

報告

イメージ・プロセッシング研究委員会報告*

イメージ・プロセッシング研究委員会

1. 緒言

情報処理学会のイメージ・プロセッシング研究委員会は、昭和48年度に発足した。表-1に示す19名の専門分野の人々をメンバーとする委員会であり、イメージ・プロセッシングの研究が、どのような状態にあるか、あるいは今後どのような問題にとりくみ、いかに研究を進めてゆくべきか、などを2年間で研究調査する目的のものである。その調査研究の結果は適当な方法で学会員に報告し、妥当であると判断すれば会員がいつでも発表できる開かれた研究会に発展させるよう推進するも任務である。

イメージ・プロセッシング (image processing) とは一体何であるのか。その必要性、緊急性、情報処理学会の性格にあった問題、研究手法、応用ならびに将来性などについて討議を重ね、共通の解決をせまられ問題があれば、それに対して協力態勢を可能なかぎ

り取れるようにするため、メンバーの所属する研究機関を訪問、見学することにした。

訪問先、そこでの研究内容、メンバーの印象などについては後で詳しく述べられるが、イメージ・プロセッシングの範囲が広いため必ずしも2年間・11回の会合では十分とは言えなかった。

イメージ・プロセッシング研究委員会の討議結果としての、現時点の要検討項目は、この報告の結言のところに集約されているが、スタートに際し、目的対象とした項目は次のようである。すなわち二次元面上に投影されたイメージから、興味の対象と考える画像のもっている種々の特徴をいかに把握するかという立場から、画像の幾何学的変換、画像の質の特徴抽出、画像の構造認識、記述など情報処理のアルゴリズム、基礎的問題、応用面、画像処理システムのソフトウェアの面に重点をおいていくことにした。しかし画像情報は膨大なデータ量になるため、入出力、圧縮、記憶、処理のハードウェアやシステムを論外にすることもできず、またマン・マシン対話的システムも入ってきて、結局は焦点をしぼることはできなかった。

研究委員会の討議内容を学会の会員にフィードバックするに際して、学会誌に報告を載せることが適当であるが、あまり紙数が少なすぎでは実際の役に立たず、また解説や特集のようなものと余り区別のつき難い内容では面白くない。そこで新しくイメージ・プロセッシングの分野に入ろうとする人、既に研究を始めている人にも研究委員会の生々しさを伝え、一般の論文やパンフレットでは見られないようなものを出す努力をしようとしたのが、この報告である。委員全員の大変な努力によってできたものであるから、必ずや期待にそうものが含まれていると信じている。なお3章以下は、本研究委員会が各委員に対して行ったアンケートに基づいている。

2. 活動状況

本研究委員会は48年6月の第1回の委員会からは

表-1 イメージ・プロセッシング研究委員会委員

坂井 利之	京都大学 工学部 (委員長)
長尾 真	京都大学 工学部
白井 良明	電子技術総合研究所 バイオニクス研究室
飯坂 譲二	日本 IBM サイエントフィック・センター
伊藤 貴康	三菱電機 中央研究所
江尻 正員	日立 中央研究所
尾上 守夫	東京大学 生産技術研究所
大照 完	早稲田大学 理工学部
開原 成充	東京大学付属病院 電算機企画室
高木 幹雄	東京大学 生産技術研究所
辻 三郎	大阪大学 基礎工学部
鳥脇純一郎	名古屋大学 工学部
徳永 増夫	富士通研究所 電子研究室
福村 晃夫	名古屋大学 工学部
福島 邦彦	NHK 基礎研究所
丸安 隆和	東京大学 生産技術研究所
森 健一	東芝総合研究所 情報システム研究所
森 俊二	電子技術総合研究所 図形処理研究室
山岸 金吾	電電公社 武蔵野電気通信研究所

* Image Processing Study Committee Report by Image Processing Study Committee

表-2 研究会活動日程

回	日時	場所	内容
1	48. 6. 16	機械振興会館 会議室	委員会発足の主旨説明, 委員会運営に関する自由討論を行なった。
2	48. 7. 25	京都大学 工学部	同じ期間に京都で開かれた画像と物体認識に関する日米セミナーに出席した米国の専門家 10 名をまじえて討論・意見の交換を行なった。坂井研究室の見学を行なった。
3	48. 9. 27	日本 IBM サイエンス・センター	疑似カラーディスプレイを含む画像処理システムおよびそれによる航空写真, 医学写真の解析等の見学討論を行なった。
4	48. 12. 12	電子技術 総合研究所	文字認識, 物体認識, 画像入出力および処理の研究およびそのための複合計算機システムの運用等について見学・討論を行なった。
5	49. 2. 8	東京大学 生産技術研究所	医学画像処理, 航空写真処理, 交通写真処理, その他の幅広い画像処理研究とそのシステムを見学, 討論を行なった。
6	49. 5. 8	NHK 基礎研究所	生体における視覚情報処理の研究, そのシミュレーションモデルとその装置などを見学, 討論を行なった。
7	49. 6. 25	早稲田大学 理工学部	指紋のパターン認識のハードウェア, ソフトウェア, レーザー光による情報処理, ロボット研究の映画等を見学, 討論を行なった。
8	49. 9. 19	電電公社 武蔵野電気通信 研究所	画像の帯域圧縮, テレビ電話他各種情報処理端末を見学, 討論を行なった。
9	49. 10. 22	京都大学 工学部	坂井研究室, 長尾研究室の画像処理システムおよび各種の画像処理研究を見学, 討論を行なった。
10	50. 2. 4	東京大学 生産技術研究所	委員会のまとめの方針について討論を行なった。次年度以降研究会移行について活動計画についても討論した。
11	50. 3. 28	東京工業大学 会議室	委員会アンケート結果の報告, まとめの方針と内容について討論した。

じまり, 主として委員の出ている大学・研究所等のイメージ・プロセッシング研究の現状を視察し, 研究・討論を行なってきた。50年3月末までの2年間の委員会開催は11回で(表-2)活発に活動してきた。

検討した内容は, 文字認識, 3次元物体認識のための各種の画像処理技術(於電総研), リモートセンシング画像, 医学画像等に関する画像処理のシステムとハードウェア(於日本IBM, 東大生研, 京大坂井研・長尾研), 人間の眼の画像処理との対比に関する検討(NHK基礎研), 指紋の画像処理(早稲田大学), 画像の帯域圧縮, 伝送, 画像端末装置等に関する検討(電電武蔵野通研)等で, 48年7月には日米セミナーで来日したアメリカの画像処理の研究者をまじえて討論も行なった。

以上のように代表的な研究機関における画像処理の研究状況を視察し, 画像処理のハードウェア, システム, 応用その他について種々の角度から検討を加えた。今後の画像処理の発展に重要な影響をもつものと

して次のような各種のテーマが検討すべきものとして指摘された。

画像のデータ・ベース
画像処理ソフトウェア
画像処理ハードウェア
画像処理システム
画像処理技術のアセスメント
画像処理に関する用語
画像処理の各種のアルゴリズム

いずれにせよ, イメージ・プロセッシング研究は日本に定着しつつあり, その重要性も広く認識され, 研究者層も増大して来たので, 次年度からは一般公開の研究会としてさらに活発な研究・発表活動を行なってゆこうということになった。

3. 研究室紹介と研究室訪問記

ここでは各委員の所属する研究室に関して, その研究目的, 研究内容, アプローチの方法, 問題点, 今後の方針などの概要を紹介する。また研究委員会を開催した研究室については, 訪問記を合せて載せる。なお訪問記は前記アンケートに基づいて作成した。感想文の後に挿入してある括弧内の数字は, 同じ意見を述べた委員の数に対応する。

3.1 京都大学, 坂井研究室

坂井研究室の画像研究グループは, 金出武雄博士(助手), 阪秀二(技官), 大田友一(D2), 修士3~4名に, 学部4年生を含めて, 約10名で構成されており, 微分による線抽出, 顔写真の認識, 織物パターン処理, 多面体認識などを行なってきた。現在では主として, (1)医用画像, リモートセンシング用マルチバンド画像などの解析を対話的に行なうための研究と, (2)人工知能的立場から, 自然風景の解析の研究, (3)動きや変化のある画像の記述, 表現, 抽出の研究も行なっている。(1)の対話的画像解析では, 各分野の専門家が各自の要求する処理を, 計算機との対話によって, 容易に実現できるシステムを開発すべく, すでに我々の処で作成した対話型画像処理システムの機能の拡充を図るとともに, 高度のマンマシン・インタラクションを行なうために, 計算機が持つべき能力は, いかにあるべきかについて研究を進めている。

現在, 稼働中の画像処理システムでは, 画像の基本的な処理を, キーボードよりコマンドを対話的に入力することにより, 実行することができる。最近では, 抽出したい対象の表現をカラーディスプレイを使って

対話的に AND・OR 特徴トリーとして形成することにより、任意の特徴を持つ物体を記述し表現する因子抽出できるプログラムを、早く、簡単に作成できるシステムや、リモートセンシング用マルチバンド画像をクラス分けする識別関数の作成を二次元のヒストグラムを用いて、人間との対話が直観的に、対話的に行なえるシステムを作成した。その他、メッシュデータなどを含む都市の地図情報の計算機内への蓄積と、その検索、表示に関する研究も行なっている。(2)の自然風景の解析は、人工知能研究分野で開発された技術を画像処理へ積極的に取り入れ、カラー情報を利用して、world modelをMinskyの言うframe的な構造で表現する方向で進めている。

