

より自然なコミュニケーションを取れる対話型ロボットの開発

Development of an Interactive Robot for More Natural Communication

宮元 友紀[†] 歐 璨銘[†] 黒澤 勇樹[†] 山田 光穂[†] 星野 祐子[†]
Tomoki Miyamoto Tsanming Ou Yuki Kurosawa Mitsuho Yamada Yuko Hoshino

1. はじめに

近年、少子化の影響で若い世代の人口の減少により[1]、全体的な働き手が不足している。中でも介護者不足などが懸念されている[2]。このような問題の解決のためにも注目されているのが、介護ロボットで、国や企業での開発が取り組まれている[3]。また、介護などで利用されるロボットには大きく分け3つのタイプがある。1つ目は介護者の業務の軽減を目的とするものである。2つ目は被介護者の支援を目的としたものである。3つ目は、被介護者とのコミュニケーションや見守りを目的とするものである。

さらに、近年さまざまなメディアが普及している。特に、マスメディアは大幅に進化しており、現在ではテレビなどのマスメディア機器が多くのご家庭で広く使用されている。そしてロボット技術の進化もあり、私たちの生活をサポートする様々なロボットがすでに開発されている。例として、1人でテレビを見る状況より、親しい友人や家族と一緒に見たり話したりすることで、安らぎや楽しさなどを感じる可能性がある。このような空間や目的のために、視聴者と話すコミュニケーションロボットが開発された[4]。上記の様に多くの種類のロボットシステムが存在するが、まだ高コストのものや研究中のものが多い。

また、人間同士のコミュニケーションにおいて、言語は重要な要素だが、言語以外の要素であるノンバーバルコミュニケーションも大切であるとされている[5]。特に我々が注目しているのが視線である。例として、話者を見ながら対話するロボット[6]があるように、アイコンタクトは、ロボットと人間が自然なコミュニケーションを取るために大事な要素である。

また、我々是对する際の口唇動作にも注目している。口唇動作の研究では、発話認識や発話改善を目的とした口唇動作による発話トレーニングの研究[7]により、日々の体調や環境の変化により口唇動作に変化が生じることが分かっている。また、近年では人の感情や体調を評価ができるセンシング技術なども開発されており[8]、これらを用いたロボットが必要であると考えた。

そこで我々は、実際に話しているかのようにディスプレイを組み合わせて目と唇を動かすことができるインタフェースをぬいぐるみに組み込む。そして、人を効果的に支援できるシステムを実現するため、より自然なコミュニケーションを取れる対話型ロボットの制作を目指す。

2. 対話型ロボットの提案

2.1 対話型ロボットの概要

自宅で親しい人達と一緒にテレビを視聴したり、同じ空間に安らぎや楽しさなどを共有したりする状況を実現するために、ロボットを使う対象を幅広い層に向けて考えた。若い人から年配の方まで多くの人とコミュニケーションを

取るために、ロボットの外観はなじみやすく、理解しやすいものがよいと考えた。特に、視線は相手の動きに合わせて動かすことでより注視されている感覚を与えること[9]や人とのインタラクション[10]に有効であることが報告されている。これらから、眼球運動できる眼球をロボットに組み込むことにした。また、対話の際、ロボットの口唇動作を入れることにより、ロボットが人と自然なコミュニケーションがとりやすいと考えた。今回、複数のインタフェースを試験的に制作し、動物のぬいぐるみを用いて組み込んだ。元のぬいぐるみを図1に示す。また、制作したインタフェースに用いたディスプレイと周辺機器の仕様を表1に示す。今回、試験的にぬいぐるみのサメを加工し、両目は有機ELディスプレイで構成し、口唇の部分は液晶ディスプレイで構成している。

