

## 第2の皮膚としての衣服の機能拡張

上岡, 玲子

九州大学大学院芸術工学研究院コンテンツクリエイティブ・デザイン部門

<https://doi.org/10.15017/25726>

---

出版情報 : 芸術工学研究. 17, pp.135-140, 2012-11-28. 九州大学大学院芸術工学研究院  
バージョン :  
権利関係 :

## 第2の皮膚としての衣服の機能拡張

### Development of Technologically Enhanced Wear As Second Skin

上岡玲子<sup>1</sup>

UEOKA Ryoko

#### Abstract

By enhancing technological functions to clothes, it is possible to have our behavior or perception enhanced so that we as if have functional second skin. Wearable computer nowadays has its potential to become functional clothes having such a capability along with the development of downsizing of computer and electronics textile even though early wearable computer was not capable of wearing it but putting it. In this paper, transition of wearable computer is categorized three phases, implemented interface, augmented interface and embedded interface. Then author's works of wearable computer were categorized within these phases and were discussed each characteristics of phase by explaining the concept as well as functions of the works.

#### 1. はじめに

一般的に衣服は第2の皮膚であるという言い方があるが、ここには、衣服は単純に身体の覆いや容れ物ではないという含意があると鷺田が自著で言及している<sup>[1]</sup>。つまり、衣服は人間の自らの身体と外界の境界面において、身体を形づくる輪郭として、内外的に機能する装置であると考えられる。また、マーシャル マクルーハンがメディア論<sup>[2]</sup>の中で、衣服が身体を拡張するものであることを述べると同時に、さらに、「電気の時代がわれわれを全表皮によって生き、呼吸し、聞くという世界に案内する。」と言及している。これは、衣服がコンピュータと融合することで、人間の機能、知覚を拡張する第2の皮膚として衣服が機能をもつことを示唆するものである。

Wearable Computerはマーシャル マクルーハンが示唆した言葉通り、コンピュータ機器により、我々の身体を包み込み5感や身体機能の拡張を実現しようとしている。Wearable Computerの研究が始まった1980年代からしばらくの間、技術の制限から「コンピュータを着る」というよりは、「コンピュータを身につける」と言ったインタフェースがほとんどであったが<sup>[3]</sup>、技術の発展によりコンピュータや入出力装置の小型化と同時に、導電性素材の多機化により、昨今では機能性を備えた様々な衣服のインタフェースが提案されている<sup>[4]</sup>。こうした、「身につける」から「着る」に至るWearable Computerの変遷をここでは3つの段階に分類し、定義する。

連絡先：上岡玲子, r-ueoka@design.kyushu-u.ac.jp

<sup>1</sup>九州大学大学院芸術工学研究院コンテンツクリエイティブ・デザイン部門  
Department of Contents and Creative Design, Faculty of Design,  
Kyushu University

### 1. Implemented interface

身体動作を妨げない仕組みで衣服にコンピュータが実装されている。電子回路とコンピュータは従来の導線を用いて接続される。

### 2. Augmented interface

従来の衣服を拡張したインタフェースの段階で、電子部品を、衣服面の導電性糸を用いて縫製して接続する。

### 3. Embedded interface

布を製造する時に電気的特性を持つ糸（本論では IC タグの糸を示す）を織り込み、その素材を使って衣服そのものを縫製する。衣服は、電気的機能を持つが、普段の衣服としての外観を備えたインタフェースである。

本論では上述の3つの定義に筆者が製作したWearable Computerを分類し、それぞれの製作目的を述べるとともに、各段階の機能特性について解説する。

## 2. Implemented interface

ここでは、子どもの遊戯として開発した SoundTag を事例に挙げる<sup>[5]</sup>。これは、幼児の遊びを支援する装置として開発した Wearable Computer を使った遊びで、屋外で遊ぶ機会が減少傾向にある幼児が仲間と身体を動かし遊ぶことで運動の動機付けを行い、運動不足を解消することを目的とした。また、勝ち負けは争わないが、各人の頑張りによる達成感を与えるルールを持つ遊びをデザインすることで、子供たちが継続して遊びに興味を持って参加できるような仕組みを考えた。具体的には鬼ごっこをモチーフにした遊びを音集めというシナリオで作成し、複数の楽器のワッペンをつけた逃げる役の子供たち（ランナー）を、音を集める側の子どもたち（プレーヤー）が追いかけ、ワッペンに手をあてると楽器を獲得し、点数がコンピュータに記録され、集めた楽器の記録から、図1のように、コンピュータ上で輪唱会を行う遊びを提案した。この SoundTag を実現するために必要な Wearable Computer の要件を以下にまとめる。

