

歩行者グループの追尾 Tracking of pedestrian group

金吉雅人†
Masahito Kaneyoshi

1. はじめに

ブロードバンド時代の到来と共に、Web カメラやネットワーク・カメラも登場し、事務所内や家庭内でも簡単にビデオ画像を加工し利用することも可能になってきた。

本稿の目的は、従来開発されてきた画像処理アルゴリズムをうまく組み合わせて利用する応用研究である。

提案する組み合わせ手法の特徴は、Blob グルーピングとフィルタリングによって物体の重心座標を求め、その Blob 重心座標を基準に小窓を得てカラーヒストグラムを計算すること、物体がグループ化した場合にも Color Indexing 法[5]により分離識別すること、及び、追尾する物体の基準カラーヒストグラムを自動的に学習し、輝度濃淡情報とカラー情報とを利用して検出・追尾すること、にある。

2. 概要

(1) 静止カメラによる制約無し環境下で、歩行者グループを追尾する コンピュータ・ビジョンの実用性を検証する。追尾は、Gray 画像背景差分、contouring, blob grouping & filtering, color indexing、を用いて実行される。

人々がグループ化したり離れたりする時に、相互に遮蔽する際にも、カラー情報により人々を分離追尾する。

追尾の曖昧さを無くす為に、グループ化時点での位置関係を識別する為に、空間座標情報とカラー情報を利用している。これにより物体間の簡単な相互作用を、検出することができる。

(2) 使用したビデオ画像は、比較の為に Web 上で公開しているもの[1]、及び、類似構成状況のものを社内 Web カメラにて取得したもの、を使用して試験した。

3. 識別処理

3.1 Blob グルーピング&フィルタリング

(1) カメラは静止状態にあること、背景変化は景色の中の人の運動に対して 相対的にゆっくりであること、を仮定している。背景基準画像とフレーム・シーケンス画像とを RGB→Gray 変換し、差分処理する。

(2) 差分処理画像に対して MATLAB contours 関数を 5 段階レベルで実施し、Contour 行列を得る。Contour 行列から最外郭輪郭(level1)に対する Blob ボックス行列を得る。

(3) Blob ボックス行列に対して、以下のグルーピング&フィルタリング処理を行う：

- a. X 方向、Y 方向のピクセル値(10、30)範囲で重なる Blob ボックスを1つにグルーピングし、Blob ボックス・グルーピング行列を得る。

- b. 一定値以下(200ピクセル)のサイズの Blob ボックスは、Blob ノイズとしてグルーピングから除去する。
- c. アスペクト比率 20 以上の横長 Blob ボックスは、対象外 Blob ノイズとしてグルーピングから除去する。
- d. Blob グルーピング時に、Blob ボックス・サイズに基づいた Blob 重心座標を計算し、カラー・ヒストグラム窓の切り出し用の基準座標とする。

3.2 アスペクト比率別カラーヒストグラム処理

(1) Blob ボックス・サイズのアスペクト(X/Y)比率が α 以下の場合、単一人の可能性大として各 Blob トラック・ボックスに対して、Blob 重心座標に基づいた小窓(12×17ピクセル)のカラー画像を処理中のフレーム画像から切り出し、RGB カラーヒストグラム取得処理を行う。

カラーヒストグラム・データは、学習カラーヒストグラム・ファイルにトラック番号順に収納する。

(2) Blob トラック・サイズのアスペクト比率が α 以上の場合、複数人の存在可能性大として、以下の複数目標処理を行う：

a. Blob トラック内で Blob 重心 Y 座標を固定し、小窓(12×17ピクセル)のカラー画像を水平移動で切り出し、カラーヒストグラム・データを得て、学習カラーヒストグラム・ファイルとの間で Histogram Intersection 処理を行う。

b. Histogram Intersection 処理結果で最大値を与えるトラック番号と検出座標を得る。

(3) 単一ボックス及び複数人の検出ボックスと検出座標(白線小窓)を得た例を図1に示す。

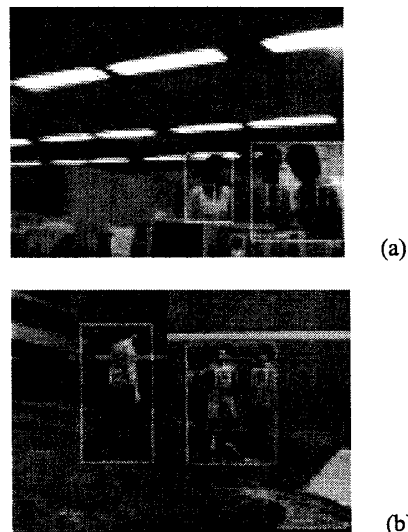


図1. (a) 社内 Web カメラ・ビデオの処理例、
(b) Web 公開ビデオ[1]の処理例、

4. 追尾処理

4.1 追尾開始と終了

- (1) 検出トラック番号(フレーム番号付き)に対して、追尾テーブル・ファイルを作成し、累積処理する：
 - a. 未だ追尾累積してない検出トラック番号の場合は、累積を開始する。
 - b. 既に累積中のトラック番号の場合は、その番号の前回の検出座標と今回の検出座標との距離差分が X 方向、Y 方向ともに一定ピクセル以内ならば、累積処理する。それ以外は誤検出として累積処理しない。
- (2) 累積回数が 10 以上になると追尾確立として、追尾開始フラグを設定する。追尾開始と共に、学習カラーヒストグラム・ファイルの更新を固定する。
- (3) 連続するフレーム番号で累積回数が 10 フレーム以上停止している検出追尾番号については、追尾終了として追尾確立フラグをリセットし累積値をリセットする。

