

人間にテーブル上の片付けを促すロボットの振る舞い

Fundamental study of a robot's behavior that encourages a human to tidy up

郷古 学^{1*}金 天海²Manabu Gouko¹Chyon Hae Kim²¹ 東北学院大学¹ Tohoku Gakuin University² 岩手大学² Iwate University

Abstract: In this study, we investigated the influence of a robot's behavior on the motivation of tidying up. We develop a system that can tidy up through the cooperation between a robot and human. For realizing this system, it is necessary to investigate the effective behaviors that encourage a human to tidy up. We conducted the preliminary experiment with participants and a small mobile robot. This study describes its elementary result.

1 はじめに

少子高齢化社会を迎えた我が国では、家事労働を代行するロボットなど、生活支援を行う工学システムの実現が重要な課題である。家事の中でも、ゴミや汚れを取り除く清掃や、道具を所定の場所へ配置する整頓(片付け)は、快適な住環境のみならず、生産性の高いオフィスの実現に寄与することが知られている [1]。家庭やオフィスの清掃に関しては、iRobot 社のルンバに代表される“お掃除ロボット”が既に実用化されているが、整頓を行うシステムは未だ存在しない。

本研究では、ロボットと人間が協調してテーブルの上に散乱した道具を片付けるシステムの構築を目指している。整頓作業(タスク)は、環境中から片付けの対象となる物体を識別する物体識別と、それらの物体を所定の場所へと運ぶ搬送という、二つのサブタスクから成る。本システムは、各サブタスクをロボットと人間が分担して実行する。

これまでに、物体の自動識別に関する研究は盛んに行われている。一方で、搬送の自動化に関する研究は、工場や倉庫のような、搬送対象の形状や搬送先が限定される環境を対象としたものが多く [2]、家庭やオフィスを対象とした研究はほとんど行われていない。これは、それらの環境では整頓対象となる物体や、その片付け場所が多岐にわたり、タスクの定型化が困難であ

ることに起因している。

近年、実環境における有効な問題解決手法の一つとして、人間とロボットとが協調して解決を目指す Human Robot Interaction (HRI) が注目を集めている。HRI による清掃や整頓に関する研究として、床に落ちているゴミを捨てることを促す、ゴミ箱型のロボットや [3]、子ども部屋に散乱したおもちゃの片付けを促すロボットが提案されている [4]。このように、ロボットが直接片付けるのではなく「人間に片付けを促す」という方法は、定型化が困難なタスクへの対応を可能とし、加えて、人間に片付けを習慣化させることも期待できる。

本稿では、前述の整頓システムを実現するにあたり、どのようなロボットの振る舞いが、人間に片付けを促すことができるのかを明らかにすることを目的としている。実験では、小型移動ロボットと道具が置かれたテーブル上で、被験者に作業を行ってもらい、「ロボットが道具をテーブルから落とす行為が、被験者の片付けの動機付けにつながる」という仮説を検証する。

2 実験

2.1 実験概要

実験では、被験者にテーブル上でペーパークラフトを作成してもらおう。テーブルには小型移動ロボット (mOway, Minirobots S.L. 製) と道具 (ペンやハサミなど)、道具箱を配置する (図 1)。

*連絡先: 東北学院大学 工学部 機械知能工学科
宮城県仙台市多賀城市中央 1-13-1
E-mail: gouko@mail.tohoku-gakuin.ac.jp



図 1: 実験に使用した道具とロボット.



図 2: 実験環境.

