

# 綿・糸・布を利用したテクスタイルコンピューティングの研究

理学専攻・情報科学コース 富永 祐衣

## 1 はじめに

我々の生活空間には、ベッドや、休憩時に座るソファやそこにおいてあるぬいぐるみなど、柔らかい素材が溢れている。その一方、家電やPCをはじめとした電子機器の入出力インタフェースの多くは固い素材で作られている。そこで本研究では、綿・糸・布といった柔らかいテクスタイルを活用した入力インタフェース「ふわもにゅインタフェース」を提案する。本稿では、ふわもにゅインタフェースのセンサシステムの実装と検出可能な操作、その応用について述べる。

## 2 ふわもにゅインタフェース

### 2.1 ふわもにゅとは

本研究で使用する「ふわもにゅ」とは、ぬいぐるみやファー小物などの表面が毛で覆われたものに触れたときに感じる「ふわふわ」感と、コットンやパウダービーズなどを内包するクッションを抱きしめた時に得られる「もにゅもにゅ」感を兼ね備えているという意味を持った表現である。

### 2.2 コンセプト

ふわもにゅインタフェースの主要なコンセプトは、以下の3点である。

- ふわもにゅ感を活かした入力操作
- 素材の質感／外観を阻害しない
- 既存の手芸技術の活用

第一点は、ふわふわ／もにゅとした柔らかさを活かした入力操作を行う点である。例えば、図1のように手で押ししたり、撫でたりする入力操作を実現する。ふわもにゅインタフェースでは、ただ柔らかいだけではなく、ずっと触っていたいと思えるような質感にこだわりを持って、前章のように「ふわもにゅ」という概念を提唱している。

第二点は、ぬいぐるみなどの外観や質感を阻害せずに組み込む点である。一見するとただのぬいぐるみに見えることで、普通のぬいぐるみと同じように扱えるようなシステムを目指す。

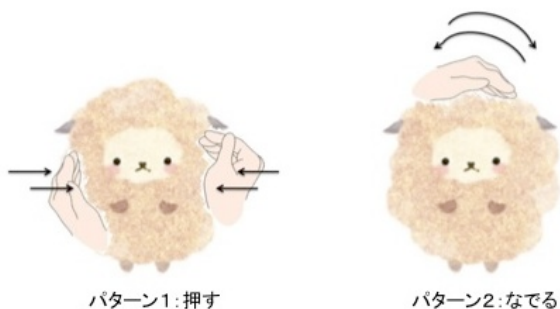


図 1: ふわもにゅインタフェースの操作イメージ

第三点は、幅広く普及している既存の手芸技術を活用することである。本研究では、「フェルト手芸」という手法に着目した。フェルト手芸は、図2のようにフェルト羊毛という綿を用いて、様々なやわらかい雑貨やぬいぐるみを作成する。具体的には、(1) フェルトリング用ニードルという針で差し固める、(2) フェルト羊毛を石鹼水につけてこする／乾かすことで繊維を縮める、という2種類の方法がある。なお、後者の手法を用いた方が、より繊維が縮まり、目の詰まったしっかりしたフェルトを作ることが出来る。このようにふわふわと柔らかく、様々な形を形成でき、温かみのある作品に仕上がるフェルト手芸は「ふわもにゅ」な質感にこだわった本研究に有用と考えた。

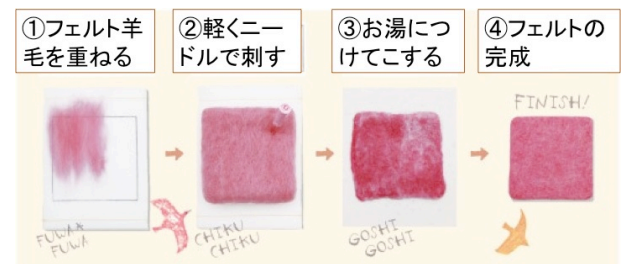


図 2: フェルトの作成方法

## 3 実装

### 3.1 ふわもにゅマトリクス

まず、ふわもにゅインタフェースの操作として、やわらかい毛糸素材を「撫でる」操作に焦点を当て、その機能を検証するためのプロトタイプ「ふわもにゅマトリクス」を試作した(図3)。ふわもにゅマトリクスは、フェルト羊毛で作成したやわらかな土台(10 cm × 10 cm)と、導電性繊維とフェルト羊毛を混ぜた9個の導電毛玉、及びこれらの制御基板から構成される。土台には、3cm 間隔で縦横3列ずつ導電性の糸をミシンで縫い込んだ。マトリクスの縦糸と横糸は接触しないように工夫し、9個の格子点上(図3の桃色の丸部分)に導電毛玉を置き、その周りをフェルト羊毛で囲んで差し固めた。導電毛玉は押しこむことで抵抗値が変化する。導電毛玉と通常の羊毛フェルトの質感はほとんど違いがないため、システムの外観や手触りを阻害しない。

上記のふわもにゅマトリクスは、制御基板上のマイコン(Arduino Uno)から制御される。マイコンでは、導電毛玉の抵抗値の変化から、押し込まれた場所と押し込み具合を認識し、動作確認用のLEDを駆動したり、PCにシリアルポート経由で出力することで汎用的に活用できる設計とした。なお、土台と制御基板の接続には、一般的な圧着コネクタを用いている。

