

# 装着型寄り添いぬいぐるみロボットによる被服牽引表現の検討

## Direction indicating method with pulling user's cloth by four pneumatic actuator for wearable message robot

山添大丈<sup>1\*</sup> 米澤朋子<sup>2</sup>  
Hirotake Yamazoe<sup>1</sup> Tomoko Yonezawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 大阪大学

<sup>1</sup> Osaka University

<sup>2</sup> 関西大学

<sup>2</sup> Kansai University

**Abstract:** In this paper, we propose a direction indicating method by pulling user's cloth by using four pneumatic actuators for wearable robot which makes physical contacts while it tells messages to the user. This robot is expected to help elderly people who need outings but have anxiety. The system makes haptic stimuli corresponding to the user's clothing and posture. We designed a direction indication method suitable for the wearable robot that aims to feel the direction to the user by pulling user's clothes.

### 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, 要介助の高齢者や, 単独での外出が不安な高齢者も多く存在している. 一方で, 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. ひきこもりにより, 認知症などの症状の進行を早めるなど, 多くの問題を生じさせる.

単独での外出活動に対する不安の原因には, 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, けがを負ったり障がいを残す危険があることに起因する. この問題に対するアプローチとしては, パワースーツなどの身体機能の補完 [1] が挙げられる. 一方, 認知的問題としては, 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が挙げられる. これらの問題により, 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問題が起こりうる.

これに対し, 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 [2, 4]. これらのシステムでは, ユーザに関する情報 (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, 高齢者や障がいの外出中の迷いを軽減することが期待される. しかし, ユーザ側から予定などを問い合わせなければならないなど, ユーザは常にシステムを意識する必要がある. 他人に気遣うことなく快適で安心な外出支援のためには, 寄り添い, 見守りながら, 適切にメッセージを伝える「介助者」のような役割を果たすシステムが必要と考えられる.

そこで我々は, 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, 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することを目指してきた [5, 6]. その中で, 外出時にロボットがユーザとコミュニケーションしたり, 行動を支援したりする上で, 方向提示機能が重要と考え, 被服牽引による方向提示について検討を進めてきた [7].

本稿では, 研究をさらに進め, 腕装着型の寄り添いぬいぐるみロボットのための方向提示を含む被服牽引表現手法について提案する.

### 2 関連研究

これまでに, 携帯デバイスにおける情報提示方法として, 触覚提示に関する様々な研究が行われている. 振動モータによるフィードバック [8] や方向指示 [9], 皮

\*連絡先: 大阪大学  
〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-31  
E-mail: yamazoe@osipp.osaka-u.ac.jp

膚触覚に引きずる感覚を与えたり [10], 牽引力提示デバイスに関する研究 [11] など, 様々な触覚提示手法が提案されている. これらの研究では, 振動等の触覚提示により, 通知や方向などの情報を身体的に伝えることを狙いとしている.

一方, ロボットやエージェントからの愛着表現や注意・意識を行動により表す研究 [12] や, 愛着や感情のあるコミュニケーションにおけるウェアラブルな触覚インタフェースに関する研究も存在する [13, 14]. ペットロボットに代表されるようなユーザからのスキンシップインタラクションに関しても取り扱われてきている. これに対し, 我々は特に, 擬人化表現となるロボットの動きと触覚通知表現を組み合わせることで, 触覚通知を擬人化し「ロボットからの」スキンシップ表現を実現することを目指してきた. これにより, 報知表現に愛着や注意誘導力をもたせることを狙っている.

また, ロボットをメディアとしたコミュニケーション [15] 支援に関する研究 [16] から, 情報提示端末としてのウェアラブルロボットとして手乗り型 [17] や肩乗り型 [18], 携帯型 [19] などが提案されてきている. これに対し, 本研究では, 介助者のように腕に手を添えるような状況を想定したウェアラブル触覚提示ロボットを目指している [5, 6].

### 3 装着型寄り添いぬいぐるみロボット

ここでは, まずこれまでに提案してきた装着型寄り添いぬいぐるみロボットについて紹介する [5, 6].

提案ロボットは, パートナーのような擬人化された端末として, 触覚提示部と擬人化表現ロボット部を備える. ユーザ自身の状況やロボットの表現内容に応じて, 適切にスキンシップ表現を行うため, 報知表現と愛着表現の2タイプのスキンシップ表現を用意した. また, 触覚提示の強度などを適切に調整するために, 着衣の状況 (厚さ) を計測するセンサと, ユーザの状況を推定するセンサを備えている.

