

情報通信プロジェクト：マルチメディア情報検索

1 実験の目的

「キムタクに一番似ているのは誰か」という疑問や、「顔をパスワードの代わりとして利用したい」といった要求に答えるシステムを開発する。代表的なパターン識別手法 (k 最近傍法、部分空間法等) を学びながら、高速で認識率のよいアルゴリズムを作成する。

2 実験課題

実験で使用するデータセット (dataset) はデータベース (DB) とクエリ (Query) から構成される。データベースには、20 人 \times 10 枚/人の顔画像が収録されている。一方、クエリ (質問に使う画像) には 58 枚の顔画像が収録されている。本実験では、クエリから顔画像を任意に選び、その画像がデータベースのどの人物かを判定する顔認識システムを開発する。

2.1 実験手順

以下の課題は必ずやり遂げること。これは単位認定のための最低条件です。なお、一人ですべてやる必要はありません。班内で役割分担してください。例えば、特徴量を検討する人と認識アルゴリズムを検討する人に分かれて作業すればよいでしょう。

1. 最も単純な認識アルゴリズムはクエリ画像とデータベースの全画像をピクセル毎に比較する方式である。画像は Matlab 上では配列として表されるので、2つの配列間のユークリッド距離 (二乗誤差) を計算し、この距離が最も近い人を選べばよい。この方式を Matlab 上に実装し、認識率を評価する。また、適当な前処理や正規化 (3 章参照) を検討してみる。
2. 特徴量を適切に選び、次の認識アルゴリズムを用いた方式を Matlab 上に実装し性能を比較する。
 - (a) k-最近傍法 (4 章参照)
 - (b) 部分空間法 (4 章参照)
3. 特徴量をいくつか替えて上の実験を繰り返す。
4. 上記以外の方式を最低 1 つは実装し、方式間の性能を比較する。比較のポイントは特徴量、認識アルゴリズム (認識率)、検索アルゴリズム、効率 (計算時間) などです。どの点に重点を置くかは各自に任せます。

2.1.1 実験上の注意

性能のよいパターン認識システムを作るには、扱うデータについての理解が欠かせない。Matlab などのソフトウェアを利用すると画像処理や行列演算、統計処理が簡単に行えるが、実験を進める上ではその計算の意味を理解するよう努めること。アイデアに誤りがないか簡単な例で確かめるとよい。

2.2 実験結果の発表

実験の最終回に開催される成果発表会で班毎に実験の成果を発表してもらいます。発表会は、口頭発表(各班 5 分程度)とポスター発表(1 時間程度)からなります。アイデアや開発上の考慮点(認識アルゴリズムのパラメータを何に基づいて決定したかなど)を例を使って分かりやすく説明すること。

また、平成 27 年度から中間発表会も開催しています。こちらは口頭発表(各班 10 分程度)のみです。

2.2.1 実験結果の評価項目

1. 正しく認識する割合

予め登録された人を正しく認識する。登録されていない人をリジェクトする。

2. システムの頑健さ

画像の背景や人の表情などの変化によって認識率が低下しない。

3. 認識に要する時間

クエリの入力から判定結果の出力までの時間が短いものが良い。例えば、Matlab の時間計測コマンド (tic/toc) を使えば処理時間を計測できる。

4. ユーザインターフェース

使い勝手もシステムの重要な評価項目である。使いやすいグラフィカルユーザインターフェース (GUI) が望ましい。

3 顔認識システムの概要

顔認識の一般的な処理の流れを以下に示す。次章に上げたキーワードに注意して進めること。

1. 顔画像データ作成 (前処理、正規化)

予め用意された顔画像データを利用して実験を行うが、デジタルカメラで自分たちの顔写真を撮影し、それを利用してよい。必要であれば、画像全体の中から認識に重要な部分を切り出したり、サイズや明るさの分布を正規化したりする。(麻生,p8)

2. 特徴抽出

類似検索に顔画像データのどのような特徴を利用するかを決め、Matlab などを利用してデータを作成する。次章を参照。

3. 類似検索

特徴データ間の距離を定義し、ある画像と距離の近いものを検索するアルゴリズムを作成する。できれば、そのアルゴリズムの高速化を考える。

4. 識別

予めシステムに登録したものとは別の画像を入力し、それが予め登録されたどの人物であるのか、登録された人の中には含まれないのかを判定するプログラムを作成する。

5. ユーザインタフェース

検索・認識結果を分かりやすく利用者に示す。例えば、Matlab の GUI 作成については(上坂, 1.8 節) 参照。

4 検討事項

実験を進める際のポイントに関するキーワードを以下に挙げる．具体的な内容については参考文献を参照のこと．

4.1 サンプル数と特徴空間の次元

- 次元の呪い（石井,p67 等）

4.2 何を顔画像の特徴とするか

画像の特徴量としては、画像各部の輝度値やそのフーリエ変換や離散コサイン変換などによる周波数成分が考えられる．本実験では、特徴量として輝度値そのものや空間周波数を利用することで、認証に適した特徴量について検討する．

