

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26540143

研究課題名(和文) スキルレベル・行動が類似の表出知提示による能動的「コツ」習得サポート

研究課題名(英文) Active skill acquisition facilitating system by displaying expressible knowledge which people having similar skill level or behavioral preferences have

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) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、人が「コツ」を習得するまでの過程を観察し、「コツ」を掴みやすい人の行動習性、「コツ」を掴み難い人の行動習性を導出することで、能動的に「コツ」習得をサポートする方法論の構築を目指した。ロボットを自作の操作パネルで操作してもらおうという未知タスクを実施してもらい、各操作の類似度を分析した。結果としてバラバラな操作を行うことが、ロボット操作の「コツ」習得への習熟を促進することであることが示唆された。現在、以上の結果を踏まえた「コツ」習得促進サポートシステムの開発を行っている。

研究成果の概要(英文)：This research investigated the influence of behavioral preferences on learning speed, aiming at developing a skill acquisition support system. Here, behavioral preference is defined as the type of action sequences that people would prefer to adopt for completing unfamiliar tasks. This research investigated the actions of participants when they attempt to control the posture of an unfamiliar humanoid robot with an unfamiliar controller. The task that the participants were assigned was to make the humanoid stand on one foot from a standing posture. We analyzed the behavioral preferences via machine-learning-based methods. The analysis results indicate that participants having behavioral preferences of adopting random actions can complete the task in a much shorter time, compared to participants having a behavioral preference of adopting actions similar to previously attempted actions. Based on the findings, we are preparing for developing a skill acquisition facilitating system.

研究分野：知的機械システム

キーワード：スキル 技能伝達 技能習熟 サポートシステム 学習

1. 研究開始当初の背景

モノを加工・操作するには、道具・機器が必要であり、その使用には習熟が求められる。しかしどのような方法論が習熟の効率を上げるのか良く分かっていない。習熟は能動的に道具・機器を操作する過程で「コツ」を習得することにより実現される。「コツ」は、言葉や動作などとは異なり、表出させることが出来ない知識のため、伝達ができない。技能伝達の難しさはここにある。

近年VR、ロボット技術の発達に伴い、指先の動きや道具を持つ力など様々な動作情報をデータとして取得することができる環境が整いつつある。これを活用して熟練者の動作を計測し、それを初心者に提示することで技能を伝達する研究が行われている(例えば、次世代ヒューマンインタフェース開発最前線, NTS 出版, 2013 など)。考えられている手法は熟練者の動作を再現提示することである。しかし、スキルレベルの違いが大きいため、体験は出来てもそれを身に付けるための方法論は分からず、習熟の効率化には結びついていない。

2. 研究の目的

人が「コツ」を習得するまでの過程を観察し、「コツ」を掴み易い人の行動習性、「コツ」を掴み難い人の行動習性を導出することで、能動的に「コツ」習得をサポートする方法論の構築を目指した。

3. 研究の方法

(1) 被験者

健康な学生(18歳から23歳)、11名(男性4名、女性7名)に対し実験を行った。被験者には前日に十分な睡眠をとってもらった状態で実験に協力してもらった。なお、金沢大学医学倫理委員会の承認を得たうえで実験を行った。

(2) タスク

本研究における実験では道具や機器を使った動作の習熟を主題とした。初心者から上級者まで様々なデータを得たいことから、ペンやカッターなどの身近な道具ではなく、一般にはあまりなじみが無いロボット操作を題材とした。「直立状態」のロボットを「片足立ち状態」にする操作を課題とした。ロボットの足のどちらかが地面から浮いていることを「片足立ち」と定義した。「片足立ち」が実現できたとき、操作を“成功”とした。“成功”の操作を3回達成するまでロボット操作を行ってもらった。なお、1時間経過しても3回成功できなかった場合はその時点で実験を終了している。

(3) 実験装置

Fig.1 に実験装置の概要を示す。被験者はPCのスクリーン上に表示されたコントローラ

プログラムを用いてロボット操作を行う。コントローラプログラムからは操作履歴が出力されるようにされている。今回の実験で使用するロボットは KHR-3HV Ver.2(近藤科学)である。コントローラプログラムは Microsoft Visual Studio 2012 を用いて作成した。プログラム内ではロボットに命令を送信するために近藤科学が公開している Rcb4 ライブラリを利用している。

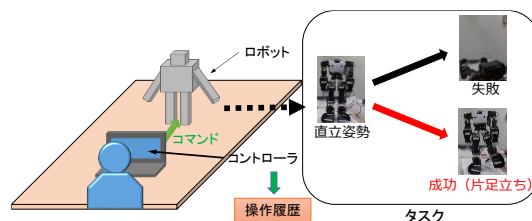


Fig.1 実験装置とタスク

Fig.2 に被験者に利用してもらったコントローラを示す。タッチパネルにこのコントローラ画面を表示し、被験者にボタンにタッチしてもらうことによってロボット操作を行ってもらった。

