

実世界情報システムプロジェクト ～ヒューマンインフォマティクス研究グループ～
実世界情報システムの数理的基礎に関する研究成果

大津 展之 (COE 特任)

情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻

概要

実世界情報システムの横断的・理論的な基礎として、「実世界知能」の基礎技術体系の確立をめざす。具体的には、確率統計的手法や多変量解析手法などを用いた情報数理的な立場から、視覚を主体としたパターン情報処理および知能情報処理の原理や仕組みを明らかにし、具体的な手法の開発と応用について研究を行っている。

当該年度は、特に動画認識の基本となる移動体の追跡、検出、認識、異常行動検出、gait (歩様)認識、また実環境で問題となる照明変化に頑健な物体認識などの研究を行った。

1. はじめに

今日、コンピュータやインターネットに代表される情報技術は目覚ましい発達を遂げ、産業、サービス、個人の生活など、様々な分野の隅々にまで浸透し社会を大きく変革しつつある。しかし、そうした情報インフラの発達は、新しい産業の創生、安全・安心・快適な真に豊かな社会の構築へのツールとして必要条件ではあるが、必ずしも十分条件ではない。インフラとしての基盤情報技術の上に、「スーパラ」としての新たな実応用を展開することが十分条件として求められている。すなわち、実世界（人間、社会を含む実環境）の多様な情報を有効に取り扱い、具体的な応用課題を解決し、人間と親しく協調し価値を創出する、新しい知的情報処理機能を持った「実世界情報システム」の研究開発、そしてその基礎となる「実世界知能」を次世代の情報処理技術体系として展開するための本格的な研究開発が求められている。

2. 本研究の内容

実世界で稼動する次世代の情報システム「実世界情報システム」には、様々な革新的な機能

が求められる。とりわけ、人間を含む実環境を認識し、状況を理解して適切な処理や行動を行う知的機能、すなわち「実世界知能」が、最も基本的かつ共通的な機能として必要とされる。

本研究では、その実現の基礎となる理論手法、及びそれに基づく認識、理解、推論、学習といった基本的な機能、及びそれらを合わせたシステム要素機能の研究開発を目的としている。具体的には、実環境での人の行動・仕草や表情の認識・理解、マルチモーダル学習に基づく概念獲得、状況認識と適応行動などを想定して研究を進めている。

3. 当該年度の研究成果

H15年度は、実世界情報システムに必要とされる基本機能や要素機能の洗い出しを行うとともに、基本的な手法について検討を行った。

当該H16年度は、要素機能のプロトタイプとなるシステムを想定して研究を進めた。以下に主な具体的研究と得られた成果を記す。

3.1 高次局所自己相関 (HLAC) 特徴抽出法の数理的な拡張と応用

静止画像認識のための汎用的な特徴抽出法として開発した高次局所自己相関 (HLAC) を、時間を扱えるように拡張 (立体 HLAC) し、実世界情報、特に動画認識の効率の良い認識が可能となる知見を得たが、当該年度は、その高速計算法を整備するとともに、これを用いていくつかの実応用を目指した研究を行った。

動画認識への応用

動画に立体 HLAC を適用することにより、その位置不変性と対象加法性を生かし、動物体の位置に依らない (分節を要しない) 認識、また複数動物体の同時認識が可能となることを示した。具体的には、5人の4行動 (左右方向の歩く・走る) に対し非常に高い認識率 (99.8%)

で個人の同定(gait)と行動の同定が得られている[1]. さらに国際コンペティションの標準データ(71名のgait認識)に対して適用し、トップの認識率を達成した.

また、2D画像のHLAC特徴抽出を動画像に適用すると特徴の時系列データが得られるが、それらを自己回帰分析と組み合わせることで、より複雑なジェスチャなど、人間の動作の認識が可能となる. 具体的には、HMM識別を用いて、48名の17種のジェスチャデータに対して高い認識率(95.7%)が得られている[2].

異常行動検出への応用

監視カメラなどビデオサーベイランスのニーズが高いが、そこで省力化のキーとなる異常行動の検出機能に対して、立体HLAC特徴の加法性と部分空間法をうまく組み合わせた効率の良い方法を開発した. カメラを通して豊富に得られる通常動作の固有空間を教師無しで統計的に学習し(PCA), そこからの逸脱(通常動作の部分空間への距離)として異常(通常ではない)動作が容易に検出できることを示した[3]

移動体追跡への応用

カラー画像に対して拡張したHLAC特徴とk-NN識別を用いて、認識ベースの追跡手法を開発した. 従来の画像ベースの照合(相関)に比べて、移動体の交差や隠蔽に対して頑健な手法となっていることを確認した.

顔認識への応用

表情など、場所によって重要度が異なる認識課題に対応するため、HLAC特徴を場所に依って重み付けし、それらの重みを学習適応的に求める方法を開発した. 数理的には、これは従来のEigen-FaceやFisher-Face手法を特別の場合として一般化した手法となっていて、より認識率が向上することを確認した[4].

3.2 不変特徴抽出理論の応用

パターン認識における特徴抽出の幾何学的な側面として、対象の受ける平行移動や拡大縮小などの見かけ上の変換に寄らない不変量として形の特徴を求める理論を既に構築しているが、これを実応用の課題に適用した.

移動体の検出と認識

車などの移動体の運動は2D画像へ射影され幾何学的な変換を受けるが、それらに対する不変特徴を求め、認識実験で有用性を確認した. 逆にカメラが運動する場合にも同様な理論が使

えて、一様なカメラの運動による画像の変換とは独立な運動として移動物体を検出できる.

照明変化に頑健な物体認識

照明の物理(光学)的な拘束条件から物体画像の受ける変換を求め、不変特徴について考察した. 特に位置不変なHLAC特徴空間では、照明の変化は部分空間内の多様体を成すことを示し、部分空間法によって照明に不変な(頑健な)認識が可能となることを実験により確認した.

3.3 マルチモーダル情報からの概念獲得

幼児が音声と画像を統合することで物事の内容を獲得する過程を、認知心理的知見も踏まえつつ、カーネル正準相関分析などの非線形多変量解析手法や情報理論的な基準を用いてモデル化し、その有効性を確認した[5].

4. あとがき

基本的な機能を実現するための有用な手法の開発・整備と適用範囲の拡大を図った. 今後は、情報統合や学習・自己組織化の機能の研究と組み合わせ、よりシステム要素的な機能の研究を展開して行く予定である.

成果発表

- [1] T. Kobayashi and N. Otsu, Action and Simultaneous Multiple Persons Identification Using Cubic Higher-order Local Auto-Correlation, Proc. Int. Conf. on Pattern Recognition, Vol.4, pp.4-10, Cambridge, Aug. 2004.
- [2] T. Ishihara and N. Otsu, Gesture Recognition Using Auto-Regressive Coefficients of Higher-Order Local Auto-Correlation Features, Proc. IEEE 6th Int. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.583-588, Seoul, May 2004.
- [3] 南里, 大津, 複数人動画像からの異常動作検出, 信学会技報 PRMU2004-77, Vol.104, No.291, pp.9-16, Sept. 2004. (特許出願)
- [4] Y. Shinohara and N. Otsu, Facial Expression Recognition Using Fisher Weight Maps, Proc. IEEE 6th Int. Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, pp.499-504, Seoul, May 2004.
- [5] 石黒, 大津, 國吉, 画像入力からの概念獲得のためのインターモーダル学習, 信学技報 PRMU, Vol.104, No.370, pp.17-24, Oct. 2004.