

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 95 (2004)
Heft: 19

Artikel: Wearable Computing
Autor: Tröster, Gerhard / Kirstein, Tünde / Lukowicz, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857987>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wearable Computing

Kommunikation am Körper, in Fäden und Knöpfen

Die in diesem Beitrag vorgestellte Definition eines «Wearable Computers» skizziert einen persönlichen Assistenten, der uns kontinuierlich in unseren täglichen Unternehmungen begleitet und unterstützt, der weiss, wo und in welcher Situation wir uns befinden, der versucht, Informationen und Auskünfte, wie wir sie aktuell benötigen, aus dem Internet oder aus unseren persönlichen Daten zusammenzutragen, und mit dem wir über Sprache, Gestik, eingenähte Tastaturen und Brillendisplay kommunizieren.

Mobiltelefon, PDA, MP3-Spieler, Digital-Kamera – vielfach auch ein Laptop – gehören heute für viele von uns zur mobilen Grundausstattung in Beruf und Freizeit. Um diese Kommunikationssysteme zu bedienen, muss die Aufmerk-

Gerhard Tröster, Tünde KIRSTEIN, Paul Lukowicz

samkeit weitgehend ungeteilt der Benutzeroberfläche dieser Geräte gewidmet werden, meistens visuell mit manueller Bedienung. Dies führt zu einer hohen kognitiven und interaktiven Belastung des Benutzers, wodurch die Interaktion mit der Umwelt unterbrochen wird. Beim Autofahren beispielsweise kann diese Belastung zu einer verminderten Aufmerksamkeit des Verkehrs führen, weshalb das Benutzen von Mobiltelefonen im Automobil ohne Freisprecheinrichtung verboten ist.

Die kognitive Inanspruchnahme schränkt zudem die Benutzung ein: Obwohl wir Mobiltelefon und PDA oft den ganzen Tag bei uns haben, werden sie nur einen Bruchteil der Zeit tatsächlich genutzt, da es vielfach zu aufwändig ist, das Gerät aus der Tasche zu nehmen, einzuschalten und die gewünschte Information abzurufen.

Im Gegensatz zu den oben erwähnten Mobilgeräten unterscheiden sich Wearable Computer gerade in ihrer Nutzung und Nutzungsdauer. Der Benutzer soll simultan mit dem Wearable Computer und mit der Umwelt interagieren können. Dies erfordert einen Wearable Computer

als persönlichen Assistenten, der die Umwelt möglichst nahe am Benutzer beobachten und sich auf die aktuellen Benutzerbedürfnisse einstellen kann. Ein Wearable Computer muss daher folgende vier Eigenschaften aufweisen.

Eigenschaft 1: Erkennung des Benutzerumfeldes

Um den Benutzer in seinen Tätigkeiten und in seinem Informationsbedürfnis zu unterstützen, muss der Wearable Computer über Sensoren mit der Umwelt interagieren; er sollte darüber hinaus in der Lage sein, die Aktivität sowie den physiologischen und emotionalen Zu-

stand des Benutzers zu erkennen – Eigenschaften, die unter dem Begriff Kontexterkenennung zusammengefasst sind.

Beispiel: Andauernder Stress und körperliche Anspannung erhöhen bekanntlich das Risiko für Kreislauferkrankungen. Aus biometrischen Daten und der Aktivität des Benutzers kann der Wearable Computer bekannte Stressfaktoren wie andauernde Belastung, Bluthochdruck usw. erkennen und den Benutzer auffordern, sich durch Atemübungen oder autogenes Training zu entspannen.

Eigenschaft 2: Vereinfachte Bedienung

Die Kontextinformation ermöglicht die Bedienung des Wearable Computers bei geringer kognitiver Belastung des Benutzers weitgehend ohne Einsatz der Hände. Anstatt die gewünschte Funktion aus einer Hierarchie von Menüs herauszufinden, kann der Wearable Computer aus dem aktuellen Kontext die zwei wahrscheinlichsten Optionen präsentieren und damit die Auswahl erleichtern und verkürzen.

Beispiel: Mobile Wartungsmonture erhalten auf ihrem Wearable Computer die entsprechenden Informationen wie beispielsweise Lagepläne, Konstruktionsskizzen und Checklisten, um vor Ort ohne Zeitverlust ausgefallene Versorgungsanlagen reparieren zu können.

