

ファッションにおけるウェアラビリティを考慮した衣服構造

脇田 玲[†] 北田 莊平[†] 渋谷 みどり[†]
丹治 基浩[†] 稲蔭 正彦[†] 内山 博子[‡]

[†] 慶應義塾大学 環境情報学部

[‡] 女子美術大学

E-mail: {wakita, t03348sk, t02473ms, s99573mt, inakage}@sfc.keio.ac.jp, uchi@joshibi.ac.jp

抄録: ウェアラブルファッションを実用化するためにはウェアラビリティの実現が重要である。本稿ではスケルトンとスキンという GUI の構造アナロジーを衣服構造に応用する試みについて述べる。本提案の評価として SIGGRAPH Cyberfashion Show での出展についてもあわせて報告する。

キーワード: ウェアラビリティ、ファッション、ウェアラブルコンピューティング、スケルトン、スキン

Clothing Structure Design for Wearability

Akira Wakita[†] Sohei Kitada[†] Midori Shibutani[†] Motohiro Tanji[†]
Masa Inakage[†] Hiroko Uchiyama[‡]

[†] Faculty of Environmental Information, Keio University

[‡] Joshibi University of Art and Design

E-mail: {wakita, t03348sk, t02473ms, s99573mt, inakage}@sfc.keio.ac.jp, uchi@joshibi.ac.jp

Abstract: Design for wearability is inevitable for the commercial viability of wearable fashion. We present the skelton-skin structure, a popular analogy of GUI, with which efficient wearability can be accomplished for the fashion context. We will also present a evaluation of the structure though the demonstration at SIGGRAPH 2005 Cyberfashion Show.

1 はじめに

ウェアラブルコンピューティングのアプリケーションの1つとして、ファッションが注目を集めている[9]。ファッションには衣服、アクセサリ、バッグなど豊富な構成要素があり、これらに小型・無線化した計算機を埋め込むことで無限の可能性が生まれてくる。

しかしながら、個々の技術や表現においては様々な成果が発表されているが、ウェアラブルであることの本質的な要求としてウェアラビリティ(装用性、Wearability)の問題はあまり議論が進んでいない[1]。インタラクションのデザインの本質的な問いとしてこの問題を解決しない限り、ウェアラブルファッションの一般への普及は困難である。

この問題を解決するために、我々はスケルトン・スキン構造という衣服構造を提案する。本構造は、近年の GUI に多く見

られる着せ換え機能(テーマ、スキン)に着目し、この GUI 構造のアナロジーを衣服に応用するものである。我々は、本構造による衣服を3着作成し、それを用いて実際のファッションショーに参加・運用することで、本構造のデザインプロトタイプとその評価を行った。

2 関連研究

ウェアラビリティのデザイン問題は Gemperle ら[1]によって提起されたものである。彼らはウェアラビリティのデザインのために13個のガイドラインと、人体においてデバイスが着用可能な部位を提案している。更に様々なデバイスが収容可能な汎用性の高い密着形ポケットモジュールをプロトタイプとして作成している。

Post と Orth[2]は、布状のブレッドボードである Smartkerchief を開発した。従来の基盤は非常に硬質な素材であるため、布との親和性が低い。そのため、服の外側に基盤のシルエットが浮き出てしまったり、基盤が皮膚と干渉して装着感が損なわれるなどの問題があったが、Smartkerchief はこれを解決するのである。Smartkerchief のような汎用性はないが、Berzowska は同様のアプローチで衣服の刺繍として回路を編み込むことで、衣服から電子回路からプラスチックの基盤部分を取り除き、ウェアラビリティを向上させることに成功している[4]。

Orth ら[3]は 2 種類の伸縮可能なテキスタイル型キーボードを開発した。1 つは容量性回路を刺繍として埋め込んだものでありと、もう 1 つはキルト状のスイッチマトリックスによるキーボードである。このテキスタイルは衣服を通してコンピュータを操作するインターフェイスとして提案されており、小型のキーボードをポケット等に入れて操作する場合と比較してウェアラビリティが高い。

