

第13回パターン認識国際会議（13th ICPR）報告

村瀬， 洋
NTT基礎研究所

増田， 健
電子技術総合研究所

谷口， 倫一郎
九州大学システム情報科学研究科

井宮， 淳
千葉大学工学部

他

<https://hdl.handle.net/2324/5732>

出版情報：電子情報通信学会技術研究報告．PRMU，パターン認識・メディア理解．96（435），pp.57-66，1996-12-19. The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers

バージョン：

権利関係：

第13回パターン認識国際会議 (13th ICPR) 報告

村瀬 洋 (NTT基礎研究所)
増田 健 (電子技術総合研究所)
谷口倫一郎 (九州大学システム情報科学研究科)
井宮 淳 (千葉大学工学部)
岡田 稔 (名古屋大学情報処理教育センター)
今井正和 (奈良先端科学技術大学院大学)
中島 昇 (NEC 情報メディア研究所)
黄瀬浩一 (大阪府立大学工学部)
斎藤英雄 (慶応義塾大学理工学部)
坂野 鋭 (NTTデータ通信情報科学研究所)

1996年8月、オーストリアのウィーンで開催された第13回パターン認識国際会議 (13th ICPR) に出席したので、その概要を報告する。

A report on the 13th ICPR

Hiroshi Murase (NTT Basic Research Labs)	murase@eye.brl.ntt.jp
Takeshi Masuda (Electrotechnical Laboratory)	tmasuda@etl.go.jp
Rin-ichiro Taniguchi (Kyushu University)	rin@is.kyushu-u.ac.jp
Jun Imiya (Chiba University)	imiya@icsd4.tj.chiba-u.ac.jp
Minoru Okada (Nagoya University)	okada@ecip.nagoya-u.ac.jp
Masakazu Imai (Nara Institute of Science and Technology)	imai@is.aist-nara.ac.jp
Noboru Nakajima (NEC Corporation)	noboru@pat.cl.nec.co.jp
Koichi Kise (Osaka Prefecture University)	kise@ss.cs.osakafu-u.ac.jp
Hideo Saito (Keio University)	saito@ozawa.elec.keio.ac.jp
Hitoshi Sakano (NTT DATA Corporation)	sakano@lit.rd.nttdata.co.jp

This report describes an overview of the 13th International Conference on Pattern Recognition (13th ICPR), which was held at Vienna, Austria in August, 1996.

1. はじめに

IAPRの主催する第13回パターン認識に関する国際会議(13th International Conference on Pattern Recognition)が1996年8月25日から29日にかけてウィーン市内のウィーン工科大学において開催された。本報告は、その会議の概要や雰囲気をそこに参加できなかった方々へ伝えることを目的としている。本文中の数値データや内容については厳密にチェックしていないため多少の誤りや誤解があるかもしれないが、ご容赦願いたい。正確な内容が必要な場合には原本に戻って調査してほしい。ちなみに、本報告はPRMU研究会からの依頼により、その参加者の一部で執筆されたものである。

2. 会議の概要

2. 1 ICPR'96

ICPRは隔年で開催されている会議で、パターン認識に関する世界で最大規模の国際会議である。ICPRは例年多数の研究者が参加し、お祭りのな色彩が強い会議であり、多くの研究者に一度に会うには適切な会議である。ちなみに同分野で着目度の高い他の会議としてICCVやCVPRなどがあるが、これらの会議は、ICPRと異なり発表件数を絞り込んで(通常約100件～200件)密度の高い議論をする傾向にある。

今年度は、招待講演11件、研究発表704件とこれまでの最大件数を数えた。研究発表の内訳は講演発表252件、ポスター452件であり、それらが4つの異なるトラックで並行して発表された。ちなみに全投稿件数は約1000件ということであった。

ここで発表件数の多かった国のリストを下に示す。アメリカ:141件、日本:112件、フランス:58件、ドイツ:43件、イギリス:41件、台湾:29件、イタリア:29件、カナダ24件であった(この数値はWWWからfileを取り、unixのgrepで数えたため、多少の誤差はあるかもしれない)。国別ではアメリカと日本からの発表者が100件以上であり、他の国からの参加者に比較して非常に多いことがわかる。

また全参加者は889人で、参加は41か国であった。主な参加国としてアメリカ合衆国:153人、日本:138人、ドイツ:96人、フランス:63人、オーストリア:57人、イタリア:45人、イギリス:42人、カナダ:28人、オランダ:24人などであった。

