

音声とタッチ入力によるマニピュレータ操作インタフェース — 机上物体の収集による初期評価 —

松嶋 佳祐[†] 岡 哲資[‡] 高橋 将平[†]

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、ロボットの利用法は産業用ロボットから、生活支援などを目的とした一般生活者用ロボットへと広がりつつある。製品化されている生活支援用ロボットの一つにiArm (図1) がある[1]。iArmは主に身体障害者の生活作業を支援するためのマニピュレータ (ロボットアームとハンドを組み合わせたもの) である。車椅子に取り付けたiArmを操作することで、生活環境での作業 (物を拾う、物を棚に戻すなど) を介護者などの手を借りずに行うことができる。

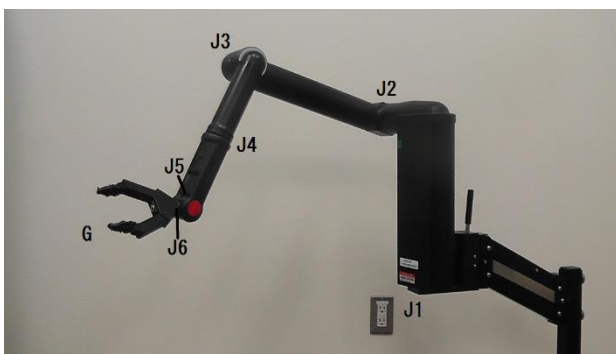


図1. iArm

iArmのユーザは、キーパッド、ジョイスティック、ワンボタンのいずれかの入力装置で操作する[1]。しかし、これらのデバイスによる操作インタフェースには、操作方法の習得に時間がかかる、操作の認知負荷が高い、操作間違いが生じやすい、日常作業に時間がかかるといった問題がある。

マニピュレータの操作には、テレロボティクスで用いられているマスタースレーブ方式[2]や人体トラッキングを応用する方法もある。しかし、これらの方法は、体を大きく動かさなけれ

Manipulator control interfaces using speech and touch gesture recognition - Collecting objects on a table -

[†]Keisuke Matsushima, Shohei Takahashi, Mathematical Information Engineering, Graduate School of Industrial Technology, Nihon University

[‡]Tetsushi Oka, Mathematical Information Engineering, College of Industrial Technology, Nihon University

ばならないため、操作者への身体的負担が大きく、操作のために広い空間を必要とする。また、作業の自動化の研究[3]も進められているが、幅広い日常作業の自動化は、手動での操作に比べて信頼性の面で劣り、センサや認識システムに高いコストを要する。

そこで我々は、音声とタッチパネル上の入力による新たなマニピュレータ操作インタフェースを開発している。本論文では、開発中のインタフェースの操作方法、机上物体の収集による初期評価の方法と結果、得られた知見を示す。

2. 操作インタフェース

本インタフェースには、水平移動、垂直移動の2つのモードが存在する。タッチパネルに1本指をタッチした状態で、「水平」「垂直」と発声すると、対応したモードに切り替わる。3次元空間でハンドを移動するには、二つのモードを切り替える必要がある。

2-1. 水平移動モード

タッチパネル上で指をスライドすると、スライドした方向にマニピュレータのハンドが移動する。このモードは水平面内での移動に用いる。

2-2. 垂直移動モード

タッチパネル上で指をスライドすると、スライドした方向の90度手前に回転させた方向にハンドが移動する。このモードは主にハンドの上下移動に用いる。

2-3. モード共通のタッチ操作

2本指をタッチした状態で指を広げることでハンドが開く。指を閉じることでハンドが閉じる。2本指をタッチした状態で、片方の指を支点として回転させるように動かすことで、ハンドの手首が回転する。

2-4. 速度の変更

タッチ入力によってマニピュレータが動作しているときにタッチ点数を増やすと、マニピュレータの動作速度が速くなる。同様にタッチ点数を減らすとマニピュレータの動作速度が遅くなる。タッチパネルから全ての指を離すとマニ

ピュレータの動作が停止する。

2-5. 音声によるハンドの回転

ハンドの向きを変えるときは、音声を用いる。タッチパネルに1本指をタッチした状態で、「下向き」「左向き」「前向き」「後向き」と発声すると、指定した方向にハンドが向く。

