

色特徴に基づく指定人物追跡 A Method of Registered Person Tracking Based on Color Feature Detection

先山 卓朗[†] 三浦 純[†] 白井 良明[†]
SAKIYAMA Takuro MIURA Jun SHIRAI Yoshiaki

1. はじめに

高性能な計算機や安価なカメラが市場にあふれ、またセキュリティに対する関心が高まったことにより、監視カメラなどによる自動人物追跡撮影がますます注目されている [1][2]。そこで本研究では、多数の人物が存在する環境で指定した人物を追跡撮影することを目標とする。より広い範囲での追跡を実現するため、アクティブカメラを利用して能動的に人物を撮影する。

これまでの研究 [3] において、指定人物を特定するための特徴として、追跡対象人物が身につけている服の色情報を登録しておき、線形予測に基づいてその指定人物を追跡する手法を提案してきた。しかし、従来手法では指定人物の各部位が単色の場合のみ扱ってきた。そこで本研究では、身体の各部位が複数の色の組み合わせからなる人物を登録、追跡する手法を提案する。

2. 指定人物の色特徴の登録

2.1 色情報に基づく人物同定

指定人物を特定するための情報として、その人物が身につけている服の色情報を利用する。本研究では、人物の身体を頭髪部分(頭部)、シャツ部分(胴部)、パンツ部分(脚部)の各パーツに分けて考え、これらのパーツの色を個別に登録しておき、それぞれの色領域の大きさや配置の上下関係を利用して指定人物を特定する。指定人物は事前に登録しておくものとし、複数の方向から見た指定人物の画像はあらかじめ用意されているとする。

2.2 人物領域の切り分け

背景差分法を利用して指定人物の人物領域を抽出し、頭部、胴部、脚部それぞれの領域を求める(図1)。

まず初めに、全身の人物領域から頭部を切り出す。人物領域の上部1/4の部分について、水平方向の画素数が極小となる部分を頭部と判定し、それより上の領域を頭部とする(図1(b))。続いて、以下の処理により残った領域(身体領域と呼ぶ)を胴部、脚部に分割する。

(1) 色情報に基づくクラスタリング

胴部、脚部とも複数の色の組み合わせにより構成されているので、まずは身体領域全体の代表色を求めるために色情報に基づくクラスタリングを行う(図1(b))。

色空間としてはHSV表色系を利用するが、単純にHSV色空間で距離を計算するのではなく、以下の式(1)によりHSV色空間をXYZ座標の円錐形に変換した上でユークリッド距離を計算する。

$$\begin{aligned} X &= (S/100) * V * \cos(H) \\ Y &= (S/100) * V * \sin(H) \\ Z &= w_v * V \end{aligned} \quad (1)$$

$$(0 \leq H \leq 2\pi, 0 \leq S, V \leq 100)$$

[†]大阪大学大学院工学研究科

ただし w_v は明るさの変化の影響を押えるための重み係数である。

ここではクラスタリング手法としてK-平均法を利用し、クラスタ数はあらかじめ指定しておく。

(2) 胴部・脚部領域の決定

身体領域のうち、上から1/4の高さ付近を胴部の初期領域とし、その領域内に含まれる画素のクラスタ番号を調べる。次に、そのクラスタ番号を持つ画素を全て抽出し、そのうち初期領域に連結している部分を、指定人物の胴部とする。

また、身体領域のうち、下から1/4の高さ付近を脚部の初期領域として、上記と同様にして脚部を決定する。

ただし、胴部、脚部ともに同一のクラスタ番号を持つ画素が含まれる場合、胴部と脚部の境界を判断することができないため、いずれか一方の領域のみに含まれるクラスタ番号を持つ画素の分布から胴部、脚部の領域を決定する(図1(c))。

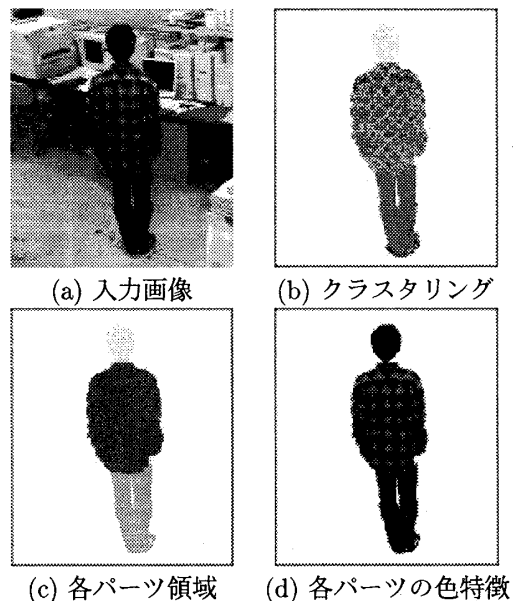


図1: 色領域の登録

(3) 色特徴の登録

頭部、胴部、脚部それぞれの領域について、複数の代表色と色ヒストグラムの分布を色特徴として登録する。ただし、多くの人物に共通する色領域である肌色部分は、指定人物を判定する情報とはならないため除外しておく。

まず、それぞれの領域から代表色を選択するため、(2)と同様にクラスタ数 C_p (添字 p は各パーツを表わす) としてクラスタリングを行う。そして、XYZ座標系にお

ける画素値の平均 $\mu = (\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})^T$ と分散共分散行列 Σ を計算し、指定人物の色情報として登録する。

