

Universität Zürich
Institut für Informatik

Seminarbericht Wearable Computing



Barbara Schwarz
Manuel Probst

Seminar
Context Aware Computing
Sommersemester 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Abgrenzung	1
	1.1	1
	1.2	1
2	Anbringung und Ergonomie	2
	2.1	2
	2.2	5
	2.3	6
3	Schwierigkeiten und Hindernisse bei der Einführung	7
	3.1	7
	3.2	10
	3.3	12
4	Applikationen	13
	4.1	15
	4.2	16
	4.3	17
5	Weitere Aspekte	18
	5.1	18
	5.2	20
6	Ausblick	21

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Anhang

1 Einleitung und Abgrenzung

Aus unserem Alltag sind computergesteuerte Kleinstgeräte nicht mehr wegzudenken. Überall mitgetragen oder integriert unterstützen sie uns mit diversen Funktionalitäten und erfüllen den hohen Anspruch der Mobilität. Durch die Miniaturisierung der Chips und Komponenten können die Teile mittlerweile vielseitig integriert werden ohne dass sie den Benutzer behindern oder einschränken. In dieser Arbeit beschäftigen wir uns mit tragbaren Computersystemen, nachfolgend Wearable Computing genannt.

1.1 Definition

Gemäss den meisten Definitionen umfasst der Bereich Wearable Computing ein Computer System, welches man persönlich am Körper trägt (eine detailliertere Darstellung folgt später) und während des Betriebs basierend auf den Kontextinformationen des Benutzers mit diesem situativ interagiert [1].

Das System ist eine Kombination von Sensor- und Kommunikationstechnik. Die Sensoren messen externe Impulse und leiten die Informationen an die Kontrollereinheit, welche eine entsprechende Reaktion auslöst. Die Eingabe sämtlicher Umgebungsinformationen sollen dabei über diese Sensoren aufgenommen werden, also ohne aktive Eingabe des Benutzers.

1.2 Abgrenzung und Inhalt

In dieser Arbeit betrachten wir Wearable Computing nur im engsten Sinn und zählen portable Geräte wie Mobile Phones oder PDAs nicht zum Kontext, wie sie teilweise in diesem Zusammenhang erwähnt werden. In einem ersten Teil werden die Anbringung am Körper und die ergonomischen Aspekte diesbezüglich genauer betrachtet. Anschließend wird auf die Hindernisse bei der Einführung eingegangen. Um den aktuellen Stand der Technologie zu

zeigen, werden einzelne Anwendungen vorgestellt und untersucht. Abschließend diskutieren wir die zwei wichtigen Aspekte des Datenschutzes und der Akzeptanz.

2 Anbringung und Ergonomie

Neben der reinen Funktionalität bzw. des Nutzen eines Wearable Computers, ist die Unterbringung dieses Systems beim Benutzer der entscheidende Punkt bei diesem Thema. Ein Wearable System muss im Gegensatz zu anderen mobilen Geräten wie bspw. ein Handy oder PDA dauerhaft beim Benutzer angebracht werden. Hiefür ergeben sich drei Möglichkeiten:

- Anbringung des Wearable Computers am Körper des Benutzers
 - Helm, Schulterpads, Rucksack, Brillen, usw.
- Unterbringung des Systems in der Kleidung des Benutzers
- Implantierung der Komponente(n) unter die Haut des Benutzers

In diesem Abschnitt werden die oben aufgeführten drei Möglichkeiten nachfolgend beschrieben und die spezifischen Anforderungen für jede der Drei erläutert.

2.1 Anbringung am Körper

Da ein Wearable Produkt, welches unnatürlich und unbequem - beispielsweise ein schwerer großer Rucksack - am Körper getragen werden muss, keine akzeptable Lösung darstellt und daher wohl auch kaum von der breiten Masse akzeptiert wird, muss auf die ergonomische Anbringung am Körper besonders viel Wert gelegt werden. Denn nur wenn der Wearable Computer den Benutzer in seinen Bewegungsabläufen und seinen Aktivitäten nicht

einschränkt und der Benutzer den Wearable Computer im Passivzustand kaum oder bestenfalls gar nicht bemerkt, wird dieser auch akzeptiert.

Bei der Anbringung eines Wearable Computerobjektes sind verschiedene Überlegungen abzuwägen. Zum einen muss garantiert werden, dass der Wearable Computer auch bei Bewegungen des Benutzers an seinem Platz bleibt und zum anderen darf der Computer - wie bereits erwähnt – den Benutzer bei seinen Tätigkeiten nicht einschränken. Darüber hinaus sollte der Wearable Computer nicht unbedingt ins Auge stechen, was bedeutet, dass er für Dritte nicht sofort sichtbar sein sollte. Daraus ergeben sich grobe Richtlinien bzw. eine Auswahl an Stellen für eine vom Benutzer akzeptierte Anbringung am Körper:

- Weitestgehend Stellen mit geringer Muskelbewegung
- Körperstellen mit geringer Abweichung zwischen verschieden großen Menschen
- Körperstellen, bei denen eine ausgeglichene Gewichtsverteilung gewährleistet wird
- Stellen mit großer Oberfläche
- Körperstellen, welche gut verdeckt werden können
- Respekt vor Stellen, die vom Benutzer als intim empfunden werden

