Deutsches
Forschungszentrum
für Künstliche
Intelligenz GmbH

Document
D-93-04

Wissenschaftlich-Technischer

Jahresbericht

1992

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

Postfach 20 80
D-6750 Kaiserslautern
Tel.: (+49 631) 205-3211/13
Fax: (+49 631) 205-3210

Stuhlsatzenhausweg 3
D-6600 Saarbrücken 11
Tel.: (+49 681) 302-5252
Fax: (+49 681) 302-5341

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz

The German Research Center for Artificial Intelligence (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, DFKI) with sites in Kaiserslautern and Saarbrücken is a non-profit organization which was founded in 1988. The shareholder companies are Atlas Elektronik, Daimler-Benz, Fraunhofer Gesellschaft, GMD, IBM, Insiders, Mannesmann-Kienzle, SEMA Group, Siemens and Siemens-Nixdorf. Research projects conducted at the DFKI are funded by the German Ministry for Research and Technology, by the shareholder companies, or by other industrial contracts.

The DFKI conducts application-oriented basic research in the field of artificial intelligence and other related subfields of computer science. The overall goal is to construct *systems with technical knowledge and common sense* which - by using AI methods - implement a problem solution for a selected application area. Currently, there are the following research areas at the DFKI:

- Intelligent Engineering Systems
- Intelligent User Interfaces
- Computer Linguistics
- Programming Systems
- Deduction and Multiagent Systems
- Document Analysis and Office Automation.

The DFKI strives at making its research results available to the scientific community. There exist many contacts to domestic and foreign research institutions, both in academy and industry. The DFKI hosts technology transfer workshops for shareholders and other interested groups in order to inform about

From its beginning, the DFKI has provided an attractive working environment for AI researchers from Germany and from all over the world. The goal is to have a staff of about 100 researchers at the end of the building-up phase.

Friedrich J. Wendl
Director

Wissenschaftlich - Technischer Jahresbericht

1992

Deutsches Forschungszentrum
für
Künstliche Intelligenz

Kaiserslautern und Saarbrücken

© Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz 1993

This work may not be copied or reproduced in whole or in part for any commercial purpose. Permission to copy in whole or in part without payment of fee is granted for nonprofit educational and research purposes provided that all such whole or partial copies include the following: a notice that such copying is by permission of Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern, Federal Republic of Germany; an acknowledgement of the authors and individual contributors to the work; all applicable portions of this copyright notice. Copying, reproducing, or republishing for any other purpose shall require a licence with payment of fee to Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz.

Vorwort

Der vorliegende Bericht gibt einen umfassenden Einblick in die am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) im Verlauf des Jahres 1992 durchgeführten Forschungsaktivitäten. Nahezu 100 hochqualifizierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben mit großem Engagement und Ideenreichtum an grundlegenden Problemen der maschinellen Verarbeitung von Wissen gearbeitet. Gestützt auf ihr hervorragendes Fachwissen und geleitet von anwendungsorientierten Fragestellungen haben sie zahlreiche neuartige Ergebnisse von großer Tragweite erzielt.

Im Jahr 1992 wurden mehrere neue Projekte begonnen. Ihre Finanzierung erfolgt überwiegend aus Mitteln des BMFT und der Industrie. Zum ersten Mal wurden aber auch Projekte begonnen, die mit Mittel der Europäischen Gemeinschaft im Rahmen des ESPRIT-Programms gefördert werden. Die in den neuen Vorhaben verfolgten Ziele ergänzen die bereits

[redacted]

Forschungsprogramm des DFKI ein. Dessen Ausrichtung auf die Arbeitsgebiete

- Intelligente Benutzerschnittstellen
- Computerlinguistik
- Deduktions- und Multiagentensysteme
- Programmiersysteme

Die am DFKI durchgeführten Forschungsaktivitäten haben in der Fachwelt viel Interesse und große Wertschätzung erfahren. Bei zahlreichen Tagungen und Kongressen hatten Wissenschaftler des DFKI Gelegenheit, vor kompetentem Fachpublikum über ihre Arbeit zu berichten. Dies führte unter anderem auch zu einer großen Nachfrage über Möglichkeiten von Gastforscheraufenthalten am DFKI. Daß manche solcher Kontakte in Form von Vorträgen oder mehrwöchigen Aufenthalten ausgebaut werden konnten, war für den Fortgang der DFKI-Projekte von großem Nutzen.

Das Jahr 1992 brachte große Erfolge mit sich. Diese verdanken wir unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Ihnen allen gebührt meine Hochachtung und mein ganz persönlicher Dank.

Kaiserslautern, im März 1993.

Diplom-Betriebswirt Friedrich J. Wendl

Kaufmännischer Geschäftsführer

Redaktionsschluß: 15.2.93
Editon und
Gesamtverantwortung: W.Olthoff
Satz: M.Dengel

1. BMFT geförderte Projekte 17
1.1. Projekt AKA-MOD 17
1.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 17
1.1.1.1. Beschreibungsmodelle für Kooperation und Koordination in Multiagenten-systemen 17
1.1.1.2. Planen in Multiagentensystemen 18
1.1.1.3. Zur Testumgebung 19
1.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 20
1.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 22
1.1.4. Personalia 24
1.2. Projekt AKA-TACOS 25
1.2.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 25
1.2.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 26
1.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 28
1.2.4. Personalia 29
1.3. Projekt AKA-WINO 30
1.3.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 31
1.3.2. Wissenschaftliche Kontakte 33
1.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 34
1.3.4. Personalia 35
1.4. Projekt ALV 36
1.4.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 36
1.4.1.1. Layoutextraktion 36
1.4.1.2. Logical Labeling 37
1.4.1.3. Texterkennung 38
1.4.1.4. Textanalyse 39
1.4.1.5. Integration der Komponenten 44
1.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 45
1.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 46
1.4.4. Personalia 47
1.5. Projekt ARC-TEC 48
1.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 48

1.5.1.1. Teilprojekt A: Wissensakquisition 48
1.5.1.2. Teilprojekt R: Wissensrepräsentation 49
1.5.1.3. Teilprojekt C: Wissenscompilation 52
1.5.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 53
1.5.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 55
1.5.4. Personalia 59
1.6. Projekt ASL 60
1.6.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 60
1.6.1.1. Teilprojekt kontextnahe Semantik 60
1.6.1.2. Teilprojekt Konnektionismus 61
1.6.1.3. Teilprojekt Formalismus 62
1.6.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 62
1.6.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 63
1.6.4. Personalia 65
1.7. Projekt DISCO 66
1.7.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 66
1.7.1.1. Anwendungssystem - COSMA 66
1.7.1.2. Teilprojekt Formalismen und Schnittstellen 68
1.7.1.3. Teilprojekt Linguistische Verarbeitung 69
1.7.1.4. Teilprojekt Linguistische Wissensbasen 72
1.7.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 73
1.7.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 75
1.7.4. Personalia 78
1.8. Projekt HYDRA 79
1.8.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 79
1.8.1.1. Weiterentwicklung des Oz-Kalküls (vormals HCM) 79
1.8.1.2. Weiterentwicklung der Programmiersprache Oz 80
1.8.1.3. Implementierung der Programmiersprache Oz 81
1.8.1.4. Implementierung des Oz-Objektsystems 81
1.8.1.5. Entwurf und Implementierung eines Window-Systems für Oz 81
1.8.1.6. Induktive Sorten 82

1.8.1.7. Feature-Constraint-System CFT 82
1.8.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 82
1.8.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 83
1.8.4. Personalia 85
1.9. Projekt PHI 86
1.9.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 86
1.9.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 91
1.9.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 92
1.9.4. Personalia 94
1.10. Projekt WIP 95
1.10.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 95
1.10.1.1. Teilprojekt Präsentationsplanung 95
1.10.1.2. Teilprojekt TAG-GEN: Grundlegende Erweiterungen von Tree Adjoining Grammars zur inkrementellen Generierung natürlicher Sprache 97
1.10.1.3. Teilprojekt Wissensrepräsentation 99
1.10.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 101
1.10.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 102
1.10.4. Personalia 106
2. Von Gesellschaftern am DFKI durchgeführte Projekte 107
2.1. Projekt MOVES 107
2.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 107
2.1.1.1. Die Aufgabenstellung 107
2.1.1.2. Die COSY-Begriffswelt 107
2.1.1.3. Der Spezifikationsansatz 108
2.1.1.4. Resumee 109
2.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 109
2.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge Veranstaltungen 109
2.1.4. Personalia 110
2.2. Projekt PEP 111
2.2.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 111
2.2.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 112

2.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 113
2.2.4. Personalia 113
2.3. Projekt PLUS 114
2.3.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 114
2.3.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 116
2.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 117
2.3.4. Personalia 117
2.4. Projekt TEAMKOM 118
2.4.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 118
2.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 120
2.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 120
2.4.4. Personalia 121
2.5. Projekt TEAMWARE 122
2.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 122
2.5.2. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 124
2.5.3. Personalia 125
2.6. Projekt TOOCON 126
2.6.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 126
2.6.1.1. Der Prototyp 126
2.6.1.2. Formale Grundlagen der Konfiguration 129
2.6.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 129
2.6.3. Personalia 129
2.7. Projekt WIDAN 130
2.7.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 130
2.7.2. Kontakte zu anderen DFKI-Projekten 132
2.7.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 133
2.7.4. Personalia 133
3. In Zusammenarbeit mit externen Partnern durchgeführte Projekte 134
3.1. Projekt ACCLAIM 134
3.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 134
3.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 135
3.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 135

3.1.4. Personalia 136
3.2. Projekt CCL 137
3.2.1. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 137
3.2.2. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 138
3.3. Projekt COMPULOG 139
3.3.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 139
3.3.2. Kontakte zu anderen DFKI-Projekten und Forschungsgruppen 140
3.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 140
3.3.4. Personalia 141
3.4. Projekt DRUMS-II 142
3.4.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 143
3.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 143
3.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 143
3.4.4. Personalia 143
3.5. Projekt KIWi 144
3.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse 144
3.5.1.1. Erlernen von Programmabstraktionen 144
3.5.1.2. Konzeptualisierung von Verhaltensbeschreibungen 145
3.5.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen 146
3.5.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen 146
3.5.4. Personalia 147
4. Ausblick auf weitere Projekte 148
4.1. Projekt EFFENDI 148
4.1.1. Projektbeschreibung und Projektziel 148
4.1.2. Projektorganisation 148
4.2. Projekt IMCOD 149
4.2.1. Projektbeschreibung und Projektziel 149
4.2.2. Projektorganisation 150
4.3. Projekt INCA 151
4.3.1. Projektbeschreibung und Projektziel 151
4.3.2. Projektorganisation 152
4.4. Projekt PPP 153

4.4.1. Projektbeschreibung und Projektziel 153
4.4.2. Projektorganisation 154
4.5. Projekt VEGA 155
4.5.1. Projektbeschreibung und Projektziel 155
4.5.2. Projektorganisation 156
4.6. Projekt VERBMOBIL 157
4.6.1. Projektbeschreibung und Projektziel 157
4.6.2. Projektorganisation 157
4.6.3. Veröffentlichungen 158
Namensverzeichnis 159
Publikationen 161

1. BMFT geförderte Projekte

1.1. Projekt AKA-MOD

Im Projekt „Autonome, kooperierende Agenten" (AKA) sollen die Grundlagen für Wissensrepräsentationsformalismen, Inferenz-, Kommunikations- und Kontrollmechanismen bei der Kooperation mehrerer autonom agierender Systeme, im folgenden „Agenten" genannt, untersucht und die Resultate an verschiedenen Anwendungsbeispielen erprobt werden.

Im Teilprojekt AKA-Mod sollen die für die Modellierung von mehreren Agenten spezifischen Aspekte, insbesondere Interaktion, Kommunikation und Kontrolle untersucht, sowie konkrete Szenarien realisiert werden. Das Projekt AKA-MOD wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen ITW 9104) und hat eine Laufzeit vom 1. Mai 1991 bis 30. April 1994.

1.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

1.1.1.1. Beschreibungsmodelle für Kooperation und Koordination in Multiagentensystemen

Ein Hauptaugenmerk der Verteilten KI und des CSCW liegt auf den Organisationsformen von Multiagentensystemen und insbesondere auf den darin vorhandenen Formen von Interaktionen zwischen den einzelnen Agenten. Das hauptsächliche Interesse im Projekt AKA-Mod gilt dabei den kooperativen Multiagentensystemen, die dadurch gekennzeichnet sind, daß die Agenten aktiv (bewußt) auf einen gemeinsamen Zweck hinarbeiten, wobei die Einzelaktivitäten der Beteiligten durch Abmachungen und Verhandlungen koordiniert werden. Dies bedeutet im einfachsten Fall, daß die Agenten nur versuchen müssen, sich nicht gegenseitig durch ihre Aktionen zu behindern. Im Idealfall müssen die Agenten die Fähigkeit besitzen, die Auswirkungen ihrer Aktionen auf die Gemeinschaft der Agenten einschätzen zu können. Ein Schwerpunkt unserer Untersuchungen bilden dabei die Lösungsansätze zur Modellierung kooperativen Verhaltens im Bereich der Multiagentenplanung, d.h. der Planung in Multiagentensystemen. Einer unserer Ansätze basiert auf der Idee der Steuerung durch Preise bzw. Kostenschätzungen. Das Ziel einer solchen Planungskomponente ist es, Elemente aus der betriebswirtschaftlichen Analyse zusammen mit Ansätzen aus der Verteilten Künstlichen Intelligenz bei der Lösung von Koordinations- und Dekompositionsproblemen in Multiagentensystemen (MAS) einsetzen zu können. Darauf aufbauend soll ein Kooperationsmodell entwickelt werden, das sowohl in rein maschinellen Multiagentensystemen Einsatz findet, aber auch beim computerunterstützten kooperativen Arbeiten zur Vorschlags-generierung für die Planung von zu bearbeitenden Aufträgen eingesetzt werden kann.

Bei der Planung von Aktionen die zur Erfüllung ihrer vorgegebenen Aufgaben notwendig sind werden die einzelnen Agenten Aktionsfolgen (Pläne) entwickeln, durch die sie sich möglicherweise gegenseitig behindern, andererseits aber auch eventuell unterstützen könnten. Aufgabe der Plankoordination ist es nun, alle negativen Beziehungen zwischen den Individualplänen aufzulösen und möglichst alle positiven Beziehungen auszunutzen. Das von

uns verwendete Koordinationsmodell versucht eine Auflösung von Konflikten so spät als möglich zu ermöglichen. Die generelle Idee ist wie folgt:

[redacted]

genutzten Ressourcen bezahlen müssen. Im Rahmen des ihnen zur Verfügung stehenden Etats versuchen die Agenten für den Etatzeitraum die Erledigung einer Menge von Aufträgen, für die sie die dazu benötigten Ressourcen bezahlen können, einzuplanen. Der Preis für die Ressourcen wird mit dem Start des Systems festgelegt, kann aber nach dem Prinzip von Angebot und Nachfrage variieren. Der tatsächliche Preis für eine Ressource steht für einen Agenten also erst im Moment der Belegung fest. Weicht er von den erwarteten Kosten ab, so hat sich für den einzelnen Agenten natürlich auch die Voraussetzung für die Planung geändert: manche eingeplante Ressourcen sind eventuell zur geplanten Belegungszeit so teuer, daß er sie sich gar nicht mehr leisten kann oder will, andere hingegen sind billiger als erwartet. Beide Preisänderungen können zu Planrevisionen führen: Unter Umständen muß man übernommene Aufgaben wieder abgeben oder man kann mehr erledigen als man sich ursprünglich vorgenommen hatte. Durch eine geeignete Anfangswahl der Ressourcenpreise kann man bereits eine günstige Auslastung der Ressourcen steuern. Durch die variable "Liquidität" der Agenten erreicht man zudem eine flexible Prioritätenregelung. Dies gilt besonders dann, wenn trotzdem auftretende Konflikte um eine Ressourcenbelegung z.B. in Form eines Versteigerungsverfahrens gelöst werden: Die konkurrierenden Agenten schätzen den Nutzen ab, den sie für sich (oder für das Gesamtsystem) mit einer Vergabe der Ressource an sie selbst erwarten. Entsprechend dieser Schätzung geben sie ein Gebot für die Zuteilung der Ressource ab. Der Zuschlag erfolgt an den höchstbietenden Agenten. Ein Nebeneffekt dieser Vorgehensweise liegt darin, daß dieses Verfahren zugleich einen Ansatz zu einem zentralen Problem der dezentralen Auftrags- bzw. Ressourcenvergabe beinhaltet: Der Verzicht auf eine

steht in MAGSY ein zielgerichteter skriptbasierter Mechanismus zur Verfügung, in dem die nächstliegenden Aktionen explizit in einem hierarchischen Plan repräsentiert sind. Darüber hinaus wurde für die LKW's des Speditionsszenarios ein allgemeinerer Planrepräsentationsformalismus entwickelt, in dem der Plan eine unterspezifizierte, hierarchische Struktur mit Kausalitätsbeziehungen und temporalen Constraints ist und zur Ausführungszeit weiterspezifiziert, erweitert und (durch die Kausalstruktur gesteuert) modifiziert werden kann.

1.1.1.3. Zur Testumgebung

Bei der Implementierung der PATMAN-Testumgebung für Multiagentenanwendungen lag der

Schwerpunkt auf den Schichten: Planung, Aktionen und Kommunikation. Dazu wurde MAGSY als Entwicklungsumgebung für Multiagenten-anwendungen auf dem Rechnerverbund der Gruppe AKA-Mod installiert. MAGSY stellt eine Menge von Grundfunktionalitäten zur Verfügung auf die sowohl die Testumgebung als auch die Applikationen aufgebaut werden können. Insbesondere sind die MAGSY Basiseinheiten ebenfalls als Multi-Agentensystem organisiert, bei dem jeder Agent als eine in sich geschlossene Einheit modelliert ist, die als Kern einen vorwärtsschließenden Regelinterpreter enthält.

Um bei der Problemlösung kooperieren zu können, tauschen die Agenten Wissen in Form von Fakten aus und erbringen gegenseitig Dienstleistungen. Beide Formen der Interaktion basieren auf asynchroner Nachrichtenübermittlung und können vom Empfänger reaktiv verarbeitet werden (asynchrone Wissensverarbeitung). Dienstleistungen sind in eine komplexe Kontrollstruktur eingebettet, die unter anderem die Verwaltung verschieden priorisierter Dienste gestattet. Um mit einem anderen Agenten direkt kommunizieren zu können, muß er dessen Identität kennen. Ein Agent kennt alle Agenten, die er selbst erzeugt hat, oder deren Identität er über Kommunikation mit dem systemweit bekannten Weltagenten erfahren hat. Der Weltagent stellt einen zentralen Kommunikationskanal zur Verfügung, über den auch Broadcast-Nachrichten abgewickelt werden können. Über diese Mechanismen ist eine klare Spezifikation der Kommunikationsschnittstelle der Agenten gegeben.

Für die Implementierung der Anwendungen wurden zwei zusätzliche Problemlösungs-paradigmen eingeführt. Weil die Agenten nicht durch Objekte in einer realen Welt repräsentiert werden, können sie auch keine physikalischen Aktionen ausführen. Das bedeutet, daß jede Aktion eines Agenten in einer Simulation ausgeführt werden muß. Aus diesem Grund wird für eine Multiagentenanwendung ein Weltagent eingeführt, der die Aktionen der einzelnen Agenten ausführt und die Korrektheit der Ausführung überwacht. Der Weltagent dient als Modell der realen Welt.

Für die Planungsebene eines Agenten wird ein zielgerichtetes skriptbasiertes Planungs-

sollen. Für diese Planung ist zwischen dem Broker-Agenten und den Speditions-Agenten das Kontraktnetprotokoll implementiert worden. Auch die Entscheidung, welche Lkw innerhalb einer Spedition einen bestimmten Auftrag bearbeiten, wird über das Kontraktnetprotokoll gefällt. Konkret bedeutet das, daß der Broker-Agent einen Auftrag, der noch nicht eingeplant wurde an alle Speditionsagenten schickt, mit der Aufforderung ein Gebot abzugeben (Kosten und Zeitpunkt der Auftragsausführung), zu dem der Auftrag von der Spedition ausgeführt werden kann. Die Spedition schickt einen eingehenden Auftrag an alle Lkw-Agenten, die sie selbst verwaltet und fordert diese auf, ein Gebot abzugeben, zu welchen Konditionen (Kosten, Zeit) sie in der Lage sind, diesen Auftrag abzuarbeiten. Der Speditionsagent wartet ab, bis alle Agenten ihr Gebot abgegeben haben, wählt das günstigste Gebot aus und schickt dieses Gebot für den Auftrag an den Broker-Agenten. Der Broker-Agent wartet alle Gebote aller Speditionen ab, wählt aus diesen Geboten das günstigste aus und erteilt der entsprechenden Spedition dann den Zuschlag für den Auftrag. Erst jetzt kann die Spedition, die den Zuschlag erhalten hat den an der Auftragsbearbeitung beteiligten Lkw den Zuschlag für den Auftrag geben. In allen anderen Speditionen und deren Lkw muß die temporär durchgeführte Planung hingegen rückgängig gemacht werden.

1.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Teilnahme an nationalen und internationalen Konferenzen:

- DFKI-Workshop "Planen", Feb.92
- Konferenz "Interfaces to real & virtual worlds", Montpellier, März92
- 4. Arbeitstreffen des Arbeitskreises Verteilte KI an der FernUniversität in Hagen, April92
- 6. Workshop "Planen und Konfigurieren" am FORWISS an der TU München, April92
- DFKI-Workshop "Kooperative Agenten", Mai92
- 3. Workshop on Belief Representation and Agent Architectures, Durham, GB, Juni92
- MAAMAW'92 (International Workshop on Modeling Autonomous Agents in Multi Agent Worlds), Rom, Juli 92
- ECAI'92, (European Conference on AI), Wien, Aug. 92
- Workshop „DAI Applications" ECAI, Wien, Aug. 92
- Fachtagung Künstliche Intelligenz (GWAI'92), Bonn, August 92
- Summer School on Scheduling Theory and its Applications, Bonas (F), Sept. 92
- Workshop on Cooperating Knowledge Based Systems, Keele (GB), Sept. 92
- European Simulation Symposium, Dresden, Nov.92
- 5. Arbeitstreffen des Arbeitskreises Verteilte KI am FORWISS Erlangen, Dez.92

Außereuropäische:

- Yale University, USA, Michael Beetz, Arbeitsbereich "Flexible Planverfahren"
- Texas University, USA, Dr. Munindar & Mona Singh, Arbeitsbereich "Verhandlungsführung in Multi-Agenten Systemen"

- Hebräische Universität Jerusalem, Israel, Gilad Zlotkin, Arbeitsbereich "Formale Verhandlungsmodelle"
- Industrial Technology Institute, Ann Arbor, Michigan (USA), Dr. H. Van Dyke Parunak, "Anwendung von Systemen der Verteilten KI"
- CMU, Pittsburg (USA), Dr. Siegfried Bocionek, Arbeitsbereich "Lernen in Multiagentensystemen"
- Australian AI Institute, Carlton Victoria, Australien, Dr. Gil Tidhar, Arbeitsbereich "Multiagentenplanung, Teamaktivitäten"

Europäische:

- University of Manchester, GB, Dr. Michael Wooldridge, Austausch von Forschungsergebnissen, Besuch am DFKI geplant.
- University of Stirling, Schottland, Stephen Marsh, Zusammenarbeit auf den Gebieten "Belief and Trust of Agents".
- Universtiy of Cambridge, GB, Applied Psychology Unit, Dr. Ann Blandford, Austausch von Forschungsergebnissen im Bereich der Agentenmodellierung.
- University of Newcastle, GB, Dr. Tony Dale, Austausch von Forschungsergebnissen.
- Open University at Milton Keynes, GB, Prof. George Kiss, Austausch von Forschungsergebnissen, Bereich Kognitive Modellierung
- University of Nottingham, GB, Dr. Han Reichgelt, Austausch von Forschungsergebnissen, Bereich Verteiltes Planen
- LIFIA Université Grenoble, F, Dr. Yves Demazeau, geplante Zusammenarbeit im Bereich kooperative Roboter.
- University of London, GB, Dr. Nick Jennings, "Kooperation in heterogenen Systemen"
- Université Paul Sabatier, Toulouse, F, Prof. Mario Borillo, Bereich "Kognition"
- University of Keele, GB, Prof. Dr. Mishba Deen, Dr. Mark Walsh, Bereich "Kooperierende wissensbasierte Systeme"

Deutsche:

- Im Rahmen des AK "Verteilte KI" der Gesellschaft für Informatik gibt es intensive Kontakte zu (fast) allen akademischen Instituten, die sich mit der Verteilten KI beschäftigen; insbesondere: FernUniversität Hagen & Universität Münster (Dr. Stefan Kirn), GMD (Prof. Thomas Christaller) DETECON (Dr. Frank v. Martial), EBS (Prof. Werner Dilger), ECRC München (Dr. Norbert Eisinger), TU München (Prof. H.-J. Siegert), Universität Stuttgart (Prof. P. Levi), Humboldt Uni Berlin (Prof. H-D. Burkhard), FORWISS Erlangen (G. Kraetzschmar), IWI Saarbrücken (C. Berkau)
- Gespräche über Möglichkeiten zur Gründung einer Gemeinschaftsinitiative "Robotik" an der Universität des Saarlandes.mit Prof. Dr. rer. nat. A. Blum, Prof. Dr.-Ing. (habil) L. Thiele,Prof. Dr.-Ing. (habil) H. Janocha, Prof. Dr.-Ing. H. Jaschek,PD Dr.-Ing. D. Wloka, Prof. Dr. H. Ganzinger, Prof. Dr. K. Mehlhorn,Prof. Dr.-Ing. H. Bley, Prof. Dr.-Ing. C. Weber und Prof. Dr. A. Scheer

- Kontakte zu industriellen F&E Stellen: IBM, Sindelfingen (Dr. N. Heck), Daimler-Benz, Berlin (Dr. Kurt Sundermeyer), Atlas Elektronik (Dr. T. Wittig)
- Universität Dortmund, Inst. f. Organisantions- und Wissenssoziologie (Prof. T. Malsch)

DFKI-Interne:

- Dr. Bürckert (WINO/TACOS), Wissensmodellierung
- Dr. Busemann, Dr. Nerbonne (DISCO), Kommunikationsmodul und COSMA
- Dr. Biundo (PHI), Dr. Schmalhofer (ARC-TEC), Planungskonzeption
- Dr. Steiner (KIK-KL) und Dr. Schweitzer (KIK-SB) Kooperatives Arbeiten in Mensch-Maschinen Umgebungen
- Prof. Smolka, Ch. Schulte (HYDRA), Multiagenten Entwicklungsumgebungen, Oz
- Prof. Dengel (ALV), Automatische Erfassung von Speditionsaufträgen

1.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

M. Beetz: *Decision-theoretic Transformational Planning*, DFKI Research Report RR-92-17, Feb.92

M. Buchheit, N. Kuhn, J. P. Müller, M. Pischel: *MARS: Modeling a Multiagent Scenario for Shipping Companies*, Proceedings of the European Simulation Symposium 92, Society for Computer Simulation (SCS) (eds.), Dresden, 1992.

S. Bussmann: *Simulation Environment for Multi-Agent Worlds - Benutzeranleitung*, DFKI Document D-92-01, Jan.92

K. Fischer: *Concepts for Hierarchical Planning in a Flexible Manufacturing System*, in: S. Biundo, F. Schmalhofer (Hrsg.),DFKI-Workshop on Planning, Feb. 1992.

K. Fischer: *Concepts for Hierarchical Planning in a Flexible Manufacturing System*, in: Beiträge zum 6. Workshop "Planen und Konfigurieren", T. Messer und A. Winkelhofer (Hrsg.), FORWISS, München, März 1992.

K. Fischer, H.M. Windisch: *MAGSY- Ein regelbasiertes Multi-Agentensystem*, in: Themenheft Verteilte KI, H.J.Müller (GHrsg), KI1/92, FBO-Verlag

K. Fischer: *Modelling Autonomous Systems in a Flexible Manufacturing System*, in Readings of the GWAI Workshop at Fachtagung für Künstliche Intelligenz, Bonn, September, 1992.

N. Kuhn, H.J. Müller: *Koordinations- und Kommunikationsaspekte bei der Multiagentenplanung*, in: Beiträge zum 6. Workshop "Planen und Konfigurieren", T. Messer und A. Winkelhofer (Hrsg.), FORWISS, München, März 1992.

N. Kuhn, H.-J. Müller: *Multi-Agent Planning*. in: S. Biundo, F. Schmalhofer (Hrsg.), DFKI-Workshop on Planning, Feb 1992.

N. Kuhn: *Integrating Ranking Functions into a Framework for Cooperation*, in Readings of the GWAI-Workshop on DAI, Bonn, September 1992.

N. Kuhn, H. J. Müller: *Multi-Agent Planning*, DFKI-Workshop on Planning, S. Biundo, F. Schmalhofer (eds.), DFKI Document D-92-07, 1992.

J.-P. Mohren, H.J. Müller: *Representing Spatial Relations (PartII) - The Geometrical Approach-*, DFKI Research Report RR-92-21

J.-P. Mohren, H.J. Müller: *A Geometrical Approach to the Depictional Representation of Spatial Relations*, Proc. of the ECAI'92, Wien, Aug. 1992.

H.J. Müller: *Die VKI-Landkarte*, in: Themenheft Verteilte KI, H.J.Müller (GHrsg), KI1/92, FBO-Verlag

H.J. Müller, J.P. Müller, M. Pischel, R. Scheidhauer: *On the Representation of Temporal Knowledge*, Tech. Memo TM-92-04

H.J. Müller, A. Schmücker: *Structured Programming with a Logic Based Knowledge Representation Language*, Proceedings of the Fourth World-Wide MDQ Productivity and Process Tools Symposium (Ez Nahouraii, ed.), Thornwood, New York, 1992.

H.J. Müller, D. Steiner: *Kooperierende Agenten*, DFKI- Document D-92-24, Sept.1992.

J.P. Müller, A. Laux: *On the Representation of Knowledge and Belief in Multi-Agent Systems*, in Proc. of the 3rd Workshop on Belief Representation and Agent Architectures, 30.6.-1.7.92, Durham, UK.

J.P.Müller, M.Pischel: *Knowledge and Belief of Cooperating Agents*, in Readings of the GWAI-Workshop on DAI. Bonn, September 1992.

J..P. Müller, M.Pischel: *MARS: ein Multiagentensystem zur Simulation kooperierender Transportunternehmen*, in H.J.Müller, D.Steiner eds., Kooperierende Agenten, DFKI-Document D-92-24,pg. 30-39, Sept. 1992.

J.P.Müller: *Wissen und Glauben in Multiagentensystemen: ein Überblick*, in H.J.Müller, D.Steiner eds., Kooperierende Agenten, DFKI-Document DD-92-24, pg. 60-90, Sept. 1992.

A. Schroth: *Plan Representation*. in: S. Biundo, F. Schmalhofer (Hrsg.), DFKI-Workshop on Planning, Feb.92.

A. Schupeta: *Das 4.Arbeitstreffens des Arbeitskreises Verteilte Künstliche Intelligenz in Hagen*, April 92.

A. Schupeta: *Main Topics of DAI: A Review*, Research Report RR-92-06

A. Schupeta: *Organizing Communication and Introspection in a Multi-Agent Blocksworld Scenario*, Tech. Memo TM-92-02

A. Schupeta: *COSMA: Ein verteilter Terminplaner als Fallstudie der Verteilten KI*, in H.J.Müller, D.Steiner eds., Kooperierende Agenten, DFKI-Document DD-92-24, s. 46-51, Sept. 1992.

M. Singh: *A Cognitive Analysis of Event Structure*, Tech. Memo TM-92-03, April92

Vorträge:

K. Fischer: *Concepts for Hierarchical Planning in a Flexible Manufacturing System*,DFKI-Workshop Planen, Februar 1992.

K. Fischer: *Modellierung autonomer Systeme in einer flexiblen Fertigungsumgebung* beim 4. Treffen desArbeitskreises Verteilte KI an der FernUniversität in Hagen, April 1992.

K. Fischer: *Verteiltes und kooperatives Planen in einer flexiblen Fertigungsumgebung* Oberseminarvortrag am Lehrstuhl von Prof. Hotz an der Universität des Saarlandes, Juni 1992.

H.J. Müller: *Coordination & Negotiation*, Workshop on Applications of DAI, ECAI'92, Wien, Aug. 1992

H.J. Müller: *Cooperating Agents: Knowledge, Behaviour and Applications*, DFKI Präsentation bei der Fachtagung Künstliche Intelligenz, Bonn, Sept. 1992.

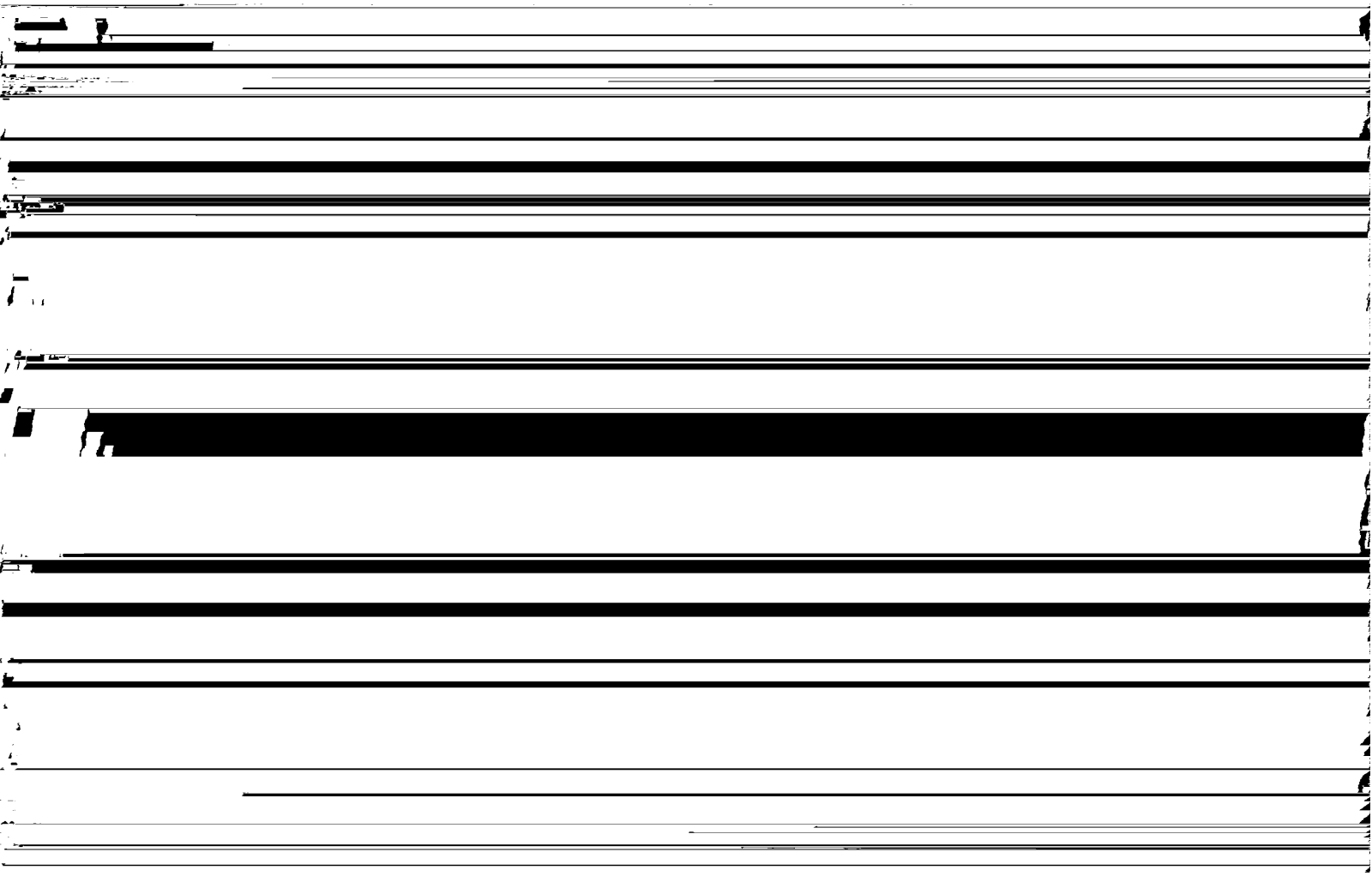
H.J. Müller: *A Negotiation Framework for Cooperating Agents*,Workshop of the SIG Cooperating Knowledge Based Systems, Keele (GB), Sept. 1992.

J.P. Müller, A. Laux: *Representation of Knowledge and Belief in Multiagent Systems*, DFKI Workshop "Kooperierende Agenten", Mai 1992.

J.P. Müller: *Knowledge, Belief and Cooperation*, BRAA92, Durham, UK, Juni 1992

J.P. Müller: *On the Representation of Knowledge and Belief in Multiagent Systems*, Third Workshop on Belief Representation and Agent Architectures. Durham, UK, 1.7.1992.

J.P. Müller: *Knowledge and Belief of Cooperating Agents*, DAI Workshop at Fachtagung für Künstliche Intelligenz, Bonn, September 1992.



VKI, Erlangen, Dezember 1992.

A. Schroth: *Plan Representation*. DFKI-Workshop Planen, Feb. 1992

A. Schupeta: *Planung, Kommunikation und introspektives Wissen in einer einfachen Multi-Agenten Klötzchenwelt* 4. Treffen des AK-VKI in Hagen, 9.4.92

Veranstaltungen:

K. Fischer: Seminar "Robotik", Universität des Saarlandes, WS 1992/93

N. Kuhn: Vorlesung "Multi-Agenten Systeme", Universität des Saarlandes, WS 1992/93

H.J. Müller, D. Steiner: "Verteilte KI", Kurs bei der KIFS92, März92

H.J. Müller, D. Steiner: DFKI-Workshop "Kooperative Agenten", Mai92

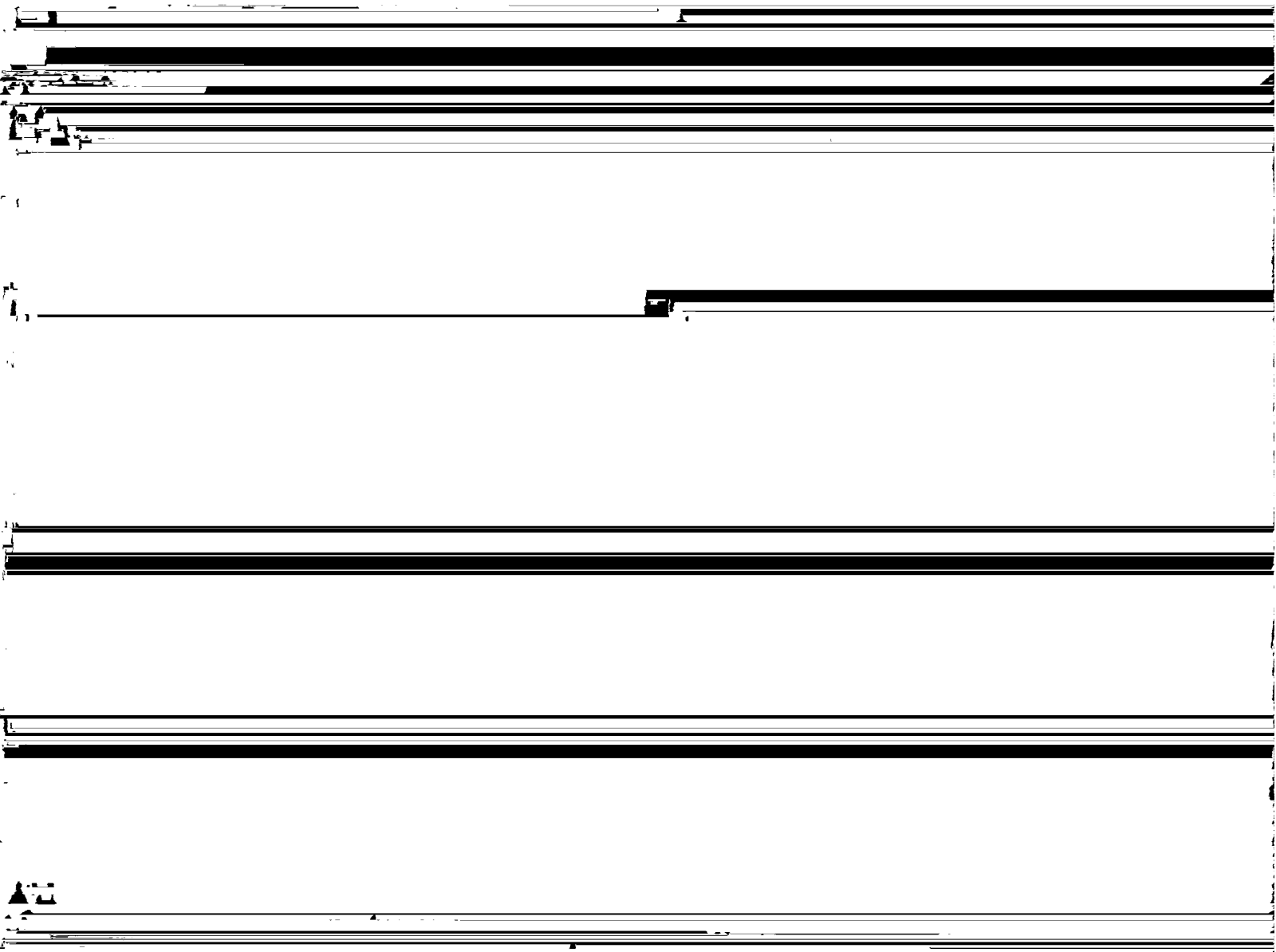
H.J. Müller, N. Kuhn: "Verteilte Künstliche Intelligenz", 4-Std. Vorlesung, Universität des Saarlandes, SS92

H.J. Müller: Interdisziplinäre Arbeitstage „KI & Soziologie", DFKI, Oktober 1992

J. Siekmann, H.J. Müller und Mitarbeiter, Fortgeschrittenenpraktikum „Multi-Agenten Systeme", Universität des Saarlandes,WS 1992/93

1.2. Projekt AKA-TACOS

Das Projekt Taxonomien und Alltagswissen (AKA-TACOS; BMFT Förderkennzeichen ITW 9201) wurde am 1. Oktober 1992 begonnen und soll bis zum 30. September 1995 durchgeführt werden. Im AKA-Projekt sollen die Grundlagen für Wissensrepräsentationsformalismen, Inferenz-, Kommunikations- und Kontrollmechanismen bei der Kooperation mehrerer autonom agierender Systeme untersucht werden. Im Teilprojekt TACOS werden logische Grundlagen des Schließens mit Alltagswissen untersucht. Dabei geht es hauptsächlich um die Formaliserung und Operationalisierung von zeitlichem, unvollständigem und vagem Wissen bzw. von Wissen über systemeigenes Wissen und das anderer Systeme im Hinblick



WINO untersuchten terminoligischen Logiken soll taxonomisches Begriffswissen um die angeführten Formen des Alltagswissens erweitert werden und im Rahmen des WINO-Systems KRIS integriert werden.

1.2.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Es wurde damit begonnen, nicht-monotone Erweiterungen für terminologische Wissensrepräsentationssprachen zu untersuchen. Ein erster Ansatz, der ausführlicher untersucht wurde, war die Einschränkung der von Reiter entwickelten Default Logik auf terminologische Wissensrepräsentationsformalismen. Reiters Default Logik schien unter der großen Auswahl

wickelt, die es ermöglicht, sowohl (auto-)epistemisches Wissen als auch eine Axiomatisierung der Anforderungen an Wissen zu repräsentieren. Die strukturierte Darstellung des Weltwissens in terminologischen Formalismen bleibt dabei natürlich erhalten. Es konnte gezeigt werden, daß der resultierende Gesamtformalismus weiterhin entscheidbar ist.

Zur Fundierung und Erweiterung der Benutzeroberfläche für KRIS wurde eine Anfragesprache für terminologische Systeme entworfen, die den Gebrauch von epistemischen Operatoren erlaubt. Damit kann etwa im Speditionsszenario von AKA-Mod unterschieden werden zwischen den Fragen "Gibt es (grundsätzlich) Fahrzeuge, mit denen man Schüttgüter transportieren kann?" und "Kennt die Wissensbasis ein (bestimmtes) Fahrzeug, mit dem man Schüttgüter transportieren kann?" Bei Wissensbasen, die unvollständiges Wissen über die Welt haben, kann auf diese Weise zwischen definitem und indefinitem Wissen unterschieden werden. Für die erweiterte Anfragesprache wurde ein Algorithmus entwickelt, der – ähnlich wie die früher schon in WINO entwickelte Verfahren – auf dem Tableaukalkül für Prädikatenlogik beruht.

Neben diesen zunächst mehr theoretisch orientierten Untersuchungen wurde an der Weiterentwicklung und Optimierung der im abgelaufenen Projekt AKA-WINO implementierten Systeme KRIS und CORE gearbeitet. Da das prototypische Wissensrepräsentations- und Inferenzsystem KRIS auch in anderen Projektgruppen am DFKI eingesetzt wird oder eingesetzt werden soll, standen bei den Arbeiten an KRIS die Aspekte der Portierung und der Optimierung des Systems im Vordergrund. Aufbauend auf den Optimierungstechniken, die in AKA-WINO in Zusammenarbeit mit der Projektgruppe WIP-WR für die terminologische Komponente von KRIS entwickelt und analysiert wurden, wurde nun damit begonnen, die assertionalen Schlußfolgerungsalgorithmen zu optimieren.

Das System CORE wurde um eine lineare Resolutionsstrategie erweitert, wie sie z.B. auch in der Programmiersprache PROLOG2 verwendet wird. Damit können Anfragen an das System jetzt zielgerichtet beantwortet werden, d.h. die Antwortgenerierung startet nicht "blind" mit der Auswahl beliebiger Fakten, sondern jeweils mit der aktuellen Anfrage. Es ist aber noch nicht abschließend untersucht worden, in welchen Fällen daraus eine deutlich schnellere Beantwortung von Anfragen resultiert. Das Hauptproblem der linearen Resolutionsstrategie liegt dabei darin, daß die Antwortgenerierung zunächst immer in die Tiefe des Suchraums startet, während verschiedene Antworten sich eventuell sehr weit oben im Suchraum aber in einem erst spät durchsuchten Ast befinden.

1.2.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

- Auf gemeinsamen Arbeitstreffen mit Wissenschaftlern des DFKI-Projekts WIP (BMFT-Förderkennzeichen ITW 8901 8) wurden weitere Ideen für Optimierungstechniken für Wissensrepräsentationssysteme diskutiert.
- Kooperation mit dem DFKI-Projekt AKA-MOD, bei der gemeinsam Wissensbasen für autonome kooperierende Agenten modelliert werden sollen. Ziel dieser Kooperation ist die Modellierung von Speditionen, wobei insbesondere Wissen über zur Verfügung stehende Transportmittel und über zu transportierende Güter repräsentiert werden muß. Hauptaufgabe ist dann die Lösung des Dispositionsproblems. Hierbei geht es darum, die zu transportierenden Güter möglichst gut (etwa schnell, billig, ...) auf vorhandene Transportmittel zu

verteilen. Die ersten Wissensbasen wurden bereits entwickelt und werden derzeit auf ihre Praxistauglichkeit getestet. Neben der Anwendungsmächtigkeit der Wissensbasen ist dabei die Geschwindigkeit der verwendeten Inferenzalgorithmen ein Hauptkriterium.

- Ein Mitarbeiter von TACOS war für eine Woche im November an das Thomas J. Watson Research Center von IBM in den USA eingeladen, um Vorträge über die Ergebnisse von WINO zu halten. Gleichzeitig gab dieser Aufenthalt einen Einblick, wie terminologische Systeme bei IBM eingesetzt werden.
- Der Antrag für das ESPRIT Basic Research Project COMPULOG II, an dem sich Mitarbeiter von TACOS beteiligt haben, ist von der EG bewilligt worden. Der Projektpartner DFKI (Forschungsbereich AKA, Prof. Siekmann) übernimmt in COMPULOG II die Koordination des Projektbereichs "Types and Objects". In diesem Bereich sind außer dem DFKI Arbeitsgruppen aus Rom (Prof. Lenzerini und Prof. Omodeo), Aachen (Prof. Jarke) und Lissabon (Prof. Porto und Prof. Monteiro) beteiligt.
- Zwischen Mitarbeitern von TACOS und den Gruppen von Prof. Jarke (Aachen) und Prof. Lenzerini (Rom) wurde eine Zusammenarbeit auf den Gebieten objekt-orientierter deduktiver Datenbanken und taxonomischer Logiken vereinbart. Ziel dieser Kooperation ist es zum einen, die deduktiven Fähigkeiten taxonomischer Systeme zur Optimierung von Anfragen in Datenbanken zu nutzen, zum anderen langfristig taxonomische Sprachen zur Darstellung unvollständigen Wissens in objekt-orientierten deduktiven Datenbanken zu verwenden. Ein erstes Treffen der Gruppen fand im April 1992 in Aachen statt. Im November war Dr. Jeusfeld aus Aachen zu Gast am DFKI. Im Rahmen eines Treffens von COMPULOG II in Rom im Dezember 1992 kam es zu einer weiteren Begegnung dieser Gruppen, bei der das weitere Vorgehen festgelegt wurde.
- Die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Universität Rom über Wissensrepräsentationssprachen wurde fortgesetzt. In einer gemeinsamen Arbeit wurde die Anfragesprache für Wissensbasen um einen epistemischen Operator erweitert und diese Erweiterung theoretisch untersucht. Die Resultate der Zusammenarbeit wurden auf der Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92) in Cambridge (USA) vorgestellt.

Formalismen der terminologischen Wissensrepräsentation zur Beschreibung und Lösung von Konfigurationsproblemen verwendet werden können. Parallel zur Implementierung eines Prototypen bei ARC-TEC mit Hilfe der dort erstellten Werkzeuge wurden bei WINO/TACOS die formalen Grundlagen zur Integration von Taxonomien, Constraints und Regeln bei der Konfiguration geschaffen.

- Teilnahme an nationalen und internationalen Konferenzen und Workshops mit Beiträgen: AAAI Fall Symposium Series: "Issues in Description Logics: Users Meet Developers" in Cambridge, USA; Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92) in Cambridge, USA.

1.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

F. Baader, H.-J. Bürckert, B. Nebel, W. Nutt, G. Smolka: *On the Expressivity of Feature Logics with Negation, Functional Uncert ainty, and Sort Equations*, erscheint in Journal of Logic, Language and Information.

F. Baader, E. Franconi, B. Hollunder, B. Nebel, H.-J. Profitlich: *An Empirical Analysis of Optimization Techniques for Terminological Representation Systems*, Proceedings of the Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92), Morgan Kaufmann, 1992.

F. Baader, P. Hanschke: *Extensions of Concept Languages for a Mechanical Engineering Application*, erscheint in den Proceedings der 16. Fachtagung für Künstliche Intelligenz, GWAI-92, Springer Lec. Notes AI.

F. Baader, B. Hollunder: *How to Prefer More Specific Defaults in Terminological Default Logic*, DFKI Research Report RR-92-58.

F. Baader, B. Hollunder: *Embedding Defaults into Terminological Knowledge Representation Formalism*, Proceedings of the Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92), Morgan Kaufmann, 1992.

F. Baader, K. Schulz: *General A- and AX-Unification via Optimized Combination Procedures*, CIS-Bericht 92-58, Universität München.

F. Baader, W. Snyder, J. Siekmann (editors): *6th International Workshop on Unification*, Dagstuhl-Seminar-Report 42.

H.-J. Bürckert, W. Nutt: *On Abduction and Answer Generation through Constrained Resolution*, DFKI Research-Report RR-92-51.

F.M. Donini, M. Lenzerini, D. Nardi, W. Nutt, A. Schaerf: *Adding Epistemic Operators to Concept Languages*, Proceedings of the Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92), Morgan Kaufmann, 1992.

A. Laux: *Integrating a Modal Logic of Knowledge into Terminological Logics*, DFKI Research Report RR-92-56.

Vorträge:

F. Baader: *Extensions of Concept Languages for a Mechanical Engineering Application*, 16. Fachtagung für Künstliche Intelligenz, GWAI-92, Bonn, 31. 8. – 3. 9. 1992.

F. Baader: *An Empirical Analysis of Optimization Techniques for Terminological Representation Systems*, Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, KR-92, Cambridge (USA), 26. 10 - 29. 10 1992.

F. Baader: *Unification in the Union of Disjoint Equational Theories: Combining Decision Procedures*, Kolloquium des Computer Science Department der Boston University, Boston (USA), 22. 10. 1992.

F. Baader: *Terminological Representation Languages, and their Extension by Concrete Domains*, Kolloquium des Computer Science Department der University of Texas at Austin, Austin (USA), 4. 11. 1992.

H.-J. Bürckert: *Project WINO/TACOS*. Kurzvortrag anläßlich der Tagung des Wissenschaftlichen Beirats des DFKI, Kaiserslautern, 8. Oktober, 1992

H.-J. Bürckert: *Terminologische Wissensrepräsentation*, Arbeitstreffen mit Wissenssoziologen der Universität Dortmund, Saarbrücken, 15. Oktober 1992.

H.-J. Bürckert: *Allowing for Constructor Terms and Equations in Terminological Reasoning*, 1st CCL Workshop (ESPRIT-Working Group „Construction of Computational Logics"), Val d'Ajol, 19.-21. Oktober 1992.

B. Hollunder: *Embedding Defaults into Terminological Representation Systems*, Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92), Cambridge, Massachusetts, 26.-29. Oktober.

W. Nutt: *Are Complete and Expressive Terminological Systems Feasible?*, Issues in Description Logics: Users Meet Developers, AAAI Fall Symposium Series, Cambridge, Massachusetts, 23.-25. Oktober.

W. Nutt: *Adding Epistemic Operators to Concept Languages*, Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'92), Cambridge, Massachusetts, 26.-29. Oktober.

W. Nutt: *Adding Epistemic Operators to Concept Languages*, AI Seminar, Department of Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 30. Oktober.

W. Nutt: *Inferences in Terminological Languages: Algorithms and Complexity*, Department of Mathematics, IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, New York, 2. November.

W. Nutt: *Adding Epistemic Operators to Terminological Languages*, Department of Mathematics, IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, New York, 4. November.

W. Nutt: *Adding Epistemic Operators to Concept Languages*, Artificial Intelligence Principles Research Department, AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey, 9. November.

W. Nutt: *Epistemische Anfragen mit terminologischen Sprachen*, Logikseminar, Universität und DFKI Saarbrücken, 8. Dezember.

W. Nutt: *Adding Epistemic Operators to Concept Languages*, Workshop der ESPRIT-BRA "CompuLog", Università degli Studi "La Sapienza", Rom, 16.-18. Dezember 1992

Veranstaltungen:

F. Baader: Einführungsveranstaltung "Terminologische Wissensrepräsentation" bei der 16. Fachtagung für Künstliche Intelligenz, GWAI-92, Bonn, 31. 8. - 3. 9. 1992.

H.-J. Bürckert: Vorlesung "Logische Methoden der Wissensrepräsentation 2", Universität Saarbrücken, WS 92/93

A. Laux: Übungen zur Vorlesung "Logische Methoden der Wissensrepräsentation 2", WS 92/93

J. Siekmann: Vorlesung "Rechnergestütztes Beweisen", Universität Saarbrücken, WS 92/93

1.2.4. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 bestand die AKA-TACOS-Projektgruppe aus:

Prof. Dr. J. Siekmann (Bereichsleiter)	(0681-302-5275)
Dr. H.-J. Bürckert (Projektleiter)	(0681-302-5321)
Dr. F. Baader	(0681-302-5319)
Dipl.-Inform. B. Hollunder	(0681-302-5326)
Dipl.-Inform. A. Laux	(0681-302-5327)
Dipl.-Math. W. Nutt	(0681-302-5325)

1.3. Projekt AKA-WINO

Das Projekt Wissensrepräsentation und Inferenzmechanismen (AKA-WINO; BMFT Förderkennzeichen ITW 8903 0) wurde am 1. Mai 1989 begonnen und lief nach Verlängerung bis zum 30. September 1992. Im AKA-Projekt sollten die Grundlagen für Wissensrepräsentationsformalismen und Inferenzmechanismen bei der Kooperation mehrerer autonom agierender Systeme untersucht werden. Das Teilprojekt WINO zielte auf eine Objektivierung von Wissensrepräsentationsformalismen mit Methoden der Logik:

1. Erforschung der logischen Grundlagen von Wissensrepräsentationsformalismen,
2. Entwicklung adäquater Inferenzmechanismen für die Wissensrepräsentation,
3. Operationalisierung durch effizient realisierbare Kalküle,
4. prototypische Implementierung eines Wissensrepräsentations- und Inferenzsystems.

Schwerpunkte waren einerseits Anwendungen der Wissensrepräsentationsformalismen zur Wissensdarstellung in Zusammenarbeit mit dem Projekt „Wissensbasierte Informationspräsentation" (WIP), andererseits Vorarbeiten für die mittelfristig geplante Realisierung verschiedener Szenarien autonomer kooperierender Agenten, sowie die dafür notwendigen Wissensrepräsentationsformalismen und Inferenzmechanismen.

Für die Entwicklung eines Wissensrepräsentations- und Inferenzsystems waren zwei prinzipielle Vorgehensweisen möglich: Einerseits können bewährte Wissensrepräsentationssprachen wie KL-ONE benutzt und um darauf zugeschnittene Inferenzverfahren erweitert werden. Andererseits ist es möglich, hocheffiziente Inferenzkomponenten, wie sie für logische Programmiersprachen entwickelt wurden, zum Ausgangspunkt zu nehmen und um Datenstrukturen zu erweitern, die zur Wissensrepräsentation eingesetzt werden. Beide Vorgehensweisen werden in WINO verfolgt :

1. Erweiterung einer logischen Programmiersprache TEL um Wissensstrukturen,
2. Kombination KL-ONE-ähnlicher Wissensstrukturen mit Inferenzmechanismen.

Wegen der bekannten Ineffizienz allgemeiner Inferenzkomponenten stand hierbei die Kombination mit domänen-spezifischen Inferenzmechanismen im Vordergrund.

Da die Agenten sowohl räumliches als auch zeitliches Wissen für ihre Aktionen benötigen, mußten darüberhinaus die bekannten Wissensrepräsentationsformalismen daraufhin untersucht werden, inwiefern sie sich für die Darstellung räumlicher und zeitlicher Information und von Aktionen selbst eignen. Die Zusammenarbeit mehrer Agenten verlangte zusätzlich, daß jeder Agent Information sowohl über sich selbst als auch über seine Partner hat und diese auch verarbeiten kann. Daher mußte außerdem untersucht werden, was für Inferenzmechanismen für den Umgang mit Wissen selbst (z.B. autoepistemisches Schließen) benötigt werden.

1.3.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Um zu demonstrieren, daß die von uns entwickelten algorithmischen Methoden für terminologische Wissensrepräsentationsformalismen auch für Implementierungszwecke geeignet sind, wurde in AKA-WINO das prototypische Wissensrepräsentations- und Inferenzsystem KRIS entwickelt. Dem experimentellen Charakter des Systems entsprechend wurde bei der Entwicklung zunächst kein allzu großes Gewicht gelegt auf für kommerzielle Software-Produkte wichtige Aspekte wie komfortable Benutzeroberfläche, Optimierung der Algorithmen oder Portierbarkeit auf andere Maschinen. Es hat sich nun aber herausgestellt (siehe unten), daß andere Projektgruppen am DFKI Interesse an der Verwendung des Systems zeigen. Nachdem die eigentliche Implementierung der Inferenzkomponente von KRIS abgeschlossen wurde, haben wir in Zusammenarbeit mit der Projektgruppe WIP-WR begonnen, laufzeitkritsche Funktionen zu optimieren und zu reimplementieren. Die laufzeitkritischen Funktionen wurden dabei zunächst durch Tests mit realistischen Wissensbasen lokalisiert. Außerdem wurden existierende, von anderen Gruppen implementierte WR-Systeme daraufhin untersucht, welche Optimierungstechniken sie verwenden. Als Resultat wurden für den Klassifikationsprozess – der eine der wichtigsten und an den meisten Systemoperationen beteiligten Funktionen eines terminologischen Systems ist – drei verschiedene Ebenen festgestellt, auf denen Optimierungen ansetzen können.

