

Colorful Touch Palette:視触覚テクスチャデザインシステム

廣部 祐樹[†] 黒木 忍[†] 佐藤 克成[†] 南澤 孝太[†] 館 暲^{††}

Colorful Touch Palette: multi-modal texture design system

YUKI HIROBE[†] SHINOBU KUROKI[†] KATSUNARI SATO[†] KOUTA MINAMIZAWA[†] SUSUMU TACHI^{††}

1. はじめに

近年、触覚フィードバックを備えた視覚ディスプレイに関する研究が盛んに行われている。しかし既存の視触覚ディスプレイにおいては、振動など単一の触覚フィードバックを返すにとどまっているものが多い。

本研究は、小型化が容易な電気触覚ディスプレイと視覚ディスプレイとを組み合わせることで、指先で触感を得ながら触絵を描画し、触感のデザインを行う視触覚デザインシステムを提案する。本システムでは、触覚フィードバックに高密度電極マトリクスを用いており、提示信号を人間の触覚受容器の活動特性に合わせて妥当に設計することで、指先に多様な触感を提示することが可能となる。

2. 提案手法

2.1 提案概念

絵を描くという行為には、図1左に示す様々な色の絵の具を持った Color Palette を用いることが多い。これに対し、図1右に示す様々な色のみでなく様々な触感を持った『触絵具』による“Colorful Touch Palette”を提案する。

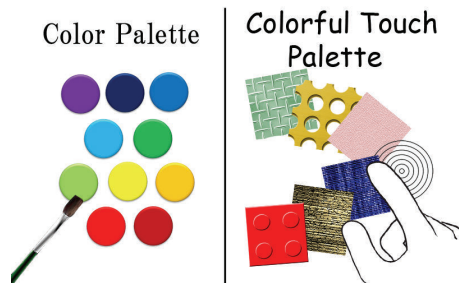


図1 Color Palette に対する Colorful Touch Palette

本システムでは、この“Colorful Touch Palette”を用いることで、図2に見られるような、様々な触感を持った『触絵』を、触体験を伴いながら作成、また完成した『触絵』に触れることで、その触感を体験することができる。

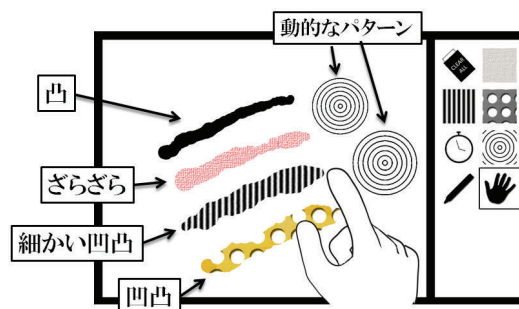


図2 触絵の例

2.2 触覚フィードバック

触覚フィードバックを行うための研究は、様々な提示手法が行われている。ピンアレイにより表明形状を変化させるもの1)、振動子によって触覚フィードバックを実現するもの2)などが挙げられる。

目的とするシステムを実現するために、様々な触感を実現する必要がある。そのためには、振動のみではなく、圧力による刺激パターンが提示可能であること、刺激の空間解像度が高いことが求められると考えられる。今回それらを実現するために、電極間隔が2.5mm の高密度電気触覚マトリクスを用いた電気刺激法による触覚フィードバックを採用した。電極マトリクスによる刺激法では、刺激点の電極を正に印加することで電流を流し、振動の感知に関わる神経を発火させることで触覚の提示を行うが、印加する極を反転することで、圧力の感知に関わる神経を刺激可能なが示されている3)。

本研究は、人間の触覚受容器の活動特性に合わせて提示信号を妥当に設計することで、様々な触感の再現を試みる。

[†] 東京大学大学院情報理工学系研究科

Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

^{††} 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科

Graduate School of Media Design, Keio University

3. システム構成

3.1 全体の構成

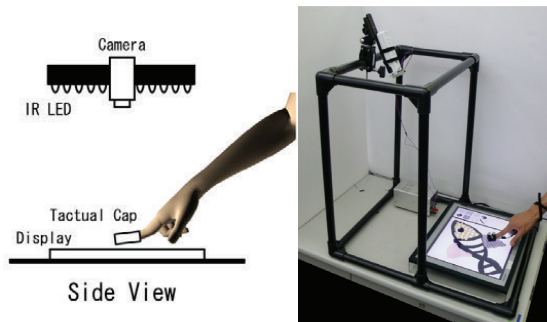


図3 システム全体図

図3にシステムの全体構成を示す。ユーザは指先に入力と触覚ディスプレイの役割を果たす”Tactual Cap”を装着してディスプレイ上に触絵を描く。ディスプレイ上部にはカメラと赤外線 LED が配置されており、Tactual Cap 上部のマーカの反射を撮ることでユーザの指先位置、姿勢は計測される。

