

## ぬいぐるみロボットのためのウェアラブルデバイス

## Wearable Devices for Stuffed Animals

長谷川 可津 (立命館大学) 正 松野 孝博 (立命館大学)  
○正 平井 慎一 (立命館大学)

Kazu HASEGAWA, Ritsumeikan University  
Takahiro MATSUNO, Ritsumeikan University  
Shinichi HIRAI, Ritsumeikan University

**Key Words:** Soft Robot, Pneumatic Actuator, Stuffed Animals

## 1. 緒言

現在, 認知症患者[1]や精神的疾患を抱えている患者[2]の数が多く増えており, 今後も増えると予想されている. そのような患者のセラピーとしてぬいぐるみロボットが使用されている. ぬいぐるみのセラピーロボットの代表としてアザラシ型ロボット「パロ」が挙げられる. パロの実証実験では, 認知症患者がパロと触れ合うことで不安や鬱の低減, 症状の改善が見られた[3]. また猫型セラピーロボット「ちょぼにゃん」の実験では, ただのぬいぐるみより動作や音声などの反応があるぬいぐるみロボットの方がセラピー効果も高いことがわかった[4]. その際に使用されるぬいぐるみロボットは, 内部にモータやワイヤ駆動機構のアクチュエータが内蔵されており, 硬くて重い. 一方, ぬいぐるみロボットは柔らかい方がセラピー効果も高いという研究データもあり[5], 柔らかいロボットが望まれている.

そこで本研究では, アクチュエータを搭載したウェアラブル服をぬいぐるみに着せることで, 見た目も手触りも柔らかいぬいぐるみロボット機構を開発することを目的とする.

## 2. 空気圧

### 2.1 人工筋を使用する目的

本研究では, ぬいぐるみロボットの見た目と手触りのギャップを小さくするために人工筋を用いた. 人工筋はぬいぐるみの一部分に装着するだけでぬいぐるみを動かすことができる. このことからぬいぐるみの柔らかさが損なわれる箇所を最小限にできると考えた.

### 2.2 人工筋の評価実験

編み方の異なる 10[cm]の人工筋を 3 種類製作し, 実験を行った. 種類はストレート, 稲穂結び, 三つ編みである. 加えた圧力は 0.45[MPa]である. 図 1(a), 図 1(b)はストレートの加圧前と加圧後の状態である. 図 1(c), 図 1(d)は稲穂結びの加圧前と加圧後の状態である. 図 1(e), 図 1(f)は三つ編みの加圧前と加圧後の状態である.

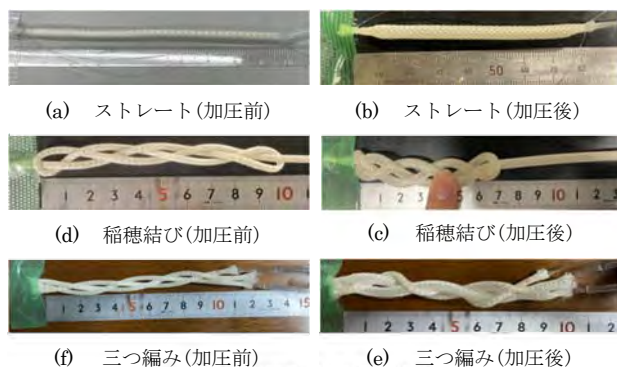


図 1 空気圧人工筋の収縮

ストレートは 8.3[cm]に, 稲穂結びは 7.0[cm]に, 三つ編みは 8.3[cm]に収縮した. このことから, 同一距離ならば全長が長ければ長いほど圧縮率が大きいことがわかった.

### 2.3 布状にした人工筋の評価実験

人工筋とアクリル紐を株式会社 s-muscle[6]で紹介されている編み方で編んだ. 大きさは縦 10[cm], 横 15[cm], 加えた圧力は 0.45[MPa]である. 結果を図 2 に示す. 布の端が持ち上がり湾曲した.



