

R 4 実時間における顔追跡

中野 千夏[†] 玉木 徹[‡] 山本 正信[‡]

[†]新潟大学大学院自然科学研究科

[‡]新潟大学工学部

1 まえがき

近年、デパートやコンビニのレジ周り、マンションの出入口、銀行、会社など、あらゆる場所に防犯カメラや監視カメラが設置されている。これらは、労働状況の把握、犯罪の早期発見、防止などの目的で設置されている [1]。特に犯罪に役立てることが多く、コンビニ強盗や銀行強盗などの事件が起きた場合、防犯カメラの映像を一般公開するなどして犯人の情報提供を求める事例もある。しかし、これらの映像はほとんどが固定カメラで撮影されたものであるため、犯人が一瞬しか映らない、犯人との距離が遠い、などの問題が起こる。このため顔つきなどの細かな情報が得られず、犯人特定が困難になってしまう。したがって、顔を追跡し、拡大して撮影することが重要である。

そこで、本研究では、人物の肌の色情報と動き情報を用いて顔の検出を行い、カメラによって追跡する手法を提案する。

2 システム概要

本研究では、肌色かつ動く物体を人物の顔とする。まず、YCbCr 色空間によって肌色領域を抽出する。また、入力画像からフレーム間差分によって動体領域を抽出する。この肌色領域と動体領域から、移動する人物の顔領域を抽出する。

3 顔領域抽出法

3.1 YCbCr 表色系

顔の大部分を占めるのが肌である。そこで、人物の顔を抽出するために、肌の色情報を用いる [2]。ここで、カメラからの入力画像は RGB 表色系である。しかし、このままでは輝度と色彩が分れていないため、照明などに影響されやすく、安定した情報を得ることが難しい。そこで、色度が分離された YCbCr 表色系への変換を以下の式で行う。

$$\begin{aligned} Y &= 0.2990R + 0.5870G + 0.1140B \\ Cb &= -0.1687R - 0.3313G + 0.5000B + 128 \\ Cr &= 0.5000R - 0.4187G - 0.0813B + 128 \end{aligned}$$

次に人物の CbCr 分布を調べ、閾値処理により肌色領域 $f_s(x, y)$ を抽出する。様々な条件下での肌の色の CbCr 分布を図 1 に示す。これにより、照明に依らず肌色は一定の分布であり、抽出が可能であることがわかる。

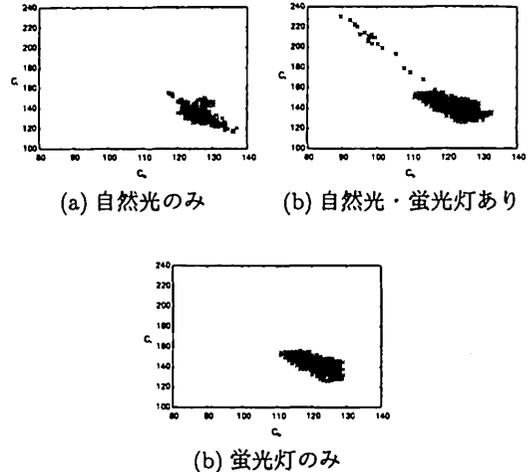


図 1: 異なる照明条件での肌の色の CbCr 分布 (横軸: Cb, 縦軸: Cr)

3.2 フレーム間差分

人物は動いていると仮定し、動体領域を抽出するために、注目フレームと前後 2 枚のフレーム間差分 [3] を行う。

まず、入力画像 (カラー画像) を輝度画像へ変換する。

$$f_t(x, y) = 0.2990f_R(x, y) + 0.5870f_G(x, y) + 0.1140f_B(x, y)$$

ここで、 $f_t(x, y)$, $f_R(x, y)$, $f_G(x, y)$, $f_B(x, y)$ はそれぞれ時刻 t での (x, y) にある画素値の輝度値と、RGB の値である。

次に時刻 t の輝度画像 $f_t(x, y)$ と時刻 $t-1$ での輝度画像 $f_{t-1}(x, y)$ の差分画像 $f_{sub1}(x, y)$ を求める。同時に、時刻 t と、時刻 $t+1$ の輝度画像 $f_{t+1}(x, y)$ の差分画像 $f_{sub2}(x, y)$ を求める。

$$f_{sub1}(x, y) = |f_t(x, y) - f_{t-1}(x, y)|$$

$$f_{sub2}(x, y) = |f_{t+1}(x, y) - f_t(x, y)|$$

求められた 2 枚の差分画像をそれぞれ二値化したものを $f'_{sub1}(x, y)$, $f'_{sub2}(x, y)$ とする。これら 2 枚の二値画像の論理積をとることにより、中間フレームでの差分画像 $f_{sub}(x, y)$ を求める。