このコントローラでは、動かしたい関節の位置に対応するボタンをタッチすることで、1タッチ毎に関節が一定角度回転するようにプログラミングされている。このコントローラの各ボタンには、タッチすることによって動作する関節の名前が記載されている。それとともに、解析を単純化するためにボタン番号も設定されている。各ボタンに設定されたボタン番号の詳細を Table.1 に示す。ボタンがタッチされると、実験開始からの経過時間とボタン番号と一緒にデータとして出力されるようになっている。この出力されたデータを「ロボット操作履歴」とする。



Fig.2 使用したコントローラ

Table.1 各ボタンに対応するボタン番号

Joint	Button number	
	Positive rotation	Negative/inverse rotation
Joints for upper body	1-14	
Head	1	2
Right shoulder (roll)	3	4
Right shoulder (Pitch)	5	6

クラスタリングした結果

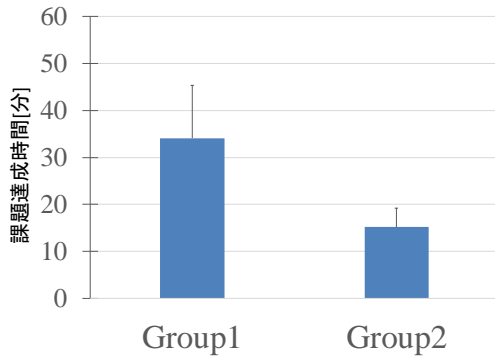


Fig. 6 クラスタリングされた各群における課題達成時間

Fig. 5 に各試行の非類似度に基づいて被験者をクラスタリングした結果を示す。類似度が高い操作を繰り返す群とそうでない群があることが分かる。Fig. 6 に、類似度が高い操作を繰り返した Group1 とそうでない Group2 が課題を終えるのにかかった時間を示している。ただし、成功 3 回できない被験者に関しては課題達成時間を 1 時間として計算している。類似度が高い操作方法を繰り返すと、課題がなかなか達成できない一方で、ランダムな操作を行うことで、課題達成により早く近づけていることが分かる。ただし Group1 と Group2 の課題達成時間には有意差が認められなかった。そこで、Group1 の被験者の試行をさらに分析した。片足立ちに成功した全試行を正解試行ベクトルとし、この正解試行ベクトルとの Group1 の被験者の各試行ベクトルとの距離を計算し、その距離の最大値と平均値を特徴量として、再度 K-means クラスタによりクラスタリングを行った (K=2)。結果を Fig. 7 に示す。また、クラスタリングされた各グループの課題達成時間を Fig. 8 に示す。

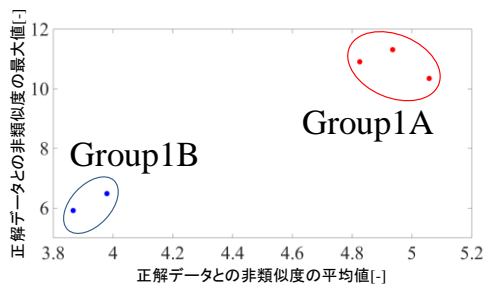


Fig. 7 正解データとの非類似度に関してクラスタリングを行った結果

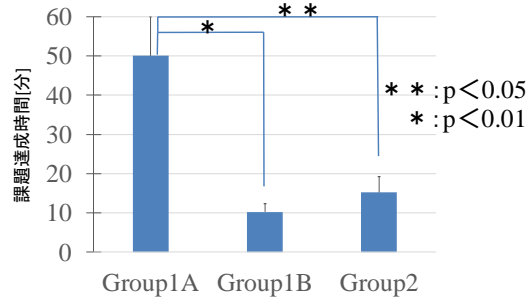


Fig. 8 各群における課題達成時間

まとめると、正解に近い操作に絞って操作を繰り返すこと、またはバラバラな操作を行うことが、ロボット操作の「コツ」習得への習熟を促進することであることが示唆された。現在、以上の結果を踏まえた「コツ」習得促進サポートシステムの開発を行っている。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Taiki Takayama, Tetsuyou Watanabe, The effect of behavioral preferences on skill acquisition in determining unspecified, suitable action patterns to control humanoid robots, Proceedings of International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 7586-7589, 2015.
DOI : 10.1109/EMBC.2015.7320148

[学会発表] (計 1 件)

- ① 高山大生, 渡辺哲陽, ロボット操作技能習熟過程における練習パターンの多様性分析, 日本神経科学大会, 2015.7.28-31, 神戸国際会議場 (兵庫県神戸市)

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 : 8 0 3 6 3 1 2 5