2. 2 運営委員

会議は4つの専門会議から構成されている。以下に、今年度のICPRの主な開催委員および4つの専門会議を示す。

General Chairman: W.G.Kropatsch

Program Chairs: Yiannis Aloimonos

Ruzena Bajcsy

A. Computer Vision

Chairs: A.Pentland, J.Crowley

B. Pattern Recognition and Signal Analysis

Chairs: J.Kittler, H.Wechsler

C. Applications and Robotic Systems

Chairs: R.Bolle, E.Dickmanns

D. Parallel and Connectionist Systems

Chairs: M.Seibert, G.Hartmann

2. 3 会議の内容

初日に、ウィーンフィル交響楽団で有名な楽友会館でオープニングセッションが行われた。まず、IAPR会長のJosef Kittler、および各開催委員からの挨拶が行われた。引き続き今年度のKing Sun-Fu Award受賞者であるTeuvo Kohonenの受賞記念講演があった。このオープニングセッションに引き続き、本会議はウィーン工科大学において開催された。以下にその概要を示す。

(1) 講演発表

講演発表は、4トラックに分かれ異なる教室で並行して開催された。各トラックのセッション名を以下に示す。各トラックの分野は必ずしも明確に分けることは困難であり、発表と発表の間には多くの人が興味ある発表を聞くために会場間を移動していた。

セッション名一覧

トラックA

Feature selection/grouping, Visual learning, Recognition models shape/image description, Graphics and vision, Shape computation and representation, Visuomotor control and action perception, Reconstruction from uncalibrated cameras, Recognition of 2D and 3D objects, Motion estimation/detection, Multiple scales, Flow/correspondence, Active vision

トラックB

Morphology, Feature selection and matching, Statistical pattern recognition, Clustering, Classification, Edge detection, Recognition/classification and learning, Shape and regional-based matching, Image reconstruction and restoration, Information extraction from images and databases, Image segmentation and grouping, Texture, Image description and compression, Statistical pattern recognition - classification

トラックC

Image data-bases/color, Handwriting acquisition and interpretation, Surveillance and human motion tracking, OCR, Robotic systems, Image databases, Media and medical processing, Looking at people, Face detection and recognition, Document analysis, Inspection and automation, Monitoring of environment and activities

トラックD

Interpolation, Robotics, Navigation and action, Object recognition, Self organization + relaxation, Neural networks and statistics, Memory and reinforcement learning, Feature detection and grouping, Neural networks and segmentation clustering, Handwritten character recognition, Genetic algorithms and biological models, Architectures and distributed algorithms, Attention, learning and vision

(2) ポスターセッション

ポスターセッションは3日間に配分され、1日あたり150件強のポスター発表が行われた。ポスターセッションには11時から12時までの1時間が割り当てられていた。これ以外にもコーヒブレイクなどの時間が議論に利用されていた。ただ会場に広さに比較して発表件数が非常に多かったために、かなり窮屈な印象を受けた。

(3) その他

Banquetはウィーンの市庁舎において開催され、その会場で賞などの発表があった。今年度のIndustrial related awardはL.O'Gorman, I.Rabinovich(AT&T), Photo-image authentication by pattern recognition and cryptographyに与えられた。またIAPR Fellowに関しては、前回のICPRにて4名の日本人が選ばれ日本国内で話題になったが、前回に引き続き今回も新たに日本から4名のIAPR Fellow(江尻(日立), 山本(岐阜大), 辻(和歌山大), 松山(京大))が選出された。パターン認識の分野への日本の貢献の大きさが感じら

れる。また今後のICPRの開催予定についても発表された。1998年はオーストラリアのブリスベンで、2000年にはスペインのバルセロナで開催される予定である。

3. Track A: Computer Vision

A6A: Visual learning

Visual learningは物体のモデルをその例画像等から自動的に獲得する手法である。そこでは学習を効率良く行う研究として、NTTの村瀬らの発表があった。彼らは、アピアランスベースの認識手法のための学習法として、画像サンプルの補間により画像を生成し、それを固有空間で圧縮表現することにより、物体を学習する手法を提案した。関節により変形する物体に適用し、学習に必要なサンプル数が低減できることを示した。残念ながら本セッションの他の発表は必ずしも学習(モデルの獲得)の問題を扱ってなく、物体認識の一般の話になっていた。M.Burgeらはパーツから構成される物体をパーツ間の隣接関係をグラフで表現し認識する手法について報告している。A.Rudshteinらは物体認識のために信頼できるための特徴の数を予測する問題を理論的に扱う研究についての発表があった。

A6E: Recognition Models

このセッションではShape/Image Description Seeing the Obvious (by C.G.Brautigram)が印象に残った。この論文ではHypothesis-and-Test型のアプローチで、様々な手がかりを基に物体(ここでは物体平面を前提)を検出する手法を提案している。まだ、完成度の高いシステムではないが、情報統合の仕組みなどが興味深かった。

A7M: Graphics and Vision

Toward Image-Based Scene Representation Using View Morphing (by S.M.Seitz)が印象に残った。この論文では、数枚の画像から、様々な視点から見た画像を補間により合成する手法を与えている。この種の方法は、いろいろ研究されているが、ここでは、正しく合成されるための制約などが理論的に論じられている。

