

# JNNS NEWSLETTER

Vol.2 No.1 1990

Newsletter of the Japan Neural Network Society

## 通信総合研究所における神経回路網関係の研究

通信総合研究所関西支所 柳田 益造

通信総合研究所では、これまであまり手掛けていなかった情報分野への進出を狙い、郵政省主導の研究プロジェクトとして、大学・民間の協力を得、1988年度から「電気通信フロンティア」計画を策定し、同研究所としては中規模の予算を獲得して、3分科会に分かれて研究を進めている。その一つにニューラルネットワークの手法を取り入れた画像符号化の研究が組み込まれているので、ここではそれを中心にして通信総合研究所関西支所の研究内容について紹介させて頂く。

### 1. 電気通信フロンティア研究計画

このプロジェクトでは、21世紀の高度情報社会における電気通信の役割の重要性を鑑み、将来の電気通信のニーズに応えるために、関連技術の飛躍的な発展の芽を育てるような研究を行うことが唱われている。電気通信に関する将来のニーズは「いつでも、どこでも、誰とでも」通信でき、「どんな情報でも」送ることができて「誰にでも使いやすい」通信の実現であろうと想定し、高度化目標を「伝送能力の強化」、「通信接続の高度化」、「通信サービスの高度化・多様化」と設定し、それぞれの目標に対する研究分野を「超高速通信」、「高機能ネットワーク」、「バイオ・知的通信」としている。各分野には研究課題がそれぞれ2テーマずつ合計6テーマが設定され、初年度(1988年)は各分野1テーマずつ、次年度から残りのテーマの研究が発足した。この内、神経回路網に関連するのはバイ

オ・知的通信分野の2テーマである。

このプロジェクトは、国内の大学・民間との協力体制と、特定の国との政府間の2国間協定に基づく研究協力の下に進められており、期間については一応10年を目安としているが、「リスクの高い」、「革新的な基礎研究」を「長期にわたって行う」、という発足の趣旨から、必ずしもこの期間の枠にはとられず、このプロジェクトの中の何かひとつでも21世紀に実を結ばよというスタンスで考えられている。

プロジェクトの実行にあたって、郵政省は産学官の学識経験者から成る「電気通信フロンティア研究開発推進委員会(委員長：熊谷信昭大阪大学総長)」の下に上記の3分野に対応する3研究分科会(主査：難波進大阪大学教授、相磯秀夫慶応大学教授、甘利俊一東京大学教授)を設置して運営にあっている。またこのプロジェクトを支援するため等の組織として、(財)テレコム先端技術研究支援センターが設置された。

このプロジェクトに関連して、去る11月9、10日に国際フォーラムを開催し、関係分野の国内外の著名な研究者から研究開発の現状と将来動向を、また各国の電気通信政策を担当する国立あるいは政府関連研究機関の代表者からそれぞれの国の電気通信政策などを聞く機会を持った。

### 2. 関西支所

上記のプロジェクトの実行のため、研究所をこのプロジェ

## CONTENTS

### 研究機関紹介

通信総合研究所における神経回路網関係の研究 .....1

### 海外だより

ボカトンドより 長篠博文 (徳島大学) .....4

### 学会報告 (IJCNN'89)

全体の印象およびBME関連 白井支朗 (豊橋技大) .....4

Vision 永野 俊 (法政大) .....5

大森隆司 (東京農工大) .....6

Application II 守谷宏一 (セイコー電子) .....6

曾根原登 (ATR) .....6

Architecture & Theory I 山川 修 (日本ビジネスオートメーション) .....7

Optimization 松葉育雄 (日立製作所) .....7

Associative Memory 銅谷賢治 (東大計数工学) .....7

Image Analysis 宮本一正 (三菱重工) .....7

Electronic Neurocomputer 岩田 彰 (名古屋工大) .....8

### 研究動向

研究動向：画像復元、補間と認知・学習

乾 敏郎 (ATR視聴覚研) .....8

### お知らせ

その後の国際ヒューマン・フロンティア・サイエンス・

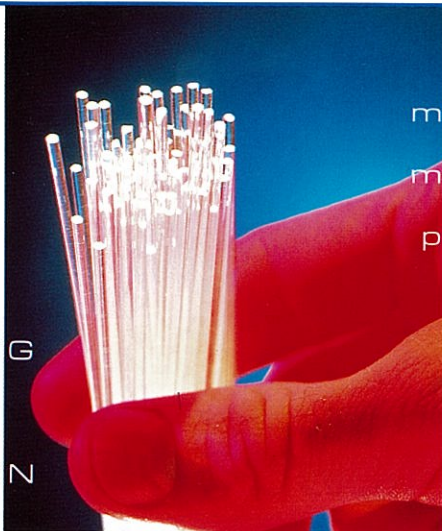
プログラム(HFSP) 森 晃徳 (電総研) .....9

編集後記 .....9



KUBOTA COMPUTER INC.

MODELING  
ANALYSIS  
SIMULATION



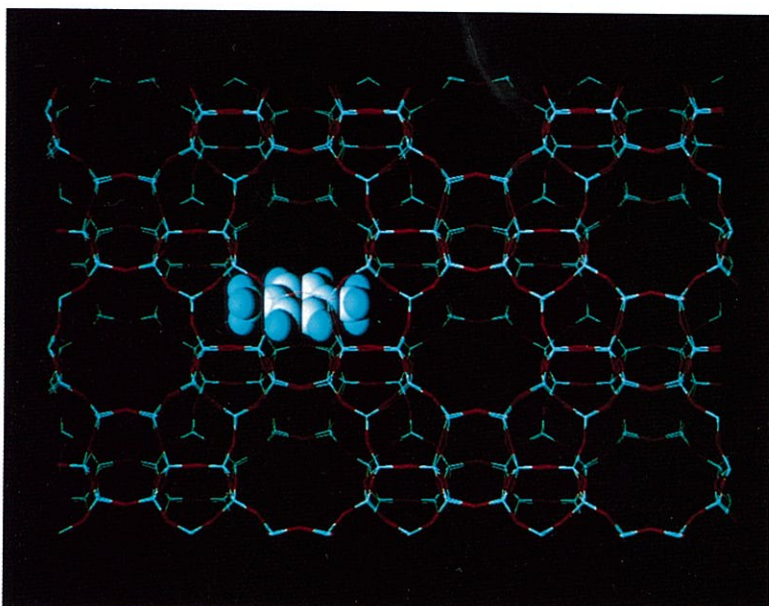
monomer  
material  
polymer  
crystal



## Polymer Research

# PolyGraf & TITAN

新素材、高分子化学における分子のモデリング、解析、シミュレーションを  
インタラクティブに行なう先進の分子設計支援システム。



PolyGrafは高分子化学分野における合成分子の構築から解析、評価までを一貫して行なうソフトウェアです。幅広い分子モデリング機能を持ち、ジェネラルな力場パラメータを提供。高分子表面および接触面、結晶あるいは無晶系の微細構造、構造緩和現象の分子構造、高分子間の相互作用などの研究を、分子動力学、分子力学、コンフォメーション検索などの各種シミュレーションによりサポートします。グラフィックス・スーパーコンピュータ TITAN とのシステム化で、リアルタイムな計算、表示、チェックが可能となっています。

TITANでご利用いただける  
その他の化学アプリケーション

AMBER・AMPAC・MOPAC・CADPAC  
Gaussian88・BioGraf・MolSkop  
Enzymix・Polaris・NMR1/2・FRODO他

