



Title	触覚情報を付与したインタラクティブサーフェスに関する研究
Author(s)	中島, 康祐
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34571
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (中 島 康 祐)	
論文題名	触覚情報を付与したインタラクティブサーフェスに関する研究
論文内容の要旨	
コンピュータと人とのインタラクションは、コンピュータが理解しやすい表現でのインタラクションから、人が慣れ親しんできた表現を使ったインタラクションへと拡張されてきた。かつてはデータや命令を入力するための方法を学習しなければコンピュータは扱えなかったが、今日では、年齢や技能に関わらず多くの人々がコンピュータを通じて様々なサービスを楽しんでいる。この背景には、コンピュータのインタフェースがコマンド入力に基づくものから、実世界のメタファを導入したグラフィカルなインタフェース、さらには画面に直接触れて操作できるインタラクティブサーフェスへと発展し、人にとって理解しやすい方法で人とコンピュータがインタラクションできるようになってきた歴史がある。 しかし、人が人とコミュニケーションをしたり周囲の物体を操作したりする場合に比べると、人とコンピュータとのインタラクションに用いられる動作は非常に限られている。人と人とのコミュニケーションにおいて、人が意図や感情を対象に表現する場合には、握手や抱擁、殴打のような身体的な接触(タッチインタラクション)が用いられる。こうしたタッチインタラクションをコンピュータに対して入力できるインタフェースとして、タッチスクリーンに代表されるインタラクティブサーフェスがあるが、これらの多くは画面上でユーザが触れた座標を検出するだけのものであり、触れる圧力や面積などといった、握手や抱擁などのコミュニケーションに相当する重要な要素は考慮されない。また、多くのタッチスクリーンは入出力面が平面であり、感触も硬いために、人がコミュニケーションをする方法でインタラクションできるものではない。そのため、人とコンピュータとのインタラクションの様式は、人同士のコミュニケーションの様式から乖離してしまっている。人と人とのコミュニケーションで用いられるタッチインタラクションをコンピュータとの対話に利用するためには、接触対象の形状や触覚的な特性を、人や動物の皮膚や毛髪などに近付けていくことが有効であると考えられる。 そこで、本論文では、人と人のコミュニケーションに学んだ方法によるコンピュータとのインタラクションの実現を目指し、触覚情報を付与したインタラクティブサーフェスを提案する。触覚情報として特に動物や人の皮膚、及び毛髪の感触に着目し、これらの物理的な特性を備えたインタラクティブサーフェスを実現する。これにより、人と人とのコミュニケーションで用いられるタッチインタラクションに学んだ操作方法をユーザに提供でき、ユーザはより直感的に意図や感情を入力できるようになると期待される。 まず、毛髪を介した触れ合い方でインタラクションできるインタラクティブサーフェスとして、毛状物体の表面にマルチタッチ認識と視覚フィードバック提示の機能を統合した毛状マルチタッチディスプレイについて検討する。この毛状マルチタッチディスプレイは光ファイバでできた毛の上に映像を表示でき、また、マルチタッチ検出も可能となっている。これにより、ユーザは毛髪に触れたり撫でたりするような動作で表示された情報と触れ合えるようになる。	

続いて、握手や抱擁、殴打などといった、皮膚を介したタッチインタラクションを入力インタラクティブサーフェスの実現に向けて、弾性体を利用したタッチインタラクション認識手法を提案し、これを適用した風船型インタフェースを実現する。特に柔らかく、形状を変化させやすい弾性体である天然ゴムの風船を利用して検討を進め、その内気圧を利用したタッチインタラクション識別手法を提案する。また、その識別手法に基づいて風船型インタフェースを実装し、その識別性能を評価する。

本論文は、全5章で構成される。第1章にて序論を述べ、第2章では、マルチタッチスクリーンをはじめとするインタラクティブサーフェスや、それらとのインタラクション手法について述べる。まず、マルチタッチスクリーンをはじめとする基本的なインタラクティブサーフェスの構成と、タッチインタラクションを拡張する様々な手法について述べる。続いて、形状変化が可能な素材を用いたインタラクティブサーフェスであるオーガニックユーザインタフェースについて述べる。特に柔らかな素材を入出力の界面に用いるインタラクティブサーフェスや、毛状物体を用いたインタフェースについて紹介する。最後に、物体を把持した手が、どのようにそれを把持しているかを認識する手法について述べる。