A7A: Shape Computation and Representation

このセッションでは6件の発表があった。Tian(香港)らは、拡がりのある光源モデルと光源色と物体色が違うという仮定を用い、鏡面反射と拡散反射を分離し、非Lambertian面のShape from Shadingを行っている。Lin

(USA)らは複数画像の色の分布の変化と偏光を用いて鏡面反射成分を検出している。Sato(筑波大)らの3×3のカメラによる隠れを検出するステレオについての発表があった。Hansen(ドイツ)らは、多重解像度Gaborフィルタによる視差推定と、機械的なステレオカメラの視線制御を組合せて奥行き推定を行っている。このセッションには、Shape from Shading, 2次元形状推定, ステレオなどの発表があり、一応、形が関係するとはいえ、一つのセッションとしてはややまとまりがないように感じた。

A7E: Visuomotor Control and Action Perception

6件の発表が行われた。Herve(カナダ)は視覚情報とロボットの制御パラメータとの関係をあらわすPerceptual Kinematic MapとPerceptual Control Surfaceの概念を用い、その分岐の状況について解析している。Marchand(フランス)らはロボットが可動範囲から外れることを避けるために、エネルギー関数を設計し正則化して解いている。Deguchi(東京大)らは3次元物体から生成される画像を固有値表現し、カメラパラメータと画像表現の拘束条件の接空間を解析することによる視覚サーボの研究を発表した。Bobick(MIT)らは運動部分を抽出した画像を用い、2次元モデルを用いて追跡し、人が座る動作などを抽出している。Araujo(ポルトガル)らはオブティカルフローを用いて双眼動的視覚システムで追跡制御する発表を行った。Daniilidis(ドイツ)らは、3次元剛体運動を双四元数表現を用いた特異値分解でhand-eyeシステムの校正を行う研究を発表した。

A8M: Reconstruction from Uncalibrated Cameras

このセッションでは未校正カメラからの立体復元にに関して6件の発表が行われた。Weiss(メリーランド大)はステレオ画像中の2次曲線を用いた復元を発表した。Sparr(スウェーデン)は、アフィン形状とkinetic shapeという表現を利用し、少なくとも5点のカメラ中心の相対的な移動軌跡が分かれば一連の画像からアフィン復元が可能という研究を発表した。Bayro-Corrochano(ドイツ)らはn個の未校正カメラに関する諸処の問題を、幾何代数の枠組の中で理論的に定式化する研究について発表した。Heyden(スウェーデン)らは射影的復元をした後、Kruppa拘束を用いてユークリッド的復元を行っている。Ma(中国)らは3つの画像から回転楕円体の推定を行っている。Pollefeys(ベルギー)らは、ユークリッド的復元ではなくアフィン復元であれば、モジュラス拘束という拘束条件で復元ができることを示した。こ

の拘束条件を解くためには最低4枚の画像が要る。

A8A: Recognition of 2D and 3D Objects

Recognition of the Multi-Specularity Objects

Using the Eigen-Window (by K.Ohba et al) が印象に残った。オクルージョンが起こっている場合の認識は、やっかいな問題ではあるが、この論文では、固有空間法をベースにオクルージョンを前提とした認識手法(Eigen-Windowと呼んでいる)を開発している。

A8E: Motion Estimation/Detection

このセッションではAppearance Sphere:

Background Model for Pan-Tilt-Zoom Camera (by T.Wada, et al)が印象に残った。この論文では、対象物検出のための任意の背景画像を、予め撮影した限られた方向の画像から作成する手法について明らかにしている。カメラ位置のキャリブレーションを正しく行うことで、正確な背景画像が合成できることがポイントとなっている。

A9M: Multiple Scales

このセッションでは、強く印象に残った発表はなかったが、センサーの標準化に特別な構造を持ち込むことで、性能の高いビジョンシステムができるという発表が2件あった。シミュレーション上で有効性を確かめているのだが、実際にセンサーを作るというところまでには至っていない。

A9A: Flow / Correspondence

このセッションでは招待講演と4件の一般講演が行われた。招待講演ではFaugeras(INRIA)が"Combining Computer Vision, Photogrammetry and Computer Graphics to Map the World in 3D from Multiple Images"という題で講演を行い、複数の画像から3次元構造を復元し、CGにより任意に視点を設定して環境画像を生成する研究を発表した。Stark(ドイツ)は2次元動画画像中にある既知の3次元物体をカルマンフィルタを用いてトラッキングする研究を発表した。Menard(オーストリア)は多重解像度戦略と外れ値を除外する相関型のステレオ対応づけを発表した。Sato(ケンブリッジ大)らは2次微分量を曲線に沿って積分した擬アフィン不変量を定義し、曲線間の対応づけを行った。Memin(フランス)らはM-推定を利用し、頑強なオブティカルフローの推定を行った。

