



Human-Computer Interaction in Ubiquitous Computing

Seminararbeit

Vorgelegt am Lehrstuhl für Praktische Informatik IV

Prof. Dr. Wolfgang Effelsberg

von

Karsten Huffstadt, März 2002

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	III
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Aufbau der Arbeit	2
2 Die Entwicklung von Benutzungsschnittstellen	3
2.1 Begriffliche Abgrenzung	3
2.2 Gestaltungsraum der Mensch-Computer Interaktion	4
2.3 Die Entwicklungsstationen	6
2.3.1 Virtual Reality	7
2.3.2 Augmented Reality	9
2.3.3 Ubiquitous Computing	10
3 Anwendungsbeispiele	12
4 Ausblicke	15
Literaturverzeichnis	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gestaltungsrahmen	5
Abbildung 2: Entwicklungsstadien von Forschung und kommerziellem Einsatz	6
Abbildung 3: Force-Feedback-Systeme	8
Abbildung 4: Beispiel eines Force-Feedback-Systems (Rutgers Feedback Controller)	9
Abbildung 5: Entwicklungstrend des Ubiquitous Computing	11
Abbildung 6: Focus of Attention Tracking	12
Abbildung 7: Sonic Flash	13
Abbildung 8: Sensboard	14

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Entwicklungsgeschichte der Benutzungsschnittstellen macht deutlich, dass bei der Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion sehr unterschiedliche Ansätze und Konzepte verfolgt werden. Die einzelnen Entwicklungsschritte gehen vom Batch-Betrieb, über zeilenorientierte Ein- und Ausgabetechniken, menü- und formulargesteuerten Dialogsystemen bis zu graphischen Benutzungsschnittstellen.¹ Dabei dominiert das sogenannte WIMP-Paradigma das heutige Erscheinungsbild des Computers,² welches sich vor allem auf den weitestgehend gebräuchlichen Desktop-Computern etablieren konnte. Nahezu alle Applikationen auf den Betriebssystemen Windows, Unix oder Macintosh verfügen über ein nahezu identisches Äußeres und respektive ähnliches Benutzerinterface, welches seit nunmehr fünfzehn Jahren auf nahezu identischen Konstrukten basiert,³ wobei die spezifischen Techniken eines graphischen Benutzerinterfaces maßgeblich durch die Entwicklung der Firma Macintosh geprägt wurden.

Die letzten Jahren haben eine enorme Entwicklung ubiquitärer Informations- und Kommunikationstechnologien erfahren.⁴ Insbesondere der Einsatz immer kleiner werdender elektronischer Endgeräte (Laptops, Handheld PC's, Palmtops, WAP-Handys etc.) erfreut sich eines besonderen Interesses seitens unterschiedlicher Anwender. Mit dem Ubiquitous Computing stehen neue technische Möglichkeiten zur Verfügung, wie: Über Mobilfunk erreichbare Netzwerke, Objekte, die durch elektronische Tags lokalisier- und identifizierbar werden, Videobildinterpretier, die Speech- und Gesturerecognition und Mikrogyroskope, um nur einige zu nennen. Dank dieser neuen Technologie ist die Mensch-Computer-Interaktion beim Entwickeln von Interfaces nicht mehr auf desktopähnliche Medien angewiesen, sondern kann in eine ganz neue Dimension des Interaktionsdesigns treten. Die grundlegende Innovation einer neuen Generation von Benutzungsschnittstellen liegt dabei nach Nielsen⁵ in der Aufhebung des klassischen Befehlscharakters der Mensch-Computer Interaktion. Eine explizite Kontrolle des Computers durch einen Benutzer wird insofern

¹ Vgl. Nielsen, 1993.

² Das Akronym WIMP charakterisiert die graphische Benutzungsschnittstellen nach ihren wesentlichen Komponenten: Windows, Icons, Menus, Pointing Device.

³ Vgl. Meyers et al., 2000.

⁴ Vgl. Dunlop/Brewster, 2001.

abgelöst, da Eingaben erlaubt werden, die nicht zuvor in eine bestimmte syntaktische und semantische Struktur übersetzt werden müssen. Der Computer erhält somit die Rolle eines vermittelnden Beobachters, der die Benutzeranforderungen interpretieren soll und eine dem Kontext entsprechende Rückkopplung gibt. Dies ist laut Nielsen ein wichtiger Schritt, um dem seit langem gehegten Traum von der natürlichen (Sprach-)Eingabe näher zu kommen. Dabei erreicht die Computertechnik immer neue Leistungshorizonte, um dieses Ziel verwirklichen zu können. Im Mittelpunkt steht das Gesetz von Moore, das die Innovationszyklen der Mikrochip-Technologie seit mittlerweile mehr als 30 Jahren relativ genau vorhersagt. Während der Interaktion mit dem Computer stehen die Benutzer vor der Aufgabe, ihre Absichten in geeignete Handlungssequenzen zu überführen und die Wirkungen ihrer Handlungen auf das im Computer abgebildete Anwendungsmodell zu bewerten. Durch die Vermittlungsfunktion einer Benutzungsschnittstelle entstehen Distanzen, welche die Benutzer bei der Ausführung und Bewertung ihrer Handlungen überwinden müssen.⁶ Herkömmliche Schnittstellen bedienen sich bisher vorwiegend graphischer und textueller Repräsentationsformen, um den Benutzern ein leicht verständliches Anwendungsmodell zugänglich zu machen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie insbesondere durch gegenständliche Benutzungsschnittstellen zur Überwindung dieser Distanzen beigetragen werden kann.

