

ロボットによる家事支援事例 - 家政学の観点からの評価へ向けて

垣内 洋平(東京大学) 山崎 公俊(信州大学) 岡田 慧(東京大学) 稲葉 雅幸(東京大学)

1. はじめに

家庭の中において、人間の行っている日常生活を手助けしてくれるロボットは、少子高齢化社会における労働力の確保やQOLの向上の観点から期待されている。実際に家庭において使われているロボットとしてはルンバが代表例として挙げられる。部屋の掃除機がけを自動で行ってくれる単機能のロボットであるが、コストと期待に添ったタスク遂行能力により普及してきていると考える。今後の技術として期待されるのは、より複雑な支援を行ってくれる単機能ロボットや、様々な支援を1体のロボットにおいて行う汎用的なロボットである。

ロボットのハードウェア、ソフトウェアの技術は進歩してきており、PR2のようなロボプラットフォームで容易に長時間運用できる汎用ロボットとROSなどに代表されるソフトウェアの再利用が容易にできるミドルウェアを用いることで、比較的容易に家事支援アプリケーションを開発しロボットに実施させ、どのような家事支援がロボットに行うことができるのか、また、構成したタスクが効果的かを検証することが可能になってきている。

これまでの家事支援ロボットの研究開発は、主にロボット研究者が役に立つと想像するタスクとロボットが実施可能なタスクを中心として進められてきた。ロボットが家庭において使われるようになるには、安全性、有効性、利用者の心理的側面について検証していく必要があるが、ここでは、これまで行ってきた家庭内の家事支援タスクの構成と達成内容について、家政学の観点からタスクの有効性を評価し、家庭内のどのようなタスクをロボットが行うことが人の生活の改善につながるかを家政学の知見から見出すことで、これまでのロボット研究では得られなかった家事支援ロボット研究開発のシーズを得ることを目的とする。

本論文においては、家庭における使用者の要求に沿い、効果的な支援となるロボットのタスクを構成するために、過去に行われた研究事例をまとめ、家政学の観点から今後の家事支援ロボットの研究開発を行う方向性を見つけていく。

2. 家政学とロボティクス

現代の日本においては、人々の価値観が多様化するとともに社会構造が複雑化し、将来的には少子高齢化などの問題が顕在化することが明らかになってきている。このような問題を考えるためのスタンスとして家政学会では以下の引用のように、生活者の側にたつて問題を解決する視点を提供しようとしている。「今や、社会のさまざまな問題解決には家政学の視点、すなわち、家庭生活を空間的広がりを持つエコシステムの中に位置づけ、家族や個人の生活を時間的奥行きを持つライフスタイルの中で捉える視点が不可欠とされます。家政学は、生活を、社会を、地球を、経済原理で

はなく生活原理に基づいて考え、生活者の側から見据えることが大切だと考えています。」¹

一方ロボティクスの分野に目を向けると、社会の変化の中で、特に人間が得られる情報量が増大しており情報と実世界をつなぐ存在としてロボットが研究されており、期待されている応用分野として家庭環境における家事支援などがあり、ロボティクスと情報学の発展により、その成果を個人の生活の中にまで還元できると考えている。しかし、個人のライフスタイルや社会構造などに目を向け、個人が自立的・自律的に生活を創ることにロボットを活用する研究は進められていない。家政学の視点から考えれば、今後ますます高度化する情報化技術や家庭に入って来るであろうロボットを生活者の側から見据えることが大切であろうし、ロボティクスの視点から考えれば、家庭へのロボットの普及には、生活の全体像・多様性、実際の工夫、社会的な善し悪しの判断基準など体系化された知識を踏まえるべきである。

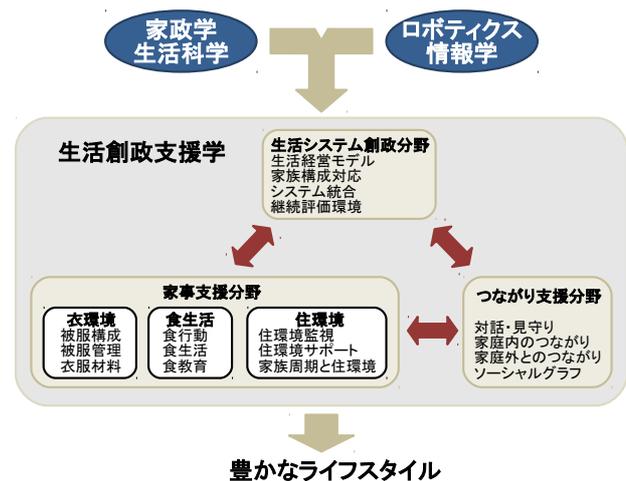


図1 生活創成支援学への展開

ロボティクスの分野の研究者と家政学の分野の研究者が連携して研究に携わることによって、情報システム・ロボティクス分野においては、家政学の分野からどのような物を必要とするか、今やっている研究の問題点や有効性の評価、新しい情報・ロボット技術への要望などを取り組むことができ、家政学の分野においては、家庭に入ってくる情報システム・ロボティクス分野の現状を理解し、家政学の中にそれらがどのように関わってゆくかを見据え、新しい学問、学術、教育課程など新しい側面を考える機会となるであろう。

