

慣性計測ユニットを用いた 筋電義手の自動制御

鈴木悠一郎

後藤紡

石田侑暉

兒玉京太郎

01

背景

02

目的・方針

03

設計

04

制御手法

05

評価実験

06

結果・考察

07

課題と展望

筋電義手とは

微弱な筋電をセンサーで感知し、
「握む」「離す」などの動作を
可能にする義手

メリット

- 直感的な動作
- 自由な動作（ハーネス等による拘束がない）

肢体障害者にとって今後注目度の高い技術



筋電義手の仕組み

操作難易度の高さ

- 比例制御で操作
 - ➔ 繊細な力加減が必要

筋電義手体験後に

予想より難しいと感じる人が増加

リハビリ施設の少なさ²

都道府県平均 **1.15** 施設、施設のない県は **16** 個

➔ **遠方への通院の負担**



アンケート結果¹

1 大庭 潤平, 柴田 八衣子, 溝部 二十四, 岡本 真規子, 毛利 由佳, 安藤 悠. “筋電義手を使用する子供の保護者が筋電義手を使用する効果について”. 神戸学院総合リハビリテーション研究誌. 2016, vol.11, no.2, p.125-133. (参照2022-11-24)

2 厚生労働省. “筋電義手の装着訓練等の実施医療機関一覧”. 2022. (参照 2023-06-05)

目的

操作の習得難易度が高い動作を自動化

現状

- 動作の自動化には「ひねる」「回す」等の手首の動作が必要
- 既存の筋電義手には手首関節がなく、実験で使用できるものがない



方針

本研究

ハードウェア製作

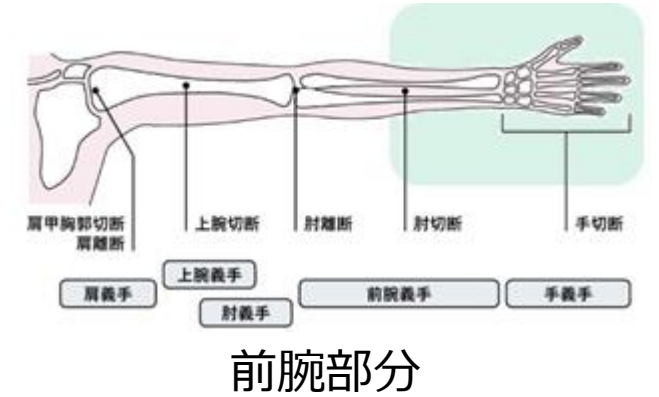


姿勢制御



動作の自動化

- 手首関節のある前腕義手の製作
- 水平制御システムを開発
 - ➔ 慣性計測ユニットを使用して姿勢取得
- 手先の水平制御の実装・評価



先行研究

- カメラによる姿勢認識³
 - ➡ 気候や光量の変化等、急激な視界の変化による認識精度の低下
- 人工知能を用いた筋電信号の処理⁴
 - ➡ 筋電信号の個人差
 - ➡ 身体特性の変化による不安定性

3 竹元 寛朗, 大関和夫, 平川豊, 小林淳, 長沢卓哉. “夜間での車載ステレオカメラによる前方車両の距離測定” 第75回情報処理学会講演論文集. 2013, vol.2013, no.1, p575-576. (参照2023-06-07)

4 加藤 龍, 横井 浩史. “適応機能を有する運動意図推定システム—高機能ロボットハンドと日常生活支援—” 人工知能学会誌. 2008, vol.23, no.3, p326-333. (参照2023-06-07)

