

平成30年6月26日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21268

研究課題名(和文) プログラマブルな手がき / ジェスチャインタフェースの開発とUXへの展開

研究課題名(英文) User Experience Design for a Programmable Gestural Interface

研究代表者

馬場 哲晃 (BABA, TETSUAKI)

首都大学東京・システムデザイン学部・准教授

研究者番号：30514096

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：ユーザの生活の中で極めて親和性の高い衣服をインタフェースとし、それを活用したジェスチャシステムを構築した。我々は単一手がき操作の組み合わせを一定の規則に伴って柔軟性の高いアルゴリズムを構築し、そのアルゴリズムを開発したインタフェースの一部搭載することで、日常生活における手がきインタフェースの評価を行った。結果として実環境下において、汚れや老朽化に耐性の強いだけでなく、従来のテキスタイルインタフェースと比較し、極めて製造コストも安価なウェアラブルインタフェースの開発を達成できた。

研究成果の概要(英文)：We applied fabrics to an user interface and constructed gestural interface for it. We developed batch transaction for gestural UI and evaluated it in the long term period as a product design. This implementation demonstrates how it is possible to manufacture very inexpensively when compared with existing methods. Furthermore, we believe it can have numerous applications in the field of wearable computing.

研究分野：インタラクションデザイン

キーワード：ウェアラブルコンピューティング 布 ファブリック テキスタイル ジェスチャー

## 1. 研究開始当初の背景

近年タブレット型コンピュータの普及により、情報端末と生活はより密接になってきた。さらにメガネ型コンピュータや腕時計型コンピュータ等が本格的に市場に普及することで、コンピュータの役割はより拡大すると考えられる。このような情報空間にユーザがさらされる中、ユーザの生活そのものが仮想空間に移行する訳ではない。ユーザはこれまで通り現実世界で生活し、椅子やテーブル、ペンや紙等の日用品に囲まれて生活をする。そこで情報空間へのアクセス方法としてユーザの身の回りの日用品や慣れ親しんだ操作方法を利用可能にすることで、より自然且つアクセシビリティの高いコンピュータ操作環境の構築が可能だと考えられている。これら概念はタンジブルコンピューティングや日用品インタフェース等と呼ばれ、研究領域として拡大しつつある。近年ではそれらインタフェース概念として、フィジカルインタフェースやナチュラルインタフェースといった、人間が持つ五感や身体性を活かしたインタフェース事例が多く報告されている。これらは入力システムに特別な装置を必要としないため、ウェアラブルデバイス操作において親和性が高いと言える。しかし、例えば音声認識や従来の身体動作入力だけでは単一のコマンドを発生させるものがほとんどで、操作性の自由度が低い問題がある。

### ■ ウェアラブルコンピューティング環境におけるデジタル・デバイドの解消

また、上記のような生活環境の変化において、常に問題視されるのが、情報格差である。特に日本では高齢化率は2025年には約30%、2060年には約40%に達する見込みであり、この超高齢化社会に期待されるICT活用例としてアクセシビリティやユーザビリティがキーワードとしてあげられている(平成25年度情報通信白書)。一方でウェアラブルコンピューティング環境が整備されるであろう近い将来、高齢者でも容易に操作可能なウェアラブル・コンピュータの為のインタフェースが必要とされる。これら環境下におけるデジタル・デバイドを解消するインタフェースとして、申請者は手がきやジェスチャをインタフェースとして、プログラマブルな対話システムを構築する。我々人間はコンピュータ誕生以前から文字や記号を用いてコミュニケーションをとり、この原始的手法をインタフェースに利用することで、多くのユーザに学習コストが低く、直感的かつアクセシビリティの高いインタラクティブシステムを構築できる。

## 2. 研究の目的

本研究では、これまで単一操作に利用されてきた手がき/ジェスチャ入力操作を、プログラム可能な操作体系として設計しなおすこと

で、従来は困難であった複数の処理を行うような複雑な処理を手がき/ジェスチャ入力のみで実現する。これによって、これまでユーザが慣れ親しんだ手がき/ジェスチャをより高度なインタフェースとして利用するためのメカニズムを明らかにする。