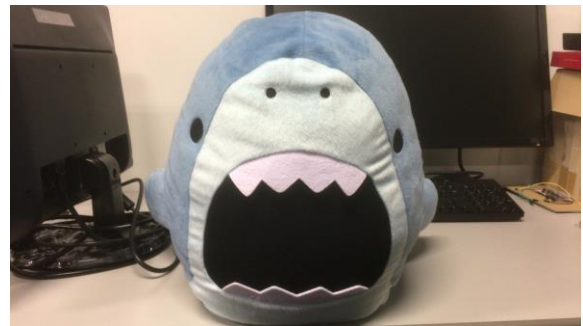


図 1 試験的に作成したロボット

表 1 ディスプレイと周辺機器の仕様

Display	Peripheral devices
EL for eyes: 4D Systems μOLED-128-G2 Display area : 27.0 x 27.0 mm Resolution : 128 x 128	Device for displaying eye images: Arduino Arduino Leonardo Microcontroller : ATmega32u4
LCD for mouth: DFRobot 7" 1024 x 600 IPS Display Resolution : 1024 x 600 Dimension: 164.0mm x 96.0mm x 2.6mm	Device for controlling mouth and eye movements: DFRobot LattePanda 2G/32GB Single-board computer Logicool PC Speaker Z120BW

2.2 ロボット眼球の概要

ぬいぐるみにロボットの目として埋め込めるためには、小さなディスプレイが必要である。そのため今回ディスプレイに目を表示するにあたって、4DSYSTEMS製の有機ELディスプレイを使用する。表示エリアは27.0*27.0mmで解像度は128*128である。また、目の画像を表示させるため

の制御用マイコンとして「Arduino Leonardo」を使用し、これらをシリアル通信で接続する。また、両目で眼球運動するため、これを2セット用意し、制御できるようにする必要がある。そのために、DFRobot製の「LattePanda」を使用する。LattePandaはシングルボードコンピュータであり、今回ぬいぐるみに組み込む機材としてコンパクトで使いやすいため採用した。LattePandaがこれら2セットを制御し、目の画像を切り変えていく。図2に両目を表示する構成図を示す。

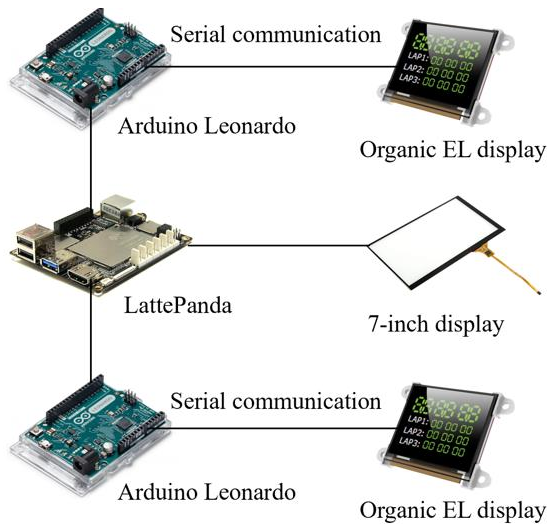


図2 眼球表示の構成図

2.3 ロボットの口唇の概要

口唇動作の表現システムには、DFRobot製の7インチディスプレイを使用した。このディスプレイはIPS画面を備えた液晶ディスプレイで、解像度は1024*600である。このディスプレイは、広い視野角に高い応答速度、正確なカラーレンダリングを特長としている。ディスプレイはLattePandaのフラットケーブルコネクタに接続される。そのため外部電源は不要であり、2.6mmと非常に薄く、ロボットやぬいぐるみなどに簡単に組み込むことができる。LattePandaとディスプレイの構成を図3に示し、配線系統を図4に示す。