3 ウェアラビリティのためのデザインガイドライン

作成物のゴールはファッションショーにおけるキャットウォークの実演に耐えることである。そのため、いくつかのオリジナルな拡張的提案はあるものの、基本的に Gemperle らのガイドライン[1]に沿ってデザインを行っている。以下、Gemperle らのデザインガイドラインについて簡易的に解説する。

Gemperle らはウェアラビリティを「人体とウェアラブルオブジェクトとのインタラクション」と定義している。そして人体は静的なものではなく常に動作を伴うために、ダイナミックなウェアラビリティ(Dynamic Wearability)について具体的な提案を行っている。言い換えれば、彼らの指すウェアラビリティとは人体の流体的な動きを妨げることのない快適性のデザイン、と言える。

表 1 に示すように、彼らのデザインガイドラインは 13 個のアイテムから構成されている。配置 (Placement) はウェアラブルオブジェクトが人体のどの位置にあればよいかを考慮することである。2 つ目の形状言語 (Form Language) は、人体に干渉しないためのウェアラブルオブジェクトの形状デザインのことであり、人体動作 (Human Movement) は、人体の動作を考慮して動的な構造をデザインすることを意味している。4 つ目の近接性 (Proxemics) は人間が自身の人体の一部と知覚できる空間を意味する。サイズ (Sizing) は人体は個人差があり大きさや形状が異なるためにその差異を考慮することを示す。吸着性 (Attachment) は、人体にウェアラブルオブジェクトがフィットするようにすることである。

表 1: Gemperle らによるデザインガイドラインガイドライン

1. 配置 (Placement)	ウェアラブルオブジェクトが人体のどの位置にあればよいか
2. 形状言語 (Form Language)	人体に干渉しないためのウェアラブルオブジェクトの形状デザイン
3. 人体動作 (Human Movement)	人体の動作を考慮して動的な構造をデザインすること
4. 近接性 (Proxemics)	人間が自身の人体の一部と知覚できる空間
5. サイズ (Sizing)	人体は個人差があり大きさや形状が異なるためにその差異を考慮すること
6. 吸着性 (Attachment)	人体にウェアラブルオブジェクトがフィットするようにすること
7. 収容性 (Containment)	ウェアラブルオブジェクトは硬質で可塑性がないものが多いため、その形状が外部に飛び出さないことが必要
8. 重さ (Weight)	ウェアラブルオブジェクトの重さ
9. アクセシビリティ (Accessibility)	装着したウェアラブルオブジェクトが手の届きやすい位置にあるべき
10. センサとのインタラクション (Sensory Interaction)	ウェアラブルオブジェクト内のセンサにユーザのアクションがどのように入力されるか
11. 熱 (Thermal)	ユーザが熱を感じないこと、もしくはウェアラブルオブジェクトの機能が熱によって妨げられないこと
12. 美しさ (Aesthetics)	ウェアラブルオブジェクト及びそれを身に付けた姿が美しいこと
13. 長期耐久性 (Long-term Use)	長時間使用による人体への影響を考慮すること

7 つ目は収容性 (Containment) である。ウェアラブルオブジェクトは硬質で可塑性がないものが多いため、その形状が外部に飛び出さないことが必要である。重さ (Weight) はウェアラブルオブジェクトの重さのことである。アクセシビリティ (Accessibility) は装着したウェアラブルオブジェクトが手の届きやすい位置にあるべき、という主張である。10 個目は、センサとのインタラクション (Sensory Interaction) である。ウェアラブルオブジェクト内のセンサにユーザのアクションがどの

ように入力されるかを考慮することの重要性を指摘している。熱 (Thermal) はユーザが熱を感じないこと、もしくはウェアラブルオブジェクトの機能が熱によって妨げられないことを意味する。12 個目の美しさ (Aesthetics) は、ウェアラブルオブジェクト及びそれを身に付けた姿が美しいことの重要性である。最後の長期耐久性 (Long-term Use) は、長時間使用による人体への影響を考慮することを示している。

これらの項目は番号が増えるに従って、実現するためには複雑な要素を考慮する必要がある。そのため、Gemperle らは実現可能性を考慮した上で、ウェアラビリティのマニフェストとして1~6の項目に着目し、プロトタイピングを行っている。

