

ロボットを「着る」インタラクションの効果検証に向けた ウェアラブルロボットプラットフォームの開発

松永夏紀^{†1,3} 田中義丸^{†2} 塩見昌裕^{†3} 日野圭^{†1} 小笠原治^{†1}

概要: 人とソーシャルロボットとの新たな関わりあい方の一つとして、ロボットを「着る」インタラクションが扱われつつある。着るロボット、すなわちウェアラブルロボットの利用が進みつつある中で、着るという行為そのものが人々とロボットの関係性にどのような影響をもたらすかはまだ明らかになっていない。そこで本稿では、その影響を明らかにするために必要となる、ウェアラブルロボットプラットフォームの開発について報告する。具体的には、人の肩部分に装着可能な5自由度のアーム型ロボットを設計し、人とのインタラクションを行うためのインタフェースとして音声またはLEDを備えている。また、RGB-D センサ及び加速度センサを搭載しており、近く存在する人や物、および自身の姿勢情報を利用した動作制御が可能となっている。今後、当該ロボットを用いた評価実験を実施し、ロボットを「着る」インタラクションの効果検証を進める予定である。

1. はじめに

人々と関わりあうソーシャルロボットは、その活動領域を街角や小学校、家庭内といった日常的な生活環境だけではなく、パワードスーツ[1, 2]などのウェアラブルロボットに代表される「人々がロボット自身を纏う」状況をも対象としつつある。例えば、人々の健康支援を目的として一緒に歩くパートナーとして肩乗り型のウェアラブルロボットを用いる研究や[3]、遠隔地の人々と密接な連携をするために複数のアームで構成されるウェアラブルロボットを用いた研究などが進みつつある[4]。また、元々ウェアラブルロボットとして設計されていなかった小型のロボットを、あたかも身に着けているかのように持ち歩けるようなアクセサリも販売されており^a、デザイン性を重視したウェアラブルロボットの開発も進んでいる[5]^b。このように、ロボットを服のように着て利用すること、いわばウェアラブルロボットがファッションの一種として扱われる行為が、ロボットの新たな利用方法として市民権を得つつある。

その一方で、そもそもロボットを身に着けることで、利用者とそのロボットとの関係性にどのような影響がもたらされるかについてはまだ明らかになっていない。着る行為は物理的に接触を伴う行為であり、また人とロボットの接触行為は人同士の接触行為と同様に様々なメリットをもたらすことが明らかになっている[6-9]。そのため、ロボットを着る行為も同様に人とロボットの関係性に良い効果をもたらすことが予測できるものの、定量的な評価がなされていない現状がある。

そこで本研究では、ロボットを「着る」インタラクションがもたらす影響の検証を通じた人間理解研究を最終的な目標と位置づけ、その第一歩としてまずウェアラブルロボ

ットプラットフォームの開発に取り組む(図1)。具体的には、比較的小型で多自由度を備えるロボットアーム型をベースとし、各種センサおよび音声出力機能を備えた、対話インタラクションが可能なプロトタイプについて報告する。



図1 開発したウェアラブルロボットプラットフォーム

2. システム構成

図1に示すウェアラブルロボットは、5自由度のアームロボットであり、人の肩に装着可能な部品に取り付ける形で利用する。RGB-D センサが先端に備え付けられており、近づく人や物に応じた動きをすることが可能である。また、加速度センサを用いて本ウェアラブルロボットの先端がどの方向を向いているかを検出できる。動き以外にも、人との関わり合いを可能にするために、PCと接続されたBluetooth スピーカーを用いた音声再生機能を備えている。さらに、色情報を用いた感情表現[10, 11]を行うためのデバイスとして、ロボットの先端にLEDを設置した。感情表現としての色変化以外にも、加速度センサやRGB-D センサの情報をを用いて色を変化させることも可能である。

表1に、このウェアラブルロボットにおける各構成要素の詳細を示す。図2に、ハードウェア構成図を示す。

^{†1} 京都造形芸術大学大学院

^{†2} 株式会社ロボティクス日本支店

^{†3} ATR

^a <https://robohon.com/news/180313.php> (2019/12/18 閲覧)

^b <http://kyunkun.com/metcalfe/> (2019/12/18 閲覧)

表1 ウェアラブルロボットの各構成要素一覧

制御 PC	Panasonic 社, レッツノート CF-SV7
OS	Ubuntu 16.04
制御方式	PC との有線接続
ソフトウェア	ROS Kinetic Kame
サーボモータ	XL430-W250-T×3 個 (1 軸×3) 2XL430-W250-T×1 個 (2 軸×1) (ROBOTIS 社, DYNAMIXEL シリーズ. 通信には同社製の U2D2 を用いた)
電源	12V5A の AC アダプタを利用
センサ	RGB-D センサ×1 (Intel RealSense Depth Camera D435i) 加速度センサ×1 (MMA8452Q 使用 3 軸加速度センサーモジュールキット)
音声出力	Bluetooth スピーカー×1 (Anker Soundcore Ace A0)
LED	PL9823-F5×4
LED 制御用マイコン	Arduino Nano×1

