

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：34504

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25560014

研究課題名(和文)いらなくならないロボット：身体性は何を再定義できるか？

研究課題名(英文)A robot which never becomes no longer necessary: What can embodiment redefine?

研究代表者

山本 倫也 (Yamamoto, Michiya)

関西学院大学・理工学部・准教授

研究者番号：60347606

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：ロボットに新しい価値の開拓が求められる時代になっている。本研究では、身体性を活かして身の回りのモノを再定義することで、ロボットをいらなくならないようにすることが重要であると考えた。そこで、まず、情報端末に身体性を付与したライフログロボット「きろぴー」を開発した。ここでは、コミュニケーションツールとしての端末に、身体性を付与することで、楽しさや、盛り上がり、もう一度使いたいという感覚が得られることを明らかにした。また、大切に持ち運びたくなるロボットとして、自分そっくりで愛着のわく「自分ロボット」のプロトタイプを開発し、Skype等と併用して遠隔コミュニケーションを円滑にすることを提案した。

研究成果の概要(英文)：Today, it has become necessary to define new value for robots. In this study, we proposed to never make robots be no longer necessary by adding embodiment to information media. First, we have developed kiroPi by adding embodied arms on an information device. Here, it was clarified that the embodiment can make such communicative devices more fun, lively and want to use them again. Also, we have proposed a concept of oneself-robot, which is a resembled and characterized robot of a user, and can be easily assembled by the communication partner, and enjoy video communication with it, and developed a prototype of it.

研究分野：ヒューマンインタフェース

キーワード：身体的コミュニケーション コミュニケーション支援ロボット ライフログロボット 自分ロボット

1. 研究開始当初の背景

掃除ロボットのルンバ、高齢者セラピー支援用のパロ、iPhone が顔のスマートペットなど、人と共存するロボットや玩具が普及しつつある。しかし、機能の特化・制限により、必要ではない時がある。一方で、スマートフォンのように、一度使うとやめられないという訳でもない。今後、これらとは一線を画す、欲しくて使えるロボットの開発が必要とされるのであれば、ロボットに新しい価値の開拓が求められる時代になっていることは明白であると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、ロボットの新しい価値とは何であるのかを明らかにすることが、ロボット技術の革新につながると考え、その第一歩として、既存のロボットでも、おもちゃでもない、日常生活に溶け込むロボットの開発を行った。特に、この実現の鍵は、身体性を活かして身の回りのモノを再定義することと、その存在を邪魔にさせない、くせになる機能で、ロボットをいらなくならないようにすることである点に着目し、コンセプトの提案、プロトタイプの開発、関連技術の研究開発等を行うこととした。

3. 研究の方法

日常生活に溶け込むロボットの在り方として、以下のロボットに関する研究開発を行った。

(1) 毎日を愉しくする情報端末ロボット
情報端末に身体性を付与して、コミュニティを円滑にし、毎日を愉しくするロボットとして、ライフログロボット「きろびー」を開発した。ライフログでは、従来より、スマートフォンなどの情報端末を日常的に持ち歩き、記録したログを他の人に紹介するインタラクションが行われてきた。このようなコミュニケーションツールとしての端末に、人のコミュニケーション・インタラクションの本質である身体性を付与することで、どのようなコミュニケーション効果が得られるかを明らかにした。

(2) 大切に持ち運びたくなるロボット

カメラ・USB メモリに身体性を付加したロボットを開発し、常に持ち運びたくなるような身近なロボットを目指していたが、そのためには、外観や感情移入が重要であることが明らかになった。そこで、大切に持ち運びたくなるロボットに関しては、利用者の分身のような「自分ロボット」の開発展開を行った。これは、使用者そっくりの小型のロボットを Skype 等と併用することで、感情移入をしやすくし、ロボットを介することで、遠隔コミュニケーションを円滑にする手段であり、このコンセプトの提案とプロトタイプ開発を進めた。

4. 研究成果

(1) ライフログロボット「きろびー」

きろびーは、屋内や屋外などの環境に縛られない自由さを持つ、日常生活に溶け込むロボットである(図1)。コミュニケーションツールとしての情報端末に、人のコミュニケーション・インタラクションの本質である身体性を付加することで、人とのかかわりが大きく変化すると期待される。



