

HUFIT

Human Factors in Information Technology

K.-P. Fährnrich, J. Ziegler, Stuttgart

Zusammenfassung: Das HUFIT-Projekt ist ein großes multinationales Kooperationsprojekt im Bereich der Software-Ergonomie (Human Factors in Information Technology). Das Projekt wird in acht europäischen Ländern von elf Institutionen gemeinschaftlich durchgeführt. In dem vorliegenden Beitrag wird ein Resümee der Arbeit aus den ersten zwei Projektjahren vorgestellt.

HUFIT

Im Jahre 1982 und 1983 begannen die Vorarbeiten für das HUFIT Vorhaben. Brian Shackel von der HUSAT Research Group, Loughborough University, führte im Auftrage der Kommission der Europäischen Gemeinschaften eine weltweit angelegte Studie "Ergonomics in Information Technology (IT) in Europe - A Review" (Shackel, 1984) durch. Diese Studie diagnostizierte wesentliche Mängel in der Forschung und Umsetzung in Europa. Parallel zu dieser Studie wurden interessierte Partner in der europäischen IT-Industrie für ein großes multinationales Vorhaben in diesem Bereich gewonnen. Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart, übernahm die Federführung dieser Arbeiten. 1984 begann das Projekt. Projektpartner sind die Firmen Bull Transac, ICL, Olivetti, Philips und Siemens jeweils mit ihren entsprechenden Software-Ergonomie Labors unter Hinzuziehung externer universitärer Experten. Weiterhin vertreten im Projekt sind die Universität Münster, die Universität Cork, Irland, the Piraeus Graduate School of Industrial Studies, Griechenland und die Universität Minho, Portugal. IAO und HUSAT koordinieren die wissenschaftlich/technischen Inhalte dieses großen Forschungsvorhabens. Aus dem Projekt heraus wurden weitere Unteraufträge an mehrere Universitäten in Europa vergeben. Es ist von Anfang an geplant, daß das HUFIT-Vorhaben innerhalb von ESPRIT für den Bereich "Human Factors and IT-Products" im weitesten Sinne eine Integrations- und Dach-Funktion wahrnimmt. Dies bedeutet die Verpflichtung, das Vorhaben sehr eng mit anderen zu verzahnen und es in einer späteren Phase weiteren Partnern zu öffnen.

Inhaltliche Schwerpunkte des Projektes

Zu Beginn des Projektes stand die durch die Vorrecherchen erhärtete Überlegung, daß entsprechend gängigen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen software-ergonomisches Gestaltungswissen möglichst früh in den Designprozeß entsprechender Produkte eingebracht werden soll. Gleichrangig neben diesem Ziel

steht die Vorgabe, Methoden und Werkzeuge zu schaffen, die ein IT-Produkt auf seinen Lebensweg begleiten. In der Vorhabensbeschreibung heißt es dazu: "This project area is concerned with IT-products from the moment of the conception, right through the design and development process, their installation and use. Its particular contribution is to the development of an integrated human factors input to this whole process." Spezifische Arbeitsgebiete sind:

- Analyse des Entwicklungsprozesses von IT-Produkten bei großen europäischen Herstellern;
- Methoden zur Erstellung von Aufgaben- und Benutzercharakteristiken;
- Operationalisierung der Begriffe "Nützlichkeit" und "Benutzbarkeit" (utility and usability) und entsprechender Evaluationsmethoden;
- die Entwicklung eines entscheidungsunterstützenden Werkzeuges für den Designer/Entwickler;
- Zusammentragen gesicherter arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse zu diesem Problembereich, die die Basis für das entscheidungsunterstützende System bilden.

