

〔経常研究 A〕

## モーションキャプチャと筋骨格シミュレータを用いたユーザビリティの定量評価

福井航, 福田純, 平田一郎

### 1 目的

道具や設備のユーザビリティを定量評価するために、工業技術センターでは光学式モーションキャプチャと筋骨格シミュレータを使ったサービスを提供している。光学式モーションキャプチャは計測精度が高い一方で、「現場で設営する作業コストが大きい」、「被験者にマーカー用スーツを着用する心理的コストが大きい」、「現場ではマーカーやマーカー用スーツを利用できない場合がある」などの課題がある。光学式モーションキャプチャが抱える課題（設営コスト、心理コスト、利用可能範囲の狭さ）を解決するために、本研究では被験者に負担をかけないモーションキャプチャシステムを開発する。工業技術センターでの展開を考え、「開発システムの対象は1名のみ」、「対象にマーカーの付与や特別のスーツの着用は求めない」、「筋骨格シミュレータで利用可能な出力を吐き出せる」を開発要件とする。

### 2 実験方法

本研究では、被験者にマーカーなどを付与しないシステムとするためにカメラ画像を入力として利用する。姿勢推定には精度とコストのバランスから OpenPose<sup>1)</sup>を採用する。OpenPose は 1 台もしくは複数のカメラで利用できる人体の姿勢推定モデルである。本研究では 1 台での姿勢推定と 3 台での姿勢推定を行う。カメラ 1 台の場合、入力画像から 2D の姿勢推定を行うことができ（図 1）、その結果をさらに 3D に拡張することができる。カメラ 3 台での姿勢推定の様子を図 2 に示す。この場合、2D の姿勢推定を経ずに 3D の姿勢推定を行うことができる。本研究では、これら 2 つの方法と光学式モーションキャプチャを用いた方法で同時に計測し、それらの比較を行う。また、OpenPose で出力された時系列の CSV データを筋骨格シミュレータ（Anybody）に入力し、シミュレーションの可否を確認する。



図 1 入力画像と 2D 姿勢推定

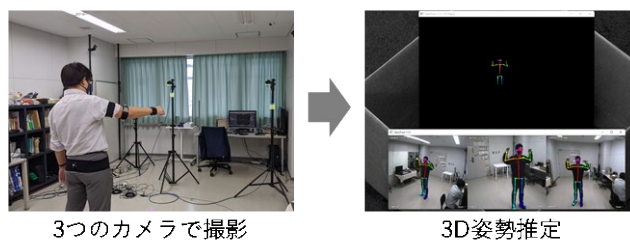


図 2 3カメラでの 3D 姿勢推定

### 3 結果と考察

カメラ 1 台での姿勢推定結果を図 3 に示す。破線は光学式モーションキャプチャ、実線は OpenPose での姿勢推定結果である。垂直軸（青）や水平軸（赤）は比較的うまく推定できているが、奥行方向（緑線）の推定が 30 秒辺りで反転していたり、45 秒辺りでは全く推定できていなかったりといったズレがある。以上から、奥行方向の推定をあまり必要としない、2 次元的な動作であれば利用できる可能性があると考えられる。一方で、カメラ 1 台で実施できるため、現場で手持ちのスマートフォンなどを使って撮影するだけで解析可能であるのは非常に大きなメリットである。

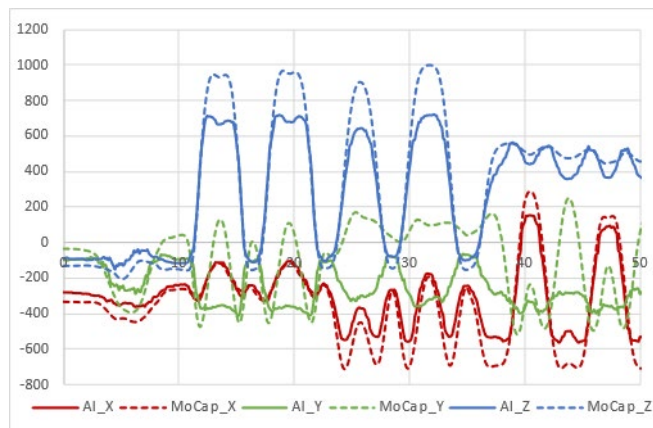


図 2 カメラ 1 台での手首位置の推定結果（3D 拡張）

次にカメラ 3 台での姿勢推定の結果を図 4 に示す。図 2 同様、破線は光学式モーションキャプチャ、実線は OpenPose での姿勢推定結果である。Y 軸方向から撮影しているが、Y 軸（奥行）方向において 15 秒辺りでうまく推定できていない部分があるものの、カメラ 1 台と比較してうまく推定できているのが見て取れる。