さらに、領域内に複数の代表色が存在する場合、以下の手順により代表色の色ヒストグラムの分布を求め、登録しておく。

1. 領域の高さを D_p 個に分割するような正方形メッシュ状に領域を分割する。
2. 各メッシュ内で、代表色の画素数のヒストグラムを作成する。
3. ヒストグラムの各要素の平均、分散共分散行列を計算する。

また、色特徴とは別に、頭部、胴部、脚部それぞれのアスペクト比と面積比も登録しておく。

3. 色特徴に基づく指定人物の追跡

登録した色特徴に基づいて各パーツを個別に検出し、隠蔽を考慮した線形予測により指定人物を追跡する。

3.1 指定人物の追跡

指定人物の追跡手法はほぼ従来手法 [3] と同様である。線形予測に基づいて次フレームにおける各パーツの探索範囲を設定し、個別にパーツを検出する。さらに、各パーツの位置や大きさの組み合わせが正しいものを指定人物領域として検出する。

3.2 色領域の抽出

入力画像から、指定人物の各パーツの代表色として登録された色情報に類似した色領域を抽出する。入力画像の探索範囲内の各画素における画素値 $(X_i, Y_i, Z_i)^T$ と各パーツの代表色の色情報 μ, Σ とのマハラノビス距離を計算し、距離がしきい値以下となる画素を色領域として抽出する。代表色が複数ある場合は、それぞれの代表色について色領域を抽出する。

3.3 各パーツ候補の検出

あるパーツの代表色が一つの場合、3.2節で抽出した色領域がそのままパーツ候補となるため、ラベリング処理により領域ごとに関し、それぞれの領域の重心、面積、および形状を求めておく。

あるパーツが複数の代表色からなる場合は、3.2節で抽出された色領域のうち、局所的な色ヒストグラムの分布が登録された色特徴と類似した領域のみ、パーツ候補として検出する。抽出された色領域の任意の箇所から、2.2節の(3)と同じように、予測されるパーツの高さを D_p 個に分割するような大きさの正方形を切り出し、色ヒストグラムの分布を計算する。登録された色特徴と類似していれば、切り出した正方形領域をパーツ候補領域の一部とする。この処理によって検出されたパーツ候補領域を、上記と同じようにラベリング処理により領域ごとに関し、重心、面積、形状を求める。

3.4 人物領域の決定

各パーツの探索範囲内での候補が求めれば、以降の追跡処理は従来手法 [3] と同様に、形状マッチングによりパーツを選択し、各パーツの組み合わせから人物領域を決定する。

4. 実験

カメラを動かしながら指定人物周辺を撮影した映像に対して、オフラインで人物追跡の実験を行った。図2にその結果の例を示す。図の左列は指定人物の追跡結果であり、図中の枠は上から順に頭部、胴部、脚部の検出結果を示している。また右列は、実際に頭部、胴部、脚部として検出された形状を示している。複数色からなる領域の検出はブロック単位となるため、単色領域の検出形状より荒くなっている。

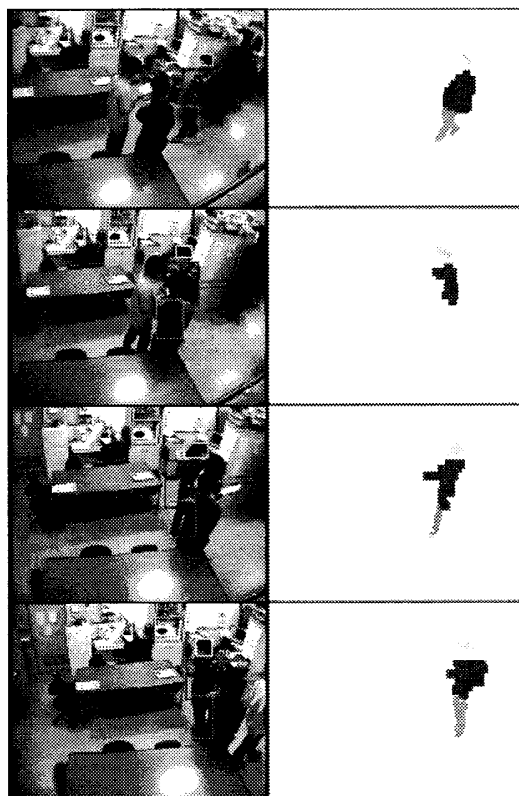


図2: 実験結果の例

5. おわりに

本研究では、指定人物を追跡する際に利用する服装の色特徴を登録し、検出する手法を提案した。複数の代表色とそのヒストグラム分布を登録することで、単色の服だけではなく、一様なテクスチャからなる服装も検出できるようになった。ただし、現状では向きによって見えが変化するような服装には対応できないため、身体の細かい部位ごとに代表色やヒストグラム分布を登録する手法を検討中である。

参考文献

- [1] Akira Utsumi and Nobuji Tetsutani: "Human Tracking using Multiple-Camera-Based Head Appearance Model," FG2004, pp.657-662, 2004.
- [2] 堀口昌彦, 竹内義則, 大西昇: "滑らかなバンチルトによる移動物体追跡," 信学技法, IE99-127, pp.43-48, 2000.
- [3] 先山卓朗, 島田伸敬, 三浦純, 白井良明: "色情報を利用した指定人物の追跡," FIT2003, I-085, Vol.3, pp.183-184, 2003.