慣性計測ユニットを使用する理由

- 気候や光量の変化等に左右されにくい
- 使用者から完全に独立

➡ **個人差の影響を受けにくい**

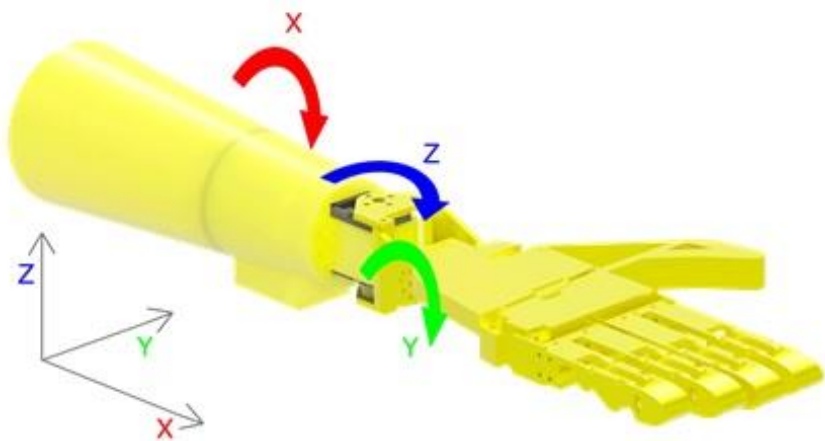
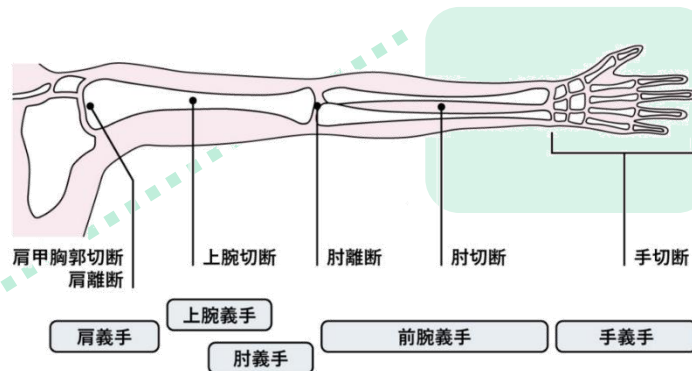
水平制御システムに絞る理由

