

## 実時間人物照合システムのための抽出処理手法 People Extraction for Realtime Identification of person

上村 和広<sup>†</sup>  
Kazuhiro Kamimura

玉木 徹<sup>‡</sup>  
Toru Tamaki

山本 正信<sup>‡</sup>  
Masanobu Yamamoto

### 1. はじめに

映像から実時間で人物を認識する技術は、防犯カメラによる不審者の発見や追跡、また人物の歩行経路の分析による建物内の人の流れの把握など、様々な応用が期待されている [1][2]。しかし、1台のカメラで人物を追跡できる範囲は限られており、広範囲に移動する人物を追跡するには、異なるカメラで撮影された映像間で人物を照合する必要がある。また1台のカメラについても、過去と現在の映像間で人物を照合する必要がある。

本研究では映像中の人物が過去に写った人物であるかの判定を目的としている。本稿では実時間での処理が可能な、人物の輪郭線抽出手法と、得られた人物領域内の色ヒストグラムの類似度による人物照合法を提案する。

### 2. 人物領域抽出手法

#### 2.1 画像間差分による移動体領域抽出

本研究では背景差分とフレーム間差分を併用して画像から人物領域を抽出する。まず、フレーム間差分を2値化処理し、注目フレーム  $I$  中の移動体領域  $I_F$  を求める。そして、移動体領域の外接長方形を求め、人物の位置を特定する。

また、より詳細な人物領域の形を得るために背景差分を2値化処理し、 $I$  中の移動体領域  $I_B$  を求める。しかし、背景差分によって得られた領域は途切れている場合が多い。また、位置によって背景が異なるため、同じ人物でも得られる領域は異なってしまう。そこで、本研究では以下に述べる輪郭線抽出手法を用いることで、より詳細な人物領域を抽出する。

#### 2.2 人物領域の輪郭線抽出

次に、人物形状の知識を利用した輪郭線モデルを利用し、人物領域全体を抽出する。輪郭線モデルとは、縦方向に伸びる線幅  $1$  の線分であり、8近傍連結を保った画素の並びで表現される。ある輪郭線モデル  $C$  上の  $i$  番目の画素を  $C(i) (i = 0, \dots, h-1)$  で表す。ここで  $h$  は輪郭線モデルの長さである。また、 $C(i)$  の画像上での  $x$  座標を  $C^x(i)$  で表す。

2本の輪郭線モデル  $C_l, C_r$  を、 $I_F$  から得た外接長方形の左右に図1のように配置し、 $I_B$  に向かって左右から収束させる。

輪郭線モデルの収束は以下の手順で行う。ここでは  $C_l$  についてのみ述べるが、 $C_r$  についても同様である。

$I_F$  の外接長方形の幅を  $W$  とし、上辺の  $y$  座標を  $Y_{top}$  とし、以下の処理を  $W$  回繰り返す。

$i = 0 \dots h-1$  について、

1.  $I_B(C_l^x(i) + 1, Y_{top} + i) = 0$   
(右隣の画素は移動体領域ではない)

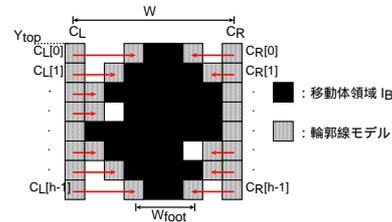


図 1: 輪郭線モデルの初期位置からの収束

2. (a)  $|C_l^x(i-1) - (C_l^x(i) + 1)| \leq 1, i \neq 0$   
(b)  $|C_l^x(i+1) - (C_l^x(i) + 1)| \leq 1, i \neq h-1$

(上下の輪郭線形成画素と右隣の画素の距離は1以内である)

