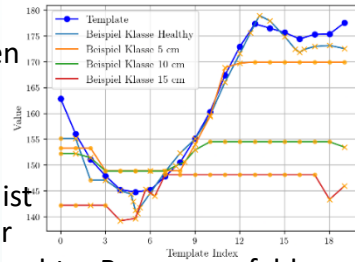


Templatebasierte Bewegungserkennung und Fehlerdetektion mittels Dynamic Time Warping für das Gangtraining

Beschreibung des Themas:

Am Fachgebiet Neuroinformatik und Kognitive Robotik wird in einem Forschungsschwerpunkt roboterassistiertes Gangtraining in der klinischen Rehabilitation bearbeitet. Mit spezifischen im roboterassistierten Eigentraining auszuführenden Trainingsprogrammen soll Gleichgewicht, Muskelkraft und Koordination von Patienten trainiert werden, um im Ergebnis ein verbessertes Gangbild zu erreichen. Ziel der Bachelorarbeit ist die Analyse bereits vorliegender Daten zu von Probanden hinsichtlich der Erkennung der konkreten ausgeführten Bewegungsübung und dabei gemachter Bewegungsfehler. Insbesondere soll die Eignung des von Dynamic Time Warping gelieferten Distanzmaßes zur Unterscheidung der Bewegungsübungen und Fehlererkennung untersucht werden.



Detaillierte Aufgabenstellung:

- Aufarbeitung, Bewertung und Implementierung in der Literatur häufig eingesetzter Methoden zur Templateerstellung, z. B. DTW barycenter averaging (DBA) [Petitjean 2011] unter Berücksichtigung:
 - Personenspezifischer Templates und Templates von Personengruppen
 - Vorverarbeitungsmethoden: Hüftzentrierung, Größe Normierung, Glättungsfilter, Moving Average, Wertebereich Normierung (z-Normierung), ggf. Oberkörper Unterkörper getrennte Normierung
- Segmentierung der Bewegungsübungen in Grundelemente mit:
 - Ermittlung der Relevanz der Merkmale (Merkmalsselektion) über z. B. Joint Mutual Information [Bennasar 2015] zur Repräsentation eines Grundelementes einer spezifischen Bewegungsübung
 - Vergleich der Eignung verschiedener positions- oder geschwindigkeitsbasierter Merkmale wie z. B. Distanz der Knöchel, Geschwindigkeit von Fuß, Kniewinkel, Hüftwinkel
 - Einsatz einer automatischen Segmentierung [Barth 2015] oder einfacher Schwellenwerte
- Analyse der Unterscheidbarkeit der Bewegungsübungen durch:
 - Schwellenwerte der DTW-Ähnlichkeiten
 - Hierarchische Klassifikation [Hermez 2023]
 - Clusterverfahren mit DTW als Ähnlichkeitsmaß, wie z. B. Neural Gas mit DBA, [Yurtman 2014]
- Analyse auf aufgetretene Fehler der Bewegungsübungen durch:
 - Regelbasierte Analyse des Warping Pfades
 - Einsatz von Clusterverfahren
- Aufarbeitung der Ergebnisse zu erfassten Bewegungsübungen und erkannten Fehlern in einer für Therapeuten nutzbaren Form
- Nutzung des Datensatzes Walking Gait [Nguyen 2018] für Untersuchungen zur Machbarkeit und die im Projekt „Roboterassistierte Mobilisierung von Patienten mit Tests in Kliniken“ erzeugten Bewegungsdaten für anwendungsspezifische Untersuchungen
- Erstellung einer schriftlichen Arbeit und Vorstellung der Arbeit im Rahmen eines Einführungs- und Abschlussvortrags

Literatur für den Einstieg in die Thematik:

- Hermez, L., Halimi, A., Houmani, N., Garcia-Salicetti, S., Galarraga, O., and Vigneron, V. (2023). Clinical gait analysis: Characterizing normal gait and pathological deviations due to neurological diseases. *Sensors*, 23(14)
- Petitjean, François et al. A global averaging method for dynamic time warping, with applications to clustering. (2011). *Pattern Recognit.* 44: 678-693.
- Bennasar, Mohamed et al. Feature selection using Joint Mutual Information Maximisation. (2015). *Expert Syst. Appl.* 42: 8520-8532.
- Nguyen, Trong-Nguyen, N., Huynh, H.-H. und Meunier, J. (2018). 3D Reconstruction With Time-of-Flight Depth Camera and Multiple Mirrors. *IEEE Access*, 6:38106–38114.
- Yurtman A, Barshan B. (2014). Automated evaluation of physical therapy exercises using multi-template dynamic time warping on wearable sensor signals. *Comput Methods Programs Biomed.* 117(2):189-207.

Betreuer:

M Sc. Dustin Aganian (dustin.aganian@tu-ilmenau.de)
Dr.-Ing. Andrea Scheidig (andrea.scheidig@tu-ilmenau.de)

Betr. Hochschullehrer:

Prof. Dr. H.M. Groß

Bearbeiter:

Yanic Marcus Tischer