1.2 Aufbau der Arbeit

Der Inhalt der vorliegenden Arbeit ist in vier Kapitel aufgegliedert. Im nachfolgenden zweiten Kapitel wird auf die Entwicklung von Benutzungsschnittstellen eingegangen, bevor im dritten Kapitel konkrete Anwendungsbeispiele aufgezeigt werden. Da diese Arbeit parallel zu einer Seminararbeit von Herrn Sebastian Brauer entstanden ist, der schwerpunktmäßig auf die Entwurfsprinzipien visueller und akustischer Schnittstellen eingeht, werden an dieser Stelle vertiefend Aspekte gegenständlicher Interaktionsmöglichkeiten dargelegt. Im abschließenden vierten Kapitel werden Ausblicke aufgezeigt, welche die Entwicklungstendenzen widerspiegeln und somit gleichzeitig den derzeitigen Forschungsstand apostrophieren.

⁵ Vgl. Nielsen, 1993.

⁶ Vgl. Hutchins, 1995.

2 Die Entwicklung von Benutzungsschnittstellen

2.1 Begriffliche Abgrenzung

Zur Einbettung des Untersuchungsgegenstandes in einen wissenschaftlichen Kontext werden nachfolgend die wichtigsten Begrifflichkeiten voneinander abgegrenzt. Dabei führt die Suche nach einer umfassenden Definition der Benutzerschnittstelle auf die Ausführungen von Wandermacher. Demnach wird diese wie folgt vorgenommen:

„Unter der Benutzungsschnittstelle versteht man diejenigen Komponenten und Aspekte eines Mensch-Computer-Systems, mit denen die Benutzer begrifflich oder über ihre Sinne und Motorik in Verbindung kommen. Zur Benutzungsschnittstelle gehören damit auch das notwendige werkzeugunabhängige Aufgabenwissen und das werkzeugspezifische Wissen des Benutzers. Letzteres umfasst das begriffliche Wissen vom Computersystem, zu dem auch das mentale Modell des Systems gehört, sowie kognitive und sensumotorische Fertigkeiten zur Benutzung des Computersystems.“⁷

Nach dieser Definition kommen die Benutzer sowohl auf einer begrifflichen als auch auf einer sinnlichen Ebene mit dem Computer in Verbindung. Die Computer-Benutzer benötigen neben ihren sensumotorischen Fähigkeiten auch Aufgabenwissen und ein mentales Modell vom Computersystem, damit sie es zielgerichtet einsetzen können. Die Benutzungsschnittstelle erfüllt demnach eine Vermittlungsfunktion zwischen Mensch und Computer. Die vielfältigen Ansätze, die dabei verfolgt werden, können danach unterschieden werden, ob sie ein Konversationsmodell oder ein Weltmodell zugrunde legen.⁸ Beim Konversationsmodell wird der Computer als Dialogpartner verstanden, der auf sprachliche Eingaben der Benutzer reagiert. Das Weltmodell setzt eine für den Benutzer sichtbare Repräsentation des Anwendungsmodells voraus. Die Interaktion erfolgt dabei durch Operationen, welche die Benutzer mit den Repräsentationen ausführen können. Interaktion selbst ist ein in den 1950er Jahren in die Soziologie der Bundesrepublik Deutschland ge-

⁷ Wandermacher, 1993, S.2.

⁸ Vgl. Hutchins, 1995.

langter Begriff, der jede Form von wechselseitiger Bezugnahme von zwei oder mehreren Personen (auch Gruppen) beschreibt. Der Einzelne orientiert sich bei jeder Interaktion am tatsächlichen Verhalten, aber auch an den von ihm nur vermuteten Erwartungen des anderen. Voraussetzung hierfür ist ein Mindestmaß an gemeinsamen Symbolen (z. B. sprachlicher Art, aber auch Handzeichen u. ä.) auf beiden Seiten, die eine Verständigung ermöglichen. Als Synonym der eigentlichen Mensch-Computer-Interaktion kann die Benutzerschnittstelle verstanden werden

Wenn im Folgenden von gegenständlichen Benutzungsschnittstellen gesprochen wird, dann sind damit insbesondere solche Schnittstellen gemeint, bei denen ein Anwendungsmodell mittels gegenständlicher Objekte repräsentiert wird. Die Benutzerschnittstelle hat dabei die Funktion, die von den Benutzern mit physikalischen Objekten ausgeführten Manipulationshandlungen auf ein symbolisch repräsentiertes virtuelles Modell im Rechner abzubilden. Auf diese Weise finden Handlungen wie das Greifen, Bewegen und Loslassen oder das Formen, Fügen und Modellieren von Objekten auf verschiedenen Repräsentationsebenen Entsprechungen.

2.2 Gestaltungsraum der Mensch-Computer Interaktion

Geht man der Frage nach, was Benutzer von einer Mensch-Maschine Interaktion erwarten, so ist zunächst zu unterscheiden, ob die Schnittstelle sich an einer wechselseitigen Bezugnahme am tatsächlichen Verhalten - z.B. der Kommunikation zur Bedienung und Steuerung - oder am vermuteten Verhalten - z.B. der Wahrnehmung und Interpretation von Situationen orientiert. Ersteres erwartet eine klassische Benutzungsschnittstelle nach dem WIMP-Paradigma, Spracherkennungssysteme oder auch Schrifterkennungssysteme. Letzteres hingegen benötigt Instrumente für die Erkennung von Gesten, Gesichtsausdruck, Kopfhaltung oder Lippenbewegung.

