

ステレオ動画像による3次元移動物体の抽出

5M-3

大森泰弘 倉田大紀 星大輔 山下安雄
日本大学大学院 生産工学研究科 管理工学専攻

1 はじめに

本研究では2つのカメラで取得したステレオ動画像を用いて時空間差分画像中でオプティカルフローの計算を行なうことによって移動物体の抽出と移動物体の形状・位置の推定を試みたので報告する。

移動物体の検出やステレオ対応点探索では、対応関係にある点は等しい濃淡値を持つと期待し、勾配法やマッチングを用いて、対応点を探索する。しかし実際には対応点でなくても濃淡値が等しかったり、ノイズや表面反射状況によって、対応点でも濃淡値が異なることがあり、対応点の決定は一般に困難になる。

本論文では、対応点探索の過程を明らかにするために、対応度の関数を用いる。対応度関数は探索領域で対応の程度を動きベクトルの関数として表現したものである。

2 対応度と対応度関数

近接フレーム間あるいはステレオの2画像から動きベクトルや対応点を求める場合に、画像1(基準画像)のある注目点 (x, y) における動きベクトル (u, v) の対応度 $DOC(x, y; u, v)$ は、式(1)で定義する[1]。

$$DOC(x, y; u, v) = f(I_1(x, y), I_2(x+u, y+v)) \quad (1)$$

$$f(I_1, I_2) = \exp\{-k(I_1 - I_2)^2\} \quad (2)$$

ここで、 $I_i(x, y)$ は画像 i の位置 (x, y) の濃淡値、 f は対応度を計算する関数である。対応度の評価式は種々のものが考えられるが、ここでは式(2)に示す評価式を用いる。 $DOC \geq 0$ で、 DOC が1に近いほど対応は良い。

対応度関数は、 $DOC(x, y; u, v)$ を (u, v) の関数として探索領域上で表現したものである。画像間でウィンドウを用いて対応度を計算し、対応点を探索する場合には、対応度 $WDOC(x, y; u, v)$ は、式(2)のようになる。

$$WDOC(x, y; u, v) = \sum_{i,j} f(I_1(x+i, y+j), I_2(x+u+i, y+v+j)) \quad (3)$$

$\sum_{i,j}$ は、ウィンドウの大きさを $(2w+1) \times (2w+1)$ としたとき、 $i, j \in [-w, w]$ の範囲内での和を表す。 $w=0$ の場合の $WDOC$ は DOC に等しい。対応度分布 $WDOC$ から動きベクトル (u, v) を推定するのであるが、最も一般的に次式の推定値 (\hat{u}, \hat{v}) が用いられる。

$$(\hat{u}, \hat{v}) = \arg \min_{u, v} WDOC(x, y; u, v) \quad (4)$$

$WDOC$ は、ウィンドウ内の全ての各点の動きベクトルが一定であることを仮定している。ところが、実際には、

- (1) ウィンドウ内の濃淡値の空間変化が少なく、 $WDOC$ が平坦となる、
- (2) ウィンドウ内の物体の動きや視差の不均一のため濃淡パターンの変形が存在し、対応度が減少する、
- (3) オクルージョンなどにより、対応点がない、