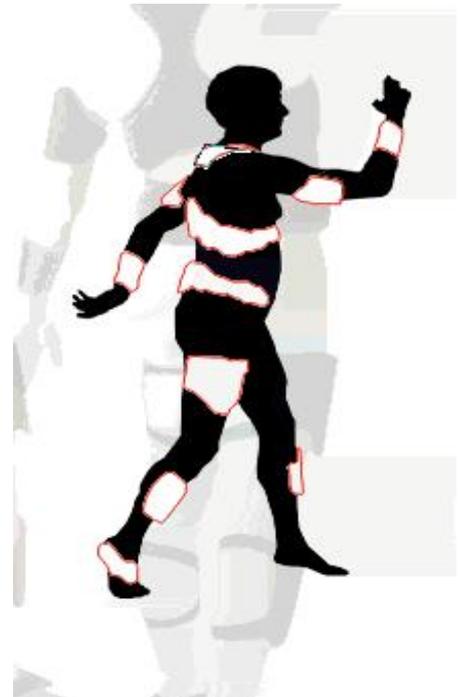


Abbildung 1: Anbringungsmöglichkeiten

Bei der Entwicklung eines Wearable Systems müssen diese Punkte mit Unter berücksichtigt und bereits beim Design entsprechende Lösungen gefunden werden. Diese Tatsache wurde bereits früh erkannt und so haben diverse Forschungsgruppen verschiedene Überlegungen für

das Design eines Wearable Computers ausgearbeitet. Im Folgenden werden die dreizehn Design Guidelines nach dem ICES der University of Pittsburgh dargestellt [2].

<u>1. Placement</u>	Wo wird das Gerät angebracht?
<u>2. Form language</u>	Welche Form soll das Gerät haben?
<u>3. Human movement</u>	Welchen Beweglichkeitsspielraum bietet das Gerät?
<u>4. Proxemics</u>	Wie wird das Gerät als „Teil des Körpers“ angebracht?
<u>5. Sizing</u>	Ist das Gerät „Größenkompatibel“ für verschiedene Personen?
<u>6. Attachment</u>	Wo bzw. Was sind die Befestigungspunkte für das Gerät?
<u>7. Containment</u>	Welche Auswirkungen haben verformbare Materialien innerhalb des Gerätes auf dieses bzw. dessen Funktionalität?
<u>8. Weight</u>	Wie schwer sollte bzw. darf das Gerät sein?
<u>9. Accessibility</u>	Wie wird der physikalische Zugriff auf das Gerät gewahrt?
<u>10. Interaction</u>	Wie wird die Interaktion (passive und aktive) des Benutzers mit dem Gerät ermöglicht?
<u>11. Thermal</u>	Wie stark wird der Körper durch die Gerätewärme beeinflusst?
<u>12. Aesthetics</u>	Wie kann das Gerät an Benutzer und Umwelt (Kultur und Kontext) angepasst werden?
<u>13. Long term use</u>	Welche körperlichen Auswirkungen können bei längerem Gebrauch auftreten?

Tabelle1: Design-Guidelines nach ICES

Bei dieser Aufstellung ist zu beachten, dass die ersten sechs Punkte relativ einfach und für alle Wearable Systeme geltend sind. Die nachfolgenden Punkte hingegen stehen teilweise in Konkurrenz zueinander und müssen für jedes System spezifisch abgewogen und umgesetzt werden.

2.2 Anbringung bzw. Unterbringung in der Kleidung – Smart Clothing

Da Kleidung bereits ergonomisch gestaltet ist, bietet es sich an, Wearable Computersysteme direkt in die Kleidung einzuarbeiten. Zum einen würde dadurch die Alltagsfähigkeit und außerdem vor allem der Komfort der Wearable Systeme erheblich erhöht.



Abbildung 2: Smart Shirt

Die Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die integrierten Computerkomponenten einerseits waschbar und zum anderen sehr robust gegen äußere Einflüsse sein müssen. Es ist ganz klar, dass ein Benutzer einem in einer Jacke eingebauten Chip unbewusst weniger Rücksicht entgegenbringt als beispielsweise einer am Handgelenk befestigten Komponente.

Abgesehen von der oben genannten Voraussetzung steckt in der Integration von Computerkomponenten in Kleidung ein enormes Potenzial. Die meisten Forschungsprojekte handeln bis dato jedoch noch größtenteils von der passiven Interaktion des Wearable Computers mit dem Benutzer. Ein Beispiel aus dem Gesundheitswesen wäre ein Kleidungsstück, welches die Vitalfunktionen eines Patienten permanent überwacht, ohne dass dieser davon etwas bemerkt bzw. in seinen Tätigkeiten eingeschränkt wird [3]. Die Möglichkeiten welche Smart Clothing bietet sind jedoch noch viel größer und daher wird in der Forschung auch vermehrt auf die

aktive Interaktion durch den Benutzer mit dem Computer eingegangen. Als Beispiel sei hier der MITHril - Prototyp des MIT genannt [1].