いずれにしても、今後の画像処理の研究では、人間が予め計算機に与える対象の世界の知識や、対話の途中で発見した認識すべき興味対象の知識、処理過程で計算機が画像から抽出したり、人が与える情報などの計算機内部におけるモデル表現の方法をもっと考える必要があるように思われる。我々の研究室でも、今後この問題に積極的に取り組むとともに、使用言語として、従来のアセンブラだけでなく、LISPを活用していく。研究の大方針は次のようである。情報工学つまり情報処理と電気通信をそのいずれにも偏することなく、また、ハードとソフトが十分にバランスのとれた形で、人間と機械とが社会科学で言うコミュニケーション的に相互の与える情報が次の処理に影響を与えるような形で能率よく対話的に画像処理をしたい。さらには、人工知能的にアルゴリズム、および因子発見的なシステムとして、時系列的信号と歪や雑音の分離が通信工学の本質であるように、二次元的画像、多次元の情報空間においても、興味対象の画像の正規化、記述と抽出、識別の情報処理の基礎問題を研究したいということである。

成果の文献は、電子通信学会論文誌、画像工学コンファレンス論文集、情報処理学会会誌および大会予稿、画像技術などに掲載されている。

訪問記

見学者の印象に残ったものとして、コンピュータ・ネットワークとそれを利用した画像処理システム(6)、試作された実時間のリフレッシュメモリを用いたカラーディスプレイ(3)、対話型画像処理用ソフトウェアシステム(3)などがあり、設備が整っており(3)、高度なシステムを開発されているのが印象的であった。特にコンピュータ・ネットワークによる画像処理シス

テムは、端末に合った形式に編集され、入出力され、ファイルされるシステムで印象が深かったが、今後このシステムがどのように展開されて行くか、コンピュータ・ネットワークとの関連がどう生かされるか非常に興味がある(4)。また、種々の応用を試みられ、画像処理を専門家以外の人にも開放するという方針は、今後の画像処理の方向を示すものと思われるが、それに対応して、各研究者の開発したプログラムの標準化、カラーディスプレイの開発、使い易い対話型ソフトウェアシステムの開発が行われており、今後の発展が大いに期待される。

3.2 京都大学、長尾研究室

過去2,3年、本格的な画像処理研究のためのシステムのあるべき姿を追求してきた。画像入力としては反射型ドラムスキャナ、透過型ドラムスキャナ、フライングスポットスキャナによる写真・フィルムの読取装置など、いずれも最高級の性能のものを設置した。

画像の出力装置としては、フライングスポットスキャナによるフィルム焼付けをカラーで高精度に行なうようにしつつある。画像処理研究をスムーズに進めるためにカラーディスプレイ装置を設置し、ジョイスティック、タイプライタその他の端末機器によって対話的に画像処理ができるようなソフトウェアシステムも作った。各種の画像処理サブルーチンを200余りもっていて、対話的に簡単に使えるようになってきている。

計算機はTOSBAC 40AとTOSBAC 40Cで、現在は主として後者を用いているが、前者を画像入出力用とし、後者を処理用とするよう改造中である。TOSBAC 40Cには64kBのコアメモリと5MBのディスク装置、3台の磁気テープ装置があるが、これでは大きい画像を扱うのに不便なので512kBのコアメモリを外部に接続し、さらに200MBのディスクを導入しつつある。またFFTを行なうためのマイクロプログラムハードウェアを導入し、2次元フーリエ変

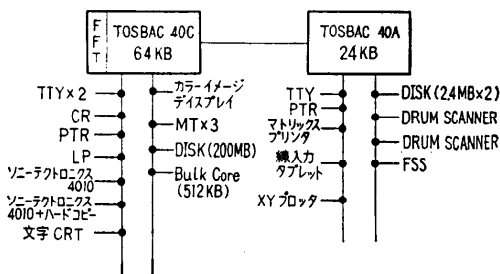


図-1 京大長尾研のシステム構成

換をかなり高速に行なうことができる。

画像処理研究としては主として航空写真の解析、顕微鏡写真の解析、移動物体検出などを行なっている。航空写真の解析では4バンドの写真、11バンドスキャナ・データ等で2000×2000程度の大きさまでの画像を扱っている。画像のレジストレーションのための対応点検出を、カラー・イメージディスプレイ装置を用いて対話的に行なったり、FFTによるコンボリューションを用いて行なう方法を開発し、これらの結果から、各種の画像レジストレーションの方法を比較検討している。シェーディングの除去もいくつかの方法を試みているが、FFTによる低域フィルタリングの手法を用いてうまく行なう方法を開発した。航空写真の分類としては多次元閾値法、濃度分布型の類似性検定法、テキストチャ解析法その他の手法により良好な結果を得つつある。

画像処理の研究態度としては、画像処理のアルゴリズムを広く深く追求してゆくことを願っている。画像の前処理、特徴抽出には各種の方法があり、広く各種の画像に対してこれらを比較検討してそれらの方法の特徴を明らかにすると共に、新しい画像に対して新しい前処理、特徴抽出のアルゴリズムを開発することであり、これはまだまだ多くの解決すべき問題を含んでいる。そしてこれらの方法を用いて特定の分野の画像処理を深く行なうよう努力している。

画像処理は単に一般的な技術だけでは良い成果をうることはできず、対象画像の専門分野に深くはいるこんで行ってはじめて本質的な方法が開発でき、画像解析を成功に導くことができる。構造的な手法、意味論的手法、人工知能的手法などもこうした考え方の中で適切に位置づけてゆきたい。

訪 問 記

ミニコンを用いたパターン処理システムの開発が国内外で活発に進められているが、この研究室のシステムは、このような開発を行っている人達に大いに参考となるまとまったシステムの一つと言える(5)。このシステムを用いた画像処理の一つとして、マルチスペクトル写真の解析があるが、カラーディスプレイを用いた対話型図形処理が効果的に行えるように、精力的に開発が進められているのが印象的であった(4)。研究活動は、自然言語処理や人工知能の研究とのかかわりも深く、幅広く展開されており、今後の展開が期待される(4)。しかし、進んだ画像処理へと研究が進んだとき、ミニコンによる処理システムの限界をどのよ

うに克服して行くのか期待がもたれている(2)。また学内の他の研究グループとの協力状況にも、見学者の間から強い関心が寄せられた(4)。

3.3 早大、大照研究室

大照研究室の画像研究グループは、橋本周司助手、渡辺裕院生(D1)、修士3名に学部4年生を含めて約10名で構成されており、時に応じて加藤鞆一教授に討論をお願いしている。前年までに脳の機能、特に学習と連想のモデル化、ワボットの眼、パターン認識機能をもつ自動焦点調節などの研究を行ってきた。

ワボットはミニコンで制御される2足歩行のできるロボットで、室中、5米離れた目的物を2台のテレビカメラで探索し、これに近づき、2本の手でつかむ処まで、他の研究室と協同で一応2年前に成功した。この開発過程で、目的物をつかむ場合、ロボットの手がロボット自身の視野に入り、自身の手と目的物を識別せねばならぬ必要性を生じた。この困難を取り除くため、手中に十字状にレチコンを4ヶ配置し、目的物の重心を追従する眼を試作中である。

一方、5年前より開発中であった指紋の自動分類機がこのほど完成し、数多くの指紋カードにつき、分類実験を行っている。指紋印象を直接ライニングスポットスキャナで読取り、特種な前処理装置を経て、IBM 1800で処理しているが、1指約70秒で10種類に分類可能である。正答率は約87%であるが、現在、誤判定の原因を種々の面から究明中である。

これに関連して、指紋と形状が似ている鱗紋パターンの自動処理の研究も始めている。指紋が開発したノイズ除去などの前処理技術、あるいは中心検出のアルゴリズムは鱗紋パターンにも極めて有効に適用でき、サケ、マスのプレスカードの顕微鏡写真を対象にして、中心の自動検出、隆起線の数、年輪の測定などが可能になった。今後の問題は、写真でなく、プレスカードを直接処理することである。プレスカードは、洋上で鱗をプラスチックの型に打ち抜いたもので、溝幅が数十ミクロンの本質的に3次元のパターンである。このため2次元写真とは異なった幾つかの問題が存在する。

また磁気バブルを用いた光学スキャナの試作実験も進めている。これは固体のライニングスポットスキャナともいうべきものである。現段階では、スポット径80 μ 、スキャン速度数十Hzの低速で基本実験を行なっているが、転送速度メガHz、スポット径もミクロン以下の材料も既に報告されており、スポット位

置がデジタルに安定に決定できる、多点スポットの同時スキャンが可能、真空も高圧も不要というように幾つかの利点がある。

この他、当研究室では、別のグループが8年前から、ストカスティック計算機の開発研究を行なっている。この計算機は、生体の情報処理機構と似ているばかりでなく、構成素子が全てデジタルで、性能、処理時間などアナログ計算機とデジタル計算機との中間の性質をもっている。ミニコンで制御されるハイブリッド型のストカスティック計算機も既に当研究室で試作に成功しており、画像処理を含むロボット系の中でこの計算機の果す役割を探索中である。

