

〈論文〉

人々のコミュニケーションを媒介する

パートナーロボットの開発研究

——テキストチャットを利用したロボットサービスの実現——

土屋陽介・岡野恵実・周元・小川太輔・神田雅泰・平社和也・
近藤嘉男・内山純

Abstract This paper, we will report a part of the research on "Partner robot coexisting with humans". Base concept of "Robot focusing on expression and gesture", we developed a prototype robot with remote operation by using text chat. This prototype robot was demonstrated at the International Robot Exhibition 2017 and other venues. We focused on its application for childcare environment and received many positive feedbacks.

To further expand this concept, we developed a new partner robot concept focused on the foot movement. This is a new approach in exploring the potential of foot movement as a medium for human communication.

Key Words: partner robot, remote operation using text chat, foot movement

1. はじめに

日本のロボット産業は製造分野において発展してきたが[1], 今後は非製造分野での進展が著しいとされる[2]. 近年, サービス分野でのロボットの発展は著しく, なかでも, 家事支援や介護支援, 店舗での接客サービス等, 人々の日常生活の支援を目的とするロボットが「パートナーロボット」と呼ばれ関心を集めており[3], 最近の「掃除ロボット」, 「無人飛行ロボット: ドローン」などのヒットもその普及の兆しと言えよう.

このような背景の中, 著者らは, 2016年より「豊かな暮らし」実現のためバックキャスト視点でロボットを捉え直し, 「人との共生を目指すパートナーロボット」のコンセプト提案をしてきた. 人々の日常生活の支援を目的とするパートナーロボットをその役割から

- ・ 「エネルギー変換」: 物の移送支援など, いわゆる「仕事をする」
- ・ 「情報変換」: 対話や見守りなど, いわゆる「仕事をしない」

の2つの側面で捉え, 後者の「情報変換」としての側面に着目し, ロボットの構成や形態に注力したデザイン開発研究を進めている.

展開の範囲は, 試作による検証が比較的容易な低自由度の小型ロボットに留めており, その過程に於いて, エンジニアリングデザインスキルを活用したコンセプトの可視化に重点を置いている. これは, 問題を単純化して解決の糸口を見つけやすくするという意図がある.

2016年度は「人間とロボットとの関係性」を改めて見直し, 人間の“companion (同胞)”

としてのロボット，人間とロボットとの“trustworthiness（信頼関係）”を基盤コンセプトとして，

- ・ 構成要素を絞り込む：CRC-01
- ・ 機能・情報を絞り込む：WCR-01

の2つのアプローチでコンセプト構築を行い，仮説解の視覚化を試みた（図1）[4-6]．

2017年度は，構成要素，機能・情報を絞り込むアプローチから啓発された展開として，人間とロボットとのインタラクションに注目し，「表情」と「仕草」に着目したコンセプト構築を試みた[7]．第35回日本ロボット学会学術講演会「RSNP コンテスト2017」において，「笑顔溢れる子育て環境を実現するロボット」コンセプトとして発表し，乳児感情と連携する子育て支援ロボットUCR-01（図2）のコンセプト提案，および一部の機能を実装した動作試作提示を行った．マトリックスLEDによるダイナミックな「顔の表情」，空気圧アクチュエータによる柔らかな「腕の動作」は発表会場で注目を集め，第35回日本ロボット学会学術講演会「RSNP コンテスト2017」においてコンセプト部門賞を受賞した[8]．

本稿では，「表情」と「仕草」に着目した，前述のロボットUCR-01（図2）[7]を「子育て環境」に適応させた2017年度の取り組みについて述べた上で，新たに仕草として「足の動作」に着目したUCR-02開発について報告する．



