

912 環境音認識を利用したモジュラーホームロボットによる朝食準備作業の実現

Implementation of Breakfast Preparing Task by a Modular Home Robot Utilizing Environmental Sound Recognition

学 黒山 佑太 (都市大) 学 関戸 佐知 (都市大)
正 佐藤 大祐 (都市大) 正 金宮 好和 (都市大)

Yuta KUROYAMA, Tokyo City University

Sachi SEKIDO, Tokyo City University

Daisuke SATO, Tokyo City University, Tamazutsumi 1-28-1, Setagaya, Tokyo

Yoshikazu KANAMIYA (D. N. Nenchev), Tokyo City University

Key Words: Environmental Sound Recognition, Modular Home Robot, Breakfast Preparing Task

1 緒言

近年、少子高齢化や夫婦共働きの家庭の増加による家事代行作業の需要が高まっており、ロボットによる家事代行が望まれている。そこで我々は一般家庭内の生活支援のためのモジュラーホームロボットの開発を行っている [1]。モジュラーホームロボットが作業を行う家庭内では環境音が発生しており、これを認識することで操作対象や家庭内の状況を把握することが可能となるため、環境音認識を用いた家庭内作業の実現を目指している。

モジュラーホームロボットが行う作業として朝食準備作業を取り上げ、先行研究 [2] において環境音を認識し、モジュラーホームロボットによるトースタなどの単一の機能を持つ調理器具の操作を実現した。複数の調理機能を持つ、電子レンジなどの家電製品も操作時に環境音を発するため、環境音認識を用いた操作が有効である。そのため環境音を用いたモジュラーホームロボットによる複数の調理機能を持つ家電製品の調理作業が課題である。

本研究は操作音を利用したモジュラーホームロボットによる電子レンジを用いた調理作業を実現する。

2 環境音認識モジュール

環境音の認識には、Robot Operating System Open-source Audio Recognizer (ROAR) [3] を用いる。ROAR は機械学習の一つである One-class Support Vector Machine (OCSVM) により環境音の学習モデルを作成し、学習モデルと環境音が一致するかを判別する。

また環境音の集音に用いるセンサは、Microsoft 社製の Kinect for Xbox 360 のマイクロフォンアレイと Microsoft 社製の USB カメラである LifeCam HD-5000 のマイクロフォンである。Fig. 1 にモジュラーホームロボットに搭載された各センサを示す。アームモジュールが動作中のため、グripperモジュールのセンサを環境音が発生する方向に向けられず、集音できないなどの場合がある。そこで、ホイールモジュールのセンサを発生する環境音の音源に向けてことで集音することが可能となる。このことから二つのセンサを用いることで作業の成功率を向上させることが可能となる。

モジュラーホームロボットのための環境音認識システムを Fig. 2 に示す。ROAR を用いた Environmen-

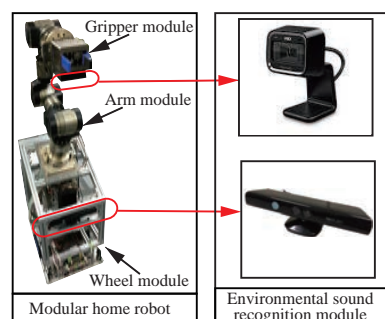


Fig. 1: Microphones of the modular home robot.

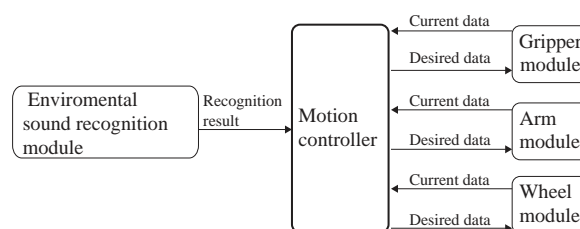


Fig. 2: Environmental sound recognition system for the modular home robot.

tal sound recognition module から環境音の認識結果を Motion controller に送る。Motion controller は送信されてきた結果をトリガーにして、行うべき動作を判断し、動作目標値を各モジュールに送信する。

