

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

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。従来の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と、その情報を用いた筋骨格シミュレーションのシステムを開発する。

工業技術センターでの展開を考え、モーションキャプチャシステムは「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」を開発要件とする。

実験方法

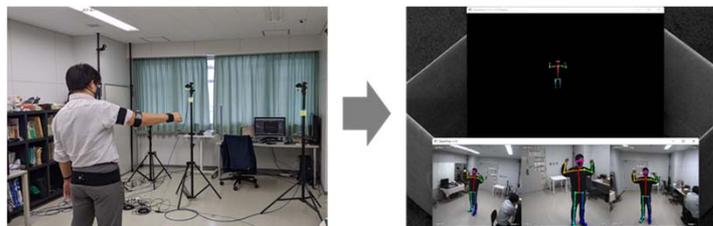
本研究では、被験者にマーカーなどを付与しないシステムとするためにカメラ画像を入力として利用する。姿勢推定には精度とコストのバランスからOpenPose[1]を採用する。OpenPoseは1台もしくは複数のカメラで利用できる人体の姿勢推定モデルである。本研究では1台での2次元姿勢推定(図1)と、3台での3次元姿勢推定(図2)を行う。これら2つの方法と光学式モーションキャプチャを用いた方法で同時に計測し、それらの比較を行う。また、OpenPoseで出力された時系列のCSVデータを筋骨格シミュレータ(Anybody)に入力し、シミュレーションの可否を確認する。



1カメラで撮影

2D姿勢推定

図1 入力画像と2D姿勢推定



3カメラで撮影

3D姿勢推定

図2 3カメラでの3D姿勢推定

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。制度に難がある一方で、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。

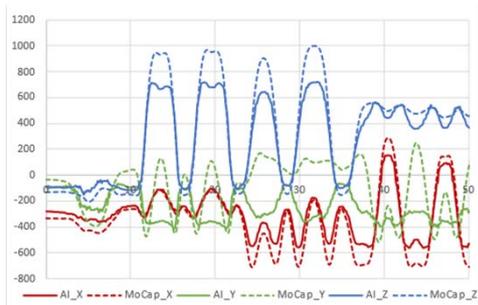


図3 カメラ1台での手首位置の推定結果(3D拡張)

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。

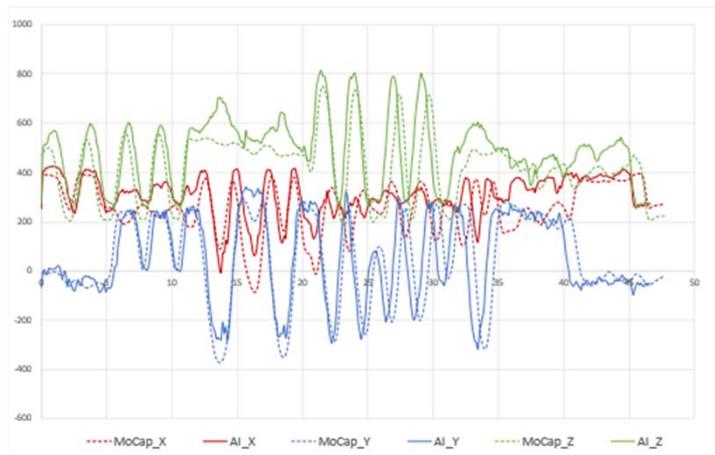


図4 カメラ3台での手首位置の推定結果(3D)

次に筋骨格シミュレータに入力し、動作を確認した。入力には1カメラ(2D推定)、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。

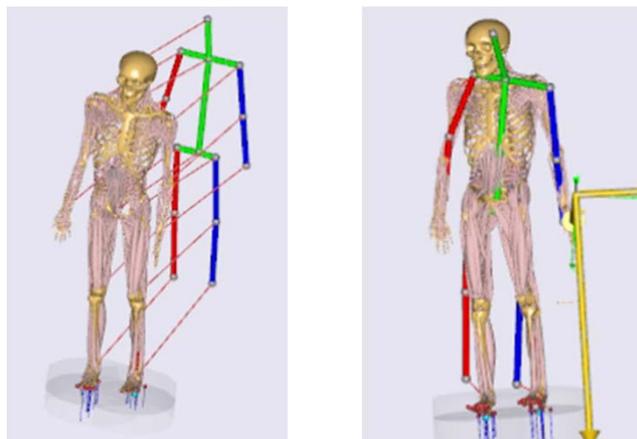


図5 2D入力の場合(左)と3D入力の場合(右)の筋骨格シミュレーション

結論

1カメラ(2D推定)、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。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)