

筋電位による身体操作と 仮想空間上のオブジェクトを 対応付けるシステムの開発

システム工学部システム工学科
知能情報学メジャー 2年 李 玆炅



目次

2 / 36

1. 背景と目的
2. 方法
3. 結果と考察
4. 結論
5. 課題と展望

背景と目的

3 / 36

1. 背景と目的
2. 方法
3. 結果と考察
4. 結論
5. 課題と展望

背景と目的

4 / 36

研究背景

Meta(旧Facebook)による筋電位センサを利用した腕輪型コントローラ



図1 筋電位センサを利用した腕輪型コントローラ

画像引用：Facebookが仮想物体を感じる腕輪型筋電コントローラを試作 | 日経クロステック (xTECH) https://tech.nikkei.com/atcl/next/column/1801537000317_000031/ (最終閲覧日2022/6/19)

背景と目的

5 / 36

研究背景

脳情報総合研究プロジェクトの活動テーマである脳波やVRを活かしたシステムの開発

- 脳波に比べて検知や取り扱いの容易な筋電位に着目し、仮想空間上のオブジェクトを動作させる
- 一般に普及している既存のコントローラとは違う種類のコントローラにより、さらに直感的な操作が実現できるコンテンツやケースを探る

背景と目的

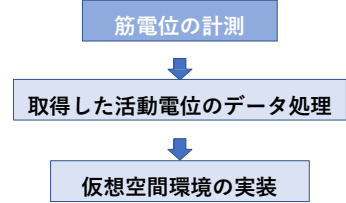
6 / 36

研究目的

筋電位による身体操作と
仮想空間上のオブジェクトを
対応付けるシステムの開発

- 1. 背景と目的
- 2. 方法
- 3. 結果と考察
- 4. 結論
- 5. 課題と展望

システムの開発



筋電位の計測

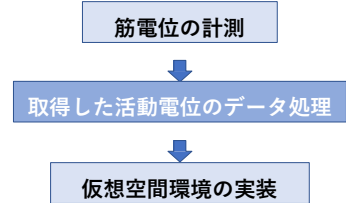
筋電位…筋細胞が収縮活動するときが発生する活動電位

筋電位センサは
 PLUX wireless biosignals社の
 生体情報センサーキット
 「BITalino(ビットアリーノ)」
 を2つ使い、前腕部の屈筋群や
 伸筋群の筋電位を計測する