A9E: Active Vision

Active Vision は認識を効率よく行うために優れた方法であり、さまざまな方向に研究分野が発展している。このセッションでは、カメラをどの様に動かすかに関するものが3件あった。F.G.Callariらは認識系の中に視覚センサーの動きを制御させる系をもうけ不確かさを効率よく減らすための手法を提案している。J.Maverは複数の物体の高さを計測するための必要最小限のカメラ位置を求める手法を述べている。Pitoはレンジセンサーの出力を組み合わせることで物体の形状を復元する際の次に最適なセンサー位置を決定する問題を述べている。また、ロボットの動きを検出する研究として、Yagiらの移動ロボットに載せた放物曲面鏡を利用した全方位カメラを移動ロボットに載せ、その画像からオプティカルフローを求めてロボットの動きを求める発表があった。

Track Aのその他: 距離画像の位置あわせ関係

ICPRでは距離画像の位置あわせに関していくつかの発表があった。Masuda(電総研)らはLMedS推定法をICPアルゴリズムに組合せ、複数距離画像の逐次型位置あわせについて発表を行った。Amano(阪大)らは固有空間法を距離画像に応用し、姿勢推定を行っている。Kita(電総研)は各点に重力を設定し力学過程を模擬することにより点群間の位置あわせを行っている。Stoddart(UK)らは複数の距離画像間で2枚ずつの対を作り、それぞれの対で定義された誤差関数の和で全体の誤差関数を定義し、その最小化により複数距離画像の位置あわせを行っている。Dorai(ミシガン州立大)らは基本的にはChenとMedioniの位置あわせ手法に基づき、複数距離画像の統合を行っている。

Brunnstrom(スウェーデン)らは2点対の対応関係を基に遺伝子と評価関数を設計し、GAにより距離画像の位置あわせを行っている。Eggert(エジンバラ大)はICPアルゴリズムの対応づけや運動推定にいくつかの改良を施して複数距離画像の位置あわせを行っている。Krebs(ドイツ)らは重み制御を伴うICPアルゴリズムでモデルと距離画像間の位置あわせを行い、物体認識を行っている。Wunsch(ドイツ)らはM-推定を併用したICPアルゴリズムでCADモデルの2次元画像への当てはめを解いている。これらの問題は共通したところがあるのだが、手法の違いによってセッションA, B, Dに分散していたので、注意が必要であった。

(担当: 増田, 谷口, 村瀬)

4. Track B: Pattern Recognition and Signal Processing

Track Bが4つのTrackに分かれる前のICPRに相当する。このTrackがカバーする分野はICPRの中でも最も基本的であり、以前は最も活発な分野であったが、現在は、重要であるが細分化された未解決問題が残されてはいるが、全体として活発な分野ではないような印象を個人的には受ける。それは、問題設定や問題の扱い方の中途半端さが原因ではないかと考えている。しかし、この分野はパターン認識の根元をなすものであるから、参加者、組織者ともに今後のあり方が、ICPR, IAPRそのものの存在価値にも影響するように感じられる。

全体の印象として、ヨーロッパからの発表が、旧来の問題に新しい見方を与えているような印象を受けた。すなわち、領域分割や、テキスト解析において「やってみたらできました。」式の研究から、理論モデルを構成し、実験結果の善し悪しをモデルに従って説明するものである。本来これが科学の手法であるが、パターン認識の多くの研究に欠けているように感じられる。

以下、報告者が興味を持ったいくつかのセッションを概観する。

B6M, B90: Morphology

Morphologyの基礎理論に関しては、ICPRよりも同じくIAPRによるVisual Formなどの方が充実しているようである。この基礎理論寄りの研究としてはご他聞に漏れず、Fuzzyの流行が目を引く。また、gray-scale morphologyの研究も盛んとなってきたようだ。Morphologyの応用面として、S. Yamamotoらのドーナツフィルタによる胸部X線異常陰影の抽出、J.N. Saidらによる小切手等からの下線抽出、R. foltynowiczによるWavelet変換による図形分割を用いた顔認識が報告された。

B6A: Feature Selection and Matching

このセッションで興味を持ったのは、R. HerpersらによるContext Based Detection of Keypoints and Features in Eye Regionsである。人物の顔顔の認識において目は非常に重要である。ここで注目されているのは、目尻(2点)、瞳の位置と大きさなどであるが、解剖学的知識によるデータベースとのマッチングにより、高率

(90%以上)の認識率として報告されているが、認識率の定義が不明であり残念である。

B7E: Shape and Regional-Based Matching

目を引いたのは、S. Fejes, A. Rosenfeld, Migration Processesである。これは、B. Kimiaらの平面曲線の曲率に基づく尺度空間の離散版である。一言で言えば、曲率の代わりに近傍内での平均値を利用して、離散系での拡散方程式を構成してそれに基づいて形状の変形、特徴量の抽出を行うことを提案している。このまま、記号の書換え系としても構文を使って記述することも可能である。定義と機構が簡単な割にはいろいろと応用が可能である。