実験環境を図 2 に示す．実験開始時に道具は全て道具箱に入っている．本実験では，ある道具が道具箱に入っている状態を「その道具が整頓された状態」と定義する．ロボットは被験者が着席する位置から対面の，テーブルの隅（初期位置）に配置する．テーブルはパーティションで仕切られた実験スペース内に置かれている．実験では，被験者はペーパークラフトの作成と計算課題（二桁割る二桁の除算）を交互に行う（図 3）．実験の手順を以下に示す．

1. 被験者は入室の合図とともに実験スペースに入室し，ペーパークラフトの作成を開始する．
2. ペーパークラフト作成開始 4 分 30 秒後に「あと 30 秒で退室です」という退室予告を被験者に伝える．
3. ペーパークラフト作成開始 5 分後に，被験者に退室を指示し，実験スペース外で計算課題を行わせる．
4. 計算課題開始から 3 分後に，再度入室を指示する（手順 1 に戻りペーパークラフトの作成を再開する）．

実験は，3 回目のペーパークラフト作成終了まで行い，その直後に被験者にはアンケートを実施した．なお被験者が計算課題を行う場所は，実験スペースの入り口付近とした．計算課題中，被験者は実験スペース内が見えず，なおかつ実験スペース内に誰も入室していないことが分かるようにした．また，ロボットは被験者が退室中に遠隔操作により動かした．実験終了後のアンケートにより，被験者はロボットを動かした際に，その動作音（モーター音）が聞こえることを確認している．

2.2 ロボットの振る舞い

本実験で採用したロボットの振る舞いについて述べる．やる気（動機付け）に関する従来研究 [5] によれば，人間が自発的に片付けを行う場合「片付けをしないと作業がしづらい」や「散らかっているのが不快」などの外発的な動機付けが作用していることが知られている．

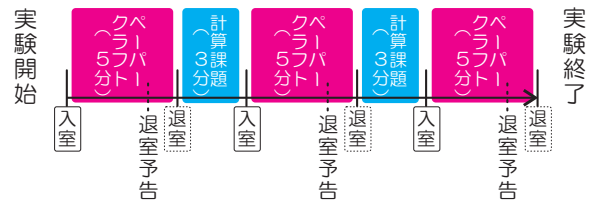


図 3: 実験の流れ.

このような知見にもとづき，本稿では，被験者に乱雑さを喚起させるとともに，作業の続行が困難な状況を作り出すため，被験者が作業中断中に，ロボットを動かして道具箱の外に置かれた道具をテーブルの下に落とし（排除し）た．対象となる全ての道具を落とし終えた後，ロボットは初期位置へと戻り，停止する．

なお，人間とロボットのインタラクションをロボットの振る舞いのみ限定しているのは，最終的に構築する整頓システムを言語に依存しないユニバーサルなものとするためである．

2.3 アンケート調査

実験終了の直後に被験者にアンケートを行った．アンケートは「～回目の退室時にテーブルの上を片付けようと思いましたが」や「テーブル上のスペースを使用する権利が人間とロボットのどちらにあると思いますか」など 10 の設問で構成されている．

3 実験結果および考察

8 名の男子大学生を被験者として実験を行った．実験では，ロボットを動作させない（ただ置いてあるだけ）グループと，被験者がペーパークラフト作業中断中にロボットが物体を落とす（ロボット動作有り）グループに分けた．

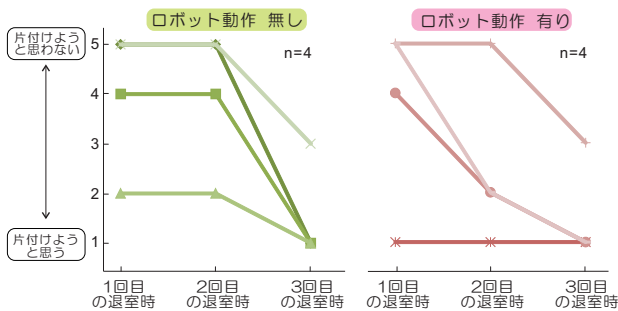


図 4: アンケート結果 (退室時に片付けようと思いましたが) .

