



圧力センサを用いた腕の動き推定

Reproduction of body movements using pressure sensors

佐藤光流¹⁾, 堀越力²⁾

Mitsuru Sato, Tsutomu Horikoshi

- 1) 湘南工科大学 情報工学科 (〒251-0046 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1 丁目 1-25, 21a3079@sit.shonan-it.ac.jp)
2) 湘南工科大学 情報工学科 (〒251-0046 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1 丁目 1-25, horikoshi@info.shonan-it.ac.jp)

概要: 筋電センサは, 筋肉の弛緩状態も計測可能なセンサであり, 体の動きを入力するデバイスとして有効なセンサである. しかし, 装着に手間がかかる点が問題としてあげられる. 本研究では, 筋電センサに代替する方法として圧力センサを利用する. そして, 圧力センサと実際の動きとの関係を学習することで動きの推定が可能であることを示す.

キーワード: 圧力センサ, センシング, 姿勢推定, モーションセンサ

1. はじめに

バーチャルリアリティ(VR)は体験できるメディアとして様々な分野への応用が期待されている. そして, 近年メタバース技術の進歩に伴い VR 空間で自由に動き回り, コミュニケーションを取ることも容易になってきた. バーチャル空間では, ユーザはアバターに姿を変え, モーションキャプチャやゲームコントローラ等を使用して動き回ることができる.

モーションキャプチャは, 現実空間の自分の動きをそのまま入力する手段であり, 入力方法という観点では, 誰でも容易に利用可能である. しかし, 走り回るなどの大きな動きを入力(計測)できるような物理的な環境を誰でも用意できるわけではない.

一方, ゲームコントローラの場合は, 場所を選ばず何処でも利用可能である. コントローラの操作は, バーチャル空間内のアバターの動きとは全く異なる. コントローラの操作になれている操作者であれば, アバターの自分の身体と同じような感覚で動かす事が出来る. しかし, コントローラの操作に慣れていないユーザにとっては直感的にアバターの動きを操作することは難しい.

ユーザの動きを容易に取得するセンサとして, 筋電センサを利用する例も増えている. 筋電センサは筋肉の弛緩状態も確認できるため, スポーツトレーニング等に有用な入力手法と考えられている[1][2]. 手足を動かすだけで良いため, コントローラよりも直感的な動きの入力が可能になる. しかし, 筋電は非常に微弱な電圧の変化を捉える必要があり, センサを体表面に装着することが非常に面倒である.

そこで, 本研究では, 筋肉の弛緩状態を, 筋肉の硬さを利用してセンシングする手法を提案する. 圧力センサで筋肉の硬度を計測し, 圧力センサの値と実際の腕の3

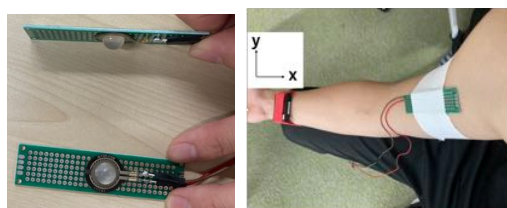
次元な動きの関係を学習する. そして, 圧力センサの値のみから腕の動きを再現可能であることを示す.

2. 提案システム概要

2.1 提案する圧力センサ

筋肉が硬直していれば, 筋肉は硬くなり, 緩んでいる状態では筋肉は柔らかい状態となる. この硬さ・柔らかさを圧力センサで計測する. そのために, 図 1 で表すように圧力センサ部分に半球状のゴム足を設置し, それを肌に押しつけることで, 筋肉の硬さを計測する. 筋肉に連動して圧力センサが持ち上がらないようにするため, 圧力センサを板に貼り付け, 板ごと腕に貼り付けることで, 圧力の変化の計測を可能にした.

今回の実験で使用した圧力センサは Interlink 製の FSR402 を使用した, 図 1(a)の圧力センサを非伸縮性のテープで上腕二頭筋及び上腕三頭筋に装着し, モーションセンサ(SPORTS SENSING: SS-MS-HMA16G15)は図 1(b)で示すような軸で前腕部に装着した.



