

# 生物の神経回路と知覚機構に学ぶ 新情報処理原理の探求とその工学的応用

熊澤 逸夫 研究室

- 専門分野：画像処理、神経回路モデル、認知科学、画像符号化、パターン認識、ユーザインターフェイス、映像コンテンツの自動生成、物性を直接的に利用する計算原理
- Home Page： <http://kuma2.isl.titech.ac.jp/>



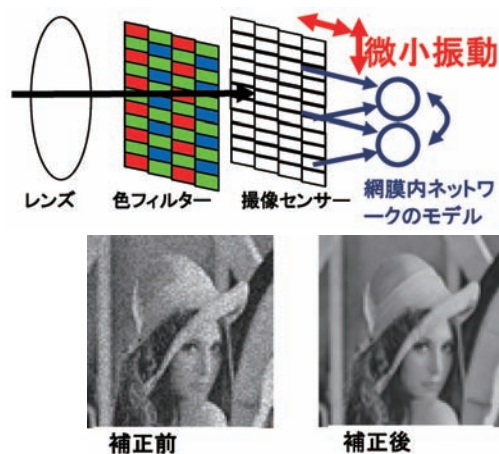
## 研究目的

パターン認識や画像理解等、人にとって容易であるが現状の計算機が苦手とする情報処理を機械が代行するためには、生物の神経情報処理や人の知覚特性を理解しながら、その背後にある計算原理を解明し、新しい情報処理方式を生み出して行くことが必要である。当研究室では、こうした観点から、生物学・心理学・物理学・情報工学を網羅する学際的なアプローチにより、神経情報処理モデル、人の知覚・認知特性、画像符号化、超並列画像処理、パターン認識、ユーザインターフェイス、物性や波動現象に基づく超並列計算に関する研究を行っている。

## 研究テーマ

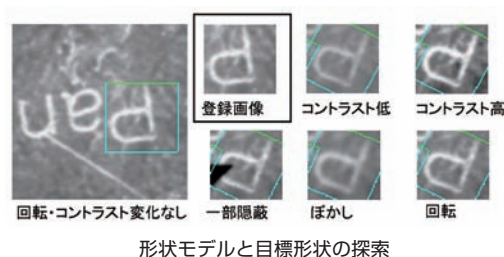
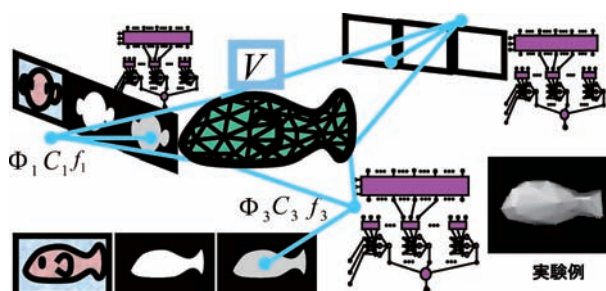
### 視細胞感度補正、エッジ検出の網膜情報処理モデルとその高精度・高機能画像センサーへの応用

視細胞は形状も大きさもまちまちで疲労の度合も細胞ごとに異なり、光学特性と感度にばらつきがあるのに、人が一様な明るさの領域を一様な明るさに知覚できるのは不思議なことである。また視細胞の解像度に限界があるのに画像内の明暗部の境界（エッジ）を滑らかに連続した線分として知覚できるのも驚くべき能力である。本テーマでは、これらの能力を探求し、固視微動と網膜内のネットワークによって感度のばらつきを補正し、高精度にエッジを検出する情報処理モデルを構築し、このモデルにより高精度に色やエッジを計測する画像センサーを開発している。



### ニューラルネットによる3次元形状自動モデリング

ニューラルネットの構造を工夫することにより、結線構造と結線重みによって3次元形状のポリゴンモデルを表わす方式を開発し、ニューラルネットの学習能力を活用して、多視点画像から3次元形状のポリゴンモデルを自動構築する方式を開発している。またこのニューラルネットを利用して、3次元CADデータやレンジファインダ（距離計測器）から得られる3次元形状データから、その形状を効率良く表すポリゴンモデルを自動生成する方式を開発している。