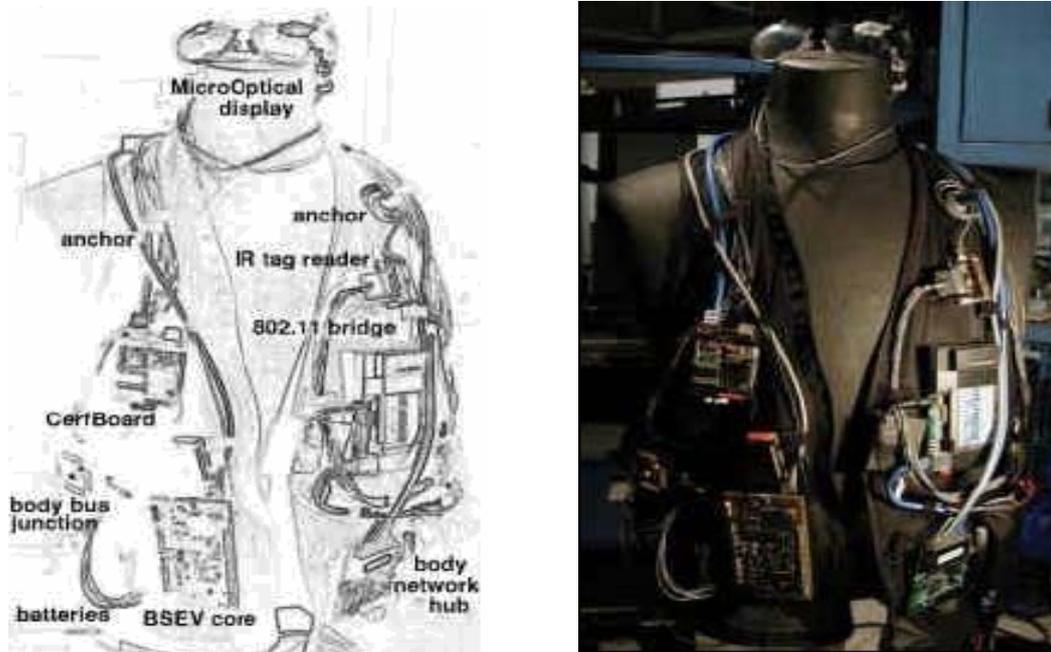


Abbildung 3: Mithrill

2.3 Implantierung der Wearable Computerkomponenten unter der Haut

Die dritte und letzte Möglichkeit der Unterbringung eines Wearable Systems stellt die Implantierung einzelner Komponenten unter der Haut des Benutzers dar. Diese für wohl den Großteil der Gesellschaft eher unvorstellbare „Anbringungsmöglichkeit“ ist aus vielen verschiedenen offensichtlichen Gründen jedoch noch nicht sehr weit verbreitet und wird dies wohl auch in näherer Zukunft nicht sein. Da die Erlangung der gesellschaftlichen Akzeptanz und die Lösung der noch offenen sozialen Fragen derzeit kaum zu erreichen sind.

Trotz aller Diskussionspunkte besitzt die Implantierung ein paar nützliche und interessante Eigenschaften. Ein auf der Hand liegender Vorteil ist die ständige Verfügbarkeit des Wearable Computers. Er muss nicht, wie z.B. ein Kleidungsstück bei jedem Gebrauch neu an- bzw. abgelegt werden. Des Weiteren ist die entsprechende Komponente (wie normalerweise alle Wearable Computer) auf den Benutzer abgestimmt und zusätzlich auch wirklich

personalisiert. Im Gegensatz zu den anderen genannten Anbringungsmöglichkeiten kann die Komponente nämlich nicht mit anderen Benutzern geteilt werden.

Ein relativ großer Nachteil bei Implantaten stellt die Tatsache dar, dass derzeit nur passive Komponenten, also Sensoren verwendet werden können. Es scheint jedoch durchaus denkbar, dass es in Zukunft möglich sein wird, aktiv nutzbare Komponenten wie zum Beispiel ein im Ohr implantierter Sprachübersetzungscomputer zu entwickeln.

3 Technische Schwierigkeiten und Hindernisse bei der Einführung

Für die Einführung eines Wearable Computersystems stehen nach wie vor verschiedene Hindernisse im Weg. Das derzeit größte existierende Problem stellen die technischen Barrieren, wie beispielsweise die Energieversorgung der Computer oder die Miniaturisierung der zu integrierenden Komponenten oder die Vernetzungsproblematik dar. Aufgrund der ständig und in großen Schritten voranschreitenden Forschung und Technologie, sollten die technischen Hindernisse mittelfristig jedoch gut in den Griff zu bekommen sein. Die weiteren Problembereiche, wie die Akzeptanz in der Bevölkerung hängen zum Teil eng mit der Lösung der technischen Probleme zusammen.

Nachfolgend wird auf die wichtigsten Einführungsbarrieren eingegangen und vereinzelt mögliche Lösungsansätze diskutiert.

3.1 Energieversorgung

Die verwendeten Hardwarekomponenten müssen stets mit Strom versorgt werden, ansonsten ist das Wearable Computersystem nicht immer und uneingeschränkt verfügbar und dadurch in der Regel unbrauchbar.

Auf die Möglichkeit einer Batterieversorgung kann jedoch nicht dauerhaft zurückgegriffen werden. Zum einen sind die derzeitigen Batterien nicht in der Lage entsprechend große Energiemengen zu tragen und dadurch eine lang anhaltende Stromversorgung zu gewährleisten. Andererseits sind viele der Batterien entweder zu groß oder zu schwer, was wiederum den Designrichtlinien eines Wearable Computers widerspricht. Falls ein Wearable System mehr als eine (Hardware-) Komponente umfasst, was i.d.R. der Fall ist, wird die Energieversorgung bzw. die Verteilung der Energie auf die einzelnen Komponenten noch komplizierter. Denn jede der Komponenten verbraucht zum einen unterschiedlich viel Energie und außerdem sind meistens nicht immer alle Komponenten gleichzeitig aktiv.

Genau wie Batterien, können auch die regenerativen Energiequellen derzeit kaum genügend Strom erzeugen um als ernste Lösungsalternative betrachtet werden zu können. Prinzipiell wäre es aber gut denkbar, ein Wearable Computer mit Sonnenenergie zu versorgen.

Solarempfänger, welche in die Kleidung integriert sind, können die Sonnenenergie auffangen und an das entsprechende Hardwareelement weitergeben. Wie jedoch bereits erwähnt ist es derzeit noch nicht möglich genügend große Energiemengen effizient aus den Sonnenstrahlen zu gewinnen.

Lösungsansatz: Der Mensch als Energiequelle

Eine mögliche Lösung - die auch von diversen Forschern vertieft untersucht wird – stellt der Ansatz dar, den Menschen, sprich den Benutzer des Wearable Computers als Energieversorger heran zu ziehen. Dabei soll die vom menschlichen Körper erzeugte Energie (bspw. die Wärme-, Bewegungs- oder Blutdruckenergie) abgefangen und wieder verwendet werden. Die folgende Tabelle zeigt, wie viel Energie bzw. Watt ein Mensch bei verschiedenen Aktivitäten verbraucht / erzeugt [4].

