

掃除ロボットのタスクに関する命令解釈システム

高橋 成明[†] 金井 祐輔[‡] 今井 倫太[‡]

慶應義塾大学 理工学部[†] 慶應義塾大学 理工学部[‡] 慶應義塾大学 理工学部[‡]

masaaki@ayu.ics.keio.ac.jp, kana@ayu.ics.keio.ac.jp, michita@ayu.ics.keio.ac.jp

1. はじめに

iRobot 社の Roomba を始めとした掃除ロボットは、人間の手を煩わせず自動で掃除を行うという利点から様々な家庭やオフィスに普及してきている。しかし掃除ロボットの操作はリモコンかロボットのボタンを押さなければできないものが多いため、人の手を煩わせることになってしまう。デバイスによる操作にとどまっていたり、手が空いていないときや状況において瞬時に動作を変えてほしいときに不便である。そこで本研究ではフリーハンドかつ人の意思が変わったときに瞬時に操作することができる発話命令により操作できる掃除ロボット用の命令解釈システムを提案する。

従来研究として、自然言語を理解する仮想世界上のロボットを、ユーザの音声によって対話的に動作させるシステム傀儡[1]がある。ココロボなど発話により操作する掃除用ロボットは開発されているが、記号処理による命令理解にとどまっているため、周囲の状況が考慮される命令を実行することはできない。例えば「そこを掃除してほしい」と命令されたとき、ロボットの周囲にもものがあるのかにより人がどの場所を掃除してほしいのかが変わってくる。しかしロボットは「そこ」という記号情報しか持っていないため、記号処理による発話処理にとどまっていたり人は期待する場所をロボットに掃除してもらえない。また「ちょっと進んで」と命令されたとき前に進むのか後ろに進むのかは前に実行した命令を記憶していないと判断できない。

本研究では、掃除ロボットに注目したタスクに関する命令解釈システム ISOROC を提案する。このシステムでは、人が発話により与えた命令をシステムにおける意味表現に置き換え、センサ情報、

コマンド履歴、辞書を用いることにより、その表現の意味を解釈させロボットに命令を実行させる。

2. 命令解釈システム

2.1 傀儡

傀儡は自然言語を理解する仮想世界上のロボットをユーザの音声によって対話的に動作させるシステムである。傀儡ではユーザの視点をシステム内のカメラで設定することにより発話の漠然性を解決する取り組みが行われている。

傀儡はグラフィカルなインタフェース上で操作するシステムであり、ユーザの視点は考慮されているがロボットの大きさや物体との距離といった実世界におけるロボットの身体性は考慮されていない。そのため実世界の環境認識を元にした照応には対応していない。

2.2 不明確性の解消

徳永らは命令に含まれる不明確性の解消を学習により言葉の適切な意味を獲得する過程に着目しこの学習過程をロボットに取り込む研究[2]をしている。

この研究では走行路を走行するセンサを搭載したロボットを用い、操作者の発する行動命令を状況から適切に解釈し適切な動作をさせるための実験を行っている。しかし実験環境や命令が極めて限定されているため実際の使用の場面では適切に動作できない可能性が考えられる。

3. ISOROC

3.1 ISOROC のシステム構成

今研究で提案する命令解釈システムは図1のようになっている。

Interpreting System of Command on Task of Robotic Vacuum Cleaner

[†]Masaaki TAKAHASHI

Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Yusuke KANAI

Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Michita IMAI

Faculty of Science and Technology, Keio University

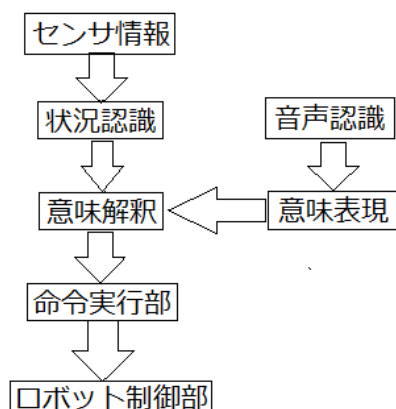


図1 命令解釈システム

ユーザの命令から得られる音声情報をもとに意味表現を生成する。一方でセンサからロボットがおかれた環境に関する情報を取得する。意味表現とロボットが獲得した情報を元に意味解釈を行いユーザの命令を実行する。本研究では掃除ロボット Roomba を用いてシステムを実装した .hackingroomba.com から Roombacomm という java library が配布されており、これを用いて Roomba の行動を制御するプログラムを記述することができる。

またシステムはユーザの発話を認識するが今回は大語彙連続音声認識システム Julius を用いた。

また Roomba の上に xtion pro live という深度センサを搭載し、Roomba の前方方向の障害物の有無を環境情報として取得した。

3.2 意味表現

次に提案するシステムの意味表現の例を用いて以下に説明する。

あっち掃除して : `clean(robot, there)`

そこ汚い : `is_a(there, dirty)`

ダメ : `Reject(x)`

ちょっと : `more(x)`

前に進め : `move(robot, forward)`

右に回れ : `rotate(robot, right)`

「あっち掃除して」と命令された場合 `clean(robot, there)` という意味表現に置き換えられる。この場合 `Robot = robot`, `Place = there` という形で要素への代入が行われることになる。

3.2 意味解釈

意味表現は状況認識結果を元にして意味解釈が行われる。この段階において間接的な命令も直接的な命令に変換する必要がある。例えば「そこ

汚い」はただの平叙文であるがユーザは「そこが汚いから掃除してほしい」ということを意図して発言している。

`Clean(robot, place, direction, speed, length, time, quality)`

`Go(robot, place, direction, speed)`

`Stop(robot)`

上記の式の `Clean` コマンドでは方向や場所、速さ、時間や掃除の正確さを指定できることを意味している。`Go` コマンドでは場所や方向、速度を指定できる。`Stop` コマンドには指定する要素はない。ユーザの発話でこれらの要素が指定されなかった場合、センサ情報やコマンド履歴を用いてコマンドを実行する上で必要な要素を決定する。

4. まとめ

本研究では掃除ロボットのタスクに着目した命令解釈システム ISOROC を提案した。従来から研究されてきた音声命令を解釈するシステムを掃除ロボットに焦点を合わせることにより掃除ロボット専用の命令解釈システムを構築した。今後の課題として、より多くのセンサを搭載する、また学習を重ねることにより不明確性の解消を行うことにより多様で複雑な命令にも対応させることが挙げられる。

参考文献

[1] 新山祐介, 徳永健伸, 田中穂積, “自然言語を理解するソフトウェアロボット: 傀儡”, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1359- 1367, 2001.

[2] 徳永 陽, 徳永健伸, 田中穂積. インタラクティブな学習によるロボットの行動命令に含まれる不明確性の解消. 人工知能学会研究資料, SIG-SLUD-A303-01(3/5), pp. 1- 6, 2004