図1 きろびーのコンセプト

コンセプトを基に、開発したきろびーの概要を図2に示す。本体部分は、Apple社のiPad2が情報提示部となっており、サーボモータ(JRPROPO, RBS582)により動作するアームに静電容量方式対応のタッチペンを取り付け、きろびーが自分自身をタッチし操作する。操作は、Arduino Fioを搭載したリモコンからX-Beeによるシリアル通信を用いて行う。さらに、取得した音声から自動生成したモーションも、PCからきろびーへシリアル通信で送信する。

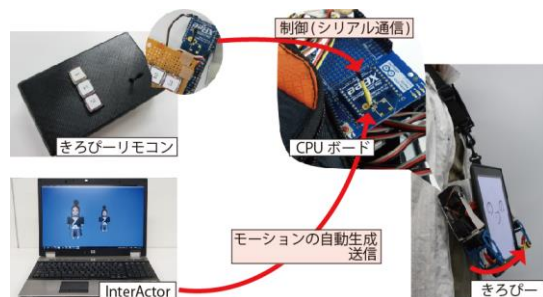


図2 システム概要

きろびーによるコミュニケーション支援の効果を明らかにするために、まず、撮影者1人と同行者2人の3人1組でライフログの撮影を行わせる評価実験を行った。実験では、まず、きろびーまたはiPadで、指定した4ヶ所のチェックポイントを通るコース内で撮影を行わせた。撮影時間は15分間設けた。終了後、7段階評価を行った。その後、もう一方の条件で撮影を繰り返した。使用するコース、及びデバイスの順番はランダムであった。実験協力者は、撮影者の20歳~24歳の12人(男性6人、女性6人)と同行者の20~24歳12組24人(男性12人、女性12人、組内で同性)であった。

きろびーとiPadでの7段階評価の比較結果を図3・4に示す。きろびーを使用することでグループで撮影している一体感が生

れ、撮影している本人よりも、その同行者の方が、きろびーを使用した方が場が盛り上がり、撮影を楽しく行う事ができたと示された。

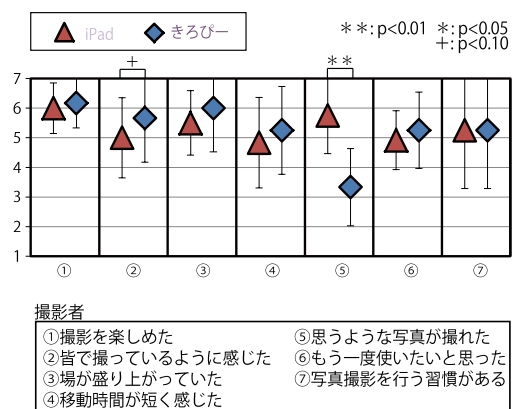


図3 撮影者による評価

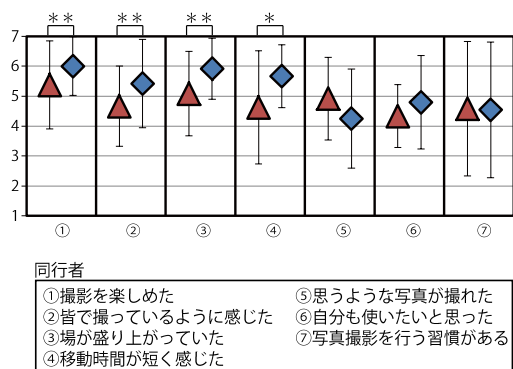


図4 同行者による評価

次に、ライフログコミュニケーションの再生実験を行った。日常会話でのシチュエーションを想定し、親密な間柄である友達同士での会話を行わせた。実験ではきろびーと iPad の 2 つのデバイスを用いて話し手に自分の写真の紹介を行わせ、聞き手と会話を楽しくよう指示した。実験はスライドの作成と紹介の 2 回に分けて行った。1 回目は相手に見せたことのない写真を 10 枚選ばせ、その写真に合わせた説明の合成音声を CeVIO Creative Studio FREE を用い作らせた。2 回目では実際に作成したスライドを基に紹介を行わせた。各デバイスによる施行終了時にコミュニケーションの印象に関するアンケートを行った。アンケートは 9 項目の 7 段階評価で構成されている。実験協力者は、18 歳～23 歳の 32 人 (男性 16 人、女性 16 人) で組内同性であった。

7 段階評価の結果を図 5・6 に示す。話し手、聞き手の双方が、きろびーに対し興味を持ち、キャラクターを感じたと示された。したがって、腕という身体性を付与することで、きろびーが紹介を手伝っているように感じられ、デバイスが会話に参加している感覚を得ることができたと考えられる。

