

柔らかいぬいぐるみロボットの開発

椎名 美奈^{*1} 青木 孝文^{*2} 長谷川 晶一^{*1}

Development of Soft feeling Stuffed Animal Robot

Mina Shiina^{*1}, Takafumi Aoki^{*2} and Shoichi Hasegawa^{*1}

Abstract – In this paper, we propose a stuffed animal robot, which have soft feeling and smooth motion. Stuffed animals are quite familiar to many people and make them comfortable. Current moving stuffed animals have a hard structure with actuators under the fur. It makes them hard to the touch and spoils comfortableness of stuffed animals. Our stuffed animal robot has moving arms and neck only composed of soft stuff such as cloth, cotton, sponge and strings. We drive them by pulling the string with actuators, which are deep inside the center of stuffed animal's body. It is judged that the person touched the stuffed animal robot by measuring the change in the tension. And the interaction of the robot is possible with the person. In this way, we achieved the soft-touch stuffed animal robot integrated into people's life. This stuffed animal robot became one of entertainment robot and mental commit robot.

Keywords : Stuffed animal robot, soft, Interaction

1. はじめに

近年、公共施設などで人と同居する人間共棲型ロボット [1] の研究や開発が盛んに行われている。例えば、SONY が発売したペットロボット AIBO [2] や柴田らにより提案されたメンタルコミットロボット PARO [3] は、動物を模したロボットとして家庭や病院等で広く使用され、人の生活に入り込んでいる。こうしたロボットは、人が接触可能な環境で長時間働くため、安全性以外に人に対して親和的な印象を与えることが重要になると考えられる。本研究における親和的とは、「親しみやすい。癒される。愛着を感じる」ということを意味する。本研究では、愛着の形成は肌ざわりの良さが重要であるという心理学の知見 [4] を鑑み、生活の中で存在に違和感がなく、触りたくなるという特徴を持つ「ぬいぐるみ」に着目した。ぬいぐるみのような外見をしたロボットとして、関口らによって開発された RobotPHONE [5] などが挙げられる。しかし、これらのロボットは機械に毛皮を被せた構造のため、触り心地は硬く、柔らかいぬいぐるみのイメージを崩し、人に違和感を与えてしまう。また、ペットと

飼い主の関係のように、人の働きかけに対して答えることでコミュニケーションをとるといようなインタラクションを行うことは、ロボットの人に対する親和性の向上に大きく関わると考えられる。そこで本研究では、ぬいぐるみ特有の触感のよさを持つ、インタラクション可能なぬいぐるみロボットの開発を目的とする。応用例として、病院や介護施設などで活躍するセラピーロボットや人を楽しませるエンターテインメントロボットなどがある。このような目的で使用できるぬいぐるみロボットを実現するために、現在までに駆動機構および計測の仕組みの確認を行った。

2. ぬいぐるみロボット

本研究で提案するぬいぐるみロボットとは、外見は縫合した布に綿をつめた一般的なぬいぐるみの形をしており、手・足・首を動かす、「柔らかい動くぬいぐるみ」である。ここで示す「柔らかい」とは、ぬいぐるみを触った時に感じる骨のない柔らかさと滑らかな動きの 2 点を指す。

本研究のポイントは以下の 3 点である。

- 駆動装置を体幹部に集約
- 可動部を柔らかい材料で構成する
- 人とのインタラクションのための認識

*1: 電気通信大学, {shiina, hase}@hi.mce.uec.ac.jp

*2: 東京工業大学, aoki@hi.pi.titech.ac.jp

*1: The University of Electro-Communications

*2: Tokyo Institute of Technology

2.1 むいぐるみロボットの機構

腕や首といった可動部の触感の柔らかさを実現するために、可動部に糸駆動機構を利用した。モータやセンサなどは体幹部に集約し、硬い要素を最小限にした。むいぐるみの可動部は、一般的にむいぐるみを作る材料と同じ布、糸、綿、スポンジ、ビーズを用いた。図1にむいぐるみロボットの構造を示す。可動部の構造は、中心にスポンジを配置し、外側を綿で囲み、さらに外側に糸を配置した。綿とスポンジの復元力の差に利用し、糸を引いても縮みにくい腕を実現した。体幹部は、糸を引くモータ、モータマウント及びフォトリフレクタで構成される。フォトリフレクタは、微小な距離の変化を計測できるセンサである。モータマウントの根元にこのセンサを配置し、さらに小さな溝を作った。人がむいぐるみの腕に触れた時、糸は常に張った状態であるため、糸が引かれると同時にモータ自体も引っ張られ、モータマウントの根元の溝の距離が微小に変化する。この距離の変化を計測することで、力センサの役割を果たしている。

