

# 芯まで柔らかいぬいぐるみロボットとのインタラクション

山下 洋平\*<sup>1</sup> 三武 裕玄\*<sup>2</sup> 高瀬 裕 加藤 史洋 須佐 育弥\*<sup>3</sup>  
長谷川 晶一 佐藤 誠\*<sup>4</sup>

## Stuffed toy robot with various reactions

Youhei Yamashita Hironori Mitake Yutaka Takase Fumihito Kato Ikumi Susa  
Shoichi Hasegawa Makoto Sato

**Abstract** – ぬいぐるみは老若男女に親しまれ、生活に溶け込み物理的、精神的に支える存在である。人はぬいぐるみとインタラクションできる生き物として想像している。実際、物語・絵本・映像ではぬいぐるみがいきものとして具現化されている作品が多数存在する。しかし、現実にはぬいぐるみがいきいきと動き、インタラクションすることはできない。そこで、我々はぬいぐるみを持つ柔らかい触感を損なわずにインタラクション可能なぬいぐるみロボットを提案する。柔らかい機構には、綿袋の周囲に糸を配置し、糸長を制御することで駆動し、腕先を任意の位置に制御する。また、糸に加わる力と綿袋に配置した静電容量センサにより外力を検出し、ロボット周囲に配置したカメラで周囲の情報を取得することで、人とのインタラクションを行う。

**Keywords** : stuffed toy,haptic interaction,soft feel

## 1 はじめに

ぬいぐるみは老若男女に親しまれ、柔らかい触感と可愛いキャラクター性によって、ままと、一緒に寝る、相談相手など様々な役をこなす。人がぬいぐるみに対してこのような行動を取るのには、人がぬいぐるみをインタラクションできるいきものとして想像しているからである。実際、物語・絵本・映像ではぬいぐるみがいきものとして具現化されている作品が多数存在する。しかし、現実世界ではぬいぐるみはあくまでぬいぐるみであり、動いたり反応することはできない。

これまでロボットにぬいぐるみの外見を持たせたアニメトロンクスやペット、ソーシャルロボット [1][3] がある。どちらも、我々が想像する世界から飛び出してきたような柔らかい動きをするが、触感は硬い。ぬいぐるみの親しみやすさは柔らかさがひとつの要因である [2][4]。

そこで、我々は柔らかい触感を維持した機構を持ち、外界情報を取得し多様な反応動作を行うことができる、ぬいぐるみロボットを提案する。

## 2 目的

本研究では、柔らかいぬいぐるみロボットを実現し、インタラクションを行い人を楽しませることで情緒的親和性を高めることを目的とする。そのために、

1. 人と親和性の高い外観と触感を実現するために、内部が柔らかく自在な制御を可能とする機構の開発を行う。
2. 外界センサ（深度カメラ）を使ったロボット周囲環境の認識と、内界センサ（触覚センサ、力センサ）を合わせて用いることで、人の動作に応じた適切な行動・動作を生成することでインタラクションを可能とする。

という方針で研究を行う。

## 3 ぬいぐるみロボットの構成

### 3.1 システム構成

提案するぬいぐるみロボットは、腕や脚の動作部、動作部を駆動するためのアクチュエータや動作部の状態を把握するためのセンサ、アクチュエータの制御やセンサの処理を行うための制御基板により構成される。図 1 に、製作した提案システムの実装を示す。電源 (Li-po バッテリ) を内蔵することで、ロボット単体での完全自律動作も可能である。

\*<sup>1</sup>東京工業大学総合理工学研究科知能システム科学専攻,yama@haselab.net

\*<sup>2</sup>東京工業大学精密工学研究所,mitake@pi.titech.ac.jp

\*<sup>3</sup>東京工業大学総合理工学研究科知能システム科学専攻,[takase,fumihito.k,susa]@haselab.net

\*<sup>4</sup>東京工業大学精密工学研究所,[hase,msato]@pi.titech.ac.jp

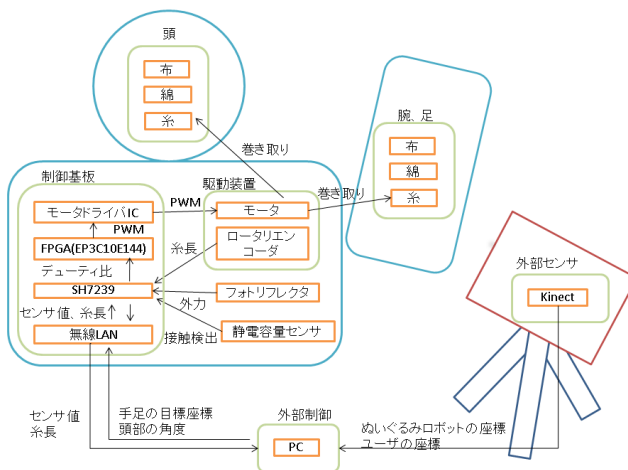


図1 システム構成

### 3.2 動作部の機構

腕、脚の動作部の構造には布・綿・糸で構成される「綿袋」を使用する。綿袋は、内側に綿を詰め、外側を筒状の布袋で囲い、外周に糸を通したものである。綿袋は糸を引くことで曲線状に変形する。糸を駆動するモータは腕の外部に配置されるため、柔らかさを維持したまま動かすことが可能になる。1つの腕に3本の糸を通すことによって、張力の合力を使用して2自由度で動かすことができる(図2)。



