

**7. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
19. - 21. Oktober 2007 in
München**



**„Ein Bewegungsmesssystem für die Integration in
intelligenten Textilien“**

S. Weber, A. Koschany, T. C. Lüth
Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik, TU München, Garching, Deutschland
E-Mail: stefan.weber@tum.de

Zentralinstitut für Medizintechnik der TU München, Garching, Deutschland

Copyright: VDI Verlag GmbH
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 267 „Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin, 7. Workshop, Tagungsband“
Editors: Ralf Tita, Robert Riener, Martin Buss, Tim C. Lüth
ISBN: 978-3-18-326717-0
Pages: 15-16

Ein Bewegungsmesssystem für die Integration in intelligenten Textilien

S. Weber, A. Koschany, T. C. Lüth

MiMed • Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik, TU München
 IMETUM • Zentralinstitut für Medizintechnik der TU München
 Boltzmannstraße 11 und 15, 85748 Garching

stefan.weber@tum.de

EINLEITUNG

In diesem Beitrag wird die Integration eines integrierten Bewegungsmesssystems in einem Textil vorgestellt. Ziel war es, eine Anzahl von Beschleunigungssensoren gebrauchstauglich in einem Kleidungsstück zu integrieren und die aufgezeichneten Bewegungsmessdaten auf einer separaten Auswerteeinheit zu analysieren und darzustellen.

Konzepte für Intelligente Textilien und mögliche Anwendungen existieren in großer Zahl, technische Umsetzung dagegen liegen in nur geringer Zahl vor. Prinzipiell sind Integrationen von Sensoren (Bedienelemente), Kabelverbindungen zur Übertragung von Energie und Signalen sowie von Aktuatoren (Heizeinheiten, Beleuchtung) möglich. Konkrete Anwendungen finden sich aktuell für Eingabegeräte [Eleksen2007, Fibretronic2007] und für die Unterhaltung. Im Bereich der Spezialfasern gibt es Ansätze zur Integration von elektrisch leitfähigen Drähten (Produktlevel) [Looney 2004, warmX2007] und von optischen Fasern (Funktionsmusterlevel) [De jonckheere2007].

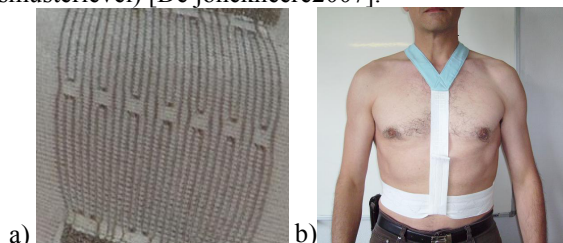


Abb. 1: a) Eingewebte Heizdrähte sorgen für eine Erwärmung des Gewebes und gezielte Wärmeabgabe in den Körper des Trägers b) Optische Fasern in einem Brustgurt messen Atembewegungen des Trägers.

MATERIALIEN UND METHODEN

Um die Erfassung der Bewegungen eines Menschen mit Hilfe eines in der Kleidung integrierten Messsystems zu ermöglichen, wurde der in Abb. 2 dargestellte Systemaufbau eingeführt. Das Gesamtsystem besteht aus den folgenden Komponenten, die spezifischen Anforderungen unterliegen:

Kleidungsstück: Günstig für die Präzision der Messung sind generell anliegende Kleidungsstücke. Um die

Bewegungen der Arme und des Oberkörpers zu erfassen eignet sich daher ein Pullover.

Sensorik: Mittels der integrierten Sensorik sollen Bewegungen von Teilen der Gliedmaßen erfasst und Körperstellen messbar sein. Der Messbereich muss mit den auftretenden Beschleunigungen abgestimmt sein. Für eine Erfassung einer räumlich freien Bewegung muss die Beschleunigung pro Messpunkt in drei Achsen gemessen werden. Da die Sensorik nicht flexibel ist, muss diese möglichst klein sein, um den Tragekomfort nicht zu stören. Die Anordnung der Sensoren muss geeignet sein die Bewegung vollständig zu erfassen.