4 スケルトン・スキン構造

4.1 GUI の構造アナロジー

我々はファッションショーでのデモを目的としている。ファッションショーにおいてはモデルが衣服を着用した状態でキャットウォークをリズムカルに歩行し、ポーズ及びターンを含んだ運動が要求される。時間は3分ほどと短いものの、ウェアラビリティの実現がされていなければ、モデルが納得のいくパフォーマンスをすることも、また衣服の機能をデモすることも困難である。

そこで我々は Gemperle らのデザインガイドラインに沿いながらも、ファッションというコンテキストに乗っ取ったウェアラビリティを実現するための新しい衣服構造としてスケルトン・スキン構造を考案する。スケルトン・スキン構造は近年のGUIにおけるスキン・テーマ (Skin, Theme) と呼ばれる構造アナロジーを衣服に適用したものである。例えば、Nullsoft 社のMP3再生アプリケーションであるWinamp[6]はスキンを用いたパイオニア的存在であった。このアプリケーションでは、MP3ファイルを制御するための機能部分と、その上に被せる「見栄え」の部分 (スキン) は分離していた。これによって機能部分は効率的に開発・管理をすることができ、見栄え部分は自由にカスタマイズすることが可能であった。

そこで、我々はウェアラブルにおける衣服においても同様のモデルが適用できるとの仮説を立てた。ウェアラブルファッションのための衣服の基本構造は、入出力と処理システムの回路を衣服に付加したものと考えられる。例えば、Issifova と Kim によるHearwear[5]は、近隣の騒音をマイクによってセンスし、PICマイコンによって処理をした上で、衣服に縫い込まれたEL-Wireが騒音に応じて変化するような構造をとっている。

言い換えれば、衣服の部分と電子回路部分は分けて作成されていると言える。そこで我々は、電子回路部分を効率的に取りまとめるための衣服 (スケルトン) と、その上に被せる見栄えの衣服 (スキン) の2重構造を取ることで、ウェアラビリティを考慮したデザインが可能になると考えた。

4.2 スケルトンウェア

図1に示すように、スケルトンは電子回路を収納するためのポケット (Pocket)、アクチュエータやスキンと接続するためのマジックテープ (Magic Tape) などから構成される (スケルトンウェア)。電子回路の基盤は可塑性の少ない素材であるために、衣服の形状を損なったり、人体に干渉することが多々ある。ポケットに基盤を収納することでこの問題を回避することが可能である。



図1: スケルトンウェア

図2に示すように、スケルトンウェアに電子回路部分を接続することで、見栄えが悪いものの全ての機能を保持した衣服が完

成する。この状態において、あらゆる電子回路部分に自由に手を伸ばすことができ、センサ類の調整やデバッグ作業の効率化を図ることも期待できる。回路のためのバッテリーは非常に重たいものであるが、ポケットに収納することで、衣服全体で支えることが可能になり、人体への付加は軽減される。

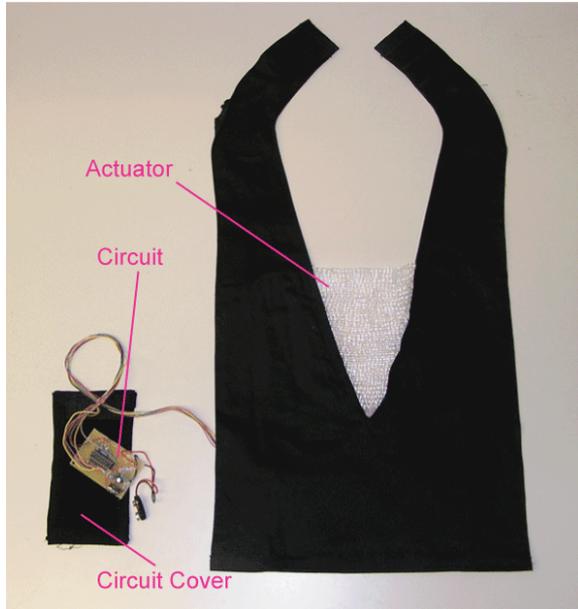


図 2: 電子回路部分 (上) とそのスケルトンウェアへの取り付け (下)