以上ソフトに偏せず、ハードに片寄らず、非常に限られた予算で、とも角「独自の道を」というのが、基本方針である。

訪問記

早大では、いくつかの研究室がその持ち味を活かしながら、よい協力体制のもとで研究を行なっている(1)。とくに WABOT の開発は、このような協力体制による大きな成果であり(2)、今後もこれに匹敵するプロジェクトの出現が期待される(1)。画像処理の分野でとくに印象深いのは、すぐれた着想のもとで高速の専用前処理装置を実現した指紋分類の研究であり(2)、従来の指紋認識の研究に比し一歩進んでいる(1)。しかし反面、まだ実用までには処理速度、処理精度の点でなお不十分である点は免れず、結果判定アルゴリズムの面でもまだ改良の余地があるように見受けられた(2)。とくに盲人の目の研究(2)、応用物理としての特徴を活かした磁気バブルによる光スキャナ(1)や、チャンネルプレートによる画像入力、画像処理(1)など、独自の研究が着実に進行しているのが感慨深かった。

3.4 東京大学生産技術研究所、尾上・高木研究室

1970年頃よりイメージ・プロセッシングに関する研究を開始した。多次元画像情報処理を旗印にしているが、これは画像を、黑白2値の画像、写真のように濃淡の階調軸が加わったもの、カラーのように色の座標軸が加わったもの、マルチスペクトラム写真のように波長の軸が加わったもの、時間軸上の変化があるもの、サログラムのように実部と虚部が組となっているもの、超音波像とX線像のような異種の画像の組合せなど、一見2次元の画像の上に多次元の情報が盛り込まれているという見方ととらえようとしているからである。

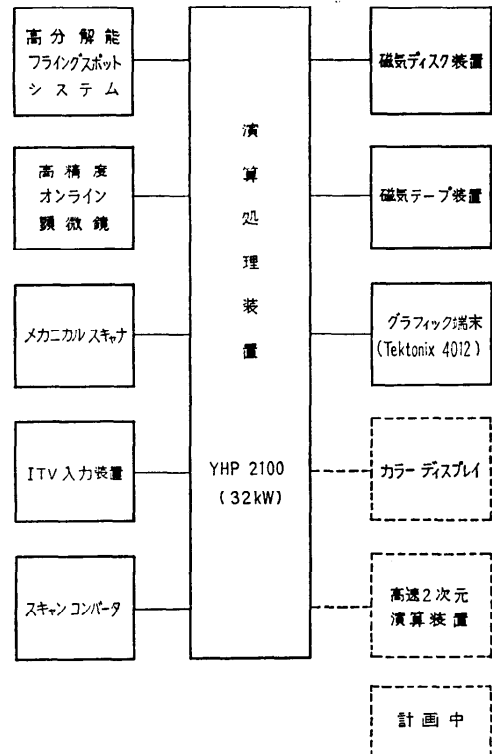


図-2 東大生研のシステム構成

現在ハードウェアは建設段階である。まず、簡易な入出力機器の自作を行って問題点を明らかにした上で高性能な機器を発注整備している。それと併行して、多岐にわたる応用研究を行っている。個々の分野に沈潜できない欠点はあるが、今の段階では個々の分野に特有な手法と、各々に共通な手法とを早くみきわめて習得したいという意図が主になっている。

研究室の人員の出入りが激しく、人が変わるとテーマも変わるの学校の常である。現在、職員3、大学院4、研究生4が、2次元データの高速度法(稲本)、対話型システム(柴田)、簡易入出力装置(富田、田村)、顕微鏡画像(田代)、非破壊検査画像(山田)、ファクシミリ帯域圧縮(津田、工藤)、マルチスペクトラム画像(岩下)、気象衛星画像(斎藤、竹内)、長波長ホログラフィー(稲本、孫)、計算ホログラム(柴田)、交通流計測(大場)などの研究を行っている。

訪問記

幅広く、非破壊検査、ホログラムなどイメージ処理の応用につながる研究に感心したとする意見(6)と共に、深く掘り下げた研究(1)、学生の世代交代による

研究の継続性についての問題(2)が指摘されていた。

種々の装置を研究室で試作しているのに感心したとの意見がかなり(3)あった。簡易形でなく本格的なものになればよいがとの声もある(1)が、予算との関係、試作の限度もあって一つの決断分岐点とも思われる。学校における研究、教育と、企業、研究所における業務、開発との差にも起因することであろう。

紙テープパンチによる出力表示は、ラインプリンタによる文字選択、重ね打ちと異なってアイデアの新鮮さが印象に残ったよう(2)である。

3.5 電子技術総合研究所、図形処理研究室

工業技術院の大型プロジェクト「パターン情報システムの研究開発」の文字認識を担当するとともに、画像処理研究にも着手している。画像処理分野には、森俊二(室長)、田村秀行の職員2名と他若干名の実習生(大学院生)が従事しており、主な研究テーマは、

- (1) デジタル画像処理技術の基礎的研究と比較評価
- (2) 航空写真画像からの object detection
- (3) 画像処理システム及びソフトウェアの研究開発

である。

(1)は、手書き文字認識から一般図形の解析へ発展できる方法として、図形の concavity detection をはじめとして、convexity, linearity, spur, cross point 等人間が見て直観的に reasonable と思われる特徴の抽出を研究している。これらの特徴は実用的な文字読取装置には、冗長かまたは精密すぎて必ずしも全部が必要ではないが、自然に与えられた一般図形の解析にはまだ十分研究されねばならない。

またこの種の基礎的な手法は、従来から様々な文献で発表されているが、現在の画像処理の分野ではこれらを比較・評価し、長所・短所などを明らかにする必要がある段階にあると思われる。このような観点から、現在まで line thinning や edge detection の各種の方法についての検討を行ってきた。この実験に相当の時間がかかるのと、評価基準の設定が難しいという障害があるが、研究所の性格と恵まれた computing power を活かして、今後もこの種の研究を続けたい。

(2)は航空写真を例にとり、道路等の抽出を試みている。Remote Sensing への応用が盛んになってきている分野だが、特定の写真に対する実用的な目標は設定せずに、なるべく複雑な航空写真画像の基礎的な性

質や対象に関する知識を利用した object detection の方法を研究している。現在はモノクロの空中写真のみを取り扱っているが、高精度の画像入出力装置の導入とともに、衛星写真の解析にも着手する計画がある。

(3)は共同利用の大型計算機と、専用の画像処理用計算機システムとの結合、対話型画像処理のためのソフトウェアを開発している。現在までに、大型計算機の TSS を利用した対話型画像処理の簡単なシステムを開発し、有効に利用している。画像処理特有の問題として、データ量の膨大さと中間結果の2次元表示の必要性があげられるが、我々のシステムでは前者については、大型計算機のファイル管理能力を有効に利用しており、後者については、プログラム実行中の指定個所で画像を即時表示でき、人間による判断の結果その画像を格納・他の画像との交換・パラメータ再設定などが行なえる対話型処理を採用している。

このシステムは画像処理ソフトウェア PAX と大型機の TSS の長所をフルに活かしたものであるが、出力装置(蓄積型ディスプレイ)が画像表示には十分でないで、50年度中には高解像度のカラーディスプレイを設置し、さらに入出力装置の制御と管理を行なうミニコンと大型機の結合システムを計画している。

訪問記

巨大な computer complex を駆使して、文字図形の処理や航空写真の解析などに関する研究を進めている点が印象的であった(2)。ゲシュタルト流の構造主義に基づく文字認識の研究は、現在得られている具体的成果というよりむしろフィロソフィ的に面白さがあり、今後各方面への応用開発に関心ももたれる(2)。ただこの方式を用いた OCR を製品化する場合には、並列処理を行なっているだけに大規模な装置になるであろうから、ハードウェア化についての具体的検討も望まれる(2)。航空写真から道路抽出を行なう研究も興味深いものであったが、今後更に多くのデータに対して実験が進められることを期待したい(1)。全般的印象としては、電総研という体制を十分生かした研究、つまり人や金の制約、あるいは組織上の制約のため大学や企業の研究所では手をつけにくいようなテーマを(1)、わが国独自のアイデアに基づいて(1)進めていってほしいと感じた。

3.6 電子技術総合研究所、バイオニクス研究室

当研究室で物体認識の研究が開始された1968年には、知能ロボットの眼を実現することを目標とした。1970年には簡単な多面体と曲面体を認識し、マニピュ

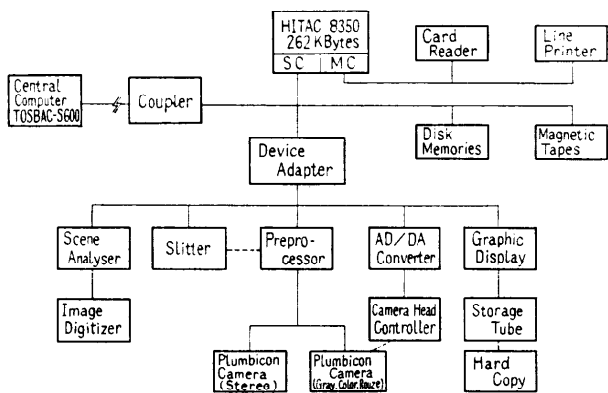


図-3 電総研バイオニクス研究室のシステム構成

レータでそれをハンドリングする試みが行われた。その後はとくにロボットとは関係なく、物体認識の手法を研究することに重点を置いている。現在研究者は、田村、白井、諏訪、大島、築山、杉原で、つぎのような研究を行っている。

