

スマートフォンを用いた車椅子用ロボットアーム 操作インターフェース

高橋 将平[†] 岡 哲資[‡]

日本大学大学院生産工学研究科数理情報工学専攻[†]

日本大学生産工学部数理情報工学科[‡]

1. はじめに

近年、ロボットは産業用から家庭用など、より身近な分野での応用が進められている。また、高齢化に伴い生活支援ロボットの研究例[1,2]も多い。生活支援ロボットの一つに、Exact Dynamics 社製の iArm(Fig.1)[3]がある。これは車椅子に設置することで車椅子利用者の自立を支援するものであり、日本でも販売され実用化しているものである。

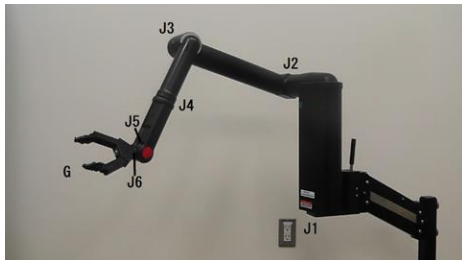


Fig.1 iArm

iArm の操作インターフェースとして 16 個のボタンを配置したキーパッド、ジョイスティック、ワンクリックボタンが用意されている[3]が、これらはボタン配置が覚えづらい、入力からロボットアームの動作がイメージできない、複数のモードを頻繁に切り替える必要があるといった問題点があり、初心者には扱いが難しく、操作の習得に時間がかかる。

本研究ではスマートフォンを用いて、スマートフォンを持った手の移動と回転によるロボットアームの操作インターフェースを開発した。また、机上の物体拾得によるキーパッドとの比較実験により開発したインターフェースの使いやすさ、覚えやすさを検証した。

2. 操作方法

本インターフェースではロボットアームのハンドの平行移動、回転、開閉、速度変更が可能である。操作画面は Fig.2 のようになっており、タッチの位置により操作モードを切り替える。

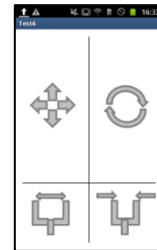


Fig.2 操作画面

2.1 移動操作

操作画面の左上をタッチしながらジェスチャを行うことでハンドの向きを変えずにハンドを上下・左右・前後へ平行移動できる。スマートフォンを水平に持ち、画面左上をタッチした後、前後・左右・上下に動かすと、ハンドが同じ方向に移動する。タッチしている間動作し続け、指を離すと停止する。

2.2 回転操作

操作画面の右上をタッチしながらジェスチャを行うことでハンドの向きを変えることができる。画面をタッチした後、ヨー回転のジェスチャ(Fig.3)をすると、ハンドの向きが後、左、前のいずれかに変わる。時計回りに手を回転させると、後、左、前の順で、反時計回りに手を回転させると、前、左、後の順で切り替わる。画面右上をタッチした後、ピッチ回転のジェスチャ(Fig.4)をすると、ハンドの向きが下向き、横向きに切り替わる。また、ロール回転のジェスチャ(Fig.5)をすると、手首 (Fig.1 の関節 J6) をハンドの向いている軸のまわりに回転させることができる。例えば、ハンドが下向きの場合、ハンドはヨー軸 (垂直軸) まわりに回転する。回転操作も移動操作と同様に、タッチしている間動作し続け、指を離すと停止する。

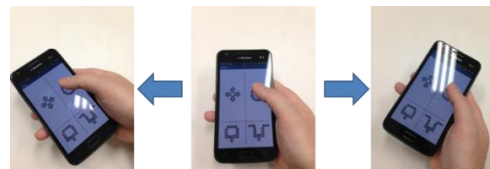


Fig.3 ヨー回転



Fig.4 ピッチ回転

Robotic arm controller using a smartphone for wheelchair users
[†]Shohei Takahashi

Mathematical Information Engineering, Graduate School of
Industrial Technology, Nihon University

[‡]Tetsushi Oka

Mathematical Information Engineering, College of Industrial
Technology, Nihon University

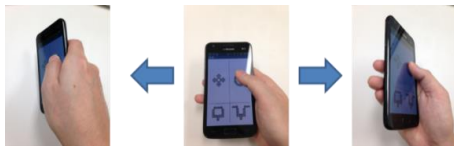


Fig.5 ロール回転

2.3 ハンド開閉操作

画面左下をタッチすると、ハンドが開き、右下をタッチすると、ハンドが閉じる。開閉操作も、タッチしている間動作し続け、指を離すと停止する。

2.4 速度変更

ハンドの平行移動、ロール回転、開閉の動作中に指を上下にスライドすると、動作速度が変わる。指を上をスライドすると、加速し、下をスライドすると、減速する。

3. 実験方法

本研究で開発したインタフェースの使いやすさ、覚えやすさを調べるため、机上の物体拾得によるキーパッドとの比較実験を行った。実験はロボットアーム操作の初心者7名に対して行った。実験手順は以下の通りである。