第3章では、毛髪を介した触れ合い方でインタラクションできるインタラクティブサーフェスとして、毛状マルチタッチディスプレイ“FuSA2 Touch Display”について検討した結果を述べる。まず、毛状物体の上で視覚的な情報提示とマルチタッチ入力を統合するための基礎的なシステム構成について提案する。ここでは屈曲した光ファイバを用い、奥行きコンパクトな構成で毛状マルチタッチディスプレイを実現する。続いて、表示映像を高コントラスト化しつつ、スクリーン面の拡張可能性を高めたシステム構成に基づいて、大画面毛状マルチタッチディスプレイを実装する。実装した大画面毛状マルチタッチディスプレイを用いて、撫でたりかきむしったりする動作を入力可能であることを確認するほか、毛状マルチタッチディスプレイが誘発する入力動作をユーザスタディを通じて考察する。

第4章では、皮膚表面のような柔らかさを備えたインタラクティブサーフェスの実現に向けて、気体を封入した弾性体の特性を利用してタッチインタラクションを認識する手法と、それを用いて実装した風船型インタフェースについて検討する。タッチインタラクションの認識に重要と考えられる要件について検討したうえで、弾性体を用いたタッチインタラクションの認識手法を提案する。その後、把持や抱擁、殴打などのタッチインタラクションを認識するための風船型インタフェース“Emoballoon”を実装する。実装にあたっては、風船の物理的特性やユーザの行動に与える影響について実験を通じて検討し、その妥当性を確認する。実装したインタフェースを用いて識別性能を評価し、提案手法によって、人の皮膚を介した行われる様々なタッチインタラクションが効果的に識別できることを確認する。

最後に第5章では、本研究で得られた成果を結論として要約する。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (中 島 康 祐)		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主 査	教授 尾上 孝雄
	副 査	教授 竹村 治雄
	副 査	教授 岸野 文郎 (関西学院大学)
	副 査	准教授 橋本 昌宜
	副 査	招へい准教授 伊藤 雄一

論文審査の結果の要旨

本論文は、人と人とのコミュニケーションに見られるインタラクションの方法を、人とコンピュータのインタラクションに導入することを目的とし、触覚情報を付与したインタラクティブサーフェスに関して研究した成果をまとめたものであり、以下の主要な結果を得ている。

(1) 撫でたりかきむしったりする動作でインタラクション可能な毛状マルチタッチディスプレイの提案

本論文では、毛との触れ合い方で情報とインタラクション可能なディスプレイとして、毛状マルチタッチディスプレイを提案している。従来の毛状インタフェースは視覚的な情報提示と触覚的な情報提示が十分連動せず違和感を生じるものや、形状変化のみでの情報提示に留まっていたが、本論文では、毛そのものを発光させることで、毛の動きに連動して自然に表示映像が歪む毛状ディスプレイを提案している。光ファイバにより毛状表面にマルチタッチ認識と映像表示の機能を統合し、ユーザは毛髪に触れたり撫でたりする動作で表示された情報とインタラクションできる。赤外線によるタッチ検出を適用して実装したディスプレイで画像表示とタッチ認識の性能を評価し、提案したシステムが10 cm四方に単純な文字を表示でき、撫でたりかきむしったりする動作を認識可能であることを明らかにしている。また、ユーザの観察を通じて、ユーザが毛状ディスプレイから撫でたりかきむしったりする動作を想起し、実際にそれらの動作を入力することを確認し、提案したディスプレイが毛との触れ合い方をコンピュータとのインタラクションに導入する上で有用であることを述べている。

(2) 殴打や抱擁などのタッチインタラクションの識別手法とそれを適用したインタフェースの提案

本論文では、握手や抱擁のような皮膚を介した触れ合いを認識するタッチインタラクション識別手法を提案し、これを適用した風船型インタフェースについて検討している。ユーザが触れた時の加圧の強弱を検出すること、また、インタフェース自体が柔らかいことを要件として、タッチインタラクション識別の基本的な原理を提案した。種々の基礎検討を踏まえ、気圧と音響の変化に基づくタッチインタラクション識別手法を提案し、これを適用した風船型インタフェースを実装している。実装したインタフェースで識別性能を評価し、7つの基礎動作を実験参加者内で平均83.5%の精度で識別でき、提案手法が効果的にタッチインタラクションを識別することを明らかにしている。また、風船型インタフェースを入力動作識別のためのモジュールにした場合の識別率についても評価しているほか、提案した風船型インタフェースの応用可能性についても議論している。

以上のように、本論文で述べた触覚情報を付与したインタラクティブサーフェスに関する研究は、人とコンピュータとのインタラクションの様式を人と人のコミュニケーションの様式に近づけるうえで非常に有用である。コンピュータが日常のあらゆる場面に浸透していく背景のもと、本成果は、人がコンピュータに意図や目的を容易に伝達できるようにするインタフェースの実現に大きく寄与するものと期待できる。従って、博士(情報科学)の学位論文として価値のあるものと認める。