

COALA-2
**Eine Simulationsumgebung für dynamische
Koalitionsbildung zwischen
Informationsagenten**

Benutzerhandbuch

Wooseok Park

Fachrichtung 6.2 - Informatik
Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät I
Universität des Saarlandes

Saarbrücken
2004

Zusammenfassung

In der Diplomarbeit [3] wurden einige dynamische Koalitionsalgorithmen (siehe [1], [3]) für Informationsagenten vorgestellt. Es sind ein einfacher Algorithmus BSCA-D, ein vertrauensbasierter Algorithmus BSCA-TR* und ihre Varianten. Dabei wurde ein Programm namens COALA-2 entwickelt, das als eine Simulationsumgebung für die dynamischen Algorithmen dient. COALA-2 ist durch eine Erweiterung des Programms COALA entstanden, die als eine Simulationsumgebung für statische Koalitionsverhandlungen implementiert wurde (siehe [4]).

Das vorliegende Buch ist das Benutzerhandbuch für das Programm COALA-2. Das Programm COALA-2 findet man auf der beiliegenden CD. Die CD zu diesem Buch enthält auch eine ps-Datei für die Diplomarbeit [3], in der die Koalitionsalgorithmen zusammen mit den theoretischen Hintergründen dargestellt wurden.

Inhaltsverzeichnis

1	Installation	4
1.1	Installation der Tcl/Tk-Software	4
1.2	Installation von COALA-2	5
2	Benutzung von COALA-2	6
2.1	Eine Simulation mit COALA-2	6
2.1.1	Erstellen einer neuen Simulation	7
2.1.2	Einstellen der Optionen für die Simulation	7
2.1.3	Einstellen der Informationseinheiten der Agenten	10
2.1.4	Einstellen der Optionen für Agenten	11
2.1.5	Starten der Simulation	12
2.1.6	Verwendung einer gespeicherten Einstellung "Preset"	13
2.2	Analyse einer Simulation mit COALA-2	14
2.2.1	Analyse der Ergebnisse der jeweiligen Verhandlungen	14
2.2.2	Statistiken der Simulation	21
3	Implementierung	24
3.1	Prozeduren für Dateioperationen	24
3.2	Prozeduren für Hauptfenster und Dialog	25
3.3	Prozeduren zum Einstellen der Simulation	25
3.4	Prozeduren zum Ausführen der Simulation	25
3.5	Prozeduren für Analysen der einzelnen Verhandlungsergebnisse	26
3.6	Prozeduren für Analysen der Simulationsergebnisse	27
3.7	Sonstige Prozeduren	27

1 Installation

Für die Implementierung des Programms COALA-2 wurde Tcl/Tk-Software, die von J.K. Ousterhout [2] entwickelt worden ist, verwendet, und auf dem Linux- bzw. Solaris-System getestet. Um COALA-2 laufen zu lassen, braucht man auch die Tcl/Tk-Software mit der Version 8.0 oder höher. Im Folgenden wird die Installation der Tcl/Tk-Software zunächst beschrieben, dann die Installation von COALA-2 dargestellt.

1.1 Installation der Tcl/Tk-Software

Man kann die Tcl/Tk-Software frei beispielsweise aus der folgenden Web-Seite:

`http://www.activestate.com/Products/ActiveTcl/`

herunterladen (Stand 20. 3. 2004). Zur Installation der Tcl/Tk-Software müssen die folgenden Bedingungen erfüllt werden.

- Generell
Mindestens 70 MB freier Platz auf der Festplatte.
- Für Linux-System
Kernel Version 2.0 oder höher.
- Für Solaris-System
Solaris Version 2.6 oder höher.

Für Hauptspeicher genügt es, minimale Voraussetzung des Betriebssystems zu erfüllen. Im Folgenden wird beschrieben, wie man Tcl/Tk-Software auf dem Linux- bzw Solaris-System installiert.

1. Besuche die oben angegebene Web-Seite.
2. Drücke die Schaltfläche mit dem Namen "Download".
3. Dann werden die Tcl/TK-Softwaredateien mit der aktuellsten Version¹ für verschiedene Systeme aufgelistet. Klicke die Zeile "Linux" bzw. "Solaris", falls das eigenen System "Linux" bzw. "Solaris" ist. Dann wird die Tcl/Tk-Software heruntergeladen.

Im Folgenden wird Angenommen, dass die Datei auf dem Verzeichnis `/home/Benutzer1` heruntergeladen ist, und der Name der heruntergeladene Datei `TclTkpack.tar.gz` .

4. Dekomprimiere die Datei `TclTkpack.tar.gz` :

```
% gunzip -c TclTkpack.tar.gz | tar xvf -
```

Dann wird unter dem Verzeichnis `/home/Benutzer1` ein neues Verzeichnis `TclTkpack` erstellt.

5. Rufe das Installprogramm auf:

¹Zum Zeitpunkt 20. 3. 2004 ist die aktuellste Version 8.4.6.0.

`% TclTkpack/install.sh`

6. Das Programm fragt zunächst, wo die Tcl/Tk-Software installiert werden soll. Gebe dazu das gewünschte Installverzeichnis an. Im Folgenden wird Angenommen, dass das gewünschte Installverzeichnis `/home/Benutzer1/TclTk` lautet.
7. Dann werden die Dateien der Tcl/Tk-Software nach `/home/Benutzer1/TclTk` kopiert. Dieser Vorgang dauert etwa eine Minute.
8. Falls das Wort "Finish" auf dem Bildschirm erscheint, bedeutet das, dass die Installation beendet ist.

Durch die Installation der Tcl/Tk-Software werden die folgenden Verzeichnisse unter dem Verzeichnis `/home/Benutzer1/TclTk` neu erstellt.

<code>bin/</code>	Binärdateien für Tcl/Tk
<code>demos/</code>	Verschiedene Quelldateien für Demonstrationen
<code>include/</code>	Kopfdateien für Tcl/Tk
<code>lib/</code>	Bibliothekdateien für Tcl/Tk
<code>man/</code>	Benutzerhandbuch für Tcl/Tk

Neben dem Benutzerhandbuch kann man auch die Online-Hilfe benutzen, die die Web-Seite <http://www.activestate.com/> anbietet. Dazu braucht man einen Web-Browser wie z.B. Netscape.

1.2 Installation von Coala-2

Nun wird die Installation von COALA-2 beschrieben.

Neben der Verfügbarkeit der Tcl/Tk braucht man mindestens 1 MB freien Platz auf der Festplatte zur Installation von COALA-2. Für Hauptspeicher genügt es wie bei der Installation der Tcl/Tk, minimale Voraussetzung des Betriebssystems zu erfüllen.

Nachfolgend wird dargestellt, wie man COALA-2 installiert. Dabei wird angenommen, dass :

- das Verzeichnis für CD-ROM unter dem Wurzelverzeichnis liegt, und `cdrom` lautet, und
- der aktuelle Verzeichnis vom Benutzer `/home/Benutzer1` ist.

1. Lege die zu diesem Buch beiliegende CD auf dem CD-ROM-Laufwerk. Die CD enthält zwei Verzeichnisse `coala2` und `Diplomarbeit`.
2. Kopiere die Datei `coala2.zip` aus dem Verzeichnis `coala2` auf der beiliegenden CD:

```
% cp /cdrom/coala2/coala2.zip .
```

3. Dekomprimiere die Datei `coala2.zip` :

```
% unzip coala2.zip
```

Nach der Dekomprimierung werden die folgenden Verzeichnisse unter dem Verzeichnis `/home/Benutzer1` neu erstellt.

coala2	Das Hauptverzeichnis mit allen Quelldateien von COALA-2
coala2/desc	Verzeichnis für gespeicherte Simulationen
coala2/help	Hilfdateien
coala2/log	Logdateien
coala2/ps	Verzeichnis für in COALA-2 exportierte ps-Dateien (siehe die Darstellung am Ende des Abschnitts 2.2.2).
coala2/randomfiles	Verzeichnis für Zufallszahlendateien (siehe Abschnitt 2.1.2).

4. Wechsle ins Verzeichnis `coala2` :

```
% cd coala2
```

5. Öffne die Datei `coala2` mit einem Editorprogramm wie z.B. `vi` oder `emacs`. Man sieht, dass die erste Zeile der Datei wie folgt aussieht.

```
#!/your_wish_directory/wish
```

Modifiziere die erste Zeile mit dem Pfad für das Programm `wish`, das ein Bestandteil der Tcl/Tk ist, und sich nach der obigen Installation der Tcl/Tk auf dem Verzeichnis `/home/Benutzer1/TclTk/bin` befindet. D.h. die erste Zeile wird durch

```
#!/home/Benutzer1/TclTk/bin/wish
```

ersetzt. Falls man die Tcl/Tk-Software nicht selbst installiert, sondern die auf dem Rechner vorher installierte Software benutzt, dann muss man das Verzeichnis für das Programm `wish` z.B. mit dem Befehl `locate wish` suchen, und modifiziert die erste Zeile der Datei `coala2` mit dem gefundenen Pfad.

6. Speichere die Datei `coala2` und verlasse das Editorprogramm.

Damit wird die Installation abgeschlossen. Mit dem Befehl `coala2` startet man das Programm COALA-2. Falls das Hauptfenster von COALA-2 (siehe Abbildung 1) erscheint, bedeutet das, dass COALA-2 erfolgreich installiert wurde.

2 Benutzung von COALA-2

In diesem Abschnitt wird eine Beispielsimulation zur Erläuterung des Programms dargestellt.

2.1 Eine Simulation mit COALA-2

Im Folgenden wird beschrieben, wie man eine Simulation mit COALA-2 erstellt, konfiguriert und startet.