4.3 スケルトンベルト

衣服によっては、下着を着用せず、素肌の上に直接着用するものも存在する。このような衣服のために、図 3 に示すような、身体のある部位に直接巻き付けることができるスケルトンベルト (Skelton Belt) を作成した。スケルトンベルトは伸縮性の高いゴムベルトをベースとしているため、動きを伴う場合でも、人体のどのような部分でも装着することができる。また、細身から肥満まで多用な人体をカバーできる点も特徴である。

スケルトンベルトの表面はマジックテープになっており、ベルトのある位置に電子回路を付着させることができる。電子回路の基盤全体は伸縮性の高い布 (サーキットカバー、Circuit Cover) によって包まれている。サーキットカバーの表面は、スケルトンベルトに付着可能なマジックテープの反対面になっており、スケルトンベルトに付着させる位置と角度を自由に調節することができる。また、これらの仕組みによりベルトには

複数の回路を付着させることも期待される。

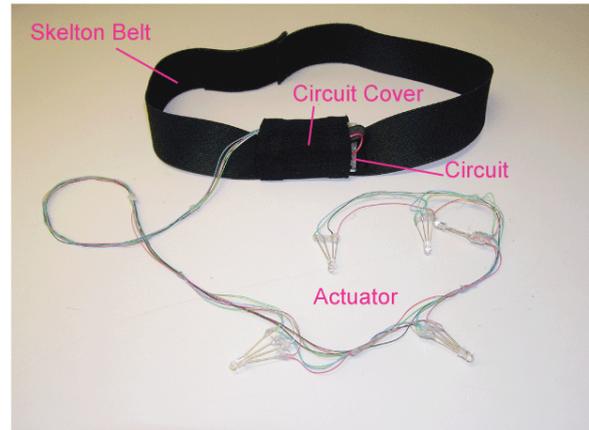


図 3: スケルトンベルト

4.4 スキン

Winamp が爆発的に普及したのは、膨大な数のスキンが存在したことが理由の 1 つとして考えられる。ウェアラブルファッションも同様の事が期待できる。つまり、ある機能のスケルトンの上に、複数の衣服が対応することで、楽しめるファッションのバリエーションは多用化する。例えば、体温をセンスし、それに合わせて LED の色を変化させるスケルトンがあるとす。このスケルトンの上にパーティドレスのスキンを着用すれば、パーティと一緒に参加するパートナーへの好意を表現できる衣服などが想定される。

スキンはスケルトンの回路からリードされるアクチュエータがフィットする形状になっている (図 4)。EL-Sheet 等の面状のアクチュエータの場合は、付着用のマジックテープ、LED 等の点状のアクチュエータの場合は固定用のガイドフックが設けられている。

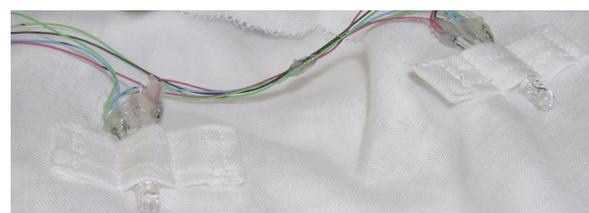


図 4: ベロア地のスキンとその動作状況 (上) 及びフック (下)

4.4 Gemperle らのデザインガイドラインとの整合性

以下、Gemperle らのデザインガイドラインに基づいて本提案のウェアラビリティを検討する。

配置 (Placement)

彼らのガイドラインではウェアラブルオブジェクトが人体の動作に影響を与えない配置場所として、a) 鎖骨周辺、b) 上腕背面部、c) 前腕、d) 臀部、横腹、肋骨、e) 腰、尻、f) 大腿、g) 頸部、h) 甲、の 8 つを挙げている。スケルトンウェアのポケットは e、スケルトンベルトは e 及び g に装着するものであり、この要件を満たしている。

形状言語 (Form Language)

スケルトンウェアは衣服そのものであるために、人体に干渉しにくい滑らかな形状と言える。また、スケルトンベルトを用いる場合でも、サーキットカバーは伸縮性の高い布であるため、基盤の凸面を包み込むことができる。

人体動作 (Human Movement)

スケルトンウェアは柔らかな布であるため、人体の積極的な動作を妨げるものではない。また、スケルトンベルトは伸縮性の高いゴムベルトであるため、激しい動作であっても違和感は少ない。

