

Processing of missing information in command utterance understanding by robots

oTakuya Ishida, Kenta Takabuchi, Shunsuke Akiyama, Naoto Iwahashi, Takeo Kunishima (Okayama Prefectural University), Tomoaki Nakamura, Takayuki Nagai (The University of Electro-Communication), Koutaro Funakoshi, Mikio Nakano (Honda Research Institute Japan)

1.はじめに

ロボットは、命令を出す場合、人がロボットに合わせ、対象となる物、人の情報を含めて命令を出す必要がある。そこで、本稿では音声による自然な命令からロボットの行動生成を行い、生成された行動に対象の情報に欠けている際には、ロボットを含む周囲の情報から欠けている情報を補完する。ここでの自然な命令とは、人が使用する自然な言語で表現された命令であり、同じ意味を表す命令文であっても、無数の言い方が存在する。そういった自然言語による命令を理解する能力は、特に家庭用ロボットにとって重要である。

家庭用ロボットの性能を競うロボカップ@ホームと呼ばれるものがあり、ここでは General Purpose Service Robot (GPSR) と呼ばれるロボットの言語理解能力を競う課題も行われている [1]。GPSR タスクを対象とし、自然言語を Support Vector Machine (SVM) と Conditional Random Field (CRF) [2] を用いて理解し、行動を生成する研究 [3] が中村らによって行われている。その研究では、入力された命令文は形態素解析され、その表層系、原型、品詞を用い、CRF により行動に必要なスロット (ITEM, LOCATION, PERSON) の抽出を行う。次に、入力された命令文を単語分割し、Bag of Words (BoW) 表現へと変換した単語発生頻度ヒストグラムから、SVM により行動の識別を行う。それぞれの識別器は、スコアと *n-best* の識別結果を出力するため、最終的にこれらの 2 つの結果を統合することで行動とスロットを決定し行動生成を行っている。本研究はこの手法をベースとする。

2. 提案手法

本研究では、SIGVerse [4] の GPSR タスクを対象とし、先ほどの研究 [3] の識別結果統合の際にロボットの視界内情報、把持物体情報を組み込むことで、自然な言語の命令に情報の欠落がある場合でも、情報を補完し行動の生成を行う。図 1 が提案手法の概要である。

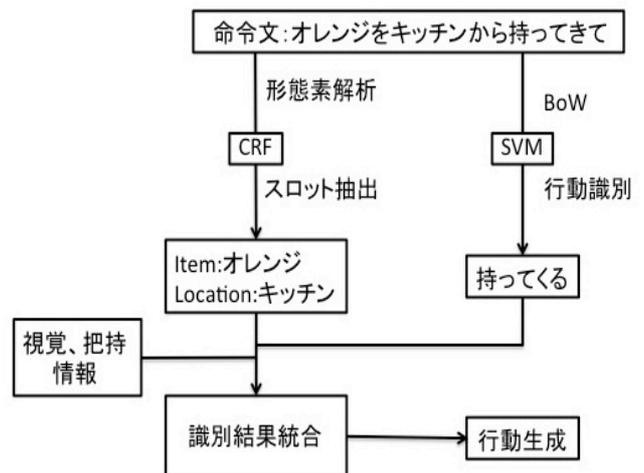


図 1 提案手法の概要

3. ロボットによる命令理解

3.1 命令文のパターン

ロボットに命令を出す際に、表 1 のような命令パターンで命令を出した。その際に、ITEM, LOCATION, PERSON のスロットを乱数で意図的に抜くことにより、情報が欠落している命令を作成した。

表 1 基本的な命令文のパターン

ITEM を LOCATION から取ってくる	PERSON の名前を記憶する
ITEM を把持する	PERSON を探す
LOCATION から LOCATION に行く	LOCATION に LOCATION から行く
ITEM を LOCATION に届ける	ITEM と ITEM を把持する
LOCATION に行く	ITEM を探す
ITEM を LOCATION に置く	ITEM を LOCATION に捨てる
PERSON を追跡する	PERSON に自己紹介する
PERSON を認識する	ITEM を PERSON に渡す
PERSON に LOCATION で挨拶する	PERSON を LOCATION に連れて行く
PERSON から名前を聞く	LOCATION から退出する