- 手先の動作を自動化しても、腕の揺れが伝わってしまうと角度が合わせられない

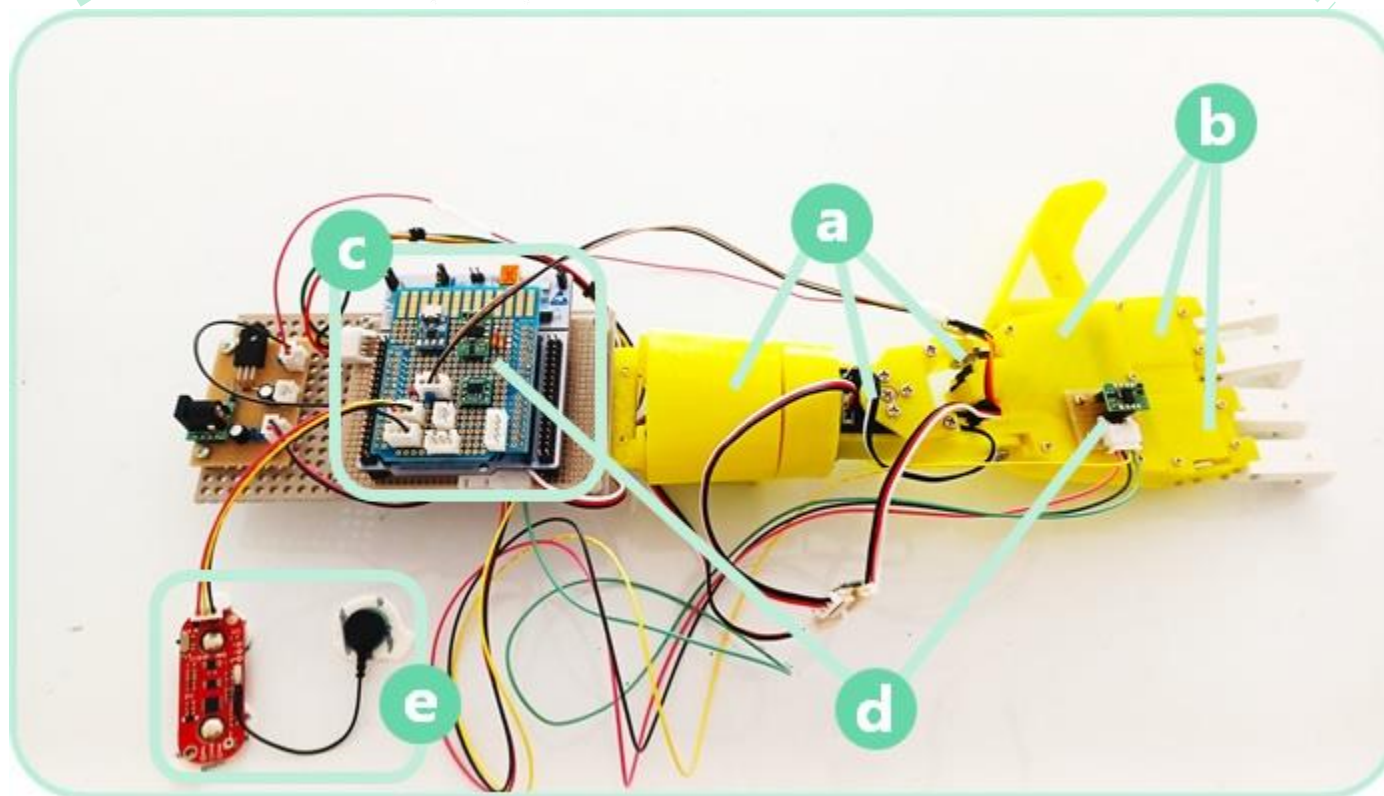
➡ 腕の揺れを軽減するために手首の姿勢制御が必要

概要

- 前腕義手を開発
- ソケット未搭載



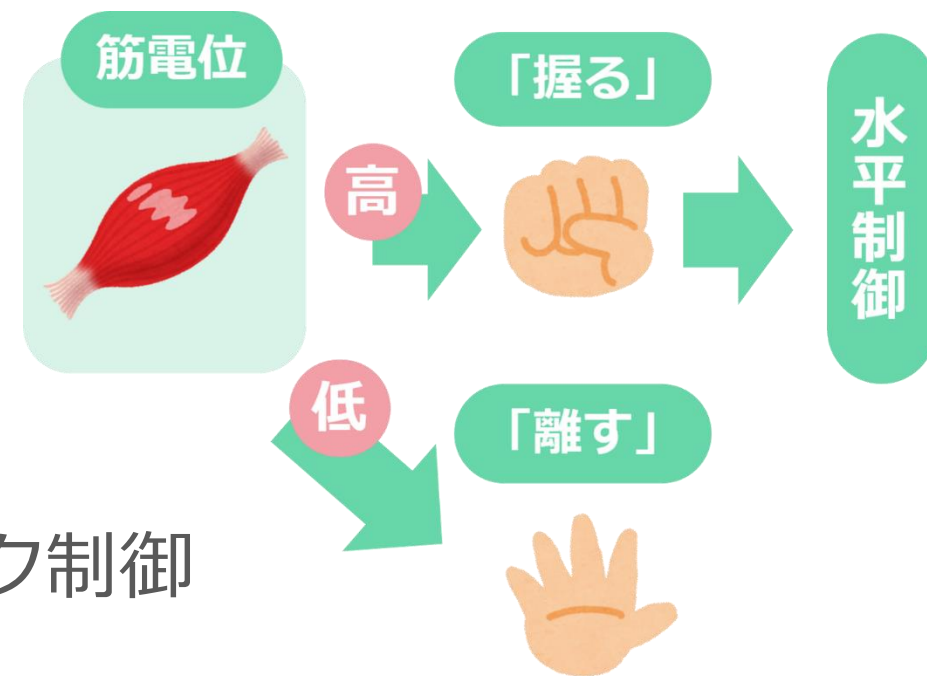
3軸動作



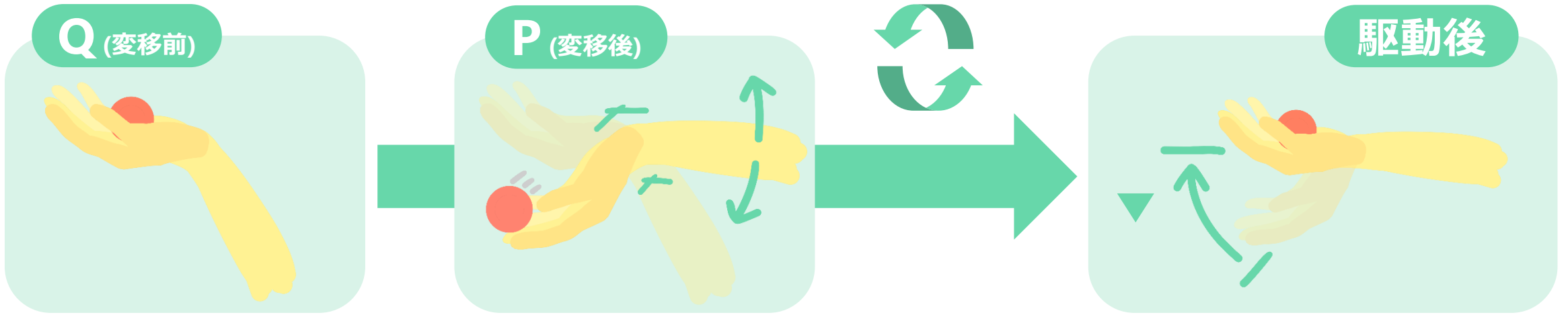
全体構造

操作フロー

- 閾値を用いて動作を判別
 - ➔ 水平制御のON-OFFの切り替え
- 微妙な動作の加減