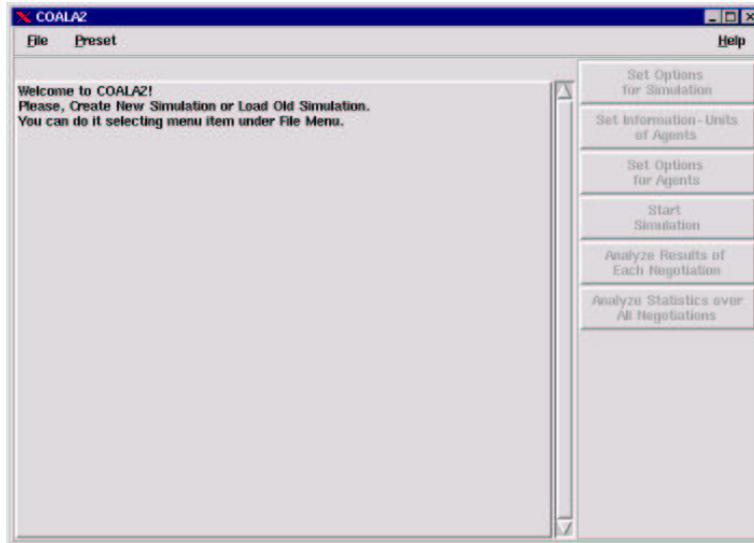


Abbildung 1: Das Hauptfenster von COALA-2

2.1.1 Erstellen einer neuen Simulation

Nach dem Programmaufruf wird das Hauptfenster von COALA-2 (siehe Abbildung 1) angezeigt. Um eine neue Simulation zu erstellen, wählt man den Menüpunkt “New Simulation” unter dem Menü “File”.

Dann gelangt man auf das Fenster aus Abbildung 2. Dort können der Simulationsname und die Anzahl der Agenten eingetragen werden (in der Abbildung wurden der Simulationsname “Beispiel” und die Anzahl “6” eingetragen). Der Checkbutton “Use Preset” wird später erläutert. Klickt man auf “OK”, dann werden einige Schaltflächen im Hauptfenster eingeblendet (Abbildung 3). Mit den Schaltflächen kann man Fenster öffnen, in denen die Optionen für die Simulation bzw. für die Agenten der Simulation und die Informationseinheiten der Agenten eingestellt werden. Auf der linken Seite werden immer die aktuellen Einstellungen angezeigt.

2.1.2 Einstellen der Optionen für die Simulation

In dem aufrufbaren Fenster der obersten Schaltfläche (siehe Abbildung 4) kann man die Optionen für Simulation einstellen. Es können die Anzahl der Verhandlungen in der Simulation, die maximale Anzahl der Koalitionsangebote einer Koalition, die maximale Verhandlungszeit und die Sendezeit des Kommunikationspakets eingetragen werden. Anschließend kann der Benutzer den Koalitionsalgorithmus und die Koalitionswertefunktion wählen.

Mit den letzten drei Radiobuttons unter der Rubrik “Random Numbers for Simulation” kann der Benutzer die Bedingung für die Generierung der Zufallszahlen einstellen. In einer Simulation spielen die Zufallszahlen eine wichtige Rolle bei der Einstellung für dynamische Fälle. Mit den Zufallszahlen werden die Zeitpunkte der Geschehen der dynamischen Fälle bestimmt. Die Anzahl der dynamischen Fälle, z.B. die Anzahl der Ausscheidungen eines Agenten in einer Simulation, kann in dem Dialog zum Einstellen der Optionen für die Agenten konfiguriert werden.

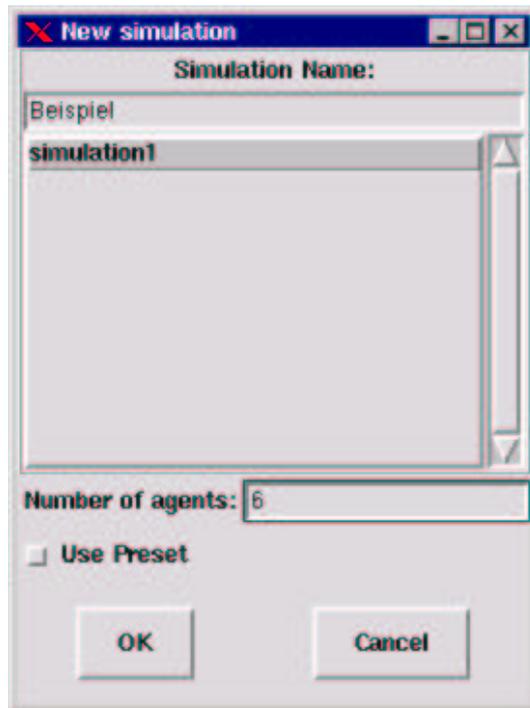


Abbildung 2: Erstellen einer neuen Simulation

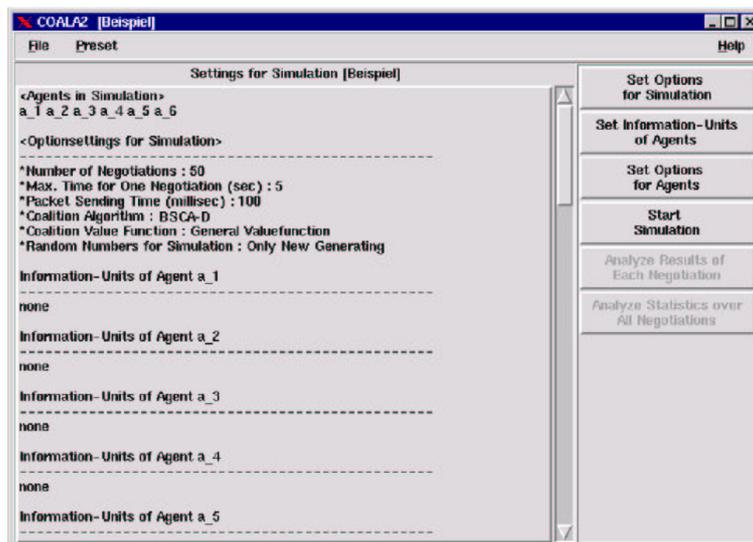


Abbildung 3: Das Hauptfenster nach dem Erstellen einer neuen Simulation

Wenn man zwei oder noch mehr Simulationen mit unterschiedlichen Algorithmen vergleichen möchte, dann sollte jeweils die gleichen Bedingungen, unter anderem die gleiche Zufallszahlenfolge verwendet werden. Man kann für diese Art von Vergleich mit der Wahl der Radiobuttons eine Zufallszahlenfolge bestimmen und diese in der anderen Simulation benutzen. Wenn "New

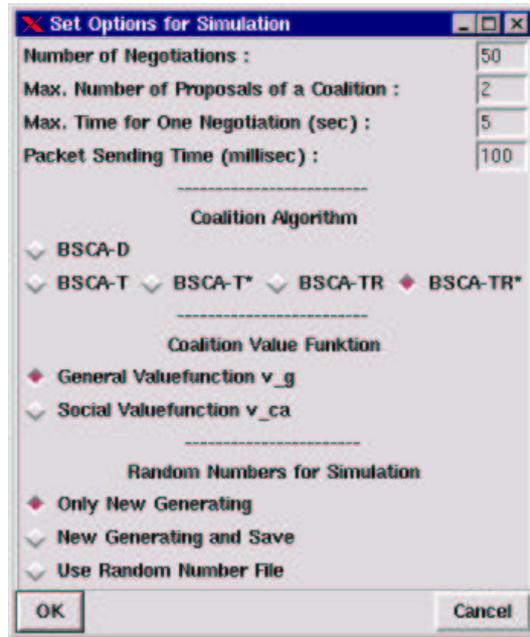


Abbildung 4: Einstellen der Optionen für Simulation

Generating and Save” gewählt wird, dann erscheint zusätzlich noch ein Eingabefeld im Dialog. Dort kann man einen Dateinamen eingeben. In dieser Datei wird jede Zufallszahl, die während der Simulation durch die Tcl-Funktion *rand* generiert wird, gespeichert. Wenn “Use Random Number File” gewählt wird, dann erscheint wiederum ein Eingabefeld zum Eingeben einer schon generierten Zufallszahlendatei. Während der Simulation wird hierbei keine Zufallszahl generiert, sondern die Zahlen dieser Datei werden hintereinander einzeln eingelesen, wenn eine Zufallszahl benötigt wird.

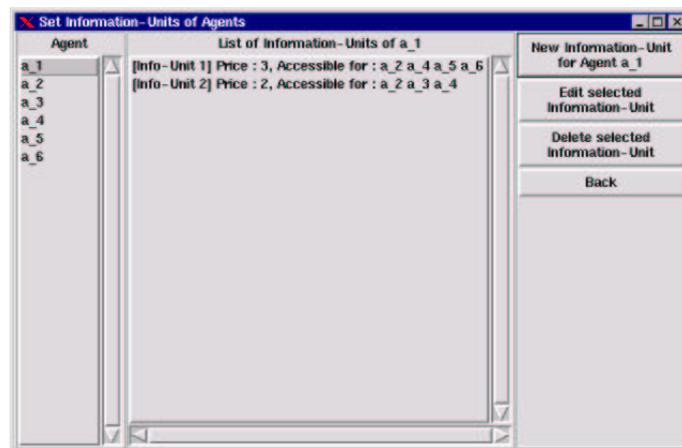


Abbildung 5: Der Dialog zum Einstellen der Informationen der Agenten

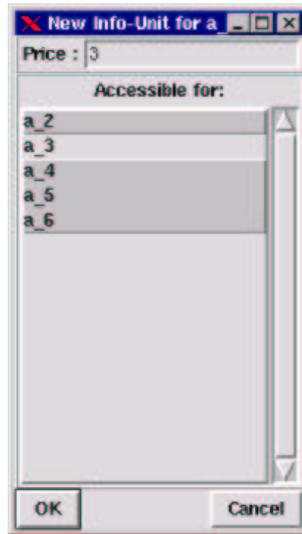


Abbildung 6: Hinzufügen einer neuen Information

2.1.3 Einstellen der Informationseinheiten der Agenten

Mit der zweiten Schaltfläche gelangt man auf das Fenster aus Abbildung 5. In der linken Liste des Fensters wählt man den zu betrachtenden Agenten aus. Die Informationseinheiten mit deren Eigenschaften zu diesem Agenten werden dann in der rechten Liste angezeigt. Dabei wird der Preis der einzelnen Informationseinheit und die Agenten mit den Zugriffsrechten auf diese Informationseinheit angezeigt.

