

# 骨格の左右対称性を考慮した 3次元姿勢推定法の検討

## A Study on 3D Pose Estimation Method with Skeletal Symmetry

中島 聖<sup>†</sup>

福田 大翔<sup>‡</sup>

渡辺 裕<sup>‡</sup>

Sho Nakashima<sup>†</sup>

Hiroto Fukuta<sup>‡</sup>

Hiroshi Watanabe<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>早稲田大学大学院基幹理工学研究科

<sup>‡</sup>早稲田大学基幹理工学部

<sup>†</sup>Graduate School of Fundamental Science  
and Engineering, Waseda University

<sup>‡</sup>School of Fundamental Science and  
Engineering, Waseda University

### 1. まえがき

近年、姿勢推定技術は多くの分野で活用されている。特に3次元姿勢推定は、見かけの姿勢でなく実形状を把握できる点で優れているが、推定精度が十分でない。動作映像に対する姿勢推定においては、連続する映像フレームで骨格長が一定とならない問題がある。

本稿では、骨格の絶対長がフレーム間で一定であることと、人間の骨格の左右対称性を考慮することで、3次元姿勢推定法の精度向上を図る。

### 2. 関連研究

本稿では、姿勢推定手法としてAlphaPose[1]を用いる。AlphaPoseは画像や動画内の人物の姿勢を推定するモデルの一つである。17種類の骨格座標データ、推定結果に対する信頼スコアを取得できる。

### 3. 提案手法

AlphaPoseによる姿勢推定を用いて、人間が直立し、カメラアングルを水平にした状態の画像から各キーポイントの座標を取得する。この時、3次元姿勢推定ではなく、より精度の高い2次元姿勢推定を用いる。また、骨格の絶対長 $L$ は以下の式(1)で

求められる。ここで、キーポイント $A(x_1, y_1)$ ,  $B(x_2, y_2)$ としている。また、人間の骨格の左右対称性より左右片方の絶対長が計算できない場合、もう片方の絶対長を用いる。

$$L = \sqrt{(x_1 + x_2)^2 + (y_1 + y_2)^2} \quad (1)$$

骨格の絶対長がフレーム間で一定であるため、各フレームのキーポイント $A(x'_1, y'_1)$ ,  $B(x'_2, y'_2)$ として、 $z$ 座標を以下の式(2)で得る。骨盤から順に座標変換を行う。3次元姿勢において、奥行き( $z$ 座標)の推定が困難なタスクである。そのため、 $z$ 座標を修正することで、骨格の絶対長を合わせている。前後どちらに修正するかについては、3次元姿勢推定で得られる $z$ 座標を用いる。また、NeckとNoseのようにフレーム間で距離が変化するキーポイント間の長さについては絶対長がないため、座標変換は絶対長を得られるキーポイント間のみ行う。

$$z = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} - \sqrt{(x'_1 - x'_2)^2 + (y'_1 - y'_2)^2} \quad (2)$$

### 4. 実験

#### 4.1 データセット

本稿ではCMU Panoptic[2]データセットを用いる。CMU Panopticは複数台のカメラが取り付けられた球状の装置内で作

成された社会活動に従事する人々の 3D ポーズデータセットである。

#### 4.2 結果

直立した人間の右横からカメラアングルを水平にして撮影した画像に対して AlphaPose による 2 次元姿勢推定を行う。推定結果から各キーポイント間の絶対長を計算する。対象人物の左側の絶対長は対応する右側の絶対長を与える。得られた各骨格の絶対長を用いて、映像に対して 3 次元姿勢推定を行った結果に対し座標変換を行う。得られた結果を図 1 に示す。

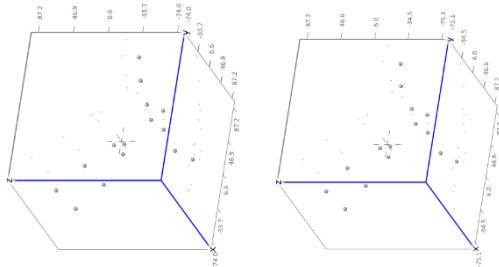


図 1 左：AlphaPose の結果 右：提案手法の結果

#### 4.3 評価実験

AlphaPose による姿勢推定結果と提案手法による姿勢推定結果に対し、Mean Per Joint Position Error (MPJPE) を求める。MPJPE は各キーポイントの推定座標と正解座標の距離を平均することで求められる評価指標である。表 1 に求めた MPJPE を示す。表 1 より、Knee 以外の座標変換を行ったキーポイントにおいて、MPJPE の値が低下していることがわかる。

#### 5. 今後の課題

今後の課題として、さらなる精度向上と、人間が直立しカメラアングルを水平にした状態の画像が必要であるという制限の緩和がある。後者に関しては、骨格の絶対長の取得方法を変えることで実現

できる。映像の姿勢推定において、最も

表 1 各キーポイントにおける MPJPE

キーポイント	手法	
	AlphaPose	提案手法
Neck	40.6867	40.6867
Nose	53.5273	53.5273
Shoulder	43.1464	43.1464
Elbow	63.3135	60.8876
Wrist	82.9686	81.0240
Hip	10.1196	10.1196
Knee	31.4297	36.3358
Ankle	65.3099	63.0242
Whole	45.7860	45.5526

キーポイント間の距離が大きいときの値を絶対長とする方法や、AlphaPose では各座標の信頼度を取得できるため、信頼度が最も大きいときのキーポイント間の距離を絶対長とする方法などが考えられる。前者では、外れ値を絶対長に用いる恐れがある。両者ともに事前に条件をクリアした画像を用意する必要はなくなるため、制限の緩和が見込める。

#### 6. むすび

本稿では、骨格の絶対長がフレーム間で一定であることと、人間の骨格の左右対称性を考慮し 3 次元姿勢推定の精度を改善する手法を提案した。評価実験より、提案手法が精度の向上に貢献することを確認した。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 20K11344 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] H. Fang, J. Li, H. Tang, C. Xu, H. Zhu, Y. Xiu, Y. Li and C. Lu, "AlphaPose: Whole-Body Regional Multi-Person Pose Estimation and Tracking in Real-Time", arXiv:2211.03375, 2022.
- [2] H. Joo, H. Liu, L. Tan, L. Gui, B. Nabbe, L. Matthews, T. Kanade, S. Nobuhara and Y. Sheikh, "Panoptic Studio: A Massively Multiview System for Social Motion Capture", Ieee International Conference on Computer Vision, pp.3334-3342, 2015.