

認知的制約付き擬人化キャラクターに着目した コミュニケーションロボットの設計と開発

Design and Development of Communication Robots

Inspired by Personificated Characters with Limited Cognitive Ability

川崎 邦将^{1*} 大澤 正彦^{2,3} 今井 倫太² 長田 茂美¹

Kunimasa Kawasaki¹, Masahiko Osawa^{2,3}, Michita Imai², Shigemi Nagata¹

¹ 金沢工業大学 大学院 工学研究科

¹ Graduate School of Engineering, Kanazawa Institute of Technology

² 慶應義塾大学 大学院 理工学研究科

² Keio University Graduate School of Science and Technology

³ 日本学術振興会 特別研究員 (DC1)

³ Japan Society for the Promotion of Science, Research Fellow (DC1)

Abstract: We propose to use anthropomorphic characters with limited cognitive ability as a milestone of Artificial General Intelligence (AGI) research. We believe, small robot capable of nonverbal expression using movement of arm, facial expression and move around are effective to achieve this milestones. In this paper, we discuss the design of small communication robot can perform nonverbal expression, and report the hardware design and development status.

1 はじめに

ヒトレベルの汎用人工知能実現を目指すために、ロードマップや直近の課題を定めることが重要である。著者らは、フィクションに登場する認知機能が制限された擬人化キャラクターの中の、アニメ「ドラえもん」に登場する「ミニドラ」を題材とし、汎用人工知能研究の新たなマイルストーンを考案している[1]。題材とするミニドラは、約30cm～13cmのロボットであり、自然言語が話せないため、「ドラドラ」といった非自然言語とノンバーバル表現によって人間とコミュニケーションをとる。また、ドラえもんと同様の親しみやすい外観を持ち、人に助けてもらうシチュエーションが頻繁にある。

このような、ミニドラを題材とした汎用人工知能開発用のロボットプラットフォームとして、認知的制約によって自然言語が扱えないため、多彩なノンバーバル表現が可能なテーブルトップコミュニケーションロボットが望ましい。しかし、これまで開発されている robovie-mR2 [2]や Sota [3]に代表される

テーブルトップサイズのコミュニケーションロボットは、自然言語を用いたコミュニケーションが前提であり、頭や腕の動きによるノンバーバル表現は補助的な機能に留まっている。それに対して、非自然言語のみを用いてコミュニケーションを行うミニドラは、ノンバーバル表現によって自然言語に近い表現力を得るために、頭や腕の動きだけでなく、移動を伴うノンバーバル表現による表現力の拡張が求められる。そのため、従来のテーブルトップコミュニケーションロボットにはない、頭や腕の動きに加え、移動機能を持ったコミュニケーションロボットの開発が必要である。

本論文では、ミニドラを題材とした汎用人工知能開発用のコミュニケーションロボットの設計および開発したロボットについて述べる。第2章では、ミニドラの認知的制約と要求仕様を整理する。第3章では、要求仕様を踏まえた設計コンセプトと、開発したロボットの開発手法およびシステム構成について述べ、第4章で、ミニドラを題材としたロボット開発における今後の課題を検討する。最後に第5章をまとめとする。

*連絡先：金沢工業大学 大学院 工学研究科
石川県野々市市扇が丘 7-1
E-mail: b6501518@planet.kanazawa-it.ac.jp

2 認知的制約と要求仕様

本章では、ミニドラの認知的制約並びに身体機能について検討し、要求仕様を整理する。

まずミニドラの外観に関しては、30cm以下のテーブルトップサイズかつ、2頭身でまるい頭のドラえもんを模した親しみやすい外観を持っている。この外観は、人間に対して過度な期待を抱かせないことや、人に助けをもらいやすいことにも関連するため最も重要な点と考えられる。次に、自然言語を話すことができないため、「ドラドラ」といった非自然言語による対話を行う。人とのコミュニケーションをとる場合には、非自然言語に加え、その場を走り回る、腕や頭を大きく動かすような多彩なノンバーバル表現によって相手の予測的な認知を引き出していると考えられる。この点から、音声対話のためのスピーカーやマイクを持ち、頭や腕の動き、移動による内部状態表出と周辺環境とのインタラクションも想定したノンバーバル表現が可能な自由度を持つ。特に、移動機構を持つことは、従来のテーブルトップサイズのコミュニケーションロボットと比較して、より能動的に行動可能なロボットと言える。

