

平成 21 年 6 月 8 日現在

研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18700234
 研究課題名(和文) 局所的・部分的な特徴の集合を入力とする固有空間ベースのパターン認識機構
 研究課題名(英文) Image pattern recognition in eigenspace of local features

研究代表者
 高橋 隆史 (TAKAHASHI TAKASHI)
 龍谷大学・理工学部・講師
 研究者番号：10343667

研究成果の概要：

コンピュータに画像や音声を認識させるパターン認識や、何らかの課題を自動的に遂行できるように「学習」させる機械学習の研究は急速に進展しており、近年はデジタルカメラの顔認識機能のように広く実用されるようになってきています。本研究課題では、パターン認識と機械学習に関する新しい手法を研究し、それらの手法を用いることで、カメラとコンピュータによる三次元世界の知覚や顔画像からの表情識別の精度を従来より向上させられることを明らかにしました。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	700,000	0	700,000
2007年度	500,000	0	500,000
2008年度	300,000	90,000	390,000
年度			
年度			
総計	1,500,000	90,000	1,590,000

研究分野： 知能情報学，機械学習，パターン認識

科研費の分科・細目：情報学(感性情報学・ソフトコンピューティング)

キーワード： 次元圧縮，主成分分析，恒等写像学習，固有空間

1. 研究開始当初の背景

コンピュータビジョンや画像ベースのパターン認識の分野では、画像から抽出した特徴量をベクトルデータとして扱うことが多い。このようなデータは一般に冗長な表現となっているため、計算コストがかかる、重要な情報がノイズ等に埋もれて処理結果に悪影響が及ぶ、といった問題を生じさせる。そこで、主成分分析などの統計的手法を利用して

データの次元を減らし(次元圧縮)、本質的な情報を抽出する、といった処理を行うことが一般的である。顔認識手法としてよく知られた eigenface 法はその代表的な応用例である。

このような次元圧縮は、主成分分析などの統計的手法のかわりに、ニューラルネットやカーネルマシンによる機械学習の手法を用いても実現できることが知られている。例えば、

ニューラルネットの一種である多層パーセプトロンを用い，入力データ自身を出力教師とする恒等写像学習を行えば，主成分分析と等価なデータ表現を得ることができる．

筆者は，以前から機械学習による次元圧縮の手法とその応用に関する研究を行っており，その一部について，科学研究費補助金の補助も受けている．本研究課題は，その成果をもとに，コンピュータビジョンや画像パターン認識の問題への次元圧縮手法の応用について検討するものである．主なターゲットには，コンピュータビジョンの基本的問題である shape-from-motion と，eigenface 法などの従来法では十分な認識精度の得られていない表情認識の 2 つを選択した．

2. 研究の目的

以下の 2 つを主な研究目的とした．

(1) ロバストな shape-from-motion 手法の研究

コンピュータビジョンの基本的かつ重要な問題の一つに，shape-from-motion，すなわち，複数画像中の点特徴からのカメラ動きと物体形状の復元がある．この問題の解法は数多く提案されており，その中には，データにある程度誤差が含まれていても頑健に復元可能な，ロバストな手法も存在する．本研究では，ロバストな復元を実現できる新しい手法として，ニューラルネット（多層パーセプトロン）の恒等写像学習を応用した方法を検討することを目的のひとつとした．

(2) 顔画像認識等のための新しい特徴抽出手法の研究

eigenface 法に代表されるように，顔画像認識で従来よく用いられてきた手法では，画像から顔全体を含む領域を切り出し，その領域内の画素値をならべたベクトルを識別器への入力としている．画素値をそのまま特徴量とするかわりにガボールフィルタ等のフィルタリング結果を用いることもあるが，領域中の様々な位置から抽出される特徴量をベクトルにならべて用いる点は同じである．

これに対して，本研究では，顔領域中の様々な位置から抽出される特徴量をならべて行列を構成し，この行列を識別器への入力とみなす新しい手法を検討した．このような手法の性質を明らかにし，顔画像からの表情認識のような実際の課題に適用してその有効性を検証することを目的とした．

3. 研究の方法

上記の 2 つの研究目的について，それぞれ次のような方法で研究を行った．

(1) ロバストな shape-from-motion 手法の研究

図 1 に示すような 3 層の線形パーセプトロンを用い，入力データ自身を出力の教師とする恒等写像学習を行うと，データに主成分分析を適用して次元圧縮を行うのと同等の結果が得られることが知られている．我々はまず，複数の画像から得られる点特徴の画像座標の時系列データを入力とする恒等写像学習アルゴリズムを構成し，その学習アルゴリズムに対して物体形状のアフィン復元のための制約条件を付加することで，shape-from-motion の問題が解けることを示した．

次に，学習に用いる評価関数を単純な最小二乗誤差から M 推定で用いられるものへと変更することで，ロバストな学習アルゴリズムが導出できることを示した．

このアルゴリズムを用いて，人工データと実画像データの両方で数値実験を行い，その有効性を検証した．

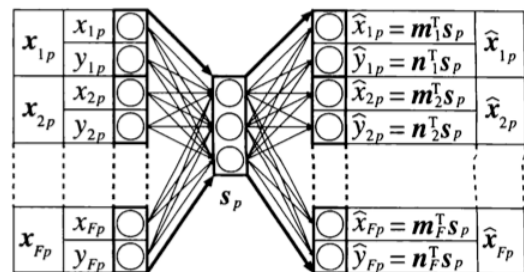


図 1 shape-from-motion のためのニューラルネット

(2) 顔画像認識等のための新しい特徴抽出手法の研究

上述のように入力データを行列として扱う手法として，行列データに線形判別分析を適用して変換行列を構成する，フィッシャー重みマップ手法と呼ばれる手法が既に提案されている．この手法は，画像の高次局所自己相関 (HLAC) 特徴を用いるものであり，表情認識の実験によってその有効性が示されている．

