

領域間マッチングによる多物体追跡法

—— 移動ベクトルを用いた移動物体特定法の利用

5 J-5

高橋 裕子 塩 昭夫 石井 健一郎
NTT ヒューマンインタフェース研究所

1 まえがき

画像情報を用いて同時に多数の物体を追跡するには、個々の物体の濃度・形状などの特徴を用いた画像間の対応付け処理が必要である。例えば、濃度値の相関を最大にする方法、図形的特徴を利用する方法、オプティカルフローを利用する方法等がある[1]。しかし、これらの手法では、比較的短い時間追跡するには問題ないが、長時間にわたり画像間の対応付け処理を繰り返すと、形状変化や遮蔽などにより誤差が蓄積されて追跡に失敗する問題がある。

本発表では、このような誤差の蓄積を防止するため、追跡処理で求めた物体の位置、移動ベクトルと元の画像とをもとに、物体の位置を補正する方法を提案する。また、この位置補正処理により安定な追跡が可能であることを実画像列を用いた実験結果により示す。

2 多物体追跡の方法

時間的に連続する2枚の画像の局所的相関に基づく相関法では、追跡対象物体の回転や部分遮蔽などがあると物体に対応する位置がずれる問題がある。この位置ずれは追跡の繰り返しにより累積され、ついには追跡の失敗をまねく。そこで提案手法では、対応づけ処理ごとにこ

の位置ずれを自動補正することにより、安定な追跡を実現する。

相関によって得られた物体位置を暫定位置として、これを補正する方法について述べる。時刻 $t \in \mathbf{Z}$ (自然数)、座標点 $\mathbf{x} \in \mathbf{Z}^2$ の画像濃度値を $f(\mathbf{x}, t)$ と表す。点 \mathbf{x}_0 を時刻 t における物体位置とする時、時刻 t における点 \mathbf{x}_0 の移動ベクトルを $\mathbf{v} = \mathbf{v}(\mathbf{x}_0, t)$ ($\mathbf{v} \neq 0$)、 $\mathbf{x}_0 + \mathbf{v}$ を暫定位置とする。

画像濃度値 $f(\mathbf{x}, t)$ と $f(\mathbf{x} + \mathbf{v}, t + 1)$ を考えると、 \mathbf{x} が \mathbf{x}_0 と同じ物体上であれば

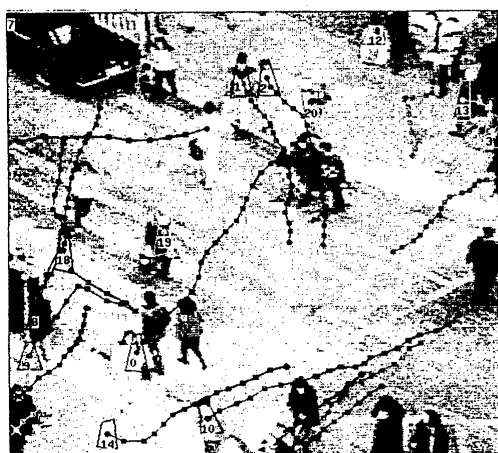
$$u_1(\mathbf{x}, t) = \left| f(\mathbf{x} + \mathbf{v}, t + 1) - f(\mathbf{x}, t) \right|$$

は小さな値をとる。また u_2 を

$$u_2(\mathbf{x}, t) = \left| f(\mathbf{x}, t + 1) - f(\mathbf{x}, t) \right|$$

と定義すると、 $u_2(\mathbf{x}, t)$ は時間差分の絶対値であるから移動物体付近では大きな値、他の部分では小さな値となる。そこで u_1 が大きいほど、 u_2 が小さいほど大きい値をとるような誤差尺度 F を導入する。このような条件を満足する F は無数に考えられるが、ここでは

$$F(\mathbf{x}, t) = c_1 \{u_1(\mathbf{x}, t)\}^2 + \frac{c_2}{\{1 + u_2(\mathbf{x}, t)\}^2} \quad c_1 > 0, c_2 > 0$$



(a) 補正処理なし



(b) 補正処理あり

図1 追跡実験例

Tracking of Multiple Objects Based on Region Matching
Yasuko TAKAHASHI Akio SHIO Kenichiro ISHII
NTT Human Interface Laboratories