Die Benutzung des Computers ist dabei in einen Zyklus des Erkennens und Handelns eingebunden. Das Erkennen geht zurück auf sinnliche Wahrnehmung und das Handeln auf motorische Fähigkeiten. Beide Funktionen basieren auf elementaren Leistungen des Gehirns. Somit ist die Mensch-Computer Interaktion tief verwurzelt in einem psychologischen Wahrnehmungs- und Handlungsprozess. Die Psychologie wird für die Software-Ergonomie zu einer maßgeblichen wissenschaftlichen Disziplin. Zur Bestimmung des Gestaltungsrahmens ist diese Sichtweise maßgebend. Den menschlichen Wahrneh-

mungs- und Handlungsmöglichkeiten werden die Eingabe- und Ausgabemöglichkeiten des Computers gegenübergestellt.⁹ Dabei werden die menschlichen Fähigkeiten und die technischen Möglichkeiten in Kanäle aufgeteilt und einander zugeordnet. Auf der Eingabeseite werden die menschlichen Modalitäten (Sprechen/Handeln) und deren Kanäle (Stimme/Motorik) auf die E/A-Kanäle des Computers (haptisch, akustisch, visuell) abgebildet. Durch diese Kanäle kommt es zu Zustandsänderungen im Anwendungsmodell, welches ausgabeseitig repräsentiert wird. Diese Repräsentationen werden wiederum über die menschlichen Wahrnehmungskanäle (Fühlen, Hören, Sehen etc.) aufgenommen und auf ein mentales Zustandsmodell übertragen. Da die menschlichen Faktoren im Wesentlichen durch physische und psychische Kriterien vorgegeben sind, manifestiert sich als veränderliche Größe innerhalb des Rahmens des E/A-Systems des Computers. Durch Gewichtung einzelner Kanäle und eine angemessene Unterstützung der Handlungsmodalitäten entstehen spezifische Konstellationen, welche die jeweilige Mensch-Computer Interaktion charakterisieren.

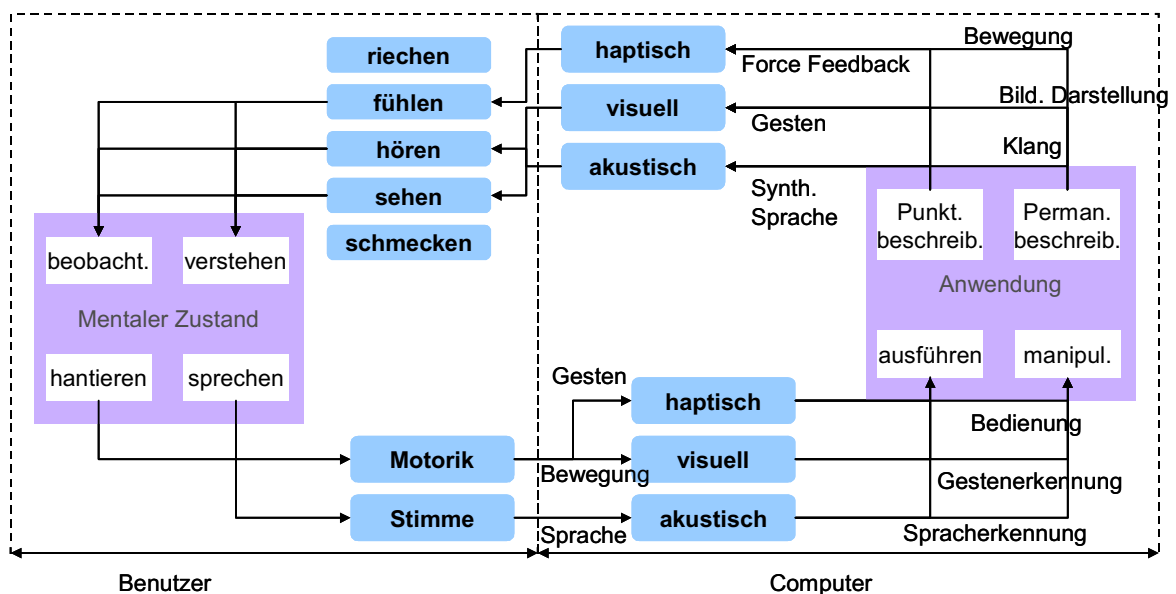


Abbildung 1: Gestaltungsrahmen, in Anlehnung an Oberquelle, 1994, S. 107

⁹ Vgl. hierzu und im Folgenden Oberquelle, 1994, S. 107 ff.

2.3 Die Entwicklungsstationen

Vergleicht man die Entwicklungsstationen der Benutzungsschnittstellen aufgrund ihrer originären Zielsetzung, so fallen die universitäre bzw. unternehmensbezogene Forschung sowie der eigentliche kommerzielle Einsatz in unterschiedliche zeitliche Episoden. Die ersten Entwicklungen im Bereich der Windows-Technologie fanden im Rahmen der universitären Forschung bereits in den frühen 60er Jahren statt. Zur selben Zeit entwickelte man erste Hypertextanwendungen, die erst 25 Jahre später ihren Einzug in die kommerzielle Nutzung fanden. Generell lässt sich sagen, dass die Entwicklung jeglicher Benutzungsschnittstelle von universitärer Forschung initiiert wurde und schließlich über die unternehmensbezogene Forschung kommerzialisiert wurde. Lediglich die Gestenerkennung bricht aus dieser rigiden Struktur aus (vgl. Abb. 2).