1. 5分間で操作方法の説明及び練習
2. タスクの実行
3. 確認テスト
4. 操作方法を変えて1-3を実行
5. アンケート

タスク内容は、5分間で机上に設置したホワイトボードマーカーを掴んで箱の中に入れるというものである。マーカーは立っているもの2本、異なる向きに倒れているもの3本であり、タスクの達成にはハンドの回転が必須である。タスク実行中、操作者は説明用カードを参照可能とした。ビデオ撮影を行い、5分間で箱に入れた本数を記録した。

確認テストは何も見ずに指定した5つの操作が行えるかを確認した。アンケート内容は以下の通りである。

- Q1. キーパッドでの操作はやりやすかったか。
 - Q2. キーパッドでの操作は覚えやすかったか。
 - Q3. スマートフォンでの操作はやりやすかったか。
 - Q4. スマートフォンの移動操作はやりやすかったか。
 - Q5. スマートフォンの回転操作はやりやすかったか。
 - Q6. スマートフォンでの操作は覚えやすかったか。
 - Q7. やりにくい、違和感のある操作はあったか。
 - Q8. 感想・意見
- Q1-Q5は7段階評価、Q7とQ8は自由記述である。

4. 実験結果

実験結果をTable.1に示す。移動ジェスチャの誤認識は、移動の向き(正負)が逆になるものが殆どであった。回転ジェスチャの誤認識は、ロール回転のジェスチャがヨー回転と判定されたものである。確認テストの不正解は、二人とも向き変更(ヨー回

転のジェスチャ)をロール回転のジェスチャと間違えていた。Q3-Q5の評価が全体的に低いのが、認識率が高いほどアンケートでの評価が高い傾向がみられる。

Table.1 実験結果

No.	1	2	3	4	5	6	7
認識率	移動	46%	35%	69%	89%	97%	47%
	回転	100%	84%	89%	90%	45%	75%
タスク (本数)	キーパッド	5	4	4	5	5	5
	スマートフォン	3	2	2	4	3	3
確認テスト (正解数)	キーパッド	4	2	1	4	2	3
	スマートフォン	5	4	5	5	5	4
アンケート	Q1	7	3	6	6	7	6
	Q2	3	2	2	2	3	4
	Q3	3	4	4	5	3	2
	Q4	1	3	3	5	5	2
	Q5	6	4	3	6	5	5
	Q6	7	6	7	7	6	5
	Q7	意図しない方向に移動してしまった キーパッドの場合どれがどの操作を行うかが覚えにくかった スマートフォンは覚えやすかったが思い通りの反応をしなかった 水平回転・縦移動がやりにくかった キーパッドは配置がわかりづらく、とっさに動かせなかった スマートフォンはたまに反応が悪かった スマートフォンの場合微妙な手の動きで動いてしまった					

5. 考察

本研究のインタフェースの操作方法は、短時間で覚えやすいこと、この点でキーパッドに対する優位性があることが確認できた(確認テスト、Q2、Q6、Q7)。確認テストの誤答は、ロール回転のジェスチャの誤認識により混同したものと考えられる。

使いやすさと速度においてキーパッドに対する優位性は示せなかったが、今後、認識率を向上させることでより使いやすく、実用性の高いインタフェースの実現が期待できる(Q3-Q5と認識率の関係、Q7)。

6. おわりに

スマートフォンによる車椅子用ロボットアーム操作インタフェースの操作方法、実験方法、結果及び得られた知見について述べた。本研究のインタフェースの操作方法は、短時間で覚えやすい点でキーパッドに対する優位性があることが確認できた。今後、認識率を向上させることでより使いやすく、実用性の高いインタフェースの実現が期待できる。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(26330234)の補助を受けて実施した。

参考文献

[1] 尾崎文夫. "高齢者生活支援ロボットの研究現状検査." 湘南工科大学紀要 48.1 (2014): 21-32
 [2] 手嶋教之. "高齢者福祉ロボットの現状と将来 (<特集> 高齢化社会における医療福祉と精密工学)." 精密工学会誌 65.4 (1999): 507-511
 [3] Exact Dynamics (2015)

<http://www.exactdynamics.com>