(1) 複雑な物体の記述と認識

机の上の本や電話機のような物体を含むシーンを明るさ情報を用いて分析する。まず線画を抽出し、つぎに線画のセグメンテーションを行って各線を二次曲線で表わす。得られた記述をモデルとマッチングして物体を認識する。

(2) 距離情報を用いた物体の記述

当研究室で開発した距離測定装置を用いて得られる三次元情報を用いてシーンを記述する。いくつかの多面体と曲面体を含むシーンを、平面と一様な曲面で記述する。また幾何学的な特徴を表わす線画を作成する。

(3) グラフを用いたモデルとシーンのマッチング

シーンの記述をグラフで表わし、あらかじめ与えたモデルのグラフと部分マッチングを行なうことによって重なって見える物体を認識する。

画像認識と物体認識において、原データの簡単な処理(前処理)、およびある程度の特徴が得られたものと仮定した認識は各方面で比較的良好に研究されている。原データから認識までを一貫して行う方法は確立されていない。そこで当研究室ではこの問題を扱い、認識の技術の限界を追及することに重点を置いている。

問題点は計算機処理に適した入力装置が入手困難なことで、分解能 1000×1000 で明るさの絶対値が8ビット位の撮像装置があれば、データ処理の負担が軽減される。また実世界の物体を認識するプログラムを簡

単に書けるシステムを作る必要がある。

今後は、現在の研究をさらに進めるとともに、ある程度実用的で研究の対象となるテーマを見つけることも必要であろう。

訪問記

三次元物体の認識は非常に難しい問題である(2)が、過去数年にわたって種々の新しい手法を開発して来た歴史を感じさせられた(4)。距離の測定、2眼による3次元画像の入力装置とその制御装置など設備的にしっかりしている(2)が、計算機の中に入れられた画像に対するソフト的な研究の方に力がそそがれすぎていないかという印象もあった(2)。しかし巨大な計算機システムを活用して便利に画像処理ができるようになっていのはうらやましいことで(2)、ボトムアップの手法や、トップダウン的な手法、人工知能の手法をもっと自由に積極的に駆使してもらったら、さらにおもしろい研究になるだろうと思われる(1)。今後工業応用をも含めてどのように物体認識をもってゆくかが最大の問題であろう(6)。大学や産業界ではできない問題に取り組み成果をあげられることを期待したい。

3.7 武蔵野通研

電気通信研究所における画像処理の研究状況

通研は電電公社の事業のための研究・実用化を推進している研究所であるので、画像処理の研究も主として公社業務に結びつくものを対象としている。これまでに実用化した文字・図形を含む広義の画像処理の研究例としては、度数計フィルム自動読取装置があるが、その他はまだ基礎研究の段階である。以下に現在通研で行なっている二・三の研究についてのべる。

(1) TV 画像信号の帯域圧縮方式——フレーム内

およびフレーム間の相関を利用した動画像の帯域圧縮方式について研究が行なわれ、高品質で高い帯域圧縮率を実現する符号化アルゴリズムの研究とハードウェア化の検討を進めている。さらに、カラー TV 画像信号の帯域圧縮方式についての研究も行なっている。

(2) 手書き文字認識法——紙に書かれた英・数字

および仮名文字の認識法ならびにオンライン形式の手書き文字認識法について現在研究中である。なお、タブレットを使用したオンライン手書き漢字認識について研究を行なった実績がある。

- (3) 図形入力法——図形の特徴のみを抽出して、効率的な画像情報ファイルを作成する基礎技術について研究中である。
- (4) 画像応答方式——情報センタの文字や図形のデータ情報をテレビ電話信号やファクシミリ信号に変換して、テレビ電話機やファクシミリ受信機に出力することを目的としたビデオ応答方式や、ファクシミリ応答方式などの研究を行ってきた。
- (5) 白血球像の自動識別法——病院における検査業務の省力化を目的として、白血球像の自動識別法について研究しており、濃淡情報と色度情報を併用することにより、セグメンテーションと分類を容易にする新しい方法を提案し、その有効性を確めた。
- (6) 3次元物体のパターン認識法——3次元物体のパターン認識については、医療などの分野への応用を想定し、まず曲面物体の立体的構造の検出とその記述を重点として基礎研究を進めている。

訪問記

見学した項目は(A)手書き文字認識、(B)度数計フィルム読取装置、(C)新形テレビ電話およびテレビ会議室、(D)TVの帯域圧縮、(E)図形入力制御装置、(F)高速ファックス応答装置であった。このようなバラエティにとんだ研究を豊富な人材がよい研究環境に支えられて行われているのが印象的であった(4)。最初の項目以外は電電公社の枠内での明確なニーズをふまえており、意図や手法の選択理由は納得できた。(B)は重ね合わせ識別法と特徴抽出法を併用して高い信頼性をもった装置を実現しており、イメージ・プロ

セッシングの模範といってよいであろう(2)。その他相互の情報交換はうまくいっているだろうか、画像処理プロパー、画像評価にもっと力を入れてよいのではないか、(D)の方式の評価の方法は、将来の多様化に対する研究態勢は、といったような声があった(各1)。

3.8 NHK 放送科学基礎研究所, 視聴科学研究室

当研究室では、生物の視覚及び聴覚神経系における情報処理のアルゴリズムを解明することを目標として研究している。このうち、イメージ・プロセッシングに関係するのは視覚系の研究であるが、我々は必ずしもイメージ・プロセッシングの装置の完成を直接の目的にしているわけではない。むしろ生物の脳における情報処理の基本原理を見出すことを目標としている。現在のパターン認識の研究は壁にぶつかっているとされているが、生物の脳における情報処理の基本アルゴリズムが解明されれば、パターン認識研究の壁も自然に打ちやぶられるであろう。

このような目的のために我々は、視覚神経系のモデルあるいはより高次の大脳の中枢部における記憶や学習機構などのモデルを構成する研究を進めている。構成した諸モデルの動作は、計算機シミュレーションによって調べ、モデルを構成する各神経細胞の反応状態はCRT上のパターンとして表示し、写真撮影をして記録にとどめている。画像入出力装置は、主としてこの目的のために使用している。

ネコやサルを用いた生理学的研究によると、生物の大脳には、特定の傾きを持った直線とか直線の端点などのように図形の持つ種々の特徴に反応する神経細胞がそれぞれ別々に存在し、網膜に写った図形の特徴抽出を行なっていることがわかっている。しかし神経系の持っているこのような機能が神経細胞どうしのど

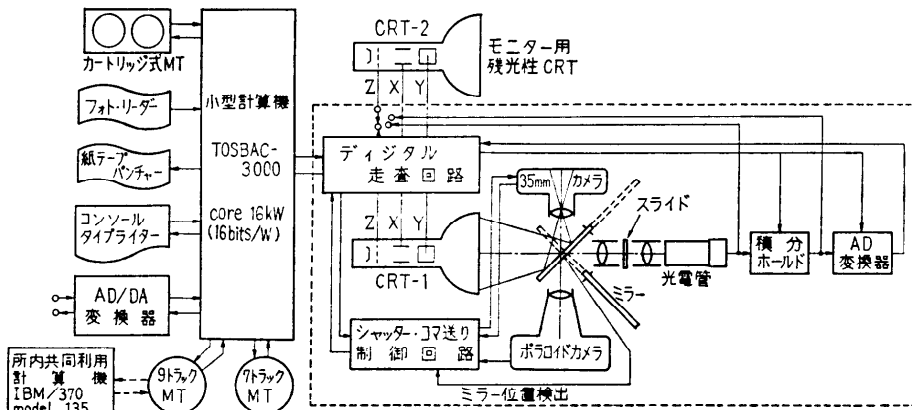


図-4 NHK 基礎研のシステム構成

のような結合によって生じているのかは不明である。そこで我々は多層構造を持った神経回路を想定し、網膜に与えられた情報が多層回路の中を奥に向かって伝えられる過程で順次処理され、次第に高度の特徴が抽出されるというモデルを提案した。同様の考え方に基づいて左右両眼間の視差抽出機構のモデルの構成なども行なっている。また、視覚系だけでなく大脳のさらに上位の中枢部で行なわれている記憶や学習の機能、あるいは神経回路の細胞間の結合が自己組織的に形成されていく機構などのモデル化についても研究している。これらのモデル化の研究に直接従事しているのは、福島邦彦、安田稔、三宅誠である。

我々の研究室ではこのようなモデル化の研究だけでなく、ネコを使った視覚生理学の研究(研究者2名)、人間の被検者に対する視覚心理学の研究(研究者6名)、人間の図形認識機構の心理学的研究(研究者1名)、なども並行して進められている。

訪問記

まずはじめに、工学、心理学、生物学、生理学といった多分野に係わる研究を理論、実験の両面から総合的に進めるユニークな研究体制が高く評価された(3)、また、生物の視覚機構をモデルとして画像処理機能を構成したことは興味深く、確かに一つの重要な研究方向とみなされた(2)。一方、このように広く深くもあるが見方によっては1つのテーマともみえる方面のみに取り組むことにやや危険性を感じるといった意見もあった(1)。また、個別技術や装置にも興味深いものが多く、具体的には、神経回路網技術、心理、生理学的実験装置の工夫(1)、処理結果のディスプレイや記録写真撮影自動化の方法等を評価する声がかかれたが、生物の特長を生かした並列処理系の研究のみならば必ずしも hardware で実現する必要はないのではないか(1)という意見もあった。