\*NMR1/2は日本電子輸入販売㈱、MolSkopは日本電子㈱の取り扱いです。



Graphics Supercomputer

# TITAN

128MIPS、128MFLOPSの高速演算と3次元  
グラフィックス能力をハイレベルで結合したニュー  
カテゴリーのグラフィックス・スーパーコンピュータ。

※このシステムは、TITAN1500及び、3000シリーズでのみご利用いただけます。

クボタコンピュータ株式会社 〒160 東京都新宿区新宿2-8-8 ☎03(225)0741

大阪支店 〒541 大阪市中央区本町4-4-25 ☎06(264)2501 名古屋営業所 〒460 名古屋市中区丸の内2-18-14KS-1ビル9階 ☎052(201)0561 山梨工場 〒400-02 山梨県中巨摩郡白根町下今諏訪907-8 ☎0552(84)4861

クトに対応できるよう体制固めをすることが必要になって、関西に支所を新たに作る構想が1987年度夏に浮上し、折から吹くわが国の研究体制の基礎研究シフトという追い風とか、「1省庁1機関地方移転」という総務庁からの要請などの相乗効果によって、あれよあれよという間に話が進展した。そして、'88年の暮れ頃には「関西支所」設置はほぼ確実になり、'89年5月末の国会成立を待って、4(知覚機構、知識処理、超電導、コヒーレンス技術)研究室をもって正式に発足した。設置場所は神戸市である。神戸市とはいってもJR西明石よりもさらに1駅西(従って、近郊電車は来ない)の「大久保」からバスで10分、さらに徒歩15分の「自然環境抜群」の地である。そこはこれまで近畿電気通信監理局岩岡監視所があったところで、平成3年春の新庁舎完成まで、その監視所の建物を内部改装して使用することになっている。その地で、関西の研究ポテンシャルの高さを背景に、産・学との研究協力をを行い、また国際的な研究交流の拠点となるべく活動することが期待されているのである。事務部門に続いて、とりあえず情報系の2研究室(知覚機構研究室と知識処理研究室)だけが10月に移転し、現在13人の小所帯で仕事を始めたところである。知識処理研究室の研究テーマは次世代の通信網におけるヒューマンインターフェースの基礎研究で、ここでは現在テレコム・オーストラリアからの研究者がニューラルネットをAIと融合させる研究を職員と一緒に開始している。知覚機構研究室については次節で述べる。去る12月5日には、同所の発足記念シンポジウムが兵庫県・神戸市・明石市の地元自治体等の協力の下に神戸国際会議場で開催された。これは関西支所の設立趣旨や今後の研究計画を多くの方々に理解していただき、関西の市民権を獲得するための活動の一つである。ただし、新庁舎がまだできていないこともあって、発足記念シンポジウムとはいっても研究の現場を見て頂けない多少変則的なお披露目であった。

### 3. バイオ・知的通信

電気通信フロンティア研究の3分野の一つが「バイオ・知的通信」で、それは生体の優れた機能や人の優れた知能を学ぶことに重点を置き、視聴覚情報の効率的な処理・伝送、ならびに人の知的活動の支援を目指すものである。通信総合研究所の中でこの「分野」を担当するのは関西支所の知覚機構研究室である。この「分野」では2つのテーマが設定されており、特にその一方が神経回路網のモデル化を指向しているので、ここではそちらに重点を置いて、その2テーマについて紹介する。

#### ①脳機能モデルによる超高能率符号化

視覚系では、網膜上での情報量が約100Mbpsであるのに対し、外側膝状体を経て特徴強調・抽出された段階で約1Mbps、後頭連合野でパターン認識された段階で約10Kbps、そして最後に意識に上って処理される情報はわずか100bps程度であるといわれている。聴覚系でも、音声の音響信号としての情報量は約100Kbpsであるが、人間がそれを言語として解釈して文字情報に書き換えると50bps程度にまで下がる。このように、生体あるいは人間の神経系は強力な特徴抽出・情報圧縮・パ

ターン理解の能力を備えている。本テーマは、主として神経生理学から得られる知見に基づいて、この神経系の優れた機能をニューラルネットワーク的な技術を用いて模擬することにより、従来に比べて圧倒的に能率の良い符号化方式を開発しようとするものである。

これまで主として静止画の符号化を検討し、網膜モデルに基づいた方法、ならびに輪郭線情報のみからの画像の復元法などを開発し、情報圧縮率数10~100を得ている。視覚情報の符号化に関しては、今後これをさらに発展させて、自然画像のエッジ強調、輪郭線抽出、特徴抽出、断片の特徴群のブロック化、3次元構造理解、隠れた部分の補完、動画の符号化へと進んで行く予定である。聴覚情報の符号化に関しては、音声言語に関する研究と音場知覚に関する研究に分けて、いずれも次に述べるテーマと関連させて研究を進める。

#### ②次世代通信のための高次知的機能

学習、設計、創作などの人間の知的活動の支援を目標として、(単なる動物ではなく)人間の優れた知能に学び、心理学・認知科学・知識工学などの成果をも活用して、知的機能の工学モデルを構築する。また、ここではシステムとの通信あるいは情報交換に音声と画像を使うことを想定し、ネットワーク・ヒューマンインターフェース関係の研究グループとも緊密な連携のもとに研究を進める。

これまでに、知的機能をもつシステムの開発として、音響設計のためのシミュレータ付きエキスパートシステムの概念設計を行い、音声情報処理としては、駄洒落など隠された意味をもつ音声の処理を検討した。前者はシミュレータと一体化されたプロダクションシステム、後者は特殊なトリガー機構を持った連想型のフレームシステムに基づいている。現在、後者は概念間の連想に適したファジィ論理を載せた神経回路網モデルの開発を目指している。

### 4. 所内の現状と将来計画

知覚機構研究室のスタッフの内、現時点で実際に関西支所へ来ているのは音声関係の3人(内1人は雑務係に成り下がった筆者)と新人2人で、画像関係の2人(内1人はフェローシップ制度による外国人客員研究員)は90年4月に小金井の本所から支所に移って来る予定である。それと前後して、新たに並列処理アーキテクチャおよび手書き文字認識をやっていた外国人客員研究員1人が加わる予定である。

こう書くと、いかにも研究室は充実し(ようと)しているかのように見えるが、実際は新人とか研究内容を変えた者が多く、ほとんどが基礎勉強から始めなければならない状態である。特に、画像および神経回路網関係は研究計画立案者がプロジェクトから抜けてしまい、当初計画の実働部隊が空になってしまったので、研究内容の変更は避けられない見込みである。具体的には、神経回路網モデルの研究からは、当初計画の「生理学寄り」のニュアンスが薄くなるであろう。

支所の拡充計画の中に「知的機能研究室の新設」があり、それが実現すると、前述のテーマ①②を知覚機構研究室と新研究室で分担することになり、2研究室が緊密な連携のもとにプロジェクトを進めることになろう。

## ボカラトン (Boca Raton) だより

徳島大学 長 篠 博文

ここアメリカ合衆国フロリダ州ボカラトン(Boca Raton)は12月に入って避寒のために北部からやってきた人々で賑わっています。10月半ばまでは真夏と変わりませんでした。今年例年より寒いそうで、1日の最低気温が10℃前後になることもよくあります。しかし、1~2日で日本の9~10月頃の気温に戻ります。フロリダ州の人口は増加の一途を辿っており、1970年から'88年の間に680万人から1240万人に増え、遂に50州中第4位(カリフォルニア、ニューヨーク、テキサスに次ぐ)になったそうです。フロリダに移住する理由は、冬のない快適な環境と共に、地方税が非常に安いことにあるようです。ボカラトンはフロリダ半島南部の東岸、マイアミの北約50マイルに位置する人口約5万人の市で、特に人口増加の著しい所です。

