

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



**„Kopplung eines auf Taktmuster basierten
Erkennungssystems für Handgesten mit der DLR -
Handprothese“**

Y.Honda, S.Weber, T.Lüth

Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik, TU München, Garching, Deutschland

E-Mail: yuichiro.honda@tum.de

H.Liu, P. Meusel, G.Hirzinger

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Robotik und
Mechatronik, Weßling, 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: 61-62

Kopplung eines auf Taktilmuster basierten Erkennungssystems für Handgesten mit der DLR - Handprothese

Y.Honda¹, S.Weber¹, H.Liu², P. Meusel², G.Hirzinger², T.Lüth¹

¹Lehrstuhl für Mikrotechnik und Medizingerätetechnik, TU München
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching

²Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Robotik und Mechatronik,
Münchner Str. 20, 82234 Weßling

yuichiro.honda@tum.de

EINLEITUNG

In diesem Beitrag wird ein Experiment zur Kopplung einer multifunktionalen mechanischen Handprothese mit einem myovolumetrisch Erkennungssystem für Handgesten vorgestellt.

Handamputierte verwenden Handprothesen, um optische oder funktionelle Defizite durch den Verlust der Hand zu ergänzen. In der Praxis wird eine Handprothese mit einem Freiheitsgrad verwendet, die durch Nutzung myoelektrischer Potentiale auf der Hautoberfläche gesteuert wird.

Im Gegensatz dazu werden künstliche Hände im Bereich der Forschungs-, Industrie- und Serviceroboter weiter entwickelt [Liu1999][Liu2007].

Mit dieser Greifer-Technik lassen sich Griffformen ähnlich wie mit einer menschlichen Hand bilden und eine Handprothese mehreren Greif-Freiheitsgrade realisiert werden.

Es entsteht jedoch das Problem, eine geeignete Menschen-Maschine-Schnittstelle für die Amputierten zu finden, die mehrere Freiheitsgrade der Prothese steuern kann. Für die Lösung des Problems, müssen vom Körper der Handamputierten ausreichend auswertbare Signale zur Steuerung mehrerer Freiheitsgrade erfasst werden.

Die Forschung beschäftigt sich mit mehreren Lösungsansätzen durch die Analyse von myoelektrischen Signalen. [Engelhart2001] konnte mit der 4-Kanal EMG-Wavelet-Analyse sechs Handgesten direkt klassifiziert. [Reischl2002] hat mit der Zwei-Kanal EMG-Fuzzy-Analyse fünf Greifarten der Handprothese gesteuert. Der Controller verwendet dabei zwei hintereinander erzeugte EMG-Signale für die Steuerung von Greifart und Geschwindigkeit der Fingerbewegung.

Mit dem neuartigen Ansatz zur Auswertung von Informationen aus den Taktilmustern im Prothesenschaft erfolgte eine Klassifizierung von sieben Handgesten [Honda2007a], [Honda2007b]. Im vorliegenden Experiment sollen damit 3 Freiheitsgrade der Prothese angesteuert werden.

MATERIALIEN UND METHODEN

Der Prototyp basiert auf einer mechatronischen Hand (DLR-Prothese mit drei Greif-Freiheitsgraden) und einem Gestenerkennungssystem für die Erkennung von Taktilmustern im Prothesenschaft.

5 Finger Handprothese: Vom DLR wurde eine fünf Finger Handprothese entwickelt, die in der Größe einer menschlichen Hand entspricht und das Gewicht einer menschlichen Hand von 560g hat (Abb. 1). Sie verfügt über drei Antriebe, die den Daumen, oder den Zeigefinger, oder den kleinen Finger, den Ring- und den Mittelfinger als eine Einheit (*K. R. M.*) mit je einem Motor antreiben. In den Fingern ist jeweils ein Momentsensoren integriert.

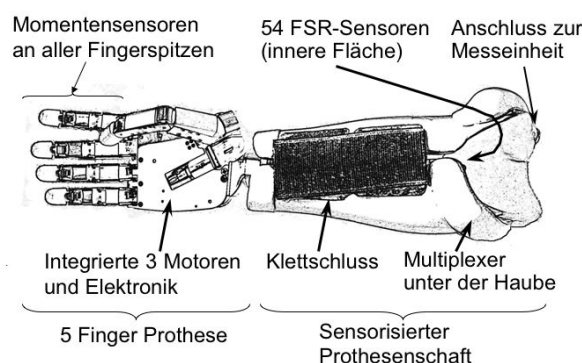


Abb. 1: Die Fünf Finger Prothese und der Prothesenschaft mit 54 FSR-Sensoren.

System für die Erkennung der Handgesten: Das Erkennungssystem misst einem Taktilmuster im Prothesenschaft mit 54 kraftsensiblen Sensoren (FSR-Sensoren) und klassifiziert Muster in einer vorher registrierten Handgeste (Tab. 1)[Honda2007a] [Honda2007b].