ならば、 $C_l^x(i) = C_l^x(i) + 1$ 、つまり  $C_l(i)$  をひとつ右へ移動させる。

上記の条件2は、輪郭線モデル上の画素同士の8近傍連結を保つためのものである。これにより輪郭線モデルを途切れることなく移動体領域の形に収束させることができる。

最後に輪郭線の上下部分を直線で補間し、閉じた輪郭線を完成させる。

#### 2.3 複数人物の抽出

実環境においては映像中に複数の人物が存在する場合への対応が不可欠である。本研究では、人物が横方向へ移動する映像を対象としている。そこで、映像中に複数の人物が存在する場合には、 $I_F$  をもとに画像を人物領域ごとに縦方向に分割し、それぞれの人物領域に対して前述の輪郭線抽出を行う。

抽出された人物領域はフレーム毎に位置情報の更新を行う。人物同士がすれ違った場合は、すれ違う前の人物情報と入れ換えることで(図2参照)追跡を続ける。

### 3. 人物照合手法

本研究では、人物領域のRGBヒストグラムを特徴として同一人物の照合を行う。まず、人物が特徴抽出区間に存在する時点で(図3参照)、特徴抽出に適した画像の選択を行う。特徴抽出を行う際には、なるべく同じ条件の映像を用いることが望ましい。しかし、人物の足が開いている状態に応じて、抽出された領域に背景が含まれる割合が高くなってしまふ。そこで、それぞれの人物領域について、人物の足が開いている幅  $W_{foot}$  が最小となる画像を選択し、その画像でのヒストグラムの計算を行う。ここで  $W_{foot}$  は前述の輪郭線モデルの下端、 $C_l(h-1)$  と  $C_r(h-1)$  との距離である。人物が特徴抽出区間から出た時点で、ヒストグラムをデータベースに保存し、同時に過去の人物のヒストグラムとの照合を行う。

<sup>†</sup>新潟大学大学院自然科学研究科  
<sup>‡</sup>新潟大学工学部

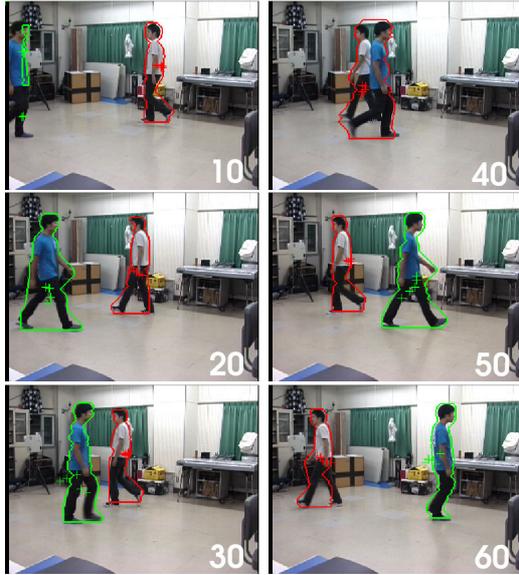


図 2: 複数人物の抽出結果 (図中の数字はフレーム番号)

以下では、RGB それぞれのヒストグラムを  $H_R(i)$ ,  $H_G(i)$ ,  $H_B(i)$  ( $i = 0, \dots, 255$ ) と表す。 $i$  は濃度値を示す。ここでは RGB ヒストグラムを 255 次元のベクトル集合とみなし、これらのユークリッド距離を求め、それをもとにヒストグラム同士の類似度を計算する。

$n$  番目にカメラに写った人物の R ヒストグラムを  $H_R^n$  とし、データベース中の  $k$  番目 ( $k = 1, \dots, n-1$ ) の人物の R ヒストグラム  $H_R^k$  との距離  $d_R^n$  を次式により求める。

$$d_R^n(k) = \sqrt{\sum_{i=0}^{255} (H_R^n(i) - H_R^k(i))^2} \quad (1)$$

ここで、 $k$  は過去にカメラに写った人物の番号を示している。

$H_G^k, H_B^k$  との距離  $d_G^n, d_B^n$  についても同様に求め、さらに  $d_R^n(k), d_G^n(k), d_B^n(k)$  から次式により類似度  $D^n(k)$  を求める。