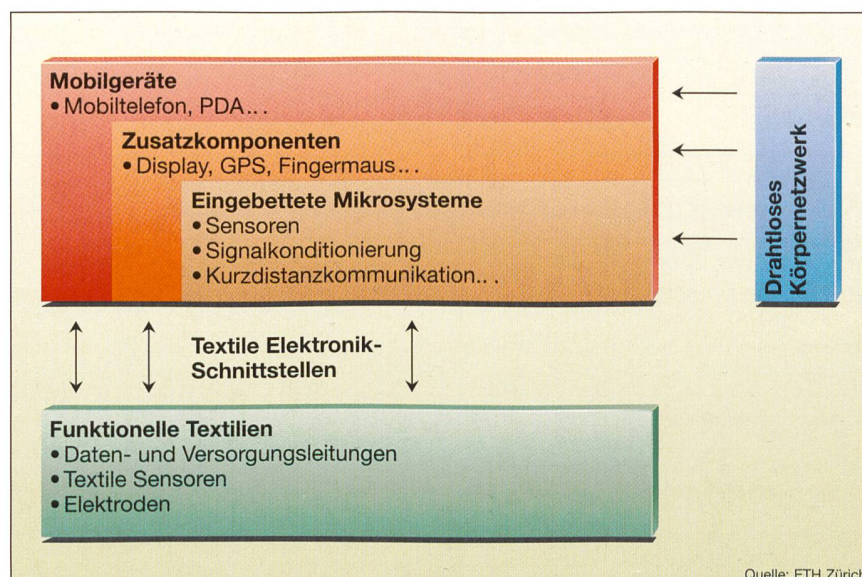


Bild 1 Integrationsebenen eines Wearable Computers

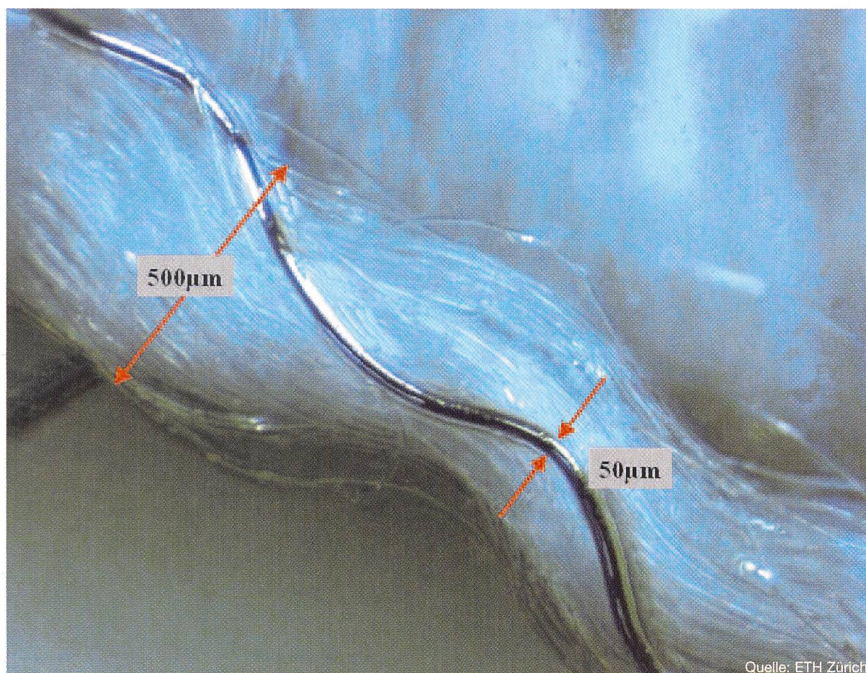


Bild 2 Polyesterergarn mit umspunnenen Kupferfaden

Eigenschaft 3: Erweiterte Wahrnehmung der Umwelt

Sensoren in der Kleidung versetzen den Wearable Computer in die Lage, mehr Informationen vom Benutzer und seiner Umwelt aufzunehmen, als dieser selber wahrnehmen kann.

Beispiel: Vorstellbar wäre ein Kindern anziehbarer «Verkehrslotse» für den Weg zur Schule. Ausgestattet mit GPS, Kameras und Mikrofon kennt er den Weg und erkennt mögliche Gefahren wie etwa ein nahendes Auto auf einer unübersichtlichen Strassenkreuzung.