図2 筋電位波形を計測している様子

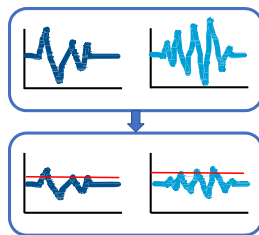
システムの開発



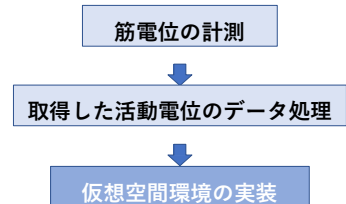
取得した活動電位のデータ処理

2つの筋電位波形から振幅
 の最大値を基に閾値を設定
 し、値を分類する

振幅値の大小関係も考慮す
 る



システムの開発



仮想空間環境の実装

- ブロック崩し

既存のコントローラと筋電位センサのコントローラの比較のために実装

キーボード操作と筋電位操作の両方に対応



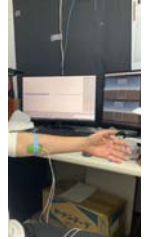
図3 ブロック崩しのゲーム画面

仮想空間環境の実装

- ブロック崩し

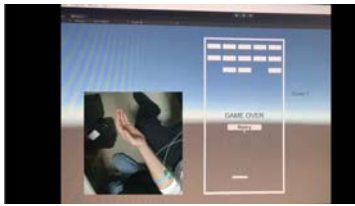
キーボードで操作するときは、右矢印キーと左矢印キーを使う

筋電位センサで操作するときは、手首を内側か外側に曲げる



映像 動作ごとの筋電位を計測している様子

仮想空間環境の実装



映像 筋電位センサを使ったブロック崩し

仮想空間環境の実装

- 腕相撲

筋電位センサを使ったコントローラの活用先として相応しいコンテンツとなるか検証するために実装

2人のプレイヤーがそれぞれ1つの筋電位センサを使い操作する

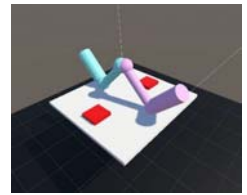


図4 腕相撲のゲーム画面

仮想空間環境の実装

- 腕相撲

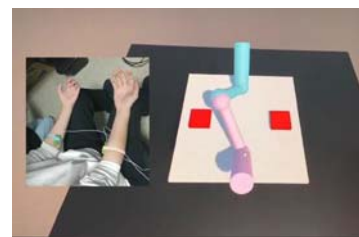
両者ともに前腕の屈筋部にセンサを取り付け、筋電位波形の振幅が閾値を超えたときを入力とする

両方のセンサから入力を受けているとき、振幅値がより大きい方の入力を優先する



映像 動作ごとの筋電位を計測している様子

仮想空間環境の実装



映像 筋電位センサを使った腕相撲

実験の手順

ブロック崩し

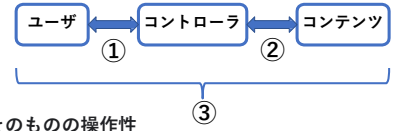
被験者は、**キーボードによる操作**と**筋電位センサによる操作**の両方でブロック崩しを複数回プレイする