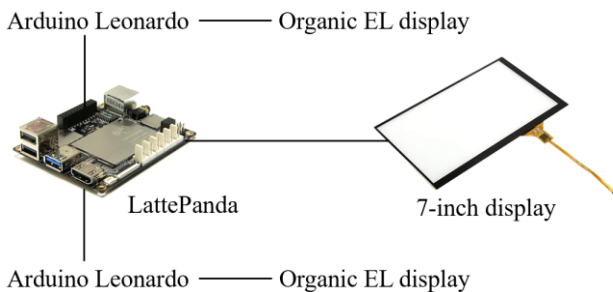


図3 LattePandaとディスプレイの構成図

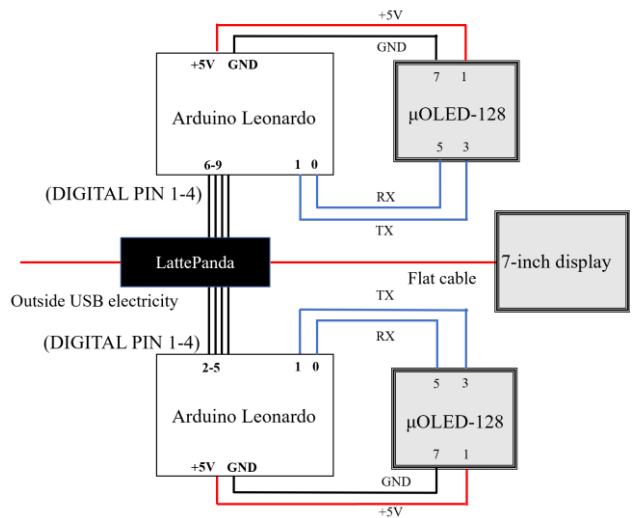


図4 配線系統図

3. ぬいぐるみ口唇動作と音声の作成

今回、ぬいぐるみ口唇動作の作成にLive2DとAI Talkを用いた。Live2Dは多くの画像を必要とする従来のアニメーション的な手法とは異なり、3Dモデルの作成や大量の絵は必要なく、原画をパーツごとに分けた画像データを用いることで、1枚のイラストをそのまま動かすことができる。またLive2Dにはモデリングモードとアニメーションモードがある。図5のように、キーフレームで動的な口唇の位置を作り、発話動作ができるように調整する。そして、モデリングモードでイラストに動きをつけていく。

また図6のように、AI Talkで音声を作成する。AI Talkは、従来の機械音ではなく、人の声で合成する技術であるコーパスベース音声合成方式を採用し、より人間らしく自然な音声で自由に音声合成をすることが可能な高品質音声合成エンジンである。そしてAI Talkで作成した音声をLive2Dで作成した口唇の動作と組み合わせ、各発音に応じて口唇の形状を調整し、動画形式に制作していく。また、スピーカーをLattePandaにとりつけることができるため、そこから音声も流れるようになる。

