

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650092

研究課題名(和文) 提示情報制御による不器用さ改善の可能性

研究課題名(英文) Possibility of improvement of dexterity of unskilled people through the control of displayed information

研究代表者

渡辺 哲陽 (Watanabe, Tetsuyou)

金沢大学・機械工学系・准教授

研究者番号：80363125

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：モノヅクリの際に、ヒトが得る感覚情報(例えば、思い通りの直線が描けているか)を制御することで、器用さ(パフォーマンス)にどのような影響が生じるのかを観察することで、不器用さ改善を試みた。具体的には、基本動作となる直線描画を題材にとり、様々な点線を提示することで、被験者のパフォーマンスがどのように変化するのかを観察した。結果から、スキルレベルに応じて器用さを向上させる提示情報が異なることが分かった。この結果に基づくヒトの器用さ制御は今後の課題である(現在試行中である)。

研究成果の概要(英文)：During making products, human being receives several information from her/his sensations for controlling her/his body motions. This research investigates the effect of the change in the sensory information on human performance in making products. Concretely speaking, the target for the investigation was line drawing task that is the fundamental task. We asked subjects to draw a line along a displayed dot line while changing the space and shape of the dots, and we investigated how performance of the subjects changed. The results indicates that for good performance, the displayed dot line should change according to the skill level of the subject. Our future (on-going) work is the development of human dexterity control system based on this investigation results.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：器用さ制御 ユーザーインターフェース ヒューマンインターフェース 提示情報

1. 研究開始当初の背景

人間は誰しもが器用という訳では無い。特にモノを加工・操作する際の不器用さは大きなデメリットである。家事を含めた仕事の効率は低く、場合によっては携われる仕事の種類が限定されてしまう。なぜ不器用なのか？、どうしたら器用になれるのか？、は残念ながら未だ不明な事案である。

一方で、近年、ロボット、情報通信技術の発達に伴い、モノを掴む感覚など様々な動作情報を人間に対して提示できる環境が整いつつある。これを鑑み、伝統工芸などの技能伝承のため、動作情報をデジタル化する試みが数多く行われている。しかしながら、技能伝承は動作を伝承するだけであり、学び手の器用さを向上させることには結びついていない。

2. 研究の目的

そこで、ロボット技術を使って、人間がものづくりを行う際に、人間に与える入力情報を制御することで、器用さ向上の手がかりを見出し、不器用さを改善することを目指す。具体課題は下記の通りである。

- (1) 目標状態提示とフィードバック情報の違いが器用さ向上に与える影響を調査する、
- (2) 不器用さ改善法を開発する。

3. 研究の方法

(1) 直線描画を題材とした提示情報が器用さに与える影響調査

道具を使って行う作業には様々なものがあるが、その中で最も基本となる作業が直線描画である。字を描く、電子回路の配線、切り貼りなど、様々な作業の基本となる。そこで、本研究では、直線描画に着目し、その技能が提示情報によってどのように変化するかを調査した。提示情報としては、作業そのものに直接影響を及ぼさないよう、視覚情報を選択した。日本人を被験者とする事から、図1に示す点線を提示情報として選択した。被験者は19歳から23歳までの右利き学生10名を対象とし、提示した点線は図1に示す6種類である。

実験システムの概要を図2に示す。まず装置に慣れてもらうために、何も提示しない白紙の状態から自由に描画を行ってもらう。次に6種類の点線を順に提示しながら直線の描画を行い、順番を変えて計4回描画を行った。筆圧に関わらず、ペンの太さは一定とした。この際直線はすべて左から右へ描くように、また点線からできるだけずれないようにと指示をした。器用さの評価は、提示している点線をすべてつなげるとできる直線と描画された直線のずれを数値化することで行った。

なお、以下では、表1に示す記号を用いて提示情報を示す。

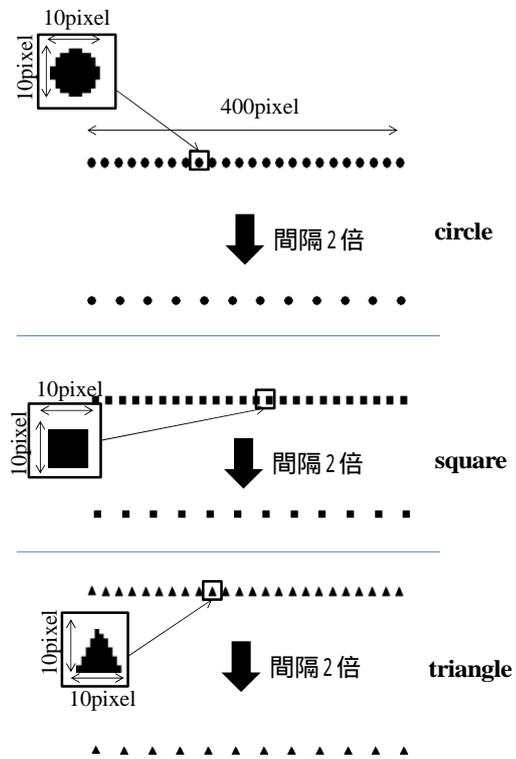


図1 提示情報(点線)