 - ➔ 慣性ユニットを用いたフィードバック制御



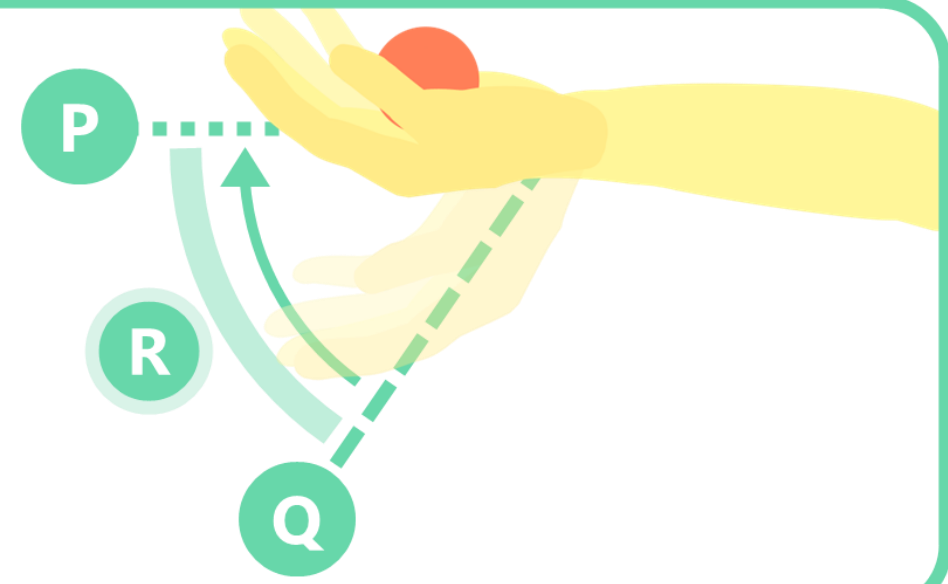
操作フロー



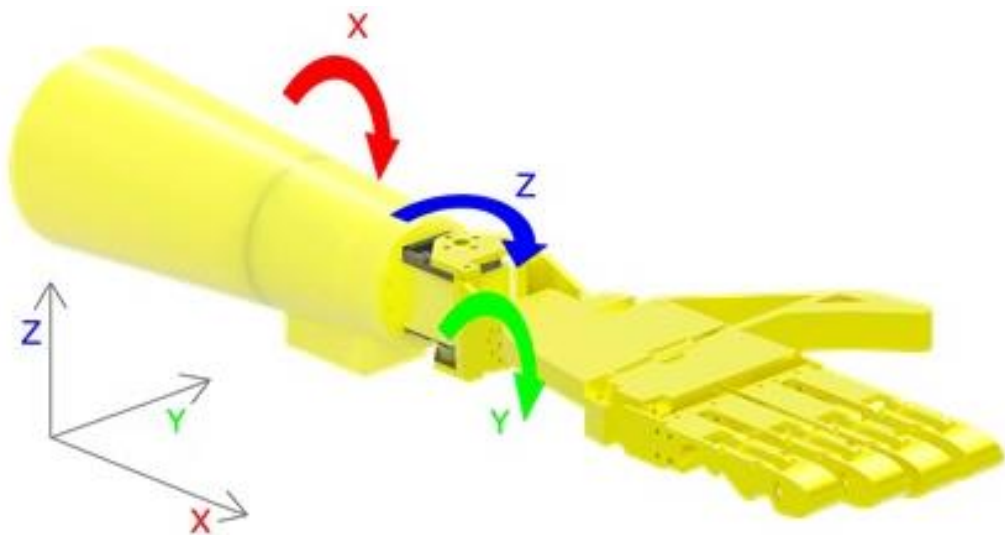
PとQの差Rだけモータを駆動

➡ Qの傾きを保持

差分の回転クォータニオン $R_q = \frac{P_q}{Q_q}$



駆動方法



ハードウェアの回転軸

関節の回転方向がX-Z-Yの順

➡ R_q をXZY系のオイラー角に変換

変換したオイラー角の要素($\theta_x, \theta_z, \theta_y$)