図1：CRC-01，WCR-01イメージ画像 [4] 改変

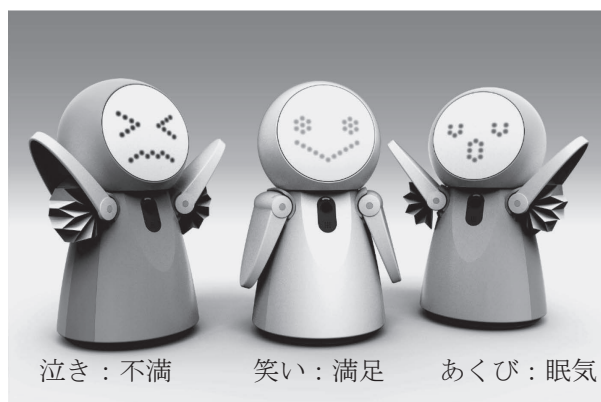


図2：UCR-01イメージ画像 [7] 改変

2. UCR-01「子育て環境」への適応

著者らは、ロボットが人に対して「あなたを認識している」という状態を示すことが重要であると捉えており、その必要な要素として「表情」と「仕草」に着目した [7]。

さらに、人が他者とコミュニケーションをとる時に、自身が普段使っている身体の一部による表現を相手にも求めるのではないかと、この仮説を立て、ロボットとのコミュニケーションも同様とみなし、形態において「表情」と「仕草」に着目したパートナーロボットのコンセプト構築を行い、仮説の視覚化を試みた。

この仮説解の一つが UCR-01 (図 2) であり、これを「子育て環境」に適応した [9]。

2.1 「子育て環境」の現状

近年、国内において産業形態の変化に伴う核家族化や単独世帯の増加、地域コミュニティの変化により [10]、育児中の親が周囲に頼れずにストレスがかかることが要因となって自殺や幼児虐待が起こるなど、深刻な社会問題になっている。育児中のストレスには様々な要因が考えられるが、なかでも乳児の啼泣に対処できないことが、育児不安や自信喪失につながるといわれ、育児中の親は乳児の啼泣に対して、共に対処してくれる手助けを求めている [11]。

2.2 「笑顔溢れる子育て環境を実現するロボット」コンセプト

そこで、育児中の親の心理的負担軽減を目的としたロボットのコンセプトを構築した。ダイナミックな LED による顔の「表情」と柔らかい腕の「仕草」を持つ UCR-01 の特徴を「子育て環境」へ適用させ、「育児をする家族の心理的負担の軽減のために、親がひとりぼっちでないことを気づかせ、家族間のコミュニケーションのきっかけとなる。」という仮説を立てた。

このコンセプトでは、代表的な家庭として、片方の親が自宅で育児をし、もう片方の親は会社で仕事をしていることを想定し、以下のユースケースを考慮して試作機の要求仕様を検討した。

「赤ちゃん」の啼泣を感知し、生後月、時間などから啼泣原因を判定。「自宅で育児中の親」に原因を「表情」で知らせ、「腕」の動作、「表情」の変化、「音」により「赤ちゃん」を「あやす」。同時に「職場で仕事中の親」へも状況伝え、ロボットを通して家族が「赤ちゃん」の状況を共有する。

以上により、「職場で仕事中の親」の育児への共感を生み、「自宅で育児中の親」の心理的負担を軽減させる。

3. UCR-01 のシステム構成・サービス

第 2 章で述べた UCR-01 の「子育て環境」への適用について検証するため、試作システムを見直し、要求仕様の一部の機能、サービスを実装した。

3.1 UCR-01 のシステム構成

UCR-01 試作システムの外観を図 3 に示す。本体各部の特徴、構成は以下の通りである。

- ① 表情 (頭部) : LED 表示パネル

顔部分に 127 個のフルカラーチップ LED を正六角形のマトリクス状に配列. 色と点灯個所の組み合わせでロボットの表情をダイナミックに表現可能.

② 仕草 (左右の腕) : 空気圧駆動アーム

ポリエステルフィルムを使用した蛇腹構造の空気圧アクチュエータ. 柔軟で自然な静穏動作を実現. 「赤ちゃん」が動くアームに触っても安全で壊れにくい構造. 空気圧駆動アームでは空気ポンプと 2 つのサーボモータを利用し, 送気, 排気をコントロールすることで, 左右のアームを別々に動作可能.