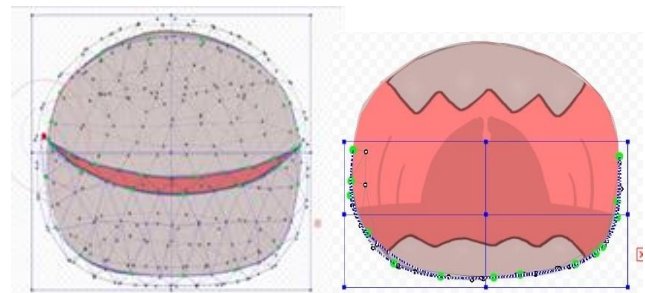


図5 Live2Dで制作した口唇

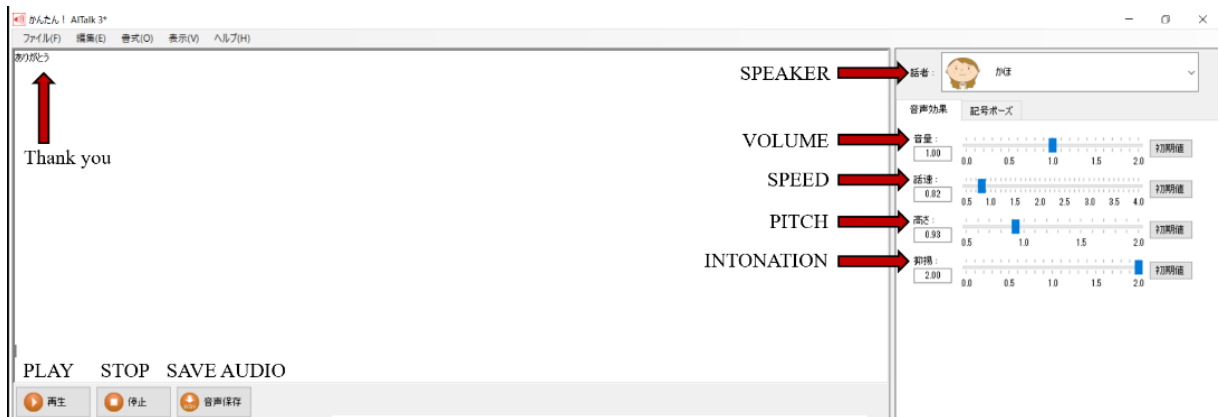


図 6 AI Talk の音声合成図

4. 結果

今回制作した装置を組み込んだぬいぐるみを図7、図8、および図9に示す。今回は事前にプログラミングとして LattePanda に眼球運動のパターンを入れている。結果として、その指示に従ってぬいぐるみの目の瞬き、及び上下左右の動きを確認した。しかし両目の動作の同期が不完全なため、若干両目の動作がずれるときを確認できた。これらの誤差を完璧に無くすためには、別の配線や機材、プログラミング等で同期を取り、制作する必要がある。また、現状は少ない種類の動作に限定されているが、図4に示すデジタル PIN の数を変更することで、動作のパターンを増やすことができる。今後は動作パターンだけでなく機材を増やすことにより、LattePanda や他の機材がユーザーの視線や表情など様々な状況に応じて、複雑な画像パターンを構築し、ユーザーに対してよりコミュニケーションを知覚させるシステムを実現すること等が挙げられる。

また口唇動作の装置において、AI Talk で作成した自然な音声は、「こんにちは」や「ありがとう」など日常的に使う挨拶や言葉を用意した。図6の右側にある AI Talk の音声調節によって音声の抑揚や高低を詳細に設定できるため、聞き取りやすい音声を確認しながら制作できた。そして Live2D のアニメーション表現と AI Talk の音声合成を組み合わせることで動画ファイルを作成し LattePanda に入れて、ぬいぐるみに組み込んだ口唇の装置が動くことを確認した。また口唇動作の形状パターンは母音である「a,i,u,e,o」の5種類にしているが、実際は「u,e,o」の形状の違いが分かりにくいため、言葉の種類によっては違和感があるパターンもあった。しかし口唇動作自体は滑らかであるため、Live2D を用いた制作は口唇動作に合っていると考えられる。現状は眼球運動の装置と同じく LattePanada に動作の指示を事前に書き込んでいる状態である。今後様々な方法を検討していき、LattePanda を基に他のソフトや機材を組み合わせることで、この口唇動作の表現システムは様々なコミュニケーションに広く応用できると考えられる。