3.9 日本 IBM, サイエントフィック・センター 画像処理プロジェクト

研究目的は、画像処理に於るコンピュータの応用面の拡大と、コンピュータを利用した画像処理技術を通して、日本が直面している社会や技術上の問題に対する貢献を基本的な方針としている。対象は主として次の四つの分野に重点をおいている。1. 医用画像処理 2. 金属組織像処理 3. 環境映像処理 4. 画像処理システム

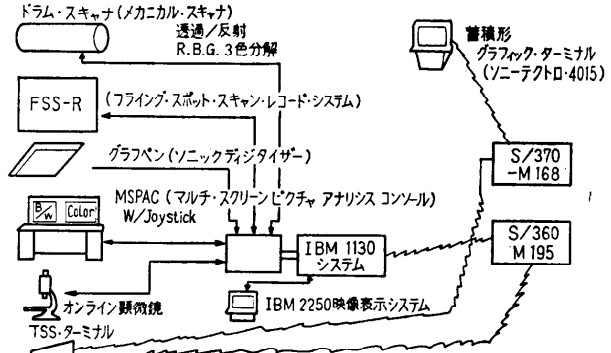


図-5 IBM, サイエントフィック・センターのシステム構成

研究内容は、1) 染色体の自動解析はコンティニュー・コードによる計量(測長・測積、etc.)を行い細胞像については重なった像の分離方法を行っている。特に放射線画像については機能図の生成により臨床例を集めている。2) 粒子状の介在物の計測に始まり、粒度分布その他、画像特徴量と材質との関係の分析を行っている。特に細線分布の表現法、トラッキング等の手法を研究している。3) アルゴリズムとしては、教師なし類別、クラスタリングの他、テキストコードによるマルチバンド映像の処理に重点があり、画像の幾何的歪の解析等のソフトは完備し、11チャンネルのデータを利用する。4) 画像解析のためのマン・マシン・システムとして2つのCRTを有するコンソールを開発し、バッファ内の簡単な演算はCPUと独立に行えるようになっている。

研究員は本サイエントフィック・センターとしては飯坂譲二1名、諸大学研究室との協力体制を基本的に研究を行っている。

研究アプローチは、各種の画像状の情報源から目的とする情報の抽出、定量的な表現、抽出方法の探索を主としており、必ずしも自動認識を目指してはいない。従って人間の認識能力を利用したマン・マシン・システムを基礎にしている(例 半自動レジストレーション、etc.)、また画像はあくまで実体が写像されたものとしてとらえ、画像処理によってできるだけ実体の情報の抽出を行うことを目指している。

問題点は、個々の画像の入出力機器は各々その特徴の限界内で対象を選択しているので問題は少ないが、画像ディスプレイのバッファサイズがコスト的な面から250×320に制約されていることである。画像のズームアップ・ダウン等のハード的機能は有効ではないか。

今後の方針は、1. 画像処理の知識が少ない人でも簡単に利用出来る tutorial なシステムや言語、2. 各応用面の practical cost range までの性能アップ、3. システム開発と画像処理。

訪問記

ユーザの要望に応じながら、いろいろな応用分野の画像処理を行っており、画像処理用設備はかなり整っていた(7)。例えば、顕微鏡スキャナ、F.S.S、カラーディスプレイなどが計算機に接続され、計算機の画像処理面での利用の拡大を図っていた。処理対象は、医学用画像、航空写真などが興味深かった(4)。対象画像それぞれに対し有効な処理ソフトウェアを作成していたが、ハードウェアと有機的には結合されていないように思えた(3)。また、全体として研究方針がどの点にあるのかわからず、少数なスタッフのためか研究に深さが足りないように感じた(4)。

3.10 大阪大学基礎工学部、辻研究室

本研究室では、人工知能研究の一環として物体認識の研究を行い、同時にその応用を探索している。現在まで行ってきた主な研究項目として、以下のものがある。

(1) 機械部品の学習認識システム(谷内田)

エンジン部品のように複雑な形状の物体を、あらかじめ学習したモデルを利用して効率よく認識するシステムを開発した。TVカメラに実際の部品を提示し、人間が識別に有効と思われる特徴や処理モジュールを示唆すれば、システムが自動的にモデルを学習し実験を行なう。

(2) 積み重なった部品の画像解析(辻)

山積みされた機械部品の画像から、他の部品によってかくされてない部品を探し出して認識する手法を研究する。現在までに、楕円を手がかりにして物体の原型像に逆変換し、モデルとの対応を調べる方法を実験した。

(3) テキスチャの解析(富田)

テキスチャ領域を検出するため、画像の局部領域の統計的性質を算定する非線形フィルタの研究と、テキスチャの基本粒子の性質の一様性を調べる構造解析の研究を行った。

画像処理システムには、ミニコンピュータ PDP8/E を使用しているが、これでは面倒な前処理を行なうと処理速度が極めておそい。そこで、図に示す小型パターン・プロセッサを試作し、PDP8/E がこれを制御しながら処理をする会話型画像処理システムを使用して

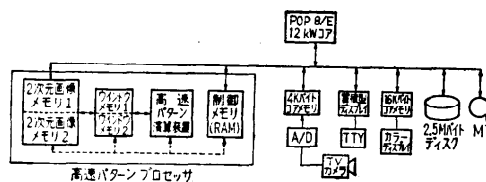


図-6 阪大辻研のシステム構成

いる。パターン・プロセッサは、1対の画像メモリの一方の指定された窓内の画像データを、パターン演算装置で処理し、その結果を他方の画像メモリに書込む。窓の大きさ、移動、パターン演算の内容は、すべて制御メモリで決定されるので、PDP8/Eから前処理内容を自由に選択できるので、フィードバックを持つ処理に適している。本システムは、2種のディスプレイを自由に使い分けて結果が表示できるので、対話形式でプログラムを開発する利点があるが、ひとりの研究者が独占して使用するため効率が悪い。また応用を意図していたため、LISPなどの高級言語が備えられてない。

今後、本研究室では応用方面とともに、人工知能の色合いを増す研究(たとえばプロブレム・ソルバとの連関、動画の解析)を進める予定である。

3.11 名古屋大学大学院工学研究科情報工学、福村研究室

本研究室では、情報処理論の研究が、パターン認識、オートマトン理論、言語とアルゴリズム、の三グループによって異なった観点から進められており、イメージ・プロセッシングの研究もその一環として主にパターン認識グループによって行われている。現在は、主として胸部X線写真自動計測診断システムの研究と実用化、並びに諸種画像処理アルゴリズムの発見と体系化を進めている。

胸部X線写真のパターン認識は、既に1968年頃から始めており、70mm間接撮影像の主要肺領域における異常検出が可能なソフトウェアシステム AISCR-V2の作製でその第一段階を終った(1973年)。その後システムの改善と効率化をはかり、写真1枚当たり1.5分程度で上記システムと同じ機能を果たす縮小システム MINISCR-V2を作製した(1975年)。現在、システム機能の高度化のために、肺炎部処理、および、血管影の識別を進めている。また、同一被検者の2枚の写真から病勢の経時変化を自動検出および計測するシステムの開発も新たに進めている。

一方、画像処理アルゴリズムに関しては、基本的フ

フィルタ (統計的検定に基づくフィルタ, 差分型線形フィルタ, Range フィルタ, K.S. フィルタ), 細線化 (追跡型, WPM, 連結数による細め), 二値図形の収縮, トポロジカルな性質, などの理論的検討と逐次型および並列型の効率よいアルゴリズムの開発を行ってきた (1969~74 年). 現在, これらの諸方法を含む画像処理アルゴリズムの体系化と, 標準化画像演算の代数系の研究を進めると共に, 画像処理ライブラリの開発整備を行なっている. また, これらとは別に, 複雑な画像の構造の記号系列による記述とそれを用いた図形認識の研究も行なっている.

研究に携わる構成員は, パターン認識グループ鳥脇純一郎 (助教授), 奥水大和 (助手), 横井茂樹 (D₂), 及び修士課程学生 3~6 名が主で, 大下弘 (技官), 及び言語グループの吉田雄二 (助手) が一部分を担当している.

研究の基本方針としては, 方法論を主体とし, 実用性を見失うことなく理論的基盤を追求するようにしており, これは今後も変わらないであろう. また, パターン認識グループの初期の研究から現在のテーマへの発展は, 基本的には簡単な識別対象から複雑な対象への推移でありその意味で将来もより一層の complexity への挑戦を進めたいと考えている.

一方, これまでのようなソフトウェア中心, 計算機センター向きの研究体制のみでは不十分な点をどう克服していくかが今後の問題となろう.

3.12 日立中央研究所, 物体認識研究室

この研究室では, 江尻正員主任研究員を中心に十余名の研究者が画像処理の研究に従事している. 使用しているシステムは, 256×256 絵素の IC メモリを中心とした画像入出力装置と制御用計算機である. この汎用画像処理システムには, 従来から蓄積してきた数多くのサブルーチンがあり, 会話型でこれらを組立て, 編集や部分実行を繰返しながら認識アルゴリズムを開発できるようになっている.