③ 画像撮影 (胸部) : ウェブカメラ

周辺状況 (静止画) を撮影し, 配信.

④ 音 : スピーカ, 「泣き止ませ音」再生を想定 (未実装).

本プロトタイプでは, LED 表示パネルおよび空気圧駆動アームはロボット外部に設置している Arduino で制御しており, 制御用 Arduino と胸部に内蔵したウェブカメラを Raspberry pi と接続することにより, インターネットへの接続を実現している.



図 3: UCR-01 試作システム外観

3.2 UCR-01 のサービス

動作実験・実証のため 2.2 で想定した一部の機能, サービスを試作に実装した.

- ① 「赤ちゃん」の泣き声を検知, 音声, 日時, 映像を取得. (日時, 映像の取得のみ実装)
- ② 取得情報をサーバに転送, 啼泣原因を推定. (未実装)
- ③ 啼泣分析パターン (空腹, 退屈, 不快, 眠気, ストレス) に対応する対処法を「自宅で育児中の親」に伝える. (LED による表情発現, アーム動作パターンのみ実装)
- ④ 「職場で仕事中的親」がスマートフォンを通じてロボットから取得した映像を見ながらロボットを操作して「赤ちゃん」とコミュニケーションをとる. (一部実装)
- ⑤ 音と動作, 表情により, 「赤ちゃん」の注目を集め, 一時的にでも泣き止ませる. (③と同様, 一部実装)

前述④の「職場で仕事中的親」がスマートフォンを通じてロボットから取得した映像を見ながらロボットを操作して「赤ちゃん」とコミュニケーションをとるサービスについて, サービス実装のために, Raspberry pi を利用し, ロボットをインターネットに接続できる環境を構築した. 流れを以下に示す.

- ① 内蔵のウェブカメラで定期的に画像を撮影する.
- ② 撮影された画像をスマートフォンに送信する.

③ 必要に応じてスマートフォンからロボットの動作命令を送信する

ここで、②の画像の送信先および③のスマートフォンからの動作命令の送信には、以下の点を考慮して一般的に利用可能なチャットアプリの Slack を利用した。

- ・ 両親ともに画像を簡単に共有可能.
- ・ テキストチャットにて命令を送信可能

近年スマートスピーカーが普及しており、「音声」による家電、ロボットのコントロールや、コミュニケーションがとれるサービスが増えているが、「職場で仕事中の親」がターゲットユーザーとなっているため、あえて「音声」ではなく「テキストチャット」によりコミュニケーションが取れる仕組みを採用した。

ロボットにあらかじめ準備された特定のコマンドを Slack 上から送信することで「表情」と「仕草」の組み合わせによる表現を可能としている。(図 4)

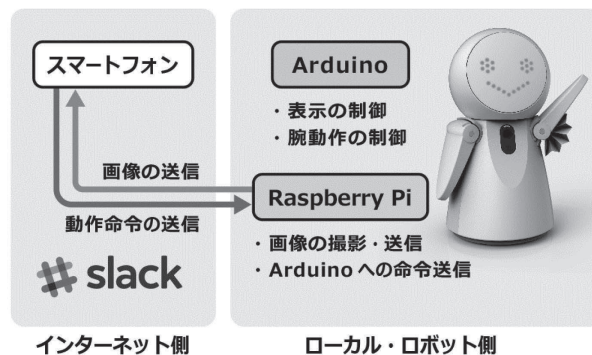


図 4: テキストチャットによる遠隔操作, コミュニケーション

4. UCR-01 の実験・実証

4.1 国際ロボット展 2017 における実験・実証

第 3 章で述べた UCR-01 の試作は、RSNP コンテスト 2017 (9 月), おおた研究・開発フェア (10 月), 産技祭ブース展示 (11 月), おおた区民大学 (11 月) などいくつかのイベントでの来場者インタビューを経て試作実装機能を追加し, 2017 年 11 月 29 日から 12 月 2 日で開催された国際ロボット展 2017 ロボットサービスイニシアチブのブースにて, 前述のシステムデモを実施した。(図 5)

