

# 研究室紹介

## 岡山大学工学部情報工学科松山研究室

### 1 研究環境

岡山大学工学部情報工学科は、1987年(昭和62年)4月に設置された新しい学科である。学生数は1学年85人で、情報数理工学、情報基礎学、知能計算機工学、知能情報処理工学、情報デバイス工学、情報通信工学、システム設計制御学、計画情報工学の8つの研究室から構成されている。学科の建物は、1990年8月に竣工し、学科独自のデジタルPBXとイーサネットによるLANを有機的に結合した情報通信ネットワーク、学生1人当たり1台のワークステーション、X端末で演習・実験ができる教育用計算機システムを備えている。

松山研究室(知能計算機工学)は、松山が1989年(平成元年)に着任したときから活動を開始し、1993年7月現在の構成員は次のようになっている。

教官 教授: 松山 隆司

助教授: 浅田 尚紀

助手: 和田 俊和

学生 D1: 1人, M2: 6人, M1: 5人, B4: 11人

研究室の計算機環境は、以下のようなワークステーションや機器・装置が研究室内ネットワークで結ばれたものとなっている。

ワークステーション

SUN: 3/80(1), 4/370(1), SS1(1), ELC(1),  
SLC(1), SS2(1), CLASSIC(1), SS10(1)  
(3/80とSS2は24ビットフルカラー)

IRIS: INDIGO/XS-24(1)

X 端末 XMINT(6)

画像処理・入出力装置

NEXUS600, カラービデオカメラ(SONY/DXC325),  
カラープリンタ(三菱S340), 追記型光ビデオディスク装置(SONY LVR-3000N)

このほか、LBP、モノクロスキャナ、ビデオ編集装置があり、最近では並列画像理解用計算機アーキテクチャの研究のためのハードウェア実験設備も整備しつつある。

画像処理のための基本ソフトウェアとしては、キャノンのVIEW-Stationを用いており、SUNの24ビットフルカラービットマップ用のX-Windowシステムを独自に開発し、自然のカラー画像の表示がワークステーションのウィンドウ上で行えるようにしている。また、研究に用いるプログラミング言語としては、標準的なC、C++に加え、PrologやLispといった記号処理言語、並列オブジェクト指向言語ABCL/1、関数型言語SML(Standard ML)がある。さらに研究室では、画像、グラフィックス処理用の独自のプ

ログラミング言語としてGPL(Geometric Programming Language)を開発している。

### 2 研究概要

我々の研究室では、画像理解、コンピュータ・ビジョンを中心に研究を行っているが、最近では人工知能、並列処理、感性情報処理に関する研究も手掛けている。研究は、以下の4つのプロジェクトに大別され、各プロジェクトは次のような研究理念に基づいて実施されている。

1. 画像理解、コンピュータ・ビジョン  
多角的情報の統合による認識・理解
2. 幾何プログラミング  
代数的制約記述に基づく幾何学的対象の表現と処理
3. 並列画像理解  
再帰トラス結合アーキテクチャによる並列画像理解
4. 感性情報処理  
制約記述に基づく感性情報の表現と処理

以下では、各プロジェクトにおける最近の研究成果を述べる。

#### 2.1 画像理解・コンピュータ・ビジョン

「多角的情報の統合」[1][2]とは、不完全、不正確な情報を複数統合することにより、解析の信頼性や精度、システムの頑健性を向上させようという考え方で、統合のための具体的アルゴリズムとして以下のようなものを開発した。

**画像入力レベル** カメラのパラメータを連続的に変化させながら撮影した多重画像を、パラメータ軸方向に解析することにより、シーンの持つ特徴を安定に抽出する。これまでの研究では、パラメータとしてカメラの絞りを变化させた多重絞りカラー画像、フォーカスを変化させた多重フォーカス画像を取り上げ、色彩情報、エッジ情報、距離情報が安定に抽出できることを示した[3][4]。

**画像解析レベル** 蓄積型計算によってデジタル画像から安定に直線を検出する方法として、 $\gamma-\omega$  Hough 変換[5]を考案し、その高精度化を行った[6]。また、多重解像度を用いた情報の統合を考える基礎として、1次元波形に対する完全離散型の尺度空間を構成するアルゴリズムを考案した[7]。さらに、情報の統合を実現するための計算方式として分散協調処理を取り上げ、SNAKESをagentとした分散協調型領域分割システムを開発した[8]。

認識・理解レベル 不完全な情報を表現する枠組みとして Dempster-Shafer の確率モデルを取り上げ、パターン分類の問題を対象として、観測情報からの信念（基本確率関数）の形成と複数の信念を矛盾なく統合するアルゴリズムを考案した [9]。

このほか、Shape from Shading の実用的応用研究として、湾曲した書籍表面を平面スキャナで撮影した画像から、書籍表面の 3 次元形状を復元し、スキャナ画像の画質改善を行う手法の開発なども行っている [10]。

## 2.2 幾何プログラミング

このプロジェクトでは、従来応用問題ごとに種々の画像処理、グラフィックス・ライブラリを用いて作成されてきた手続き型の幾何学的情報処理ソフトウェアのあり方を見直し、画像処理、グラフィックスのための統合ソフトウェアシステムを開発することを目的としている。これまでに得られた研究成果としては次の 2 つのものがある。