$$D^n(k) = \sqrt{d_R^n(k)^2 + d_G^n(k)^2 + d_B^n(k)^2} \quad (2)$$

ここで、ある  $k^*$  に対して

$$D^n(k^*) = \min_k D^n(k) \text{ かつ } D^n(k^*) < th \quad (3)$$

ならば、 $n$  番目の人物は過去の  $k^*$  番目の人物であると判定する。もし  $D^n(k)$  の最小値がしきい値  $th$  よりも大きい場合には、新たな人物であると判定し、ヒストグラムをデータベースに登録する。

#### 4. 実験

本手法の有効性を調べるため、実環境の映像に対して実験を行った。屋内において固定されたビデオカメラ (sony DCR-TRV900) を用い、蛍光灯の照明で歩行する人物を撮影し、映像をキャプチャーボード (IODATA

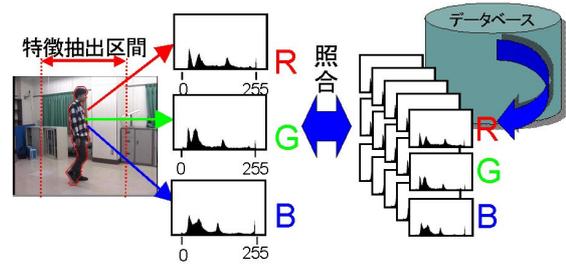


図 3: データベース中のヒストグラム (右) と人物領域のヒストグラム (左) との照合

GV-VCP2M/PCI) を介して PC(2.2GHzCPU) に取り込み ( $320 \times 240$ )、Linux 上で処理を行った。キャプチャーのタイミングによって処理結果が異なるため、同じ実験映像に対して、10 回試行を行った。映像では 13 人の人物が、1 人 2 回カメラの前を通過する (画面右 左、左右)。しきい値は、13 人について各人物間の類似度を調べ、異なる人物が同一人物であると判定されない範囲内で最大の値 (3200) に設定した。

実験の結果、約 24 フレーム/秒の速度、96.9% の成功率で同一人物の照合を行うことができた。13 人中 1 人について 4 回の照合失敗があった。これは計算された類似度がしきい値以上であったため、同一人物なしと判定されたためである。

また、照合は行わなかったが、複数人物の抽出と追跡の実験も行った (図 2)。実験の結果、2 人の人物が画面中ですれ違う場合には良好に追跡を行うことができた。

#### 5. まとめ

本稿では、実時間での処理が可能な、人物の輪郭線抽出手法と、RGB ヒストグラムの類似度判定による人物照合法を提案した。

実験では、RGB ヒストグラムによる特徴のみでも、人物が十数名であれば高い精度で照合処理できることがわかった。処理速度も実時間処理としては十分であると思われる。しかし、今回行った照合実験では映像中に一度に写る人物の数を 1 人に限定して行ったため、今後はより実環境に近い、映像中に複数の人物が存在する場合の同一人物照合法の開発を行う。また複数カメラでの人物照合を行うシステムも開発が必要である。

また、様々な撮影環境に対応するために、人物照合に用いる特徴の追加や、他の特徴を用いる必要がある。そのため、より個人の特徴が現れやすい、顔や歩行動作などを用いた照合を検討している。また、照明が変化する場合も検討する必要がある。

#### 参考文献

- [1] 森大樹, 内海章, 大谷淳, 谷内田正彦, 中津良平: 「非同期多視点画像による人物追跡システムの構築」, 信学論, vol.J84-DII, no.1, pp.102-110 (2001).
- [2] Ismail Haritaoglu, David Harwood, Larry S. Davis: "W<sup>4</sup>: Real-Time Surveillance of People and Their Activities," T-PAMI, vol.22, no.8, pp.809-830 (2000).