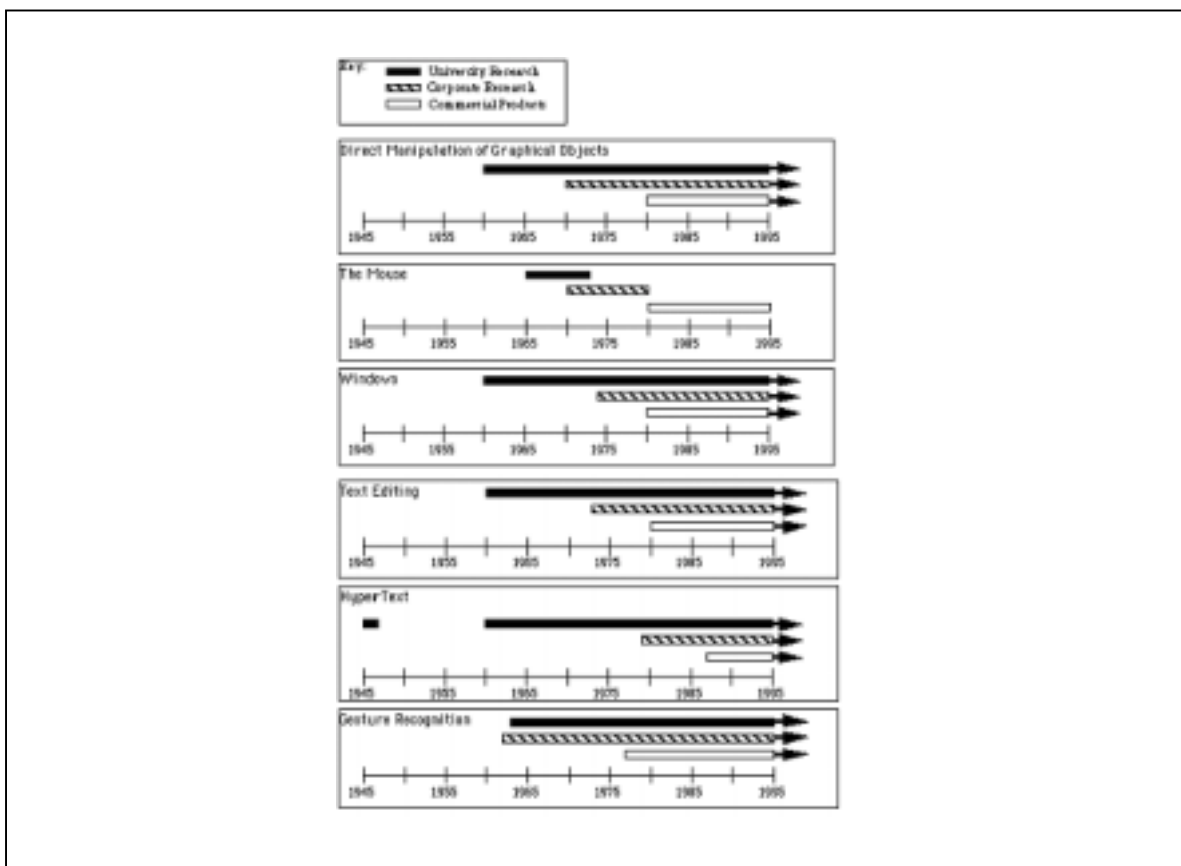


Abbildung 2: Entwicklungsstadien von Forschung und kommerziellem Einsatz, in Anlehnung an Meyers et al., 2000

In der Erwartung, den Benutzern das Erlernen und die Benutzung von Computer-Anwendungen zu vereinfachen, nehmen sich Entwickler von Schnittstellen häufig die physikalische Welt zum Vorbild. Die Übertragung von Gewohntem und Bekanntem auf die Computer-Anwendung soll den Benutzern die Umstellung auf das Neue erleichtern. Bei den verbreiteten WIMP-Schnittstellen haben die Anknüpfungspunkte zwischen der Benutzer-Welt und der Computer-Welt vorwiegend metaphorischen Charakter.¹⁰

2.3.1 Virtual Reality

Unter dem Begriff Virtual-Reality (VR) versteht man zumeist die Interaktion mit virtuellen Umgebungen und die Verwendung spezieller Hardware, die ihre Benutzer von der gegenständlichen Welt abschirmt.¹¹ Gleichwohl ist Virtual Reality unter zwei Gesichtspunkten auch und vor allem für die Entstehung gegenständlicher Benutzungsschnittstellen wichtig. Zum einen ist es eben diese Charakteristik einer „Nicht-Gegenständlichkeit“, die zur Entstehung von Alternativkonzepten, wie z.B. der Real Reality, beigetragen hat. Zum anderen ist es das Leitmotiv von Virtual Reality, virtuelle Wirklichkeiten zu erzeugen, in denen einem Benutzer das Gefühl des In-der-Welt-Seins vermittelt werden soll. Die Kriterien eines solchen Wirklichkeitsempfinden wurden beispielsweise von Stadler/Kruse vorgestellt.¹² Einige der dort aufgestellten Kriterien sind häufig in konkreten VR-Systemen anzutreffen. Dabei sind die Eigenschaften der Dreidimensionalität und Intermodalität diejenigen, die zur Definition des Begriffs Virtual Reality herangezogen werden.

Bei der Ausgestaltung und Entwicklung von Systemen, welche virtuelle Wirklichkeiten simulieren, trifft man auf eine Vielzahl von Herausforderungen. Zunächst bereiten dabei die technischen Restriktionen der benötigten Hardware erhebliche Probleme, die nur langsam aufgrund der voranschreitenden technologischen Fortschritte überwunden werden.¹³ Ferner wird häufig ein fehlendes Widerstandsgefühl im virtuellen Raum beklagt.¹⁴ Man befindet sich zwar optisch in einem virtuellen Raum, *spürt* diesen aber nicht. Die

¹⁰ Vgl. Brauer, 1999, S. 22.

¹¹ Vgl. Brauer, 1999, S. 23f.

¹² Vgl. hierzu und im Folgenden Maggioni, 1995.

¹³ Vgl. Brauer, 1999, S. 24.

¹⁴ Vgl. Schönhammer, 1997, S.226.