近接性 (Proxemics)

ガイドラインによると、ウェアラブルオブジェクトは人間が身体の一部と感じる空間内 (インティミット・スペース、intimate space) に存在する必要がある。インティミット・スペースは身体を取り込む平均して 0~5 インチの空間であり、四肢の先に行くに従ってその範囲は狭くなる。我々の提案するスケルトンウェア、スケルトンベルトは衣服のそのもの、もしくは身体に直接付着するものであるため、この要件を満たしうる。

サイズ (Sizing)

ガイドラインによると、サイズには 2 つの評価項目がある。1 つ目は静的なデータによる指標であり、体の大きさの個人差を考慮するものである。2 つ目は筋肉や脂肪のつき方を考慮するものである。1 つ目の指標は、胸囲や腕回りなど、具体的な周辺長としてアジャスタブルである必要がある。2 つ目の指標は、例えば腕回りが単純に増加しても、その輪郭線は線形ではなく非一様に変化することに着目する必要がある。スケルトンウェアの場合、衣服のサイズを変更することでこの問題を解決する。スケルトンベルトは、バックルを用いることで可変長としている。またゴムベルトそのものが伸縮性があり、サイズの微調整にも対応することができる。

吸着性 (Attachment)

ガイドラインによると、ウェアラブルオブジェクトは一点による固定形式ではなく、体幹を包み込むように装着される必要がある。スケルトンウェアは半身を包み込むものであり、スケルトンベルトは体幹を包み込むことができる。また、本項目はサイズ (Sizing) と同様にストラップのアジャスタビリティと衣服の標準サイズシステム (S,M,L,XL) を用いることが有用であるとされている。

以上までが、Gemperle らが実際にプロトタイピングを通して、その有用性を検証した項目である。本研究では対象をファッションショーとしているため、残りの 7 項目の多くについても対応する必要がある。

収容性 (Containment)

スケルトンウェアは基盤をポケットに収容することで、硬質な基盤が衣服の外部シルエットに影響することを防止している。スケルトンベルトの場合も厚手で伸縮性の高いサーキットカバーが同様の役割を果たす。更に、ポケットとカバーリングシステムという 2 つの仕組みは基盤の大きさに対しても自由度が高く、収容性を高いレベルで維持することに貢献している。

重さ (Weight)

ガイドラインによると、人体は、e にあたる腰、尻周辺であればウェアラブルオブジェクトの重さに耐えることができる。スケルトンウェアとベルトはまさにこの e にあたる部位に装着するものであり、重さの問題を最小限に押さえることに成功している。

アクセシビリティ (Accessibility)

スケルトンウェアのポケットは手の伸ばしやすい腹部側面及び全面に縫い付けられているため、アクセシビリティの確保は十分である。またスケルトンベルトにおいては、マジックベルトによって装着位置と角度を自由に変更できるため、解像度の高いアクセシビリティの調整が可能である。

センサとのインタラクション (Sensory Interaction)

衣服に限定した場合、センサとインタラクトする方法は衣服の着脱として明確化される。センサとのインタラクションを開始する場合には、回路のスイッチを ON にして衣服を着用する。終了する場合には、衣服を脱着して回路のスイッチを OFF にする。このスタックによってインタラクションのメンタルモデルが提供されることが期待される。

熱 (Thermal)

熱については、ユーザが熱を感じないこと、もしくはウェアラブルオブジェクトの機能が熱によって妨げられないことの 2

つが求められる。ファッションショーにおいては、長時間利用は想定されないために、前者の人体への影響のみを配慮すればよい。スケルトンウェアは布を介しており、スケルトンベルトの場合もサーキットカバーがあるために、人体に伝わる熱は少ない。

美しさ (Aesthetics)

ユーザの利用環境にフィットするような形状、素材、テクスチャ、色彩は文化的、社会的コンテキストに依存する。ファッションショーというコンテキストにおいては、あらゆる人工物が布として存在していること、電子回路のシルエットが衣服そのものの美しさを妨害しないこと、が想定されるだろう。スケルトンの表面は全て布であり、外部シルエットへの影響も少ない。

長期耐久性 (Long-term Use)