### 1. 幼児が装着できる重さを実現した衣服である

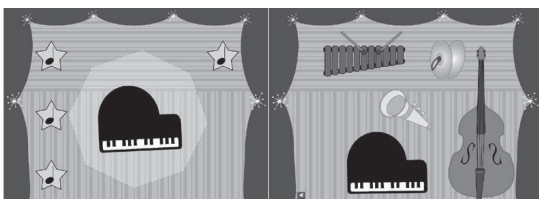


図1 輪唱会アプリケーション画面（星の数が収集数で、楽器アイコンが集めた楽器の集合）

2. 耐久性があり、どんな動きにも頑強に対応する
3. タッチする場所に個別の ID が付加でき、点数や効果音などのルールを設定できる
4. それぞれのプレーヤーの点数を記録できる
5. タッチする場所が身体のどこにあるのか容易にわかるインタフェースをもつ

システムを衣服に実装する際、デバイスを分散して実装することで、加重を軽減することができる。また、腰部に比較的重量のあるデバイスを設置することで、身体に負荷をかけずに比較的長時間装着することができる。また、個別の ID をタッチする場所に付加するために、本システムでは日立のミューチップ<sup>[6]</sup>を使用した。これは、個別の ID を持つ小型のパッシブ型 RFID タグで、衣服に実装しやすいことと、タグを読み込むリーダーが小型であるので、Wearable Computer と親和性がある。ボード CPU には日立製の H8 を使用し、メモリ拡張を行い、SD カードを外部メモリとして実装した。図2にシステム概要図を示す。

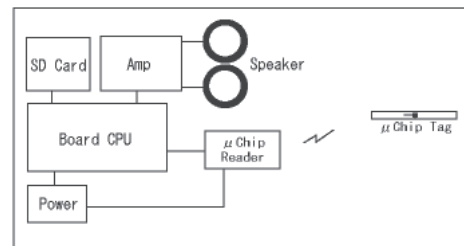


図2 SoundTag システム概要図



図3 SoundTag 試作システム



図4 遊びの実験の様子

子どもが、タッチする場所がわかり易く、また、触ることを誘発させるよう、RFID タグを中にはさんだ楽器型のワッペンを作成した。図3に試作した SoundTag を示す。また、図4のように、実際にこのシステムを使って遊びの実験を行い、システムが子供たちの身体動作を妨げることなく稼働し、SoundTag が子供たちの運動の動機付けが可能であることを確認した。

### 3. Augmented interface

従来の衣服を拡張したインタフェースとして、Wearable Forest を事例として挙げる<sup>[7]</sup>。Wearable Forest は、「森を着る」ことをコンセプトにした Wearable Computer で、都市の中で自然を常に感じ、人と自然との一体感を遠隔地に居ながらにして実現するための服である。図5に Wearable Forest を示す。それは、着用者に癒しを与える服であると同時に自然環境への意識を高める。科学技術の進歩により自然との接点が少なくなったことの代替として、技術を利用した新しい形態で自然とのつながりを強くすることを目指した。具体的には Wearable Forest を着用することで、インターネットを通じ日本列島の南端に位置する西表島の森の中の音をリアルタイムに、服に縫製された薄型スピーカーを通し聞くことができる。また、森の中にいる生物の「にぎやかさ」を特定の周波数帯域の音圧レベルを積分して活動量に換算し、図6に示すようにスカートの発光パターンとして可視化し、遠く離れた森の生物の活動を光の量で認識することができる。