図2 腕の構造(左)と糸の配置(右)

### 3.3 カセンサ

柔らかさを損なわずに外力を検出するために、図3のような力センサーを使用する。モータで糸を巻いた時、モータマウントに力が加わる。モータマウントには溝を設け、そこにフォトフレクタを取り付ける。力が加わるとモータマウントが変形して溝の距離が変化する。この距離の変化をフォトフレクタで測定することで力の計測が可能となる。このようにモータマウント自体が力センサとして働くようにした。これにより動作部にセンサを入れずにぬいぐるみロボットに加わる外力が計測でき、動作部の柔らかさを維持したまま力を

計測することができる。

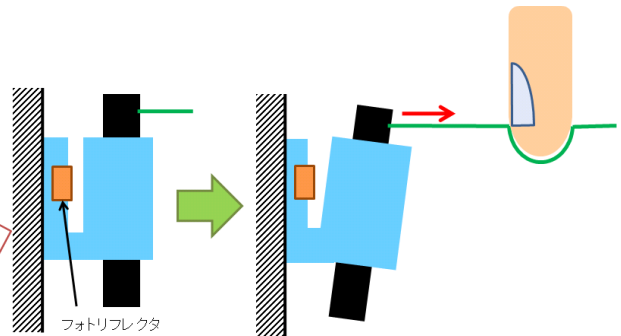


図3 センサの構造

## 4 動作生成

この節では、ぬいぐるみロボットと人がインタラクティブを行う方法について説明する。ぬいぐるみロボットの内界センサ(力センサ, 触覚センサ)と外部に設けた外界センサ(深度カメラ)を用いて、ぬいぐるみロボットの周囲の状態と、ユーザの動作を取得する。周囲の状態とユーザの動作に応じて、ぬいぐるみロボットは動作を生成し、制御する。

制御の仕組みとして三武らの提案する感覚・注意運動モデルによる動作生成手法[5]を用いる。この手法では、触覚・視覚モデル及び、選択的注意のモデルを使って、より重要な対象に視線を移動したり、触れようとしたりする動作を生成する。外界センサと内界センサから得た環境情報から、ぬいぐるみロボットにおける触覚・視覚情報を再現し、動作生成手法の入力として用いる。ユーザーは、ぬいぐるみロボットに対して、触れる、手を振るなどして、ぬいぐるみロボットの興味を惹く動作を行うことでインタラクティブを行うことが可能である。

## 5 おわりに

本研究では、柔らかいぬいぐるみロボットの全身動作を生成し、インタラクティブを行い人を楽しませることで情緒的親和性を高めることを目的とする。そのために、

1. 糸を使った機構により、芯まで柔らかく、柔軟性のある機構を持ったぬいぐるみロボットを実現した。
2. ぬいぐるみロボット内部に組み込んだ内界センサ(力センサ, 触覚センサ)の情報と、外部

に配置した外界センサ(深度カメラ)による  
周囲情報を統合することで,バーチャル世界  
のキャラクターの動作生成手法を利用して,イ  
ンタラクシヨンのための動作生成を行う.

今後は,ぬいぐるみロボットの柔らかさの評価や,  
インタラクシヨンの有効性について評価していく.

#### 参考文献

- [1] Dairoku Sekiguchi, Masahiko Inami, SusumuTachi:  
Robot-PHONE: RUI for InterpersonalCommunica-  
tion, CHI 2001, Extended Abstracts,pp. 277-278,  
2001
- [2] 井原 成男:ウニコットと移行対象の発達心理学,
- [3] STIEHL, W. D., BREAZEAL, C., HAN, K.-H.,  
LIEBERMAN, J., LALLA, L., MAYMIN, A.,  
SALINAS, J., FUENTES, D., TOSCANO, R.,  
TONG, C. H., AND KISHORE, A.: The huggable:  
a therapeutic robotic companion for relational, af-  
fective touch, In ACM SIGGRAPH 2006 Emerging  
technologies.
- [4] Harlow,H.F., The Nature of Love, American Psy-  
chologist, Vol.13, pp. 673-685,1958
- [5] 三武裕玄, 青木孝文, 長谷川晶一, 佐藤誠: 精緻な  
フィジカルインタラクシヨンにおいて生物らしさ  
を実現するバーチャルクリーチャの構成法, 日本  
バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.15, No.3,  
pp.449-458, 2010.