

高齢者のためのマーカレス MoCap を用いた椅子立ち上がり動作計測アプリの構築

本間 貴大[†] 藤原 克哉[†] 水戸部 一孝[†]

秋田大学大学院 先進ヘルスケア工学院[†]

1. はじめに

高齢化の進展に伴い、2023年1月時点で要支援・要介護認定者数は693.3万人である。要介護状態になる人の多くがフレイルという中間的な段階を経ている。フレイルは介入により再び健康な状態に戻るという可逆性があり、効果的な介入により健康な状態へ変化を促すことができるため、早期発見が重要となる^[1]。本研究では、構築した椅子立ち上がり動作計測アプリを用いて、高齢者を計測し、取得した関節位置座標から各関節の動きを解析することで、フレイル状態における椅子立ち上がりの動作特徴を明らかにすることを研究目的とする。

2. フレイル評価と立ち上がり動作

フレイルの有無を判別する方法に日本版 CHS 基準(J-CHS)がある。J-CHS は評価項目として、体重減少、筋力低下(握力測定)、疲労感、歩行速度、身体活動があり、3項目以上該当でフレイル、1~2項目該当でプレフレイル、該当なしで健康として評価する。

立ち上がり動作は、座位から立位に至るまでの繋ぎ動作であり、日常生活において立位・歩行の準備動作となるため、非常に重要な動作である^[2]。日常的に行われる動作の基本となる立ち上がり動作におけるフレイル状態の動作特徴を明らかにすることができれば、新たなフレイルの評価基準の一つとして活用できると考えた。

3. マーカレス MoCap による計測

現在、臨床現場において、立ち上がり動作を測定する手法として、モーションキャプチャシステムを用いた3次元動作計測が注目されている。従来の3次元動作計測には、光学式カメラを利用したモーションキャプチャと加速度センサやジャイロセンサなどを組み合わせた小型のモーションセンサを用いた

モーションキャプチャが普及した。しかし、上記の手法では、反射マーカや小型のモーションセンサを身体に貼付する必要があり、煩雑な計測準備や計測空間の限定といった欠点が存在する。この欠点を解消する手法として近年マーカレスモーションキャプチャを用いた3次元動作計測が注目されている^[3]。本研究では、このマーカレスモーションキャプチャを用いた3次元動作計測を市販のタブレット端末とアプリで実現することで、簡便な椅子立ち上がり動作の計測と解析を可能にする。

4. 椅子立ち上がり動作計測アプリの開発と課題

本論文では、iPad Pro に搭載されている LiDAR スキャナと ARKit の機能の一つである人体 3D モデルによるマーカレス MoCap を用いた「椅子立ち上がり動作計測アプリ」を開発した。アプリに椅子から立ち上がる人の人体 3D モデルの 29 個の関節位置座標を取得し保存する機能を実装したが、人体 3D モデルの前後が反転して誤認識されたりフリーズする不具合が顕在化し、これらのトラッキングエラーにより、正確に関節位置座標を取得できていない試行があることが明らかになった。一部の試行でのみ起こることから、不具合の原因に、撮影条件が関係しているのではないかと考えた。そこでモーションキャプチャの精度を向上させるために最適な撮影条件を検討する。また、被験者の立ち上がり指示の時刻を統一できていない問題や、解析対象とは別の試行の映像を解析してしまうミスが起こったため、これらの改善手法についても検討する。

5. 撮影条件の最適化

撮影条件を比較し最適化に取り組んだ。iPad の高さを 1.2m とし、iPad から椅子の中心までの距離を 2.0m と 3.0m、椅子の高さを 0.41m と 0.43m、背もたれのある椅子と背もたれのない椅子、パーテーションの有無をそれぞれ比較実験し、最適な撮影条件を検討した。図 1 に最適化後の撮影条件における配置図を示す。また、被験者の iPad に対する着席する方向を対面と 45° 方向で比較し後者が優れ