Um eine neue Informationseinheit für den aktuell gewählten Agenten hinzuzufügen, drückt man die erste Schaltfläche auf der rechten Seite. Man gelangt auf das Fenster aus Abbildung 6. Dort können der Preis der neuen Informationseinheit und die Zugriffsrechte eingetragen werden. Alle in der Liste selektierten Agenten haben die Zugriffsrechte auf die neue Informationseinheit.

Mit den beiden nachfolgenden Schaltflächen kann man die in der rechten Liste selektierten Informationseinheit löschen und editieren.

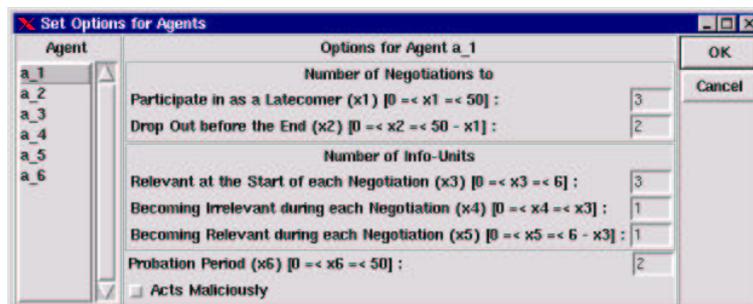


Abbildung 7: Einstellen der Optionen für Agenten

2.1.4 Einstellen der Optionen für Agenten

Wenn man die dritte Schaltfläche im Hauptfenster drückt, dann gelangt man auf das Fenster aus Abbildung 7 und dort kann man die Optionen für Agenten einstellen, die meistens für dynamische Fälle relevant sind. In den Eingabefeldern werden die Werte der Optionen für den in der linken Liste gewählten Agenten eingetragen. Im Folgenden werden die Bedeutungen der jeweiligen Optionen von oben nach unten dargestellt.

1. “Number of Negotiations to Participate in as a Latecomer”

In dieses Feld wird die Anzahl der Verhandlungen eingetragen, an denen der (in der linken Liste gewählte) Agent als Nachzügler teilnimmt. Abbildung 7 zeigt, dass der Agent a_1 dreimal an einer Verhandlung als Nachzügler teilnimmt. D.h. er wird 47mal von Anfang an an einer Verhandlung teilnehmen, da die Anzahl der Verhandlungen für diese Simulation 50 ist.

Wie erwähnt werden die Zeitpunkte der Teilnahme als Nachzügler mit den Zufallszahlen bestimmt. In dieser Beispielsimulation läuft es für a_1 folgendermaßen ab. Zu Beginn der Simulation wählt COALA-2 drei natürliche Zahlen n_1, n_2 und n_3 zwischen 1 und 50 zufällig aus. Damit wird entschieden, an welchen Verhandlungen a_1 als Nachzügler teilnimmt, also Verhandlung n_1, n_2 und n_3 . Vor dem Beginn jeder gewählten Verhandlung n_i wählt COALA-2 eine reelle Zahl t_i zwischen 0 und der maximalen Verhandlungszeit, d.h. hier für diese Beispielsimulation 5 (siehe Abbildung 4), zufällig aus. Dann ist t_i der genaue Zeitpunkt für a_1 zum Eintritt in die Verhandlung n_i . Aber sein Eintritt ist nur dann möglich, wenn die Verhandlung bis zum Zeitpunkt t_i nicht beendet ist. D.h. die gewählte Anzahl kann unter Umständen größer sein als die nach der Beendigung der Simulation gezählte Anzahl der Teilnahmen als Nachzügler.

2. “Number of Negotiations to Drop Out before the End”

Die Anzahl der Verhandlungen, aus denen der Agent ausscheidet, wird in dieses Feld eingetragen. In Abbildung 7 sieht man, dass der Agent a_1 zweimal aus einer Verhandlung ausscheidet. Also wird er 48-mal bis zum Ende der Verhandlung dabei sein. Die Zeitpunkte der Ausscheidungen werden analog zum obigen Fall mit den Zufallszahlen bestimmt.

3. “Number of Info-Units Relevant at the Start of each Negotiation”

Der Benutzer trägt in dieses Feld die Anzahl der Informationseinheiten ein, die zu Beginn jeder Verhandlung für den Agenten relevant sind. Dabei darf die Eingabe nicht größer sein als die Anzahl der für den Agenten zugreifbaren Informationseinheiten. Diese Anzahl wird in einem Wertebereich angegeben. Abbildung 7 zeigt, dass drei Informationseinheiten zu Beginn jeder Verhandlung für a_1 relevant sind. Mit dem Wertebereich $[0 \leq x_3 \leq 6]$ erkennt man auch, dass die Anzahl der für a_1 zugreifbaren Informationseinheiten 6 ist.

In der Simulation werden so viele Informationseinheiten wie in das Feld eingetragen wurde, vor dem Beginn jeder Verhandlung aus allen zugreifbaren Informationseinheiten zufällig ausgewählt. Zu beachten ist, dass die Anbieter der relevanten Informationseinheiten nicht unbedingt an der Verhandlung teilnehmen müssen. D.h. in manchen Verhandlungen kann die Anzahl der relevanten Informationseinheiten, die ein Agent tatsächlich finden kann, weniger sein als die Eingabe.

4. “Number of Info-Units Becoming Irrelevant During each Negotiation”

In dieses Feld wird die Anzahl der während jeder Verhandlung für den Agenten irrelevant werdenden Informationseinheiten eingetragen. Die Eingabe für dieses Feld darf nicht größer sein, als die Anzahl der Informationseinheiten, die zu Beginn jeder Verhandlung für den Agenten relevant sind. In der Simulation werden so viele Informationseinheiten wie in das Feld eingetragen wurde, vor dem Beginn jeder Verhandlung aus den relevanten Informationseinheiten zufällig ausgewählt. Anschließend wird der Zeitpunkt des irrelevant Werdens der jeweiligen Informationseinheit analog zum Fall der Nachzügler bestimmt. D.h. es wird eine reelle Zahl t zwischen 0 und der maximalen Verhandlungszeit für jede selektierte Informationseinheit zufällig ausgewählt. t ist dann der genaue Zeitpunkt der Irrelevanz der Informationseinheit.

5. “Number of Info-Units Becoming Relevant During each Negotiation”

In dieses Feld wird die Anzahl der während jeder Verhandlung für den Agenten relevant werdenden Informationseinheiten eingetragen. Die Eingabe für dieses Feld darf nicht größer sein, als der Unterschied zwischen der Anzahl der für den Agenten zugreifbaren Informationseinheiten und der Anzahl der Informationseinheiten, die zu Beginn jeder Verhandlung für den Agenten relevant sind. In der Simulation werden so viele Informationseinheiten wie in das Feld eingetragen wurde, vor dem Beginn jeder Verhandlung aus den nicht relevanten Informationseinheiten zufällig ausgewählt. Anschließend werden die Zeitpunkte der Relevanz analog zum Fall der Irrelevanz bestimmt.

6. “Probation Period”

Der Benutzer trägt in dieses Feld die Probezeit ein (siehe Definition 4.3 in [3]).

7. “Acts Maliciously”

Diese Option ist dazu gedacht, das böswillige Verhalten des Agenten zu simulieren. Ein böswilliger Agent kann andere Agenten dadurch stören, dass er **nach** der Koalitionsbildung negativ dynamische Fälle verursacht. Daher sollten die Zeitpunkte für das Ablaufen der negativ dynamischen Fälle von den böswilligen Agenten möglichst spät gesetzt werden.

Wenn dieser Checkbutton eingeschaltet wird, kann jeder negativ dynamische Fall des Agenten nur in der Runde passieren, wenn nach dem Abschluss der Koalitionsbildung eine der folgenden Bedingungen erfüllt wird.

- Es wird keine neue Koalition gebildet.
- Es wird eine große Koalition erreicht.
- Die restliche Verhandlungszeit ist so kurz, dass die nächste Verhandlungsrunde nicht stattfinden kann².

Also werden die Geschehen der negativ dynamischen Fälle verschoben, bis eine Möglichkeit besteht, dass die Verhandlung bald beendet wird.

2.1.5 Starten der Simulation

Nachdem man die Optionen für jeden Agenten konfiguriert hat, kann man mittels der Schaltfläche “Start Simulation” im Hauptfenster die Simulation starten.

²Im Programm wird diese Bedingung mit dem Vergleich zwischen der restlichen Verhandlungszeit und der durchschnittlichen Rundenlaufzeit über die bisdahin absolvierten Runden überprüft.

Nach dem Starten wird die globalen Variablen für die Simulation initialisiert. Anschließend werden so viele Verhandlungen wie die schon eingestellte Anzahl der Verhandlungen, also hier für die Beispielsimulation 50 Verhandlungen, hintereinander ausgeführt .

