

# **I2HOME: Benutzerzentrierte Entwicklung einer offenen standardbasierten „Smart Home“-Plattform**

## **Intuitive Interaction for Everyone with Home Appliances based on Industry Standards**

Dr. **J. Alexandersson**, DFKI GmbH, Saarbrücken;  
Dipl.-Psych. **K. Richter**, ZGDV e.V., Darmstadt;  
Dipl.-Ling. **S. Becker**, DFKI GmbH, Saarbrücken;

### **Kurzfassung**

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes I2HOME wird eine offene Plattform für die intuitive multimodale Interaktion mit Heimelektronik als Teil einer Referenzarchitektur entwickelt. Trotz der Fokussierung auf kognitiv behinderte und ältere Nutzer wird entsprechend eines *Design-for-All*-Ansatzes die Entwicklung eines Systems angestrebt, welches für Benutzer aller Art geeignet und unabhängig von unterstützender Technologie anwendbar ist.

### **Abstract**

We present the EU-funded project I2HOME aiming at the development of an open platform as part of reference architecture for intuitive interaction with home appliances. The project follows the user-centred design and strives—despite its focus on elderly and cognitively disabled persons—towards an intuitive design for all approach thereby going beyond today's state-of-the-art technology.

### **1. Einleitung**

In demselben Maße, in dem Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronik und auch Haussteuerungssysteme an Funktionalität und Leistungsfähigkeit hinzugewinnen, wird die Forderung nach einer Vernetzung und der Möglichkeit der kombinierten Nutzung dieser Systeme lauter. Mit der Vision der *Ambient Intelligence* und speziell der *Smart Homes* hat diese Forderung einen Rahmen erhalten, in dem der Mensch durch ein Ensemble von Funktionen unterstützt werden soll, anstatt einzelne Geräte bedienen zu müssen. Der Benutzer soll bei der Umsetzung seiner Wünsche und bei seinen Handlungen in intelligenter und unaufdringlicher Weise unterstützt werden.

## 2. Stand der Technik

Sowohl in der Forschung als auch in der Industrie werden vermehrt Lösungen für so genannte *Smart-Home*-Umgebungen entwickelt, wie z.B. die BMBF-Projekte EMBASSI [6] und SmartKom [7], die Projekte Ozone [9], HomeTalk [10] oder AMIGO [8] der Europäischen Kommission oder Demonstrationsszenarien von Herstellern wie der Deutschen Telekom oder Philips zeigen.

Hinsichtlich der Probleme, welche bei existierenden Systemen erkannt wurden, sind folgende Kernpunkte zu nennen:

- **Kompatibilität:** Die verschiedenen, meist technologiegetriebenen Ansätze sind heterogen, weil meist auf eine spezifische Zielstellung zugeschnitten. Aus diesem Grund haben existierende Ansätze eine sehr eingeschränkte Gültigkeit.
- **Benutzbarkeit:** Durch den Einsatz im privaten Umfeld müssen besondere Ansprüche an die Gebrauchstauglichkeit gestellt werden. Die bisherigen, vorrangig technologiegetriebenen Projekte konnten auf diesem Gebiet bislang wenig Antworten erarbeiten.
- **Zugänglichkeit:** Die Integration von verschiedenen Geräten und Diensten im häuslichen Umfeld bietet Chancen, einen höheren Grad der Unterstützung des Benutzers zu gewährleisten. So kann auf individuelle Schwächen und Behinderungen eingegangen werden. Bislang beschäftigen sich nur wenige Ansätze erfolgreich mit der Problematik der Unterstützung kognitiv Behinderter.