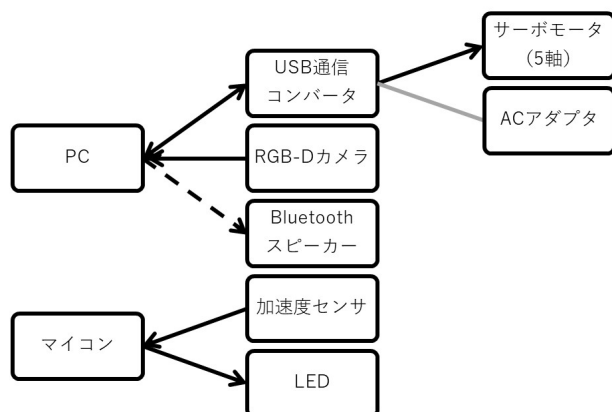


図2 ハードウェア構成図

3. 動作例1

本章では、本ウェアブルロボットの動作例について述べる。図3に、手を近づけると逃げる動作をする様子を示す。本ロボットは搭載した RGB-D センサで計測した人間や物体を認識することができる。人や物を認識した際に、嫌がって逃げるような動作を本ウェアブルロボットに実装した。本ロボットは搭載した RGB-D センサの計測データから人間や物体の接近を認識することができる。認識の際、嫌がって逃げるような動作を本ウェアブルロボットに実装した。これには、人や物が本ウェアブルロボットに衝突することを防ぐのはもちろん、愛玩動物がじゃれるような印象を人にもたらす作用がある。

本ウェアブルロボットは、装着せずとも使用可能である。図4に、装着せずに使用する場合を示す。装着せずと

も使用可能なため、装着した場合と装着しない場合での、同じロボットに対する印象形成の差異を検証可能である。



(a) 手が遠ざかっている場合



(b) 手を近づけた場合

図3 手を近づけると逃げる動作をする様子



図4 ロボットを装着せずに使用する場合

4. おわりに

ソーシャルロボットと人々の関わりあい方の一つとして、人々がロボットを「着る」インタラクションが普及しつつある。このようなインタラクション形式が人々に与える影響を検証することを目的とし、本研究ではその検証に必要

となるウェアラブルロボットプラットフォームのプロトタイプ開発に関して報告を行った。

開発したロボットは、人の肩に装着することを前提とした設計とし、比較的小型かつ多自由度を備えるロボットアーム型とした。RGB-D センサおよび加速度センサを用いた身体的インタラクション、LED の色変化を用いた感情表現、および音声発話を伴う対話インタラクションを行うことが可能である。今後、開発したロボットを用いた評価実験を実施し、ロボットを「着る」インタラクションの効果検証を進める。

謝辞 本研究体制の構築にご協力いただいた株式会社 karakuri products 代表取締役松村礼央氏、並びにハードウェアの製作にご支援いただいたコワーキングスペース DMM.make AKIBA 様、及び株式会社ロボティズ日本支店様に厚く御礼申し上げます。本研究の一部は JST, CREST, JPMJCR18A1 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Y. Sankai, "HAL: Hybrid assistive limb based on cybernics," *Robotics research*, pp. 25-34: Springer, 2010.
- [2] A. Ansari, C. G. Atkeson, H. Choset, and M. Travers, "A survey of current exoskeletons and their control architectures and algorithms (Draft 4.0)," Carnegie Mellon University, 2015.
- [3] R. Totsuka, S. Satake, T. Kanda, and M. Imai, "Is a Robot a Better Walking Partner If It Associates Utterances with Visual Scenes?," in *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Vienna, Austria, pp. 313-322, 2017.
- [4] M. Saraiji, T. Sasaki, R. Matsumura, K. Minamizawa, and M. Inami, "Fusion: full body surrogacy for collaborative communication," in *ACM SIGGRAPH 2018 Emerging Technologies*, pp. 7, 2018.
- [5] Hsin-Liu (Cindy) Kao, Deborah Ajilo, Oksana Anilionyte, Artem Dementyev, Inrak Choi, Sean Follmer, and Chris Schmandt, "Exploring Interactions and Perceptions of Kinetic Wearables" in *ACM DIS'17 Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems*, pp. 391-396, 2017.
- [6] R. Yu, E. Hui, J. Lee, D. Poon, A. Ng, K. Sit, K. Ip, F. Yeung, M. Wong, and T. Shibata, "Use of a Therapeutic, Socially Assistive Pet Robot (PARO) in Improving Mood and Stimulating Social Interaction and Communication for People With Dementia: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial," *JMIR research protocols*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [7] H. Sumioka, A. Nakae, R. Kanai, and H. Ishiguro, "Huggable communication medium decreases cortisol levels," *Scientific Reports*, vol. 3, pp. 3034, 2013.
- [8] M. Shiomi, K. Nakagawa, K. Shinozawa, R. Matsumura, H. Ishiguro, and N. Hagita, "Does A Robot's Touch Encourage Human Effort?," *International Journal of Social Robotics*, vol. 9, pp. 5-15, 2016.
- [9] M. Shiomi, A. Nakata, M. Kanbara, and N. Hagita, "A Hug from a Robot Encourages Prosocial Behavior," in *Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, 2017 26th IEEE International Symposium on, pp. to appear, 2017.
- [10] K. Terada, A. Yamauchi, and A. Ito, "Artificial emotion expression for a robot by dynamic color change," in *2012 IEEE RO-MAN: The 21st IEEE International Symposium on Robot and*

Human Interactive Communication, pp. 314-321, 2012.

- [11] S. Song, and S. Yamada, "Expressing Emotions through Color, Sound, and Vibration with an Appearance-Constrained Social Robot," in *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Vienna, Austria, pp. 2-11, 2017.