Eigenschaft 4: Unaufdringliche Integration in die Kleidung

Eine kontinuierliche und auf die individuellen Bedürfnisse des Benutzers bezogene Unterstützung bedingt die unaufdringliche Integration der einzelnen Module des Wearable Computer in die Kleidung. Sie sind so – sowohl während der beruflichen Tätigkeiten als auch in der Freizeit – immer griffbereit, wobei sie den Benutzer bei seinen täglichen Unternehmungen jedoch nicht behindern dürfen.

Beispiel: Diese Eigenschaft kann für viele ältere Mitbürger attraktiv sein, wenn sie möglichst lange selbstständig zu Hause leben wollen – dies selbst bei ersten Symptomen von Altersdemenz. Ein Gesundheitsmonitor als Teil ihrer Kleidung könnte ihnen ihre Lebensqualität bis ins hohe Alter erhalten, indem er kontinuierlich Vitalparameter wie Herzschlag und Blutdruck beobachtet – und

bei Abweichungen oder Unfällen die Ambulanz informiert –, die angemessene Einnahme von Medikamenten, Nahrungsmitteln und Getränken empfiehlt, ein Bewegungsprogramm offeriert und es nahe stehenden Verwandten ermöglicht, Kontakt aufzunehmen und die jeweilige Situation einzuschätzen. Er vereinigt damit Arzt, Krankenpfleger, Trainer, Physiotherapeut und Kommunikationspartner in einem Gerät.

Manche der oben genannten Beispiele sind noch Vision, doch viele Mitbürger benutzen mit einem modernen Hörgerät bereits einen Wearable Computer, der einige der genannten Fähigkeiten aufweist: das Hörgerät ist den ganzen Tag über in Betrieb (Eigenschaft 4), es erkennt die jeweilige Benutzersituation (Eigenschaft 1) und passt kontinuierlich die Übertragungscharakteristik an das akustische Umfeld an (Eigenschaft 3), ohne dafür die Aufmerksamkeit seines Benutzers zu beanspruchen (Eigenschaft 2).

Systemarchitektur für Wearable Computer

Die Vielfalt der Anwendungsfelder von Wearable Computer – vom Gesundheitsmonitoring bis zur Unterstützung der Feuerwehr – schlägt sich auch in der Vielzahl möglicher Systemarchitekturen nieder, die sich in der Verteilung der einzelnen Komponenten in unserer Kleidung unterscheiden. Unsere Kleidung – optimiert über mehrere Jahrhunderte – weist eine hierarchische Struktur auf. Die

Unterwäsche steht in engem Kontakt mit der Haut und hat hohe Anforderungen an die Hygiene und Bequemlichkeit zu erfüllen. Die nächsten Kleidungsschichten sind unserer Umwelt ausgesetzt. Wir stellen sie täglich entsprechend unseren persönlichen Präferenzen für die jeweilige Tagesaktivität zusammen, zumeist aufgeteilt in Kleidungskomponenten, die wir permanent tragen, und Kleidungsstücke wie beispielsweise einen Mantel, die wir mehrmals täglich wechseln.

Das Wearable Computing Lab der ETH Zürich¹⁾ hat ein Integrationskonzept für Wearable Computer vorgeschlagen [1], das Struktur und Funktionalität unserer Kleidung berücksichtigt. Der Wearable Computer ist dabei modular auf vier Funktionsebenen aufgeteilt: in funktionelle Textilien, eingebettete Mikrosysteme, optionale Zusatzkomponenten und Standardmobilkomponenten (Bild 1).

Funktionelle Textilien

Sensoren, die unsere Bewegungen oder Körperdaten wie Temperatur und Herzschlag detektieren, müssen in direktem Hautkontakt stehen; die Unterwäsche bietet sich dabei als Sensorplattform an. Die sensorischen Eigenschaften werden von Textilfasern oder von eingearbeiteten Mikrosensoren übernommen. So zeigen beispielsweise mit Polypyrrol beschichtete Lycrafasern²⁾ einen piezoelektrischen Effekt: der elektrische Widerstand ändert sich mit der Dehnung. Körperhaltungen und -bewegungen sind somit mit diesen Fasern detektierbar. Mit Kapton³⁾ beschichtete Textilien wiederum eignen sich als angenehm zu tragende Hautelektroden, um Temperatur oder EKG-Signale⁴⁾ an der Hautoberfläche abzugreifen.

