自然言語によるヒューマノイドロボットの行動操作システム

○ NEO Ee Sian(産総研) 阪口健(産総研) 横井一仁(産総研)

A Humanoid Robot Behavioral Operation System Using Natural Language

*Ee Sian NEO(JRL, AIST), Takeshi SAKAGUCHI (JRL, AIST),
Kazuhito YOKOI (JRL, AIST)

Abstract— This paper explains the construction of a behavior level operation system which enables an operator to operate humanoid robots by using natural language instructions. We report on a system using a speech recognition module built on an embedded system and the implementation of the system using RT middleware on HRP-2.

Key Words: Humanoid Robot, Natural Language, Behavioral Operation

1. はじめに

次世代のロボットには、工場での作業のみならず、人間の生活環境であるオフィスや家庭で多様なサービスを提供する応用が考えられる。人間とコミュニケーションをしながらサービスを提供するシステムにおいては、人間にとって自然なマンマシンインタフェースとして、自然言語による音声対話機能が重要な役割を演ずる。

ロボットとの自然言語インタフェースの研究は、人工知能の分野で古くから研究されてきた題材であり、1960年代の移動ロボット SHAKEY の研究 [1] にまで遡る。近年では、実世界で動くロボットの対話システム [3][2][7][5] の他に、CG アニメATED エージェントのための自然言語インタフェースの研究も盛んに行われるようになってきた [4][6]。

我々は自然言語を用いて柔軟にヒューマノイドロボットを操作できるシステムの実現を目指している。¹

2. 音声認識システム

ヒューマノイドロボットは、駆動系、情報処理系、バッテリー等、ロボットを構成する全ての部品を体内に詰め込まなければならず、体内に搭載できる CPU の数や性能も限られている。このため、従来ヒューマノイドロボットでは、その高品質な実時間伝送が情報量の多さから難しい画像認識処理は体内の計算機で行っているのに対し、比較的情報量の少ない音声認識処理は、ロボットが計測した音声データを外部の計算機に伝送して処理していた。これに対し、本研究開発では、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト／音声認識用デバイス及びモジュールの開発」で研究開発した音声認識モジュール [8] をロボットに搭載することにより、無線 LAN などの通信インフラが無い状況でも、音声認識と画像認識を同時に行うことができるようになることが期待される。

平成 17 年度には、市販の 8 チャンネル音声入力ボードをヒューマノイドロボット HRP-2 に搭載し、脚部動作中、腕部動作中、頭部動作中、発話中それぞれにおい

て、人が話しかけた場合の音声データを収集し、ロボットの発話やメカノイズが音声認識に与える影響を検討し、平成 18 年度には、ヒューマノイドロボット HRP-2 の制御システムから、RT コンポーネントである音声認識モジュールにアクセスするソフトウェアの開発ならびにヒューマノイドロボット HRP-2 に開発された音声認識モジュールを組み込むためにヒューマノイドロボット HRP-2 の頭部を改造した。平成 19 年度には、ヒューマノイドロボット HRP-2 に開発された音声認識モジュールを組み込み、オフィス、公共施設、家庭等の日常生活空間模擬環境において不特定話者により音声指示された特定の行動を行わせる実証試験を行い、提案音声認識システムの有効性の評価を行う。

Fig.1 The Task of Taking a Drink From the Fridge

3. 行動辞書の作成

自然言語を用いて柔軟にヒューマノイドロボットを操作できるシステムを実現するためには、多種多様なタスク (Task) に共通に必要な行動 (Behavior) および行為 (Action) の辞書を構築する必要がある。

ここでは、行為をタスクを遂行するためのもっとも基本的な動作単位とし、行動を行為をいくつか組み合わせたものであると定義する。ユーザーから行為の命令が指示された場合は、行為を実行する。行動の命令が指示された場合は、行為辞書を用いて行為の組合せ

¹ 本研究の一部は、NEDO「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト」の委託において実施された。

を計画して行動を実現し、タスクを遂行する。

例えば「冷蔵庫から飲物をとってきて」というタスク命令が指示された場合を考えてみる。Fig.1 に示すように、このタスクを「冷蔵庫を開ける」、「飲物を取る」、「冷蔵庫をしめる」、「飲物を渡す」の4つの行動に分解し、さらに「冷蔵庫を開ける」という行動はまた「冷蔵庫を探す」、冷蔵庫までの距離に基づいて歩く必要があるかどうかを判断し、必要があれば「冷蔵庫まで歩く」、必要がなければ「冷蔵庫のハンドルに手でリーチする」、「ハンドルを握る」、「ハンドルを引っ張る」といった行為に分解できると考えられる。