これまでに, 大きく2種類のプロトタイプシステムを製作してきた (図1: 種々のセンサ・アクチュエータを含むプロトタイプシステム [5], 図2: 実証実験での利用を想定した簡略化システム [6]). 本稿で提案するシステムでは, これらのプロトタイプシステムの機能に加えて, 方向提示表現を加えることを考える.

#### 3.1 システムのコンセプト

人間同士のコミュニケーションにおける表現として, 伝達事項を伝えやすくするために行われる表現 (報知表



図1: プロトタイプシステム

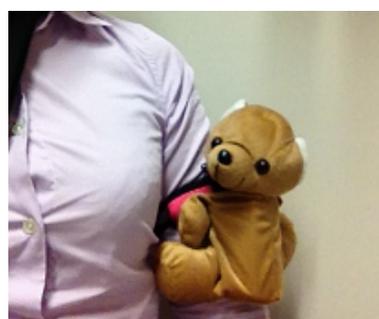


図2: 簡略化システム

現, *notification*) と愛着・感情を伝えるための表現 (愛着表現, *affection*) がある. エージェントやロボットがより人間らしいコミュニケーション表現を実現するため, これらの双方を織り交ぜて, コミュニケーション表現を行うことを考えている.

高齢者の外出をさりげなく支援する場合について考えると, 例えばトイレのタイミングなどは, いきなり大きな音声で通知するのではなく, 抱きつく・たたくなどの報知表現により, あらかじめユーザの注意を引き付けてから, ユーザのみに聞こえる小さな音声でさりげなく伝えることが望ましい. 一方で, 危険な場合などで緊急に情報伝達が必要な場合には, 情報を伝える速さや強さが重要であるため, 上記のようなステップを経るのではなく, 音声とスキンシップ表現が同時に行われることが望ましい.

報知表現と愛着表現の双方を装着型ロボットの触覚表現で表すため, それぞれの表現に対して, 擬人化されたロボットの動きと触覚刺激を組み合わせる表現をデザインした. 報知表現では, ロボットは腕を動かすと同時に, ユーザに振動刺激を提示する. 愛着表現では, ロボットはユーザの顔を見上げながら, ユーザの

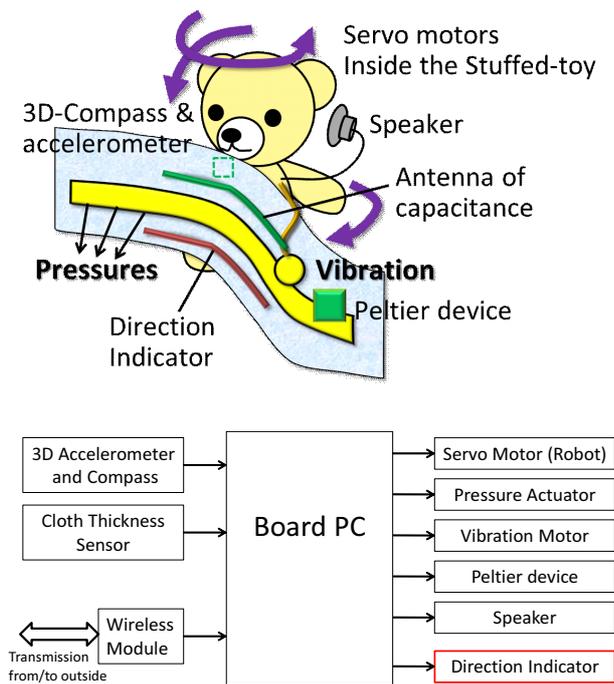


図 3: システム構成

腕を締め付ける触覚提示をすることで、抱き着いているように見せかける。

また、外出時の支援について考えると、「ここでこっちに曲がる」といったように方向を提示できることが望ましい。しかし、図 1,2 に示すように、提案システムのロボットの腕の自由度は大きくなく、ロボットの機構も複雑化するため、ロボット自身の腕によって、方向を指示することは難しい。そこで我々は、被服牽引による方向提示手法について検討を進めている [7]。

### 3.2 システム構成

図 3 に装着型ロボットの構成を示す。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、ユーザの服の厚さを計測するためのアンテナと本稿で提案する方向提示装置を内蔵する。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いる。3 軸加速度・コンパスは、ユーザとロボットの行動の検出に用いる。これら全てのセンサおよびアクチュエータは、小