Der Ablauf einer Verhandlung kann wie folgt dargestellt werden: Nach der Initialisierung der Variablen für die Verhandlung werden die einzelnen Schritte für die jeweiligen Agenten nach dem gewählten Algorithmus durchgeführt. Bei der Ausführung jedes Schrittes werden die Zeiten gemessen, die die jeweiligen Agenten für die Ausführung benötigt haben. Bei den Kommunikationen wird davon ausgegangen, dass jede Kommunikation zwischen zwei Agenten mit einem Kommunikationspaket auskommen kann, jeder Agent genauso viel Zeit für Multicast, d.h. Kommunikation zwischen einem Sender und mehreren Empfängern, wie für Unicast, d.h. Kommunikation zwischen einem Sender und einem Empfänger, braucht. D.h. bei jedem Schritt mit einer Kommunikation wird nur einmal die Sendezeit eines Kommunikationspaketes zur Ausführungszeit addiert³. Nach der Ausführung jedes Schrittes addiert COALA-2 das Maximum der Ausführungszeiten der jeweiligen Agenten zu der Gesamtlaufzeit. Am Ende der Runde wird überprüft, ob irgendeine der Terminierungsbedingungen erfüllt wird. Zur Überprüfung der Überschreitung der vorgegebenen Verhandlungszeit vergleicht COALA-2 die Gesamtlaufzeit mit der vorgegebenen Verhandlungszeit.

Der Verlauf der Simulation, also hier der Verlauf der 50 Verhandlungen, wird in Log-Dateien gespeichert. Diese Dateien können mit COALA-2 analysiert werden (siehe Abschnitt 2.2). Außerdem kann der Benutzer mittels "Save" bzw. "Load" unter dem Menü "File" eine Simulation speichern bzw. eine abgespeicherte Spiel wieder laden.

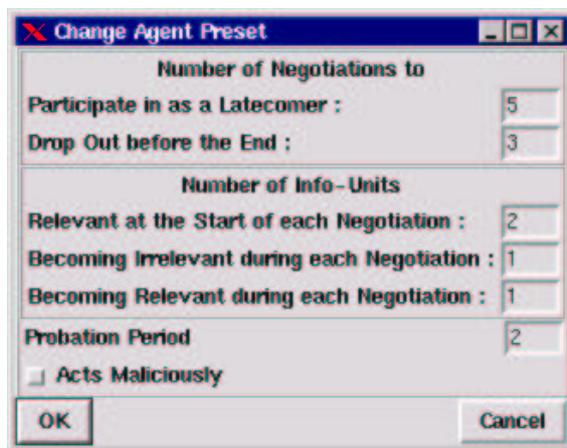


Abbildung 8: Preset für Agenten

2.1.6 Verwendung einer gespeicherten Einstellung "Preset"

Bei der Beispielsimulation muss der Benutzer jeweils 7 Optionen für 6 Agenten einstellen. Obwohl es so viele Optionen zum Einstellen gibt, unterscheiden sich die Werte für manche Optionen nicht viel voneinander. Außerdem können die eingestellten Optionswerte für die meisten Agenten sogar identisch sein, wenn es sich bei der Simulation um einige böswillige Agenten handelt. Für solche Fälle kann ein sog. "Preset" ein Hilfsmittel sein.

³In einer Runde gibt es 12 Schritte für Kommunikationen in den beiden Algorithmen.

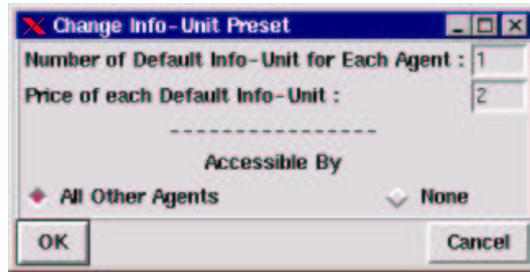


Abbildung 9: Preset für Informationseinheiten

Wählt man den Menüpunkt “Agent” unter dem Menü “Preset”, dann gelangt man auf das Fenster aus Abbildung 8. In diesem Fenster stehen alle Optionen, die im Dialog zum Einstellen der Optionen für Agenten (siehe Abbildung 7) vorkommen. Die Optionswerte, die in diesem Fenster eingegeben werden, werden nachher für den jeweiligen Agenten übertragen, falls der Checkbutton “Use Preset” bei dem Erstellen der Simulation eingeschaltet worden ist (siehe Abbildung 2).

Es gibt eine ähnliche Funktionalität für die Informationseinheiten der Agenten. Mittels “Info-Units” unter dem Menü “Preset” kann man neue Informationseinheiten für jeden Agenten in der Simulation nach dem Erstellen der Simulation automatisch hinzufügen (siehe Abbildung 9); Wenn der Checkbutton “Use Preset” bei dem Erstellen der Simulation eingeschaltet worden ist, dann bietet jeder Agent so viele Informationseinheiten zu einem spezifizierten Preis an und er hat die gleichen Zugriffsrechte wie man in die jeweiligen Felder im Fenster aus Abbildung 9 eingegeben hat.

2.2 Analyse einer Simulation mit COALA-2

Nachdem die Simulation beendet wird, werden die letzte zwei Schaltflächen im Hauptfenster eingeblendet. Mit den beiden Schaltflächen kann man die Analysefunktionen von COALA-2 aktivieren. Diese Funktionen ermöglichen, die Ergebnisse der Simulation zu betrachten und zu analysieren.

Nachfolgend werden verschiedene Analysefunktionen vorgestellt. Zu bemerken ist, dass die Analysefunktionen, bei denen es um die Vertrauensbewertung geht, für die Simulationen nach dem BSCA-D nicht verfügbar sind, und die Funktionen für die Reputationsbewertungen nur für die Simulationen nach dem BSCA-TR bzw. dem BSCA-TR* verfügbar sind.

2.2.1 Analyse der Ergebnisse der jeweiligen Verhandlungen

Mit der Schaltfläche “Analyze Results of each Negotiation” gelangt man auf das Fenster aus Abbildung 10.

Dort kann man die Ergebnisse der jeweiligen Verhandlungen analysieren. Um die zu analysierende Verhandlung zu wählen, kann man ins oberste Eingabefeld am rechten Rand des Fensters die Nummer der Verhandlung eintragen, oder die zwei Schaltflächen unter dem Eingabefeld benutzen. Mit den Radiobuttons kann man zwischen drei verschiedenen Analysefunktionen auswählen.

Im Folgenden werden die jeweiligen Analysefunktionen dargestellt.

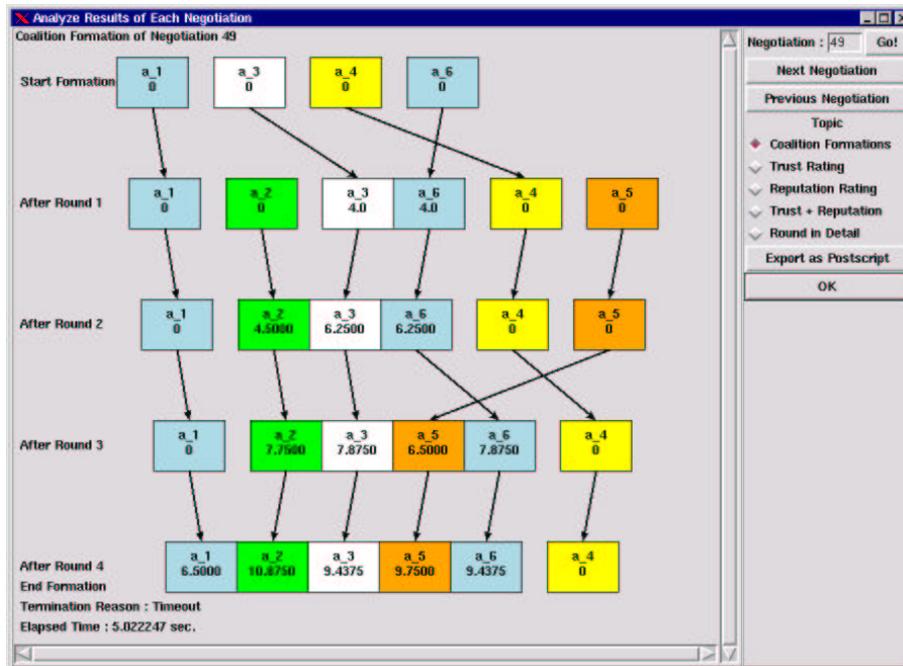


Abbildung 10: Entstehung der Koalitionen

“Coalition Formations”

Diese Analysefunktion wurde schon in COALA entwickelt, und für COALA-2 wurde sie mit einer kleinen Modifikation übernommen.

Unter diesem Punkt kann man die Koalitionsbildung über alle Runden betrachten. Ein Beispiel für eine Auswertung sieht man in Abbildung 10. Jeder Rechteck symbolisiert einen Agenten. Im Rechteck steht der Name des Agenten mit dem Wert seines momentan zu erwartenden Nutzens. Koalitionen sind durch Blöcke von Agenten gekennzeichnet.

Unter der Koalitionsstruktur für die letzten Runde werden der Terminierungsgrund und die Gesamtlaufzeit der Verhandlung angegeben. Der Terminierungsgrund kann entweder Zeitüberschreitung oder Großkoalition oder keine Veränderung der Koalitionsstruktur ohne dynamische Fälle sein.

“Trust Rating”

Bei der Auswahl dieses Punktes gelangt man in die Ansicht aus Abbildung 11. Wenn man einen Agenten aus der Liste wählt, werden die Veränderungen der Vertrauensbewertungen für den Agenten bzw. von dem Agenten nach einer Verhandlung visualisiert.

Im oberen Diagramm werden die Veränderungen der Vertrauensbewertungen von den jeweiligen anderen Agenten für den in der Liste gewählten Agenten nach der Verhandlung dargestellt. Für jeden anderen Agenten gibt es zwei Säulen. Die rote Säule bzw. die blaue Säule beschreibt die Vertrauensbewertung von dem anderen Agenten vor der Verhandlung bzw. nach der Verhandlung.