更に、一体感を創出するための機能として、首周りに縫製されたテキスタイルセンサー（細い導線が織り込まれたスイッチ機能を持つテキスタイル）に触れることでトリガー情報を発生し、西表島に生息する動物の鳴き声リアルタイムに森の中で再生される。動物の鳴き声を



図5 Wearable Forest

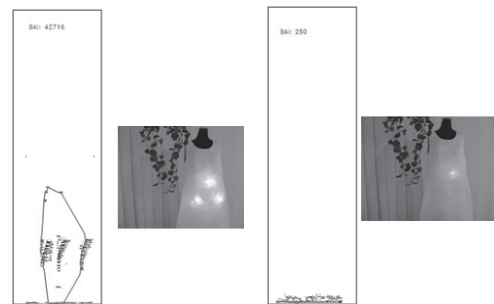


図6 森の生物の活動量とそれを反映したLED発光パターン例

再生することで、同種の生物のつれ鳴き効果を図り<sup>[7]</sup>、あたかも自らが森の中の生物の一員になったかのごとく自然環境を身近に感じることができる。

衣服システムは、導電性物質をコーティングした糸を用いLED制御用のマトリクス回路をスカート面に縫製し柔軟な回路を制作することで、電子回路を衣服となじみ易くした。導電性糸は1mで約60Ωの抵抗がかかる糸を使用した。256個のLEDマトリクスをスカート面に縫製するために、最大で約2.0メートルの距離の糸製の回路を縫製する必要がある。距離が長くなると抵抗値があがり、電流が流れにくくなるため、同じ導線部を4回縫製することで抵抗値を下げ、LEDの点灯に必要な電流が流れるようにした。図7に縫製したLEDのマトリクスディスプレイを示す。LEDをコントロールする

基板、薄型スピーカーやつれ鳴きをおこすためのトリガースイッチとしてのテキスタイルセンサーは衣服の一部として縫製でとりつけた。無線通信機能を持ち、インターネットとの接続ができる小型の組み込み Linux<sup>[8]</sup>、および電源は腰部に取り付けた。服のシルエットをハウエストのワンピースにし、腰部にデバイスがあっても、

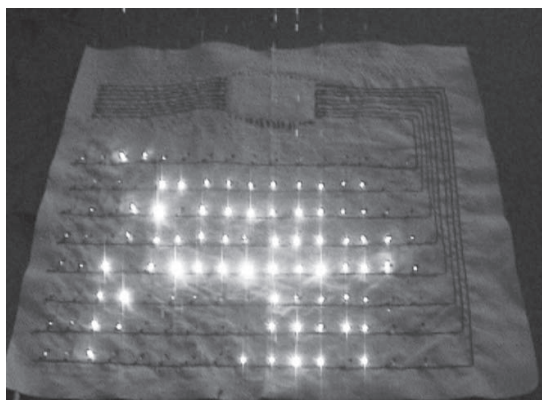


図7 布面に縫製したLEDマトリックスディスプレイ

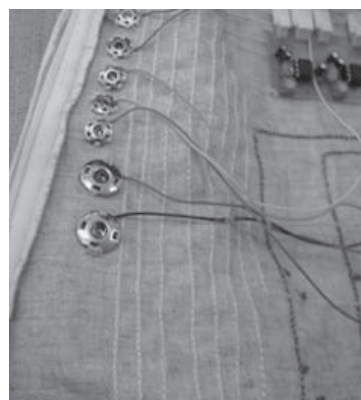
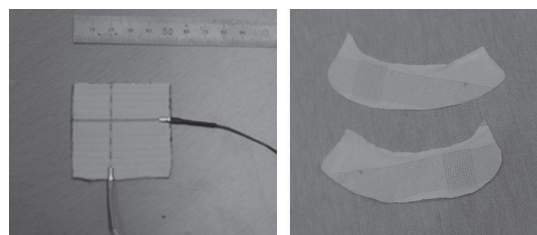


図9 テキスタイルセンサー(上)とWearable Forest接点のスナップ(下)

