

シート型ハプティックデバイスにおける 接写カメラを用いた押し込み量の計測

Measurement of Indentation with Close up Camera for Sheet-type Haptic Device

○下江雅則, 李秀雄, 井上健司

○Masanori Shimoe, Suwoong Lee, Kenji Inoue

山形大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University

キーワード: ハプティックデバイス(haptic device), 接写カメラ(close up camera), 柔軟シート(flexible sheet)

連絡先: 〒992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16 山形大学大学院理工学研究科応用システム工学専攻
井上健司, Tel & Fax: 0238-26-3335, E-mail: inoue@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

物体の感触を人工的に作り出し、触っている指や手に感じさせる装置をハプティックデバイスという。我々は、人体などの柔らかい物体の感触の提示を目的として、柔軟シートを用いたハプティックデバイスを開発している[1,2]。このデバイスは、シートの張り具合を制御して、シートの柔らかさを変化させる。よって、シートを指や手で直接押すと、模擬している物体の柔らかさを感じることができる。以上の特徴から、触診訓練シミュレータや遠隔触診用インタフェースへの応用が期待できる。前報[3]では、シートの背面に近接センサを置き、指がシートを押し込む量を計測していた。しかし、近接センサは押し込み量とセンサ出力の関係が非線形で、特に触れた瞬間の出力の変化が小さいという問題点があった。

本研究では、押し込みによって生じるシートの縁の移動を接写カメラでとらえ、押し込み量を計測する方法を提案する。

2. シート型ハプティックデバイス

ゴムなどの柔軟なシートは、ピンと張れば硬く、緩めれば柔らかくなる。そこで、模擬する物体の柔らかさに応じて張力を制御すれば、シートを直接押したとき、柔らかさを感じることができる。

我々が開発しているシート型ハプティックデバイスを図1に示す。シリコンゴムシート的一端を固定し、他端を細長い棒に巻きつけて、4個のサーボモータに並列に固定する。モータでシートを一斉に引っ張って張力をかけ、シートの柔らかさを変化させる。シートの厚さは0.5[mm]、サイズは300[mm]×245[mm]である。サーボモータには、ROBOTIS社のDynamixel RX-28を用いた。

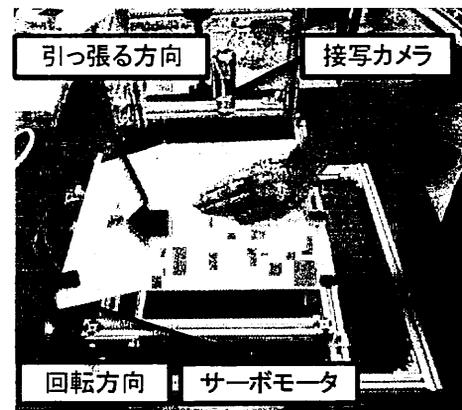


図1 シート型ハプティックデバイス

3. 押し込み量の計測方法

シートを押し込むと、シートの縁は押し込んである点の方に引っ張られる。この縁の移動を接写カメラでとらえ、押し込み量を推定する。カメラから見たシートの色と背景の色は、2値化により区別できる色を選ぶ。

- ①シートを押し込む前の縁の画像を予め取得し、グレースケール変換する。
- ②シートを押し込んだ時の縁の画像を取得し、グレースケール変換する。
- ③縁が移動した領域は、カメラから見てシートが背景に変わるので、①と②の画像に差が生じる。
- ④差の領域を抽出し、その面積を求める。
- ⑤この面積と押し込み量の関係を予め測定しておけば、面積から押し込み量を求められる。

図1の装置では、白色LEDが付いた接写カメラ(Klein&Ross製 DigiScope, 2.0Mpixel)を一方の縁に置き、縁の移動を計測する。

この方法は、安価なセンサで微小な押し込み量

の変化を計測できる, カメラの高さを変えることで押し込み量の範囲と分解能を調整できるといった利点を持つ. 反対に, カメラを使うために環境光の影響を受ける危険性がある.