Der zweite Hauptschwerpunkt des Projektes beschäftigt sich mit der Interaktion des Benutzers mit dem System. Hierbei sollen weit fortgeschrittene Formen der Mensch-Computer-Interaktion theoretisch und empirisch untersucht werden. Am Ende sollen Prototypen dieser Interaktionsformen stehen. Es werden Interaktionsformen untersucht, die sich primär aus den grundlegenden Interaktionstechniken "direkte graphische Manipulation", "natürliche Sprache" sowie "formale Sprachen" kombinieren lassen. Dabei stehen folgende Arbeitspakete im Vordergrund:

- formale Modellierung der Mensch-Computer-Interaktion;
- Operationalisierung der Charakteristiken von unterschiedlichen Interaktionstechniken und Definition generischer Interaktionstechniken;
- Werkzeuge zur Definition und Implementation integrierter multimodaler Benutzerschnittstellen sowie die Implementation von Pilotsystemen;
- Evaluationsmethodiken.

In einem dritten Arbeitsschwerpunkt sollen die Ergebnisse des Vorhabens schon während der Vorhabenslaufzeit an interessierte europäische IT-Firmen gezielt weitergegeben werden.

Bisherige Ergebnisse des Vorhabens

Im folgenden werden einige wesentliche Ergebnisse des Vorhabens aus den ersten beiden Jahren vorgestellt. Es wird neben der Erweiterung und Fortschreibung dieser Ergebnisse primäre Aufgabe der zweiten Phase des Vorhabens sein, diese im Sinne der aufgezeigten Zielsetzungen zu integrieren.

Untersuchung des Entwicklungsprozesses für IT Produkte

Der Software-Design- und Entwicklungszyklus wurde bei großen IT-Firmen untersucht. Ziel der Untersuchung war es, festzustellen, wieweit gesichertes software-ergonomisches Wissen an welchen Stellen heute in der Praxis bei großen IT-Unternehmen einfließt. Die Untersuchungen wurden anhand der dokumentierten Richtlinien der Unternehmen, sowie durch Untersuchungen im Feld durchgeführt. Dieser doppelte Ansatz wurde gewählt, um das vorgegebene Software-Engineering der Unternehmen mit der Praxis zu vergleichen.

Ein Designmodell des Produktentwicklungszyklus wurde aus den Richtlinien extrahiert (Olphert u. a., 1986). Es ist auf die Neuproduktentwicklung ausgerichtet, obwohl es sich bei der Mehrzahl der untersuchten Fälle in den Unternehmen um Anpaßentwicklungen bzw. Systemintegrationen handelt.

Eine Felduntersuchung in den Unternehmen (Hannigan & Herring, 1986) ergab, daß bis auf ein oder zwei Ausnahmen der Produktentwicklungsprozeß in der Realität der untersuchten Unternehmen relativ wenig gemein hatte mit den vorgegebenen Richtlinien. "The design process with which we are concerned is variable, disorderly, complex, inconsistent and we don't fully understand it" ist eine der wesentlichen Aussagen aus dieser Untersuchung des Ist-Zustandes. Arbeitswissenschaftliche oder software-ergonomische Erkenntnisse werden darüber hinaus in den meisten Fällen lediglich implizit, unstrukturiert und unsystematisch und ausgesprochen unvollständig eingebracht.

Von vielen der befragten Entwickler wurde u. a. als Abhilfe vorgeschlagen, entsprechende Software-Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, die die Integration software-ergonomischen Wissens in den Entwicklungsprozeß erleichtern würden. In der Praxis sieht es aber auch hier ganz anders aus: Werkzeuge, die den Designer unterstützen und die ihm die Anwendung software-ergonomischen Wissens erlauben, wurden so gut wie nicht aufgefunden. Wenn vorhanden, so war ihr Einfluß im Designprozeß gering. Als Grund für diese Tatsache wurde sehr oft angegeben, daß vorhandene Unterstützungswerkzeuge für den Praktiker wesentlich zu komplex seien. Auch für die Evaluation von Produkten nach software-ergonomischen Kriterien wurden kaum Werkzeuge oder etablierte Methoden festgestellt.

