

音声命令言語を用いた災害復興時の人とロボットの共同作業

日大生産工（学部）○内野 翔 日大生産工 岡 哲資

1. まえがき

近年、世界中で地震の被害や洪水の被害などの自然災害が多発している。特に日本は、地震大国と言われており、地震の被害は多く見られる。最近の例を見ると東日本大震災が上げられる。このような自然災害後の復興作業を見ると人による作業が主であり、人員の不足による作業の遅れが目立っている。

そこで今、ロボットを使った復興作業に目が向けられている。現在、活躍しているロボットの主流は、遠隔操縦型の探査ロボットであり、地上を走行するロボット[1]、空を飛ぶロボット、水中を移動するロボットである[2]。他にも遠隔操作での大きなものを運ぶためのロボット[3]が挙げられる。

しかし、これらのロボットは、操作方法がコントローラーで複雑な操作が要求されるため、使用できる人員が少ない。また、もし操作が簡単になったとしても、ロボットだけで作業をするのでは、一台で持つのが困難な物は二台のロボットが必要になる。二台のロボットを一人で操作するのは困難であるし、二人で操作するのでは必要な人員の数は変わらない。

そのため、本研究では音声命令言語を用いて、人が二人で行っていた作業を一人とロボット一台で実現することで、問題を解決する。作業は、くずれた家の柱や机などを二人で持って移動することを想定する。

2. 目的

本研究は、音声命令言語によって、訓練されていない初心者でも物を運ぶことが可能であるか、どの程度容易であるかを調べる。

3. システム

3-1 提案システム

ユーザは作業ロボットを音声で操作し、拾う対象物まで移動させる。その際、音声では微調

整が難しいため、作業ロボットを思った位置に止めることが困難である。そこで、作業ロボットの頭に触れることで作業ロボットの動きを止める動作を取り入れる。音声命令言語については3-2で詳しく説明する。

次に、ユーザが作業ロボットの腕を入れる隙間を作り、音声で腕の操作を行いロボットに物の片側を持たせる。そして、物の片側を持ち上げたロボットに合わせてユーザがもう片側を持ち上げる。

最後に、ユーザは両手が塞がっているため、移動の操作を音声のみで行い、物を運ぶ先までロボットと一緒に運ぶ。

3-2. 音声命令言語

操作する作業ロボットへの音声命令の一覧を以下に示す。

- ・進め ・下がれ ・右旋回 ・左旋回
- ・止まれ ・腕を下げろ ・腕を上げろ
- ・腕を出せ ・腕を引け ・左に移動
- ・右に移動 ・時計周り ・反時計回り

上記の命令は、全てロボット視点での命令になっている。例えば、ロボットを前に動かしたい場合は「進め」と言う。「右旋回」と「左旋回」はロボットを中心にユーザが弧を描く移動をしたい場合に使用する。「時計周り」と「反時計周り」は、人を中心にロボットが弧を描く移動をする。また、ロボットの移動命令の後に他の移動命令をすると、ロボットは止まって後の移動命令を実行する。

また、腕の命令と移動の命令は同時に行うことが可能である。例えば、「進め」でロボットを前に移動させ、その後に「腕を上げろ」という命令をすると、腕を上げながらロボットが移動する。ロボットの動作を止めたいときは音声で「止まれ」と言うか、作業ロボットの頭に触れる代わりにキーボードの「Sキー」を押す。

Human-Robot Cooperative work using a Spoken command language
in Post-Disaster recovery

Sho UCHINO and Tetsushi OKA

3-3.使用機材およびソフトウェア

本研究ではマイク(ANDREA社のNC-91)とPC一台を使用する。
ソフトウェアはロボットのモデル作成に3ds-Maxを使用し、音声認識を用いるため、大語彙連続音声認識エンジンJulius[4]を使用する。CyberBotic社のロボットシミュレータWebotsを使い、Javaで開発する。

3-4.実験システム

実験は、ロボットシミュレータ上にある仮想環境で行う。この仮想環境には、作業ロボットと拾う対象物、ユーザを想定したロボットが存在している。ロボットの腕は、二つのサーボモータで上下と前後に平行移動をし、二つの車輪により移動するロボットになっている。

ロボットの動きは、Juliusからどの音声命令が送られてきたか判断し、その音声に対して動きをつけている。この音声命令は関係ない音声もすべてどれかの命令として読み込んでしまうが、会話などの長い音声や単語にならないような短い音声は認識しないようになっている。

ユーザを想定したロボットは、作業ロボットが動き始めてから遅れて同じ動作を行う。

図1は、シミュレーション時のユーザの画面である。ユーザを想定したロボットからのカメラ(左上)と手の先の位置からのカメラ(右上)と俯瞰視点を同時に画面に出力する。これは、シミュレーション時のユーザの操作を減らすためである。



図1 シミュレーション時のユーザの画面

4.実験方法

被験者には最初に、物を持つ前と持った後のロボットの行動のビデオを見てもらい、その後3分間自由にロボットを操作してもらう。

次に、被験者には、3-4で説明した2つのカメラと俯瞰視点(図1)を見ながら、課題を実行してもらう。

課題の内容は、まず、ロボットを対象物まで移動させる。その後、物を持ち上げ、ゴールまで移動させ、腕を降ろして課題クリアになる。そのとき、音声命令一覧は参照してもよい。

5分経過するか課題をクリアした後、アンケートを記入してもらう。

アンケートの内容を以下に示す。

- ・ロボットの命令はやりやすかったか。
- ・今までに音声を使った操作の経験があるか。
- ・ロボットの命令で気になった点はあるか。
- ・ほかにどのような命令があるとよいか。

実験中は、目標を達成するまでの時間、命令の内容、回数、結果を記録するため、ビデオ撮影を行う。

作成したログ、映像とアンケートを使って、実現するシステムでロボットが物を運ぶことが可能であるか、どの程度容易であるかを調べる。

5.まとめ

本研究では、復興作業ロボットとの共同作業のための命令方法を提案した。本方式では音声言語によるロボットへの命令を行う。

アンケート、目標を達成するまでの時間、命令の内容、回数、結果から提案の有効性を考察する。

参考文献

- [1] 小柳 栄次,サブクローラを持つレスキューロボット,日本ロボット学会誌,vol.28No.2 (2010), p.147~150
- [2] 大野 和則,レスキューロボットにおけるテレロボティクス,日本ロボット学会誌,vol.30 No6, (2012), p.571~573
- [3] ロボナブル, 無人化施行技術・遠隔管理を駆使して作業
<http://www.robonable.jp/trend/2011/04/16cat.html>
- [4] 河原 達也,李 晃伸,連続音声認識ソフトウェアJulius,人工知能学会誌,Vol.20,No.1,(2005) p.41~19