4. 検証実験

4.1 実験方法

実験システムの構成を図 2 に示す. 6 自由度ロボットアーム (三菱電機製 RV-1A) で, シート中央を 2[mm]刻みで 0~30[mm]まで押し込む. そのときのシートの縁を接写カメラで観察する. 画像処理には, 汎用ライブラリ OpenCV を用いた.

例として, シートを押し込む前の縁画像を図 3(a)に, 押し込んだ後の縁画像を図 3(b)に, 両者をグレースケール変換してから差を取った画像を図 3(c)に示す. 黒は差の領域を表している. この黒い点の画素数 (差の面積に相当) を数える. 各押し込み量に対して 10 回計測し, 平均の画素数を求めた. 計測は, モータ角度をいろいろ変えて行った.

4.2 実験結果

シートの張力が弱いとき (モータ角度 40[deg]) と強いとき (モータ角度 60[deg]) の押し込み量と黒の画素数の計測結果を図 4 に示す.

図から, 押し込み量と画素数の関係はほぼ比例すること, この関係はシートの張り具合に影響されないことがわかる. モータ角度が 40[deg]で押し込み量が 28[mm]以上のとき, 画素数が急激に増えている. シートが深く押されると, シートは押し込んだ点に向かって傾くため, 光の当たり方が変わる. その結果, 押し込む前の画像に比べて色が変わったと判断されたためと考えられる.

5. おわりに

接写カメラを用いてシート型ハプティックデバイスの押し込み量を計測する方法を提案した. 実験の結果, 押し込み量と出力 (画素数) の関係はほぼ比例すること, この関係はシートの張り具合に影響されないことがわかった.

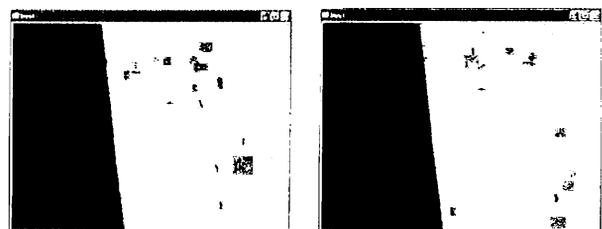
今後の課題は, ノイズを除去することや, 遠隔触診システムに発展させていくことである.

参考文献

- [1] K. Inoue, et al.: "Development of Haptic Device Using Flexible Sheet", J. Robotics and Mechatronics, 15-2, pp.121-127, 2003.
- [2] K. Inoue, et al.: "Development of Integrated Visual Haptic Display Using Translucent Flexible Sheet", J. Robotics and Mechatronics, 17-3, pp.302-309, 2005.
- [3] 松野 他: "柔軟シートを用いたハプティックデバイスにおける指先位置と押し込み量の計測",

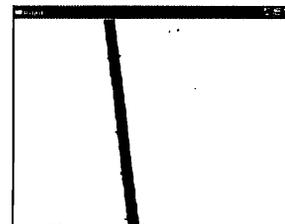


図 2 実験システムの構成



(a) 押し込み前

(b) 押し込み後



(c) (a)と(b)の差

図 3 縁の画像変化の例

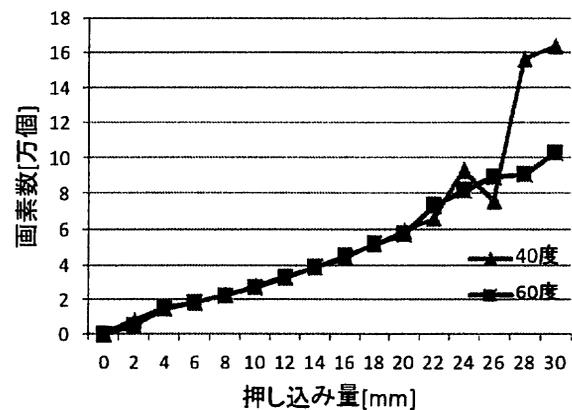


図 4 押し込み量と画素数の計測結果