ロボティクスの分野の研究者と家政学の分野の研究者が連携して研究に携わり進めていくために、生活創

¹日本家政学会 <http://www.jshe.jp/about/index.html>

政支援学なる学問を家事支援分野、つながり支援分野、生活システム創政分野の3つの分野に分けて行う。

各分野は、家庭内の家事をロボットが行うことによって直接的に支援する家事支援分野、家庭内の家族のつながり、家庭外の情報の取り込み、それらを支援する情報・ロボットシステムを行うつながり支援分野、多様化する社会における生活の豊かさを実現するための情報・ロボットを用いた実世界情報システムの支援により新しいライフスタイルの創成と家庭内を収める家政のを合わせた生活システム創政分野からなる。家事支援分野はさらに、行う支援の種類によって衣食住の3つの分野にわけられる。

3. 家事支援タスクの事例

ここではこれまで行われてきた家事支援タスクの実例を挙げて、どのような家政学との連携が考えられるか議論する。図2がロボティクス研究と生活創政支援学の関係を示す図となる。



図2 生活創政支援学とロボット研究の関係

3.1 片付けタスク

片付けタスクでは家庭の中でいろいろな形、サイズ、重さの物を移動することを行う。複雑な家庭環境において自動化するためには、汎用なロボットが適していると考えられる。ロボットにとっての課題は、様々な物の取り扱いをロボットが実行しなければならないといったことやどこに移動させるかといった計画が必要になる。

片付けのタスクは複数の物を移動させ、掃除などの他の動作も含んで実行される。そのような複数の動作を連続して実行し、動作が失敗した場合には復帰できるようにしたタスクを行った。[1] この事例では、あらかじめ決まっているところに片付けるのでは、日々変化する家庭環境に対応できないであろうという問題がある。

この問題を解決するために、ロボットが認識できない物の名前、種類を人に問い合わせることで、片付け先を変更することができ、未知の物体のある環境においても片付け計画を可能にした片付け支援を行った。[2] この事例においては、未知物体への対応が可能になっ

たが、人への問い合わせが生じるため、常に人が対応できるようになっていなければならず、使いにくい。

増え続ける日用品、衣類、生活用具、家具、家電に対して、限られた空間で利用しやすさを考慮して、どのように取捨選択をするかといった廃棄の判断や、見た目のきれいさや取り出すときの便利さを考慮して、してどこに片づけるべきかといった支援が求められるのではないと思われる。このような支援は、見守りロボットのような常に環境の状況を観察しているロボットによる人への情報提供といった方法や、見守りロボットと作業するロボットとの連携といった方法が考えられる。



図3 未知の物体のある環境における片付けタスク例

3.2 食器洗い

食器洗いタスクは、食洗機などの便利な道具が導入されたにもかかわらず、人が道具を使う必要があることで作業時間が必要になる部分を、ロボット技術を用いて食器を扱えるようにして解決する。

ロボットの手に滑りセンサを導入することで、手探りを用いた食器操作が可能にし様々な食器操作を実現した。[3]



図4 食洗機への食器移動タスク例

食器の操作においては、食器は壊れやすい材質であることが多く、過大な力での操作や落下の防止、環境との接触回避、置く、重ねるなどの食器を接触させる場合の衝撃回避などが必要になる。また、水を用いることが必須となるため、直接水に触れるロボットの構成部品の、力や距離のセンシングを妨げない防水方法が必要になる。

3.3 調理配膳支援

調理，配膳支援は家庭における食環境の支援である．ロボットの調理に必要な台所での道具認識と道具の使用方法を統合して扱い，汎用ヒューマノイドロボットに調理を行わせる研究を行った．[4]

見守り支援などと連携して，カロリー管理などの人の健康状態を考慮した食事の提案や，好みの把握による味の微調整なども行うことが考えられる．調理は動作が成功することも重要であるが，生活の根幹を成している食事を支援する行動であるため，人の心理的，社会的側面にも着目する必要があると考えられ，ロボットが調理をする上で人を不快にさせない調理方法を行う必要があると考える．



図5 人間型ロボットによる調理支援



図6 ロボットによる着衣支援



図7 ロボットによる布製品の取り扱い

3.4 衣服操作支援

柔軟物である衣類をロボットに扱わせて，片づける，しまうといった動作は期待はなされているが，現状のロボット技術では汎用的な認識手法，取り扱い方法が無く，どのようにアプローチしてゆくべきなのか自体が課題となっている．

