

<研究課題> 人工知能（AI）を使った新しい歩行年齢推定モデルの作成

代表研究者 広島大学大学院総合科学研究科 准教授 田中 亮
共同研究者 倉敷平成病院リハビリテーション科 主任 井上 優
産業技術総合研究所人工知能研究センター
特別研究員 戸田 晴貴

【まとめ】

本研究の目的は、人工知能（Artificial Intelligence：AI）に大量の歩行データを学習させ、「歩行年齢」を推定するためのモデルを作成することである。65歳以上の地域在住高齢者559名のデータを使って、歩行の加齢による差および性差を検討した。これらのデータから歩行年齢推定モデルを作成、評価した。分析の結果、加齢による歩行の変化を特定できた。しかしながら、作成した歩行年齢推定モデルの精度は現時点で高くなく改良の余地が示された。

1. 研究の目的

1-1 背景

歩行能力の低下は健康寿命を脅かす加齢現象である。健康寿命を延伸するためには、歩行能力の低下を早期に発見、予防することが重要である。しかしながら、歩行能力の低下は自分自身で気づきにくく、客観的な判断基準も確立されていない。

1-2 目的

本研究の目的は、人工知能（Artificial Intelligence：AI）に大量の歩行データを学習させ、歩行年齢推定モデルを作成、評価することである。

2. 研究の方法・経過

2-1 対象

介護を必要としていない65歳以上の地域在住高齢者とした。取り込み基準は、65歳以上である者、独歩可能である者、とした。除外基準は、脳卒中等による神経障害を有している者、明らかに左右非対称な歩行姿勢の者、とした。申請者が講師を務める市民公開講座等の参加者や、自治体および民間企業が主催する健康関連行事の参加者に研究参加を依頼した。

2-2 測定機器

歩行時の時空間および運動学データを測定するために、Kinect v2 センサ（Microsoft Corporation、ワシントン州、アメリカ合衆国）を使用した。Kinect センサは床面から70～80cmの高さに固定し、対象者から7メートル以上離れた位置に設置した。三次元座標データをハードディスクに保存し、Mobile Motion Visualizer 鑑 AKIRA（株式会社システムフレンド、広島市、日本）を使用して処理した。

2-3 手順

課題動作は通常歩行とした。歩行開始前に、被検者にはKinect センサに対してまっすぐ歩行すること、日頃の速度や歩き方で歩行すること、Kinect センサの前まで歩いても歩行速度を一定に保つこと、を注意さ

せた。被検者は、カメラから7メートル以上離れた位置に立ち、測定者の合図に従って歩行を開始した。

2-4 測定項目

Kinect センサを使って得られた座標データから、時空間データとして、歩行速度と歩幅を計算した。また、運動学データとして、歩行中の肩関節屈曲と伸展（矢状面）、体幹の前後方向の傾斜（矢状面）、股関節屈曲と伸展（矢状面）、膝関節屈曲と伸展（矢状面）および内反と外反（前額面）の最大角度を計算した。体幹以外については、左右平均を求め、分析に使用した。

2-5 統計解析

時空間データおよび運動学データについて、以下の年代（65歳から69歳まで、70歳から74歳まで、75歳から79歳まで、80歳から84歳まで、85歳以上）ごとに、平均値および95%信頼区間を算出した。年齢を従属変数、時空間データおよび運動学データを予測要因とした機械学習を行った。機械学習のモデルは、線形回帰、回帰木、Support Vector Machines (SVM) 回帰の3種類とした。モデルの精度を評価するために決定係数と Root Mean Squared Error (RMSE) を算出した。

3. 研究の成果

3-1 研究参加者の個人特性

被検者の人数を表1に示す。女性390名、男性162名であった。年齢（標準偏差）は女性74.6歳（5.9）、男性74.6歳（5.5）であった。

3-2 各年代および性別の時空間データおよび運動学データ

表1 被検者の内訳

性別	年代	人数	割合
女性	65-69 歳	76	14%
	70-74 歳	138	35%
	75-79 歳	100	26%
	80-84 歳	50	13%
	85 歳以上	26	7%
男性	65-69 歳	31	19%
	70-74 歳	50	31%
	75-79 歳	51	31%
	80-84 歳	21	13%
	85 歳以上	9	6%
性別不明		7	
合計		559	100