以上からロボットの設計に関連したミニドラの認知的制約や身体機能から考えられる要求仕様は、以下の4つである。

- (1) 30cm以下のテーブルトップサイズ
- (2) 2頭身のドラえもんを模した外観
- (3) 非自然言語による音声対話
- (4) 頭や腕の動きに加え移動機構を持つ

3 ミニドラを模したロボット開発

3.1. 設計コンセプト

第2章で述べたミニドラの性質と認知的制約から考えられる要求仕様を踏まえ、人とのインタラクション並びに能動的な行動を行うための移動機構やセンサを搭載する。また、研究開発の促進のために、複数人で同時に研究開発が行え、今後の発展や特殊な研究実験に対応できるように拡張性を持たせることも考慮する。

3.2. 開発手法

3.1節の設計コンセプトから、ミニドラの認知的制約による特徴的な性質を実現するために、設計柔軟性を高める開発手法が望ましい。更に、研究開発促進のために、ロボット研究者でなくても組み立てが行いやすい部品構成や、オープンプラットフォーム展開が期待される。以上から、フレームの加工に3

Dプリンターを用いる。3Dプリンターによるフレームの加工は、金属を用いたフレームに比べて、設計柔軟性を高め、特徴的な認知的制約を持つロボットの実現可能性を押し上げる。また、3DCADデータを配布することで3Dプリンターのある大学や研究機関であれば、容易に部品の加工が行える。

フレームの加工に3Dプリンターを用いることで、設計柔軟性を高め、ミニドラの認知的制約への対応とオープンプラットフォーム展開を期待できる開発手法と考えられる。

3.3. ハードウェア構成

開発したコミュニケーションロボットの外観と自由度を図1、図2に、その仕様を表1に示す。本ロボットの外形は、196(H)×153(W)×109(D)mm、重量655gである。外観は、頭部の高さや車輪の接地面から胴体の高さが98mmと2頭身になっており、頭の形状も球体の左右を平面にすることで、まるい頭の形状と頭の向きを印象付ける表現している。自由度は、首3自由度、両腕各1自由度、2輪独立駆動方式の車輪2自由度の合計7自由度を有する。



図1 開発したロボットの外観

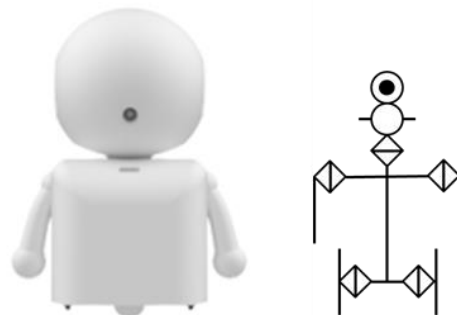


図2 自由度配置図

表1 開発したロボットの仕様

Size (H x W x D)	196 x 153 x 109 mm
Weight	655 g
Number of DOFs	Head, 3
	Arm, 1 x 2
	Wheel, 1 x 2
Sensors	CMOS camera
	Microphones x 2
	Speaker x 2
	IMU, MPU-9250
CPU Board	Raspberry Pi 3 Model B
OS	Linux (Ubuntu 16.04)
Servomotors	SG-92R
DC motors	75:1 Micro Metal Gear motor
Battery	DC 5V 6000mAh

頭と両腕の各関節はサーボモータが搭載されており、PWM制御によって動作させる。また、車輪にはDCモーターを使用している。電源はDC 5Vのモバイルバッテリーを搭載している。モバイルバッテリーを採用している理由は、ロボットの研究開発を専門としない研究者でもバッテリー管理が容易であり、バッテリーの発火事故を防ぐためである。

センサは、頭部にカメラ、左右各1台のマイクロホン、姿勢センサ1台が搭載されている。カメラとマイクロホンに加え姿勢センサが頭部に搭載することで、頭部の向きや持ち上げられたことをセンシング出来るだけでなく、頭を撫でられるインタラクションもセンシング可能と考えられる。また、複数のセンサを頭部に搭載することでセンサフュージョン[4]の研究開発も想定した設計である。

制御回路の構成を図3に示す。制御ボードとして、Raspberry Pi 3 Model Bを用いており、LinuxベースのOSを採用している。センサやモータードライバはI2C通信で制御することで、内部配線を簡略化している。インターフェースとして背面にUSB、有線LANを備えており、外部PCとの有線通信やUSBデバイスの追加が行える。また、バッテリーに充電しながら動作が可能であるため、移動を行わない実験にも容易に利用可能である。