Über textile Materialien lässt sich auch die Kommunikation zwischen Sensoren untereinander und mit der Umwelt bewerkstelligen. Bild 2 zeigt einen Polyes-

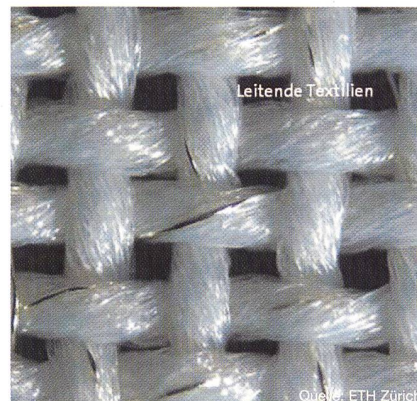


Bild 3 Gewobene Textilien mit leitenden Fasern



Bild 4 Gestickte Spule zur drahtlosen Kopplung zwischen MP3-Player und Kopfhörer

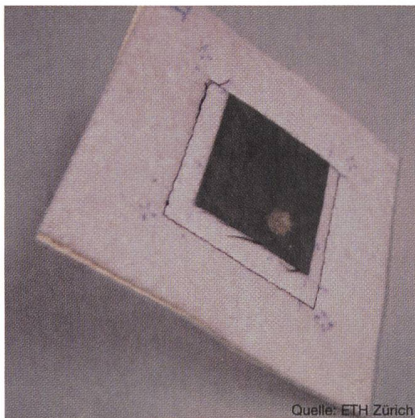


Bild 5 Textile Bluetooth-Antenne

terfaden, der von einem isolierten Kupferfaden umspinnen ist. Diese Fadenkombination kann in gängigen Webmaschinen so verarbeitet werden, dass die textilen Eigenschaften wie etwa Drapierbarkeit weitgehend erhalten bleiben (Bild 3). Messungen zeigen [2], dass bei geeigneter Beschaltung Datenmengen von bis zu 100 Mb/s über diese textilen Leitungen übertragen werden können: ein textiles «Körperinternet» ist somit machbar. Textile Antennen ermöglichen dabei die drahtlose Kommunikation, ohne den Tragekomfort zu beeinträchtigen. So überbrückt etwa die in Bild 4 dargestellte gestickte Spule induktiv kurze Distanzen, beispielsweise zwischen zwei Kleidungsstücken. Die in Bild 5 dargestellte Bluetooth-Antenne ist aus mehreren leitfähigen und isolierenden textilen Schichten aufgebaut. Die Übertragungseigenschaften ändern nur geringfügig, wenn die Antenne gebogen wird; mit einer Dicke von weniger als 5 mm passt sie damit an vielen Stellen unserer Kleidung.

Eingebettete Mikrosysteme

Die Erkennung von Bewegungsmustern oder die Orientierung in der Umwelt erfordern verschiedenartige über den Körper verteilte und untereinander vernetzte Sensoren. Die jeweilige Tätigkeit

und das Umfeld bestimmen Sensortyp und Position am Körper. Für die Unterstützung eines Feuerwehrmanns im Einsatz sind beispielsweise seine exakte Lokalisierung in Gebäuden, die Beurteilung des näheren Umfeldes und eine stabile Kommunikation wichtig; Inertialsensoren⁵⁾ zur Bewegungsverfolgung, Gas- und Temperatursensoren sowie mehrere verlässliche Antennen müssen dafür in der Schutzkleidung implementiert sein. Um den Bewegungsablauf von Skilangläufern in jeder Bewegungsphase zu analysieren, sind hingegen Drucksensoren in den Schuhen und Händen, Beschleunigungs- und Drehratensensoren in allen Gelenken der Extremitäten erforderlich. In der Kleidung ist eine flexible und leicht zu handhabende Platzierung dieser Sensorknoten nur möglich, wenn sie miniaturisiert aufgebaut, autonom agieren und weitgehend drahtlos mit anderen Einheiten kommunizieren können. Neben dem eigentlichen Sensor sind daher ein Signalprozessor für die Datenaufbereitung und Merkmalsextraktion, ein Transceiver für den Datenaustausch und eine autonome Energieversorgung auf kleinstem Raum unterzubringen – eine Herausforderung an die Mikrosystemtechnik.

Bild 6 zeigt das Konzept eines Sensorknopfes, wie er derzeit am ETH Wearable Computing Lab entwickelt wird: Sensorik, Signalverarbeitung und Kommunikation sind in einem Volumen von einem halben Kubikzentimeter unterzubringen, einschliesslich Pufferbatterie und Solarzellen. Die effiziente Nutzung des verfügbaren Volumens gelingt durch eine dreilagige Aufbautechnik mit vertikalen Verbindungen zwischen den Bauteilebenen.