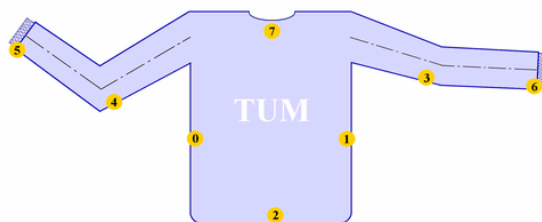


Abb. 3: Beschleunigungssensoren im Kleidungsstück.

Datenaustausch: Der Datenaustausch im Kleidungsstück wird über elektrische Punkt zu Punkt Verbindungen realisiert, wobei später ein gemeinsamer Datenbus zur Minimierung des Verkabelungsaufwandes vorgesehen ist. Die elektrischen Verbindungen müssen anspruchsvollen mechanischen Belastungen (Bewegung, Waschen) standhalten.

Befestigung: Um Kabel und Sensoren in einem Kleidungsstück zu befestigen, besteht die Möglichkeit, diese beim Erstellen des Kleidungsstückes mit einzuweben oder sie an ein fertiges Kleidungsstück anzunähen. Die Befestigung muss stabil sein, darf aber trotzdem die Flexibilität des Gewebes nicht einschränken, da das Kleidungsstück oder die Befestigung sonst sehr schnell reißt.

Kommunikation: Um die im Kleidungsstück gemessenen Daten weiter verarbeiten zu können, müssen diese an einen Computer übertragen werden. Dies ist möglich über drahtlose Verbindungen (Bluetooth, Mote) oder über kabelgebundene Verbindung. Ersteres erfordert einen gewissen Integrationsaufwand. Der vorgestellte

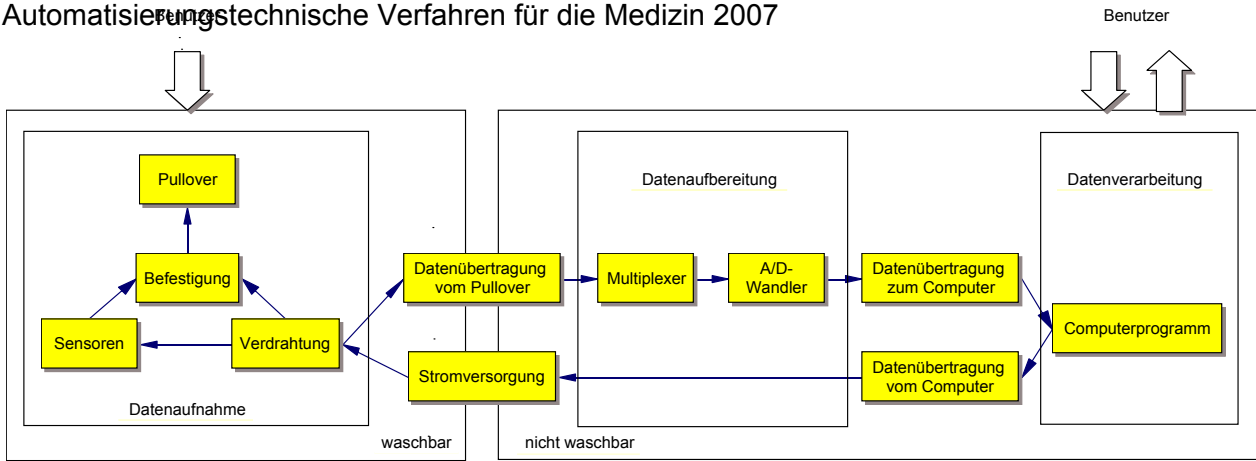


Abb 2: Systemaufbau für die Integration des Beschleunigungsmesssystems im Textil

Prototyp arbeitet daher über eine USB-Verbindung, die mit der Auswerteeinheit verbunden ist.

