

人物色モデルを利用した指定人物追跡

A Method of Registered Person Tracking by Using Color Human Model

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

1. はじめに

高機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指す。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、従来手法では人物の向きについて考慮しておらず、向きによって見えが変わるような服装をした人物を追跡することができなかった。そこで本研究では、人物の各部位の色情報を登録した立体モデルを生成し、向きによらず人物を追跡する手法を提案する。

2. 指定人物のモデル生成

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、それぞれのパーツに含まれる代表色とその配置情報を人物の立体モデル(図2)として登録しておく。人物検出時には、登録された代表色領域の配置から指定人物領域を検出する。指定人物は事前に登録しておくものとし、前後左右方向から見た指定人物の画像(図1)はあらかじめ用意されているとする。

2.2 人物モデルの生成

指定人物画像から背景差分法を利用して人物領域を抽出し、頭部、胴部、脚部に分割してそれぞれの代表色を人物モデルとして登録する。



図 1: 指定人物画像

[†]大阪大学大学院工学研究科 [‡]立命館大学情報理工学部

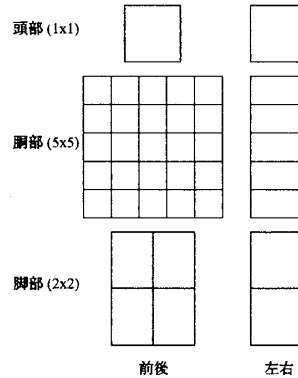


図 2: 人物モデル

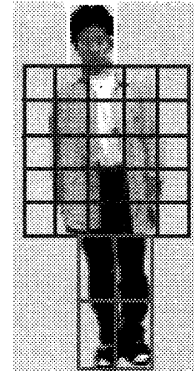


図 3: 人物領域の分割とモデルへの当てはめ

(1) 人物領域の分割

図1のように、4枚の指定人物画像を人物の高さで正規化し、全ての画像で共通する位置で頭部、胴部、脚部を分割する。ここでは、従来と同じ手法 [3] を利用し、色情報に基づくクラスタリングにより分割位置を決定する。

(2) 人物モデルの当てはめ

人物モデルは、頭部、胴部、脚部がそれぞれ直方体で構成されており、さらに胴部と脚部はその表面がメッシュ状に区切られている(図2)。それぞれのモデルの大きさは、(1)で分割された各パーツの大きさにあわせられる。

頭部モデルは、直方体の各側面が頭部領域の外接矩形となるような大きさにフィッティングされる。

胴部モデルは、前後にあたる面は5×5マスの正方形となっており、左右にあたる面は1×5マスに区切られている。胴部モデルは、モデルと胴部領域の中心と高さがあうようにフィッティングされる。

脚部モデルは、前後面は2×2、左右面は1×2マスに区切られている。脚部モデルは、直方体の各側面が脚部領域の外接矩形となるようにフィッティングされてから、メッシュ状に区切られる。

胴部モデルの前後面は正方形となるため、胴部領域の形状によっては、図3のようにモデルが画像上の領域から大きくはみ出ることもある。

(3) 人物モデルの生成

(2)で当てはめたモデル各面のマス目ごとに、そこに含まれる画像領域の代表色と色分布を色特徴として登録する。まず、4枚の画像で人物領域として検出された全ての画素の色を色空間上でクラスタリングし、指定人物の代表色を選択する。ただし、多くの人物に共通する色特徴である肌色部分は、単独のクラスタとしてあらかじめ固定しておく。また、輝度が一定以上となる色クラスタが生成された場合は、照明条件によってはハイライトとなる場合があるため、代表色に白色を追加しておく。

代表色が決定したら、マス目ごとに含まれる代表色の

種類を登録する。さらに、複数の代表色を含むマス目については、色の分布をヒストグラムとして登録しておく。マス目の一部分にのみ人物領域を含む場合は、マス目内に含まれる人物領域の面積比も登録しておく。また、人物モデルの形状情報として、それぞれの大きさやアスペクト比、モデル同士のサイズ比も記録しておく。

3. 人物モデルを利用した指定人物追跡

3.1 指定人物の追跡

指定人物の追跡手法は従来の提案手法 [3] を利用する。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 人物の向きを判定

人物は進行方向を向いて移動しているものとして、人物の顔の向きや移動方向から指定人物の向きを判定する。

(1) 顔の向きに基づく判定

頭部領域は人物モデル上で分割されていないため、向きの影響を受けずに検出することが可能である。そこで、頭部の肌色領域と頭髪領域の配置パターンから顔の向きを判定する。人物モデル生成時に、前後左右斜めの8方向から撮影した顔画像を用意しておき、肌色領域と頭髪領域からなるテンプレートを作成しておく(図4)。入力画像中で検出された頭部領域と大きさをあわせてテンプレートマッチングし、もっとも類似度の高いパターンの方向を、指定人物の現在の顔の向きと判定する。

ただし、隠蔽などにより頭部領域が正しく検出できない場合は、以下の移動方向に基づく判定を用いる。



図4: 顔向きテンプレート

(2) 移動方向に基づく判定

指定人物の移動方向からその人物の向きを判定する。ただし、現在のところカメラキャリブレーションしていないため、実空間での人物の移動方向ではなく、画面上での移動方向を人物の向きとしているため、必ずしも正しい向きを検出することはできていない。

3.3 色領域の検出

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と各パーツの代表色の色情報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。

3.4 各パーツ候補の検出

あるパーツに含まれる代表色の一つだけの場合、3.2節で抽出した色領域がそのままパーツ候補となる。ラベリング処理により領域ごとにわけ、それぞれの領域の重心、面積、および形状を求めておく。

モデルのあるマス目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。3.2節で検出した人物の向きにおける見えを生成するため、人物モデルを回転させたものを画像上に投影したときのマス目の間隔を計算する。ここで、各パーツの大きさは前フレームでの追跡結果からわかっているものとする。抽出された色領域の任意箇所を、計算されたマス目の大きさに分割し、そこに含まれる色ヒストグラムの分布を調べる。そのマス目に登録された色分布に類似していれば、切り出したマス目をパーツ候補領域の一部として検出する。

3.5 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

カメラを固定した環境で指定人物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なった。図5にその結果例を示す。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、人物の上の矢印は、人物の向きの検出結果である。現在のところ、画像上での人物が垂直に観測されているものとして、マス目に分割して検出処理をしているため、画像の端部分では正しく検出できない場合があった。また、人物の向きの検出精度が低いため、横向きと判定されたときは検出される人物の幅が見た目よりも細くなってしまっている。



図5: 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人物モデルへ登録することで、向きによる見えの変化に対応可能となった。今後は、より精度よく向きを判定する手法や画像の傾きに対応する処理を検討する予定である。

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] 佐々尾直樹, 前泰志, 阪口幸伸, 田窪朋仁, 井上健司, 新井健生: "3眼カメラを用いた人物追跡による色パターンによる人物識別," MIRU2004, Vol.1, pp.630-635, 2004.
- [3] 先山卓朗, 三浦純, 白井良明: "色特徴に基づく指定人物追跡," FIT2004, I-036, Vol.3, pp.79-80, 2004.