研究の主眼は, 従来, 実用に縁遠かった画像処理研究の現状から脱皮し, 温室育ちのパターン処理技術を実用的でタフな技術へと発展させ, 工業応用することにある. 現在の研究内容は次のようである.

- (1) 画像処理の基礎と人工知能ロボットの研究
- (2) 物流システムにおける画像処理応用の研究
- (3) 生産システムにおける画像処理応用の研究
- (4) 衛星画像処理およびそのシステムの研究
- (5) 画像処理ハードウェアの研究

(6) 画像処理ソフトウェアの研究

画像処理の基礎と人工知能ロボットの研究においては, すでに 1970 年に組立図の自動認識, 多角柱を中心とした多面体認識の基礎技術を完成し, 3次元物体とその相互間の結合情報の計算機による取扱いを可能とした. この技術と, 組立における問題解決アルゴリズムを組合わせて, 組立図を見て物体を組立てる人工知能ロボットのプロトタイプを完成した. さらに翌年には立体視の基礎手法の開発とともに, コンペア上を流れる曲面を含む物体を 1 秒以内で自動的に選別する回転型パターンマッチング手法を開発し, 物体の実時間高速認識の可能性を見出した.

物流システムへの応用の研究では, 複雑背景下で複雑な表面情報を有する物体の認識に主眼を置き, とくに荷物のような直方体形状の対象について, その位置・姿勢のほか表面情報を認識する研究を, 通産省パターン情報処理プロジェクトの一環として行なっている. また倉庫などの新しい自動化方式の研究も手掛けている.

生産システムへの応用の研究に関しては, とくに検査と組立に着目し, 新規な自動化方式の開発を目指している. すでにプリント板のような複雑パターン中の傷の認識装置を開発し, 実用化した. また, コンクリートポール型枠のボルト締緩用ロボットとして, 視覚と触覚を用いた外界適応型の自動機械を実現し顧客に納入した. この装置は, 米国 Industrial Research 社から 1974 年度世界 100 大新技術賞を受賞した. 最近では, 電子部品の組立を目的に時分割パターン認識方式を開発し, 数十台の目を持った機械が計算機で群制御される自動組立システムとして完成し, 工場での生産に実用化した. また 50 色以上の色を遠隔的に識別する技術や, 自動車部品の取付け状況の認識などについても研究を行なってきた.

衛星画像処理の研究では, 地球大気開発計画のための静止衛星 GMS の画像処理を目的に, 気象庁からの委託により, 縦横約 15,000 絵素というほう大な画像を用いて, 定時刻に地球画像の解析を行なう計算機システム方式を設計した. この方式には, 雲の自動抽出と, 予測手法を用いた風ベクトル演算アルゴリズムのほか, 衛星の位置・姿勢の変動を考慮した画像歪の修正方式や, ポーラステレオ, メルカトル図法への変換手法, 画像への海岸線地図の挿入手法などが含まれている.

画像処理ハードウェアの研究では, 2次元画像処理

がぼう大な処理時間を要するという従来型の計算機の欠点を補うために、画像処理特有の演算処理を高速化した並列型の処理方式を開発し、すでに一号機を完成した。

画像処理ソフトウェアの研究では、空間微分・輪郭追跡・部分相関・方向コード処理・拡大縮小処理など、画像処理の基本ソフトウェアの開発と、映像情報の入出力や転送のためのソフトウェア開発を行ない、これらを有機的に結びつけた汎用画像処理ソフトウェアシステムを構築してきた。

現在、これらを有効に活用して、より高度な対象をより高速に、より安定に認識するという立場から画像処理の研究を行なっている。当研究室においては、約半分が自主研究、残りの半分が工場や社外機関からの依頼研究であり、とくに実用的見地から認識アルゴリズムの信頼性に重点を置いて研究を進めている。

3.13 東芝総研パターン G

情報研パターン G は、文字・図形および言語の認識に必要なハードウェアとソフトウェアの研究開発を主目的とし、森健一博士(主任研究員)、渡辺貞一(主研)を中心に約 25 名の研究開発者より構成されている。これまで、手書き文字(郵便番号)の読取装置、活字文字(英数字記号)の読取装置(ASPET/71)および、子宮ガン細胞のスクリーニング装置(CYBEST/72)などの実用機を開発完成してきた。

現在では、手書き文字(英数字記号を含む)・日本語文章(漢字、ひらがな、カタカナなど)の認識システムの開発、そしてリモートセンシングデータ、医用画像、工業用画像の処理の研究及び高精度画像データ入出力装置の開発を、理論的な面、ソフトウェアおよびハードウェアの面から一貫して行なっている。

とくに、これからは機械による画像処理に対する社会的な要望も増加してくると思われるので、いろいろな対象画像について実験を行なっている。

(1) リモートセンシングデータの処理

マルチバンド航空写真データや、ERTS 衛星写真データなどを用いて土地利用形態に関する分類実験を行なっている。歪の補正、位置合わせ、領域区分など、濃淡・カラー画像処理の基本的な問題を研究開発している。

(2) 医用画像の処理

子宮ガン細胞の良否の判別を医師が行なうのと同じ形態学的なアプローチから、顕微鏡を見ながら自動的に実行する CYBEST を開発した。各種の顕微鏡画像

や X 線像など、現在最も画像処理の応用性に富んでいるものについて実験を行なっている。

(3) 高精度画像データ入出力装置の開発

航空写真など高精度を必要とする画像データの入出力装置として、二重偏向によるフライングスポットスキャナを開発している。精度は、絶対位置で 4,000 分の 1 以下を保障し、濃淡情報は、6 ビットである。走査点は 16,000×16,000 で構成されている。

当研究室での画像処理の研究は、T-40 ミニコンを中心とした画像データ処理システム TOSPICS と T-5600 大型計算機内の TOSPAX 画像処理用ソフトウェアで行なわれている。TOSPICS は T-40 ミニコン 3 台とシステム用周辺装置 (PTR, CR, MT ディスクなど) および図形データ用入出力装置とから構成されている。ITV カメラ、顕微鏡スキャナ、ドラム型スキャナ、DDT スキャナなどの図形入力装置およびドットプリンタ、蓄積型ディスプレイ、カラーディスプレイ、DDT フィルム出力装置などの図形出力装置をそなえている。図形データの入出力および簡単な演算処理は、タイプライタを介して TOSPICS-EXEC という OS の制御の下で、人間と対話的に実行できるように工夫されている。また高度の処理(識別)および大きな画像ファイルに対する処理は TOSBAC-5600 大型計算システムで実行されている。TOSPAX はこのシステム内で使用可能な図形処理用のソフトウェアであり、FORTRAN と同時に実行されるサブルーチンの集まりである。現在は、図形の入出力、幾何的処理、絵素単位の演算、局所的な処理など約 200 コのサブルーチンがある。

今後は、画像処理そのものを効率よく実行するハードウェアを備えた処理システムを開発したい。

3.14 三菱電機中央研究所、パターン情報研究グループ

パターン情報という言葉には、高次元・高度機能情報処理という意味があると考え、研究グループとしては、図形処理、計算機システム、ソフトウェア自動作成、さらに将来志向としては、人工知能システムがあると考え、研究開発が進められている。

このために、パターン情報処理計算システムを開発し、上記の問題領域に適用し、人間-機械系ベースで各種パターンの意味情報処理を行うことを基礎研究の重点指向としている。一方、企業の実用の方向としては、システム開発途上に必要となってくる各種装置、システムソフトウェア、ノウハウ等を直接・間接的

に、その都度必要に応じ検討していくというアプローチを取っている。

イメージ・プロセッシングの研究も、上記パターン情報処理計算システムを用いて、画像の意味解釈という方向を目指して、総合的に進められている。

本研究テーマは「計算機による色彩図形情報処理」であり、主要な研究開発としては、次の様なものがある。

- (1) 高性能カラー・フィルム・リーダおよびカラー TV カメラによる色彩図形入力システムの開発・実用化
- (2) 上記入力システムと擬似カラー・ディスプレイ・システムをミニ・コンピュータ・ベースでシステム化した色彩図形解析表示システムの開発・実用化
- (3) 上記システムとの関連による色彩解析ソフトウェア、カラーディスプレイ用ソフトウェア、デジタル・フィルム出力ソフトウェア、対話型図形解析ソフトウェアの開発（と一部実用化）
- (4) 線図形処理サブルーチン・パッケージとその DNA 顕微鏡写真処理等への応用
- (5) 図形演算コンパイラおよび PAPILS 等図形処理言語とそのプロセッサの開発
- (6) カラー航空写真、工業用各種パターン（集積回路関連、織物関係、図面、印刷、電子部品等）に対する研究設備の効果的適用

研究活動およびシステム開発に関する昭和 49 年春までの状況は、「計算機による色彩図形情報処理」（伊藤貴康：三菱電機技報，Vol. 48, No. 8, pp. 909~916 (1974)の本文および参考文献を参照。色彩解析，図形出力とそのソフトウェア，カラー TV カメラ入力システムとその応用，カラー航空写真への応用等その後の研究開発状況については，伊藤貴康，佐藤興二，福島正俊，中島英雄，辻秀一，深田陽司等の研究発表を参考。）