B75: Image Features and Matching

このセッションではS. V. Ablameyko らによる Shape Decomposition by (d1, d2)-Weighted Skeleton and Directional Information に興味を持った。Shape Decomposition (図形分割) は Morphology の一分野として研究されているが、この研究では、先に報告されている (d1, d2) 重み付き距離を用いたスケルトンに基づき、Rotation Invariant な図形分割を行うものである。

B8M: Image Reconstruction and Restriction

信号処理の2次元版としての画像復元や修復は現在でも、パターン認識の分野での重要な位置をしめているが、口頭発表は6件のみであった。これは、昨年よりこの分野を主題とする会議ICIPが始まり、しかも、本年は9月にスイスのローザンヌで開催され、論文投稿締切時期が重なったためと思われる。

B8E: Image Segmentation and Grouping

最初に述べた本来在るべきパターン認識の立場から報告者(井宮)の目を引いた発表は、E.J. Pauwels, P. Fiddelaers, L. J. van GoolのAutonomous Grouping of Countour-Segments Using an Adaptive Region-Growing Algorithmである。平面上の領域融合に関して、種になる点とそれ以外の点と間の測地線と領域境界との交差回数が偶数か奇数かによって、領域間の融合可能性を判定するものであるが、この測地線の交差回数による領域融合可能性の判定の正当性を位相幾何学の性質から証明している。

B8A: Information Extraction from Images and Database, B82: Hough

Hough変換に関する報告は、精密化(感度の向上)、高機能化(抽出できる情報の検討)、新しい応用の開拓の3点が考えられるが、高機能化の観点から、Soo-Chang Pei, J-Hwei Horng, A Low Complexity Algorithm for Detecting Rotation Symmetry Based on Hough Transform Techniqueがある。これは、Hough変換よりは投票による特徴量抽出に分類される性格の研究である。回転対称の線図形の回転中心を投票によって決定する時間複雑さが $O(n^2)$ のアルゴリズムを与えている。ここで、 n は標本点の数である。

B6E, B93, B9E: Statistical Pattern Recognition

報告者の目を引いた題の発表はS. Baker, S.K. Nayar, Algorithms for Pattern Rejectionである。パターン認識の会議でパターン廃棄の研究を発表するという気のきいた題の付け方である。問題設定の精密化と公理的取扱には関心したが、KohonenのNovelty Filterとの違いが分からなかった。また、この分野の古い文献が引用されていない。しかも、認識率が100%になる仕掛けがよくわからない。ただし、日本のパターン認識研究者からみれば、問題の公理的取扱と解析には見習うべきものがあるように思う。

井宮(Reconstruction, Recognition, and Representation of Trees) (Track A, ポスター) は、3次元の樹木パターンを線形の反復関数系(IFS)で表現可能であり、それを利用すれば、3次元の樹木形状の間に自然に距離が導入できることを示した。この距離により3次元の樹木形状のパターン判別ができる。

岡田(A robust approach to extract user entered information from personal bank checks) (Track C, ポスター) は、個人用小切手などの帳票に見られる濃淡背景を削除し、手書き情報のみを抽出する手法を示した。濃度値モルフォロジ(gray-scale morphology)による画像間差分を利用したものであり、後段の文字認識ステップの入力として十分な抽出品質を持つ。

(担当 井宮, 岡田)

5. Track C: Applications and Robotic Systems C6E: Surveillance and Human Motion Tracking

今回のICPRでも人間をビジョンの観察対象とする研

究が多く、関連するセッションはこれ以外にもいくつかあり、世界的に盛んな研究が行なわれていることをうかがわせた。このセッションでは、交通量の計測を目的として自動車が行く道路を撮影した画像から車両の移動情報を計測する研究が2件、屋内環境で移動する人間の動きを検出する研究が2件発表された。

Q. ChaiとJ. K. Aggarwalは、室内に配置した固定式の複数のカメラからの画像を用いて室内を移動する人物の発見と追跡を行なう研究を発表した。

C7A: Robotic Systems

このセッションでは、屋外移動車のためのビジョンシステム関連2件、障害物回避について1件、カラーのバイオ視覚センサ1件、形状計測1件、顕微鏡視野内でのnマイクロマニピュレータの制御が1件の計6件の発表が行なわれた。M. Maurerらはドイツのミュンヘンからデンマークのオデンス（Odense）までの1600kmのうち95%以上を自動運転したシステムとその結果について発表した。

C7E: Image Database

このセッションでは、画像検索関連5件、およびビデオの構造化について1件の発表があった。Coxらは、ベイジアン関連フィードバックと呼ばれる画像検索法を提案した。この手法は、それまでに表示された画像、ユーザの選択動作の履歴などから、データベース中の各画像が要求するものである確率を更新することにより、画像をインタラクティブに検索するものである。Yeungらは、ビデオのショット画像をクラスタリングし、ストーリー構造を有向グラフ形式で抽出する手法を提案した。特長は、ショット画像の類似性に加え、時間的な近接性を考慮して、精度を向上させる点にある。