Die *erste Ebene* kann abstrakt beschrieben werden als das Problem für eine partielle Ordnung eine Repräsentation aufzubauen, wobei dazu möglichst wenig explizite Vergleichsoperationen verwendet werden sollen. Warum man die Anzahl der Vergleichsoperationen minimieren will erklärt sich aus der Tatsache, daß diese in unserem Fall Aufrufe des Subsumptionsalgorithmus sind, und das Subsumptionsproblem eine recht hohe Komplexität besitzt (man betrachte dazu unsere Arbeiten zur Komplexität terminologischer Inferenzen). Anschließend wurden verschieden in existierenden Systemen verwendete sowie ein neu von uns entwickeltes Verfahren zur Lösung dieses Problems implementiert. Durch sehr ausführliche Tests wurde dann festgestellt, welche Verfahren sich für die bei terminologischen Wissensbasen auftretenden Ordnungen am besten eignen. Auf der *zweiten Optimierungsebene* geht es darum, offensichtliche Subsumptionsbeziehungen zu entdecken, ohne den teuren Subsumptionsalgorithmus aufrufen zu müssen. Auch hier wurden verschiedene Verfahren implementiert und evaluiert. Bei der *dritten Optimierungsebene* wurde schließlich der eigentliche Subsumptionsalgorithmus auf mögliche Optimierungen hin untersucht. Überraschenderweise stellte sich bei unseren Analysen heraus, daß sich eine bei vielen der anderen Systeme eingebaute Optimierungstechnik bei unserem System fast nicht auszahlte. Dafür hatte eine ähnliche, aber viel einfachere Methode bereits sehr günstige Auswirkungen. Insgesamt wurde durch die Kombination der am besten abschneidenden Optimierungstechniken nun ein Klassifikationsverfahren in KRIS eingebaut, das mit denen der schnellsten der anderen Systeme konkurrieren kann.

Weiterhin arbeiten wir daran, die Funktionalität und die Benutzerschnittstelle von KRIS zu verbessern und zu erweitern. Dazu werden zunächst die Benutzeranforderungen sowie die in anderen Systemen verwendeten Schnittstellen analysiert.

In das System CORE wurde eine prototypische Query-answering Komponente eingebaut, die es dem Benutzer ermöglicht, Anfragen an das System zu stellen. Als Query-Sprache werden dabei Formeln mit beschränkten Quantoren verwendet, so daß zum Beispiel Anfragen der

Form "Gibt es einen LKW, der ein Klavier von München nach Hamburg transportieren kann ?" gestellt werden können. Ähnlich wie in PROLOG werden solche Fragen dabei nicht einfach mit "Ja" oder "Nein" beantwortet, sondern es werden – je nach Benutzerspezifikation – eine oder alle ABox-Konstanten mit den gewünschten Eigenschaften ausgegeben; z.B. "JA: LKW-3 und LKW-7". Alternativ kann auch eine intensional Beschreibung der Objekte ausgegeben werden, etwa "JA: Alle LKW mit freier Ladekapazizät". Um diese Komponente zu optimieren, wird momentan untersucht wie man lineare Resolutionsstrategien in CORE einbauen kann.

Auf Anregung des wissenschaftlichen Beirats fand am 26. Februar in Saarbrücken ein DFKI-interner Workshop über terminologische Wissensrepräsentation statt, der in Zusammenarbeit mit der Projektgruppe WIP-WR organisiert und durchgeführt wurde. Ziel der Veranstaltung ist es gewesen, die Arbeiten auf dem Gebiet der terminologischen Wissensrepräsentation innerhalb des DFKIs transparenter zu gestalten und dadurch die Systementwickler auf Anwenderprobleme bzw. Anwender auf Entwicklungsaktivitäten aufmerksam zu machen. Ingesamt besuchten über 30 Teilnehmer den Workshop, der durch 9 Vorträge ein nahezu vollständiges Bild über die Forschungsaktivitäten bezüglich terminologischer Wissensrepräsentation am DFKI lieferte.

Neben den vorgestellten Arbeiten der Projektgruppen AKA-WINO und WIP-WR, die sich hauptsächlich mit algorithmischen Methoden und Spracherweiterungen terminologischer

1.3.2. Wissenschaftliche Kontakte

- Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern des DFKI-Projekts WIP (BMFT-Förderkennzeichen ITW 8901 8) bei der Evaluierung der Performanz von KRIS. Ideen für die Optimierung laufzeitkritischer Algorithmen wurden auf gemeinsamen Arbeitstreffen entwickelt.
- Auf Anregung des wissenschaftlichen Beirats fand am 26. Februar in Saarbrücken ein DFKI-interner Workshop über terminologische Wissensrepräsentation statt.
- Kooperation mit dem DFKI-Projekt AKA-MOD, wobei gemeinsam Wissensbasen für autonome kooperierende Agenten modelliert werden sollen.
- Mitarbeiter aus WINO waren am Projektantrag für das ESPRIT-BRA-Projekt Compulog II beteiligt, dem Nachfolgeprojekt für Compulog. Der Antrag wurde der EG von der Gutachterkommission zur Annahme vorgeschlagen. Für den endgültigen Projektvertrag mußte ein sogenannter Technischer Anhang ausgearbeitet werden. Dieser sieht vor, daß der Projektpartner DFKI (Forschungsbereich AKA, Prof. Siekmann) die Koordination des Projektbereichs "Types and Objects" übernimmt. In diesem Bereich sind außer dem DFKI Arbeitsgruppen aus Rom (Prof. Lenzerini und Prof. Omodeo), Aachen (Prof. Jarke und Prof. Monteiro) und Lissabon (Prof. Porto) beteiligt.
- Bei einem Arbeitstreffen in Aachen, an dem die Gruppen von Prof. Jarke, Prof. Lenzerini und Wissenschaftler aus WINO beteiligt waren, wurde eine mögliche Integration von objekt-orientierten Wissensbanken und Konzeptsprachen untersucht. Es ist geplant, über dieses Thema gemeinsam zu arbeiten.
- Die Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Universität Rom über Wissensrepräsentationssprachen wurde fortgesetzt. Bei einem Projekttreffen von COMPULOG in Rom stießen erste Ideen über die Integration von epistemischen Operatoren in Konzeptsprachen, die aus dieser Kooperation entstanden, auf großes Interesse.
- Zusammen mit Mitarbeitern des ARC-TEC Projekts wurden Kontakte hergestellt zu der an der TH Darmstadt angesiedelten Gruppe von Professor Wille (siehe oben).
- Teilnahme an nationalen und internationalen Konferenzen mit Beiträgen: Conference on Automated Deduction (CADE) in Saratoga Springs, USA, Third Workshop on Belief Representation and Agent Architectures (BRAA) in Durham, England.
- Während des – anläßlich der CADE stattfindenden – USA-Aufenthalts von Dr. F. Baader wurden bestehende Kontakte zu Prof. D. McAllester (MIT, Cambridge) intensiviert. Durch eine Vortrag am MIT wurden zusätzliche Kontakte zu weiteren Wissenschaftlern am MIT (z.B. Prof. J. Doyle) hergestellt. Durch weitere Vorträge bei IBM (Yorktown Heights) und AT&T Bell Laboratories (Murray Hill) wurden die bestehenden Kontakte zu den Gruppen von E. Mays und R. Brachman vertieft. Diese beiden Gruppen arbeiten ebenfalls an Implementierungen terminologischer Systeme.

1.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

W. Nutt: *Unification in Monoidal Theories is Solving Linear Equations over Semirings*, Research Report RR-92-01, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Januar 1992.

F. Baader: *Unification in the Union of Disjoint Equational Theories: Combining Decision Procedures*, Proceedings of the 11th International Conference on Automated Deduction (CADE), LNAI 607, Springer Verlag, 1992.

K.-H. Bläsius, H.-J. Bürckert (Hrsg.): *Deduktionssysteme*, Automatisierung des logischen Denkens, Oldenbourg, 2. erweiterte und überarbeitete Auflage 1992.

Vorträge:

F. Baader: *Unifikation in der Kombination disjunkter Gleichungstheorien: Kombination von Entscheidungsverfahren*, Logik Seminar der Universität des Saarlandes, Saarbrücken, 21. 1. 1992.

F. Baader: *Unifikation in kommutativen Theorien: Ein semantischer Ansatz zur Unifikation in Gleichungstheorien*, Informatik-Kolloquium der RWTH Aachen, 5. 6. 1992.

F. Baader: *Embedding Defaults into Terminological Representation Systems*, Vortrag am MIT, Cambridge, USA, 12. 6. 1992.

F. Baader: *Unification in the Union of Disjoint Equational Theories: Combining Decision Procedures*, 11th International Conference on Automated Deduction (CADE), Saratoga Springs, USA, 16. 6. 1992.

F. Baader: *Embedding Defaults into Terminological Representation Systems*, Vortrag bei IBM, Yorktown Hights, USA, 19. 6. 1992.

F. Baader: *Embedding Defaults into Terminological Representation Systems* , Vortrag bei den AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, USA, 22. 6. 1992.

H.-J. Bürckert: *Project WINO – Aktuelle und geplante Forschungsvorhaben im Bereich terminologischer Logiken*, Vortrag beim DFKI-Workshop über "Taxonomisches Schließen – Entwicklungen, Anwendungen, Erfahrungen", Saarbrücken, 26. 2. 1992.

H.-J. Bürckert: *WINO: Logical Foundations of Knowledge Representation and Processing. Final Report*, Vortrag anläßlich der Tagung des Wissenschaftlichen Beirats des DFKI, Saarbrücken, 17. 3. 1992

H.-J. Bürckert: *Repräsentation und Verarbeitung von (begrifflichem) Wissen*, Vortrag anläßlich eines Arbveitstreffen bei der Firma DACOS Software AG, St. Ingbert, 28. 4. 1992.

B. Hollunder: *DFKI Workshop on Taxonomic Reasoning -- Summary*, Kurzvortrag anläßlich der Tagung des Wissenschaftlichen Beirats des DFKI, Saarbrücken, 16. 3. 1992.

A. Laux: *On the Representation of Knowledge and Belief in Multi Agent Systens*, DFKI Workshop "Kooperierende Agenten", Kaiserslautern, 18. 5. 1992.

W. Nutt: *Structured Types and Object Oriented Data Bases - A Comparison*, Workshop der ESPRIT-BRA "CompuLog", Imperial College, London, England, 26. 3. 1992.

W. Nutt: *Using Concept Languages for Object Oriented Data Bases*, Lehrstuhl Informatik V, RWTH Aachen, 12. 4. 1992.

W. Nutt: *Types and Objects for Knowledge Bases*, Workshop der ESPRIT-BRA "CompuLog", Università degli Studi "La Sapienza", Rom, 13./14. 5. 1992.

J. Siekmann: *Ziele und Verfahren der KI*, FU Berlin, 23. 1. 1992

J. Siekmann: *Geschichte und Perspektiven der KI in Deutschland*, KIFS'92, 28. 3. 1992

J. Siekmann: *Deduktionssysteme*, Uni Furtwangen, 26. 6. 1992

Veranstaltungen:

F. Baader: Vorlesung "Logische Methoden der Wissensrepräsentation", Universität Saarbrücken, SS 92

B. Hollunder: Übungen zur Vorlesung "Logische Methoden der Wissensrepräsentation", SS 92

B. Hollunder, J. Heinsohn: DFKI-Workshop "Taxonomisches Schließen – Entwicklungen, Anwendungen, Erfahrungen", 26.2.1992

J. Siekmann: Vorlesung "Künstliche Intelligenz", Universität Saarbrücken, SS 92

1.3.4. Personalia

Die AKA-WINO-Gruppe bestand aus:

Prof. Dr. J. Siekmann (Bereichsleiter)	(0681-302-5275)
Dr. H.-J. Bürckert (Projektleiter)	(0681-302-5321)
Dr. F. Baader	(0681-302-5319)
Dipl.-Inform. B. Hollunder	(0681-302-5326)
Dipl.-Inform. A. Laux	(0681-302-5327)
Dipl.-Math. W. Nutt	(0681-302-5325)

Verfahrens können sowohl qualitativ als auch quantiativ als sehr zuverlässig bezeichnet werden.

Das Verfahren wurde auf eine Teststichprobe von ca. 80 Dokumenten angewendet, die unterschiedlichen Aufbau besitzen. Als Resultat konnte abgeleitet werden, daß typische Geschäftsbriefe mit einer großen Zuverlässigkeit richtig analysiert werden. Somit können aufgrund dieser Ergebnisse die diesbezüglich im Projektantrag definierten Ziele als vollständig erreicht bezeichnet werden.

1.4.1.2. Logical Labeling

Der Begriff *Logical Labeling* beschreibt die Analyse der physikalischen Präsentation (Layoutstruktur) eines Dokumentes mit dem Ziel, einzelnen oder Mengen von Layoutobjekten eine Bedeutung (logisches Objekt) zuzuordnen, beispielsweise um die fünf zusammenhängenden Zeilen im oberen Drittel der rechten Hälfte eines Briefes als die Empfängeradresse zu identifizieren.

Zur Beschreibung der Anordnung logischer Objekte in Geschäftsbriefen werden entsprechende Muster in einer Spezialisierungshierarchie (Geometriebaum) gesammelt und in verschiedenen Abstraktionsstufen beschrieben. Somit enthält der Geometriebaum an seiner Wurzel die allgemeinste Briefklasse und an deren Blättern ganz spezielle Anordnungsmuster logischer Objekte.

Durch Anwendung einer *hypothesize & test* Strategie wird die spezifische Layoutstruktur eines gegebenen Dokuments geometrisch analysiert. Dies geschieht durch eine *uniform-cost* Suche eines Pfades von der Wurzel (allgemeines Muster) zu einem Blatt (spezielles Muster) im *Geometriebaum*.

Im Berichtszeitraum wurde schwerpunktmäßig ein Verfahren zur automatischen Erstellung des Geometriebaumes entwickelt. Ausgehend von einer Menge von Beispielbriefen wird in Abhängigkeit struktureller Eigenschaften dieser Briefe bottom-up ein Geometriebaum erzeugt. Das Verfahren arbeitet in drei Phasen:

- Musterakquisition
- Nachbarschaftsanalyse
- Teilbaum-Deduktion

In der Musterakquisitionsphase wird die Trainingsmenge mittels Graphikeditor und manueller Klassifikation in das System eingegeben. Nach der Eingabe werden alle Muster je paarweise hinsichtlich ihrer strukturellen Ähnlichkeit (Konfiguration logischer Objekte) untersucht. Die dabei resultierenden beiden ähnlichsten Muster werden als *benachbart* bezeichnet.

Im nächsten Schritt deduziert das Verfahren einen zweistufigen Teilbaum, dessen Blätter die beiden Muster der Nachbarschaft repräsentieren und dessen Wurzel eine strukturelle Verallgemeinerung beider darstellt.

Während die beiden zusammengefaßten Muster aus der Trainingsmenge gelöscht werden, wird die Verallgemeinerung als neues Element aufgenommen und für eine neue Nachbarschaftsanalyse betrachtet.

Das Verfahren iteriert so lange bis die Trainingsmenge nur noch ein Element enthält, das dann die Wurzel des Geometriebaum definiert. Dieses Verfahren wird zur Zeit implementiert.

Im Gegensatz zu bekannten Verfahren (z.B. TIDT, FOIL), die top-down arbeiten, zeichnet sich dieser Ansatz dadurch aus, daß weder klar ausgeprägte Eigenschaften noch eine eindeutige Reihenfolge ihrer Anwendung zur automatischen Generierung des Entscheidungsbaumes notwendig sind.

1.4.1.3. Texterkennung

Unter *Texterkennung* wird in ALV die Transformation von bildhaften Textbestandteilen in eine eindeutige, rechnerinterne Darstellung wie z.B. ASCII-Text verstanden. Als Eingabe dienen Zeichen- bzw. Wortbilder, die von der Layoutextraktion erstellt werden. Die erzeugte Ausgabe besteht aus einer Menge von bewerteten Zeichen- bzw. Wortalternativen.

Grundsätzlich kann gesagt werden, daß die Güte dieser Ausgabe sehr stark von der Güte der Ergebnisse der Layoutextraktion abhängen. So können häufig auftretende Verklebungen und Zerteilungen von Zeichenbildern ein noch so gutes Erkennungsverfahren scheitern lassen. Durch die beschriebenen Verbesserungen der Segmentierungsphase wurde somit indirekt auch eine Verbesserung der Texterkennung hervorgerufen. Die erzeugten Hypothesennetze aus Buchstabenalternativen konnten somit in ihrem Verzweigungsgrad eingeschränkt werden.

Um die verbleibenden Alternativen auflösen und die Erkennungslücken schließen zu können wurde untersucht, wie verschiedene Wortkontexte in Form von Wörterbüchern effizient eingesetzt werden können. Bei ihrer Einbindung in den Erkennungsprozess wurde klar, daß für die erfolgreiche Erkennung eines Wortes der schnelle und variable Zugriff auf Wortreferenzen eine grundlegende Bedeutung hat — insbesondere aufgrund der unvollständigen Eingabe. Daher wurden zwei Zugriffsmechanismen implementiert, die entsprechenden Anforderungen erfüllen. Der erste Ansatz basiert auf einem speziellen hybriden *Hash*-Verfahren während der zweite eine *trie*-Datenstruktur in Kombination mit einer Wortzugriffsmatrix verwendet. Durch die Einbeziehung dieser beiden Zugriffsverfahren konnte die Texterkennung soweit verbessert werden, daß Briefteile wie die Empfängeradresse erfolgreich erkannt werden können.

Zudem wurden zwei neue Ansätze zur Texterkennung entwickelt, die sich aufgrund ihrer Vorgehensweise deutlich abgrenzen und daher unterschiedliche Stärken und Schwächen besitzen.

Der erste Ansatz verfolgt das Ziel einen statistischen Klassifikator [illegible]

dient ein Wörterbuch, mit dessen Hilfe das System während der Erkennung erlernt, wie bestimmte Zeichen in diesem Dokument aussehen. Das System war am Ende des Berichtszeitraums noch nicht vollständig implementiert, sodaß keine konkreten Resultate vorliegen.

1.4.1.4. Textanalyse

Klassifizierung und Fokussierung in Geschäftsbriefen

Die Arbeiten zur Klassifikation und Fokussierung von Geschäftsbriefen wurden wesentlich vorangetrieben. Die Idee besteht darin, rein statistische Verfahren und Methoden des klassischen Information Retrievals einzusetzen, um den ersten Grundstein für eine inhaltliche Erschließung der Dokumente zu legen. Eine Vorklassifikation der Geschäftsbriefe (Anfrage, Angebot, Bestellbestätigung, Bestellung, Werbung etc.) sowie eine Hypothetisierung über den vermeintlichen Fokus eines Briefes, welcher die Hauptaussage des Textes beinhaltet, soll es erlauben, erwartungsgesteuert höhere semantische Analyseverfahren anzustoßen (z. B. Parsing- und Skimming-Techniken). Insbesondere kann damit auch das Startproblem dieser Verfahren gelöst werden. Weiterhin erscheinen derartige Informationen für eine Verarbeitung, Verteilung und Archivierung der Briefe sinnvoll.

Deshalb wurde im Berichtszeitraum das sog. *INFOCLAS*-System implementiert. INFOCLAS umfaßt im wesentlichen drei Spezialisten: den Indexierer (**index**ing) zur Extrahierung und Gewichtung von Dokumentdeskriptoren; den Fokussierer (**focus**sing) zur Ermittlung eines bedeutungstragenden Textteils; den Klassifizierer (**class**ify) zur Aufstellung von Hypothesen über den aktuellen Geschäftsbrieftyp (Nachrichtentyp). INFOCLAS bietet dazu wahlweise alternative statistische Gewichtungsfunktionen (relative/absolute Häufigkeit, inverse Dokumenthäufigkeit, Informationswert, Diskrimanzwert) zum Indexieren an. Alle drei Module wurden sorgfältig mit Hilfe einer dafür speziell eingerichteten Briefdatenbasis ausgetestet. Bild 1 veranschaulicht die Architektur des INFOCLAS-Systems.

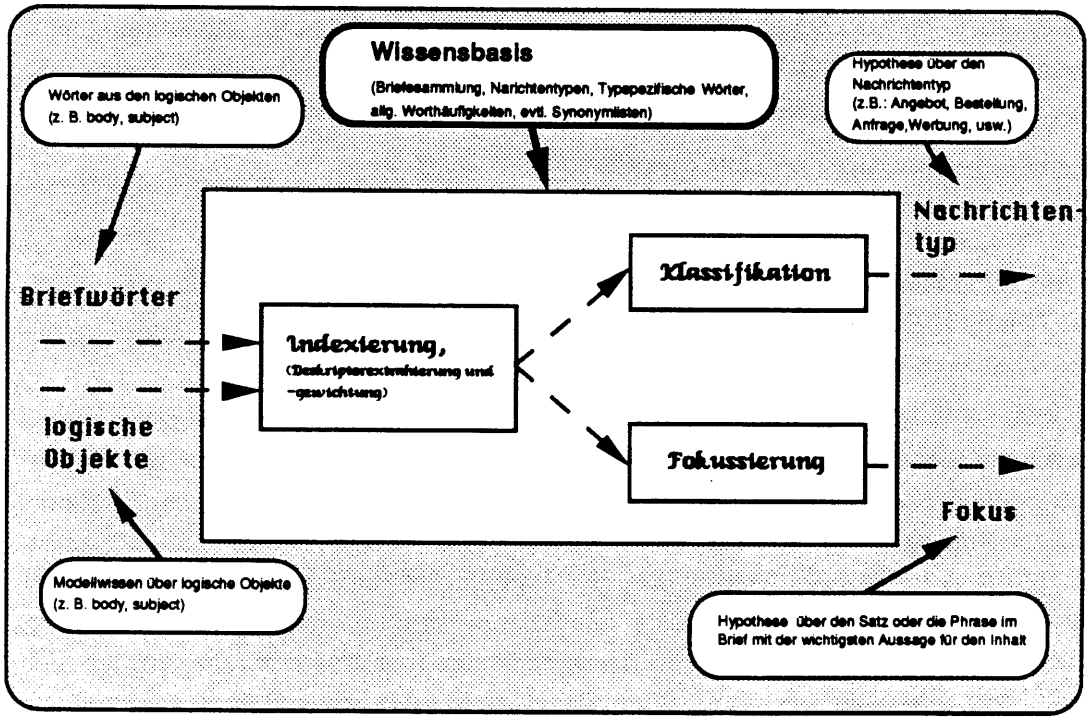


Bild 1: Architektur des INFOCLAS-Systems.

Neben den statistischen Verfahren und dem zuvor erkannten ASCII-Text greift INFOCLAS auf das während der Analyse ermittelte Modellwissen über logische Objekte zu, d. h. verwendet die logische Dokumentstruktur der Briefe (z. B. subject, body, enclosure). Im Mittelpunkt des Systems steht die Indexierung, die in in vier Schritten abläuft. Im ersten Schritt erfolgt eine morphologische Analyse der Briefwörter mittels des hierzu verbesserten morphologischen Werkzeugs MORPHIX. Danach schließt sich eine Eliminierung von redundanten Funktionswörtern (Artikel, Konjunktionen, etc.) an, welche i.a. wenig bedeutungstragend sind. Nach einer Frequenzbestimmung wird schließlich die Deskriptorgewichtung mit Hilfe eines mathematischen Modells durchgeführt.

Als Ergebnis liefert der Indexierer eine Liste von gewichteten Deskriptoren. Diese Deskriptoren werden sowohl von der Klassifizierungs- als auch von der Fokussierungskomponente aufgegriffen. Die Aufgabe des Klassifizierers ist die Aufstellung von Hypothesen über den Nachrichtentyp, in den der zu analysierende Brief einzuordnen ist. Momentan werden fünf verschiedene Nachrichtentypen in Anlehnung an EDIFACT unterstützt: Anfrage, Angebot, Bestellbestätigung, Bestellung und Werbung. Der Fokussierer liefert als Analyseergebnis eine Hypothese über den Satz bzw. die Sätze, die die Kernaussage des aktuellen Briefes enthalten sollen. Als Wissensbasis für beide Moduln liegen eine umfangreiche Sammlung von Geschäftsbriefen, nachrichtentypspezifische Wortlisten, allgemeine Worthäufigkeiten und das ALV-Dokumentenmodell vor.

Neben einer bereits angelegten Briefdatenbasis (etwas 100 Exemplare) kann INFOCLAS auch direkt vom ALV-System erkannten Text analysieren und Hyptothesen über die Klasse des aktuellen Briefes (Anfrage, Angebot, Bestellbestätigung, Bestellung, Werbung etc.) aufstellen. Zudem wurde der Fokussierer in seiner Funktionsmächtigkeit derart erweitert, daß er neben einer Satzfokussierung eine Fokussierung auf Wortbereichsebene leistet. Des weiteren umfaßten die Verbesserungsarbeiten die Implementierung einer effektiveren statistischen Gewichtungsfunktion der Deskriptoren (Diskriminanzwert), die einfache Behandlung von Mehrdeutigkeiten bei erkannten Wörtern (Best-First Methode) und die Überführung von Erkennungsergebnissen in eine INFOCLAS interne Repräsentation der Briefe.

Zur Zeit wird eine graphische Oberfläche für INFOCLAS realisiert.

Syntaxanalyse

Hinsichtlich der syntaktischen Analyse des Brieftextes wurden innerhalb der Gruppe der stark strukturierten Briefteile Untersuchungen und eine Implementierung durchgeführt, die später als Substantiierer eingesetzt werden soll.

Organistionen und Orten möglich und außerdem deren gemeinsames Auftreten in einer Adresse überprüfbar, indem Regeln der Form "Person P arbeitet in Firma F an Ort O" kontrolliert werden. Das zugehörige Lexikon enthält neben Schlüsselwörtern, welche in Adresssen auftreten (wie "An", "Frau", "Prof.", "Postfach"), hauptsächlich Namen von Personen, Orten und Straßen, die in den getesteten Adressen vorkamen. Da jedoch in ALV ein Gesamtlexikon entwickelt wird, das von Texterkennungs- und Textanalyse-Komponenten gemeinsam genutzt werden soll, ist dieses für den Parser entwickelte Wörterbuch nur als Übergangslösung der Testphase anzusehen.

Die im Zusammenhang mit dieser Implementierung durchgeführte Untersuchung brachte einige Unzulänglichkeiten zutage, die bei der Verwendung herkömmlicher syntaktischer Analysesysteme, insbesondere Parser, im Rahmen des ALV-Systems auftreten.

- So wird die effiziente Verwendung logischer Wörterbücher durch den benutzten Parser nicht ermöglicht, obwohl gerade das eingeschränkte Auftreten von Namen im Adreßteil dies favorisieren würde.
- Durch die von der Texterkennung gelieferten Mehrdeutigkeiten wird der Parser bereits bei relativ kleinem Lexikon kombinatorisch überlastet, was sich bei einem halbwegs realistischen Adreßwörterbuch verheerend auswirken dürfte.
- Außerdem ist die in ALV angestrebte Rückkopplung zur Texterkennungkomponente (wie Verifikation und Falsifikation von Hypothesen, Anfordern neuer Hypothesen) mithilfe des PATR nicht bzw. nur aufwendig realisierbar.
- Ebenso erweist sich die Integration von Heuristiken zur Steuerung der Suche beim Parsen als nicht adäquat realisierbar, z. T. wohl auch deshalb, weil das System eigentlich als Grammatik-Entwurfsumgebung für *korrekten elektronischen* Text entwickelt wurde.

Aus diesen Gründen wird zur Zeit ein primär heuristisches Verfahren entwickelt, welches eine Adreßerkennung durchführt. Eine spezielle Datenbank, die eng mit dem Lexikon (insbesondere Namenslexikon) verbunden sein soll, versorgt die Analyse mit Adressen; für unbekannte Adressen werden entsprechende Heuristiken angewendet. Parallel wird ein sog. Inselparser entwickelt, der o. g. Schwächen auf allgemeiner Ebene, also nicht nur für die Adreßerkennung, behebt. So werden Mehrdeutigkeiten der Erkennung gemäß ihrer Erkennungswahrscheinlichkeit bevorzugt und somit eine heuristische Suche nach einem vollständigen Parse gesteuert.

Zusätzlich sind zwei Arbeitsbereiche zu nennen: die Entwicklung einer (speziellen) Adreß-Erkennung und eines (allgemeinen) Inselparsers. Beides sind Arbeiten, die eine inhaltliche Weiterentwicklung des Parsers für das logische Objekt "Empfängeradresse" darstellen.

Für den Adreß-Erkenner werden die Erkenntnisse aus der Implemetierung des vorletzten Berichtszeitraums genutzt. Dies beinhaltet v. a. die strukturelle Beschreibung von Empfängeradressen, welche in der dafür erstellten Grammatik gesammelt sind. Zusätzlich soll statistisches (Erfahrungs-) Wissen derart genutzt werden, daß eine beigeordnete Lernkomponente Buch führen kann, welche Bildungsmuster für die Adresse besonders häufig verwendet werden. Dies resultiert letztendlich in einer (statistischen) Gewichtung der Grammatik. Durch eine der eigentlichen Einsatzphase des Systems vorgeschaltete Trainingsphase kann so eine, u. U. Domänen-abhängige, Einstellung der Grammatikgewichte erfolgen, die ein — gegenüber gleichgewichteten Regeln — verbessertes Laufzeitverhalten bewirkt.

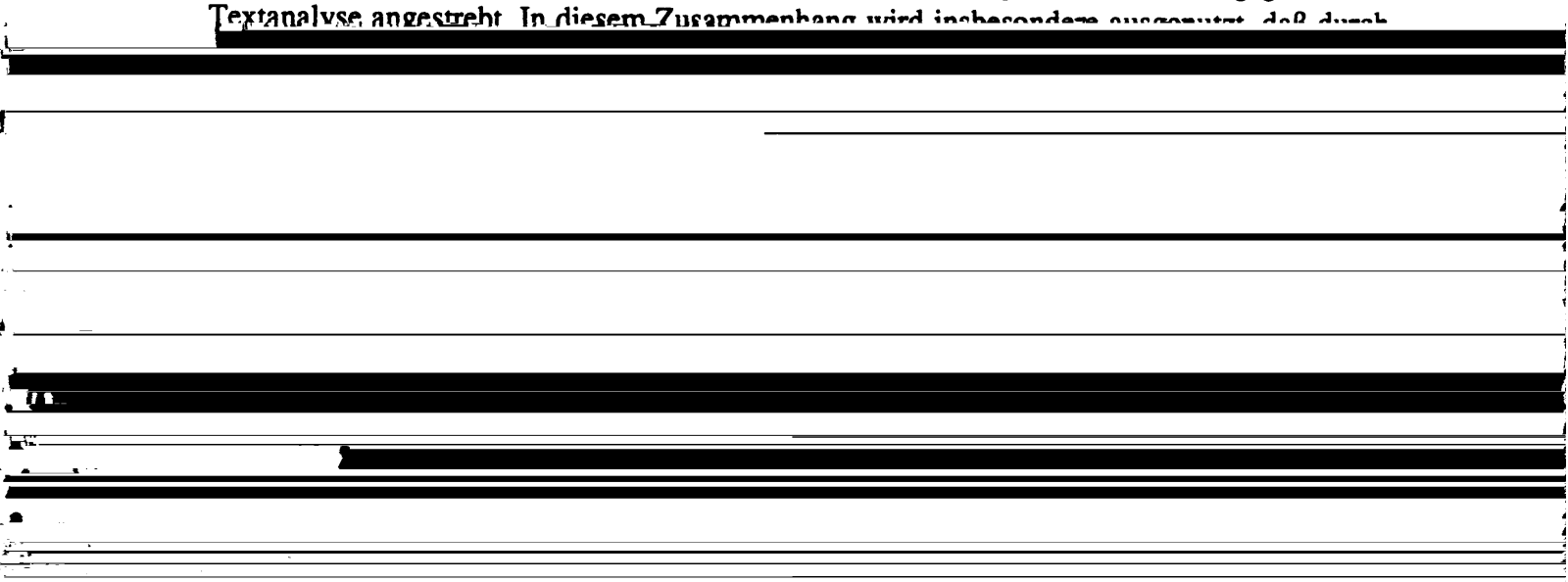
Die zusätzliche Anbindung einer Adreß-Datenbank, die Nutzung des geplanten ALV-Gesamtlexikons und die angestrebte Rückkopplung zur Texterkennung erfordern eine Reihe von "Spezialbehandlungen", die zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht formal beschreibbar erscheinen. Als Ergebnis der noch laufenden Implementierung dieser Komponente zur Adreß-Erkennung erwarten wir jedoch auch Erkenntnisse, welche sich zu einer abstrakteren, formalen, und damit allgemeiner verwendbaren Beschreibung solcher Probleme weiterentwickeln lassen.

Parallel wurde im Berichtszeitraum die konzeptuelle Arbeit an einem Inselparser abgeschlossen, welcher im Vergleich zum beschriebenen Adreß-Erkenner bereits für viele Aspekte der früher aufgetretenen Probleme einen verallgemeinerten Rahmen zur Beschreibung abgibt. Auf Grundlage einer merkmalsbasierten kontextfreien Grammatik soll ein entsprechender Chart-Parser mit Hilfe diverser Heuristiken die bei der alten Implemetierung der Adreß-Erkennung aufgetretenen Probleme beseitigen. Die Explosion des Suchraums wird durch die sogenannte Inselstrategie bewältigt, welche ausgehend von besonders guten Texterkennung-Hypothesen einen möglichst gut bewerteten, die Äußerung überspannenden Parse sucht. Durch Frequenz-basierte Gewichtung sowohl des Wörterbuchs als auch der Grammatik wird zusätzlich eine — im statistischen Mittel — verbesserte Suchzeit erzielt.

Besonderer Vorteil dieses Parsers ist seine Flexibilität, die eine leichte Integration neuer Heuristiken erlaubt. Offen bleibt jedoch vorerst, wie spezielle Anforderungen, wie sie sich etwa durch die Verwendung einer Adreß-Datenbank beim Adreß-Erkenner ergeben, in einer formalen Beschreibung Platz finden können.

Text-Skimming

Im Bereich der inhaltlichen Analyse von Geschäftsbriefen — in ALV beschränkt sich dies ausschließlich auf den darin erkannten Text — sind die ersten richtungsweisenden Schritte unternommen. Wie im Projektantrag vorgeschlagen wird eine partielle, erwartungsgesteuerte Textanalyse angestrebt. In diesem Zusammenhang wird insbesondere ausgenutzt, daß durch



die Phase des "logical labeling" semantisch bedeutungstragende Bereiche im Geschäftsbrief identifiziert und lokalisiert sind, welche einzeln ansprechbar sind. Darüberhinaus sind für diese semantisch bedeutungsvollen Bereiche bereits erste Erwartungen über den Inhalt aufgestellt, z.B. sollte "Empfänger" einen Firmenangehörigen oder zumindest die Firma ansprechen. Außerdem muß bei der Textanalyse auf die mit Fehler behafteten und nicht eindeutigen Ergebnisse der Texterkennung im besonderen eingegangen werden. Dabei besteht auch die Möglichkeit, unter Verwendung von syntaktischem bzw. semantischem Wissen einzelne Texterkennungsergebnisse zu verwerfen bzw. zu verifizieren.

Folgendes Grobkonzept für die erwartungsgesteuerte Textanalyse in ALV bildete sich heraus,

umfangreichere Parser bis hin zu komplexen semantischen Analysierern. Desweiteren sind spezielle Message-Type-Klassifizierer sinnvoll. Die Kopplung von Message-Type-Modell und Substantiierer wird durch den sogenannten Predictor bewerkstelligt. Der Predictor interpretiert das Message-Type-Modell und generiert Vorhersagen über den Textinhalt. Dabei fließen schon erzielte Analyseergebnisse, falls vorhanden, mit ein. Aufgrund der Vorhersagen wählt der Predictor einen für die Teilaufgabe angemessenen Substantiierer aus und gibt diesem die Vorhersage mit. Der ausgewählte Substantiierer kann nun gezielt in bestimmten Bereichen des Dokumentes den Text analysieren, um die Vorhersage zu bestätigen oder zu widerlegen. Das Ergebnis eines Substantiierers wird durch den Predictor ausgewertet. Der Predictor generiert solange neue Vorhersagen, bis entweder alle Erwartungen erfüllt wurden oder aber die Analyse weniger erfolgreich abgebrochen wird.

Als Erweiterung dazu wurden im vergangen Berichtszeitraum vorrangig zwei Aufgaben bearbeitet: der Aufbau eines *Message Type Modells* (siehe DFKI-Document D-92-19) und der Entwurf eines Predictors.

In den Aufbau des *Message Type Modells* flossen Ergebnisse aus früher durchgeführten inhaltlichen Untersuchungen von ca. 100 Geschäftsbriefen des DFKI ein. Daraus resultieren die verschiedenen Message Types (Bestellung, Bestelländerung, Danksagung etc.), die in CLOS implementiert sind und eine hierarchische Strukturierung aufweisen. Die elementaren Bestandteile bilden sogenannte CD-Strukturen, aus denen sich *Message Elements*, daraus *Message Types*, und daraus *Multi Message Types* zusammensetzen.

Besonders wichtig ist hierbei, daß spezielle Steuerinformationen im Message Type Modell explizit angegeben werden. Welcher Art die einzutragenden Steuerinformationen sind, wurde stark von der prinzipiellen Arbeitsweise des Predictors beeinflußt, die im folgenden kurz erläutert wird.

Drei Phasen prägen die Arbeitsweise des Predictors. Begonnen wird mit der Startdiskriminierung, an die sich eine Schleife mit der Berechnung einer Vorhersage gefolgt von der Ergebnisintegration (Instantiierung) anschließt.

Mit Hilfe der Startdiskriminierung wird dem Startproblem begegenet. In unserem Projekt werden dazu im wesentlichen drei Vorgehensweisen verfolgt: der Einsatz von speziellen Message Type Klassifizierern (siehe INFOCLAS). Desweiteren sind Vorgehensweisen angedacht, die auf intern aus dem Message Type Modell erzeugte Strukturen, sogenannte Diskriminierungsbäume zurückgreifen. Diese Vorgehensweisen sind eine explizite

Aktivierung über semantisch starke Wörter (Verwendung eines Schlüsselwortsuchers) sowie eine elementgesteuerte Aktivierung über semantisch starke partielle Konzepte. Als Ergebnis der Startdiskriminierung steht genau ein favorisierter Message Type, den nun zu bestätigen und zu instantiieren gilt.

Die Berechnung einer Vorhersage wird hauptsächlich als Diskriminierung von Message Elements bewerkstelligt. Auf der Basis der Hypothese eines Message Types werden die zugehörigen Message Elements in einer bestimmten Reihenfolge, nach Prioritäten und/oder verfügbarer Information als Vorhersagen ausgewählt. Aber auch ein Wechsel von einem bisher

Die implizite Aktivierung erfolgt aufgrund von — in den Message Types angegebener — kausaler oder semantischer Nähe zu anderen Message Types. Diese Vorgehensweise bei der laufenden Diskriminierung kann zum einen angewendet werden, wenn die bisher aufgebauten Erwartungen nicht mehr ganz erfüllt werden und ein "Ausweg" gesucht wird. Zum anderen sind damit auch Dokumente zu analysieren, die mehr als eine Nachricht enthalten.

Die Ergebnisintegration nimmt die gelieferten Resultate und trägt diese in die instantiierten Message Types und Elements ein, falls möglich. Treten Probleme auf, etwa daß ein gelieferter Wert nicht ganz den Vorhersagen entspricht oder erst gar kein Ergebnis geliefert werden kann, so muß entsprechend bei der Berechnung der nächsten Vorhersage reagiert werden.

Als Ergebnis liefert ein durchgeführtes Text-Skimming in der Regel einen mit Werten instantierten Message Type. Mehrere Message Types als Ergebnis sind im Falle von mehreren Messages in einem Brief oder bei ungenauer "Klassifizierung" möglich.

Wörterbücher

Die Arbeiten zur Entwicklung eines strukturierten Wörterbuchs für den ALV-Prototypen wurden stark forciert. Dieses Wörterbuch soll letztlich so aussehen, daß verschiedene Datenstrukturen und Zugriffsmechanismen zur Abspeicherung des lexikalischen Wissens herangezogen werden, um sowohl Unvollständigkeiten der Zeichenerkennung als auch konzeptionelle (semantische) Anfragen der Textanalyse erfolgreich zu behandeln. Damit hat der Wörterbuchkomplex eine zentrale Rolle innerhalb des ALV-Systems, muß folglich ein breites Spektrum von Anforderungen erfüllen.

Prinzipiell werden zwei komplementäre Datenstrukturen betrachtet, nämlich Hash-Tabellen und sog. Tries (Buchstabenbäume). Ein spezielles Wörterbuch basierend auf Tries mit ausgeklügelten Zugriffsverfahren, insbesondere einer selektiven Zugriffsmatrix für fragmentarische Worteingaben, wurde deshalb implementiert, getestet und auf der Internationalen Konferenz für Pattern Recognition präsentiert [Dengel&Pleyer&Hoch92]. Zudem wurde das ALV-Konzept einer hybriden Wörterbuchstruktur zur Unterstützung der Texterkennung ebenfalls als Papier akzeptiert und vorgestellt [Hoch92].

Die momentanen Aktivitäten im Wörterbuchbereich konzentrieren sich auf eine Partitionierung großer, d. h. realistischer Wörterbücher (beispielsweise mehr als 100.000 Einträge) zur kontextuellen Nachbearbeitung von Erkennungsergebnissen, um den Suchraum bei stark unvollständiger Worteingabe zu verkleinern. Zum Beispiel kann die Adreßerkennung vereinfacht werden, indem ausschließlich eine relativ kleine Menge von Wörtern betrachtet wird, die für Adressen relevant sind (Titel, Personennamen, Abkürzungen, Städte, Straßennamen etc.).

Solche virtuellen Partitionen entsprechen (logischen) Sichten auf das Wörterbuch. Eine erste Implementierung des Sichtenkonzepts steht unmittelbar bevor.

1.4.1.5. Integration der Komponenten

Um das mittlerweile komplexe System als Gesamtheit zu testen,.wurde eine Maschine angeschafft, die von ihrer Gesamtleistung (Hauptspeicher und Geschwindigkeit) dafür ausreichen dürfte Bis zu diesem Zeitpunkt war jeweils nur der Test einzelner Komponenten möglich. Nachdem nun die technischen Voraussetzungen gegeben waren, wurde intensiv an der Intergration der Einzelverfahren gearbeitet. Dabei traten die folgenden, zumeist technischen

Schwierigkeiten auf.

Aus Performanzgründen sind eine Reihe der Bild-basierten Verfahren in C bzw. C++ geschrieben, während die Verfahren der "höheren" Analysestufen, v. a. die Text-basierten, in Lisp/CLOS implementiert sind. Neben der Definition und Implementierung der Schnittstellen zwischen den jeweiligen Phasen mußte auch eine Entscheidung hinsichtlich der Gesamtkonzeption (Testumgebungen, Demoversionen, Batchbetrieb etc.) des Systems getroffen werden. Beides ist inzwischen vollständig realisiert.

Während der Einbindung in das Gesamtsystem wurde bei entsprechenden Tests festgestellt, daß manche Verfahren noch robuster bezüglich der Eingabe gestaltet werden mußten. Dies konnte im Vorfeld nicht erkannt werden, da wie erwähnt die technischen Voraussetzungen dazu nicht gegeben waren. Ein Großteil der Verfahren wurde im Berichtszeitraum bereits verbessert bzw. angepaßt.

Wegen der vor der Integration nicht immer ganz klar festgeschriebenen Schnittstellen entstanden bei der parallelen Entwicklung der Einzelverfahren zwischen diesen kleinere "Lücken", in welchen eine weitere inhaltliche Arbeit z. T. noch sinnvoll ist. Um jedoch in Kürze einen Prototypen zur Verfügung zu haben, wurden diese Lücken ad-hoc durch schnell realisierbare Lösungen geschlossen, was zusätzlichen Arbeitsaufwand erforderte.

1.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Im Berichtszeitraum bestanden Kontakte zu folgenden Institutionen und Personen:

- NOVOCOMP, Konstanz, Dr. Ekkehard Nowotny
- OCE, Venlo, Niederlande, Drs. Erik Hommerson
- AT&T Bell Labs, Murray Hill, NJ, USA, Dr. Henry Baird
- BASF, Ludwigshafen, Heirich Müller
- Daimler Benz AG, Forschungszentrum Ulm, Prof. Dr. Jürgen Schürmann
- IBM Research Lab, Almaden, CA, USA, Dr. Richard Casey
- Information Science Institute, University of Nevada, Las Vegas, NV, USA, Prof. Dr. Thomas Nartker, Prof. Dr. Junichi Kanai
- Institut für angewandte Mathematik und Informatik, Universität Bern, Schweiz, Prof. Dr. Horst Bunke
- Japan Electronic Industry Development Association JEIDA, Dr. Kazuhiko Yamamoto

ETL

- Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, USA, Prof. George Nagy
- Siemens AG, ZTE ST SN 6, München, Dr. Ingo Karls, Gerd Maderlechner
- SNI AG,AP, München und Paderborn, Dr. Achim Luhn, Georg Kern
- SNI Research Laboratory, Cambridge, MA, USA, Valdur Koha
- Telekom Forschungsinstitut, Darmstadt, Prof. Dr. Wolrad Gallenkamp
- Transmodul GmbH, Saarbrücken, Dr. Erwin Stegentritt
- University of New York (SUNY), Bufallo, NY, USA, Prof. Dr. Sargur N. Srihari

- Xerox Parc, San Jose, CA, USA, Larry Spitz

1.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

A. Dengel, R. Bleisinger, R. Hoch, F. Fein, F. Hönes und M. Malburg: PODA: The Paper Interface to ODA, DFKI Research Report RR-92-02, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Kaiserslautern (Februar 1992), 53 Seiten

A. Dengel: Stepping from Automatic Spelling towards Automatic Reading, invited paper, in: Proceedings 17th Int'l Summer School on Information Technologies and Programming, Sofia, Bulgary, June/July 1992, S. 30-33

A. Dengel, R. Bleisinger, R. Hoch, F. Fein und F. Hönes: From Paper to Office Document Standard Representation, IEEE Computer, Vol. 25, No. 7, Juli 1992, S. 63-67

A. Dengel, A. Pleyer und R. Hoch: Fragmentary String Matching by Selective Access to Hybrid Tries, Proceedings ICPR-92, International Conference on Pattern Recognition, Vol. II, Pattern Recognition Methodology and Systems, Den Haag, The Netherlands, August 1992, S. 149-153

A. Dengel: ANASTASIL: A System for Low-Level and High-Level Geometric Analysis of Printed Documents, in: H. Baird, H. Bunke, K. Yamamoto (Hrsg.) Structured Document Image Analysis, Springer Publ., 1992, pp 70-98

S. Dittrich und R. Hoch: Automatische Deskriptor-basierte Unterstützung der Dokumentanalyse zur Fokussierung und Klassifizierung von Geschäftsbriefen, DFKI Document D-92-19, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern, Juli 1992, 107 Seiten

F. Fein & F. Hönes: Model-based control strategy for document image analysis, Proceedings ELECTRONIC IMAGING: Science & Technology, San Jose, CA, Februar 1992

K.-P. Gores und R. Bleisinger: Ein Modell zur Repräsentation von Nachrichtentypen, DFKI Document D-92-19, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Kaiserslautern, Dezember 1992, 56 Seiten

R. Hoch und M. Malburg: Designing a Structured Lexicon for Document Image Analysis, in: Proceedings 17th Int'l Summer School on Information Technologies and Programming, Sofia, Bulgary, June/July 1992, S. 71-77

R. Hoch: Hybrid Structured Dictionary for Improving Text Recognition, Proceedings IAPR Workshop on Machine Vision Applications (MVA '92), Tokyo, Japan, Dezember 1992, pp. 295-298

F. Hönes und R. Zimmer: Separation of Textual and Non-Textual Information within Mixed-Mode Documents, Proceedings IAPR Workshop on Machine Vision Applications (MVA '92), Tokyo, Japan, Dezember 1992

J. Kanai und A. Dengel: Document Analysis, in: H. Baird, H. Bunke, K. Yamamoto (Hrsg.) Structured Document Image Analysis, Springer Publ., 1992, pp 562-564

M. Malburg, R. Hoch: Das Projekt ALV. Arbeitskreis "Quantitative Linguistik" der Gesellschaft für Linguistische Datenverarbeitung (GLDV), Rundbrief Nr. 2, November 1992, S. 2-3

A. Weigel und R. Bleisinger: Support for Resolving Contradictions in Time Interval Networks, Proceedings ECAI-92, European Conference on Artificial Intelligence, Vienna, Austria, August 1992, S. 379-383

A. Weigel und R. Bleisinger: Efficient Computation of Solutions for Contradictory Time Interval Networks, Proceedings GWAI-92, 16. Fachtagung für Künstliche Intelligenz, Bonn, August/September 1992

Vorträge:

R. Bleisinger: *Efficient Computation of Solutions for Contradictory Time Interval Networks*, 16. Fachtagung für Künstliche Intelligenz (GWAI), Bonn, August/September 1992

R. Bleisinger: *Knowledge-based Paper - Computer Interfaces*, 16. Fachtagung für Künstliche Intelligenz (GWAI), Bonn, August/September 1992

A. Dengel: *Prinzipien der Objektorientierten Programmierung*, SIL-Tagung "Objektorient. Programmierung", Kaiserslautern (Januar 1992)

A. Dengel: *Automatic Reading and Comprehension*, Progress Report, 7th Meeting of DFKI's Scientific Advisory Board, Kaiserslautern (März 1992)

A. Dengel: *Intelligent Interfaces between Paper and Computer*, Int'l Symposium on Intelligent Workstations for Professionals, Munich, Germany (März 1992)

A. Dengel: *Intelligente Schnittstellen von Papier zum Computer*, Besuch des Wissenschaftsministers des Landes Rheinland-Pfalz Prof. Dr. Zöllner am DFKI, Kaiserslautern (Juni 1992)

A. Dengel: *Wissensbasierte Dokumentanalyse — Ein elementarer Baustein zukünftiger Büroautomatisierung*, Berufungsvortrag, Universität Kaiserslautern (Juni 1992)

A. Dengel: *Automatic Reading and Comprehension*, Progress Report, 8th Meeting of DFKI's Scientific Advisory Board, Kaiserslautern, Oktober 1992

A. Dengel: *Document Analysis Projects at DFKI*, Siemens Nixdorf Informationssysteme (SNI), Paderborn, November 1992

F. Fein: *Model-based control strategy for document image analysis*, ELECTRONIC IMAGING: Science & Technology, San Jose, CA (Februar 1992)

R. Hoch: *Fragmentary String Matching by Selective Access to Hybrid Tries*, International Conference on Pattern Recognition, Den Haag, The Netherlands, August 1992

R. Hoch: *Hybrid Structured Dictionary for Improving Text Recognition*, IAPR Workshop on Machine Vision Applications (MVA '92), Tokyo, Japan, Dezember 1992

M. Malburg: *Designing a Structured Lexicon for Document Image Analysis*, in: Proceedings 17th Int'l Summer School on Information Technologies and Programming, Sofia, Bulgary, June/July 1992

M. Malburg: *Syntaktische Analyse von Briefadressen in der Dokumentanalyse*, Tag der offenen Tür der Universität Kaiserslautern, September 1992

M. Malburg: *Aktuelle Forschung am DFKI*, Forschungs-Kolloquium des Fachbereich Informatik der Technischen Universität Berlin, Dezember 1992

Veranstaltungen:

Michael Malburg und Christoph Klauck, *KI-Praktikum*, Universität Kaiserslautern, WS 91/92

Andreas Dengel, *Einführung in die Künstliche Intelligenz I*, Vorlesung, Universität Kaiserslautern, WS 92/93

Andreas Dengel, *Büroinformationssysteme — Möglichkeiten und Grenzen*, Seminar, Universität Kaiserslautern, WS 92/93

1.4.4. Personalia

Dr. Andreas Dengel hat einen Ruf auf eine C3-Professur für Informatik an der Universität Kaiserslautern angenommen. Mit Antritt der Stelle ist Herr Dengel von seinen Verpflichtungen im Fachbereich beurlaubt und tritt gleichzeitig die Stelle eines Forschungsbereichsleiters am DFKI an.

Zum 31. Dezember 1992 bestand die ALV-Projektgruppe aus:

Prof. Dr. A. Dengel (Bereichsleiter)	(0631/205-3215)
Dipl.-Inform. R. Bleisinger	(0631/205-3216)
Dipl.-Inform. F. Hönes	(0631/205-3480)
Dipl.-Inform. R. Hoch	(0631/205-3584)
Dipl.-Inform. M. Malburg	(0631/205-3585)

1.5. Projekt ARC-TEC

Das Projekt Akquisition, Repräsentation und Compilierung von Technischem Wissen (ARC-TEC), BMFT Förderkennzeichen ITW 8902 C4 wurde am 1. Mai 1989 gestartet und lief bis 31. Dezember 1992.

Im Rahmen des Projektes sollen grundlegende Lösungen erarbeitet werden zu den KI-Problemen der Akquisition, Repräsentation und Compilation von Wissen für technische Expertensysteme. Entsprechend den konzeptionellen Lösungen soll eine nahtlos zusammenpassende Abfolge von Softwaretools (eine Shell) zur Wissensverarbeitung integriert zur Verfügung gestellt werden:

Mit der Akquisition soll das dem menschlichen Experten zur Verfügung stehende Wissen formaler Repräsentation zugänglich gemacht werden, die durch Compilation in tiefere Ebenen transformiert und ausgeführt werden müssen.

Anhand einer Anwendungsdomäne innerhalb des Maschinenbaus soll durch Beispielexpertensysteme nachgewiesen werden, daß die erarbeiteten Lösungen für so unterschiedliche Aufgabenkategorien wie Arbeitsplanung und Diagnose einsetzbar sind. Das technische Wissen beinhaltet sowohl elementare Daten, Verfahren, Lehrbuchwissen, wie auch allgemeinvernünftige Verhaltensweisen.

Die CIM-Idee soll vertieft werden durch Übergang von einem Standard-Datenmodell zu einem umfassenden Wissensmodell. Zwischen dem DFKI und dem CIM-Center Kaiserslautern, das von Prof. Warnecke geleitet wird, besteht daher ein Kooperationsvertrag, um eine enge Zusammmenarbeit zu ermöglichen.

1.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

1.5.1.1. Teilprojekt A: Wissensakquisition

Das K-R-Tool

Nach den Anforderungen von SPGEN können informale Wissenseinheiten für Vorbedingungen, Konsequenzen und Abstraktions-Verfeinerungs-Regeln zur Definition der Operatoren unterschieden werden [Schmidt 92a]. Zur Beschreibung der Menge der Schablonen (Templates), mit deren Hilfe die informalen Wissenseinheiten formalisiert werden sollen, wurde eine Grammatik erstellt.

Zur genaueren Beschreibung der notwendigen Formalisierungen auf Inferenz- und Taskebene wurde das Modell der Expertise, das die Problemlösemethode zur Skelettplan-Verfeinerung global nach KADS beschreibt, genauer ausgearbeitet [Kühn 92a]. Mit der formalen Spezifikationsprache für konzeptuelle Modelle KARL wurde untersucht, in wieweit sich das

[Schmidt92a, Schmidt92b]. Daraufhin wurde die Darstellung von Operatorhierarchienen in das Tools COKAM+ übernommen.

Das Wissensakquisitionstool CECoS wurde dahingehend erweitert, daß informelle Wissenseinheiten weitergehend zerlegt und strukturiert werden und darus schließlich eine Repräsentation in einer KL-ONE-artigen Sprache (TAXON) resultiert. Diese Arbeiten werden von Reinartz & Schmalhofer (1992) berichtet.

R-K-XPL

Das Arbeitspaket R-K-XPL hat die Zielsetzung, formal repräsentiertes Wissen in Form von Erklärungen kognitiv adäquat darzustellen. Dem mit der Domäne vertrauten Benutzer sollen Aspekte eines Problemlösungsfalles anschaulich erklärt werden.

Als Grundlage hierfür ist ein Problemlösungstrace untauglich, da er eher das "Wie" der Lösungsfindung und weniger das "Was" der begründenden Zusammenhänge widerspiegelt. Demnach muß bei R-K-XPL das gesamte Domänenwissen zur Erklärungsgenerierung herangezogen werden: Eingebettet in die Methode der Integrierten Wissensakquisition wird eine Verbindung hergestellt zwischen regelbasierter Problemlösung und hypertextorientierem Information-Retrieval; formale Regeln erlauben situationsspezifische Begründungen, die durch Rückgriff auf informelle Wissenseinheiten benutzeradäquat präsentiert werden. Entsprechend dieser Ideen wurde eine Spezifikation zur Implementierung erarbeitet und mit den Implementierungsarbeiten begonnen.

Weiter wurde eine rekonstruktive Erklärungskomponente entwicklet, die auf sämtliches von den Wissensakquisitionstools erhobene formale und informale Wissen zugreift, um Erklärungen und Rechtfertigungen für bestimmte Merkmale einer Problemlösung (Fertigungsplan) zu liefern, die vom Benutzer hinterfragt werden [Kühn93]. Die Erklärungskomponente ist unabhängig von der Problemlösekomponente und kann damit auch zur Überprüfung von Problemlösungen herangezogen, die nicht vom System erzeugt wurden und die das System auch gar nicht selbst vollständig erzeugen kann. Durch die enge Integration mit der Wissensakquisitionskomponente, können die zur Erklärung dargebotenen Regeln aus der Wissensbasis durch Rückbezug auf die ursprünglichen Informationsquellen selbst weiter begründet werden. Indem die bei der Entwicklung des Systems berücksichtigten Informationen für den Endbenutzer transparent gemacht werden, kann dieser zu einer realistischen Einschätzung der Qualität der vom System vorgeschlagenen Problemlösung gelangen.

1.5.1.2. Teilprojekt R: Wissensrepräsentation

Übergreifendes Ziel von ARC-TEC Teil R ist die Entwicklung geeigneter Repräsentationsstrukturen für die im Gesamtprojekt notwendigen produktdefinierenden Daten und Wissensinhalte des Ingenieurs. Ergebnis dieser Arbeiten soll das integrierte wissensbasierte Produktmodell IWP sein .

Verbindung der Sprache TEC-REP mit STEP (ISO TC 124/84)

Neben der bereits erstellten Verbindung von TEC-REP zu dem Bauteilmodell des von Prof. Meerkammm entwickelten Konstruktionssystem [Zang 92a], wurde im Berichtszeitraum die Implementierung eines Transformators von TEC-REP zu dem internationalen Standard STEP begonnen. Diese Implementierung realisiert die Integration des Standard STEP in das System PIM.

Ein Editor zur Erzeugung von STEP-Dateien wurde ebenfalls erstellt [Höfling 92a]; dies war notwendig, da STEP-Datenfiles zur Zeit nicht frei verfügbar sind.

Die begonnene Implementierung eines STEP-TEC-REP-Konverters wurde fertiggestellt [Blees92] und mit den übrigen Systemkomponenten verbunden. Der Anschluß an den genormten Industriestandard ist damit vollzogen.

Implementierung der Featurerepräsentationssprache FEAT-REP

Die Implementierung der Repräsentationssprache FEAT-REP zur Darstellung von Features der Produkterstellung wurde im Berichtszeitraum mit der Erstellung des Systems GGD (Graph Grammar Developer) beendet. Dabei wurde eine Integration der taxonomischen Wissensrepräsentationssprache TAXON mit einer Repräsentationssprache für Graphgrammatiken realisiert. Diese Integration generiert eine Struktur auf der Sprache FEAT-REP, die einen Zugriff auf die in ihr repräsentierten Informationen erheblich unterstützt. Innerhalb der Implementierungsarbeiten wurde auch eine graphische Oberfläche sowie diverse andere Unterstützungswerkzeuge zur Editierung der Repräsentationssprache FEAT-REP erstellt.

Neben den Implementierungsarbeiten wurden drei Studienarbeiten des Maschinenbaus angefertigt (u.a. [Höper 92a]), in denen zum einen Feature der Fertigung und zum anderen Feature der Konstruktion untersucht und gesammelt wurden.

Featurerkenner GraPaKL

Der im vorangegangenen Berichtszeitraum erstellte Prototyp FEAT-PATR, der im Bereich CAD/CAM zur geometrischen Interpretation von rotationssymmetrischen Werkstücken benutzt werden kann, wurde durch das System GraPaKL (Graph Parser KaisersLautern) ersetzt. In [Mauss 92a] wurde die zugehörige Dokumentation veröffentlicht.

Das System GraPaKL ist mit dem System GGD zur Editierung von FEAT-REP Dateien gekoppelt und setzt, wie der Prototyp FEAT-PATR, auf der Repräsentationssprache TEC-REP auf. Unter Verwendung der in FEAT-REP definierten Feature erstellt dieses System eine oder mehrere Featurestrukturen eines Werkstückes. Diese Strukturen bilden einen geeigneten Ausgangspunkt, um diverse Systeme im Bereich CAD/CAM, wie etwa die Arbeitsplannung, Konstruktion oder Kostenkalkulation, adäquat zu unterstützen.

GraPaKL erlaubt neben der Verarbeitung von rotationssymmetrischen Werkstücken auch die Verarbeitung von 3 D Werkstücken. Das System konnte aus technischen Gründen bisher nur an 2 1/2 D Werkstücken ausgetestet werden.