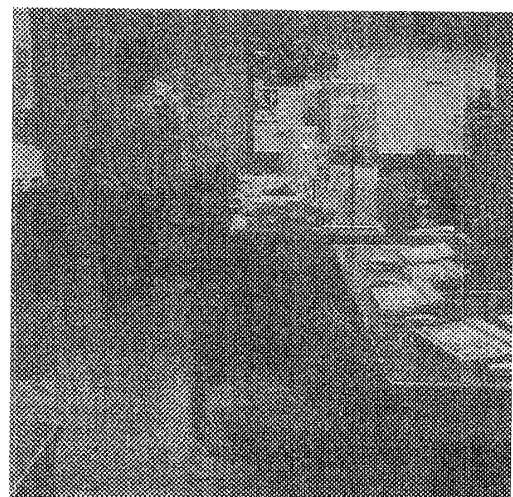


図1 入力画像

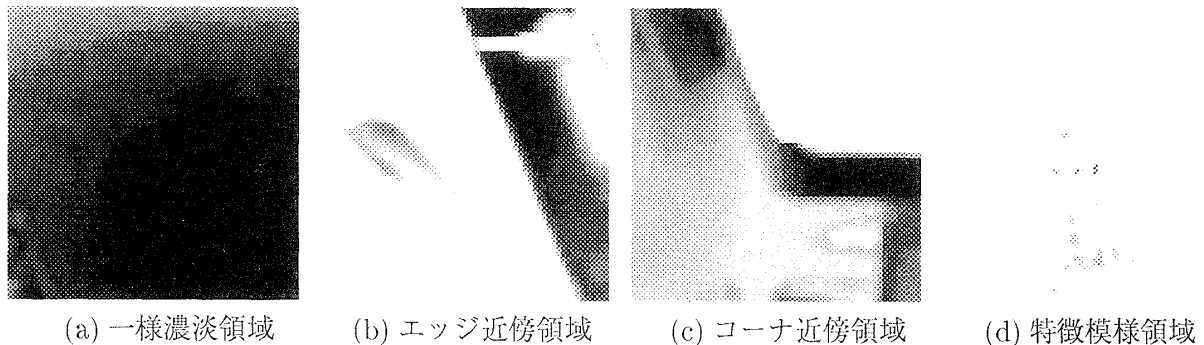


図2 対応度関数の例

などの理由で対応があいまいになることが多い。対応付けのあいまいさを軽減するため、隣接した領域内の動きベクトルの類似性の仮定 [2] などの種々の拘束条件を利用したり、対応度関数の共分散行列の固有値を利用して動きベクトルに対する信頼度 [3] を定義し信頼度の高い対応だけを使用する、などの方法が考えられている。本研究では、対応度関数を用いて、種々の領域に対する対応を検討し、確実な対応を求める方法について考察する。

3 実験

研究室内部をカメラ方向に向かって進んでくる人間を検出し、その奥行き距離を測定する実験を行った。ステレオの2台のカメラは125mmの距離で光軸を平行にして設置した。入力画像の解像度は496×484画素である。

図1は、ステレオ動画像のうちの1画像である。図2は、画像内の代表点における対応度分布 $WDOC(x, y; u, v)$ の例である。マッチングのウィンドウは3×3画素、探索領域は61×61画素であり、対応度は黒が1、白が0で表示してある。 (x, y) は図の中心に、 (u, v) は各々横軸と縦軸に相当する。図2 (a) はほぼ一様な濃淡の領域における対応度分布であり、探索領域のほとんど至るところで対応度は高く、動きベクトルの推定は困難である。(b) エッジ近傍領域では、対応度の高い部分が線上に分布しており、線に垂直な方向では高信頼の推定が可能である。(c) コーナ近傍領域ではエッジ近傍領域に似て対応度の高い部分が線上に分布している。(d) 特徴的な模様のある領域では対応度の高い部分がほぼ一点に集中して対応が確実に可能であることを示している。

図3は移動物体の検出の目的で、フレーム間隔2/30秒の2画像から対応度の高い動きベクトルを求め、基準画像上に表示したものである。この画像では背景が静止しているので、移動物体の検出は容易に行える。

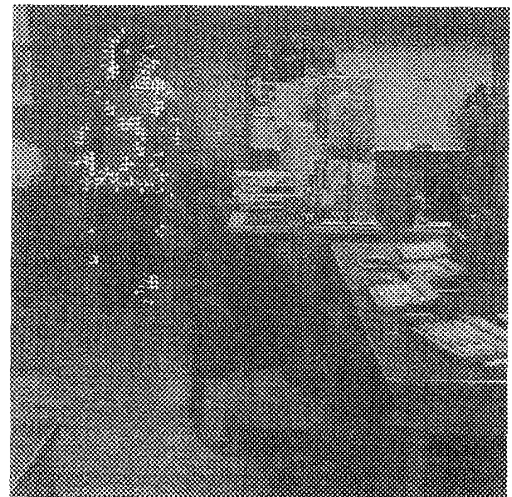


図3 移動物体の抽出

4 おわりに

本研究では対応度関数を用いて、領域ベースな対応点探索の特性と対応があいまいになる条件を検討した。今後は対応度関数をもとに、対応のあいまいさを減少し、対応を確実にする手法を開発する必要がある。

参考文献

- [1] 片山保宏、奥富正敏：対応度空間のフィルタリングによるステレオマッチングにおける local support の検討、第5回画像センシングシンポジウム講演論文集、pp.215-220、1999
- [2] Singh, A.: Optic flow computation, IEEE Press, Chap.3-5, 1991
- [3] 吉田俊之、宮本敦司、酒井善則：動画像の動きベクトルに対する信頼度関数とその応用、信学論 D-II、J80-D-II、pp.1192-1201、1997