本研究ではまず、用いる特徴を HLAC からガボール特徴に変更した実験を行い、識別率の向上を試みた。次に、手法の理論的な考察を行い、入力行列の形式を変更することで従来とは異なる特徴抽出の方法を実現できることを明らかにし、これによって識別率をさらに向上できるかどうか検証した。また、この手法に対するカーネルトリックの適用や、歩行者・非歩行者の識別への応用についても検討した。

4. 研究成果

(1) ロバストな shape-from-motion 手法の研究

提案手法を用いて人工データと実画像データの両方で数値実験を行い、いずれの場合にも、ロバストな形状・動き復元が可能であることが確認できた。図2に、人工データを用いた実験結果の一部を示す。提案手法は「M」および「M+wLS」とマークされている(「known」は、比較のために用意した、どの点がはずれ値であるかを既知とした条件での結果である)。図からわかるように、提案手法では、データ点のうち3割がはずれ値(トラッキングに失敗して座標が完全に失われた場合)でも良好な復元が可能である。

本研究の成果は、学術雑誌に既に掲載されている(「5.主な発表論文等」の[雑誌論文]参照)。

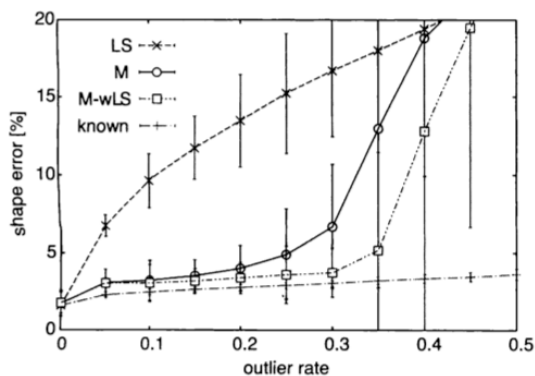


図2 はずれ値の割合と形状復元誤差

(2) 顔画像認識等のための新しい特徴抽出手法の研究

顔画像からの表情識別(7表情)を題材として、上述の提案手法と従来手法(Fisherfaces)と HLAC + フィッシャー重みマップの2通

り)の比較実験を行った。その結果、Fisherfacesで61.7%、HLAC+重みマップで63.6%だった識別率が、HLACをガボール特徴にとりかえることで64.8%となり、さらに、入力行列の形状を変更することで68%にまで向上できることが明らかとなった。図3に、HLACおよびガボール特徴を用いた場合に獲得されたフィッシャー重みマップ(変換行列)を示す。

また、歩行者画像とそれ以外の画像という2クラスの識別問題にも適用し、HLAC+重みマップで94.8%だった識別率を99.2%まで向上できることも示した。

本研究の重要な成果の一つは、特徴量を単にHLACからガボール特徴に変えるだけでなく、入力行列の構成を変えることで識別率の向上がはかれることを明らかにした点にある。図4は、このことを示す実験結果である。この点に関しては、提案手法の理論面からの検討を今後も継続していく予定である。

本研究の成果は、既に学会にて発表している(「5.主な発表論文等」の[学会発表]参照)。

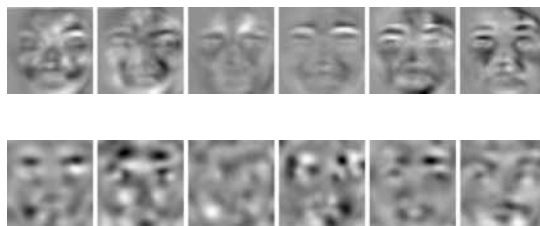


図3 獲得されたフィッシャー重みマップ (上:HLAC 特徴, 下:ガボール特徴)

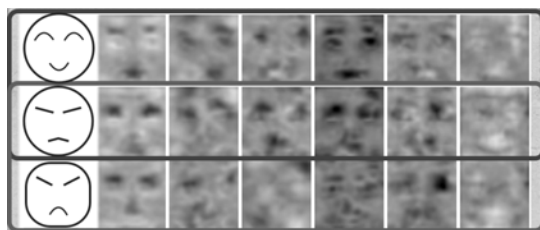


図4 種類毎の重み付けによって得られた特徴。左端が入力画像を表す(ここには模式図を示しているが、実際は実画像である)。上2行は同じ人物の異なる表情のものであり、一番下の行は、それとは異なる人物の2行目と同じ表情のものである。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

(1) 下津奉久, 高橋隆史

「ガボール特徴行列に対するフィッシャー重みマップを用いた顔画像からの表情認識」
電子情報通信学会技術研究報告
(PRMU2007-221), vol.107, no.491,
pp.43-48, 2008, 査読なし

(2) 藤木淳, 高橋隆史, 栗田多喜夫

「頑健な恒等写像学習を用いた計量アフィン射影画像列からの運動と形状の復元」
情報処理学会論文誌：コンピュータビジョンとイメージメディア, vol.47,
no.SIG10(CVIM15), pp.83-95, 2006,
査読あり

〔学会発表〕(計1件)

(1) 下津奉久, 高橋隆史

「ガボール特徴行列に対するフィッシャー重みマップを用いた顔画像からの表情認識」
電子情報通信学会 PRMU 研究会
2008年2月, 茨城県つくば市

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 隆史 (TAKAHASHI TAKASHI)
龍谷大学・理工学部・講師
研究者番号：10343667