Auswerteeinheit: Eine Auswerteeinheit verarbeitet die von den Beschleunigungssensoren zur Verfügung gestellten Messdaten, speichert diese ab und visualisiert diese. Außerdem stellt das Auswertesystem eine Funktion zur Kalibration der einzelnen Gelenkkoordinatensysteme zur Verfügung.

ERGEBNISSE

Für ein erstes Funktionsmuster wurden in einem Pullover insgesamt 8 Beschleunigungssensoren zur Erfassung von Beschleunigungen in je 3 Freiheitsgraden integriert.



Abb. 5: Textilbasiertes Bewegungsmesssystem mit Auswerteeinheit

Die Sensoren wurden lagefest auf der Innenseite des Kleidungsstückes befestigt. Die Sensoren sind dabei wasserdicht vergossen. Die Datenübertragung erfolgt über eingenähte elektrische Verbindungen bis zu einem Anschluss am Bund des Kleidungsstückes. In einer zusätzlichen Verarbeitungseinheit erfolgt eine A/D Wandlung und Umsetzung in das USB-Protokoll. Die Auswerteeinheit ist in der Lage, die Messdaten als Bewegungen einer Torsosimulation umzusetzen und anzuzeigen. In einer initialen Kalibrierungsphase werden vor der Benutzung die relativen Lagen der einzelnen Sensoren bezüglich des Erdmagnetfeldes kalibriert. Danach ist eine präzise Analyse der Bewegungen (dynamisch) und der Stellung der Gliedmaßenachsen (statisch) möglich. Exemplarisch ist in Abb. 6 der Verlauf einer Bewegung des Ellenbogengelenks dargestellt.

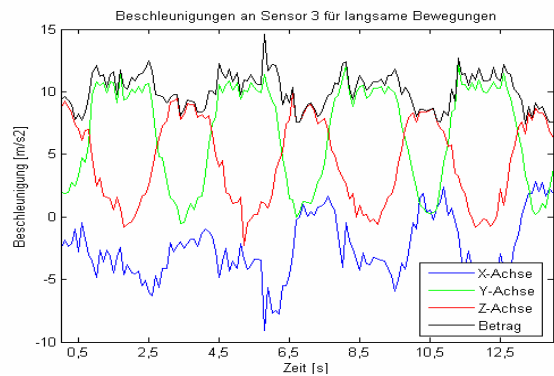


Abb. 6: Auswertung der Bewegungsinformationen des Ellenbogengelenks bei einer langsamen Bewegung.

DANKSAGUNG

Wir bedanken uns bei Angelika Koschany für Ihre wertvolle Arbeit bei der Realisierung des Systems und bei den durchgeführten Messungen und Analysen. Teile der vorgestellten Arbeit sind Bestandteil der Entwicklungen im Rahmen des EU-Projektes OFSETH - *Optical Fibre Embedded into technical Textile for Healthcare* (www.ofseth.org).

LITERATURHINWEISE

[De jonckheere2007] De jonckheere J., Jeanne M., Grillet A., Weber S., Chaud P., Logier R., . Weber J. L. (2007): OFSETH: Optical Fibre Embedded into technical Textile for Healthcare, an efficient way to monitor patient under magnetic resonance imaging; 29th IEEE EMBS Annual International Conference, Aug. 23-26 2007, Lyon, France

[Eleksen2007] Eleksen Group plc; “Eleksen”; 2007; <http://www.eleksen.com>; [Stand 4.4.2007]

[Fibretronic2007] Fibretronic Ltd; “Fibretronic Limited: The World’s Leading Supplier of Wearable Electronics”; <http://fibretronic.com>; [Stand 4.4.2007]

[Looney 2004] Looney, M.G., Ashraf, S.A., Holcombe, B.V., Innis, P.C., Petersen, P.M., Wallace, G.G., Waters, P.J. (2004) Preparation of electroconductive textiles based on a molecular templating process in Proceedings: International Conference for Synthetic Metals, Wollongong.

[WarmX2007] warmX GmbH; “Thermal Underwear WarmX”; <http://www.warmx.de>; [Stand 4.4.2007]