

部分空間射影による顔の自動学習

3Q-8

杉山 善明 有木 康雄

龍谷大学 理工学部 電子情報学科

1 はじめに

コンピュータの高速化とデータ記憶装置の大容量化にともない、画像データベースや映像データベースの構築と研究が盛んに行われている。これらのデータベースでは、ユーザの意図する画像や、映像中のあるイベントを効率よく検索する技術が必要となる。従来、属性情報を予め人手で付与することで、これらの検索を実現するための索引付けを行っていることが多かった。属性情報には、画像や映像の内容を表すものと、制作者によって付けられた概念的なものや、画像内容と直接関係のないものなどがある [1]。大量の画像や映像を対象に、迅速に索引付けを行うには、できるだけ人手を介さず自動的に行えることが望ましい。この点から、本研究では、映像データベースの内容を表す索引付けを研究目標としている。

映像データベースの中でも、人物が写っている映像を対象とした場合、映像中に現れる人物の情報を索引として付与することは、内容検索をする際に重要である。従来より行われている顔の研究には、顔の抽出、追跡、認識、照合がある [2]。これらの応用例としては、セキュリティに関する例がほとんどであった。しかし、映像中の顔の照合ができれば、映像データベースに対する索引付けが可能となる。

顔照合では、照合したい人物の顔モデルを事前に用意する必要がある [3]。映像データベースの規模が大きくなり、また、人物が有名人ともなれば、人物の名前と顔特徴を予め与えておくことは、必ずしも可能ではない。そこで、本研究では、与えられた映像中に現れる人物の顔モデルを自動的に構築するために、映像中の顔領域を追跡しながら学習に最適なフレームを選択する手法を提案する。

2 顔領域の追跡

2.1 部分空間射影による追跡手法

図1に示すように、前フレーム ($t-1$) で顔領域が抽出されていると、映像中の連続するフレーム間では対象物

Automatic face training method by subspace projection
Yoshiaki SUGIYAMA and Yasuo ARIKI
Department of Electronics and Informatics, Faculty of Science and Technology, Ryukoku University
1-5, Yokotani, Oe-cho, Seta, Otsu-shi, 520-21 Japan

の位置が大きく変わることはないことから、現フレーム上でその顔領域を少しだけ広げた探索範囲を設ける。前フレームで抽出された顔領域をテンプレートとし、図1に示す現フレーム (t) 探索領域内の候補領域とこのテンプレートにモザイク処理をして顔の部分空間へ射影し、射影ベクトルを求める。

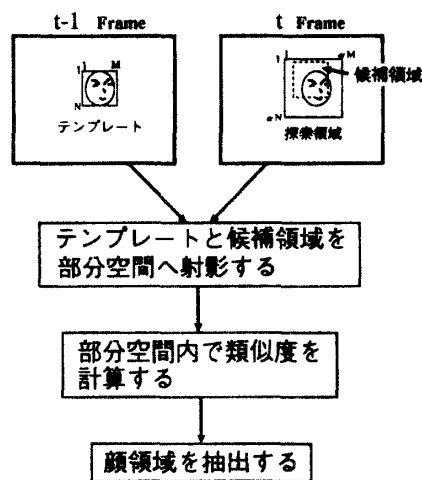


図1: 部分空間射影による顔領域の追跡処理過程

候補領域を探索領域内で移動させながら、2つの射影ベクトル間の類似度を顔部分空間内で計算し、類似度が大きい候補領域を顔領域として抽出する。顔部分空間へ候補領域を射影することにより、顔以外の領域であれば射影ベクトルは小さくなり、顔領域ならば成分はそのまま保存される。この結果、顔領域とそれ以外の領域との違いを反映させて類似度を計算することができる。

部分空間射影による顔の追跡手法のステップは次のようにまとめられる。

1. $t-1$ フレーム上のテンプレートと、 t フレーム上の探索領域内の候補領域にモザイクをかける。
2. モザイク化されたテンプレート $T(i, j)$ と候補領域 $C(i, j)$ を、射影行列 P により顔部分空間へ射影して、次式に示す射影ベクトル $T_p(i, j)$ と $C_p(i, j)$ を求める。

$$T_p(i, j) = P \cdot T(i, j) \quad C_p(i, j) = P \cdot C(i, j) \quad (1)$$
3. 顔部分空間内で射影ベクトル $T_p(i, j)$ と $C_p(i, j)$ の類似度 Sim を計算する。ただし、 (x, y) は探索領

