

マルチタッチテーブルトップ環境における ロボットプログラミングのためのジェスチャ設計

新島 有信[†] 藤田 智樹[‡] 米 海鵬[‡] 杉本 雅則[†]

東京大学工学部電子情報学科[†] 東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻[‡]

1 はじめに

子どもを対象としたロボットプログラミング環境の構築のために、われわれは RoboTable と呼ばれるマルチタッチテーブルトップ環境を開発している [1]。RoboTable は、指先を使ったマルチタッチ入力とマーカの認識を利用したロボットトラッキングを同時に行うことができるシステムである (図 1)。指によるジェスチャを用いることで、ユーザは従来のロボットプログラミング手法よりも直感的で効率的なプログラミングが可能となる。これにより、ロボットプログラミングがより簡単になり、プログラミングに親しみやすい環境を作ることができる。本稿では、RoboTable で利用される直感的なジェスチャの設計について議論する。また、ユーザスタディを通して、提案するジェスチャについての評価を行う。

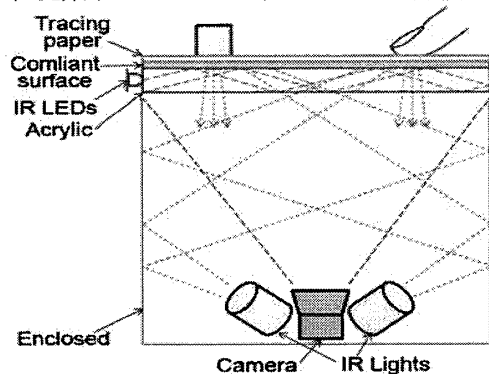


図 1 RoboTable の構成

2 ロボットプログラミングの方法

従来のロボットプログラミングの方法の一つに、プログラムの命令をタンジブルなブロックもしくはヴァーチャルなブロックとして分割し、それらのブロックをつなぎフローチャートを作成することでプログラムを構築する方法がある [2] [3]。この方法を用いると、ユーザはプログラムの流れを明確に意識しながらプログラムを組むことができる。従って、文字だけでは流れがわかりにく

Design of gesture for robot programming on multi-touch table

[†]Arinobu Nijijima [‡]Tomoki Fujita [‡]Haipeng Mi

[†]Masanori Sugimoto

[†]EEIC Engineering Department, The University of Tokyo

[‡]Department of Electrical Engineering and Information Systems, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

い複雑なプログラムも容易に組むことができると考えられる。われわれはこの利点が子どもにとっても有意義なものであると考え、命令ブロックを使ったプログラミング手法を採用した。RoboTable は複数人が共同でプログラムを組むことを想定しているため、伸縮自在でかつ容易に複数用意できるヴァーチャルブロックを採用した。

3 提案するジェスチャ

マルチタッチテーブルトップ環境でのジェスチャ入力の研究は数多く行われており、様々な種類のジェスチャが提案されている [4]。しかし、ロボットプログラミングにおけるジェスチャの提案は少ない。従来のロボットプログラミングのジェスチャでは、単体のヴァーチャルオブジェクトを移動 (drag)、回転 (rotate)、拡大 (enlarge)、縮小 (shrink) することしかできない [5]。ヴァーチャルブロックを用いたロボットプログラミングでは、大量のブロックを操作することが想定される。それに伴い、作業効率向上のため複数ブロックの同時操作や簡易的なブロック消去法が必要となる。また、共同でプログラムを作業する場合、ユーザが移動しなくても遠方の相手にブロックやロボットを渡すことができればユーザへの負担を減らすことができる。これらの動作に対応する新たなジェスチャを提案する (図 2)。