## 3. Ansatz

Die europäische Kommission hat im Rahmen der strategischen Zielstellung der *eInclusion* – d.h. der Überwindung von Hemmschwellen und der Ausgrenzung von behinderten und älteren Menschen bei der Benutzung technischer Systeme – beschlossen, Grundlagen für eine Referenzarchitektur zugänglicher *Smart-Home*-Umgebungen zu entwickeln. Diese soll als Bezugspunkt dienen und zu einer Vereinheitlichung und letztlich zur Kompatibilität zwischen existierenden technischen Systemen führen. Als Teil dieser Initiative ist das von der europäischen Kommission geförderte Forschungsprojekt I2HOME anzusehen. In diesem Projekt arbeiten neun Partner aus fünf Ländern unter Leitung des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH) an der Entwicklung einer offenen standardbasierten Referenzarchitektur. Die wesentlichen Aspekte dieses Projektes sind:

- **Standards:** Anstelle individueller Lösungen steht die Verwendung und Integration existierender Standards wie ANSI/INCITS 289ff [1], Universal Plug and Play [5] und CECED [6].
- **Design for All:** Das System soll für alle Nutzer geeignet sein und keine spezielle Entwicklung im Bereich der Behindertentechnik darstellen. Die Berücksichtigung des Kontinuums möglicher Nutzer soll durch deren Einbeziehung bereits zu Beginn des Projektes ermöglicht werden.
- **Assistenz:** Die Architektur sieht mehrere wählbare Ebenen der Assistenz vor, so dass individuelle Abstufungen bis hin zur handlungsorientierten Unterstützung möglich sind. Das System wird verschiedene Formen der Interaktion unterstützen, u.a. die Interaktion mithilfe von Sprache und kombinierten Modalitäten.
- **Multilingualität:** Das System wird in mindestens vier verschiedene Sprachen implementiert.

Im Folgenden wird die gewählte Methodologie für die Benutzerinvolvierung sowie die sich daraus ergebende Berücksichtigung ethischer und datenschutzrechtlicher Implikationen diskutiert werden.

#### 4. Einbeziehung der Nutzer in den Entwicklungsprozess

Eine wesentliche Zielsetzung des I2HOME-Projektes besteht in der benutzerzentrierten Entwicklung, d.h. die Entwicklung von nützlichen und gleichzeitig benutzerfreundlichen Lösungen steht im Vordergrund und wird im Zweifelsfall der technischen Brillanz vorgezogen. Die Bedeutung dieser Herangehensweise im Gesamtprojektplan spiegelt sich sowohl in der Zahl der Nutzerpartner (vier von insgesamt neun Partnern) als auch in den Arbeitsanteilen, die für Analysen und Nutzertests veranschlagt wurden (ca. 1/3 der Personenmonate), nieder.

Benutzer an vier Standorten in Europa werden in die Konzeption und Evaluierung des I2HOME-Systems einbezogen werden:

- Tschechische Technische Universität, Tschechien: Ältere Personen (Smart Flat, Karls Universität Veranstaltungen: „Universität des Dritten Alters“)
- Ingéma – Matia Stiftung, Spanien: Personen mit Demenzerkrankungen (Betreuungseinrichtungen und Kliniken)
- Hjälpmedelsinstitutet (Schwedisches Behinderteninstitut), Schweden: Personen mit leichten kognitiven Behinderungen (SmartLab, Rehabilitationszentrum der Universitätsklinik Lund)

- Siemens Business Services, Deutschland: Personen mit sensorischen und physischen Einschränkungen (Experimentalwohnung)

Die europäische Kommission hat im Rahmen der Beantragung des Projektes auf die Berücksichtigung aller Maßnahmen zum Schutz der Teilnehmer großen Wert gelegt. Eine unabhängige Kommission wurde mit der Begutachtung der Einhaltung der ethischen Regeln beauftragt. Von besonderer Bedeutung waren hierbei die Einhaltung nationaler und internationaler Gesetze, die Einbeziehung lokaler Ethikkommissionen in den Prozess, die Bereitstellung qualifizierter Betreuer, die Sicherstellung der informierten Einwilligung (informed consent) des Teilnehmers, Datensicherung und Anonymität sowie die Offenlegung der angestrebten Forschungsmethodik bereits im Planungsstadium.

*Design for All* und *Adaptive Design* sind Entwicklungsmethodiken, die für eine adaptive und maximal nutzbare Technologie stehen. Menschen mit körperlichen oder geistigen Behinderungen sind damit nicht mehr auf spezielle Lösungen angewiesen, sondern können gängige Systeme an ihre Anforderungen anpassen oder mit speziellen Lösungen kombinieren.

