Dissertation zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Ingenieurwissenschaften

**Technischer Ansatz zur  
unaufdringlichen Mobilitätsanalyse  
im Rahmen geriatrischer Assessments**

vorgelegt von

**M.Sc. Thomas Frenken**

**Deutsche Kurz-Zusammenfassung**

Die Arbeit beschreibt einen neuen technischen Ansatz zur unaufdringlichen Mobilitätsanalyse vorwiegend im Rahmen geriatrischer Assessments. Der Ansatz macht Mobilitäts-Assessment-Tests unter Nutzung ausschließlich ambienter Sensoren, insbesondere eines Laser-Entfernungsmessers, mehrerer Kraftsensoren und Hausautomationssensoren, vollständig und objektiv vermessbar und erlaubt eine automatische, komponentenweise Bewertung der Messergebnisse. Weiterhin wird durch die Sensordaten eine detaillierte Gang- und Balanceanalyse im Rahmen der Tests ermöglicht. Neben den notwendigen Verfahren und Algorithmen der Sensordatenverarbeitung und –fusion, ist auch ein neues Konzept zur unüberwachten und unaufdringlichen Ausführung von Mobilitäts-Assessment-Tests in häuslichen Umgebungen Teil des Ansatzes. Mögliche Bewegungspfade einer Person werden automatisch mit Hilfe eines Pfadplanungsalgorithmus berechnet. Die Ergebnisse überwacht und unüberwacht ausgeführter Assessment-Tests werden auf standardisierte medizinischen Kennzahlen aus der Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) abgebildet. Die Kennzahlen ermöglichen einen Vergleich von Leistung und Leistungsfähigkeit vermessener Patienten wie in der ICF vorgeschlagen. Zur zeitsparenden Ausführung des Ansatzes in Kliniken und Pflegeeinrichtungen wurde ein Medizinprodukt der Klasse I bestückt mit verschiedenen Sensoren entwickelt. Neben der technischen Korrektheit der Messungen haben die Ergebnisse verschiedener Labor-Versuche und eines mehrwöchigen Feldtests auch Vorteile des Ansatzes für medizinisches Personal belegt. Darunter fallen die Objektivierung und Effektivierung der Ausführung des Timed Up & Go Tests, die Erhöhung der Aussagekraft des Tests ohne zeitlichen Mehraufwand und neue Möglichkeiten zur Prävention und Rehabilitation durch eine langfristige Trend-Analyse im Rahmen einer unüberwachten Ausführung. Eine geplante medizinische Studie soll diese Ergebnisse bestätigen.

**Extended Abstract**

This thesis describes a novel technical approach to performing a mobility analysis within geriatric assessments. By using ambient sensor technologies, i.e. a laser range scanner, force sensors, and sensors from the home automation domain, the presented approach makes various mobility assessment tests completely and objectively measureable and enables automated component-based evaluation of sensor measurements. Additionally, a detailed gait and balance analysis can be performed using the same data. Part of the presented approach is also a new concept for performing mobility assessment tests unsupervised in domestic environments. Available walking paths in such environments are computed using a modified path planning algorithm. Results of supervised and unsupervised tests are mapped to standardized clinical key figures inspired by the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Such key figures enable the comparison of performance and capacity as proposed within the ICF. In order to perform a time-efficient application of the approach in daily clinical practice a class I medical device equipped with required sensors has been constructed. Besides technical validity, various performed evaluations in laboratories and a field trial over several weeks have shown advantages for medical experts. Among those advantages are the chance to make the execution of the Timed Up & Go assessment test more objective and time-effective, to enhance the relevance for medical decision making of the test by providing more detailed results and to enable new chances for prevention and rehabilitation to perform the test unsupervised outside professional environments. Those results are going to be revalidated within a planned clinical trial.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Die Arbeit ist erschienen in:  Fortschritt-Berichte VDI im VDI Verlag, Düsseldorf  Nr. 824 in Reihe 10 – Informatik / Kommunikation  **ISBN 978-3-18-382410-6** |