を用いる。これは、追跡する物体上の点 x では小さな値となる。

この誤差尺度 F により、追跡する物体の適切な位置に物体位置を補正することができる。 $\Omega \subset Z^2$ を時刻 t における小領域としたとき、

$$\sum_{x \in \Omega} F(x+r, t)$$

を最も小さくする $r \in Z^2$ を位置補正量とする。暫定位置を補正量 r だけずらした位置が補正位置、すなわち $t+1$ における物体位置となる。

本位置補正法は移動ベクトルに従って、移動する物体を他の物体や背景から切り分け、次の追跡に適するように物体位置を補正する。この手法は、物体位置と移動物体とのずれを抑制する作用がある。従って、物体追跡を逐次繰り返しても、追跡が安定に行なえる。

3 実験と評価

上記の位置補正処理の効果を2種の実画像列を用いた実験により示す。

3.1 通行人の追跡実験

横断歩道の通行人を撮影した約7秒間の画像列を用いて、人物の追跡実験を行なった。最初の画像に含まれる通行人20人に台形の領域を設定し、この領域を追跡した。図1(a)は補正処理なし、(b)は補正処理ありの場合の追跡結果(黒線)を示している。補正処理を行っていない(a)の場合には、画面を左から右に横切る人の追跡に失敗している。これは、顔の向きが変わり見え方が変化したためである。一方、補正処理を行なった(b)の場合には、すべての通行人を追跡できた。

3.2 安定性の検証

移動する車両を撮影した約35秒間の画像列を用いた実験を行なった。この画像には、同一の色と形状の車が2台が移動しており、このうちの1台を追跡した。この車はもう1台の車により2回遮蔽され、半回転運動が2回含まれる。最初の画像の1台の車に対応する領域内に、 16×16 の領域を1画素づつずらして65箇所を設定し、位置補正をする場合としない場合について、追跡実験を行なった。画像内の車の大きさは、約 40×20 画素であった。

図2のグラフは、繰り返しの回数ごとに追跡できた領域の数を示す。補正を行なわない場合には、追跡できる領域数は徐々に減り、結局すべて失敗に終わっている。補正を行なわない場合、物体が回転する時と遮蔽された時に領域が地面や他の車に移動し、失敗した。一方補正を行なった場合には、1箇所の領域を除き全て最後まで追

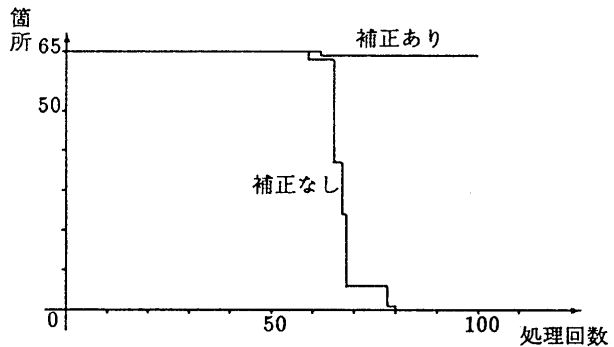
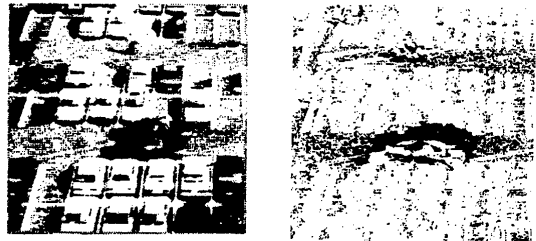


図2: 繰り返しによる追跡成功領域数の変化



(a) 2台の車が重なった状態 (b) 誤差尺度 F
図3 車両追跡実験

跡できた。図3(a)は、2台の車が重なった状態の画像、(b)はこの時の誤差尺度 F である。同一色の同一車種にもかかわらず、2台の車が区別できている。初期状態では僅かづつ離れていた65の領域は、誤差尺度 f を用いた補正処理によって最終的に3つの領域に統合された。これにより、位置の自動補正が行なわれていることと、本手法の初期値の選び方・繰り返し処理に対する安定性が確認できた。

4 結論

物体を安定に追跡するため、追跡に用いる領域が追跡物体からずれることを抑制する位置補正方法を提案した。この位置補正方法を用いて物体追跡を行なえば、追跡の繰り返しにより累積する誤差を抑えるため追跡処理が安定し、全体の追跡精度が向上することを、実際の画像を用いた実験により確認した。

謝辞 貴重な御意見を頂いたヒューマンインタフェース研究所第6プロジェクトの方々へ感謝いたします。

参考文献

- [1] 谷内田正彦編: コンピュータビジョン, 丸善, 1990