Implementierung der Skeletplanrepräsentationssprache SKEP-REP

Die Implementierung der Repräsentationssprache SKEP-REP zur Darstellung von Skelettplänen der Produkterstellung wurde im Berichtszeitraum mit der Entwicklung des Systems VSKEP-EDIT begonnen. Hier werden vor allem Ideen aus dem Bereich der konzeptuellen Graphen verwendet, um eine Struktur über dieser Sprache zu bilden. Ähnlich der Implementierung der Repräsentationssprache FEAT-REP mittels GGD, wird auch hier von einer adäquaten Struktur ein Effiziensgewinn bei dem Zugriff auf die in SKEP-REP repräsentierten Informationen erwartet. Daneben soll ebenfalls eine graphische Oberfläche zur Editierung der Sprache SKEP-REP entwickelt und implementiert werden.

Erweiterung des Prototyps SKIPPY

Mit der Erweiterung des im vorangegangenen Berichtszeitraum implementiertem prototypischen System SKIPPY zur Erzeugung von Arbeitsplänen auf der Basis der Featureerkennung und der assoziierten Skelettpläne wurde begonnen. Dabei wird u.a. eine Integration mit dem in der Entwicklung befindlichen SKEP-REP Editor VSKEP-EDIT erstellt, sowie eine Verbesserung der Algorithmen für Retrieval, Instantiierung und Merging von Skelettplänen im Hinblick auf Effizienz durchgeführt.

Realisierung eines Werkzeugauswahlmoduls

Im Berichtszeitraum wurde als Prototyp für die Ergebnisse des Arbeitspaketes APP-KONS das Modul WERKZEUG-KONFIG innerhalb einer Studienarbeit entwickelt und implementiert [Tolzmann 92a]. Dieses Modul dient zur Werkzeugauswahl bei der Drehbearbeitung mit Schneidstoffen aus Hartmetall aufgrund gegebener Geometrie- und Technologieinformationen. Das Constraint-System CONTAX wurde in diesem System zur Unterstützung des Auswahlprozesses integriert.

Implementierung eines Systems zur Verwaltung von Wissensbasen

Innerhalb einer Diplomarbeit [Aust 92a] wurde ein graphisches System zur Verwaltung

Ontologien in PIM

Die Konzeption und die Implementierung für die Repräsentation von Ontologien für die explizite Modellierung des im PIM System verwendeten Wissens wurde ergänzt, um Relationen zwischen Objekten beschreiben zu können. Außerdem wurden spezielle Operatoren hinzugefügt, die Aussagen über Objekte (z.B.Sub-/Superklassen-Beziehung), Slots (z.B. Anzahl der erlaubten Füller) und Eigenschaften von Relationen erlauben. Die erreichte Mächtigkeit genügt, die Ontologie für rotationssymmetrische Teile in TEC-REP zu repräsentieren. Für diese Teildomäne wurde eine Wissensbasis erstellt. Die Implementierung für einen geometrischen Konsistenzchecker in der algebraischen Constraintsprache CLP(R) wurde begonnen. Dieses Modul erlaubt die inkrementelle Ueberprüfung von geometrischen Beziehungen, wie sie bei der Konstruktion von Wellen auf der Basis von TEC-REP Elementen auftreten.

1.5.1.3. Teilprojekt C: Wissenscompilation

Rückwärtsregeln

Vergleich der operationalen und modelltheoretischen Semantik von RELFUN [Boley 92c]. Weiterentwicklung des Parsers und des Generators für die PROLOG-artige Syntax von RELFUN [Herfert 92]. Eine Basis-Sprache zur Implementation abstrakter Maschinen wurde implementiert und die NyWAM für diese Sprache portiert. Erarbeitung und Implementation von weiteren Horizontal-Tools für kompiliertes (und teilweise für interpretiertes) RELFUN (z.B. für Higher-Order Funktionen und Strukturen, Lambda-Ausdrücke, Typisiering etc.). Implementation modellhafter Translatoren von PROLOG nach LISP und nach C.

Taxonomien und Vorwärtsregeln

In [Hanschke 92b] wurde eine enge Kopplung von Vorwärtsinferenzen und terminologischen Inferenzen beschrieben. Die Reimplementierung des Basisinferenzalgorithums der terminologischen Komponente wurde fortgeführt. Insbesondere haben wir nun einen inkrementelle Kopplung von abstrakten und konkreten Inferenzen, die in Einzelfällen Effizienzsteigerungen um mehrere Größenordnungen bringt.

Die Kopplung der bottom-up Verarbeitung von Hornklauseln wurde von der RELFUN-basierten Implementierung auf die semi-naive Strategie übertragen. Neben objektzentrierten Attributterm-Literalen erlaubt diese Schnittstelle den Zugriff auf die terminologische Komponente über unäre Prädikate (für Konzepte) und binare Prädikate (für Rollen und Attribute), vgl. [HanschkeHinkelmann92]. Die Schnittstelle wurde anhand der Feature-Abstraktion in mCAD2NC-II erprobt. Die abstrakte Maschine für die Vorwärtsverarbeitung (FAM [Falter92]) wurde in das COLAB-System eingebunden, so daß jetzt beide vorwärtsverkettenden Strategien – die semi-naive Strategie und die durch horizontale Compilation in rückwärtsverkettende RELFUN-Klauseln resultierenden Klauseln [Hinkelmann92b] – sowohl interpretativ als auch compilativ ausgewertet werden können.

Im Rahmen einer Diplomarbeit [Hintze92] wurden Kriterien für die effiziente Interpretation deklarativer Regelsysteme untersucht. Dabei wurden u.a. Kostenabschätzungen für die Entscheidung zwischen einer vorwärts- und einer. rückwärtsverkettenden Strategie sowie einer Kombination dieser beiden entwickelt.

Das in TAXON verwendete Erweiterungsschema für Konzeptsprachen wurde nach Domänenanforderungen aus dem Maschinenbau um Konstrukte zur Spezifikation von

Rolleninteraktionen erweitert. Der modifizierte Formalismus wurde in COLAB integriert und die Beispielanwendungen entsprechen abgeändert [Hanschke92b]. Am Beispiel der Repräsentation von Drehteilen zeigt [BaaderHanschke92] eine prinzipielle Einschränkung für die Wissensdarstellung mit entscheidbaren terminologischen Logiken.

Plotkin's Theta-Subsumption läßt sich auf Regeln mit terminologischen Prämissen übertragen und führt dort zu einer mindestens 'ebenbürtigen' Regelordnung [HanschkeMeyer92].

Constraints

Das Constraint-System CONTAX wurde um die Möglichkeit zur Gewichtung einzelner Constraints erweietert. Damit wird bei überspezifizierten Constraint-Problemen eine gezielte Relaxierung ermöglicht, so daß das System auch mit sich eigentlich widersprechenden Constraints umgehen kann. Außerdem wurden Intervalle über Integers als neuer Domänentyp eingeführt und die Propagierungsalgorithmen entsprechend erweitert.

Beide Erweiterungen, die Verwendung von ganzzahligen Intervallen und insbesondere die diskrete Constraint-Relaxierung waren entscheidend für die erfolgreiche Realisierung des ARC-TEC-Werkzeugauswahlmoduls in CONTAX.

Das Constraint-System CONTAX wurde um die Möglichkeit erweitert, neben Konjunktionen nun auch Disjunktionen und Negationen von Constraints ausdrücken und verarbeiten zu können. Diese erweiterte Funktionalität bildet zusammen mit einer inkrementellen Constraint-Verarbeitung die Grundlage um CONTAX als konkreten Bereich an die terminologische Sprache TAXON anzubinden.

Die praktische Anwendung des Constraint-Systems zur Realisierung des ARC-TEC-Werkzeugauswahlmoduls wurde auf einschlägigen KI-Anwendungskonferenzen [10, 11] präsentiert.

1.5.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

- Kontakte zu Prof. M. Aschenbrenner und Dr. H. Gertzen/ Höchst AG

  Gemeinsam mit Prof. M. Aschenbrenner und Dr. H. Gertzen wurde ein Anwendungszenario für die Planung von klinischen Untersuchungen bei der Einführung neuer Medikamente erarbeitet.

- Zusammenarbeit mit Dr. M Linster/GMD St. Augustin

  Bei einem mehrwöchigen Besuch bei der GMD hat O. Kühn zusammen mit Herrn Linster die Verwendung der operationalen Sprache MoMo in dem K-R-Tool untersucht. Außerdem wurde die im A-Teil erstellte Problemlösemethode zur Skelettplanverfeinerung mit anderen Ansätzen verglichen.

- Kontakte zu Dr. Michel Manago, Paris

  Das gemeinsam mit Dr. Manago/Acknowledge (Paris), Irish Medical Systems (Dublin), der Arbeitgruppe von Prof.Richter (Universität Kaiserslautern) und der Firma TECINNO (Kaiserslautern) beantragte ESPRIT-Projekt INRECA wurde genehmigt.

- Kontakte zu Prof.Wender, Universität Trier und Dr. Th. Wetter IBM Heidelberg

Die in den bereits vorangegangenen Berichten beschriebenen Kooperationen wurden fortgesetzt. U. a. werden dabei auch gemeinsame Buchprojekte durchgeführt.

- Kontakte zu Prof. R. Studer, Universität Karlsruhe

  Die formale Spezifikationsprache für konzeptuelle Modelle KARL wurde uns für Untersuchungen zur Verfügung gestellt.

- Kontakte zu Prof. N. Shadbolt und Dr. St. Aitken, University of Nottingham

- Kontakte mit UNC Software GmbH, Köln

  Mit der Fa. UNC Software GmbH konnte im Berichtszeitraum die Kooperation weiter geführt werden. Das leistungsfähige NC-Programmiersystem der Fa.UNC ist installiert und in das PIM-System integriert worden.

- Kontakte mit dem Lehrstuhl Prof. Meerkamm, Universität Erlangen

  Das von Prof. Meerkamm entwickelte Konstruktionssystem wurde im ARC-TEC Projekt installiert und mittels eines Compilers [Zang 92a] in das PIM-System integriert. Zur Zeit ist eine gemeinsame Veröffentlichung begonnen worden.

- Forschungsaufenthalt an der University of Texas (UT) und am MCC in Austin

  Auf Einladung von Prof. Bledsoe verbrachte K. Hinkelmann einen zweimonatigen Forschungsaufenthalt an der University of Texas in Austin.

- Kontakte zur University of Texas (UT)

  Dr. Larry Hines von der UT hat einen zweimonatigen Forschungsaufenthalt in ARC-TEC verbracht.

- Kontakte zum European Computer Industry Research Center (ECRC) in München

  Bei einem Forschungsaufenthalt von Ph. Hanschke am ECRC wurden mit Hilfe der von Dr. Thom Frühwirth (ECRC) entwickelten Simplicfication Rules terminologische Inferenzen in eine (SEPIA) Prolog Umgebung eingebettet.

- Zusammenarbeit mit Mikael Snaprud, Technische Universität Wien

  Gemeinsam mit Mikeal Snaprud von der Technischen Universität Wien wurden Aspekte der Verwendung von Hypertext als "Intermediate Representation" bei der Wissensakquisition diskutiert.

- Kontakte mit dem Lehrstuhl Prof. Bode, Fachhochschule Bielefeld

  Innerhalb des Berichtszeitraumes konnten in Zusammenarbeit mit dem Laboratorium für rechnergestützte Konstruktion und Fabrikanlagen an der Fachhochschule Bielefeld zwei Diplomarbeiten mit einer Firam für Landmaschinen begonnen werden. In diesen Arbeiten werden u. a. Ergebnisse von ARC-TEC in praktischen Anwendungen erprobt.

- Kontakte mit dem Lehrstuhl Prof. Warnecke, Universität Kaiserslautern

  Fertigungsspezifisches Wissen steht uns auf der Basis des Kooperationsvertrages des DFKI bzgl. des ARC-TEC-Projekts mit Herrn Prof. Warnecke (FBK) zur Verfügung.

- Kontakte mit dem Lehrstuhl Prof. Weber, Universität Saarbrücken

Schwerpunkt der gemeinsamen Arbeiten war die Anwendung der entwickelten Formalismen im Bereich des feature-based Design.

- Kontakte mit dem Institut für Künstliche Intelligenz, Zhejiang Universität (VR China)

  Im August 1992 besuchten zwei Mitarbeiter des ARC-TEC Projekts im Rahmen einer Vortragsreise das Institut für Künstliche Intelligenz der Universität von Zhejiang, Volksrepublik China. Dieses Institut entsendete einen Doktorranden, Herrn Wu, als Stipendiat für 1,5 Jahre an das Projekt ARC-TEC.

- Dr. Bradley Richards, University of Texas, Austin und University of Edinburgh

  Während eines mehrtägigen Besuchs von Dr. Richards wurde die Übertragbarkeit seiner Methoden über *Theory Revision* zur Validierung logischer Programme auf ein hybrides System wie das in ARC-TEC entwickelte COLAB diskutiert.

- Swedish Institute of Computer Science (SICS)

  Martin Arronsson besuchte im Oktober das DFKI. Er installierte eine Wissensbasis über Gebäudeplanung, die direkt in die RELFUN-Komponente von COLAB übersetzt und dort verarbeitet werden kann.

- Kontakte zum MCC, Austin

  Das Carnot Projekt am MCC befaßt sich mit Enterprise Integration, insbesondere der Vereinheitlichung verteilter und heterogener Informationen. Dazu wurde die deduktive Datenbank-Sprache LDL entwickelt, die auch am DFKI installiert werden soll. Die Exploration von Wissensbasen wird sowohl auf Datenbanken (Data Dredging) als auch auf großen Wissensbasen untersucht. Die Diskussionen mit W. Shen fanden Eingang in die Formulierung des VEGA-Projektantrags.

- LILOG-Gruppe bei IBM

  Mit IBM bestehen Kontakte bezüglich gemeinsamer Arbeiten auf dem Gebiet der logischen Programmierung und der Nutzung von LILOG-DB in den Nachfolgeprojekten.

- Dr. Winkelmann, Siemens AG

  Dr. Winkelmann trug im DFKI-Kolloquium über Expertensystem-Projekte bei Siemens vor.

- Prof. Ulrich Geske, GMD-FIRST

  Mit Professor Geske wurden bei einem Besuch in Berlin Möglichkeiten einer gemeinsamen Anwendung logischer Programmierung im Umweltbereich erörtert.

1.5.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

[BaaderHanschke92] Baader, F. und Hanschke, P: *Extensions of Concept Languages for a Mechanical Engineering Application*, in *GWAI92*, 1992.

[BachmannBernardi+92] Bachmann, B., Bernardi, A.:, Klauck, C., Legleitner, R., Richter, M.M.: *Aspects of Comprehensive Design*. ECAI 92 Workshop on Concurrent Engineering: Requirements for Knowledge-based Design Support, Wien, 1992.

[Becker92b] Becker, K.: *Möglichkeiten der Wissensmodellierung für technische Diagnose-Expertensysteme*, DFKI Document D-92-11, Kaiserslautern, 1992.

[Bernardi 92b] Bernardi, A., Klauck, Ch., Legleitner, R., Schulte, M. und Stark, R.: *Feature based Integration of CAD and CAPP*, in Proceedings of CAD'92: Neue Konzepte zur Realisierung anwendungsorientierter CAD-Systeme, pp. 295-311, Springer-Verlag, Mai 1992.

[Bernardi 92c] Bernardi, A., Klauck, Ch. und Legleitner, R.: *PIM: Planning In Manufacturing - CAPP using Skeletal Plans.* in Proceedings of Fifth International Conference on Industrial and Egineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems (IEA/AIE-92), pp. 284-293, Springer-Verlag, April 1992.

[Bernardi 92d] Bernardi, A., Klauck, Ch. und Wu, Z.: *Skeletal Plans Reuse: A Restricted Conceptual Graph Classification Approach*, in Proceedings of Seventh Annual Workshop on Conceptual Graphs, June 1992.

[Bernardi 92e] Bernardi, A., Klauck, Ch., Legleitner, R., Schulte, M. und Stark, R.: Feature based Integration of CAD and CAPP, DFKI Research Report, RR-92-05 DFKI Kaiserslautern, Mai 1992.

[Bernardi 92f] Bernardi, A., Klauck, Ch. und Legleitner, R.: *PIM: Planning in Manufacturing using Skeletal Plans and Features*, DFKI Research Report, RR-92-19 DFKI Kaiserslautern, April 1992.

[Bernardi 92+c] Bernardi, A., Klauck, Ch., Legleitner, R.: *PIM: Skeletal Plan based CAPP*, Proc. Int'nl Conf. on Manufacturing Automation, University of Hong Kong, August 1992, 139-144.

[Bernardi 92+i] Bernardi, A., Klauck, Ch., Legleitner, R.: *PIM: Skeletal Plan based CAPP*, Proc. CARs & FOF 8th Int'nl Conf. on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future. Metz, August 1992, 281-292.

[Boley 92a] Boley, H.: *Declarative Operations on Nets*, in Semantic Networks in Artificial Intelligence, Pergamon Press, Lehmann, F., pp. 601–637, Special Issue of Computers & Mathematics with Applications, 1992.

[Boley 92b] Boley, H.: *Extended Logic-plus-Functional Programming*, in Workshop on Extensions of Logic Programming, ELP '91, Stockholm 1991, Springer, 1992.

[Boley 92c] Boley, H.: *A Direct Semantic Characterization of RELFUN*, in Preprints of the Proceedings of the 3rd International Workshop on Extensions of Logic Programming, Lamma, E. und Mello, P., Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna, Italy, 1992.

[Boley92c] Boley, H: *A Direct Semantic Characterization of RELFUN*, in Proceedings of the 3rd International Workshop on ELP '92, Lamma, E. und Mello, P., Springer, 1993, also available as DFKI Research Report RR-92-54, November 1992.

[BoleyHanschke+92a] Boley, H., Hanschke, P., Hinkelmann, K. und Meyer, M.: *A Survey of Techniques for Knowledge Validation and Exploration*, August 1992.

[BoleyHanschke+92b] Boley, H., Hanschke, P., Hinkelmann, K., Meyer, M. und Richter, M.M.: *VEGA – Knowledge Validation and Exploration by Global Analysis*, October 1992.

[BoleyHanschke+93] Boley, H., Hanschke, P., Hinkelmann, K. und Meyer, M.: *{COLAB: A Hybrid Knowledge Representation and Compilation Laboratory}*, Annals of Operations Research (forthcoming).

[Hanschke 92a] Hanschke, P.: *Terminological Reasoning and Partial Inductive Definitions*, in Workshop on Extensions to Logic Programming, ELP'91, Springer, 1992.

[Hanschke 92b] Hanschke, P. und Hinkelmann, K.: *Combining Terminological and Rule-based Reasoning for Abstraction Processes*, In *GWAI'92*, Springer-Verlag, 1992.

[Hanschke 92c] Hanschke, P.: *Terminological Knowledge Representation for Intelligent Engineering Systems*, in DFKI Workshop on Taxonomic Reasoning, Heinsohn, J. und Hollunder, B., 1992.

[Hanschke92b] Hanschke, P.: *Specifying Role Interaction in Concept Languages*, in Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR '92), October 1992.

[HanschkeHinkelmann92] Hanschke, P. und Hinkelmann, K.: *Combining Terminological and Rule-based Reasoning for Abstraction Processes*, in: GWAI-92, Springer-Verlag, also available as DFKI Research Report RR-92-40, September 1992.

[HanschkeMeyer92] Hanschke, P. und Meyer, M.: *An Alternative to Θ-Subsumption Based on Terminological Reasoning*, in Workshop on Logical Approaches to Machine Learning, ECAI 92, Vienna, Rouveirol, C., August 1992.

[HarmHinkelmann+92] Harm, M., Hinkelmann, K. und Labisch, T.: *Integrating Bottom-up and Top-down Reasoning in COLAB*. Tech. Rept. Document D-92-27. DFKI GmbH. 1992.

[Hinkelmann 92b] Hinkelmann, K.: *Forward Logic Evaluation: Developing a Compiler from a Partially Evaluated Meta-Interpreter*, in META-92, Workshop on Metaprogramming in Logic, Pettorossi, A., Preproceedings, Extended Abstract, 1992.

[Hinkelmann 92c] Hinkelmann, K.: *Planning as Transformation of Declarative Representations in COLAB*, in DFKI Workshop on Planning, Biundo, S. und Schmalhofer, F., 1992.

[Hinkelmann92b] Hinkelmann, K.: *Forward Logic Evaluation: Compiling a Partially Evaluated Meta-interpreter into the WAM*, in: Proceedings German Workshop on Artificial Intelligence, GWAI-92, Springer-Verlag, September 1992.

[Höper 92a] Höper, H.W.: Systematik zur Beschreibung von WEerkstücken in der Terminologie der Featuresprach,. DFKI Document, D-92-06 DFKI GmbH, March, 91.

[Klauck92+a] Klauck, C., Bernardi, A., Legleitner, R.: *FEAT-REP: Representing Feature Languages in CAD/CAM*, Proc. Int'nl Conf. on Manufacturing Automation, University of Hong Kong, August 1992, 500-505

[KlauckMauss92] Klauck, ch., Mauss, J.: *A Heuristic Driven Parser Based on Graph Grammars for Feature Recognition in CIM*, Proc. of the Int'nl Association for Pattern Recognition Workshop on Structural and Syntactic Pattern Recognition, Bern, Switzerland, August 1992.

[Kühn 92a] Kühn, O. & Schmalhofer, F. (1992). *Hierarchical skeletal plan refinement: Task- and inference structures*, in Bauer, C. & Karbach, W. (Eds.), Materials for the second KADS User Meeting: Task and inference structures. München: Siemens.

[Kühn 92b] Kühn, O., Schmalhofer, F., & Schmidt, G. (1992): *Integrated Knowledge Acquisition for Lathe Production*, Planning: A Picture Gallery (Integrierte Wissensakquisition zur Fertigungsplanung für Drehteile: Eine Bildergalerie). DFKI Document D-92-12.

[Kühn 92b] Kühn, O., Schmalhofer, F., & Schmidt, G. (1992): *Integrated Knowledge Acquisition for Lathe Production Planning: A Picture Gallery (Integrierte Wissensakquisition zur Fertigungsplanung für Drehteile: Eine Bildergalerie)*, DFKI Document D-92-12.

[Kühn 93] Kühn, O., & Birk, A. (1993): *Reconstructive Integrated Explnantion of Lathe Production Plans*, DFKI Technical Memo TM-93-01.

[Kühn Schmidt92] Kühn, O., & Schmidt, G. (1992): *Knowledge Acquisition for Sharing and Reuse of Knowledge Bases*, Workshop Notes "Knowledge Sharing and Reuse: Ways and Means", 10th European Conference on Artificial Intelligence, Vienna, 3-7 August 1992.

[Legleitner 92a] Legleitner, R.: *Bereichsübergreifender Einsatz von Expertensystemen*, in Expertensysteme

[Mauss 92a] Mauss, J.: *Ein heuristisch gesteuerter Chart-Parser für attributierte Graph-Grammatiken*, DFKI

[Schmalhofer93] Schmalhofer, F., Bergmann, R., Boschert, S., & Thoben, J. (1993): Learning Program Abstractions: Model and Empirical Validation, to appear in: Strube, G., & Wender, K.F. (eds.). The cognitive psychology of knowledge, The German "Wissenspsychologie" Projekt. Amsterdam: Elsevier.

[Schmidt 92b] Schmidt, G: *Knowledge Acquisition from Text in a Complex Domain*, in Proceedings of the Fifth International Conference on Industrial & Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems. University of Paderborn, 1992 (auch DFKI RR-92-24).

[Schmidt92a] Schmidt, G., Zickwolff, M.: *Cases, Models and Integrated Knowledge Acquisition to Formalize Operators in Manufactoring*, in: Proceedings of 7th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop , Gaines, B., Musen, M. Boose, J. (eds), pp. 23-1 - 23-19, SRDG Publication, Department of Computer Science, University of Calgary, Calgary Alberta, Canada T2N 1N4, October 93.

[Schmidt93a] Schmidt, G.: *Knowledge Acquisition as Conversion ot Text into Hypertext*, to appear in: *Proceedings of Knowledge and Data Engineering* , January 93.

[Schwagereit 92b] Schwagereit, J.: *Integration von Graph-Grammatken und Taxonomien zur Repräsentation von Features in CIM*. DFKI-Dokument D-92-14, 1992.

[Wender 92a] Wender, K.F., Schmalhofer, F., & Böcker, K.D. (Eds.): *Cognition and Computer Programming*. Ablex.

[Wetter 92a] Wetter, Th., Althoff, K.-D., Boose, J. Gaines, B. R., Linster, M. and Schmalhofer (Eds.), F. Current Developments in Knowledge Acquisition - EKAW'92, Springer-Verlag, Heidelberg, May 1992.

[Zang 92a] Zhang, L.: *Entwurf und Implementierung eines Compilers zur Transformation von Werkstückrepräsentationen*, DFKI Technical Memo, TM-92-01 DFKI Kaiserslautern, Januar 1992.

Vorträge:

[Bernardi 92a] Bernardi, A.: *PIM: Planning In Manufacturing - CAPP using Skeletal Plans*. Fifth International Conference on Industrial and Egineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems (IEA/AIE-92, Paderborn, April 1992.

[Bernardi 92a] Bernardi, A.: *PIM: Skeletal Plan based CAPP*. CARs & FOF 8th Int'nl Conf. on CAD/CAM, Robotics and Factories of the Future. Metz, August 1992.

[VortragBoley92] Boley, H.: *Declarative Specification of the Logic-Functional Language {RELFUN}*, July 1992.

[VortragHanschke92b] Hanschke, P.: *An Alternative to Theta-Subsumption Based on Terminological Reasoning*

[VortragHanschke92c] Hanschke, P.: *How to Benefit from Terminological Logics?*, October 1992.

[VortragHanschke92d] Hoppe, T., Behrendt, W., Hanschke, P. und Preece, A.: *The Impact of Knowledge Representation Languages to Validation and Verification*, August 1992.

[Hinkelmann 92a] Hinkelmann, K.: *Hybrid Reasoning in Production Planning*, Kolloquium an der University of Texas in Austin, May 1992.

[VortragHinkelmann92d] Hinkelmann, K.: *{Combining Terminological and Rule-based Reasoning for Abstraction Processes}*, September 1992.

[VortragHinkelmann92e] Hinkelmann, K.: *Forward Logic Evaluation: Compiling a Partially Evaluated Meta-interpreter into the WAM*. September 1992.

[VortragHinkelmann92f] Hinkelmann, K.: *Intelligent Engineering Systems: The Projects ARC-TEC and TOOCON*, September 1992.

[Klauck 92a] Klauck, Ch.: *Feature based Integration of CAD and CAPP*, CAD'92: Neue Konzepte zur Realisierung anwendungsorientierter CAD-Systeme, Berlin, Mai 1992.

[Klauck92b] Klauck, Ch.: *FEAT-REP: Representing Features in CAD/CAM*. Eingeladener Vortrag, Zhejiang University, Hangzhou, VR China, August 1992.

[Klauck92c] Klauck, Ch.: *PIM: Skeletal Plan based CAPP*, eingeladener Vortrag, Qinghua University, Beijing (Peking), VR China, August 1992.

[Kühn 92a] Kühn, O.,: *Knowledge Acquisition for Sharing and Reuse of Knowledge Bases*, Workshop "Knowledge Sharing and Reuse: Ways and Means", 10th European Conference on Artificial Intelligence, Vienna, 3-7 August 1992.

[Legleitner92a] Legleitner, R.: *PIM: Skeletal Plan based CAPP*, Int'nl Conf. on Manufacturing Automation, University of Hong Kong, August 1992.

[Meyer 92a] Meyer, M.: *Compilationsmethoden für FIDO — eine Constraint-Logic-Programming-Sprache mit endlichen Domänen*, Kolloquium des Fachbereichs Informatik an der Christian-Albrechts-Universität Kiel, February 1992.

[VortragMeyer92b] Meyer, M.: *Using Hierarchical Constraint Satisfaction for Lathe-Tool Selection in a CIM Environment*, December 1992.

[VortragMeyer92c] Meyer, M.: *Hierarchical Constraint Satisfaction and its Application in Computer-Aided Production Planning*, December 1992.

[Schmidt 92a] Schmidt, G: *Knowledge Acquisition from Text in a Complex Domain*, at the Fifth International Conference on Industrial & Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems. University of Paderborn, Mai 1992.

[Schmidt92b] Schmidt, G.: *Cases, Models and Integrated Knowledge Acquisition to Formalize Operators in Manufactoring, at 7th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop*, Banff, Canada, October 93.

[Sintek 92a] Sintek, M. und Stein, W.: *A Generalized Intelligent Indexing Method*, Workshop ``Sprachen für KI-Anwendungen, Konzepte - Methoden - Implementierungen" in Bad Honnef, May 1992.

[VortragStein92b] Stein, W.: *FIDO: Finite Domain Consistency Techniques in a Compiler-Based Environment*, October 1992.

Veranstaltungen:

Bernardi 92g] Bernardi, A. und Meyer, M.: "Objektorientierte Programmierung", Staatliches Institut für Lehrerfort- und -weiterbildung des Landes Rheinland-Pfalz (SIL), Veranstaltung Nr. 18582: Künstliche Intelligenz, Januar 1992

[redacted]

[Klauck 92b] Klauck, Ch. und Malburg, M.: "Natürlichsprachliche Systeme", Praktikum an der Universität Kaiserslautern, Wintersemester 1991/92

[Klauck 92c] Klauck, Ch.: "Wissensbasierte Systeme in der Konstruktion", Vorlesung an der Fachhochschule Bielefeld, Sommersemester 1991/92

1.5.4. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 bestand die ARC-TEC-Gruppe aus:

Prof. Dr. M. M. Richter (Leiter)	(0631-205-3471)
Dipl.-Inform. B. Bachmann	(0631-205-3482)
Dipl.-Inform. A. Bernardi	(0631-205-3582)
Dr. H. Boley	(0631-205-3459)
Dipl.-Inform. K. Hinkelmann	(0631-205-3467)
Dipl.-Inform. P. Hanschke	(0631-205-3460)
Dipl.-Inform. C. Klauck	(0631-205-3477)
Dipl.-Psych. O. Kühn	(0631-205-3463)
Dipl.-Inform. M. Meyer	(0631-205-3468)
Dipl.-Ing. R. Legleitner	(0631-205-3461/4068)
Dr. F. Schmalhofer	(0631-205-3465)

1.6. Projekt ASL

Das Projekt Architectures for Speech and Language (ASL) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen 01 IV 101 K/1) und hat eine Laufzeit vom 1. Juli 1991 bis 31. Dezember 1994. Das Projekt ist Teil eines großen Verbundvorhabens, in dem integrierte Systeme für die Verarbeitung von gesprochener Sprache entworfen und prototypisch implementiert werden sollen. Das Vorhaben soll die Kluft überwinden helfen, die heute noch zwischen den Forschungen zur gesprochenen Sprache und den Arbeiten zu natürlich-sprachlichen Systemen existiert. Diese Kluft ist eine natürliche Folge der Spezialisierung in der Forschung. Sie hat sich aus der Verschiedenheit der verwendeten Methoden ergeben, behindert aber mittlerweile den wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt. Die integrierte Herangehensweise beruht auf der Hypothese, daß sich das sich das bislang ungelöste Problem der Interpretation gesprochener Sprache nur durch die simultane Verarbeitung von Bedingungen aus allen Ebenen der Sprachverarbeitung beheben läßt.

ASL ist ein großes, vom BMFT organisiertes Forschungsvorhaben, an dem sich das DFKI beteiligen will. Es sind zwei Untergruppen geplant: (i) der "Nordverbund", dem es um die constraint-basierte Integration von Information aus allen Ebenen der Sprachverarbeitung geht;

[redacted]

und (ii) der "Südverbund", der bestrebt sein wird, die besten Ergebnisse der bisherigen Forschung in ein integriertes System zu überführen.

1.6.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

1.6.1.1. Teilprojekt kontextnahe Semantik

Es wurde ein allgemeines Konzept bzw. eine Architektur für die Kommunikation mit dem Semantikmodul in einem integrierten Speech/Language System herausgearbeitet. Eine auf dieser Architektur beruhende prototypische Version einer Syntax/Semantik-Schnittstelle wurde sowohl für DISCO als auch für ASL implementiert. Dabei wurden auch erste Überlegungen zur Desambiguierung mittels getypter Merkmalsstrukturen angestellt. Dies soll einen frühzeitigen Ausschluß von Analyse-Hypothesen beim Analyseprozeß ermöglichen.

Sowohl für die Schnittstelle zur Sprachsynthese als auch für die Kommunikation mit anderen Modulen wurde ein Informatikstudent eingestellt, der aufgrund der Spezifikation der Syntax-Semantik-Schnittstelle ein Modul zur Übersetzung semantischer Repräsentationen auf NLL-Basis in semantische Merkmalsstrukturen erstellen wird, das als Schnittstelle zur Generierung dienen könnte. Zwei weitere Hilfskr afte wurden eingestellt, um an Schnittstellen zu anderen Wissensrepräsentationsformalismen (KL-ONE und Anwendung) zu arbeiten. Damit soll dort verfügbares Wissen für die Sprachverarbeitung nutzbar gemacht werden.

Schnittstelle wurde zweistufig aufgebaut: zum einen werden Repräsentationen im ASL-Unifikationsformalismus erzeugt, welche voll in das Syntax-Modul und das Lexikon-Modul integriert sind. Dies hat den Vorteil, daß semantische Beschränkungen schon während des Parsens ausgenutzt werden können und insbesondere Ambiguitäten drastisch reduzieren. Damit ist zugleich eine erhebliche Effizienzsteigerung des syntaktischen Analyseprozesses verbunden. Zum anderen erhöht es Portabilität und Wiederverwendbarkeit. So beruhen die von Siemens beigesteuerte ASL-Syntax und die am DFKI in DISCO entwickelte HPSG-Grammatik auf unterschiedlichen syntaktischen Ansätzen, erzeugen nun aber dieselben semantischen Merkmalsstrukturen. Dadurch könnten prinzipiell die beiden Grammatik-Systeme komplett gegeneinander ausgetauscht werden.

Daneben wurde die Transformation der semantischen Merkmalsstrukturen in die logischen NLL-Repräsentationen realisiert, welche die Schnittstelle zu Kontextmodell und Anwendung bilden. Diese logische Repräsentation ist ein eigenständiges Modul in der ASL-Nord-Architektur, das mit dem Parser-Modul kommuniziert. Dazu wurde auch die erforderliche Rückübersetzung aus NLL in Merkmalsstrukturen implementiert. Für diese Transformationsprozesse wurden integrative Ansätze mit Techniken aus Compilerbau, Automatic Program Transformation und Termersetzung zur Automatisierung der Schnittstellenprogrammierung untersucht. Damit ließ sich der Aufwand für die Implementierung der Schnittstellen auf die Spezifikationsebene übertragen. Übersetzungsregeln werden aus den Spezifikationen automatisch erzeugt. Nur dadurch war es möglich, die Schnittstellen für ASL und DISCO parallel zu entwickeln.

Außerdem wurden erste Überlegungen zur Semantik der Fokussierung als Modell für eine Interaktion von Semantik, Prosodie und suprasegmentaler Phonologie auf dem ASL-Prosodie-Workshop in Bonn vorgestellt.

1.6.1.2. Teilprojekt Konnektionismus

Konnektionistische Modelle werden bereits auf verschiedenen Ebenen der Sprachverarbeitung eingesetzt. Innerhalb des ASL-Projektes werden in diesem Teilprojekt der Einsatz auf der Ebene des Verstehens gesprochener Sprache (Phonem- und Wortebene) und der Parsing-

Erzeugen eines neuronalen Netzwerkes zum Parsing anhand einer gegebenen Grammatik, befindet sich derzeit in Arbeit.

Im Bereich des Parsing wurden zwei Ansätze verfolgt. Zum einen wurde ein konnektionistischer Chart-Parser (PAPADEUS) implementiert, der auch semantische und kontextuelle Desambiguierung erlaubt. Zum zweiten wurde ein inkrementeller Parser (INKOPA), basierend auf Ideen von Jain und Waibel, weiterentwickelt, der auch einen Netzwerk-Parser-Generator für kontextfreie Grammatiken einschließt.

1.6.1.3. Teilprojekt Formalismus

Zusammen mit den Hamburger Partnern wurde an der Vereinheitlichung der Syntax der Formalismen in ASL und DISCO gearbeitet, um den Transfer von Daten und Methoden zu vereinfachen.

Außerdem wurden theoretische Vorarbeiten über Gewichtungen bei der Auswertung von Disjunktionen begonnen. Es konnte gezeigt werden, das sich die im Unifikationsformalismus

- Eingeladener Vortrag Nerbonnes beim "`Ellipsis Workshop"' (3/92)
- Besuch und Vortrag von Dr. Mats Rooth, IMS, 2/92
- Besuch und Vortrag Annette Frank, 12/92

• Xerox Palo Alto Research Center, Dr. Per-Kristian Halvorsen
- Absprache mit Nerbonne über Einladung, einen gemeinsamen Überblicksartikel zur computerlinguistischen Semantik für ein "Handbuch der Semantik" zu schreiben

• Brown-University: Besuch und Vortrag von Prof. Mark Johnson, 7/92

• Wareda University: Besuch und Vortrag von Prof. Y. Harada, 8/92

• GMD Darmstadt: Besuch und Vortrag von Dr. John Bateman, 12/92

• Innerhalb des DFKI Erfahrungsaustausch mit DISCO und WIP beim DFKI-Workshop on

1.6.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

R. Backofen, G. Smolka: *A Complete and Recursive Feature Theory*, DFKI-Research Report RR-92-30, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Saarbrücken 1992.

A. Diagne: *Semantics Communication in ASL*, erschienen als ASL-Memo-52-92/DFS. DFKI Saarbrücken

A. Diagne, J. Nerbonne: *Flexible Semantics Communication in Integrated Speech/Language-Systems*, Proceedings der KONVENS92, Erlangen 1992, S. 348-352

W. Kasper, K. Eberle, C. Rohrer, *Contextual Constraints for MT*, in: Proceedings of the Fourth International Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation , Montreal, Juni 1992

W. Kasper: *Presuppositions, Composition and Simple Subjunctives*, Journal of Semantics 9, 1992, S. 307-331

C. Kemke: *Modelling Neural Networks by Networks of Finite Automata*, in: SPIE's Aerospace Sensing , 20.-24. April 1992,, Orlando, Florida

C. Kemke: *Modelling Neural Networks by Networks of Finite Automata*, in: D.W. Ruck (ed.), Science of Artificial Neural Networks, 1992, S. 116-122

J. Nerbonne: *Representing Grammar, Meaning and Knowledge*, in: Susanne Preuss and Birte Schmitz (Hrsg), Proceedings of the Berlin Workshop on Natural Language Processing and Knowledge Representation . KIT FAST, Technische Universität Berlin. Auch als DFKI RR-92-20 erhältlich.

J. Nerbonne: *Feature-Based Lexicons - An Example and a Comparison to DATR*, in Dorothee Reimann (Hrsg.), Beiträge des ASL-Lexikon-Workshops, Wandlitz (bei Berlin), ASL-TR-40-92/ZSB, 36-49, auch als DFKI RR-92-04 erhältlich

Technology, Workshop der ESPRIT Working Group on Dialogue and Discourse (DANDI), des European Network of Excellence in Language and Speech (ELSNET), und des Human Communication Research Centre, University of Edinburgh. 1.Mai 1992.

R. Backofen: *Using Distributed Disjunctions for Intelligent Backtracking*, ECAI-92 Workshop

R. Backofen, J. Nerbonne: *Realization and Directed Parsing*, GWAI-92, Sept. 1992

R. Backofen, G. Smolka: *A Complete and Recursive Feature Theory*, UNICEF-92-Workshop, Dagstuhl

W. Kasper: *Integration of Syntax and Semantics in Feature Structures*, DFKI-Workshop on Natural Language Systems, Saarbrücken Okt. 1992

W. Kasper, J. Nerbonne: *Semantik des Fokus*, ASL-Prosodie-Workshop, Bonn, Sept. 1992

W. Kasper, A. Diagne, J. Nerbonne: *Semantik in ASL-Nord*, ASL-Nord-Halbjahrestreffen, Bonn, Sept. 1992

W. Kasper, A. Diagne: *Semantik in ASL-Nord*, ASL-Jahrestagung, München, Dez. 1992

J. Nerbonne: *Domain Modelling and Disambiguation*, IAI-Workshop "Semantic Abstractions from Grammar", Universität Saarbrücken, Nov. 1992

J. Nerbonne, A. Diagne, S. Oepen, K. Konrad, I. Neis: *NLL-Tools for Meaning Representation*, DFKI-Workshop on Natural Language Systems, Saarbrücken Okt. 1992

H. Uszkoreit: *State of the Art in Computational Linguistics*, Eingeladener Vortrag auf der Tagung des "European Network in Language and Speech" (ELSNET) in Dublin

H. Uszkoreit: Vortrag und Teilnahme bei der Podiumsdiskussion *Reusability of Resources*, COLING 1992, Nantes, Juli 1992

H. Uszkoreit: Kurs *Head-driven Phrase Structure Grammar*, Europäische Sommerschule "Language, Logic and Information" an der University of Essex, Colchester, August 1992

H. Uszkoreit: *Weighted Disjunctions*. Europäische Sommerschule "Language, Logic and Information" an der University of Essex, Colchester, August 1992

H. Uszkoreit und W. Wahlster: *Computer lernen Deutsch*, Vortrag auf der Sommerakademie der Studienstiftung des Deutschen Volkes in Molveno, September 1992

H. Uszkoreit: *Dependency and Phrase Structure in Unification Grammars*, Konferenz "Functional Language Description", Prag, November 1992

H. Uszkoreit: *Processing Models for Constraint-Based Grammars*, Tagung der European Science Foundation "Toward Integrated Models of Linguistic Processing" in Autrans, 15. Dezember 1992

Veranstaltungen:

J. Nerbonne: Vorlesung "Themen in der computerlinguistischen Semantik", Universität des Saarlandes, Sommersemester 1992.

J. Nerbonne, A. Diagne: "SLANT: Specification Language for All NLL-Transformations" Fortgeschrittenenpraktikum, WS 1992/93

J. Nerbonne: Vorlesung "Struktur des Lexikons", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit: Vorlesung "Grammatiktheorie", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit: Hauptseminar "Grammatikentwicklung", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit, G. Hummel, G. Meggle, M. Pinkal, J. Siekmann, W. Wahlster: Interdisziplinäres Kolloquium "Computerlinguistik und KI in der Gesellschaft", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit und R. Kempson: Workshop "Controlled Deduction and Abduction in Linguistic Processing" auf der Europäischen Sommerschule "Language, Logic and Information" an der University of Essex, Colchester, August 1992

H. Uszkoreit und W. Wahlster: Kurs "Grundlagen Maschinellen Sprachverstehens" Sommerakademie der Studienstiftung des Deutschen Volkes in Molveno, September 1992

1.6.4. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 bestand die ASL-Gruppe aus:

Prof. Dr. H. Uszkoreit (Bereichsleiter)	(0681-302-5281)
Dipl.-Inform. R. Backofen	(0681-302-5298)
Dipl.-Inform. A. K. Diagne	(0681-302-5285)
Dr. phil. W. Kasper	(0681-302-5300)
Dipl.-Inform. C. Kemke	(0681-302-5284)
Dr. J. Nerbonne	(0681-302-5300)

1.7. Projekt DISCO

Das Projekt Dialogsystem für Autonome Kooperierende Agenten (DISCO) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen: ITW 9002 0) und hat eine Laufzeit vom 1. Januar 1990 bis zum 31. Dezember 1993.

Bei der Zusammenarbeit zwischen autonom agierenden menschlichen und maschinellen Partnern ist die natürliche Sprache als Kommunikationsmedium unentbehrlich. Im Zentrum des Projekts DISCO steht die notwendige Grundlagenforschung zur Entwicklung eines Systems, das den maschinellen Teilnehmern einer kooperativen Handlungssituation die Fähigkeit verleiht, in natürlicher Sprache zu kommunizieren. Das System soll sich insbesondere auch für Dialoge mit mehr als zwei Teilnehmern eignen und in der Lage sein, sich auf menschliche und maschinelle Dialogpartner einzustellen. Die autonomen kooperierenden Agenten sollen in einer ersten Phase KI-Softwaresysteme sein, die auf vernetzten stationären Computern laufen, später auch mobile maschinelle Agenten. Entsprechende kooperierende autonome Systeme werden in den DFKI-Projekten AKA und KIK modelliert.

DISCO soll zugleich das zentrale DFKI-Forschungsprojekt auf dem Gebiet der natürlichen Sprache sein, denn in diesem Projekt werden die wichtigsten Programmkomponenten und linguistischen Wissensbasen entworfen, implementiert und weiterentwickelt, die notwendige Bestandteile eines jeden natürlichsprachlichen Systems sind.

Das Projekt DISCO ist in drei Arbeitsgruppen unterteilt. DISCO-FI entwickelt Formalismen und Schnittstellen, DISCO-LP die linguistischen Prozesse (Parser und Generator) und DISCO-LK die linguistischen Wissensbasen (Lexikon und Grammatik).

1.7.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden zum einen die Arbeiten im Bereich der Dialogkomponenten intensiviert. Zum andern lag ein besonderer Schwerpunkt auf der Arbeit an einem Anwendungssystem. Der Anwendungsbereich ist die Terminplanung mithilfe von Systemen, die über ein Planungssystem, ein natürlichsprachliches Dialogsystem und eine E-Mail-Schnittstelle verfügen. Im Berichtszeitraum wurde die Kopplung des DISCO-Systems mit einem Planungssystem vorbereitet, das im DFKI-Projekt AKA-MOD entwickelt wird.

1.7.1.1. Anwendungssystem - COSMA

In Zusammenarbeit mit dem Projekt AKA-MOD wurde im Berichtszeitraum ein System konzipiert, mit dem sowohl wissenschaftliche Fragestellungen als auch praktische Anwendungen bearbeitet werden können. Das System ist ein kooperativer Terminplaner (COSMA: COoperative Schedule Management Agent), der mit anderen COSMAs oder menschlichen Benutzern elektronisch vernetzt ist. Jeder COSMA fungiert als Sekretariats-

Der gewählte Diskursbereich hat viele praktische Vorteile:

- er ist konkret, wohldefiniert und erweiterbar;
- er ist unmittelbar relevant für ein typisches Industrieprodukt;
- auch bei noch eingeschränkter und nicht völlig zuverlässiger Sprachbeherrschung ergibt sich bereits ein Nutzeffekt;
- die Leistungen des Systems können leicht durch jeden E-Mail-Teilnehmer getestet und evaluiert werden (auch im Hause).

Zu den wissenschaftlichen Aspekten zählen die Untersuchung von Zeitrelationen, die bereits ein Forschungsgegenstand in beiden Projekten (AKA-MOD und DISCO) ist, die Repräsentation und Verarbeitung von Überzeugungen, Aspekten der Gruppierung von Agenten, Zielen, Verpflichtungen und anderen Multi-Agenten-Begriffen, die relevant für die Kommunikation in natürlicher Sprache sind.

Die Gesamtarchitektur beruht auf der grundlegenden Annahme, daß die Motivation für eine natürlichsprachliche Äußerung durch das Planungssystem erzeugt wird, denn dieses verwaltet sämtliche Information über den Diskursgegenstand (hier: die Terminabsprache). Das Planungssystem spezifiziert alle auszuführenden Handlungen einschließlich kommunikativer Handlungen (Sprechakte). Es bestimmt ebenfalls den Inhalt der Antwort, die auf einen vorangegangenen Kommunikationsschritt gegeben werden soll.

Der Schlüssel zur Integration mit einem natürlichsprachlichen System besteht in einer Menge von diskursbereichsunabhängigen kommunikativen Handlungen (Sprechakten), denen einerseits Handlungsbeschreibungen im Anwendungssystem entsprechen und andererseits natürlichsprachliche Äußerungen. Z.B. kann ein Sprechakt REQUEST einerseits zu einer Handlung vom Typ arrange im Anwendungssystem korrespondieren und andererseits zu einer Äußerung wie "Ich möchte mit Ihnen folgenden Termin vereinbaren: ...".

Jedes COSMA-System besteht aus den folgenden zentralen Komponenten:

- Einem Terminplaner, der die Verwaltung der lokalen Kalenderdatenbasis übernimmt. Diese Komponente wurde von AKA-MOD bereitgestellt.
- Einem graphischen Zugangssystem zur Kalenderdatenbasis
- Dem linguistischen Kernsystem DISCO.

Zentrales Kommunikationsmedium für die verschiedenen Teilnehmer einer Terminverhandlung ist elektronische Post (e-mail). Daher wurde im Berichtszeitraum das DISCO-System um eine Schnittstelle zu normalen e-mail-Betriebssystemdiensten erweitert.

Zur Gewährleistung der adäquaten Integration in die COSMA-Anwendung wurde das linguistische Kernsystem um die folgenden Komponenten erweitert:

- Scanner: Analyse elementarer Textstruktur, Normalisierung anwendungsspezifischer Ausdrücke (z.B. Datums- und Zeitangaben wie '22.10.1993', '10:30h' etc.)
- NLL (in Zusammenarbeit mit dem Projekt ASL)
- Oberflächen-orientierte Sprechakterkennung

- Semantische Sprechaktverarbeitung und einfache Resolution: Transformation der NLL-Bedeutungsrepräsentationen durch (teilweise stark) anwendungsspezifische Inferenzregeln.
- Anwendungsschnittstelle

Die Kopplung des linguistischen Kernsystems an den Terminplaner wurde durch ein eigenes Modul realisiert, das DISCO-interne Bedeutungsrepräsentationen in Strukturen übersetzt, die von der Planungskomponente weiterverarbeitet werden können. Die Schnittstellensprache wurde in Zusammenarbeit mit AKA-MOD spezifiziert und entspricht in weiten Teilen der internen Repräsentationssprache des Terminplaners.

Die Übersetzungskomponente wurde im Berichtszeitraum gemäß der NLL-Grundidee realisiert, Transformation als Kompilationsschritt aufzufassen und durch geeignete Werkzeuge (Parser- und Printer-Generatoren) zu unterstützen, um die Erweiterung oder Anpassung an Veränderungen der Zielsprache zu vereinfachen.

Zusätzlich zu den neu integrierten Modulen wurden asynchrone Kommunikationskänale zur Planungskomponente und zum graphischen Zugangssytem geschaffen.

Die Grundlage für die Entwicklung der konkreten Systemarchitektur eines COSMA-Systems stellte die objektorientierte DISCO Entwicklungsumgebung dar, die im Rahmen des Kernsystems entwickelt und bereits erfolgreich für die Entwicklung des linguistischen Kernsystems eingesetzt wurde.

Die Funktionalität des aktuellen Prototypen unterstützt u.a. die folgenden Verhandlungssituationen, die bereits in Form von Multi-Agenten-Dialogen zwischen mehreren Installationen des COSMA-Systems getestet wurden.

- Terminvereinbarung zwischen mehreren COSMA-Benutzern und Agenten, die über kein COSMA-System verfügen. DieVerhandlungsinitiative kann sowohl durch die graphische Benutzererschnittstelle, als auch durch natürlichsprachliche elektronische Post ausgeführt werden. Im Zuge einer Terminverhandlung sind die beteiligten COSMA-Systeme in der Lage, bestimmte Arten unter- und vage spezifizierter Anfragen zu verarbeiten.
- Hinzufügung und Änderung von Parametern (insbesondere Zeit, Dauer und Ort) von in der Verhandlung stehenden und bereits erfolgreich vereinbarten Terminen.
- Verschieben und Absagen von Terminen.

1.7.1.2. Teilprojekt Formalismen und Schnittstellen

Die Entwicklung der semantischen Repräsentationssprache NLL erfolgt inzwischen innerhalb des ASL-Projekts. Im Rahmen von DISCO jedoch erfolgt die Entwicklung einer Anwendungsschnittstelle, die vorläufig im wesentlichen eine Übersetzung aus (einer durch Sprechaktdarstellungen angereicherten NLL-Repräsentation) in die Sprache der COSMA-Anwendung, des Terminplaners. Eine ähnliche Rückübersetzung für die Generierung ist ebenso in Vorbereitung. Nach unserer gegenwärtigen Planung sollen beide Übersetzungsschritte im Herbst in begrenztem Umfang für Demonstrationen zur Verfügung stehen.

Im Berichtszeitraum wurden einige Änderungen am ersten Prototyp der Typbeschreibungssprache TDL vorgenommen. So kann nun etwa bei jeder generierten Merkmalsstruktur ein "Statuswert" angegeben werden, der auf Untertypen vererbt wird, aber auch überschrieben werden kann. Dies ist etwa für den Parser sinnvoll, um Merkmalsstrukturen als Regeln, Lexikoneinträge, Epsilonproduktionen etc. zu klassifizieren. Funktionale Constraints, die man bei einer Typdefinition angibt, werden nun an Subtypen vererbt und bei diesen gesammelt.

Die Kommunikation zwischen einem COSMA-System und seinem Besitzer erfolgt

über eine graphische Benutzerschnittstelle. Um zu zeigen, daß Technologien zur modularen Verarbeitung natürlicher Sprache in einem realistischen Anwendungszusammenhang eingesetzt werden können, mußten wir die Integration mit konventionellen Techniken für Benutzerschnittstellen demonstrieren. Wir implementierten eine maus-orientierte graphische Benutzerschnittstelle auf der Grundlage von Garnet, einem Schnittstellen-Werkzeug von CMU. Garnet ermöglicht lokale, nonverbale Interaktion mit einem Benutzer mithilfe eines X-Terminals. Die Schnittstelle ist in das Gesamtsystem so integriert, daß die Eingabe von Kommandos in die graphische Schnittstelle natürlichsprachliche Dialoge mit Benutzern anstößt, wobei die (Zwischen-)Ergebnisse der Dialoge (etwa das vorläufige Reservieren eines Zeitraums oder das endgültige Buchen) sofort auf dem Bildschirm angezeigt werden, indem der betreffende Yeitabschnitt auf einem Kalender entsprechend markiert wird. Die graphische Benutzerschnittstelle verwendet denselben Kommunikationskanal zum Anwendungssystem, den das natürlichsprachliche System benutzt.

Die Benutzerschnittstelle wird in ergonomischer Hinsicht erweitert, und sie soll die verbesserte Funktionalität von COSMA II unterstützen. Nach dem nächsten Entwicklungszyklus sollen Interaktionen spontan von COSMA angestoßen und Dialoge in gemischtem Modus geführt werden können, indem neben Kommandos auch freier Text an das natürlichsprachliche System übergeben werden kann.

Ebenso wurde mit einer Reimplementierung und Erweiterung von TDL im Rahmen eines Fortgeschrittenenpraktikums begonnen. Die Erweiterungen betreffen im wesentlichen sieben Gebiete: (i) eine neue, konzise Oberflächensyntax für TDL, sowie weitere Werkzeuge zur Grammatikentwicklung, (ii) effiziente Typsimplifikation mit zusätzlichem Caching (Memoization), (iii) effiziente Repräsentation der Typheterarchie unter schnellen Anfragen, (iv) volle disjunktive Typen mit einer Aufteilung in Atome, Sorten und Attribut-Wert-Matrizen (Merkmalstypen), sowie rekursive Typen, (v) gleichzeitige Verarbeitung von partiell expandierten und voll expandierten Typen, (vi) eine Möglichkeit, Typen nicht-monoton zu definieren, um Subregularitäten und Ausnahmen des Sprachkorpus zu repräsentieren und (vii) inkrementelle Definition und Redefinition von Typen.

1.7.1.3. Teilprojekt Linguistische Verarbeitung

Mit dem direkten Anschluß des bereits entwickelten Parsers an das mit TDL definierte Grammatikformat wurde eine leistungsfähige Grammatikentwicklungsumgebung geschaffen, die ein direktes Testen der erstellten Grammatiken erlaubt. Dies erleichtert die Arbeit bei der Grammatikentwicklung erheblich, da sich der Zyklus vom Erstellen neuer Grammatikeinträge bis zum Eingeben von Testdaten zeitlich stark verkürzt hat.

Des weiteren wurde der Parser in verschiedener Hinsicht noch flexibler gemacht, um eine bessere Anpassung des Parsers an die Grammatik zu ermöglichen.

Eine besondere Neuerung stellt die Möglichkeit dar, während des Parsingprozesses die Argumente von Grammatikregeln nicht mehr wie bisher von links nach rechts in die Regel einsetzen zu müssen, sondern sie auch in einer anderen Reihenfolge (auch in der Mitte der Regel beginnend) verarbeiten zu können. Diese Erweiterung erlaubt es, dasjenige Argument einer Regel zuerst zu füllen, das die meisten Einschränkungen in die weitere Verarbeitung einbringt und somit die Anzahl aktiver Kanten auf der Chart zu reduzieren.

Als ganz neue Verarbeitungsmechanismen wurden einfache lexikalische Regeln, morphologische Templates und Mehrwortlexeme hinzugefügt. Mehrwortlexeme bilden eine einfache und effiziente Methode, komplexe aber feststehende Ausdrücke wie z.B. in einer Anrede zu erkennen und als komplette Einheiten an die Parsingphase zu übergeben. Die morphologischen Templates werden eingesetzt, um Einheiten, die in einer Vorverarbeitungsphase über reguläre Ausdrücke erkannt wurden, die entsprechende morphologische Information zuzuorden (z.B. bei Kardinalzahlen, Datumsangaben wie 16.2.1992 u.ä.).

Durch eine verbesserte Statistikkomponente können die Strategien des Parsers besser an die Grammatik angepaßt werden. Sie erlaubt es, für jede Regel die Anzahl der fehlgeschlagenen bzw. geglückten Anwendungen zu zählen und die Zeit zu messen, die dabei jeweils verbraucht wurde. Das ermöglicht es, besonders zeitkritische Punkte im Parsingprozeß aufzuspüren und evtl. durch Anpassen der Strategien und anderer Hilfsmittel die Effizienz zu erhöhen.

Um ein mehrstufiges Parsing zu ermöglichen, wurde der Parser so modifiziert, das mehrere "Instanzen" des Parsers mit unterschiedlichen Regelmengen, Filter- und Prioritätsfunktionen nebeneinander laufen können. Eine mögliche Anwendung ist eine dem syntaktischen Parsing vorgeschaltete lexikalische Parsingphase, die mit lexikalischen Metaregeln größerer Mächtigkeit präterminale Symbole analysiert und zu größeren präterminalen Einheiten verbindet. Durch die gewählte Architektur mit mehreren Parser-"instanzen" ist es möglich, beide Phasen inkrementell und sogar parallel zu betreiben.

Die Arbeit am Generator konzentrierte sich im Berichtszeitraum darauf, die Komponente weiter zu stabilisieren und von den in der Grammatik verwendeten Merkmalpfaden unabhängig zu machen. Dies wurde durch eine generische Zugriffsmöglichkeit auf verschiedene Teile einer Merkmalstruktur (z.B. die Semantik) erreicht.

Der Generator hat die Aufgabe, eine als Merkmalstruktur vorgelegte semantische Repräsentation als Satz zu realisieren. Für COSMA existiert das Problem, eine solche Merkmalstruktur aufgrund eines Ausdrucks in der internen Repräsentationssprache des Planungssystems zu generieren. Die geplante Lösung sieht eine Übersetzung der internen Darstellung zunächst in eine NLL-Struktur der Äußerung und von dort in eine Merkmalstruktur vor. Die entscheidenden Generierungsleistungen beinhaltet der erste Schritt. Dabei wird aufgrund der domänenspezifischen Aktion (etwa arrange) ein Sprechakt erzeugt (z.B. REQUEST), welcher mit einer Menge von NLL-Ausdrücken, die alternativen Formulierungen entsprechen, assoziiert ist. Welche von diesen gewählt wird, hängt von verschiedenen, noch näher zu bestimmenden Einflußgrößen ab (u.a. vom Grad der Formalität des Briefs).

Tabellen und vorfabrizierte Texte werden mit der "konventionellen" Satzgenerierung kombiniert.

Wie beschrieben, basiert die Systemarchitektur auf dem Begriff des Sprechakts als wesentlichem Bindeglied zwischen sprachlichen Strukturen und den Aufgaben des Anwendungssystems. Erstmalig wurde ein mittelgroßes Modul zur Verarbeitung linguistischer Strukturen in Sprechakte in ein Dialogsystem integriert, das eine nützliche Palette von Phänomenen abdeckt. Die fertiggestellte Systemversion zeigte jedoch auch die Notwendigkeit auf, allgemeinere Schnittstellen zu Anwendungssystemen zu

entwickeln, um die Relation zwischen Sprechakten und Aktionen des Anwendungssystems robuster zu gestalten.