Forschung setzt daher in den letzten Jahren gezielt auf technische Entwicklungen, welche die Simulation und Stimulation haptischer Wahrnehmungen fördern.¹⁵ Mittels solcher Force-Feedback-Geräte sollen die sensumotorischen Fähigkeiten des Menschen beim Umgang mit virtuellen Objekten zur Geltung kommen. Diese beruhen auf der engen Verzahnung von kontrollierten Muskelbewegungen der Hand und der Finger mit den dort lokalisierten Wahrnehmungsfunktionen. Die Haut besitzt allein im Bereich der Hand ca. 17.000 Rezeptoren, mit denen Oberflächeneigenschaften wie Reibung, Feuchtigkeit oder Temperatur ertastet werden können. Diese Tastleistungen werden unter dem Begriff der taktilen Empfindungen zusammengefasst. Die Kraft, mit der auf das Gegenständliche eingewirkt wird, ist ebenfalls spürbar. Sie wird mit Hilfe von Rezeptoren in den Muskeln gemessen, wodurch eine angemessene Dosierung der aufgewendeten Kraft ermöglicht wird. Diese Wahrnehmung der eigenen Muskelkraft wird auch als kinästhetische Empfindung bezeichnet. Fehlen diese haptischen Rückkopplungen, dann wird aus dem eingeübten sicheren Greifen und Manipulieren von Gegenständen ein Ratespiel mit einer eingeschränkten Koordinations- und Kontrollfähigkeit der Muskelbewegungen.¹⁶

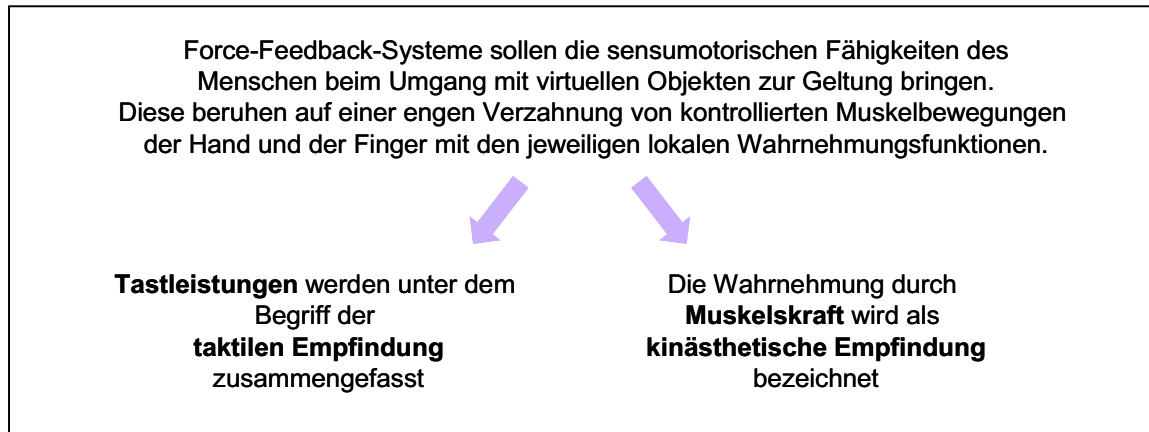


Abbildung 3: Force-Feedback-Systeme

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass durch den Einsatz von Force-Feedback-Systemen und der damit verbundenen sensorischen Rückkopplung das Realitätsempfin-

¹⁵ Burdea (1996) fasst taktile und kinästhetische Empfindungen unter dem Begriff haptisch (gr. Haptain: die Hand betreffend) zusammen.

¹⁶ Hatch, Frank, Maietta, Lenny, 1999.

den gesteigert wird, was wiederum bei der Manipulation realer Objekte (z.B. Telemanipulation von Gefahrstoffen) von entscheidender Bedeutung sein kann. Auch bei der Manipulation von virtuellen Objekten (z.B. 3D-Modellierung) ist eine Krafrückkopplung hilfreich, da hierdurch das Gefühl vermittelt werden kann, etwas Gegenständliches in der Hand zu haben. Eigenschaften wie Gewicht, Trägheit oder Temperatur müssen virtuell erzeugt werden (*Haptic Rendering*).

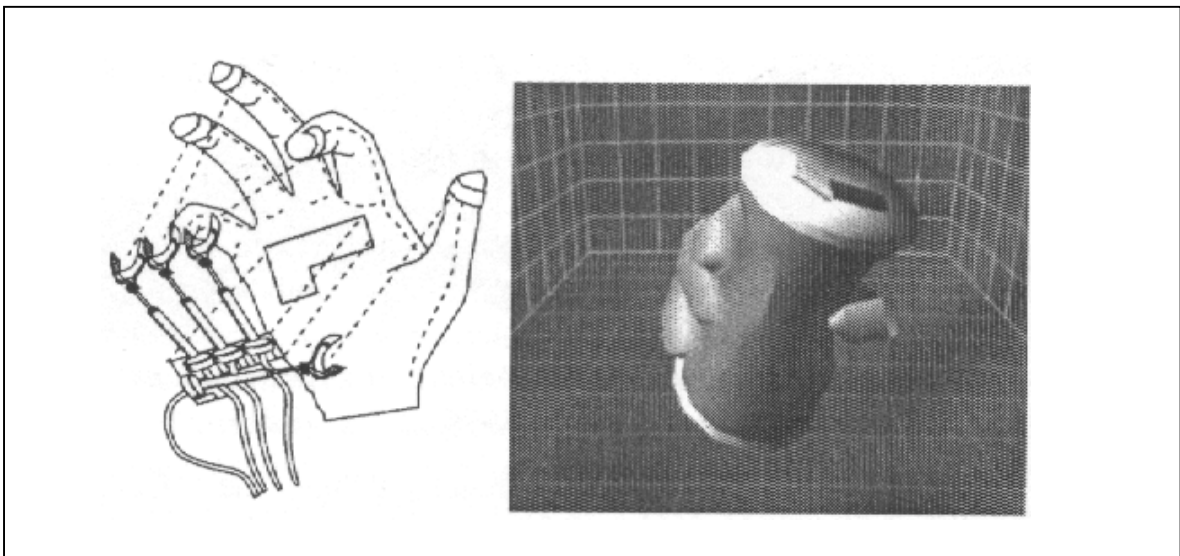


Abbildung 4: Beispiel eines Force-Feedback-Systems (Rutgers Feedback Controller)¹⁷

