

触覚機能を有する自己発電可能なストレッチャブル人工皮膚の開発

東京科学大学工学院機械系

佐藤 一步, 土方 亘

Kazuho SATOH, Wataru HIJIKATA

1. 目的

糖尿病患者の足底は知覚神経障害を伴い、外傷の検知が難しい。外傷の看過によって足潰瘍および壊疽が形成されると下肢を切断する必要があるため、皮膚全体を覆った接触位置検出可能な人工皮膚による感覚機能の補助が求められている。本研究では、伸縮性を有し、エレクトレットが保持する電場を利用することで、外部電源を用いずに接触位置検出可能な人工皮膚を提案する。

2. 方法

本人工皮膚は、エラストマーとエレクトレットを2枚の電極で挟んだ構造をとる。エレクトレットとは、数kVの放電処理によって数百Vの表面電位を保持できる材料である。電極には、伸縮性樹脂と銀微粒子からなる導電ストレッチャブルペーストを伸縮性フィルムに成膜した伸縮性電極を使用した。また、エレクトレットには高い表面電位を保持できる樹脂フィルムを使用し、伸縮性電極で挟み込むことで人工皮膚全体の伸縮性を実現した。

人工皮膚の接触位置および接触力は、人工皮膚の四隅に接続した電圧測定回路の測定値を用いて推定する。接触位置と接触力に応じて各測定回路に異なる電圧が生じるため、これらの信号から接触位置のXY座標と接触力の大きさを推定可能である。

原理検証のため、1方向の接触位置検出実験を行った。人工皮膚を試作し、人工皮膚の両端に測定回路を接続した。一定の大きさで接触時間で接触力を与える全自動接触試験機を設計・試作し、人工皮膚の接触時に生じる電圧を測定

した。左端から10, 30, 50, 70 mmの位置における測定値をキャリブレーションデータとし、20, 40, 60 mmの位置における測定値を推定用データとした。

3. 結果

接触により最大10 V程度の電圧が得られ、本人工皮膚の自己発電機能を確認できた。また、測定値から接触位置を推定した結果、平均推定誤差約8 mm以下での位置推定が可能であることを確認した。この位置分解能が足底と同程度であることから、足底の外傷検知に応用可能な接触位置検出機能を有する人工皮膚を実現できた。

4. まとめ

エレクトレットが保持する電場を利用した、外部電源を使用せずに接触位置検出可能な人工皮膚を提案した。1方向の接触位置検出実験を実施した結果、人工皮膚が平均推定誤差約8 mm以下で接触位置の推定が可能であることを確認した。

5. 独創性

本研究では、伸縮性、外部電源を使用しないセンサの駆動、足底と同程度の接触位置検出機能を有する人工皮膚を提案した。これらの機能を同時に有する触覚センサは報告されていなかったが、エレクトレットや伸縮性材料の工夫により、これらの機能を4層構造の人工皮膚で実現した。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

■ 著者連絡先

東京科学大学工学院機械系

(〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 大岡山キャンパス石川台6号館-303A室)

Email: hijikata.w.1bb6@m.isct.ac.jp