Es soll vermieden werden, dass aufgrund der Fokussierung auf Assistenzsysteme für ältere und kognitiv behinderte Menschen der Massenmarkt für das I2HOME-System verschlossen bleibt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass häufig insbesondere Produkte der Behindertentechnik unter der Wahrnehmung als Nischenlösung leiden. Auch allgemeine und nützliche Lösungen können sich nicht durchsetzen, solange sie mit dem Stigma der Speziallösung für z.B. behinderte Menschen versehen sind. Systeme, die für Benutzer jeder Façon gestaltet sind, verzichten auf die Schwelle, ab der die Unterstützungsnotwendigkeit offensichtlich wird.

Zu den wesentlichen Vorteilen dieses Ansatzes gehören:

- Kognitive Einschränkungen sind sehr individuell und können verschiedene Kombinationen aus Gedächtnis-, Konzentrations- oder Wahrnehmungsstörungen umfassen. Adaptive Systeme können optimal an derartige Störungen angepasst werden.
- Degenerative Prozesse des Alterns sind meist fortschreitend. Es gibt selten klar definierte Schwellen, an denen neuer Unterstützungsbedarf notwendig wird. Adaptive Lösungen ermöglichen es, vertraute Systeme weiter zu verwenden und bieten somit eine kontinuierliche Unterstützung.
- Wird der Schritt von Speziallösungen zu adaptiven Systemen vollzogen, reduzieren sich zugleich die Kosten für die einzelnen Systeme. Jeder Nutzer kann zu Massenmarktpreisen seine optimale Unterstützung finden.

## 5. Umsetzung

Die Referenzarchitektur basiert auf dem neuen ANSI/INCITS 389 ff Standard [1,11]. Dieser Standard kapselt vorhandene Standards über einen *Target Layer* (siehe Bild 1) in einem *Universal Control Hub*. Dies bietet eine einheitliche Schnittstelle, um mit den Zielgeräten zu kommunizieren. Die Benutzerschnittstelle, die der bidirektionalen Kommunikation zwischen Mensch und Zielgerät dient, wird in I2HOME auf Standardgeräten, z.B. auf handelsüblichen PDAs oder Handys etc., implementiert.

Einen Forschungsschwerpunkt bildet die Entwicklung eines flexiblen multimodalen Dialogsystems [7], das die Kombination grafischer Mitteilungen seitens des Systems, gestischer Manipulationen auf dem Touch-Screen seitens des Benutzers sowie natürlich-sprachlicher Äußerungen seitens des Benutzers und des Systems ermöglicht.

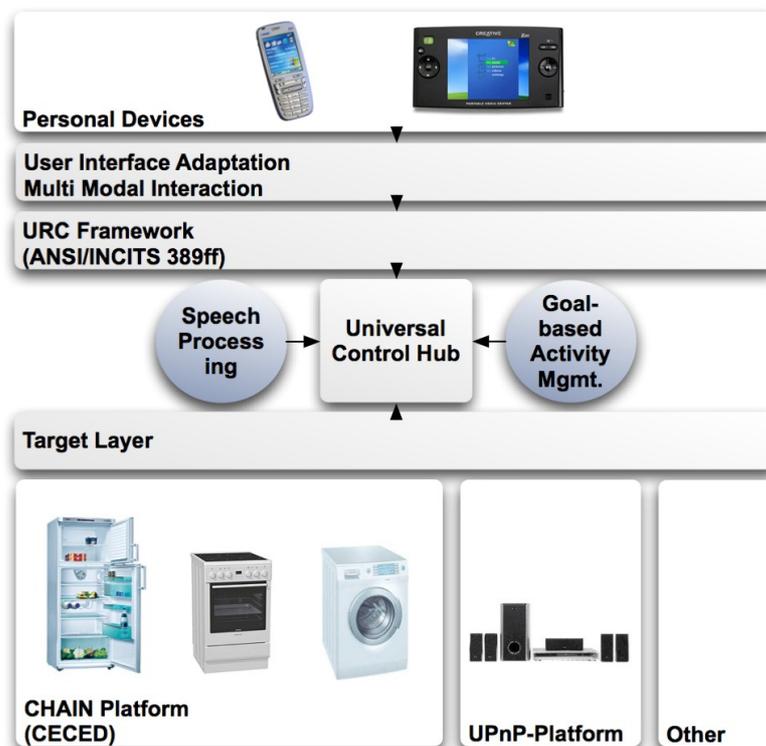


Bild 1: Übersicht des I2HOME-Systems. Der URC Hub kapselt die verschiedenen proprietären Standards und macht diese über angepasste Konsolen zugänglich. Natürlichsprachliche Interaktion und Handlungsunterstützung stellen hierbei hochwertige Assistenz zur Verfügung.