Activity	Kilocal/hour	Watts
sleeping	70	81
lying quietly	80	93
sitting	100	116
conversation	110	128
eating	110	128
driving a car	140	163
hiking	350	407
swimming	500	582
long distance run	900	1630
sprinting	1400	1630

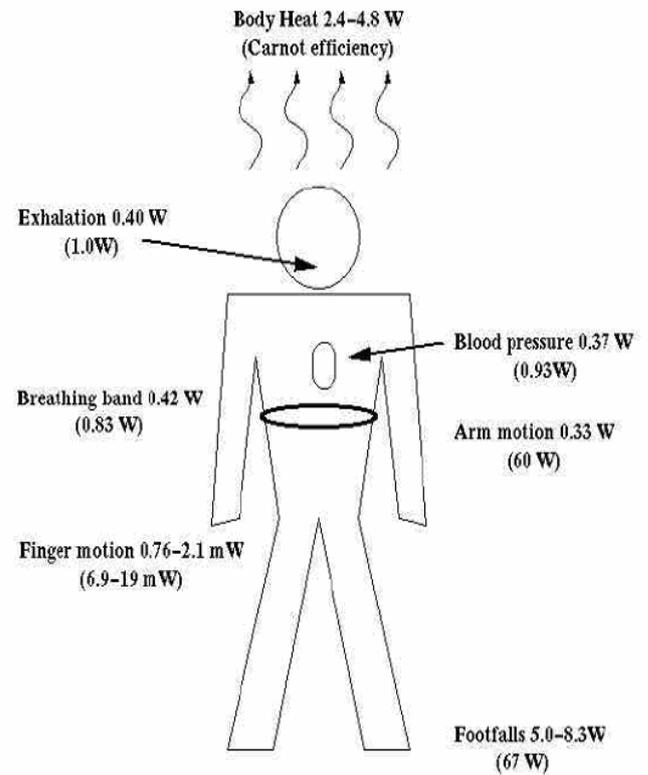


Abbildung 4: erzeugte und nutzbare menschliche Energie

Tabelle 2: Energieerzeugung /-verbrauch bei verschiedenen Aktivitäten

Das große Problem ist hierbei jedoch, dass nur ein sehr, sehr geringer Teil der vom Mensch erzeugten Energie verwendet werden kann, da ansonsten der menschliche Mechanismus gestört werden würde. Die oben dargestellte Abbildung veranschaulicht dies. Die potentiell nutzbare Energie steht jeweils als erstes und die vom Menschen Erzeugte in Klammern. Es wird erkennbar, dass schlussendlich wenn überhaupt häufig nur etwa 1% der erzeugten Energie auch genutzt werden kann [5].

Eine schon seit längerem untersuchte Verwendung der vom Menschen generierten Energie, stellt die beim Laufen erzeugte Bewegungsenergie dar. Der Vorteil liegt darin, dass durch diese Art der Energiegewinnung weder der menschliche Organismus beeinflusst noch der Betroffene durch eine unbequeme Apparatur eingeschränkt wird.

Das zugrunde liegende Konzept ist denkbar einfach. Ähnlich wie beim Fahrraddynamo wird ein Generator, welcher in der Schuhsohle integriert ist, durch die Bewegung angetrieben und dadurch Strom erzeugt [6].

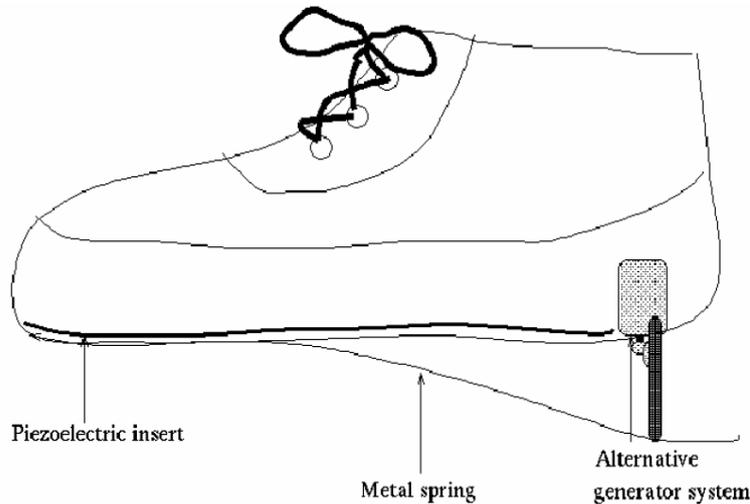


Abbildung 5: Schuh mit integriertem Generator

Wenn man nun als Vergleich wieder den Faraddynamo heranzieht, wird jedoch auch schnell deutlich, dass zum einen nur relativ geringe Energiemengen erzeugt werden können und dies außerdem nur dann realisiert werden kann, wenn sich der Benutzer in Bewegung befindet. Es stellt sich daher die Frage, ob mittels dieser Alternative ein aus mehreren Komponenten bestehendes Wearable Computersystem dauerhaft und v.a. effizient betrieben werden kann.

3.2 Miniaturisierung der Elektronik

Eine weitere derzeitige technische Schwierigkeit stellen die teils immer noch zu großen Hardwarekomponenten dar. Da es sich bei diesen Komponenten unter Anderem auch um die Energieversorgungskomponenten handelt, hängt dieses Problem direkt mit der Lösung der oben genannten Energieversorgungsproblematik zusammen. Anders gesehen, muss jedoch die Größe der Komponenten auch bei der Lösung der Energieversorgungsproblematik berücksichtigt werden.

Für einzelne passiven Überwachungssensoren oder kleinere, weniger leistungsfähige Systeme spielt dieses Problem eine eher kleine Rolle, da die meisten Sensoren bereits akzeptable Dimensionen angenommen haben.



