

ネットワークに繋がった複数カメラによる人物追跡システムの構築

岡本 さやか[†] 花泉 弘[‡]法政大学大学院情報科学研究科[†]法政大学大学院情報科学研究科[‡]

1. まえがき

近年, 犯罪の増加に伴い店舗内や ATM などに多数の監視カメラが設置されている. ネットワークを用いたデータ交換により高度なセキュリティシステムを実現することができる [1]~[3]. したがって, 複数カメラを接続したシステムと広域にわたり人物を監視する手法が必要とされる. そこで, 本研究では複数カメラを用いた追跡システムを提案した. カメラを接続した各 PC をネットワークで繋ぎ, サーバを介してすべてのカメラの同期をとる. また, 人物追跡のためカメラの視野には隣接するカメラと視野重複領域を持たせた.

人物の識別には処理の簡略化のため, 人物領域の楕円近似を用いた. 人物領域の重心座標の軌跡から次時刻の重心座標を予測する. また, 人物同士がすれ違いなどで重なる際の人物対応において, 人物識別保留区間の導入を提案し, 識別の高精度化を図った. 具体的には, 人物同士の重なりが認められるフレーム区間を人物識別保留区間と定義し, 重なる前の人数と離れた後の人数が保存されるとき, 識別保留区間前後の人物の色情報に基づく特徴ベクトルの類似度を基に人物の対応付けを行った.

これらの方法を実際に撮影した動画像に適用し, シミュレーション実験した結果を示し, 提案手法の有効性を示す.

2. システム構成

提案システムは図 1 に示すように, 広域の撮影要求にも対応できるように 1 台のカメラを 1 台のクライアント PC に接続した. システムの全体的は処理の流れについて述べる.

サーバがフレーム同期信号(画像のフレーム番号)の送信を行うことで処理がスタートする. クライアント PC はサーバからの同期信号を受け, カメラ画像を取得し処理を開始する. カメラ画像から人物領域を抽出し, 人物同定を行う. カメラの視野重複領域に新しい人物領域を検出した場合, 隣接するクライアント PC に同一人物が存在するかどうかの問合せを行う. 時刻毎に認識した人物情報をサーバへ送信する. サーバ側はすべてのクライアント PC から送られてくる人物情報をデータベースに保存し, 蓄積していく.

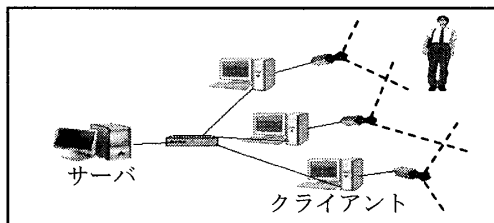


図1 システムの構成

A System for monitoring persons using multiple video cameras controlled by PCs connected with local network

[†]Sayaka Okamoto · Graduate School of Computer and Information Sciences, Hosei University

[‡]Hiroshi Hanaizumi · Graduate School of Computer and Information Sciences, Hosei University

3. 人物領域の抽出と追跡

3.1 背景画像の作成

環境光の変化などに左右されないように, 背景画像を動的に逐次生成し, 更新していく. 最頻値を用いて背景画像を生成する. RGB カラー画像の各画素の色情報を(R, G, B)の 3 次元ベクトルと考え, RGB ベクトルと定義する. 各画素位置で RGB ベクトルの最頻値を求め, 背景画像とする. また, 画像に混入している雑音の影響を軽減させるために, 最頻値を求める際に各 RGB 成分を 8[bits]から 5[bits]へ減色することで, RGB 各成分の-8~+8 階調間で, 雑音の影響を抑えることができる.

3.2 人物追跡

背景差分法により人物領域を抽出し, 抽出した人物領域に対しラベリング処理を行う. ラベルが付けられた人物領域に固有の識別番号を割り当て, 時刻毎に追跡していく.