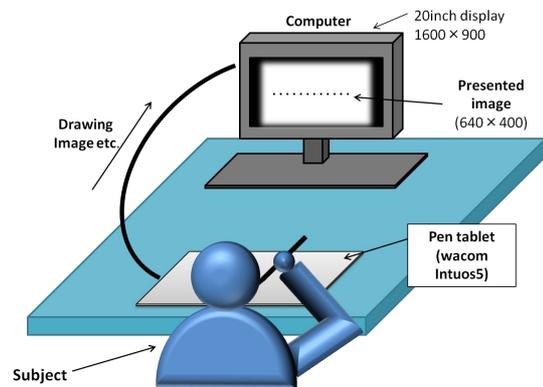


図2 実験システム概要

表1 提示情報を記述するための記号

Symbol	Presented image
● ● ●	.....
■ ■ ■	.....
▲ ▲ ▲	.....
● ●	.....
■ ■	.....
▲ ▲	.....

(2) 直線描画を題材とした、提示情報可変による器用さ制御の試み

(1) で得られた結果にもとづいて、下記の手法をとることで、器用さ制御の可能性を模索した。

器用さレベルの推定

推定された器用さレベルに応じた、器用さ向上のための情報提示

被験者は18から24歳までの右利き学生10名で、実験を行った。実験手順は、(1)の実験と同様、まず装置に慣れてもらうために、何も提示しない白紙の状態でも自由に描画を行ってもらう。次に、提示情報を直線、開始および終了点、点線の順で提示し描画を行ってもらった。被験者には開始点から終了点に向かってできるだけずれないように直線を描くよう指示した。また実験の際、筆圧によらずペンの太さは一定としている。器用さレベルは、先の実験で得られた結果をもとに、初め を提示し、その際の器用さレベルを判定した上で、器用さレベルに応じて描画直線がより直線となるように、提示情報を描画途中で変更した。器用さの評価方法は(1)と同様である。

### (3) ユーザ意図推定法の確立

ユーザのパフォーマンスを制御するためには、そのユーザが行おうとする意図が分からなければ、評価および制御とも不可能である。このことを鑑み、ユーザの意図を推定しその数ステップ先の時間における動作を予測する方法の開発を試みた。従来型の状態推定法の場合、マルコフ性(次時間における状態は現時点での状態にのみ依存する)を仮定している。このため、次時間における動作が現時点における動作に必ずしも依存しないような場合、マルコフ性を有しないため、その状態を推定することは困難である。そこで状態をパラメータとしてとらえ、パラメータ推定を含む状態推定法を適用することで、マルコフ性に依らず、状態、すなわち未来における動作を推定する方法の開発を試みた。