Abbildung 6: Dimension eines Sensors

Um jedoch ein leistungsfähiges System zu erhalten muss auch entsprechend viel CPU-Leistung, Datenspeicher usw. eingesetzt werden. Dies führt heutzutage jedoch häufig zu noch vielen zu großen und somit den Designrichtlinien eines Wearable Systems widersprechenden Komponenten. Im Zuge des derzeit aktuellen Nano-Technologiefortschritts sollte es in naher Zukunft jedoch möglich sein, diese Technologie bei der Entwicklung von Wearable Computer mit einzubeziehen und somit ein zufrieden stellendes Ergebnis betreffend der Komponentengröße zu erhalten.



Abbildung 7: CPU

3.3 Vernetzungsproblematik

Damit die volle Funktionalität eines Wearable Computers voll ausgeschöpft werden kann, ist es notwendig, dass sowohl die einzelnen Systemkomponenten untereinander (on-body communication), als auch mit verschiedenen äußeren Komponenten (off-body communication) effizient kommunizieren können. Hierfür müssen die beteiligten Komponenten entsprechend miteinander vernetzt werden. Dies wird normalerweise über getrennte Kommunikationskanäle realisiert [7].

Die Kommunikation mit äußeren Komponenten - meist fest installierten Stationen – erfolgt drahtlos und in der Regel über einen standardisierten Dienst wie beispielsweise GSM oder UMTS. Obwohl diese Methode technisch relativ ausgereift und akzeptiert ist, besteht weiterhin das Problem der globalen Netzabdeckung und damit verbunden der Erreichbarkeit. Zum einen wird es rein ökonomisch gesehen nie sinnvoll sein, bestimmte Gebiete abzudecken und zum anderen kann selbst in Städten keine hundertprozentige Erreichbarkeit garantiert werden. Als Beispiel sei hier nur die Fahrt mit dem Zug durch einen Tunnel genannt.

Die Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten eines Wearable Systems ist für einen effizienten Informationsaustausch zwischen den Systemkomponenten sehr wichtig. Daher sollte sie nach Möglichkeit ebenfalls drahtlos realisiert werden. Hierdurch würde sich auch die Flexibilität jedes der Subsysteme erhöhen. Mit einer für die Subkomponenten verwendeten drahtlosen Kommunikation sind aber auch alle Nachteile des Wireless wie z.B. die einfache und oft unbemerkte Möglichkeit des Abhörens verbunden. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob die von den zahlreichen Sender und Empfänger ausgestrahlten Signale bei täglichem Umgang mit dem Wearable Computer auf die Dauer keine schwereren körperlichen Schäden verursachen können. Denn im Gegensatz zu einem Handy in der Hosentasche herrscht bei einem über Funk vernetzten Wearable System eine viel größere Strahlung.

4 Applikationen

Die meisten heute bekannten Applikationen die man mit Wearable Computing in Verbindung bringt, kommen aus dem Bereich Consumer Electronics. Als ersten Wearable Computer wird die zigaretteschachtelgrosse Entwicklung von Ed Thorp und Claude Shannon aus dem Jahr 1966 bezeichnet, welche Vorhersagen zum Roulettespiel machte [8]. Ergänzend könnte man hier beispielsweise auch den bereits im Jahre 1977 eingeführten Herzfrequenzmesser von Polar (Electro Oy) [9] erwähnen, der mittlerweile um Funktionalitäten wie Geschwindigkeitsmessung, persönliche Performance Analyse und Trainingsüberwachung erweitert wurde. Die Palette der Angebote im Consumer Bereich ist zwar breit, aber die technischen Lösungen sind relativ einfach. Etwas ausgefeilter hingegen sind die Systeme, welche in der Industrie zum Einsatz kommen. Hier steckt auch die treibende Kraft dieser Technologie. Häufig orientieren sich Forschungsprojekte auch an den Bedürfnissen im Gesundheitswesen (wie beispielsweise IBM [10]).

Generell kann man sagen, dass vom Entertainment-Sektor über die Logistik bis hin zum Militär die Technologie in sämtlichen Branchen eingesetzt und weiterentwickelt wird. Entgegen jedoch den Aussagen aus der Zeit der letzten Jahrtausendwende ist die Entwicklung noch nicht soweit fortgeschritten und gereift, dass die Technologie als etabliert gilt. Nach wie vor umfassen die Lösungen wenig Interaktion mit dem Benutzer, sondern sind salopp gesagt einfach etwas ausgereifere Elektronik. Viele Forschungsarbeiten in diesem Bereich arbeiten mit portablen Geräten, wie dem PDA, welchen wir hier wie erwähnt nicht in den Kontext mit einbeziehen. Diese Anwendungen ausgenommen, datieren viele Publikationen aus den Jahren 2001 bis 2004. Es ist also damit zu rechnen, dass die Kommunikationstechnologie weitere Fortschritte machen muss, damit die Wearable Systeme den vollkommenen Durchbruch schaffen.

Die Systeme integrieren je nach Anwendungsbereich verschiedene Sensoren, wie etwa Sturz-Sensoren für den Arbeitsschutz oder Pflegebereich, sowie häufig Ortungstechnologie mit GSM oder GPS. In den Sparten Sport und Gesundheitswesen sind Körperwertmessungen sehr wichtig, wobei gerade im medizinischen Bereich die remote Darstellung von Daten als Alternative zu Apparaten eine wichtige Rolle spielt.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Anwendungsbereiche, unterteilt entsprechend der Anbringung am Körper aus Kapitel 2 dargestellt und untersucht. Wobei zu beachten ist, dass je nach System eine Kombination oder Überschneidung möglich ist.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht über Art der Anwendungen in den einzelnen Branchen, wobei keine spezifischen Produkte erwähnt werden.

