

Azure Kinect を用いた歩行データ解析に基づく異常検出システムの開発

1. はじめに

リハビリテーションにおいて、治療や評価におけるデータの収集と分析は重要な役割を果たす。しかし、モーションキャプチャシステムやフォースプレートなどの大型な装置は高価で操作が複雑であり、設置や運用に専門知識が必要とされる。さらに、データ解析に時間がかかるため、迅速な治療や評価を妨げる一因となっている。

これらの課題を踏まえ、Whittle は歩行データ解析が治療計画に有用であることを示し[1]、Clark らは Microsoft Kinect を用いた低コストな測定法の有効性を証明している[2]。本研究では、これらの知見を基に、Azure Kinect を活用し、低コストで簡便かつ柔軟な異常歩行検出システムを提案する。

2. 提案手法

2.1 提案システムの概要

本研究では、Azure Kinect センサーを用いて患者の歩行データをリアルタイムで収集し、解析結果を提供するシステムを提案する。Python のデータ処理ライブラリ (pandas) で整理し、matplotlib を使って可視化する。ゆっくりした歩行を対象とし、足の高さ (1~10cm)、歩幅 (身長 24~34%)、歩行速度 (0.5~1.125m/s)、および身体 左右対称性 (膝の左右動作の偏差を評価) の 4 項目を測定し、それぞれの正常範囲と比較することで異常を自動検出する。

2.2 カメラ配置とデータ補正

歩行時の足元のデータをより正確に収集するため、本研究ではカメラを地面から約 110cm の高さに設置し、やや下向きに傾ける配置を採用した。この配置により、地面の反射や足元の動きを効果的に捉えることができるが、センサーの設置位置や角度による直線的な偏りがデータに含まれるため、デトレンド処理を用いてそれを補正している。

2.3 歩行異常の評価方法

本研究では、以下のような計算を行い、歩行データを分析する。足の高さの評価では、右足と左足の高さの差をフレームごとに計算し、その変動を基に高さとバランスを分析する。歩幅については、右足と左足の奥行きの差を計算し、ステップ幅を評価する。さらに、歩行速度はフレームごとの肩の奥行きの変化量を基に算出し、15 フレーム単位のスライディングウィンドウを用いて平均速度を計算する。これらの項目について、いずれも指定された正常範囲を基準に評価し、範囲を超えた場合に異常判定と判定する。

身体 左右対称性については、膝の高さデータを用いて評



図 1 歩行データの撮影例

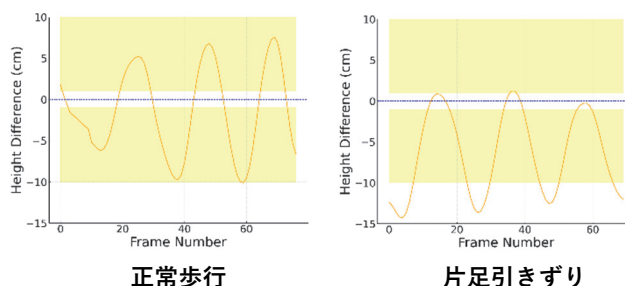


図 2 足の高さによる異常検出結果の例

価する。左右の膝の動きが類似していない場合、歩行に異常がある可能性が示唆される。これらの指標を総合的に解析し、正常な歩行と異常な歩行を判別する。

3. 実験結果

提案手法を用いて異常歩行検出の実験を行った。図 1 は実際に歩行データを撮影した際の様子であり、リアルタイムに各部位の動きを記録する。図 2 は足の高さによる異常検知の例であり、歩行中の右足と左足の高さの差を示している。左の正常歩行では両足が正常範囲 (着色された領域) に収まっているのに対し、右の片足引きずり状態では正常範囲に収まっていないために異常歩行と判定される。

4. おわりに

本研究では、Azure Kinect を用いた歩行データ解析に基づく異常歩行検出システムを提案した。データの正確性を高めるためにカメラ配置や補正処理を工夫し、歩行評価指標に基づき自動的に異常を判定できるように設計した。今後の課題としては、異常歩行の多様なパターンへの対応や、機械学習を用いた判定精度向上などが挙げられる。

[参考文献]

- [1] Whittle, M. W.: Gait analysis an introduction, 4th edition, Elsevier, pp.1-256, 2007
- [2] Clark, R. A., Pua, Y. H., Fortin, K., et al.: Validity and reliability of the Microsoft Kinect for assessment of postural control, Gait & Posture, Vol.36, No.3, pp.372-377, 2012