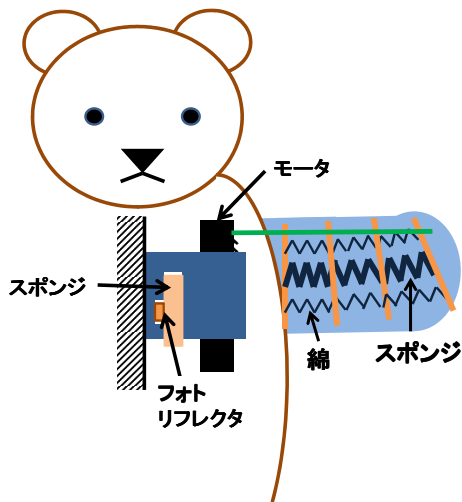


図1 むいぐるみロボット構造

2.2 むいぐるみロボットの動作制御

図2に動作制御部のシステム構成を示す。センサ情報の取得とモータの駆動処理はsh-Tinyマイコンで行う。むいぐるみの動作は糸の長さの変化を利用するため、糸の長さにあたる指令値をマイコンからモータドライバに送信し、モータの電流値を制御する。可動部の糸はモータで巻き、その回転数をエンコーダで計測する。計測された値をマイコンに返すことで、制御を行う。さらに、人

とのインタラクションを行うため、フォトリフレクタを力センサとして利用する。この力センサで計測した値をマイコンが収集する。また、必要に応じて外部にカメラを設置し、インタラクションする人の動きを撮影する。人の動きに応じてむいぐるみロボットの動作を変化させるために、カメラからの映像を取得したPCでロボットの動作を決定する処理を行い、マイコンと通信することでむいぐるみは駆動する。

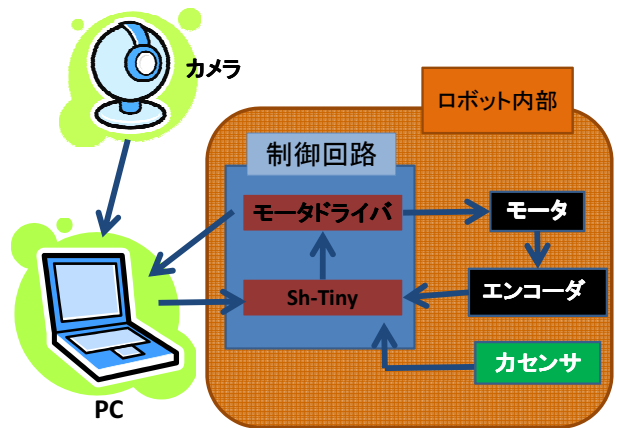


図2 システム構成図

3. むいぐるみロボットの動作実験

本研究では、製作したむいぐるみロボットの機構を評価するために腕の可動域を調べる実験及び動作繰り返し精度を調べる実験を行った。また、本研究で使用したむいぐるみロボットは座った状態で体長25cmで、片腕につき腕上部を通る糸と腕の内側を通る糸の2本を配置した。

3.1 腕の可動域

可動部の一つである腕の可動域の調査を行った。この2本をそれぞれ最小の糸の長さになるように引いたときの可動領域を図3に示す。腕上部に配置した糸を引いた場合、手先の位置は約8[cm]上がった。また、腕内側に配置した糸を引いた場合、手先の位置は約5[cm]内側に曲った。



図3 腕の可動域

3.2 繰り返し精度

本研究では、可動部の触感をよくするため綿やスポンジなどの柔らかい材料を使用している。そのため、動作をしたときの可動部のヒステリシスが大きいと考えられる。そこで、提案するぬいぐるみロボットが繰り返し動作を行った場合の手先の位置の変化を観察し、動作の繰り返しによる手先位置のずれがどの程度あるのかを調べた。腕上部に配置した糸による動作を腕上げ動作、腕内側に配置した糸による動作を腕曲げ動作とし、この2つの動作についてそれぞれ実験を行った。腕上げ動作の具体的な内容は、動作開始位置 腕を上げる 開始位置に戻すという動作を1セットとし、腕曲げ動作も同様に動作開始位置 腕を曲げる 開始位置に戻すという動作を1セットとした。繰り返し回数は、腕上部、腕内側の両糸とも20セット行った。ぬいぐるみロボットの左腕手先にマーカーをつけてあり、これをビデオで撮影し、その動画を解析することで手先に位置を計測した。その結果を図4、図5に示す。グラフの原点は、実験開始の初期位置とし、それぞれ1,5,10,15,20セット目の結果をグラフにした。ここでの座標は、いぐるみを正面にみた平面で右方向をx座標、上方向をy座標とした。また、プロット点横に記載の数字は、そのデータのセット数を表わしている。