3.2.1 人物領域の楕円近似

本節では人物の識別法について述べる. 本研究では人物の姿勢情報を必要としないため, 人物領域の楕円近似を用いることにした. 人物領域全体が画像内に完全に入ったとき人物領域の縦幅を楕円の長径, 横幅を楕円の短径として大きさを固定する.

微小時間内では人物は直線を等速で移動すると仮定し, 人物領域の重心座標の軌跡から次時刻での重心座標を予測する. 予測した重心座標を中心座標として楕円を描く. 事前に予測した楕円と現時刻の実際の人物領域を重ね合わせ, 重なりがあれば同一人物と判断する.

3.2.2 人物識別保留区間の導入

人物同士が接近してすれ違う場合, それぞれの人物領域が重なってしまい 1 つの人物領域として抽出されてしまうことがある. すれ違う人物の人数を 2 人とし, すれ違った後も人数が保存されると仮定すれば, 図 2 に示すように L1 の人物はすれ違い後の LA か LB のどちらかの人物であり, L2 も同様に考えることができる. そこで, 人物同士の重なりが認められるフレーム区間を人物識別保留区間とし, 識別保留区間前後の楕円内の特徴量の類似度に応じて識別番号を付け替える.



図2 人物領域のすれ違い前とすれ違い後

楕円内の特徴量は以下の方法で求める.

楕円内を長軸に沿って 3 分割し, 各領域に含まれる人物領域の各 RGB 成分の平均値を特徴量とする. つまり人物領域の特徴ベクトル V_a は,

$$V_a = \{r_1, g_1, b_1, r_2, g_2, b_2, r_3, g_3, b_3\} \quad (1)$$

と 9 次元ベクトルで表わされる。また特徴ベクトルの RGB 色空間の距離の近さを類似度とした。L1 と LA 間、L1 と LB 間それぞれの類似度を計算し、類似度が小さい方の人物領域に L1 を割り当てる。L2 も同様に類似度を求める。L1 と L2 で、同じ人物領域が選択されてしまう場合は、類似度の小さい方を優先的に割り当てる。

3.2.3 新たにカメラの視野内に入ってきた人物がどうかの判定

前時刻の人物領域と重なりがなく、まだ識別番号がついていない人物領域が画像の縁に接している場合は、カメラの視野内に入ってきた新しい人物とする。

新しい人物がカメラの視野重複領域に存在する場合、隣接するカメラに同一人物が存在している可能性があり、隣接カメラで既に認識されている人物なのかを調べる必要がある。

新しい人物領域に新たな識別番号を割り当てた後、隣接するクライアント PC に問合せを行う。問合せデータは新しい人物領域の重心座標・横幅・縦幅とする。隣接するクライアント PC では、人物領域の重心座標をカメラ画像に対応するように射影変換し、その座標を中心として横幅・縦幅から人物領域を長方形近似し、既に認識された人物領域との位置の重なりがある場合は同一人物とみなす。検出した新しい人物領域に割り当てた識別番号を隣接するクライアント PC で付けられていた識別番号に付け替える。