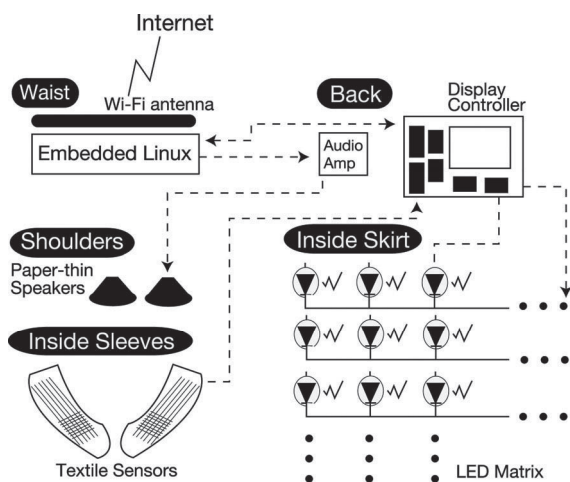


図8 Wearable Forest 衣服システム概要図

シルエットを崩さずに装着できるようにした。図8にシステム概要図を示す。

組み込み Linux とテキスタイルに縫製したシステムとは図9に示すようにスナップで接続の on/off を行う。

こうして導電性糸を用いた回路やスナップなどの服用の資材を用いることで、衣服としての柔軟性を有し、衣服にこれまでにない新しい機能を付加した。

#### 4. Embedded interface

布に電気的特性を持つ糸を織り込んだ素材を使って衣服そのものを縫製することで、従来の衣服としての外観を備え、かつ電気的機能をもつインタフェースとして、RFID テキスタイルと導電性アンテナを用いた「スマートのれん」のインタフェースを例に挙げる<sup>[9]</sup>。RFID テキスタイルは、交通機関や物流などで広く用いられている Radio Frequency Identification(RFID)のタグを糸状に加工したフラットヤーンを織り込みテキスタイルとして加工した織物であり、筆者らが開発した素材である<sup>[10]</sup>。図10にRFID糸と織り機での自動織りの様子を示す。また、図11のように導線を撚った導電性糸を使ってRFIDタグを検出することができるダイポールアンテナを設計、開発し織機での自動織り手法を開発した。これらの素材を使用して、人の出入りを検出するシステムとして開発したのがスマートのれんである。スマートのれんでは、テキスタイルアンテナを有したのれんを、RFID テキスタイルで加工した衣服を着用した人が通り過ぎることでアンテナがタグを検出し、出入りがあったことを記録できる。RFID タグは固有のIDを保持しているため、布に織り込まれたタグを読み取ることでその固有のIDが検出でき

るため、誰がその場所を通過したのかを知ることができる。図 12 にシステム概要図を示す。テキスタイルアンテナを複数枚のれんに実装することで、人の自然な出入りの動作から複数枚のアンテナの内、最低 1 枚以上のアンテナでタグが認識できるよう設計した。検出したタグの情報は無線通信でホストコンピュータに送信される。

これを、図 13 に示すように温泉観光地として知られる兵庫県の城崎温泉での温泉客の外湯や店舗の出入り検出システムとして提案した<sup>[11]</sup>。ここを訪れる観光客はゆかたを正装として着用し、街を出歩くのが習わしとなっているため、RFID テキスタイルを加工したゆかたを作成した。これを着用することで、ゆかたを着用した人物がどのようなルートで外湯を巡っているか知る事ができ、温泉客が各外湯に集中する時間帯など人流を計測することで詳細に知る事ができる。これにより、従来ある環境の文脈を損なわずに出入り検出が可能なシステムを加工自由度のあるテキスタイルを素材として用い実現することで、高機能でありながら、人や周辺の環境に違和感なく溶け込むシステムが実現できることが確認できた。

