

**2. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
25. bis 26. Feb. 1999 in
Darmstadt**



„Automatisierung in der Bewegungstherapie“

K.-U. Schmidt, T. Birkhöfer, K. Abraham-Fuchs
Siemens AG, Erlangen, Deutschland

ISBN: 318318317x
Pages: 65-66

Automatisierung in der Bewegungstherapie

K. Abraham-Fuchs, T. Birkhölzer, K.-U. Schmidt

Siemens AG, Medizinische Technik,
Grundlagenentwicklung GT2
Henkestr. 127
91052 Erlangen

Schlüsselworte: Orthopädie, Biofeedback, Rehabilitation, Haltungskontrolle

Einführung

Im Rahmen einer Rehabilitation durchläuft ein Patient befundabhängig bestimmte physiotherapeutische Behandlungsphasen 1. Mobilisation, 2. Stabilisation, 3. Muskeltraining zur Verbesserung der *lokalen* Koordination und 4. Muskeltraining zur Verbesserung der *generellen* Koordination [1]. Während der Phase 1 befindet er sich meist in direktem Kontakt zum Therapeuten, wohingegen er in der Phase 2 zunehmend unabhängig übt, um dann in den Phasen 3 und 4 weitgehend selbständig zu trainieren. Nach der zweiten Stufe geht der Therapeut dazu über, nach anfänglichen, einfachen Bewegungen immer komplexere Übungsabläufe ausführen zu lassen, die mehr die aktive Selbstkontrolle des Patienten benötigen. Da es sich bei Rehapatienten oft um ältere Personen handelt, deren Körpergefühl deutlich schlechter als das jüngerer Patienten ist, besteht hier die Gefahr der fehlerhaften Ausführung bzw. der Einnahme inkorrekturer Körperhaltungen während der eigentlichen Übung. Systemtheoretisch betrachtet handelt es sich bei einem krankengymnastischen Training, betreut durch z.B. einen Physiotherapeuten, um einen einfachen Regelkreis, bei dem der Therapeut bestimmte Bewegungsabläufe vorgibt (Sollbewegung/-haltung) und deren Ausführung auf Abweichungen von der Sollbewegung überwacht [2]. Um in den Phasen 3 und 4 (in denen der Patient weitgehend selbständig trainiert, siehe oben) ebenfalls eine kontinuierliche Kontrolle gewährleisten zu können, wurde ein Ansatz zur automatisierten Überwachung und Kontrolle rehabilitativer Maßnahmen realisiert, der hier vorgestellt werden soll.

Methodik

Es wurde eine Systemeinheit entwickelt, die es erlaubt, Haltungen und Bewegungen aufzunehmen und an Hand eines vorher generierten Profils bzw. Sollgangbildes zu bewerten. Das System besteht derzeit aus sieben Beschleunigungssensoren, die individuell auf den jeweiligen Anwendungsfall konfiguriert werden können. Angeschlossen werden die Sensoren an einer am Körper zu tragenden Vorverarbeitungs- und Telemetrieinheit [3]. Damit

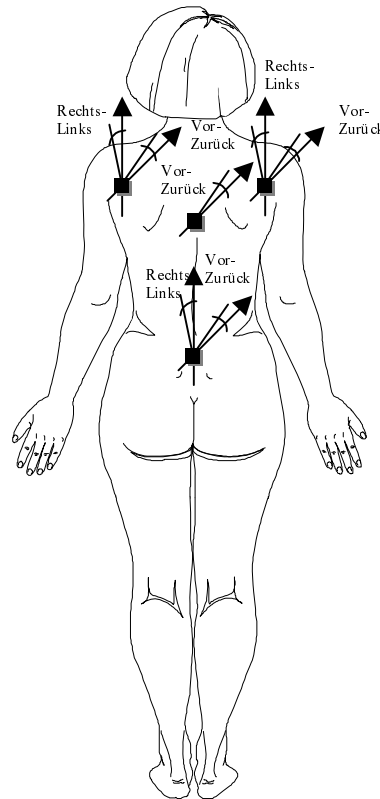


Bild 1: Sensoranordnung bei der Haltungskontrolle

kann der Nutzer sich, im Gegensatz zu den gängigen stationären Einheiten, völlig frei im Raum bewegen. Die ermittelten Meßdaten werden in einem Rechner zur Generierung eines akustischen oder visuellen Feedbacks ausgewertet. Das Konzept wurde beispielhaft für zwei Anwendungen ausgearbeitet:

1. Überwachung von Körperhaltungen,
2. Ermittlung von Ganganomalien.

Zur Ermittlung der Körperhaltung werden die Sensoren direkt in ein entsprechendes Kleidungsstück (z.B. Weste) integriert und die statische Beschleunigung unter Berücksichtigung des Winkels zwischen Sensor und Erdbeschleunigung zur Bestimmung der Körperhaltung herangezogen. Unter Berücksichtigung der Winkelbeziehungen mehrerer, am Körper verteilten Sensoren zueinander ist eine sehr fein differenzierbare Haltungsbestimmung einzelner Körpersegmente möglich (Bild 1). Die Haltung des Übenden wird visuell, in verschiedenen Ansichten (sagital, dorsal und transversal) sowohl in der Ist- als auch in der Sollposition dargestellt, so daß der Übende in der Lage ist selbstän-

dig und vor allem gezielt in die korrekte Haltung zurückzufinden. Die zur Haltungskontrolle nötige Idealstellung wird vor der eigentlichen Übung, interaktiv mit dem Therapeuten festgelegt.