Aus diesem Grunde entwickelten wir Strategien, zum Einsatz genereller Schlußfolgerungsmechanismen bei der Diskursverarbeitung. Das Inferenzsystem muß Schlußfolgerungen über Zeitrelationen, Aktionen, strukturiertes Domänenwissen und Überzeugungen im Dialogkontext unterstützen. Das an der Universität Rochester entwickelte Rhetorical Knowledge Representation System (Rhet) ist für diese Zwecke gut geeignet. Im Berichtszeitraum wurde Rhet installiert und Untersuchungen hinsichtlich der optimalen Integration in das DISCO-System angestellt. Ferner wurden theoretische Vorarbeiten über Überzeugungskontexte erweitert und verfeinert.

Im Berichtszeitraum wurde eine Methode zum automatischen Erlernen von grammatikalischen Mustern konzipiert und bereits teilweise implementiert. Dieser Ansatz soll zum einen zur Effizienzsteigerung bei der linguistischen Verarbeitung beitragen und zum anderen als Basis für subsprachenspezifische Ansätze dienen. Dabei

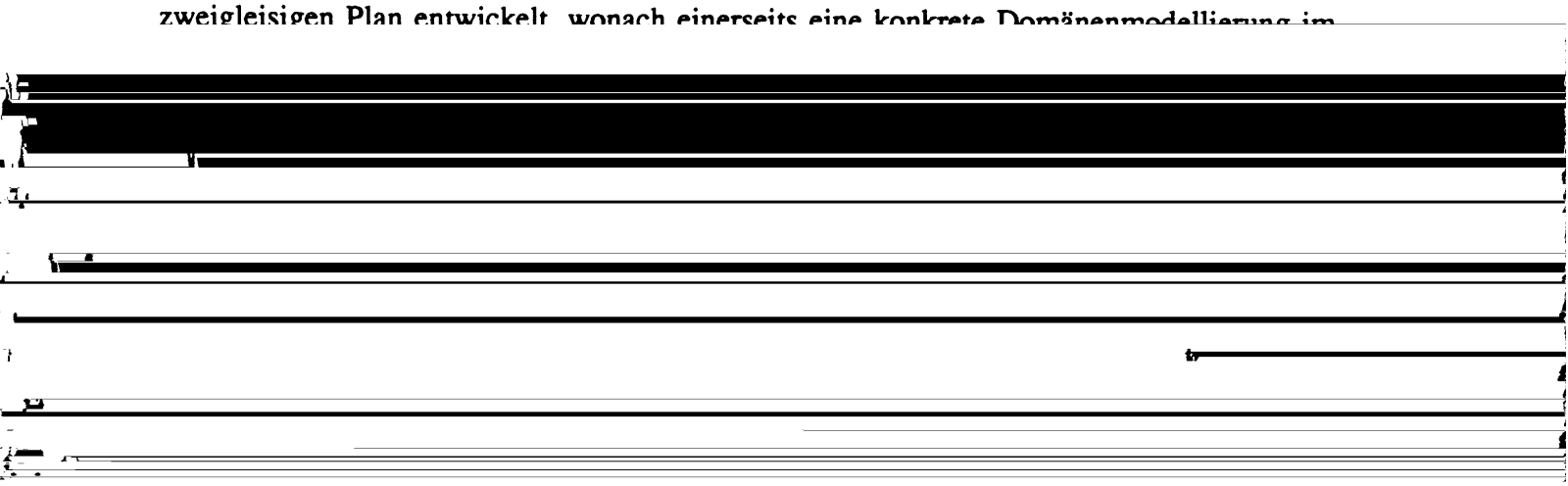
Die Generierung von Systemäußerungen erfolgt in COSMA I durch eine neue Systemkomponente, die auf die vorliegende Kommunikationssituation abgestimmt ist. Vom Planungssystem werden stets komplette Terminspezifikationen an DISCO übergeben, die mit einer der Domänenaktionen (arrange, accept, modify, ...) assoziiert sind. Diese Eingabestrukturen sind syntaktisch relativ beschränkt und können vollkommen angemessen durch die Kombination vorgefertigter Textteile bzw. Templates verbalisiert werden. Dabei wurde durch Verwendung des Parsers

erweiterte Analyse von sententialen Konstruktionen. Auf dieser Basis wurde auch eine Schnittstelle für die Erkennung von Sprechakten auf der Basis von syntaktischen Merkmalen definiert.

Weitere Schwerpunkte bildeten u.a. eine erweiterte Analyse von präpositionalen Konstruktionen im Komplement- und Adjunktsbereich (insbesondere adnominale Adjunktion), sowie ein erster Ansatz zur Behandlung von von nicht-finiten Formen und von Verbalkomplexen, die durch die Einführung von Modalverben erforderlich wurden. Im morpho-syntaktischen und lexikalischen Bereich wurden vielversprechende Experimente mit lexikalischen Regeln durchgeführt, durch die eine wesentliche Vereinfachung der Lexikonstruktur in Richtung eines Stamm-Lexikons angestrebt wird.

Durch die Zusammenarbeit mit dem ASL Projekt erhielten wir sowohl semantische Angaben, die zu den eigenen syntaktischen passen als auch eine Übersetzung in die semantische Repräsentationssprache NLL.

Durch die Einführung von temporalen Adjunkten erhöhte sich die Ambiguität des Sprachfragments. Um der Gefahr der unmotivierten Ambiguität vorzubeugen, haben wir angefangen, Desambiguierung näher zu untersuchen. Zu diesem Zweck haben wir einen zweigleisigen Plan entwickelt, wonach einerseits eine konkrete Domänenmodellierung im



Merkmalssystem entwickelt und andererseits die Möglichkeit einer Schnittstelle zu einem KL-ONE-artigen Wissensrepräsentationssystem untersucht wird. In Verbindung hiermit wird das im DFKI entwickelte KRIS-System installiert.

1.7.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Im Berichtszeitraum bestanden Kontakte zu folgenden Institutionen und Projekten:

- Center for the Study of Language and Information (CSLI), Stanford, und Hewlett-Packard Laboratories, Palo Alto, US
  - Besuch von Dr. Joachim Laubsch, 12/91 - 1/92
  - Besuch von Prof. Stanley Peters, 6/92
- Human Communication Research Centre, University of Edinburgh: Prof. Henry Thompson und Dr. Marc Moens
  - Besuch von Nerbonne und Netter zwecks Workshops zur NLP Evaluierung, 5/92
- Institut für Computerlinguistik, Universität des Saarlandes: Prof. Dr. Manfred Pinkal, Dipl.-Math. Espen Vestre
  - Demonstration von NLL
- Universität Oslo: Prof. Jan-Tore Lønning

- Xerox Palo Alto Research Center: Dr. Per-Kristian Halvorsen
  - Absprache mit Nerbonne über Einladung, einen gemeinsamen Überblicksartikel zur computerlinguistischen Semantik für ein "Handbuch der Semantik" zu schreiben
- Besuch von Dr. Lauri Karttunen und Dr.Annie Zaenen, 5/92
  - Besprechung mit Uszkoreit über die Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit dem neuen Europäischen XEROX Forschungszentrum, das sich gegenwärtig noch in der Gründungsphase befindet
- DFKI-Projekt AKA-MOD: P. Sabblayroles
- DFKI, Projekt Hydra: Prof. G.Smolka
- Österr. Forschungsinstitut für AI, Wien: Dr. H. Trost
- TU Berlin: Dr. C. Hauenschild, Projekt KIT-FAST, Begleitforschung zu EUROTRA-D
- Institut für Medizintechnik der Fraunhofergesellschaft, St. Ingbert: Dr. J. Niggemann
- Projekt ASL: L. Euler, Univ. Hamburg; Prof. G.Görz, Univ. Erlangen-Nürnberg

- IBM Stuttgart: Dr. H.-J. Novak
- Günter Neumann besuchte zusammen mit Dr. Karin Harbusch (Projekt WIP) die Daimler- Forschungsgruppe von Helmut Mangold, um die Pläne einer gemeinsamen Kooperation zu konkretisieren
- Susan LuperFoy (Artificial Intelligence Technical Center, The MITRE Corp, McLean, VA.) war vom 23.11. - 29.11.1992 zu Gast beim DISCO-Projekt und hielt einen Vortrag mit dem Titel "A Three-Tiered Model of Discourse Applied To Spoken, Bilingual Dialogues"
- Kontakte zu Dr. Susanne Biundo vom DFKI-Projekt PHI führten zu hilfreichen Diskussionen über Planerkennung
- Sebastian Millies vom Bereich Computerlinguistik an der Universität des Saarlandes demonstrierte uns eine Implementation für Semantik möglicher Welten
- Dr. Renate Henschel (GMD Darmstadt) besuchte das Projekt im Juli, um über die Beteiligung der GMD an der DiTo-Arbeit zu sprechen. Sie entschloß sich, zusammen mit Elke Teich einen Datensatz zu analysieren und beizusteuern
- Dr. Kogure (NTT Tokio) besuchte das Projekt am 30.7.92
- Prof. Carl Pollard (The Ohio State University), Mitentwickler von HPSG, der im

- die Herausgabe eines Buches über Anwendungen der HPSG im Deutschen (mit Nerbonne und Netter)
- darüber hinaus war Pollard in verschiedenen Einzelgesprächen mit fast allen Mitarbeitern beteiligt

• Bob Kasper (Ohio State University) war zwei Wochen zu Besuch am DFKI und stellte in dieser Zeit Mitarbeitern von DISCO und WIP seinen Ansatz zur Übersetzung vom HPSG-Grammatikformalismus in TAG-ähnliche Strukturen vor. Eine Implementierung dieses Ansatzes wurde dann gemeinsam begonnen und wird wie (zuvor | später) erwähnt von uns im Moment fortgesetzt. Seine Kenntnisse im Bereich der effizienten Verarbeitung waren von großem Wert für uns, da dieses Gebiet nach dem vollendeten Aufbau der Kernmaschinerie nun große Bedeutung erlangt. In vielen Einzelgesprächen hat Bob Kasper den Mitarbeitern von DISCO hierbei wertvolle Hinweise und Anregungen gegeben

• Prof. Yasunari Harada (Waseda Universität) war im August im DFKI, wo er über seine Anwendungen der HPSG im Japanischen vorgetragen hat

• Prof. Stanley Peters (Stanford University) war Gast in der Abteilung Computerlinguistik im November, wo er Vorträge über
  - eine implementierte Logik des "common knowledge" für Agenten u.
  - über die semantische Analyse von reziproken Ausdrücken hielt

1.7.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

S. Busemann: *Lexical Choice and Knowledge Representation* in: J. Heinsohn und B. Hollunder (Hg.): DFKI-Workshop on Terminologic Reasoning, DFKI Document D-92-08, 33-39.

S. Busemann: *Generierung natürlicher Sprache mit Generalisierten Phrasenstruktur-Grammatiken*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (IFB Bd. 313), 1992

S. Busemann und H.-J. Novak: *Generierung natürlicher Sprache*, DFKI Research Report RR-92-50, Saarbrücken 1992.

J. Engelkamp, G. Erbach und H. Uszkoreit: *Handling Word Order Principles as Feature Constaints* in: Proceedings of the1992 Annual Meeting of the Assoziation for Computational Linguistics, Delaware.

E. Hinkelman (Hg. zusammen mit Dan Fass und James Martin): *Computational Intelligence*, Special issue on Non-Literal Language.

E. Hinkelman und S. Spackman: *Abductive Speech Act Recognition, Corporate Agents and the COSMA System*, W. J. Black and G. Sabah and T. J. Wachtel, eds

E. Hinkelman: *Abduction, Beliefs and Context*, Proceedings of the second ESPRIT PLUS workshop in computational pragmatics, 1992

J. Klein und L. Dickmann: *DiTo-Datenbank.Datendokumentation zu Verbrektion und Koordination*, DFKI-Document Saarbrücken, 1992.

J. Klein, L.Dickmann, A.K. Diagne, J.Nerbonne, K.Netter: *DiTo-Ein Diagnostik-Werkkzeug für die syntaktischeAnalyse*, in: G.Goerz (Hrsg.): KONVENS 92 Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1992.

J. Klein, K. Netter: *DiTo-Ein Diagnostik-Werkzeug für die syntaktische Analyse*, in: A. Raasch (HRSG.): Angewandte Linguistik 1992, 23.Jahrestagung der Gesellschaft für Angewandte Linguistik, Saarbrücken 1992.

J. Nerbonne: *Representing Grammar, Meaning and Knowledge*, in: Susanne Preuß and Birte Schmitz (Hrsg.): Proceedings of the Berlin Workshop on Natural Language Processing and Knowledge Representation, KIT FAST, Technische Universität Berlin, auch als DFKI RR-92-20 erhältlich.

J. Nerbonne: *Feature-Based Lexicons- An Example and a Comparison to DATR*, in: Dorothee Reimann (Hrsg.): Beiträge des ASL-Lexikon-Workshops. Wandlitz (bei Berlin), ASL-TR-40-92/ZSB, 36-49. Auch als DFKI RR-92-04 erhältlich.

J. Nerbonne: *Constraint-Based Semantics*, in: P. Dekker und J. van der Does (Hrsg.): Proceedings of the 8th Amsterdam Colloquium, Foris, Dordrecht, 1992, auch als DFKI RR-92-18 erhältlich.

J. Nerbonne: *Natural Language Disambiguation and Taxonomic Reasoning*, in: Jochen Heinsohn and Bernhard Hollunder (Hrsg.), DFKI Workshop on Taxonomic Reasoning (DFKI D-92-08), DFKI, Saarbrücken, 40-47.

J. Nerbonne, J. Laubsch, A. K. Diagne und S Oepen: *Natural Language Semantics and Compiler Technology*, DFKI Research Report, Saarbrücken, 1992.

J. Nerbonne und A. K. Diagne: *"Flexible Semantics Communication in Integrated Speech/Language Architectures"*, in: Günter Görz (Hrsg.) KONVENS 92, Berlin:Springer, 1992, 348-52.

J. Nerbonne, D. Flickinger, *Inheritance and Complementation: A Case Study of {\it Easy} Adjectives and Related Nouns*, in: Computational Linguistics 19(3), 1992, 269-309.

K. Netter: *On Non-Head Non-Movement*, in: G. Görz, (ed.): KONVENS 92, Reihe Informatik Aktuell, Springer Verlag, Berlin / Heidelberg / New York, 1992, 218 - 227

G. Neumann und G. van Noord: *Reversibility and Self-Monitoring in Natural Language Generation*, in T. Strzalkowski (ed.): Reversible Grammars and Natural Language Processing, Kluwer (to appear).

G. Neumann und G. van Noord: *Self-Monitoring with Reversible Grammars*, Proceedings of the 15th COLING, Nantes, 1992.

Vorträge:

S. Busemann: *Wortwahl und Wissensrepräsentation*, DFKI Workshop über taxonomisches Schließen, DFKI, Saarbrücken, 26.Feb.92.

S. Busemann: *Das DISCO-Kernsystem*, Universität Hamburg, 25.06.92.

S. Busemann: *Computerlinguistik am DFKI: Die Projekte DISCO und ASL*, GWAI, Bonn, 31.8.92

S. Busemann: *Die Konfigurierung von Generierungssystemen*, Workshop 2 Bewertungskriterien zur Auswahl zwischen Alternativen in der natürlichsprachlichen Generierung, GWAI, Bonn, 2.9.92

S. Busemann: *The Configuration of Generation Systems*, DFKI Workshop über Natural Language Systems: Modularity and Re-usability, Saarbrücken, Oktober 1992

S. Busemann: *Ein natürlichsprachliches Dialogsystem für die Terminplanung mit mehreren TeilnehmerInnen*, Gastvortrag im Rahmen des Forschungskolloquiums "Information und RepräsentationÄ, Univ. Hildesheim, 26.11.92

E. Hinkelman: *Mutual Belief and Corporate Agents*, DFKI, Saarbrücken, April 1992.

E. Hinkelman: *Discourse Management in the Cosma System*, DFKI Workshop über kooperative Agenten, DFKI, Kaiserslautern, Mai 1992

E. Hinkelman: *Natural Language Software Registry Annual Report*, Exekutivkommittee der Association for Computational Linguistics, Newark, Delaware, Juni 1992

E. Hinkelman: *Discourse in DISCO and COSMA*, Vortrag anläßlich des Besuchs von dänischen Computerlinguisten am DFKI

E. Hinkelman: *Domain-Independent Pragmatics and the COSMA System*, SUN Microsystems, Billerica, MA USA, 30. Oct. 1992

J. Klein: *DiTo*-Vortrag auf der GAL (vgl. Literaturangabe)

J. Klein: *DiTo*-Posterbeitrag auf der Konvens (vgl. Literaturangabe)

J. Nerbonne: *Desambiguierung und taxonomisches Schließen*, DFKI Workshop über taxonomisches Schließen, DFKI, Saarbrücken, 26.Feb.92.

J. Nerbonne: *Common Noun Phrase Anaphora*, Eingeladener Vortrag, Stuttgart Ellipsis Workshop, 20.März 1992.

J. Nerbonne: *Evaluating Semantics in Natural Language Understanding*, eingeladener Vortrag zum Workshop: The Strategic Role of Evaluation in Natural Language Processing and Speech Technology, Workshop der ESPRIT Working Group on Dialogue and Discourse (DANDI), des European Network of Excellence in Language and Speech (ELSNET) und des Human Communication Research Centre, University of Edinburgh, 1.Mai 1992.

J. Nerbonne und R. Backofen: *Realization and Directed Parsing* GWAI, Sept.92.

J. Nerbonne und A. K. Diagne: *Flexible Semantics Communication in Integrated Speech/Language Architectures*, KONVENS, 9.Okt.92.

J. Nerbonne, K. Netter, A. K. Diagne, L. Dickmann, J. Klein: *DiTo: Ein Diagnostikwerkzeug für die syntaktische Analyse*, KONVENS, 10.Okt.92.

J. Nerbonne und W. Kasper: *Semantik des Fokus*, ASL Prosodie Workshop Bonn, 23.Sept.1992.

J. Nerbonne, A. K. Diagne, W. Kasper: *Semantik in ASL Nord*, ASL Halbjahrestreffen, Bonn, 24.Sept.92

J. Nerbonne, A. K. Diagne, S. Oepen, K. Konrad, I. Neis: *NLL-Tools for Meaning Representation*, DFKI Workshop on Natural Language Systems: Modularity and Re-usability, Oktober 1992.

J. Nerbonne: *Domain Modeling and Disambiguation*: IAI Workshop zu "Semantic Abstractions from Grammar", Universität Saarbrücken, Nov.92.

K. Netter: *DiTo: A Diagnostics Tool for German Syntax*, eingeladener Vortrag zum Workshop: The Strategic Role of Evaluation in Natural Language Processing and Speech Technology. Workshop der ESPRIT Working Group on Dialogue and Discourse (DANDI), des European Network of Excellence in Language and Speech (ELSNET) und des Human Communication Research Centre, University of Edinburgh, 30.04. - 02.05.1992.

K. Netter: *On Non-Head Non-Movement*, KONVENS 92, Nürnberg, Okt. 92

K. Netter: *Architecture and Coverage of the DISCO Grammar*, DFKI Workshop on Natural Language Systems, Okt. 92

G. Neumann: *Self-Monitoring with Reversible Grammars*, Proceedings of the 15th COLING, Nantes, 1992.

G. Neumann: *Principles and Current Status of the COSMA Architecture*, DFKI Workshop über Natural Language Systems: Modularity and Re-usability, Saarbrücken, Oktober 1992

H. Uszkoreit. *Sprachliche Kompetenz und Sprachliche Performanz in der Computerlinguistik*, Antrittsvorlesung an der Universität des Saarlandes, 4.Mai 1992.

H. Uszkoreit: *A New View on the Competence-Performance Distinction*, Vortrag an der University of Edinburgh, 3.März 1992.

H. Uszkoreit: *State of the Art in Computational Linguistics*, eingeladener Vortrag auf der Tagung des "European Network in Language and Speech" (ELSNET) in Dublin

H. Uszkoreit: Vortrag und Teilnahme bei der Podiumsdiskussion *Reusability of Resources*, COLING 1992, Nantes, Juli 1992

H. Uszkoreit: Kurs *Head-driven Phrase Structure Grammar*, Europäische Sommerschule "Language, Logic and Information" an der University of Essex, Colchester, August 1992

H. Uszkoreit: *Weighted Disjunctions*, Europäische Sommerschule "Language, Logic and Information" an der University of Essex, Colchester, August 1992

H. Uszkoreit und W. Wahlster: *Computer lernen Deutsch*, Vortrag auf der Sommerakademie der Studienstiftung des Deutschen Volkes in Molveno, September 1992

H. Uszkoreit: *Dependency and Phrase Structure in Unification Grammars*, Konferenz "Functional Language Description", Prag, November 1992

H. Uszkoreit. *Processing Models for Constraint-Based Grammars*, Tagung der European Science Foundation "Toward Integrated Models of Linguistic Processing" in Autrans, 15. Dezember 1992

Veranstaltungen:

S. Busemann und H.-J. Novak (IBM Deutschland): "Generierung natürlicher Sprache", Kurs auf der KI-Frühjahrsschule in Günne, 21.-29. März 1992.

S. Busemann: Vorlesung "Generierung natürlicher Sprache", Universität Hamburg, Sommersemester 1992.

S. Busemann: Seminar "Wortwahl bei der Sprachgenerierung", Universität Hamburg, Sommersemester 1992.

W. von Hahn und S. Busemann: Oberseminar "Natürlichsprachliche Systeme", Universität Hamburg, Sommersemester 1992.

J. Nerbonne: Vorlesung "Themen in der computerlinguistischen Semantik", Universität des Saarlandes, Sommersemester 1992.

K. Netter: Tutorial "Head Driven Phrase Structure Grammar", Workshop organised by EUROTRA Luxemburg, Echternach, 20.05 - 23.05.1992.

K. Netter: M. Paritong, H. Uszkoreit: Forschungsseminar "Neue Entwicklungen in der HPSG", Universität des Saarlandes, Sommersemester 1992.

H. Uszkoreit: Vorlesung "Grammatkformalismen", Universität des Saarlandes, Sommersemester 1992.

H. Uszkoreit und M. Paritong: Übung "Grammatikformalismen", Universität des Saarlandes, Sommersemester 1992.

H. Uszkoreit: Vorlesung "Einführung in die Computerlinguistik", Universität des Saarlandes, Sommersemester 1992.

J. Nerbonne: Vorlesung "Struktur des Lexikons", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit: Vorlesung "Grammatiktheorie", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit: Hauptseminar "Grammatikentwicklung", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit, G. Hummel, G. Meggle, M. Pinkal, J. Siekmann, W. Wahlster: Interdisziplinäres Kolloquium "Computerlinguistik und KI in der Gesellschaft", Universität des Saarlandes, WS 92/93

H. Uszkoreit und R. Kempson: Workshop "Controlled Deduction and Abduction in Linguistic Processing" auf der Europäischen Sommerschule "Language, Logic and Information" an der University of Essex, Colchester, August 1992

H. Uszkoreit und W. Wahlster: Kurs "Grundlagen Maschinellen Sprachverstehens", Sommerakademie der Studienstiftung des Deutschen Volkes in Molveno, September 1992

1.7.4. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 bestand die DISCO-Gruppe aus:

Prof. Dr. H. Uszkoreit (Bereichsleiter)	(0681-302-5281)
Dr. S. Busemann	(0681-302-5286)
Dr. E. Hinkelman	(0681-302-5301)
Dipl.-Inform. B. Kiefer	(0681-302-5285)
Dipl.-Inform. H.-U. Krieger	(0681-302-5299)
Dr. J. Nerbonne	(0681-302-5300)
Dipl.-Inform. G. Neumann	(0681-302-5283)
K. Netter, M.A.	(0681-302-5283)
S. Spackman, M.S.	(0681-302-5288)

1.8. Projekt HYDRA

Das Projekt HYDRA (Hybride Werkbank zur Konstruktion von deduktiven Problemlösern in wissensbasierten Systemen: Berechnung und Deduktion mit Constraints) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen: ITW 9105) und hat eine Laufzeit vom 1. Juni 1991 bis 31. Mai 1995.

Das Projekt basiert auf dem Ansatz des "Constraint Logic Programming". Ziel des Projektes ist die Analyse, der Entwurf und die Implementierung eines hybriden Deduktionsarbeitsplatzes für logikbasiertes Problemlösen. Das angestrebte System wird die inkrementelle Konstruktion von komplexen Deduktionssystemen auf der Basis einfacherer Systeme erlauben. Es wird verschiedene eingebaute constraint-Systeme aufweisen, von denen einige spezialisiert sind auf Anwendungen im Bereich Wissensrepräsentation und Wissensverarbeitung. Die Vision hinter HYDRA ist eine Umgebung, in der man deduktive Problemlösungsmaschinerien in ähnlicher Weise entwickelt wie man heute komplexe Programme aus einfachen entwickelt.

1.8.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

1.8.1.1. Weiterentwicklung des Oz-Kalküls (vormals HCM)

Im vorhergehenden Berichtszeitraum wurde das Berechnungsmodell HCM entwickelt, das unter anderem die im Projektantrag beschriebenen Konzepte Residuierung und Guarded Rules realisiert. HCM beruht auf dem von uns entwickelten Prinzip der relativen Simplifikation, das eine einheitliche Grundlage für inkrementelle Berechnungen in Concurrent Constraint Programming Modellen darstellt. In HCM sind insbesondere auch sogenannte deep Guards und Negation ausdrückbar.

HCM wurde um zwei wichtige Konzepte erweitert: synchrone Kommunikation und emanzipierte Prädikate. Beide Erweiterungen sind insbesondere für das in Hydra zu entwickelnde nebenläufige objektorientierte Programmiermodell von Bedeutung. Synchrone Kommunikation findet man in verschiedenen algebraischen Modellen nebenläufiger Berechnung, insbesondere in Milner's CCS und dem neueren p-Kalkül.

Für Hydra ist synchrone Kommunikation von großem Interesse, da die in der nebenläufigen Logikprogrammierung übliche Strom-Kommunikation oft nur schwerfällige Problemlösungen erlaubt und zudem nicht ohne weiteres effizient zu implementieren ist (Probleme mit dem sogenannten Stream Merge). Es stellte sich heraus, daß HCM und Milner's p-Kalkül einige wesentliche strukturelle Gemeinsamkeiten haben, die die Erweiterung von HCM um synchrone Kommunikation einfach erscheinen lassen. Insbesondere zeigte sich, daß Konjunktion in HCM genau der Parallel Composition im p-Kalkül entspricht, und daß existentielle Quantifizierung genau dem sogenannten Hiding entspricht. Zwar ist es für eine abschließende Wertung noch zu früh, aber es scheint, daß die Erweiterung von HCM um synchrone Kommunikation sowohl bezüglich der Expressivität des Modells als auch bezüglich der Einfachheit einer praktikablen Implementierung einen wichtigen Fortschritt darstellt.

In den meisten logischen Berechnungsmodellen haben Prädikate, verglichen mit anderen Werten, einen Sonderstatus, da sie nicht als Werte von Variablen auftreten und nicht innerhalb der Definition anderer Prädikate definiert werden können. Dagegen sind die den Prädikaten

entsprechenden Funktionen in der funktionalen Programmierung emanzipierte Werte (engl: first class values), was zu einer erheblich gesteigerten Expressivität dieser Sprachen führt. Für logische Berechnungsmodelle gibt es verschiedene Vorschläge zur Emanzipation von Prädikaten. Die meisten dieser Vorschläge (z.B. Lambda-Prolog) beruhen auf einer Fundierung der Modelle auf Logiken höherer Stufe und erfordern daher eine entsprechende Unifikation höherer Stufe, deren praktikable Implementierung äußerst problematisch ist.

Für HCM wurde eine Möglichkeit zur Emanzipation von Prädikaten gefunden, die Unifikation höherer Stufe völlig vermeidet, aber trotzdem alle Programmiertechniken der funktionalen Programmierung höherer Stufe verfügbar macht. Durch die Kombination mit Constraints und

[redacted]

die objektorientierte Programmierung interessant sind.

Aufgrund der erstmals möglichen praktischen Erfahrungen mit Oz, insbesondere bei der Entwickung des Objekt- und des Window-Systems, wurde klar, daß die bisher vorgesehene synchrone Kommunikation durch eine geeignete Version der einfacheren asynchronen Kommunikation ersetzt werden kann, ohne daß dadurch wesentliche Einschränkungen für Anwendungen entstehen. Dies ist insbesondere auch deswegen von Bedeutung, weil Fachleute für parallele und verteilte Implementierung (zum Beispiel bei unserem ACCLAIM-Partner SICS) eine praktikable Implementierung synchroner Kommunikation in einem verteilten System für nicht realisierbar halten.

Bei der Formalisierung des Kalküls wurden erhebliche Fortschritte erzielt. Die

1.8.1.3. Implementierung der Programmiersprache Oz

Zu Beginn des Berichtszeitraumes stand eine erste Implementierung von Oz zur Verfügung. Diese wurde im Oktober unserem Mentor (Prof. Broy) im wissenschaftlichen Beirat des DFKI vorgeführt. Außer Hause wurde die Implementierung bereits zweimal mit großem Erfolg einem internationalem wissenschaftlichen Fachpublikum vorgestellt: Im Oktober 1992 in Val d'Ajol (Frankreich) den Teilnehmern des CCL-Workshops, und im November 1992 in Stockholm (Schweden) den Teilnehmern des ACCLAIM-Workshops.

Die Implementierung besteht aus vier Komponenten: einer auf Emacs basierenden Programmierumgebung, einem mittels Unix-Werkzeugen (YACC, LEX) und TEL (typisiertes Prolog) realisierten Übersetzers, einer in C++ implementierten abstrakten Maschine sowie dem Graphiksystem Interviews.

Bei der vorliegenden Implementierung handelt es sich selbstverständlich um einen ersten Prototyp. Durch praktische Erfahrungen kann nun erstmals ermittelt werden, welche Aspekte des Maschinenmodells und des Übersetzers für eine leistungsfähige Implementierung entscheidend sind. Im Berichtszeitraum konnte bereits eine wesentliche Verbesserung der Laufzeit und des Speicherverbrauchs erreicht werden.

Durch Entwicklung entsprechender Implementierungstechniken (hier muß aufgrund des innovativen Berechnungsmodells zum Teil völliges Neuland beschritten werden) scheint es möglich, die Performanz des jetzt vorliegenden Systems um bis zu zwei Größenordnungen zu verbessern. Sollte dies gelingen, wäre ein wissenschaftlicher Durchbruch mit durchaus signifikanten praktischen Konsequenzen erreicht.

1.8.1.4. Implementierung des Oz-Objektsystems

Die im letzten Berichtszeitraum begonnene Entwicklung eines Objektsystems wurde weitgehend abgeschlossen. Das Objektsystem ist vollständig implementiert. Die Implementierung basiert auf Records (d.h., Feature Constraints) und wurde im Berichtszeitraum mehrfach verbessert. Insbesondere wurde für die Objektzustände eine sogenannte Compile-time Garbage Collection realisiert, die eine praktikable Implementierung von großen Objekten mit häufigen Zustandsänderungen ermöglicht. Das Objektsystem diente bereits als Grundlage für mehrere Anwendungen, insbesondere für das Window-System und das Speditionsszenario aus dem DFKI-Projekt AKA-MOD. Die praktische und wissenschaftliche Dokumentation des Objektsystems ist in Arbeit.

1.8.1.5. Entwurf und Implementierung eines Window-Systems für Oz

Basierend auf dem Objektsystem wurde ein Window-System für Oz entwickelt und implementiert. Dabei sind nur die höheren Schichten des Systems in Oz selbst implementiert, die tieferen Schichten werden durch das Standard-Graphiksystem Interviews realisiert. Die Kombination aus Objektorientierung, Nebenläufigkeit, emanzipierten Prädikaten und Feature-Constraints macht Oz zu einer außerordentlich leistungsfähigen Plattform für die Programmierung graphischer Benutzerschnittstellen. Dies wurde durch die Implementierung des AKA-MOD Speditionsszenarios eindrucksvoll unter Beweis gestellt.

1.8.1.6. Induktive Sorten

Wie im Projektantrag vorgesehen, lag die Hauptaktivität des Arbeitspaketes TFS bei der Untersuchung induktiver Sorten. Hier gelang die Entwicklung der für induktive Sorten grundlegenden Constraint-Simplifikationsmethoden. Insbesondere konnte auch ein inkrementelles relatives Simplifikationsverfahren entwickelt werden, wie es für die Realisierung induktiver Sorten in Oz notwendig ist. Die Arbeiten an induktiven Sorten erfolgten in Zusammenarbeit mit einem Stipendiaten des Graduiertenkollegs Informatik und dem Paris Research Lab von Digital. Ein Papier über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurde zu einer internationalen wissenschaftlichen Konferenz eingereicht.

1.8.1.7. Feature-Constraint-System CFT

Mit der Integration von klassischen, konstruktorbasierten Baumbeschreibungen und feature-basierten Beschreibungen wurde ein wichtiges Projektziel erreicht. Dazu wurde das entwickelte Constraint-System FT um sogenannte Arity-Constraints erweitert. Entsprechende relative Simplifikationsalgorithmen wurden entwickelt. Zudem konnte die Unabhängigkeitseigenschaft, die eine wichtige Vorausetzung für eine praktikable algorithmische Realisierung darstellt, gezeigt werden. Ein Papier, das die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten beschreibt, wurde für die "Joint International Conference & Symposium on Logic Programming" in Washington DC im November 1992 zur Präsentation und Veröffentlichung angenommen.

1.8.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

- Die bestehende Zusammenarbeit mit dem Paradise-Projekt am Paris Research Lab von Digital über verschiedene Aspekte von Concurrent Constraint Programming wurde fortgeführt. Eine gemeinsame Veröffentlichung über ein Feature-Constraint-System wurde im Juni auf der Fifth Generation Conference in Tokio präsentiert. Vom Paradise-Projekt besuchten uns Dr. Van Roy und Dr. Podelski. Prof. Smolka besuchte die Paradise-Gruppe in Paris im Februar 1992 für eine Woche und vom 3. bis 7. August 1992. Ralf Treinen besuchte die Paradise-Gruppe vom 7. bis 11. September 1992. Die Ergebnisse dieser Zusammenarbeit sind in ein Papier über Membership Constraints eingeflossen, das zur Veröffentlichung eingereicht wurde.
- Im Mai 1992 besuchte Prof. Smolka eine Woche lang die AKL-Gruppe am Swedish Institute of Computer Science (SICS). Zeitweise waren bei diesem Besuch auch mehrere Mitglieder des Paradise-Projektes zur Teilnahme an einem gemeinsam organisierten Mini-Workshop anwesend. Die AKL-Gruppe am SICS und das Paradise-Projekt bei Digital sind

- Jörg Würtz hat mit W. Bibel und S. Hölldobler (beide TH Darmstadt) eine gemeinsame Veröffentlichung über Cycle Unification auf der "Conference on Automated Deduction" in den USA präsentiert.
- Besuch von Dr. Hubert Comon von der Université Paris Sud
- Besuch von Prof. Bill Rounds von der University of Michigan
- Innerhalb des Hauses besteht eine intensive Zusammenarbeit mit Christian Schulte (ACCLAIM), der im Berichtszeitraum eine vereinfachte Version des im DFKI-Projektes AKA-MOD untersuchten Speditionsszenarios in der Programmiersprache Oz implementiert hat. Dies ist die bis jetzt größte Anwendung der in HYDRA entwickelten Programmiersprache. In diesem Zusammenhang bestehen auch enge Kontakte mit AKA-MOD. Des weiteren wurde die Zusammenarbeit mit Rolf Backofen (DISCO) an Feature-Constraintsystemen fortgeführt.
- Auf nationaler und internationaler Ebene bestehen zahlreiche wissenschaftliche Kontakte im Rahmen der im Berichtszeitraum angelaufenen Esprit-Projekte.
  - Die Esprit Basic Research Action ACCLAIM (Advanced Concurrent Constraint Languages: Applications, Implementation and Methodology) verbindet die führenden europäischen Forschungsgruppen auf dem Gebiet der nebenläufigen constraintbasierten Programmierung. Das erste Arbeitstreffen fand vom 23. bis 27. November in Stockholm statt.
  - Ein weiteres Standbein von Hydra, die Entwicklung und Kombination neuer Constraintsysteme, ist Gegenstand der Esprit Working Group CCL (Construction of Computational Logics). Der erste CCL-Workshop fand vom 19. bis 21. Oktober in Val d'Ajol, Frankreich, statt.
  - In der Esprit Basic Research Action COMPULOG II (Computational Logic) werden Erweiterungen der Logischen Programmierung in Hinblick auf Wissensrepräsentation und Problemlösungsfähigkeiten untersucht.

1.8.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

Rolf Backofen und Gert Smolka: *A Complete and Recursive Feature Theory*, DFKI Research Report RR-92-30.

Hassan Aït Kaci, Andreas Podelski und Gert Smolka: *A Feature Constraint System for Logic Programming with Entailment*, Digital Paris Research Laboratory Research Report 20, November 1992.

Ralf Scheidhauer (mit Jürgen Müller, Jörg Müller und M. Pischel): *On the Representation of Temporal Knowledge*, DFKI Research Report RR-92-04, Juni 1992.

Ralf Scheidhauer und Michael Mehl: *HAM - Design einer abstrakten Maschine für eine CCP-Sprache. Sprachen für KI-Anwendungen: Konzepte - Methoden -Implementierungen*, herausgegeben von H. Boley, U. Furbach und W.-M. Lippe, Bericht 12/92-I, Angewandte Mathematik und Informatik, Universität Münster, Juli 1992.

Gert Smolka: *Residuation and Guarded Rules for Logic Programming*, Informatik. Festschrift zum 60. Geburtstag von Günter Hotz, herausgegeben von J. Buchmann, H. Ganzinger und W. Paul. Teubner Verlag, 1992.

Gert Smolka: *Feature Constraint Logics for Unification Grammars.Journal of Logic Programming*, Bd. 12, Seite 51-87, 1992.

Gert Smolka (mit A. Hense): *A Verification of Extensible Record Types*, Technischer Bericht A 03/92, FB Informatik, Universität des Saarlandes, Mai 1992.

Gert Smolka (mit H. Aït-Kaci und A. Podelski): *A Feature-based Constraint System for Logic Programming with Entailment*, DFKI Research Report RR-92-17, März 1992.

Gert Smolka (mit H. Aït-Kaci und A. Podelski): *A Feature-based Constraint System for Logic Programming with Entailment*, Proceedings of the 1992 Conference on Fifth Generation Computer Systems, Seite 1012-1021, Juni 1992.

Gert Smolka und Ralf Treinen: *Records for Logic Programming. Proceedings of the Joint International Conference and Symposium on Logic Programming*, herausgegeben von Krzysztof Apt, The MIT Press, Seite 240-254, November 1992.

Gert Smolka und Ralf Treinen: *Records for Logic Programming*. DFKI Research Report RR-92-23, August 1992.

Ralf Treinen: *A New Method for Undecidability Proofs of First Order Theories*, Journal of Symbolic Computation, Bd 14(5), Seite 437-457, November 1992.

Jörg Würtz (mit W. Bibel und S. Hölldobler): *Cycle Unification*, Proceedings of the 11th International Conference on Automated Deduction, herausgegeben von D. Kapur. Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence, Bd. 607, Seite 94-108, Juni 1992.

Jörg Würtz: *Unifying Cycles*, DFKI Research Report RR-92-22, März 1992.

Jörg Würtz: *Unifying Cycles*, Proceedings of the 10th European Conference on Artificial Intelligence, herausgegeben von B. Neumann. John Wiley & Sons, Seite 60-64, August 1992.

Vorträge:

Martin Henz: *Integrating AC1 Unification into AC1 Completion. 6th International Workshop on Unification*, Dagstuhl, 29. bis 31. Juli 1992

Martin Henz: *Completion of Term Rewriting Systems modulo AC1*, Workshop on Conditional Term Rewriting Systems CTRS'92, Pont-á-Mousson, Frankreich, 7. bis 9. Juli 1992.

Martin Henz und Jörg Würtz: *Objects in Oz. 8th GI-Workshop on Logic Programming*, Darmstadt, 12. bis 14. Oktober 1992.

Martin Henz: *Concurrent Objects and Inheritance in Oz*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, Schweden, 23. bis 27. November 1992.

Michael Mehl: *Design of an Abstract Machine for Oz*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, Schweden, 23. bis 27. November 1992.

Ralf Scheidhauer und Michael Mehl: *HAM - Design einer abstrakten Maschine für eine CCP-Sprache*, Workshop über Sprachen für KI-Anwendungen, Bad Honnef, 11. bis 13. Mai 1992.

Gert Smolka: Constraints over Feature Trees - Records for Logic Programming, Workshop on Constraint Logic Programming, Network of Excellence, Compulog. Marseille, Frankreich, 12. bis 14. Februar 1992.

Gert Smolka: *Records for Logic Programming*, Kolloquium, Dipartimento Informatica, Università di Pisa, Italien, 18. März 1992.

Gert Smolka: *Nebenläufige Logische Constraint Programmierung*, FB Mathematik und Informatik, Universität Bremen, 3. April 1992.

Gert Smolka: *The Hydra Computation Model*, Swedish Institute of Computer Science (SICS), Kista, Schweden, 4. Mai 1992.

Gert Smolka: *Relative Simplification: A Unifying Principle for Constraint Programming*, 6th International Workshop on Unification, Dagstuhl, 29. bis 31. Juli 1992.

Gert Smolka: *Principles of Oz*, First CCL-Workshop, Val d'Ajol, Frankreich, 19. bis 21. Oktober 1992.

Gert Smolka: *Principles of Oz*, AI Principles Research Department, AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey, USA, 6. November 1992.

Gert Smolka. *Records for Logic Programming*. Joint International Conference and Symposium on Logic Programming, Washington DC, USA, 9. bis 13. November, 1992.

Gert Smolka: *Feature Structures and Constraint Programming*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, Schweden, 23. bis 27. November 1992.

Gert Smolka: *Principles of Oz*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, Schweden, 23. bis 27. November 1992.

Ralf Treinen: *Relative Simplification for and Independence of CFT*, Workshop on Constraint Logic Programming, Network of Excellence, Compulog, Marseille, Frankreich, 12. bis 14. Februar 1992.

Ralf Treinen: *Relative Simplification and Independence of CFT*, 6th International Workshop on Unification, Dagstuhl, 29. bis 31. Juli 1992.

Ralf Treinen: *Equations and Membership Constraints for Infinite Trees*, First CCL-Workshop, Val d'Ajol, Frankreich, 19. bis 21. Oktober 1992.

Jörg Würtz: *Unifying Cycles*, Workshop on Mechanizing Deduction in the Logics of Practical Reasoning, London, GB, 27. bis 29. April 1992.

Jörg Würtz: *Cycle Unification*, 11th International Conference on Automated Deduction, Saratoga Springs, USA, 15. bis 18. Juni 1992.

Jörg Würtz: *Unifying Cycles*, 6th International Workshop on Unification, Dagstuhl, 29. bis 31. Juli 1992.

Veranstaltungen:

Gert Smolka: "Logische Berechnung" Vorlesung (4 stündig) im W[redacted]

Gert Smolka, Martin Henz, Michael Mehl, Ralf Scheidhauer, Ralf Treinen und Jörg Würtz: "Logische Berechnung", Seminar im Sommersemester 92 am Fachbereich Informatik der Universität des Saarlandes.

Gert Smolka: "Constraint-Based Computation and Deduction", Vorlesung für Promotionsstudenten (20 x 45min), Dipartimento Informatica, Università di Pisa, Italien, März 1992.

Gert Smolka: Vorlesung "Logik für Informatiker" [redacted]

1.9. Projekt PHI

Das Projekt Planbasierte Hilfesysteme (PHI) wird vom BMFT gefördert (Förderkennzeichen: ITW 9000 8) und läuft vom 1. Januar 1990 bis 31. Dezember 1993.

Intelligente Hilfesysteme unterstützen menschliche Benutzer bei der Verwendung von Anwendungssystemen. Die Planbasiertheit solcher Hilfesysteme ist zentral für die Erbringung von Hilfeleistungen. Einerseits ist es möglich, über die *Planerkennung* die vom Benutzer verfolgten Pläne und Ziele zu bestimmen. Andererseits kann mit Hilfe der *Plangenerierung* bei vorgegebenem Ziel ein für den Benutzer hilfreicher Plan generiert werden. Die erkannten Ziele und generierten Pläne dienen als Grundlage für die Erzeugung der Hilfsinformation. Dabei wird sowohl bereichsspezifisches Wissen als auch Wissen aus dem Benutzermodell berücksichtigt. Bei der *Planüberwachung* wird analysiert, warum ein Benutzer den vorgeschlagenen Plan ab-geändert hat.

Das Projekt PHI (Planbasierte Hilfesysteme) soll vor allem die Verzahnung von Planerkennung und Plangenerierung analysieren. Dabei wird ein logikorientierter Ansatz verfolgt. Geeignete logische Formalismen werden untersucht und bilden die Grundlage für eine Implementierung.

Das PHI-Projekt gliedert sich in drei Teilgruppen:

- In der Gruppe PHI-PE (logik-orientierte Planerkennung) sollen die theoretischen und implementatorischen Arbeiten zur Planerkennung durchgeführt werden. Angestrebt wird ein inkrementeller, nicht-monotoner Planerkenner, der epistemisch orientiert arbeitet.
- In der Gruppe PHI-PG (logik-orientierte Plangenerierung) wird die deduktive Plangenerierungskomponente entwickelt. Als Basis dient ein deduktives Programmsynthesesystem. Ziel ist die Integration und Implementierung verschiedener, besonders geeigneter Planungsmethoden und Planungsstrategien.
- In der Planüberwachungsgruppe (PHI-PÜ) soll untersucht werden, wie Techniken der Erkennung und Generierung für Aufgaben der Planüberwachung genutzt werden können.

1.9.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die Implementierung des ersten PHI-Prototypen wurde abgeschlossen. Plangenerierer und -erkenner arbeiten nun im ersten Verzahnungsmodus: Ausgehend von Beobachtungen des Planerkenners werden aus einer Datenbasis geeignete Planspezifikationen selektiert. Aus diesen erzeugt der Planer verschiedene Planhypothesen. Planhypothesen sind abstrakte Pläne, also solche, die Variablen und abstrakte Kommandos enthalten. Sie bilden die Grundlage für die Planerkennung: Der Planerkenner prüft für jede der aufgestellten Hypothesen, ob die beobachtete Folge von Aktionen eine Instanz eines Anfangsstückes ist. Hypothesen, für die dies nicht der Fall ist, werden verworfen. So verringert sich mit zunehmender Beobachtungsfolge die Hypothesenmenge. Bleibt schließlich nur noch eine Planhypothese übrig und kann diese aufgrund der bereits erfolgten Beobachtungen in eindeutiger Weise instanziiert werden, so gilt der Plan als erkannt. Das System führt dann auf Wunsch den Plan automatisch zu Ende (*semantic plan completion).*

Die Beobachtungen des Planerkenners erfolgen auf der Basis eines Simulators für das UNIX-mail System, das wir als erste Anwendungsdomäne ausgewählt haben.

Für das System wurde eine Window-Oberfläche realisiert, die die verzahnte Arbeitsweise von Planerkenner und -generierer gut erkennen läßt. Sie stellt zudem eine graphische Aufbereitung der bei der Generierung entstehenden Beweisbäume zur Verfügung und damit ein komfortables Werkzeug zur Evaluierung der Planungsstrategien.

Zur Realisierung des deduktiven Planers wurde eine Taktikensprache implementiert, in der Beweis- bzw. Planungsstrategien explizit formuliert werden können. Zunächst wurden die Strategien zur Generierung sequentieller Pläne und zum Beweis der entsprechenden Planzusicherungen implementiert.

Die Entwicklung des deduktiven Planers wurde fortgesetzt. Seine Regelbasis ist um Regeln zur Behandlung des *chop*-Operators erweitert worden (*chop*-Komposition, *chop*-Einführung und Elimination) sowie um einige abgeleitete Regeln. Diese Erweiterungen haben dazu geführt, daß die Strategie zur Erzeugung sequentieller Pläne vereinfacht werden konnte und haben damit die Performanz des Plangenerierers deutlich erhöht.

Mit Hilfe einer Regel zur Einführung des Konditionals *if...then...else* und der Integration entsprechender Strategien in das Planungssystem können nun auch bedingte Pläne erzeugt werden. Damit ist es möglich, Pläne auch aus unvollständigen Planspezifikationen abzuleiten.

Aktuelle Erweiterungen der logischen Basis des Gesamtsystems betreffen die Repräsentation nicht-linearer Pläne durch entsprechende LLP-Formeln. Nicht-lineare Pläne enthalten einen zusätzlichen Abstraktionsgrad, da die Ausführungsreihenfolge von unabhängigen Teilplänen unspezifiziert bleibt.

In diesem Zusammenhang sollen konjunktive Zielbeschreibungen adäquat behandelt werden. Dazu wurde eine Heuristik zur Ordnung der Teilziele entwickelt, die negative Interaktionen beim Planen der Teilziele vorab vermeidet und einen effizienten Gesamtplan entstehen läßt. Die Heuristik beruht zum einen auf der automatischen Analyse der Aktionsaxiome und zum anderen auf domänenunabhängigen allgemeinen Ordnungskriterien.

Eine aktuelle Erweiterung betrifft außerdem die Einführung von temporalen Abstraktionen in Pläne, die als Hypothesen für die Planerkennung dienen. Temporale Abstraktion bedeutet, daß man vom konkreten Ausführungs*zeitpunkt* eines Teilplanes innerhalb eines Gesamtplanes abstrahiert. Der entsprechend formulierte Teilplan enthält noch zusätzliche Bedingungen an das Zeitinterval, in dem er ausgeführt wird. Die Einführung temporaler Abstraktion geschieht unter Berücksichtigung des Benutzermodells desjenigen Benutzers, der gerade beobachtet wird. Damit erfolgt temporale Abstraktion gezielt und führt nicht zu beliebig allgemeinen Planhypothesen, die den Erkennungsprozeß unnötig aufblähen.

Die Arbeiten an der Realisierung des zweiten Verzahnungsmodus (Generierung optimaler Pläne) wurden fortgesetzt. Neben der Festlegung von Kriterien, die die Qualität eines Planes beschreiben, wurde an der Interpretation abstrakter Pläne gearbeitet. Dazu wird ein Transformationsverfahren entwickelt, das aus abstrakten Plänen konkrete Pläne erzeugt, d.h. solche, die einem Benutzer in einer konkreten Situation angeboten werden können und unmittelbar ausführbar sind.

Während der Transformation eines abstrakten in einen konkreten Plan werden Optimierungen vorgenommen, die bei der Erzeugung des abstrakten Planes aufgrund unvollständiger Information nicht durchgeführt werden konnten.

Zur Zeit wird ein theoretisches Modell entwickelt, das zum Aufbau eines adaptierbaren, flexiblen, deduktiven Planers führen soll. Der Begriff des optimalen Planes wird dabei immer relativ zum "Konsumenten" eines Planes gesehen. In unserem Hilfesystemkontext sind mögliche Konsumenten konkreter Pläne Benutzer, denen ein Lösungsweg vorgeschlagen wird, oder, für den Fall, daß der generierte Plan automatisch ausgeführt wird, das Anwendungssystem selbst; Konsument abstrakter Pläne ist der Planerkenner. Die Bedürfnisse jedes Konsumenten werden schon bei der Plangenerierung berücksichtigt. Für den deduktiven Planer bedeutet dies, daß die Ansteuerung des Beweisprozesses der Änderung der Planqualitätskriterien angepaßt werden muß. Um trotz dieser Flexibilisierung effiziente Planungsstrategien zu erhalten, sind neue Kontrollstrukturen für die Taktikensprache notwendig.

Im Bereich der Wiederverwendung von Plänen konzentrierten sich die Arbeiten im Berichtszeitraum auf die vollständige Ausarbeitung des Verfahrens im Rahmen der LLP Logik. Der gewählte Ansatz, einen Matrixkalkül zu verwenden, konnte weiter präzisiert werden. Als Ausgangspunkt wurde die Erweiterung des Matrixkalküls auf Modallogiken mit möglicher Welten Semantik von Wallen (1989) weiter untersucht. Das prinzipielle Konzept dieser Arbeit läßt sich auch auf Modallogiken mit intervallbasierter Semantik übertragen.

Während in Wallens Ansatz die mögliche Welten-Semantik nachgebildet wird, erfordert eine Übertragung der Grundidee auf LLP die Nachbildung der Intervall-Semantik. Diese ist wesentlich komplexer. Beide Semantiken unterscheiden sich durch die auf den Welten bzw. Intervallen definierten Erreichbarkeitsrelationen. Wallen betrachtet Modallogiken mit einer Erreichbarkeitsrelation. In LLP werden jedoch verschiedene Erreichbarkeitsrelationen benutzt um die Semantik der Modaloperatoren zu beschreiben. Neben einer (reflexiven und transitiven) Relation zur Deutung des *sometimes*- bzw. *always*-Operators, gibt es die unmittelbare Erreichbarkeit (für den *next*-operator) sowie die Komposition zur Deutung des *chop*.

Das Planmodifikationsverfahren wurde auf weitere Typen von Planspezifikationen angewandt. Bisher konnten ausschließlich Planspezifikationen vom Typ *liveness property* behandelt werden. Es zeigte sich, daß das Verfahren sofort auf Planspezifikationen übertragen werden kann, die die *totale* bzw. *partielle Korrektheit* von Plänen beschreiben.

Neben sequentiellen Plänen wurden nun auch bedingte und möglicherweise nicht terminierende Pläne in die Untersuchung einbezogen.

Während des Gastforscheraufenthaltes von Dr. Camilla Schwind (Faculte des Sciences de Luminy, Marseille) wurde außerdem untersucht, wie sich die von uns speziell für Kommandosprachenumgebungen entwickelte Planungslogik LLP für klassische Planungsumgebungen (Blockwelt und ähnliche Szenarios) eignet. Dabei wurden, im Vergleich mit dem von ihr entwickelten modallogischen Planungsansatz, insbesondere die Behandlung der klassischen Planungsprobleme (frame, ramification) sowie die Einbeziehung allgemeiner Weltgesetze in die Axiomatisierung des Planungsbereiches diskutiert.

Im Bereich der Wiederverwendung von Plänen konnte die vollständige Ausarbeitung des Beweisverfahrens abgeschlossen werden. Für den modellbasierten Ansatz, der auf einem Matrix-

verfahren beruht, wurde ein Übersetzungsalgorithmus für LLP entwickelt, der die Logik in Prädikatenlogik erster Stufe mit Constraints übersetzt. In Kooperation mit dem HYDRA Projekt am DFKI werden gegenwärtig die Eigenschaften dieses Constraintsystems untersucht. Da das Übersetzungsverfahren relativ aufwendig ist, wurde für die Implementierung des Beweisverfahrens im PHI System ein zweiter, beweistheoretischer Ansatz entwickelt. Dieser Ansatz benutzt den für LLP entwickelten Sequenzenkalkül um die für die Wiederverwendung von Plänen notwendigen Beweise zu führen. Dazu wurden spezielle Taktiken entwickelt, die die Regelanwendungen während des Beweises steuern. Gegenüber dem modelltheoretischen Ansatz hat der beweistheoretische Ansatz den Vorteil, daß er wesentlich effizienter ist. Sein Nachteil besteht darin, daß er auf spezielle Typen von Spezifikationsformeln ausgerichtet ist und aus Effizienzgründen kein vollständiges Suchverfahren entwickelt wurde. Durch zusätzliche Taktiken kann das Vefahren jedoch auf weitere Typen von Spezifikationen erweitert sowie die Vollständigkeit in der Suche erreicht werden. In einem ersten Prototyp wurde das Verfahren implementiert. Innerhalb des Systems ist es jetzt möglich, neue Pläne durch die Wiederverwendung beliebiger vorhandener Pläne zu erzeugen. Die Arbeiten zum Planmodifikationsverfahren wurden damit im wesentlichen abgeschlossen.

Als neuer Schwerpunkt steht die Repräsentation der Planbibliothek sowie die Formalisierung der auf ihr arbeitenden Verfahren (Suche eines geeigneten Kandidaten in der Bibliothek, Aktualisierung der Planbibliothek durch Aufnahme weiter Pläne) im Mittelpunkt. Ebenso wie das Planmodifikationsverfahren werden die Operationen in der Planbibliothek auf einem deduktiven Verfahren beruhen. Dabei werden LLP-Planspezifikationen als Konzepte in einer terminologischen Logik und die Planbibliothek als eine Konzepttaxonomie repräsentiert. Das Suchen eines geeigneten Kandidaten in der Bibliothek sowie die Aktualisierung der Planbibliothek können damit als Klassifikationsoperationen über der Konzepttaxonmie formalisiert werden. In einer prototypischen Implementierung einer PHI Planbibliothek im System RAT, das im WIP Projekt am DFKI entstanden ist, wurde dabei ein erster Ansatz zur Darstellung von LLP Spezifikationsformeln in einer terminologischen Logik entwickelt.

Einen Plan zu erkennen, heißt ausgehend von einer Menge von Beobachtungen eine oder mehrere zulässige Planhypothesen aufzustellen. Dies ist ein inhärent abduktiver Prozeß, und es hat sich bestätigt, daß ein abduktives Konzept für die Planerkennung in PHI am geeignetsten ist.

Im Berichtszeitraum wurde daran gearbeitet, die Erfahrungen, die bei der Untersuchung abduktiver Ansätze gewonnen wurden, auf die konkreten Anforderungen im Projekt zu übertragen. Insbesondere stellte sich das Problem, den Abduktionsbegriff auf den hier zugrundeliegenden modalen Kontext zu übertragen.

Es zeigt sich, daß abduktives Schließen hier in zwei getrennten Phasen erfolgt:

- 1.Phase: Aufstellen der Hypothesen
- 2.Phase: Überprüfen der Hypothesen nach Eingang neuer Beobachtungen (Verifikationsphase)

Phase eins wurde realisiert durch eine Integration von Planerkenner und Plangenerierer. Aus einer Datenbasis selektiert der Erkenner die zu den aufgetretenen Aktionen passenden Planspezifikationen. Aus ihnen leitet der Plangenerierer eine Menge von Planhypothesen ab. Der Plan-

erkenner hat nun die Aufgabe, diese Hypothesen beim Eingang neuer Beobachtungen zu validieren und gegebenenfalls zu verwerfen.

Es wurde deutlich, daß das logische Modell der Abduktion, bei dem gefordert wird, daß aus dem Weltwissen und der Hypothese die Beobachtung abgeleitet werden kann, hier nicht ausreicht. Vielmehr muß mit dem Begriff der *konkretisierten Hypothese* gearbeitet werden. Eine Planhypothese ist in einem Intervall *i* gültig, wenn sie über die Beobachtung im gegebenen Intervall konkretisiert werden kann. Das bedeutet insbesondere, daß aus der konkretisierten Hypothese die Beobachtung folgt. Mit diesem Ansatz lassen sich sowohl temporale Abstraktionen (z.B. durch den Modaloperator *sometimes*) und abstrakte Kommandos als auch die programmiersprachennahen Kontrollstrukturen *while* und *if...then...else* behandeln.

Abduktives Schließen wurde unter Berücksichtigung der obigen Ergebnisse neu definiert, wobei der Begriff der Konkretisierung semantisch charakterisiert ist. Zur Zeit wird an einem Verfahren gearbeitet, die Konkretisierungen von Planhypothesen effizient zu berechnen. Die Grundidee des Algorithmus basiert darauf, LLP-Pläne äquivalent durch eine Art verkettete Graphen darzustellen. Ein solcher Graph kann dann als eine Klasse von Modellen der zugehörigen LLP-Formel aufgefaßt werden.

Der bisher realisierte Planerkenner behandelt alle aktuellen Planhypothesen gleich, d.h. es gibt kein Kriterium, eine Hypothese einer anderen vorzuziehen. Geht man jedoch davon aus, daß jeder Benutzer Präferenzen für bestimmte Aktionen oder Aktionsfolgen besitzt, so liegt es nahe, diese Information in Form einer a-priori-Bewertung der Wahrscheinlichkeit einer Aktionsfolge (Planhypothese) auszunutzen. Mit Hilfe eines solchen Wahrscheinlichkeitsmaßes ist es dann möglich, die gültigen Hypothesen zu ordnen und zu einem gegebenen Zeitpunkt die wahrscheinlichste zu selektieren bzw. solche mit geringer Wahrscheinlichkeit zu ignorieren.

Die Anforderungen an ein solches Wahrscheinlichkeitsmaß sind folgende:

- *Unvollständiges Wissen* über den Hypothesenraum muß ebenso darstellbar sein wie
- *Unsicherheit* in der Verteilung der numerischen Werte.
- Es muß die Möglichkeit bestehen, das Maß aufgrund neuer Evidenzen (z.B. Beobachtungen von Aktionen des Benutzers) zu *aktualisieren*.