図 2 布状にした人工筋

## 3. ぬいぐるみロボット

### 3.1 コンセプト

本研究のコンセプトは, 駆動力を持たせた服を着せるだけで自分のオリジナルぬいぐるみロボットを製作することである. 服を着せるという単純な作業のみで長年自分の愛用しているぬいぐるみを解体することなく動かすことが可能になっている.

### 3.2 目標動作

目標とする動作は手を振る動作である. 垂直運動と水平運動の二種類の動作を対象とする. 手を振る動作の目標値は, 垂直運動が図 3(a)のような 90° 外転, 水平運動が図 4(a)のような 90° 内旋とする. この角度は公式画像である図 3(b)[7]と図 4(b)[8]を参考に設定した.

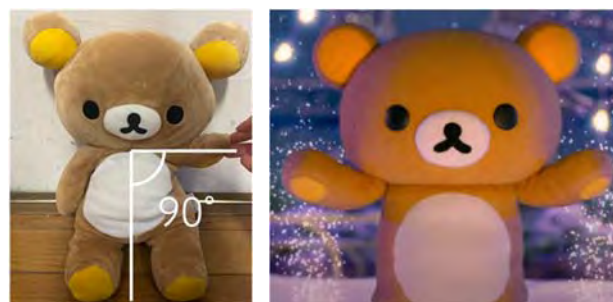
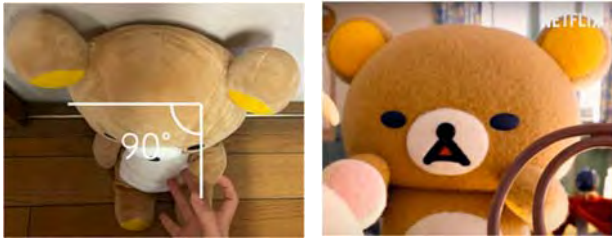


図 3 腕の垂直運動



(a) 目標値 (b) 参考動画[8]

図 4 腕の水平運動

### 3.3 腕のモーメント計算

ぬいぐるみの腕のモーメント計算を行った。ぬいぐるみの腕のパラメータを表 1 に示す。腕は片持ち梁とし、荷重は等分布荷重とする。綿の密度を $\rho$ 、ぬいぐるみの腕の長さを $L$ 、ぬいぐるみの腕の横幅を $b$ 、ぬいぐるみの腕の厚さを $h$ とする。単位長さ当たりの荷重( $w$ )は

$$w = bh\rho g \quad (1)$$

と表される。曲げモーメント( $\mathcal{M}$ )は

$$\mathcal{M} = \frac{wL^2}{2} \quad (2)$$

と表される。表 1 のパラメータを代入すると

$$w = 0.143[\text{N/m}] \quad (3)$$

$$\mathcal{M} = 5.66 \times 10^{-4}[\text{N} \cdot \text{m}] \quad (4)$$

となる。

表 1 ぬいぐるみの腕のパラメータ

体積	3574[cm <sup>3</sup> ]
質量	374[g]
綿の密度( $\rho$ )	10.7[kg/m <sup>3</sup> ]
長さ( $L$ )	89[mm]
横幅( $b$ )	44[mm]
厚さ( $h$ )	31[mm]

### 3.4 荷重実験

図 5(a)のような人工筋の量を 3 倍にした布を製作し、荷重実験を行った。布の端を固定し、端から 10[cm]の場所にフォースゲージをつけた。結果を図 5(b)に示す。結果は 3.15[N]だった。これをモーメントにすると 0.315[N・m]なので、先ほど求めた必要なモーメントより大きいことがわかった。



