

# 特集「CVにおけるパターン認識・学習理論の新展開」の発行に寄せて

和田俊和<sup>†</sup> 佐藤洋一<sup>††</sup> 杉本晃宏<sup>†††</sup>

## 1. はじめに

これまで、パターン認識の分野は与えられた未知パターンを既知のカテゴリ(クラス)に分類するための学問として発展してきた。すなわち、主に *what* を問う問題が中心的課題として取り扱われてきたと考えることができる。一方、コンピュータビジョンの分野では、さまざまな幾何学的・光学的変換が起きることを前提として、与えられたモデルに適合する部分を画像から検出する問題が取り扱われてきたととらえることができる。これは、パターン認識分野における *what* を問う問題に対して、コンピュータビジョンの分野では *where* や *how* を問う問題が重要課題として取り組まれてきたということである。

しかしながら、現実の問題では *what* と *where* それに *how* が密接に関連しており、それらを別々に取り扱うのではなく、*what-where-how* によって張られる広大な空間中で目的とする解を探し出すための技術を実現しなければならない。このような技術の研究開発は、コンピュータビジョンとパターン認識の接点の先にある1つの大きな領域であり、今後さらに複雑化、高度化していくコンピュータビジョンとパターン認識の問題を包含する一般的枠組みとして確立されていくべきものである。

このような背景のもと、情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会では、このたび新たな試みとして、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会とともに「CVにおけるパターン認識・学習理論の新展開」に関するテーマセッションを2004年9月に開催し、コンピュータビジョンとパターン認識の接点における研究テーマの現状と将来像に関する講演と討論を行った。本特集は、そのまとめとし

て企画されたものである。

## 2. 採択論文の概要

この特集号には、「CVにおけるパターン認識・学習理論の新展開」に関して、解説論文と総合論文をそれぞれ2編ずつ、合計4編の論文を採録した。以下に各解説論文の概要について順に示す。

栗田と西田による解説論文「カーネル学習法とその画像認識への応用」では、近年注目を集めているサポートベクターマシンに関して、基礎から応用まで丁寧に解説を行っていただいた。最も基本的な線形サポートベクターマシンと、線形分離不可能な場合に対応するためのソフトマージンの導入、そしてカーネル関数の導入という順序で解説を行っている点は、通常 of 解説と特段変わりはないが、ニューラルネットとの対比で解説を行っている点に関しては興味深い内容になっている。また、カーネル判別分析の紹介を通じてカーネル特徴の概念を伝え、変換を施したカーネル特徴を線形サポートベクターマシンの入力として与えることにより、カーネルサポートベクターマシンと等価な学習と識別が行えるという経験的カーネルマップの内容は、通常の解説記事ではなかなか読むことができない貴重な内容である。さらに、エッジの距離変換画像から求められる Chamfer distance に基づくカーネルを用いたサポートベクターマシンによる歩行者の検出、拡張されたカーネル判別分析を用いた顔検出などの応用研究の紹介は、単なる応用ではなく、問題の本質をしっかりと見据えた有益な内容となっている。

上田による解説論文「アンサンブル学習」では、複数の識別器を融合させる「識別器の結合」、あるいは異なる特徴でモデル化したパターンを結合させる「特徴の結合」の2つのアプローチで汎化性能の高い高性能な識別器を構成する種々の方法について解説いただいた。前半では、識別器の結合について述べられており、学習データから復元抽出して複数の学習データを作り、これらを用いて独立に学習を行った識別器を統合するバギング、性能の低い弱学習器を逐次的に学習させて統合し、高性能な識別器を構築するブースティ

<sup>†</sup> 和歌山大学  
Wakayama University

<sup>††</sup> 東京大学  
The University of Tokyo

<sup>†††</sup> 国立情報学研究所  
National Institute of Informatics

ング（特に Ada Boost），学習データの各領域を担当する識別器を逐次的に学習して結合する混合エキスパート，複数の識別器によって各クラスに対応する符号語を学習し，各符号語間のハミング距離を大きく取ることによって誤り訂正を行う手法，ベイズ統計の枠組みで各識別器の重み付けを行うベイズ学習に関する解説が行われている．後半では，特徴の結合に関する解説が行われており，ラベル（教師信号）が付けられた少数の学習データと，ラベルの付いていない大量の学習データから，最大エントロピー原理を用いて特徴を結合する方法の解説が行われている．理論的な内容に終始しているが，上述のとおり広義のアンサンブル学習に関する包括的な解説となっており，CV 研究者にとっても有益な内容が数多く含まれている．

福井，山口による総合論文「部分空間法の理論拡張と物体認識への応用」では，筆者らが精力的に進めてきた，部分空間法の枠組みを拡張することによる物体認識へのアプローチに関する一連の研究成果をまとめていただいた．ここでは，部分空間法から相互部分空間法，制約相互部分空間法，さらには，その非線形化に至る一連の理論拡張により，3次元物体認識に対する新しいアプローチが実現できることを述べている．具体的には，まず，物体の見え方パターンが特徴空間の低次元部分空間に局所的に分布するという特性に基づいて，3次元物体認識の問題が正準角を用いた部分空間どうしの構造的な類似性を測る問題に変換されることを確認している．次に，識別性能を高めるために，一般化差分部分空間なる概念を導入し，この空間への射影により，高性能な3次元物体認識が実現できることを述べている．さらに，物体の動きや照明条件の変動が大きい場合には，カーネル関数を用いた非線形識別が有効であることを示している．そして，顔画像認識を例にその有効性が実証されている．

村瀬による総合論文「画像認識のための生成型学習」では，生成型学習というアプローチに基づく画像認識手法が紹介されている．この生成型学習という考え方は，学習画像として与えられた少数の標準パターンに対して人為的に変動や変形を施すことにより，さまざまな変動や変形を含む学習画像を生成し，テスト画像に含まれる変動や変形に影響を受けない照合処理を実現するというものである．本論文では，著者がこれまでに行ってきた研究の成果として，学習画像にランダムな微小変動を加える手法，学習画像にボケ関数などのフィルタを適用する手法，特徴空間内において学習画像の補間や外挿を用いた手法，学習画像中で形状を直接補間する手法，テスト画像入力時の各種情報から動的に標準パターンを生成する手法，のそれぞれが紹介されている．

### 3. おわりに

以上のように本特集号では「CVにおけるパターン認識・学習理論の新展開」に関して4編の論文を採録したが，パターン認識・学習の理論的な内容から，CVにおける各理論の応用まで幅広く，しかも近年の研究成果を反映した内容を収録することができている．これらの内容が，これまで Geometry と Photometry を軸として発展してきた CV 研究の幅を広げるために役立てば幸いである．

最後に本特集の編集にあたり，貴重な研究成果をご投稿いただいた著者の方々，査読にご協力いただいた査読委員の方々，オーガナイズドセッションの企画および運営にご協力いただいた CVIM 研究会運営委員ならびに現地アレンジの方々，情報処理学会事務局ならびに CVIM 論文誌編集事務局の方々に深く感謝いたします．