歩行速度の結果を図1に示す。加齢による有意差を認めた。

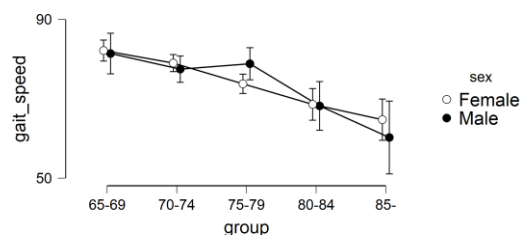


図1 歩行速度

歩幅の結果を図2に示す。加齢による有意差および性差を認めた。

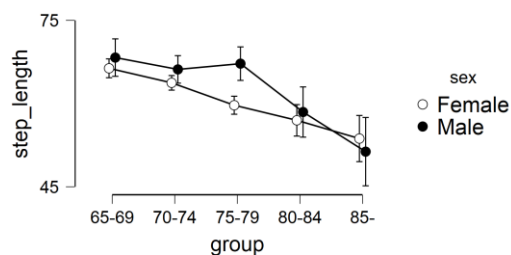


図2 歩幅

体幹前傾角度の結果を図 3 に示す。加齢による有意差を認めた。

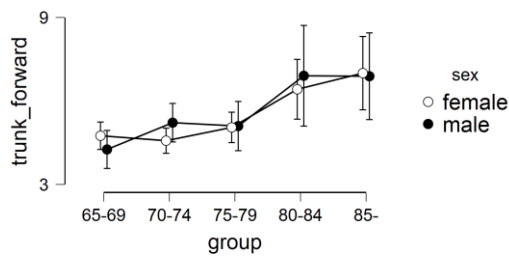


図 3 体幹前傾角度

肩関節伸展角度の結果を図 6 に示す。加齢による差および性差は認めなかった。

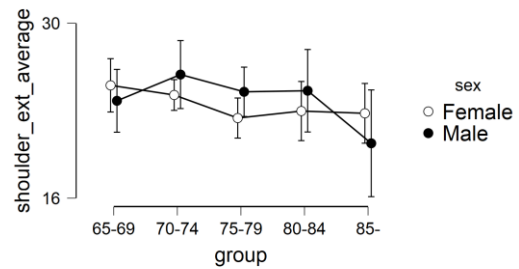


図 6 肩関節伸展角度

体幹後傾角度の結果を図 4 に示す。加齢による有意差を認めた（前傾していた）。

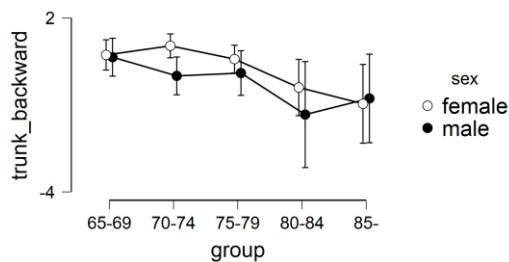


図 4 体幹後傾角度

股関節屈曲角度の結果を図 7 に示す。有意な性差を認めた。

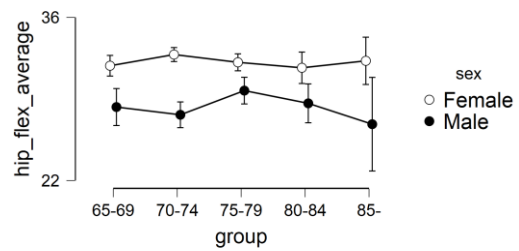


図 7 股関節屈曲角度

肩関節屈曲角度の結果を図 5 に示す。加齢による有意差を認めた。

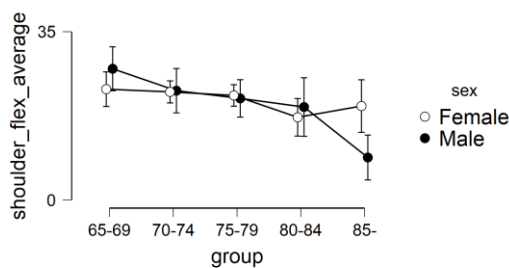


図 5 肩関節屈曲角度

股関節伸展角度の結果を図 8 に示す。加齢による有意差および性差を認めた。

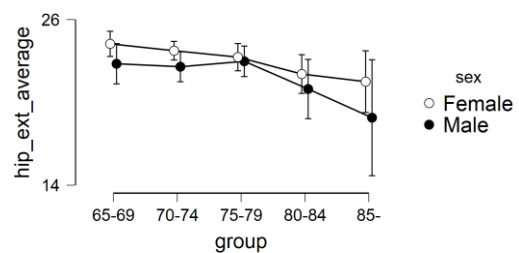


図 8 股関節伸展角度

膝関節屈曲角度の結果を図 9 に示す。有意な性差を認めた。

