

ADL動作評価・治療用 パーソナライズアプリの開発

澤村大輔 [北海道大学大学院保健科学研究所/教授]
杉森博行 [北海道大学大学院保健科学研究所/准教授]
石田知也 [北海道大学大学院保健科学研究所/講師]
吉村高明 [北海道大学大学院保健科学研究所/講師]
稲垣侑士 [北海道大学大学院保健科学研究所/助教]
田村洋史 [株式会社システムブレイン/課長代理]

背景・目的

近年は、AI技術の飛躍的な進歩により実現できる計算処理の高度化が見られ、ヒトの動作解析においてもマーカーレスAI動作解析の精度が飛躍的に向上している。一方で、リハビリテーション領域におけるAIの導入は遅れており、姿勢や歩行などに関するマーカーレスAI動作解析は進められているものの、複合的な運動から成る日常生活動作 (Activities of daily living, ADL) 評価はまだまだ質的側面のみに依存している。本研究では、臨床応用に向けたADL特化型マーカーレスAI動作解析プラットフォームの構築、および各動作における年代別の正常モデルの構築を目的とした。

内容・方法

研究1. ADL特化型マーカーレスAI動作解析プラットフォームの構築

健康者31名を対象とした。ADL動作は、洗髪(頭頂および後頭部)、洗顔、箸およびスプーンを用いた食事、ペットボトルの飲水とした。動作は全て座位で実施し、いずれの動作も対象者が普段行っている動作を再現するように指示をした。洗髪および洗顔ではおよそ3回のストロークとなるよう指示を与えた。各ADL動作は、動作解析のゴールドスタンダードである光学式モーションキャプチャーによる計測と同時にマーカーレスAI動作解析用の動画を記録した。両者より算出される関節角度計算の時系列波形の比較には類似性の指標としてcoefficient of multiple correlation(CMC)、誤差の大きさとしてroot mean square error(RMSE)を算出した。また各動作3回の平均値を各対象者の代表値とする各関節角度の最大角度についても算出した。

研究2. 各動作における年代別の正常モデルの構築

年代別の健康者150名を対象とし、前方、左右の3方向からADL動作10項目の動画を記録した。神経疾患の既往のあるもの、日常生活動作が自立していないもの、または日常生活動作に支障をきたす疼痛、運動障害、認知機能障害のあるものは除外した。得られた動画データを研究1の結果を基にした改良版AI動作解析プラットフォームを用いて各動作における関節角度の時系列データの解析を進めていく。

結果・成果

研究1. ADL特化型マーカーレスAI動作解析プラットフォームの構築

解析対象は31名(女性14名、年齢:22.6±2.0歳、身長:159.1±6.4cm[147-168cm]、体重:51.8±6.1kg; 男性17名、年齢:22.9±1.9歳、身長:170.6±6.8cm[155-185cm]、体重:61.8±5.4kg)であった。今回は解析が終了している洗髪、洗顔の2動作における光学式モーションキャプチャーとマーカーレスAI動作解析による関節角度計算の時系列波形の比較結果および両者における各関節角度の最大角度を示す(表1、図1)。

CMCは洗髪の両肩関節挙上において高い値(右0.929、左0.917)を示すも、洗髪動作では右0.736、左0.695にとどまった。肩関節回旋でも同様の傾向が認められた。一方、肘関節屈曲では洗顔において高いCMC(右0.873、左0.877)が確認されるも、洗髪動作ではやや低い傾向(右0.766、左0.778)が確認された。平均絶対誤差、RMSEは、10°以内に収まったのは、両動作の肩関節挙上および洗髪動作の肩関節回旋であった。

最大角度の比較では両動作において肩関節回旋以外の関節運動において有意差が認められた。肩関節挙上については平均値差が全て10°以内に収まっており、常にモーションキャプチャーでの計測角度がマーカーレスAI動作解析による角度より大きくなっていることが確認された。これは両者の間に連続して10°以内のずれが生じていることを示している。一方で、肘屈曲では、平均値差が10°~15°であり、常にマーカーレスAI動作解析による角度がモーションキャプチャーによる計測角度より大きくなっていることが確認された。これは両者の間に連続して10°~15°のずれが生じていることを示している。肩関節回旋では、データのばらつきが認められ、有意差は認められなかったものの、常にマーカーレスAI動作解析による角度が大きい傾向が示された。これらの結果より、各関節により補正すべき問題が一樣ではないことが確認された。

研究2. 各動作における年代別の正常モデルの構築

年代別の対象者150名の基本属性データを表2に示す。現在、各年代別の正常モデルの構築を目指し、解析に向けた準備を進めている。

今後の展望

今後は特許の取得に向けた準備を進めながら、本研究開発成果を基にした動作リスク評価・治療アプリの開発およびリハビリテーションの臨床現場での応用を目指していきたい。研究資金等の状況が整い次第、研究成果の事業化にむけて、汎用性や利便性を兼ね備えたアプリの開発を進め本技術の実用化を目指していきたいと考えている。また、事業化支援に向けては、ADL動作評価の専門家である作業療法士協会などの職能団体、または神経障害を主としたリハビリテーションの支援機器・アプリ開発に力を注いでいる学術団体などとの協働を検討している。

