

オクルージョン検出によるオプティカルフローの推定

4K-9 平岩篤信 布施圭介 小松尚久 小宮一三 池田弘明
 通信・放送機構 厚木リサーチセンター

1. まえがき

近年のコンピュータ計算処理能力の飛躍的進歩により、画像処理の対象が動画にまで広がってきている。またインターネットでも動画ブラウザ¹⁾、動画検索などの登場が期待されている。本稿では動画処理の基本であるオプティカルフロー推定のオクルージョン検出による高精度化手法を提案する。

2. オクルージョンと領域変形

オクルージョンは動画像中でオブジェクトが重なる事である。図1ではオブジェクトAとオブジェクトBがそれぞれ異なる動きをしている。A, Bともに変形はないとする。画面上ではAがBの一部と重なっておりオクルージョンが発生している。Aの画面への射影領域 A^R はAと同じ形状であるが、Bの画面への射影領域 B^R はオクルージョンによりBと異なる形状になる。 A^R の輪郭が B^R の輪郭の一部になり変形を起こしている。(疑似輪郭)

このように領域の変形の有無によってオクルージョンを検出することが可能である。領域をテンプレートとしたマッチングによりフレームtからフレームt+1へのオプティカルフローを推定する場合を考えよう。領域 $A_t^R \Rightarrow A_{t+1}^R$ はフレーム間での変形がないので、最小マッチング距離が小さな値になり、結果も良好になる。一方、領域 $B_t^R \Rightarrow B_{t+1}^R$ では見かけの変形により最小マッチング距離が小さく

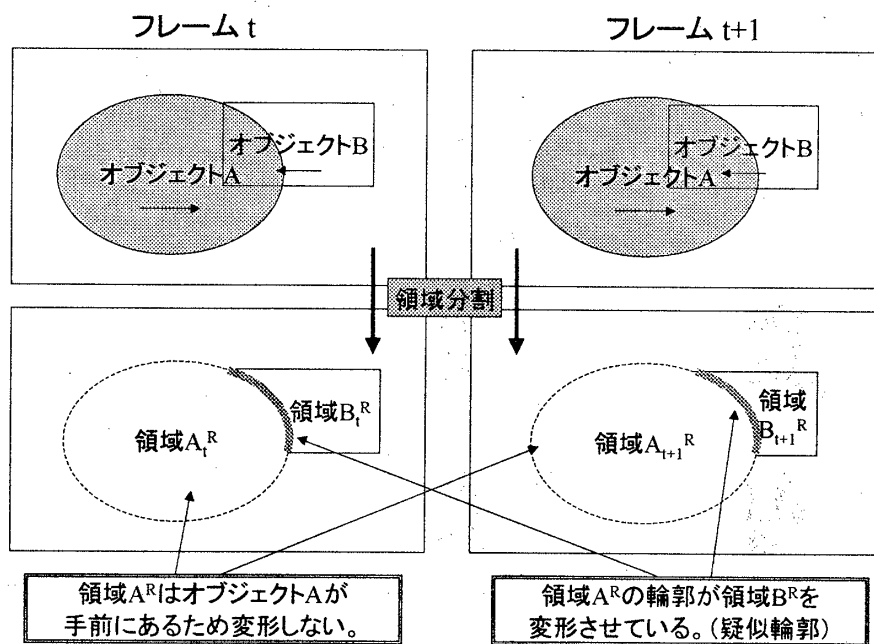


図1 オクルージョンと領域変形

ならないばかりか、疑似輪郭が動く事によって A_t^R の動きの影響も入り込み結果が不正確になる。従って、より正確なオプティカルフロー推定には疑似輪郭の影響を考慮する必要がある。

3. 疑似輪郭を考慮に入れたオプティカルフロー推定

領域変形からオクルージョンを検出し、疑似輪郭の影響を除去してオプティカルフローを高精度に推定する手法を提案する。前処理として領域分割、領域射影、エッジ部が True でそれ以外の部分が False の値を持つエッジ Boolean マスク抽出を行っておく。提案手法は以下の3 Stepの繰り返しで構成される。

Accurately Estimation of Optical Flow Using Detection of Occluded Regions

Atsunobu Hiraiwa, Keisuke Fuse, Naohisa Komatsu, Kazumi Komiya and Hiroaki Ikeda.

