

**1. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
21.-22. November 1997 in
München**



**„Sensor-Fusion in einer Stalld-Gang-Neuroprothese:
Konzept und Simulation“**

W .J . Daunicht.
Neurologisches Therapiezentrum, Düsseldorf

Pages: 6

Sensor-Fusion in einer Stand-Gang-Neuroprothese: Konzept und Simulation

W. J. Daunicht

Neurologisches Therapiezentrum, Hohensandweg 37, 40591 Düsseldorf

Am NTC in Düsseldorf wird mit Hilfe von Computersimulationen eine Neuroprothese entwickelt, die zum Ziel hat, Stehen und Gehen durch rückgekoppelte Elektrostimulation zu stabilisieren. Dazu werden die natürliche Regelung des Oberkörpers und die prothetische Regelung des Unterkörpers getrennt simuliert. In beiden Reglern tritt das Problem auf, daß die Signale von redundanten, nicht orthogonal orientierten Beschleunigungs- und Gelenkwinkelsensoren zusammengeführt werden müssen, um zu einer optimalen Schätzung des Systemzustandes, insbesondere der Haltung relativ zur Schwerkraft, zu gelangen.

Die Sensorfusion wird in den beiden Reglern in drei Stufen durchgeführt. Zunächst werden die Beschleunigungssignale mit unterschiedlichen Filtern höherer Ordnung unabhängig voneinander vorverarbeitet. Auf dieser Stufe wird Redundanz also nicht ausgenutzt. In der zweiten Stufe werden Signale desselben Typs und an den jeweiligen Segmenten bzw. Gelenken miteinander verknüpft, wobei gegebenenfalls Redundanz ausgenutzt wird. Unter anderem werden dabei aus linearen Beschleunigungssensoren durch unterschiedliche Verknüpfung sowohl Translationsbeschleunigungs- als auch Rotationsbeschleunigungsvektoren gewonnen. In der dritten Stufe werden schließlich die Ergebnisse der vorangehenden Stufe auch über verschiedene Signaltypen, Sensormodalitäten und über alle Segmente bzw. Gelenke fusioniert. Dabei werden unter anderem doppelt integrierte Rotationsbeschleunigungssignale mit Neigungswinkeln gegenüber der Gravitationsbeschleunigungsrichtung verknüpft. Auf dieser Stufe wird außerdem die Redundanz über die Sinnesmodalitäten und die Segmente hinweg ausgenutzt. Da es sich bei den letzten beiden Stufen um statische Funktionen handelt, können sie einfach durch Verkettung zu einer Funktion verschmolzen werden.

Das beschriebene Verfahren wird zur Realisierung von unterschiedlichen Attraktoren in den Regelungen an einem simulierten Querschnittsgelähmten verwendet. Es läßt sich zeigen, daß die so gewonnenen Sensorinformationen ausreichen, den Oberkörper gegenüber der Schwerkraft zu stabilisieren. Dies gelingt auch, wenn die Orientierung des Oberkörpers nicht gegenüber dem Becken, sondern nur gegenüber der Schwerkraft gemessen wird. Außerdem bleibt die Stabilisierung des Oberkörpers in einem Fixpunktattraktor auch erhalten, wenn der Unterkörper in einen Grenzzyklus übergeht, darin verbleibt und ihn wieder verläßt. Die soweit entwickelte Sensorfusion stellt damit eine wesentliche Komponente der Signalverarbeitung in der zukünftigen Stand-Gang-Neuroprothese dar.