Unterstützungssystem zur software-ergonomischen Gestaltung für den Entwickler

Die klassischen Formen des Wissenstransfers (z.B. Publikationen, Handbücher, Gestaltungsrichtlinien etc.) finden, wie die Untersuchungen zu den in den Firmen verwendeten Designvorgehensweisen zeigen, in relativ geringem Umfang Eingang in die industrielle Praxis. Ein anderer Ansatz wäre, den IT-Firmen ein

rechnerbasiertes Werkzeug zur Verfügung zu stellen, das mit anderen Software-Entwicklungs-Werkzeugen integriert werden kann. So wird in einem weiteren Teilvorhaben des HUFIT-Projektes ein Unterstützungssystem für Produktentwickler geschaffen. Dieses besteht im wesentlichen aus vier Teilen:

- einem User-Interface-Management-System für direkt manipulative Benutzerschnittstellen;
- einem wissensbasierten System, das auf die verschiedensten Daten und Wissensquellen zugreift;
- Simulations- und Evaluationsmodulen;
- eine Komponente zum Conceptual Modelling

Das System wird den Namen INTUIT tragen. Momentan wurde die Designspezifikation des Systems vorgelegt (Russel, 1986). In der nächsten Phase soll bis Ende 1987 ein erster experimenteller Prototyp entwickelt sein. Eine erste vollständige Laborversion des Systems wird gegen Ende 1989 fertiggestellt sein. Diese Version wird jedoch noch wesentlich bezüglich ihrer Funktionalität, ihrer Integration mit anderen Software-Engineering-Werkzeugen sowie bezüglich ihrer Stabilität zu erweitern sein.

Direkte graphische Manipulation als generische Interaktionsform

Bereits in (Bullinger & Fähnrich, 1984b) sowie in (Fähnrich & Ziegler, 1984) wird die Hypothese aufgestellt, daß direkte graphische Manipulation als eine basale Interaktionsform aufgefaßt werden kann. Weiterhin wurde dort kritisiert, daß diese Interaktionsform bisher in der Literatur nicht hinreichend scharf gegen andere Interaktionsformen abgegrenzt ist. Diese Fragestellung wurde in den letzten zwei Jahren im HUFIT-Vorhaben behandelt. Es wurde dazu eine Reihe von gemeinhin als direkt manipulativ bezeichneten Systemen analysiert. Zusätzlich wurde sämtliche relevante Literatur zu diesem und angrenzenden Gebieten zusammengetragen (Ziegler u. a., 1985). Es wurden drei Dimensionen extrahiert, die zur Charakterisierung von Interaktionsformen im allgemeinen und der direkten graphischen Manipulation im speziellen herangezogen werden können (Ziegler u. a., 1986d). Diese sind :

- Repräsentation: Art der Abbildung der internen Objekte eines Software-Systems auf die dem Benutzer sichtbare Oberfläche. Im Falle der direkten Manipulation stellt die externe Repräsentation zu einem gewissen Teil ein operationales Modell des Anwendungssystemes dar. Dieses tritt sehr oft in Form einer Metapher auf. Der Benutzer kann die internen Systemobjekte durch Manipulation der Oberflächenobjekte beeinflussen.
- Referenzierung: Referenzierung legt fest, wie ein Benutzer Objekte identifizieren und ansprechen kann. die Hauptunterscheidungen sind dabei:

Zeigehandlungen, Namensgebung oder Be- bzw. Umschreibung. Direkt manipulative Interfaces verwenden Zeigeoperationen.

- Interpunktion: Segmentierung des Informationsflusses zwischen Benutzer und System in einzelne Interaktionsschritte. Diese Dimension legt die Komplexität und den Grad der Interaktivität des Dialoges fest. Im Falle von direkter Manipulation sind Dialogschritte von sehr geringer Reichweite mit unmittelbarer (visueller) Rückmeldung anzutreffen.

Einer der wesentlichen Schritte in diesem Zusammenhang wird es sein, diesen Systemeigenschaften entsprechende Benutzbarkeitseigenschaften zuzuordnen, wie dies unter anderem in (Bullinger & Fähnrich, 1984) auf der Basis von Hypothesen vorgestellt wird.