これまで手がき/ジェスチャ認識については、研究領域として多くの報告がなされてきた、一方でそれらはコマンドの実行程度にとどまっており、本研究では手がき/ジェスチャ入力手法を利用して、プログラマブルなインタフェース環境を構築する。そのためには、高精度の手がき/ジェスチャ入力における認識手法に関して、リアルタイム処理や組み込みレベルでの機能提供を可能にする必要がある。それらを足がかりとして、手がき/ジェスチャ入力のためのプログラミング環境の基礎を設計した後、いくつかのアプリケーションを実際に提案する。従来のディスプレイ依存型インタフェースとは異なる体験価値創出を実践し、高齢者などの様々なユーザにおいて、慣れ親しんだ「手がきやジェスチャ」というアクセシビリティの高いインタフェースであることを明らかにする。

## 3. 研究の方法

研究当初はアルゴリズムをメインに取り組んでいた一方で、パターン認識ライブラリ開発及び、小型ICを対象とした認識効率のよい辞書作成の開発が早期の段階で終了したため、最終年度に計画していたデバイス自体の設計にも十分な開発時間をさくことができた。今回のような生活に密着したインタラクションデザインにおいて軽視できないのは、入力インタフェースと日常生活における親和性の高さである。そこで従来のペン型等のウェアラブルインタフェースの中でも衣服に応用可能な布型インタフェースの開発を実施した。

## 4. 研究成果

パターン認識ライブラリに関しては、文献[1]に詳細をまとめ、発表を行った。この発表では小型デバイスで利用される安価なIC上でのジェスチャ識別ライブラリを開発し、それらを文字入力、数字入力といったアプリケーションに応用した。また共同研究プロジェクトにおいて、タイマーアプリケーション開発に本研究を流用し、実際の製品開発において役立てた。また開発したデバイスを利用して、長期間使用によるユーザ調査も合わせて行った。

本システムを応用することで、単一のジェスチャ操作だけではなく、記入した単語を四角や丸でくくり、各グループを線分によって接続することで、対話的にコマンドを記述可能なシステムを開発した。それぞれ図1に構築したシステム概略を述べる。実際に紙面上に記述したテキストに対して、円や四角といった記号を用いて接続表記をすると、実際に

機能が結合することで、デバイスコントロールが可能になる。

本システムではペン型デバイスを想定してい

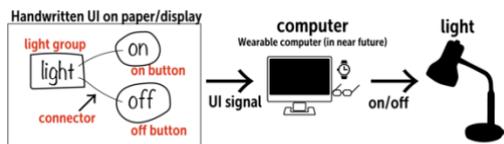


図 1 構築したバッチ処理が可能なジェスチャ入力例

一方で、日常生活においてデバイスと日用品とのギャップをどのように埋めるかが大きな課題となっている。そこで我々は、これらウェアラブルコンピューティングなど多方面に応用可能な繊維に着目した、座標入力を可能とするテキストライントラフェースを提案した。繊維は軽量且つ柔軟であり、上記の要件を満たすことが可能である。開発したシステムは抵抗被膜方式を参考に、繊維素材で構成された布型のタッチパネルである。トラックパッドのように布を指で撫でることで、指の位置を認識する。また、指で押し した時の圧力を検知することも可能である。マイコンと接続するケーブル以外は、繊維素材で構成されているため、柔軟な形状変化が可能であり、ユーザは 様々な身体部位に提案モジュールを取り付けられることができ、負担も少ない。また、既存手法に比べ、低コストで実装が可能であり、扱いやすいのが特徴である。

繊維素材を用いた二次元座標入力やジェスチャー 認識による入力インタフェースの研究はこれまでも数多く行なわれている。最も簡易的な二次元座標入力方法として Tom らの Capacitive Textile Touchpa がある。布に導電糸を格子状に縫い付け、導電糸の交差部分に触れることで触れた座標位置を認識している。この方式は Google の ATAP が進めている Project Jacquard でも用いられている。縫い付ける導電糸が多いほど座標位置の認識の解像度は高くなる。しかし、縫い付けた糸は一本ずつ、全て マイコンへと接続する必要がある、汎用性にかける。Florian Heller らの FabriTouch は導電布を含む数種類の繊維素材と piezofilm を組み合わせ て構成された柔軟性のあるタッチパネルを提案している。すでにウェアラブルコンピューティングに応用されており、様々な姿勢による動作制度の実験に おいても一定の精度を保っている。しかし、piezofilm を使用しているため、純粋な繊維素材のタッチパネルとは言い難い。Buechery らによる KnitTouch は導電布で作られたキャップを指に 装着し、同じく導電布で作られたタッチパネルに触 れると、触れた位置が認識される。