私はこのボカラトンにあるフロリダアトランティック大学複合システムセンターでの一年間の研究のため、8月にこちらに来ました。この州立大学の創立は1964年で米空軍基地の跡地を利用して建設され、その残りは家用飛行機の空港になっています。本センターは建物の集中する中心部から元の滑走路を1kmほど行った敷地の角にトレーラーで運んできたプレハブで、床下には車輪が付いたままです。この大学もどんどん拡張を続けており、建物の建設が追いつかず、キャンパスにはこうしたプレハブがたくさん見られます。センターと言ってもここを拠点にしている教授はセンター長のKelso 1人で、彼は理学部心理学科の教授も兼ねています。他に同学科、生物学科、工学部計算機工学科の教官4名がここを拠点にして共同研究を行っています。ポスドクと大学院生を合わせると14名、それに職員5名がいます。日本からも11月末まで東大薬学部清水研究室の大学院生の方が来られていました。1~2人ずつに独立した電話付きの研究室が割り当てられており、エアコン、10台ほど端末のあるコンピュータは昼夜つけっぱなしです。電子レンジやシャワーも備わっているので、何日もここで研究に没頭することも可能です。このセンターを訪問する研究者も多く、セミナーで話をして行かれるので適度な刺激になります。

Kelso教授の研究テーマは、ご存じの方も多いと思いますが、ヒトの運動系における協調作用の計測とその理論的モデルです。最初にとりあげた協調運動は、2本の人指し指を反復し

て左右に動かすものです。特別な学習を行わない場合、反復の周波数が低いときは、左右の同じ筋肉を同時に動かす同相パターンと180°の位相差で動かす逆相のパターンの2つが安定ですが、反復周波数を上げてゆき、ある臨界値を越えると逆相パターンは維持できなくなり同相パターンに移行してしまいます。この現象を説明するのに、まず第一段階として両指の運動の位相差を変数として安定化したモデルを提案し、次に各指の位置を状態変数とした発振器が相互作用する系として記述し、第一のモデルとの関係を明らかにしています。このように観測可能な変数を用いて、パラメータの変化がもたらす出力パターンの移行をも説明できるモデルを構成し、それを用いて実験による追試の可能な予測を立てること、更によりミクロなレベルでの記述と関係づけることを目指しています。このような方法を、上記の運動を学習によって多安定にした場合や、片方の指を強制的に振動させた場合、また肘と手首、四肢の協調運動、発声におけるあごと唇の協調運動によるパターン形成と認識の関係などへの適用を試みています。私もこのような現象のモデル化にとり組んでいます。

ボカラトンはリゾート地として大変環境の良い所で、その分家の価格も高く、ここで知り合った家族の多くは家賃月千ドル以上の所に住んでいます。すべてディヴェロッパの開発した住宅で、プールや池、ゴルフコースがあり、周囲は美しい樹木が植えられ、芝生が敷き詰められています。ビーチ沿いには(日本風に言えば)リゾートマンションが並んでいます。フロリダ州の面積は日本の面積の約3分の1で半島の幅は約150マイルですがこの辺の東岸から開発されているのは10マイルほどだけで、その奥は未開の湿地帯です。需要に伴って内陸部の方に開発が進み、住宅に付随してショッピングセンターができ、至る所で道路の建設、拡張工事が行われています。しかし、芝生の下は砂地で文字通り砂上の楼閣と言えます。植物にはスプリンクラーで給水しなければなりません。用水は半島中央部のオキチョビー湖からの運河などに頼っていますが、2年続きの干ばつで水位が低下し、これから乾季に向かって節水が要請されています。環境汚染の問題もあるし、社会基盤建設のために州財政は赤字に転落したそうで、この地域も困難な時期を迎えています。

## 国際神経回路網会議(IJCNN '89)報告

### 全体の印象およびBME関連

この国際会議は1987年に始まったIEEEのICNNと、1988年に始まったINNS(International Neural Network Society)の2つの国際会議が統合された第1回目の連合会議である。従って、今回の会議はその中でも最大規模であり、2000人以上の参加者があった。日本からも100人以上の参加があった。投稿論文は500件余、その中から口頭発表148件、ポスター286件がアクセプトされた。各セッションの報告の一部はすでに

前号までに掲載されているが、ここでは全体の印象を含めてBME関連の分野を中心に紹介する。

全体の印象としては昨年までと比べ、それほど目新しい発表はなかったが、研究、応用ともに落ちついてきた感じである。そのあたりのことは、近着のNEUROCOMPUTERS Vol. 3:4にかなり批判的な意見として書かれているが、一方、"Watch them become a major player in neural networks in the

1990's”と、日本の着実な発展に注目している。

また、かつて一世を風靡したBP(back propagation)についてはbiologicalにplausibleか?とか、ローカルミニマムを如何に回避するかなど、従来から云われているBPに関する諸問題をネットワークの構造と機能との関連から理論的に追究しようとする真面目な研究が見受けられた。その他、Kohonen・型やHopfield型ニューラルネットを用いた種々のユニークな応用が目についた。また、展示の1/3程が、ニューロ関連の雑誌や新刊書を紹介する出版社であったことも新しい動きである。企業展示の優劣、浮き沈みなどに関しては、前述のNEURO-COMPUTERSに詳細なレポートとしてまとめられている。

さて、ニューラルネットのME分野への適用はまだ始まったばかりである。今後、ニューラルネットのモデルや学習アルゴリズムなど脳の神経回路網を模倣した情報処理様式であるニューロコンピューティング、また、そのハードウェアモデルとしてのニューロコンピュータの研究が進展することによって、ME分野におけるさまざまな応用が実用化されていくものと思われる。以下、まずMEに関連する興味深いいくつかの発表を紹介する。

- (1)レーザー照射に対して発光する試薬の蛍光スペクトルから試薬の濃度を推定する問題にBPを適用し、15種類の波長の蛍光スペクトル値を入力として、濃度が出力されるネットワークを構成した。非線形な入出力関係にもかかわらず、誤差5%程度で濃度を推定することができた。
- (2)カウンタプロパゲーションを用いて、水中超音波エコーの分類を行った。イルカの超音波弁別能力と比較するため、イルカの発する超音波と同じ周波数を用い、イルカの識別できる被検査対を用いた。
- (3)睡眠脳波のステージ判別にパーセプトロンと3層ニューラルネットを適用した。その結果、両方式とも従来法と同等な結果が得られた。
- (4)MRI画像から大動脈を抽出する問題にBPを適用し、良好な結果を得た。5x5の小領域内のピクセルにおけるT1, T2, Pd

(プロトン密度)の値を入力として、1層の中間層とユニット数1個の出力層を持つ3層ニューラルネットの学習を行った。同一患者内ではテストサンプル画像においても識別できたが、複数の患者にも適用できるような汎化能力は得られていない。(5)砂時計型の3層ニューラルネットを用いた長時間心電図のデータ圧縮システムにより、20分の1から40分の1程度の圧縮率を得、2つのネットワークを切り替えることにより波形の変化にも追従できるシステムを開発した。

この他、ポスターで、心電図波形認識、聴覚誘発脳波解析、医療診断システム、EEGスパイクの検出などにニューラルネットを適用した事例が発表された。

NEUROBIOLOGICAL MODELSのセッションでは、脳波の相関次数からカオスアトラクタの次元を推定する論文、臭い刺激に対する脳波空間パターンから、それを識別するモデル、ネコ視覚の特徴抽出皮質コラムに発する局所空間的誘発同期振動の過渡的結合によって刺激パターンの全体的認識をする計算過程のニューラルネットモデル、短期記憶・注意の位相遷移モデル、皮質コラムにおけるパターン合成のパラメトリックモデルなど、脳波に関する発表が目立った。その他、追従眼球運動、筋運動系の運動単位サイズによる力制御、3層ニューラルネットによる神経スパイク系列の時間相関モデル、ウミウシ視細胞のイオン電流モデルなど、脳・神経系のニューラルネットモデルが発表された。