代数的制約プログラミング言語 GPL GPL は、拡張項書き換えを基本計算機構とした制約プログラミング言語で、画像や図形、対象の立体モデルなどといった幾何学的対象の持つ構造や相互関係を代数的制約式として宣言的に記述することにより、それらの表現や処理が統一的行える [11]。

融合幾何推論 幾何学的対象に関する推論、幾何推論には、代数的推論と論理的推論がある。融合幾何推論は、これら 2 つの推論方式を有機的に結合することにより、推論能力の向上を図ろうとするものである。我々が開発した融合幾何推論方式を用いることにより、従来の方法では証明できなかった幾何学の定理が自動的に証明できるようになった [12]。

## 2.3 並列画像理解

このプロジェクトでは、我々が考案した MIMD 型並列計算機のための基本アーキテクチャである再帰トラス結合アーキテクチャ (Recursive Torus Architecture, RTA) に基づいた画像理解用並列計算機的设计、開発および RTA を用いた並列画像解析・理解アルゴリズムの考案を目的としている。RTA は、トラス状に結合された PE (Processor Element) を結ぶ通信線上にスイッチを配置し、スイッチ切り換えによって動的、再帰的にトラスを分割できるアーキテクチャで、データレベル、コントロールレベルの 2 つの並列処理方式に基づく並列処理が可能である。これまでの研究によって以下の成果が得られている。

1. RTA の通信距離特性に関する理論的検討および、基本並列データ転送手順とそれを用いた基本並列アルゴリズムの開発 [13]
2. RTA のスイッチ切り換え・同期機構の機能設計およびハードウェア回路の設計 [14]
3. RTA を用いたデータレベル並列処理方式の検討およびそれに基づいた並列画像解析アルゴリズムの開発 [15]

(これまでに開発した並列画像解析アルゴリズムとしては、Hough 変換 [16]、連結成分のラベル付け、領域分割、quad-tree を用いた領域の表現と領域間の集合演算などがある)

## 2.4 感性情報処理

このプロジェクトは、1992 年から発足した重点領域研究「感性情報の情報学・心理学的研究」の一環として行っているもので、我々の研究室では、カラーデザインのための配色支援システムの開発を目指して研究を行っている。

我々の研究では、領域群の持つ色彩、形状、空間的配置についての関係情報を代数的制約式集合として表現し、制約式をデータとした情報処理によって、配色デザインにおける感性情報の表現と処理をモデル化することを目的としている。これまでの研究によって、領域集合の持つ色彩間の関係を表す代数的制約式集合に対して、制約充足計算を施すことによって、配色デザインを行うシステムが開発できることを示した [17]。現在は領域の形状デザイン、空間配置デザインに関する検討を進めている。

### 最近の主な発表論文

- [1] 松山：画像理解のための多角的情報の統合，第 19 回画像工学コンファレンス，pp.97-102,1988
- [2] 松山：多角的視覚情報の統合，電子情報通信学会学会誌，Vol.74, No.4, pp.349-352, 1991
- [3] 浅田，望月，松山：多重紋りカラー画像の解析，情報処理学会論文誌，Vol.32, No.10, pp.1338-1348, 1991
- [4] 浅田，藤原，松山：多重フォーカス画像を用いたエッジ検出と距離計測，情報処理学会研究会資料，93CV-84, 1993
- [5] 和田，藤井，松山： $\gamma-\omega$  ハフ変換，電子情報通信学会論文誌，Vol. J75-D-II, No.1, pp.21-30, 1992
- [6] 関，和田，松山：デジタル直線の幾何学的特性に基づいた  $\gamma-\omega$  Hough 変換の高精度化，情報処理学会研究会資料，93CV-84, 1993
- [7] T. Wada, T. Hosokawa, and T. Matsuyama: Discrete Scale Space Filtering, (submitted to ACCV'93)
- [8] 喜田，和田，松山：スネークをエッジントとする分散協調型領域分割法，電子情報通信学会研究会資料，PRU92-165, IE92-142, 1993
- [9] 松山，栗田：Dempster-Shafer の確率モデルに基づくパターン分類，電子情報通信学会論文誌，Vol. J76-D-II, No.4, pp.843-853, 1993
- [10] 浮田，和田，松山：照明光の減衰を考慮した Shape from Shading，情報処理学会研究会資料，93CV-81-2, 1993
- [11] 田中，徳永，松山：GPL: 代数的制約記述に基づく幾何プログラミング言語，第 3 回機能図形情報シンポジウム，pp.107-112, 1992
- [12] 松山，新田：論理的推論と代数的推論による幾何推論，人工知能学会誌，Vol.8, No.3, pp.336-347, 1993
- [13] 松山，青山：再帰トラス結合アーキテクチャ，情報処理学会論文誌，Vol.33, No.2, pp.212-222, 1992
- [14] 青山，山下，浅田，松山：再帰トラス結合アーキテクチャにおけるスイッチ制御機構，SWoPP 93
- [15] 松山，浅田，青山：再帰トラス結合アーキテクチャ上での並列画像解析アルゴリズムの構成，情報処理学会研究会資料，93CV-84, 1993
- [16] 青山，浅田，松山：再帰トラス結合アーキテクチャを用いた並列画像解析アルゴリズム (I)，電子情報通信学会研究会資料，PRU92-71, 1992
- [17] 松山，山口：代数的制約記述に基づく配色デザインシステム，情報処理学会論文誌，Vol.34, No.5, pp.941-953, 1993