Solarzellen und Batterie müssen einen kontinuierlichen Betrieb über 24 Stunden sicherstellen. Messungen zeigen, dass ein nordeuropäischer Bürobeschäftigter über einen Arbeitstag hinweg mit einer Solarzelle etwa 700 mJ/mm² Energie akkumuliert. Bei einer Fläche der Solarzellen von 37 mm² steht damit eine mittlere Leistung von 300 mW zur Verfügung. Ein kontinuierlicher Betrieb auch bei fehlender Lichteinstrahlung verlangt eine Speicherkapazität von minimal 7,4 J, die eine Lithium-Polymerbatterie in einem Volumen von weniger als 50 mm³ aufnehmen kann. Sensorelemente und Kommunikationsbausteine des Sensorknopfes haben einen Leistungsbedarf von 1,5 µW. Mit einem Tastverhältnis kleiner 1 zu 5 (nur 1/5 der Zeit wird tatsächlich gemessen) reicht die abgegebene Leistung der Solarzellen aus, um eine kontinuierliche Kontexterkenennung und Kommunikation zu gewährleisten [3].

Zusatzkomponenten

Zusatzmodule, die an der Kleidung befestigt die textile Infrastruktur benutzen, können die Funktionalität des Wearable Computers speziellen Benutzerbedürfnissen und -situationen anpassen. Ein im Schulterbereich montiertes GPS-Modul⁶⁾ teilt dem Wearable Computer die Ortskoordinaten mit und ermöglicht so die Lokalisierung und Bewegungsaufzeichnung von Out-Door-Sportlern.

Als Benutzerschnittstelle sind verschiedene Komponenten einsetzbar. Flexible, auf dem Ärmel befestigte organische Displays sind bei angewinkeltem Unterarm ablesbar. Direkt vor dem Auge kann ein Microdisplay montiert werden (Bild 7), das Informationen offeriert, ohne dass der Benutzer seine Aufmerksamkeit von der Umwelt abwenden muss. Integriert in den Helm, kann es Feuerwehrleute in ihren Einsätzen unterstützen.

In Ergänzung zum Eingabemedium Sprache kann der Wearable Computer auch mit den Händen gesteuert werden, wenn eine in einem Knopf eingebaute miniaturisierte Kamera Bewegungen und Gesten verfolgt und in entsprechende Steuerbefehle umsetzt. Es ist offensichtlich, dass diese Art von «Fingermaus» intuitiver zu bedienen ist als eine Tastatur.

Rechenintensive Echtzeitanwendungen wie Spracherkennung oder Videospiele verlangen ausreichend mobile Rechenleistung. Das an der ETH entwickelte QBIC-Rechnermodul⁷⁾ basiert auf dem Xscale-Prozessor⁸⁾, einem SRAM-Speicher⁹⁾ von 256 MB und den Stan-



Bild 6 Sensorsystem in einem Knopf



Bild 7 Microdisplay (von Microoptical Corp.)



Quelle: ETH Zürich

Bild 8 Der an der ETH entwickelte Gürtelcomputer QBIC

dardschnittstellen USB⁽¹⁰⁾, RS-232, VGA⁽¹¹⁾, Bluetooth. Die elektronischen Bauteile sind in einem flachen, u-förmigen Gehäuse untergebracht, das auf eine Gürtelschnalle aufgesteckt werden kann (Bild 8). Der Ledergürtel beherbergt die austauschbaren Batterien, Speichererweiterungen und die WLAN-Anbindung⁽¹²⁾. Das QBIC-System ist konzipiert als eine mobile und angenehm zu tragende Rechnerplattform, die kontinuierlich über einen ganzen Tag Daten vom Benutzer und der Umwelt aufnimmt, verarbeitet und kommuniziert. Pilotanwendungen kommen aus dem Bereich Healthcare und Arbeitsphysiologie.

Mobilgeräte

Durch die Verschmelzung von Mobiltelefon und PDA steht mit dem «Smartphone» eine Schnittstelle zwischen dem persönlichen Kommunikationsbereich und öffentlichen Diensten einschliesslich



Quelle: ETH Zürich

Bild 9 AMON: Überwachungs- und Alarmsystem am Handgelenk

des Internets zur Verfügung. Über Bluetooth kann das Smartphone Komponenten wie den QBIC in der Kleidung direkt ansprechen und Daten austauschen.