Kopplung der Handprothese mit dem Erkennungssystem: Abb.2 zeigt ein Signalfluss am Versuch. Ein Benutzer bildet eine Handgeste. Dabei wird ein Taktilmuster als ein Eingangsvektor \vec{p} gemessen. Das Erkennungssystem klassifiziert \vec{p} und sendet einen Befehls-

code an die Prothese. Der Code wird abhängig vom Klassifizierungsergebnis erzeugt und beinhaltet einen relativen Winkel (φ_n) und eine Winkelgeschwindigkeit ($\dot{\varphi}_n$) für jeweiligen Finger.



Abb. 2: Signalfluss am Versuchsaufbau.

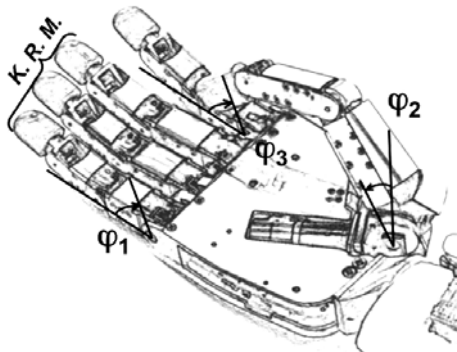






Abb. 3: Fünf Finger-Handprothese (relativen Winkel an Fingerwurzeln: $\varphi_{1...3}$).


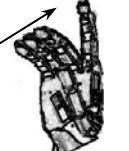

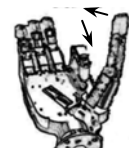



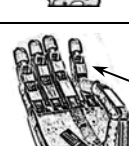

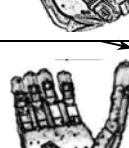
Einstellungen des Versuches: Für den Versuch wurden die sieben Handgesten sechs Arten der Fingerbewegungen der Prothese zugeordnet. Bei der Steuerung des Zeigefingers wurde der Daumen auch gesteuert, um einen Ball zu fangen. Der Versuch wurde mit einem gesunden Probanden durchgeführt.

ERGEBNISSE

Die sechs Fingerbewegungen der Prothese konnten mit dem Erkennungssystem erfolgreich gesteuert werden (Tab. 1). Durch die Zusammenbewegung des Zeigefingers und des Daumens konnte ein Ball gefangen werden.

Tab. 1: Zuordnung der Handgesten (Benutzer) zu den Bewegungen der Finger (Prothese).

Handgesten (Benutzer)	Fingerbewegung (Prothese)	Einstellungen		
		φ_1	φ_2	φ_3
		$\dot{\varphi}_1$	$\dot{\varphi}_2$	$\dot{\varphi}_3$
 Ruheposition		0	0	0
		0	0	0
 Fingergriff		130	0	0
		44,2	0	0

 Offene Hand		130	0	0
		-44,2	0	0
 Flexion des Handgelenks		0	80	120
		0	34,0	40,8
 Extension des Handgelenks		0	80	120
		0	-34,0	-40,8
 Pronation des Handgelenks		0	80	0
		0	34,0	0
 Supination des Handgelenks		0	80	0
		0	-34,0	0

LITERATURHINWEISE

[Englehart2001]
K. Englehart, B. Hudgins, P. A. Parker, „A Wavelet-Based Continuous Classification Scheme for Multifunction Myoelectric Control.“, *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, Vol. 48 (3), pp. 302 - 311, 2001

[Honda2007a]
Y. Honda, S. Weber, T. Lueth, „Intelligent Recognition System of Hand Gestures.“ in *Proc. 3rd Int. IEEE EMBS Conf. Neural Eng.*, Hawaii, 2007

[Honda2007b]
Y. Honda, S. Weber, T. Lueth, „Stability analysis for tactile pattern based recognition system for hand gestures.“ in *29th Ann. Int. Conf. IEEE EMBS*, Lyon, 2007

[Liu1999]
H. Liu, J. Butterfass, S. Knoch, P. Meusel, G. Hirzinger, „A New Control Strategy for DLR's Multisensory Articulated Hand.“ *IEEE Cont. Sys.*, Vol. 19 (2), pp 47-54, 1999

[Liu2007]
H. Liu, P. Meusel, N. Seitz, B. Willberg, G. Hirzinger, M.H. Jin, Y.W. Liu, R. Wei, Z.W. Xie, „The modular multisensory DLR-HIT-Hand.“ *Mech. Machine Theory*, Vol. 42 (5), pp 612-625, 2007

[Reischl2002]
M. Reischl, R. Mikut, C. Pylatiuk, S. Schulz, S. Beck, G. Bretthauer, „Steuerungs- und Signalverarbeitungskonzepte für eine multifunktionale Handprothese.“ *Automatisierungstechnik*, 50, 2002