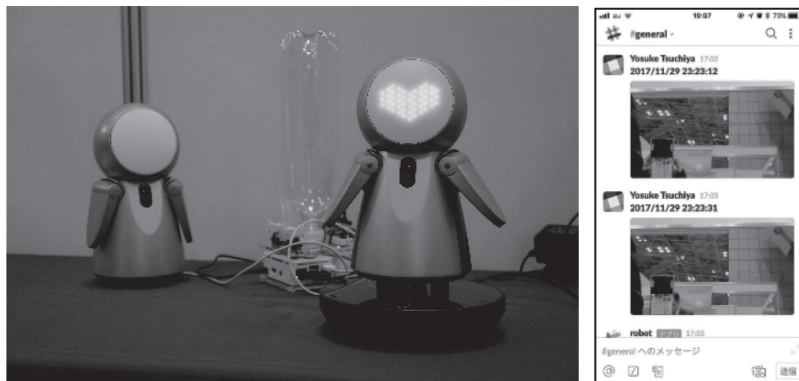


図 5: 国際ロボット展 2017 でのデモの様子
(左: デモブース, 右: Slack の画面)

このデモでは、スマートフォンとの連携し、ロボットから Slack に画像を送信、スマートフォン上でその画像表示を可能とした。また、Slack からテキストチャットで動作コマンドを送信することでロボットが表情を変えたり、腕を上下に動かすデモを行い、来場者に UCR-01 の特徴や可能性について理解していただいた上でインタビュー、アンケート調査を行った。

4.2 実験・実証結果

国際ロボット展でのアンケート結果を以下に示す。

- ・ アンケート回答数：49 人
- ・ 会社員：23 人 学生：11 名
- ・ 20代：13 人 40代：12 人 30代：11 人 50代：7 人
- ・ ロボットが育児に加わることにに関して
 - 肯定的：39 人 不明：9 人 否定的：1 人
- ・ ロボットに期待するもの
 - 見守り：31 人 家事：19 人 応援：12 人 その他：1 人

ロボット関連のイベントであることを考慮する必要があるが、デモブースで実施したアンケート結果では、ロボットが育児に加わること、見守り、応援についてに対しても肯定的な意見が多かった。また、子育て用途以外の期待もあり、Slack を用いたテキストチャットによるコミュニケーションは、複数ロボットへの展開、発声指示よりテキスト指示を好む人々に対するロボットへの新たな指示法の可能性を示唆するものとなった。

本ロボットの実現性に対する厳しい指摘もあり、未実装の機能、ポンプの騒音、全てが内部に組み込めなかったことなど今後検討すべき課題も多いが、未完成であっても実際の動作試作によるデモの効果を実感することができた。

5. 「足の動作」に着目したコンセプト構築

本研究は未だコンセプトの収束段階ではなく、UCR-01 も「表情」と「仕草」に着目したコンセプトの一例に過ぎない。感覚野、運動野の人体各部位に対応する脳部位をみると、顔や手の占める割合が大きいとの報告があり[12]、「機能局在論」については議論があるが、人が他者とコミュニケーションをとる時に、自身が普段使っている部位による表現を相手にも求めるのではないかと、との仮説を立て、UCR-01 においては「腕」の「仕草」に着目しコンセプト構築を行った。

一方、「足」については、感覚野が広い部分を占めるのに対し、運動野が占める部分が狭いとの報告があり[12]、生活のなかでも、無意識に音楽を楽しんでいるときにリズムをとったり、ストレスがあるときに貧乏ゆすりをするなど、潜在的な感情を現す部位として興味深い。潜在的に感情を表現する「足」の「仕草」に着目したコンセプト構築を試みる。

5.1 「足」の「仕草」に着目したコンセプト構築と視覚化

上述したように、潜在的に感情を表現する「足」の「仕草」に着目したコンセプト構築を試みた。一連の「構成要素、機能・情報を絞り込む」というコンセプトを維持しながら、「足」の「仕草」が際立つような構成を目指し、視覚化を試みた (UCR-02, 図 6) [13]。