2.3.2 Augmented Reality

Mit dem Begriff der Augmented Reality (AR) werden technische Entwicklungen bezeichnet, mit denen die menschliche Wahrnehmung der physikalischen Realität um virtuelle, vom Computer erzeugte Bilder erweitert werden kann. Die grundlegende Idee besteht darin, die Präsenz des Menschen in der physikalischen Welt um die Dimension der digitalen Information zu bereichern. Dies hat zur Folge, dass die Grenzen zwischen der Welt

¹⁷ Die beim Verformen einer Blechdose auftretenden Kräfte werden über den **Rutgers Feedback-Controller** auf die Hand übertragen. Die Finger erhalten durch pneumatisch gedämpfte Kolben einen elastischen Widerstand.

des Gegenständlichen und der einer elektronisch aufbereiteten Informationen verschwimmt. Bereits in den 70er Jahren experimentierte Krueger mit verschiedenen Installationen, die Räumen interaktive Eigenschaften verleihen sollten. In diesen Räumen konnten die Benutzer beispielsweise mit auf Wänden projizierten Videobildern von ihren eigenen Silhouetten und mit computergraphischen Figuren interagieren.¹⁸ Die Erweiterung der visuellen Wahrnehmung steht auch heute noch im Mittelpunkt der Entwicklung von AR-Technologien.¹⁹ Neben den Ansätzen, die sich an Kruegers Vorarbeiten orientieren und Videoprojektionen auf Umweltobjekten wie Wände oder Tische einsetzen, werden auch Verfahren zur Bildmischung und –überlagerung vorangetrieben. Generell werden in diesem Zusammenhang zwei Strategien verfolgt. Zum einen kann das Videosignal einer Kamera, welche eine beliebige Realszene aufzeichnet, mit dem eines Computers gemischt werden. Dieses Mischbild dient dann als Eingangssignal für ein Display, das wie eine Brille direkt vor den Augen getragen wird. Zum anderen wird ein Verfahren propagiert, bei dem keine Videokamera, sondern ein semi-transparentes Display verwendet wird, durch welches die Benutzer sowohl synthetische Bilder als auch die reale Umwelt sehen können. Beide beschriebenen Verfahren haben jeweils Vor- und Nachteile. Die Projektionstechnik benötigt speziell ausgestattete Räume und ist somit immobil. Dafür ist es wiederum nicht notwendig, dass ein Benutzer unhandliche Hardware an seinem Körper tragen muss. Umgekehrt verhält sich eine Lösung mit Displays. Diese sind mobil und setzen keinerlei besondere Räumlichkeiten voraus. Der Nachteil ist jedoch, dass die Benutzer sie direkt am Körper tragen müssen.

2.3.3 Ubiquitous Computing

Als Gegenkonzept zur Virtual Reality soll die räumliche Umgebung beim *Ubiquitous Computing* durch eine umfassende Integration von computerisierten Artefakten angereichert werden. Der allgegenwärtige Computer steht dem Menschen in allen Lebenslagen als Informationsquelle und zur Lösung von Problemen zur Seite. Die Aufgabe einer Human-Computer Interaction in Ubiquitous Computing ist es, einerseits syntaktisch transparente Systeme zu bauen, das heißt, Systeme die eine möglichst direkte Aufgabenlösung ermöglichen und den Benutzer mit Systemaufgaben verschonen. Auch wird semantische

¹⁸ Vgl. Krueger, 1991.

¹⁹ Vgl. hierzu beispielsweise Institut Autonome Intelligente Systeme, 2001.

Transparenz ein erstrebenswertes Ziel sein. Systeme sollen dem User beim Lösen seiner Aufgabe entgegen kommen, indem sie seine Absichten erkennen und Teilaufgaben ohne sein Verlangen lösen. Dabei ist zu bemerken, dass der Computer je nach Anwendungssituation auf unterschiedliche Art und Weise in Erscheinung treten kann. Am Xerox PARC wurde beispielsweise mit verschiedenen Hardwareprototypen experimentiert, die in drei unterschiedliche Kategorien und Größenordnungen eingestuft werden können. Das *Parc-Tab* ist ein elektronischer Assistent von der Größe einer Handfläche, der in großer Zahl in Arbeitsumgebungen verteilt werden kann und zum Aufzeichnen von Notizen dient. Das *MPad* ist eine größere Version des *ParcTab*, etwa vergleichbar mit einem Notebook. Die dritte Größenordnung stellt das *LiveBoard* dar, welches das Format eines Flipchart hat und als digitales Planungsmedium konzipiert wurde.

