

1. はじめに

集団対面授業において、教師が常に生徒全員に気を配るのは難しい。本研究室では、OpenPose [1] を用いて集団対面授業を対象とした各生徒の姿勢や体の向きを推定するシステムを構築し、教師が教室内の状況を知る手段として提供を目指してきた [2]。しかし、授業中に重要なことは、集団行動から逸脱している特異な生徒を検出することであるが、OpenPose は同一人物をトラッキングすることができないため、姿勢や体の向きが特異な状態の生徒を一意に同定することは困難であった。

そこで本研究では、上記問題の解決を試み、集団対面授業における特異な人物の検出を目指す。

2. 特異な人物の検出

本研究で構築するシステムのコンセプトを Fig. 1 に示す。①教室内を動画撮影、② OpenPose 処理により人物の骨格座標を取得、③骨格座標を用いて姿勢推定、④同様に向き推定、⑤両推定結果より特異な人物の検出、という手順を提案する。

②において、OpenPose では処理毎に人物ラベルが異なる仕様であるため、人物トラッキングが必要である。今回は、処理フレーム間において OpenPose 処理による鼻の座標が半径 50 ピクセル以内の場合は同一人物としてラベル付ける。なお、複数人物が該当する際は、最も鼻の座標が近い者を優先する。

③および④において、テンプレート姿勢を Fig. 2 と定め、特徴ベクトル V を

$$V = \left[\frac{d_1}{d_n} \quad \frac{d_2}{d_n} \quad \frac{d_3}{d_n} \quad \frac{d_4}{d_n} \quad \frac{d_5}{d_n} \quad \frac{d_6}{d_n} \right]^T \quad (1)$$

と定義する。ここで、 d_1 は両肘間の距離、 d_2 は両手間の距離、 d_3 は首-右肘間の距離、 d_4 は首-左肘間の距離、 d_5 は首-右手間の距離、 d_6 は首-左手間の距離、 d_n は両肩間の距離であり、各々を d_n で割ることで体格差や遠近感の正規化を行う。③では、未知姿勢と各テンプレート姿勢の特徴ベクトルについてマハラノビス距離を算出し、最も近い姿勢

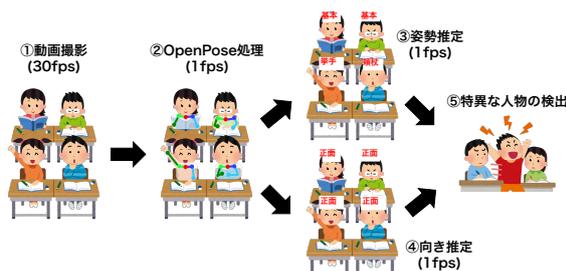


Fig. 1 システムのコンセプト



Fig. 2 テンプレート姿勢

に同定する。また、④では、両肩を結ぶ直線への法線と、水平線がなす角度 θ を算出し、

$$Direct = \begin{cases} front & (\theta \leq -60^\circ, 60^\circ \leq \theta) \\ right & (0^\circ < \theta < 60^\circ) \\ left & (-60^\circ < \theta < 0^\circ) \end{cases} \quad (2)$$

として体の向き $Direct$ を推定する。

⑤において、一瞬だけ条件に当てはまる場合はノイズの可能性もあることから、過去 4 秒間の内 3 秒以上条件を満たすと特異とする（この際、人物トラッキングが有効に働く）。本研究では、全体の人数に対する少数派の姿勢の人物や、挙手姿勢、頬杖姿勢、横向きの各人物を特異な人物とする。

3. 検証とまとめ

姿勢推定の結果において、ほとんどのテンプレート姿勢で正解率、適合率、再現率の3つともに 90% を超えていた。しかし、左手頬杖の再現率は 54.2%、両手頬杖の適合率は 66.7% であった。頬杖姿勢の推定に関してはまだ問題が残っており、テンプレートや特徴ベクトルに改善の余地があると考えられる。

また、少数派の姿勢、挙手姿勢、頬杖姿勢の人物の検出において、検出精度は 100% であった。しかし、横向きの人物の検出において、検出精度は 65.5% であった。横向きの人物の場合、鼻の座標が取得できず人物トラッキングが途切れることが原因である。特異な人物の検出は、前段階の姿勢推定や向き推定、人物トラッキングの結果に依存するため、これらの精度を高めることが重要である。

参考文献

- [1] GitHub - CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose, <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>
- [2] 山田, 他: RGB 映像に基づく OpenPose を用いた教室内の行動推定, 第 23 回システムインテグレーション部門講演会, 172/175(2022)