Die bisher beschriebenen «unteren» Funktionsschichten eines Wearable-Systems – funktionelle Textilien, Mikrosysteme und Zusatzkomponenten – befinden sich zwar nahe am Körper, sind aber nicht auf einen einzelnen Benutzer appliziert. So wird es Unterhemden mit eingewebten EKG-Elektroden in den verschiedenen Konfektionsgrössen geben, und Sportler oder Herzinfarktgefährdete werden mehrere solcher Unterhemden besitzen. Das Smartphone hingegen gehört einem Benutzer persönlich, es ist sein einziges Gerät, das er täglich benutzt und auf dem er auch private Daten ablegt.

Anwendungen und Ausblick

Viele der bisher genannten Beispiele mögen noch visionär klingen, doch erste Anwendungen bestätigen den Trend hin zu «Wearable-Systemen». Rehabilitation, Gesundheitsmonitoring und Wellness sind die treibenden Geschäftsfelder, die Wearable Computing in den kommenden Jahren dominieren werden.

Für infarktgefährdete Patienten beispielsweise wurde in einem EU-Projekt das AMON-System⁽¹³⁾ entwickelt [4]: Eine Manschette am Handgelenk beherbergt mehrere Sensoren und Auswertecomputer, die eine kontinuierliche Beobachtung und Bewertung der Vitalparameter wie Herzschlag, Sauerstoffsättigung, Temperatur und Aktivität des Benutzers ermöglichen (Bild 9), ohne dass der Benutzer in seiner Mobilität eingeschränkt ist; kritische Veränderung der Kreislaufdaten werden über die eingebaute Handy-Schnittstelle an einen Arzt oder einen Notfallstation übermittelt.

Das laufende EU-Projekt MyHeart⁽¹⁴⁾ erweitert den Anwenderkreis über Risikopatienten hinaus. Textile Sensoren in der Kleidung messen relevante Vitalparameter; korreliert mit Aktivitäten und Umfeld des Benutzer wird ein individuelles Gesundheitsprofil erstellt, und es werden Vorsorgemassnahmen wie ausreichende Bewegung, Ernährungshilfen, Entspannungsübungen vorgeschlagen.

Der in Bild 10 dargestellte textile Rückenmanager ist auch für den täglichen Gebrauch konzipiert: er erkennt Fehlhaltungen und einseitige Belastungen – beispielsweise beim Sitzen vor dem Bildschirm – und warnt, bevor Komplikationen wie etwa Hexenschuss eintreten.

Wie geht es weiter und was können wir in den kommenden Jahren erwarten? Die

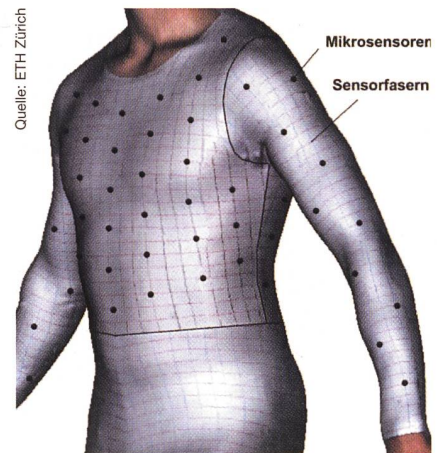


Bild 10 Sensorhemd

Fortschritte in der Miniaturisierung, bei der Rechenleistung, der Energiespeicherung, aber auch die Textiltechnik sowie neue Mikrosensoren lassen die Vision eines hilfsbereiten, jederzeit verfügbaren Assistenten, der uns begleitet und bekleidet, näher rücken.

Referenzen

- [1] P. Lukowicz, T. Kirstein, G. Tröster: Wearable Systems for Health Care Applications. *Methods Inf Med*, 3/2004, S. 232-238
- [2] D. Cottet, D. Grzyb, T. Kirstein, G. Tröster: Electrical Characterization of Textile Transmission Lines. *IEEE Transactions on Advanced packaging* 2003; 26(2), S. 182-190
- [3] N. Bharatula, S. Ossevoort, M. Stäger, G. Tröster: Towards Wearable Autonomous Microsystems. *Lecture Notes in Computer Science*, Heidelberg, Second International Conference on Pervasive Computing, 2004, S. 225-237.
- [4] P. Lukowicz, U. Anliker, J. Ward, G. Tröster, E. Hirt, C. Neufelt: AMON: A Wearable Medical Computer for High Risk Patients. *ISWC 2002: Proceedings of the 6th International Symposium on Wearable Computers*, S. 133-134, <http://www.wearable.ethz.ch/amon.0.html>