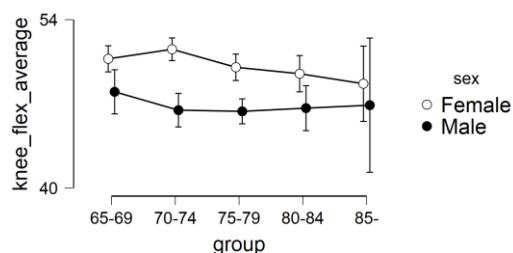


図 9 膝関節屈曲角度

膝関節伸展角度の結果を図 10 に示す。有意な性差を認めた。

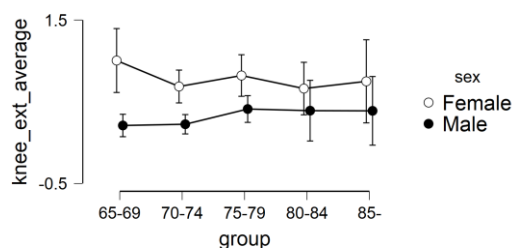


図 10 膝関節伸展角度

膝関節内反角度の結果を図 11 に示す。有意な性差を認めた。

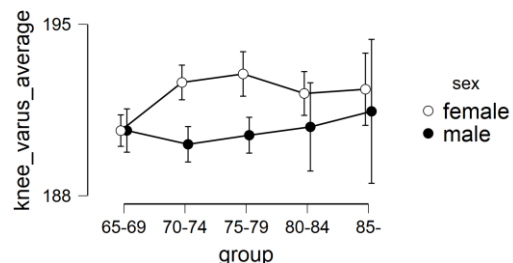


図 11 膝関節外反角度

膝関節内反角度の結果を図 12 に示す。有意な性差を認めた。

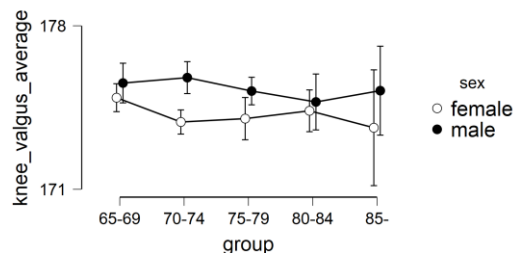


図 12 膝関節外反角度

3-3 年齢を推定する機械学習モデルの精度

決定係数および RMSE を表 2 に示す。男女ともにいずれのモデルも決定係数は小さく、およそ±5歳の誤差が生じていた。作成した歩行年齢推定モデルの精度は現時点で高くなく改良の余地が示された。

表 2 各モデルの決定係数および RMSE

モデル	女性		男性	
	決定係数	RMSE	決定係数	RMSE
線形回帰	0.06	5.2 歳	0.26	5.2 歳
回帰木	0.06	5.5 歳	0.11	5.7 歳
SVM 回帰	0.11	5.1 歳	0.22	5.3 歳

4. 今後の課題

モデルの精度を高めるために、別の特徴量（加速度など）を探索する。標本数を増やし、モデルの妥当性を評価する。また、年代別、性別の歩行に関する標準値を作成する。

5. 研究成果の公表方法

今後データを追加し、国内外の関連学会で報告し、英語論文にまとめて海外のジャーナルに投稿する。