

Ganganalyse von Schlaganfallpatienten mittels Hauptpunkte und -strecken

Svenja Stutzmann[†], Jin Cheng Liaw[†], Francisco Geu Flores[†], Volkert van der Wijk^{*}, Andrés Kecskeméthy[†]

[†] Lehrstuhl für Mechanik und Robotik, Universität Duisburg-Essen, Duisburg, Deutschland

^{*} Faculty 3mE, Dep. Precision and Microsystems Engineering, Technische Universiteit Delft, Delft, Die Niederlande

Kurzfassung

Gangstörungen gehören zu den häufigsten Symptomen neurologischer Erkrankungen [2]. Sie schränken die Mobilität ein und führen somit zu einer erheblichen Minderung der Lebensqualität. Aus diesem Grund ist eine objektivierete Analyse des Ganges ein zentrales Hilfsmittel für die Therapie- und Rehabilitationsplanung von Patienten mit neurologischen Erkrankungen.

Seit einigen Jahren forscht der Lehrstuhl für Mechanik und Robotik der Universität Duisburg-Essen zum Thema computergestützte Ganganalyse von Schlaganfallpatienten. Hierbei werden, zum einen, kinematische und dynamische Mehrkörpermodelle des menschlichen skelettalen Systems entwickelt, die die Maßnahmenempfehlungen der Ärzte und Therapeuten durch Was-Wenn-Simulationen unterstützen. Zum anderen werden aus Gangmessungen medizinische und numerische Scores erstellt, die die semiquantitativen Bewertungsmethoden der Ärzte und Therapeuten objektivieren. Die bis jetzt erprobten numerischen Scores basieren auf Größen, die in der Standardganganalyse verwendet werden, wie z.B. Gelenkwinkel und -momente. Diese Größen entsprechen den verwendeten Variablen in Mehrkörpermodellen und sind daher eine komfortable Wahl für die Parametrisierung des Ganges. Hier stellt sich allerdings die Frage: Gibt es einen besseren Parametersatz für die Ganganalyse und insbesondere für die Generierung numerischer Scores? Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit dieser Frage und untersucht die Methode der Hauptpunkte und -strecken als Generator neuartiger numerischer Parameter für die Ganganalyse von Schlaganfallpatienten.