	Accessory	Clothing	Implants
Healthcare	Data Viewing Systems	Jackets with GPS	RFID Implants (Patient History)
Military/ Government	Data Viewing Systems	MIThril [1]	RFID Implants (Immigrants, Prisoners, Security)
Industry/ Commercial	Wearable Controller Devices Tracking & Monitoring Sys.	MIThril [1]	RFID Implants (Tracing)
Consumer	Media Viewing Systems Watches	Media Jackets Nike Plus	RFID Implants (Cash)

Tabelle 3: Anwendungen

4.1 Tragbare Geräte in Form von Accessoires

In eine erste Kategorie von Wearable Computer Anwendungen fallen sämtliche Accessoires wie Brillen, Uhren oder auch Schmuck im Allgemeinen. Die meisten Systeme, welche heute auf dem Markt angeboten werden, kann man zu dieser Gruppe zählen.

Bereits heute erhältlich sind Brillen für die Darstellung von Multimedia, welche an einen Player wie beispielsweise den *iPod* angeschlossen werden können. Ergänzt mit integrierten Kopfhörern kann das audio-visuelle persönliche Kino dann überall hin mitgetragen werden (*myvu* [11][11], *3DVisor* [12] heute noch nur für Games, u.a.).

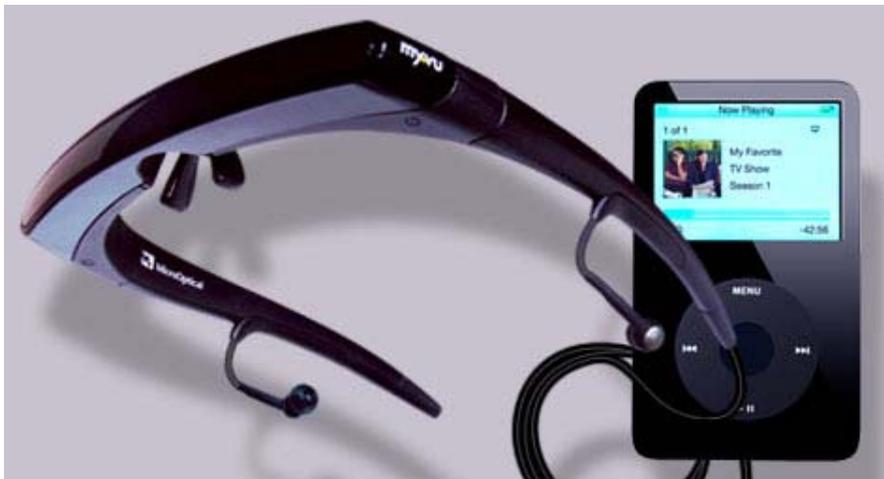


Abbildung 8:
myvu Personal Media Viewer

Nach einem ähnlichen Prinzip funktionieren Systeme, welche als Brille oder Aufsatz zur Brille getragen werden und Daten anzeigen, welche für den Benutzer in seiner momentanen Situation wichtig sind. Genutzt werden solchen Anwendungen im medizinischen Bereich, wo beispielsweise einem Chirurg die wichtigsten Werte seines Patienten in sein Blickfeld projiziert werden, so dass er sich nicht ständig zu einem Monitor abwenden muss, um die Informationen abzulesen und sich zusätzlich komfortabel und mobil bewegen kann. Der Einsatz solcher Systeme ist überall dort denkbar und nützlich, wo die Einblendung von Daten oder auditive Signale das Risiko der Ablenkung minimieren. Die heutige Handhabung, wie beispielsweise das Ablesen der aktuellen Geschwindigkeit während des Autofahrens, lenkt

durch den Blick auf die Armaturen den Fokus von der Strasse, auf der man sicher fahren soll, auf das Kontrollinstrument Tachometer. Die Verteilung der Informationsüberbringung über die verschiedenen Kanäle der menschlichen Sinne könnte im Zusammenhang mit dieser Technologie noch viel besser genutzt werden. Die Entwicklung steht hier aber noch am Anfang.

4.2 Bekleidung

Die in Kleidung integrierten Anwendungen sind noch relativ selten und ob man ein Kleidungsstück mit einem Media Player, welcher über eine eingearbeitete Tastatur im Ärmel bedient werden kann, zu Wearable Computing zählen darf, ist fragwürdig. Das Snowboardjacke *O'Neill Hub* [13] beispielsweise ist mit einem MP3 Player und zusätzlich Bluetooth für die drahtlose Telefonie ausgestattet. Dass das Abspielen von Musik unterbrochen wird, sobald das Handy klingelt, ist die einzige kontextbasierte Funktionalität. Beim *Know Where Jacket* nicht anders: lediglich ein integrierter GPS Receiver unterstützt mit der zusätzlichen Lokalisierungsmöglichkeit.

Die heutigen Bekleidungssysteme auf dem Markt beschränken sich leider noch häufig nur auf die Integration von Multimediadevices oder Kommunikationstechnologie und dienen mit wenig bis gar keiner zusätzlichen kontextbasierten Funktionalität.

Einen etwas anderen Ansatz verfolgen Nike und Apple, welche im Juli 2006 ein neues Produkt namens NikePlus [14] lancieren. Die Idee ist mit dem in der Schuhsohle platzierten Sensor Informationen über die Lauftätigkeit zu sammeln und diese dann an den Receiver, welcher an den iPod angeschlossen wird, zu übermitteln, wo der Benutzer entweder auditiv oder visuell über seinen Trainingszustand informiert wird. Zudem kann durch die Schrittfrequenz die Musik entsprechend abgespielt werden, so dass der Läufer schön

regelmässig läuft und durch den Takt zusätzlich motiviert wird. Die Trainingsdaten können anschliessend mit dem PC synchronisiert und analysiert werden wie das von den üblichen Herzfrequenzmessgeräten bekannt und üblich ist.

