

# 機能の付与・変更が可能な 衣服型入力装置と布製タッチスイッチの提案

阿部 誠<sup>1</sup> 阪口 紗季<sup>2</sup> 堤 修平<sup>2</sup> 松下 光範<sup>1,a)</sup>

**概要:** 既存の布を用いた衣服型のウェアラブルデバイスは、ユーザが装着する上でデバイスによる装着感を感じない素材でできているが、付加できる機能が限定され、汎用性に欠けるというデメリットがある。これに対し本研究では、布が持つ柔らかさを保持しつつ、ユーザによって衣服への機能追加や変更が可能なウェアラブルな入力装置を提案する。提案システムは、着脱可能な布製の衣服型端末と、複数の布製タッチスイッチで構成され、衣服型端末にスイッチを貼付することによって機能を付加し、貼付したスイッチに触れることによって、付加した機能の ON/OFF の状態を切り替えることができる。これにより、衣服に付加できる機能のバリエーションを増やすことを試みた。

## A Wearable Input Unit Using Addable Touch Switches Made With Clothes

ABE MAKOTO<sup>1</sup> SAKAGUCHI SAKI<sup>2</sup> TSUTSUMI SYUHEI<sup>2</sup> MATSUSHITA MITSUNORI<sup>1,a)</sup>

**Abstract:** This paper proposes a wearable input unit that allows a user to add or change some functions to clothes. The proposed system consists of a wearable device like a cloth and some touch switches made with clothes. By attaching the touch switch to the wearable device, a user can add a function. And by touching the switch, the added function works. We aim to increase kinds of functions applied to the wearable device made with clothes.

### 1. はじめに

近年、コンピュータの小型化・軽量化の実現に伴い、スマートフォンなどのスマートデバイスの他、ウェアラブルデバイスの増加が進んでいる。ウェアラブルデバイスは、身に着けて操作することの出来るデバイスで、時計型や眼鏡型と様々な形状のものがある。ウェアラブルデバイスは、スマートフォンと違い、使用時にわざわざ端末を取り出す必要がないという利点がある。その反面、機械感や装着感を感じさせるような硬い素材を使用したものが多い。ウェアラブルデバイスの中には、衣服型のものが存在する。衣服型のウェアラブルデバイスは、布で出来ているた

め柔らかく、装着感が少ない。衣服を用いたウェアラブルデバイスは、健康・医療分野での支援を主な目的とし、呼吸や脈拍をセンシングするものや、広告や宣伝のために、衣服に LED を取り付けディスプレイとして情報を表示するものが存在する。しかし、現在の衣服のウェアラブルデバイスは、普段身に着ける衣服のように、ファッションとしての装飾を楽しむことが出来ない。また、付加できる機能が限定されるため、ユーザ自身が操作し、必要な情報を選択して入手することができず汎用性に欠ける。

そこで本研究では、柔らかな素材である布を用いた、ユーザ自身によって、付加機能を選択可能、且つファッションとしても利用できるウェアラブルな入力装置を提案する。

### 2. 関連研究

衣服を用いた入力装置として、大佐賀らの研究が挙げられる。ウェアラブルデバイスのための新しい入力手法 [1]

<sup>1</sup> 関西大学 総合情報学部

Faculty of Informatics, Kansai University

<sup>2</sup> 関西大学大学院 総合情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kansai University

a) mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

は、パーカや上着などの羽織物の衣服でよく使われる、線ファスナーを利用したアナログ入力デバイスで、線ファスナーを縫い付けた導電糸間にスライダーを通し、ファスナーを開閉したときのスライダーの位置により抵抗値が変化しファスナーの開閉度を認識している。これは衣服に付属している物を入力装置としており、布との親和性が高く装着感が少ない。しかし一方で、ユーザが自身の好みでウェアラブルデバイスに付加する機能を選択できるものではない。