ROBOTICS AND CONTROLのセッションでは、冗長性のある逆キネマティック問題をニューラルネットで解こうとするいくつかの論文、視覚-運動協調系のニューラルネットによる適応制御などが話題の中心であった。また展示会場の正面では、非線形水圧アクチュエータを、ニューラルネットで学習サーボ制御し、液面のゆれを除去する実時間システムのデモンストレーションが興味深かった。

最後に、恒例のレセプションは、Kohonen・のバッハ風ニューロミュージックでオープニングしたのが印象的であった。

豊橋技術科学大学 白井支朗

## VISION

Visionのsessionの発表の多くは高等動物の視覚系に関する神経科学的知見をベースにしたニューラルネット(NN)に関するものであった。視覚系の主径路(網膜→外側膝状体→視覚野)の処理と眼球運動の関係を考慮し、外界の知識の習得に応じて外界走査プロセスが改良されていくモデルが発表されており、従来のものから一歩前進したモデルであると判断された。その他では動的刺激の処理に関するものが多かった。

パターン視のモデルでは福島氏のネオコグニロン及び選択的注意のモデルを改良、発展させたものが2件あった。一つは人間のイメージ操作や画像理解のプロセスを説明するモデルであり、他の一つはネオコグニロンに新たな機能を担当するニューロンの増殖機能を付与し外界の入力のより多様で適応的な解釈の実現を目指したものである。

BPに関するものも2件あり共に興味深かった。一つはBPが脳の神経系の組織化の方法としてあり得るか否かを論じたも

のである。Daleの法則等神経科学的な知見に基づく制約を考慮してBPを実現する神経回路を示している。結論としてはBPは実際の神経系でも存在を仮定することは可能であるが、存在を実証するには多くの神経科学的知見の積み重ねが必要である、ということである。多少観点が異なっているが、この種の研究は一年前に日本の学会で発表されている。NN研究の基礎分野での日本レベルの高さを示す一例であろう。もう一つはBPを用いた手書文字認識の研究である。テーマとしては新鮮味に欠けるが、認識機能を形成するための学習方法であるBPの改良に、standstill問題(個々の素子のエラーが大きいかにも拘らず互いに相殺して全体としてのエラーが見かけ上小さくなってしまふことがあるという問題)の解決法、局所結線と全体結線の比較、などいくつかの興味ある結果が示されていた。

法政大学 永野 俊

## VISION

Visionのセッションでは全部で12件の講演がありました。内容的には、生体の神経回路網のモデル化と工学的な応用の二つにきれいに分けられました。

生体のモデル化では、網膜や大脳皮質での情報処理をモデル化したものが中心でしたが、それによって新しいことがわかったという程のものではありませんでした。生体のモデル化という点では、新しい分野として勉強を始めて多少の話ができるようになった、というレベルだと思います。

工学的応用では画像認識や画像の対応付けが中心的な話題でした。その内容は、画像の分割・理解、立体視画像の対応付け、手書き数字の認識、動き検出、幾何モデルとのマッチングなどでした。手法は、バックプロパゲーション、ホップフィールド、ネオコグニロンその他で各種様々です。

ビジョンのセッションでの特徴は、他のセッションで多く

みられるバックプロパゲーションが比較的少数で、ネオコグニロンなど通常とは異なる手法が目立つということです。従来バックプロパゲーションは画像には向かないと言われていましたが、実際にそれが証明された感じです。

そのほかに、バックプロパゲーションの生物学的妥当性についての検討の講演がありました。日本でもすでに検討されているように、現在の生理学的な知見だけではその存在は証明できない、という結論が得られていました。

ビジョンの領域はニューロンネットワークの研究としては古くから行なわれており、またパターン認識の研究の行き詰まりともからんで、現在では研究そのものが少ない領域になっています。しかし逆に脳の生理学的知見では視覚野が最も多くそろっており、これからその発展が望まれる領域でもあります。

東京農工大学 大森隆司

## Applications II

APPLICATIONS IIのセッションは10件の口頭発表があった。内容は、音声認識、言語理解、画像解析、画像圧縮、パターン認識、センサー・フュージョンにニューラルネットワーク(NN)を応用したものである。

音声認識では、550ms前までの情報を使う4層のスタティックなNNとリカレントなNNの2つのタイプのニューラルネットワークを、不特定話者連続音声の数字の認識に応用している。

言語理解では、やはり1つ前の状態を中間層に供給するリカレントなNNをサブネットとする階層的な構造を持つNNを構成する。そして、単語に対する表現を各々のサブネットの外部に位置する共通の辞書に記憶する。このような記述内容を理解するシステムに応用されている。

パターン認識では、BSBモデルの自動追尾ミサイルへの応用と、自動車エンジンの電子制御部の故障診断への応用が報告されていた。

画像圧縮では、3層のBP NETを使った処理を並列計算機NCUBEで行った例が報告されていた。

画像解析では、位置、回転、サイズに不変な画像再構成、画像状況理解、航空機の爆発物探知への応用が報告されていた。画像再構成では、MADALINEとBP NETからなる3層

構造を持つシステムを提案している。また、画像状況理解では、ネオコグニロンとKohneonのfeature mapのアイデアを使い戦術的な状況理解に応用している。さらに、爆発物探知では、前処理で特徴量を抽出しその特徴量をBP NETに入力し爆発物を認識している。

この分野の応用では画像の位置、回転、サイズ、階調変化等に対する影響の除去が重要な課題である。しかし、現状ではImage Analysisのセッションを見てもわかるとおり、前処理で画像の特徴量を抽出しNNにはその特徴量を入力することにより、それらの変化に対する不変性を得ている例が多い。この画像再構成と画像状況理解では、NNを使って不変性を得ており、より高度動物の視覚系に近い処理といえよう。さらに一歩進んで、NNによるEarly Vision的処理も今後期待したい。

センサーフュージョンでは、2層の2値NNを使い、特性の異なる複数のセンサーの情報を融合して現象を観測するシステムについて報告している。このような応用では、人間の連合野をモデルにするような多次元の情報を融合する処理もおもしろいのではないと思われる。

このセッションの発表を聞いて、実用化への可能性を十分感じられた。次回の発表ではもっと多くの実用例の報告を期待したい。

セイコー電子工業(株) 守屋 宏一

## APPLICATION II

Application IIでは、ElbaumとHecht-Nielsen氏のもとで、32件(オーラル10、ポスター22)の発表が行われた。

本セッションでは、ニューラルネットワークの様々な応用分野への適用性評価や、ネットワーク構成方法とその性能、実現手法等を扱っている。

適用分野としては、音声認識、文字認識とともに、画像の識別・認識・データ圧縮、レーダ等の対象物認識、自動制御、データベ

ースの情報検索、文章のパラフレーズ化、マルチセンサ出力のフュージョン、雑音除去や波形整形等の信号処理等がある。

現実的な問題への工学的応用を可能にするネットワーク構成に関しては、大規模化のためのモジュール化や統合手法、マルチプルネット、階層型ネット、エキスパートシステムと結合したハイブリッド型ネット、等が報告されている。

ATR 曾根原 登

## ARCHITECTURES & THEORY I

「ARCHITECTURES & THEORY」のセッションは6件の口答発表があり、2件はイメージの動きに関するもの、2件は

制御に関するもの、1件はART (Adaptive Resonance Theory)に関するもの、1件はニューラルネットワーク(NN)をカスケード接続した時の収束について議論しているものであった。