Atsugi Research Center, Telecommunications Advancement Organization of Japan

7TH Floor, Atsugi AXT Maintower, 3050 Okada, Atsugi, Kanagawa-Ken 243-0021, Japan

Step 1 エッジマッチングによってオプティカルフローを求める。

エッジマッチングはエッジ Boolean マスクの最大一致位置を求める処理であり式(1)で表される。

$$M(R_t) ::= \arg_v(\max_v(\text{area}(\text{and}(\text{trans}(R_t^{\text{edge}}, v), R_{t+1}^{\text{edge}}))) \dots\dots(1)$$

但し v は位置ベクトル、 area は面積演算子、 trans は移動演算子、 R_t はフレーム t における領域、 R_t^{edge} は R_t のエッジ Boolean マスクである。

Step 2 正規化された変形率を求める。

$$T^{\text{ratio}}(R_t) ::= 1 - \text{area}(\text{and}(\text{trans}(R_t^{\text{edge}}, M(R_t)), R_{t+1}^{\text{edge}})) / \text{area}(R_t^{\text{edge}}) \dots\dots(2)$$

式(2)の変形率 T^{ratio} は $0 \leq T^{\text{ratio}} \leq 1$ の値域を持つ。よって各領域の変形率間での比較が可能である。

Step 3 変形率よりオクルージョンを推定し、疑似輪郭（境界エッジ）を削除する。

変形率が少ない領域ほど手前にあり、変形率の大きい領域はオクルージョンを起こしているとは推定できる。従って、隣接している領域の中で最も変形率の低い領域 P_t のオプティカルフローを確定とし、その他の領域 R_t は P_t とオクルージョンを起こしていると推定して疑似輪郭を式(3)で除去する。(図2)

$$R_t^{\text{edge}} = \text{and}(\text{not}(P_t^{\text{edge}}), R_t^{\text{edge}}) \dots\dots(3)$$

以上のステップを繰り返す事により、疑似輪郭の影響を除去したオプティカルフロー推定を行う。

合成作成した動画像による実験で、本手法の有効性が認められた。以下の図は実験動画像(図3, 図4)と、オプティカルフロー(図5, 図6)である。

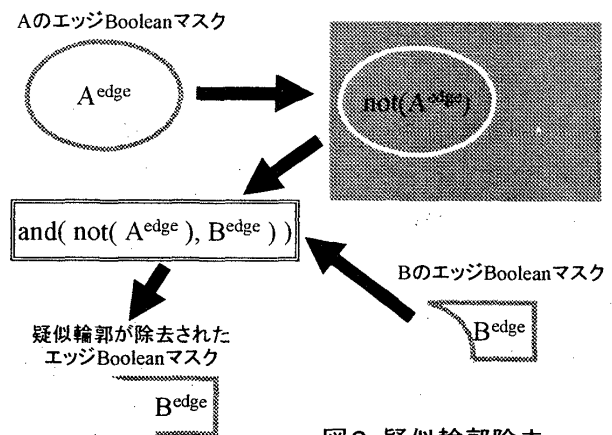


図2 疑似輪郭除去

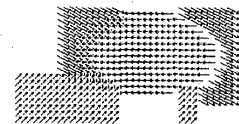
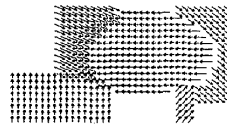
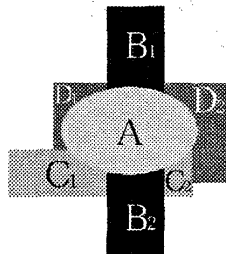
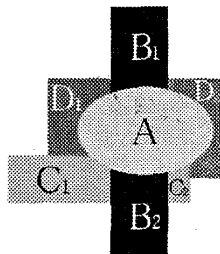


図3 フレーム t 図4 フレーム $t+1$ 図5 テンプレートマッチング 図6 提案手法

実験動画像では手前から A, B, C, D の4オブジェクトを配置し、それぞれに $A(-16,0), B(0,0), C(8,-8), D(16,8)$ の異なる動きを与えた。画面上では $A, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, D_2$ の7つの領域に分割されている。図5では A, B_1, B_2 のオプティカルフローは正しく得られているが、 C_1 と C_2 、 D_1 と D_2 はそれぞれ異なるオプティカルフローとなり、 C_1, D_2 のオプティカルフローが誤検出されている。一方、図6では C_1 と C_2 、 D_1 と D_2 共に揃って正しいオプティカルフローが検出されており、提案手法の有効性が認められる。

4. あとがき

本稿では領域変形に着目し、オクルージョンを検出してオプティカルフローの推定を高精度化する方法を提案し、実験でその有効性を確認した。

参考文献

1) A.Hiraiwa, K.Fuse, N.Komatsu, K.Komiya, H.Ikeda, "Automatic Extraction of Movie-Objects from Video-Stream Data in Distributed Movie-based Browsing System", 1998 IEEE Workshop on Networked Appliances, November 6, 1998.