

触覚センサに対する 高速・高精度読み取り手法の開発

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

人間は皮膚を通じて得られる様々な情報を用いて環境を認識している。中でも触覚は、無意識の反射から高度な認知行動まで、接触を通じた活動で重要な役割を果たしている。ヒューマノイドロボットをはじめとして、人や環境に接触を行うロボットにおいても触覚の情報を導入することでより安定で安全な制御を実現できるという仮説のもと、本研究ではとりわけ、ロボットの運動性能を向上させることを目的とし、そのうえで重要となる高密度で高感度な触覚情報の高速取得を実現する手法を提案する。

■ 活動内容

本研究では、圧力に応じて抵抗値が変化するセンサを対象とする。センサは、格子状に配置されている。(図1参照)。一般的には格子状に配置されたセンサの抵抗値は電圧の供給(列)と読み出し(行)を逐次切り替えながら電流を計測して計算する。この方法の問題点は以下の2点である。

1. センサ数が増えると測定時間が比例して増える
2. 接触状態によっては測定対象の抵抗以外の抵抗へ流れる電流(回り込み電流)が誤差となる。

この誤差は、センサ数が増えると増加する

この問題の解決するため、同期検波を用いた測定手法を提案する。提案手法では各列に印加する電圧を逐次切り替えるのではなく、印加する電圧に周波数情報を追加する。合成信号から必要な信号を分離・抽出するためにロックインアンプを用い、得られた信号に電流・電圧変換を行いAD変換器で、電流から抵抗値を計算する。提案手法の概念を図2に、利点を以下にあげる。

● 測定時間

複数列の抵抗値を同時に測定できるため、切り替えの必要がなくなり、高速化できる

● 意図しない電流

周波数信号でふるいにかけるため、異なる周波数の信号は同期検波を用いて除去することができる

3×3の格子状に設置した抵抗に対して提案手法を適用し、シミュレータ上で評価を行った(表1参照)。それぞれの実験条件を以下に示す。

- ① すべての抵抗値を10kΩに設定
- ② 抵抗をそれぞれ1kΩから10kΩに設定

■ おわりに

本研究では、ロボットの運動性能を向上させることを目的とし、そのうえで重要となる高速な触覚センサの読み取り方法を提案した。具体的には、周波数領域で信号を重畳することで読み取りの高速化と回り込み電流の除去ができる同期検波方式が有効であることを示した。さらに、回路シミュレータ上で提案手法の検証を行った結果、逐次読み取り方式に対して提案手法は同時読み取りが可能であるため、著しい高速化につながる。同時読み取り手法による誤差の増加も1.1%にとどめられ、有効性が確認された。

■ 関連情報

田光 太郎, Rafael Cisneros-Limón, 神永 拓, 垣内 洋平, "ヒューマノイドロボットの制御のためのマトリクス状に配置された触覚センサの読み取り手法の検討", 第25回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2024), 2024, 掲載予定

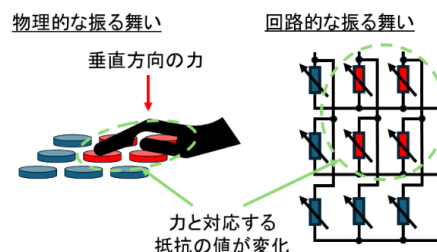


図1 抵抗変化型の接触センサマトリクスの概念

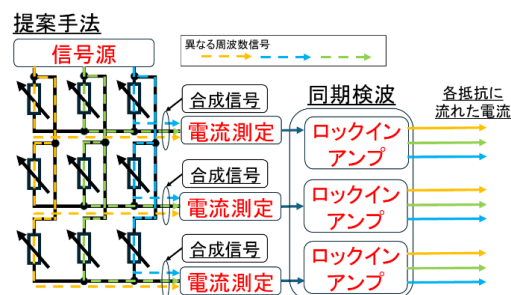


図2 提案手法を用いた同時読み出し手法

表1 シミュレータ上での実験結果

実験条件	平均絶対誤差[%]	最大誤差[%]
①10kΩ	0.89	1.06
②1k-10kΩ	0.95	1.05

代表発表者 田光 太郎(たこう たろう)
所 属 豊橋技術科学大学大学院
工学研究科 情報・知能工学専攻
情報・ロボットシステム研究室

産業技術総合研究所 情報・人間工学領域
AIST-CNRS ロボット工学連携研究ラボ
問合せ先 〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1
tako.taro.tf@tut.jp

■キーワード: (1) 触覚
(2) ロボット
(3) 同期検波

■共同研究者: Rafael Cisneros-Limón (産総研)
神永 拓 (産総研)
垣内 洋平 (豊橋技術科学大学)