### **5.1. Standardintegration**

Der ANSI/INCITS 389ff Standard [1,11] bindet vorhandene Standards ein, um so eine einheitliche Kommunikation zwischen Mensch und Gerät gewährleisten zu können. Die Einbindung der Standards CECED [4] und UPnP [5] wird in I2HOME realisiert, aber auch andere Standards können bei Bedarf hinzugezogen werden.

### **5.2. Anpassung der Benutzerschnittstelle**

In I2HOME wird der Benutzer mithilfe eines Endgerätes über multiple Modalitäten mit den Zielgeräten kommunizieren. Hierzu gehören natürliche Sprache und/oder gestische Manipulationen auf einem Touch-Screen. Das I2HOME-System stellt dem Benutzer außerdem die Möglichkeit zur Verfügung, die Benutzerschnittstelle entsprechend seiner individuellen Bedürfnisse zu konfigurieren, z.B. bevorzugte Modalitäten, Stimme der Sprachsynthese etc.

Bei der Realisierung der Benutzerschnittstelle wird auf Technologie aus dem SmartKom-Projekt [7] zurückgegriffen. Essenziell ist hierbei die Verwaltung und Ausnutzung eines Diskursgedächtnisses, das alle konkreten sowie abstrakten Objekte, die im Verlauf eines Diskurses eingeführt werden, modelliert. Dies ermöglicht es, in natürlicher Sprache auf vorangegangenen Objekte und Aktionen z.B. mithilfe von Pronomen zu referieren, um so eine natürliche Dialogführung zu gewährleisten.

### **5.3. Handlungsunterstützung**

Handlungsunterstützung (Activity Management) wird im Rahmen des I2HOME-Projektes als eine Assistenzmethode verstanden, welche den Benutzer bei der Planung und Durchführung von Aufgaben unterstützt. Handlungsunterstützung bedeutet hierbei, dass Aufgabensequenzen geordnet und – soweit möglich – automatisiert abgearbeitet werden können.

Aufgrund der Integration verschiedener Geräte in die I2HOME-Plattform können solche Arbeitsschritte dann über verschiedene Geräte hinweg verfolgt werden. Gerätezustände und Funktionalität können so mit persönlichen Zielen und Kontextparametern zu einem benutzerspezifischen Informationsraum verknüpft werden, um

1. vorhandene Information zu integrieren, und
2. neue Information in den Informationsraum einzuordnen.

Die I2HOME-Plattform wird einen solchen Informationsraum implementieren und auf Geräte des häuslichen Umfeldes erweitern, so dass der Benutzer die dort abgelegten Zustände und Informationen nutzen kann.

Insbesondere im Falle kognitiver Einschränkungen des Benutzers kann eine solche Form der Unterstützung effektiven Nutzen mit sich bringen. Kognitive Behinderung geht meist mit Schwächen in der Behaltens- und Konzentrationsleistung sowie der Planungsfähigkeit einher – Einschränkungen, welche durch eine gezielte Unterstützung kompensiert werden können. Als Beispiel im häuslichen Umfeld mag die im Prinzip simple Aufgabe des Wäschewaschens dienen: hierzu gehören verschiedene Handlungen, welche in einer bestimmten Abfolge abgearbeitet werden müssen. Verschiedene Gegenstände (Wäsche, Wasserhahn, Waschmaschine, Waschmittel, Trockner) müssen in einer bestimmten Reihenfolge genutzt werden. Methoden der Handlungsunterstützung können den Benutzer durch diese Schritte leiten, die beteiligten Geräte kontrollieren und den Zustand der Geräte an den Benutzer melden.