ロボットの動作が片付けの動機付けに与える影響を調べるため、アンケートのうち「 n 回目の退室時にテーブルの上を片付けようと思いましたが」という問いに対する各グループの回答を確認した (図 4) . これを見ると、ロボットが動作しなかったグループは、1回目と2回目の退室時の回答に変化は見られなかったが、ロボットがテーブル上の物体を落としたグループは、4人中2人の被験者が、1回目と比べて2回目の方が、より「片付けよう」と思っていることが分かった . なお検定を行った結果、各グループ間に有意差は認められなかった .

各グループとも3回目の退室時には「片付けようと思う」と回答する傾向が見られる . これは、被験者は実験の事前説明において、実験スペースからの3回目の退室で実験が終了することを理解しているためである . つまり「3回目で終わりだから片付けよう」という考えが影響していると考えられる .

次に、「テーブル上のスペースを使う権利が誰にあるか」という問いに対する各グループの回答を確認した (図 5) . これを見ると、いずれのグループも実験開始時 (1回目の入室時) には、4人中3人の被験者がテーブルを使用する権利は「自分」にあると回答している . また各グループとも、3回目の退室時には、回答が「ロボット」もしくは「ロボットと自分」に変化する傾向が確認できる . これは、前述した「3回目の退室で実験が終わり」とつまり「もう自分はテーブルを使わない」という考えによるものであると思われる . なおロボットを動作させたグループでのみ「ロボットと自分」という回答が得られた . 検定を行った結果、各グループ間に有意差は認められなかった .

4 まとめ

本稿では、ロボットと人間との協調によりテーブルの上の片付けを実現するシステムの構築を目指し、ロボットが道具をテーブルから落とす行為が、テーブル

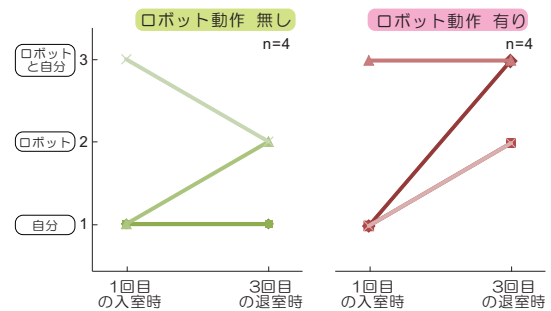


図 5: アンケート結果 (テーブル上のスペースを使う権利は誰にありますか) .

利用者の片付けの動機付けにつながる」という仮説を検証した . その結果、統計学的な有意差は確認できなかったが、利用者の離席時に、テーブル上の片付いていない道具をロボットが落とす (排除する) ことで、利用者の片付けへの動機付けやテーブル使用権の感じ方に変化が生じることが示唆された .

今後の予定として、被験者を増やして同様の実験を行うことを計画している . また、ロボットが実際に物体を落としている様子を被験者に見せることで、どのような影響があるかを調べる予定である .

謝辞

本研究の一部は、科研費若手研究 (B)(24700196) の助成により行われました . ここに謝意を表します .

参考文献

- [1] 松田, 他, "室内環境満足度ならびに知的生産性評価に関する研究 OSS-RPM ツールを用いた大学事務室の生産性調査," 日本環境管理学会誌, vol. 52, pp. 344-347, (2004).
- [2] 樋野, 他, "複数台のコンベアベルトを組み合わせた搬送システムの構築," 精密工学会誌, vol. 78, no. 12, pp.1105-1111, (2012).
- [3] 岡田, "ゴミ箱ロボット: 関係論的なロボットの目指すもの," 計測と制御, vol. 51, no. 8, pp.753-758, (2012).
- [4] J. Fink *et al.*, "Which Robot Behavior Can Motivate Children to Tidy up Their Toys? Design and Evaluation of " Ranger ", Proc. of 9th ACM/IEEE Intl. Conf. on Human-Robot Interaction, pp.439-446, (2014).
- [5] 速水, "感情的動機付け理論の展開 やる気の素顔," ナカニシヤ出版, (2012).