RalphLauren のスポーツウェアに PoloTechShirt<sup>\*1</sup> がある。これは、ジャイロ스코ープや加速度センサーを利用し、体の動きや向きを捉え、心拍数や呼吸、カロリー消費量やストレスレベルなどを割りだすことができる。バイオセンサー圧縮素材を衣服に織り込む繊維に使用し、シャツ自体がセンサーの役割をするため、デバイスとしての装着感は少ない。究極のウェアラブルシステムの開発 [2] は、センサ機能を有する布で、人の動きや心拍などを計測する。これらのシステムは、衣服を用いた日常生活での生体情報を読み取るシステムであり、ユーザが利用できる機能は限定されている。

他に、布をセンシングしたものとして、NeedleUseInterface が挙げられる [3]。これは手縫いという行為を支援するシステムで、階層的に重ねた導電性の布を用いることによって、縫い針が布に対して刺さった位置や向き、布の上下どちらから針を刺したかも検出できる。このように、導電性の洋裁用の素材を用いてセンシングする手法が存在する。

### 3. 提案手法

#### 3.1 衣服への機能の付加

本研究では、柔らかく衣服に馴染む素材である布を使用した、ウェアラブルな入力装置を提案する。提案システムでは、複数の布製タッチスイッチ（以下、布スイッチ）と、着脱可能な布製の衣服（以下、衣服型端末）を使用する。それぞれには洋裁用のスナップボタンが取り付けられているため、布スイッチを衣服型端末に貼り付けることができる。また、衣服型端末には布スイッチの貼付が可能な部分が複数用意され、それぞれの布スイッチには異なるデザインと機能を持たせている。そのため、ユーザは好みの布スイッチのデザインもしくは機能を選び、衣服型端末上の貼付部分に貼り付けることによって、衣服への装飾と機能の付加が可能になる。また、布スイッチに手で触れることによって、付加した機能の ON/OFF の状態を切り替えることができる。

#### 3.2 付加した機能の変更

上述した布スイッチの種類と、衣服型端末の貼付部分の

<sup>\*1</sup> <http://www.ralphlauren.com/shop/index.jsp?categoryId=46285296>



図 1 貼り付け方



図 2 使用イメージ

組み合わせによって、付加する機能を変更することが可能である。それぞれの布スイッチには異なる値の抵抗を付加し、衣服型端末に貼付された布スイッチの識別を行えるようにする。これにより、布スイッチ A を貼付部分 A に貼り付けたとき、布スイッチ B を貼付部分 A に貼り付けたときで異なった機能を持たせることができる。このように、同一の貼付部分に対して貼り付ける布スイッチの種類を変えることによって、機能を変更することができる。さらに、衣服型端末に用意した複数の貼付部分はそれぞれ別で読み取りをしているため、同一の布スイッチを貼付する部分を変えることによっても、機能を変更することができる。また、複数の布スイッチを衣服型端末に貼付し、それぞれで機能させることも可能である。貼付部分の数と布スイッチの種類を掛け合わせた分、インタラクションのバリエーションを増やすことができる。