まず各々の発表に関して短くまとめる。

イメージの動きを検出するというテーマの内一つは、速度を3D空間・時間フーリエスペクトルから求めるという Spectral-Complanarity Theoremに基づいて、排他的なNN (Winner-Take-All Velocity Network) によって速度を決めるというものであり、他の1つは、Static BCS (Boundary Contour System) を提唱している。この発表では、このモデルがグループと要素の見かけの動きを扱うときの性質について報告された。

制御に関する発表のうち1つは、NNを使った制御に関する一般的な考え方に関するものであり、その特徴についてきれいなスライドを使っての発表であった。他の1つはモータ学習にforwardモデリングを使った結果、direct-inverseモデリング、reinforcement学習、feed-back based inverseモデリン

グ、に比べて接合ベクトル、タスクベクトルに一般的な制限を許すという点に利点があるということが示された。

ARTに関するものは、ARTアーキテクチャを使って化学シナプスのトランスミッタの蓄積、消費、調節を実現するためのSEARCHメカニズムについての発表があった。

カスケード接続したNNの収束についての一般論が発表されたが、結論としては、サブネットがconvergentであれば、カスケード接続されたNNも収束する、ということが示された。

テーマからしてネットワークの構造、動的な性質等を一般化した話を期待していたのだが、応用に密着した話が多かったのには少し驚いた。そして、NNの研究はまだダイナミズムの研究の入口にいる、という感を強くした。

日本ビジネスオートメーション(株) 山川 修

## OPTIMIZATION

Optimizationセッションでは合計36件の発表があり、その内10件が口頭発表に選ばれ、5件が論文掲載のポスター発表、残りがアブストラクトのみ掲載のポスター発表である。確定的な動的方程式に基づいたホップフィールドモデルに関する発表が多数を占めていたが、中には確率性を導入したボルツマンマシンのネットワークで、組合せ最適化問題の本質ともいうべきローカルミニマム問題に挑戦している発表が4、5件あった。統計力学的観点から興味をもたれる発表として、スピン(ニューロン)間の相関を無視することにより処理時間の短縮が図られる平均場近似法を用いたもの(I-521)、また、コーシーマシン(I-529)、ガウシャマシン(I-533)と称する確率的方法の発表も相変わらず盛んであった。更に、最適制御的観

点からシミュレーティッドアニーリング法の高速化を実現した方法(I-541)もあり、今後もやはりこのような確率的な方法での研究が継続的に行われるものと思われる。

ホップフィールドによる巡回セールスマン問題求解、ボルツマンマシンの提案以来既に数年経過するが、本セッションにおいても、それらの方法の簡単な問題への応用が目につき、組合せ最適化問題の求解道具としてのニューラルネットワークの本質的機能に迫るものがあまり見られなかった。多層型ネットも含めニューラルネットでも扱う問題の多くは組合せ最適化問題として定式化でき、しかもそのほとんどが典型的なNP完全クラス問題であり一筋縄ではゆかないこともあるが、今こそニューラルネットワークによるブレイクスルーを期待したいものである。

(株)日立製作所システム開発研究所 松葉 育雄

## ASSOCIATIVE MEMORY

このコンファレンスの皮切りのAssociative Memoryのセッションは、T. KohonenのNeuro Computer Musicで開幕しました。これは、20分の発表時間のほとんどがバロック風の作品のデモンストレーションに費やされ、その実際の作曲アルゴリズムはほとんど良くわからないという、いまいち欲求不満の残るものでした。

続いての発表は、もう一人の座長であるB. Koskoお得意のBAMのお話。これも計算機のデモ画面のビデオを使い、発表は凝っていたものの、内容的には、多量のノイズを加えても連想記憶システムが働きますよ、というだけのこと。

その他の発表テーマは、BP3層ネット+出力層の相互結合による音素識別、BAMを使ったスペクトル解析、連想回路の組合せによる標的認識、ガウス関数を使って連続写像を実現す

るBAM、風変りなエネルギー関数による連想記憶容量の改善案、疲労効果による記憶パターン間のランダムウォーク、コンテキスト付きの連想記憶回路など。自己相関/相互相関行列による連想記憶というスキーム自体、すでに研究のローカルミニマムに落ち込んでしまっているようで、近ごろあまり面白い話題は聞かれない。

最後に手前味噌ながら私の発表は、スタティックなキーパターンからダイナミックな振動パターンを想起させるというもの。相互結合ネットワークにBP流の学習則を適用して、時間パターンの認識・記憶・発生に使おうというアイデアは、セッションは分散していたけれども、何人かの人が具体化し始めていて、やはりトレンドは非対称相互結合ネットだな、というのがこのコンファレンスでの私の個人的感想です。

東京大学 銅谷賢治

## Image Analysis

Image Analysisのsessionは10件の口答発表があった。Image Analysisは周知のようにノイズ除去、エッジ強調、セグメンテーション、特徴抽出、パターン認識等の多数の処理で構成されているが、これらの処理のどれかをニューラルネット(NN)で構成することに関する発表がほとんどであった。

セグメンテーションに関しては、GROSSBERGモデルを

用いたばけ画像の復元やテクスチャの特徴抽出およびKohonenの適応学習モデルを用いたテクスチャ識別の発表があった。

エッジ抽出に関してはGROSSBERGのBCS (BOUNDARY CONTOUR SYSTEM) を16コのベクトルプロセッサで構成されたHyper-Cubeで実現し、心理学で有名なThe Kanisza Squareの抽出を行っているものがあり興味深い。発表時には

自然画像への応用例も提示された。また、Markov Random Fieldでの確率的弛緩法をHyper-Cube Parallel Computerで実現し、顔の輪郭抽出を教師あり学習で行っているものもあった。

画像圧縮に関しては、Frequency-Sensitive Competitive Learning NNで画像のベクトル量子化を行ない従来のLBG法と性能比較をしているものがあった。

ノイズ除去に関しては、3次元MR画像で血管を発見する際に各ピクセル近傍での特徴ベクトルを用いて、BP NETで学習することにより血管のパターン識別を行ない、その結果ノイズ除去ができるとするものである。

パターン識別に関しては、飛行体のシルエットからの機種

識別を改良型BP NETで行なったもの、手書き数字の識別をBP NETとNearest Neighborとで比較したもの、ランドサットで得られた多重スペクトル画像のスペクトル強度よりピクセル単位での識別をBP NETで行なったものがあった。

いわゆるEarly VisionをNNで構成する方法はImage Analysisの正攻法ではあるが、現状の技術レベルではこのような大規模（ピクセル数と同程度のプロセッサが要求される）な並列処理を実装するのは困難であり、パターン識別への応用が妥当かと思われる。

しかし、この方面の基礎的研究が多く出てきていることはNNへの期待が増大していることと判断された。

三菱重工株式会社 宮本一正

## ELECTRONIC NEUROCOMPUTER

口頭発表では、まず、NTTから65536個の1ビットプロセッサを2次元マトリックス状に配置して、ニューラルネットの処理を超並列的に行う装置について発表があった。また、筑波大学から6個のニューロンと84個のシナプス結合を持つデジタルニューロチップの発表があった。ここでは、ニューロンの出力がパルス密度変調されて伝達され、シナプス結合もパルス密度の変更によって実現されている。次に筆者とマイテック社から4個の浮動小数点型汎用DSPをリング状に結合したニューラルネットアクセラレータNEUROTURBOの発表があった。これは、BP学習を2MCPSで実行でき、パソコンで大規模なニューラルネットのシミュレーションを効率的に行うことができるものである。