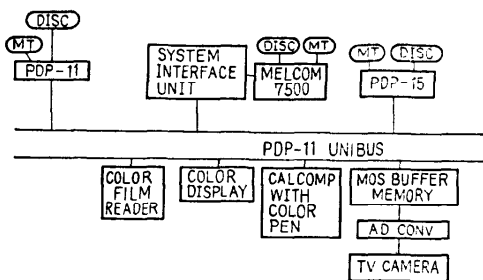


図-7 三菱中研のシステム構成

研究開発を進めていく上で、個別の困難な技術的問題は、多数存在しているが、全般的な課題として、この研究グループが大きな問題と考えていることの中には、大容量画像記憶装置（数千メガ・バイト以上）の欠除、階層的計算機システムのフレキシブル・システム・ソフトウェア開発の困難、マン・マシン対話型システム機能の不足一特に、精度、速度、メモリ容量—にあると考えている。

4. 画像処理の現状

ここでは前記アンケートに基づいて、イメージ・プロセッシング研究における共通の課題をまとめ、今後この方面の研究を始める人々の参考にした。なお括弧内は各委員の所属する研究室での例を示すもので、その所属機関で製作されたものとは限らない。

4.1 画像入力装置

計算機で画像を処理するための入力装置として、本委員会の委員の所属する研究室で現在使用されている代表的なものを表-3（次頁参照）に示す。走査方法により、機械走査と電子走査に分かれる。前者は画像の歪み、位置による明るさの変化が少ない長所がある。走査は高速走査のできる回転ドラム式が多いが、平面のステージが動く方式（名大）もある。分解能はアパーチャの直径を変えることによって設定できるが、数段階の固定値を選定する方式が多い。カラーの入力は、フィルタを用いて数回走査をくり返す方式と、光の分解によって4色（赤，青，緑，白）を同時に入力する方式（三菱）がある。

電子式走査は、機器側から対象にスポット光を当てる能動型と、カメラによって対象から光を受ける受動型に分けることができる。前者のフライングスポットスキャナ（FSS）は、計算機で指定した任意の明るさを検出できる利点がある。またスポットの大きさをハードで変化したり（京大長尾研）、スポットの見かけ上の大きさと形を計算機でスポット光を制御することによって任意に変化することも可能である（京大坂井研，NHK）。CRT を用いてスポットの位置決めを行うため、位置決め精度と分解能は機械式走査の場合より制限が多い。この制限を広げるため二段階に分けて偏向を行う管（東芝）も開発されている。

受動型入力装置としては、蓄積型撮像管が用いられている。通常のビジコンカメラあるいはプランビコンカメラは、走査線の数があるため、分解能と視野分割を任意に変えることができない。また走査速度

表-3 画像入力装置の例

撮像装置 (メーカー)	画素数, 分解能, 対象画像の大きさ	AD変換ビット数 (カラー可能か)	サンプル時間	サンプル方式	所属研究室
ドラムスキャナ (三菱, オプトロニクス)	100 μ m 30×40 cm	6	5 min/画面	オンライン	京大・長尾研
	50 μ m, 100 μ m, 200 μ m 12.5×17.5 cm	8 カラー可	5 min/画面	オンライン4色同時	京大・長尾研
	13本/mm 30×40 cm	10 カラー可	50 μ sec/点	オンライン	東大生研
	25 μ m, 50 μ m, 100 μ m 9.5×9.5 inch	8 カラー可	70 μ /点	オンラインフィルタ切換	東芝総研
	25~1,000 μ m まで6段階 250×320 mm	8 カラー可	100 μ sec/点	オンライン	日本IBM
50 μ m 125×175 mm	8 カラー可	5 μ sec/点	オンライン4色同時	三菱中研	
光電濃度計 (試作)	0.1~1 mm 30×20 cm	10	1~10 mm/sec	オンライン	名大
FSS (興和, 池上通信機, 東芝)	4096×4096点 反射: 72×72 mm 透過: 24×24 mm	5 カラー可	15 μ sec/点	オンライン	京大・坂井研
	4000×4000点 反射: 72×72 mm 透過: 24×24 mm	7 カラー可	30 μ sec/点	オンライン	京大・長尾研
	1024×1024点, 30 μ m 35×35 mm or 70×70 mm	6	2 μ sec/点	オンライン	早大・大照研
	1000×1000点 36×24 mm or 96×70 mm	6	28 μ sec/点	オンライン ラスタスキャン	通研
	4096×4096点 35 mm or 70 mm フィルム	10 カラー可	60 μ sec/点	オンライン	東大生研
	1024×1024点 60×60 mm	8	10 min/1024 ² 点	オンライン	日本IBM
	16000×16000点, 25 μ m 10×10 cm	8 カラー可	1~500 μ /点可変	オンライン	東芝総研
	1024×1024点以下任意 35 mm スライド	8	10 μ sec/点	オンライン	NHK基礎研
72×76点 67×200 μ m 4.8×5.1 mm~14×16 mm	4	21 msec/画面	ラスタスキャン 12点 のバッファ使用	電総研 図形処理研	
ビジコンカメラ (ソニー, 池上通信機, 日立電子)	128×128点 256×256点	8 4	16.4 msec/画面	全面面のバッファ使用	京大・坂井研
	320×240点 or 256×256点	6 or 8	1.5 MHz or 6 MHz	64×64と256×256 のバッファ使用	日立中研
	256×256点	6	64×64点/sec	64×64のバッファ使用	阪大・社研
	240×240点	6	30 msec/240点	1水平走査で1点をサ ンプル	東芝総研・電総 研図形処理研
	640×480点	10	30 msec/480点	同上	東大生研
	880×990点 256×256点	8 5レベル	2 min/画面 1 sec/30点	同上	日本IBM 早大
プランビコンカメラ (池上通信機)	256×256点	6 カラー可	16.4 msec/64×64点	64×64のバッファ使用, フィルタ使用	電総研 バイオニクス研
3Pカラーカメラ (試作)	256×256点	8 3色分解	200 nsec/点	96kBのバッファ使用 各色4ビットの単色8 ビット	三菱中研

も一定であるため、256×256点の明るさを直接汎用計算機のメモリに入れることは困難である。したがっていったんバッファメモリに蓄えてから計算機に転送したり、1水平走査で1点をサンプルし、少しずつサンプルする点の位置を動かしながら何回も走査をして全面の入力をする必要がある。計算機に入力する前に、ハードウェアによって閾値処理や微分処理を行ったり(日立)、3次元位置測定のためにスリット光を検出する(電総研バイオニクス研)こともある。カラーカメラはまだ画像処理用としては歴史が浅く、開発段階(三菱)である。

4.2 画像出力装置

画像出力装置としては、大別すると一時的にみるディスプレイ装置と、紙やフィルムに記録するレコーダがある。本委員会の所属する研究室で現在よく用いられているものを表-4(次頁参照)に示す。ディスプレイ装置として最も簡便に用いられるものは蓄積型ディスプレイ装置で、ドットの密度によって濃淡を表現する。線図形表示としては、この外に一般のグラフィックディスプレイ装置がある。濃淡ディスプレイとしては標準のテレビジョン受像機に計算機から濃淡データを送り表示する方式がよく用いられる。白黒テレビの外に最近ではカラーテレビジョンを用いることが多くな

表-4 画像出力装置の例

名称 (メーカー名)	出力方式	大きさ	分解能	濃淡レベル	出力時間	その他	所属研究室
蓄積型ディスプレイ (ソニーテクトロニクス 611, 4010, 4012, 4014)	ドット 文字ベクトル		1024×780	1ビット			電総研・バイオニクス研、図形処理研、京大・坂井研、長尾研、阪大、早大、通研、東大生研、日立中研、東芝総研、三菱中研
グラフィックディスプレイ (イムラック PDS-1)	ベクトル	14"	1024×1024		20 ms		電総研・バイオニクス研
カラーディスプレイ (ほとんどが試作である。 製品としては次のものがある。 GE Image 100, NAC Mode 401B, PHOS-PAC-1000, 池上通信機 CSM-141)	標準カラー TV	20"	320×240	RGB 各4ビット	約4秒	6ビット白黒画像2枚同時出力可。ジョイスティックほか ジョイスティックほか カラーキャラクタベクトル表示可 白黒4ビット可(色指定変更可色。色ジョイスティック) 白黒3ビット可 6ビット	京大・長尾研
	標準カラー TV	20"	512×256	RGB 各6ビット	100 ns/dot		東芝総研
	標準カラー TV	19"	256×250	16色 単色4ビット			三菱中研
	標準カラー TV	16"	256×256 128×128	RGB 各5ビット			京大・坂井研
	標準カラー TV	14"	128×128	RGB 各3ビット			阪大
	標準カラー TV		480×420	15色	3分		日本 IBM
静電式ドットプリンタ (Versatec Varian STATOS 31)	静電式ドット	11" 巾	100ドット/インチ 160ドット/インチ	1ビット	2400 line/sec 1200 line/sec		電総研・図形処理研、京大・長尾研、日立中研、東芝総研
高速ファックス	ラスタ	B4 A4	8本/mm 6本/mm	1ビット			通研
フライングスポット 走査装置 (興和、池上通信機、東芝、セルコ III. 等があるが、その都度規格をきまめて製作することが多い)	任意走査	5" CRT	1024×1024	8ビット	5分	ポラロイド出力 画素数は2n×2m以外も任意指定可 カラー可 カラー可 カラー可 カラー可	日本 IBM
	任意走査	35 mm film	1024×1024 以下任意	8ビット パルス巾変調	10 μsec/dot		NHK 基礎研
	任意走査	35 mm film	4096×4096 40 μ	7ビット パルス巾変調	300 μsec/dot		京大・長尾研
	任意走査	35 mm film	4096×4096	6ビット パルス巾変調			京大・坂井研
	任意走査	35 mm film	4096×4096	10ビット ルス巾幅変調	80 μsec/dot		東大生研
	任意走査	4"×5" ポラロイドフィルム	4096×4096	25 μ 4096×4096	8ビット		150 μsec/dot
デジタル フィルムライター (オプトロニクス)	回転ドラム型	8"×10"	50 μ	6ビット			三菱中研
スキャンコンバータ (ヒューズ 639, PEP 400)	TV モニタ		640×480	8ビット 10ビット			東大生研
ビデオディスク (アンベックス)	回転ディスク	500 フレーム収納	標準 TV	6ビット	静止画 ~60 フレーム/xy		通研

