



Interdisziplinäre Forschung zu menschenorientierten Bewegungsassistenzsystemen

Die wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Technischen Orthopädie ist in der Regel anwenderorientiert und deshalb eng verknüpft mit der orthopädietechnischen Versorgung. Die Ergebnisse in Forschungs- und Ganglaboren der Orthopädischen Universitätskliniken, verschiedenen Forschungsinstituten und Hochschulen legen die Grundlagen für Versorgungskonzepte und geben Anstöße für die Fortentwicklung von Hilfsmitteln. In loser Folge stellt ORTHOPÄDIE TECHNIK die relevanten Forschungsgruppen im Bereich Technische Orthopädie, ihre Schwerpunkte und Projekte vor.

5. Teil Forschungsgruppe Darmstadt

Interdisziplinäre Kooperation der Fachbereiche Humanwissenschaften, Informatik und Maschinenbau an der Technischen Universität Darmstadt

von Veronika Noll, Janis Wojtusich, Christian Schumacher, Martin Grimmer, Philipp Beckerle

Die Gruppe und ihre Organisation

Die Forschung im Bereich menschenorientierter Bewegungsassistenzsysteme wird an der Technischen Universität Darmstadt in interdisziplinärer Kooperation zwischen den Fachbereichen Humanwissenschaften, Informatik und Maschinenbau durchgeführt. Dabei geht es einerseits um neue technische Ansätze für aktive Bewegungsassistenzsysteme, die die vorhandene Bewegungsfähigkeit durch neue intelligente mechatronische Konzepte optimal unterstützen. Darüber hinaus wird aus biomechanischer und psychologischer Perspektive eine möglichst nahtlose Integration von Bewegungsassistenzsystemen ins Körperschema des Nutzers angestrebt. Dies soll eine ganz neue Qualität vielseitiger Bewegungsfähigkeit für die Nutzer ermöglichen. Ein Bewegungsassistenzsystem wird dann zu einem Teil

des Körperschemas, wenn sich das mechanische und motorische Verhalten intuitiv in das Erleben des Bewegungsalltags des Nutzers einfügt, das heißt ein gewohntes, vorhersagbares Verhalten erzeugt und unterschiedlichste Bewegungen selbstständig und ohne weiteres Zutun des Nutzers unterstützen kann.

Das Besondere an den interdisziplinären Projekten besteht in der ganzheitlichen Betrachtung des Forschungsgebiets: Für die Entwicklung neuer Grundlagentechnologien werden von Anfang an grundlegende psychologische Fragestellungen aus der Nutzerperspektive zusammen mit neuen biomechanischen Beschreibungskonzepten und neuen intelligenten Antriebs-, Sensor- und Regelungskonzepten erforscht und prototypisch realisiert.

Derzeit setzt sich die fachübergreifende Forschungsgruppe aus drei Fachbereichen zusammen (Abb. 1). Der Fachbereich Informatik beteiligt sich an den Projekten besonders durch Expertise in der Simulation und Optimierung sowie der Implementierung von Algorithmen, bspw. aus dem Bereich des maschinellen Lernens. Dabei sind die Institute Simulation, Systemoptimierung und Robotik (SIM) sowie Intelligent Autonomous Systems (IAS) vertreten. Der Fachbereich Humanwissenschaften ist durch Kompetenzen in der Ganganalyse, der Biomechanik und der Modellierung durch das Lauflabor (LL) am Institut für Sportwissenschaft (Fachgebiet Sportbio-

mechanik) und durch Expertise im Bereich der Psychologie durch das Fachgebiet Arbeits- und Ingenieurpsychologie (FAI) eingebunden. Der Fachbereich Maschinenbau ist durch das Institut für Mechatronische Systeme im Maschinenbau (IMS) vertreten, welches Kompetenzen in den Bereichen Antriebstechnik, Systemintegration und Entwicklungsmethodik einbringt. Der regelmäßige Austausch wurde in den vergangenen Jahren durch mehrere Forschungsprojekte intensiviert.

Zusätzlich zur forschenden Tätigkeit der Gruppe haben sich die Beteiligten der Förderung der interdisziplinären Lehre an der TU Darmstadt verschrieben und bieten unter dem Namen „Mensch-orientierte technische Assistenzsysteme“ gemeinsam mit weiteren Instituten fachübergreifende und forschungsnah Projektarbeiten im Rahmen von Masterstudiengängen an.

Netzwerke

Neben den vielfältigen Projekten, die im interdisziplinären Forschungsumfeld der TU Darmstadt realisiert werden, beteiligt sich die Forschungsgruppe an weiteren Netzwerken. Es bestehen Kontakte und Kooperationen mit dem Institut „Mensch in komplexen Systemen“ (MIKS) der Fachhochschule Nordwestschweiz sowie der Abteilung Biomechatronische Systeme des Fraunhofer-Instituts IPA Stuttgart. Zudem ermöglicht das DFG-geförderte wissenschaftliche Netzwerk UROBody einen regen Austausch mit Gruppen aus dem In- und Ausland. Bei der Realisierung von Prototypen und deren Erprobung hilft das Sanitätshaus Klein in Dieburg. Des Weiteren bestehen Kontakte zur Industrie, etwa zum Prothesenhersteller Blatchford & Sons Ltd. sowie zu den Firmen Medi GmbH & Co. KG, EvoSense Research & Development GmbH und TETRA Gesellschaft für Sensorik, Robotik und Automation mbH in Ilmenau.