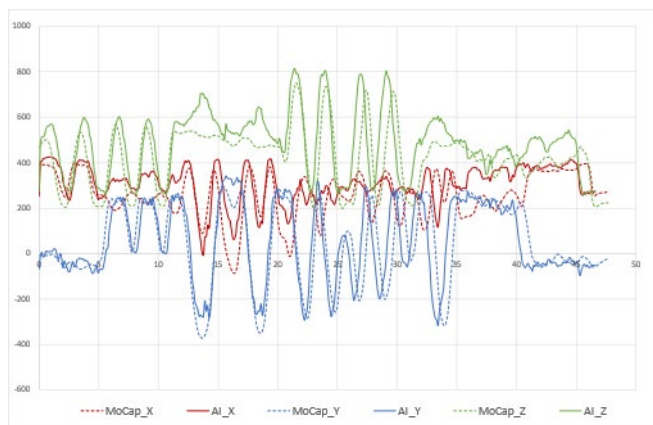


図 4 カメラ 3 台での手首位置の推定結果（3D）

次に筋骨格シミュレータに入力し、動作を確認した。入力は 1 カメラ（2D 推定）、1 カメラ（3D 拡張）、3 カメラ（3D 推定）の 3 パターンである。入力データとモデルを図 5 に示す。2D データについては、そのままではシミュレーションできないので、垂直平面上の射影として駆動させ、その射影を追従するように動作させた。1 カメラ（2D 推定）の場合、射影と平行な平面上での動き（奥行方向の動きが少ない動作）であればモデルは追従できたが、それ以外では追従し切れなかった。1 カメラ（3D 拡張）の場合、奥行方向の推定自体が間違っている箇所が多く、実際の動きとは異なるモデルの動作になってしまった。また、骨格の可動範囲上追従し切れない動きの場合も多く、正常に終了でき

なかった。3 カメラ (3D 推定) の場合、拘束パラメータ調整を行うことで解析は終了することができた。

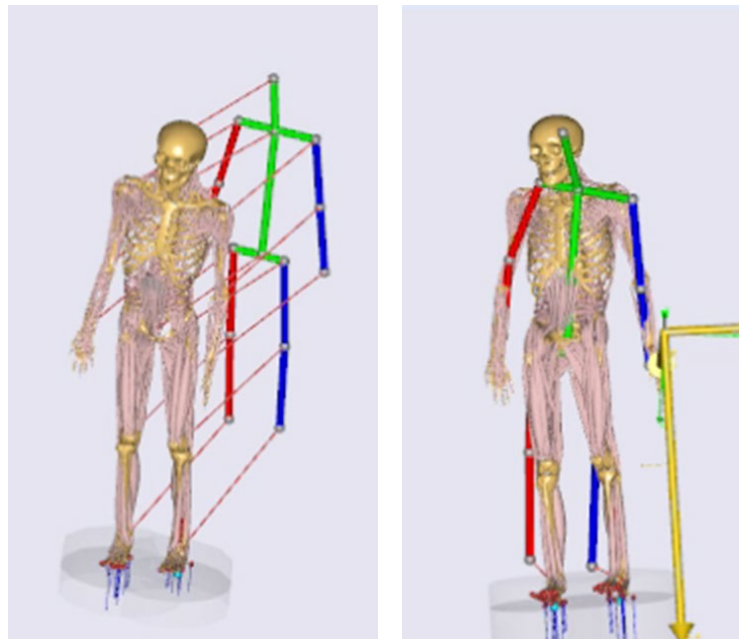


図5 2D 入力の場合 (左) と 3D 入力の場合 (右) の筋骨格シミュレーション

#### 4 結論

1 カメラ (2D 推定)、1 カメラ (3D 拡張)、3 カメラ (3D 推定) の 3 パターンで筋骨格シミュレーションを行った結果、平面的な動作であれば 1 カメラ (2D 推定) でも解析できる可能性があると分かった。1 カメラ (3D 拡張) の場合は骨格の可動域上無理な推定結果が出力されることが多く、そのまま解析するのは難しいと分かった。3 カメラ (3D 推定) は拘束条件を調整することで解析できる可能性があると分かった。今後はモーションキャプチャでの解析結果と比較することで、OpenPose を利用した解析結果の妥当性を検証していく。

#### 参考文献

- 1) Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.43, No.1, pp.172-186 (2021)

(問合せ先 福井航)