型のボード PC(Raspberry Pi) に接続されている。また、小型ボード PC には、無線 LAN モジュールが接続されており、外部からのコントロールや、ユーザ状況を外部(家族等)へ伝達することも想定している。ぬいぐるみロボットは全長 21cm であり、注意誘導動作などを通じて十分存在感を表すことができるように、頭部が大きめのデザインとなっている。

提案ロボットは服の上から装着するため、適切に触覚提示を行うためには、アクチュエータの動作の強さや長さを、服の厚さに応じて調整する必要がある。そこで、タッチパネルやテルミンなどで用いられているように、人体とロボット(アンテナ)間の静電容量を用いて、服の厚さ(人体との距離)を測定する。静電容量を直接するのは困難であるため、人体-アンテナ間の静電容量からなる発振器を構成し、その周波数の変化として静電容量を測定している。得られた服の厚さに基づき、触覚提示の強さ・時間が適切に制御される。

また、ユーザの行動や状況によっても、その振る舞いを変化させる。例えば、ユーザがロボットを見やすいように腕を動かした場合には、ロボットはユーザの顔の方を向く。ユーザが歩行中、または走っているときには、何もせず腕にしがみつく。このような、ユーザの状況に応じた振る舞いを実現するため、3 軸加速度・コンパスのデータに基づき、ユーザの状況を推定している。現在は、「歩行中」、「走行中」、「静止」の 3 状態の推定が可能となっている。

### 3.3 被服牽引による方向提示手法

ここでは、本稿で提案するぬいぐるみロボットのための方向提示手法について述べる。

人はユーザの腕を引っ張って方向提示を行うことができるが、腕にしがみついている存在が、このような動作を行うのは難しい。そこで、腕を直接引っ張るのではなく、腕周囲の被服を引っ張ることによって、結果的に腕をある方向に引っばられているように感じさせることを考える。

このような動作・機構を実現するにあたり、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り、この動作を利用して、被服の牽引を行う。また、本アクチュエータの利用にあたっては、コンプレッサと圧力制御ユニットが必要であるため、方向提示部の全体の構成は、図 5 のようになっている。

図 6 には、アクチュエータ 2 個(ロボットと反対側の 2 個)を用いたプロトタイプシステムを示す。このプロトタイプシステムでは、両アクチュエータを同時に駆動する場合(図 6 左)や、片方のアクチュエータのみ

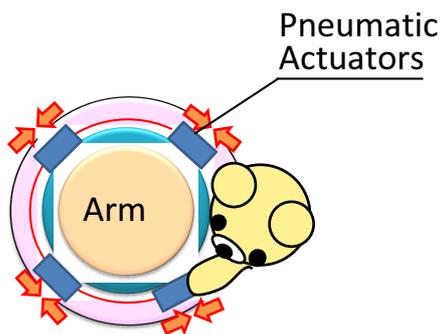


図 4: 被服牽引による方向提示 (アクチュエータ 4 個)



図 6: アクチュエータ 2 個によるプロトタイプシステム

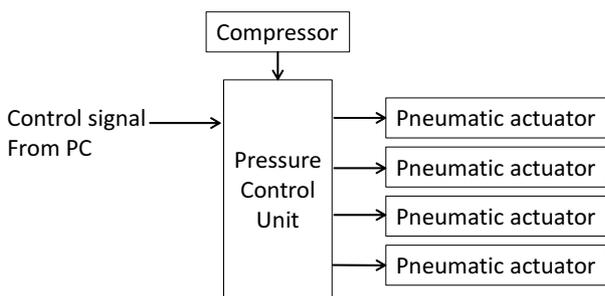


図 5: 方向提示のシステム構成

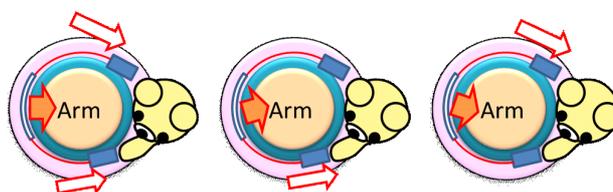


図 7: 方向提示のためのアクチュエータ駆動デザイン

駆動する場合 (図 6 中, 右) といったように, アクチュエータ駆動のパターンを変えることで, いくつかの方向提示を行うことを目指している。

今後, 被験者実験を通じて, 本手法の有効性について確認を進めていくとともに, アクチュエータ間の駆動タイミングや強度のズレによる方向提示への影響・効果についても検討を進めていく予定である。