米国からの3題はペンシルバニア大学、カリフォルニア工科

大学、インテル社からの発表で、それぞれアナログ方式のニューロチップの設計やプロトタイプの開発が報告された。インテル社のチップはフローティング・ゲート型のEEPROMを用いてシナプス結合の重みを保持するもので、現在、64個のニューロンと10240個のシナプス結合を持つチップの開発を進めている。

ニューロコンピュータを電氣的に実現する方式としてデジタル方式とアナログ方式があるが、口頭発表のうち、日本からの3件はデジタル方式、米国からの3件はアナログ方式と対照的であった。双方にメリット、デメリットがあり、今後どちらの方式が実用的になるか興味深い。

この他、ポスター発表では、コホーネン型の学習を行うニューロチップの構想（ノースカロライナ州立大）やウエハスケールニューロチップ（日立）など12件の発表があった。

名古屋工業大学 岩田 彰

## 研究動向：画像復元、補間と認知・学習

視覚系は2次元に縮退した画像から3次元の構造を様々な手がかりを用いて推測しているという大きな枠組みがDevid Marrによって示された。さらにこの推測が様々な拘束条件下で行われていることが心理物理学的にも示された。画像の陰影情報から対象の3次元構造（表面の奥行きや方向）を推測する研究がEric Grimsonによってはじめて研究された。彼の構造復元の基礎になっているのは彼自身のsurface consistency theoremあるいはno news is good newsと呼んでいるものである。それは画像強度のラプラシアンがゼロになる点では表面の方向が大きく変化しているというものである。これはHornの画像強度方程式とRolleの定理を使えば簡単に証明することができる。逆にゼロ交差が生じない部分では表面の方向がゆるやかに変化しているはずである。そこでゼロ交差がない部分をどのように補間し構造を復元したらよいかが問題になる。彼はここで拘束条件として平行四辺形則を満足する半ノルムを採用した。このような拘束条件を用いると半ノルムが最小になる関数が唯一存在する。このような条件を満たす汎関数からなる空間の基底が

$$\Theta(f) = \{ \iint (\nabla^2 f)^2 dx dy \}^{1/2}$$

$$\Theta(f) = \{ \iint (f_{xx}^2 + 2f_{xy}^2 + f_{yy}^2) dx dy \}^{1/2}$$

であることがわかる。これらのEuler-Lagrange方程式は境界条件を除けば同一である。なお後者の汎関数は薄板のポテンシャルエネルギーである。これらの半ノルムを最小にする唯一解を求めるための境界条件は前者の場合、ディリクレ問題と呼ばれており面復元に対しては不適当である。一方後者の場合、同一平面上にない3点の奥行きデータが与えられれば最小解が唯一決定可能である。それゆえ後者の汎関数のみが用いられている。彼の研究はデータ（ゼロ交差が存在する位置の奥行き値）を通りこれらのエネルギーを最小にする曲面を求めることによって面の補間を行おうとするものである。Terzopoulosは、面の方向の不連続も表現するために

$$\Theta(f) = \{ \iint (f_x^2 + f_y^2) dx dy \}^{1/2}$$

なる汎関数（これは膜のポテンシャルエネルギーである）をも導入し、さまざまな視覚の問題をこのような拘束条件付き最小化問題として解いている。具体的には有限要素法を用いて繰り返し計算を行うという手法（ヤコビ法、ガウス・ザイデル法）を用いている。モジュール間の相互作用を扱ったのも彼が最初である。

これらはTikhonovの標準正則化(standard regularization)と同じ形式であることがPoggioらによって初めて指摘された。



Marrの大きな枠組みは正則化問題として定式化されたのである。正則化の方法として

$$\|Af - y\|^2 + \lambda \|Pf\|^2$$

なる汎関数を最小化する。第一項は、データフィッティングの項であり、第二項目が拘束条件の項である。後者は先見的知識と呼んでもよい。Tikhonovが用いた拘束条件は安定化汎関数と呼ばれるがそれはP次の(重み付き)ソボレフノルムである。正則化問題を解くということは拘束条件を満たし与えられたデータをできるだけ忠実に近似する一般化スプライン曲面を形成することである。Terzopoulosは、この安定化汎関数を拡張して滑らかさを制御する安定化汎関数 (controlled-continuity stabilizer) を導入することにより面の不連続をも再構成できることを示した。一方、学習と汎化の問題も同じ枠組みで捉えられるのではないかというのがPoggioの見解である(学習時に与えられたサンプルデータから母集団の特性を推定する)。上式を変分法を用いて一般に解くことを試みる。

するとEuler-Lagrange方程式から求める  $f(x)$  はグリーン関数の線形和で表すことができる。したがって安定素Pがわかればそれに対応するグリーン関数が求められグリーン関数をネットワークに用意しておけば学習によってその係数が決められ逆問題が解けるのではないだろうか。このような立場にたつてPoggioのグループは近似理論をベースに広く認知・学習の問題に対する理論を構築しようとしている。

[1] Grimson, W. E. L. (1981) From Images to Surfaces: A computational study of the human early visual system. MIT Press.

[2] Poggio, T. (1988) Learning, regularization and splines. Proceedings of the first International Neural Network Society.

[3] Poggio, T. and Edelman (1990) A network that learns to recognize three-dimensional objects. Nature, 343, 263-266.

[4] Ullman, S. and Richards, W. (1984) Image Understanding 1984. Ablex Publishing Corporation.

ATR視聴覚機構研究所 乾 敏郎

## その後の国際ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム(HFSP)

本年度から発足した国際ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム(HFSP)について、電子情報通信学会誌9月号で少し紹介しました。ここでは、その後どのような動きがあったかについての簡単な御報告をします。

### 経緯

1989. 6-7 政府間会合によりHFSP本部(国際HFSP推進機構HFSPPO)の設置場所をストラスブール(仏)に決定、又実施枠組の合意
1989. 8.30 グラントなどの募集広告Natureに掲載
- 1989.10.30 HFSPPO設立認可
- 1989.11.15 応募締切
- 1989.11.20-21 第1回評議員会(ストラスブール)、開所式
- 1989.12.19 第1回科学者会議(ローマ)
- 1990.3月上旬(予定) グラント等助成金交付

### 応募状況

詳しくは知るよしもないが、応募封筒の外見から推定されているおよその数を参考のために付す。

(総数約750件、グラント約150件、ワークショップ約20件)

フェローシップの約半数は、推薦状ではないかと想像され

ている。

### 来年度について

平成2年度概算要求額は、約33億円(今年度約24億円)となっている。今年度の目安は、グラント20件、フェローシップ150件、ワークショップ10件である。来年度に継続する分は、グラント(約12億円)長期2年フェローシップ(最大7.5億円)であるので、来年度は、ほぼ今年度の半数以上の件数の新たな募集も考えられる。また、来年度からは、仏国が5億円/3年を拠出する予定になっている事、スイス、スウェーデン、オーストラリアからの拠出も考えられるので、場合によっては今年度なみの新たな採用も期待される。

(注)国際チームを作るには、時間がかかる。時間切れで断念されたチームもいると聞いている。今後応募を考えている方は、早めに御用意されることをおすすめします。

(参考資料) 森:「ヒューマンフロンティアサイエンスプログラム」電子情報通信学会誌、72, 9, P.985-988

(問い合わせ先) 通産省工業技術院技術企画課03-501-5994

科学技術庁HFSP準備事務局03-501-3490

電子技術総合研究所 森 晃徳

## 編集後記

平成2年に入り世の中が急に騒然としてきましたがニューズレターは第2巻とさせていただきます、その第1号をお届けします。IJCNN'89報告は本号で終了しました。御投稿いただいた皆様に心から感謝申し上げます。と云っている折、IJCNN'90が目下ワシントンで開催中です(全く世の中のスピードが早すぎますヨネ!)。出席された皆様、是非御投稿の程お願い申し上げます。本号では新企画として画像復元に関する研究動向を紹介いただきました。ここしばらくは、こうした新企画をどんどんやってみたいと考えております。会員諸兄の御意見をお寄せください。(編集理事 白井支朗)