をそれぞれの軸の関節に適応

評価方法

水平維持ができていますか

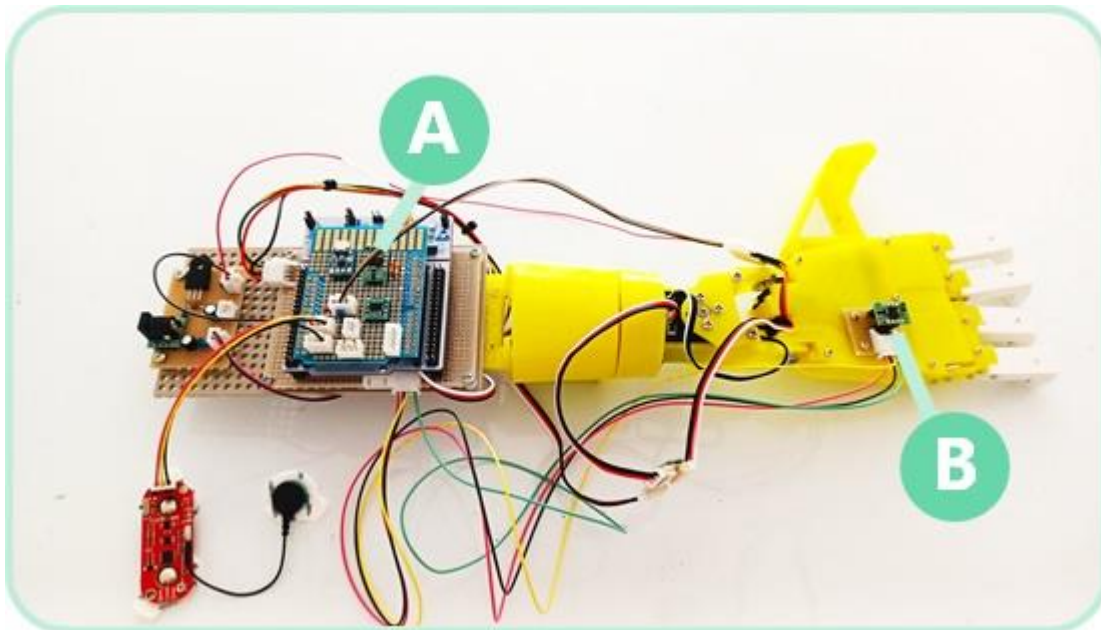
傾きの大きさ $A, B =$ 姿勢オイラー角の x, y, z 要素の大きさの和

$$A = |a_x| + |a_y| + |a_z|$$

$$B = |b_x| + |b_y| + |b_z|$$

$$k = \left| \frac{A - B}{A} \right| \quad (A \neq 0)$$

k が1に近いほど傾きの軽減ができています



慣性計測ユニットの位置

評価方法

- 実験

水平にした初期姿勢状態から開始

左図左奥の義手装着部分を掴み、10回転させる

- 評価

回転させている際のkの平均値を用いて評価

$$k = \left| \frac{A - B}{A} \right| \quad (A \neq 0)$$



初期姿勢



回転イメージ

評価実験結果

回数	k
1	0.95
2	0.92
3	0.87
4	0.91
5	0.92
6	0.91
7	0.94
8	0.92
9	0.90
10	0.91
平均	0.92

1回の処理時間：平均12ms

傾きを1/10に軽減

➡ 実用的な水平制御が可能

様々な動作を自動化する際の

基盤が完成！！

課題

- 義手先端が重く、回転時にオーバーシュートすることがある
→よりトルクの強いモーターを使用する

展望

- 使用者の意思を腕の姿勢から読み取るシステムの開発
- 義手使用者へのアンケート調査の実施
- 自動化する動作の実装