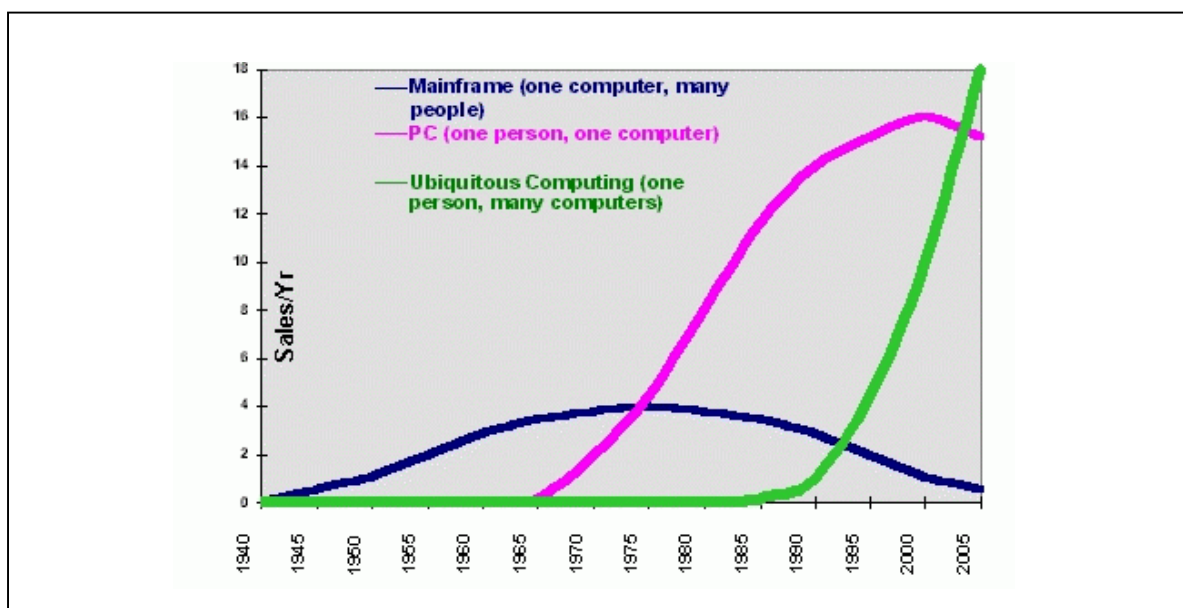


Abbildung 5: Entwicklungstrend des Ubiquitous Computing

Nach Weiser lässt sich das *Ubiquitous Computing* nach der Zahl der mit einem Computer interagierenden Benutzer wie folgt abgrenzen:²⁰

Mainframe:	Many People	One Computer
PC:	One Person	One Computer

²⁰ Vgl. Weiser, 1993.

Ubiquitous Comp.: Many Computers Each Person

3 Anwendungsbeispiele

Nachfolgend werden einige Anwendungsbeispiele für Forschungsprojekte aufgeführt, die derzeit am Robotics Institute der Carnegie Mellon University (Pennsylvania) durchgeführt werden.²¹

a) Handwriting Recognition

Die laufenden Projekte zur Handschrifterkennung basieren in der Regel auf neuronalen Netzwerken. Das Robotics Institute setzt dabei auf Suchalgorithmen (Tree Search), welche über Pruning-Techniken verfügen. Dadurch können die Suchzeiten auf ein Minimum reduziert und die Zeitdauer der eigentlichen Erkennung auf die Länge der Eingabe eines Zeichens beschränkt werden. (Unabhängig von der Größe des Dictionary liegen die Erkennungszeiten bei ca. 1,5 Sek. auf einem Pentium II unter Linux.)

b) Focus of Attention Tracking

Im Rahmen einer multimodalen Interaktion ist es oftmals notwendig, die Position einer Person und deren Kopfhaltung zu erfassen. Das Robotic Institute entwickelt eine Benutzerschnittstelle, mit Hilfe derer der Kamerafokus auf ein bewegtes Objekt schwenkt. Mit diesem System wird es dem Vortragenden möglich, sich frei durch den Raum zu bewegen, ohne eine feste Kameraposition berücksichtigen zu müssen.



Abbildung 6: Focus of Attention Tracking

²¹ Vgl. hierzu und im Folgenden http://www.ri.cmu.edu/project_lists/projects_by_subject_2.html.

c) Lipreading

Durch das Lippenlesen können Spracherkennungssysteme - besonders unter suboptimalen Bedingungen (Cross-Talk etc.) - unterstützt werden.

Ein besonderes Problemfeld stellt hierbei die Forderung nach einer hohen Robustheit gegen Umwelteinflüsse dar (Lichtverhältnisse, Sprache, Dialekte, Lippenstifte etc.)

d) Reading Tutor

Das Projekt LISTEN (National Science Foundation) dient der Entwicklung eines „Lese-Tutors“ zur Lern-Unterstützung von Schulkindern. Der Lese-Tutor benutzt ein Spracherkennungssystem sowie eine Sprachausgabe und ein graphisches Feedback-System.

Mittels statistischer Erfolgsauswertungen kann die jeweilige Effizienz der einzelnen Reading Tutors ermittelt und publiziert werden.

e) Sonic Flash

Ziel des Sonic Flashlight ist die Visualisierung von Ultraschall-Bildern auf der Hautoberfläche von Patienten, um bei einem operativen Eingriff eine Hand-Augen-Koordination zu ermöglichen. Das Image der eigentlichen Ultraschallaufnahme wird dabei über einen halbversilberten Spiegel auf die gewünschte Hautpartie übertragen. Somit entfällt eine störende Sichtfeldänderung durch den Blick auf einen Monitor.

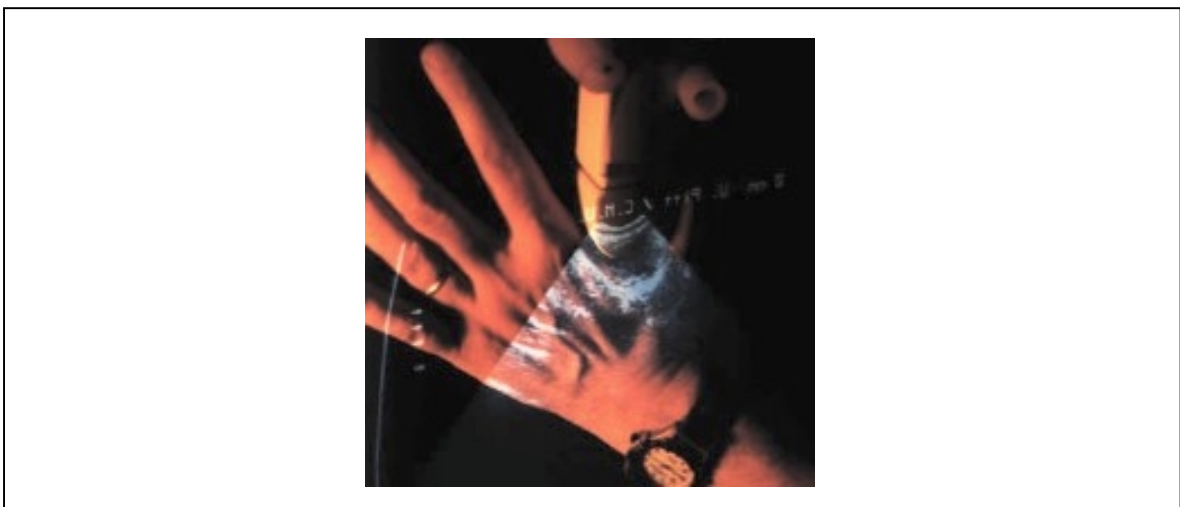


Abbildung 7: Sonic Flash

e) Sensboard

Durch das Senseboard wird eine herkömmliche Tastatur simuliert. Sensoren zeichnen die Fingerbewegungen auf, die über künstliche Intelligenz gepaart mit einem Sprachprozessor in Mausbewegungen oder Tastenanschläge umgesetzt werden. Das Senseboard kommuniziert mittels Funk (Bluetooth) oder Kabel, vorzugsweise mit einem PDA oder anderem Mobile Device.