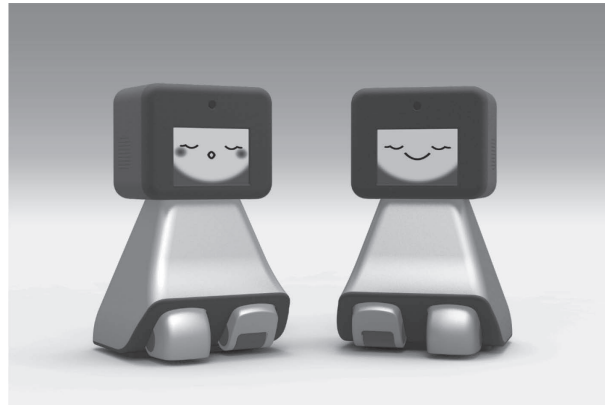


図 6: UCR-02 イメージ画像

5.2 UCR-02 のシステム構成

UCR-02 試作システムの外観を図 7 に示す. 本体各部の特徴, 構成は以下の通りである.

- ① 音 (頭部左右): スピーカ 音楽, 効果音, 音声の再生
- ② 画像撮影 (頭部): カメラ 内蔵 PC (Raspberry pi) 直結
周辺状況 (静止画) を撮影し, 配信.
- ③ 表情 (頭部): LCD タッチパネル
内蔵 PC (Raspberry pi) 直結
タッチパネルインターフェースとしても使用
- ④ 仕草 (左右の足): ステッピングモータ
無意識に感情を表現する足動作
内蔵 PC (Raspberry pi) コントロール

各デバイスは全て Raspberry pi により制御され, インターネットへの接続を実現している. また, 内蔵バッテリーによる駆動も検討している[13].



図 7: UCR-02 試作

5.3 UCR-02 のサービス

サービス面に関しては, 基本構成を UCR-01 と共通化し, Slack を用いたテキストチャットによるコミュニケーションを積極的に活用し, 複数ロボットへの展開も考慮し, 音声

などによる直接指示ではなく個人端末（スマートホンや、PC）を使ったロボットへの新たな指示法の可能性を検討する。UCR-02 のサービスのブロック図を図 8 に示す。

- ① 音楽を再生し，その音楽の曲調に合わせて表情を変え，リズムに合わせて足踏みをする。（一部実装）
- ② Slack での会話の中から感情を推測し，感情に合わせて表情を変えたり足踏みをする。（未実装）

本サービスでは潜在的な感情を表現するために足踏み動作を実装した。今後はそれぞれの感情に対してどのような足踏み動作にするのが良いかそのパターンを検討していく。そして，本サービスを実装したプロトタイプを用い，展示会等で実験・実証を行っていく。

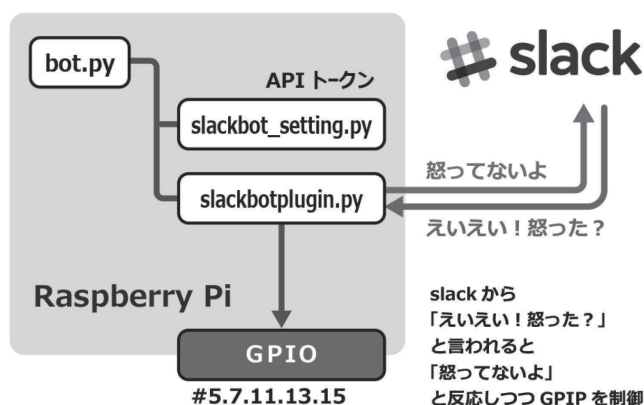


図 8: UCR-02 ブロック図

6. おわりに

本稿では、「人との共生を目指すパートナーロボット」について，一連の研究活動成果，および仮説構築型のコンセプト構築の試みについて，経過を報告した。

UCR-01 では、「表情」と「仕草」に着目したコンセプト構築を試みた。試作において「子育て環境」に適応させ想定した機能の一部を実装し，おおた研究・開発フェア，国際ロボット展などで実験・実証を行った。その結果，多くの肯定的な意見を得た。子育て用途以外の期待も多く，Slack を用いたテキストチャットによるコミュニケーションは，複数ロボットへの展開，発声指示よりテキスト指示を好む人々に対するロボットへの新たな指示法の可能性を示唆するものとなった。