Die Evaluierung verschiedener wahrscheinlichkeitstheoretischer Ansätze hat gezeigt, daß die Evidenztheorie von Dempster und Shafer alle diese Eigenschaften besitzt. Zur Zeit wird daran gearbeitet, auf dieser Theorie aufbauende numerische und regelbasierte Mechanismen mit der Repräsentation von Planhypothesen in unserer Temporallogik LLP zu vereinen.

Die algorithmische, auf einer Graph-Darstellung basierende, Realisierung der Planerkennung wurde weiter vorangetrieben. Die Transformation von LLP-Formeln in Graphen ist bereits realisiert. Für Planformeln entsprechen dabei die Knoten des Graphen Aktionen und Vorbedingungen, verschiedene Sorten von Kanten repräsentieren zeitliche Beziehungen zwischen Aktionen bzw. Aktionsfolgen. Die Grundstruktur eines Algorithmus zur Planerkennung mittels dieser Graphen wurde entworfen.

Um jederzeit eine Auswahl der wahrscheinlichsten Pläne treffen zu können, werden bei der Planerkennung auch numerische Verfahren eingesetzt. Dabei macht es die Wahl der Evidenz-

sog. *Hypothesenraums* H, eines *Evidenzenraums* E sowie einer mengenwertigen Abbildung Γ

- Artificial Intelligence Center SRI International und Stanford University, Prof. Dr. R. Waldinger
- Yale University, Dept. of Computer Science, Michael Beetz
- University of British Columbia, Dr. Andrew Csinger
- IRST, Trento, Dr. Fausto Guinchiglia
- GIA, Marseille, Dr. Camilla Schwind
- University of Essex, Dept. of Computer Science, Dr. Sam Steel
- Universität Karlsruhe, Institut LKD, Dr. Werner Stephan

1.9.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

M. Bauer: *An Interval-Based Temporal Logic in a Multivalued Setting*, Proceedings of the 11th International Conference on Automated Deduction (CADE-92), LNCS 607, Springer Verlag, 1992.

M. Bauer: *An Interval-Based Temporal Logic in a Multivalued Setting*, Research Report RR-92-10, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), July 1992.

M. Bauer: *Implementation of Temporal Modalities in MVL*, AAAI-92 Workshop on Implementing Temporal Reasoning, San Jose, CA, July 1992.

M. Bauer, S. Biundo, D. Dengler, J. Köhler, G. Paul: *A Logic-Based Tool for Intelligent Help Systems*, Research Report RR-92-52, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), July 1992, wird auch erscheinen in: Proceedings des Workshops "Planen und Konfigurieren" (PUK-93).

S. Biundo: *Automatische Synthese rekursiver Programme als Beweisverfahren*, Informatik Fachberichte IFB 302, Springer Verlag 1992.

S. Biundo, D. Dengler: *Deductive Planning in a Command Language Environment*, in: Proc. of the DFKI Workshop on Planning, S. Biundo, F. Schmalhofer (eds.), DFKI Document D-92-07, 1992.

S. Biundo, D. Dengler, J. Köhler: *Deductive Planning and Plan Reuse in a Command Language Environment*, Proceedings of the 10th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-92), wird erscheinen.

S. Biundo, D. Dengler, J. Köhler: *Deductive Planning and Plan Reuse in a Command Language Environment*, Proceedings of the 11th Workshop of the UK Planning Special Interest Group, University of Sussex, England, 1992.

S. Biundo, F. Schmalhofer (Hrsg.): *Proceedings of the DFKI Workshop on Planning*, DFKI Document D-92-07, 1992.

S. Biundo, D. Dengler, J. Köhler: *Deductive Planning and Plan Reuse in a Command Language Environment*, Proc. of the 10th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-92), Wien, August 1992.

M. Hecking: *Iterative Deductive Plan Recognition with a Modal Temporal Logic*, Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Producing Cooperative Explanations, Working Notes, Stanford University, 1992.

M. Hecking, M. Bauer, G. Merziger: *Iterative Plan Recognition*, in: Proc. of the DFKI Workshop on Planning, S. Biundo, F. Schmalhofer (eds.), DFKI Document D-92-07, 1992.

J. Köhler: *A Theorem Proving Approach to Plan Modification*, Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Computational Considerations in Supporting, Incremental Modification and Reuse,Working Notes, Stanford University, 1992.

J. Köhler: *A Theorem Proving Approach to Plan Modification*, in: Proc. of the DFKI Workshop on Planning, S. Biundo, F. Schmalhofer (eds.), DFKI Document D-92-07, 1992.

J. Köhler: *Towards a Logical Treatment of Plan Reuse*, Proceedings of the 1st International Conference on AI Planning Systems, Morgan Kaufmann, 1992.

G. Merziger: *Approaches to Abduction - An Overview*, DFKI Research Report RR-92-08, 1992.

B. Nebel und J. Koehler: *Plan Modification versus Plan Generation: A Complexity-Theoretic Perspective*, Research Report RR-92-48, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), Januar 1992, wird auch erscheinen in: Proceedings des Workshops "Planen und Konfigurieren" (PUK-93).

W. Stephan und S. Biundo: *A New Logical Framework for Deductive Planning*, wird erscheinen in: Proceedings des Workshops "Planen und Konfigurieren" (PUK-93).

Vorträge:

M. Bauer: *An Interval-based Temporal Logic in a Multivalued Setting*, 11th International Conference on Automated Deduction, Saratoga Springs, NY, 17.6.1992.

S. Biundo: *Deduktives Planen mit einer modalen Temporallogik.*, Institutskolloquium der Fachgruppe Intellektik, TH Darmstadt, 29.1.1992.

S. Biundo: *Deduktives Planen in einer Kommandosprachenumgebung*, DFKI Workshop Planen, Kaiserslautern, 5.2.1992.

S. Biundo: *Automated Synthesis of Recursive Algorithms as a Theorem Proving Tool*, Workshop on Induction, Universität des Saarlandes, 28.4.1992.

S. Biundo: *Deductive Planning and Plan Reuse in a Command Language Environment*, European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-92), Wien, 7. 8. 1992.

S. Biundo: *A Deductive Planning Component for Intelligent Help Systems*, Institutskolloquium am GIA, Marseille, 15. 12. 1992.

M. Hecking: *Iterative Planerkennung*, DFKI Workshop Planen, Kaiserslautern, 5.2.1992.

M. Hecking: *Iterative Deductive Plan Recognition with a Modal Temporal Logic*, AAAI Spring Symposium on Producing Cooperative Explanations, Stanford University, Palo Alto, CA, 26.3.1992.

J. Köhler: *Ein deduktiver Ansatz zur Plan-Modifikation*, DFKI Workshop Planen, Kaiserslautern, 5.2.1992.

J. Köhler: *The Principle of Minimal Change as a Paradigm for Plan Reuse*, AAAI Spring Symposium on Computational Considerations in Supporting Incremental Modification and Reuse, Stanford University, Palo Alto, CA, 26.3.1992.

J. Köhler: *Plan Reuse and Plan Generation in PHI*, Kestrel Institute, Palo Alto, CA, 27.3.1992.

J. Köhler: *Deductive Planning and Plan Reuse in a Command Language Environment*, 11th Workshop of the UK Planning Special Interest Group, Brighton, England, 8.4.1992.

J. Köhler: Towards a Logical Treatment in Plan Reuse, Postersession, 1st International Conference on AI Planning Systems, University of Maryland, MD, 15.6.1992.

W. Wahlster: *Integrating Planning and Plan Recognition: A Deductive Approach*, RIKS, Maastricht, 22.5.1992

W. Wahlster: *Intelligente Multimodale Benutzerschnittstellen*, Vortrag bei der Siemens AG, München, 27.10.92

W. Wahlster: *Intelligente Benutzerschnittstellen als Grundlage erfolgreichen Informationsmanagements*, Festvortrag zur Eröffnung der Saarländischen Technologiemesse, Saarbrücken, 30.10.92

W. Wahlster: *Perspektiven intelligenter, plan-basierter Benutzerschnittstellen*, Festvortrag, IBM-Kolloquim für Prof. Endres, 17.12.92

Veranstaltungen:

S. Biundo: Kurs "Deduktive Planungsverfahren" , 10. Frühjahrsschule Künstliche Intelligenz, Günne, 21. - 28.3.1992.

S. Biundo: Vorlesung "Deduktive Planungsverfahren" , Universität des Saarlandes, SS 1992.

S. Biundo: Fortgeschrittenenpraktikum "Planen durch deduktive Programmsynthese" WS 1991/92.

D. Dengler: Fortgeschrittenenpraktikum "Deduktive Generierung nicht linearer Pläne" SS 1992

1.9.4. Personalia

1992 bestand die PHI-Gruppe aus:

Prof. Dr. W. Wahlster (Bereichsleiter)	(0681-302-5251)
Dipl.-Inform. M. Bauer	(0681-302-5260)
Dr. S. Biundo	(0681-302-5256)
Dipl.-Inform. D. Dengler	(0681-302-5259)
Dipl.-Inform. M. Hecking (bis 30.5.92)	(0681-302-5257)
Dipl.-Inform. J. Köhler (ab 1.3.92)	(0681-302-5259)
Dipl.-Inform. G. Paul (vormals Merziger)	(0681-302-5260)

1.10. Projekt WIP

Das Projekt Wissensbasierte Informationspräsentation (WIP; BMFT Förderkennzeichen ITW 8901 8) wurde am 1. April 1989 begonnen und läuft bis 31. März 1993

Intelligente Benutzerschnittstellen als Komponenten intelligenter Hilfesysteme, Betriebswarten oder Expertensysteme der nächsten Generation müssen in der Lage sein, vorliegendes Wissen auf flexible Weise in unterschiedlichen Präsentationssituationen jeweils angemessen darzubieten. Im Projekt WIP sollen die Grundlagen für ein Werkzeug zur wissensbasierten Informationspräsentation erforscht werden, das

- kontextgesteuert die darzubietende Information auswählt und benutzerspezifisch unterschiedliche Verdichtungsgrade bei der Präsentation wählt,
- eine Entscheidung über die Präsentationsmodalität trifft und ausgehend von Ausdrücken derselben Wissensrepräsentationssprache bedeutungsgleiche Darstellungen in den gewählten Präsentationsmodi erzeugt,
- Texte und natürlichsprachliche Elemente von Graphiken in mehreren Einzelsprachen generieren kann.

Zur Bewältigung dieser Aufgaben wird nicht nur anwendungsspezifisches Fachwissen benötigt, sondern auch Alltagsintelligenz, die auf Faustregeln, Erfahrungswerten und Alltagstheorien beruht. Gemäß der inhaltlichen Schwerpunkte gliedert sich das WIP-Projekt in drei Arbeitsgruppen. Die Gruppe *Präsentationsplanung* konzentriert sich auf die Bestimmung der mitzuteilenden Information und die Integration unterschiedlicher Modi (Text, Graphik, Gestik, Animation) in ein Dokument. Die *Sprachgenerierungsgruppe* beschäftigt sich mit der Entwicklung eines TAG-basierten, inkrementell arbeitenden Generierungssystems. Anpassungen und Erweiterungen der Wissensrepräsentationssprache SB-ONE im Hinblick auf die WIP-spezifischen Repräsentationsprobleme stehen im Vordergrund der Gruppe *Wissensrepräsentation*. Die wissenschaftlichen Ergebnisse von WIP sollen in mehreren Demonstratordomänen erprobt werden. Dazu wird ein WIP-System entwickelt, das die Funktion einer unidirektionalen Schnittstelle zwischen einem Anwendungssystem und einem oder mehreren Anwendern übernimmt.

1.10.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die Arbeit der Präsentationsplanungsgruppe konzentrierte sich im wesentlichen auf die Evaluierung und Verfeinerung der verschiedenen Teilkomponenten Präsentationsplaner, Graphik-Design umd Layout. Das Repertoire an Präsentations- und Designstrategien wurde beträchtlich erweitert und in den drei Anwendungsdomänen (Espressomaschine, Rasenmäher und Modem) getestet.

1.10.1.1. Teilprojekt Präsentationsplanung

Präsentationsplaner

Im Themenbereich Präsentationsplanung wurden Umstrukturierungsphänomene bei der Dokumenterzeugung näher untersucht. Dabei wurden drei Arten von Umstrukturierungs-

strategien identifiziert: Output Sharing, Structure Sharing und Structure Adding. Output Sharing tritt auf, wenn Dokumentteile wiederverwendet werden. Hingegen liegt Structure Sharing vor, wenn nicht nur Dokumentteile, sondern auch die zugrundeliegende rhetorische/intentionale Struktur gemeinsam verwendet werden. Während bei Structure Sharing Teile des Dokumentplans herausfaktorisiert werden, werden bei Struktur Adding zusätzliche Teile hinzugefügt.

Die bisherigen Untersuchungen zur Referenz auf Bildmaterial zeigten die Notwendigkeit auf, nicht nur syntaktische, sondern auch semantische Inforrmation zu Bildern explizit zu repräsentieren. Um die semantische Beziehungen zwischen Bildteilen/Bildrelationen und Objekten/Relationen zu beschreiben, wurde ein zweistelliges Prädikat der Form (Encodes graphical-means information) eingeführt. Mit Encodes-Relationen lassen sich dabei Bildinhalte nicht nur auf individueller (z.B. welche Bildkonstituenten welche Objekte darstellen), sondern auch auf generischer Ebene (z.B. wie welche Eigenschaften im Bild dargestellt werden) beschreiben. Eine semantische Beschreibung eines Bildes setzt sich dann aus einer Menge solcher Encode Relationen zusammen.

Die Verfahren zur Propagierung der Präsentationsmodi während des Planungsprozesses wurden verbessert. Dadurch wurde eine feinere Verzahnung von Inhaltsselektion und Modusselektion ermöglicht. Darüberhinaus wurde ein Algorithmus zur Referenzierung von Objekten in multimodalen Dokumenten implementiert, der sowohl Merkmale des Objekts in der Welt als auch Merkmale des Objekts im Bild sowie deren Interpretation berücksichtigt. Um Objekte auch durch räumliche Information voneinander abgrenzen zu können, wurde das ebenfalls von der PP-Gruppe entwickelte System LOC-SYS, das Objekte im Bild relativ zu anderen Bildteilen lokalisiert, erweitert. Während LOC-SYS bisher nur bestimmen konnte, in welcher räumlichen Beziehung zwei Objekte zueinander stehen, ist es nun auch möglich, festzustellen, ob das Objekt durch diese Beziehung eindeutig charakterisiert wird. Eine Besonderheit des Ansatzes zur Objektreferenz ist, daß in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Zeit auf unterschiedliche Methoden zur Attributauswahl zurückgegriffen wird.

Graphikgenerator

Während in der bisherigen Implementierung Graphikdesign auf einfachen Transformations-

An den Teilmodulen des Graphikgenerators wurden zahlreiche Erweiterungen sowohl im 2D als auch im 3D Bereich vorgenommen. So wurden beispielsweise für die Annotation von Objektdarstellungen mehr als 50 neue Annotationsregeln definiert und die Annotationskomponente wurde dahingehend erweitert, daß auch Objektgruppen annotiert werden können. Bei dieser Annotationsart werden Gruppen durch Klammern graphisch markiert . Eine wichtige Erweiterung der für die Verwaltung und Manipulation der 3D-Modelle zuständigen Komponente zielte auf eine Trennung zwischen*Weltszenen* und *illustratorischen Szenen* ab. Hierdurch wurde ein Rahmen geschaffen, der es erlaubt, einen Weltzustand in unterschiedlichen Bildern darzustellen und umgekehrt in einem Bild unterschiedliche Weltzustände zu illustrieren.

Layout-Manager

Neben der Pflege und Erweiterung der Constraint-Wissensbasis für die

Plazierungskomponente CLAY, war die Arbeit hier im wesentlichen auf die Entwicklung einer automatischen Typographiekomponente konzentriert. Die Aufgabe besteht darin, die vom TAG-Generator erzeugten Texte geeignet zu organisieren und zu formatieren. Hierzu lassen sich auf einer abstrakten Ebene Relationen zwischen verschiedenen Texttypen (wie z.B. Standardtext, Aufzählungen, eingerückte Paragraphen, Fußnoten etc.) mittels Constraints deklarativ spezifizieren. Diese können dann auf der Realisierungsebene durch entsprechende Textformatierungsroutinen (zB. TeX-Befehle) visualisiert werden.

Für den Layout-Manager wurde insbesondere die konzipierte automatische Typographiekomponente implementiert und in den LayLab-Prototypen integriert. Diese verwendet den schon der Positionierungskomponente zugrundeliegenden Constraint-Hierarchie-Ansatz zur Priorisierung von Relationen zwischen Texttypen (wie z.B. Basistext, Titel, Überschrift, Bildlegende, Aufzählung etc.). Semantisch-pragmatische Beziehungen zwischen verschiedenen Textteilen werden hierbei durch die entsprechenden Formatierungs-Constraints reflektiert. Die low-level Formatierung der einzelnen Textobjekte nach allgemeinen Lesbarkeitskriterien und typographischen Regeln wird mittels eines regel-basierten Ansatzes realisert.

Die Typographiekomponente bietet darüberhinaus auch eine verbesserte Version des Gridgenerierungsmoduls, das nun die Verarbeitung einer Menge verschiedenener Grids (sog. *superimposed grids*) erlaubt und damit eine größere Flexibilität erzielt.

Auf der theoretischen Seite wurden neue constraint-basierte Formalismen zur deklarativen Repräsentation von allgemeinen Designstrategien untersucht. Außerdem wurden Erweiterungsmöglichkeiten des mehrstufigen Constraint-Solver-Modells im Hinblick auf die zukünftige Planung dynamischer Präsentationen, die die Verwendung weiterer Modi/Media (wie etwa Animation und Hypermedia) sowie Interaktion erfordert, diskutiert.

1.10.1.2. Teilprojekt TAG-GEN: Grundlegende Erweiterungen von Tree Adjoining Grammars zur inkrementellen Generierung natürlicher Sprache

Daneben wurden auf der praktischen Seite einzelne Komponenten erweitert und verbessert. Darüberhinaus wurde die Implementation eines inkrementellen Parsers für TAGs mit Unifikation abgeschlossen. Auf der theoretischen Seite wurde an den folgenden

Unifikation, Rücknahme von Entscheidungen beim Generieren, Kompilation einer HPSG in eine TAG und Mikroplanung.

Die Realisierung der Unifikation und der Terminierungskontrolle wurde im Hinblick auf Laufzeitverbesserung überarbeitet. Dadurch konnte trotz einer im weiteren beschriebenen Steigerung der Funktionalität die Laufzeit des Systems pro generiertem Satz reduziert werden.

Die Linearisierungskomponente wurde neu strukturiert und mit dem Ziel erweitert, optionale Elemente flexibler zu positionieren. Die in WIP vorgegebenen Generierungsparameter werden sowohl bei der Regelauswahl im Interface als auch bei der Selektion einer angemessenen Linearisierungsstrategie berücksichtigt. Bei der Spezifikation des Ziels einer Äußerung ist es möglich, Fokusinformation anzugeben, die die Verarbeitung im Generator beeinflußt.

Auf dem Weg zur Realisierung einer Antizipations-Rückkopplungsschleife (AFL) wurde ein inkrementeller Parser für TAGs mit Unifikation implementiert. Die Eingabe des Parsers umfaßt ein variabel zu setzendes Startsymbol und den bereits generierten Präfix der Äußerung. Der Parser liefert als Ergebnis alle Ableitungsbäume im Gegensatz zu einem reinen Akzeptor. In einem nächsten Schritt sollen diese Ergebnisstrukturen zur Steuerung des Generators verwendet werden.

Unsere theoretischen Überlegungen konzentrierten sich auf Aspekte des TAG-Formalismus sowie auf Erweiterungen der Funktionalität des Generators.

Es wurden verschiedene Möglichkeiten der Übertragung der Definition multipler Adjunktion auf den in TAG-GEN verwendeten Formalismus UTAGs diskutiert. Der Begriff 'multiple adjoining' wurde auf dem TAG+ Workshop im Juni in Philadelphia von Shieber vorgestellt und beschreibt die Möglichkeit, in einem Knoten eines Ableitungsbaumes mehrere Adjunktionen vorzunehmen. Dadurch ergeben sich flachere Strukturen, die für die Anbindung und Linearisierung optionaler Elemente von Vorteil sind. Durch den Wegfall von Knoten muß die Anbindung der Merkmalsstrukturen in den Ergebnisbaum neu definiert werden, wobei die unterschiedlichen Möglichkeiten der resultierenden Informationspropagierung und ihre Anwendung für die Verarbeitung natürlicher Sprache weiter diskutiert werden müssen.

Beim Forschungsaufenthalt von R. Kaspar am DFKI wurde gemeinsam mit Mitarbeitern des Projektes DISCO die Umsetzung der Kompilation von HPSG nach TAG vorangetrieben. Ziel dieser Kooperation ist der Einsatz der in DISCO entwickelten HPSG für das Deutsche in unserem Generator. Im Anschluß an die Kompilation muß in einem noch zu konzipierenden Übersetzungsschritt die automatisch erzeugte TAG im Hinblick auf die inkrementelle Verarbeitung des Generators restrukturiert werden.

Zur Erhöhung der Flexibilität bei der Linearisierung optionaler Elemente wurde der Formalismus CDL-TAGs modifiziert, so daß reguläre Ausdrücke bei der Spezifikation der einzelnen Positionierungsregeln erlaubt sind. Diese Formalisierung unterstützt die Trennung von Entscheidungen auf der Dominanz- und Positionsebene des Generators.

Weitere theoretische Überlegungen zur Monitorkomponente befaßten sich mit der Rücknahme von Entscheidungen beim Generieren. Dieses Verhalten ist notwendig in einem inkrementellen System, da auf der Basis unvollständiger Information Teilergebnisse berechnet werden, die unter Berücksichtigung neu eintreffender Daten u.U. nicht mehr zu einem Gesamtergebnis zusammengefaßt werden können. Dabei spielt es eine entscheidende Rolle, ob Teile bereits geäußert sind und sich daher nicht mehr - wie in einem konventionellen Ansatz mit

Backtracking - zurücknehmen lassen. Auf Grundlage dieser Beobachtung wird im Monitor die Rücknahme von Entscheidungen als aktiver Strukturaufbau und -umbau realisiert.

Teilprojekt von Verbmobil. Dabei wurden Literaturstudien, Stand der Forschung und ein Arbeitsplan zum Thema 'spontansprachliche und inkrementelle Generierung' ausgearbeitet. Betrachtet wurden Anforderungen gesprochener Sprache an die Generierung, Mikroplanung, Wortwahl, Dominanzebene, Positionierung, Revision und Planung von Speechrepair, Fortsetzung von bereits geäußerten Fragmenten und die Steuerung der Generierung durch gekoppelte Ersetzungssysteme.

Bei der Grammatik für das Deutsche werden laufend Erweiterungen im Sprachumfang vorgenommen. Das Lexikon wird mit Wörtern der neuen Anwendungsdomäne Modem gefüllt.

1.10.1.3. Teilprojekt Wissensrepräsentation

Die Ergebnisse der im vergangenen Berichtszeitraum abgeschlossenen Arbeiten am Vergleich implementierter terminologischer Wissensrepräsentationssysteme wurden in einem Bericht (RR-92-16) dokumentiert. Der Bericht verdeutlicht die Unterschiede zwischen implementierten

simulierte Ausführung in der KRIS-ABox. Eine notwendige Voraussetzung für die erfolgreiche Implementierung dieses Teils war die oben beschriebene Modifikation der KRIS-ABox. Zusätzlich wurde eine einheitliche Schnittstelle zu RAT/KRIS entwickelt, die die Kooperation der übrigen Komponenten des WIP-Systems unterstützt.

Die Arbeiten zur Erweiterung von terminologischen Logiken um Sprachkonstrukte zur Repräsentation und Handhabung unsicheren Wissens wurden fortgesetzt. Die für die konkrete Sprache ALCP entwickelten probabilistischen Constraints erlauben in einem terminologischen Rahmen die Berechnung von korrekten Wahrscheinlichkeitsintervallen und dadurch die Ableitung von nicht explizit vorhandenem probabilistischen Wissen. Es konnte gezeigt werden, daß die Constraints vollständig sind und damit die existierenden unvollständigen Algorithmen, wie sie beispielsweise von Forschern an der Univ. Toulouse vorgestellt wurden, erweitern und verbessern. Die Ergebnisse wurden im Juli auf der Konferenz IPMU-92 in Palma de Mallorca vorgestellt.

In Zusammenarbeit mit der WINO-Gruppe des DFKI wurde im Februar ein interner Workshop zu terminologischen Logiken veranstaltet, der ein gemeinsames Forum zur Diskussion von Entwicklungen, Anwendungen, Spracherweiterungen und Erfahrungen bzgl. terminologischer Logiken innerhalb des DFKI herstellte und an dem mehr als 30 Mitarbeiter teilnahmen. Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Anwendung von terminologischen Logiken in verschiedenen DFKI-Projekten konnten herausgearbeitet und zukünftige Arbeiten innerhalb des DFKI auf diesem Gebiet abgestimmt und organisiert werden.

Die theoretischen Untersuchungen zu Problemen des Schließens über Planungswissen in Kooperation mit dem RKKLAB der Universität Linköping wurden fortgesetzt. Insbesondere wurde der Begriff der Kohärenz, der zu handhabbaren Planvalidierungsalgorithmen im Falle von unkonditionalen Plänen führt, auch auf konditionale Pläne erweitert, und es wurden algorithmisch handhabbare Planvalidierungskriterien für diesen Fall entwickelt, die notwending aber nicht hinreichend sind. Außerdem wurde die Subklasse der SAS-PUS Pläne weiter untersucht. In diesem Zusammenhang konnten wir zeigen, daß jede Erweiterung der SAS-PUS Beschränkung zu einem nicht-handhabbaren Planungsproblem führt.

Die Entwicklungs- und Implementierungsarbeiten an der assertionalen Komponente des Systems RAT (Repräsentation von Aktionen in Terminologischen Logiken) wurden verstärkt fortgesetzt. Neben der Instantiierung von Plänen und deren simulierter Ausführung in der KRIS-ABox wurden Methoden ausgearbeitet und implementiert, um die Effekte von Aktionen auf Objekte der ABox anschaulich nachverfolgen zu können. Ausserdem wurde die graphische Oberfläche des Systems insbesondere für Arbeiten auf der ABox-Ebene weiter ausgebaut. Die Integration des RAT Systems in das WIP Gesamtsystem wurde nahezu abgeschlossen.

Für eine neue im Rahmen des WIP-WR Projekts untersuchte Anwendungsdomäne (Bedienungsanleitung eines Modems) wurden die Modellierungsarbeiten durchgeführt. Auf der Basis der zur Modellierung der "Verbindungsaufnahme zwischen Modems" repräsentierten Aktionen und Plänen konnte die Leistungsfähigkeit des RAT Systems demonstriert werden.

Da geplant ist, die Audrucksstärke des RAT-Systems zu erweitern, inbesondere im Hinblick auf die Darstellbarkeit von qualitativen temporalen Relationen, wurde die Allensche Intervallalgebra als möglicher Kandidat für solch eine Erweiterung ins Auge gefaßt. Die in der Literatur beschriebenen Ergebnisse zu Berechenbarkeitseigenschaften sind jedoch insofern unbefriedigend, daß nur ein kleiner Teil der Algebra in polynomialer Zeit behandelt werden

kann. Zur Zeit wird in Zusammenarbeit mit der WINO Gruppe an einer weitergehenden Charakterisierung der Allenschen Intervallalgebra in Bezug auf ihre Berechenbarkeitseigenschaften gearbeitet.

Im Hinblick auf eine Verwendung des RAT-Systems als Informationsretrievalkomponente eines Planwiederverwendungssystems wurden erste Überlegungen zusammen mit der PHI-Gruppe angestellt. Insbesondere wurde eine Analyse zur komparativen Komplexität von Planerzeugung und Planmodifikation durchgeführt (siehe RR-92-48).

Im Zusammenhang mit der Analyse von Optimierungsmethoden für Terminologische Logiken in Kooperation mit der WINO-Gruppe und E.Franconi vom IRST wurden weitere Tests durchgeführt und eine erweiterte Version des auf der KR'92 präsentierten Papiers als Report (RR-93-03) veröffentlicht.

Die Ergebnisse der im vergangenen Berichtszeitraum abgeschlossenen Arbeiten am Vergleich implementierter terminologischer Wissensrepräsentationssysteme wurden auf der "10th National Conference of the American Association for Artificial Intelligence (AAAI-92)" im Juli in San Jose, CA, vorgestellt.

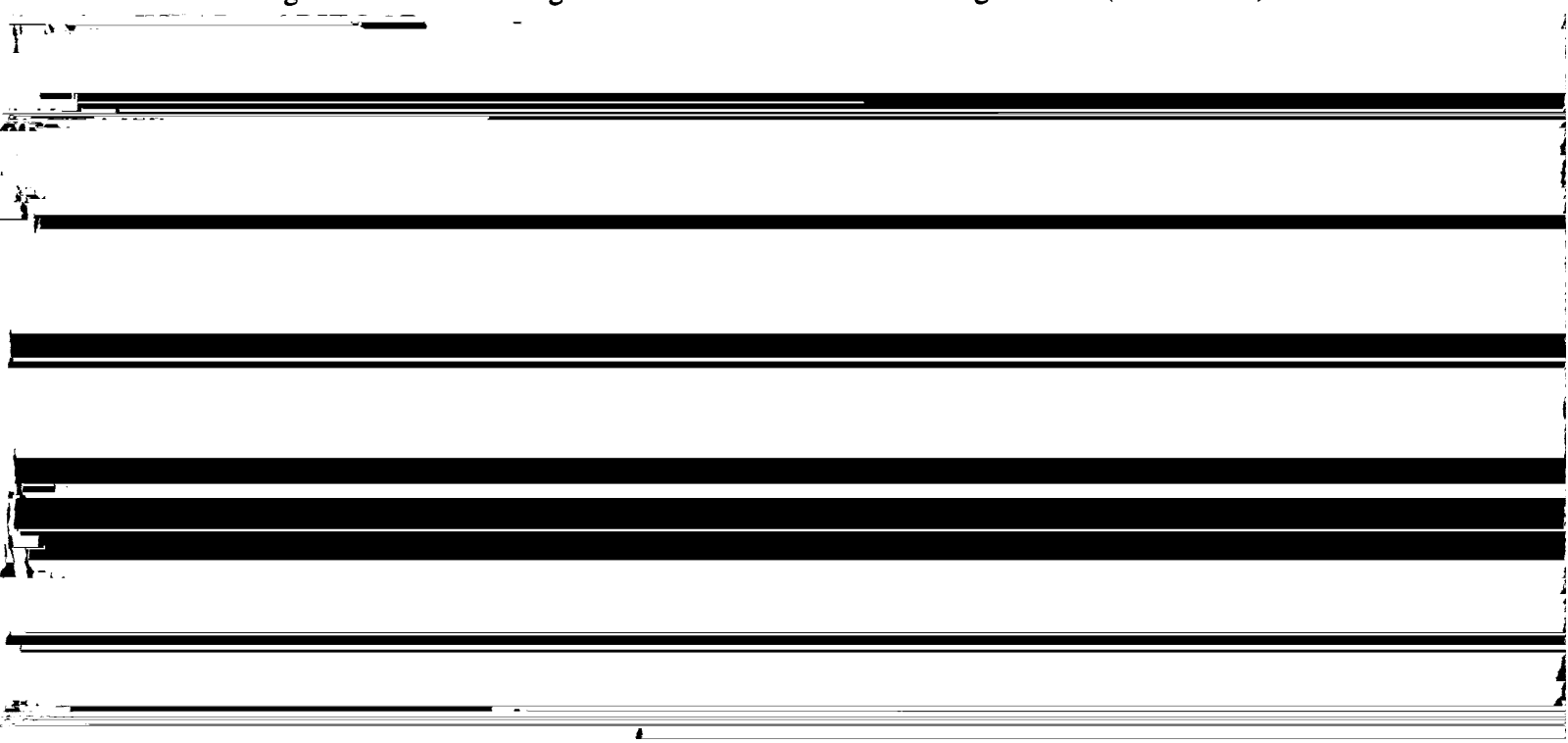
Die Arbeiten zur Erweiterung von terminologischen Logiken um Sprachkonstrukte zur Repräsentation und Handhabung unsicheren Wissens wurden fortgesetzt. Die Ergebnisse (insbesondere der Arbeiten des letzten Berichtszeitraumes) wurden im Juli auf der Konferenz IPMU-92 in Palma de Mallorca vorgestellt. In diesem Berichtszeitraum wurde mit einer entsprechenden Erweiterung des verallgemeinerten terminologischen Formalismus um eine assertionale Komponente begonnen. Neben dem im (verallgemeinerten) terminologischen Formalismus repräsentierbaren Wissen über Konzepte und unsichere Konzeptbeziehungen gestattet der entsprechende assertionale Formalismus die Darstellung und Handhabung von Objekten und Objektbeziehungen zugeordneten Vertrauenswerten.

In Zusammenarbeit mit der WINO-Gruppe des DFKI und der Technischen Universität Berlin wurde im September im Rahmen der Konferenz GWAI'92 ein Workshop zu terminologischen Logiken - Anwendungen und Spracherweiterungen - veranstaltet, der ein gemeinsames Forum zur Diskussion von Entwicklungen, Anwendungen, Erweiterungen und Erfahrungen bzgl. terminologischer Logiken in Deutschland herstellte und durch Arbeiten des DFKI wesentlich geprägt wurde. Von Seiten des WIP Projekts wurde das RAT System vorgestellt.

1.10.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

- Das TAG-GEN Teilprojekt setzte die Zusammenarbeit mit dem DISCO Projekt des DFKI fort. Gemeinsam wird an der Übersetzung der in DISCO entwickelten HPSG Grammatik in den TAG Formalismus gearbeitet.
- Im Rahmen einer zukünftigen Industriekooperation der Projekte DISCO und WIP wurde mit dem Institut für Informationstechnik unter der Leitung von Herrn Mangold vom Forschungszenturm Daimler-Benz in Ulm über die Zusammenarbeit bei der Generierung von Telephonauskünften verhandelt und ein Projektplan für einen von Daimler-Benz finanzierten Mitarbeiter am DFKI aufgestellt.

- Die Zusammenarbeit mit der AKA-WINO-Gruppe (Nachfolgeprojekt TACOS) des DFKI mit dem WIP-WR Teilprojekt wurde fortgesetzt.
- Bzgl. der Untersuchungen zum Schließen über Planungswissen (siehe oben) bestehen



- H. U. Block, Siemens München, 29. April
- Enrico Franconi, IRST Trento, 02.12.91-26.02.92
- W. von Hahn, Universität Hamburg, 29. April
- Dr. A. Kurematsu, Präsident von ATR, 20. März
- J. Laubsch, HP Labs Palo Alto, 16. Januar
- P. Patel-Schneider, AT&T Bell Labs., Juli-August 1992
- K. Vijay-Shanker, University of Delaware, Newark, 29.-30. Januar

1.10.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

F. Baader, B. Hollunder, B. Nebel, H.-J. Profitlich, E. Franconi: *An Empirical Analysis of Optimization Techniques for Terminological Representation Systems*, in: Proceedings of the 3rd International Conference on Knowledge Representation and Reasoning, Cambridge, Oct. 1992

C.Bäckström, B. Nebel: *On the Computational Complexity of Planning and Story Understanding*, 10th European Conference on Artificial Intelligence, Vienna, Austria, August, 1992

W. Finkler, A. Schauder: *Effects of Incremental Output on Incremental Natural Language Generation*, 10th European Conference on Artificial Intelligence, Vienna, Austria, August, 1992

W. Graf.: *Constraint-Based Synthesis of Graphical Layout*, in: Proc. GI-Workshop Computergrafik und automatisierte Layoutsynthese, April 1992.

W. Graf.: *Constraint-Based Graphical Layout of Multimodal Presentations*, in: Proc. International Workshop on Advanced Visual Interfaces, Mai 1992 (auch DFKI RR-92-15).

W. Graf, M. Thies: *Perspektiven zur Kombination von automatischem Animationsdesign und planbasierter Hilfe*, DFKI RR-92-09, Januar 1992.

W. Graf, M. Thies: *Perspektiven zur Kombination von automatischem Animationsdesign und planbasierter Hilfe*, KI 4/92, Dezember 1992.

J. Heinsohn: *ALCP - An integrated framework to terminological and noncategorical knowledge*, in: Proceedings of the 4th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU-92), Palma de Mallorca, Spain, July 1992, pp.

A. Kilger: *Realization of Tree Adjoining Grammars with Unification*, DFKI Technical Memo, TM-92-08, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), 1992

W. Maaß: *Constraint-basierte Plazierung in multimodalen Dokumenten am Beispiel des Layout-Managers*, in WIP, Diplomarbeit FB Informatik, Universität des Saarlandes, DFKI D-92-02, Januar 1992.

W. Maaß, T. Schiffmann, D. Soetopo, W. Graf: *LAYLAB: Ein System zur automatischen Plazierung von Text-Bild-Kombinationen in multimodalen Dokumenten*, DFKI D-92-03, Januar 1992.

B. Nebel: *Syntax-Based Approaches to Belief Revision*, in: P. Gärdenfors (Eds.), Belief Revision. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1992, pp. 52-88

B. Nebel, C. Bäckström: *On the Computational Complexity of Temporal Projection and Plan Validation*, in: Proceedings of the 10th National Conference of the American Association for Artificial Intelligence (AAAI-92), San Jose, Cal., July 1992, pp. 748-753

B. Nebel, J. Koehler: *Plan Modification and Plan Generation: A Complexity-Theoretic Perspective*, DFKI Research Report RR-92-48

A. Schauder: *Incremental Syntactic Generation of Natural Language with Tree Adjoining Grammars*, DFKI Document D-92-21, März 1992.

T. Rist, E. André: *Incorporating Graphics Design and Realization into the Multimodal Presentation System WIP*, in: Proc. International Workshop on Advanced Visual Interfaces, Mai 1992.

T. Rist, E. André: *From Presentation Tasks to Pictures: Towards a Computational Approach to Graphics Design*, 10th European Conference on Artificial Intelligence, Vienna, Austria, August, 1992

P. Wazinski: *Generating Spatial Descriptions for Cross-modal References*, in: Proc. 3rd Conference on Applied Natural Language Processing, Trento, Italien, April 1992

W. Wahlster: *Automatic Design of Multimodal Presentations*. in: T. Catarci, M.F. Costabile, S. Levialdi (eds.): Advanced Visual Interfaces - Proc. of the international Workshop AVI 92, Rome, World Scientific: Singapore 1992

W. Wahlster: *WIP: Integrating Text and Graphics Design for Adaptive Information Presentation*, in: R. Dale, E. Hovy, D. Rösner, O. Stock (eds.): Aspects of Automated Natural Language Generation. Heidelberg: Springer 1992

W. Wahlster, E. Andre, W. Finkler, H.-J. Profitlich, Th. Rist: *Plan-based Integration of Natural Language and Graphics Generation*, Artificial Intelligence Journal

W. Wahlster: *From Representation to Presentation: The Adaptive Generation of Multimodal Explanations*, Proc. of Fifth International Symposium on AI, Menlo Park: AAAI Press.

Vorträge:

E. André: *Extending Natural-Language Generation to Multimedia*, EES-KADS-DIAMOD-Workshop, Bonn, 26.Mai, 1992.

E. André: *The Design of Multimodal Documents as a Planning Task*, Interner DFKI-Workshop über Planen, 5. Februar 1992.

E. André: *The Design of Illustrated Documents as a Planning Task*, 4th European Summer School in LLI, Colchester, Essex, 28. August 1992.

E. André: *An Extended RST-Planner for the Generation of Multimodal Presentations*, Workshop on Natural Language Systems, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), October 23, 1992

W. Finkler: *Effects of Incremental Output on Incremental Natural Language Generation*, 2nd Saarbrücken-Leiden Workshop on Natural Language Generation, Saarbrücken, 27. - 29. April 1992.

W. Graf.: *Constraint-Based Synthesis of Graphical Layout*, GI-Workshop Computergrafik und automatisierte Layoutsynthese, auf der Wartburg, 27. April 1992.

W. Graf: *Constraint-Based Graphical Layout of Multimodal Presentations*, International Workshop on Advanced Visual Interfaces (AVI '92), Rom, 29. Mai 1992.

W. Graf: *Constraint-Based Graphical Layout of Multimodal Presentations*, Labor für KI, Hamburg, 3. Juli 1992

W. Graf: *Intelligent User Interfaces*, (Projektüberblick: WIP, PHI, PLUS), GWAI-92, Bonn, 31. August 1992

K. Harbusch: *Linearization of Tree Adjoining Grammar with Holder Lists*, 2nd Saarbrücken-Leiden Workshop on Natural Language Generation, Saarbrücken, 27. - 29. April 1992.

K. Harbusch: *An Integrated Generation Approach with Tree Adjoining Grammars*, 2nd International Workshop on Tree Adjoining Grammars, Philadelphia, Pennsylvania, 24. - 26. Juni 1992.

K. Harbusch: *Lexical Choice Under Constraints*, Workshop on Natural Language Systems, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), October 23, 1992

K. Harbusch: *The Equivalence of Synchronous Tree Adjoining Grammars and 2-Multi-Component Tree Adjoining Grammars*, CLIN III, Tilburg, NL, October 29, 1992

J. Heinsohn: *ALCP - An integrated framework to terminological and noncategorical knowledge*, 4th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU-92), Palma de Mallorca, Spain, July 1992

J. Heinsohn: *ALCP - Representation of Uncertainty in Terminological Logics*, DFKI Workshop on Taxonomic Reasoning. February 26 1992

J. Heinsohn: *ALCP - An integrated framework to terminological and noncategorical knowledge*, 4th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU-92), Palma de Mallorca, Spain, July 1992

A. Kilger: *Incremental Generation with Tree Adjoining Grammars in the WIP System*, Workshop on Natural Language Systems, German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI), October 23,1992

B. Nebel: *Terminologische Logiken ... und der Rest der Welt*, TH Darmstadt. Kolloquium des FB Informatik, Jan. 1992

B. Nebel, *Terminological Logics & Representation Systems*, DFKI Workshop on Taxonomic Reasoning. February 26 1992

B. Nebel: *The Computational Complexity of Temporal Projection*, DFKI Workshop on Planning, February

W. Wahlster: *Forschungspotentiale im Bereich natürlichsprachlicher Systeme in Deutschland*, Vortrag IBM-Symposium Natürlichsprachliche Systeme, Dresden (10.6.92)

W. Wahlster: *Ein kognitives Modell des Entwurfs illustrierter Texte*, Vortrag im Graduiertenkolleg Kognitionswissenschaft, Hamburg (12.6.92)

W. Wahlster: *Computational Models of Face-to-Face Dialogs: Multimodality, Negotiation and Translation, Keynote Lecture*, COLING-92, Nantes, Frankreich (23.7.92)

W. Wahlster: *Anytime Algorithms for Efficient Language Processing*, Vortrag, IRST-Kolloqium, Povo di Trento, Italien, (8.9.92)

W. Wahlster: *Möglichkeiten und Grenzen der Neuroinformatik für die Künstliche Intelligenz*, Festvortrag, 65. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neurologie, Saarbrücken, (23.9.92)

W. Wahlster: *Verbmobil: Face-to-Face Dialogue Translation*, Vortrag auf dem Japanese-German Workshop on Discourse and Dialogue, Saarbrücken, (16.10.92)

W. Wahlster: *Incremental Generation of Spontaneous Speech*, Vortrag auf dem International Workshop on Speech Translation, IBFI, Schloß Dagstuhl (20.10.92)

[redacted]

W. Wahlster: *Intelligente Benutzerschnittstellen als Grundlage erfolgreichen Informationsmanagements*, Festvortrag zur Eröffnung der Saarländischen Technologiemesse, Saarbrücken, (30.10.92)

W. Wahlster: *Less Competence = Better Performance? Beyond Some Paradoxes in Language Processing*, Hauptvortrag, Italian Workshop on Language Processing, Genua, Italien, (3.11.92)

W. Wahlster: *From Representation to Presentation: The Adaptive Generation of Multimodal Explanations*, Keynote Lecture, Fifth International Symposium on AI, Cancun, Mexico, (9.12.92)E. André, W. Graf, T. Rist, W. Wahlster. Demonstration des WIP-Prototypen sowie der WIP-Einzelkomponenten. 3rd International Workshop on User Modeling (UM92). Schloß Dagstuhl, 9.-13. August 1992

Veranstaltungen:

E. André, W. Graf, W. Wahlster: 3rd International Workshop on User Modeling (UM92). Schloß Dagstuhl, 9.-13. August 1992

1.10.4. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 bestand die WIP-Projektgruppe aus:

Prof. Dr. W. Wahlster (Bereichsleiter)	(0681-302-5251)
Dipl.-Inform. E. André	(0681-302-5267)
Dipl.-Inform. W. Finkler	(0681-302-5269)
Dipl.-Inform. W. Graf	(0681-302-5264)
Dr. rer. nat. K. Harbusch	(0681-302-5271)
Dipl.-Inform. J. Heinsohn	(0681-302-5268)
Dr. rer. nat. B. Nebel	(0681-302-5254)
Dipl.-Inform. H.-J. Profitlich	(0681-302-5265)
Dipl.-Inform. T. Rist	(0681-302-5266)
Dipl.-Inform. A. Kilger (vormals Schauder)	(0681-302-5255)

2. Von Gesellschaftern am DFKI durchgeführte Projekte

Gesellschafter des DFKI sind folgende Firmen der informationstechnischen Industrie und Großforschungseinrichtungen: Atlas Elektronik, Daimler-Benz, Fraunhofer-Gesellschaft, GMD, IBM, Insiders, Mannesmann-Kienzle, SEMA Group Systems, Siemens und Siemens-Nixdorf. Im folgenden werden die Projekte dargestellt, die von den Gesellschaftern am DFKI durchgeführt werden.

2.1. Projekt MOVES

Das Projekt MOVES (Modellierung und Organisation eines Verteilten Speditions-szenarios) war ein Auftragsprojekt der DFKI-Gesellschafterin Daimler-Benz AG für das DFKI-Projekt AKA-Mod. Die Laufzeit des Projektes war vom 1.4.92 bis zum 30.9.92.

2.1.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

2.1.1.1. Die Aufgabenstellung

Eine der Hauptaufgaben innerhalb von Speditionen ist die Disposition von Frachtauf–trägen auf die zur Verfügung stehenden Transportmittel. Bei diesem Planungsprozeß sollen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der berechneten Lösung nicht nur eigene LKWs berücksichtigt werden, sondern auch Möglichkeiten zur Kooperation mit anderen Speditionen ausgenutzt werden. Für diese Aufgabe gibt es aus einer Reihe von Gründen noch keinerlei informationstechnische Unterstützung. Einer dieser Gründe ist die Heterogenität der beteiligten Speditionen, deren Größe beispielsweise von Ein-Mann Unternehmen (sogenannten Frachtführern) bis hin zu Konzernen wie Kühne oder Schencker reicht. Ein Ansatz, der die Heterogenität der Teilsysteme explizit berücksichtigt und daher hier Berücksichtigung finden sollte, ist die Modellierung durch ein Multi-Agenten-System.

Innerhalb des MOVES-Projektes bestand die Zielsetzung darin, für das Szenario der verteilten Speditionen eine möglichst realitätsnahe Modellierung zu erarbeiten, um die Verwendbarkeit

Die *Intentionen* (d.h. die Grundeinstellungen, Rollen oder Verantwortlichkeiten) steuern das *Verhalten* der Agenten, welches selbst durch Skripte beschrieben wird. Skripte sind eine Art von Skelettplänen, das heißt, ein Skript beschreibt jeweils eine Menge von möglichen Plänen für einen Agenten. Für die Modellierung des Speditionsszenarios wurde eine rekursiven Beschreibung angegeben: Ein Skript wird entweder durch eine Menge von Subskripten oder aber einer Menge von Blöcken bestehend aus primitiven Aktionen, die direkt ausführbar sind, spezifiziert. Diese Teilskripte oder Aktionsblöcke sind entweder konjunktiv oder disjunktiv verknüpft, d.h. entweder müssen für ein Skript *alle* Subskripte bzw. alle Aktionsblöcke in irgendeiner Reihenfolge ausgeführt werden, oder es muß *genau eine* dieser Beschreibungen als aktuelle Spezialisierung ausgewählt werden. Die Skripte sind demnach gemäß einer hierarchischen Struktur aufgebaut. Die Rekursion bricht ab, weil es zu den primitiven Aktionen keine weiteren Subskripte geben darf. Ein konkreter Plan für den Agenten entsteht zur Ausführungs- bzw. Planungszeit durch die Instanziierung eines Skriptes. Dabei werden sowohl die Auswahl des aktuellen Skriptes als auch die Planerzeugung durch die Intentionen und durch die Perzeption, d.h. durch die Wahrnehmung externer Prozesse, des Agenten gesteuert.

Der Begriff *Ressourcen* steht für alles, was zur Ausführung von Verhalten bereitgestellt sein muß. Dies umfaßt nicht allein Betriebsmittel im üblichen Sinn, sondern zum Beispiel auch Wissen und Annahmen. Ressourcen spielen eine zentrale Rolle im Prozeß des kooperativen Problemlösens, da Kooperation letztlich auf Ressourcenbeschaffung und -bereitstellung zurückgeführt wird.

COSY-Agenten sind modular aus fünf Komponenten aufgebaut. Die Module SENSORS, ACTUATORS, COMMUNICATION und COGNITION reflektieren unterschiedliche Verhaltensweisen eines Agenten: Das Modul SENSORS ist für die Wahrnehmung der Umgebung und anderer Agenten zuständig, ACTUATORS für physische Aktionen (effectoric actions), COMMUNICATION für das Empfangen und Senden von Nachrichten und COGNITION für sogenannte cognitive actions, das heißt für intern im Agenten ablaufendes und nach außen nicht sichtbares Verhalten. Die Agentenarchitektur wird durch INTENTION vervollständigt.

In der im COSY Projekt enthaltenen Simulations- und Testumgebung werden die Module INTENTION, SENSORS, ACTUATORS, COMMUNICATION in einer Simulationskomponente modelliert. Das für das kooperative Problemlösen zuständige Modul COGNITION wird als wissensbasiertes System realisiert und in die Entwicklungsumgebung mit Schnittstellen zu den anderen Modulen eingebettet.

2.1.1.3. Der Spezifikationsansatz

Der Spezifikationsansatz geht von den drei wesentlichen Bestandteilen des COSY-Modells aus. Ziel der Spezifikation ist eine Festlegung der möglichen Verhaltensweisen der Agenten in Form von Skripten. Die Skripte wiederum werden durch die Elemente *Intentionen* und *Ressourcen* bestimmt. Dabei ist das Speditionsszenario eher "ressource-lastig", d.h. die Bereitstellung und Anforderung von Ressourcen spielen bei der Beschreibung des Verhaltens eine zentrale Rolle. Das Verhalten sowohl der Speditionen als auch der LKWs kann in natürlicher Weise ausgehend von diesen Transaktionen beschrieben werden. Im vorliegenden Szenario unterscheiden wir zwischen zwei Ressourcenkategorien, nämlich *materiellen* und

Leerraum von LKWs, der für den Transport von Gütern genutzt werden kann. Immateriellen Ressourcen sind Dienstleistungen sowie Informationen, die angefordert und bereitgestellt werden.

Zur eigentlichen Spezifikation des Speditionsszenario für COSY werden für die Agententypen *Speditionen* und *LKWs* die generischen Verhalten (Skripte), die primitiven Verhalten (Aktionen), die dazu benötigten bzw. dabei bereitgestellten Ressourcen und die dahinterstehenden Intentionen definiert. Beim Aufbau der Skripte wird ein UND-ODER-Graph-Formalismus verwendet. Um jedoch eine etwas anschauliche Visualisierung des Skriptablaufs zu ermöglichen, wird eine ablauforientierte Art der graphischen Darstellung erstellt.

2.1.1.4. Resumee

Die erarbeitete Spezifikation ist bereits so spezialisiert, daß sie dazu benutzt werden kann, in einem überschaubaren Zeitraum eine Implementierung der Modellierung des Transportszenarios im COSY-System zu bewerkstelligen. Die Verfügbarkeit einer solchen Implementierung wäre zweifellos sowohl für die Forschungsgruppe Systemtechnik wie auch für die Projektgruppe AKA-Mod höchst förderlich, weil damit ein gemeinsames Anwendungsbeispiel zur Verfügung stünde, anhand dessen die unterschiedlichen Ansätze zur Agentenmodellierung und zum kooperativen Problemlösen im praktischen Einsatz verglichen werden könnten. Ein solcher Vergleich sollte nicht nur Aussagen über die Leistungsfähigkeit der einzelnen Systeme ermöglichen, sondern auch Einsichten in Vor- und Nachteile bestimmter konzeptioneller Teillösungen der beiden Gruppen vermitteln.

2.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Die Durchführung des Projektes geschah in enger Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Systemtechnik der Daimler Benz AG in Berlin. Der gewählte Ansatz und die erzielten Ergebnisse wurden intensiv mit dem Leiter der Forschungsgruppe, Dr. Kurt Sundermeyer, sowie dessen Mitarbeitern Birgit Burmeister und Afsaneh Haddadi diskutiert.

2.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

M. Buchheit, N. Kuhn, J. P. Müller, M. Pischel: *MARS: Modeling a Multiagent Scenario for Shipping Companies*, Proceedings of the European Simulation Symposium 92, Society for Computer Simulation (SCS) (eds.), Dresden, 1992.

J.P. Müller, A. Laux: *On the Representation of Knowledge and Belief in Multi-Agent Systems*, in: Proc. of the 3rd Workshop on Belief Representation and Agent Architectures, 30.6.-1.7.92, Durham, UK.

J.P. Müller, M. Pischel: *Knowledge and Belief of Cooperating Agents*, in: Readings of the GWAI-Workshop on DAI. Bonn, September 1992.

J.P. Müller, M.Pischel: *MARS: ein Multiagentensystem zur Simulation kooperierender Transportunternehmen*, in: H.J.Müller, D.Steiner eds., Kooperierende Agenten, DFKI-Document D-92-24,S. 30-39, Sept. 1992.

J.P.Müller: *Wissen und Glauben in Multiagentensystemen: ein Überblick*, in: H.J.Müller, D.Steiner eds., Kooperierende Agenten, DFKI-Document D-92-24, S. 60-90, Sept. 1992.

Vorträge:

J.P. Müller: *On the Representation of Knowledge and Belief in Multiagent Systems*, Third Workshop on Belief Representation and Agent Architectures. Durham, UK, 1.7.1992.

J.P. Müller: *Knowledge and Belief of Cooperating Agents*, DAI Workshop at Fachtagung für Künstliche Intelligenz, Bonn, September 1992.

J.P. Müller: *Flexible Action and Interaction in the Loading Dock Scenario*, Arbeitstreffen der Fachgruppe VKI, Erlangen, Dezember 1992.

2.1.4. Personalia

Für die Laufzeit des Projektes bestand die MOVES-Gruppe aus:

Dipl.-Inform. J. Müller	(0681-302-5331)
Dipl.-Inform. M. Pischel	(0681-302-5331)

2.2. Projekt PEP

Bei dem Projekt PEP (Persönliches Elektronisches Papier) handelt es sich um ein Kooperationsprojekt zwischen der SIEMENS AG und dem DFKI mit einer Laufzeit von ca 3- 5 Jahren. Das Projekt begann am 1. Mai 1992 mit zwei Mitarbeitern am DFKI und zwei weiteren Mitarbeitern des Kooperationspartners. Hinzu kommen die Projektleiter an beiden Standorten.

Zielsetzung von PEP ist die Entwicklung eines Prototypen zur Online Handschrifterkennung. Die Eingaben erfolgen auf einem *Elektronischen Papier*, das in Form einer kombinierten Display-Digitizer-Einheit zur Verfügung steht. Die bisher am Markt verfügbaren Erkennungssysteme erfordern eine sorgfältige Eingabe von isolierten Einzelzeichen, was der breiten Benutzerakzeptanz im Wege steht.

Die Schaffung einer natürlichen Mensch-Machine-Schnittstelle, die dem traditionellen Papier & Stift-Paradigma entspricht, erfordert die Erkennung natürlich geschriebener fließender Handschrift. Dies stellt den im PEP-Projekt behandelten Problembereich dar.

2.2.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die Aufgabenteilung zwischen DFKI und SIEMENS im Berichtszeitraum sah folgendermaßen aus:

- SIEMENS: Segmentierung der Fließhandschrift in Wörter und Buchstaben, Generierung von bewerteten Einzelzeichenhypothesen;
- DFKI: Generierung von Worthypothesen unter Ausnutzung lexikalischen Wissens, Verfahren zum Approximate String Matching, Verwendung weiterer Wissensquellen (syntaktisches und semantisches Wissen).

Segmentierung von Fließhandschrift

Die Ermittlung der Wortgrenzen in einem zu erkennenden Satz stellt im Bereich der Online-Handschrifterkennung für deutsche Sprache ein handhabbares Problem dar, da geeignete

Generierung von Einzelzeichenhypothesen

Zur Erzeugung von gewichteten Buchstabenhypothesen wird bei SIEMENS ein kommerziell verfügbarer Einzelzeichenerkenner (MARS - *Microsoft Windows for Pen Computing*) verwendet. Dieser Erkenner wurde modifiziert, um den von der Segmentierungsphase gelieferten Segmentgraphen zu verarbeiten.

Durch Ersetzung der Segmentkombinationen durch korrespondierende Buchstabenhypothesen wird ein Buchstabenhypothesennetz generiert. Die unterschiedlichen Alternativen werden mit Vertrauensmaßen bewertet, die im weiteren Erkennungsprozeß ausgenutzt werden.

Generierung von Worthypothesen

Die Basisinformation zur Generierung von Worthypothesen ist im Buchstabenhypothesennetz enthalten. Die Pfade durch diesen Graphen stellen sämtliche möglichen Buchstabenfolgen dar.

Um aus dieser Stringmenge sinnvolle Worthypothesen zu extrahieren, sind zwei grundsätzliche Ansätze denkbar. Mit Hilfe statistischer Modelle (z. B. Markov-Modell) über die Struktur der Wörter kann versucht werden, hochwahrscheinliche Zeichenketten zu extrahieren. Diese Methoden sind sehr effizient bezüglich ihrer Zeitkomplexität, besitzen jedoch nur eine geringe Trefferquote. Dies bedeutet, daß nur sehr selten das korrekte Wort gefunden wird, insbesondere bei der Komplexität der Buchstabenhypothesennetze, die sich bei der Handschrifterkennung ergeben.

Andere Strategien verwenden lexikalisches Wissen in Form von speziell repräsentierten Lexika (z. B. Trie). Diese Methoden basieren meist auf approximierten Stringmatching-Verfahren. Hierbei wird mit Hilfe eines Distanzmaßes versucht, das beste passende Wort in einem Lexikon zu ermitteln und als Worthypothese zurückzugeben.

Syntax und Semantik

Um syntaktische oder semantische Verfahren zu ermöglichen, muß entsprechende Information bei den im Trie repräsentierten Wörtern abgelegt werden. Ein entsprechender objektorientierter Entwurf, der sich durch Erweiterbarkeit auszeichnet und morpho- syntaktische als auch semantische Features zur Verfügung stellt, wurde konzeptioniert. Hierzu soll ein lexikalisches Akquisitionstool implementiert werden, das die interaktive Erstellung erforderlicher Einträge erlaubt.

Die Erstellung einer Kalenderapplikation kennzeichnet die behandelte Domäne zur Nutzung syntaktisch-semantischer Informationen. Da typische Kalendereinträge keine feste syntaktische Struktur aufweisen, wurde ein frame-basierter Ansatz gewählt, der die Analyse erwartungsgesteuert durchführen soll und intensiven Gebrauch von den Lexikondaten macht.

2.2.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

DFKI-interne Kontakte:

Da sich das DFKI-Projekt ALV im Rahmen der Dokumentanalyse mit sehr ähnlichen Problemen beschäftigt, kann ein intensiver Wissenstransfer zwischen den Projektgruppen stattfinden. Im Bereich der Nutzung lexikalischen Wissens konnte die im ALV- Projekt entwickelte optimierte Triestruktur leicht modifiziert und reimplementiert werden. Die im PEP-Projekt entwickelten Methoden zum Stringmatching können ihrerseits von ALV genutzt

werden. Auf den syntaktischen und semantischen Ebenen bestehen bei beiden Projekten sehr ähnliche Anforderungsprofile, so daß auch in diesen Phasen gemeinsame, resp. ähnliche Ansätze erstellt werden.

