

6 Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde ein literaturbasiertes Schrittlängenmodell anhand experimenteller Messdaten hinsichtlich seiner Anwendbarkeit in unterschiedlichen Gehgeschwindigkeitsbereichen untersucht. Die Bewertung der Modellgüte erfolgte unter praxisnahen Messbedingungen mithilfe eines WSD.

Die Auswertung der experimentellen Messdaten erfolgte sowohl statisch als auch dynamisch und erlaubte eine differenzierte Bewertung des Modellverhaltens über einen breiten Geschwindigkeitsbereich. Zur quantitativen Beurteilung der Modellgüte wurden geeignete statistische Fehlermaße herangezogen, insbesondere der RRMSE zur Bewertung der Abweichungen zwischen modellbasierter und referenzierter Gehgeschwindigkeit.

Die Ergebnisse zeigen, dass das betrachtete Schrittlängenmodell für den Großteil der untersuchten Probanden innerhalb eines klar abgegrenzten Geschwindigkeitsbereichs zuverlässige Schätzungen der Gehgeschwindigkeit liefert. Dieser Anwendungsbereich liegt für normale Gehbewegungen bei den meisten Probanden zwischen etwa $3,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ und $7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, kann jedoch in Abhängigkeit vom individuellen Gangverhalten variieren. Außerhalb dieses Bereichs nimmt die Modellgüte deutlich ab, insbesondere bei sehr langsamen Gehbewegungen sowie im Übergang von Geh- zu Laufbewegungen. Diese Einschränkungen lassen sich sowohl signaltheoretisch als auch biomechanisch begründen und sind als systematische Modellgrenzen zu verstehen.

Abweichungen vom ursprünglichen Modellkontext, insbesondere die in dieser Arbeit verwendete oberkörpernahe Sensorpositionierung, zeigten innerhalb des identifizierten Anwendungsbereichs keinen maßgeblichen Einfluss auf die Modellgüte. Damit konnte gezeigt werden, dass das betrachtete Schrittlängenmodell auch unter praxisnahen Messbedingungen zuverlässige Aussagen für normale Gehbewegungen erlaubt.

Insgesamt liefert diese Arbeit eine systematische Bewertung der Einsatzgrenzen eines etablierten Schrittlängenmodells und trägt zu einem besseren Verständnis der Bedingungen bei, unter denen eine modellbasierte Bestimmung der Gehgeschwindigkeit mit tragbaren Sensorsystemen zuverlässig möglich ist.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass das untersuchte Schrittlängenmodell nur in einem begrenzten Gehgeschwindigkeitsbereich zuverlässige Ergebnisse liefert. Außerhalb dieses Bereichs, insbesondere bei höheren Gehgeschwindigkeiten, treten zunehmende systematische Abweichungen auf.

6.2 Ausblick

Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Arbeit ergeben sich mehrere Ansatzpunkte für weiterführende Untersuchungen. Ein möglicher Schwerpunkt zukünftiger Arbeiten liegt in der Erweiterung des betrachteten Modells, um den nutzbaren Geschwindigkeitsbereich insbesondere in Grenzbereichen zu vergrößern. Hierzu könnten adaptive Modellansätze untersucht werden, bei denen die Modellparameter in Abhängigkeit von der aktuellen Bewegungssituation angepasst werden.

Darüber hinaus bietet die Integration zusätzlicher Sensordaten, beispielsweise durch die Einbeziehung von Gyroskopinformationen, Potenzial zur weiteren Erhöhung der Robustheit der Schrittlängen- und Geschwindigkeitsbestimmung. Dies erscheint insbesondere im Kontext einer oberkörpernahen Sensorpositionierung sinnvoll, da Rotationsbewegungen des Körpers explizit berücksichtigt werden können.

Im Hinblick auf klinische Anwendungen könnten zukünftige Arbeiten untersuchen, inwieweit das betrachtete Modell für Personengruppen mit veränderten Gangmustern geeignet ist. Eine solche Untersuchung würde es ermöglichen, die in dieser Arbeit identifizierten Modellgrenzen im Kontext klinisch relevanter Fragestellungen weiter zu analysieren und die Anwendbarkeit tragbarer Sensorsysteme in der Ganganalyse zu evaluieren.

Zusammenfassend bietet die vorliegende Arbeit eine belastbare Grundlage für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der tragbaren Bewegungssensorik und der modellbasierten Ganganalyse. Die gewonnenen Erkenntnisse können sowohl zur methodischen Einordnung bestehender Modelle als auch zur Vorbereitung weiterführender Untersuchungen in praxisnahen und klinischen Kontexten genutzt werden.