Auch hier gilt, dass die Hürden für neue Trends nach wie vor hauptsächlich technischer Natur sind. Gerade bei Kleidungsstücken ist die Entwicklungen im Bereich der funktionalen und leitfähigen Fasern mittels Nanotechnologie [15] [16] entscheidend. Die Produkte enthalten zudem auch aus Kostengründen noch nicht sehr viel innovative Technologie. Dies kann und wird sich aber vermutlich in den nächsten Jahren ändern, da gerade in diesem Bereich die Akzeptanzschwelle schätzungsweise relativ tief liegen darf.

4.3 Implantate

Die Kategorie der Implantate ist die wohl umstrittenste im Bereich Wearable Computing. Trotzdem existieren Unternehmen, welche Implantate als Bestandteil von Systemen für unterschiedliche Anwendungsgebiete vertreiben [17]. Die RFID Chips haben ungefähr die Grösse eines Reiskorns und werden unter die Haut implantiert (wobei sie je nach Einsatzgebiet auch getragen oder angeheftet werden). Auf dem Chip sind keine Daten, sondern eine eindeutige Identifikationsnummer codiert, welche die spezifischen Personen-, bzw. Objektdaten in zentral gehaltenen Datenbanken referenziert. Verwendet werden derartige Systeme beispielsweise für Krankenakten im medizinischen Bereich, Asset Tracking oder Zugangskontrollen.



Abbildung 9: RFID Implantat VeriChip

Die Universität von Southern California arbeitet zudem seit einigen Jahren an einer Entwicklung, welche als eine Art Kontrollinstanz im Hirn implantiert wird. Menschen, welche einen Schlaganfall erlitten haben oder querschnittsgelähmt sind, soll geholfen werden, indem die fehlenden Impulse durch diese Neuralprothese, bestehend aus einem Silikonchip, automatisch gelernt und ausgelöst werden [18].

5 Weitere Aspekte

5.1 Datenschutz

Einerseits entsteht durch die Integration von Computertechnologie in tragbare Geräte ein gewisses Risiko, dass der Benutzer ständig persönliche Daten auf sich trägt, welche unter Umständen ohne sein Wissen ausgelesen werden können (dies ist insbesondere bei Implantaten der Fall). Andererseits führt die Miniaturisierung der Komponenten dazu, dass sich der Benutzer nicht über deren Existenz bewusst ist, die er mit sich herumträgt. Beide Tatsachen werfen Fragen bezüglich des Datenschutzes auf. Im Folgenden werden nun die wichtigsten Punkte genauer betrachtet.

Zuverlässige Infrastruktur

Die eingesetzte IT Infrastruktur muss je nach Einsatzgebiet zwingend und absolut verlässlich und unterbruchsfrei funktionieren. Der Übertragungsfluss der Sensordaten darf also nicht plötzlich unterbrochen werden. Gerade im Gesundheitsbereich können Verzögerungen oder Fehlinformationen schwerwiegende Folgen haben. Dies gilt auch für Systeme, welches

Entscheidungen fällt und / oder weitere Aktionen auslöst. Diese Problematik gilt jedoch im Allgemeinen und nicht nur für den Bereich Wearable Computing.

Das bedeutet konkret, dass die Systeme so gestaltet werden müssen, dass die zweckbestimmte Qualitätsgarantie unter allen Umständen eingehalten werden kann, vor allem in Bezug auf die Antwortzeiten.

Business Environment

Damit Daten nicht einfach ausgelesen und weiterverwendet werden, können zusätzliche organisatorische Massnahmen helfen, die Sicherheit zu steigern. Die Daten beispielsweise auf RFID Chips werden nicht direkt gespeichert, sondern dienen lediglich als Referenz auf die spezifischen Daten, welche mit weiteren Kontrollmechanismen in einem anderem System abrufbar sind.

Regulationen

Allenfalls besteht in rechtlich festgelegten Rahmenbedingungen die einzige Möglichkeit, die Trends und Entwicklungen der Industrie zu kontrollieren. Dies gilt insbesondere für die Implantierung von Chips. Mit der fortschreitenden Entwicklung der Technologie werden sich diese Fragen aufdrängen, momentan sind jedoch noch keine Einschränkungen gesetzlich verankert.

Sicherheitsherausforderungen

Die Sicherheitsfragen betreffen ganz allgemein die Verschlüsselungstechnik. Schwierigkeiten bestehen zudem im Verhindern von Fälschungen und dem missbräuchlichem Kopieren oder Beschaffen von Personendaten, wobei hier jedoch nicht weiter darauf eingegangen wird (weitere Informationen bezüglich Sicherheit von RFID Technologie können unter [19] nachgelesen werden).

5.2 Akzeptanz

Im Folgenden werden die Punkte betrachtet, welche als entscheidend eingestuft werden für den vollständigen Durchbruch von Wearable Computing in der Gesellschaft oder in den entsprechenden Anwendungsbereichen.

Vertrauenswürdiger Datenschutz

Die Akzeptanz der von Wearable Computing und die damit verbundenen Möglichkeiten werden stark von der Situation und den Lösungen im Bereich der Privacy Diskussion abhängen. Wenn das Vertrauen geschaffen werden kann, dass die Systeme zuverlässig und vertrauenswürdig funktionieren, wird der Etablierung nichts im Wege stehen (siehe Entwicklung der GSM Telefonie, wo die Telekommunikationsbetreiber Informationen bezüglich Aufenthaltsort der Kunden haben, ohne dass diese explizit davon in Kenntnis gesetzt sind). Gerade die Tatsache der Miniaturisierung der Technologien könnte dies aber zusätzlich erschweren.

Ethische Fragen

Das Nationale Informationszentrum in Mexiko hat im Jahr 2004 für die Steigerung der Sicherheit 168 Mitarbeitern der Behörde für die Zugangskontrolle zum Hochsicherheitsareal einen RFID-Chip implantiert [20].