3.2 所持物体を用いての情報補完

SVM の分類で、届ける、置く、捨てる、渡す、のいずれかの命令パターンのとき、CRF のスロットに ITEM が含まれない場合にはまず、ロボットが物体を把持していないかを調べる。把持している場合はその物体で情報を補完した。把持していない場合は次の 2.3 を行った。

3.3 視界内の物体を用いての情報補完

SVM の分類で ITEM または PERSON が含まれる命令パターンのとき、CRF のスロットに該当するものが含まれないときにはロボットの視界内を調べる。視界内に該当するスロットのものが 1 つしかない場合はそれで情報を補完した。

4. 仮想世界上におけるロボットへの実装

仮想世界 SIGVerse とは、様々な研究分野の研究者が、仮想環境上のソフトウェアエージェントを使用することで、研究を行うことを可能とするソフトウェアプラットフォームのことであり、図 2 でその世界を示している。本稿では、その SIGVerse を用いてロボットの行動命令発話理解における不足情報の処理を行った。

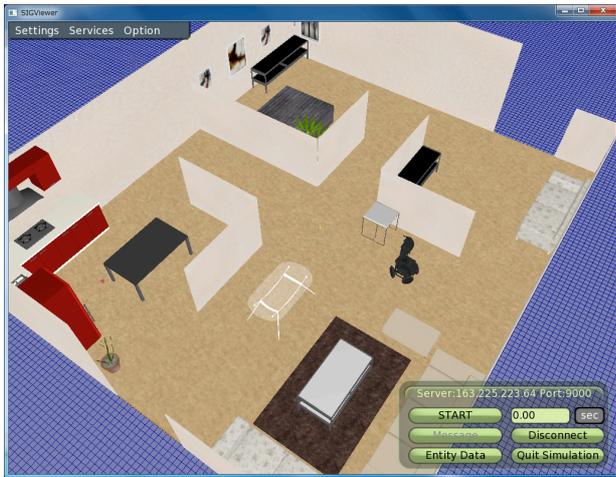


図 2 SIGVerse

5. 実験

2.1 で挙げた命令文のパターンによる命令を 696 文生成し、提案手法の評価を行った。その際に視界内の ITEM, PERSON の数を変えることにより情報補完を正しく行えているかを確認した。なお、視界内の ITEM, PERSON のパターンとその結果は表 2 の通りである。また、情報補完率 α とは、情報補完して正解した文の数 β 、不足情報のある文の総数 γ とすると

$$\alpha = \beta / \gamma$$

であり、不足情報がある場合どれくらいの割合で質問を行うことなく命令を理解できたかを示す。

全体の正解率はそのままの意味であり、不足情報のある文の正解率は質問を行う、行わないに関わらず命令を理解できた確率である。なお、本来 ITEM, PERSON で情報補完できるものについては、質問を行った場合不正解として扱っている。

6. 実験結果

情報が不足している命令の際に提案手法を用いることにより質問を出して情報を得る回数を約 4 割減らすことを示した。

表 2 視界内の ITEM, PERSON 数による補完, 正解率

ITEM	PERSON	情報補完率	全体の正解率	不足情報のある文の正解率
0	0	0%	476/696	190/410
0	1	19.27%	555/696	269/410
1	0	20%	558/696	272/410
1	1	39.27%	637/696	351/410

7. まとめ

本稿では SIGVerse におけるロボットの周辺情報を用いた情報補完を提案し、ロボカップ@ホームでの GPSR タスクを想定した命令パターンに適用した。また、提案手法を用いることでロボットと人間の間の情報のやりとりを減らすことに成功した。今後は、ロボットの視界内に入った ITEM, PERSON のスロットを確認した場所と時刻を保持することにより、情報を補完できるパターンを増やすことが課題となる。

参考文献

- [1] “RoboCup@Home Japan”
<https://sites.google.com/site/robocuphomejapan/home>.
- [2] J.D Lafferty, A. McCallum, and F.C.N Pereira, “Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data,” Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning, pp.282-289, 2011.
- [3] 中村友昭, 小堀嵩博, 長井隆行, 中野幹生, 船越孝太郎, 金子正秀, “SVM と CRF に基づくロボットによる自然言語理解” 日本ロボット学会学術講演会, 3I2-04, Sep. 2014.
- [4] “SIGVerse”
<http://sigverse.org/sigverse/main/>.
- [5] C.C Chang, and C.J. Lin, “Libsvm: a library for support vector machines,” ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, vol. 2, no. 3, p.27, 2011.