

機械受容器模倣型 MEMS 触覚センサによる 人口触覚知覚の構築

～時間応答モデルに基づく硬さ・テクスチャ識別と知覚距離評価～

工学研究科 工学専攻 気・電子工学分野

○助教 水戸部 龍介、教授 神田 健介

キーワード

MEMS 触覚センサ, 人工触覚, 触覚受容器

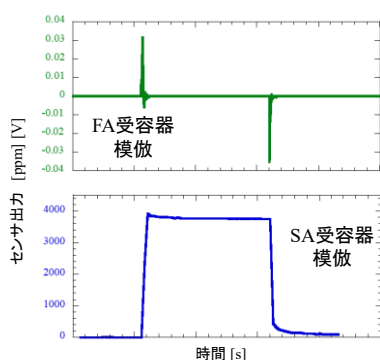


研究概要

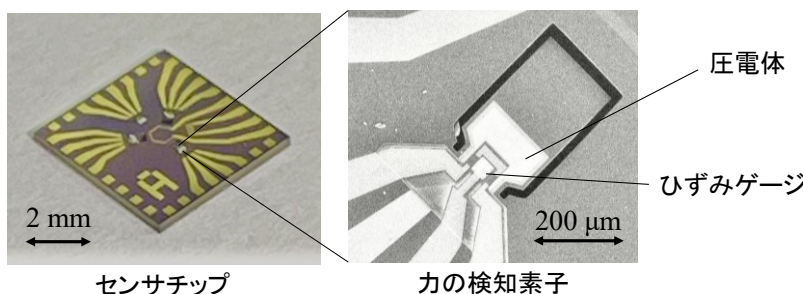
人の皮膚には、押し続けた力を捉える「ゆっくり順応する受容器 (SA)」と、接触の変化や振動を捉える「速く順応する受容器 (FA)」がある。本研究では、この時間応答の違いをセンサ内部に持たせ、触覚情報を計測した時点で整理できる人工触覚の構築を目指している。

開発した MEMS 触覚センサは、柔らかい樹脂中の微小梁に、ひずみゲージと圧電薄膜を集積した構造である。ひずみゲージは力が加わっている間も応答し、圧電薄膜は力の変化や振動を強く出力するため、一つの接触から SA 型と FA 型に相当する異なる信号を得られる。回路設計により圧電出力の応答時間も調整できる。

さらに、接触波形同士の距離を「人工触覚知覚距離」として定義し、硬さとテクスチャの識別に有効な信号を評価した。押し込みによる硬さ識別では SA 型信号の分離度が高く、布をなぞるテクスチャ識別では FA 型信号が時間変化を強調して識別性を向上させた。刺激に応じて有効な時間応答を選ぶことが重要である。



ヒトの受容器模倣センサ



アピールポイント

本研究の独自性は、大量の波形を後段のソフトウェアだけで解析するのではなく、センサ素子や回路そのものに機械受容器のような時間フィルタ機能を持たせる点にある。必要な特徴をアナログ段階で強調できれば、配線数、データ量、演算量、消費電力の低減が期待できる。ロボットハンド・ロボットスキン、義手、遠隔操作、医療・介護機器、触覚提示、製品表面や柔軟材料の検査などへの展開が見込まれ、多数の触覚センサを配置するシステムや端末側で素早い判断が必要な用途に適している。基本原理と時間応答は *Sensors and Materials*, Vol. 36, No. 12, pp. 5129-5141 (2024) に掲載済みであり、現在は人工触覚知覚距離を用いた刺激識別へ展開している。