

全天球カメラを用いた歩行観察支援システムの開発と有用性の検討

大井 悠磨 松田 浩一
岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

リハビリテーションにおいて、歩行能力は重要な指標の一つである。通所リハビリテーションにおいて、歩行を観察して利用者の状況を把握し、口頭により状態を説明することで、歩行の改善に取り組んでいる。しかし、利用者が状況を認識し、改善を実感できるように説明することに苦心している。

映像を用いた利用者への説明は、状態を記録・説明するには有用であるが、歩行範囲を収める距離にカメラを設置できる十分な距離が無く、また、多数の利用者が居る中で、歩行者の横や正面といった視点からの状態を撮影するためカメラを持って撮影したりするなど、手間がかかるのが現状である。また、映像を用いても説明が主観的となる。そのため、撮影環境の簡便さと利用者への説明に対する支援が求められている。

本研究では、全天球カメラを用いた歩行動作の歩行観察支援システムを開発した。実験により、全天球カメラによる映像は歪みが大きい、画角が広いという利点を活かし、簡便な機器設置と利用者への効果的な提示が可能であることを確認した。

2. 開発システムの概要

2.1 システム構成

本システムの利用手順を示す。

(1) トリミング

本研究では、Insta360X3 を用い、5.7K (30fps) で取得した映像を用いる。視野が広い、カメラの位置は細かく気にする必要は無い。しかし、範囲が広すぎ、トリミングをしないと映像として分かりにくい。本システムでは、被写体を選択すると、自動的にトリミングを行う。

(2) 観察部位の選択

着目する体の部位を選択し、一連の歩行の中で説明したいタイミングを対話型インターフェースで選択する。

(3) 連続写真の生成

選択した部位の角度および姿勢を連続写真として生成する。

2.2 トリミング

YOLOv8 を用いてトラッキングを行い、対象者の

歩行の開始・終了までを全て含む領域を抽出する。複数の人物が映っている場合、人物の ID 選択する。全ての抽出領域を含む長方形を求め、中心を基準に横幅を 1.1 倍、高さを 16:9 になるよう調整 (図 1: 赤線) して切り抜き、1920x1080 で再エンコードした動画が生成される。

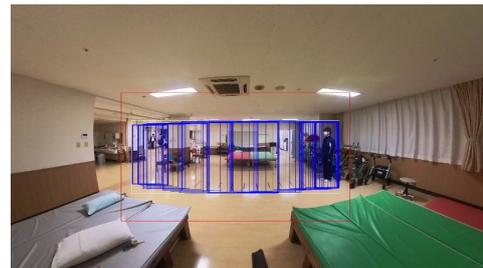


図 1: 対象人物に対する自動トリミング

2.3 観察部位の選択

2.3.1 骨格情報の推定

観察部位を指定するため、骨格情報を抽出する。本研究では、関節数の多い OpenPose (BODY25 モデル) を用いた。選択した対象者のみの骨格情報としたため、YOLOv8 による各フレームに対するトラッキング領域に対して処理を行う。

2.3.2 部位およびフレーム選択

ユーザが観察したい部位をプルダウンメニューから選択すると、選択した部位の角度グラフが表示される (図 2)。映像の姿勢や関節角度を参照し、任意のフレームを選択することができる。



図 2: 部位とフレームの選択

2.4 連続写真の生成

YOLOv8 のセグメンテーション機能を用い、選択したフレームの人物を切り抜き、最初のフレームの画像に全ての選択フレームの人物を合成する。このとき、各関節点と選択した関節部位に線を描画し、

算出した角度も併記することで、利用者に視覚的に、より理解しやすく提示するように工夫した。

3. 実験と考察

3.1 実験 A

歩行した直線経路（以下、歩行路）と全天球カメラとの距離による影響を確認した。歩行距離は 10m とし、歩行路からカメラの距離を 1m~3m とした。角度の算出には、歪曲収差補正が必要である[1]が、補正により、骨格抽出の精度が落ちたため、本研究では補正は行わず映像を利用することにした。

図 3 に 1m、図 4 に 3m としたときの結果を示す。距離がいずれであっても骨格および角度の算出ができていたことが確認できたものの、実用上は 3m 程度離す方が画像としての違和感は少ない。また、超広角であるため、1 台のカメラを置くだけで正面や後ろからの視点に近い映像を同時取得するような効果があり、映像としても有用であることが分かった。一方で、関節角度の数値情報としては、参考程度と理解して利用する必要がある。

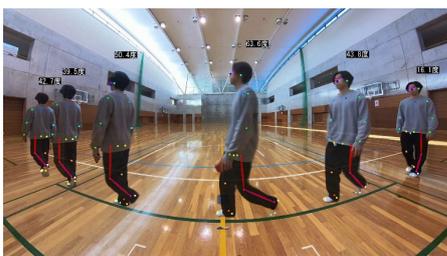


図 3：歩行路から 1m の距離



図 4：歩行路から 3m の距離

3.2 実験 B

実験 A では、一人だけが映る理想的な状況としたが、実環境では、複数の人物が映り込む。本実験では、歩行を観察する現場の一つにカメラを設置した。歩行距離は 5m 程度、歩行路からの距離は 3m であった。本実験では、被験者以外が映る場合について、複数の状況を想定して実験を行った。

図 5 では、被験者より手前側を通過する人物と中央に伏せてリハビリをしている人物、図 6 では被験者の奥側を通過する人物と中央に伏せてリハビリをしている人物、としたときの結果を示す。



図 5：被験者の手前を通過する人物あり



図 6：被験者の奥側を通過する人物あり

実験結果より、被験者以外の複数の人物が映っている場合でも、ユーザが選択した被験者を正確にトラッキングでき、連続写真が破綻なく生成できることが確認できた。一方で、OpenPose の誤認識で、被験者の関節が抜けたり、前後の関節が入れ替わったりするなどの現象が見られた。これは、理学療法士が UI にて適切な状態のフレームを選択することで問題は回避されることが期待できる。

理学療法士への聞き取りにおいて、機材設置が簡便で利用者に説明しやすく、理解しやすい手段であり、見方を理解して使うことで有効に利用できる可能性が高いとの回答が得られた。

4. おわりに

本研究では、リハビリテーションの現場の状況を踏まえた歩行観察支援システムの開発を行った。ユーザは、提示された選択肢から対象人物を選び、対象となるフレームを選択するだけで利用できる。また、全天球カメラを利用することによる長所・短所が明らかになった。長所を理解して利用することにより、様々な状況においても、歩行観察や利用者への説明に活用できることが確認できた。

謝辞

研究を行うにあたり、盛岡医療生活協同組合川久保病院通所リハビリテーション理学療法士の金子雅樹様、佐々木拓哉様、岩山翔太様には、実験データの収集など多くのご協力をしていただいたことに感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 白銀 暁, 理学療法場面における簡便な機器を用いた運動計測, 理学療法 - 臨床・研究・教育, Vol. 23, No. 1, pp. 9-15, 2016.