3 環境音認識を用いた電子レンジの操作

本章では環境音認識モジュールを用いた電子レンジの操作の作業条件などを示し、実験結果から音を活用して作業が可能であることを実証する。

3.1 作業内容

モジュラーホームロボットが行う電子レンジを用いて調理料理は目玉焼きであり、調理時間は 2 分である。また、電子レンジの調理作業の前提条件を以下に示す。

提供する数量：一人分

朝食準備終了時刻：ユーザが朝食を食べる時刻

室内の音状況：人が活動していない、大きな物音がしない状況

ユーザの負担：生卵をいれた目玉焼き用の容器を冷蔵庫の所定の位置に入れる

家具などの位置情報：大域的な位置情報をユーザが与

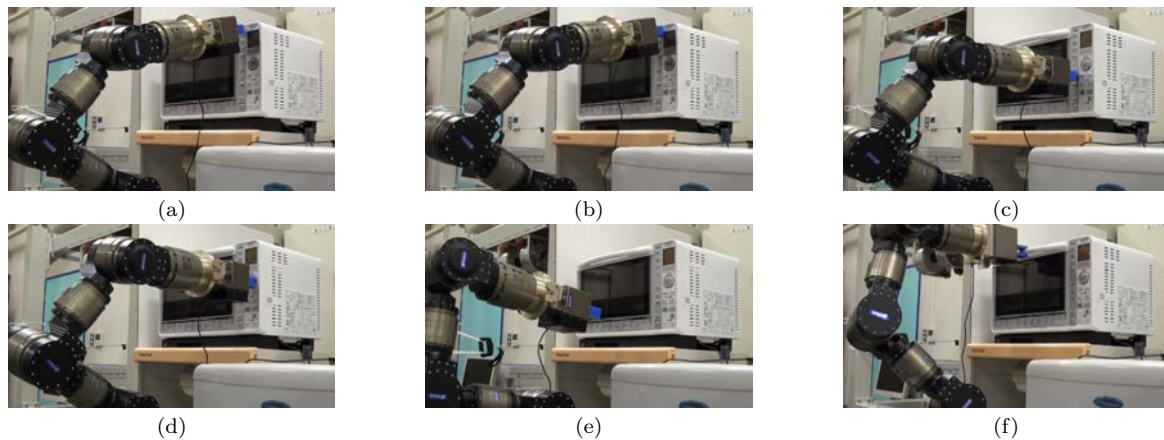


Fig. 3: Flow of the experiment of a cooking procedure to operate a microwave oven: (a) start position, (b) pushing the button to change the wattage, (c) pushing a button to change the operating time, (d) pushing the button to run the microwave oven, (e) waiting, (f) opening a door of the microwave oven.

える．また，グリッパモジュールのカメラを用いて位置情報を取得

今回，電子レンジの操作で認識する操作音を以下に示す．

- ワット数を変更するボタンを押したときの電子音
- 調理時間を変更するボタンを押したときの電子音
- 調理を開始するボタンを押したときの電子音
- 電子レンジ調理終了時に流れる電子音

3.2 電子レンジの操作の計画

モジュラーホームロボットによる環境音認識を用いた電子レンジの操作の動作計画を示す．

1. 目玉焼き器を電子レンジにセット
冷蔵庫から目玉焼き器を取り出し，電子レンジの扉を開け，目玉焼き器を電子レンジにセットし，電子レンジの扉を閉める．
2. 電子レンジのボタン操作
電子レンジのボタン操作を行う．ボタンを押した際に発生する操作音を認識後，次の操作に進む．
3. 待機
電子レンジの調理終了時に流れる電子音を認識するまで待機する．
4. 電子レンジの終了音の確認
調理終了時に流れる電子音を認識後，電子レンジの扉に向かう．
5. 電子レンジの扉を開ける
電子レンジの扉を把持し，その後，扉を開ける．

3.3 電子レンジの調理作業実験

本実験は音を活用して作業を行うことを実証するのが目的であるため，3.2 節の 2～4 の作業で実験する．モジュラーホームロボットが電子レンジを操作する動作はあらかじめ生成しておく．3.1 節で述べた音を事前に雑音のない環境においてそれぞれ学習を ROAR で行い，これらの音の認識を組み込むことによって電子レンジの操作を実現する．また，操作音を ROAR で識別できない場合はその時の動作を繰り返すこととした．これは，操作音が鳴らない場合をボタンが正常に押せていない場合と見なしているた

めに行う．本稿では詳しくは述べないが，カメラにより電子レンジの位置情報は事前に把握している状態で実験を行う．

3.4 作業実験の結果と考察

作業の様子を Fig. 3 に示す．電子レンジを操作し，目玉焼きを調理する作業は達成できたが，(b) の際にワット数を変更するボタンを押したときの電子音を ROAR は一度目では判別はできず，二度目に判別した．(b) 以降はそれぞれの操作音を一度目で判別でき，作業が達成できた．

以上の結果より，環境音を ROAR の OCSVM による判別が行えない状況になる場合がある．これは，マイクロフォンで集音した環境音を ROAR のプログラム内において OCSVM で学習モデルと比較したとき，学習モデルと同じ音であると判別できなかったからである．そのため，環境音認識だけでなく，ほかのセンサからの認識情報と合わせて状況を判断することが解決策としてあげられる．

4 結言

今回電子レンジの操作音を認識し，モジュラーホームロボットによる電子レンジの調理を実現した．しかし，環境音を ROAR では識別できない場合があった．今後の課題として，カメラなどの他のセンサ併用して，電子レンジの操作状況の確認することがあげられる．

文 献

- [1] Takahito Tsuchiya, Yohei Shiraki, Sachi Sekido, Akihito Yamamoto, Daisuke Sato and Dragomir N. Nenchev, “Modular Home Robot System Based on the MMM Concept Design Instance with Detachable Symmetric Arm Module,” in *Proc. IEEE/ASME Int. Conf. Advanced Intelligent Mechatronics*, 2013, pp.280–285.
- [2] 関戸佐知，黒山佑太，新良貴陽平，佐藤大祐，金宮好和，“モジュラーホームロボットによる環境音を利用した動作計画に基づく朝食準備作業”，第 32 回日本ロボット学会講演会，AC1N1-04，2014.
- [3] Joseph M. Romano, Jordan P. Brindza, Katherine J. Kuchenbecker, “ROS open-source audio recognizer: ROAR environmental sound detection tools for robot programming,” in *Autonomous Robots*, vol. 35, no. 3, pp. 207–215, 2013.