Im unteren Diagramm werden die Veränderungen der Vertrauensbewertungen von dem gewählten Agenten für die jeweiligen anderen Agenten nach der Verhandlung dargestellt. Analog zum oberen Diagramm gibt es für jeden anderen Agenten zwei Säulen, und sie beschreiben

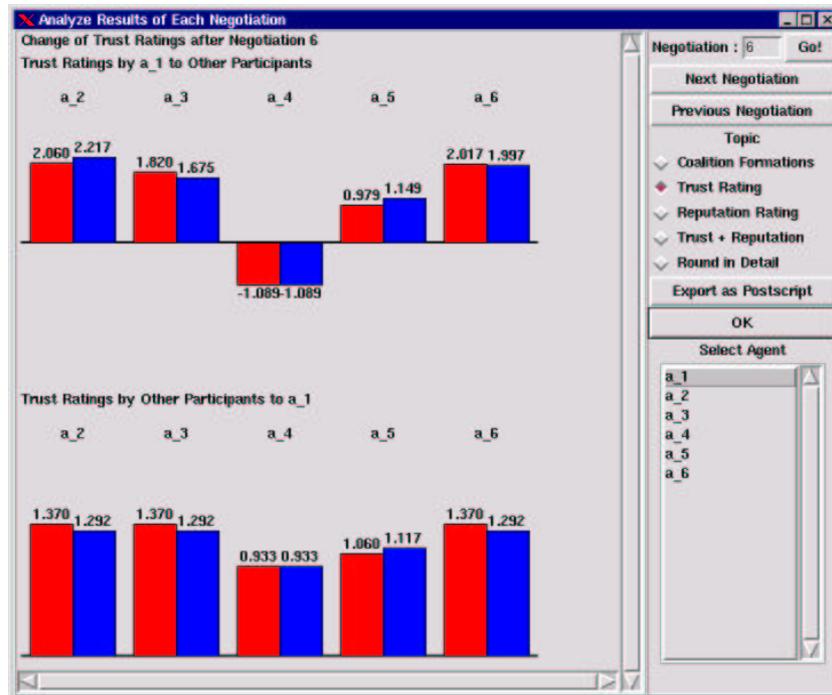


Abbildung 11: Vertrauensbewertungen nach einer Verhandlung

die Vertrauensbewertung von dem Agenten für den anderen Agenten vor der Verhandlung bzw. nach der Verhandlung.

“Reputation Rating” und “Trust + Reputation”

Mit der Analysefunktion “Reputation Rating” bzw. “Trust + Reputation” kann man die Veränderungen der Reputationsbewertungen bzw. der Summe der Vertrauensbewertung und der Reputationsbewertung nach der jeweiligen Verhandlung betrachten. Im jeweiligen Diagramm werden die Reputationsbewertungen bzw. die Veränderungen der Summe analog zur Analysefunktion “Trust Rating” dargestellt.

“Round in Detail”

Um den Verlauf der einzelnen Runde zu verfolgen, gab es schon in COALA eine Analysefunktion für Koalitionsangebote. Diese Funktion wurde in COALA-2 erweitert und für andere Analysefunktionen angewendet, die ermöglichen, den Verlauf der jeweiligen Runde in einer dynamischen Verhandlung zu verfolgen bzw. zu analysieren. Alle diesen Funktionen sind unter dem Menüpunkt “Round in Detail” verfügbar. Wenn dieser Menüpunkt gewählt wird, dann erscheinen zusätzlich ein Eingabefeld und zwei Schaltflächen zum Wählen der zu analysierenden Runde und drei Radiobuttons zum Selektieren der Analysefunktionen (siehe Abbildung 12).

Bei jeder dieser Analysefunktionen wird jeder Agent durch ein Rechteck mit Namen symbolisiert und Koalitionen sind durch Blöcke von Agenten gekennzeichnet. Die Anordnung der Koalitionen passiert automatisch, kann aber vom Benutzer per Drag-and-Drop verändert werden.

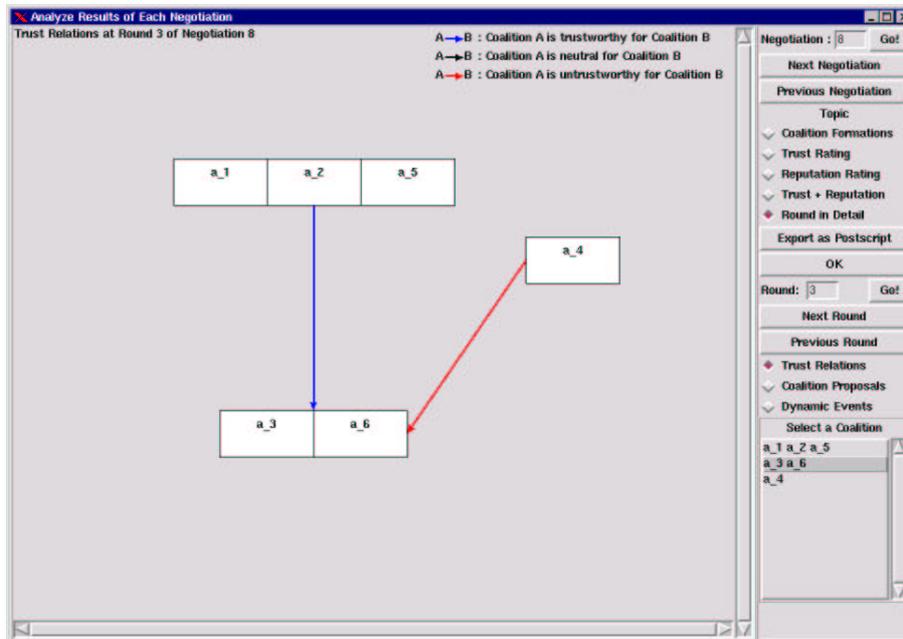


Abbildung 12: Vertrauenswürdigkeit einer Koalition

Nachfolgend werden die jeweiligen Analysefunktionen erläutert.

- **“Trust Relations”**

Wenn diese Analysefunktion gewählt wird, erscheint eine Liste mit Koalitionen, die am Anfang der gewählten Runde bestehen, am rechten Rand des Fensters. Dann wird für die in der Liste selektierte Koalition die Vertrauenswürdigkeit der anderen Koalitionen zum Zeitpunkt der gewählten Runde auf der Anzeige dargestellt (siehe Abbildung 12). Ein blauer bzw. roter Pfeil von einer Koalition A nach einer anderen Koalition B bezeichnet, dass A für B vertrauenswürdig bzw. nicht-vertrauenswürdig ist. Falls A für B neutral ist, dann ist die Farbe des Pfeils schwarz.

Eine Koalition entscheidet die Vertrauenswürdigkeit einer anderen Koalition mit den Meinungen der Koalitionsteilnehmer. Um den Entscheidungsprozess zu visualisieren, bietet diese Analysefunktion eine Möglichkeit an, die Vertrauenswürdigkeit der Koalition bzw. des Agenten für den jeweiligen Koalitionsteilnehmer anzuschauen. Falls A und B aus mehreren Agenten bestehen, dann wird die Vertrauenswürdigkeit von A für den jeweiligen Agenten in B durch Anklicken des Pfeils in einem grünen Rechteck dargestellt. In Abbildung 13 wird die Vertrauenswürdigkeit der Koalition $\{a_1, a_2, a_5\}$ für den jeweiligen Agenten in $\{a_3, a_6\}$ beschrieben. Mit einem Klick auf dem Pfeil nach a_6 wird die Vertrauenswürdigkeit von den jeweiligen Agenten in $\{a_1, a_2, a_5\}$ für a_6 wieder in einem grünen Rechteck dargestellt (siehe Abbildung 14).

- **“Coalition Proposals”**

Diese Analysefunktion veranschaulicht die Angebote der Koalitionen in einer Verhandlungsrunde. Der Benutzer kann die Koalitionen, deren Angebote dargestellt werden sollten, aus der Liste am rechten Rand des Fensters auswählen. Jedes Angebot, das

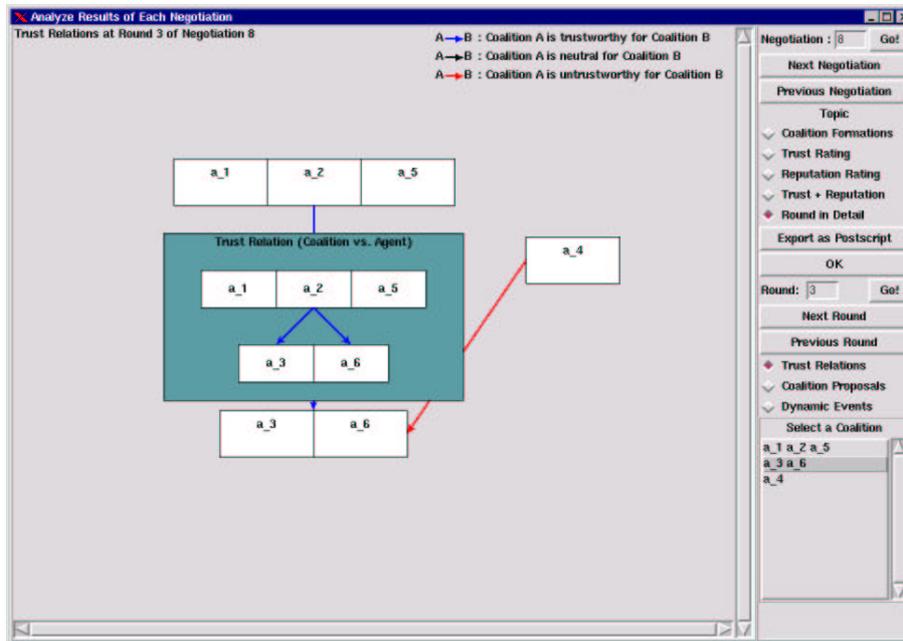


Abbildung 13: Details der Vertrauenswürdigkeit einer Koalition (Koalition vs. Agent)