(a) 提案する圧力センサ, (b) 圧力センサ及びモーションセンサの装着の様子

(a)提案する圧力センサ,(b)圧力センサ及びモーションセンサの装着の様子

圧力センサの値はマイコン(Arduino UNO)を通じてパソコンと通信を行い, 時系列データとして取得する. また,

前腕に装着したモーションセンサは、クォータニオン（4次元）の時系列データをリアルタイムで出力することができ、今回は、各センサの値を20Hzで計測した。

2.2 実験手順

図2で表す通り、計測者は前腕の動きを計測するために椅子に座り肘を机の上に置いて前腕をモーションセンサのy軸周りに動かした。1回30秒の計測を5回行った。



図2 計測の様子

2.3 学習方法

学習方法には時系列データの学習、予測に強いとされるLSTMを用いた[3]。計測したデータの中から4回分の圧力センサのデータを入力とし、モーションセンサのクォータニオンの値を出力として、レイヤーオブションは隠れ層200個、バッチサイズ120個、エポック数50で学習を行った。

3. 実験結果

はじめに、学習の精度を確かめるために学習に用いた1回目の圧力センサのデータを用いて予測した。図3のグラフは、圧力センサの時系列データである。縦軸が圧力センサの値、横軸が時間を表す、赤線が上腕二頭筋、青線が上腕三頭筋の圧力センサの時系列データである。図4は圧力センサと同時に計測したモーションセンサの実測データである。

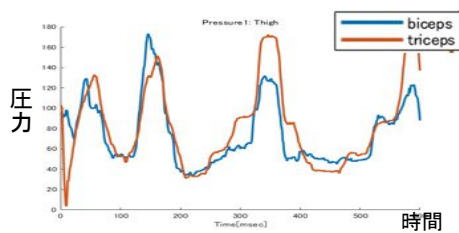


図3 圧力センサの時系列データ

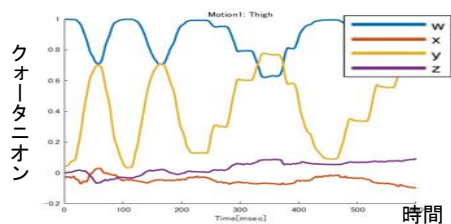


図4 モーションセンサの時系列データ

図5は、学習に用いた圧力センサのみで予測したy軸の結果と実測値を示している。縦軸がモーションセンサのクォ

ータニオンの値、横軸が時間を表し、青線が実測、赤線が予測のデータである。

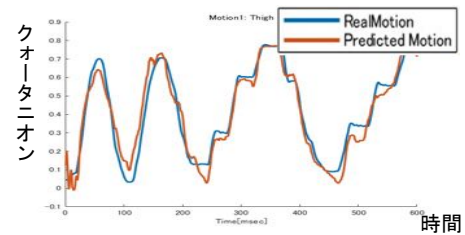


図5 学習データによる予測(y軸のみ)

次に、この学習セットを使って、学習に用いていない圧力センサの時系列データから腕の動きを予測した結果が図6である。実測のデータと予測データを比較した時、図5に比べると実測データと予測データの値に差があるものの、未知データから腕の動きを精度良く再現できていることがわかる。

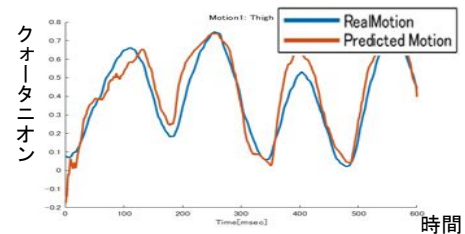


図6 見学習データによる予測(y軸のみ)

4. おわりに

本研究では圧力センサを用いた腕の動きを計測する手法を提案した。圧力センサと実際の四肢の動きの関連性を学習することで、圧力センサのみから手足の動きが再現可能であることを示した。このクォータニオンの値を使ってバーチャル空間内での腕の動きを再現することができる。

圧力センサは体への装着が容易であり、押すという単純な入力が可能であるため、異なる操作での入力可能性を検討していく。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP22K12118 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 辻内伸好, 伊藤彰人, 白木雅: 表面電極の配置が筋電信号に及ぼす影響を考慮した筋電義手に用いる動作識別手法の提案, ライフサポート学会大会予稿集, pp. 143-146, Sep. 2016.
- [2] 岡島浩介, 木村朝子, 柴田史久: 筋電位を用いた VR 空間歩行インタフェースとその評価, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI), Vol 2023-HCI-192, No. 8, pp.1-6, 2023.
- [3] 瀬川 修: LSTM を用いた手指軌跡の予測, 情報科学技術フォーラム(FIT), pp.239-240, Sep. 2018.