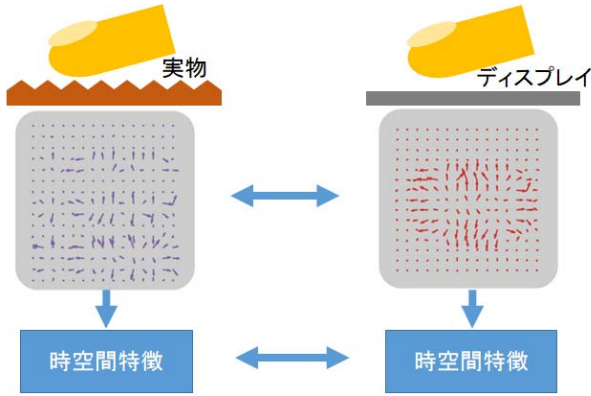


触覚的質感の記録再生技術

研究代表者 梶本 裕之（電気通信大学大学院情報理工学研究科・准教授）
研究分担者 岡本 正吾（名古屋大学大学院工学研究科・准教授）



μm 以下の精度、約 1kHz のサンプリングレートで計測することが可能です。

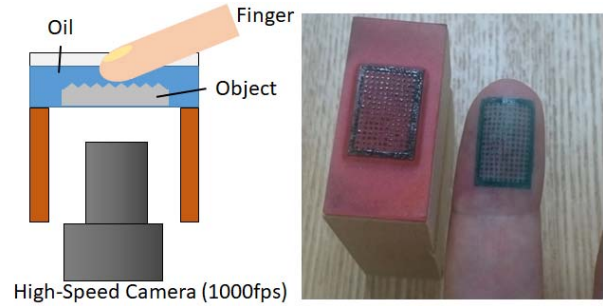


図 1：触覚的質感の計測，説明

○研究の背景

触感の自在な提示は情報端末分野を中心に現在産業界の高い関心を集めています。しかし実現されている触感表現は記号的な触覚提示にとどまり、質感を表現できるレベルに達していないのが現状です。

この原因は、第一に指先を皮膚の知覚能力以上に高い時間・空間分解能で刺激するハードウェアがないこと、第二にその結果として触感表現に関する探索が時間波形と空間パターンに分離して議論されており、刺激の時空間特徴に関する視点が不足していることであると考えられます。

○この研究の目指すもの

本研究は次の二点を目指しています。第一は触感の構成要素の解明です。時間的、空間的に高い解像度を実現する計測装置を開発し、触感を構成する時空間的特徴量を観察により明らかにすると共に、機械的な刺激装置で再現することによって確認します。

第二の目的は産業界からの期待の大きいタッチパネルにおける触感フィードバック法の最適設計論の構築です。タッチパネルですでに提案されている 2 種類の提示手段を組み合わせ、触感生成の面から最適化する手法を構築します。

○これまでに得られた成果

触感の構成要素の解明に関しては、現在までに指先皮膚が凹凸テクスチャ面上を移動した際の皮膚水平変位を高速に捉えるシステムを構築しました（図 2）。テクスチャ素材とほぼおなじ屈折率のシリコンオイルを用いて凹凸による画像の歪をなくし、指先皮膚のマーカをトラッキングするシステムを構築しました。実現した計測系は指皮膚の水平変位を 5

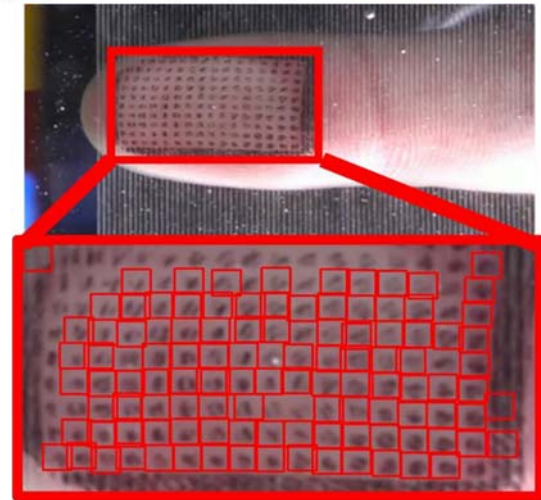


図 2：インデックスマッチングを用いた皮膚計測

この計測系を用いて一定間隔の溝をなぞり、皮膚が局所的に変形するか、皮膚全体が同期して動くかを観察しました(図 3)。同期性に関してはマーカー同士の動きの相関を計算することで検証しました。その結果、約 2mm より狭い間隔の溝に対して指皮膚は全体が同期して振動することが確認されました。類似の知見は触覚受容器の神経活動計測等によって知られていましたが、皮膚の挙動を直接観察することによって確認されたのは初めてのことです。

同じ計測系によって静電気によって摩擦を提示するタイプのディスプレイにおける皮膚の挙動も観察しました。この結果、皮膚の挙動は加えられる電圧と皮膚のダイナミクスの関係によって決定されることを確認しました。

現在、計測した皮膚時空間変位パタンの水平振動型触覚ディスプレイによる再現を試みています。この記録と再生の組み合わせによって触覚的質感の再現と要素同定が可能となると考えています。