図4より上げ動作では、ほぼ同じ位置に手先があるのが分かる。動作開始位置の平均がx座標-0.51[cm]、y座標1.19[cm]、上げ最大位置平均がx座標2.43[cm]、y座標5.81[cm]であった。繰り返した回数に注目すると、大きな位置のずれは最初の5セット以内に起こることがわかった。そこで、5セット目以降のデータで標準偏差を計算すると、動作開始位置x座標0.05[cm]、y座標0.04[cm]、上げ最大位置x座標0[cm]、y座標0.04[cm]であった。このことから、事前に動作開始の初期位置を安定させるために数回の腕上げ動作を行うことで、ある特定の動作の手先の位置を同じ場所に到達させることが可能であることがわかった。

図5より曲げ動作に関しても、具体的な数値を見ると、動作開始位置平均がx座標0.20[cm]、y座標-0.02[cm]、曲げ最大位置平均がx座標3.69[cm]、y座標0.48[cm]であった。また標準偏差は、初期位置がx座標0.11[cm]、y座標0.03[cm]、上げ最大位置がx座標0.05[cm]、y座標0.10[cm]であった。腕を曲げる動作は、上げる動作に比べ数値の変化

が大きいのが、0.5[cm]四方に収まる範囲で比較的安定に同じ手先位置に到達していることがわかった。

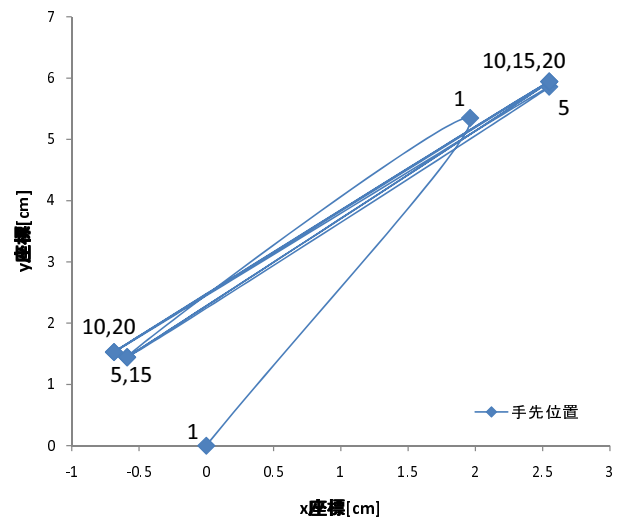


図4 上げ動作繰り返し結果

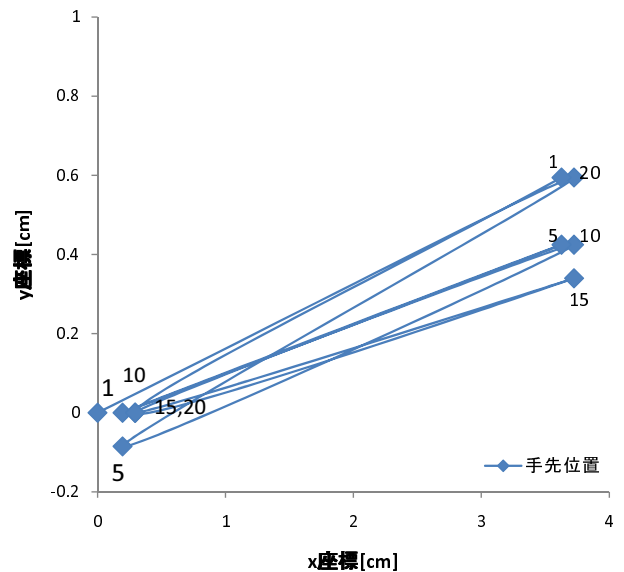


図5 曲げ動作繰り返し結果

3.3 握手動作

前項で述べた2本の糸を使用して、握手の動作を作成した。具体的には、腕を曲げる 上げる 下ろす 上げる 下ろす 腕を開くという流れで動作する。この握手動作を10セット繰り返した時の様子をビデオで撮影し、前実験と同様に左腕の手先の位置を解析した。その結果を、図7に示す。ここでの原点は、前項の実験と同様に動作開始時の初期位置で、グラフには1,3,5,8,10セット目のデータを示した。また、プロット点横に記載する数