## 4 おわりに

本稿では, ユーザの上腕に装着する寄り添いぬいぐるみロボットによる方向提示を含む被服牽引表現について提案した。寄り添いぬいぐるみロボットは, 高齢者などの外出を支援するロボットである。種々のセンサによりユーザの状況を推定し, ユーザの状況に応じたメッセージ伝達を行うことで, 外出時に寄り添う介助者のようなわかりやすいスキンシップ表現を狙っている。

今後, 本稿で提案した方向提示について実験を行うとともに, アクチュエータ間の駆動タイミングの違いや強度差の影響も踏まえたアクチュエータ駆動デザインについて検討を進めていく。また, 方向提示において適切なロボットの動作との組み合わせについても検討を進めていく予定である。

## 謝辞

本研究の一部は, 科研費 24300047, 25730114, 25700021 の助成を受け実施したものである。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] A. Tsuji, T. Yonezawa, H. Yamazoe, S. Abe, N. Kuwahara, and K. Morimoto, “Proposal and Evaluation of the Toilet Timing Suggestion Method for the Elderly,” *ICCI\*CC 12*, pp.178–185, 2012.
- [4] 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, 2014, to appear.
- [5] T. Yonezawa and H. Yamazoe, Wearable partner agent with anthropomorphic physical contact with awareness of clothing and posture. *ISWC13*, pp.77-80, 2013.
- [6] H. Yamazoe and T. Yonezawa, Simplification of Wearable Message Robot with Physical Contact for Elderly’s Outing Support. *HAI2014*, to appear.
- [7] 山添大丈, 米澤朋子, 装着型寄り添いぬいぐるみロボットのための被服牽引による方向提示手法の検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2014, pp. 615–618, 2014.
- [8] M. Fukumoto and T. Sugimura, Active click: tactile feedback for touch panels, *CHI’01 extended abstracts*, pp.121–122, 2001.
- [9] A. Cassinelli, C. Reynolds, and M. Ishikawa. Augmenting spatial awareness with haptic radar, *ISWC’06*, pp.61–64, 2006.
- [10] H. Yano, M. Yoshie, H. Iwata, Development of a non-grounded haptic interface using the gyro effect, *HAPTICS2003*, pp. 32–39, 2003.
- [11] T. Amemiya and H. Sugiyama, Haptic handheld wayfinder with pseudo-attraction force for pedestrians with visual impairments, *Proc. of ASSETS09*, pp.107–114, 2009.
- [12] H. Kozima, Infanoid: A babybot that explores the social environment, In *Socially Intelligent Agents*, pp.157–164, 2002.
- [13] L. Bonanni, C. Vaucelle, J. Lieberman, and O. Zuckerman, Taptap: a haptic wearable for asynchronous distributed touch therapy, *CHI’06 extended abstracts*, pp. 580–585, 2006.
- [14] R. Wang, F. Quek, D. Tatar, J.K.S. Teh, A.D. Cheok, Keep in Touch: Channel, Expectation and Experience, *CHI ’12*, pp.139–148, 2012.
- [15] B. R. Duffy. Anthropomorphism and the social robot. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3):177–190, 2003.
- [16] D. Sekiguchi, M. Inami, S. Tachi, Robotphone: Rui for interpersonal communication, *Proc. CHI01 Extended Abstracts*, pp.277–278, 2001.
- [17] 大隅俊宏, 藤本健太, 桑山裕基, 野田誠人, 大澤博隆, 篠沢一彦, 今井倫太, “ブログからロボットの動作コンテンツを生成するシステム TENORI の提案,” 人工知能学会全国大会, 1B2-3, 2009.
- [18] T. Kashiwabara, H. Osawa, K. Shinozawa, M. Imai, TEROOS: a wearable avatar to enhance joint activities, *Proc. CHI12*, pp.2001–2004, 2012.
- [19] T. Minato, H. Sumioka, S Nishio, and H. Ishiguro, Studying the Influence of Handheld Robotic Media on Social Communications, *Social Robotic Telepresence in ROMAN’12 Workshop*, pp. 15–16, 2012.