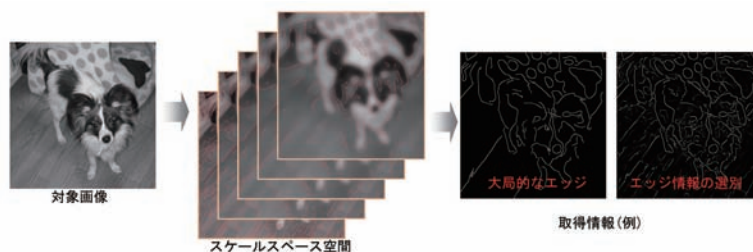


## 形状モデルを用いた画像中の目標物体自動探索方式

FAにおける生産ラインの自動化、画像計測による製品の自動診断、ロボットの視覚のために、映像中の目標物体を背景から分離して検出する手法、映像中の目標物体を高速探索する手法が求められている。こうした要求に応えるために本テーマではニューラルネットワークや各種形状モデルを使って画像中の目標物体を探索、抽出する方式について研究している。

## 視知覚上重要な画像成分を優先して符号化する画像符号化方式

画像符号化において情報の損失によってもたらされる画像の誤差は人の視知覚上最も目立たない成分に対して発生することが望ましい。このため画像符号化の研究と視覚特性・視覚心理に関する研究は密接に関連しあっている。本研究では、画像内のエッジに視知覚上の重要



性に応じて優先順位を付け、通信路容量の制限によってロスの発生が避けられない場合には、優先順位の低いエッジから切り捨てて行くことで、圧縮率を高めても画質が維持される画像符号化方式を開発している。

## 触覚増強機構を備えたユーザインターフェイスによる機器の操作性向上

右図上部に触覚情報提示用のユーザインターフェイス制御基板を示す。高速性と柔軟性を兼ね備えている。高速性により、カーソルの素早い動きに対して遅延なく触覚情報提示装置を駆動して、ユーザのポインティングデバイス操作を触覚的にガイドできる。また柔軟性により様々なインターネットコンテンツに対応して触覚情報提示装置の駆動方法を変更できる。右図下部には上記ユーザインターフェイス制御基板を利用して触覚情報を提示するポインティングデバイスを示す。モータで駆動されるホイールがユーザの指の皮膚を擦って触覚刺激を与える。ホイールの駆動量は連続的に制御できる。またホイールの回転方向も制御できる。



## ボトムアップ処理とトップダウン処理を融合した次世代画像認識手法

人は、画像情報を物理的には光の強度として検出した後、様々な感覚系・神経系の情報処理を経て、最終的には認知のレベルで事物の名前やその相互関係の理解に至り、合理的な行動へと反映している。その過程では物理的情報を認知レベルの情報へ変換するボトムアップ処理と認知レベルの情報に基づき物理レベルの処理を調整・フィルタリングするトップダウン処理が同時進行していることが知られている。本テーマではこの人の情報処理の仕組みをヒントとしてボトムアップ処理とトップダウン処理を融合した新しい画像処理・認識手法を開発している。

## 教員からのメッセージ

本研究室では、工学、物理学、情報科学、認知科学、生理学、数学と学際的に多分野が関わる研究テーマを扱っている。所属してからの研究は、こうした分野の学問を学びながら、構成した理論や手法をプログラミングを通じて検証する形式を取る場合が多い。最も重要なことは研究課題に興味と意欲を持って取り組んで頂くことである。

### 参考文献

1. 熊沢逸夫: 学習とニューラルネットワーク, 森北出版 (1998)
2. Itsuo Kumazawa: Compact and parametric shape representation by a tree of sigmoid functions for automatic shape modeling, Pattern Recognition Letters, Vol.21, pp.651-660 (2000)
3. Itsuo Kumazawa: Target tracking by matching shapes represented by compact trees of sigmoid functions, Pattern Recognition Letters, Vol.21, pp.661-675 (2000)
4. Masaki Ishii and Itsuo Kumazawa: Linear Constraints in Weight Representation for Generalized Learning of Multilayer Networks, Neural Computation, Vol.13, No.12, pp.2851-2863 (2001.12)