

IROS 2016 に参加して

楠木 隼生

Koki NARAKI

機械システム工学科 2016 年度卒業

1. はじめに

2016 年 10 月 11 日～12 日に韓国，大田で開催された標記国際会議に参加し，「Fabric Interface with Proximity and Tactile Sensation for Human-Robot Interaction」という題目でポスター発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景・目的

近年はサービスロボットが導入され，人間と生活することが増えるであろうと考えられる．その中で懸念されている問題は，人間がロボットとぶつかって怪我を負わすことやロボットが人間と接する時に必要以上に力を加えてしまう等の対人問題にある．このように安全面においてタッチ（接触）の感知はやや遅れているため，物体の接近を評価する必要がある．そこで，近接と接触の予測を評価することができるロボティックスキンの研究を行った．

本報告では，低コストで 1 つの布地センサに静電容量を利用して近接覚・触覚検知可能にするマルチモダリティのロボティックスキンを提案した．

2.2 センサの構成

図 1 は，近接および触覚センシングモードの静電容量が分離した測定を可能にする多層構造を示している．BL（底層）は，ノイズを低下させるための

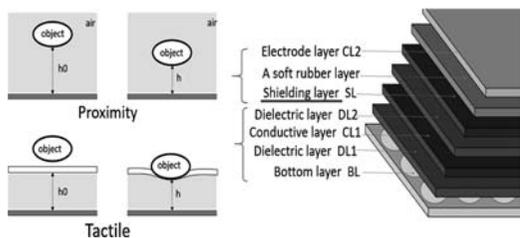


図 1 センサの構造

電極配列であり，この底層における各電極は静電容量測定 IC チップに配列され，活性電極と呼称した．BL と CL1（導電層）内の各活性電極が触覚要素（Taxel）という外力が適用されたとき，静電容量が変化するコンデンサを形成することができ，検出素子を 4 つの Taxel をもつ構造にした．人間と物理的相互作用をふまえ，DL1（誘電体層）に厚さ 2 mm の低反発シリコンを使用した．近接モードの静電容量の測定のための構造として，CL2（電極層）に導電性織物を使用した．手や物体がこの電極に近づくと，測定された静電容量はオブジェクトの近接距離の近似値が得られ，それに応じて変化することができる．CL2 は，静電容量測定 IC チップに接続され，触覚測定構造を覆っているため，コンデンサによって生じる寄生電界の低減する必要なので基準電圧（3.3 V）に接続された SL（シールド層）を導入した．これにより，近接モードと触覚モードの静電容量測定をスイッチング機構なしで両モダリティの近似を可能にした．

2.3 シミュレーション

図 2 (b)，(c) は，近接モードのシミュレーションにおいて SL の有無を比較した結果，図 2 (d) は，物体がセンサ表面に接近する電場ベクトルの結果を示している．(b) の SL なしの場合，電極がシールドすることなく干渉し合い，(c) の SL ありでは，シールド層から近接が測定された電極に等電圧が接続されてるため，干渉されない．従ってシールド層を追加したことによって電極の重複を回避し，

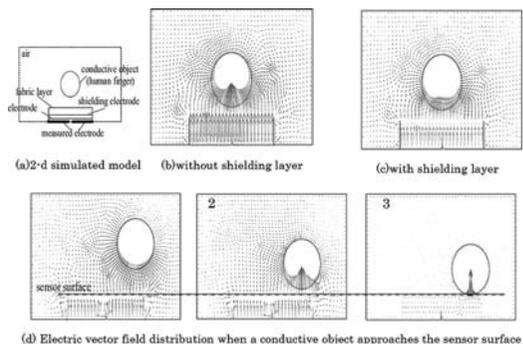


図 2 近接モードにおけるシミュレーション結果

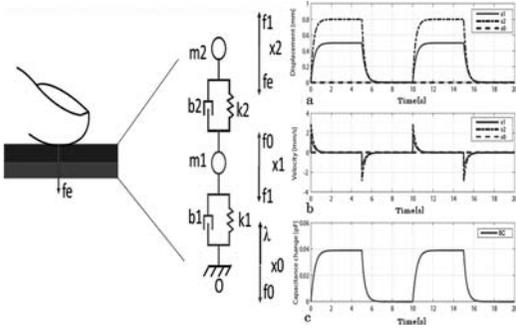


図3 触覚モードにおけるシミュレーション結果

相互に静電容量を感知することを回避できる。(d-1)は近接の電界(静電容量)が反応していることが分かる。(d-2)はセンサ表面に接近すると電界が増加していることが分かる。(d-3)のセンサには電界が凝縮された。近接容量のピークを検出したことによりセンサ表面でのタッチの検出を可能にした。

図3に触覚モードの機械的特性における動的シミュレーション結果を示す。センサの機械的特性が粘弾性と仮定してシミュレーションを行った。触覚モードの静電容量の出力はセンサ層の機械的特性に強く依存することが分かった。

2.4 キャリブレーション

図4は、近接・触覚センシングモードのキャリブレーション結果を示す。今回の近接モードのキャリブレーションは、人間の手や導電性物体に限定される。今回は、4秒ごとにセンサと物体の位置を5mm接近させる実験を行い、センサと物体の位置の真値の出力を感知するキャリブレーションの距離を示した。物体がセンサの表面に近づく2つのプロジェクトの間に良好であることが評価された。触覚モードでは、物体がセンサに4秒間1.5Nの荷重をかけ、その位置で制止するように制御を行った。測定された静電容量の出力は、真値の出力と比較して、予め定められた感度を用いた力の単位にキャリブレーションを行った。その結果、ダイナミックフェーズの間の静的位相における真値と一致していることがわかった。このセンサ層は、低反発材料から作られ

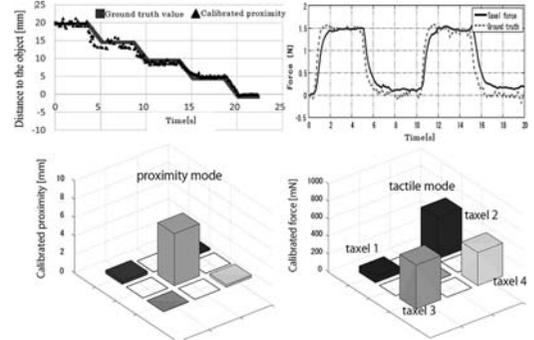


図4 近接・触覚モードのキャリブレーション結果

ることに起因する。図3に示しているシミュレーション結果と類似していることがわかり、機械的特性に依存していることがわかった。

2.5 結論

本稿では、各検出素子が接近する物体の近接 2×2 の触覚分布を感知することができる柔軟な布地センサのロボティックスkinのデザインを実現可能な設計を紹介した。この布地センサは伸縮可能なため、ロボットアームの自由曲面や関節部に貼り付けることが可能になるであろう。

3. 発表について

今回は初めて海外で発表したが、英語で発表することはとても難しいものだった。世界の多くの学生や教授の方からの質疑応答、わからない言語が多く上手い受け答えができないといった場面が多々あり大変苦労した。しかし、今後の人生で研究だけでなく社会に出て必要なものであるので大変勉強になり有意義な時間を過ごすことができた。この経験を無駄にしないように、今後より一層発表技術の向上や英語力の向上をはかりたい。

4. おわりに

最後に、今回の発表を行うにあたりご指導いただいたHo先生にこの場を借りて深く御礼を申し上げます。