4.2 追尾結果

- (1) Web 公開ビデオ[1]での 3 人の歩行者の追尾状況を、図 2 に示す。図 2 の横軸が時間経過フレーム・シーケンス番号を示し、縦軸が X-ピクセル座標を示す。

3 人は個人別に認識され、追尾軌跡を 3 色カラーで示している。人 1 (緑色点) は、画面左側から歩き入ってきて、最後のフレーム番号 250 で一定値になっているが、これは画面右側に歩き去った状態を示している。人 2 (青色点) は、画面右側から歩き入ってきて、画面左側まで歩き出るまでを示している。人 3 (赤色点) は、フレーム番号 130 付近から登場し、グループに合流後、トラック番号 2 共に画面左側に歩き去る状況を示している。途中、フレーム番号 90 付近からフレーム番号 250 付近までグループを構成する状況を示している。
カラー認識率：人 1 =0.77, 人 2=0.99, 人 3=0.99。

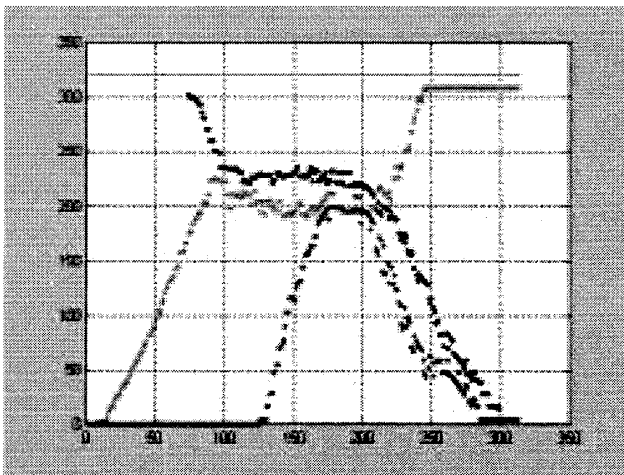


図 2. 3 歩行者追尾軌跡：緑色点是人 1、青色点是人 2、赤色点是人 3、の軌跡を各々示す。

- (2) 室内 Web カメラでの 3 歩行者の追尾状況を、図 3 に示す。縦軸は画像 X 座標、横軸は画像フレーム番号。

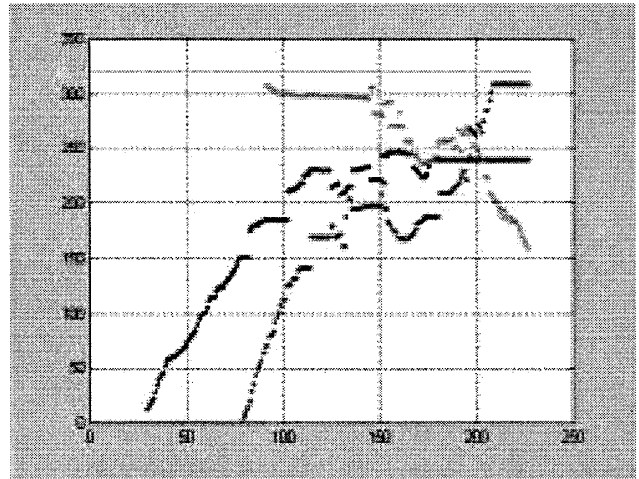


図 3. 室内 Web カメラ・ビデオでの 3 人追尾軌跡

3 歩行者はフレーム番号 125 以降 210 迄、グループ化しているが個別に認識され、分離後も正常に追尾している。
カラー認識率：人 A =0.71, 人 B =0.73, 人 C =0.99。

5. 考察

- (1) 複数人が登場し相互に遮蔽のある場合、カラーによる検出は極めて頑強な識別性能を示す。遮蔽を受けた人のカラー識別率(0.7x)は低くなっているが、遮蔽後の追尾再開は安定している。
- (2) 現在のアルゴリズムは、Blob 重心位置を基準にしている為、歩行者のカラーデータを得る座標は歩行者の姿勢や周囲の遮蔽物によって様々に変化する。従って、身体部分の事前知識を与える必要があり、頑強性に欠けている。
- (3) 歩行者の服装カラーを柔軟に自動選択する最適な基準座標の選択アルゴリズムが必要である。その応用研究を現在進めている。

参考文献

- [1]. S. J. McKenna, S. Jabri, Z. Duric, A. Rosenfeld and H. Wechsler, "Tracking Groups of People," *Computer Vision and Image Understanding* 80, pp42-56, 2000.
Web video : <http://cs.gmu.edu/~sjabri/research/>
- [2]. I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. S. Davis, "Hydra: Multiple people detection and tracking using silhouettes," in *IEEE International Workshop on Visual Surveillance*, 1999.
- [3]. R. Collins, A. Lipton, T. Kanade, H. Fujiyoshi, D. Duggins, Y. Tsin, D. Tolliver, N. Enomoto, O. Hasegawa, P. Burt and L. Wixson, "A system for video surveillance and monitoring: VSAM final report," Technical report CMU-RI-TR-00-12, Robotics Institute, CMU, May 2000.
- [4]. T. Gevers and A. W. M. Smeulders, "Color Based Object Recognition," *Pattern Recognition* 32, pp 453-464, March 1999
- [5]. M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing," *International Journal of Computer Vision* 7, pp.11-32, 1991.