

B3-20 Azure Kinect と k-means 法を用いたロコモのスクリーニング

知能システム制御研究室 橋本 翼

1. はじめに

高齢者の要介護・要支援者を予防するには、ロコモティブシンドローム (以下、ロコモ: 運動器の機能が衰え、寝たきり・要介護となる可能性の高い状態のこと [1]) の早期発見、予防が重要である。一般的な診断方法は運動テストとアンケートであるが、前者は被験者に過度な運動負担がかかり、後者は被験者の主観に左右される。

そこで本研究では、Depth 画像に基づいて人の骨格座標情報を推定できる Azure Kinect を用いた非接触・非拘束なロコモ診断を目指し、ロコモと判断し得る要因を探ることを目的とする。

2. 歩行測定とパラメータの抽出

60~80 歳代の被験者 31 名を対象として 5m 歩行を測定する。測定には Azure Kinect のボディトラッキング [2] を使用し、32 箇所の関節を推定し、カメラを基準とする 3 次元骨格座標 (以下、骨格座標) を取得する。測定環境のイメージ図を Fig. 1 に示す。

つぎに、ビデオカメラをもとに被験者の歩行を目視で確認すると、歩行に不安のある人は身体の揺れと歩行速度に違いが目立ったため、身体の重心に最も近い骨盤の骨格座標に着目し、その上下 (Y) 左右 (X) の揺れと進行方向 (Z) の歩行速度を特徴ベクトルとして採用する。また、事前の予備実験において採用した特徴ベクトルが被験者間の歩行の違いを分類できることを確認している。各特徴ベクトルの導出方法を以下に示す。

1. 進行方向 (Z) の速度: Fig. 1 より Z 座標は Azure Kinect からの距離を示しているため、骨盤関節の Z 座標とその取得時間を用いて歩行速度を導出する。
2. 左右 (X) および上下 (Y) の揺れ: 骨盤関節の各軸の時系列に対し、振幅の最大値 (ピーク to ピーク) を導出する。その際、対象が近づくことで各軸にトレンドが生じるため、1 次近似直線を差し引いてトレンドを除去する。

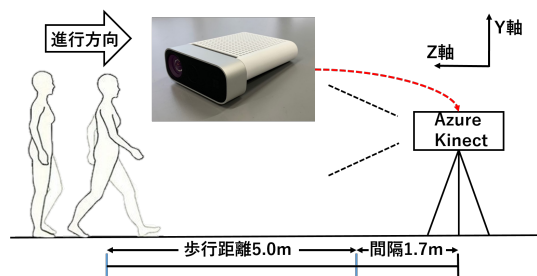


Fig. 1 測定環境のイメージ図

3. k-means 法を用いたクラスタリング

抽出した特徴ベクトルに対して k-means 法でクラスタリングを行う。クラスタ数はロコモの有無を分類するために 2 とする。なお、特徴ベクトルは被験者間で (1) 式による正規化を行う。

$$d_n = \frac{d_k - \mu_d}{\sigma_d}, \quad k = 1, 2, \dots, 31 \quad (1)$$

ここで、 d_k は元データ、 μ_d は d_k の平均値、 σ_d は d_k の標準偏差、 d_n は正規化された d_k である。

4. 検証

提案手法と理学療法士 (以下、PT) が目視で判断した結果の比較を Table 1 に示す。評価 A, B, C はそれぞれ健常、ややロコモ、ロコモと PT が判断したものである。

Table 1 評価 A~C とクラスタの比較

クラスタ	評価 A	評価 B	評価 C	合計
1	7 名	9 名	1 名	17 名
2	3 名	3 名	8 名	14 名

評価 C を見ると、ほとんどの被験者がクラスタ 2 に分類されていることが分かる。これより、特徴ベクトルでロコモのスクリーニングが可能だと分かる。評価 C の 1 名がクラスタ 1 に分類されたのは歩行速度が速かったのが原因である。一方で評価 A を見ると、クラスタ 1 に 7 名、クラスタ 2 に 3 名分類されていることが分かる。クラスタ 2 に分類された 3 名は歩行速度が遅く、左右の揺れが大きいといった評価 C と似た特徴であったのが原因である。評価 A がクラスタ 1 に、評価 C がクラスタ 2 に分類されることが正しいとして、正答率を求めると、78.9% の精度であり、また評価 A, C それぞれの再現率を求めると、評価 A は 70.0%、評価 C は 88.9% の精度であり、PT の結果と概ね一致している。

5. おわりに

被験者に過度な負担のかからないロコモ診断を目的として Azure Kinect でロコモスクリーニングを試みた。その結果、正答率は 78.9%、ロコモの再現率は 88.9% の精度で PT の評価を実現できた。

参考文献

- [1] K. Nakamura: Locomotive syndrome: disability-free life expectancy and locomotive organ health in a "super-aged" society, J Orthop Sci, Vol. 14, No.1, pp.1-2, 2009
- [2] Azure Kinect ボディトラッキングの関節 — Microsoft Docs <https://docs.microsoft.com/ja-jp/azure/kinect-dk/body-joints.html>