4. 実験

提案手法の 2 人物が重なるときの人物同定、カメラ間の人物同定および、複数人物の追跡の評価実験を行った。

4.1 複数の人物が重なる場合の追跡実験

2 人物が重なる場合の追跡実験を行った。人物識別保留区間前後の楕円内の特徴ベクトルの類似度を基にして、離れた後の人物領域に対してラベルの付け替えを行う。

・2 回重なる U ターン

2 人物の重心座標の軌跡を図 3 に、人物識別保留区間前後の楕円内における類似度を表 1 に示す。

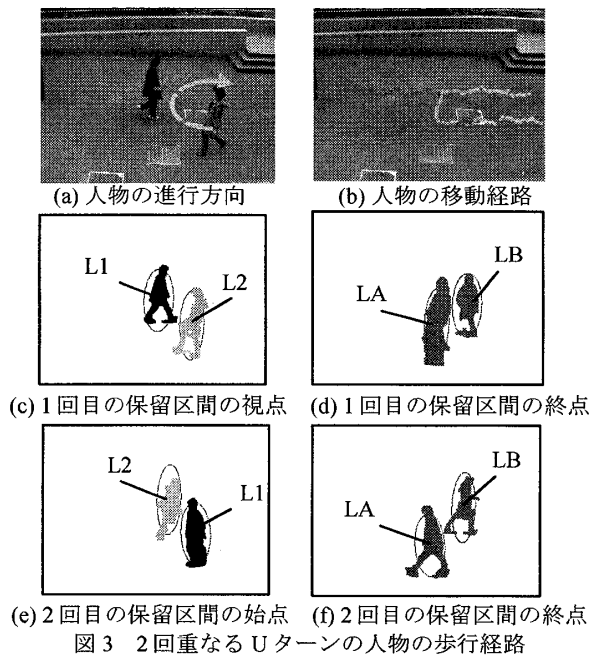


図 3 2 回重なる U ターンの人物の歩行経路

表 1 特徴ベクトルの類似度

a) 1 回目のラベル付け替え

	LA	LB
L1	382	1234 *
L2	126 *	1334

(b) 2 回目のラベル付け替え

	LA	LB
L1	62 *	196
L2	244	18 *

人物識別保留区間前後で同一人物のラベルの付け替えが正しく行え、離れた後も人物を追跡できている。

4.2 複数人物の追跡とカメラ間の人物同定

複数人数を対象とした追跡実験として、3 台のカメラの視野内を移動する 4 人の歩行軌跡を評価した。人物の歩行経路を図 4 に示す。

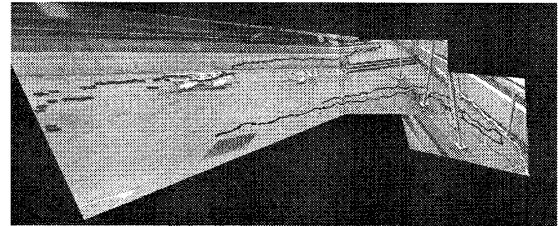


図 4 4 人の歩行経路

各カメラ間で検出した人物領域が同一人物のものであると対応づけられている。また、カメラ間を移動する人物の動きに合わせて隣接するクライアント PC 間において人物情報の受け渡しが正しく行われているため、3 台のカメラにわたり連続して 4 人物の移動経路を追跡することができた。

以上の結果により、提案した方法の有効性が確認できた。

5. おわりに

本研究では、隣接するカメラの視野内に重複領域を持たせることで、広域にわたり連続して複数の人物を追跡するシステムを提案した。最頻値を用いて背景画像を生成した。また、人物領域の楕円近似を導入し、人物領域の重心座標の軌跡から次時刻の重心座標を予測することで余分な領域の探索を行わない分、計算コストがかからない。2 人物が重なるフレーム区間を人物識別保留区間と定義し、識別保留区間前の楕円内の特徴量と区間後の楕円内の特徴量から類似度を計算し、人物領域に割り当てた識別番号を付け直す。これにより、2 人物が離れた後も正しく人物追跡を行うことができた。

今後の課題としては、人物同定精度の面で 3 人以上の人物領域が重なる場合でも安定した人物同定精度を確保できる人物同定法の開発が必要とされる。

文献

- [1] 丹康雄, 日比野靖, "位置情報ブローカの提案とそのアーキテクチャ", 情報処理学会研究報告 97-MBL-2, pp.7-12, 1997
- [2] 清水孝一, "徘徊者定位システムの開発—バイオテレメトリによる在宅医療支援", 日本 ME 学会雑誌, Vol.10, No.5, pp.3-10, 1996
- [3] D.M. Gavrilu, "The Visual Analysis of Human Movement: A Survey", Computer Vision and Image Understanding, Vol.73, No.1, pp.82-98, 1999