### 3.2 導電布を用いた基板設計

土台部分の配線を導電糸縫製で作成したところ、糸が緩む／ほつれる等して、隣りの糸とショートして

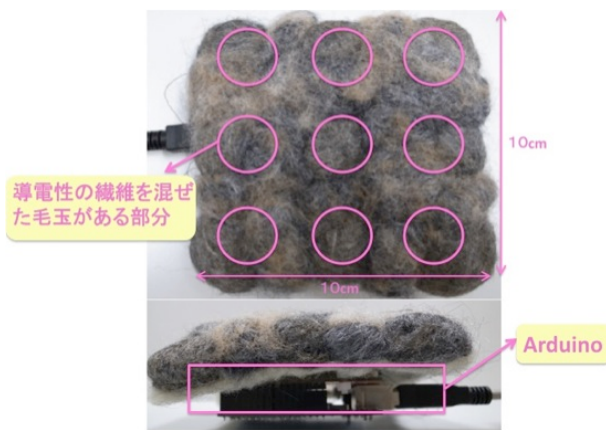


図 3: ふわもにゅインタフェースの外観

しまう問題が生じた。さらに、土台と制御基板の接続部も、一般的な圧着コネクタでは取回しが悪く、ショートしやすい問題があった。そこで、図 4 のように導電布を用いて土台を試作した。これは、レーザーカッターで切った導電布と正方形 (14cm × 14cm) に構築したフェルト羊毛を図 4 のように挟んで、石鹼水につけて乾燥し、1 枚のフェルトにまとめたものである。これにより縦方向の導電布と横方向の導電布が別々の階層にある為、ショートする心配がない。なお、導電布はフェルトの中に挟まれているため、制御基板や導電毛玉と接続するためには、フェルトの表面に導電布との接触面を作る必要がある。そこで導電系による刺繍や金属スナップボタンを用いて接点とした。

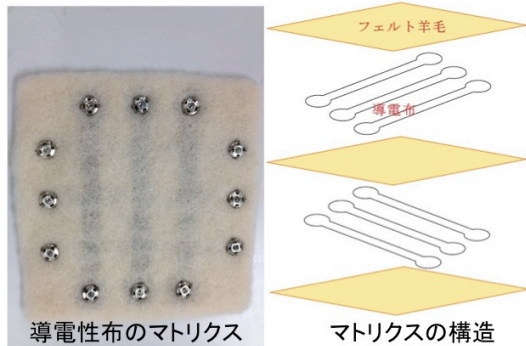


図 4: 導電布を用いたフェルト基板と構造図

#### 4 議論

3.2 で述べたフェルト基板は、導電の布をレーザーカッターで切ってフェルトに挟んでいる。またここで用いたフェルト作成方法は、工業生産されているフェルト布と基本的には同じ方法である。これにより、通常の印刷回路基板 (PCB) と同様の配線方式をやわらかい布の上に実現できると考えている。

今後、ぬいぐるみなどにふわもにゅインタフェースを組み込んでいく予定である。現在、図 5 のようなフェルト羊毛のぬいぐるみを作成しており、ぬいぐるみの各所にふわもにゅマトリクスの技術を活用した導電毛玉を、中の空洞に基板部を取り付ける。その際、マイコンの小型化、バッテリー動作、無線化なども並行して進める。また、現在はセンサのみを対象として



図 5: ふわもにゅインタフェースをの組み込みを想定したぬいぐるみ

いるが、ふわもにゅした触感を保てるアクチュエータについても同時に検討を進め、柔らかい手ざわりを活用したより効果的なアプリケーションを提案していきたい。

#### 5 関連研究

近年、クッションやぬいぐるみといった柔らかい素材を用いたインタフェースの研究が盛んになされている。例えば、Grant ら [3] はフェルトに導電性の糸を縫い付け、これを可変抵抗として扱うことで柔らかいスイッチを開発した。Baudisch ら [1] は、柔らかい布で光学式マウスの中身を包んだ手触りの良い入力デバイスを開発した。平松ら [2] は、ボール型の柔らかいコントローラを開発した。米澤ら [4] は、ぬいぐるみの内部に 7 種類のセンサを取り付けた。箕ら [5] は、綿を内包した柔軟体にセンサを入れることで、「たたく」「つぶす」といったインタラクションを検出するシステムを提案している。

#### 6 まとめ

本研究では、ふわふわした柔らかい触感に着目した入力インタフェース「ふわもにゅインタフェース」を提案し、フェルト羊毛の間に導電性の糸や布などを複数重ねてタッチセンサとするプロトタイプ、ふわもにゅマトリクスを試作した。今後は議論で述べたような課題に取り組みつつ、システムを改善していきたい。

#### 参考文献

- [1] P. Baudisch, M. Sinclair, and A. Wilson. Soap: a Pointing Device that Works in Mid-Air. In Proceedings of UIST '06 (technote), Montreux, Switzerland, Oct 15-18, 2006, pp. 43-46.
- [2] R. Hiramatsu. PUYO-CON. In Proceedings of SIGGRAPH ASIA '09 Emerging Technologies, pp.81-81. ACM, 2009.
- [3] Lara 's itp blog Thesis, <http://laras-home.com/itpBlog/thesis/>
- [4] T. Yonezawa, B. Clarkson, M. Yasumura, K. Mase. Context-aware Sensor-doll as a Music Expression Device, In Extend. Abst. Of CHI '11, pp. 307-308. ACM, 2011.
- [5] 箕 豪太, 杉浦 裕太, 杉本 麻樹, 稲見 昌彦: 綿を内包した柔軟体を用いた日常生活に溶け込むインタフェース, WISS '10, pp. 89-94. (2010)