Lernaspekte und Kognitive Aufgabenrepräsentation

Die "Cognitive Complexity Theory" von Polson and Kieras (Polson & Kieras, 1985) wurde evaluiert und wird laufend für die Zwecke des Projektes weiterentwickelt (Ziegler u. a., 1986d). Aufgrund der Hypothese, daß direkt manipulative Benutzerschnittstellen relativ einfach erlernbar sind (Fähnrich & Ziegler, 1984) wurde mit Hilfe der CCT die Konsistenz, die durch universelle (generische) Kommandos bewirkt wird, überprüft. Dabei wurde von der Hypothese ausgegangen, daß eine hohe Konsistenz eines Benutzer-Interface einen hohen und positiven Lerntransfer zwischen verschiedenen Bereichen der Funktionalität bedingt. Im Rahmen der CCT wird ein kognitives Modell der Arbeitsaufgabe in Form eines Produktionssystems erzeugt. Es ist möglich, aus diesem ablauffähigen Modell quantitative Prädiktionen bezüglich Einlernzeiten und Lerntransfer abzuleiten. Experimentelle Studien (Ziegler u. a., 1986a, b, c) beim Übergang zwischen Text- und Graphik-Editieren zeigen eine sehr hohe Prädiktionsgüte der CCT unter den gewählten Randbedingungen. Die untersuchten generischen Kommandos ließen in der Tat sowohl theoretisch als auch in der empirischen Überprüfung einen hohen Lerntransfer beim Übergang in den anderen Funktionalitätsbereich erkennen.

Die Modellierung der Aufgabenrepräsentation des Benutzers mit Hilfe von Produktionsregeln scheint in der vorliegenden Form auf zu niedrigem Abstraktionsniveau angesiedelt zu sein. Hier ist ein Schwerpunkt der weiteren Entwicklung im Bereich der CCT zu sehen. Weiterhin werden semantische Eigenschaften der in der Arbeitsaufgabe verwendeten Objekte bisher nicht behandelt. Erweiterungen des Repräsentationsmechanismus werden hier benötigt. Komplementäre theoretische Ansätze und Methoden (z.B. auf Grammatiken basierende Ansätze) werden in Zukunft detaillierter untersucht werden. Bisher sind die Modellierungsmöglichkeiten auf strikt sequentiell strukturierte routinemäßige

Aufgaben beschränkt. Eine Erweiterung auf andere Klassen von Aufgaben ist hier notwendig. Darüber hinaus steht nicht zu erwarten, daß über formale Modellierungsmethoden allein ein ausgewogenes Bild der Gestaltungsqualität einer Benutzerschnittstelle, bzw. sogar eines Produktes gewonnen werden kann. Über diesen formalen Ansatz hinaus sind für das Erlernen eines Systems auch das Vorwissen des Benutzers, Wissen über den Anwendungsbereich und geeignete Unterstützungen wie z.B. Hilfe durch das System wesentlich. Hierzu ist eine Zusammenstellung relevanter Theorien und Modelle durchgeführt worden (Bösser, 1986; Bösser im Druck). Aus diesen Ansätzen soll eine Methode und Werkzeuge zur Bestimmung von Lernanforderungen und möglichen Lernunterstützungen resultieren.

Formale Modellierung und Beschreibung der Mensch-Computer-Interaktion

Das Projekt hat eine Studie zum Vergleich formaler Modellierungsmethoden im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion vorgelegt (Hoppe u.a., 1986, Hoppe, 1986). Dabei wurden Methoden zu zwei inhaltlichen Schwerpunkten untersucht. Zum einen handelt es sich um kognitiv orientierte Modellierungsverfahren, die als analytische Werkzeuge zur Aufgabenanalyse und -beschreibung verwendet werden und zu einer Vorhersage von Benutzerleistung, Einlernverhalten und Wissenstransfer dienen können. Diese analytischen Werkzeuge sind teilweise so weit formalisiert, daß sie auf einem Rechner ablauffähig sind und dabei quantitative Kenngrößen erfaßt werden können. Zum anderen wurden Formalismen und Modelle untersucht, die sich zur hochstehenden Spezifikation von Benutzerschnittstellen und zur automatischen Generierung eines ablauffähigen Systems aus dieser Beschreibung eignen. Diese Ansätze sind besonders wesentlich für die Entwicklung von User-Interface-Management-Systemen, die für ein Rapid Prototyping von Schnittstellen z.B. bei direkt manipulativen Schnittstellen eingesetzt werden können. Wesentliche Ansätze sind hierbei Methoden, die dem Bereich von Zustands-Übergangs-Netzen sowie grammatikalischen Beschreibungen zugeordnet werden können. Viele dieser Methoden werden zur Zeit im Projekt für Implementationsaufgaben verwendet, dabei weiter auf ihre Eignung untersucht. Z.B. werden State-Transition-Darstellungen in einer PROLOG Umgebung für das Rapid Prototyping von Benutzerschnittstellen, die sprachliche und textuelle Anteile beinhalten, angewandt. Ein zukünftiges Ziel in diesem Bereich wird es sein, die Ansätze zur Generierung von Benutzerschnittstellen sowie die kognitiv orientierten, prädiktiven Verfahren zusammenzubringen, bei der Systementwicklung sowohl Werkzeuge für die Implementation als auch in integrierter