## 神経回路学会事務局

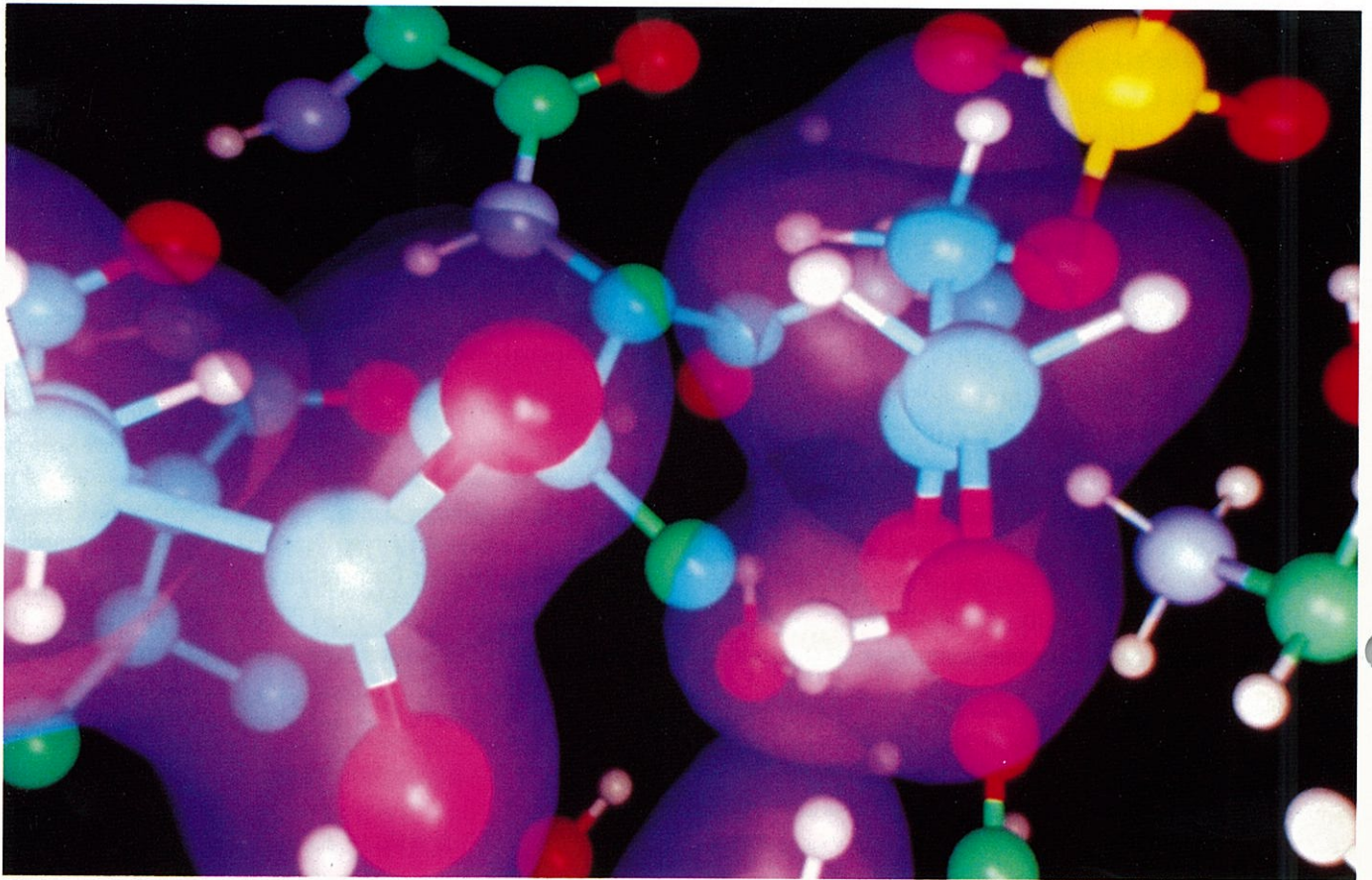
〒194 町田市玉川学園6-1-1 玉川大学工学部  
情報通信工学科 生体情報工学研究室内  
TEL 0427-28-3457 FAX 0427-28-3597  
(入会申込希望者は事務局までご連絡ください。)

発行 MYU K.K. (樋山 雄二)

〒113 東京都文京区千駄木2-32-3

TEL 03-822-7374 FAX 03-822-7375

(広告、購読等に関するお問い合わせはMYU K.K.まで)



# 微の表現。

アライアントVFX/シリーズは、高性能FX/シリーズ並列ベクタスーパーコンピュータと、ラスタテクノロジーの高性能3Dグラフィックを基本に、高速共有メモリにより統合された最新・最高速のビジュアル・スーパーコンピュータ・ファミリーです。

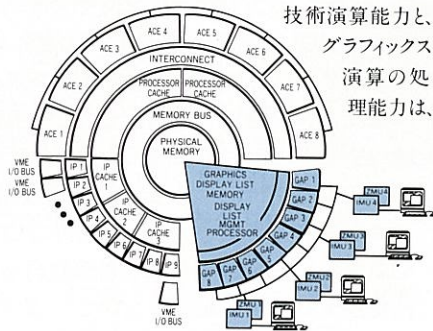
### アプリケーションとグラフィックスを同時処理。

アライアントVFX/シリーズは、高速のアプリケーション/グラフィックス処理を、それぞれの専用プロセッサにより同時にサポートする最初のスーパーコンピュータです。アプリケーション処理用の、8台の64ビット・ベクタ・プロセッサ(188.8MFLOPS)と、グラフィック用の8台のプロセッサ(160MFLOPS)が、個別に並列処理を高速で実行します。

### 多彩な科学技術アプリケーションの実行に最適。

アライアントVFX/シリーズの科学技術演算能力と、グラフィックス演算の処理能力は、

最先端技術による3Dグラフィックスにより、分子モデリング、流体力学、航空/宇宙工学シミュレーション、高エネルギー物理学、構造解析など、最も要求度の高いアプリケーション分野で、マルチユーザ環境による開発の向上を実現しました。



### 《その他の特長》

- X11\*/NeWS\*ウィンドウによる使い易さ。
- UNIX\*、Ethernet\*等、業界標準ネットワーク。
- PHIGS、PHIGS+インターフェイス。
- 100万3Dベクタ/秒のスピード。

\*X11はマサチューセッツ工科大学の、NeWSはサンマイクロシステムズ社の、UNIXはAT&T・ベル研究所の、EthernetはXEROX社の登録商標です。

## ALLIANT

日本アライアントコンピュータ株式会社

本社 東京都千代田区一善町25 ダイヤモンドプラザビル6F

TEL. (03) 222-1766

東京支店 東京都千代田区麹町2-6-5 ECKビル3F

TEL. (03) 222-0255

横浜支店 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-9 新横浜ICビル6F

TEL. (045) 474-3391

大阪支店 大阪府大阪市北区堂島1-1-5 梅田新道ビル 8F

TEL. (06) 344-4135

ミニ・スーパーと3Dグラフィックスを  
高速共有メモリで、システムに統合

# アライアントVFX/シリーズ

VFX/40 VFX/80  
VFX/82 GX4000

# mitec

## ■特長

●パソコンの拡張スロットに組み込み、ニューラル・ネットの高速演算及び開発が可能 ●演算素子として、24ビット浮動小数点DSP(富士通MB 86220)を4個使用、リング結合並列アーキテクチャ ●平均10M CPS(CONNECTIONS/SECOND)の高速処理 ●データ・メモリ容量798KB~3.1MB SRAM ●DSPのプログラムメモリは8KWの高速SRAMこれにより、ニューラル・ネットの各種応用に柔軟に対応可能 ●低価格