洗濯籠から洗濯機へ分別して入れて洗濯あるいは乾燥が終わったら洗濯機・乾燥機から取り出して，干したり，アイロンをかけたり，とりこんで，たたんで，しまうべきところへしまうというような作業を自動化しようと考えての研究が衣服操作支援になる．

衣服のような柔軟物は，形状，見かけが変化してしまうため，発見，認識することから困難な問題である．衣服にできる”しわ”の画像的特徴を得ることで，衣服の存在を認識する研究を行った．[5]

ロボットが衣服を扱うことができるようになることで，体の不自由な方の着衣の支援を行った．[6] この例では，衣服の動きに着目してロボットが正しく着衣を行わせることができているかを判定することで，ロバストな着衣動作を実現している．

衣服などの布製品を片付けるために，手で衣服を広げて三次元的に認識して，操作を行うべき部位を発見し，たたむタスクを行った．[7]

3.5 見守り支援

見守り支援は家庭内の状況を常に見ていて，必要な情報を記録しその情報を用いて，人に提案する支援である．

魚眼レンズを搭載し，首を振ことで環境中の広範囲を見渡せるようにし，環境に変化のあったときに画像

を記録するシステムの研究を行った．[8]

見守り支援は，環境にロボットを配置し情報提供を行うことができるように，人に提示された物品を記憶したり，物品の移動を監視しておくことで人の必要とする物の位置を提示すること等ができるようになる．また，人の行動パターンを記録し人の嗜好などを推測することで，片付け支援などと連携して必要とする物は取り出しやすいところに片付けるなどが可能になり，見守り支援は家庭内の情報環境の基盤となる支援である．



図8 見守りロボットによる物品管理

4. おわりに

本論文においては，家庭における使用者の要求に沿い，効果的な支援となるロボットのタスクを構成するために，過去に行われたロボットによる家事支援の研究事例をまとめた．

今後，これまで研究されてきた家事支援タスクの有

効性を家政学の観点から評価して，ロボットのタスク遂行における問題点，改善点などを抽出する．また，ロボット研究者が忘れがちな視点の導入のとして家政学の観点から生活支援ロボットに求められるタスクを議論し，ロボットにおける新たな生活支援タスクの構築を行っていく．

参考文献

- [1] Kimitoshi Yamazaki, Ryohei Ueda, Shunichi Nozawa, Yuto Mori, Toshiaki Maki, Naotaka Hatao, Kei Okada, and Masayuki Inaba. System integration of a daily assistive robot and its application to tidying and cleaning rooms. In *Proceedings of The 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1365–1371, 10 2010.
- [2] Hiroyuki Mikita, Haseru Azuma, Yohei Kakiuchi, Kei Okada, and Masayuki Inaba. Interactive symbol generation of task planning for daily assistive robot. In *Proceedings of the 2012 IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2012)*, pp. 698–703, 11 2012.
- [3] 水内郁夫, 藤本純也, 袖山慶直, 山本邦彦, 岡田慧, 稲葉雅幸. 近接覚・触覚によるなぞり形状推定に基づく多種食器操作キッチンアシストシステムの実現. *日本ロボット学会誌*, Vol. 30, No. 9, pp. 889–898, 2012.
- [4] Kimitoshi Yamazaki, Yoshiaki Watanabe, Kotaro Nagahama, Kei Okada, and Masayuki Inaba. Recognition and manipulation integration for a daily assistive robot working on kitchen environments. In *Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2010)*, pp. 196–201, 12 2010.
- [5] 山崎公俊, 稲葉雅幸. 布地としわに由来する画像特徴を用いた布製品の分類. 第 12 回 SICE システムインテグレーション部門講演会講演概要集, pp. 2N2–5, 12 2011.
- [6] 大矢良輔, 長濱虎太郎, 山崎公俊, 岡田慧, 稲葉雅幸. ヒューマノイドロボットによる着衣動作中の失敗状態を考慮した着衣支援行動の実現. 第 30 回日本ロボット学会学術講演会講演論文集, pp. 3C2–8, 9 2012.
- [7] Hiroko KOBORI, Youhei KAKIUCHI, Kei OKADA, and Masayuki INABA. Recognition and motion primitives for autonomous clothes unfolding for humanoid robot. In *Intelligent Autonomous Systems 11*, pp. 57–66, 9 2010.
- [8] 小島光晴, 西野友博, 白山翔太, 植木竜佑, 吉海智晃, 岡田慧, 稲葉雅幸. 部屋全体を見渡せる首振り見守りロボットによる日常生活行動ライフログシステムの構築. *日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'10 講演論文集*, pp. 2A2–B08, 6 2010.