(a) 人工筋 (b) 荷重実験

図 5 人工筋を 3 倍にした布

### 3.5 垂直運動

先ほどの布をぬいぐるみに実装した。図 6(a)は加圧前の様子である。実装結果を図 6(b)に示す。目標である 90° 外転させることができた。



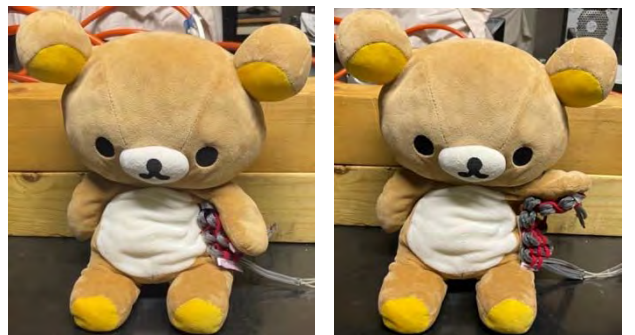
(a) 加圧前 (b) 加圧後  
図 6 人工筋を 3 倍にした布を実装した垂直運動

服に搭載するために大きさを変え、黒い人工筋で製作した布が図 7(a)である。大きさは縦 4[cm]、横 15[cm]、加えた圧力は 0.45[MPa]である。図 7(b)は荷重実験の様子である。結果は 3.52[N]だった。これをモーメントにすると 0.352[N・m]なので、先ほど求めた必要なモーメントより大きいことがわかった。図 8(a)は加圧前の様子である。実装結果を図 8(b)に示す。目標である 90° 外転を実現することができた。



(a) 人工筋 (b) 荷重実験

図 7 大きさを変えた布状にした黒い人工筋



(a) 加圧前 (b) 加圧後  
図 8 大きさを変えた布状にした黒い人工筋を実装した垂直運動

実際に服に装着して実験した様子を図9に示す。服に装着しても目標である90°回転を実現することができた。



図9 大きさを変えた布状にした黒い人工筋を服に装着した垂直運動

### 3.6 水平運動

稲穂結びにした人工筋を装着した。図10(a)は加圧前である。結果を図10(b)に示す。人工筋の長さは短くなっているものの、ぬいぐるみ内部の綿が収縮してしまいしか内旋しなかった。



(a) 加圧前 (b) 加圧後  
図10 稲穂結びにした人工筋を装着した水平運動

垂直運動と同様に大きさを変えた、黒い人工筋で製作した布を腕の横側に装着した。図11(a)は加圧前である。結果を図11(b)示す。こちらもぬいぐるみ内部の綿が収縮してしまい55°しか内旋しなかった。



(a) 加圧前 (b) 加圧後  
図11 大きさを変えた布状にした黒い人工筋を実装した水平運動

## 4. 結言

本研究ではぬいぐるみロボットのためのウェアラブルデバイスを考案した。結果、腕を垂直方向に90°外転することは実現することができた。しかし腕を水平方向に90°内旋することは実現できず、結果は55°しか内旋しなかった。原因として、ぬいぐるみは綿という柔らかい素材でできているため、力に弱く、変形しやすいからだと考えた。今後は、ぬいぐるみの形や柔軟性などの特性に応じて可能な動作を線引きしていく必要がある。

## 5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費、新学術領域研究「ソフトロボット学」21H00333 の助成を受けた。

## 参考文献

- [1] 「リスクに備えるための生活設計」, <https://www.jili.or.jp/lifeplan/lifeseurity/1105.html>
- [2] 「ホウカンジョブ」, <https://houkan-job.com/articles/shigoto/5162/>
- [3] 「高齢者介護を支援するアザラシ型ロボット・パロ」, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieiej/37/9/37\\_660/\\_pdf-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieiej/37/9/37_660/_pdf-char/ja)
- [4] 「ストレス緩和効果向上におけるインタラクションの重要性」
- [5] 「ロボット・セラピーにおける柔らかい触感の重要性」, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjske/advpub/0/advpub\\_TJSKE-D-18-00037/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjske/advpub/0/advpub_TJSKE-D-18-00037/_pdf)
- [6] 「人工筋肉の研究開発/設計/販売/応用」, <https://www.s-muscle.com/>
- [7] 「Netflix オリジナル・シリーズ「リラクマとカオルさん」エピソード9」
- [8] 「Netflix オリジナル・シリーズ「リラクマとカオルさん」エピソード6」