	肩関節挙上	肩関節回旋	肘関節屈曲
洗髪動作(右:n=30)			
CMC	0.929 (0.089)	0.835 (0.151)	0.766 (0.157)
平均絶対誤差(°)	7.0 (3.1)	8.9 (4.9)	15.4 (5.8)
RMSE(°)	7.4 (3.1)	9.9 (5.5)	16.2 (5.6)
洗髪動作(左:n=30)			
CMC	0.917 (0.082)	0.863 (0.141)	0.778 (0.108)
平均絶対誤差(°)	8.1 (3.3)	7.7 (2.7)	15.9 (4.9)
RMSE(°)	8.6 (3.3)	8.5 (2.8)	16.7 (4.8)
洗顔動作(右:n=30)			
CMC	0.736 (0.329)	0.621 (0.417)	0.873 (0.186)
平均絶対誤差(°)	6.7(4.6)	15.2 (10.4)	13.5 (6.5)
RMSE(°)	7.6 (6.6)	17.1 (13.5)	14.4 (8.0)
洗顔動作(左:n=30)			
CMC	0.695 (0.328)	0.717 (0.328)	0.877 (0.175)
平均絶対誤差(°)	6.2 (4.1)	14.3 (10.4)	12.9 (6.0)
RMSE(°)	7.1 (6.2)	16.0 (13.5)	13.9 (7.8)

CMC: coefficient of multiple correlation, RMSE: root mean square error

表1:洗髪、洗顔の2動作におけるCMC、平均絶対誤差、RMSE

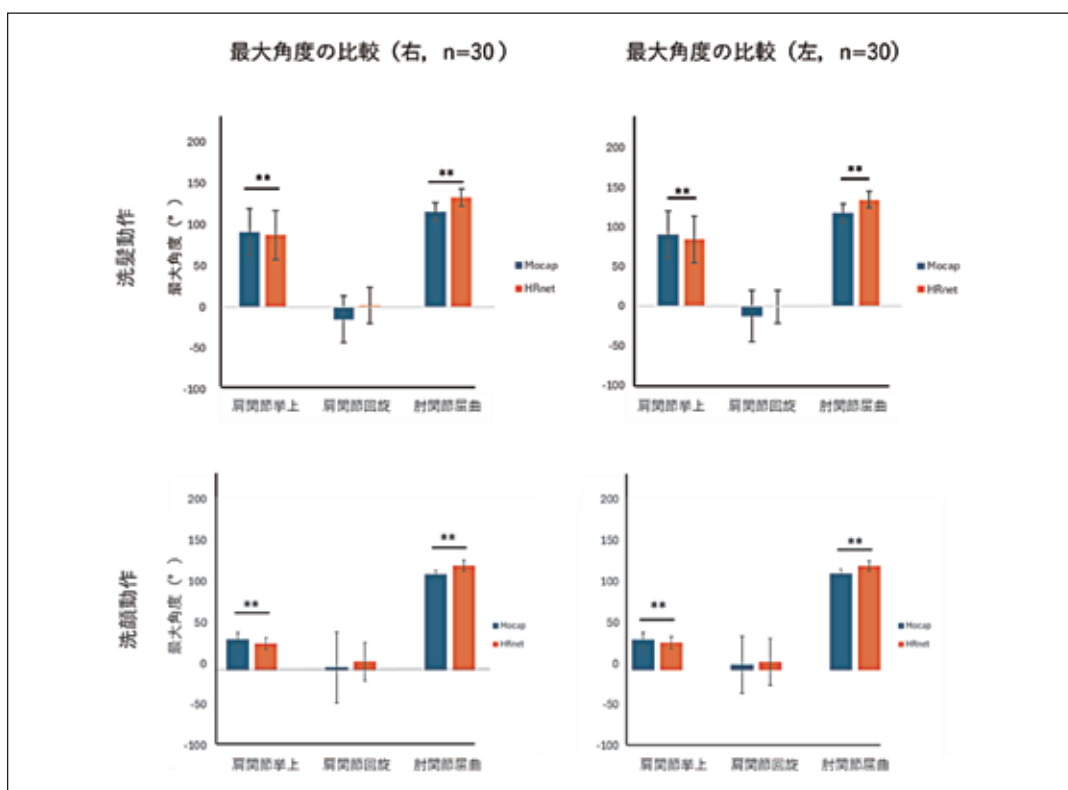


図1:洗髪、洗顔の2動作における最大角度
Mocap: Motion Capture

	20-30 歳代 (n=32)	40 歳代 (n=28)	50 歳代 (n=30)	60 歳代 (n=25)	70-80 歳代 (n=35)
年齢(歳)	29.3±7.6	43.7±2.4	54.6±3.0	64.0±3.2	76.6±4.7
性別(女性(n))	18	17	22	15	25
BMI(kg/m ²)	21.8±4.1	22.4±3.4	23.1±3.6	22.1±2.7	21.8±2.9
Edinburgh 利き手検査	96.5±11.24	98.1±8.1	98.2±10.2	97.6±6.6	99.3±2.9

BMI: Body Mass Index,

表2:対象者の基本属性データ