

オプティカルフローを用いた布地物体の 追跡に関する一手法

4K-7

土肥紳一 東京電機大学 工学部 基礎教育系列

濱島京子 東京電機大学 工学部 電子工学科

柿倉正義 東京電機大学 工学部 電子工学科

1. はじめに

ロボットビジョンの分野において、衣類のような柔らかい物体の認識や追跡は、ホームロボット等を実現する上で解決しなければならない重要な問題である。これらの実現には、CCDカメラで撮影した映像の中から特定の布地物体を認識し、これを追跡できる必要がある。布地物体の認識に関連して洗濯ロボットを実現するための基礎研究で、複雑に絡み合った洗濯物から特定の衣類を展開する手順の研究が、行われている[1]。

本稿では、このようなロボットを実現するための基礎研究として、布地物体を対象とした柔軟な物体の追跡を行うために、布地物体のオプティカルフローの特徴を活用する方法を提案し、その概要について述べる。

2. 布地物体の追跡における問題点

布地物体は柔軟な性質を持つため、外力を加えると即座に変形し、固体を対象とした物体の追跡にはない難しさがある。以下に、布地物体の追跡における問題点を列挙する。

2.1 形状の変化

布地物体の追跡における最も困難な問題は、外力による変形である。たとえば、台上のYシャツを持ち上げると、その瞬間からYシャツ全体の形状が時々刻々変化する。したがって、布地物体全体をテンプレートとして追跡する方法では、追跡困難である。

2.2 折り畳み

衣類は、広げられた状態で存在していることは希であり、通常は何らかの方法で折り畳まれている。

たとえば、Yシャツ、ズボン、ハンカチなどは、それ自体折り畳まれて存在する。このような布地物体を移動すると、折り畳みが崩れ、形状が大きく変化することになる。

2.3 重なり

一般に洗濯物は、複数種類の衣類が複雑に絡み合っている。このような布地物体の集まりの中から、目的の布地物体を認識し、追跡できる必要がある。

3. オプティカルフローの活用

オプティカルフローを用いて、複雑な背景下における固体の追跡に関する研究がすでに行われている[2]。先に述べた布地物体の追跡における問題点を克服するために、本手法では布地物体の特徴点に発生するオプティカルフローに着目し、追跡する手法を提案する。オプティカルフローを用いた布地物体の追跡を行うための、主な手順を以下に示す。

3.1 追跡対象の設定

CCDカメラで撮影した映像の中から、追跡を行う布地物体の輪郭上の特徴点を手動で設定する。このとき、輪郭上の各点は、頂点などの特徴を持つ点になるよう設定する。また、隣り合う2点間が一定間隔以上離れる場合は、その中間点を補助的に設ける。各点は、布地物体の輪郭線上を一筆書きで描けるように設定し、最初に指定した点 P_1 は最後に指定した点 P_n と隣り合うようにする。

3.2 オプティカルフローの測定

点 P_1 から点 P_n におけるオプティカルフローは、カラートラッキングビジョンを使って求める。具体的には、各点毎に参照領域と探索領域を設定し、相関演算を行う。参照領域と探索領域の中には、特徴

点付近の布地物体のテクスチャーも部分的に含むことになる。なお、相関演算は、トラッキングライブラリのTrvColorCor16を使用している。求めた各点の動きベクトルから、新しい移動先の点を決定する。

3.3 特徴点の最適化

布地物体の動きによって、特徴点が次々と新しい点へ移動するが、新しい点が特徴点として適切か否かを判断する必要がある。単位時間内の変化によって、隣り合う2点の間に1つの点のみが生成、消滅することを前提とし、以下の最適化を行う。

新しく特徴点を追加する場合

- (1) 2点間が一定距離以上に離れた場合、その中間点を特徴点として追加する。
- (2) 2点間に新しい頂点が生成された場合は、これを新しい特徴点として追加する。

特徴点を削除する場合

- (3) 特徴点が布地物体の内部に含まれた場合、その点を削除する。
- (4) 2点間が一定距離以内に接近した場合、1つの点に統合する。

3.4 追跡の繰り返し

追跡対象となる布地物体の移動が完了するまで、

3.2, 3.3を繰り返す、特徴点を追跡する。

4. 本手法による追跡の測定

布地物体として、縮めたハンカチを伸ばす変形について、3.3(1)の測定を行った。その結果を報告する。

4.1 測定環境

測定に使用した環境を表1に示す。なお、オプティカルフローを求めるフレームレートは、数フレーム/秒であり、ゆっくりした動きを対象とする。

測定機器等	備考
CCDカメラ	VC-C1 MKII (キャノン)
トラッキングビジョン	TRV-CPW5 (富士通)
パソコン	Windows 95, Visual C++, AMD-K6, 200MHz, メモリ64MB

表1 測定環境

4.2 縮めたハンカチの追跡

図1は、縮めたハンカチがゆっくりと上方向へ伸びていく様子を示している。左側が、最初に手動で特徴点を設定した直後の映像であり、右側がハンカチの変形が完了した時の映像である。特徴点が上部へ伸び、隣り合った点が離れるにしたがって、中間点が追加されている様子がうかがえる。

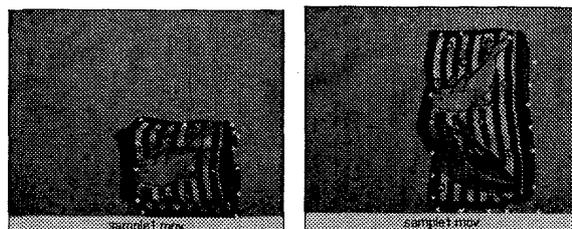


図1 縮めたハンカチの展開

この例は、ハンカチが単純に伸びる変形であるが、特等点のいくつかは、布地物体の移動から外れ、勝手に迷走する点や、停止する点が発生することもわかった。

5. おわりに

現時点で測定を行ったのは、3.3(1)であるが、(2)～(4)については現在測定を進めているところである。布地物体の特徴点をあらかじめ手動で設定し、オプティカルフローの変化から追跡を行う本手法は、少ない特徴点で布地物体の追跡を行える特長がある。

布地物体内部の織り目、色、テクスチャーなどの特徴を付加することによって、さらに追跡の精度を向上できることが考えられるため、今後はこれらのことを加味しながら、布地物体の認識および追跡の精度を向上する計画である。

参考文献

- 1) 濱島京子, 柿倉正義: 布地物体展開手順のプログラミング (塊状洗濯物の分離), 日本機械学会論文集 (C編), Vol.63, No.607, pp.967-974
- 2) 前 泰志, 白井良明, 三浦 純, 久野義徳: オプティカルフローとエッジを用いた複雑背景下での移動物体の追跡, 日本ロボット学会誌, Vol.15, No.1, pp.103-108(1997)