2.2.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Vorträge:

S. Baumann: *PEP- Statusbericht Juli 1992*, SIEMENS, München, Juli 1992

A. Weigel: *SAB- Zwischenbericht: PEP- Project Overview*, Tagung des wissenschaftlichen Beirats, DFKI Kaiserslautern, Oktober 1992

2.2.4. Personalia

Das PEP Projekt wird an den Standorten Kaiserslautern (DFKI) und München (SIEMENS) durchgeführt. Projektleiter seitens des DFKI ist Prof. Dr. Andreas Dengel, seitens SIEMENS Gerd Maderlechner. Das Projekt wird mit zwei Mitarbeitern am DFKI und zwei Mitarbeitern in München durchgeführt, wobei monatliche Arbeitstreffen aller Beteiligten stattfinden. Zum Jahresende 1992 bestand die PEP-Projektgruppe aus:

Prof. Dr. A. Dengel (Projektleiter DFKI)	(0631-205-3215)
Dipl.-Phys. G. Maderlechner (Projektleiter SIEMENS)	(089-636-3389)
Dipl.-Inform. S. Baumann (DFKI)	(0631-205-3443)
Dipl.-Inform. A. Weigel (DFKI)	(0631-205-3442)
Dr. I. Karls (SIEMENS)	(089-636-49479)
Dipl.-Inform. V. Pflug (SIEMENS)	(089-636-47532)

2.3. Projekt PLUS

Das Projekt PLUS (Plan-based User Support) wurde als anwendungsorientiertes Forschungsprojekt im Rahmen einer Kooperation zwischen dem IBM Labor Böblingen, der IBM Deutschland GmbH und dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Standort Saarbrücken durchgeführt. Das Projekt begann am 1.10.1990 und endete am 31.12.1992.

Generelle Zielsetzung des PLUS-Projektes war die Entwicklung und Implementierung eines planbasierten Hilfesystems für Applikationen mit direkt-manipulativen Benutzerschnittstellen (DMI), deren Interaktion auf dem Prinzip eines benutzergeführten Dialoges basiert.

Die Besonderheit von Applikationen in DMI-Umgebungen (mit DMI-Schnittstellen) liegt in der großen Flexibilität des Benutzers bei der Bearbeitung seiner Aufgaben. Die Aktionen, die zur Bearbeitung einer Aufgabe durchgeführt werden müssen, unterliegen weder einer strengen Reihenfolge, noch ist ein enger zeitlicher Zusammenhang erforderlich. Insbesondere kann der Benutzer mehrere Aufgaben parallel bearbeiten und beliebig zwischen ihnen hin- und herspringen. Erleichtert diese Flexibilität einerseits dem erfahrenen Anwender die Arbeit mit einem solchen System, so kann andererseits der im Umgang mit einer DMI-Oberfläche ungeübte Benutzer aufgrund der entstehenden Komplexität leicht auf Probleme stoßen.

Im Rahmen des Projekts wurden unterschiedliche Hilfestrategien, wie aktionsbezogene Hilfe ("Wie führe ich die Aktion xy aus?") und aufgabenbezogene Hilfe ("Wie kann ich fortfahren?"), in einem Prototypen umgesetzt. Im Prototypen wird ein Planerkenner zur Abbildung beobachteter Aktionen auf Pläne, die bestimmte Aufgaben durchführen, verwendet. Eine Planvervollständigungskomponente und eine Plangenerierungskomponente generieren gültige Sequenzen von Aktionen zum Erreichen bestimmter Aufgabenziele. Die Darstellung der Hilfe erfolgt unter Verwendung unterschiedlicher Präsentationsmedien.

ATN-basierte Event Handler aufgegeben werden. Dem PLUS System liegt nun die in Abbildung 1 dargestellte Architektur zugrunde.

Folgende Module wurden im Berichtszeitraum implementiert und erfolgreich in den existierenden Prototyp integriert:

- Plangenerierungskomponente
- Tutor
- Animationssystem AniS+
- Error-Handling
- National Language Support (NLS Support)

Das Animationssystem AniS+ generiert animierte Präsentationen von Mausaktionen im Kontext der gerade vom Benutzer verfolgten Aufgabe. Die animierte Darstellung umfaßt die Bewegung der Maus und die Manipulation von Objekten (z.B. Menus, Scrollbars, Fenster und Applikationsobjekte) mit der Maus. Neben der Bewegung der stilisierten Maus über die Oberfläche wird die Form der stilisierten Maus verändert, um Mausaktionen wie einfaches oder doppeltes Klicken mit der linken oder rechten Maustaste zu visualisieren. Die generierten Mausaktionen werden simuliert, indem sie der Oberfläche so zugeführt werden, daß die Oberfläche auf die Mausaktionen reagiert, als würden sie vom Benutzer stammen. Um dem Benutzer ein besseres Verständnis über den Hintergrund, warum diese Mausaktionen ausgeführt werden, zu geben, werden vordefinierte Texte, die das augenblickliche Ziel und die gerade ausgeführte Mausaktion beschreiben, am Bildschirm dargestellt. Die vordefinierten Texte werden durch Variablensubstitution an den aktuellen Applikationskontext angepaßt.

Das Animationssystem AniS+ arbeitet mit einer Zwei-Phasen Planungsschleife, um inkrementell die für die Ausführung einer Aktion notwendigen Navigationsaktionen und Mausaktionen zu erzeugen. Die innere Schleife berücksichtigt die Veränderungen innerhalb des Oberflächenkontextes (z.B. Selektieren eines Objekts, Verschieben des sichtbaren Ausschnitts eines Fensters) und wird durch die Plangenerierungskomponente realisiert. Die äußere Schleife geht auf Veränderungen im Applikationskontextes ein, die nach der Aktivierung von Aktionen innerhalb der Applikation durch die Animation eintreten. Die äußere Schleife umfaßt den Planerkenner, der auf die ausgeführte Aktion reagiert, und die Planvervollständigungskomponente, die (durch die Propagierung von vom Benutzer eingegebene Parameterwerte) den neuen Applikationskontext berücksichtigt. Das Ergebnis der Planvervollständigungskomponente dient als Eingabe für die innere Schleife.

Für die beiden bereits existierenden Beispieldomänen wurden jeweils Generierungswissensbasen erstellt, mit deren Hilfe die Funktionsweise der Animation und des Tutors demonstriert und verifiziert werden konnte.

2.3.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

DFKI-interne Kontakte:

Aufgrund der gemeinsamen Zielrichtung, der Entwicklung planbasierter Hilfesysteme, besteht ein enger Kontakt zu den Mitarbeitern des PHI Projektes, der sich insbesondere auch durch die Teilnahme der PLUS-Mitarbeiter an den PHI-Projektsitzungen ausdrückt.

DFKI-externe Kontakte:

- Klaus-Jürgen Quast, GMD-FIT, Planerkennungsverfahren.
- Piyawadee Sukaviriya, Graphics, Visualization, and Usability Center, Georgia Institute of Technology, Animierte Hilfe.

2.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

W. Graf und M.A. Thies: *Perspektiven zur Kombination von automatischem Animationsdesign und plan-basierter Hilfe*, KI, 6(4), 1992.

M.A. Thies und F. Berger: *Plan-Based Graphical Help in Object-Oriented User Interfaces*, in: T. Catarci, M.F. Costabile und S. Levialdi (Hrsg.), Proceedings of the International Workshop AVI'92, Advanced Visual Interfaces, Band 36: World Scientific Series in Computer Science, World Scientific 1992.

M.A. Thies und F. Berger: *Planbasierte graphische Hilfe in objektorientierten Benutzungsoberflächen*, in: K. Kansy und P. Wißkirchen (Hrsg.), Innovative Programmiermethoden für Graphische Systeme, Springer Verlag 1992.

Vorträge:

T. Fehrle: *PLan-based User Support -- an Implementation of a Knowledge-based Help Environment for Graphical User Interfaces*, Workshop on Future Trends of User Interface Technology, IBM Academy, Somers, New York, April 1992.

V. Schölles: *PLan-based User Support (PLUS) -- a Prototype of a Knowledge-based Help Environment for Graphical User Interfaces*, Interdivisional Technical Liaison (ITL) on Expert Systems, IBM Yorktown Heights, New York, Oktober 1992.

V. Schölles: *Experiences with a Smalltalk Implementation of a Plan-based Help Environment (PLUS)*, European Object-oriented Software Symposium, IBM Labor Böblingen, Oktober 1992.

M.A. Thies: *Plan-Based Graphical Help in Object-Oriented User Interfaces*, International Workshop AVI'92, Advanced Visual Interfaces, Rom, Mai 1992.

M.A. Thies: *Planbasierte graphische Hilfe in objektorientierten Benutzungsoberflächen*, GI-Fachgespräch: Innovative Programmiermethoden für Graphische Systeme, Bonn, Juni 1992.

Veranstaltungen:

PLUS Team: Präsentation des PLUS Systems, ITA Expert Systems, IBM Labor Böblingen, April 1992.

PLUS Team: Präsentation des PLUS Systems, Third International Workshop on User Modeling, Schloß Dagstuhl, August 1992.

PLUS Team: Präsentation des PLUS Systems, ITA Expert Systems, IBM Labor Böblingen, Oktober 1992.

2.3.4. Personalia

Das PLUS-Projekt wird an den Standorten Saarbrücken (DFKI) und Böblingen (IBM) durchgeführt. Projektleiter ist auf seiten des DFKI Prof. Dr. W. Wahlster, auf seiten des IBM Labors Böblingen Dr. K. Klöckner. Dr. T. Fehrle wechselte zum 1. November innerhalb der IBM in den Servicebereich Großkunden. Zum Jahresende 1992 bestand die PLUS-Projektgruppe aus:

Prof. Dr. W. Wahlster (Projektleiter DFKI)	(0681-302-5252)
Dr. K. Klöckner (Projektleiter IBM)	(07031-16-3088)
Dr. T. Fehrle (IBM)	(07031-16-2113)
Dipl.-Inform. F. Berger	(0681-302-5253)
Dipl.-Inform. M. A. Thies	(0681-302-5253)
Dipl.-Inform. V. Schölles (IBM)	(07031-16-4013)

2.4. Projekt TEAMKOM

Die Dezentralisierung von Unternehmen und Institutionen bei gleichzeitiger Globalisierung der Märkte nimmt weiterhin zu. Wichtige kurzfristig zu treffende Entscheidungen verlangen eine effektive Zusammenarbeit kooperierender Organisationen und Personen über große

Im Rahmen des Teilprojekts SETT (SElbstlernen und Teletutoring im SNI Trainingscenter) wurden MALIBU-Prototypen in Frankfurt, Stuttgart, München (3x), Paderborn und Saabrücken installiert. Sie werden vom SNI-Trainingscenter für die Schulung von Wartungstechnikern eingesetzt. Dabei zeigt sich, daß durch die Möglichkeit zum gemeinsamen Arbeiten die Akzeptanz und die Effektivität des selbstgesteuerten Lernens erhöht werden kann.

Im Rahmen des DELTA Projekts ECOLE (European COllaborative Learning Environment) wird aufbauend auf MALIBU-Erfahrungen ein auf ISDN basierender Prototyp entwickelt, mit dem flexibel, kostengünstig und interaktiv über Distanz gelernt werden kann. Der Prototyp wird durch Feldtests in unterschiedlichen Lernszenarien evaluiert. Durch die Integration unterschiedlicher Lernmedien und die zur Verfügung stehenden Netzdienste wird eine hohe Flexibilität des Fernlernens und der Tutorenunterstützung ermöglicht. Das System erlaubt sowohl asynchrone (e-Mail, Fax, Bulletin Board) als auch synchrone Gruppenarbeit (Audio-Video-und Daten-Konferenzen). Über eine Tutor-Hotline-Funktion kann schnell und komfortabel zu einem Trainer Kontakt aufgenommen werden, der die Problemsituation mittels spezieller Präsentationswerkzeuge schnell erfassen kann.

Das RACE-Projekt CIO zielt auf die Realisation eines Systems zur Unterstützung kooperativen Arbeitens in einer heterogenen Umgebung duch die Bereitstellung einer systemübergreifenden Transportsystem- und Service-Plattform. Die Transportsystem-Plattform ermöglicht den Zugang zu Breitbandnetzen unterschiedlicher Technologie mittels eines schnellen Transportprotokolls (XTP). Die Transportsystem-Plattform bildet die Basis der Service-Plattform, welche einen Multimedia-Mail-Service und Joint-Viewing sowie einen Teleoperation-Service (JVTOS) umfaßt. JVTOS ermöglicht die kooperative Erstellung und Gestaltung multimedialer Dokumente, wobei die Abstimmung der gemeinsam agierenden Partner durch einen Audio/Video-Konferenz-Service unterstützt wird.

Ziel des Projektes ARAMIS (Airline Real Time Application for Maintenance Information Systems) - ebenfalls ein RACE Projekt - ist eine erhebliche Kostensenkung durch Vermeidung von Ausfällen (präventive Maintenance) und Verkürzung von Standzeiten bei Ausfällen von Flugzeugen. Dies wird realisiert durch Bereitstellen von Life-Expertenwissen und Informationen in gespeicherter Form (Multimedia-Datenbanken) über Video- und Datenverbindungen in Multimedia-Endgeräten, die durch Breitbandnetze verbunden sind. Basis davon wird Group-X sein.

Das UPN-Teilprojektes CSCW-trans hat die Entwicklung der universellen Telekooperations-Plattform GroupX zum Ziel. Mit Hilfe vonn GroupX können beliebige X-Window basierte Single-user-Applikationen im Rahmen von multimedialen Desktopkonferenzen von mehreren Konferenzteilnehmern gleichzeitig verwendet werden (WYSIWIS). GroupX wird nach den Vorgaben und Spezifikationen des BERKOM-2 Projektes realisiert und bietet somit Interoperabilität zu den Telekooperations-Plattformen von DEC, IBM und HP.

Im Projekt WiTek (Wissensbasierte Telekooperation) wird die Knowledge-based Multimedia Communikation Shell (KMC-Shell) entwickelt. Ein Telekooperationssystem für einen bestimmtes Anwendungsgebiet wie "Multimediales verteiltes Lernen" umfaßt verschiedenartige multimediale Tools, die effektiv und geeignet für die jeweilige Anwendung sein müssen. Die wachsende Anzahl unterschiedlichster Tools zur Unterstützung verteilter

werden, die den jeweils aktuellen Anforderungen entsprechen. Um diesen Anforderungen zu genügen zu können, erfordert die Planung und Realisierung von Telekooperationssystem - die immer komplex sind - breites und umfangreiches Wissen, das ein Entwickler nur durch jahrelange Erfahrung sammeln kann. Die KMC-Shell dient der Unterstützung des Entwicklers, mit deren Konzeption und Realisierung ein wissensbasierter Ansatz verfolgt wird.

2.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Siehe oben.

2.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

D. Scheidhauer, R. Bartels, A. Scheller-Houy: *Ein Modell einer wissensbasierten, mulitmedialen Kommunikationsshell*, Proceedings zur ISI 92: Man and Machine- Informational Interfaces of Communication.

J. Schweitzer: *MALIBU: Interactive Cooperative Work in a Distributed Multimedia Environment*, International Workshop on Advanced Communications and Applications for High Speed Networks (IWACA), Proceedings, München 1992

Vorträge:

C. Dietel: *Kooperatives Arbeiten über ISDN*, ISDN-Tage der Telekom, Saarbrücken, 21.-25.9.92.

C. Dietel: *Kooperatives Arbeiten im Bereich Schulung*, Arbeitssitzung mit Vertretern der Schule für Grafik und Design, Saarbrücken.

W. Reinhard, J. Schweitzer: *Multimedia. Telekommunikation-Schlüssel für die Wettbewerbsfähigkeit*, Teletec, Saarbrücken, 23.06.92.

D. Scheidhauer: *Wissensbasierte Telekooperation*, ISI 92. Saarbrücken, 6.11.92.

A. Scheller-Houy: *Presentation of the TEAMKOM-Projects*, SNI, Boston, USA, 6.11.92.

A. Scheller-Houy: *Presentation of the TEAMKOM-Projects*, SCR, Princeton, USA, 12.11.92.

J. Schweitzer: MALIBU: *Interactive Cooperative Work in a Distributed Multimedia Environment*, IWACA '92, München, 18.03.92.

J. Schweitzer: *Telecooperation: Distributed Cooperative Work of Tomorrrow*, Symposium "Intelligent Workstations for Professionals". München, 23.03.92.

J. Schweitzer: *Multimediale Kooperation: Multimedia in vernetzter Umgebung*, CeBit-Nachlese, Saarbrücken, 07.04.1992.

Veranstaltungen:

J. Schweitzer: Vorlesung "Kommunikationstechnik", Hochschule für Wirtschaft und Technik des Saarlandes.

2.4.4. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 bestand die TEAMKOM-Gruppe aus:

Dr.-Ing. J. Schweitzer (Leiter), ZFE ST SN 72	(0681-302-5290)
Dr. R. Bartels (ab1.4.92)	(0681-302-5295)
Dr. J. Burgard (ab 1.8.92)	(0681-302-5291)
Dipl.-Ing. C. Dietel, ZFE ST SN 72	(0681-302-5296)
Dipl- Ing. W. Minenko (ab 1.4.92)	(0681-302-5294)
Dipl.-Ing. W. Reinhard, ZFE ST SN 72	(0681-302-5294)
Dipl.-Inform. A. Scheller-Houy, ZFE ST SN 72	(0681-302-5295)
Dipl.-Inform. D. Scheidhauer, ZFE ST SN 72	(0681-302-5289)
Dipl.-Ing. T. Schmidt, ZFE ST SN 72	(0681-302-5292)
Dr. M. Weber (ab 1.10.92)	(0681-302-5294)

2.5. Projekt TEAMWARE

Der Forschungsschwerpunkt von TEAMWARE bestand in der Konzeption und Entwicklung eines Systems zur Unterstützung kooperativer Mensch-Maschine Arbeit. Dieses Ziel wurde mit Beendigung des Projektes zum 31. Dezember 1992 erreicht.

2.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Kern der Entwicklungsarbeiten war die Realisierung von MEKKA, einer Mehr-Agenten Entwicklungsumgebung für die Konstruktion Kooperativer Anwendungen, welche die Grundlage zur expliziten Modellierung distribuierter kooperativer Problemlösungsprozesse bildet.

Dabei umfaßt MEKKA

- eine allgemeine Architektur für Mehr-Agenten Systeme
- eine Mehr-Agenten Sprache (MAIL) und
- die zugehörigen Entwicklungsprotokolle

Nach der Konzeptionierung der allgemeinen Architektur, der Modellierung eines einzelnen Agenten und der Formalisierung eines Kooperations- und Problemlösungsmodells konzentrierten sich im Jahr 1992 die geleisteten Arbeiten auf folgende Schwerpunkte:

- Prototypische Implementierung des Agenten- und Kooperationsmodells

  Auf der Basis des logischen Programmiersystems Parlog/Prolog, das im Rahmen von IMAGINE (ESPRIT Projekt unter der Konsortialführung von Siemens) entstand, wurde das konzipierte Agentenmodell entsprechend seiner Untergliederung in Kopf, Körper und Kommunikator modular und anwendungsunabhängig implementiert. Die Kooperationsprimitive und Kooperationsmethoden wurden als Nachrichtenprotokolle in Parlog und der in Parlog zur Verfügung stehenden Schnittstelle zum TCP/IP Protokoll implementiert. Die bei der ersten Implementierung der Anwendungen aufgetretenen Probleme konnten analysiert und so verbessert werden, daß die überarbeitete Version von MEKKA schneller und zuverlässiger ist.

- Spezifikation und Implementierung von Anwendungsszenarien

  Als Anwendungen im Rahmen eines 'Conceptual Prototyping' Ansatzes wurden zwei alltägliche Kooperationszenarien genauer untersucht und implementiert. Dieser Ansatz wurde deshalb gewählt, um die Tragfähigkeit von MEKKA an konkreten Beispielen zu

applikationsspezifische Erweiterung der anwendungsunabhängigen Agenten- und Kooperationsmodelle auf konkrete Anwendungen.

- Spezifikation der Mehr-Agenten Interaktionssprache (MAIL)

  Im Rahmen der Weiterentwicklung der beiden Anwendungen wurden erste Ideen und Konzepte für MAIL erarbeitet. Die Konzepte mündeten in einer ersten prototypischen Version von MAIL. Die Integration von Planungsansätzen, eine noch stärkere Abstraktion auf der Kommunikationsseite und eine erhöhte Performanz werden in zukünftigen Versionen realisiert.

- Spezifikation und Implementierung einzelner Entwicklungstools

  Um sowohl die Entwickler von MEKKA als auch spätere Anwendungsentwickler beim Systemdesign zu unterstützen, wurden Werkzeuge wie z.B. ein Monitor, ein Agent Directory Service (ADS) oder ein Agenteneditor konzipiert und implementiert. Hierbei wurde insbesondere Wert darauf gelegt, daß die Tools sowohl als eigene Agenten als auch als Teile eines Benutzeragenten definiert werden können und damit ideal in die MEKKA-Gesamtarchitektur integrierbar sind. Den Präsentationsbedürfnissen eines Benutzers angepaßt, können die Tools mit einer grafik- oder textorientierten Schnittstelle aufgerufen werden.

  Der ADS präsentiert dem Benutzer im wesentlichen kommunikationsspezifisches Wissen über die bei ihm registrierten Agenten, kann ihm darüberhinaus aber auch kooperationsrelevantes Wissen über einen Agenten übersichtsartig vorstellen.

  Das Monitor-Tool kann einem Anwendungsentwickler Informationen zur Verfügung stellen, welche Kommunikationsverbindungen zwischen den Agenten z. Zt. existieren und welche Nachrichten über diese Kommunikationsverbindungen ausgetauscht werden. Der Monitor protokolliert den Ablauf einer Kooperation und kann somit einem Systementwickler bei der Fehlersuche eine wichtige Unterstützung liefern.

  Der Agenteneditor ist ein Tool, das dem Anwendungsentwickler ermöglicht, auf das Wissen einzelner Agenten zuzugreifen und es gegebenenfalls auch zu modifizieren.

Die wesentlichen hier aufgeführten Arbeiten des TEAMWARE Projektes wurden durch die Konsortialführung der Siemens AG im Esprit Projekt 5362 IMAGINE (Integrated Multi-

Agent Interactive Environment) einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Akzeptierte Papiere, Fachvorträge und die Leitung von Kursen auf nationalen und internationalen Fachtagungen unterstreichen die Qualität der geleisteten Arbeiten ebenso wie das positive Feedback aus anerkannten Forscherkreisen.

Über die bereits erfolgte Verlängerung des TEAMWARE Projektes (bis zum 30. September 1992) hinaus sind die Weichen für ein Nachfolgeprojekt bereits gestellt worden.

2.5.2. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

F. Bomarius: A Multi-Agent *Approach towards Modeling Urban Traffic Scenarios*, DFKI Research Report RR-92-47. Kaiserslautern. September 1992.

F. Bomarius and D. Steiner: *A Model for Supporting Human Computer Cooperation*, in: Proceedings of the ECAI'92 Workshop on DAI. Wien. Austria. August 1992.

M. Deen, D. Steiner (eds.): *Preliminary MAIL*, IMAGINE Deliverable D-III.3. February 1992.

A. Lux, F. Bomarius, D. Steiner: *A Model for Supporting Human Computer Cooperation*, in: Proceedings of the AAAI Workshop on Cooperation among Heterogeneous Intelligent Systems. San Jose, CA. July 1992.

A. Lux: *A Multi-Agent Approach towards Group Scheduling*, DFKI Research Report RR-92-41. Kaiserslautern. August 1992.

A. Lux, M. Kolb: *Linking Humans and Intelligent Systems or: What are User Agents Good for?*, in: GWAI Workshop on Supporting Collaborative Work between Human Experts and Intelligent Cooperative Information Systems. Bonn. Germany. September 1992.

D. Steiner, H. Haugeneder, M. Kolb, F. Bomarius, A. Burt: *Mensch-Maschine Kooperation*, in: KI, 6(1), p.~59-63, 1992.

D. Steiner: MECCA: *An Environment for Supporting Cooperation in Distributed Human-Machine Teams*, in: Proceedings of the 3rd Int. Workshop on Intelligent and Cooperative Information Systems. Dagstuhl. Germany. April 1992.

J. Müller, D. Steiner (eds.): *Kooperierende Agenten*, DFKI Dokument RR-92-24. Kaiserslautern. September 1992.

Vorträge:

F. Bomarius: *A Model for Supporting Human Computer Cooperation*, ECAI'92 Workshop on DAI. Wien. Austria. 3.-7. August 1992.

A. Burt: *Parlog+Prolog: Eine praktische Sprache für Multi-Agenten Systeme*, DFKI-interner Workshop 'Kooperierende Agenten'. 18. Mai 1992.

H. Haugeneder, D. Steiner: *Ein Parkleit-Szenario als Mehr-Agenten System*, 5. Arbeitstreffen AK/FG VKI. Erlangen. 18. Dezember 1992.

A. Lux: *Entwicklung von kooperativen Anwendungen unter MEKKA*, DFKI-interner Workshop 'Kooperierende Agenten'. 18. Mai 1992.

A. Lux: *Linking Humans and Intelligent Systems or: What are User Agents Good for?*, GWAI Workshop on Supporting Collaborative Work between Human Experts and Intelligent Cooperative Information Systems. Bonn. Germany. 1. September 1992.

D. Steiner: *MECCA: An Environment for Supporting Cooperation in Distributed Human-Machine Teams*, Workshop on Intelligent and Cooperative Information Systems. Dagstuhl. Germany. 6.-8. April 1992.

D. Steiner: *MECCA: Eine Entwicklungsumgebung zur Konstruktion kooperativer Anwendungen.*, DFKI-interner Workshop 'Kooperierende Agenten'. 18. Mai 1992.

D. Steiner: *A Model for Supporting Human Computer Cooperation*, AAAI Workshop on Cooperation among Heterogeneous Intelligent Systems. San Jose, CA. 14. Juli 1992.

Veranstaltungen:

J. Müller, D. Steiner: Einführungskurs in die Verteilte Künstliche Intelligenz. Künstliche Intelligenz Frühjahrsschule (KIFS). Günne/Möhnesee. 21.-23. März 1992.

J. Müller, D. Steiner: DFKI-interner Workshop 'Kooperierende Agenten'. DFKI Kaiserslautern. 18. Mai 1992.

D. Steiner et. al.: MIW Meetings. ESPRIT Projekt 5362 IMAGINE. Universität Kaiserslautern/DFKI. 6.-7. Juli 1992, 21.-22. Juli 1992, 10.-11. August 1992.

2.5.3. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 bestand die KIK-TEAMWARE-Gruppe aus:

Dr. D. Steiner (Projektleiter), ZFE BT SE 13	(0631-205-3501)
Dr. F. Bomarius	(0631-205-3453)
A. Burt, M. Sc.	(0631-205-3441)
Dipl.-Inform. M. Kolb	(0631-205-3488)
Dipl.-Inform. A. Lux	(0631-205-3502)

2.6. Projekt TOOCON

Das Projekt TOOCON (Tools for Configuration) wird als anwendungsorientiertes Forschungsprojekt im Rahmen einer Kooperation zwischen der Daimler Benz AG, Forschung Systemtechnik (F2SW) aus Berlin, und dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Standort Kaiserslautern und Saarbrücken durchgeführt.

Ziel des Projekts ist es, auf der Basis der im DFKI-Projekt ARC-TEC entwickelten Tools und Konzepte und der bei Daimler-Benz vorliegenden Konzepte (ressourcenorientiertes Konfigurieren, Constructive Problem Solving) und Erfahrungen mit Konfigurations-Expertensystemen einerseits formale Grundlagen für das Konfigurieren zu untersuchen und andererseits effiziente modellbasierte Tools, insbesondere auch für das räumliche Anordnen technischer Komponenten zu entwickeln.

Das Projekt wurde am 1. April 1992 gestartet. In der ersten Phase wurden die Tools des ARC-TEC Compilationslabors COLAB an einem Prototyp in einer Beispieldomäne demonstriert und eine Studie zu den formalen Grundlagen des Konfigurierens (Constructive Problem Solving) erstellt. In der zweiten Phase wird eine Konzeption für eine mögliche deklarative Darstellung von Konfigurationsaufgaben und deren effiziente Behandlung erarbeitet und diese Konzeption - aufbauend auf vorhandenen Verfahren und Werkzeugen - als ein integriertes Toolsystem realisiert. Das Projekt läuft bis zum 31. Dezember 1993.

2.6.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Die Arbeit im Berichtszeitraum konzentrierte sich einerseits auf die Implementierung eines lauffähigen Prototypen auf der Basis der COLAB Tools in einer ausgewählten Anwendungsdomäne, anderseits auf die Erstellung einer Studie über die formalen Grundlagen der Konfiguration. Die ins Auge gefaßten Ergebnisse wurden im wesentlichen erreicht und es wurde klar, welche Probleme für das Gesamtsystem noch bestehen und was zu seinem Erreichen im einzelnen noch zu tun ist. Im nachfolgenden werden wir auf den Prototypen und die Studie ausführlicher eingehen.

2.6.1.1. Der Prototyp

Bei der Implementierung eines lauffähigen Prototypen sollte untersucht werden, inwieweit die Tools von COLAB, entwickelt in dem BMFT-Projekt ARC-TEC am DFKI Kaiserslautern, sich als Grundlage für einen Werkzeugkasten im Anwendungsbereich Konfiguration eignen. Als Anwendungsdomäne wurde die Konfiguration von Niederspannungsschaltanlagen ausgewählt. Niederspannungsschaltanlagen dienen z.B. zur Steuerung von Elektromotoren einer Industrieanlage wie einer Raffinerie. Hierbei gilt es, zuerst einen Schaltplan zur Ansteuerung eines Motors (z.B. Ventilsteller oder Ventilatoren) zu entwerfen. Danach werden aus einem Katalog verschiedenartige Geräte wie z.B. Schütze oder Sicherungsschalter ausgewählt und anschließend in einem Schrank angeordnet. Bei der Konfiguration sind insbesondere Aspekte der Auswahl der Geräte anhand gewisser Kenndaten wie z.B. Schaltvermögen, ihrer Verträglichkeit untereinander sowie ihrer räumlichen Anordnung im Schaltschrank von Bedeutung.

Ziel des ersten Projektabschnitts war der Nachweis, daß die Auswahl der Geräte mit den in COLAB entwickelten Tools in kurzer Zeit auf eine adäquate Weise realisiert werden kann. Die angemessene Sicht auf die Vorgehensweise auf kognitiver Ebene ist die der heuristischen Klassifikation (nach Clancey). Diese besteht aus drei Phasen: Abstraktion, Assoziation (Match) und Verfeinerung. In einem ersten Schritt wird von den Schaltzeichen durch das Generieren der generischen Geräte aus einem Schaltplan abstrahiert. Die Assoziation entspricht der Abbildung der generischen auf abstrakte reale Gerätetypen und bildet den Übergang zur Geräteauswahl. In diesem Schritt kommt in erster Linie das Erfahrungswissen des Experten zum Tragen. Die Verfeinerung führt dann zur Auswahl der realen Geräte.

Der Aufbau des Prototypen

Bei der Realisierung des Prototypen wurde auf die Tools von COLAB zurückgegriffen. COLAB stellt verschiedene Formalismen zur Repräsentation von Expertenwissen zur Verfügung, die durch separate Tools realisiert wurden. Das Tool TAXON lehnt sich an die Tradition der KL-ONE-Sprachen an und bietet die Möglichkeit zur automatischen Erzeugung einer Taxonomie (Heterarchie) anhand einer terminologischen Beschreibungssprache von Objekten und Begriffen. Auf der Basis der Taxonomien lassen sich unterschiedliche Inferenzmechanismen realisieren wie z.B. die Überprüfung der Konsistenz der bisher berechneten (partiellen) Lösung (taxonomische Inferenz). Das Tool CONTAX ermöglicht die Formulierung und Propagierung von bestimmten Randbedingungen (Constraints) über finiten Domänen. Die Tools RELFUN und FORWARD stellen ein Regelsystem bereit, bei dem herkömliche Vorwärtsregeln und Rückwärtsregeln im Sinne der Hornlogik repräsentiert werden können.

Dem TOOCON-Prototypen liegt die in Abbildung 1 dargestellte System-Architektur zugrunde.

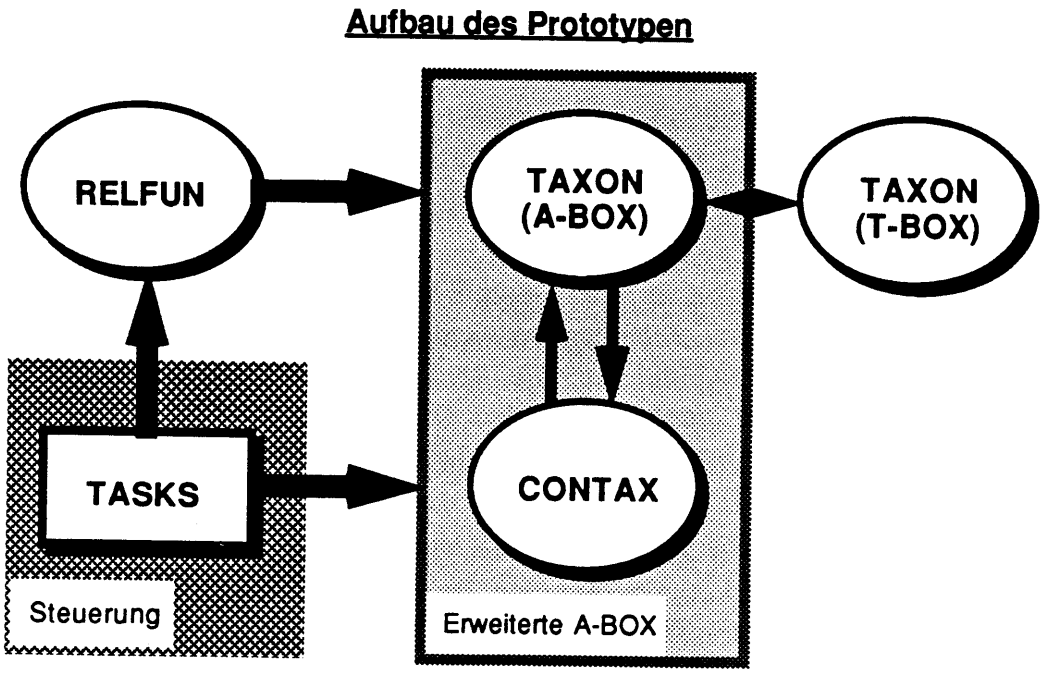


Abbildung 1: TOOCON System-Architektur

Es wurde eine Sprache entwickelt, die sowohl den Erfordernissen der Konfiguration als auch den Möglichkeiten von TAXON (T-BOX) und CONTAX gerecht zu werden versucht. Mittels

der Sprache kann die Begriffshierarchie und die Taxonomie der Geräte aus dem Katalog aufgebaut werden. Außerdem wurden die notwendigen Randbedingungen (Constraints) für das Tool CONTAX gebildet. Das benötigte Vorgehenswissen wurde in Hornklauseln des Tools RELFUN repräsentiert. Die Steuerung des System erfolgt über eine ad'hoc Implementierung: die Tasks. Tasks stellen Aufgaben dar, die auf einer Agenda um ihre Abarbeitung konkurrieren.

In einem ersten Schritt wird mittels Hornklauseln von den Eingabedaten, dem Schaltplan mit den in ihm enthaltenen Schaltzeichen und globalen Eingaben wie Spannung, abstrahiert und in sogenannten generischen Geräten zusammengefaßt. Die generischen Geräte werden wiederum mittels Hornklauseln auf abstrakte reale Gerätetypen abgebildet. Durch Anwendung von Randbedingungen (Propagierung von Constraints) und der taxonomischen Inferenz (z.B. Konsistenztests) werden die abstrakten Gerätetypen zu realen Geräten aus dem Katalog verfeinert. Dabei werden Beziehungen einschränkender Art unter den Geräten berücksichtigt.

Ergebnisse bei der Entwicklung des Prototypen

Die begrifflichen und softwaremäßigen Voraussetzungen, die von ARC-TEC in Form von COLAB vorlagen, ermöglichten eine weitgehend schnelle Formulierung und Implementierung der benötigten Begriffswelt. Im allgemeinen konnte im Vergleich zu einer LISP-Implementierung ein weit höherer Grad an Deklarativität erreicht werden. Hier zeigte sich vor allem die Fähigkeiten von TAXON zur adäquaten Darstellung von Objektwissen, indem es z.B. die Objekte automatisch aufgrund ihrer Beschreibung in eine streng monotone Taxonomie anordnet. Auch CONTAX bewährte sich bei der Ausnutzung bestimmter Randbedingungen (Constraints über finite Domänen).

Bei der Entwicklung des Prototypen wurden allerdings auch einige Probleme sichtbar. Der Darstellung von Beziehungen zwischen den Objekten fehlte immer noch ein gewisser Grad an Deklarativität. Das Fehlen eines algebraischen Constraintsolver wirkte sich in Einschränkungen bei der Darstellung und Inferenz algebraischer Zusammenhänge aus, die im Prototypen durch eine ad'hoc Implementierung notdürftig gelöst werden konnte. Die Ursachen für die Probleme lassen sich im wesentlichen auf eine unzureichende Anpassung der COLAB Tools an den Aufgabenbereich der Konfiguration als auch auf das Fehlen eines algebraischen Constraintsolvers zurückführen.

Eine weitere Schwierigkeit liegt in der relativ losen Kopplung der COLAB Tools. Allgemein müssen die Tools stärker miteinander integriert werden. Aus diesem Grund kann auch ein systemübergreifendes Backtracking, d.h. die Rücknahme von falsch angenommenen Hypothesen, in COLAB nicht unterstützt werden. Im Prototypen wurde ein strukturelles Backtracking auf der Ebene der Steuerung realisiert; dies stellt aber eine gewisse ad'hoc Lösung dar.

In TOOCON werden wir daher als weiteres Ziel die Entwicklung eines effizienten und weitgehend deklarativen Werkzeugkastens von stark interagierenden Tools, die in der Wissensrepräsentation und den Inferenzmechanismen an die Konfiguration angepaßt sind, verfolgen.

2.6.1.2. Formale Grundlagen der Konfiguration

In einer Studie, die Wissenschaftler des DFKI-Projektes AKA-WINO am Standort Saarbrücken zusammen mit Wissenschaftlern der Daimler Benz AG erstellt haben, wurde auf der Basis des Constructive Problem Solving (CPS) ein deklarativer Formalismus weiter ausgearbeitet, in dem Konfigurations-Probleme beschrieben und gelöst werden können. Dieser Ansatz integriert Formalismen, die sich im Bereich des Konfigurierens als essentiell erwiesen haben. Bei diesen Formalismen handelt es sich im einzelnen um eine Sprache zur Beschreibung von Taxonomien, eine Sprache zur Beschreibung von Constraints und eine Sprache zur Beschreibung von Relationen und Regeln. Diese Formalismen wurden mit in der Literatur vorgeschlagenen Methoden integriert und der Gesamtformalismus mit einer deklarativen Semantik versehen. Innerhalb diese Ansatzes wurde das Konfigurieren als das Generieren eines Modells zu einer gegebenen Spezifikation identifiziert. Diese Sicht trägt speziell dem synthetischen, abduktiven Charakter der Konfiguration Rechnung.

2.6.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

DFKI-interne Kontakte:

Wie in der zu anfang beschriebenen Zielvorstellung erläutert wurde, baut das Projekt TOOCON auf den Ergebnissen des BMFT-Projekts ARC-TEC auf. Es soll in TOOCON ein Werkzeugkasten von Tools entwickelt werden, das auf existierende Systeme - im wesentlichen COLAB - aufbaut, die an den Anwendungsbereich Konfiguration adaptiert werden. Außerdem sollen in TOOCON auch spezielle Tools für die Konfiguration entwickelt werden. Aufgrund dieser Zielrichtung besteht ein enger Kontakt zu den Mitarbeitern des ARC-TEC Projektes, der sich insbesondere auch durch rege, interne Diskussionen der ARC-TEC-Mitarbeiter mit den TOOCON-Mitarbeitern ausdrückt.

2.6.3. Personalia

Das TOOCON-Projekt wird an den Standorten Kaiserslautern (DFKI) und Berlin (Daimler-Benz AG) durchgeführt. Projektleiter ist auf seiten des DFKI Prof. Dr. M. M. Richter und auf seiten der Daimler-Benz AG Dr. Rüdiger Klein. Die TOOCON-Projektgruppe bestand im Jahre 1992 aus:

Prof. Dr. M. M. Richter (Projektleiter DFKI)	(0631-205-3471)
Dr. R. Klein (Projektleiter Daimler-Benz AG)	(030-39882-211)
Dipl.-Inform. B.Bachmann (DFKI KL / bis 31.10.1992)	(0631-205-3482)
Dipl.-Inform. M. Buchheit (DFKI SB / bis 31.10.1992)	(0681-302-5257)
Dipl.-Math. W. Nutt (DFKI SB / bis 31.10.1992)	(0681-302-5325)
Dipl.-Inform. A. Schoeller (DFKI KL)	(0631-205-3474)
Dipl.-Inform. H. Wache (DFKI KL)	(0631-205-3474)

2.7. Projekt WIDAN

Das Projekt WIDAN (Wissensbasierte Dokumentanalyse) ist ein Kooperationsprojekt zwischen dem Daimler Benz Forschungsinstitut in Ulm und dem DFKI mit einer Laufzeit von 3 Jahren (1. Mai 1990 bis 31. März 1993). Das Projekt war für 3 Wissenschaftler geplant. Wegen Engpässen bei Daimler Benz standen im Berichtszeitraum allerdings nur 2 Wissenschaftler – je ein Daimler Benz und DFKI Mitarbeiter – dem Projekt zur Verfügung, die in Kaiserslautern und Ulm arbeiteten.

In WIDAN werden ausgewählte Forschungsthemen der Dokumentanalyse aufgegriffen mit dem Ziel, sie zu untersuchen und durch den Einsatz wissensbasierter Techniken zu verbessern. Die neu geschaffenen Verfahren sollen in die Dokumentanalysesysteme von Daimler Benz und DFKI eingebettet werden und letztendlich den Analyseprozeß qualitativ unterstützen. Ziel von WIDAN ist somit nicht die Entwicklung eines vollständigen Analysesystems, sondern vielmehr die Bearbeitung einzelner Forschungsfragen innerhalb der Dokumentanalyse, sowie Integration und Test der entwickelten Lösungsansätze in vorhandenen Prototypen.

2.7.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden drei Arbeitspakete behandelt. Die in Kaiserslautern durchgeführten Arbeiten befaßten sich mit zwei Problembereichen:

1. durch welche Merkmale und Verfahren können komplexe Dokumente in Text-, und Nichttextbestandteile getrennt werden und
2. wie kann die Steuerung eines Dokumentanalysesystems aussehen, damit die Auswahl der einsetzbaren Analyseverfahren situations- und dokumentbedingt stattfindet.

Die Arbeiten am Daimler Benz Forschungsinstitut in Ulm konzentrierten sich auf

3. die Repräsentationssprache FRESCO, mit deren Sprachmitteln sowohl Wissen über Dokumentobjekte abgelegt als auch Analysealgorithmen modelliert werden können.

Die folgenden Abschnitten erläutern die Aktivitäten bzgl. dieser Forschungsfragen.

Trennung in Text- und Nichttext-Bereichen

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurde im Berichtszeitraum ein Verfahren entwickelt, das in einem gegebenen Dokumentbild Text- und Nichttextbereiche voneinander trennt. Da sämtliche Anforderungen erfüllt werden konnten ist dieser Projektabschnitt erfolgreich abgeschlossen.

Das Verfahren baut auf Zusammenhangsgebieten auf, die mittels des *Single Pass RandLinien-Codierungsverfahren* (SPRLC) von Daimler Benz erzeugt werden. Um diese als Text oder Nichttext zu klassifizieren wurde eine 6-Phasen-Strategie erarbeitet. Die einzelnen Schritte sind:

- Generierung der Zusammenhangsgebiete
- Filterung

- Bewertung.

Der Ansatz wurde mit 80 Dokumenten getestet, die gemischt Text-, Grafik- und Bildinformationen enthalten. Die Textbereiche haben jegliche Ausrichtung und Zeichengrößen zwischen 8 und 24 Punkten. Aus diesen Testergebnissen geht hervor, daß der Trennungsalgorithmus sehr gute Ergebnisse liefert, sofern keine Zeichenverklebungen vorliegen und keine Text-und Nichttextbereiche verschmolzen sind. Sogar aufgerissene Zeichenbilder, z.B. auf Matrixdruckern gedruckte Briefe, bereiten nur selten Probleme. Allgemein läßt sich sagen, daß schlechte Vorlagenqualität die Klassifikationsbewertung der entsprechenden Zusammenhangsgebiete verschlechtert.

Die Ein- und Ausgabe des beschriebenen Algorithmus' wird in kompatibler Weise zu den Dokumentanalysekomponenten des ALV-Projektes vorgenommen. Damit ist eine einfache Integration des Verfahrens in die ALV-Umgebung gewährleistet.

Modellbasierte Steuerungsstrategie für die Dokumentanalyse

Dieses Arbeitspaket wurde im Berichtszeitraum neu aufgelegt.

Bis heute sind nahezu alle Systeme auf dem Gebiet der Dokumentanalyse auf bestimmte Dokumenttypen (z.B. Geschäftsbriefe, Hausberichte, Briefumschläge) zugeschnitten, da es nahezu unmöglich erscheint, ein allgemeines Dokumentanalysesystem zu bauen. Der Erfolg der meisten Ansätze hängt nicht nur von der Art der analysierten Dokumente, sondern oft auch von speziellen Eigenschaften ab, etwa Zeichengröße, Zeichensatz, oder Schreibdichte.

Aus diesem Grund wurden in Ulm und Kaiserslautern in der Vergangenheit eine Reihe verschiedener Ansätze für Teilprobleme der Dokumentanalyse entwickelt, beispielsweise für Zeichenerkennung und Segmentierung.

Die komplexe Aufgabe dieses Arbeitspaketes besteht darin, eine Systemsteuerung zu entwickeln, die die richtigen Ansätze in der richtigen Reihenfolge einsetzt. Dies kann man in folgende Aufgaben unterteilen:

- Repräsentation einer Steuerungsstrategie
- Einheitliche Beschreibung aller Problemlösungsverfahren und
- Entwickeln eines Interpretierers (Steuerung) für diese Formalismen

Ergebnis des Arbeitspaketes soll damit eine Entwicklungsumgebung zum automatischen Testen von Problemlösungsverfahren und ihrer Interaktion sein.

In einem ersten Schritt wurde ein Beschreibungsformalismus für die Problemlöser erarbeitet, der insbesondere die Möglichkeit bietet, ihre Vor- und Nachteile zu beschreiben. Dadurch soll die Steuerungskomponente in die Lage versetzt werden, jedes Problemlösungsverfahren abhängig von seiner Eignung in einer jeweiligen Analysesituation zu aktivieren.

Zur Zeit wird an dem Modell für die Steuerungsstrategie gearbeitet. In hierarchischer Weise werden hier Analysephasen und zugehörige Problemlöser beschrieben. Operatoren ermöglichen die Beschreibung von alternativen oder optionalen Teilstrategien.

Zur Unterstützung der Implementierer wird weiterhin ein grafischer Editor für die Erstellung und Verwaltung von Problemlöserbeschreibungen und Steuerungsmodell implementiert.

Repräsentationsformalismus – Repräsentationssprache FRESCO

Der Schwerpunkt lag hier auf der experimentellen Untersuchung des Formalismus zur Modellierung von Dokumenteigenschaften – Arbeiten zur Modellierung und Verarbeitung von Wissen über Analysealgorithmen sind ausschließlich Teil der Aktivitäten in Kaiserslautern gewesen (s.o.).

Zur Untersuchung des Formalismus bezüglich der Dokumentmodellierung waren insbesondere zwei Fragen von Interesse:

- Wie lassen sich Dokumentinhalte aus unterschiedlichen Anwendungen mit Fresco-Sprachmitteln repräsentieren?
- Wie effizient lassen sich konkrete Dokumente anhand ihres Modells analysieren?

Die erste Frage bezieht sich auf die Ausdruckstärke des Formalimus. Die Erfahrung bei der Modellierung dreier unterschiedlicher Domänen – Briefumschläge, Betragsfelder auf Formularen und Strukturinformation auf Geschäftsbriefen – hat gezeigt, daß eine Reihe von Eigenschaften, Beziehungen und Einschränkungen gemeinsam von unterschiedlichen Konzepten genutzt werden können. Die Repräsentationssprache hat sich somit zur Modellierung unterschiedlicher Domänen bewährt.

Die zweite Fragestellung beschäftigt sich mit dem Analysealgorithmus und dessen Effizienz: Eine Wissensbasis muß für realistische Problemgrößen, für Realweltprobleme, auswertbar bleiben – tut sie das nicht, ist das modellierte Wissen wertlos. Die Analyseergebnisse zeigten, daß die emprisch ermittelte Komplexität bei den untersuchten Dokumentbeispielen aus den oben erwähnten Domänen weit unter der theoretisch möglichen blieb. Allerdings zeigte sich auch, daß durchaus noch Verbesserungen bei der Abarbeitungstrategie möglich sind, um die Effizienz weiter zu erhöhen.

2.7.2. Kontakte zu anderen DFKI-Projekten

DFKI-interne Kontakte:

Am DFKI befassen sich zur Zeit drei Projekte mit der Dokumentanalyse: ALV, PEP und WIDAN. Insbesondere zu ALV bestehen von Projektbeginn an enge Beziehungen. Es finden häufig gemeinsame Besprechungen statt, und die entwickelten Ansätze werden mit gemeinsamen Schnittstellen versehen, so daß Systemkomponenten von ALV zum Testen der WIDAN-Komponenten benutzt werden und WIDAN-Systemkomponenten so konzipiert sind, daß sie problemlos in die ALV-Umgebung eingebettet werden können.

2.7.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

T. Bayer, E. Mandler, F. Hönes, A. Dengel: *Aspects of Knowledge Based Document Analysis*, Symposium on Document Analysis and Information Retrieval, University of Nevada, Las Vegas, USA, 186–190 (1992).

T. Bayer: *Representing and Utilising Knowledge for Understanding Structured Documents*, MVA'92 IAPR Workshop on Machine Vision Applications, Tokyo, Japan, 75–78 (Dec. 7–9, 1992).

A. Dengel, R. Bleisinger, R. Hoch, F.Hönes, F. Fein, M. Malburg: *Π_{ODA}: The Paper Interface to ODA*, DFKI Research Report 92–02, Kaiserslautern (1992).

A. Dengel, R. Bleisinger, R. Hoch, F. Fein, F.Hönes: *From Paper to Office Document Standard Representation*, IEEE Computer, Vol. 25, No. 7, 63–67 (July 1992).

F.Hönes, R. Zimmer: *Separation of Textual and Non-textual Information within Mixed-mode Documents*, MVA'92 IAPR Workshop on Machine Vision Applications, Tokyo, Japan, 71–74 (Dec. 7–9, 1992).

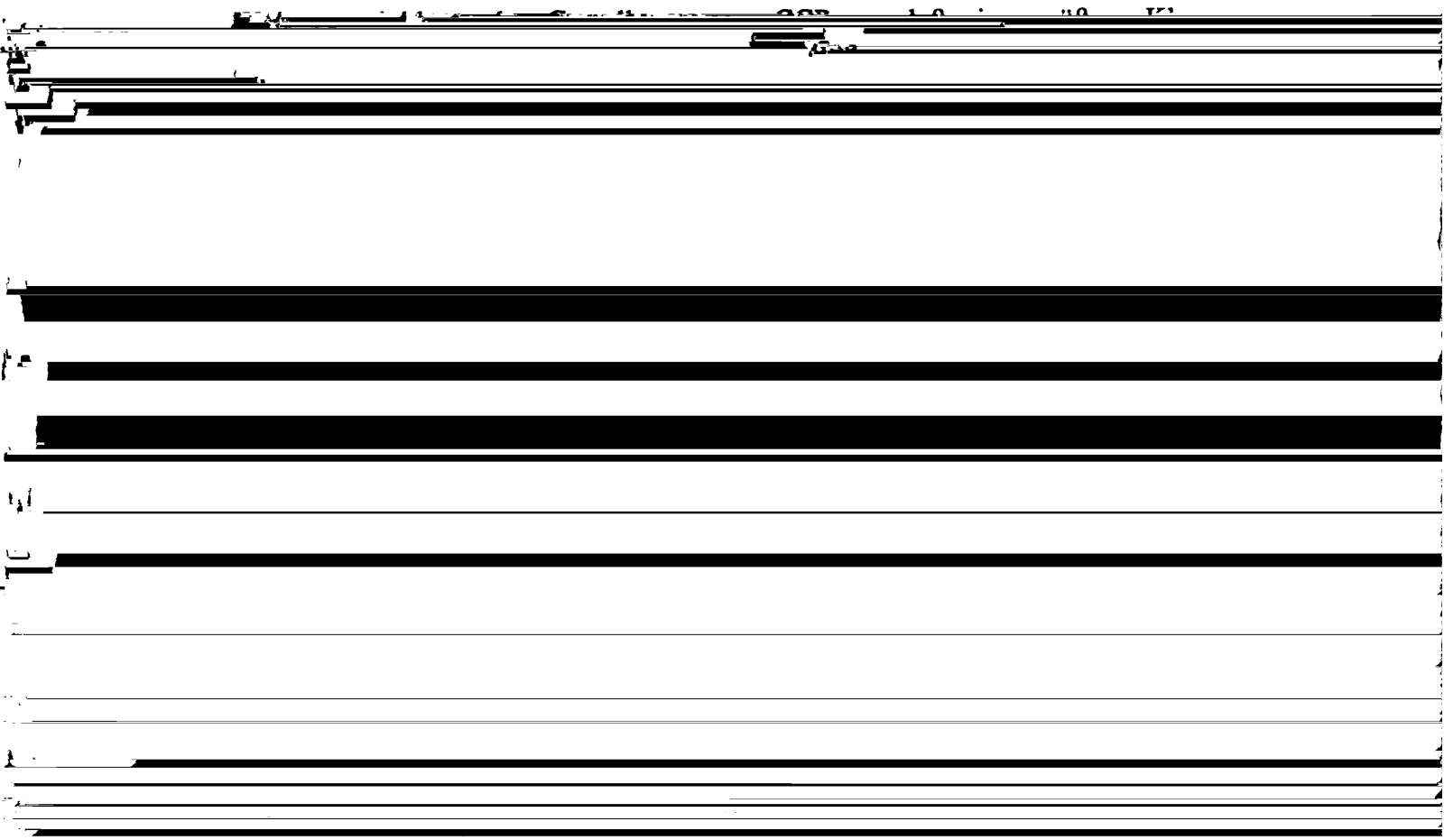
F. Fein, F.Hönes, M. [illegible]

3. In Zusammenarbeit mit externen Partnern durchgeführte Projekte

Die von externen Partnern (d.h. weder BMFT noch Gesellschaftern) durchgeführten Projekte bilden das dritte Standbein des DFKI. Im Jahre 1992 wurden die folgenden Projekte durchgeführt.

3.1. Projekt ACCLAIM

ACCLAIM (Advanced Concurrent Constraint Languages: Application, Implementation and Methodology) ist für drei Jahre beantragt und läuft seit dem 1. September 1992. Das ESPRIT Basic Research Projekt ACCLAIM verfolgt das Ziel, die konzeptuellen, mathematischen und praktischen Grundlagen des neuen Programmier-Paradigmas Concurrent Constraint Programming (CCP) weiterzuentwickeln. CCP baut auf Konzepten aus den Bereichen Nebenläufigkeit, parallele Berechnung, logische Programmierung und Constraint-Verarbeitung auf. Genauer sind folgende Ziele gesteckt:



Berechnungsphänomenen abgedeckt werden kann.

- Entwicklung effizienter Constraint-Techniken sowie erweiterbarer und universeller Constraintsysteme, um neue Anwendungsbereiche zu erschließen.
- Entwicklung von Konzepten und Techniken für die Analyse und Optimierung von CCP-Programmen bei der Übersetzung.
- Verbesserung der Implementierungstechnologie für CCP, sowohl für sequentielle als auch parallele Architekturen.

Formulierbarkeit und Integrierbarkeit des Szenarios konnten erfüllt werden: Einerseits durch den Einsatz von Constraint-Programmiertechniken, andererseits durch Verwendung des nebenläufigen Objektkonzepts, das eine exzellente Unterstützung bei der Entwicklung von Multi-Agenten-Systemen bietet.

Insbesondere stellte sich heraus, daß jegliche Form von möglicher Nebenläufigkeit in der Formulierung kooperativer Agenten leicht und elegant erreicht und formuliert werden kann. Insbesondere die synergetischen Effekte zwischen Nebenläufigkeit und Constraint-Techniken konnte an diesem Anwendungsbeispiel herausgearbeitet und gezeigt werden. Diese Effekte umfassen sowohl die verteilte Propagierung von Constraints zur Erbringung von kooperativen Aufgaben durch mehrere autonome Agenten, als auch die im wesentlichen automatische Synchronisierung nebenläufiger Aktivitäten durch die grundlegenden Strukturen von Oz.

3.1.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Am DFKI besteht ein enger Kontakt zu den Projekten Hydra und AKA-MOD. Mit Andreas Schroth von AKA-MOD wurden die grundlegenden Ideen für die Realisierung des Speditionsszenarios erarbeitet.

Eine wesentliche Aufgabe von ACCLAIM besteht darin, einen breiten wissenschaftlichen Austausch des nationalen Pojektes Hydra mit den führenden europäischen Forschungsgruppen auf dem Gebiet der nebenläufigen Constraint-Programmierung zu ermöglichen. Unsere Partner im ACCLAIM-Projekt sind:

- Digital PRL, Frankreich (Hassan Aït Kaci)
- INRIA, Frankreich (Philippe Codognet)
- Katholieke Universiteit Leuven, Belgien (Bart Demon)
- SICS, Schweden (Seif Haridi und Sverker Jansson)
- Universidad Politècnica de Madrid, Spanien (Manuel Hermenegildo)
- Universitàdi Pisa, Italien (Ugo Montanari)
- Université d'Aix-Marseille II, Frankreich (Alain Colmerauer)
- RISC, Österreich (Hoon Hong)

Die Kontakte zu diesen Forschungsgruppen konnten auf einem Kickoff-Workshop, der vom 22. bis 27. September 1992 in Stockholm stattfand, gepflegt werden.

3.1.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Vorträge:

Martin Henz: *Concurrent Objects and Inheritance in Oz*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, 23. bis 27. November 1992.

Michael Mehl: *Design of an Abstract Machine for Oz*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, 23. bis 27. November 1992.

Gert Smolka: *Feature Structures and Constraint Programming*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, 23. bis 27. November 1992.

Gert Smolka: *Principles of Oz*, ACCLAIM Kickoff Workshop, Stockholm, 23. bis 27. November 1992.

3.1.4. Personalia

Die ACCLAIM-Gruppe bestand zum 31. Dezember 1992 aus:

Prof. Dr. Gert Smolka.(Projektleiter)	(0681-302-5311)
Dipl.-Inform. C. Schulte	(0681-302-5340)

3.2. Projekt CCL

Die Esprit Working Group CCL (Construction of Computational Logics) wurde am 24. Juli 1992 gestartet. Das Hauptziel ist die Kombination verschiedener Programmier-Paradigmen wie beispielsweise logische, funktionale und objekt-orientierte Programmierung. Die Grundlage der Kombination ist die Fundierung dieser Paradigmen in der Logik und in der constraintbasierten Berechnung. Die Forschungsziele umfassen daher insbesondere die Entwicklung neuer Constraintsysteme und Lösungsverfahren, sowie die Untersuchung von Kombinationsproblemen in einem einheitlichen Rahmenwerk.

Da Esprit Working Groups nicht mit Personalmitteln ausgestattet sind, kann in diesem Rahmen nur die Koordination und Zusammenarbeit zwischen anderweitig bestehenden Projekten der Partner betrieben werden. Die Verbindung zwischen den Zielen von CCL und den Projekten Hydra und ACCLAIM im Forschungsbereich Programmiersysteme wird durch zwei gemeinsame Zielsetzungen hergestellt:

- Das Prinzip der constraint-basierten Berechnung bietet ein mächtiges Werkzeug zur Definition neuer Constraintsysteme auf der Basis bestehender Systeme. Dieses Prinzip ist in der im DFKI-Projekt Hydra entwickelten nebenläufigen constraintbasierten Programmiersprache Oz verwirklicht. Die Mechanismen der Constraintpropagierung und -vereinfachung ermöglichen die Realisierung von Lösungsverfahren für in Oz programmierte Constraintsysteme. Die Mächtigkeit von Oz bei der Behandlung der Constraints macht in vielen Fällen die Suche (Backtracking) überflüssig, was diesen Ansatz von klassischen Ansätzen der logischen Programmierung grundsätzlich unterscheidet.
- Die in Hydra betriebene Entwicklung universeller Constraintsysteme auf der Basis von Featurebeschreibungen erweitern die klassischen konstruktorbasierten Constraint-systeme in ihrer Expressivität. Featurebasierte Constraintsysteme realisieren den aus anderen Programmiersprachen wohlbekannten Datentyp *Record* und stellen hierfür geeignete Ausdrucksmittel zur Verfügung.