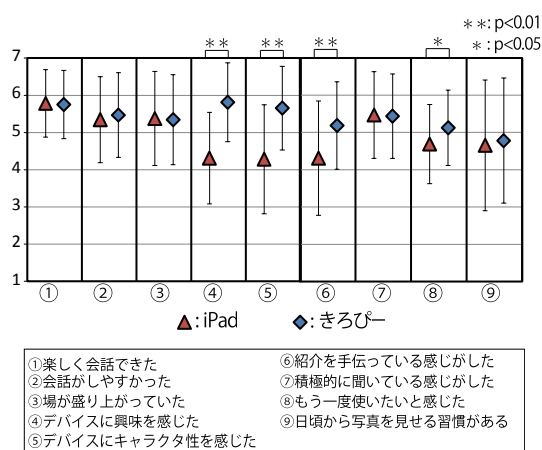


図5 話し手による評価

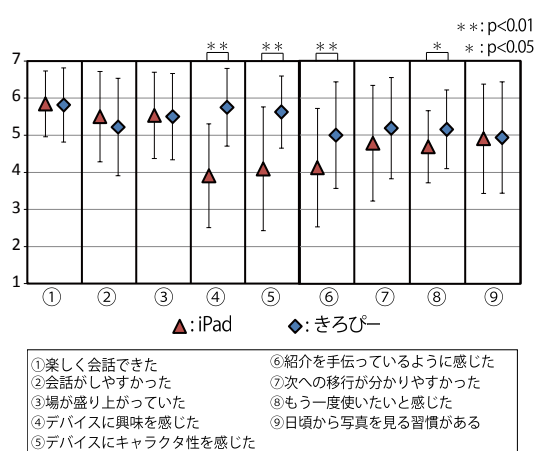


図6 聞き手による評価

以上の評価実験に加えて、オープンキャンパスやグランフロント大阪での公開デモンストレーションを行った (図 7)。その結果、もう一度使いたいという声も多く、コミュニケーションの促進につながった。一方で、自律的に動作するロボット要素の増加を求め意見も多く、今後の課題となった。



図7 公開デモンストレーションの様子

(2) 「自分ロボット」

自分ロボットは、離れた相手に自分の存在感を感じさせるために、自分に似た手軽に作れるロボットを作成し、いわば存在感を転送するシステムである (図 8)。愛着のわくロボットを、家庭用 3D プリンタ等で相手の手で作成可能とし、Skype 等のコミュニケーションツールと併用することを想定している。

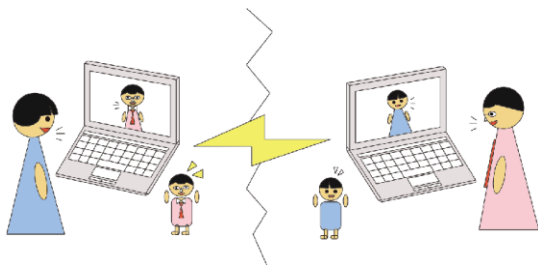


図8 自分ロボットのコンセプト

提案したコンセプトに基づいて、研究分担者の自分ロボットのプロトタイプを開発した(図9)。このロボットは、3Dプリンタで作成したサーボ駆動型フレームを用いており、顔の部分を使用者に合わせて変更できるようにした。また、存在感を高めるために頭部に重点をおき、頭部2:胴体1:脚部1の比率にデフォルメした。また、顔の向きに対する同調動作と音声による引き込み動作を同時に行える。



図9 自分ロボットのプロトタイプ

開発したプロトタイプは、計測自動制御学会 SSI2014 等でデモンストレーション展示した。(図10) 来場者の感想からは、「話し相手とロボットが同期してる感じがした」「相手の顔と服装が似ていた」「ロボットの形状の違和感がなくバランスがいい」など、高く評価された。一方で、「話し相手を変更してもロボットを似せられるか」など、汎用性に関する意見もあった。



図10 自分ロボットのデモ展示

現在は、映像と同じ髪型や服装を相手の手元のプリンタで印刷してフレームに取り付けるために、モデリングソフト Lightwave により、単純な形状を組み合わせた4パターンのロボットを制作中である。また、被験者実験等による評価も進めたい。