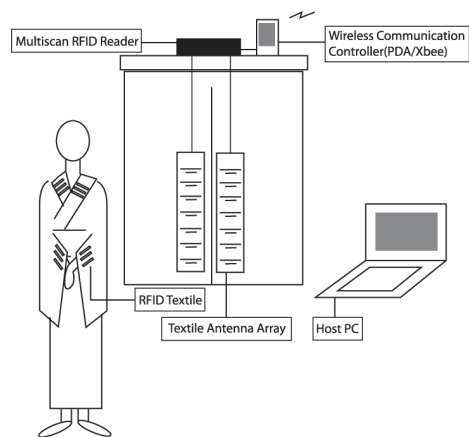


図 12 スマートのれんシステム概要図

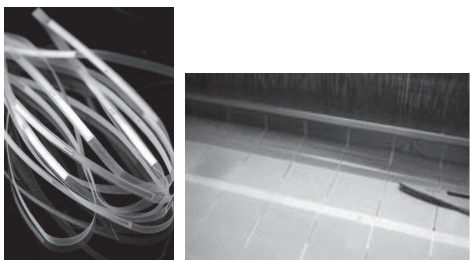


図 10 糸状に加工した RFID (左) と織機での自動織りの様子 (右)



図 13 スマートのれんによる温泉観光地での出入り検出システム外観

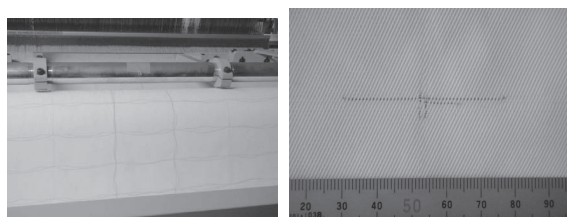


図 11 導電性糸を用いたテキスタイルアンテナの自動織 (左) とテキスタイルアンテナ外観 (右)

## 5. おわりに

本論では Wearable Computer の変遷を Implemented, Augmented, Embedded interface として分類し、筆者の試作した Wearable Computer を事例に、それぞれの製作目的を述べるとともに、各インタフェースの機能特性について解説した。Implemented interface では、コンピュータ機器を、動きを妨げないよう衣服に実装することで、子どもの本来持つ身体能力を鍛える支援をするメディアを実現した。Augmented interface では、導電性糸をシステム構築に用いることで従来の衣服としての機能を拡張したメディアインタフェースを実現することができた。

Embedded interface では、技術をさらに進化させ、素材そのものを高機能化することで、衣服の中に機能が完全に融合し、完全な Wearable Computer のインタフェースを実現した。このように新しい素材を取り入れながら Wearable Computer が進化していくことで、マーシャルマクルーハンが示唆したような人間の機能、感覚を拡張する第2の皮膚として衣服は身体に融合していこう。そして人間の機能、感覚を拡張する装置としての第2の皮膚はいずれ、Implanted User Interface<sup>[12]</sup> として完全な身体との融合が実現されるかもしれない。

#### 参考文献

- 1) 鷺田清一, ひとはなぜ服を着るのか, 日本放送出版協会, 1997
- 2) マーシャル マクルーハン, メディア論, みすず書房, 1987
- 3) Woodrow Barfield, Thomas Caudell (Ed.), Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality, Lawrence Erlbaum Associates, 2011
- 4) Sabine Seymour, Fashionable Technology, Springer Vienna Architecture, 2008
- 5) Ueoka, Kobayashi, Hirose, SoundTag: RFID Based Wearable Computer Play Tool for Children, Journal of Transaction on Edutainment III, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, Vol. 5940, pp.39-47
- 6) <http://www.aisan.co.jp/products/rfid.html>
- 7) Ueoka, Kobayashi, Wearable Forest: Feeling of Belonging to nature, A publication of ACM SIGGRAPH, 2008, pp.103
- 8) <http://www.gumstix.com/>
- 9) 上岡, 山本, 増田, 村上, 廣瀬, スマートのれん: 非顕在型ユーザー出入り検出システムの研究, ヒューマンインタフェース学会シンポジウム 2011 論文集, 2011, pp.209-214
- 10) 特開 2010-066171 位置検知システム及びそれに用いる位置検知用シート体, 2008
- 11) ゆめば・プラス: GOOD DESIGN AWARD 2011 年鑑, 2011, pp.633
- 12) Christian Holz, Tovi Grossman, George Fitzmaurice & Anne Agur, Implanted User Interfaces, CHI 2012 Conference Proceedings: ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, 2012, pp. 503-512