Weise Hilfsmittel zur Bewertung der jeweiligen Implementationsalternativen verfügbar zu halten.

Klassifikationssystem

Als Teilvorhaben im HUFIT-Vorhaben wird das Vorhaben GLOT (Glossary Of Terms) durchgeführt. Hierbei geht es um die Bereitstellung eines mehrsprachigen Glossars im Bereich "Neue Informations- und Kommunikationstechnologien". Das Glossar mit ca. 2000 Termini und Definitionen liegt vor (Hoepelman u.a., 1986). Er wird momentan von externen Experten evaluiert. Zentral ist hierbei ein Teilbereich, in dem ein Glossar der Software-Ergonomie entwickelt wird. Dazu wurde eine Klassifikation der verschiedenen Gebiete im Bereich der Software-Ergonomie erarbeitet. Diese Klassifikation (Phillips, 1985, Phillips & Galer, 1986) wurde von den Projektpartnern evaluiert. Zusätzlich wurde ein Thesaurus erstellt. Er wurde dazu benutzt, eine Literaturlatenbank mit der wesentlichen, für den Bereich Software-Ergonomie relevanten, Literatur einzurichten. Erste Pilotrecherchen für die Zwecke des HUFIT-Projektes wurden durchgeführt (Phillips, 1986).

Literaturverzeichnis.

- Bösner, Tom (im Druck): Learning in Man- Computer Interaction. A critical review of the literature. Erscheint in: Springer Lecture Notes.
- Bösner, Tom (1986): Modelling of skilled behaviour and learning. In: Proceedings of the IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics (Atlanta, Georgia, October 14-17, 1986). New York: IEEE, pp. 272-276.
- Bullinger, H.-J. & Fähnrich, K.-P. (1984a): Software-Ergonomie-Konferenzberichte. Interner Report des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart.
- Bullinger, H.-J. & Fähnrich, K.-P. (1984b): Symbiotic Man-Computer-Interfaces and the User Assistant Concept. In: Salvendy, G. (Hrsg): Interact '84 Proc. of the First USA-Japan Conference on Human-Computer-Interaction, Honolulu, Hawaii, August 18-20, 1984, ELSEVIER, Amsterdam, New York, Oxford, Tokio, pp. 17-20.
- Bullinger, H.J., Davies, D.G., Fähnrich, K.-P., Shackel, B., Ziegler, J. (1986): Research Needs and European Collaboration in Human-Computer-Interaction. In: Proc. "Work with Display Units", Stockholm, 1986.
- Davies, D.G. (1986): HUFIT's Role in Office Systems Design. ESPRIT '86 North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, Tokio, 1986.

