

# 空気圧アクチュエータアレイからなる 装着型触覚提示機構による歩行安定化の検討

山添 大丈<sup>1,a)</sup> 米澤 朋子<sup>2,b)</sup>

概要：これまでに我々は主に高齢者の外出時の支援を行うことを目指し、装着型ぬいぐるみロボットとそ  
のための触覚提示機構について研究を進めてきたが、身体的な不安の解決にはつながっていなかった。そ  
こで本稿では、これまで提案してきた複数の空気圧アクチュエータからなる触覚提示機構を用いた歩行安  
定化手法について検討する。歩行の安定化手法として、本研究ではライトタッチに着目し、装着型触覚提  
示機構を用いて仮想的にライトタッチを実現することにより歩行安定化を行う。

## 1. はじめに

少子化、高齢化、核家族化の進行に伴い、一人暮らしの  
高齢者が増加している。そういった高齢者の中には、単独  
での外出が不安な高齢者も多く存在している。一方、外出  
をサポートするボランティア数は十分とは言えず、さらに、  
他人を頼ることへの精神的障壁から、単独行動ができる高  
齢者であっても、結果的に家の中にひきこもってしまうこ  
ともある。ひきこもりによって、認知症などの症状の進行  
が早まるなど、多くの問題を生じる。

単独での外出活動に対する不安の原因として、身体的問  
題と認知的問題が存在する。身体的問題は、高齢になるに  
従って身体機能が低下することで、歩行中の転倒など、ケ  
ガを負ったり障がいが残ったりする危険性が增大するとい  
った問題である。認知的問題は、脳機能障害や高齢による  
物忘れや、継続的な意識保持の難しさなどにより生じる  
問題であり、例えば、複数の用件がある外出において、全  
ての用件が済まないまま帰ってきてしまったり、待ち合わ  
せ等の行くべき場所を思い出せない、または辿りつけない  
といったことが起こりうる。

これに対し、これらの問題を IT やロボットを用いて解  
決し、外出支援サービスを提供することを目指し、歩行状  
況における様々なナビゲーションシステムが提案されて  
いる [1], [2]。これらのシステムでは、ユーザに関する情

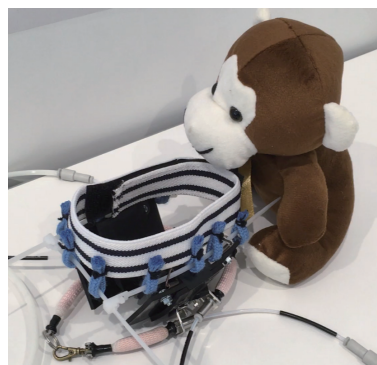


図 1 提案システム

報（主に位置情報）に基づき、ネットワークを介したサー  
ビスをスマートフォンなどで実現するもので、高齢者や障  
がい者の外出中の迷いを軽減することが期待される。我々  
も、腕に抱き付く形の寄り添い型ウェアラブルロボットを  
提案し [3]、スキンシップ表現を通じた様々なメッセージ  
の伝達を実現を目指すとともに、そのためのロボットから  
の様々な触覚表現を実現する触覚提示機構を提案してき  
た [4], [5]。しかし、これらは主に認知的問題の解決を目指  
すものであり、身体的問題は考慮されていない。

身体的問題へのアプローチとしては、パワースーツなど  
による身体機能の補完 [6] が挙げられる。また触覚刺激に  
よる安定性向上を目指した研究として、足裏や足の爪への  
振動提示により歩行安定性向上を図る研究 [7] や、ライト  
タッチを仮想的に再現することにより立位時の安定性向  
上を目指した研究 [8] なども存在する。本研究でもライト  
タッチに着目し、歩行安定化の実現を目指す。ライトタッ  
チは、壁などに軽く触れることで姿勢が安定化する現象 [9]  
である。

<sup>1</sup> 立命館大学情報理工学部  
College of Information Science and Engineering, Rit-  
sumeikan University, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

<sup>2</sup> 関西大学総合情報学部  
Faculty of Informatics, Kansai University, Takatsuki, Osaka  
560-1095, Japan

a) yamazoe@fc.ritsumeai.ac.jp

b) yone@kansai-u.ac.jp

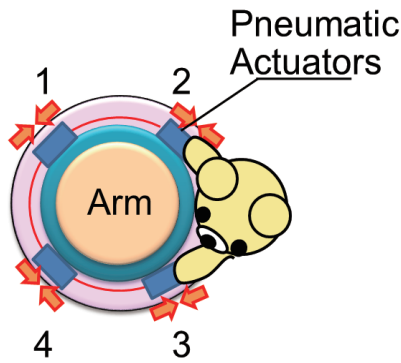


図2 空気圧アクチュエータアレイによる触覚提示機構

本稿では、これまでに提案してきたこれらの触覚提示機構を利用し、仮想的にライトタッチを実現することで、歩行を安定化させる手法について検討する。これにより、高齢者の外出における認知的・身体的両面での問題を解決できる外出支援が可能となると考えている。