3.2.1. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Die Esprit Working-Group CCL besteht aus folgenden Partnern:

- COSYTEC, Orsay (Prof. Helmut Simonis).
- DFKI, Saarbrücken (Prof. Gert Smolka).
- INRIA Lorraine, Nancy (Prof. Claude Kirchner).
- Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken (Prof. Harald Ganziger).
- Technische Universität München (Prof. Tobias Nipkow).
- Universidad Complutense, Madrid (Prof. Mario Rodriguez Artalejo).
- Universität München (Prof. Klaus Schulz).
- Université Paris Sud (Dr. Hubert Comon und Prof. Jean-Pierre Jouannaud).
- Universitat Politècnica de Catalunya (Prof. Fernando Orejas).

3.2.2. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Vorträge:

Gert Smolka: *Principles of Oz*. First CCL-Workshop, Val d'Ajol, 19. bis 21. Oktober 1992.

Ralf Treinen: *Equations and Membership Constraints for Infinite Trees*. First CCL-Workshop, Val d'Ajol, 19. bis 21. Oktober 1992.

3.3. Projekt COMPULOG

COMPULOG ist ein Esprit Basic Research Projekt, an dem außer dem DFKI noch weitere Universitäten und Forschungsinstitute aus mehreren europäischen Ländern beteiligt sind. Zu den Partnern gehören unter anderem die RWTH Aachen (Prof. Jarke), das Imperial College London (Prof. Kowalski), die Universität Rom (Prof. Aiello und Prof. Lenzerini), das ECRC in München und die Universitäten Bristol (Prof. Lloyd) und Edinburgh (Prof. Bundy). Eine erste Förderungsperiode dauerte von 1989 bis 1992. Das DFKI ist Projektpartner seit Beginn der zweiten Förderungsperiode, die im August 1992 anlief.

Langfristiges Ziel von COMPULOG ist es, die Grundlagen für eine integrierte, logikbasierte Software-Umgebung zu entwickeln, die auf einer erweitereten logischen Programmiersprache aufbaut. Sprache und Werkzeuge sollen das Logische Programmieren um Techniken aus verwandten Gebieten wie Datenbanken, Künstlicher Intelligenz und mathematischer Logik erweitern.

Das DFKI arbeitet mit anderen Partnern in COMPULOG im Bereich "Types and Objects", in dem logische und objektorientierte Ansätze für Anwendungen auf Datenbanken und wissensbasierte Systeme verknüpft werden sollen. Hier sollen unter anderem die Ergebnisse über logikbasierte taxonomische Wissensrepräsentation aus den Projekten WINO und TACOS übertragen werden auf Typsysteme in objektorientierten Datenbanken.

3.3.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Als erster Schritt wurde in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Universität Rom eine ausdrucksstarke taxonomische Sprache definiert, mit der viele relevante Aspekte von Formalismen zur Definition von Datenbank-Schemata erfaßt werden können. Für verschiedene Inferenzen in dieser Sprache, wie Konsistenz von Schemata und Anfragen oder Subsumtion von Anfragen, wurden Algorithmen entwickelt und auf ihre Komplexität untersucht. Die Ergebnisse sind in einem DFKI-Report dokumentiert.

Darauf aufbauend wird nun versucht, in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Jarke aus Aachen die Ergebnisse auf existierende Datenbanksysteme anzuwenden. Ausgangspunkt ist dabei das in Aachen entwickelte objektorientierte deduktive System ConceptBase. Anfragen an eine ConceptBase-Datenbank haben große Ähnlichkeit mit Konzeptbeschreibungen in taxonomischen Sprachen. Sie fragen nach Objekten, die unter anderem durch ihre Zugenörigkeit zu bestimmten Klassen und durch Eigenschaften ihrer Attribute bestimmt sind. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, Inferenzen auf Konzepten für die Optimierung von Anfragen zu nutzen. Wurden zum Beispiel Ergebnisse einer Anfrage abgespeichert und stellt sich heraus, daß eine zweite Anfrage spezieller als die erste ist, so braucht nicht mehr die ganze Datenbank nach Antworten durchsucht zu werden, sondern es reicht, unter den Antworten auf die erste Anfrage zu suchen. Die Inferenz, mit der bestimmt wird ob eine Anfrage spezieller ist als eine andere, entspricht genau der Subsumtion von Konzeptbeschreibungen.

Weitere Einsatzmöglichkeiten für solche Optimierungen bieten sich bei verteilten Datenbanken. Eine Fragestellung in diesem Zusammenhang ist wie mit taxonomischen Sprachen

beschrieben werden kann, welche Daten ein Knoten in einem Netzwerk aus verschiedenen Datenbanken enthält. Bei einer Anfrage ist es dann wichtig, möglichst genau zu wissen, wo für die Beantwortung relevante Daten stehen können.

Um in diesen Anwendungen zu praktikablen Verfahren zu gelangen, ist es wichtig zu wissen, welche Inferenzen in kurzer (d.h., polynomialer) Zeit möglich sind und bei welchen anderen möglicherweise mit sehr langen Laufzeiten zu rechnen ist. Zur Zeit wird versucht, solche Klassen von Inferenzen zu bestimmen, wobei zum Teil wieder auf frühere Ergebnisse aus dem Projekt WINO zurückgegriffen werden kann.

3.3.2. Kontakte zu anderen DFKI-Projekten und Forschungsgruppen

Das Projekt COMPULOG arbeitet in enger Kooperation mit dem TACOS-Projekt. Prof. Dr. Siekmann, der Leiter von TACOS, und ein Mitarbeiter von TACOS (W. Nutt) gehören zu den Antragstellern von COMPULOG. Durch die Beiteiligung an COMPULOG entstanden Kontakte, die auch für TACOS interessant sind: So entwickelte sich schon während der ersten Phase von COMPULOG eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern aus WINO und der Universität Rom entstand, die sich als sehr fruchtbar erwies. Diese Zusammenarbeit wird nun fortgesetzt. Dabei wird angestrebt, daß Mitarbeiter der jeweiligen Institutionen sich mehrere Wochen zu Forschungsaufenthalten bei dem jeweils anderen Partner aufhalten können.

Eine enge Zusammenarbeit auf den Gebieten objekt-orientierter deduktiver Datenbanken und taxonomischer Logiken wurde mit der Arbeitsgruppe von Prof. Jarke aus Aachen vereinbart. Ziel dieser Kooperation ist es zum einen, die deduktiven Fähigkeiten taxonomischer Systeme zur Optimierung von Anfragen in Datenbanken zu nutzen, zum anderen langfristig taxonomische Sprachen zur Darstellung unvollständigen Wissens in objekt-orientierten deduktiven Datenbanken zu verwenden. Ein erstes Treffen der Gruppen fand im April 1992 in Aachen statt. Im November war Dr. Jeusfeld aus Aachen zu Gast am DFKI. Im Rahmen eines Treffens von COMPULOG in Rom im Dezember 1992 kam es zu einer weiteren Begegnung dieser Gruppen, in der das weitere Vorgehen festgelegt wurde.

3.3.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

M. Buchheit, F.M. Donini, A. Schaerf: *Decidable Reasoning in Terminolgical Knowledge Representaion Systems*, DFKI Report Report RR-93-10

Vorträge:

W. Nutt: *Adding Epistemic Operators to Concept Languages*, Workshop der ESPRIT-BRA "COMPULOG", Università degli Studi "La Sapienza", Rom, 16.-18. Dezember 1992.

3.3.4. Personalia

Zum 31. Dezember 1992 waren die folgenden Wissenschaftler des DFKI an COMPULOG beteiligt:

Prof. Dr. J. Siekmann(Projektleiter)	(0681-302-5275)
Dipl.-Inform. M. Buchheit (ab 1.10.92)	(0681-302-5257)
Dipl.-Math. W.Nutt	(0681-302-5325)

3.4. Projekt DRUMS-II

DRUMS-II ist eine ESPRIT-BRA Arbeitsgruppe, die Arbeiten zum Thema *Defeasible Reasoning and Uncertainty Management Systems* behandelt. Das Projekt startete im Oktober 1992. Die generelle Zielsetzung der Arbeitsgruppe ist die Untersuchung der Repräsentation und Verarbeitung unsicheren und vagen Wissens, wobei sowohl symbolische als auch quantitative Methoden betrachtet werden. Insbesondere werden sechs Punkte im Bereich des unsicheren und rücknehmbaren Schließens untersucht: Änderung von epistemischen Zuständen (Wissensrevision), nicht-monotone Deduktion, Inkonsistenz bei der Wissensverarbeitung, Abduktion, algorithmische Probleme und Schließen mit partiellen Modellen. Die Arbeitsgruppe ist entlang dieser Themen organisiert.

An der DRUMS-II Arbeitsgruppe sind folgende Partner beteiligt:

- Department of Informatics, University of Torino, Italien (F. Bergadano)
- IRISA, Université de Rennes, Frankreich (B. Phillipe)
- Electronic and Engineering Department, Queen Mary and Westfield College, London, England (J. Bigham)
- Department of Computer Science, Queen Mary and Westfield College, London, England (M. Clarke)
- IRIT, Université Paul Sabatier, Toulouse, Frankreich (L. Farinas del Cerrro)
- LRI, Université Paris 11, Orsay, Frankreich (C. Froidevaux)
- Department of Computing, Imperial College, London, England (D. Gabbay)
- Cognitive Sciences, Department of Philosophy, University of Lund, Schweden (P. Gärdenfors)
- Institute for Automation and O.R., University of Fribourg, Schweiz (J. Kohlhas)
- Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund, Technische Universität Braunschweig (R. Kruse)
- Mathematics and Computer Sciences, University of Aalborg, Dänemark (S. Lauritzen)
- IIIA, CEAB, Blanes, Spanien (R. Lopez de Mantaras)
- Institute for Informatics, Warsaw University, Polen (W. Lukasiewicz)
- DECSAI, University of Granada, Spanien (S. Moral)
- DFKI, Saarbrücken (B. Nebel)
- IRIT, Université Paul Sabatier, Toulouse, Frankreich (H. Prade)
- Department of Computer and Information Sciences, Linköping University, Schweden (E. Sandewall)
- LIUP, University of Provence, Marseille, Frankreich (P. Siegel)
- IRIDIA, Université Libre de Bruxelles, Belgien (P. Smets)

- Department of Mathematics and Computer Science, Free University of Amsterdam (V. H. Tan)
- Mathematics and Computer Science, U.I.A., Antwerpen, Belgien.

Die Zielsetzung des DFKI-Anteils innerhalb der DRUMS-II Arbeitgruppe ist es, eine Verbind–ung zwischen syntaktischen und semantischen Verfahren der Wissensrevision herzustellen und die Komplexität verschiedener Revisionsverfahren zu analysieren. Das Hauptaugenmerk ist dabei auf effizient realisierbare Revisionsverfahren gerichtet.

3.4.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Während des ersten 1/4 Jahres des Projektes wurden Anwendungsmöglichkeiten für Revision innerhalb des Kontextes der Generierung von multi-modalen Dokumenten evaluiert und verschiedene Verfahren zur Revision auf syntaktischer Ebene untersucht. Auf dem 1. DRUMS Workshop im Oktober wurden erste Ergebnisse zu diesen Themen vorgestellt.

3.4.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

- Aufgrund der personellen Verknüpfung mit dem WIP-Projekt ergibt sich innerhalb des DFKI eine natürliche Zusammenarbeit mit diesem Projekt.
- Weitere externe Kontakte siehe oben (Partner der DRUMS-II Arbeitsgruppe).

3.4.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

B. Nebel: *Syntax based approaches to belief revision*, in: P. Gärdenfors (Hrsg.), Belief Revision, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1992.

Vorträge:

B. Nebel: *Updates and Revision*, 1. DRUMS-II Workshop, Okt. 1992.

3.4.4. Personalia

Der DFKI-Anteil innerhalb der DRUMS-II Arbeitsgruppe wird am Standort Saarbrücken (DFKI) durchgeführt. Der Ansprechpartner für dieses Projekt ist

Dr. Bernhard Nebel (0681-302-5254)

3.5. Projekt KIWi

In dem KIWi-Projekt (Konstruktion und Integration von Wissen) wird eine integrative Theorie über das Lernen aus Text, Lernen aus Beispielen und Lernen durch Explorieren in der Form einer Computermodellierung entwickelt und mit den Befunden von experimentellen Untersuchungen zum menschlichen Lernverhalten verglichen. Für den Gegenstandsbereich des Erwerbs von Grundkenntnissen der Programmiersprache LISP entstand eine kognitive Modellierung, welche die menschlichen Lernprozesse unter den verschiedensten Bedingungen (unterschiedliche Instruktionsmaterialien, Sequenzierung der Materialien, verschiedene Vorkenntnisse des Lernenden, und unterschiedliche Lernziele) durch ein Computerprogramm beschreibt.

3.5.1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Im Jahr 1992 wurde hauptsächlich an zwei Bereichen gearbeitet:

1) Erweiterung des KIWi-Modells durch die Modellierung des Erlernens von Programmabstraktionen aus Beispielprogrammen. Im Gegensatz zur Generalisierung transformiert die Abstraktion einer Beschreibung deren Detailliertheitsgrad, wobei dann eine einfachere Beschreibungssprache verwendet wird.

2) Konzeptualisierung und erste Vorarbeiten zur Formalisierung von Verhaltensbeschreibungen im Rahmen einer Mehrebenenbetrachtung kognitiver Modellierungen.

3.5.1.1. Erlernen von Programmabstraktionen

Das entwickelte Modell des Erlernens von Programmabstraktionen (PABS) aus Beispielprogrammen setzt eine Formalisierung von Wissens über zwei verschiedenene Systeme voraus: konkretes Systemwissen auf der Ebene des zu abstrahierenden Programms und abstraktes Systemwissen, das die die Begriffe einer höheren Ebene (z.B. der Anwendungsdomäne) repräsentiert. Das konkrete und abstrakte Systemwissen muß derart formalisiert sein, daß die Programmierkonzepte (Datenstrukturen und Operationen) und die Konzepte der Anwendungsdomäne, die menschliche Experten üblicherweise verwenden, formal rekonstruiert werden.

Die Abstraktion eines Computerprogrammes bedingt einen Wechsel des Detailliertheitsgrades sowohl der Spezifikation der Programmdaten als auch der Programmoperationen. Im Rahmen von PABS wird dieser Wechsel im Detailliertheitsgrad durch die Angabe von zwei Abbildungen, der Zustandsabstraktionsabbildung und der Sequenzabstraktionsabbildung, eindeutig spezifiziert. Die Computersimulation ist als fünfschrittiges erklärungsbasiertes Lernverfahren realisiert, wobei neben der formalen Spezifikation des konkreten und abstrakten Systemwissens eine Abstraktionstheorie eingesetzt wird, um die Art und Weise in der die Reduktion des Detailliertheitsgrades erfolgt, deduktiv zu rechtfertigen. Im ersten Schritt wird die Ausführung des Bespielprogramms simuliert und ein symbolischer Trace erzeugt. Hierbei werden Eingabevariablen in das zu simulierende Programm mit symbolischen Werten belegt und die Konsequenzen allgemeiner Art aus dem konkreten Systemwissen abgeleitet. Im zweiten Schritt werden einzelne Zustände abstrahiert, d.h. unter Verwendung der Abstraktionstheorie eine abstrakte Beschreibung einzelner Zustände abgeleitet. Im dritten

Schritt werden abstrakte Operatoren gesucht, die auf einzelne abstrakte Zustände anwendbar sind und diese in andere Zustände transformieren. Im vierten Schritt wird eine Sequenz abstrakter Zustände ausgewählt, die dann diejenige abstrakte Prozedur bildet, die durch das Beispielprogramm implementiert wurde. Im fünften Schritt wird ein abstraktes Prozedurschema konstruiert, in dem die Anwendungsbedingungen und die Operatorsequenz der Prozedur spezifiziert ist. Ein solches Prozedurschema kann dann bei der Entwicklung und Implementierung neuer Programme, auch in einer anderen Programmiersprache, eingesetzt werden.

Es wurden mehrere empirische Untersuchungen zur Validierung des PABS-Modells durchgeführt. Den Versuchspersonen wurden dabei eine mehrere Beispielprogramme unterschiedliche Aufgaben vorgegeben: 1) es sollte der Ablauf eines gegebenen Programms durch Aussagen über die generelle Wirkung der Programmkonstrukte beschrieben werden 2) es sollte der (abstrakte) Algorithmus gefunden werden, der durch das Programm implementiert wird.

3.5.1.2. Konzeptualisierung von Verhaltensbeschreibungen

Die im Laufe der Zeit, z.B. durch die Integration des Erlernens von Programmabstraktionen, gestiegene Komplexität des KIWi-Modells macht es zunehmend schwieriger zu entscheiden, inwieweit neue experimentelle Befunde einzelne theoretische Annahmen stützen oder widerlegen. Deshalb wird eine Mehrebenenbetrachtung der Modellierung angestrebt. Wir unterscheiden dabei drei Beschreibungsebenen: 1) die Ebene der Verhaltensbeschreibungen, 2) die Symbolebene und 3) die Implementierungsebene. Dabei sollen die drei Ebenen nahezu autonom definierbar sein. Zudem ist jede Ebene als Abstraktion der darunterliegenden Ebene anzusehen. Verhaltensbeschreibungen lassen sich so als Abstraktion von Beschreibungen auf der Symbolebene verstehen. Zur Zeit wird eine Konzeptualisierung und Formalisierung von Verhaltensbeschreibungen erarbeitet.

Um eine adäquate und vollständige Beschreibung von rationalem Verhalten zu geben, müssen Wissen, Fähigkeiten, Ziele und Aktionen modelliert werden. Das Wissen ist die vollständige Menge von Konzepten die einem Agenten zur Verfügung stehen und durch Erfahrung erworben wurden. Wissen ermöglicht dem Agenten die Unterscheidung einzelner Objekte, Prozesse, Ereignisse und Zustände. Fähigkeiten stehen im engen Zusammenhang mit den Konzepten und beschreiben deren Verwendung. Ebenso existieren Ziele nicht unabhängig von Wissen und Fähigkeiten. Wissen, Fähigkeiten und Ziele beschreiben somit das Verhaltenspotential eines Agenten. Um zu einer vollständigen Beschreibung des aktuellen Verhaltens zu kommen, müssen zusätzlich die beobachtbaren Aktionen des Agenten in Betracht gezogen werden. Dabei müssen die einzelnen Parameter in einer bestimmten Relation zueinander stehen, damit das Verhalten als intelligent bezeichnet werden kann. Die skizzierte Konzeptualisierung sowie die Formalisierung von Verhaltensbeschreibungen wurde im Bereich von LISP-Programmen zur Realisierung von Operationen mit Mengen bzw. Mengensystemen (z.B. Vereinigung, Durchschnitt, kartesisches Produkt und Potenzmenge) erprobt.

3.5.2. Kontakte zu anderen Forschungsgruppen

Das KIWi Projekt arbeitet in enger Kooperation mit dem ARC-TEC Projekt. So haben bereits Resultate des KIWi Projekts in das integrierte Wissensakquisitionsverfahren des ARC-TEC Projekts Eingang gefunden. Weitere Kontakte bestehen zu den Projekten ALV, AKA-MOD und PHI.

3.5.3. Veröffentlichungen, Vorträge und Veranstaltungen

Veröffentlichungen:

Bergmann, R. (1992): *Knowledge Acquisition by Generating Skeletal Plans*, in: F. Schmalhofer, G.Strube, & Th. Wetter (Eds.), Contemporary Knowledge Engineering and Cognition (pp. 125-134). Heidelberg: Springer-Verlag.

Bergmann, R., Boschert, S. & Schmalhofer, F.: *Das Erlernen einer Programmiersprache: Wissenserwerb aus Texten, Beispielen und komplexen Programmen*, in: K. Reiss, M. Reiss und H. Spandl (Hrsg.), Maschinelles Lernen - Modellierung von Lernen mit Maschinen (S. 204-224). Springer-Verlag, Berlin, 1992.

Bergmann, R. & Schmalhofer F.: *Learning Plan Abstractions: Formal Model and Method.* in: S. Biundo, & F. Schmalhofer (Eds.), DFKI Workshop on Planning, Kaiserslautern, February 5, 1992, Proceedings DFKI Document D-92-07, p. 22-26.

Bergmann, R. : *Learning abstract plans to speed up hierarchical planning*, in: Proceedings of the ML'92-Workshop "Knowledge Compilation and Speedup Learning", Aberdeen, Scotland.

Bergmann, R. : *Learning plan abstractions*, in: H. J. Ohlbach (Ed.) Preprints of Proceedings of GWAI-92 (Report No. MPI-I-92-232, pp. 157- 168), Saarbrücken: Max-Planck-Institut für Informatik.

Schmalhofer, F. (1992): *Relations between Knowledge Engineering and Cognitive Science: From Import/Export to a Truly Interdisciplinary Knowledge Acquisition Enterprise*, in: F. Schmalhofer, G.Strube, & Th. Wetter (Eds.), Contemporary Knowledge Engineering and Cognition (pp. 3-5). Heidelberg: Springer-Verlag.

Schmalhofer, F , Globig, Ch. & Thoben, J. (1992): *The Refitting of Plans by a Human Expert*, in: F. Schmalhofer, G.Strube, & Th. Wetter (Eds.), Contemporary Knowledge Engineering and Cognition (pp. 115-124). Heidelberg: Springer-Verlag.

Schmalhofer, F., Kühn, O. & Boschert, S. (1992): *The Acquisition and Utilization of Knowledge in Beginners and Advanced Learners*, in: K. F. Wender, F. Schmalhofer und H. D. Boecker (Eds.), Cognition and Computer Programming. Ablex Publishing Corporation.

Schmalhofer, F., Strube, G., & Wetter Th. (Eds.) (1992): *Contemporary Knowledge Engineering and Cognition*, Heidelberg: Springer-Verlag.

Schmalhofer, F. & Thoben, J. (1992): *The Case-Oriented Construction of a Knowledge Base.* AI Communications, 5 (1), 3-18.

Wetter, Th. Althoff, K.-D., Boose, J., Gaines, B.R., Linster, M., & Schmalhofer, F. (Eds.): *Current Developments in Knowledge Acquisition - EKAW'92.* Heidelberg: Springer-Verlag.

Vorträge:

F. Schmalhofer: *Construction and integration inferences in sentence verification*, XXV International Congress of Psychology, 19 - 24. July 1992, Brussels.

3.5.4. Personalia

Im Jahr 1992 bestand die KIWi-Gruppe aus:

Dr. F. Schmalhofer (Projektleiter)	(0631-205-3465)
Dipl. Inform. R. Bergmann	(0631-205-3464)
Dipl. Psych. S. Boschert	(0631-205-3464)
Dipl. Psych. J. Thoben	(0631-205-3464)

4. Ausblick auf weitere Projekte

In diesem Abschnitt wird ein Ausblick auf Projekte gegeben, deren Durchführung im Jahr 1993 beginnen soll.

4.1. Projekt EFFENDI

4.1.1. Projektbeschreibung und Projektziel

EFFENDI (Efficient Formulation of Dialog Contributions) soll in ein System zur "speech-to-speech" Telefonkommunikation bei Daimler-Benz integriert werden. Die Domäne umfaßt unter anderem Fahrplanauskünfte und Reservierungen bei Zügen. Die Komponente zur Synthetisierung gesprochener Sprache und ein Dialogmanager werden am DB Forschungsinstitut in Ulm entwickelt. In EFFENDI soll ein Konzept für Generierung in Realzeit entwickelt und umgesetzt werden.

4.1.2. Projektorganisation

EFFENDI ist ein DFKI Projekt in Kooperation mit dem Forschungsinstitut von Daimler-Benz in Ulm. Das Projekt ist ausgelegt für einen Mitarbeiter bei einer Laufzeit von drei Jahren. Angestrebt ist eine enge Zusammenarbeit mit den DFKI Projekten DISCO/COSMA und VERBMOBIL. Ansprechpartner für EFFENDI ist Dr. Karin Harbusch (0681-302-5270).

4.2. Projekt IMCOD

4.2.1. Projektbeschreibung und Projektziel

Ziel des Projektes ist eine weitere Approximation intelligenter Ingenieursysteme im Sinne der DFKI Vision: Von Lösungen einzelner Probleme wird abstrahiert und diese werden in einen größeren Kontext eingebettet, um so einerseits tiefere strukturelle Einsichten zu gewinnen und andererseits eine höhere Funktionalität und eine bessere Performanz zu erreichen. Das IMCOD Projekt stellt somit einen logischen Fortschritt des ARC-TEC Ansatzes für intelligente Ingenieursysteme dar. Es resultiert in neuen, qualitativen Dimensionen für Ingenieursysteme und öffnet die Tür für zusätzliche Anwendungsfelder.

Genauer soll das IMCOD Projekt die Kompetenz eines Designmanagers dadurch erreichen, daß die Expertise von mehreren einzelnen Experten in sein Hintergrundwissen eingeordnet wird, und er dadurch in die Lage versetzt wird, vernünftige und globale Lösungen zu erreichen. Der Beitrag jedes einzelnen Experten besteht in der Bereitstellung seines speziellen, professionellen Wissens und seiner Entscheidungsvorschläge; diese werden vom Designmanager vor seinem globalen Hintergrund diskutiert.

Intendierte Funktionalität: Durch Einsatz des IMCOD Systems kann der Designmanager den anfallenden Wissenstransfer beschleunigen, die Umlaufzeiten verkürzen und sich mit den einzelnen Experten rückkoppeln, um so nicht nur eine erhöhte Flexibilität sondern auch qualitativ bessere Resultate zu erzielen. IMCOD integriert so bereits spezielle, existierende Komponenten und die Expertise des Designmanagers.

KI Aufgaben:

- Kohärenz: Behandlung divergierender Terminologien, die von einzelnen Gesichtspunkten stammen und vor einem gemeinsamen Hintergrund nur partiell verstanden werden.
- Entscheidung: Bewertung konkurrierender Preferenzen und unterschiedlicher Expertise
- Integration: Kombination und Erweiterung von Expertensystemen und entscheidungsunterstützenden Techniken, um Situationen zu beherrschen, die im einzelnen nur teilweise verstanden sind und bei denen man sich auf Wissenseinheiten stützen muß, über die nur bestimmte Relationen und Konsequenzen bekannt sind.

Lösungsansatz:

- Spezifikation der Anforderungen auf der funktionalen Ebene und der Wissensinhalte der lokalen Experten.
- Entwicklung von bereichsspezifischen Repräsentationssprachen auf einer abstrakten Ebene zur Beschreibung der Expertise des Designmanagers.
- Ausarbeitung von Techniken für die Designphase unter dem Paradigma einer umfassenden Problemlösung mit einem zentralen Management.

Anwendungsdomäne:

IMCOD soll für intelligente Ingenieursysteme angewendet werden, speziell im Bereiche der Elektrotechnik und Mechanik sowie des Maschinenbaus und verwandter Gebiete; dabei soll

wesentlich auf die Weiterentwicklung existierender Technologien geachtet werden. Die Firmen des DFKI sollen wesentlich für weitere Anwendungen einbezogen werden.

4.2.2. Projektorganisation

Der geplante Fördermittelgeber für dieses Projekt ist das BMFT. IMCOD soll über eine Dauer von 3 Jahren durchgeführt werden. Der voraussichtliche Beginn des Projektes ist am 1. Mai 1993. Projektleiter ist Prof. Dr. Michael Richter (0631-205-3471). Insgesamt sollen 5

4.3. Projekt INCA

4.3.1. Projektbeschreibung und Projektziel

Das Projekt INCA (INdexing, Classification and Archiving of structured documents) beschäftigt sich mit der Interpretation von Textabschnitten eines strukturierten Dokumentes (Brief, Zeitschrift, Bericht, Notiz). Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines Systems, das einem durch eine Wortfolge repräsentierten Dokument eine Dokumentklasse aus einem vorgegebenen Klassenraum zuordnet. Hierzu ein Beispiel: Bewegt man sich in einer Domäne von Geschäftsbriefen, so wären Angebote, Bestellungen, Bewerbungen, Bestätigungen, Anfragen usw. sinnvolle Geschäftsbriefklassen.

Somit lassen sich folgende drei Teilaufgaben des Projektes spezifizieren:

1) Indexierung (indexing): Ermittlung der signifikanten und bedeutungstragenden Wörter aus dem Eingabedokument

2) Klassifikation (classification): Klassifizierung des aktuellen Dokumentes in vorgegebene Dokumentklassen

3) Archivierung (archiving): Inhaltsbasierte Ablage des Dokumentes

Die Grundlage der Klassifikation — signifikante Merkmale — bilden alle relevanten, bedeutungstragenden Wörter des zu klassifizierenden Textabschnitts, sog. Deskriptoren, die zunächst aus dem Text extrahiert werden müssen. Das System führt dabei keine vollständige syntaktische oder inhaltliche Analyse der einzelnen Sätze des Textes durch. Vielmehr wird das Wissen über die Eigenschaften der Dokumentklassen durch eine Stichprobe repräsentiert, so daß die Klassifikation auf einer statistischen Analyse des Wortschatzes der Domäne erfolgt. Eine wichtige Teilaufgabe des Projekts besteht also darin, möglichst repräsentative Stichproben von Dokumenten der betrachteten Domäne aufzubauen.

Die Klassifikation eines Dokuments zu einem Dokumenttyp bildet den ersten Schritt zum weitergehenden Dokumentverstehen, in dem syntaktische und semantische Strukturen des Textabschnitts analysiert werden. Denn die Zuordnung einer Klasse zu einem Textabschnitt schränkt den Wortschatz auf einen speziellen Teilbereich der Domäne ein. Für einen solchen eingeschränken Wortschatz läßt sich das zugehörige lexikalische und semantische Wissen einfacher repräsentieren als für einen uneingeschränkten Wortschatz, so daß sich die Arbeit höherer Analysephasen erleichtert.

4.3.2. Projektorganisation

Das Deutsche Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz in Kaiserslautern und das Daimler-Benz Forschungsinstitut Ulm planen zum 1. April 1993 den Start des Kooperationsprojektes INCA. Es soll über eine Dauer von 3 Jahren durchgeführt werden. Ansprechpartner auf seiten des DFKI ist Prof. Dr. Andreas Dengel (0631-205-3215).

Die wesentlichen Forschungsarbeiten werden von einem Mitarbeiter am DFKI in Kaiserslautern durchgeführt. Ein weiterer Mitarbeiter von Daimler-Benz in Ulm bearbeitet spezielle Aufgabenstellungen (wie z. B. Integrationsaufgaben).

4.4. Projekt PPP

4.4.1. Projektbeschreibung und Projektziel

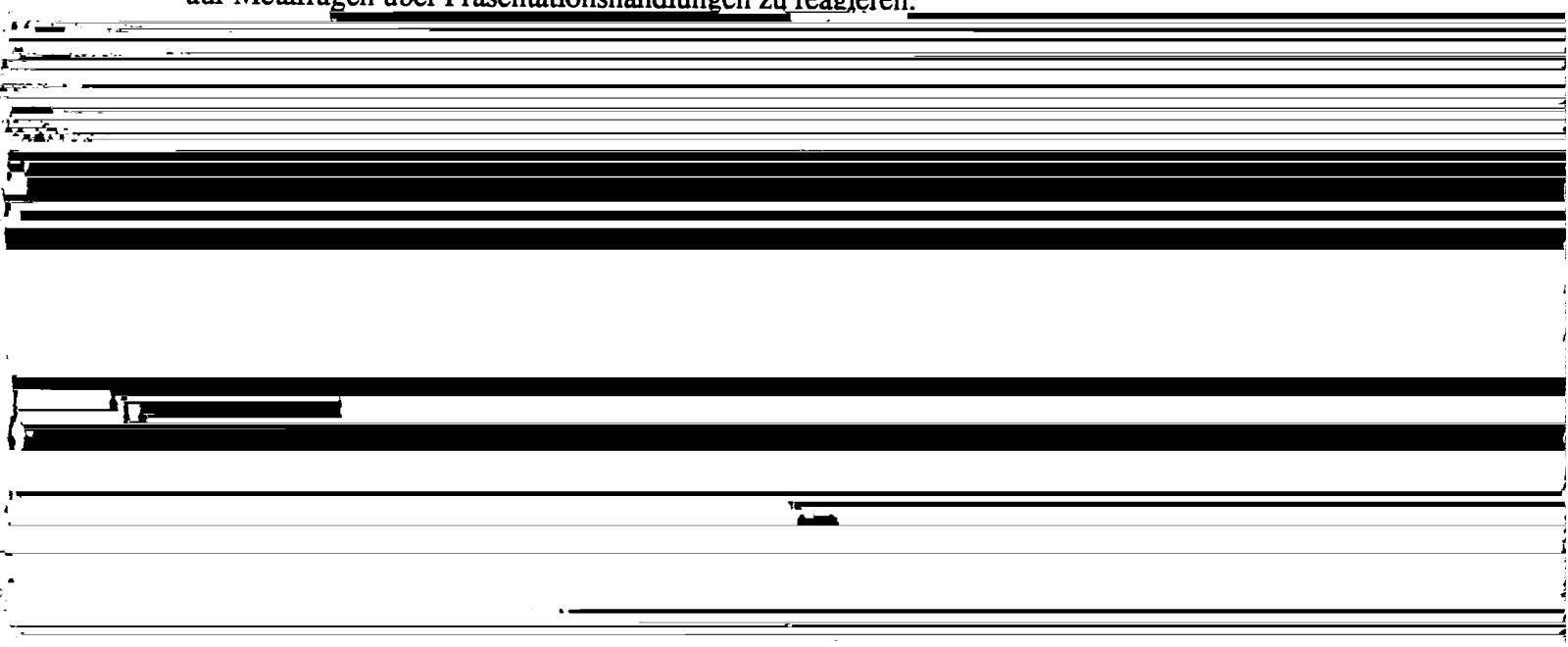
Das Ziel des Projekts PPP (Personalized Plan-based-Presenter) ist die Erforschung und Entwicklung innovativer Präsentationstechniken für zukünftige intelligente Benutzerschnittstellen. Die zentralen Kernfragen des Projekts sind:

- Planung multimedialer Präsentationshandlungen

  Ein Präsentationssystem muß nicht nur in der Lage sein, multimediale Dokumente zu synthetisieren, sondern auch planen, wie dieses Material verschiedenen Benutzern präsentiert werden soll. Eines der Ziele des PPP Projekts ist es, natürlichere und effektivere Präsentationen erzeugen. Dazu soll eine animierte Figur als Präsentator verwendet werden, der das generierte Material zeigt und erklärt.

- Interaktive multimediale Präsentationen

  Da es unmöglich ist, den Wünschen und Erfordernissen jedes möglichen Benutzers gerecht zu werden, sollte ein Präsentationssystem Interaktion mit dem Benutzer ermöglichen. Das PPP-System ist in der Lage, sowohl auf Folgefragen bezüglich des Diskursbereichs als auch auf Metafragen über Präsentationshandlungen zu reagieren.



  Um herauszufinden, ob ein Benutzer eine Anweisung wirklich verstanden hat, muß ein System die Effekte seiner Präsentation kontinuierlich überpr"ufen. Eine Möglichkeit, diese Kontrolle durchzuführen, besteht darin, das Präsentationssystem mit den zu bedienenden technischen Geräten über einen Datenbus zu verbinden. Mittels einer solchen Verbindung kann das PPP System das Verhalten des Benutzers nachverfolgen und seine Präsentationen an die jeweilige Situation anpassen.

- Bereitstellung einer ausgereiften Präsentationsgrundlage

  Um die einfache Anpassung an neue Diskursbereiche zu erlauben, müssen Techniken entwickelt werden, die flexibel und mächtig genug sind, um einen großen Bereich von Anwendungen zu unterstützen. Darüberhinaus sollten diese Repräsentationstechniken von entsprechenden Inferenzmechanismen begleitet werden, die die Implementation des multimedialen Präsentationssystems unterstützen.

4.4.2. Projektorganisation

Der geplante Fördermittelgeber für dieses Projekt ist das BMFT. PPP soll über eine Dauer von 3 Jahren durchgeführt werden. Der voraussichtliche Beginn des Projektes ist am 1. April 1993. Projektleiter ist Prof. Dr. Wolfgang Wahlster (0681-302-5251). Insgesamt sollen 6 wissenschaftliche Mitarbeiter daran beschäftigt sein.

4.5. Projekt VEGA

4.5.1. Projektbeschreibung und Projektziel

Ziel dieses Projekts ist eine weitere Approximation intelligenter Ingenieursysteme im Sinne der DFKI-Vision: Von Lösungen einzelner Probleme wird abstrahiert und diese werden in einen größeren Kontext eingebettet, um so einerseits tiefere strukturelle Einsichten zu gewinnen und andererseits eine höhere Funktionalität und eine bessere Performanz zu erreichen. Das VEGA -Projekt stellt somit eine kohärente Weiterführung des ARC-TEC-Ansatzes für intelligente Ingenieursysteme dar. Daraus ergeben sich neue qualitative Dimensionen für Ingenieursysteme, und zusätzliche Anwendungsgebiete eröffnen sich.

Das VEGA-Projekt versucht, Lösungen von lokalen Problemen durch individuelle Expertensysteme um einen strukturierten Rahmen für die Validierung und Exploration von Wissensbasen durch globale Analyse zu erweitern. Die Stoßrichtung des vorgeschlagenen Projekts wird hauptsächlich bestimmt durch die daraus folgenden Funktionalitäten, die Entwicklern und Benutzern von Wissensbasen (WBn) angeboten werden sollen.

Beabsichtigte Funktionalität: Während viel Wissen in WBn erworben und repräsentiert wird, bleiben oft die Wissenszusammenhänge unerforschtund ihr Inhalt ist nicht validiert (Mangel an Qualitätskontrolle). Expertensysteme, die auf solche WBn Zugriff haben, leiden unter der daraus entstehenden Brüchigkeit. Wissensingenieure sollen deshalb mit dem VEGA-System interagieren, um WBn zu evolvieren (d.h. zu explorieren und validieren), die in einer hohen portablen (deklarativen) Sprache repräsentiert sind.

KI-Aufgaben:

- Wissens-Exploration: Aufdecken interessanter Zusammenhänge zwischen Elementen in einer WB.
- Wissens-Validierung: Verbesserung der Zuverlässigkeit und Leistung einer WB.

Lösungsansatz:

(a) Schaffung einer Sprache sowohl zum Problemlösen als auch zur WB-Evolution, die Wissen auf einer hohen Abstraktionsebene repräsentiert (in einer stärker integrierten Version von CoLab) und von bestehenden WBn in diese Sprache übersetzt.

(b) Bereitstellung von Techniken zur WB-Exploration und -Validierung, die Methoden der

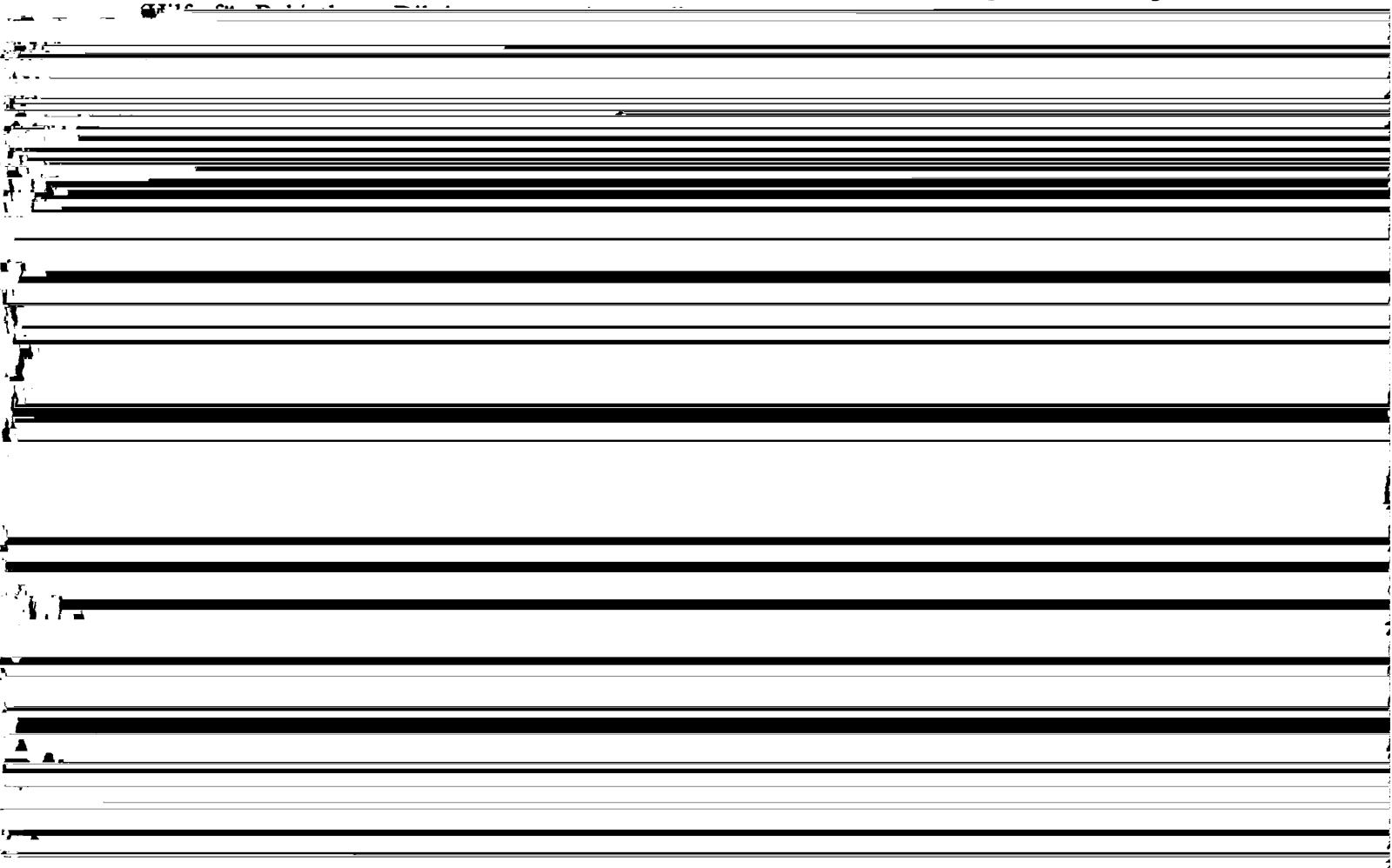
4.5.2. Projektorganisation

Der geplante Fördermittelgeber für dieses Projekt ist das BMFT. VEGA soll über eine Dauer von 3 Jahren durchgeführt werden. Der voraussichtliche Beginn des Projektes ist am 1. Mai 1993. Projektleiter ist Dr. Harold Boley (0631-205-3459). Insgesamt sollen 6 wissenschaftliche Mitarbeiter daran beschäftigt sein.

4.6. Projekt VERBMOBIL

4.6.1. Projektbeschreibung und Projektziel

Das langfristige Ziel von VERBMOBIL ist die Entwicklung eines tragbaren Systems, das Übersetzungen von Verhandlungsdialogen anbietet. Dabei wird angenommen, daß die beiden Dialogpartner, z.B. ein Japaner und ein Deutscher, in Englisch miteinander kommunizieren, und diese Sprache zumindest passiv soweit beherrschen, daß sie gegebenenfalls Mißverständnisse korrigieren können. Die Zielsprache der Übersetzung vom Deutschen und Japanischen ist also stets Englisch. Die Vision ist ein Instrument, das den internationalen Dialog von Menschen in allen erdenklichen Situationen erleichtern soll. Das Projekt, das auf eine Laufzeit von insgesamt acht bis zehn Jahren ausgelegt ist, beschäftigt sich von Beginn an mit fließend gesprochener Spontansprache samt Versprechern, Räuspern, grammatisch nicht ganz korrekten Sätzen und den üblichen Ähs und Mmms, wobei die Sprache schritthaltend mit dem Dialog erkannt und übersetzt werden soll. Das Verbundvorhaben ist so konzipiert, daß zahlreiche entscheidende Impulse für andere Anwendungsbereiche der Sprachtechnologie



technisch äusserst anspruchsvollen Zielsetzung ist ein breites interdisziplinäres Vorgehen notwendig. Bereits vorliegende Ansätze aus der Spracherkennung, Künstlichen Intelligenz, Computerlinguistik, Neuroinformatik und Maschinellen Übersetzung müssen aufeinander abgestimmt und integriert werden.

Die Förderanträge des DFKI wurden von den Gutachtern fachlich positiv bewertet, so daß in folgenden Bereichen mit einer Mitwirkung des DFKI an VERBMOBIL zu rechnen ist:

- Formalismus und Verarbeitung,
- Semantikkonstruktion,
- Spontansprachliche und inkrementelle Generierung

Klare Meilensteinsetzungen, eine gutachterliche Projektbegleitung durch ein unabhängiges Gremium von 8 renommierten Fachexperten aus Industrie und Hochschule und die laufende Überprüfung des Projektforschritts anhand eines ausführlichen Netzplans für alle Teilvorhaben werden das Forschungs- und Entwicklungsrisiko minimieren. Nach 4 Jahren soll eine ausführliche Bilanz der erreichten Projektziele der ersten Phase über die Fortführung des Vorhabens entscheiden.

Die wissenschaftliche Leitung des Gesamtvorhabens wurde an Prof. Dr. Wahlster, DFKI, (0681-302-5251) übertragen, wobei als Stellvertreter Prof. Dr. A. Waibel, Universität Karlsruhe, vom BMFT benannt wurden.

4.6.3. Veröffentlichungen

Engelkamp, J. (Hrsg.): *Verzeichnis von Softwarekomponenten für natürlichsprachliche Systeme, - Ergebnisse einer Umfrage im Rahmen der VERBMOBIL-Vorbereitung* -, DFKI Saarbrücken, Mai 1992

Wahlster, W., Engelkamp, J. (Hrsg.): *Wissenschaftliche Ziele und Netzpläne für das VERBMOBIL-Projekt*, DFKI Saarbrücken, April 1992

Wahlster, W.: *Auswertung von in Deutschland verfügbaren Softwarekomponenten für natürlichsprachliche Systeme in Hinblick auf ihre Relevanz für VERBMOBIL*, DFKI Saarbrücken, Dez. 1992

Namensverzeichnis

André 106
Baader 29; 35
Bachmann 59; 129
Backofen 65
Bartels 121
Bauer 94
Baumann 113
Bayer 133
Berger 117
Bergmann 147
Bernardi 59
Biundo 94
Bleisinger 47
Boley 59; 156
Bomarius 125
Boschert 147
Buchheit 129; 141
Bürckert 29; 35
Burgard 121
Burt 125
Busemann 78
Dengel 8; 47; 113; 133; 152
Dengler 94
Diagne 65
Dietel 121
Fehrle 117
Fein 133
Finkler 106
Fischer 24
Graf 106
Hanschke 59
Harbusch 106; 148
Hecking 94
Heinsohn 106
Henz 85
Hinkelman 78
Hinkelmann 59
Hoch 47
Hollunder 29; 35
Hönes 47; 133
Karls 113
Kasper 65
Kemke 65
Kiefer 78
Kilger 106
Klauck 59
Klein 129
Klöckner 117
Köhler 94
Kolb 125
Krieger 78
Kuhn 24
Kühn 59
Laux 29; 35
Legleitner 59
Lux 125
Maderlechner 113
Malburg 47
Mehl 85
Merziger 94
Meyer 59
Minenko 121
Müller 24; 110
Nebel 106; 143
Nerbonne 65; 78
Netter 78
Neumann 78
Nutt 29; 35; 129; 141
Olthoff 8
Paul 94
Pflug 113
Pischel 24; 110
Profitlich 106
Reinhard 121
Richter 59; 150
Rist 106
Sabblayrolles 24
Schauder 106
Scheidhauer 85; 121
Scheller-Houy 121
Schmalhofer 59; 147
Schmidt 59; 121
Schoeller 129
Schölles 117
Schroth 24
Schulte 136
Schupeta 24
Schürmann 133
Schweitzer 121
Siekmann 24; 29; 35; 141

Smolka 85; 136

Spackman 78

Steiner 125

Thies 117

Thoben 147

Treinen 85

Uszkoreit 65; 78

Wache 129

Wahlster 94; 106; 117; 154; 158

Waibel 158

Weber 121

Weigel 113

Wendl 6

Würtz 85

Deutsches
Forschungszentrum
für Künstliche
Intelligenz GmbH

DFKI
-Bibliothek-
PF 2080
D-6750 Kaiserslautern
FRG

DFKI Publikationen

Die folgenden DFKI Veröffentlichungen oder die aktuelle Liste von erhältlichen Publikationen können bezogen werden von der oben angegebenen Adresse.
Die Berichte werden, wenn nicht anders gekennzeichnet, kostenlos abgegeben.

DFKI Publications

The following DFKI publications or the list of currently available publications can be ordered from the above address.
The reports are distributed free of charge except if otherwise indicated.

DFKI Research Reports

RR-92-01
Werner Nutt
Unification in Monoidal Theories is Solving Linear Equations over Semirings
57 pages

Abstract: Although for numerous equational theories unification algorithms have been developed there is still a lack of general methods. In this paper we apply algebraic techniques to the study of a whole class of theories, which we call monoidal. Our approach leads to general results on the structure of unification algorithms and the unification type of such theories.

An equational theory is monoidal if it contains a binary operation which is associative and commutative, an identity for the binary operation, and an arbitrary number of unary symbols which are homomorphisms for the binary operation and the identity. Monoidal theories axiomatize varieties of abelian monoids. Examples are the theories of abelian monoids AC, idempotent abelian monoids ACI, and abelian groups.

To every monoidal theory we associate a semiring. Intuitively, semirings are rings without subtraction. We show that every unification problem in a monoidal theory can be translated into a system of linear equations over the corresponding semiring. More specifically, problems without free constants are translated into homogeneous equations. For problems with free constants inhomogeneous equations have to be solved in addition.

Exploiting the correspondence between unification and linear algebra we give algebraic characterizations of the unification type of a theory. In particular, we show that with respect to unification without constants monoidal theories are either unitary or nullary. Applying Hilbert's Basis Theorem we prove that theories of groups with commuting homomorphisms are unitary with respect to unification with and without constants.

RR-92-02
Andreas Dengel, Rainer Bleisinger, Rainer Hoch, Frank Hönes, Frank Fein, Michael Malburg
Π_{ODA}: The Paper Interface to ODA
53 pages

Abstract: In the past, many people have proclaimed the vision of the paperless office, but today offices consume more paper documents than ever before. As computer technology becomes more and more important in daily practice of modern offices, intelligent systems bridging the gap between printed documents and electronic ones, called paper-computer-interfaces, are required.

In this report our model-based document analysis system PODA is discussed in detail. Basic ideas of the ODA standard for electronic representation of office documents are the foundation of our document model. Moreover, different knowledge sources essential for the analysis of business letters are incorporated into the PODA model. The system comprises all important analysis tasks. Initially, *layout extraction* includes a necessary low-level image processing and segmentation to investigate the layout structure of a given document. While *logical labeling* identifies the logical structure of a business letter, *text recognition* explores the captured text of logical objects in an expectation-driven manner. By this way, word hypotheses are generated and verified using a dictionary. Finally, a *partial text analysis* component syntactically checks well-structured text objects, primarily the recipient of a letter.

As output, PODA produces an ODA conforming symbolic representation of a document originally being captured on paper. Now, the document is available for any further automatic processing such as filing, retrieval or distribution.

The inherent modularity of our system, however, allows a reuse of knowledge sources and constituents of the architecture in other document classes such as forms or cheques. Additionally, PODA is an open and flexible system: improved and new analysis methods can be integrated easy without modifying the overall system architecture.

RR-92-03
Harold Boley
Extended Logic-plus-Functional Programming
28 pages

Abstract: Extensions of logic and functional programming are integrated in RELFUN. Its valued clauses comprise Horn clauses (`true'-valued) and clauses with a distinguished `foot' premise (returning arbitrary values). Both the logic and functional components permit LISP-like varying-arity and higher-order operators. The DATAFUN sublanguage of the functional component is shown to be preferable to relational encodings of functions in DATALOG. RELFUN permits non-ground, non-deterministic functions, hence certain functions can be inverted using an `is'-primitive generalizing that of PROLOG. For function nestings a strict call-by-value strategy is employed. The reduction of these extensions to a relational sublanguage is discussed and their WAM compilation is sketched. Three examples (`serialise', `wang', and `eval') demonstrate the relational/functional style in use. The list expressions of RELFUN's LISP implementation are presented in an extended PROLOG-like syntax.

RR-92-04
John Nerbonne
Feature-Based Lexicons: An Example and a Comparison to DATR
15 pages

Abstract: A FEATURE-BASED lexicon is especially sensible for natural language processing systems which are feature-based. Feature-based lexicons offer the advantages: (i) having a maximally transparent (empty) interface to feature-based grammars and processors; (ii) supplying exactly the EXPRESSIVE CAPABILITY exploited in thesesystems; and (iii) providing concise, transparent, and elegantspecification possibilities for various lexical relationshhips,including both inflection and derivation. The development of TYPED feature description languages allows the use of INHERITANCE in lexical description, and recent work explores the use of DEFAULT INHERITANCE as a means of easing lexical development.

TDL is the implementation of a TYPE DESCRIPTION LANAGUAGE based on HPSG feature logics. It is employed for both lexical and grammatical specification. As a lexical specification tool, it not only realizes these advantages, but it also separates a linguistic and a computational view of lexical contents and supplies a development environment for lexicon engineering.

The most important competitor for feature-based lexical work is the very competent special purpose tool DATR, whose interface to feature-based systems is, however, inherently problematic. It is argued that feature-based systems (such as TDL) and DATR look compatible because of their common mathematical interpretation as graph description languages for directed graphs, but that this masks radically different modeling conventions for the graphs themselves.

The development of TDL is continuing at the German Artificial Intelligence Center (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz - DFKI) in the natural language understanding project DISCO.

RR-92-05
Ansgar Bernardi, Christoph Klauck, Ralf Legleitner, Michael Schulte, Rainer Stark
Feature based Integration of CAD and CAPP
19 pages

Abstract: To integrate CAD systems with other applications in the CIM world, two principal approaches are currently under development. The feature based CAD systems provide higher level primitives which support not only the generation of the drawing but also serve as basic input for other CIM components. Another approach enables any CIM component to recognize the higher level entities used in CAD systems out of a lower level data exchange format, which might be the internal representation of such systems as well as some standard data exchange format. In this paper the authors examine both approaches in more detail. First a conceptual model of CAD and - as an example of another CIM component - of CAPP is

Abstract: A new branch of artificial intelligence, distributed AI, has developed in the last years. Topic is the cooperation of AI-systems which are distributed among different autonomous agents. The thereby occuring problems extend the traditional AI spectrum and are presented along the major DAI-relevant topics: Knowledge representation, task-decomposition and -allocation, interaction and communication, cooperation, coordination and coherence, organizational models, agent's modelling of other agents and conflict resolution strategies (e.g. negotiation). First we try to describe the role of DAI within AI. Then every subsection will take up one special aspect, illuminate the occurring problems and give links to solutions proposed in literature. Interlaced into this structure are sketchy descriptions of a few very prominent and influential DAI systems. In particular we present the Contract Net Protocol, the Distributed Vehicle Monitoring Testbed, the Air Traffic Control problem and the Blackboard Architecture.

RR-92-07
Michael Beetz
Decision-theoretic Transformational Planning
22 pages

Abstract: In this paper we develop decision-theoretic transformational planning as a novel computational theory for planning reactive behavior under hard time constraints. The theory is based on three main paradigms: transformational planning, decision theory, and time-dependent computations. Knowledge about goals and the robot control language is accessed through transformation rules that define semantic relationships between constructs in the plan representation language and associations between goals and canned plans. The computational thoery deals with uncertainty by applying decision-theoretic methods to control the planning process. The tradeoffs between planning and acting are weighed by applying time-dependent algorithms for testing the applicability and utility of transformation rules with respect to the current situation and the preferences of the robot.

RR-92-08
Gabriele Merziger
Approaches to Abductive Reasoning - An Overview -
46 pages

Abstract: Abduction is a form of non-monotonic reasoning that has gained increasing interest in the last few years. The key idea behind it can be represented by the following inference rule

$$\frac{f \rightarrow \omega, \omega}{f}$$

i.e., from an occurrence of w and the rule "f implies w", infer an occurrence of f as a *plausible* hypothesis or explanation for w. Thus, in contrast to deduction, abduction is as well as induction a form of "defeasible" inference, i.e., the formulae sanctioned are plausible and submitted to verification.

In this paper, a formal description of current approaches is given. The underlying reasoning process is treated independently and divided into two parts. This includes a description of *methods for hypotheses generation* and *methods for finding the best explanations* among a set of possible ones. Furthermore, the complexity of the abductive task is surveyed in connection with its relationship to default reasoning. We conclude with the presentation of applications of the dicscussed approaches focusing on plan recognition and plan generation.

RR-92-09
Winfried Graf, Markus A. Thies
Perspektiven zur Kombination von automatischem Animationsdesign und planbasierter Hilfe
15 Seiten

Abstract: Aktuelle Themen auf dem Gebiet der intelligenten Benutzerschnittstellen behandeln derzeit die automatische Planung multimodaler Präsentationen. Hierbei stand bisher im wesentlichen die koordinierte Generierung von Text und Graphik im Vordergrund. In Zukunft wird hier aufgrund der Komplexität der zu präsentierenden Information zunehmend auch die Einbeziehung realistischer animierter 3D-Graphiken gefordert sein. Einen anderen wichtigen Forschungsschwerpunkt bildet der Einsatz graphischer Ausgabekomponenten für planbasierte Hilfesysteme.

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel zunächst einen Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung in diesen beiden Bereichen zu geben, als auch neue Anforderungen an die automatische Animationsgenerierung und an Systeme zur planbasierten graphischen Hilfe zu formulieren. Anschließend wollen wir, basierend auf Ergebnissen und Erfahrungen aus WIP und PLUS, Perspektiven für eine mögliche Weiterentwicklung und Integration von Techniken der Animationsplanung und graphischen Hilfe präsentieren.

RR-92-10
M. Bauer
An Interval-based Temporal Logic in a Multivalued Setting
17 pages

Abstract: We describe the embedding of the semantic notions and modal operators of a first-order temporal logic based on time intervals in a multivalued setting. Truth values will be realized as functions from time intervals to "ordinary" truth values like *t* and *f*. The main emphasis lies on the realization of the various modal operators contained in the temporal logic as operations on the functional truth values. We show that it is possible to obtain an efficient system sufficient for tasks in the area of diagnostic reasoning.

RR-92-11
Susane Biundo, Dietmar Dengler, Jana Koehler
Deductive Planning and Plan Reuse in a Command Language Environment
13 pages

Abstract: In this paper we introduce a deductive planning system currently being developed as the kernel of an intelligent help system. It consists of a deductive planner and a plan reuse component and with that provides planning from first as well as planning from second principles. Both components rely upon an interval-based temporal logic. The deductive formalisms realizing plan formation from formal specifications and the reuse of already existing plans respectively are presented and demonstrated by examples taken from an operating system's domain.

RR-92-13
Markus A. Thies, Frank Berger
Planbasierte graphische Hilfe in objektorientierten Benutzungsoberflächen
13 Seiten

Zusammenfassung: Wir stellen das System PLUS vor, ein planbasiertes graphisches Hilfesystem für Applikationen mit einer objektorientierten Benutzerschnittstelle. Es werden die Hilfekomponente *InCome+*, die *Animationskomponente* und der graphik-orientierte Planeditor *PlanEdit+* beschrieben.*PlanEdit+*

Abstract: When developing advanced multimodal interfaces, combining the characteristics of different modalities such as natural language, graphics, animation, virtual realities, etc., the question of automatically designing the graphical layout of such presentations in an appropriate format becomes increasingly important. So, to communicate information to the user in an expressive and effective way, a knowledge-based layout component has to be integrated into the architecture of an intelligent presentation system. In order to achieve a coherent output, it must be able to reflect certain semantic and pragmatic relations specified by a presentation planner to arrange the visual appearance of a mixture of textual and graphic fragments delivered by mode-specific generators.

In this paper we will illustrate by the example of *LayLab*, the layout manager of the multimodal presentation system WIP, how the complex positioning problem for multimodal information can be treated as a constraint satisfaction problem. The design of an aesthetically pleasing layout is characterized as a combination of a general search problem in a finite discrete search space and an optimization problem. Therefore, we have integrated two dedicated constraint solvers, an incremental hierarchy solver and a finite domain solver, in a layered constraint solver model *CLAY*, which is triggered from a common metalevel by rules and defaults. The underlying constraint language is able to encode graphical design knowledge expressed by semantic/pragmatic, geometrical/topological, and temporal relations. Furthermore, this mechanism allows one to prioritize the constraints as well as to handle constraint solving over finite domains. As graphical constraints frequently have only local effects, they are incrementally generated by the system on the fly. Ultimately, we will illustrate the funcionality of LayLab by some snapshots of an example run.