Bei der Ganganalyse werden zwei Blöcke bestehend aus jeweils drei Sensoren verwendet (orthogonal zueinander angeordnet), die die Aufnahme aller drei Bewegungsrichtungen (x, y, z) ermöglichen. Am Körper werden die Sensoren, integriert in einen Gurt, seitlich auf die Hüftknochen plaziert, so daß für eine dynamische Ganganalyse seiten- bzw. beinbezogene Beschleunigungen aufgenommen werden können.

Zur Kontrolle des Gangbildes werden die Hüftbeschleunigungen eines oder mehrerer Schritte gezielt miteinander korreliert (Bild 2).

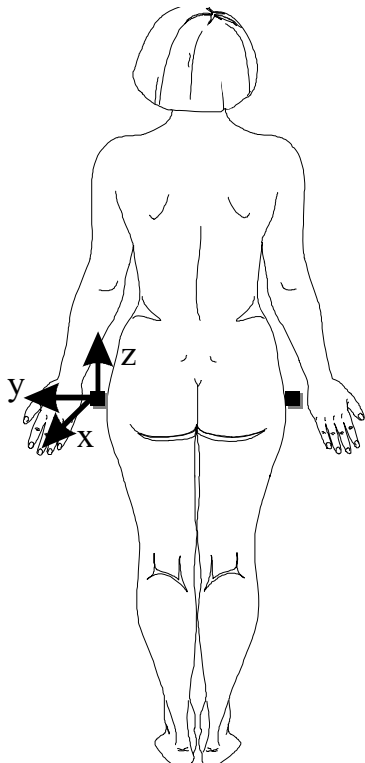


Bild 2: Sensoranordnung bei der Gangkontrolle

Das System ist in der Lage individuelle Einstellungen sowohl jedes Patienten als auch jeder Anwendung zu berücksichtigen. Der Einsatz des ist vor allem für die postoperative Verlaufskontrolle und Übungskontrolle von Patienten nach z. B. einem Bandscheibenvorfall oder nach einer Endoprothese gedacht.

Ergebnisse

Das System zur Überwachung der Haltungskontrolle wurde in der bisherigen Form einem ersten klinischen Experiment an 15 Patienten in der Rheumaklinik Bad Füssing unterzogen. Getestet wurden sowohl rein praktische Aspekte wie z.B. das selbständige Anlegen der Sensorweste als auch die Wirkung des Biofeedbacks im Bezug auf die Wiedereinstellung der gewünschten Körperhaltung. Ein ebenso wichtiger Aspekt war die Ermittlung

des optimale Feedbackmechanismus, der je nach Patientengruppe völlig unterschiedlich zu wählen ist. Wichtigstes Ergebnis des Experimentes war, daß 90% der beteiligten Probanden aussagten, mit Hilfe des Systems ihre Körperhaltung beim Training deutlich verbessern zu können. Dieser subjektive Eindruck wurde von den beteiligten Therapeuten bestätigt.

Die Gangbildkontrolle wurde ebenfalls in einer ersten klinischen Studie getestet, aus der sich Anforderungen für eine Weiterentwicklungen speziell bei pathologischen Gangbildern ergeben haben.

Diskussion

Das hier vorgestellte System zur Überwachung der Rückenhaltung sowie zur Kontrolle des Gangbildes bei Rehabilitationspatienten, stellt den Prototypen eines autonomen Trainingssystems dar. Der Patient ist, nach vorheriger Einstellung durch den Therapeuten, in der Lage selbständig Übungen durchzuführen, die zum einen vom System direkt überwacht und zum anderen zur nachträglichen Auswertung dokumentiert werden können. Ebenfalls von Bedeutung ist, daß das System an keine geometrische Anordnung im Raum gebunden ist. Der Anwender kann sich völlig frei in den örtlichen Gegebenheiten (Trainingsraum oder auch Privatwohnung) bewegen.

Ausblick

Im nächsten Schritt sollen vor allem die Auswertelgorithmen, insbesondere zur automatischen Adaption an den Patienten, weiterentwickelt werden. Zusätzlich ist die Einbindung von weiteren Sensormodalitäten (z.B. zur Rotationsmessung bei der Haltung) geplant.

Schrifttum

- [1] Kolster B., Ebelt-Paprotny G.: Leitfaden Physiotherapie
Jungjohann Verlagsgesellschaft, Neckarsulm Lübeck Ulm, 2. Auflage, 1996
- [2] Korneding, Prof. Dr. M.A., Sedelmaier A.:
Wirbelsäulengymnastik
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2. Auflage, 1982
- [3] Snoek, Hendrik: Analyse und Bewertung von menschlichen Bewegungen basierend auf Beschleunigungsmessungen.
Diplomarbeit an der Universität Heidelberg / FH Heilbronn, Heidelberg / Heilbronn, 1997