## 2. 装着型ぬいぐるみロボットとその触覚提示機構

本節では、これまでに提案してきた装着型ぬいぐるみロボット [3] とその触覚提示機構 [4], [5] を紹介する。

ぬいぐるみ内部のロボットは、3自由度を持っている(頭部2自由度, 左腕1自由度)。ぬいぐるみロボットの左腕は、ユーザの腕に触れるように動くが、ロボットが腕に触れている感覚をユーザに感じさせるため、ロボットの左手の位置に振動モータを搭載している。さらに、ロボットをユーザの腕に装着するためのベルトには、圧力アクチュエータ、ペルチェ素子などを内蔵する。また、ぬいぐるみロボット内には、スピーカと3軸加速度・コンパスを搭載しており、ユーザ(とロボット)の行動検出に用いる。

図1と図2に触覚提示機構の外観と構成を示す。空気圧アクチュエータ4個からなるアレイ構造となっている。図1に示すように、装着型ロボットの装着部分になっておりユーザの上腕に装着する。アクチュエータとしては、空気圧アクチュエータ(SQUSE PM-10RF)を利用した。このアクチュエータは圧力が加わると縮まるものである。

これまでに、この機構を用いた方向提示を含む様々な触覚表現について提案してきたが、本稿では、本機構を用いた歩行安定化について検討する。

## 3. 触覚提示による歩行安定化

触覚提示による歩行安定性の向上を図る方法として、いくつかの方法が提案されているが、本研究では、坂田らの研究 [8] と同様に、仮想的にライトタッチを実現することにより歩行安定性の向上を図ることを目指す。坂田らの研究 [8] では、指先に振動モータを装着しモーションキャプチャで取得した人体の動きに応じて振動提示することで、

仮想的なライトタッチを実現し、立位での安定性向上を実現している。本研究でも同様に、ユーザの動きに応じて上腕への触覚提示を行うことにより、仮想ライトタッチのような安定性の向上が可能かを検討している。

最終的には歩行時の安定性向上を目指す。上腕への触覚提示による安定性向上効果を評価するために、まず立位時における実験システムを構築している。実験システムは、ユーザの動きを取得するRGB-Dカメラ(Kinect V2)と我々が提案する触覚提示装置、安定性評価のための床圧力センサ(バランスWiiボード)からなっており、触覚提示の有無による安定性の違いを評価する。

## 4. おわりに

本稿では、空気圧アクチュエータアレイによる触覚提示機構を用いた歩行安定化手法の検討について述べた。今後、本稿で提案した触覚提示による安定性向上について実験をすすめるとともに、歩行時への手法の拡張を進めていく。

謝辞 本研究は、科研費15H01698, 25700021の助成を受け実施したものである。

## 参考文献

- [1] H. Kaminoyama, T. Matsuo, F. Hattori, K. Susami, N. Kuwahara, and S. Abe, "Walk navigation system using photographs for people with dementia," Proc. of Human interface 2007: Part II, pp.1039-1049, 2007.
- [2] A. Tsuji, T. Yonezawa, H. Yamazoe, S. Abe, N. Kuwahara, and K. Morimoto, "Proposal and Evaluation of Toilet Timing Suggestion Methods for the Elderly", International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 5, No. 10, pp.140-145, 2014
- [3] T. Yonezawa and H. Yamazoe, Wearable partner agent with anthropomorphic physical contact with awareness of clothing and posture. ISWC2013, pp.77-80, 2013.
- [4] 山添大丈, 米澤朋子, 装着型ぬいぐるみロボットのための空気圧アクチュエータアレイによる触覚表現手法, インタラクシオン 2017, 2017.
- [5] H. Yamazoe and T. Yonezawa, A tactile expression mechanism using pneumatic actuator array for notification from wearable robots HCII2017, 2017.
- [6] K. Suzuki, G. Mito, H. Kawamoto, Y. Hasegawa, and Y. Sankai: Intention-Based Walking Support for Paraplegia Patients with Robot Suit HAL, Advanced Robotics, Vol.21, No.12, pp.1441-1469, 2007.
- [7] 酒井健輔, 蜂須拓, 橋本悠希, 足爪振動刺激を用いた足指腹錯覚提示に関する研究, VR学会論文誌, Vol.22, No.3, pp.349-357, 2017.
- [8] 坂田実, 島圭介, 島谷康司, 仮想ライトタッチコンタクトを利用した立位機能評価システム, 計測自動制御学会論文誌, Vol.52, No.8, pp.437-445, 2016.
- [9] A.M.S. Baldan, S.R. Alouche, I.M.G. Araujo, S.M.S.F. Freitas, Effect of light touch on postural sway in individuals with balance problems: a systematic review. Gait & posture, Vol.40, No.1, 1-10, 2014.