域の左上から見た候補領域の位置を表している。

$$Sim(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N T_p(i, j) \cdot C_p(i+x, j+y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N T_p(i, j)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N C_p(i+x, j+y)^2}} \quad (2)$$

- 探索領域内で候補領域を移動させ、類似度がある閾値以上の候補領域を顔領域として抽出する。

2.2 部分空間内での計算手法

本手法では、顔部分空間へ候補領域を射影しているため、顔以外の領域（非顔領域と呼ぶ）であれば射影ベクトルは小さくなり、顔領域ならば成分はそのまま保存される。しかし、部分空間へ射影した後、テンプレートと候補領域の類似度を計算することから、図2に示すように、射影ベクトルの小さい非顔領域でも、類似度は高くなる可能性がある。

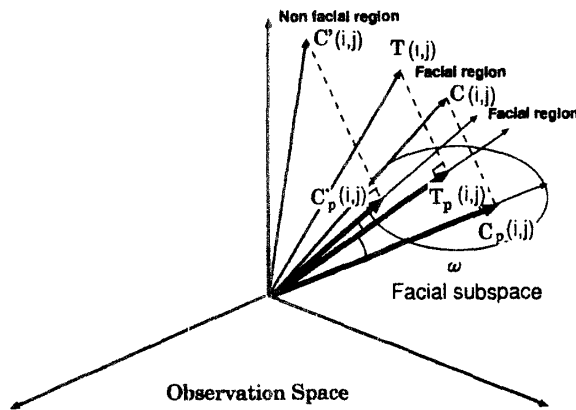


図2: テンプレートと候補領域の射影ベクトルの関係

そこで、テンプレートと候補領域の射影ベクトルの大きさを求め、この2つの大きさを比較することによって、テンプレートとの類似度を計算する以前に、候補領域の絞り込みを行う。まず、モザイク化されたテンプレートと候補領域を $T(i, j)$, $C(i, j)$, 射影行列 P により顔部分空間へ射影した射影ベクトルをそれぞれ $T_p(i, j)$, $C_p(i, j)$ として、式(3),(4)を求める。

$$\|T_p(i, j)\| / \|T(i, j)\| \quad (3)$$

$$\|C_p(i, j)\| / \|C(i, j)\| \quad (4)$$

候補領域を顔領域に絞り込むために、式(3)を係数 α ($0 < \alpha < 1$) 倍した値を閾値として、この閾値以上である候補領域 $C(i, j)$ を顔領域候補として抽出する。

$$\|T_p(i, j)\| / \|T(i, j)\| \cdot \alpha \leq \|C_p(i, j)\| / \|C(i, j)\| \quad (5)$$

こうして抽出された顔領域候補を顔部分空間へ射影し、2.1で述べた類似度法を適用して顔領域を決定した後テンプレートを更新する。

3 フレーム選択の方法

追跡過程では顔領域候補とテンプレートを顔モデルに射影し、射影ベクトルの類似度を求め、最も類似度の高い領域を選択することで追跡結果を得ている。しかしながら、最も類似度の高い領域であっても、対象となる顔の向きが変化することで、射影ベクトルの向きや大きさが変化する。そこで、次フレーム以降の追跡領域の射影ベクトルと最初の射影ベクトルとの類似度がある一定値を越えたときのフレームを学習用データとして選択する。これにより、最初の顔の向きとやや異なる向きの顔領域を追跡結果として持つフレームを自動的に選択することになる。得られた顔領域は従来のような一定フレーム毎にサンプリングする場合に比べて、より広範囲なその人物の顔特徴を反映していると考えられる。

4 おわりに

映像データベースの内容検索をする際に必要となる内容記述のうち、映像中に現れる人物の顔情報に着目して索引付けする方法について述べた。

本研究では、映像中の顔領域を追跡しながら学習に最適なフレームを選択する手法を提案した。本手法により、新たに現れた人物の情報を自動的にデータベースに登録することが可能となる。今後は、実際のデータに適用して、実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 北 幸典, 石川 佳治, 植村 俊亮: “オブジェクト画像をベースとした複合的な画像検索手法”, 第8回データ工学ワークショップ, DEWS'97, pp.101-106, 1997-03.
- [2] 杉山 善明, 石川 則之, 有木 康雄: “部分空間射影による映像中からの顔領域の抽出・追跡・認識”, 第2回知能情報メディアシンポジウム (IIMS2nd), pp.1-6, 1996-12.
- [3] 後藤 啓悟, 小松 良江, 有木 康雄: “ニュース映像中の顔指示に基づく人名情報検索”, 計測自動制御学会, 第34回パターン計測部会, SICE96-01, pp.17-24, 1996-01.