既存の衣服を用いてジェスチャー認識を行う研究 として、T.Scott らの PocketTouch がある。PocketTouch はジェスチャー認識を行えるセンサを携帯電話のカバーに搭載し

たデバイスである。これにより、デバイスを衣服に収納した部分がジェ スチャー認識可能となる。文字などの複雑なジェスチャーも認識することができ、精度も高い。しかし、デバイスが大きく硬いため、ユーザの負担やフ ァッション性が損なわれてしまう。

提案する布型タッチパネルは、導電及び非導電性繊維素材とマイコンのみで構成される。メッシュ生地 の縁に厚めの生地を縫いつけ耐久性を、導電布の外側には伸縮性のない通常の布を覆いかぶさる ように縫い付け、操作性の向上を図った。作成したプロトタイプを図2 に 示す。布のサイズは縦 14cm×横 14cm とした。メッシュ生地 の縁を厚めの布で縫った影響で座標の検出範囲は布の上下左右の縁 (約 1cm) を除いた内側の縦 12cm×横 12cm となっている。抵抗被膜方式のタッチパネルを参考に、2 枚の導電布の間にメッシュ生地は挟んで構築する。メッシュ生地は一般的な抵抗被 膜方式のタッチパネルにおけるスペーサーの役割を 担っており、上下の導電布を分離し、誤接触を防いで いる。



図 2 開発した布だけで構成されるタッチパネル

開発した布型タッチパネルは従来の研究と比較し、非常に安価で耐久性が強い。また XY の平面座標及びポインティング強度の入力も可能である。原理上マルチタッチ対応ではないが、洋服の袖、カバン、ズボン等に外観を損なわずに応用できる [3] [4]。図 3 に実際に開発したジャケット及びアプリケーション使用時の風景画像を載せる。ジャケットの袖口には開発したタッチパネルが縫い付けられており、ユーザは袖口をなぞることで音楽プレイヤーの再生/停止、シーク操作を行うことができる。



これら成果はウェブにてオープンソースとしてすでに公開しており (<http://ideea.jp/project/textile++>), 国内外より多くの問い合わせがあった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 6 件)

[1] 小手川誠也(首都大), 串山久美子(首都大), 馬場哲晃(首都大), 韓旭(首都大), 9軸モーションセンサを用いた車椅子パフォーマンスの拡張, 情報処理学会シンポジウム, インタラクシオン 2018, インタラクティブ発表

[2] 小手川誠也(首都大), 串山久美子(首都大), 馬場哲晃(首都大), 韓旭(首都大), 9軸モーションセンサを用いた車椅子パフォーマンスの拡張, 情報処理学会シンポジウム, インタラクシオン 2018, インタラクティブ発表

[3] Keisuke Ono, Shinichiro Iwamura, Akira Ogie, Tetsuaki Baba, and Paul Haimes. 2017. Textile++: low cost textile interface using the principle of resistive touch sensing. In ACM SIGGRAPH 2017 Studio (SIGGRAPH '17). ACM, New York, NY, USA, Article 8, 2 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3084863.3084868>

[4] 小野 圭介, 岩村 慎一郎, 馬場 哲晃, Textile++: 抵抗膜方式を用いたテキスタイルインタフェース, 第3回 ADADA JAPAN 学術大会, C2-4, 2017

[5] 小野 圭介, 馬場 哲晃, 抵抗被膜方式を用いたテキスタイルインタフェース, 3-A10, WISS2016, 日本ソフトウェア科学会

[6] ADADA Japan 2015 研究奨励賞 (一般研究者を対象とした賞) ◎手書き入力インタフェースを用いた日用品デバイスへの応用とそのプロトタイプング, 馬場 哲晃, Paul Haimes, ADADA, 2015

〔その他〕

(1) 優秀賞, Textile++, GUGEN2017, 研究室単位として受賞

- (2) 研究奨励賞, 小野 圭介(首都大学東京) 岩村 慎一郎(首都大学東京) 馬場 哲晃(首都大学東京), Textile++: 抵抗膜方式を用いたテキスタイルインタフェース, 第3回 ADADA JAPAN 学術大会, 2017
- (3) 研究成果のオープンソース化 (<http://ideea.jp/project/textile++>)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

馬場哲晃 (TETSUAKI BABA)

首都大学東京・システムデザイン学部・准教授

研究者番号: 30514096