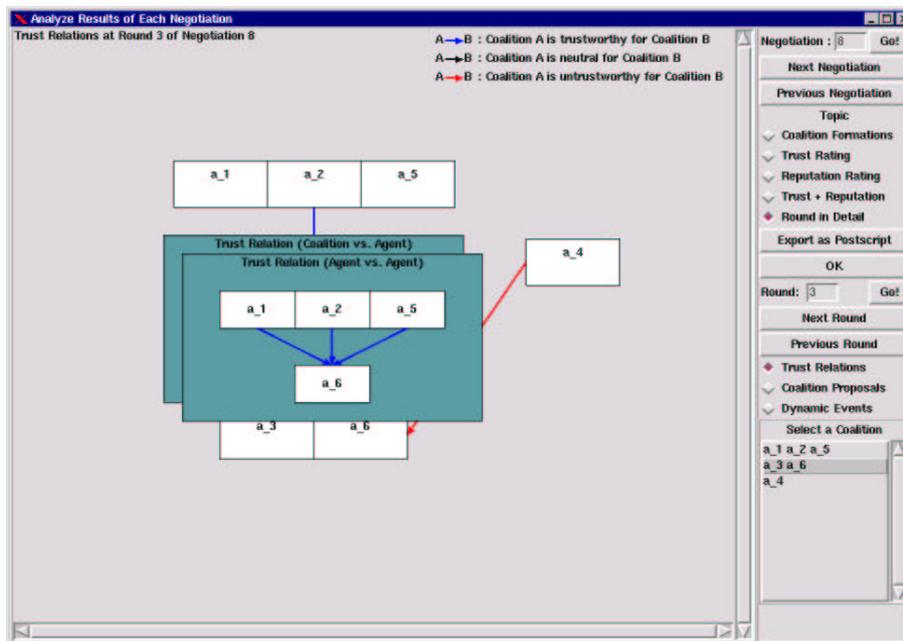


Abbildung 14: Details der Vertrauenswürdigkeit einer Koalition (Agent vs. Agent)

eine Koalition einer anderen macht, wird durch einen Pfeil vom Sender zum Empfänger dargestellt. Falls das Angebot letztendlich zur Koalitionsbildung führen sollte, ist die Farbe des Pfeils rot. Sonst ist sie schwarz. (siehe Abbildung 15).

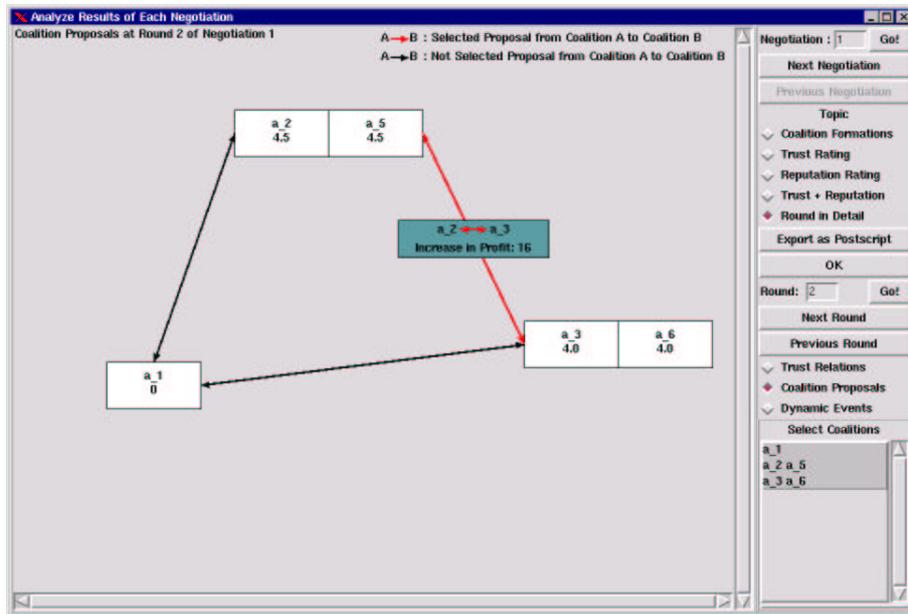


Abbildung 15: Koalitionsangebote

Durch Anklicken des Pfeils wird die Gewinnspanne aus der Koalitionsbildung zwischen den beiden Koalitionen, die das Angebot gesendet bzw. empfangen haben, in einem grünen Rechteck dargestellt. In Abbildung 15 sieht man, dass die Gewinnspanne aus der Koalitionsbildung zwischen $\{a_2, a_5\}$ und $\{a_3, a_6\}$ 16 beträgt. Das Rechteck schließt sich mit einem Klick darauf.

Mit der Schaltfläche "View Table of Bilateral Proposals" gelangt man in die Ansicht aus Abbildung 16.

Repr. 1	Repr. 2	Increase in Profit	Selected
a_2	a_3	16	Yes
a_1	a_3	8	No
a_1	a_2	5	No

Abbildung 16: Tabelle der bilateralen Angeboten

Dort findet man eine Tabelle, in der jedes Repräsentantenpaar der Koalitionen, die füreinander ein Angebot haben, mit der Gewinnspanne und das Ja und Nein darüber,

ob beide Koalitionen eine neue Koalition bilden, eingetragen ist. Mit der Tabelle verfolgt man, wie die neuen Koalitionen bestimmt werden⁴

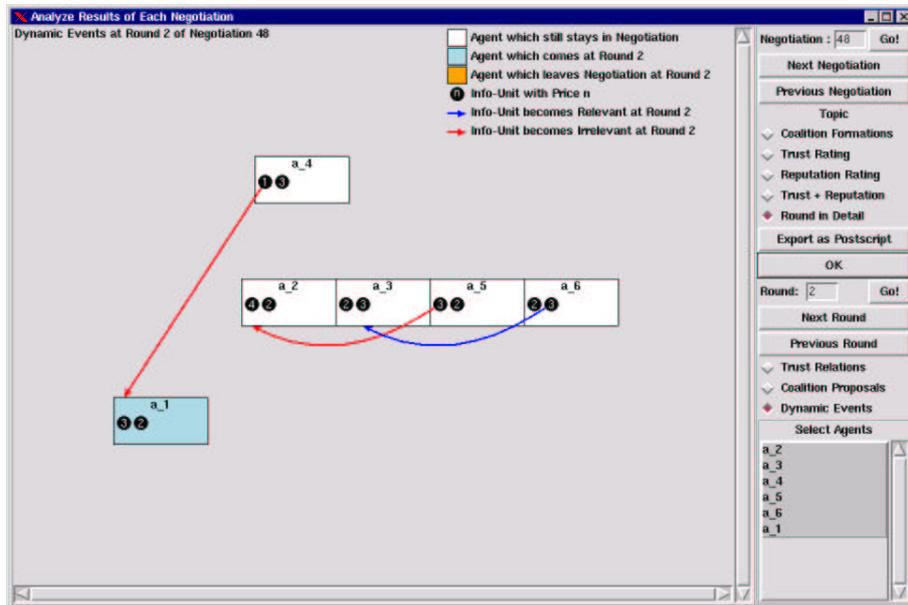


Abbildung 17: Dynamische Fälle in einer Verhandlungsrunde

- **“Dynamic Events”**

Nachdem diese Analysefunktion gewählt wird, erscheint eine Liste der Agenten am rechten Rand des Fensters. Dann werden die dynamischen Fälle, die durch die in der Liste selektierten Agenten in der gewählten Verhandlungsrunde verursacht wurden, in der Anzeige visualisiert (siehe Abbildung 17).

Dabei ist die Koalitionsstruktur in der Anzeige die Struktur nach der Ausführung der Reaktionen auf die dynamischen Fälle. Daher kann die Koalitionsstruktur anders sein als die Strukturen bei der Analysefunktion “Trust Relations” bzw. “Coalition Proposals”, obwohl die Funktionen die selbe Runde darstellen.

Die Kreise im Rechteck eines Agenten sind die Informationseinheiten, die er besitzt. Die Zahl auf dem Kreis bezeichnet den Preis der Informationseinheit. Das hellblaue bzw. orange Rechteck eines Agenten bedeutet, dass in der Verhandlungsrunde der Agent als Nachzügler eintritt, bzw. aus der Verhandlung ausscheidet. Ein blauer bzw. roter Pfeil von einem Agenten nach einer Informationseinheit bezeichnet, dass in der Verhandlungsrunde die Informationseinheit für den Agenten relevant bzw. irrelevant wird.

⁴In den Algorithmen werden die neuen Koalitionen nach der Gewinnspanne und den Rängen der Repräsentanten in der Rechenleistungsliste *CompResourceList* bestimmt. In COALA-2 wird davon ausgegangen, dass die Rechenleistungen der Agenten nach der alphabetischen Anordnung von Agentennamen bestimmt werden. D.h. a_1 ist immer der Stärkste. Daher braucht man keine Rangfolge der Repräsentanten in der Tabelle.

2.2.2 Statistiken der Simulation

Mit der Schaltfläche “Analyze Statistics over All Negotiations” aktiviert man weitere Analysefunktionen, mit denen man eine globale Übersicht über die Simulation haben kann. Abbildung 18 zeigt das Fenster für diese Analysefunktionen. Dort kann die jeweilige Analysefunktion mit den Radiobuttons eingestellt werden. Im Weiteren werden die jeweiligen Analysefunktionen näher beschrieben.