C8M: Media and Medical Processing

ヘリカルCT画像からの肺ガンの検出システム、多数枚のMR画像からの3次元構造抽出、物体の階層構造記述に基づく画像補間等の計4件の発表があった。Prinetらは3次元画像をパラメータ表現した4次元の超平面として扱い、その曲率が最大となる点を1階、2階偏微分から生成されるWeingarten行列の固有値、固有ベクトルとして検出し、血管等のネットワーク構造を再構成する方法を提案した。

C8A: Looking at People (Detection and Tracking)

このセッションでは、顔の検出が3件、手の形や腕の動き検出が2件、人物の動きの検出の発表が1件の計6件の発表が行われた。S. Basuらは、3次元楕円体モデルを用いて顔の向きをロバストに検出する研究を発表した。秒5フレーム程度の動きの大きく解像度も低い画像系列での実験を行い良好な結果を示していた。

C8E: Face Detection and Recognition

このセッションでは6件の発表があり、その内訳は顔の表情認識関連が3件、顔の同定関連が3件であった。このセッションでは半数の3件のFirst Authorが日本人であり、日本人のこの分野への貢献度の高さがうかがえる。L. TangとT. S. Huangは唇の動きに注目して特徴点の動きベクトルを主成分分析し、笑顔を認識する研究について発表を行った。真顔から笑顔への変化を60人のデータを解析し、笑顔の特徴を求めている。また、真顔から笑顔に変化する途中の過程にも注目し、temporal uniformityとspatial linearityを測度として提案している。

C9M: Document Analysis

文書画像の圧縮、領域分類、文字Ground Truthの生成について各1件、表認識関連3件の発表があった。Kiaらの提案した文書画像の圧縮法は、まず、入力画像から文字テンプレートを作成し、次に入力画像と照合することにより、文字テンプレートの位置や入力画像との差分などの情報を用いて圧縮するものである。特長は、圧縮結果をそのまま傾き補正やキーワードマッチングに利用可能な点にある。

C7I: OCR

数字の罫線分離・復元、輪郭特長を用いた大きさ不変なマルチフォント文字認識、OCR結果テキストからの書誌情報検索、文字ストロークのプリミティブへの分解およびそれらの有向グラフ表現によるマッチング等計9件の発表があった。Jaegerは、オフライン文字列のストロークの配置関係をグラフ表現し、ストロークの滑らかさで定義されるコストの最小化問題をスク립ト全体にわたって解くことでHamiltonianパスを選出し、オフライン文字列からの筆順情報の再現手法を提案した。

C80: Looking at People

顔の認識、同定など顔画像に関係する研究が11件、ジェスチャーの認識に関係する研究が5件、人物像の動きの認識に関する研究が2件の計18件の発表があった。このセッションでも日本の研究グループによる発表が9件と半数を占めていたことが強く印象に残った。C. MorimotoらはHMMを用いて頭部のジェスチャーを認識する研究を発表した。頭部のジェスチャーはその動きに対応している。まず頭の動きパラメータを求め、これを入力とするHMMで各ジェスチャーをモデル化する。各HMMは対応するジェスチャーで最大の値を出力するように学習する。ジェスチャーの動きベクトルを各HMMに並列に入力し、最大値を出力するHMMに対応するジェスチャーを結果とする。

C90: Document Analysis

このセッションでは計26件の発表があった。文書のレイアウト解析に関するものが7件と最も多かった。その他、帳票の種別の識別、干渉し合う文字／罫線の分離等、帳票画像の解析関連6件、線図形認識6件があった。Nakajimaらは、宛名の書式および宛名文字列の抽出条件に関する階層的な仮説を生成し、個々の仮説のもとで生成された宛名文字列候補を確率密度関数テーブルに照合して検証することで、書式、文様、宛名文字の記載位置が変動する日本の郵便画像から宛名行抽出と書式判定を行う方法を提案した。

Kiseらは、文書画像の背景領域を細線化して得られる線図形を処理することにより、任意形状の印刷領域を含む文書を柔軟に領域分割する手法を提案した。

(担当 今井, 中島, 黄瀬)

6. Track D: Parallel and Connectionist Systems

Track Dは、人工神経回路網（以下ANN）に代表される、並列計算パラダイムに関するトラックである。前回イスラエルでの開催の際には、“Neural Networks”のサブタイトルがつくほどの隆盛ぶりであったが、今回もその勢いが弱まったとは感じられない。概観するためにセッションのタイトルに着目すると、特徴的なのは、以下のセッションの新設であろう、

- Neural network and Statistics
- Memory and Reinforcement Learning
- Genetic Algorithm and Biological models