(3) 関連技術の研究開発

上記に関連する技術として、広範囲視線計測技術や、挙手の研究も行った。

広範囲視線計測技術は、ロボットのコミュニケーションに対し、人の反応をフィードバックさせるための技術で、現在はグラス型やゴーグル型の視線計測装置から、設置型の非接触の装置への置き換えを実現するための技術開発を行った。

挙手の研究は、本研究で導入をすすめた身体性に関して、人のアクションがコミュニケーション場にどのような効果を与えるかを明らかにするもので、自由度の低いロボット等でも、元気で積極的な印象を与えることができることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

1. 村林 卓, 河辺 隆司, 山本 倫也, 渡辺 富夫: PPTouch: 携帯型タッチスクリーンデバイスを用いた身体拡張型プレゼンテーション支援システム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 査読有、Vol. 16, No. 2, pp. 53-64, (2014).
2. 江川 晃一, 山本 倫也, 長松 隆: 角膜反射法における視線計測可能ボリュームシミュレータの開発とマルチユーザ視線インタラクションシステムへの適用, 情報処理学会論文誌, 査読有、Vol. 55, No. 11, pp. 2476-2486, (2014).
3. 山本 倫也, 米田 宗弘, 長松 隆, 渡辺 富夫: 百人 eye: 視線と札取り動作の予測に基づくテーブルトップ対戦型百人一首ゲーム, 情報処理学会論文誌, 査読有、Vol. 54, No. 4, pp. 1551-1562, (2013).
4. 山本 倫也, 渡辺 富夫: 教師と生徒の InterActor を一人二役で演じるエデュテインメントシステムの開発, 情報処理学会論文誌, 査読有、Vol. 54, No. 4, pp. 1677-1685, (2013).
5. 服部 憲治, 渡辺 富夫, 山本 倫也: タイピング駆動型身体引き込みキャラクターチャットシステム InterChat, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 査読有、Vol. 15, No. 4, pp. 53-62, (2013).

[学会発表] (計 24 件)

1. Daiki Sakai, Michiya Yamamoto, Takashi Nagamatsu: Framework for Realizing a Free-Target Eye-tracking System, Proceedings of the 20th International Conference on Intelligent User Interfaces Companion, 2015, 3.30, Atlanta (U. S. A).
2. 河辺 隆司, 青柳 西藏, 山本 倫也: 集団コミュニケーション支援のための挙手動作の解析, 情報処理学会第 77 回全国