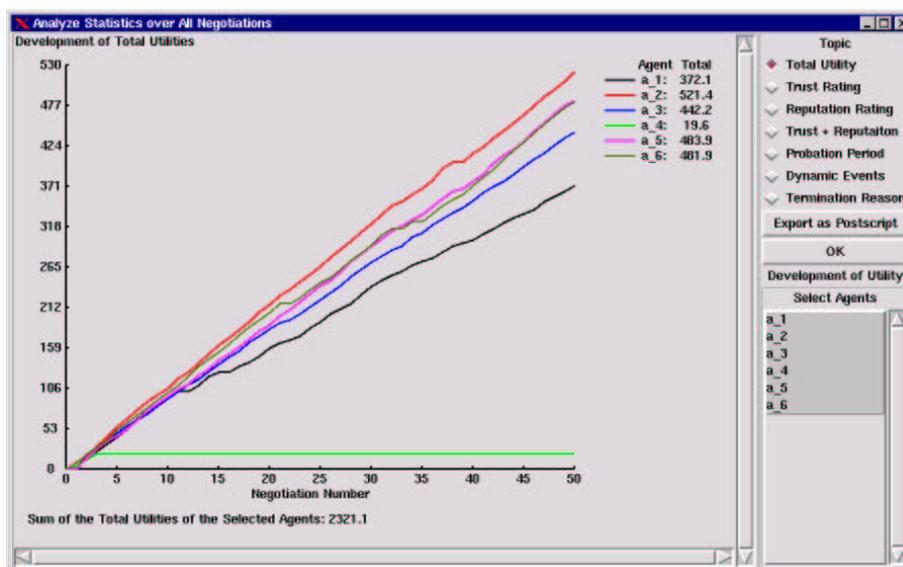


Abbildung 18: Entwicklung der Gesamtgewinne

“Total Utility”

Unter diesem Menüpunkt werden für alle in der Liste selektierten Agenten die Entwicklungen ihrer Gesamtgewinne in einem Diagramm angezeigt. Also kann man die Gewinnentwicklungen von mehreren Agenten miteinander vergleichen (siehe Abbildung 18). Unter dem Diagramm wird die Summe der Gesamtgewinne von den selektierten Agenten angegeben. Wenn man eine der Kurven mit der linken Maustaste anklickt und nicht loslässt, wird die Dicke der Kurve verdoppelt. Somit kann der Benutzer die Entwicklung besser betrachten, falls mehrere Kurven zum Teil überlappend liegen. Nach dem Loslassen wird die Kurve wieder dünner.

“Trust Rating”

Hierbei werden die Entwicklungen der Vertrauensbewertungen betrachtet (Abbildung 19). Dabei kann der Benutzer die Agentenpaare zum Analysieren der Entwicklungen mittels zwei Listen am rechten Rand des Fensters frei auswählen: Es werden die Vertrauensbewertungen von allen in der rechten Liste selektierten Agenten für alle in der linken Liste selektierten Agenten angezeigt, und damit vergleicht man die Entwicklungen der Vertrauensbewertungen von mehreren Agenten.

Analog bei der Analysefunktion “Total Utility” kann man die Dicke der Kurve verändern, um die Entwicklungen besser zu betrachten.

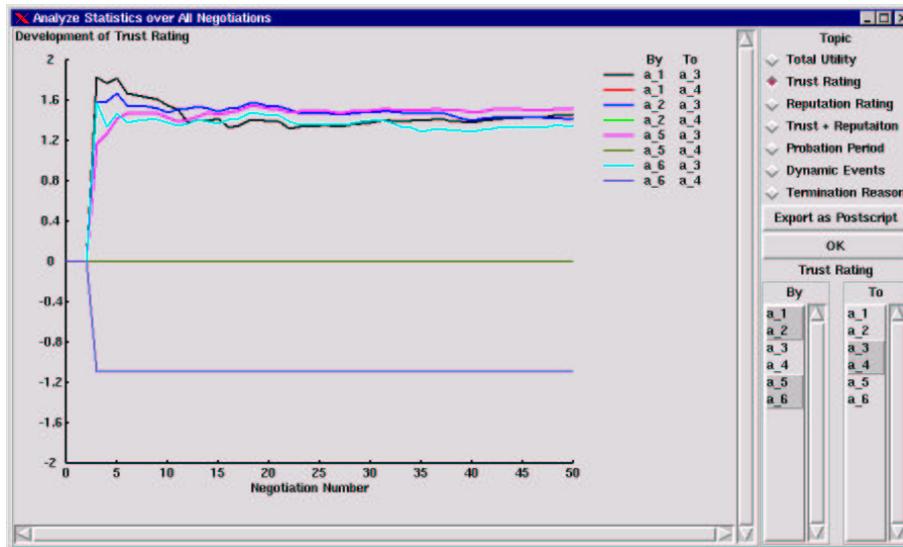


Abbildung 19: Entwicklung der Vertrauensbewertungen

“Reputation Rating” und “Trust + Reputation”

Mit der Analysefunktion “Reputation Rating” bzw. “Trust + Reputation” kann man die Entwicklungen der Reputationsbewertungen bzw. Summe der Vertrauensbewertungen und der Reputationsbewertungen analog zur Funktion “Trust Rating” betrachten. Dabei werden die Agentenpaare ebenfalls mit zwei Listen am rechten Rand des Fensters frei ausgewählt.

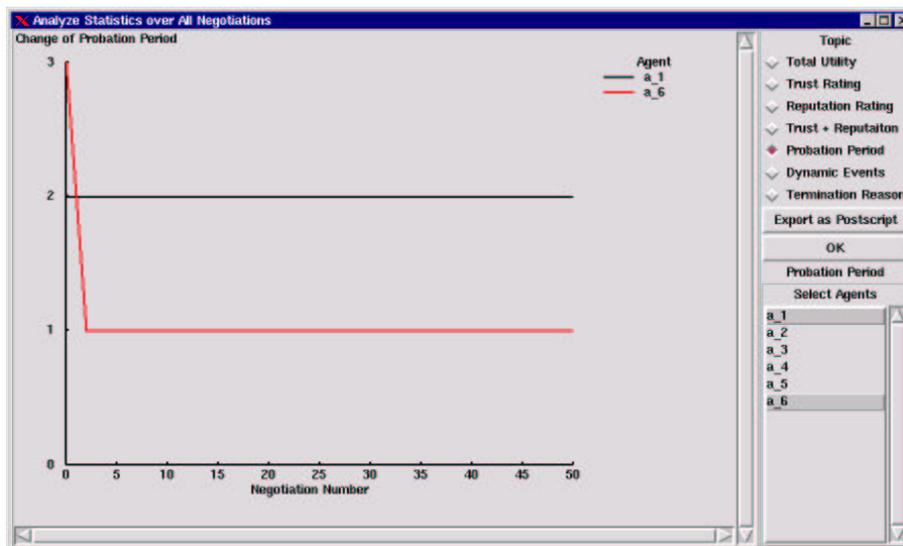


Abbildung 20: Veränderungen der Probezeiten

“Probation Period”

Unter dem Menüpunkt “Probation Period” werden für alle in der Liste selektierten Agenten

die Veränderungen der Probezeiten in einem Diagramm angezeigt (siehe Abbildung 20). Also kann man erkennen, wann die Agenten die Probezeiten umgestellt haben. Zu bemerken ist, dass diese Analysefunktion nur für die Simulationen nach dem BSCA-T* bzw. dem BSCA-TR* verfügbar ist.

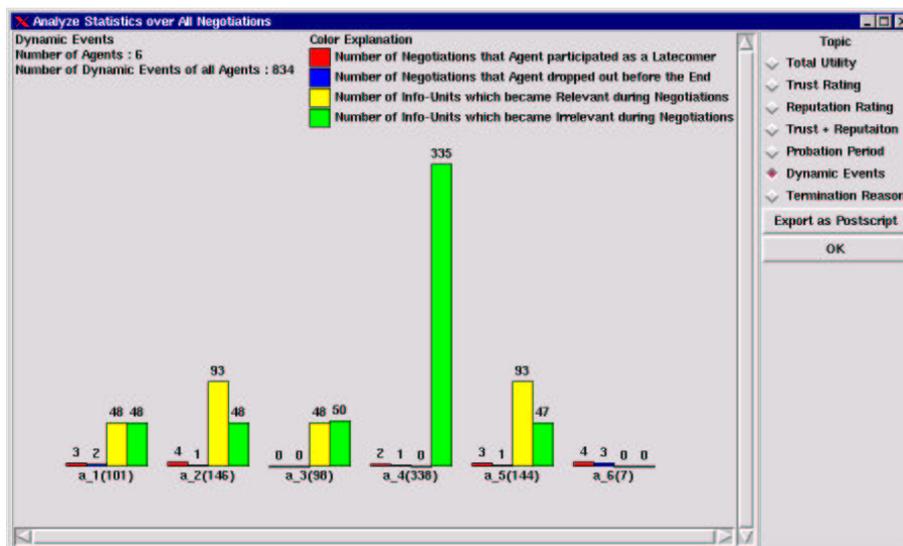


Abbildung 21: Dynamische Fälle in der Simulation

“Dynamic Events”

Mittels dieses Punktes gelangt man auf das Fenster mit der Ansicht aus Abbildung 21. Hier wird ein Balkendiagramm für die dynamische Fälle in der Simulation angezeigt. Für jeden Agenten werden 4 Säulen zugeordnet. Jede dieser Säulen stellt die Anzahl der jeweiligen Arten der dynamischen Fälle dar, die durch den Agenten verursacht wurden. Welche Säule welche Art der dynamische Fälle bezeichnet, entnimmt man aus der Farblegende auf der rechten oberen Seite der Anzeige. Die Zahl in der Klammer bezeichnet die Anzahl aller dynamischen Fälle von dem Agenten.

Wie im Teilabschnitt 'Einstellen der Optionen für Agenten' angedeutet wurde, kann die Anzahl der tatsächlich passiertten dynamischen Fälle anders sein als die Zahl beim Einstellen der Optionen für Agenten. Ein Beispiel ist der Agent a_1 in dieser Beispielsimulation. Nach dem Einstellen der Optionen für den Agenten a_1 ist die Anzahl der Informationseinheiten, die während einer Verhandlung relevant werden, eins (siehe Abbildung 7). Für 50 Verhandlungen sollte die Gesamtanzahl 50 sein, hierbei sind es aber nur 48.

“Termination Reason”

Unter diesem Menüpunkt wird der Terminierungsgrund der Verhandlungen als Kuchendiagramm dargestellt (siehe Abbildung 22). Das jeweilige Kuchenstück bezeichnet die Anzahl der Verhandlungen, die aus dem selben Terminierungsgrund beendet wurden. Die möglichen Terminierungsgründe sind das Erreichen der großen Koalition, die Überschreitung der Verhandlungszeit und keine Veränderung der Koalitionsstruktur ohne dynamische Fälle.