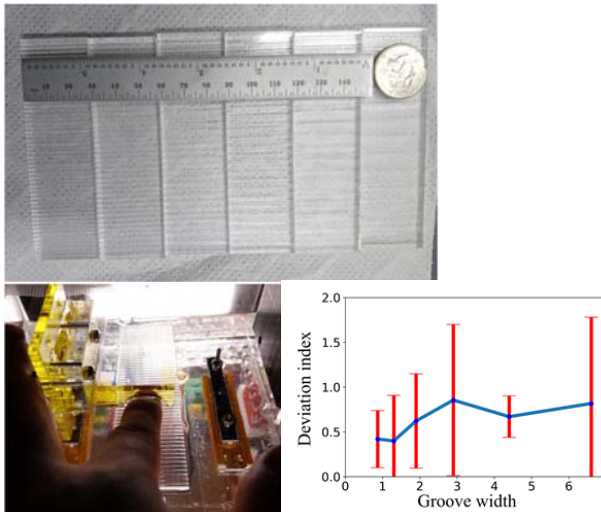


図3：等間隔溝をなぞった際の皮膚運動の同期性

以上は皮膚の水平変位に関する記録と再生ですが、皮膚垂直変位に関しては、粘着感の定量化にも取り組んでいます。粘着感の測定は皮膚上の負の力を計測する必要が有るためこれまで実現されていませんでしたが、圧力分布センサと同じ密度に棒を並べて予圧を加えるというシンプルなアイデアで計測できます（図4）。

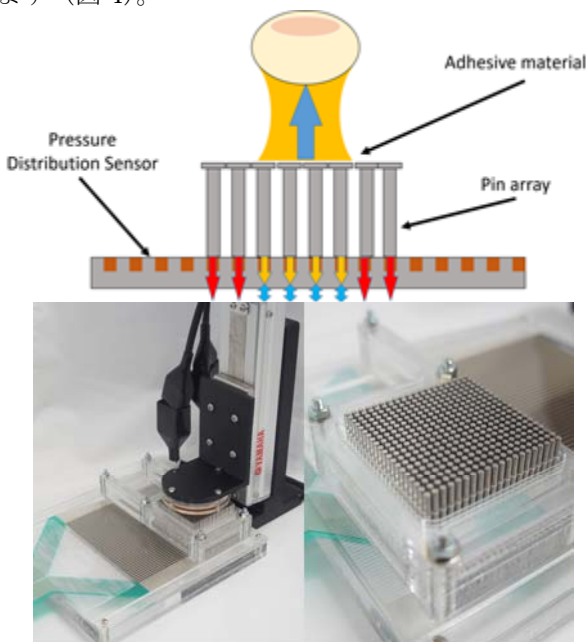


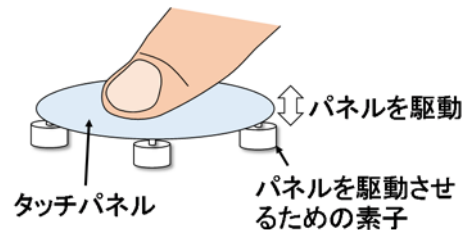
図4：粘着感の計測

タッチパネルによる触感表現については、現時点でタッチパネルの触覚提示手段として合理的と思われる機械的変位を提示するタイプ（Active type、エネルギー供給型）と、パネルに帯電した静電気によって摩擦を提示するタイプ（Passive type、エネルギー消費型）を組み合わせ、触感生成の面から最適化する手法の構築を目指しています。この二つのタイプの触感提示原理は、提示可能な触刺激の性質が相補的であることから、両者を併用することで高品質な

質な触感刺激を提示することが可能になると考えています（図5）。

まずは限定された素材の触感（テクスチャ）を対象として両タイプの触刺激の特性を活かした触感提示手法を開発しています。タッチパネルを擦ると、そこに表示された画像に合致した触刺激を感じることができます。通常、素材の表面には粗さがあります。また、表面を指で擦ると摩擦が発生します。機械的変位を提示するタイプは、仮想的な表面粗さを提示することが得意ですが、摩擦を生成することはできません。この点を補うために、摩擦を提示するタイプを併せて用います。そのことによって、これまでのどちらか一方のタイプを用いた手法よりも、より本物らしい触感の提示が可能となることが心理学実験によって分かっています。これら2手法をどのように組み合わせることで、良い触感が提示できるかという最適設計論を今後も追究していきます。

タッチパネルを機械的に駆動するタイプの触感提示



タッチパネルに電荷を蓄えて静電気による摩擦を生成するタイプの触感提示

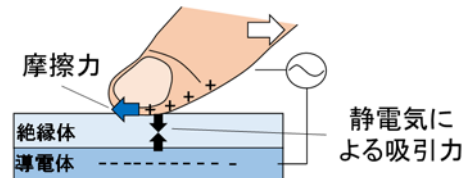


図5：上)パネルに表示された素材（畳）の触感を提示している様子。下)2種類の触感提示の原理

○関連する研究発表

1. Kaneko, S., Okazaki, R., Yem, V., Kajimoto, H.: Measurement and Analysis of Finger Surface Behavior on One-dimensional Textured Surface. Proceedings of IEEE World Haptics Conference 2017.
2. Kameoka, T., Takahashi, A., Yem, V., Kajimoto, H.: Quantification of Stickiness Using a Pressure Distribution Sensor. Proceedings of IEEE World Haptics Conference 2017.
3. Ito K, Okamoto S, Elfekey H, Kajimoto H, Yamada Y: Feeling softness on a hard touch panel using an electrostatic tactile texture display, 2017 IEEE Global Conference on Consumer Electronics, 10.24-27, Nagoya, Japan, 2017.