ファッションショーの出演時間は約3分間であり、長期耐久性への配慮は不要である。しかし、プレタポルテもしくは既製服として一般に普及していくためには、日常的な長期利用を考慮していく必要がある。

5 考察

本提案による衣服の評価の1つとして、ACM SIGGRAPH 2005の Cyberfashion Show[7]において実演を行った。キャットウォークは、T字型になっており、縦の長い直線は17.1m、交差する横の直線は9.75m、幅は1.8mである。モデルは衣服を着用した上で、軽快にウォーキングしながら、ポージングやターニングを行う必要がある。また、キャットウォークの高さは60cmあるため、出入り口においては階段の上り下りも要求される。時間は3分ほどと短いものの、ウェアラビリティの実現がされていなければ、モデルが納得のいくパフォーマンスをすることも、また衣服の機能をデモすることも困難であるため、評価としてはふさわしいものと考えられる。

メンズは上半身のシャツのみがインタラクションを保持しており、スケルトンベルトの上にスキンとしてのゆったりとしたシャツを装着する。これについては、ウェアラビリティの確保において何の問題もなくデモを行うことができた。

レディースは、上半身のノースリーブ、下半身のマーメイドドレスの2つにおいてそれぞれインタラクションがあるため、複雑な構造を取った。ノースリーブは身体のスタイルを強く強調するものであるため、スケルトンウェアを用いることで外部シルエットへの影響を抑えた。またノースリーブのアクチュエータは背面に装着される面状の大きなものであるため、ウォーキング中の脱落が想定されたのであるが、マジックテープが効果的にはたらき、何の問題もなくデモを終了した。

下半身のマーメイドドレスであるが、スカート内部は湿湿度が高くなるため、スケルトンウェアは用いることができず、スケルトンベルトを採用したが、サーキットカバー及び電子回路

が脱落することはなかった。マーメイドドレスには16個のフルカラーLEDが設置されているため、リード線の配線は複雑になった。そのため、スケルトンベルトに付着させている電子回路とリード線の干渉が想定されたが、全く問題なくデモを終えることができた。これには、サーキットカバーの柔らかな布地がリード線との間の潤滑剤になったことと、スキンであるドレスの裏地に設けられたガイドフックがリード線をうまく束ねることに貢献したと考えられる。

7 結論と今後の展望

本稿では、ウェアラビリティを考慮した新しい衣服構造であるスケルトン・スキン構造について報告した。機能と見栄えを分離させることでウェアラビリティが確保できることを、ファッションショーでの実演を通して検証した。今後の展望としては、電子回路とアクチュエータを接続するためのリード線への対応が考えられる。これについては、Elektex[8]などの導電性のテキスタイルを用いることで解決を試みたい。

謝辞

本研究開発は、独立行政法人科学技術推進機構(JST)による戦略的創造研究推進事業(CREST)の支援を受けて行われました。

参考文献

- [1] Gemperle, F., Kasabach, C., Stivoric, J., Bauer, M., and Martin, R. 1998. Design for Wearability. In Proceedings of the 2nd IEEE international Symposium on Wearable Computers (October 19 - 20, 1998). ISWC. IEEE Computer Society, Washington, DC, 116.
- [2] Rehmi Post and Margaret Orth, Smart Fabric, or "Wearable Clothing", 1st International Symposium on Wearable Computers (ISWC 97), pp.167-168, 1997.
- [3] Maggie Orth, Rehmi Post and Emily Cooper, Fabric Computing Interfaces, Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 98), pp.331-332, 1998.
- [4] Joanna Berzowska, Memory rich clothing: second skins that communicate physical memory, Proceedings of the 5th conference on Creativity & cognition (C&C 05), pp.32-40, 2005.
- [5] Milena Issifova and Younghui Kim, Hearwear: The Fashion of Environmental Noise Display, SIGGRAPH 2004 Emerging Technologies, 2004.
- [6] <http://www.winamp.com/>
- [7] <http://psymbiote.org/cyflash/2005/>
- [8] <http://www.eleksen.com/>
- [9] 板生知子, 塚本 昌彦, 大江 瑞子, ウェアラブルコンピューティングとファッションの融合に向けた取り組み, 情報処理学会 モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会 第29回研究報告会, 2004.