3.4. ソフトウェア構成

ロボットのソフトウェアには、ロボット用ミドルウェアのROS [5]を用いて開発を行う。ソフトウェア開発にミドルウェアを用いることで、モーター制御やセンサ補正などの下位レイヤーと、行動決定や機械学習を扱う上位レイヤーに容易に分けるアーキテクチャを想定する。

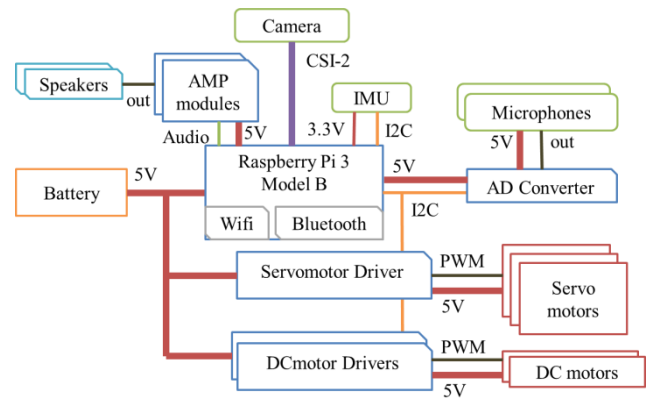


図3 制御回路の構成

3.5. 本ロボットを用いた想定タスク

本ロボットを用いることで、テーブルトップサイズでありながら、頭や腕の動作、音声対話の基本的な機能に加え、移動機能が特徴的である。そのため、周辺の物体を使ったインタラクションや、多彩なノンバーバル表現によって人に助けってもらえるシチュエーション実験が行えると考えられる。また、バッテリー駆動で持ち運べることや、フローリングなどの平らな地面であれば移動できるため、人間と一緒に移動しながらのインタラクションや、能動的な行動によるパターン認識手法の検討が可能と言える。

4 今後の課題

ミニドラを題材とした汎用人工知能研究を促進するためにコミュニケーションロボットを開発したが、アプリケーションを使った動作検証が十分におこなえていないため、ソフトウェアアーキテクチャの構築とともにハードウェアの性能を検証していく。

本ロボットを用いたインタラクション実験を行う場合に、ロボットの外観や動き、さらには音が実験結果に影響することが考えられる。そのため、ロボットの外観や動作に対する印象評価を行い、ロボットの外観や移動や、腕振りなどの基本的なモーションの制作と検討を行っていく。

本研究で開発したロボットを実際に複数の研究者に使用してもらい、想定している実験に十分な性能があるかどうかや、インターフェースの扱いやすさを評価してもらい、その結果をフィードバックできる環境や仕組み作りも重要になると考えられる。

5 おわりに

本論文では、認知機能が制限された擬人化キャラクターの「ミニドラ」を題材とした汎用人工知能開発を進めるうえで重要となる、ミニドラの認知的制約を整理し、設計コンセプトについて述べた。開発したコミュニケーションロボットのハードウェアとソフトウェアの構成の報告を行った。

今後、本ロボットを使用したアプリケーションの制作とインタラクション実験を行う予定である。

謝辞

本研究は、全脳アーキテクチャ若手の会と一般財団法人 ZERO 財団の助成を受けて実施したものであり、深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 大澤 正彦, 川崎 邦将, 八木 拓真, 長田 茂美, 今井 倫太: 汎用人工知能研究のマイルストーンとしての擬人化キャラクター, 人工知能学会 第 6 回汎用人工知能研究会 (2017)
- [2] Matsumura, R., Shiomi, M., Nakagawa, K., Shinozawa, K., and Miyashita, T.: A Desktop-Sized Communication Robot: “robovie-mR2”, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 28, No. 1, pp. 107-108 (2016)
- [3] 塩見 昌裕, 大和 信夫, 前田 武志, 横山 智彰, 深津 将生, 今川 拓郎, 石黒 浩: テーブルトップ型対話ロボットプラットフォーム「Sota (ソータ): Social Talker」の開発, 日本ロボット学会 第 33 回日本ロボット学会学術講演会 (2015)
- [4] 山崎 弘郎, 石川 正俊: センサフュージョン—実世界の能動的な理解と知的再構成, コロナ社 (1992)
- [5] Morgan Quigley, Brian Gerkey, Ken Conley, Josh Faust, Tully Foote, Jeremy Leibs, Eric Berger, Rob Wheeler, Andrew Ng :“ROS: an open-source Robot Operating System”, *IEEE Intl. Conf. on Robotics and Automation (ICRA)* (2009)