In naher Zukunft sollen auch GPS Implantate auf den Markt kommen, welche die Ortung über Satelliten ermöglichen und somit natürlich die Überwachungsmöglichkeiten enorm ansteigen. Ob Implantate für solche Zwecke zum Einsatz kommen dürfen und sollen, bleibt fragwürdig. Insbesondere wenn es sich wie im mexikanischen Beispiel um ein Muss für Mitarbeiter handelt.

Religionsfragen

Einige Religionen lehnen das implantieren von jeglichen Gegenständen strikte ab. Diese Werte sollten respektiert werden und nicht durch Vorschriften und Zwang in Konflikt stehen.

Benutzerschnittstelle

Ein schliesslich letzter wichtiger Faktor für die erfolgreiche Durchsetzung ist die Benutzerschnittstelle. Sämtliche Eingaben sollten möglichst passiv oder wenigstens über eine sehr einfach bedienbare graphische Benutzerschnittstelle erfolgen.

6 Ausblick

Wie bereits einige Male in dieser Arbeit angesprochen wurde, steckt in der Entwicklung von Wearable Computer (in welcher Form auch immer) ein enormes Potential zur Unterstützung von Benutzern in den verschiedensten Bereichen und Situationen.

Die Voraussetzung für einen kommerziellen Durchbruch von Wearable Computersystemen ist allerdings die erfolgreiche Überwindung der in diesem Bericht erwähnten Hindernisse. Dabei sind sowohl die Gesellschaftlichen, als auch die Technischen gleichermaßen entscheidend.

Die zuletzt erzielten Fortschritte und Erkenntnisse in der Forschung lassen in näherer Zukunft auf einige interessante und nützliche Applikationen hoffen.

Literaturverzeichnis

- [1] MIT Wearables: <http://www.media.mit.edu/Wearables> (Abfragedatum 10.06.2006)
- [2] ICES der University of Pittsburgh: <http://www.ices.cmu.edu> (Abfragedatum 5.06.2006)
- [3] Universität Karlsruhe: http://www.itiv.uni-karlsruhe.de/opencms/opencms/de/research/workgroups/MST_Optik/wear_comp/index.html (Abfragedatum 5.06.2006)
- [4] MIT: <http://web.media.mit.edu/~testarne/TR328/node1.html> (Abfragedatum 6.06.2006)
- [5] Teleseminar Universität Karlsruhe: [www.aifb.uni-karlsruhe.de/Lehre/ Sommer2005/telews/FolienWearableComputing.pdf](http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Lehre/Sommer2005/telews/FolienWearableComputing.pdf) (Abfragedatum 5.06.2006)
- [6] Institut für Telematik, TH Karlsruhe: www.teco.edu
- [7] Institut AIFB Universität Karlsruhe: [www.aifb.uni-karlsruhe.de/Lehre/ Sommer2005/telews/dokumente/thema1_einfuehrung.pdf](http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Lehre/Sommer2005/telews/dokumente/thema1_einfuehrung.pdf) (Abfragedatum 5.06.2006)
- [8] Ed Thorp and Claude Shannon reveal their invention of the first Wearable computer, used to predict roulette wheels [MIT]: <http://www.media.mit.edu/Wearables/lizzy/timeline.html#1966a> (Abfragedatum 13.06.2006)
- [9] Polar Homepage: <http://www.polar.fi/> (Abfragedatum 10.06.2006)
- [10] IBM m-Health Wireless: http://www-03.ibm.com/technology/designconsulting/port_mhealth.html (Abfragedatum 10.06.2006)
- [11] myvu Personal Media Viewer: <http://www.myvu.com> (Abfragedatum 10.06.2006)
- [12] 3DVisor Personal Display System for Games: <http://www.3dvisor.com> (Abfragedatum 12.06.2006)
- [13] O'Neill Hub, Know Where Jacket in Zusammenarbeit mit Interactive Wear: <http://www.interactive-wear.de> (Abfragedatum 15.06.2006)
- [14] NikePlus: <http://www.nike.com/nikeplus>, <http://www.apple.com/ipod/nike> (Abfragedatum 10.06.2006)
- [15] Wearable Electronic & Smart Textiles Community: <http://www.smarttextiles.info/index.htm> (Abfragedatum 15.06.2006)
- [16] Jörn Felix Lübben, Dr. sc. techn. Empa St. Gallen, Funktionale Fasern und Textilien: http://www.tec21.ch/pdf/tec21_4120052943.pdf (Abfragedatum 12.06.2006)
- [17] VeriChip Incorporation: <http://www.verichipcorp.com> (Abfragedatum 12.06.2006)
- [18] Berger et al., 2001: Brain-Implantable Biomimetics Electronics, p. 994 – 1012
- [19] Ari Juels, 2005: RFID Security and Privacy: A Research Survey http://www.rsasecurity.com/rsalabs/staff/bios/ajuels/publications/pdfs/rfid_survey_28_09_05.pdf (Abfragedatum 13.06.2006)
- [20] CNN News 5th Aug 2004: RFID: Getting Under Your Skin? <http://money.cnn.com/2004/08/05/commentary/ontechnology/rfid/> (Abfragedatum 12.06.2006)

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: <http://www.ices.cmu.edu/design/wearability>
- Abbildung 2: <http://www.wearable.ethz.ch/>
- Abbildung 3: <http://www.media.mit.edu/Wearables>
- Abbildung 4, 5, 7: <http://www.teco.edu>
- Abbildung 6: http://www.itiv.uni-karlsruhe.de/opencms/research/workgroups/MST_Optik/wear_comp/index.html
- Abbildung 8: <http://www.myvu.com>
- Abbildung 9: <http://www.verichipcorp.com>

Anhang

Zu diesem Seminarbericht haben die beiden Autoren folgendermaßen beigetragen:

Barbara Schwarz: Kapitel 1, 4, 5

Manuel Probst: Kapitel 2, 3, 6