本研究の目的は日常生活環境で人間の支援を行うために多種多様なタスクに共通に必要なとされる行動・行為のデータベースの構築である。

我々の行為辞書構築は以下の分類で行う：

- 知覚行為 (Perceptive Act):
環境認識や環境とのインタラクションの中で行う視覚・聴覚・触覚によるセンシンプロセスや認識プロセス。
例:冷蔵庫を目で認識する、ハンドルとの接触を力センサで知覚する等
- 身体動作 (Body Action):
  - － 対象物の伴う動作:
例:缶を取る、ハンドルを押す
  - － 対象物の伴わない動作:
例:歩く、しゃがむ

4. 実装

ヒューマノイドロボット HRP-2 に提案操作システムを実装した。本システムは自然言語指令の音声認識エンジンとして上記 NEC 社が開発した「音声認識モジュール」(Speech Recognition Module)[8]を使用した。音声認識モジュールを組み込んだヒューマノイドロボット HRP-2 の頭部を Fig.3 に示す。ソフトウェアシステムの概要を Fig.2 に示す。音声認識モジュールは RT ミドルウェア (Speech Recognition RT Component) として実装された。構築システムの他のコンポーネントは、Speech Recognition RT Component からの音声認識結果 (XML 形式) を解析して、行動・行為辞書に基づいて、行動コマンドに変換する「Command RT Component」、ヒューマノイドロボット HRP-2 の頭部に搭載された視覚センサを用いて、知覚行為を実行する対象物体の位置・姿勢を VVV システム [9] により認識する「Visual Perception Module」、行動レベルのコマンドに基づいて行動を生成する「Behavior Module」、ヒューマノイドロボットの全身動作を生成する「Motion Generation Module」より構成される。

Fig.2 System Overview

Fig.3 The Newly Developed Speech Recognition Module and five of the 8ch Microphone Array Mounted on HRP-2 Head

5. おわりに

本研究では、自然言語を用いて柔軟にヒューマノイドロボットを操作できるシステムの開発について報告した。日常生活環境で人間の支援を行うために多種多様なタスクに共通に必要なとされる基本行動・行為辞書の構築および、ヒューマノイドロボット HRP-2 に実装したシステムについて述べた。

参考文献

- [1] N. Nilsson: "A Mobile Automaton: an Application of Artificial Intelligence Techniques," In Proc. of the First International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp.509-520, 1969.
- [2] 稲田哲也, 園田朋之, 川路友博, 稲葉雅幸: "確率的空間記憶モデルに基づく人間ロボット間の協調的タスク遂行システム", 第20回人工知能学会全国大会論文予稿集, p.3F3-1, 2006.
- [3] 松井俊浩, 麻生英樹, John Fry 他: "オフィス移動ロボット Jijo-2 の音声対話システム", 日本ロボット学会誌, 第18巻, 2号, 2000.
- [4] 田中穂積: "言語理解と行動制御", 平成13年度～平成17年度科学研究費補助金(学術創成研究)研究成果報告書, 2006.
- [5] 滝澤正夫, 横原靖, 白井良明, 島田伸敬, 三浦純, "サービスロボットのための対話システム", システム制御情報学会論文誌, Vol. 16, No. 4, pp. 174-182, Apr. 2003.
- [6] Norman I. Badler, Rama Bindiganavale, Jan Allbeck, William Schuler, Liwei Zhao, Seung-Joo Lee, Hogeun Shin, and Martha Palmer: "Parameterized Action Representation and Natural Language Instructions for Dynamic Behavior Modification of Embodied Agents", AAAI Spring Symposium 2000.
- [7] Deb Roby: "Semiotic schemas: a framework for grounding language in action and perception", Artificial Intelligence, Volume 167, Issue 1-2, 2005.
- [8] 高野, 宇田, 石田, 西沢, 藤田: "ロボットプラットフォーム RoboStudio による RT コンポーネントの実現", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2007 講演予稿集, 2007.
- [9] Y. Sumi, Y. Kawai, T. Yoshimi, and F. Tomita: "3D Object Recognition in Cluttered Environments by Segment-Based Stereo Vision," Int. J. Computer Vision, Vol.46, No.1, pp. 5-23, 2002.