### 4. 実装

本章では、提案システムの実装と布スイッチの識別方法に関して述べる。

#### 4.1 布スイッチと衣服型端末

実装にあたり、布スイッチを貼付するための衣服型端末と、衣服に貼付する 4 種類の布スイッチを作成した。それぞれの布スイッチには、異なる値の抵抗が付加されており、

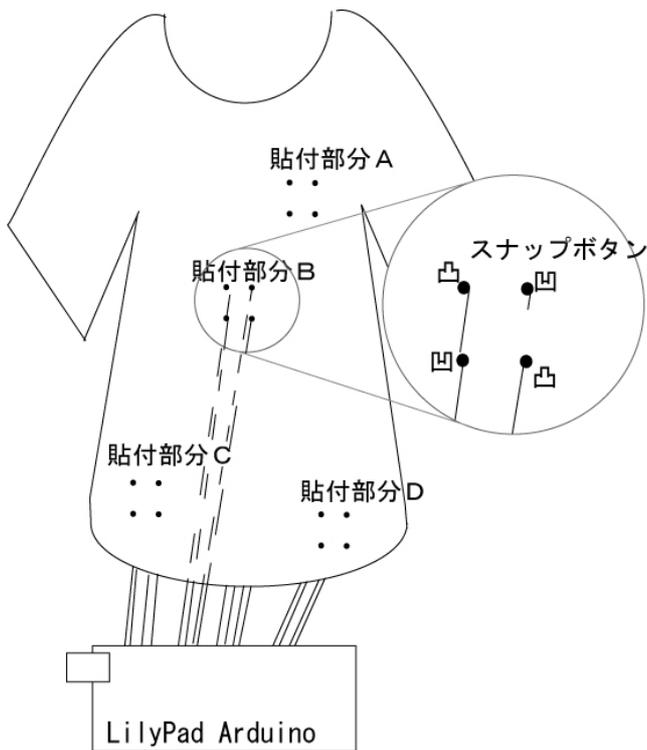


図 3 衣服型端末

衣服型端末に貼付したときの抵抗値の違いによって、識別できる。

図 3 に衣服型端末の構成を示す。4つのスナップボタンを四角形を描くように縫い付ける。スナップボタンは、凹凸の面が対角線上で同じになるように取り付けており、それぞれがペアになり動作する。1組は、布スイッチに取り付けた抵抗による電圧を計測し、スイッチの種類を識別する。この組のスナップボタンは、右上と左下に凹面をとりつける。もう1組は、静電容量の値を計測し、布スイッチに指が触れたかどうかを検出する。この組のスナップボタンは、左上と右下に凸のものをとりつける。静電容量とは電荷の蓄えられやすさを表す量であり、2つの電気を通すものの距離が離れば減少し、距離が近づけば増加する。人体も微量な電気を溜めることから、指を近づけ触れることによって、静電容量の値は変化する。この値を計測することにより、タッチスイッチとしての役割を果たすことができる [4]。このとき、人が電気を溜めることができる容量は小さいため、抵抗を通す必要がある。両組とも、左側がプラス極、右側がマイナス極となる。これらの動作の制御には、LilyPadArduino[5]を使い、電圧の値の変化からスイッチの識別と、静電容量の値の変化から、ユーザの手が触れたことの識別をしている。

図 4 に衣服型端末に貼付する布スイッチの構成を示す。スイッチは、貼り付けるときに、たゆんだり曲がったりすることで、貼りづらくなならないよう、厚手の布で作成する。今回はフェルト生地を使用した。同じ形に切り取ったフェルト生地を2枚用意し、1枚の四隅にスナップボタンを縫い

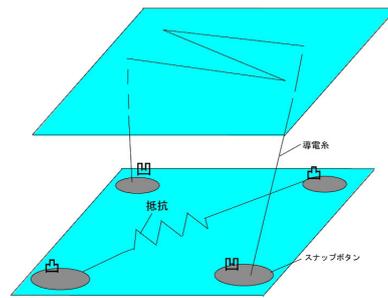


図 4 布スイッチの構造

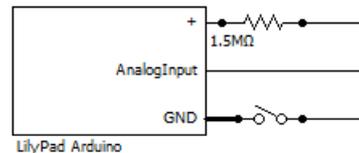


図 5 布スイッチ識別の回路図

糸で取り付ける。そのうちの右上のスナップボタンと左下のスナップボタンの間に抵抗を配置し、導電糸で縫い付ける。スナップボタンは、上述した衣服型端末の貼付可能部分に対応し、凸面をとりつける。指が触れたことを検知するタッチスイッチ部分の実装は、先ほどとりつけたスナップボタンの左上から右下にかけて、導電糸を縫い付ける。このとき指でタッチする面を作るため、2枚目のフェルトの表面に導電糸が出るようにする。スナップボタンは、衣服型端末の貼付可能部分に対応し、凹面をとりつける。2枚のフェルトの貼り合わせがずれないように、端を縫い糸で縫い合わせ補強する。同じ構成で、異なる値の抵抗を内蔵したものを4種類作成した。

#### 4.2 布スイッチの識別

布スイッチの種類識別には、布スイッチに取り付けた抵抗による電圧の差を測定する。スイッチに内蔵する抵抗として、330K Ω、820K Ω、2.2M Ω、3.9M Ω の4種類を用意した。