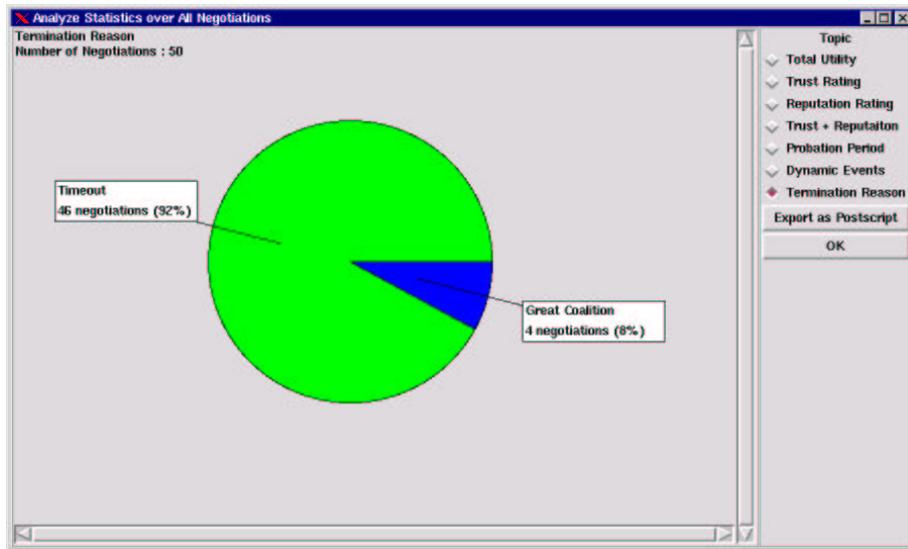


Abbildung 22: Terminierungsgründe der Verhandlungen

Bei allen bisher vorgestellten Analysefunktionen wird eine Postscript-Datei von der aktuellen graphischen Anzeige mittels “Export as Postscript” erstellt.

3 Implementierung

Im Folgenden wird ein Überblick auf alle Quelldateien von COALA-2, die sich auf dem Verzeichnis /coala2 befinden, mit den wichtigsten Prozeduren gegeben.

3.1 Prozeduren für Dateioperationen

Datei: coala_new.tcl
 Prozedur: coala_new
 Beschreibung: erstellt eine neue Simulation

Datei: coala_load.tcl
 Prozedur: coala_load
 Beschreibung: lädt eine erstellte Simulation

Datei: coala_save.tcl
 Prozedur: coala_save
 Beschreibung: speichert die aktuelle Simulation

Datei: coala_save_as.tcl
 Prozedur: coala_save_as
 Beschreibung: speichert die aktuelle Simulation mit einem neuen Namen

3.2 Prozeduren für Hauptfenster und Dialog

Datei:	coala_main.tcl
Prozedur:	coala_main
Beschreibung:	kreiert das Hauptfenster
Datei:	coala_dialog.tcl
Prozedur:	coala_dialog
Beschreibung:	kreiert ein generisches Dialog
Datei:	coala_filebrowser.tcl
Prozedur:	coala_filebrowser_load
Beschreibung:	kreiert ein Dialog, in dem man eine Simulation zum Laden auswählen kann
Datei:	coala_filebrowser.tcl
Prozedur:	coala_filebrowser_randomfile
Beschreibung:	kreiert ein Dialog, in dem man eine Zufallszahlendatei auswählen kann
Datei:	coala_message.tcl
Prozedur:	coala_message
Beschreibung:	kreiert ein Dialog, der nur einen Satz enthält

3.3 Prozeduren zum Einstellen der Simulation

Datei:	coala_set_info_unit.tcl
Prozedur:	coala_set_info_unit
Beschreibung:	definiert die Informaitonseinheiten der jeweiligen Agenten
Datei:	coala_opt_agent.tcl
Prozedur:	coala_opt_agent
Beschreibung:	konfiguriert die Optionen für die jeweiligen Agenten
Datei:	coala_opt_sim.tcl
Prozedur:	coala_opt_sim
Beschreibung:	konfiguriert die Optionen für Simulation
Datei:	coala_change_agent_preset.tcl
Prozedur:	coala_change_agent_preset
Beschreibung:	konfiguriert die Einzelheiten in Preset für Agenten
Datei:	coala_change_infounit_preset.tcl
Prozedur:	coala_change_infounit_preset
Beschreibung:	konfiguriert die Einzelheiten in Preset für Informationseinheiten

3.4 Prozeduren zum Ausführen der Simulation

Datei:	coala_start_simulation.tcl
Prozedur:	coala_init_simulation
Beschreibung:	initialisiert alle Variablen für Simulation

Datei: coala_start_simulation.tcl
 Prozedur: coala_start_simulation
 Beschreibung: startet Simulation

Datei: coala_bsca_sim.tcl
 Prozedur: coala_run_negotiation
 Beschreibung: simuliert eine Verhandlung

Datei: coala_react.tcl
 Prozedur: coala_react_for_leaving_agents
 Beschreibung: führt die Reaktion auf ausgeschiedene Agenten aus

Datei: coala_react.tcl
 Prozedur: coala_react_for_late_agents
 Beschreibung: führt die Reaktion auf Nachzügler aus

Datei: coala_react.tcl
 Prozedur: coala_react_for_extra_rel_infos
 Beschreibung: führt die Reaktion auf neu relevant werdende Informationseinheiten aus

Datei: coala_react.tcl
 Prozedur: coala_react_for_rel_info_loss
 Beschreibung: führt die Reaktion auf irrelevant werdende Informationseinheiten aus

Datei: coala_write_proc_for_sim.tcl
 Prozedur: coala_write_negotiation_result
 Beschreibung: schreibt die Ergebnisse der Verhandlung in der Logdatei

Datei: coala_write_proc_for_sim.tcl
 Prozedur: coala_write_statistics
 Beschreibung: schreibt die Statistiken der Simulation in der Logdatei

3.5 Prozeduren für Analysen der einzelnen Verhandlungsergebnisse

Datei: coala_display_neg_coal_form.tcl
 Prozedur: coala_display_neg_coal_form
 Beschreibung: zeigt die Entstehung der Koalitionen in der Verhandlung an

Datei: coala_display_neg_dyn_event.tcl
 Prozedur: coala_display_neg_dyn_event
 Beschreibung: zeigt die dynamischen Fälle in der Verhandlungsrunde an

Datei: coala_display_neg_proposal.tcl
 Prozedur: coala_display_neg_proposal
 Beschreibung: zeigt die Koalitionsvorschlage in der Verhandlungsrunde an

Datei: coala_display_neg_reputation_rating.tcl
 Prozedur: coala_display_neg_reputation_rating
 Beschreibung: zeigt die Reputationsbewertungen an

Datei: `coala_display_neg_trust_rating.tcl`
 Prozedur: `coala_display_neg_trust_rating`
 Beschreibung: zeigt die Vertrauensbewertungen an

Datei: `coala_display_neg_sum_of_ratings.tcl`
 Prozedur: `coala_display_neg_sum_of_ratings`
 Beschreibung: zeigt die Summe der Vertrauens- und Reputationsbewertungen an

Datei: `coala_display_neg_trust_relation.tcl`
 Prozedur: `coala_display_neg_trust_relation`
 Beschreibung: zeigt die Vertrauenswürdigkeit einer Koalition für die anderen Koalitionen an

3.6 Prozeduren für Analysen der Simulationsergebnisse

Datei: `coala_display_sim_dyn_events.tcl`
 Prozedur: `coala_display_sim_dyn_events`
 Beschreibung: zeigt die Anzahl der jeweiligen Arten von dynamischen Fällen an

Datei: `coala_display_sim_probation_period.tcl`
 Prozedur: `coala_display_sim_probation_period`
 Beschreibung: zeigt die Veränderungen der Probezeiten der jeweiligen Agenten an

Datei: `coala_display_sim_reputation_rating.tcl`
 Prozedur: `coala_display_sim_reputation_rating`
 Beschreibung: zeigt die Veränderungen der Reputationsbewertungen an

Datei: `coala_display_sim_trust_rating.tcl`
 Prozedur: `coala_display_sim_trust_rating`
 Beschreibung: zeigt die Veränderungen der Vertrauensbewertungen an

Datei: `coala_display_sim_sum_of_ratings.tcl`
 Prozedur: `coala_display_sim_sum_of_ratings`
 Beschreibung: zeigt die Veränderungen der Summe der Vertrauens- und Reputationsbewertungen an

Datei: `coala_display_sim_termination_reason.tcl`
 Prozedur: `coala_display_sim_termination_reason`
 Beschreibung: zeigt die Terminierungsgründe der Veränderungen an

Datei: `coala_display_sim_total_utility.tcl`
 Prozedur: `coala_display_sim_total_utility`
 Beschreibung: zeigt die Entwicklungen der Gesamtgewinne der Agenten an

3.7 Sonstige Prozeduren

Datei: `coala_exit.tcl`
 Prozedur: `coala_exit`
 Beschreibung: beendet COALA-2

Datei: `coala_random.tcl`
 Prozedur: `coala_random`
 Beschreibung: gibt eine Zufallszahl zurück

Literatur

- [1] Klusch, M., Agent-Mediated Trading: Intelligent Agents and E-Business, In A.L.G. Hayzelden, R. Bourne (eds.): Agent Technology applied to Networked Systems. John Wiley & Sons, 2000.
- [2] Ousterhout, J.K., Tcl and the Tk Toolkit, Addison-Wesley, 1994
- [3] Park, W., Dynamische und vertrauensbasierte Koalitionsbildung zwischen Informationsagenten, Diplomarbeit, Universität des Saarlandes, 2004
- [4] Vielhak, T., COALA - Eine Simulationsumgebung für Koalitionsverhandlungen zwischen autonomen Agenten, Diplomarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1998