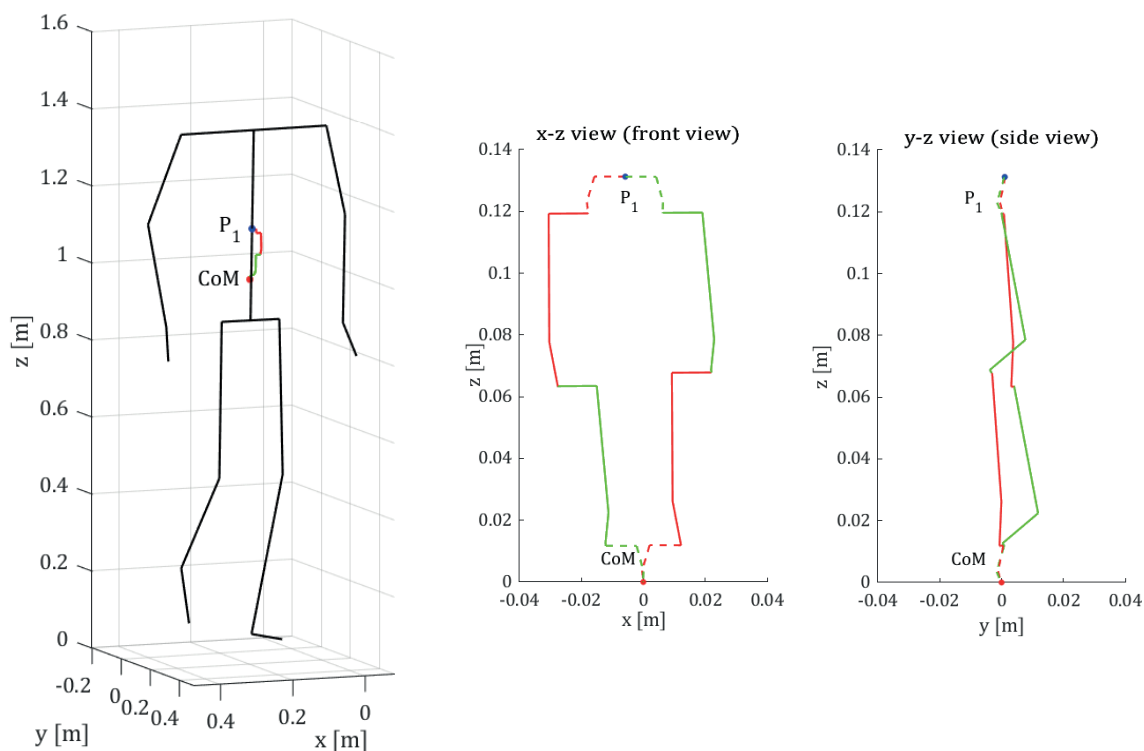


Bild 1 Hauptstrecken-Kette vom Hauptpunkt P_1 zum Gesamtschwerpunkt CoM in 3D (links) und in der Frontal- bzw. Sagittalebene (rechts) bei einem Probanden

Die Methode der Hauptpunkte und -strecken wurde in den 1890er von Otto Fischer entwickelt, um menschliche Bewegungen in der Sagittalebene zu analysieren [1]. Sie beruht auf der Beschreibung der Schwerpunktdynamik des Systems über die sogenannten Hauptpunkte und -strecken [1]. Diese Größen und deren Zeitableitungen enthalten nicht nur Informationen über die Kinematik sondern ebenfalls Informationen über die inverse Dynamik des Systems und bieten daher einen reichen "Blickwinkel" auf die beschriebene Bewegung und deren Ursachen. Obwohl die Methode der Hauptpunkte und -strecken nicht mehr in der Biomechanik eingesetzt wird, ist sie immer noch Stand der Technik in der Getriebelehre, u.a. beim Entwurf von inhärent ausbalancierten Mechanismen [4], [5].

In diesem Beitrag werden die Hauptpunkte und -strecken wieder in der Biomechanik aufgegriffen und durch moderne computergestützte Methoden erweitert. Hierfür wird ein Mehrkörpermodell basierend auf Bewegungsmessungen mit dem Plug-In-Gait Markermodell und anatomischen Daten nach David Winter [6] erstellt. Die Lage des Gesamtschwerpunktes des Modells wird durch verschiedene Ketten von Hauptstrecken dargestellt (siehe Beispiel in Abb. 1). Diese Hauptstrecken und deren Zeitableitungen werden dafür verwendet, den Gang von 37 Probanden und 34 Schlaganfallpatienten (sowohl links- als auch rechtsbetroffen) zu charakterisieren. Die Performance der Hauptstrecken als Gangvariablen wird insbesondere bei der Abbildung von medizinischen Scores [3] in numerischen Scores mittels maschinellen Lernens untersucht.

Literatur

- [1] Fischer, O.: *Theoretische Grundlagen für eine Mechanik der lebenden Körper: Mit speziellen Anwendungen auf den Menschen sowie auf einige Bewegungsvorgänge an Maschinen*. Leipzig und Berlin: B. G. Teubner, 1906.
- [2] Micó Amigo, E.: *Time in Parkinson's disease: Clinical and preclinical markers*. Dissertation, Faculty of Behavioral and Movement Sciences, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, 2018.
- [3] Raab, D. et al.: *A Novel Multiple-Cue Observational Clinical Scale for Functional Evaluation of Gait After Stroke - The Stroke Mobility Score (SMS)*. Med Sci Monit, Jg. 26, 2020, doi: 10.12659/MSM.923147.
- [4] Van der Wijk, V.: *Methodology for analysis and synthesis of inherently force and moment-balanced mechanisms - theory and applications*. Dissertation, University of Twente, 2014.
- [5] Van der Wijk, V.: *The Grand 4R Four-Bar Based Inherently Balanced Linkage Architecture for Synthesis of Shaking Force Balanced and Gravity Force Balanced Mechanisms*. J. of Mechanism and Machine Theory, Vol. 150, 103815, pp. 1-21, 2020.
- [6] Winter, D. A.: *Biomechanics and motor control of human movement*. 4. Aufl. Hoboken, N.J.: Wiley, 2009.

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts-
bibliothek

In: Siebte IFToMM D-A-CH Konferenz 2021

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/74039

URN: urn:nbn:de:hbz:464-20210216-172756-6

Alle Rechte vorbehalten.