## ■バックプロパゲーション・ソフト仕様

●ネットワーク構造/3層構造ネットワーク ●ネットワークの規模/最大ニューロン数:各層1,000個 最大結合数:MINシステム最大100K個 MAXシステム最大400K個 ●処理速度/2.0M CPS(学習時平均) ●学習機能/学習係数の変更、学習回数及び最大トータル誤差の設定、トータル誤差の表示(リアルタイムでの表示)、学習時間の表示 ●ネットワークのグラフィック表示/結合係数、ニューロンの出力 ●結合係数のセーブ・ロード(バイナリファイル)/学習中及び学習を終了したネットワークの結合係数をファイルに保存できる。初期値の結合係数ロードも可能 ●学習及び認識データファイル/テキストエディタなどにより簡単に作成可能。ファイルにてデータ渡し ●コマンド入力/ウィンドー機能によって簡単に操作可能 ●稼働環境/MS-DOSバージョン3.1以上

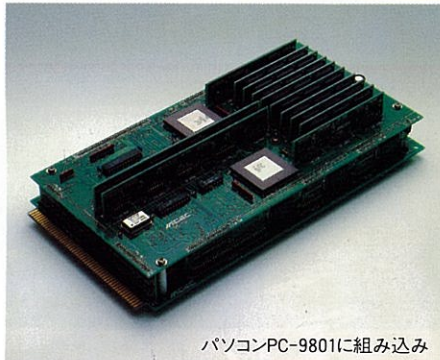
## ■価格

- NEURO・TURBO-MINシステム 980,000円  
(バックプロパゲーション・ソフト付)
- NEURO・TURBO-MAXシステム 1,480,000円  
(バックプロパゲーション・ソフト付)
- NEURO・TURBO-MINボード 880,000円
- NEURO・TURBO-MAXボード 1,380,000円
- バックプロパゲーション・ソフト 100,000円

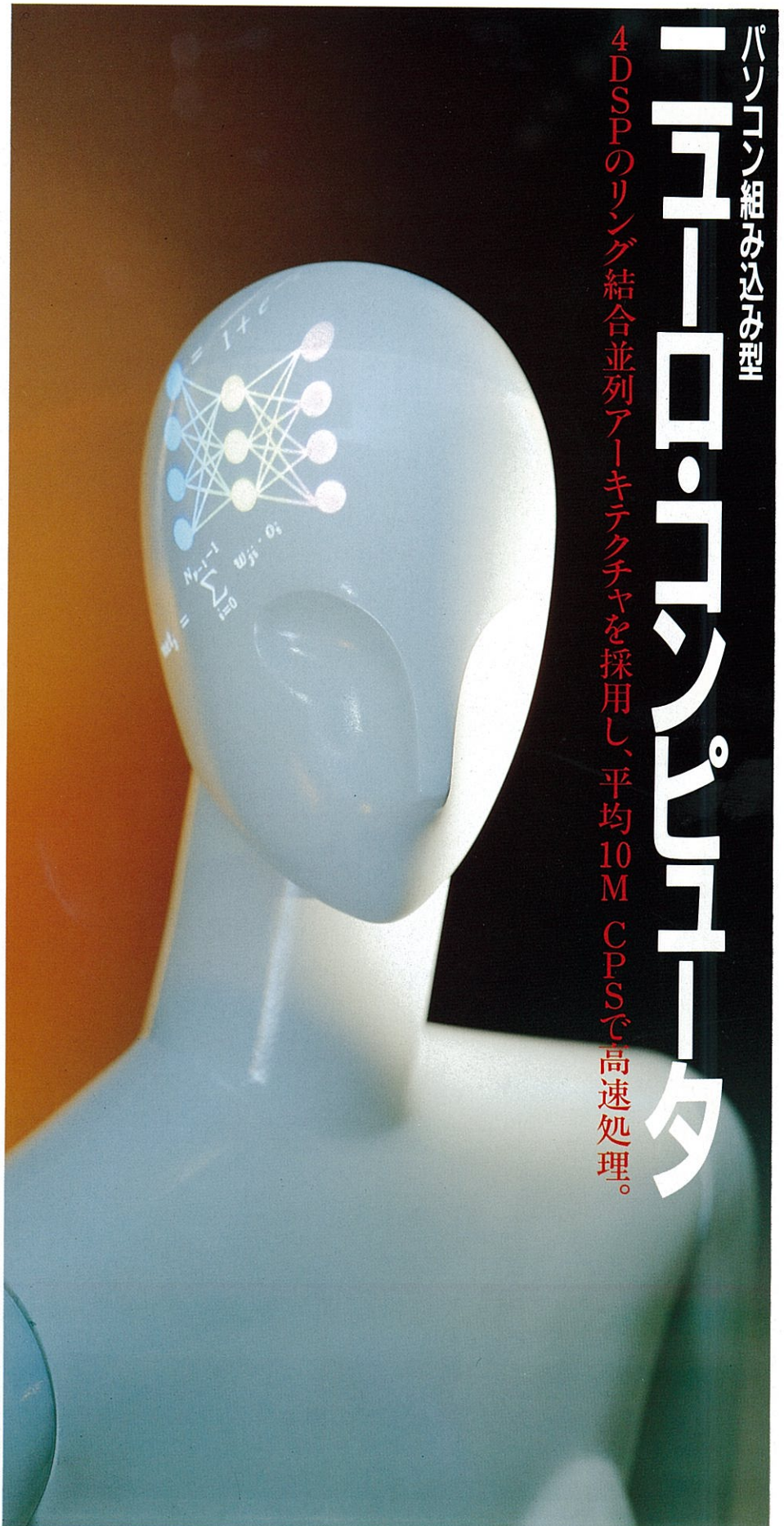
## ※開発中ソフト

- 高速バックプロパゲーションソフト
- 連立多元方程式の高速解法ソフト
- その他のニューラル・ネット・ソフト

# NEURO ニューロ・ターボ TURBO



パソコンPC-9801に組み込み



パソコン組み込み型  
**ニューロ・コンピュータ**  
4 DSPのリング結合並列アーキテクチャを採用し、平均10M CPSで高速処理。

※記載されている価格には消費税は含まれておりません。

本製品は名古屋工業大学と当社ニューロ・コンピューティング研究所にて共同開発致しました。

株式会社 **マイテック**  
〒171 東京都豊島区高田3-32-1 大東ビル5F  
TEL.03-987-7400 FAX.03-983-5505

# NEUROCOMPUTING WITH HNC

# ANZA

製品

*ANZA Plus*

*ANZA Plus/VME*

*Explore Net*

ハードウェアからソフトウェア  
まで幅広くニューロコンピュー  
ティングの研究・実用化への開  
発環境を提供。

**HENC**  
Hochi-Nielsen Neurocomputers

 **住商電子システム株式会社**

本社 / 〒102 東京都千代田区平河町2-6-2  
ランドック平河町ビル(電子機器第1部) TEL(03)234-6215  
大阪営業所 / 〒541 大阪市中央区伏見町4-4-1  
日生伏見町ビル TEL(06)229-0055