

論文内容の要旨

Textile recognition and manipulation using tactile sensing based on active perception

博士論文題目

(能動的な触覚センシングに基づく布の識別と折りたたみ操作)

氏名

VON DRIGALSKI Felix Wolf Hans Erich

(論文内容の要旨)

触覚情報は他のセンシング方法では計測できない場所にまでコンタクトすることが可能であり、さらにカメラと比較し照明条件や視線に依存せず、計算速度も早いことからとても魅力的な計測手法である。本論文では、布製品をロボットが扱うために、必要となるセンシング技術について調査する。さらに、最適なセンサやグリッパーのプロトタイプ、接触情報を抽出するための手法について提案し、最後にそれらの応用例を示す。

はじめに、ステレオカメラと6軸力センサを用いて、荷重を加えたヒトの指先の形状を計測した。力と指先側面の変形を同時に測定することによって、指先の曲面と指先が発揮している力とを紐付けることができる。

次に以下の2つを提案する。1) ゴム半球の変形を用いることで、指先の垂直応力及びせん断応力を取得することができるセンサを用いたオープンソースなグリッパ。2) このグリッパによるこすり動作により、把持中の接触情報を取得する手法。

提案したこすり動作により、事前に学習した布製品を識別するだけでなく、それらが複数枚重なっていることを識別するための手法とその結果を示す。さらに、こすり動作の速度と力を変化させることによって、異なる情報が得られ、これらを用いて推定の精度を高めることができることも示す。

提案手法の有効性を検証するために、提案するグリッパでこすり動作を行い、画像認識と折りたたみ補助道具を用いて、ヒューマノイドロボットを用いたシャツ折りたたみ動作を生成した。さらに、触覚フィードバックの使用だけでなく、補助道具を活用することで折り畳み動作を完了するために必要な時間を大幅に短縮することを示す。

まとめると、提案した手法とグリッパは 1) 布の識別及び布の層が1層か複数層かの識別、2) ロボットアームを用いた布の操作、3) ヒューマノイドロボットを用いた服の折り畳みに関して新規性を有する。

氏名	VON DRIGALSKI Felix Wolf Hans Erich
----	-------------------------------------

(論文審査結果の要旨)

本論文では布の材質および布の重なりをロボットグリップを用いて識別する手法を提案した。また、提案手法を用いることにより、衣服の折り畳みを実現した。本論文の貢献は以下の通りである。

1. 触覚センシングを用いることにより布の材質および布の重なりを、高精度で識別可能な手法を提案した。ロボットグリップを用いて布の材質、特に布の重なりを識別した研究はこれまでに発表されていない。
2. 触覚情報を取得可能なロボットグリップを開発した。提案したロボットグリップはオープンソースで公開されている。
3. ロボットグリップの動作制御パラメータと識別モデルについて検討し、既存研究との比較を行い、センサの形状、特性、計測手法と識別モデルの設計との関係を示した。
4. 既存研究に比べ、より速く、省スペースに衣服を折り畳み可能なロボットシステムを実現した。人間が衣服を畳む際に用いる治具を採用することによりタスク効率を向上した。

本論文では汎用ロボットグリップを用いた触覚センシングによる布の材質および布の重なりを識別、衣服のマニピュレーション手法を示した。また、触覚センサを有したロボットによる衣服や家庭内における複雑な柔軟物体に対するマニピュレーションに対する新たな知見を提示している。

以上のように、本論文は触覚情報を用いたロボットによる器用な動作の実現、ならびに、日常生活を支援するロボット技術の確立に大きく貢献している。よって本論文は、博士（工学）の学位論文としての価値があるものと認める。