いずれも、90年代初頭からそれぞれの分野で研究が盛んになっていたが、今回は、これらの技術が本格的にパターン認識分野に応用されはじめた。また、これらのセッション以外ではRadial Basis Functionに関する話題がかなりの割合をしめていた。

以下いくつかのセッションについて概観する

D6M: Interpolation

2次元、3次元データの補間に関するセッションであり、3件の口頭発表あった。W. Liaoらは、疎なデータから曲線や曲面を再構成する手法として、Rational Radial Basis Functionsを提案し、さらに近傍のデータ数を利用してsmoothnessを制御する手法を提案した。これは有効性、汎用性が高く、今後の発展が期待される。

D6E,70: Object recognition

主としてANNを用いた物体認識に関するセッションで6件の口頭発表と16件のポスター発表があった。G. Heidemannらは、Local Linear MapとGaborfilterを使った物体認識系において、判別効率のよい特徴空間を形成するための、Gabor filterのパラメータを自動設計する手法を提案した。実験的には手動では調整できないようなパラメータが得られており興味深い。

D7A,D72: Neural network and statistics

6件の口頭発表と11件のポスター発表があった。ANNに統計的な観点からの解析を行ない、動作を解析したり改良を行なったりする考え方は、90年代初頭からのANN研究の大きな流れであるが、今回はこうした手法がパターン認識の世界に本格的に流れ込んで来たように感じさせる。A. HoekstraらはANNや統計的識別器が作る識別面の「非線形度」を提案し、識別器の汎化能力の指標になることを示した。また、L. Holmstroemらは、ANNと統計的識別器について、手書き数字データを用いたケーススタディで、識別器に関する独特の分類を示しており興味深い。

D7E,D71: Memory and reinforcement learning

Hopfield modelに代表される連想記憶と強化学習に関するセッションである。これらの手法はこれまであまり着目されてこなかったが、今回は5件の口頭発表と4件のポスター発表があった。J. Pengらは、どの様にフィードバックを行なうべきか明らかでない多階層

の画像処理系において、有効な遅延強化学習を提案し、segmentationの実験を通して有効性を確認した。

D9M,D93:Genetic algorithm and biological models

このセッションでは、口頭6件、ポスタ8件が発表された。これらのうち、GAの応用例についての研究は、口頭3件、ポスタ8件であった。また、このセッション以外にもGAの応用に関する研究は数多く見られた。ここでは、これらの研究のうち幾つかを紹介する。

まず、GAの画像復元への応用が同一グループから2件あった。Chenらはまず、通常の逆フィルタリングでは復元しにくい、Neutron Penumbra Imageの画像再構成問題にGAを適用することにより、解に関する既知情報による拘束を与えやすいというGAのメリットを生かした手法を提案し、もう一つの発表では、GAの並列性に着目し、解集団に「島モデル」を適用することにより、画像の部分毎にCPUを与え、並列計算による高速化を行う手法を提案した。斎藤らは、入力多視点画像からの物体形状モデリングのために、モデル仮説の生成と入力画像とのマッチング評価を繰り返す際にGAを用いることにより、効率よく最適なモデルを探索する手法について発表した。Sheundersらは、カラー画像の限定色表示のために、k-means法クラスタリングに基づいて量子化レベルを決定する際の初期条件の決定にGAを用いた手法を提案した。ランダムに初期条件を決定してより良い量子化を行った場合に比べ、原画像との誤差の少ない限定色標画像が得られている。ここでは、GAによる探索の高い効率性が利用されている。Brunnstromらは、多視点距離画像と自由曲面で表されるモデルをマッチングさせ、対象物体の姿勢や位置を求めるためにGAを適用した手法を提案した。与えられた多視点距離画像の全てに良くマッチする姿勢や位置を求めるために、GAの探索の効率性が寄与している。Chaiらは、Binary Linear Decision Treeによるパターン識別問題にGAを適用する手法を提案した。ここでは、クラスタの再分割により誤識別サンプルが減る度合いを最大にするような分割ベクトルを決定するのにGAを用いている。そして、アヤメの識別問題に適用し、主成分分析による分割を用いた手法等と比較し、優位性を示している。

ここに紹介したGAの応用研究であるが、前回のICPR94では2件しかなかったのに対して、今回はこのようにセッションが設けられたことに示されているように、多くの発表がなされた。本セッション以

外では、D81. Robotics Navigation + Actionのセッションで坂野らが、文字認識に用いられる特徴ベクトルから遺伝的アルゴリズムを用いて文字画像を復元するという研究を発表した。統計的手法やANNで作られた参照ベクトルや識別境界近傍をGAを用いることで復元することに成功している。また、D9E: Attention, Learning and Visionのセッションでは、Bandyopadhyayらによる、GAに基づくパターン分類に関する理論的・実験的検討についての報告があった。