- Gaines, B. (1984): From Ergonomics to the Fifth Generation. 30 Years of Human-Computer-Interaction-Studies. In: Shackel, B. (Hrsg.): Interact '84: Proc. of the First IFIP Conference on Human-Computer-Interaction. Volume 1, p. 1.1, London.
- Fährnrich, K.-P. & Ziegler, J. (1984): Workstations Using Direct Manipulation as Interaction Mode. In: Shackel, B. (Hrsg.): Interact '84: Proc. of the First IFIP Conference on Human-Computer-Interaction, London.
- Fährnrich, K.-P. (1985): European Human-Factors Laboratory in Information Technology. In: Bullinger H.-J. (Hrsg.): Proc. "Human Factors in Manufacturing", IFS Publications. UK, 1985.
- Hannigan, S., Herring, V. (1986): The Role of Human Factors Inputs to Design Cycles; Deliverable A1.2b, HUFIT CODE: HUFIT/8-HUS-11/86.
- Hoepelman, J., Heller, N., Thiele, S. (1986): Revised Draft of Glossary of Terms; Working Paper C6.3, HUFIT CODE: HUFIT/9-IAO-6/86.
- Hoppe, H.U., Tauber, M., Ziegler, J. (1986): A Survey of Models and Formal Description Methods in HCI with Example Applications; Deliverable B 3.2a, HUFIT CODE: HUFIT/12-IAO-7/86.
- Hoppe, H.U. (1986): Cognitive Modelling - A New Tool for User Interface Design and Evaluation. In: Proc. "AI Europe", Wiesbaden, 1986.
- Olphert, W., Galer, M.D., Hannigan, S., Russel, A.J. (1986): Design Cycle Model; HUFIT Working Paper A1.1b, HUFIT CODE: HUFIT/3-HUS-3/86.
- Phillips, K.E. (1985): Classification of Domains of Human Factors in Information Technology; Working Paper A3.1.a, HUFIT CODE: HUFIT/1-HUS-5/85.
- Phillips, K.E., Galer, M.D. (1986): The Development of a Computer Human Factors Classification and Collation of Human Factors Knowledge; Interim Report A3.1, A3.2; HUFIT CODE: HUFIT/4-HUS-8/86.
- Phillips, K.E. (1986): A Pilot Search on the Computer Human Factors Data Base, Topic: Usability; HUFIT CODE: HUFIT/5-HUS-7/86.
- Polson, P., Kieras, D. (1985): An Approach to the Formal Analysis of User Complexity; Int. Journal Man-Machine Studies, Vol. 22, 365-394.
- Russel, A.J. (1986): Knowledge Base Structure and System Specification; Working Paper A2, HUFIT CODE: HUFIT/2-ICL-01/86.
- Shackel, B. (1984): Ergonomics in Information Technology in Europe - A Review. HUSAT Memo No. 309. Report für die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1984.
- Ziegler, J., Vossen P.H., Hoppe H.U., Fährnrich, K.-P. (1985): Analysis of Direct Manipulation Interfaces, Part I and Part II; Working Paper B3.1a, HUFIT CODE: HUFIT/4-IAO-12/85 und HUFIT/5-IAO-12/85.

- Ziegler, J. (1986): Analyse kognitiver Aufgaben in der Software-Ergonomie. Gesellschaft für Informatik, In: Proc. "Software-Ergonomie Herbstschule"; Berlin, Oktober 1986.
- Ziegler, J., Vossen P.H., Hoppe H.U. (1986a): Cognitive Complexity of Human - Computer Interaction. In: Proc. "ESPRIT '86" North-Holland, Amsterdam, New York, Oxford, Tokio, 1986..
- Ziegler, J., Hoppe, H.U., Fähnrich, K.-P. (1986b): Learning and Transfer for Text and Graphics Editing with a Direct Manipulation Interface. In: Proc. "CHI '86, Computer - Human Interaction"; Boston, April 13-17, 1986.
- Ziegler, J., Vossen P.H., Hoppe H.U. (1986c): On Using Production Systems for Cognitive Task Analysis and Prediction of Transfer of Skill. In: Proc. "3rd European Conference on Cognitive Ergonomics", Paris, Sept. 15-19, 1986.

Dipl.-Math. Klaus-Peter Fähnrich
 Fraunhofer Gesellschaft
 Institut für Arbeitswirtschaft
 und Organisation
 Silberburgstraße 119 a
 7000 Stuttgart 1

Dipl.-Ing. Jürgen Ziegler
 Fraunhofer Gesellschaft
 Institut für Arbeitswirtschaft
 und Organisation
 Silberburgstraße 119a
 7000 Stuttgart 1

III METHODISCHE PROBLEME BEI KONSTRUKTION UND EVALUATION