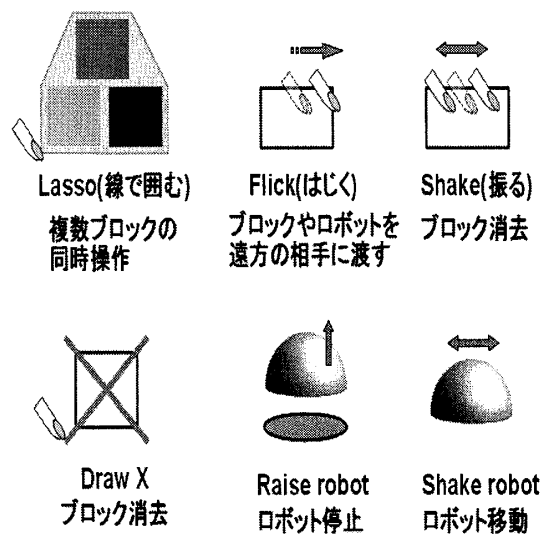


図 2 提案するジェスチャ

4 評価実験

4.1 実験目的

新たに提案したジェスチャが作業効率の向上に繋がるか、およびユーザにとってわかりやすいジェスチャとなっているかを評価するために実験を行った。

4.2 実験方法

【被験者】

20～24 歳の男性 5 人を被験者とした。被験者は、全員右利きである。

【実験内容】

(1) 5 個のブロックを目的地へ移動させることを実験タスクとした。最初に drag、flick、lasso ジェスチャのやり方を説明し、さらにタスク遂行時間を測ることを伝えた。その後実験を行った。被験者は drag、flick、lasso、lasso&flick の順にジェスチャを使ってタスクを遂行した。それぞれのジェスチャの試行回数は各 10 回ずつである。

(2) 5 個のブロックを消去することをタスクとし、実験前にジェスチャの説明を行った。被験者は、パソコンでのゴミ箱のようにブロックをある領域に drag することでブロックを消去する garbage という方法と、shake ジェスチャを順に使うタスクを遂行した。試行回数は各 10 回ずつである。

【測定項目】

タスク遂行までにかかった時間を測定した。また、実験後に被験者にアンケートを取り、ジェスチャがわかりやすいものだったかを 5 段階で評価してもらった。

4.3 実験結果

実験結果は図 3、図 4 のようになった。実験 (1) で新しいジェスチャは遂行時間の短縮につながっており、わかりやすさでも高評価だった。実験 (2) では遂行時間の短縮はできたが、ジェスチャのわかりやすさではやや評価が悪かった。

実験 (1) について F 検定を行ったところ、有意水準 5% で有意差を確認できなかった。これは flick に個人差が大きいためだと考えられる。一方、図 3 からは、drag と lasso、および drag と lasso&flick との間に、遂行時間に関して明らかな差が観察される。よって、lasso および lasso&flick を用いることで、drag よりも効率よくタスクを行えることが示唆される。実験 (2) について、t 検定を行ったところ、有意水準 5% で有意差があることが確認できた。よって、garbage に比べ shake ジェスチャの方が、効率よくタスクを行えると言える。

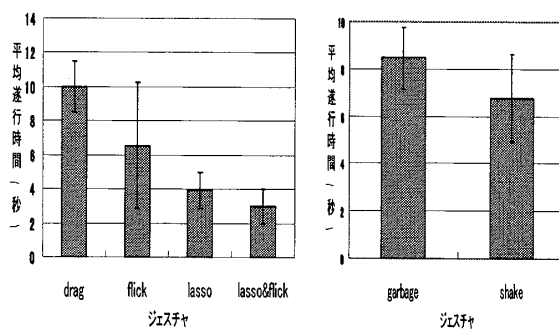


図 3 実験の平均遂行時間

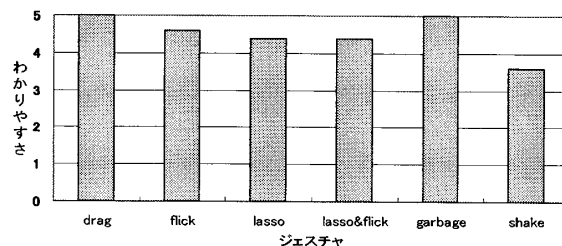


図 4 わかりやすさのアンケート結果

5 今後の課題

ジェスチャは作業を効率化するだけでなく、ユーザにとって直感的なものでなくてはならない。ジェスチャと行動結果が概念的に結びつきやすい必要があり、そのためには視覚に訴えるデザイン設計をするべきである。今後はユーザへのフィードバックを意識したジェスチャのデザイン設計を考えていきたい。また、評価実験では子どもを対象とした十分な数のデータを取り、統計的な検証が可能となる実験を行いたい。

参考文献

- [1] Aleksander Krzywinski, et al. "RoboTable: A Tabletop Framework for Tangible Interaction with Robots in a Mixed Reality", Advances in Computer Entertainment Technology 2009.
- [2] Visual Programming Language (VPL) (<http://www.microsoft.com/japan/robotics/introduction.msp>).
- [3] Michael S. Horn, et al. "Comparing the Use of Tangible and Graphical Programming Languages for Informal Science Education", CHI 2009, pp.975-984, 2009.
- [4] Jacob O. Wobbrock, et al. "User-Defined Gestures for Surface Computing", CHI 2009, pp.1083-1092, 2009.
- [5] Daniel Gallardo, et al. "TurTan: a Tangible Programming Language for Creative Exploration", 2008 IEEE, pp.89-92, 2008.