RR-92-16
Jochen Heinsohn, Daniel Kudenko, Berhard Nebel, Hans-Jürgen Profitlich
An Empirical Analysis of Terminological Representation Systems
38 pages

Abstract: The family of terminological representation systems has its roots in the representation system KL-ONE. Since the development of this system more than a dozen similar representation systems have been developed by various research groups. These systems vary along a number of dimensions.In this paper, we present the results of an empirical analysis of six such systems. Surprisingly, the systems turned out to be quite diverse leading to problems when transporting knowledge bases from one system to another. Additionally, the runtime performance between different systems and knowledge bases varied more than we expected. Finally,

our empirical runtime performance results give an idea of what runtime performance to expect from such representation systems. These findings complement previously reported analytical results about the computational complexity of reasoning in such systems.

RR-92-17
Hassan Aït-Kaci, Andreas Podelski, Gert Smolka
A Feature-based Constraint System for Logic Programming with Entailment
23 pages

Abstract: This paper presents the constraint system *FT*, which we feel is an intriguing alternative to Herbrand both theoretically and practically. As does Herbrand, *FT* provides a universal data structure based on trees. However, the trees of *FT* (called feature trees) are more general than the trees of Herbrand (called constructor trees), and the constraints of *FT* are finer grained and of different expressivity. The

basic notion of *FT* are functional attributes called features, which provide for record-like descriptions of data avoiding the overspecification intrinsic in Herbrand's constructor-based descriptions. The feature tree structure fixes an algebraic semantics for *FT*. We will also establish a logical semantics, which is given by three axiom schemes fixing the first-order theory *FT*.

FT is a constraint system for logic programming, providing a test for unsatisfiability, and a test for entailment between constraints, which is needed for advanced control mechanisms.

The two major technical contributions of this paper are (1) an incremental entailment simplification system that is proved to be sound and complete, and (2) a proof showing that *FT* satisfies the so-called `"independence of negative constraints".

RR-92-18
John Nerbonne
Constraint-Based Semantics
21 pages

Abstract: Montague's famous characterization of the homomorphic relation between syntax and semantics naturally gives way in computational applications to CONSTRAINT-BASED formulations. This was originally motivated by the close harmony it provides with syntax, which is universally processed in a constraint-based fashion. Employing the same processing discipline in syntax and semantics allows that their processing (and indeed other processing) can be as tightly coupled as one wishes - indeed, there needn't be any fundamental distinction between them at all. In this paper, we point out several advantages of the constraint-based view of semantics processing over standard views. These include (i) the opportunity to incorporate nonsyntactic constraints on semantics, such as those arising from phonology and context; (ii) the opportunity to formulate principles which generalize over syntax and semantics, such as those found in HEAD-DRIVEN PHRASE STRUCTURE GRAMMAR; (iii) a characterization of semantic ambiguity, which in turn provides a framework in which to describe disambiguation, and (iv) the opportunity to underspecify meanings in a way difficult to reconcile with other views. The last point is illustrated with an application to scope ambiguity in which a scheme is developed which underspecifies scope but eschews auxiliary levels of logical form.

RR-92-19
Ralf Legleitner, Ansgar Bernardi, Christoph Klauck
PIM: Planning In Manufacturing using Skeletal Plans and Features
17 pages

Abstract:. In order to create a production plan from product model data, a human expert thinks in a special terminology with respect to the given work piece and its production plan: He recognizes certain features and associates fragments of a production plan. By combining these skeletal plans he generates the complete production plan.

We present a set of representation formalisms suitable for the modelling of this approach. When an expert's knowledge has been represented using these formalisms, the generation of a production plan can be achieved by a sequence of abstraction, selection and refinement. This is demonstrated in the CAPP-system PIM, which is currently developed as a prototype.

The close modelling of the knowledge of the concrete expert (or the accumulated know-how of a concrete

manufacturing environment and optimally use the expert's knowledge and should also lead to improved acceptance of the system.

RR-92-20
John Nerbonne
Representing Grammar, Meaning and Knowledge
18 pages

Abstract: Among the expertises relevant for successful natural language understanding are grammar, meaning and background knowledge, all of which must be represented in order to decode messages from text (orspeech). The present paper is a sketch of one cooperation of grammar and meaning representations - with some remarks about knowledge representation - which allows that the representations involved be heterogeneous even while cooperating closely. The modules cooperate in what might be called a PLURALIST fashion, with few assumptions about the representations involved. In point of fact, the proposal is compatible with state-of-the-art representations from all three areas.

The paper proceeeds from the nearly universal assumption that the grammar formalism is feature-based and insufficiently expressive for use in meaning representation. It then demonstrates how feature formalisms may be employed as a semantic metalanguage in order that semantic constraints may be expressed in a single formalism with grammatical constraints. This allows a tight coupling of syntax and semantics, the incorporation of nonsyntactic constraints (e.g., from knowledge representation) and the opportunity to underspecify meanings in novel ways - including, e.g., ways which distinguish ambiguity and underspecification (vagueness).

We retain scepticism vis-à-vis more ASSIMILATIONIST proposals for the interaction of these - i.e., proposals which foresee common formalisms for grammar, meaning and knowledge representation. While such proposals rightfully claim to allow for closer integration, they fail to account for the motivations which distinguish formalisms - elaborate expressive strength in the case of semantic representations, monotonic (and preferably decidable) computation in the case of grammar formalisms, and the characterization of taxonomic reasoning in the case of knowledge representation.

RR-92-21
Jörg-Peter Mohren, Jürgen Müller
Representing Spatial Relations (Part II) -The Geometrical Approach
25 pages

Abstract: The representation and analysis of spatial relations is a tough problem in AI and Cognitive Science and is hence heavily discussed in the literature. Our general approach to this problem is to use a two-level representation where the relations may either be defined on a logical/propositional level or in terms of a three dimensional model of co-ordinates. Here we occupy ourselves with an approach to analyze spatial relations on the depictional level, i.e. on a representation of spatial scenes by space co-ordinates.

First we describe a representation formalism for spatial objects, based on boundary representations. Coming from that, we introduce a method for testing the applicability of spatial relations between two or more objects. The degree of applicability of a spatial relation results from the deviation of the object to be located from an 'ideal position' which is specified by the reference object(s) and various influences by spatial properties of the regarded objects like size or shape, where the deviation results from trigonometrical computations.

RR-92-22
Jörg Würtz
Unifying Cycles
24 pages

Abstract: Two-literal clauses of the form $L \leftarrow R$ occur quite frequently in logic programs, deductive databases, and---disguised as an equation---in term rewriting systems. These clauses define a cycle if the atoms L and R are weakly unifiable, i.e., if L unifies with a new variant of R. The obvious problem with cycles is to control the number of iterations throughthe cycle. In this paper we consider the cycle unification problem of unifying two literals G and F modulo a cycle. We review the state of the art of cycle unification and give new results for a special type of cycles called unifying cycles, i.e., cycles $L \leftarrow R$ for which there exists a substitution σ such that $\sigma L = \sigma R$. Altogether, these results show how the deductive process can be efficiently controlled for special classes of cycles without losing completeness.

RR-92-23
Gert Smolka, Ralf Treinen
Records for Logic Programming
38 pages

Abstract: CFT is a new constraint system providing records as logical data structure for constraint (logic) programming. It can be seen as a generalization of the rational tree system employed in Prolog II, where finer-grained constraints are used, and where subtrees are identified by keywords rather than by position.

CFT is defined by a first-order structure consisting of so-called feature trees. Feature trees generalize the ordinary trees corresponding to first-order terms by having their edges labeled with field names called features. The mathematical semantics given by the feature tree structure is complemented with a logical semantics given by five axiom schemes, which we conjecture to comprise a complete axiomatization of the feature tree structure.

We present a decision method for CFT, which decides entailment and disentailment between possibly existentially quantified constraints. Since CFT satisfies the independence property, our decision method can also be employed for checking the satisfiability of conjunctions of positive and negative constraints. This includes quantified negative constraints such as $\forall y \forall z\ (x \neq f(y,z))$.

The paper also presents an idealized abstract machine processing negative and positive constraints incrementally. We argue that an optimized version of the machine can decide satisfiability and entailment in quasi-linear time.

RR-92-24
Gabriele Schmidt
Knowledge Acquisition from Text in a Complex Domain
20 pages

Abstract: Complex real world domains can be characterized by a large amount of data, their interactions and that the knowledge must often be related to concrete problems. Therefore, the available descriptions of real world domains do not easily lend themselves to an adequate representation. The knowledge which is relevant for solving a given problem must be extracted from such descriptions with the help of the knowledge acquisition process. Such a process must adequately relate the acquired knowledge to the given problem.

An integrated knowledge acquisition framework is developed to relate the acquired knowledge to real world problems. The interactive knowledge acquisition tool COKAM+ is one of three acquisition tools within this integrated framework. It extracts the knowledge from text, provides a documentation of the knowledge and structures it with respect to problems. All these preparations can serve to represent the obtained knowledge adequately.

RR-92-25

Franz Schmalhofer, Ralf Bergmann, Otto Kühn, Gabriele Schmidt

Using integrated knowledge acquisition to prepare sophisticated expert plans for their re-use in novel situations

12 pages

Abstract: Plans which were constructed by human experts and have been repeatedly executed to the complete satisfaction of some customer in a complex real world domain contain very valuable planning knowledge. In order to make this compiled knowledge re-usable for novel situations, a specific integrated knowledge acquisition method has been developed: First, a domain theory is established from documentation materials or texts, which is then used as the foundation for explaining how the plan achieves the planning goal. Secondly, hierarchically structured problem class definitions are obtained from the practitioners' highlevel problem conceptualizations. The descriptions of these problem classes also provide operationality criteria for the various levels in the hierarchy. A skeletal plan is then constructed for each problem class with an explanation-based learning procedure. These skeletal plans consist of a sequence of general plan elements, so that each plan element can be independently refined. The skeletal plan thus accounts for the interactions between the various concrete operations of the plan at a general level. The complexity of the planning problem is thereby factored in a domain-specific way and the compiled knowledge of sophisticated expert plans can be re-used in novel situations.

RR-92-26

Franz Schmalhofer, Thomas Reinartz, Bidjan Tschaitschian

Intelligent documentation as a catalyst for developing cooperative knowledge-based systems

16 pages

Abstract: In the long run, the development of cooperative knowledge-based systems for complex real world domains such as production planning in mechanical engineering should yield significant economic returns. However, large investments have already been made into the conventional technology. Intelligent documentation, which abstracts the current practice of the industry, is suggested as a stepping stone for developing such knowledge-based systems. A set of coordinated knowledge acquisition tools has been developed by which intelligent documents are constructed as an intermediate product, which by itself is already useful. Within the frame of the conventional technology, the task- and domain specific hypertext structures allow the reuse of production plans while simultaneously starting the development process for knowledge based systems.

RR-92-27

Franz Schmalhofer, Jörg Thoben

The model-based construction of a case-oriented expert system

18 pages

Abstract: Second generation expert systems should be based upon an expert's high level understanding of the application domain and upon specific real world experiences. By having an expert categorize different types of relevant experiences and their components, hierarchies of abstract problems and operator classes are determined on the basis of the expert's accumulated problem solving experiences. The expert's global

RR-92-31
Wolfgang Wahlster
Automatic Design of Multimodal Presentations
17 pages

Abstract: We describe our attempt to integrate multiple AI components such as planning, knowledge representation, natural language generation, and graphics generation into a functioning prototype called WIP that plans and coordinates multimodal presentations in which all material is generated by the system. WIP allows the generation of alternate presentations of the same content taking into account various contextual factors such as the user's degree of expertise and preferences for a particular output medium or mode. The current prototype of WIP generates multimodal explanations and instructions for assembling, using, maintaining or repairing physical devices. This paper introduces the task, the functionality and the architecture of the WIP system. We show that in WIP the design of a multimodal document is viewed as a non-monotonic process that includes various revisions of preliminary results, massive replanning and plan repairs, and many negotiations between design and realization components in order to achieve an optimal division of work between text and graphics. We describe how the plan-based approach to presentation design can be exploited so that graphics generation influences the production of text and vice versa. Finally, we discuss the generation of cross-modal expressions that establish referential relationships between text and graphics elements.

RR-92-33
Franz Baader
Unification Theory
22 pages

Abstract: The purpose of this paper is not to give an overview of the state of art in unification theory. It is intended to be a short introduction into the area of equational unification which should give the reader a feeling for what unification theory might be about. The basic notions such as complete and minimal complete sets of unifiers, and unification types of equational theories are introduced and illustrated by examples. Then we shall describe the original motivations for considering unification (in the empty theory) in resolution theorem proving and term rewriting. Starting with Robinson's first unification algorithm it will be sketched how more efficient unification algorithms can be derived. We shall then explain the reasons which lead to the introduction of unification in non-empty theories into the above mentioned areas theorem proving and term rewriting. For theory unification it makes a difference whether single equations or systems of equations are considered. In addition, one has to be careful with regard to the signature over which the terms of the unification problems can be built. This leads to the distinction between elementary unification, unification with constants, and general unification (where arbitrary free function symbols may occur). Going from elementary unification to general unification is an instance of the so-called combination problem for equational theories which can be formulated as follows: Let E, F be equational theories over disjoint signatures. How can unification algorithms for E, F be combined to a unification algorithm for the theory $E \cup F$.

RR-92-34
Philipp Hanschke
Terminological Reasoning and Partial Inductive Definitions
23 pages

Abstract: There are two motivations for this paper:

1) In terminological systems in the tradition of KL-ONE the taxonomic and conceptual knowledge of a particular problem domain can be represented by so called concepts. The intensional definitions of these concepts can be analyzed and checked for plausibility using certain reasoning services (e.g. subsumption) that make the user conscious of some of the consequences of his definitions. A hybrid knowledge base can then rely on these checked definitions. In this paper a terminological formalism is embedded into the formalism of partial inductive definitions (PID) such that a flexible environment for experimenting with this kind of hybrid systems and the terminological formalism itself is obtained.

2) Terminological formalisms provide (terminating) decision procedures for their reasoning services dealing with a restricted kind of quantification. Mapping these algorithms to PID improves the understanding of control and explicit quantification in PID

RR-92-35
Manfred Meyer
Using Hierarchical Constraint Satisfaction for Lathe-Tool Selection in a CIM Environment
18 pages

Abstract: In this paper we shall discuss how to treat the automatic selection of appropriate lathe tools in a computer-aided production planning (CAPP) application as a constraint satisfaction problem (CSP) over hierarchically structured finite domains. Conceptually it is straightforward to formulate lathe-tool selection in terms of a CSP, however the choice of constraint and domain representations and of the order in which the constraints are applied is nontrivial if a computationally tractable system design is to be achieved.

Since the domains appearing in technical applications often can be modeled as a hierarchy, we investigate how constraint satisfaction algorithms can make use of this hierarchical structure. Moreover, many real-life problems are formulated in a way that no optimal solution can be found which satisfies all the given constraints.

Therefore, in order to bring AI technology into real-world applications, it becomes very important to be able to cope with conflicting constraints and to relax the given CSP until a (suboptimal) solution can be found. For these reasons, the constraint system CONTAX has been developed, which incorporates an extended hierarchical arc-consistency algorithm together with discrete constraint relaxation and has been used to implement the lathe-tool selection module of the ARC-TEC planning system.

RR-92-36
Franz Baader, Philipp Hanschke
Extensions of Concept Languages for a Mechanical Engineering Application
15 pages

Abstract: We shall consider an application in mechanical engineering, and shall show that the adequate modeling of the terminology of this problem domain in a conventional concept language poses two main representation problems. The first requires access to concrete domains, such as real numbers, while the second asks for a construct which can be used to represent sequences of varying length. As shown in recent papers by the authors there exist extended concept languages — equipped with sound and complete reasoning algorithms — that satisfy the respective representation demands separately.

The main result presented in this paper is that the combination of both extensions leads to undecidable terminological inference problems. In particular, the important subsumption problem is undecidable. It should be noted that the need for these extensions is not particular to the considered problem domain; similar representation demands are likely to occur in other non-toy applications.

RR-92-37
Philipp Hanschke
Specifying Role Interaction in Concept Languages
26 pages

Abstract: The KL-ONE concept language provides role-value maps (RVMs) as a concept forming operator that compares *sets* of role fillers. This is a useful means to specify structural properties of concepts. Recently, it has been shown that concept languages providing RVMs together with some other common concept forming operator induce an undecidable subsumption problem. Thus, RVMs have been restricted

[redacted]

to chainings of *functional* roles as, for example, in CLASSIC.

Although this restricted RVM is still a useful operator, one would like to have additional means to specify interaction of general roles. The present paper investigates two concept languages for that purpose. The first one provides concept forming operators that generalize the restricted RVM in a different direction. Unfortunately, it turns out that this language also has an undecidable subsumption problem. The second formalism allows to specify structural properties w.r.t. roles without using general equality and is equipped with (complete) decision procedures for its associated reasoning problems.

RR-92-38
Philipp Hanschke, Manfred Meyer
An Alternative to Θ-Subsumption Based on Terminological Reasoning
9 pages

Abstract: Clause subsumption and rule ordering are long-standing research topics in machine learning (ML). Since logical implication can be reduced to rule-subsumption, the general subsumption problem for Horn clauses is undecidable (Plotkin, 1971). In this paper we suggest an alternative knowledge-representation formalism for ML that is based on a terminological logic. It provides a decidable rule-ordering which is at least as powerful as Θ-subsumption.

RR-92-40
Philipp Hanschke, Knut Hinkelmann
Combining Terminological and Rule-based Reasoning for Abstraction Processes
17 pages

Abstract: Terminological reasoning systems directly support the abstraction mechanisms generalization

Abstract: Thanks to rapid improvements in computer and communication technology the network of national and international business relationships is becoming more and more dense. Intelligent cooperation mechanisms are a necessary prerequisite for efficient cooperation. This report examines an everyday cooperative scenario, scheduling and management of appointments, from the point of intelligent computer support. The example is chosen to clarify our approach towards a formal model to describe cooperative processes. It shows the suitability of the approach to quickly design and implement typical cooperative scenarios. Especially, the integration of different existing calendar tools within the general cooperation model provides a clear advantage over existing approaches.

RR-92-42
John Nerbonne
A Feature-Based Syntax/Semantics Interface
19 pages

Abstract: Syntax/Semantics interfaces using unification-based or feature-based formalisms are increasingly common in the existing computational linguistics literature. The primary reason for attempting to specify a syntax/semantics interface in feature structures is that it harmonizes so well with the way in which syntax is now normally described; this close harmony means that syntactic and semantic processing (and indeed other processing, see below) can be as tightly coupled as one wishes - indeed, there need not be any fundamental distinction between them at all. In this paper, we first point out several advantages of the unification-based view of the syntax/semantics interface over standard views. These include (i) a more flexible relation to nonsyntactic constraints on semantics; (ii) a characterization of semantic ambiguity, which in turn provides a framework in which to describe disambiguation, and (iii) the opportunity to underspecify meanings in a way difficult to reconcile with other views. The last point is illustrated with an application to the notorious scope ambiguity problem.

RR-92-43
Christoph Klauck, Jakob Mauss
A Heuristic driven Parser for Attributed Node Labeled Graph Grammars and its Application to Feature Recognition in CIM
17 pages

Abstract: To integrate CA*-systems with other applications in the CIM world, one principal approach currently under development is the feature recognition process based on graph grammars. It enables any CIM component to recognize the higher-level entities - the so-called *features*} - used in this component out of a lower-data exchange format, which might be the internal representation of a CAD system as well as some standard data exchange format. In this paper we present a 'made-to-measure' parsing algorithm for feature recognition. The heuristic driven chart based bottom up parser analyzes attributed node labeled graphs (representing workpieces) with a (feature-)specific attributed node labeled graph grammar (representing the feature definitions) yielding a high level (qualitative) description of the workpiece in terms of features.

RR-92-44
Thomas Rist, Elisabeth André
Incorporating Graphics Design and Realization into the Multimodal Presentation System WIP
15 pages

Abstract: Recently, there has been increasing interest in the design of user interfaces that take advantage of graphics when presenting information. Since it is impossible to anticipate the needs and requirements of each potential user in an infinite number of presentation situations, it is more reasonable to automatically design graphics on the fly in a context-sensitive way. In this paper, we present components for graphics design and graphics realization as parts of the multimodal presentation system WIP. After a short overview of WIP, we introduce our basic assumptions about how to describe surface aspects and the meaning of complex graphics. We then describe the graphics realization component and sketch the graphics design process. By means of a generation example we show how graphics design is interleaved with graphics realization.

RR-92-45
Elisabeth André, Thomas Rist
The Design of Illustrated Documents as a Planning Task
21 pages

Abstract: Not only the generation of text, but also the generation of multimodal documents can be considered as a sequence of communicative acts which aim to achieve certain goals. For the realization of a system able to automatically generate illustrated documents, a plan-based approach seems adequate. To represent knowledge about how to present information, we have designed presentation strategies which relate to both text and picture production. These strategies are considered as operators of a planning system. However, a conventional hierarchical planner for determining the contents and the rhetorical structure of a document has proven inappropriate to handle the various dependencies between content determination, mode selection and content realization. To overcome these problems, a new planning scheme has been developed that supports data transfer between the content planner and the mode-specific generation components and allows for revising an initial document structure.

RR-92-46
Elisabeth André, Wolfgang Finkler, Winfried Graf, Thomas Rist, Anne Schauder, Wolfgang Wahlster
WIP: The Automatic Synthesis of Multimodal Presentations
19 pages

Abstract: Due to the growing complexity of information that has to be [redacted]

RR-92-47
Frank Dzmarius

A Multi-Agent Approach towards Modeling Urban Traffic Scenarios
24 pages

Abstract: This paper investigates the use of the **multi-agent paradigm** in modeling urban traffic scenarios. It demonstrates that vehicles, pedestrians, traffic-lights, car-parks and even streets can be considered agents in a heterogeneous multi-agent system. Different types of agents in such scenarios will be identified, characterized and constructed by virtue of a general **agent model.**

The various kinds of relationships and interactions, generally called **cooperations** between these agents will be modeled; some examples sketch the major issues developed in this paper.

RR-92-48
Bernhard Nebel, Jana Koehler

Plan Modifications versus Plan Generation: A Complexity-Theoretic Perspective
15 pages

Abstract: The ability of a planner to modify a plan is considered as a valuable tool for improving efficiency of planning by avoiding the repetition of the same planning effort. From a computational complexity point of view, however, it is by no means obvious that modifying a plan is computationally as easy as planning from scratch if the modification has to follow the principle of "conservatism", i.e., to reuse as much of the old plan as possible. Indeed, considering propositional STRIPS planning, it turns out that conservative plan modification is as hard as planning and can sometimes be harder than plan generation. Furthermore, this holds even if we consider modification problems where the old and the new goal specification are similar. We put these results into perspective and discuss the relationship to existing plan modification systems. Although sometimes claimed otherwise, these systems do not address the modification problem, but use a non-conservative form of plan modification as a heuristic technique.

RR-92-49
Christoph Klauck, Ralf Legleitner, Ansgar Bernardi

Heuristic Classification for Automated CAPP
15 pages

Abstract: In order to create a process plan from a workpiece description, a human expert thinks in a special terminology with respect to the given workpiece. The steps of human thinking during the generation process of a process plan are following the principles of heuristic classification: First using feature recognition an abstraction process isrealized yielding a high level (qualitative) description of the current workpiece in terms of features. To these features certain (more or less) abstract (partial) process plans - the so-called skeletal plans - are associated. In the refinement step these skeletal plans are merged together to one complete process plan.

RR-92-50
Stephan Busemann
Generierung natürlicher Sprache
61 Seiten

Zusammenfassung: Dieser Aufsatz beschreibt das interdisziplinäre Forschungsgebiet Generierung natürlicher Sprache und gibt einen Überblick "über den gegenw"ärtigen Stand der Kunst. Behandelt werden Ansätze aus der Psycholinguistik, Planungs- und Entscheidungsverfahren aus der sprachverarbeitenden KI und Verfahren auf der Grundlage moderner Grammatikformalismen. Die jeweiligen Forschungsziele und -methoden werden dargestellt.

Abstract: This report describes the interdisciplinary research field of naturallanguage generation and gives an overview of the current state of the art. The paper presents psycholinguistic approaches, AI planning

RR-92-54
Harold Boley
A Direkt Semantic Characterization of RELFUN
30 pages

Abstract: This paper attempts a direct semantic formalization of first-order relational-functional languages (the characteristic RELFUN subset) in terms of a generalized model concept. Function-defining conditional equations (or, footed clauses) and active call-by-value expressions (in clause premises) are integrated into first-order theories. Herbrand models are accomodated to relational-functional programs by not only containing ground atoms but also ground molecules, i.e. specific function applications paired with values. Extending SLD-resolution toward innermost conditional narrowing of relational-functional clauses, SLV-resolution is introduced, which, e.g., flattens active expressions. The Tp-operator is generalized analogously, e.g. by unnesting ground-clause premises. Soundness and completeness proofs for SLV-resolution naturally extend the corresponding results in logic programming.

RR-92-55
John Nerbonne, Joachim Laubsch, Abdel Kader Diagne, Stephan Oepen
Natural Language Semantics and Compiler Technology
17 pages

Abstract: This paper recommends an approach to the implementation of semantic representation languages (SRLs) which exploits a parallelism between SRLs and programming languages (PLs). The design requirements of SRLs for natural language are similar to those of PLs in their goals. First, in both cases we seek modules in which both the surface representation (print form) and the underlying data structures are important. This requirement highlights the need for general tools allowing the printing and reading of expressions (data structures). Second, these modules need to cooperate with foreign modules, so that the importance of interface technology (compilation) is paramount; and third, both compilers and semantic modules need "inferential" facilities for transforming (simplifying) complex expressions in order to ease subsequent processing.

But the most important parallel is the need in both fields for tools which are useful in combination with a variety of concrete languages - general purpose parsers, printers, simplifiers (transformation facilities) and compilers. This arises in PL technology from (among other things) the need for experimentation in language design, which is again parallel to the case of SRLs.

Using a compiler-based approach, we have implemented *NLL*, a public domain software package for computational natural language semantics. Several interfaces exist both for grammar modules and for applications, using a variety of interface technologies, including especially compilation. We review here a variety of *NLL*, applications, focusing on COSMA, an NL interface to a distributed appointment manager.

RR-92-56
Armin Laux
Integrating a Modal Logic of Knowledge into Terminological Logics
34 pages

Abstract: If we want of group of autonomous agents to act and to cooperate in a world, each of them needs knowledge about this world, about the knowledge of other agents, and about his own knowledge. To describe such knowledge we introduce the language $\mathcal{ALCK}$ which extends the concept language $\mathcal{ALC}$ by a new operator $\Box_i$. Thereby, $\Box_i\varphi$ is to be read as "agent i knows φ". This knowledge operator is interpreted in

terms of possible worlds. That means, besides the real world, agents can imagine a number of other worlds to be possible. An agent is then said to know a fact φ if φ is true in all worlds he considers possible.

In this paper we use an axiomatization of the knowledge operator which has been proposed by Moore. Thereby, knowledge of agents is interpreted such that (i) agents are able to reason on the basis of their knowledge, (ii) anything that is known by an agent is true, and (iii) if an agent knows something then he knows that he knows it. We will give tableaux-based algorithms for deciding whether a set of $\mathcal{ALCK}$ sentences is satisfiable, and whether such a set entails a given $\mathcal{ALCK}$ sentence.

RR-92-58
Franz Baader, Bernhard Hollunder:
How to Prefer More Specific Defaults in Terminological Default Logic
31 pages

Abstract: In a recent paper we have proposed terminological default logic as a formalism which combines both means for structured representation of classes and objects, and for default inheritance of properties. The major drawback which terminological default logic inherits from general default logic is that it does not take precedence of more specific defaults over more general ones into account. This behaviour has already been criticized in the general context of default logic, but it is all the more problematic in the terminological case where the emphasis lies on the hierarchical organization of concepts.

The present paper addresses the problem of modifying terminological default logic such that more specific defaults are preferred. It turns out that the existing approaches for expressing priorities between defaults do not seem to be appropriate for this purpose. Therefore we shall consider an alternative approach for dealing with prioritization in the framework of Reiter's default logic. The formalism is presented in the general setting of default logic where priorities are given by an arbitrary partial ordering on the [illegible]. We shall

exhibit some interesting properties of the new formalism, compare it with existing approaches, and describe an algorithm for computing extensions.

RR-92-59
Karl Schlechta and David Makinson
On Principles and Problems of Defeasible Inheritance
13 pages

Abstract: We have two aims here: First, to discuss some basic principles underlying different approaches to Defeasible Inheritance; second, to examine problems of these approaches as they already appear in

DFKI Technical Memos

TM-92-01

Lijuan Zhang
Entwurf und Implementierung eines Compilers zur Transformation von Werkstückrepräsentationen
34 Seiten

Zusammenfassung: Im Projekt ARC-TEC werden innerhalb der anwendungsorientierten Grundlagenforschung KI-Methoden entwickelt oder weiterentwickelt und mit anderen Techniken der Informatik verzahnt. Ergebnis des ARC-TEC Projektes ist eine domänenspezifische Shell für ein Teilgebiet der Fertigungstechnik und eine oder mehrere exemplarische Anwendungen dieser Shell. Daneben werden Schnittstellen zu konventionellen Modellierungstools, wie z.B. STEP oder CLDATA erstellt.

In dieser Arbeit wird die Entwicklung und Implementierung einer Schnittstelle zu dem Konstruktionssystem, fertigungsgerecht entwickelt am Lehrstuhl von Prof. Meerkamm, Universität Erlangen, dokumentiert.

Abstract: In the ARC-TEC project, AI methods are developed within the application oriented principle research work and are linked together with other technics of Computer Science. The result of the ARC-TEC project is a domain specific shell for a subarea of manufacturing and one or more exemplary applications of this shell. Besides this interfaces to conventional modeling tools via e.g. STEP and CLDATA are generated.

In this Technical Memo the development and implementation of an interface to the Konstruktionssystem Fertigungsgerecht, developed at the chair of Prof. Meerkamm University of Erlangen, is documented.

TM-92-02
Achim Schupeta
Organizing Communication and Introspection in a Multi-Agent Blocksworld
32 pages

Abstract: The implementation of a simple blocksworld-scenario simulation-program is described. The blocksworld is modeled according to the multi-agent paradigm of distributed artificial intelligence. Each block is viewed as an agent. The agents have capabilities like to move, to communicate, to plan or to gain a small ammount of introspective knowledge which are necessary to transform the initial scene of a problem into the goal scene. The structure of the system is oriented along the ideas of the specification of RATMAN described in (BMS91). RATMAN was reduced to its two central modules and their concepts were implemented with means as simple as possible. The result was a system, that allows to experimentally develop concepts for communication, planning and introspection, that are (for this simple toy-domain) sufficient to solve the problems without any global problem solver, but by the cooperative behavior in the society of agents

TM-92-03
Mona Singh
A Cognitiv Analysis of Event Structure
21 pages

Abstract: Events occupy a central place in natural language. Accordingly, an understanding of them is crucial if one is to have any kind of a theoretically well-motivated account of natural language understanding and generation. It is proposed here that speakers create a cognitive structure for each discourse and process it as they introduce sentences into the discourse. The structure for each sentence depends systematically on its tense, aspect and the situation type; its effect on the discourse also depends on the structures of the sentences that precede it. It is also argued that the perfective aspect introduces the structure of the given event in its entirety. The progressive, by contrast, introduces only the core of the structure of the given event excluding, in particular, its preparatory processes and resultant state. Similarly, the perfect and the perfective can be distinguished on the basis of the temporal schemata they introduce. While the perfective presents the event as complete, the perfect presents it as complete and closed; i.e., the perfect prevents succeeding discourse from being interpreted as falling during the given event. This is surprising since the perfect is otherwise simply the combination of the perfective and a tense. This paper also provides a key motivation for distinguishing between the preparatory processes and the preliminary stages of an event. This observation, which is crucial in distinguishing between the perfective and the progressive has not been made in the literature.

TM-92-04
Jürgen Müller, Jörg Müller, Markus Pischel, Ralf Scheidhauer
On the Representation of Temporal Knowledge
61 pages

Abstract: The growing interest in an adequate modelling of time in Artificial Intelligence has given rise to the research discipline of *Temporal Reasoning (TR)*. Due to different views, different approaches towards TR such as PL1, modal logics or Allen´s intervall logic have been investigated. It was realized at an early stage that each of this approaches has some strong points whereas it suffers from certain drawbacks. Thus recently, a number of research activities have emerged aiming at a combination of the classical paradigms for representing time.

In the first part of this paper, we present an overview of the most important approaches to the integration of temporal knowledge into logic programming. In the second part, we present the CRONOLOG temporal logic programming language which has been developed to cover the quintessence of the approaches presented before. The third part of the paper describes TRAM, which it is an extension of CRONOLOG to a temporal knowledge representation system. Using TRAM it is possible to represent knowledge depending on time and to reason about this knowledge. TRAM has been conceptually based on a combination of modal logics with Allen´s interval logic. We present the *Extendet Modal Logics (EML)* which establishes the theoretical framework for TRAM. We define an *operational semantics* and a *horizontal compilation scheme* for TRAM.

TM-92-05
Franz Schmalhofer, Christoph Globig, Jörg Thoben
The refitting of plans by a human expert
10 pages

Abstract: During the course of the development of a Case-Oriented Expert System for situated applications additional cases were needed. The required cases were obtained by having a human expert refit old solutions to new problems and the structural relations between source and target cases were analyzed: A higher degree of reuse of the old cases was found when the expert could apply derivational reasoning and a uniform design rationale (i.e. the solution of the source was generated by the expert himself) than when the

expert could only analyze structural relationships (i.e. the source solution was constructed by some one else). Except with very obvious cases, it was also found, that different experts perceive different cases as the most similar source to a given target problem. The results also indicate for user-situated applications of expert systems.

TM-92-06
Otto Kühn, Franz Schmalhofer
Hierarchical skeletal plan refinement: Task- and inference structures
14 pages

Abstract: This paper presents the task- and inference structure for skeletal plan refinement which was developed for lathe production planning, the application domain of the ARC-TEC project. Two inference structures are discussed: a global inference structure which was developed in the first phase of knowledge acquisition and a more detailed inference structure which builds on the hierarchical organization of the skeletal plans. The described models are evaluated with respect to their cognitive adequacy and their scope of application. The benefits and limitations of the KADS knowledge acquisition methodology are discussed with respect to the development of the two models.

TM-92-08

Realization of Tree Adjoining Grammars with Unification
27 pages

Abstract: The syntactic generator of the WIP system is based on the representation formalism `Tree Adjoining Grammars' (TAGs). We have extended the formalism by associating elementary rules of the grammar (trees) with feature structures, leading to `Tree Adjoining Grammars with Unification' (UTAGs). The extended formalism facilitates a compact and adequate representation of complex syntactic features.

The contradiction between the monotonic operation of unification and the combination operation for trees - adjunction - that is nonmonotonic in a way can be solved by several approaches to realization. Two of them are presented in this work and compared with respect to the restrictions that are given by the system, i.e., the adequacy of the realization for incremental and parallel generation.

It can be shown that UTAGs are subsumed by FTAGs (Feature Structure based TAGs) that have been defined by Vijay-Shanker and Joshi. That is why the results for realization can be applied to both UTAGs and a restricted version of FTAGs.

DFKI Documents

D-92-01
Stefan Bussmann
Simulation Environment for Multi-Agent Worlds - Benutzeranleitung

D-92-02
Wolfgang Maaß
Constraint-basierte Plazierung in multimodalen Dokumenten am Beispiel des Layout-Managers in WIP
111 Seiten

Zusammenfassung: Bei innovativen intelligenten Benutzerschnittstellen, wie im Beispiel des multimodalen Präsentationssystems WIP, spielt insbesondere die automatische Plazierung von Graphiken und Texten eine wichtige Rolle. Das komplexe Plazierungsproblem läßt sich dabei als Constraint-Satisfaction-Problem auffassen. Zu dessen Lösung haben wir das System CLAY, welches ein integraler Bestandteil des Layout-Managers von WIP ist, entwickelt. Das Constraint-Solver-Modell CLAY, basierend auf der Kopplung zweier dedizierter Constraint-Solver, erlaubt die effiziente Verarbeitung komplexer graphischer Beziehungen, wie sie besonders im funktionalen Layout vorherrschen. CLAY stellt einen effizienten und flexiblen Mechanismus zur deklarativen Spezifikation und Lösung graphischer Gestaltungsprobleme dar. In dieser Arbeit werden dem Constraint-Solver-Modell zugrundeliegende abstrakte Algorithmen sowie den Constraint-Definitionssprachen vorgestellt und an Hand von Beispielen illustriert.

D-92-03
Wolfgang Maaß, Thomas Schiffmann, Dudung Soetopo, Winfried Graf
LAYLAB: Ein System zur automatischen Plazierung von Text-Bild-Kombinationen in multimodalen Dokumenten
41 Seiten

Zusammenfassung: Im Bereich der intelligenten Benutzerschnittstellen besteht derzeit, bedingt durch die wachsende Komplexität der von wissensbasierten Anwendungssystemen zu übermittelden Information, ein zunehmender Bedarf an Werkzeugen zur flexiblen und effizienten Informationspräsentation. Neben Sprache spielt beim Design von (elektronischen) Dokumenten die Verwendung von graphischen Darstellungen sowie eine Kombination dieser beiden Medien zur Informationsvermittlung eine entscheidende Rolle. Während heute in der Regel solche Graphiken noch manuell erstellt werden, z.B.mittels interaktiver 3D-Graphikeditoren, bestand die Aufgabe in diesem Fortgeschrittenenpraktikum darin, Graphiken in Abhängigkeit von bestimmten Generierungsparametern wie Präsentationsziel, Präsentationssituation, Zielgruppe, Ausgabemedium, etc. automatisch zu erzeugen. Eine zentrale Rolle spielte dabei die Repräsentation von Wissen über die Verwendung von Graphik. Zum einen sollte Wissen über Objekte und Darstellungstechniken in den Entwurfsprozeß einfließen, zum anderen war der Bildinhalt zu repräsentieren, um beispielsweise darauf natürlichsprachlich Bezug nehmen zu können. In dieser Arbeitsgruppe stand die Entwicklung einer automatischen Plazierungskomponente zur Gestaltung des Layouts von multimodalen Dokumenten im Vordergrund, während sich zwei weitere Gruppen mit der

D-92-04
Judith Klein, Ludwig Dickmann
DiTo-Datenbank - Datendokumentation zu Verbrektion und Koordination
55 Seiten

Zusammenfassung: In dieser Arbeit werden die Daten eines Testwerkzeugs für die Fehlerdiagnose bei Syntaxkomponenten natürlichsprachlicher Systeme vorgestellt. Mit unserem Diagnostik-Tool unternehmen wir den Versuch, einen Datenkatalog zu erstellen, der die wesentlichen Phänomene deutscher Syntax erfaßt, um die Fehlerdiagnose zu unterstützen. Bisher beinhaltet der Datenkatalog die Bereiche *Verbrektion* und *Koordination*. Wir arbeiten mit anderen Gruppen zusammen, die weitere Syntaxthemen entsprechend den Richtlinien unseres Ansatzes erarbeiten. Damit ausgewählte Syntaxgebiete separat abgetestet werden können, sind die Daten in einer relationalen Datenbank organisiert.

In den Teildokumentationen zu den einzelnen Syntaxgebieten werden zunächst die behandelten Phänomene skizzenhaft beschrieben. Dann wird die der Datensammlung zugrundeliegende Systematik erläutert. Anschließend wird gezeigt, wie die Daten in der relationalen Datenbank organisiert sind. Die Dokumentationen enden mit einem Ausblick auf mögliche Erweiterungen der Datenbank

Abstract: In this paper we present the data of a testing tool for the error diagnosis in NLP systems. Our diagnostic tool is an effort to construct a catalogue of syntactic data exemplifying the major syntactic patterns of German. Its aim is to support the diagnosis of errors. Up to now, the catalogue contains the areas *verbal government* and *coordination*. We cooperate with other groups that work on further syntactic phenomena according to the ideas of DiTo. To allow systematic testing of specific syntax areas the data are organised into a relational database.

In the documentation of the special syntax areas, the phenomena are sketched first. Then we describe the methodology the data collection is based on. Next we show how the data are organised into the relational database. Finally we say something about possible extentions of the data base.

D-92-06
Hans Werner Höper
Systematik zur Beschreibung von Werkstücken in der Terminologie der Featuresprache
392 Seiten

Zusammenfassung: Die vorliegende Arbeit dient dem Bereitstellen von Wissen über Werkstückbeschreibungen durch Features. Die hier ermittelten Featuredefinitionen sind Input für das im R-Teil des ARC-TEC Projektes entwickelte PIM System. Innerhalb dieser Arbeit wurde beispielhaft eine Beschreibungssprache für einfache Werkstücke (2 1/2 D) entwickelt, in der fertigungstechnisch wichtige Bereiche als sogenannte Featrures beschrieben werden können. Dazu wurden Featurenamen und Featuregrammatiken zur Erkennung der Features gefunden. Weiterhin wurden die grundlegenden Bearbeitungsstrategien für die gefundenen Features skizziert. Konkret wurden Grammatiken für die Repräsentation von fertigungstechnischen Features für die Außen- Drehbearbeitung von Wellenteilen in der vom R-Teil des ARC-TEC-Projektes entwickelten Feature-Repräsentationssprache aufgeschrieben.

D-92-07
Susanne Biundo, Franz Schmalhofer (Eds.)
Proceedings of the DFKI Workshop on Planning
65 pages

Abstract: This document contains the contributions to the DFKI-Workshop on Planning held at Kaiserslautern in February 1992.

D-92-08
Jochen Heinsohn, Bernhard Hollunder (Eds.)
DFKI Workshop on Taxonomic Reasoning
Proceedings
56 pages

Abstract: This document contains 9 workingpapers presented at the DFKI Workshop on Taxonomic Reasoning, Saarbrücken, February 26, 1992.

D-92-09
Gernod P. Laufkötter
Implementierungsmöglichkeiten der integrativen Wissensakquisitionsmethode des ARC-TEC-Projektes
86 Seiten

Zusammenfassung: Die Implementation der Wissensakquisitionsmethode des ARC-TEC-Projektes als Software-System soll einerseits ihre Verifikation durch den Einsatz als rechnergestütztes Tool ermöglichen. Sie muß andererseits dem experimentellen Charakter der Anwendung durch hohe Flexibilität und Änderungs-/Erweiterungsfreudigkeit Rechnung tragen. Um beide Anforderungen zu erfüllen, werden hier verschiedenener Möglichkeiten zur Implementation der ARC-TEC-Methode unter Berücksichtigung vorhandener Hard- und Software-Resourcen untersucht. Ziel dabei ist es nicht, völlig unterschiedliche, inkompatible Implementationsmöglichkeiten zu vergleichen. Vielmehr wird ein portables Basissystem postuliert, das in aufeinander aufbauenden Varianten an Kapazität und Effizienz, aber auch an Entwicklungsaufwand zunimmt.

D-92-10
Jakob Mauss
Ein heuristisch gesteuerter Chart-Parser für attributierte Graph-Grammatiken
87 Seiten

Zusammenfassung: Um eine enge Kopplung der CA*-Komponenten in einem CIM-System zu erreichen, sind vor allem geeignete Schnittstellen zwischen diesen Komponenten zu definieren. Ein Ansatz, der dazu derzeit untersucht wird, basiert auf sogenannten Feature-Sprachen und deren Repräsentation durch Graph-Grammatiken. In dieser Arbeit wird ein solcher Graph-Grammatik-Formalismus definiert, vor allem aber ein Graph-Parser dafür angegeben und dessen Anwendung auf das Feature-Erkennungsproblem in CIM-Systemen demonstriert. Der vorgestellte heuristisch steuerbare, bottom-up Chart-Parser ermöglicht die Analyse attributierter Graphen, die Werkstücke repräsentieren, mittels einer gegebenen Graph-Grammatik, die die Feature-Sprache (das Konzeptwissen) eines menschlichen Maschinenbau-Experten repräsentiert. Die Ausgabe des Parsers ist eine qualitative Beschreibung des Werkstücks in der jeweiligen Feature-Sprache in Gestalt eines sogenannten Feature-Baums.

Abstract: To integrate CA*-systems with other applications in the CIM world, one principal approach currently under development is the feature recognition process based on graph grammars. It enables any CIM component to recognize the higher-level entities - the so-called features - used in this component out of a lower-data exchange format, which might be the internal representation of a CAD system as well as

some standard data exchange format. In this paper we present a 'made-to-measure' parsing algorithm for feature recognition. The heuristic driven chart based bottom up parser analyzes attributed node labeled graphs (representing workpieces) with a (feature-)specific attributed node labeled graph grammar (representing the feature definitions) yielding a high level (qualitative) description of the workpiece in terms of features.

D-92-11
Kerstin Becker
Möglichkeiten der Wissensmodellierung für technische Diagnose-Expertensysteme
92 Seiten

Zusammenfassung: Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Möglichkeiten, die man zur Modellierung technischen Diagnosewissens hat. Ausgehend von den Formen, in denen Diagnosewissen beim

Zusammenfassung: Diese Bildergalerie veranschaulicht den Einsatz der im ARC-TEC Projekt entwickelten integrativen Wissensakquisitionsmethode. Geleitet durch ein Modell der Expertise, wird das Wissen zur Fertigungsplanung für Drehteile aus Texten, Fallsammlungen und Expertenurteilen akquiriert. Drei aufeinander abgestimmte Tools unterstützen die Erhebung, Dokumentation, Überprüfung und Formalisierung des relevanten Wissens.

D-92-13
Holger Peine
An Investigation of the Applicability of Terminological Reasoning to Application-Independent Software-Analysis
55 pages

Abstract: This work is a first investigation of an observation noted as possibly promising: "The problem of application-independent recognition of given elements from the architecture of an unknown software system to be analyzed can be conceived as a special case of the classification problem in a terminological reasoning system if supplied with a suitably defined taxonomy for software-elements."

This problem, however, has been solved in certain terminological reasoning systems (TRSs). To the end of investigating this idea, the availability of a TRS was necessary (provided at DFKI by virtue of the KRIS-system) as well as stating clearly the envisaged application independent software-elements, followed by a concept taxonomy expressible in KRIS and delivering the desired results. Furthermore, a tool had to be developed to analyze software (i.e., the source code) and generate the input information for the taxonomy from that.

Stating application-independent complete and correct conditions for the role of an element within a software system turned out to be feasible for only a few basic concepts, because software employs at least up to now too few standardized concepts. The translation of the feasible concepts to KRIS resulted in problems of the expressive power of TRSs that were recognized as fundamental. The root of this problem spawned a new language construction for KRIS. Under the assumption of this new construction, a taxonomy of software-elements was formulated. However, as the incorporation of this construct, while recognized as feasible, would exceed the scope of this work and is therefore still to come, it has not been possible so far to test the formulated taxonomy. Hoping this will become possible in the future, the tool for input generation was developed nonetheless. The chosen programming language to be processed is C, as there was an initial tool already available for it. Thus the concluding judgment of this investigation is still to come.

D-92-14
Johannes Schwagereit
Integration von Graph-Grammatiken und Taxonomien zur Repräsentation von Features in CIM
98 Seiten

Zusammenfassung: Die Komplexität und die wirtschaftliche Bedeutung der Arbeitsplanung im Maschinenbau hatte bereits eine Vielzahl von Ansätzen zur Folge, diese computerunterstützt durchzuführen. In dieser Arbeit wird von einer *Feature-basierten Arbeitsplanung* ausgegangen, wie sie im ARC-TEC--Projekt verwendet wird. Grundidee ist die Identifikation von Werkstückbereichen, den *Feature*, aus denen nach dem Prinzip der heuristischen Klassifikation Informationen für die Arbeitsplanung resultieren.

Um die Beschreibung eines Werkstücks durch Feature zu ermöglichen, werden im ARC-TEC--Projekt unter anderem *attributierte Graph-Grammatiken* verwendet. Mit diesen lassen sich die Charakteristika der Feature sehr gut wiedergeben.

Der Repräsentation der Feature kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Daher wurde, aufbauend auf der Diskussion der theoretischen Grundlagen, in dieser Arbeit ein mßgeschneidertes System entwickelt, in dem die Definitionen der Feature eingegeben, dargestellt und effizient verwaltet werden können. Ein wichtiger Teil dieses Systems sind Werkzeuge, die die Entwicklung einer Graph-Grammatik unterstützen, unter anderem eine komfortable Benutzeroberfläche.Zu den Aufgaben des Systems gehören auch Tests der semantischen und syntaktischen Korrektheit der Feature, die Berechnung von Hierarchien, die einen effizienten Einsatz der Feature ermöglichen sowie die Bereitstellung von Schnittstellen, die anderen Programmen den Zugriff auf die Repräsentation erlauben.

D-92-15
DFKI Wissenschaftlich-Technischer Jahresbericht 1991
130 Seiten

Zusammenfassung: Dieses Dokument enthält den Wissenschaftlich-Technischen Jahresbericht 1991 des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz.

D-92-16
Judith Engelkamp (Hrsg.)
Verzeichnis von Softwarekomponenten für natürlichsprachliche Systeme
189 Seiten

Zusammenfassung: Dieses Dokument enthält die Ergebnisse der vom BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie) in Auftrag gegebenen Umfrage zu existierenden Softwarekomponenten im Bereich der Verarbeitung natürlicher Sprache im März 1992.

D-92-17
Elisabeth André, Robin Cohen, Winfried Graf, Bob Kass, Cécile Paris, Wolfgang Wahlster (Eds.)
UM92: Third International Workshop on User Modeling
Proceedings
254 pages

Abstract: This document contains workingpapers presented at the International Conference and Research Center for Computer Science (IBFI) at Schloß Dagstuhl in Wadern (Germany), August 9 – 13, 1992.

Note: This document is available only for a nominal charge of 25 DM (or 15 US-$).

D-92-18
Klaus Becker
Verfahren der automatisierten Diagnose technischer Systeme
109 Seiten

Abstract: This thesis deals with the introduction and judgement of different kinds of methods of diagnosis for technical systems. Theoretical concepts as well as practical realizations are discussed with regard to their suitability for technical diagnosis.

Diagnosis systems can be divided into the following categories: heuristic, model--based, case--based, statistic, decision--trees and decicion--tables. Most industrial applications are heuristic diagnosis systems. But especially for technical application areas model--based methods seem to be suitable.

No method of diagnosis is absolutely suited to every application area. Therefore, for every new application it is necessary to decide, which method of diagnosis to choose. In many cases different methods of diagnosis are melted together in order to take advantage of the advantages of any single method and to avoid the disadvantages.

After the presentation of theoretical concepts and practical realizations the thesis closes with a small practical part: To verify some theoretical results a small system for diagnosing faults of the turning process has been implemented. Additionally, it has been examined, whether a general domain theory serving as a base for the construction, was useful.

D-92-19
Stefan Dittrich, Rainer Hoch
Automatische, Deskriptor-basierte Unterstützung der Dokumentanalyse zur Fokussierung und Klassifizierung von Geschäftsbriefen
107 Seiten

Zusammenfassung: Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des ALV-Projekts (Automatisches Lesen und Verstehen) am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) erstellt. Ziel des ALV-Projektes ist die Entwicklung einer intelligenten Schnittstelle zwischen Papier und Rechner (paper-computer interface). Hierbei soll durch Nachahmung des menschlichen Leseverhaltens ein Schritt in Richtung papierloses Büro ausgeführt werden. Exemplarisch werden in ALV Geschäftsbriefe als Domäne untersucht. Teilgebiete innerhalb des ALV-Projekts sind Layoutextraktion, Logical Labeling, Texterkennung und Textanalyse.

Diese Arbeit fällt in den Bereich der Textanalyse. Die Aufgabenstellung bestand darin, mittels der vorkommenden Wörter (im Brieftext) die Art des Briefes sowie erste Hinweise über die Intention des Briefautors zu ermitteln. Derartige Informationen können von anderen Experten zur weiteren Verarbeitung, Verteilung und Archivierung der Briefe genutzt werden. Das innerhalb einer Diplomarbeit entwickelte und implementierte INFOCLAS-System versucht deshalb auf der Basis statistischer Verfahren und Methodiken aus dem Information Retrieval folgende Funktionalität bereitzustellen:

i) Extrahierung und Gewichtung von bedeutungstragenden Wörtern;

ii) Ermittelung der Kernaussage (Fokus) eines Geschäftsbriefs;

iii) Klassifizierung eines Geschäftsbriefs in vordefinierte Nachrichtentypen.

Die dafür entwickelten Module Indexierer, Fokussierer und Klassifizierer benutzen - neben Konzepten aus dem Information Retrieval - eine Datenbasis, die eine Sammlung von Geschäftsbriefen enthält, sowie spezifische Wortlisten, die die modellierten Briefklassen repräsentieren. Als weiteres Hilfsmittel dient ein morphologisches Werkzeug zur grammatikalischen Analyse der Wörter. Mit diesen Wissensquellen werden Hypothesen über die Briefklasse und die Kernaussage des Briefinhalts aufgestellt.

Abstract: In this documentation existing techniques of information retrieval (IR) are compared and evaluated for their application in document analysis and understanding. Moreover, we have developed a system called INFOCLAS which uses appropriate statistical methods of IR, primarily for the classification of German business letters into corresponding message types such as order, offer, confirmation, inquiry, and advertisement.

INFOCLAS is a first step towards understanding of business letters. Actually, it comprises three modules: the central indexer (extraction and weighting of indexing terms), the classifier (classification of business letters into given types) and the focusser (highlighting relevant parts of the letter). INFOCLAS integrates several knowledge sources including a database of about 120 letters, word frequency statistics for German, message type specific words, morphological knowledge as well as the underlying document model (layout and logical structure). As output, the system computes a set of weighted hypotheses about the type of letter at hand. A classification of documents allows the automatic distribution or archiving of letters and is also an excellent starting point for higher-level document analysis.

D-92-21
Anne Schauder
Incremental Syntactic Generation of Natural Language with Tree Adjoining Grammars
57 pages

Abstract: This document combines the basic ideas of my master's thesis - which has been developped within the WIP project - with new results from my work as a member of WIP, as far as they concern the integration and further development of the implemented system. ISGT (in German Inkrementeller Syntaktischer Generierer natürlicher Sprache mit TAGs}) is a syntactic component for a text generation system and is based on Tree Adjoining Grammars. It is lexically guided and consists of two levels of syntactic processing: A component that computes the hierarchical structure of the sentence under construction (*hierarchical level*) and a component that computes the word position and utters the sentence (*positional level*). The central aim of this work has been to design a syntactic generator that computes sentences in an *incremental fashion*. The realization of the incremental syntactic generator has been supported by a distributed parallel model that is used to speed up the computation of single parts of the sentence.

D-92-22
Werner Stein
Indexing Principles for Relational Languages Applied to PROLOG Code Generation
80 pages

Abstract: In this paper we propose an extensible, flexible, multi-argument indexing technique for relational languages. We present a compiler producing indexing header code for a PROLOG emulator based on the Warren Abstract Machine. We will show that our technique combines positive aspects of relational database methods and other existing WAM-based indexing schemes. All the indexing concepts introduced are implemented in LISP for the relational-functional programming language RELFUN.

D-92-23
Michael Herfert
Parsen und Generieren der Prolog-artigen Syntax von RELFUN
51 Seiten

Abstract: This paper describes a parser for recognizing and a pretty-printer for generating the prolog-like syntax of RELFUN. It also describes how to link the new modules into the RELFUN-system and the implications on its commands.

D-92-24
Jürgen Müller, Donald Steiner (Hrsg.)
Kooperierende Agenten
78 Seiten

Zusammenfassung: Das vorliegende Dokument gibt eine Übersicht über die Aktivitäten des DFKI im Arbeitsbereich "Kooperierende Systeme". Es werden die laufenden *Projekte* des Bereichs allgemein vorgestellt. Die *Systeme* (Entwicklungsumgebungen) der einzelnen Projekte werden eingeführt und *Anwendungen* unter Benutzung verschiedener Kooperationstechniken beschrieben. Ferner werden *Techniken* auf theoretischer Basis abgehandelt.

Abstract: The document in hand displays an overview of the DFKI activities in the field of "Cooperating Systems". Current *projects* within the field will be presented. The *systems* and tools of the different projects will be introduced and the *applications* will bedescribed with a special view on the different cooperation techniques. Eventually some specific *techniques* will be discussed on a more theoretical level.

D-92-25
Martin Buchheit
Klassische Kommunikations- und Koordinationsmodelle
31 Seiten

Zusammenfassung: Bei)der Betrachtung von Multi-Agenten-Systemen (MAS) als Teilbereich der Verteilten Künstlichen Intelligenz treten Probleme zutage, die der klassischen Informatik nicht unbekannt sind. Im folgenden werden bekannte klassische Verfahren zur Kommunikation und Koordination in Verteilten Systemen wie sie in Verteilten Betriebssystemen, in Verteilten Programmiersprachen und in Verteilten Datenbanksystemen zur Anwendung kommen, vorgestellt. Die Verwendbarkeit dieser Methoden im Rahmen der Aufgabenstellung des Projektes AKA-MOD wird allgemein untersucht und am Beispiel eines dort verwendeten Szenarios von Transportunternehmen, des sog. Speditions-Szenarios, veranschaulicht.

D-92-26
Enno Tolzmann
Realisierung eines Werkzeugauswahlmoduls mit Hilfe des Constraint-Systems CONTAX
28 Seiten

Zusammenfassung: Das Modul *werkzeug-konfig* dient zur Werkzeugauswahl bei der Drehbearbeitung mit Schneidstoffen aus Hartmetall aufgrund gegebener Geometrie- und Technologieinformationen. Als Werkzeug der Wissensrepräsentation wurde das Constraint-System CONTAX verwendet, das die Darstellung von Expertenwissen in Form von gewichteten Constraints über hierarchisch strukturierten endlichen Datentypen ermöglicht und einen Inferenzmechanismus zur Constraintpropagierung mit diskreter Constraintrelaxierung zur Verfügung stellt.

In dieser Arbeit werden die wichtigsten Phasen bei der Implementierung des Werkzeugauswahlmoduls, bestehend aus Festlegung des Einsatzbereichs, Spezifikation der Ein-/Ausgabedaten, Wahl der

Wissensrepräsentation und Formalisierung des Expertenwissens beschrieben. Danach wird das Constraint-System CONTAX vorgestellt, eine Funktionsbeschreibung des Programms gegeben und werden spezielle Implementierungsfragen erläutert. Abschließend wird die Leistungsfähigkeit des Programms unter den Aspekten Ergebnisgüte und Antwortzeit diskutiert.

D-92-27
Martin Harm, Knut Hinkelmann, Thomas Labisch
Integrating Top-down and Bottom-up Reasoning in COLAB
40 pages

Abstract: The knowledge compilation laboratory COLAB integrates declarative knowledge representation formalisms, providing source-to-source and source-to-code compilers of various knowledge types. Its architecture separates taxonomical and assertional knowledge. The assertional component consists of a constraint system and a rule system, which supports bottom-up and top-down reasoning of Horn clauses. Two approaches for forward reasoning have been implemented. The first set-oriented approach uses a ficpoint computation. It allows top-down verification of selected premises. Goal-directed bottom-up reasoning is achieved by a magic-set transformation of the rules with respect to a goal. The second tuple-oriented approach reasons forward to derive the consequences of an explicitly given set of facts. This is achieved by a transformation of the rules to top-down executable Horn clauses. The paper gives an overview of the various forward reasoning approaches, their compilation into an abstract machine and their integration into the COLAB shell.

D-92-28
Klaus-Peter Gores, Rainer Bleisinger
Ein Modell zur Repräsentation von Nachrichtentypen
56 Seiten

Zusammenfassung: In diesem Papier stellen wir einen Formalismus vor, mit dem eine computergerechte Repräsentation verschiedener Klassen von Geschäftsbriefen möglich ist. Der Ausgangspunkt dieser Bemühungen ist das Projekt ALV (Automatisches Lesen und Verstehen), dessen Ziel das partielle Erkennen einer eingeschränkten Menge von Geschäftsbriefen ist. Für die verschiedenen Klassen von Geschäftsbriefen werden sogenannte Nachrichtentypen entwickelt, die sich aus einzelnen Bausteinen, den Nachrichtenelementen zusammensetzen. Diese werden durch eine modifizierte Conceptual Dependency-Notation definiert. Durch die hierarchische und modulare Definition kann eine breite Anzahl von Geschäftsbriefen modelliert werden. Die Zielrichtung des hier vorgestellten Modells liegt neben der effizienten Modellierung der Nachrichtentypen in der Bearbeitung durch ein Verfahren zur erwartungsgesteuerten Textanalyse in ALV. Um dies zu ermöglichen, wurden zahlreiche Steuerungselemente in das Nachrichtenmodell aufgenommen.