- 大会 2015. 3. 19, 京都大学(京都府京都市)
3. 野田 圭太朗, 河辺 隆司, 山本 倫也, 青柳 西蔵: 集団コミュニケーション支援のための挙手ロボットの開発, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2014. 2014. 11. 21 岡山大学(岡山県岡山市)
 4. 辰巳 貴則, 青柳 西蔵, 山本 倫也, 渡辺 富夫: 自己の存在感を転送する「自分ロボット」の提案, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2014. 2014. 11. 21 岡山大学(岡山県岡山市)
 5. 酒井 大貴, 山本 倫也, 長松 隆, 長田 典子: 3次元空間を対象とする視線計測のためのボリュームシミュレータの開発, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014. 2014. 9. 11, 京都工芸繊維大学(京都府京都市)
 6. 河辺 隆司, 青柳 西蔵, 山本 倫也, 渡辺 富夫: 身体性に着目した授業参加支援システム開発のための挙手動作パターンの分析, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014. 2014. 9. 11, 京都工芸繊維大学(京都府京都市)
 7. 清水 大誠, 青柳 西蔵, 山本 倫也, 渡辺 富夫: ライフログロボット「きろびー」を用いたライフログコミュニケーションの評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014. 2014. 9. 11, 京都工芸繊維大学(京都府京都市)
 8. 岡本 海, 青柳 西蔵, 山本 倫也, 長田 典子: モノづくりの楽しさを共有する映像制作のための感性特徴量の指標化手法の検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014. 9. 11, 京都工芸繊維大学(京都府京都市)
 9. Ryuji Kawabe, Michiya Yamamoto, Saizo Aoyagi, and Tomio Watanabe: Measurement of Hand Raising Actions to Support Active Participation in Classes for Students, Proceedings of the 16th International Conference on Human-Computer Interaction, 2014. 6. 26, Heraklion(Greece)
 10. 青柳 西蔵, 河辺 隆司, 澤 菜々美, 山本 倫也, 渡辺 富夫: 積極的な授業参加を支援する挙手ロボットの開発と評価, ヒューマンインタフェース学会 2014. 5. 30, 沖縄産業支援センター(沖縄県那覇市)
 11. 谷村 真依子, 江川 晃一, 高居 宏彰, 山本 倫也, 長松 隆: 視線でスケルヒトン: 注視点にスケルトン映像をマッピングするインタラクティブシステムの開発, 情報処理学会第76回全国大会 2014. 3. 11, 東京電機大学(東京都足立区)
 12. 澤 菜々美, 河辺 隆司, 山本 倫也, 渡辺 富夫: 積極的な授業参加を支援する挙手ロボットの開発, 情報処理学会第76回全国大会 2014. 3. 13, 東京電機大学(東京都足立区)
 13. 村林 卓, 江澤 正裕, 河辺 隆司, 山本 倫也: 複数の情報機器を用いるシステムの UX デザインを実現するためのプロセスと手法の提案, ヒューマンインタフェース学会, 2013. 12. 19, 芝浦工業大学(東京都江東区)
 14. 吉田 圭介, 山本 倫也, 長松 隆: アンビエントに1点キャリブレーションを行う視線計測手法の検討, ヒューマンインタフェース学会, 2013. 12. 19, 芝浦工業大学(東京都江東区)
 15. 辰巳 貴則, 鐘ヶ江 宏樹, 山本 倫也, 渡辺 富夫: グループコミュニケーションにおけるなりきり支援のための自分ロボットの開発, 第14回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演, 2013. 12. 20, 神戸国際会議場(兵庫県神戸市)
 16. Koichi Egawa, Hiroaki Takai, Michiya Yamamoto, and Takashi Nagamatsu: Eye-Tracking Volume Simulation Method to Configure Hardware Settings for Tangible and Multi-User Tabletop Interaction, Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces, 2013. 12. 9-13, Sydney(Australia)
 17. 松本 拓也, 井上 雄司, 山本 倫也, 渡辺 富夫: ライフログロボットきろびーを用いた初対面グループコミュニケーションの評価, ヒューマンインタフェース学会, 2013. 11. 29, 同志社大学今出川キャンパス(京都府京都市)
 18. 澤 菜々美, 河辺 隆司, 山本 倫也, 渡辺 富夫: 授業参加のきっかけを支援する挙手ロボットの提案, 第10回子ども学会議大会, 2013. 10. 12, 岡山県立大学(岡山県岡山市)
 19. 高居 宏彰, 江川 晃一, 山本 倫也, 長松 隆: 視線計測可能ボリュームシミュレータを利用したマルチユーザ視線計測システムの開発, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, 2013. 9. 13 早稲田大学(東京都新宿区)
 20. 山本 倫也, 吉田 圭介, 堀 遼太, 長松 隆: Eye-Tracking 液晶ペンタタブレットを用いたイラスト模写時の視線・描画特性の分析, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, 2013. 9. 13 早稲田大学(東京都新宿区)
 21. Takuya Matsumoto, Ryota Tamura, Michiya Yamamoto, and Tomio Watanabe: Development of a Life-Log Robot for Supporting Group Interaction in Everyday Life, 2013 IEEE RO-MAN: The 22nd IEEE International Symposium on

- Robot and Human Interactive Communication, 2013. 8. 27, Gyeongju (Korea)
22. Hiroki Kanegae, Masaru Yamane, Michiya Yamamoto, and Tomio Watanabe: Effects of a Communication with Make-Believe Play in a Real-Space Sharing Edutainment System, Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction, 2013. 7. 24, Las Vegas. (U. S. A)
 23. Michiya Yamamoto, Hironobu Nakagawa, Koichi Egawa, and Takashi Nagamatsu: Development of a Mobile Tablet PC with Gaze-Tracking Function, Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction, 2013. 7. 24, Las Vegas. (U. S. A)
 24. 河辺 隆司, 茂野 裕介, 山本 倫也, 渡辺 富夫: 学習者の積極的な授業参加支援のための挙手動作の計測, ヒューマンインタフェース学会 2013. 5. 30, 沖縄産業支援センター (沖縄県那覇市)
- [その他]
ホームページ等
<http://hsi.ksc.kwansei.ac.jp/~yamamoto/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 倫也 (YAMAMOTO, Michiya)
関西学院大学・理工学部・准教授
研究者番号: 60347606

(2) 連携研究者

青柳 西蔵 (AOYAGI, Saizo)
関西学院大学・理工学部・理工学部研究員
研究者番号: 20646228