ってきた。リフレッシュメモリの大きさによって画面のあらさ、表示しうる色の種類がきまる。これらの表示装置はライトペン、ジョイスティック、タイプライターなどの入力装置をそなえていて対話型画像処理が行なえるようになっていることが多い。

紙に焼付けるものとしては、ドットプリンタのドットの密度により濃淡を表現するものの外に、ラインプリンタで異った文字を何度か重ね打ちすることによって表示する方法、高速ファックスによる方法などが用いられる。

フィルムに焼付けるものとしては、フライングスポットスキャナによるものが非常に多い。しかしシェーディングや幾何学的歪などを完全になくすことができないので、回転ドラム型のフィルムライターも用いられ

る。さらに表には出ていないが、レーザービームによるフィルムライターも作られるようになった(ナック他)、これらの外に XY プロッタなども線図形出力に用いられる。直接の画像出力装置ではないが、テレビジョンへの出力画像の記憶装置としてスキャンコンバータがある。これは標準テレビジョンとはちがった速度で書きこんで、標準テレビジョンなどに出力できるもので使い方によっては便利なものである。

4.3 画像処理用ソフトウェア

各研究室で、画像処理を行う上で便利なプログラムおよびサブプログラムを用意している。主なものをまとめればつぎのようになる。

(1) 画像入力: 画像入力装置を制御して画像データを入力する。データは直接処理したり、あるいは一

定のフォーマットで蓄えたりする。

(2) 表示: 線図形をディスプレイに表示する各種サブルーチンパッケージと、濃淡画像をディスプレイ、プリンタなどに表示するもの。

(3) 画像アクセス: 二次記憶装置に蓄えられた画像データの任意の点にアクセスするためのプログラム

(4) 幾何学的変換: 画像データの移動、回転、拡大、縮小、細線化など。リモートセンシングではこれらを組合せた複数の画像の重ね合わせも行われている。

(5) 基本処理: 平滑化、2値化、四則演算、論理演算、高域フィルタ、低域フィルタ、2次元FFT (Fast Fourier Transform)、2次元FHT (Fast Hadamard Transform)、相関など。

(6) 特徴抽出: エッジの検出および追跡、領域検出、textureのパラメータ試算、色彩パラメータ抽出、クラスタリング、ヒストグラム作成など。

(7) その他: 画像処理用サブルーチン・パッケージPAXを基本としてその機能を拡張したり(電総研図形処理研、東芝、三菱中研)、FORTRANにリスト処理機能を持たせたり(電総研バイオニクス研、三菱)、ディスプレイ端末を用いて対話画像処理システムを構成し、基本的な処理を自由に実行させながらプログラムを作成することのできる(京大坂井研など)ソフトウェアがある。

4.4 画像処理はいかにあるべきか

画像処理は最近急速に発展しつつある研究分野の一つであり、一見はなばなしい印象を与えるものの、一方では一つの曲り角に来ているという見方もできる。すなわち従来の研究アプローチに対して、研究者の間でも最近いくつかの反省と批判が生じてきている。たとえば、

(1) 既存手法の応用に終始して、真に新しい手法なり概念なりを求めようとする取組みが少ない。

(2) とくに理論研究では、哲学的、抽象的な言葉をもて遊ぶような風潮があり、現実と遊離している面がある。

(3) 画像処理技術の開発が、基本的な目的や態度があいまいなままで行なわれていることが多く、その開発によってどれだけ効果があるかという評価の努力が足りない。

などである。また画像処理の実際的な面での、研究者間の共通的な悩みとしては

(1) 研究設備が高価につき、かつ性能も不十分である。

(2) 使用する画像に共同サンプル的な性格がなく、研究結果に普遍性がない。

などが挙げられている。これらを解決するには、たとえば最新の研究設備を備え、共同利用できるように画像処理センターの設置を望む声があり、またそこまでいかななくても、何とか画像データを入手できる体制、画像データの交換や各研究所で開発されたソフトウェアの登録や公開など、将来の共同研究の足場としてのサービス体制の整備を望む声もある。

画像の処理においては、現在の計算機は本質的に適していないという見方は異論のない所であり、たとえば並列演算処理装置へのアプローチとか、生体の優れた情報処理機能をもっと学び、これを画像処理に取入れるためにバイオニクス的アプローチを盛んにする必要があるという意見もある。しかし反面、並列演算処理装置は将来ともきわめて高価なものにつき、かつできる機能も限られているという見方、ミニコンピュータ程度で画像処理が有効にできなければ意味が薄く、画像処理の将来が危ぶまれるという考え方、あるいはまた生物を学ぶにしても、学べるほど生体のことが一向にわかっていないではないかという批判など、さまざまである。これら一つ一つの意見や疑問に答える努力の積み重ねが、結局は画像処理分野の進展へとつながる唯一の道かも知れない。

新しい画像処理の方法論としては、たとえば画像処理にフィードバックの概念を導入するとか、画像処理における意味論とは何かを考え、これをどう利用してゆくかなど、興味はつきないものがある。しかし単なる興味本位の研究でなく、常にニーズを考えた技術開発こそ、学界・業界ともに重要な時代になりつつあると考えられる。画像処理の研究が面白そうだという程度の発想で行なわれるとしたら、画像処理研究の将来にとって悲劇である。ここらでもう一度真剣に考えなおしてみる必要がありはしないだろうか。

以上のような反省の上になつて、今後は

(1) 研究者相互間の情報交換や協力による研究のスピードアップ

(2) 研究者相互の協調によるわが国独自のオリジナルな研究と技術の育成

(3) 空論としての画像処理でなく、技術的もしくは市場的に価値の高い研究の助成

(4) 理論に裏付けされ、かつ画像のもつ本質的な不安定性を超越した画像処理技術の開発

(5) ハードウェア開発とソフトウェア開発をバラ

ンスのとれた形でアタックする研究アプローチなどが重要な課題となろう。これらの問題について、この分野の研究にたずさわる者すべてが真剣に考え、地に足のついた確固たる発展を旨として進んでゆきたいと考える。

5. 結 言

以上の報告によって、イメージ・プロセッシングの研究がわが国において広く定着しつつあり、その重要性が認識されて研究者層も次第に拡大されつつあることが見てとれるであろう。とくに電子計算機によるイメージ・プロセッシングの発展は急速である。これは光学、写真あるいはビデオ技術によるアナログ処理に比べて、精度、再現性、融通性に富んでいること、一方画像のもつ膨大な情報量に伴って常に提起される記憶容量と演算時間の問題が、最近の計算機のハードウェアとソフトウェアの両面の進歩によって実用的に解決される見通しがついてきたことによるものと思われる。その問題解決の手法もアナログ処理に比べて各応用分野に共通なものも多く、研究討議の場があれば相互に益されるところが少なくないであろう。すでに各学協会に画像工学関係の研究会の数は少なくないが、情報処理の観点から一貫して討議できる機会が少いことなどから、50年度から公開のイメージ・プロセッシング研究会を設けてその要望に答えることにした。

そのカバーする分野としては、現存の各研究会との重複をさけ、さしあたり下記の諸項目に重点をおきた

い。

1. 画像処理システム、言語、データ・ベース。
2. 画像処理とくに変換、画質向上、特徴抽出、構造解析等の共通のソフトウェア
3. 画像処理用2次元演算のハードウェアおよびソフトウェア
4. 画像入出力装置とその制御ソフトウェア
5. リモートセンシング画像のような膨大なデータの圧縮・記憶計算機間転送
6. 3次元物体認識
7. 衛星、医用、非破壊検査、交通、リモートセンシングなど具体的な画像処理の応用

これに対してセンサー自体、抽象度の高いパターン認識理論、視覚文字認識などはすでに既存の研究会によってカバーされると思われるので、上記項目に深く関連する場合にとりあげていきたい。

イメージ・プロセッシングの発展のためには、公開の研究会に併せてこの報告にもられたような委員会形式の調査研究活動もお欠くことができない。そのため研究会内部に固定メンバーによる研究連絡会を設けて、用語、標準画像入力データ・ベース等を審議し、研究および施設の現状の把握、シンポジウム、講習会等の企画にあたることにしている。

関心のある方々の積極的参加によって、これらの研究発表および調査活動が順調に行われ、イメージ・プロセッシングの実用化が推進されることを心から願うものである。(昭和50年5月10日受付)