$$f_{sub}(x, y) = f'_{sub1}(x, y) \cap f'_{sub2}(x, y)$$

ここで得られた領域を、時刻 t での動体領域とする。

3.3 顔領域抽出

得られた肌色領域画像 $f_s(x, y)$ と動体領域 $f_{sub}(x, y)$ の論理積をとることにより顔領域画像 $f_f(x, y)$ を抽出する。

$$f_f(x, y) = f_s(x, y) \cap f_{sub}(x, y)$$

ノイズ除去を行うために $f_f(x, y)$ に 8 近傍膨脹・収縮処理を行う。

4 カメラ制御による顔追跡

4.1 バンチルト制御

得られた顔領域 f_f の各点 (x_i, y_i) について重心 g_x, g_y を計算する。

$$g_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$g_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

ここで n は f_f の画素数である。この重心が画像中央になるようなカメラのバン・チルト角を計算し、この角度に対応する値をカメラに送信する。

4.2 ズーム制御

次に顔領域の分散を計算する。本研究では、人物の顔は縦長であると仮定し、縦方向 (y 軸方向) の分散 v_y を求めることによって画面内の人物の顔の大きさを推定する。

$$v_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - g_y)^2$$

この分散が画像中で一定になるようにズームを調整する。つまり、画像中で顔が大きく、分散が閾値よりも大きければズームアウト (画角を大きく) し、逆に顔が小さく、分散が閾値よりも小さければズームアップ (画角を小さく) する。

4.3 追跡アルゴリズム

1. 抽出された顔領域の重心 (g_x, g_y) と分散 v_y を計算する。
2. 重心が画像中央から閾値以上離れていればバンチルト制御を行う。1. へ。
3. 重心が画像中央にあり、分散が閾値外ならズーム制御を行う。1. へ。

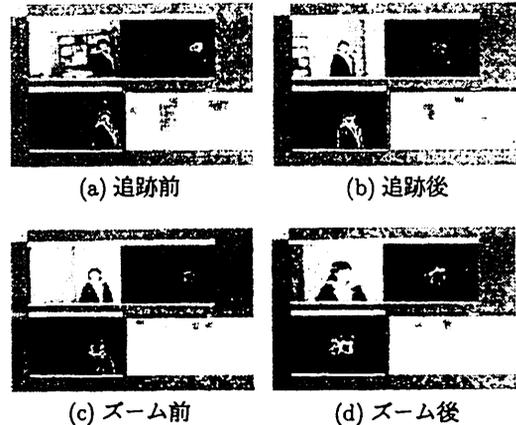


図 2: 追跡結果。各図の左上は原画像、右上は f_f 、左下は f_{sub} を示す。

5 実験

本手法を用いて、屋内 (蛍光灯) で撮影し実験を行った。実験ではバンチルトカメラとして SONY EVI-D30 を用いた。320 × 240 画素のカラー画像を PC に取り付けたキャプチャボードにより取り込み、YCbCr 表色系へ変換し、肌領域を抽出すると同時に、動体領域を抽出し、顔領域を抽出した。追跡結果を図 2 に示す。

顔領域の抽出がまだ完全でないため、追跡の際に重心が中央からずれてしまっている。また、 v_y を良好に計算できていないため、アルゴリズム 3. のズーム制御が行われない場合があった。しかし、本手法を用いて、ゆっくりと歩行している人物であれば、5 フレーム/s 程度で追跡とズームを行えることがわかった。

6 あとがき

バンチルトカメラを用いて人物を追跡し、顔をズームアップして撮影する手法を提案した。YCbCr 表色系による肌色領域と、フレーム間差分による動体領域から顔領域を抽出した。また、重心と分散を用いてカメラを制御し、顔の追跡とズームアップを行った。

今後、顔領域抽出の改善として、他の表色系による肌色の抽出、顔のパーツの色や位置など他の特徴による顔領域の抽出などを検討している。

参考文献

- [1] 吉野峰生, 「犯罪捜査における顔画像の個人識別」, 信学技報 PRMU, Vol.99, No.118, pp.67-74, 1997.
- [2] 永田亮一, 川口剛, 「膚の色情報と顔のだ円近似を用いる顔検出」, 画像の認識・理解のシンポジウム講演論文集 II, pp.121-126, 2000.
- [3] 玉木徹, 山村敏, 大西昇, 「画像系列からの人物領域の抽出」, 電気学会論文誌 C 分冊, Vol.119-C, No.1, pp37-43, 1999.