- 画像のモザイク化

画像の輝度値を特徴量とする場合、全画素の輝度値をそのまま用いるのは効率が悪く、また画像の縮小拡大などに対して頑健ではない．そこで画像を $8 \times 8 = 64$ (配列の大きさは変えてもよい) の領域に均等に分割し、各領域の輝度値をその領域内の平均輝度値とし、得られた 64 の輝度値を特徴ベクトルとする．

- 2次元フーリエ変換 (FFT)

各画像を 2次元フーリエ変換して、そのフーリエスペクトルから低周波成分などを抽出し、これを特徴ベクトルとする．

- 2次元離散コサイン変換 (DCT)

JPEG 等で使われている 2次元離散コサイン変換を用いて画像のスペクトルを計算する．FFT の場合と同様にスペクトルの低周波成分などを抽出し、これを特徴ベクトルとする．

4.3 特徴量の正規化と評価

類似したパターンは、特徴空間上で互いに近接していることが望ましい．そのためには、特徴量の与え方に注意が必要である．

- 正規化（石井,p102）
- クラス内分散とクラス間分散比（石井,p74）
- ベイズ誤り確率（石井,p76）

4.4 特徴量間の距離

特徴空間に近さ・遠さを測る「距離」を導入する．代表的な距離として以下を挙げる．

- ユークリッド距離
- マンハッタン距離

4.5 認識手法

様々な認識手法が提案されているが、以下はその代表的な例である。それぞれの手法において、リジェクト領域（予め登録された人物ではない）をどのように定めるか検討が必要。（石井,p151）

- k-最近傍法

特徴空間上での（ユークリッド）距離に近いk個のプロトタイプの内、最も多数を占めたクラスを識別結果とする。（石井,p8、麻生,p14）

- 部分空間法

各クラスの特徴ベクトルだけを主成分分析（平均2乗誤差最小基準）して部分空間を作り、未知パターンがどの部分空間で最もよく近似できるかを比較することにより識別する手法。（石井,p109、麻生,p16）

- カーネル法

（麻生,p99）を参照。

4.6 画像検索アルゴリズム

k最近傍法では、空間上のある点から近い距離にある点を見つける必要がある。 naïveな方法（全ての点までの距離を計算してその中で短いものを発見する）を効率化できないか検討する。（Duda,p182）等を参照。

- 分割統治

- ボロノイ図

5 参考文献

以下の参考図書が利用できます。また必要があれば、図書館やインターネットで関連情報を調べてみてください。（実験時間中に図書館に行く場合は担当教員に一言断ってください。）なお、以下の参考図書は原則貸し出しはしませんが、どうしても必要という人はホワイトボードに氏名と図書名を記入の上、持ち出しを認めます。（次年度以降も利用しますので、学期末には必ず返却してください。）

- パターン認識関連

麻生 「パターン認識と学習の統計学」、麻生英樹他著、岩波書店、2003年

石井 「わかりやすいパターン認識」、石井健一郎他著、オーム社、1998年

Duda 「パターン識別」、Richard O. Duda 他著、新技術コミュニケーションズ、2001年

- Matlab 関連

上坂 「MATLAB プログラミング入門」、上坂吉則著、牧野書店、2000年

高井 「MATLAB 入門 増補版」、高井信勝著、工学社、2002年

高谷 「Matlab の総合応用」、高谷邦夫著、森北出版、2002年

6 実験レポート

作成した Matlab ソースコードの仕様書を班毎に提出してもらいます。この中で各自の貢献（役割分担）を明らかにしてください。（詳細については1月上旬説明予定。）

7 成績評価

成績は、実験レポート、成果発表会のポスターとプレゼンテーション、実験時間中の態度、遅刻・欠席などを総合して判定します。なお、実験は班毎に進めてもらいますが、成績評価は個人毎に行います。たとえ良い結果を出した班のメンバーであっても、成果に貢献していない場合や非協力的な場合はプラス評価されない（または減点される）ことがあります。また、正当な理由のない遅刻・欠席は大幅な減点となります。遅刻・欠席する場合は事前に担当教員に連絡してください。

8 担当教員

藤田 八郎 2号館 215 室 内線 4225 E-mail: hfujita@tmu.ac.jp