Construction of an Application for Measuring Chair-Rising Motion Using Markerless MoCap for the Elderly

[†] Homma Takahiro, Katsuya Fujiwara, Kazutaka Mitobe, Graduate School of Advanced Healthcare Engineering, Akita University

ていることを確認した。さらに「腕を胸の前に組む」と「手と手を胸の前で組む」を比較し、後者が優れていることを確認した。被験者は足を肩幅程度に開き、膝の角度が地面と 90° となる着座姿勢を3秒間保持し、立ちあがり開始の合図で立ちあがるように教示した。

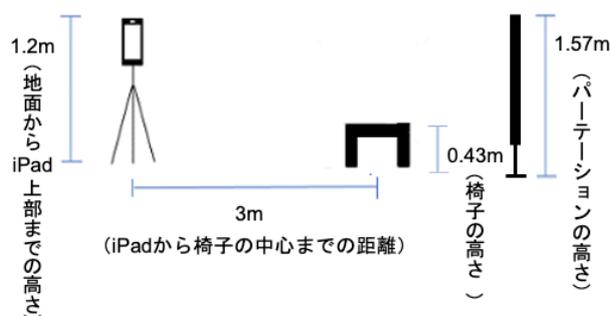


図1 最適化後の撮影条件における配置図

6. ユーザーインターフェースの作成

機能として以下8個を実装した。①～④は計測に関する機能であり、⑤～⑧は計測支援に関する機能である。①スタート・セーブボタン、②スタートボタン押下後の計測中の表示、③29個の関節位置座標の取得、④CSVファイルによる関節位置座標の保存、⑤スタートボタン押下後3秒後に音が鳴る、⑥計測回数の画面への表示、⑦タイマーの画面への表示、⑧リセットボタン。図2に立ち上がり動作計測アプリの実行画面例を示す。⑤～⑧の計測支援に関する機能の狙いを以下に述べる。⑤はスタートボタン押下後3秒後に音が鳴る機能により、立ちあがり開始合図と立ちあがり開始時刻の同期を実現し、計測データの信頼性を向上させる。⑥計測回数の画面への表示は、測定中の試行が何試行目に当たるかを目視で確認可能なため、実験中に起こりうる試行回数の多寡を防ぐとともに、映像を見直す際に解析対象とは別の試行を解析してしまうことを防ぐ。⑦タイマーの画面への表示は、映像から被験者のある特定の動作時のデータを確認したい時に、その動作が何秒付近で見られたのかを目視で確認可能なため、解析の際の効率性を向上する。⑧リセットボタンは実験中にトラブルや誤りが起きた際に、デフォルト状態に戻すことで、実験を最初からやり直すことなく続行可能である。上記のように8個の機能を含むユーザーインターフェースを作成することで実験遂行と実験後の解析における円滑さを向上させた。



図2 立ち上がり動作計測アプリの実行画面例

7. 結果と今後の課題

最適化後の撮影条件で実験した結果、人体3Dモデルのフリーズ、反転などの不具合が改善し、モーションキャプチャの精度が向上していることを確認した。ユーザーインターフェースの作成については、アプリに8個の機能を実装することで、実験遂行と実験後の解析における円滑さを向上させた。

今後は臨床現場で現在普及している椅子立ち上がりテストの評価基準を新たに取り入れ、まず若年者を対象として椅子立ち上がり動作計測アプリの妥当性を評価する。またその後、高齢者を対象にフレイル評価基準であるJ-CHSを用いたフレイルの有無の判別結果と椅子立ち上がり動作の計測・解析結果の関係を調査する予定である。

参考文献

- [1] 社団法人日本老年医学会：フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント (2014). https://jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513_01_01.pdf
- [2] 立ち上がり動作—力学的負荷に着目した動作分析とアライメント—, 関西理学, pp.26 (2002).
- [3] 春名弘一他：マーカーレスモーションキャプチャによる三次元動作解析の応用例, 日本義肢装具学会誌, Vol.35 No.1, pp.17 (2019).