## 4. 研究成果

(1) 直線描画を題材とした提示情報が器用さに与える影響調査

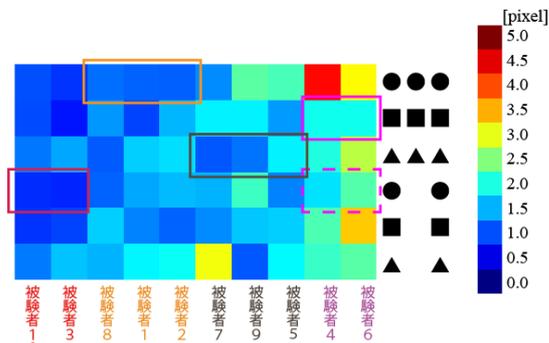


図3 実験結果：各提示情報を提示した際の各被験者の目標直線からのずれ量の平均値

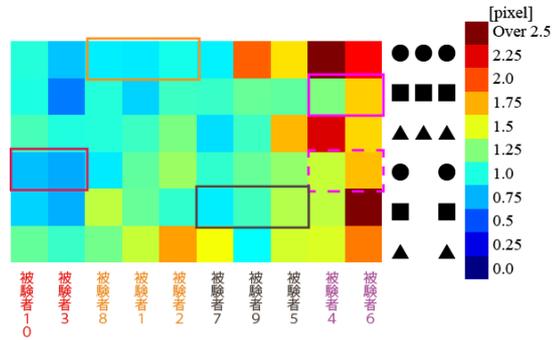


図4 実験結果：各提示情報を提示した際の各被験者の目標直線からのずれ量の平均値

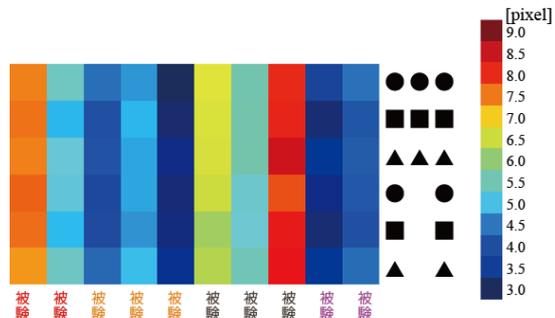


図5 実験結果：各提示情報を提示した際の各被験者の筆圧の平均値

図3に各提示情報を提示した際の被験者の目標直線からのずれ量の平均値、図4に各提示情報を提示した際の各被験者の目標直線からのずれ量の平均値、図5に各提示情報を提示した際の各被験者の筆圧の平均値の結果を示す。被験者は、提示情報に関係なく、全試行における目標直線からのずれ量の平均値の大きさに順に並べている。被験者10が最もずれ量がなく、最も器用であったと考えられる。一方で被験者6は最もずれ量が大きかった被験者である。K-means クラスタを用いてそのずれ量に応じた器用さレベルを4段階に分類した。被験者番号の色はその器用さレベルを表している。例えば、被験者10と被験者3は器用さレベルが最も高く、図3においては、 を提示したとき、最もずれが無かったことが分かる。図中の四角は最もずれ量が小さかった提示情報を表している。 は重心位置が最も検知しやすかったため、良好な結果が得られたものと考えられる。ただし、 のように狭い間隔の場合、情報が過多であり、あまり情報が過多とならない方が器用さ向上に有効であることが分かる。次に器用さレベルが高いグループでは、同様に において良好な結果を得ているが、より情報量を必要としていることがみてとれる。一方で被験者4と6は最も器用さレベルが低く、 を提示したとき、最もずれが小さかった。最も情報量を多く、かつ重心位置をあまり気にせずに直線を描画できる場合に相当する。これが良好な結果を得た理

由と考えている。図4に示す分散においても同様の結果を得ている。一方で、今回は筆圧の違いを提示しなかった。図5から分かるように、提示情報に関わらず、一定の筆圧で作業が行えていることが分かる。あえて力情報を提示しないことが、力制御能力の向上にもしかして役に立っている可能性がある。詳細は今後の課題である。

(2) 直線描画を題材とした、提示情報可変による器用さ制御の試み

10名中5名において器用さ改善が見られた。途中で提示情報を変えることにより、驚いた、や変化が分からなかった、という被験者からの報告があり、実験条件に問題があったことが分かった。今後は、途中で提示情報を変更しない、など実験条件を変更してより詳細な解析を行っていく予定である。

(3) ユーザ意図推定法の確立

パラメータ推定を伴うパーティクルフィルタの一種である、Auxiliary Particle Filter (APF)を拡張することで、タッチパネル上のユーザの指の動きを推定し、その意図(動作目的値)を推定する方法を確立した。これを実装したゲームアプリケーションを用いて、ユーザ意図推定の有り無しがユーザビリティにどのような影響を及ぼすのかを調べる感性評価実験を行った。20名の被験者のうち、16名の被験者から、ユーザ意図推定の有りの方がユーザビリティが高いとの評価を受けた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2件)

Tetsuyou Watanabe, Sawako Furuya, Touchscreen User Motion Anticipation for Usability Improvement, Proceedings of the Seventh International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI), pp.264-270, 2014.

[http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=achi\\_2014\\_11\\_30\\_20182](http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=achi_2014_11_30_20182)

Tetsuyou Watanabe, Effect of visual cues on line drawing performance, Proceedings of IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics (SMC), pp.3561-3566, 2013.

DOI : 10.1109/SMC.2013.607

[学会発表](計 2件)

長崎修司, 渡辺哲陽, 直線描画時における視覚提示によるパフォーマンス制御, 計測自動制御学会S I部門講演会, 2013.12.18-20, 神戸

長崎修司, 渡辺哲陽, 直線描画時における視覚提示情報がパフォーマンスに与える影響, ロボティクスメカトロニクス講演会, 2013.05.23-24, 筑波

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 哲陽 (WATANABE Tetsuyou)

金沢大学・機械工学系・准教授

研究者番号: 80363125