Angaben zu den Autoren

Dr. **Gerhard Tröster** ist seit 1993 ordentlicher Professor für Elektronik an der ETH Zürich. Er leitet die Fachgruppe Digitale Systeme und das Wearable Computing Lab am Institut für Elektronik. *ETH Zürich, 8092 Zürich, troester@ife.ee.ethz.ch*

Dr. **Tünde Kirstein** arbeitet seit 2001 als Oberassistentin am Wearable Computing Lab der ETH Zürich. Ihre Interessen liegen im Bereich Smart Clothing und elektronische Textilien. *ETH Zürich, 8092 Zürich, kirstein@ife.ee.ethz.ch*

Dr. **Paul Lukowicz** ist seit 2003 Professor für Informatik und Leiter des Instituts für Technische Informatik und Kommunikationstechnik an der Privaten Universität für Gesundheitswissenschaften, Medizinische Informatik und Technik in Innsbruck (UMIT). Seine Forschungsinteressen umfassen ubiquitous computing (ubiquitous: allgegenwärtig), insbesondere Kontexterkenkung und Systemarchitekturen, Anwendungen in Gesundheitsbereichen, Organic Computing, so wie opto-elektronische Verbindungstechnik. *UMIT, A-6020 Innsbruck, paul.lukowicz@umit.at*

¹ www.wearable.ethz.ch

² Lycra ist ein geschützter Markenname der Firma Du Pont für Elasthanfasern.

³ Kapton: Aramidfaser von Du Pont de Nemours.

⁴ EKG: Elektro-Kardiogramm, Visualisierung des Herzschlags.

⁵ Inertialsensoren: Sensoren, welche Beschleunigungen, Drehungen oder Neigungen im Raum frei beweglicher Objekte erfassen.

⁶ GPS: Global Positioning System: Satellitengestützte Navigationssystem.

⁷ QBIC: ETH Zürich, Q Belt Integrated Computer, <http://www.wearable.ethz.ch/qbic.0.html>

⁸ Xscale: Intel-Prozessoren für den Einsatz in Mobiltelefonen und PDAs.

⁹ SRAM: Static Random Access Memory

¹⁰ USB: Universal Serial Bus

¹¹ VGA: Video Graphics Array

¹² WLAN: Wireless Local Area Network

¹³ AMON: Advanced telemedical Monitor, <http://www.wearable.ethz.ch/amon.0.html>

¹⁴ <http://www.extra.research.philips.com/euprojects/myheart/>

Wearable Computing

La communication sur le corps, dans les fils et les boutons

La définition que présente l'article du «Wearable Computer» décrit un assistant personnel qui nous accompagne et nous assiste continuellement dans nos entreprises quotidiennes, qui sait où nous nous trouvons et dans quelle situation, qui essaie de rassembler sur Internet ou parmi nos données personnelles des informations et renseignements dont nous avons besoin au moment et avec lequel nous communiquons par la parole, les gestes, des claviers cousus et un affichage monté sur les lunettes.

Die metallfreie Fibre-Optic-Systemlösung mit 30 Minuten Funktionserhalt (E30)



optofil®-Safety

Argumente, die überzeugen

- Metallfreie Glasfasersystemlösung mit 30 Minuten Funktionserhalt (E30) (in Anlehnung an DIN 4102-12)
- Geprüft auf Isolationserhalt nach IEC 60331-25, EN 50200, BS 6387 (CWZ)
- Funktionalität von Videosystemen, Beschallungseinrichtungen und 1GbE-Übertragungen über 30 Minuten
- Bestandteil einer umfassenden Systemlösung mit eigener hochmoderner Glasfaserfertigung
- Kundenspezifische Beratungs- und Servicedienstleistungen

Dätwyler

Kabel + Systeme

Dätwyler AG

Gotthardstrasse 31, 6460 Altdorf, Telefon 041/875 12 68, Fax 041/875 19 86
e-mail: cable.swiss@daetwyler.ch, www.daetwyler.net

Interesse geweckt? Wir stehen Ihnen als kompetenter Partner zur Verfügung!