それぞれの抵抗を内蔵した布スイッチを衣服型端末上の貼付部分に貼り付け、LilyPadArduinoのアナログピンにかかる電圧を読み取る。このとき電圧の大きさを表す戻り値として表示されるのは、0から1023までの整数であり、実際の電圧の値は参照電圧によって異なる。0が0V、1024が参照電圧に相当するが、返却されるのは1023までである？。抵抗を内蔵した布スイッチを接続すると電圧の戻り値が表示されるが、このとき不必要な値のぶれを減らすため、プログラムによって数値を平均化している。図5に示すように、今回は1.5M Ωの抵抗を+ピンに接続し、布スイッチを接続しない状態の電圧を参照電圧とした。このときの電圧の戻り値は最大で1023であるが、先述した数値の平均化によって、1009~1015の値が返される。330K Ω

の抵抗を内蔵した布スイッチを接続したときの電圧の戻り値は 168~192 で、3.9 M $\Omega$  の抵抗を内蔵した布スイッチを接続したときの電圧の戻り値は 736~753 であり、抵抗値が上がるのに比例して戻り値も高くなる (表??). これは接続する抵抗を大きくすることにより、図 5 中に示す GND 側の電圧が小さくなる分、アナログピンにかかる電圧が大きくなるためである. 表??に示すように、これらの抵抗によるそれぞれの電圧の戻り値は重複なく異なるため、布スイッチの識別が可能である. また、布スイッチの識別を行った上で、布スイッチにかかる静電容量の値を計測することによって、ユーザの指が触れたかどうかを検出することも可能である.

表 1 抵抗による電圧の戻り値

抵抗	電圧の戻り値
なし	1009~1015
330 K $\Omega$	168~192
820 K $\Omega$	352~379
2.2 M $\Omega$	597~613
3.9 M $\Omega$	736~753

### 4.3 アプリケーション

プロトタイプとして貼付した布スイッチの識別を行い、ディスプレイ上にグラフィックを表示するアプリケーションを実装した. 猫, 犬, ゾウ, ライオンの 4 種類の動物の形をした布スイッチを制作し、それぞれ異なる抵抗を内蔵している. 衣服端末の貼付部分に猫の布スイッチを貼り付けると、画面には猫のキャラクターが出現する. また、貼付した布スイッチの表面にユーザが指で触れると、猫のキャラクターには歩くアニメーションが加わり、指を離すと静止する. 図??に動作の様子を示す. このように、提案システムが布スイッチの種類を識別し、貼付された布スイッチに対する指の接触を検出することが可能であることを確認した.

## 5. おわりに

本研究では、機能の付与・変更が可能な衣服型入力装置と布製タッチスイッチを提案し、布が持つ柔らかさを保持しつつ、衣服型のウェアラブル端末に付与できる機能のバリエーションを増加させることを試みた. 今後は、さらにアプリケーションを充実させ、家電などの電子機器を遠隔操作するコントローラとして機能させることを検討する.

### 参考文献

- [1] 大佐賀彩佳, 羽田久一: ウェアラブルデバイスのための新しい入力手法, インタラクシオン 2014 論文集, pp. 545-548 (2014).
- [2] 堀場隆広, 島上祐樹: 究極のウェアラブルシステムの開発, 愛知県産業技術研究所研究報告, No. 10, pp. 102-105



図 6 布スイッチの貼付と動作画面

- (2011).
- [3] 中垣拳, 筑康明: Needle User Interface (NUI): 導電布を用いた縫うインタフェースの提案, インタラクシオン 2012 論文集, pp. 439-444 (2012).
  - [4] 小林茂: PrototypingLab, オーム社 (2010).
  - [5] Buechley, Leah and Hill, Benjamin Makol: LilyPad in the Wild: How Hardwares Long Tail is Supporting New Engineering and Design Communities, *Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems*, pp. 189-207 (2010).
  - [6] garretlab, <http://garretlab.web.fc2.com/index.html>.