Abbildung 8: Sensboard

f) Fingerworks

Das Fingerworks soll ebenfalls eine herkömmliche Tastatur ersetzen. Im Gegensatz zum Senseboard kann der Benutzer durch bestimmte Gesten die Mausbewegungen simulieren. Texteingaben erfolgen über eine Soft-Tastatur. Laut Hersteller ist ein Absetzen der Hände von Tastatur zur Bedienung von Mausfunktionen nicht mehr notwendig.

Ferner soll dadurch dem Karpaltunnelsyndrom (Einengung eines Nervs der Hand) vorgebeugt werden.

4 Ausblicke

Aus anthropologischer Sicht hat die Auseinandersetzung des Menschen mit seiner gegenständlichen Umwelt dazu beigetragen, dass der Mensch sich zu einem intelligenten Wesen entwickelt hat. Die Spuren dieses Entwicklungsprozesses führen bis in die neuronalen Strukturen des Gehirns. Insofern ist es für den Menschen der heutigen Entwicklungsstufe wichtig, das Denken mit manuellen Handlungen zu verbinden.²²

Dieser Hintergrund mag als Motivator dienen, um über die Gegenständlichkeit bei der Human-Computing Interaction nachzudenken. Im Kern geht es dabei darum, Verbindungen zwischen der gegenständlichen realen Welt und der nicht-gegenständlichen Welt des Computers herzustellen. Diese sollen dazu dienen, das In-der-Welt-sein des Menschen zu bewahren, d.h. den Bezug zum Gegenständlichen mit allen Handlungs- und Interaktionsmöglichkeiten zu wahren.

Bei der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen gilt es folglich, diese Aspekte zu berücksichtigen. Ferner sind Entwickler von intelligenten Schnittstellen angehalten, sich eine Reihe von Fragen zu stellen, die Marc Weiser seinem Publikum offeriert hat:²³

- Wenn "Schnittstellen" unsichtbar werden: wie kann der Mensch sie verstehen? Was passiert bei Fehlfunktion oder Absturz von Systemen, die gar nicht explizit wahrgenommen werden?
- Wieviel Kontrolle wollen Menschen an ihre Umwelt abtreten? Ist es überhaupt wünschenswert oder akzeptabel, dass Alltagsgegenstände "intelligent" werden? Haben Menschen Vertrauen in "intelligente" Umgebungen?
- Kann der Schutz der Privatsphäre überhaupt noch gewährleistet werden, wenn Computer und Schnittstellen allgegenwärtig sind? Kann der Fluss persönlicher Information durch allgegenwärtige Netze kontrolliert oder überhaupt noch nachvollzogen werden?
- Wie erschließen sich den Menschen Interaktionsmöglichkeiten in öffentlichen Räumen und Umgebungen, wenn Dialoge nicht mehr explizit sondern implizit

²² Vgl. Brauer, 1999.

²³ Vgl. Weiser, 1993.

sind? Gibt es explizite oder implizite Zugriffsrechte? Wie kann die öffentliche und gemeinsame Nutzung von allgegenwärtigen Informationssystemen ermöglicht werden, welche die Menschen unterstützt ohne auf ihre Mitmenschen störend zu wirken?

- Wie können Schnittstellen entworfen werden, die nicht monopolisierend sind, d.h. Menschen nicht von ihren eigentlichen Aktivitäten ablenken?

Diese und einige anderen Fragen gilt es im Zusammenhang mit der Entwicklung von Benutzungsschnittstellen zwischen Mensch und Computer in der Zukunft zu klären.

Literaturverzeichnis

Brauer, V. (1999), Gegenständliche Benutzungsschnittstellen für die Mensch-Computer-Interaktion, Bremen, 1999.

Burdea, G., Force and touch feedback for virtual reality, New York, 1996.

Dunlop, M./Brewster, S. (2001), Personal and Ubiquitous Computing, Selected Paper from the MOBILE HCI workshop, Lille, September 2001, <http://www.personal-ubicomp.com/contents.html>, 01.12.2001.

Hatch, Frank, Maietta, Lenny, (1999), Kinästhetik - Gesundheitsentwicklung und menschliche Funktionen, Wiesbaden, 1999.

Hutchins, E. (1995), Cognition in the Wild, MIT Press, Cambridge, 1995.

Institut Autonome Intelligente Systeme (2001), <http://ais.gmd.de/AS/ct/info.html>, 01.12.2001.

Krueger, M.W. (1991), Artificial Reality, New York, 1991.

Maggioni, C. (1995), Gesture Computer – New ways of operating a computer. In proceedings of the International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (June 1995), 166-171.

Meyers, B., et al. (2000), ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol 7, No. 1, March 2000.

Nielson, G., M. (1993), Visualization '93 : proceedings, October 25 - 29, 1993, San Jose, California.

Oberquelle, H. (1994), Einführung in die Software-Ergonomie. Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen, Berlin, 1994 .

Robotics Institute, http://www.ri.cmu.edu/project_lists/projects_by_subject_2.html, 01.12.2001.

Wandermacher, H. (1993), Softwareergonomie, Berlin, 1993