また、トラックD以外にも、パターン認識においてGAが有利になる点についての解析とサーベイの発表（トラックB: Statistical Pattern Recognition）や、Ullmanにより提案されたVisual Routineに遺伝的プログラミング（GP）適用して自動的に認識アルゴリズムを構築する試みについての発表等、パターン認識・画像処理へのGA応用の広がりを感じられた。

しかしながら、この分野に取り入れられはじめて比較的長い期間を経た、ANNの応用例では、前節の紹介にもあるように、ANNで無ければ解けなかったり、ANNの持つ特徴を巧みに応用した研究が幾つかみられているのに対し、GA応用の研究は、まだGAを適用してみただけの研究に終始している感もある。このように、これが一過性のものなのか、それともその特長が受け入れられ定着していくのかは、今後の研究成果を待たねばならないだろう。

（担当：坂野、斎藤）

7. SSPR

SSPR(International Workshop on Structural and Syntactical Pattern Recognition)はIAPRのTC2によって運営されるICPRのサテライトワークショップである。本年は6回目になり、8月20日-23日にライプツヒのAtlanticホテルを会場として開催された。

会議のセッション名と論文数は次の通りである。
Morphological and Mathematical Approaches to Pattern Recognition- 5編, Probabilistic and Graph-Base Methods- 5編, Handwritten and Printed Character Recognition- 5編, Document Image Analysis and Recognition- 4編, Learning Methodologies- 6編, 2D and 3D Recognition- 9編, Grammars and Languages- 6編

内容は、ICPRのTrack Bの縮小版のようである。統計的パターン認識、及び構文的パターン認識はICPRが

カバーする分野の中でも最も基本的であり、以前は最も活発な分野であった。現在は、重要であるが細分化された未解決問題が残されているが、全体として活発な分野ではないような印象を個人的には受ける。それは、問題設定や問題の扱い方の中途半端さ、また、当初の目的であった実際の問題への応用からのかい離が原因ではないかと報告者は考えている。停滞気味であるが、今後再検討が待たれる分野である。気鋭の若手研究者の参加を望みたい。

構文的パターン認識やグラフ理論的パターン認識から、抽象的な部分を取り出せば、グラフ書換え系や組合せ論的整合の問題となり、この分野は現在は別の分野を形成している。組合せ論的整合問題の応用として、現在もっとも盛んな分野の一つはDNAやタンパク質の構造整合問題である。この分野では対象が固定されており、目的も明確である。一方、SSRPではこの分野の発表はなく、ICPRでも数件であった。

会議の発表の内容に話を戻す。招待講演の一つはベルギー、カトリック大学のL. van GoolによるInvariants and Fixed Structures Lead the Way to Changeと題する、不変量による形状認識であり、どちらかと言えばICPRではTrack Aに入る内容であった。招待講演の人選からも、旧来からのSSRPが今後どうなるのかよく理解できなかった。

画像理解の前処理として基本的なものの一つに細線化がある。SSRPではこの点に関して、3次元の場合と3次元以上の場合に関して、G.Borgefors, I. Nystrom, G. Sanniti di BajaのSurface Skeletonization of Volume ObjectsとP.P.Jonker, O. VermeijのOn Skeletonization in 4D imageがあった。Jonkerは発表後、「趣味でやっている。」とは言っているものの、画像理解のアルゴリズムを考える場合に対象の幾何学的な性質をしっかりと考える必要があるというのが主張である。幾何学の伝統のあるヨーロッパ流の主張が感じられたのが印象的であった。井宮は、2次元の樹木パターンを線形の反復関数系(IFS)で表現可能であり、それを利用すれば、2次元の樹木形状の間に自然に距離が導入でき、パターン判別ができることを示した。この研究の3次元版に関しては、投影からの形状復元も含めて、ICPRにおいて報告した。

会議のホストはInstitut für Bildverarbeitung und angewandte Informatik e.V. のP. Pernerが勤めた。e.V. が示す様にこれは一種の非営利団体である。当初、P.Pernerの所属はライプツヒヒ工科大学であったが、

会議のプログラムの端書によると、この大学は今ではもう存在しない。これも、ドイツ統合の影響ではないかと思う。なお会議の論文の採択率は26/52であり、論文集はLecture Notes in Computer Scienceの1121巻としてSpringer-Verlagより入手可能である。次回のSSRPはICPRのサテライトワークショップとして、シドニーにおいて開催予定である。

(担当 井宮)

8. むすび

本報告は、ICPR96の概要を参加者の一部によりまとめたものである。パターン認識に関する研究は、まだまだ米国の流行に追随している傾向はあるものの、日本の技術レベルは随分向上してきた。同分野における日本の研究のより一層の発展を期待したい。

謝辞：本報告の機会を作っていただいた筑波大学の大田友一教授に感謝します。

参考文献

- [1] Proceedings of 13th International Conference on Pattern Recognition, Volume I-IV (Track A-D), IEEE Computer Society Press, Vienna, Austria, August, 1996.