3.2 Tactual Cap

Tactual Cap は図4に示すように、触覚フィードバック提示のための高密度電極マトリクス、圧力センサ、位置姿勢検出のための二つのマーカ、固定用のバンドからなる。指とディスプレイとの接触状態は圧力センサにより推定されており、入力や触覚フィードバックは接触時のみ行われる。マーカを二つ配置することで指先の姿勢情報（ディスプレイ平面上での位置と傾き）を検出し、提示信号に反映させる。

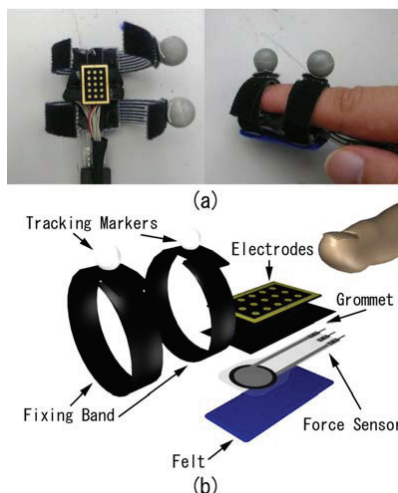


図4 Tactual Cap (a)実機写真(b)構成図

4. 触覚フィードバック信号設計

触覚フィードバックには、電気生理学的知見 4)をもとに、図5に示すように傾斜部では振動と圧感が、凸部では圧覚のみに対して刺激を行い、指腹が触れるテクスチャに応じ信号の周波数、強度を対応させる。

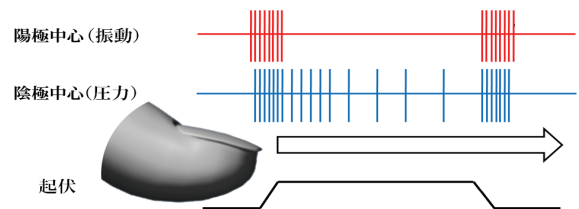


図5 提示刺激例

またこの時、振動を知覚する受容器の受容野は、圧覚を知覚するものよりも広いことが知られているため、移動方向に対して、時系列で振動を提示するための刺激が、圧力を提示するための刺激に対してわずかに先行するように刺激を行う。

5. おわりに

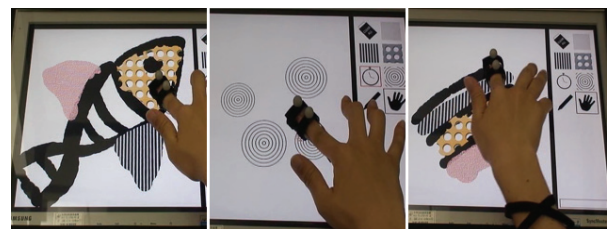


図6 Colorful Touch Palette を用いたデザイン例

本稿では、図6で例示するように、指先によって様々な触感を感じながら触感のデザインを行う視触覚デザインシステムを提案し、高密度電極アレイ、圧力センサ、姿勢検出用マーカからなる”Tactual Cap”，カメラ、ディスプレイから構成し、様々な触感のデザインを可能にした。今後の課題として、より詳細な触感の実現や表現可能な触感の限界の検証、触感のパラメータ化などがあげられる。

謝辞 本研究の一部は科学技術振興事業団・戦略的基礎研究推進事業 (JST-CREST) の支援によって実施された。

参考文献

- 1) ペン入力機能付き触覚グラフィックディスプレイ, <http://www.nivr.jeed.or.jp/research/software/soft2.html>
- 2) Ando Hideyuki, Junji Watanabe, Masahiko Inami, Maki Sugimoto and Taro Maeda “A Fingernail-Mounted Tactile Display for Augmented Reality Systems” Electronics and Communications in Japan, Part II Vol. 90, No. 4, pp. 56-65 (2007).
- 3) Hiroyuki Kajimoto, Naoki Kawakami, Taro Maeda and Susumu Tachi “Electrocutaneous Display as an Interface to a Virtual Tactile World” Proceedings of the Virtual Reality 2001 Conference, pp. 289 (2001)
- 4) Mandayam A. Srinivasan and Robert H. Lamotte "Tactile Discrimination of Shape: Responses of slowly and rapidly adapting mechanoreceptive afferents to a step indented into the Monkey fingerpad" J Neurosci 7, pp1672-1681 (1987)