それぞれの操作方法で、**どれだけ直感的に操作できたか**、今回のケースでは**どちらがより相応しいコントローラだったか**をアンケートにより評価してもらう

実験の手順

ブロック崩し

直感的な操作



- ① コントローラそのものの操作性
- ② 実際の操作とオブジェクトの動作の関係
- ③ このコントローラを使うことの違和感

実験の手順

腕相撲

被験者同士で**筋電位センサを使った腕相撲**を3回行い、2回勝った方を勝者として、実際の腕相撲の結果と比較する

筋電位センサを使った腕相撲の結果に納得がいくかどうかをアンケートを行って調査する

1. 背景と目的
2. 方法
3. 結果と考察
4. 結論
5. 課題と展望

実験の結果

質問1. 各コントローラの操作性について教えてください。

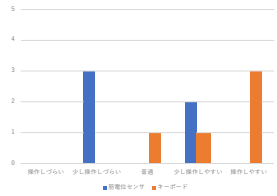


図5 コントローラそのものの操作性についての回答

縦軸：人数
横軸：左から
・操作しづらい
・少し操作しづらい
・普通
・少し操作しやすい
・操作しやすい
青：筋電位センサ
橙：キーボード

キーボードと比べると筋電位センサの方がコントローラとしての操作性が劣る

実験の結果

質問2. 各コントローラを使って操作する際、実際の操作とオブジェクトの動作についてどう思いましたか。

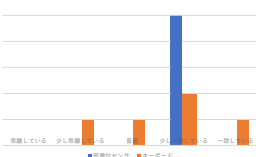


図6 実際の操作とオブジェクトの動作についての回答

縦軸：人数
横軸：左から
・乖離している
・少し乖離している
・普通
・少し一致している
・一致している
青：筋電位センサ
橙：キーボード

実際の操作とオブジェクトの動作について、キーボードでは筋電位センサほど一貫性を見出していない

ブロック崩し 実験の結果

質問3. 筋電位センサ及びキーボードをコントローラとして使うことについてどう思いましたか。

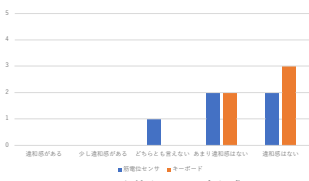


図7 このコントローラを使うことの違和感についての回答

縦軸：人数
横軸：左から
・違和感がある
・少し違和感がある
・どちらとも言えない
・あまり違和感はない
・違和感はない
青：筋電位センサ
橙：キーボード

ブロック崩しのプレイにおいて、どちらのコントローラも使用すること自体の違和感はない

ブロック崩し 実験の結果

質問4. この「ブロック崩し」ゲームにおいて、筋電位センサとキーボードではどちらのコントローラの方が相応しいと思いましたか。

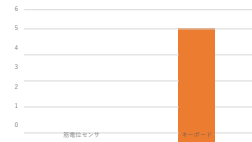


図8 ブロック崩しにおいて、どちらのコントローラの方が相応しいかの回答

縦軸：人数
青：筋電位センサ
橙：キーボード

すべての人が筋電位センサよりもキーボードの方がブロック崩しのコントローラとして相応しいとしている

ブロック崩し 考察

筋電位センサはキーボードと比べても、実際の操作とオブジェクトの動作の関係、このコントローラを使うことの違和感に大きな差異はなかった

一方で、コントローラそのものの操作性はキーボードに劣り、結果的にキーボードの方がよいと評価された

キーボードが使われる場面では、ユーザの思い通りに操作できる精度性を追及しないと筋電位センサによる代替は難しい

腕相撲 実験の結果

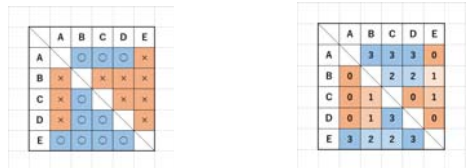


図9 実際の腕相撲の結果

図10 筋電位センサを使った腕相撲の結果

(B,C)と(B,D)の組み合わせでは異なる結果になったが、実際の腕相撲とおおむね同じ結果になる傾向がある

腕相撲 実験の結果

質問1. この「腕相撲」ゲームの結果についてどう思いましたか。

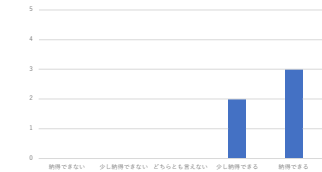


図11 腕相撲ゲームの結果についての回答

縦軸：人数
横軸：左から
・納得できない
・少し納得できない
・どちらとも言えない
・少し納得できる
・納得できる
青：筋電位センサ
橙：キーボード

すべての人が筋電位センサを使った腕相撲の結果にある程度納得している

腕相撲 考察

筋電位センサを使った腕相撲と実際の腕相撲は、使う筋肉や体の動作など細かいところで相違点が多い

しかし、コントローラとコンテンツとの間に、筋肉が関連するという共通項がある

そのため、勝敗の結果は一致する傾向があり、ユーザも自身の実力がコントローラを介してコンテンツに反映されていると感じて、筋電位センサを使った腕相撲の結果にある程度納得する

1. 背景と目的
2. 方法
3. 結果と考察
4. 結論
5. 課題と展望

結論

筋電位センサによるコントローラは、既存のコントローラに迫る**正確な操作性**を実現できれば、代替手段となる可能性はある

また、**ユーザ自身の筋電位が反映される**という側面を活かして、**筋肉が関係するようなコンテンツ**を中心に筋電位センサを使ったコントローラの活躍の場が期待できる

1. 背景と目的
2. 方法
3. 結果と考察
4. 結論
5. 課題と展望

今後の課題

- 計測時の**ノイズの対処**や筋電位センサによるコントローラの**操作の精度を改善**する
- 直感的な操作について**より多くの視点や評価項目から検討**する
- 筋電位センサの数や計測する部位、コンテンツの種類を増やして、**今回の結論を検証**する
- **別の方法**（例えば機械学習）でシステムを開発し、**今回のシステムと比較**する

将来展望

- 特定のコンテンツにおいて**既存のコントローラ以外の選択肢**をユーザが持てる
- 既存のコントローラでは実現の難しかった**新たなコンテンツの誕生**

まとめ

筋電位による身体操作と仮想空間上のオブジェクトを対応付ける**システムの開発**をした

筋電位センサによるコントローラは、既存のコントローラに迫る**正確な操作性**を実現できれば、代替手段となる可能性はある

また、**ユーザ自身の筋電位が反映される**という側面を活かして、**筋肉が関係するようなコンテンツ**を中心に筋電位センサを使ったコントローラの活躍の場が期待できる