Technisch wird dieses System in verschiedenen Komponenten unterteilt:

- **Kontext-Management:** Der Informationsraum wird in einem systemweiten Kontextrepositorium gespeichert, aus dem die verschiedenen Komponenten des Systems aktuelle und benutzer- bzw. gerätespezifische Daten abfragen können [2]. Hier werden also Daten gespeichert, registrierte Komponenten über Aktualisierungen informiert und einfache Daten in komplexere Konzepte (z.B. Situationen, bestehend aus Kontextdatenmustern) integriert.
- **Aufgabenmodelle:** Die möglichen Aufgaben können vom System nicht abgeleitet, sondern müssen vom Nutzer, Betreuer oder Gerätehersteller geliefert werden. Existierende Ansätze der Aufgabenmodellierung wie die Modelle von Paternó [3] werden hierbei Verwendung finden. Damit der Benutzer oder dessen Betreuer eigene Modelle erstellen kann, soll eine intuitive Oberfläche für deren Bearbeitung entwickelt werden.
- **Handlungssteuerung:** Die Ablaufsteuerung und Synchronisierung der Kontextdaten mit den Aktionen des Nutzers sowie Fehlerbehebung, Rückmeldung und Hilfestellungen müssen durch dieses Modul geleistet werden. Hier wird auch die Benutzerschnittstelle dynamisch erzeugt und an die Anforderungen des Nutzers angepasst.

Die Umsetzung des Aktivitätsmanagements wird, wie jeder Teil des I2HOME-Systems, in erster Linie durch die Anforderungen des Nutzers bestimmt. Komplexität und technische Brillanz müssen hierbei stets gegen die Benutzbarkeit und Transparenz des Systems abgewogen werden.

## 6. Zusammenfassung

Der Ansatz stellt das Konzept einer standardbasierten Plattform für eine intuitive, multimodale Interaktion mit Heimelektronik vor. Diese Plattform soll insbesondere auch älteren und kognitiv behinderten Menschen Unterstützung im häuslichen Umfeld bieten. In I2HOME kommt dabei eine innovative, benutzerzentrierte Entwicklungsmethodik in einem von Industrie und Forschungswelt bisher wenig beachteten Themenfeld zum Einsatz.

- [1] ANSI/INCITS. 389ff. Information Technology - Protocol to Facilitate Operation of Information and Electronic Products through Remote and Alternative Interfaces and Intelligent Agents. National Standard, August, 12 2005.
- [2] Saied Tazari (2003) A Context-Oriented RDF Database. The first workshop on the "Semantic Web and Databases" (SWDB03), Berlin (Germany), September 2003
- [3] F.Paternò, C.Mancini, S.Meniconi (1997) "Engineering Task Models", Proceedings Third IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems, pp.69–76, Como, September 97, IEEE Computer Society Press.
- [4] European Committee of Domestic Equipment Manufacturers. <http://www.ceced.org>.
- [5] Universal Plug'n'Play Forum. <http://www.upnp.org/>.
- [6] Kai Richter and Michael Hellenschmidt. Multimodal mediators to the world as it is currently designed. Technical Report 04i022-ZGD, ZGDV, Darmstadt, Germany, 2004.
- [7] Norbert Reithinger, Jan Alexandersson, Tilman Becker, Anselm Blocher, Ralf Engel, Markus Löckelt, Jochen Müller, Norbert Pflieger, Peter Poller, Michael Streit, and Valentin Tschernomas. Smartkom - adaptive and flexible multimodal access to multiple applications. In Proceedings of ICMI, pages 101–108, Vancouver, B.C., November, 5–7 2003. ACM Press.
- [8] Amigo – Ambient Intelligence for the networked home environment. <http://www.hitech-projects.com/europrojects/amigo/index.htm>, 2004.
- [9] Ozone - new technologies and services for nomadic societies. <http://www.hitechprojects.com/europrojects/ozone/index.html>, 2004.
- [10] The HomeTalk homepage. <http://www.hometalk.org/>, 2004.
- [11] Gottfried Zimmermann, Gregg Vanderheiden and Al Gilman. Prototype Implementations for a Universal Remote Console Specification. In CHI'02 extended abstracts on Human factors in computing systems, pages 510–511, Minneapolis, Minnesota, USA, 2002. ACM Press.