Abgeschlossene Projekte

Grundlagentechnologie für nutzerfreundliche, energieeffiziente, aktive Beinprothesen

Das von der TU Darmstadt finanzierte Projekt zielte auf aktive Beinprothesen ab, die nutzerfreundlich und energieeffi-

zient sind. Zur Entwicklung nutzerorientierter Technik wurden „Human Factors“ psychologisch analysiert und in Ingenieurmethoden integriert [1]. Um die Energieeffizienz zu erhöhen, wurden elastische Antriebssysteme und deren Regelung durch Simulationen des menschlichen Ganges mit und ohne Prothese ausgelegt [2].

Aktive Forschungsprothese PAKO

Im von der DFG geförderten PAKO-Projekt (Powered Ankle-Knee Orthoprosthesis) wurden biologisch inspirierte Aktuatorkonzepte für aktive Beinprothesen entwickelt und getestet. Nach dem Vorbild der menschlichen Muskeln übernehmen Motoren die antreibende Rolle von Muskelfasern und Federn die elastische Funktion von Sehnen (Abb. 2). Dadurch kann die biologische Beinfunktion sehr genau an die Laufsituation angepasst werden. Hierfür wurden neue Design- und Ansteuerungskonzepte für aktive Beinprothesen erforscht [3]. Auf lange Sicht sollen die Erfahrungen aus dem Projekt helfen, Prothesensysteme zu entwickeln, die sich dem natürlichen Bewegungsverhalten weiter annähern (vgl. hierzu auch [4]).

Laufende Projekte

Entwicklung von adaptiven Beinprothesenkomponenten für dynamische Gangsituationen

In Kooperation mit Blatchford Ltd. werden in diesem DFG-geförderten Projekt dynamische Gangsituationen untersucht [5] und potenzielle Ansätze zur verbesserten Unterstützung des Nutzers verfolgt.

Modulare orthopädische Hilfsmittel mit robuster EMG- und Kraftmesssensorik

In dem durch das LOEWE-Programm des Landes Hessen geförderten Projekt werden neue robuste Verfahren zur Messung von Muskelaktivität und Muskelzustand entwickelt und untersucht. In Zusammenarbeit mit der EvoSense Research & Development GmbH werden auf Basis der Muskelaktivitätsmessung (Elektromyographie) und neuartigen Messverfah-

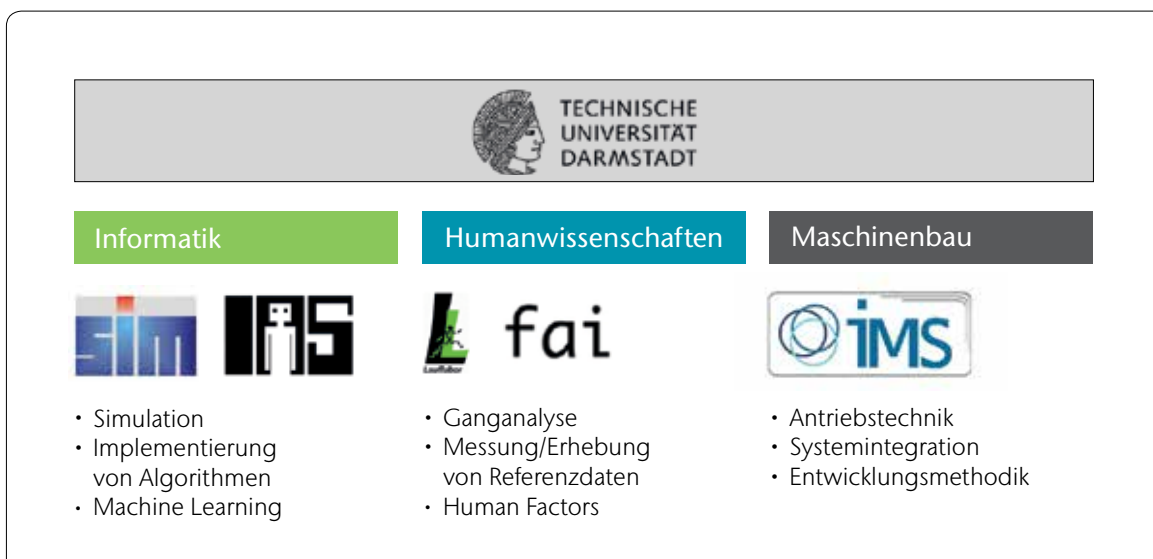


Abb. 1 Beteiligte Institute und Arbeitsgruppen der drei Fachbereiche Informatik, Humanwissenschaften und Maschinenbau an der TU Darmstadt.