

1. はじめに

動画における運動物体の解析手法として、従来オプティカルフローが用いられている。しかし、オプティカルフローには、境界部分において対応が一意に決まらないという開口問題がある。本研究では、開口問題を解決する手法として動的計画法 (DP マッチング) による輪郭線フローの算出法について提案する。

2. 輪郭線フローの算出

以下に、DP マッチングによる輪郭線フローの手法について示す。

Step1 . 対象物体の一次元化

画像処理により得られた対象物体の輪郭線の座標値 (x_j, y_j) から中心点 (x_c, y_c) を算出する。このとき、座標点の数が輪郭線の長さ (周囲長) I となる。中心点 (x_c, y_c) から輪郭線上の各点 (x_j, y_j) までの距離 D を、次式より算出する。

$$D(j) = \sqrt{(x_j - x_c)^2 + (y_j - y_c)^2} \quad (0 < i < I)$$

輪郭線の座標は、通常左上から始まり反時計回りに並んでいる。従って、距離 D を順に並べると図 1 のように展開される。

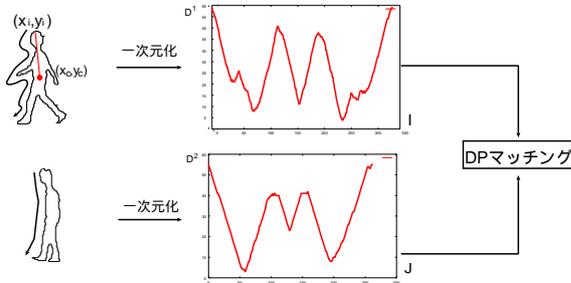


図 1：物体の一次元化と DP マッチング

Step2 . 連続 DP によるマッチング

DP マッチングは、長さの異なる 2 つのパターン間の距離を求める手法であり、伸縮関数を用いることで最適な経路を探索する。本手法では、一次元化した 2 つの輪郭線の距離 D の対応を求める。輪郭線は、対象物体により異なるため一次元化された始点は同一の特徴点を表しているとは限らない。そこで本研究では、任意パターン長に対し、他方の固定長パターンと類似する区間を検出する方法を取る連続 DP マッチングを用いる。以下に使用した連続 DP における DP パスを示す。

$$g(i, j) = \min \begin{cases} g(i-2, j-1) + 2 \cdot ld(i-1, j) + ld(i, j) & (a) \\ g(i-1, j-1) + 2 \cdot ld(i, j) & (b) \\ g(i-1, j-2) + 2 \cdot ld(i, j-1) + ld(i, j) & (c) \end{cases}$$

$$ld(i, j) = \sqrt{D^1(i) - D^2(j)}$$

$$c(i, j) = \min \begin{cases} c(i-2, j-1) + 3 \cdots if(a) \\ c(i-1, j-1) + 2 \cdots if(b) \\ c(i-1, j-2) + 3 \cdots if(c) \end{cases}$$

$$G(i) = \frac{g(i, J)}{c(i, J)}$$

g : 最小累積距離, ld : 特徴量による重み
 D : 中点から境界線までの距離, c : 最適パスの長さ
 G : 局所的な最小値

各格子点 (i, j) における累積距離計算時には、選択された DP パスを示すラベル (a, b, c) を記憶しておく。

Step3 . バックトレースによる対応点の決定

累積距離の算出時のラベルを逆順に辿り DP パスの最適なルート算出する、これをバックトレースと呼ぶ。バック

トレースは、DP マッチングで求められた最小距離 G をもつ終端点から走査する。各格子点に付けられた (a, b, c) のラベルを参照することにより最適経路をトレースすることができる。これにより、輪郭線上の各点の最適な対応を求めることができる。図 2 にバックトレースによる最適経路の生成、及び対応点の例を示す。

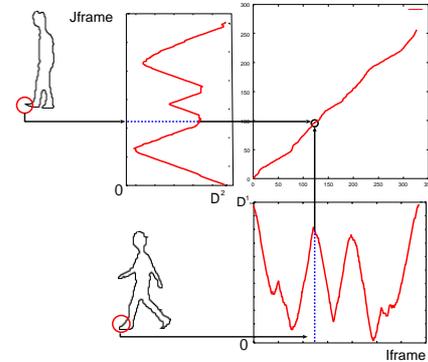


図 2：対応点

3. 輪郭線フローの算出結果

図 3 に長方形をアフィン変換した前後における輪郭線のフローを示す。フローの対応が変形前後の長方形の特徴点である角と一致していることがわかる。また、本手法は形状変化する非剛体においても、そのフローの抽出が可能であることがわかる。

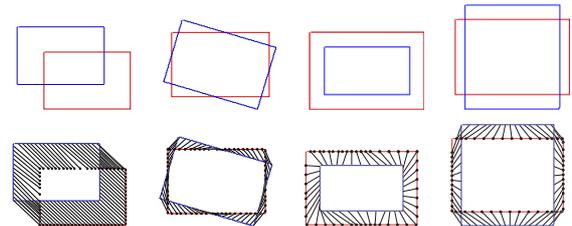


図 3：移動・回転・縮小・変形のフローの例

図 4 に、本手法により求めた人と車の輪郭線フローを示す。人は非剛体であるため、そのフローの方向が様々な向きであることがわかる。一方、車は剛体であるため一定方向のフローが多いことがわかる。この分布の違いを利用することで、動画における人/車の物体識別に利用できると思われる。

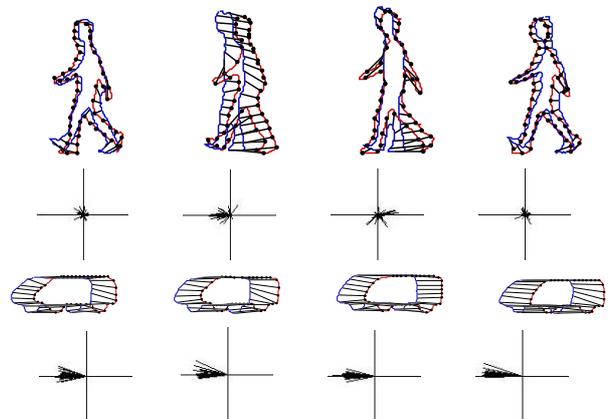


図 4：剛体・非剛体のフロー

4. まとめ

本研究では、DP マッチングを用いた輪郭線上のオプティカルフローの算出法について提案し、その有効性を示した。今後は、得られるフローの軌跡や分布から平行移動・拡大・縮小・回転等の対象物の運動の判定を目指す。