〔経常研究 B〕

人間中心設計への応用を目指した AI モデルの高度化

福田　純，福井　航，平田　一郎

1　目的

近年、ユーザーを第一に据えて製品の設計を行う「人間中心設計 [1)]」の考え方が広まっている。人間中心設計においては、ユーザーの使いやすさを定量的に評価する必要があるが、その評価指標の一つとして、筋負荷量が挙げられる。筋負荷量の算出の際には、筋電位を取得するが、この手法では製品が使用される現場環境での検証が難しく、人間中心設計の思想に適合しない。そこで、本研究では、カメラ動画のみ用いてデータを取得し、機械学習を用いて筋電位を予測する。これにより、人間中心設計の理念に適用した、製品開発支援ツールを作成することができる。

2　実験方法

2.1　システムの全体像

本研究では、動作動画から筋電位の予測を行う。このため、動作動画を学習データとし、動画の取得と同時に測定した筋電位を正解データとする。この際、動画のデータをそのまま学習データとして用いるのではなく、深層学習を利用した姿勢推定技術 [2)]により、関節の座標（キーポイント）を取得する。これらキーポイントが記録された時系列データを学習データとする。システムの全体像としては図 1 のようになる。

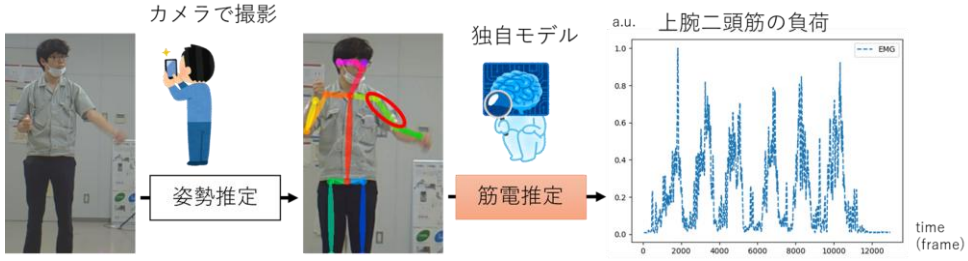

図 1　システムの全体像

2.2　モデルおよび筋電位計の選定

令和 5 年度の研究により、時系列データを扱う LSTM モデルが、姿勢推定の結果から筋電位を予測するのに最も適していることが明らかになっている [3)]。しかし、筋電位の波形ピークを見逃す傾向が明らかになっている。そこで今回、損失関数を単純な MAE（平均絶対誤差）から大きな値の予測を外した時のペナルティを大きくすることで、波形のピークを見逃さないようにした。結果を図 2 に示す。青色線が実際の筋電位、橙色の線がカメラから予測された筋電位である。

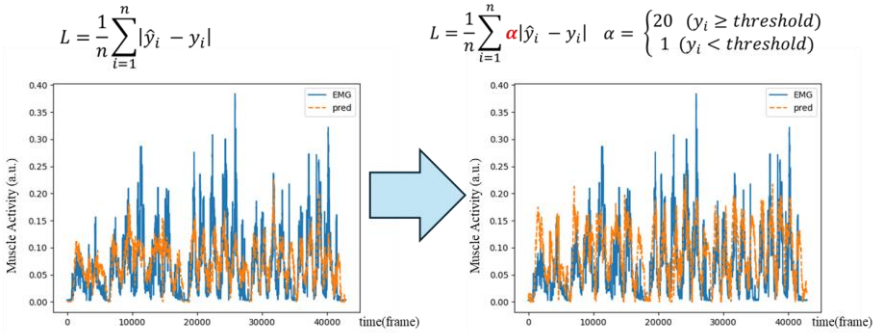

図 2　損失関数の改良によるピーク見逃し改善

2.3　全身の筋肉に関する筋電位の予測

ここまでの実験結果は測定対象を上腕に限定したものであった。そこで、上腕に限らない、全身の筋肉についても、同様の方法で予測を試みた結果が図 3 である。

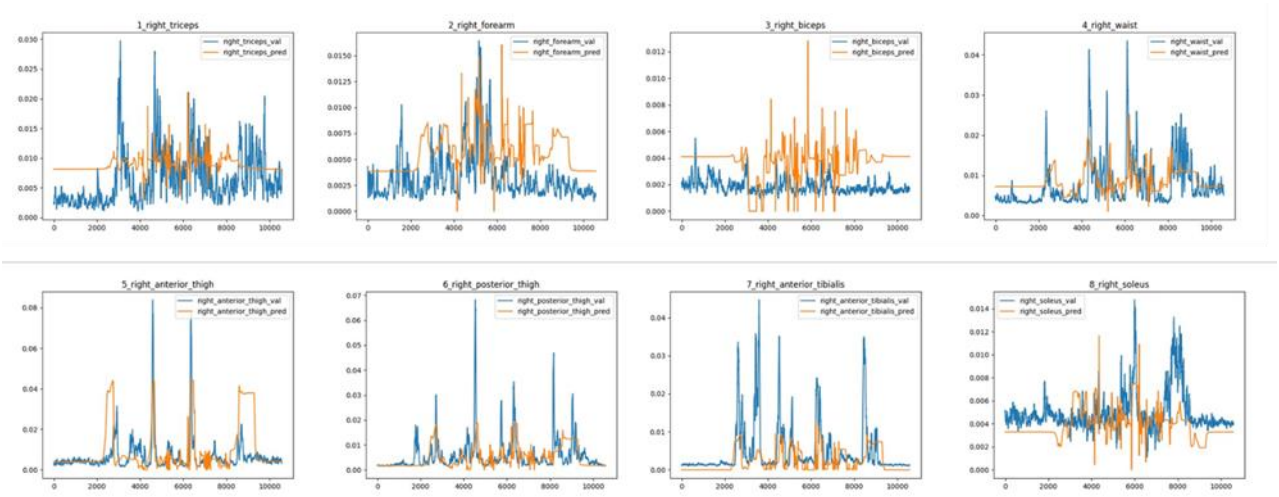

図 3　上腕以外の筋電位 AI 予測

3　結果と考察

損失関数の改善により、ピークの見逃しが定性的には確認された。一方で、R^2 などの一般的な定量指標においては、性能の悪化がみられる（例：R^2 0.58=>0.55)。しかし、筋負荷シミュレーションという観点からは、ピークの見逃しの方が課題評価よりも損失が大きいので、定量的な評価を考える際にも何らかの重みづけを行った結果が適切である可能性がある。

また、全身の筋肉の予測については、ビデオから筋負荷量を推定する場合、比較的正しい予測を行い安い部位（ノイズが少なく、カメラからも見えやすい臀部・太腿など）と、予測が行いづらい部分（ノイズが多く、カメラから見づらい前腕裏部など）が存在することが分かった。予測が行いづらい部分に関しては、カメラ情報に限らない他の情報が必要な可能性がある。

参考文献

1）ISO 9241-210:2010
2）Shih-En Wei and Varun Ramakrishna and Takeo Kanade and Yaser Sheikh, CVPR2017 pp. 1302-1310 (2017)
3）福田 純，福井 航，平田 一郎，深層学習による筋負荷解析の汎用化およびリアルタイム化，兵庫県立工業技術センター研究報告，第３３号，pp.39-41（2024）

（問合せ先　福田　純）
（校　　閲　平田一郎）