3. 評価方法

初心者6人と熟練者2人によるインタフェースの初期評価を行った。評価に用いたマニピュレータは前述の iArm である。

3-1. 評価の手順

1. 操作者（初心者・熟練者）は iArm とタッチパネルの左側に設置された椅子に座り、ヘッドセットを装着した。
2. 初心者には、2. に示した操作方法を順番に1つずつ知らされた。実験者は初心者が何も見ないで操作できることを確認した。初心者が操作を覚えたことを実験者に知らせた場合、次の操作が知らされた。
3. 初心者には、「テーブル上のホワイトボードマーカーを拾う」練習用タスクが与えられ、初心者にはタスクを実行するための操作手順書が渡された。初心者は操作手順書に書かれた手順でタスクを実行した。
4. 操作者に「何も参照せずに10分以内に机上の5本のマーカーを拾い上げ箱に入れる」タスクが与えられ、操作者はタスクを実行した。
5. 初心者は操作方法を参照しない状態ですべての操作を実行し、実験者は操作の成否を記録した。
6. 初心者は、アンケートに記入し、インタビューに答えた。

3-2. アンケート内容

操作の難しさ、やりやすさ、覚えやすさなど7段階で回答を得た。また、難しかった点、やりにくかった点、誤動作の有無とその内容、反応しない操作の有無とその内容について記述式の回答を得た。

4. 結果

熟練者2人はそれぞれ4分59秒、6分46秒でタスクを完遂した。また、初心者もモード変更、ハンドの移動・回転・開閉、速度変更、音声による向きの変更を全て行い、机上のマーカーをつかむことはできていた。しかし、初心者6人にタスクを完遂できた者はいなかった。初心者においては、ハンドを後向きのまま移動し、アームの構造上移動できない方向へのジェスチャ

を繰り返すことが多くみられた。また、向き変更をテーブルや箱の近くで行い、衝突させることがあった。さらに、回転ジェスチャが移動・開閉に誤認識される場合が多くみられた。

記憶テストでは、4人が全ての操作を覚えていた。1人は向き変更の操作を覚えていなかった。1人はハンドを後ろ向きにする操作のみを忘れていた。

表1に7段階評価の結果を示す。記述式のアンケートでは、回転ジェスチャが難しい、やりにくい、移動や開閉に誤認識する時があると回答が得られた。反応しない操作については、スライドによってハンドが移動しないことがあると回答が得られた。

表1. 7段階評価の平均

| | 難しさ | やりやすさ | 覚えやすさ |
|--------|-----|-------|-------|
| システム全体 | 5.2 | 5 | 6.2 |
| モード変更 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| 向き変更 | 6.5 | 5.8 | 6.3 |
| 回転 | 5 | 4.5 | 6.5 |
| 開閉 | 6.7 | 6.7 | 6.7 |
| 水平スライド | 6.7 | 6.8 | 6.8 |
| 垂直スライド | 6.7 | 6.8 | 6.8 |
| 速度変更 | 6.8 | 6.7 | 6.8 |

5. 考察

熟練者の結果から、個別の操作の知識だけでなく、ハンドの向きの適切な変え方を覚えることで、開発したインタフェースによる物体の移動が実用的な時間内に行えることが分かる。

初心者によるタスク遂行時の様子、アンケート結果、記憶テストの結果から、開発したインタフェースの個々の操作方法は覚えやすく、認知負荷が低いといえる。主観評価の比較的低い回転と向き変更については、それぞれ、回転ジェスチャの認識率の改善、障害物の無い場所で早めに向き変更を行う助言（または向き変更をスライドジェスチャで行うモードの追加）で改善できると考える。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 26330234 の助成を受けて実施した。

参考文献

- [1] Exact Dynamics (2015)
<http://www.exactdynamics.nl/>
- [2] 光石 衛, 荒田 純平: “医療におけるテレロボティクス”, 日本ロボット学会誌, Vol.30 No.6 pp.8-9, 2012
- [3] Tijssma, H.A., Liefhebber, F., and Herder, J. L.: A Framework of Interface Improvements for Designing New User Interfaces for the MANUS Robot Arm., Proceedings of the IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005