UCR-02 では新たに「足の動作」に着目したコンセプト構築を試みた。顔表情はタッチパネル LCD を使用し，腕以外の仕草として，無意識に感情を表現する足の動作に着目し，機能の一部を実装したプロトタイプを制作している。今後，このコンセプトについての実験・実証を行っていく。

ネットワークに繋がるビッグデータや AI の活用により大切な人との距離を縮め，「人と豊かに共生するパートナーロボットの実現」に向けて開発研究を継続していく。いろいろなタイプのロボットが展開されるべきであり UCR-01，UCR-02 もその一例に過ぎない。さらなる展開を進めると同時に，多種多様なロボットの連携によるサービスについても検討していく。また，空気圧による柔らかい腕動作を実現した UCR-01 などこれまでの提案も継続研究していく。

謝辞

研究活動のスタート時点から「人との共生を目指すパートナーロボット」の方向性、RSNP コンテスト参加などについて産業技術大学院大学・成田雅彦先生から多くの励ましや助言をいただいた。また卒業生を含む産業技術大学院大学・内山研究室のメンバー各位に対して改めて感謝の意を表す。

参考文献

- [1] 総務省, 平成 27 年版通信情報白書, pp.192, 2015
- [2] 経済産業省, ロボット産業市場動向調査結果, 2013
- [3] 総務省, 平成 27 年版通信情報白書, pp.191-198, 2015
- [4] 角田善彦, 上林昭, 高橋和章, 小野敬士, 神田雅泰, 岸本悠希, 山田涼馬, 近藤嘉男, 内山純, 人間とロボットの関係性を再デザインするー21 世紀初頭を超えたその先のコンセプト構築の試みー, 産業技術大学院大学紀要, No.10, pp.161-167, 2016
- [5] 内山純, 角田善彦, 小野敬士, 山田涼馬, 石丸亜矢子, 上林昭, 高橋和章 “Companion Robot”構築における 操作系処理 (ユーザーロボットコミュニケーション)での RSNP 適用, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1R2-02, 2016
- [6] 内山純, 上林昭, 小野敬士, 山田涼馬, 石丸亜矢子, 角田善彦, 「気象コントロールロボット」コンセプト, 第 34 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1R2-06, 2016
- [7] 平社和也, 竹島大智, 近藤嘉男, 内山純, 「パートナーロボット」の開発研究ー表情と仕草に着目したコンセプト構築の試みー, 産業技術大学院大学紀要, No.11, pp.175-180, 2017
- [8] 内山純, 竹島大智, 関田理花, 張進男, 平社和也, 近藤嘉男, 「笑顔溢れる子育て環境を実現するロボット」コンセプト, 第 35 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2B1-03, 2017
- [9] 土屋陽介, 内山 純, 平社和也, 竹島大智, 関田理花, 張進男, 近藤嘉男, 成田雅彦, 子育て環境の心理的負担軽減を目指したパートナーロボットの開発, 2018 年度 人工知能学会全国大会 (第 32 回) 2E3-NFC-1a-05
- [10] 厚生労働省, 平成 25 年版労働経済の分析, https://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/roudou/13/dl/13-1-4_02.pdf, (visited on 2018)
- [11] 堀越摂子, 常盤洋子, 國清恭子, 高津三枝子: 生後 1 か月児の泣きに関する母親の認識, 北関東医学 Vol. 66, No. 1, p. 23-30, 2016
- [12] Wilder Penfield, Theodore Rasmussen, *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function*, Macmillan, 1950
- [13] 藤原宏樹, 岡野恵実, 周元, 高橋睦貴, 小川太輔, 平社和也, 土屋陽介, 近藤嘉男, 内山 純, 「人々のコミュニケーションを媒介するロボット」コンセプト, 第 36 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 1H2-05, 2018