字は、そのデータの [セット数 動作名] を表わしている。動作名と動作内容の対応を図 6 に示す。

この図から、それぞれの動作は毎回ほぼ同じ位置に手先があることがわかる。このことから、2本の糸を使用した動作をぬいぐるみロボットにさせても、毎回安定して同じ位置に手先を到達させることができることがわかった。特に、動作開始位置と動作終了位置が 0.5[cm] 四方の範囲内に収まる位置であったことから、動作開始の初期位置として実験時の初期位置は適当であったといえる。また、各位置での標準偏差を計算したところ、0.05[cm] から 0.07[cm] の範囲であり、0.1[cm] 以下のずれであった。本研究で目指すインタラクションでは、動作の意図が伝わることを目的とするため、この程度に生じる位置のずれは許容できるといえる。また、図より一連の握手動作の中で、腕を上げ下げする部分の手先の位置の差が小さいことがわかる。そのため、ぬいぐるみロボットを見た人にとって上げ下げ動作がわかりにくい。握手動作の改良として、腕を下ろしたときの位置(図7の動作名 d,f)を、腕を曲げ終えた位置(図7の動作名 b)の位置になるように糸の長さを調整する必要があることもわかった。

動作名	動作内容
a	動作開始位置
b	曲げ動作
c	上げ動作1
d	下ろし動作1
e	上げ動作2
f	下ろし動作2
g	動作終了位置

図 6 動作名と動作内容の対応

4. おわりに

本研究では、人と暮らすロボットとして、柔らかいぬいぐるみロボットを提案し、その開発を行う。本予稿では、ぬいぐるみロボットの動作のための腕の可動域及び繰り返し精度の評価について報告した。今後の予定として、センサおよび外部カメラを使用してぬいぐるみロボットと人とのインタラクションを実現し、本研究で提案するぬいぐるみロボットの触感の柔らかさが人に対する親和性を高める上で効果的に作用されているかを検証したいと考えている。

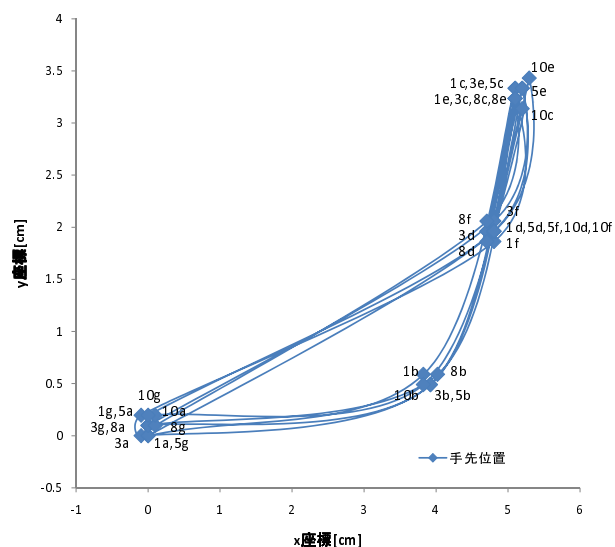


図 7 握手動作繰り返し結果

参考文献

- [1] 中田亨, 佐藤知正, 森武俊, 溝口博, ロボットの対人行動による親和感の演出, 日本ロボット学会誌, Vol.15, No.7, pp.1068-1074, 1997
- [2] <http://www.sony.jp/products/Consumer/aibo/index.html>
- [3] Takanori Shibata, An Overview of Human Interactive Robots for Psychological Enrichment, PROCEEDINGS OF THE IEEE, Vol.92, No.11, pp.1149-1758, 2004
- [4] Harry F. Harlow, The Nature of Love, American Psychologist, Vol.13, pp. 673-685, 1958
- [5] Dairoku Sekiguchi, Masahiko Inami, Susumu Tachi, RobotPHONE: RUI for Interpersonal Communication CHI 2001, Extended Abstracts, pp. 277-278, 2001

フロアプラン