図 7 制作したロボット

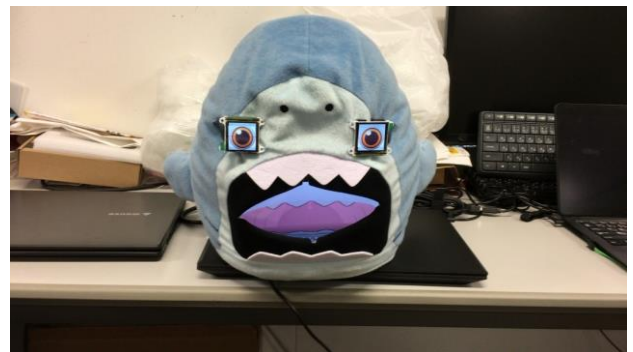


図 8 制作したロボット

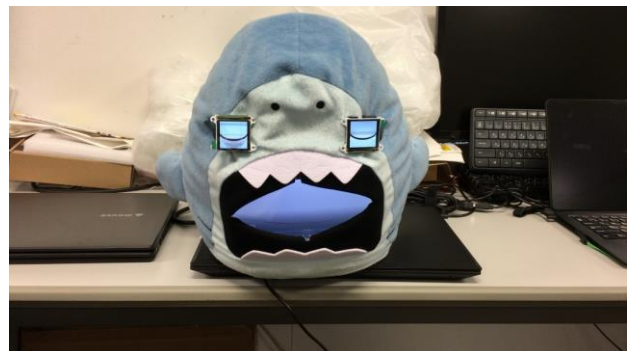


図 9 制作したロボット

5. おわりに

今回、複数の小型ディスプレイをぬいぐるみに組みこんで、よりユーザーと自然なコミュニケーションをとることができるロボットの実現を提案した。現段階は、LattePanda の指示通りに眼球運動をし、同時に口唇の表示を含め、コンパクトに装置を纏めた状況である。ぬいぐるみ内部に配線を通す関係上、ぬいぐるみと各機材の耐久性、安定性は十分とは言えないため、全体的に補強が必要であると確認できた。また熱の籠りやすさ、安定した電源の確保など、その他機材も検討していく。

また、Live2D と AI Talk を用いて口唇動作と音声合成を組み合わせて、自然なコミュニケーションが取れる口唇動作装置を開発したが、音声と口唇の動きを合わせることで、より自然な会話をしているような感覚を与えることや、人とのインタラクションに有効であると考えた。そのため今後は話せる言葉の種類、聞き取りやすさや、口唇の形状(母音や細かい形)を整え増やしていき、実際に人とコミュニケーションを取り合うことによって、音声だけでなく視線やどのような心理的効果を人に与えるのか実験していく。また実際にコミュニケーションを取ることになる際は、現状では遠隔操作により行うのが理想であるため、カメラとマイク、その他ディープラーニング機能を備えた機材をロボットに組み込むことで、視線を合わせて対話者とより自然にコミュニケーションを取れるロボットを実現する予定である。そして介護、看護用途に加え、将来的にはテレビを見るときに使える、新しいエンターテインメントロボットの実現も目指していく。また最終的にカメラから、顔や口唇動作のデータを取得できることを利用し、人の体調を測定できる対話型ロボットとしても検討していく。

謝辞

本研究は科研費(19K12902)の助成を受けたものである。ここに深く謝意を表す。

参考文献

- [1] 内閣府：平成 30 年版少子化対策白書 第 1 章少子化をめぐる現状 <http://www8.cao.go.jp/shoushi/shoushika/whitepaper/measures/w-2018/30pdfgaiyoh/pdf/s1-1.pdf>
- [2] 厚生労働省：福祉・介護人材確保対策について <https://www.mhlw.go.jp/seisaku/09.html>
- [3] 厚生労働省, 経済産業省：介護ロボットの開発普及の促進 <http://www.meti.go.jp/press/2017/10/20171012001/20171012001-1.pdf>
- [4] 萩尾勇太・金子 豊・星 祐太・村崎康博・上原道宏 (NHK)：人とロボットの共時視聴実験に向けたコミュニケーションロボットの設計と試作, 映像情報メディア学会年次大会 (2019)
- [5] 黒川隆生：ノンバーバルインターフェース, オーム社 (1994).
- [6] 松阪要佐, 東條剛史, 小林哲則：グループ会話に参加する対話ロボットの構築, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J84-D-II, No.6, pp.898-908 (2001).
- [7] E. Wakamatsu, Y. Hoshino and M Yamada : Proposal for an Utterance Training Method Based on Lip Movements ; IMQA2014, pp.44-47 (2014)
- [8] Panasonic : 感情・体調センシング <https://industrial.panasonic.com/jp/products-ex/ceatec2017co/sensing>
- [9] 吉川, 篠沢, 石黒, 萩田, 宮本：答的注視ロボットによる被注視感の提示; 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.3, pp.1284-1293 (2007)
- [10] 神田, 石黒, 石田：人間-ロボット間相互作用にかかわる心理学的評価; 日本ロボット学会誌 Vol. 19 No. 3, pp.362~371, (2001)