

# 自己組織化マップを用いた進化型自律学習ロボットの研究

(知能情報システム学) 金子はる奈

## 1. 緒言

近年、ロボット開発は、急激に発達しつつある。SONY の AIBO を始めとするペット型ロボットや HONDA が開発した ASIMO などのヒューマノイド型ロボット、また家庭で使えるようなお掃除ロボットや留守番ロボットなど、次々と新しいものが生み出されている。しかし、これらのロボットの大部分は、人間によって与えられた行動しか出来ず、周りの状況が複雑になればなるほど、人間が何らかの行動を与えることが難しくなる。

本研究では、人間が全て行動を指示するのではなく、自ら学習し行動するロボットを作ろうというものである。自己組織化マップ(Self-Organizing Map, 以下、SOM)、ニューラルネットワーク(以下、NN)、遺伝的アルゴリズム(以下、GA)の3つのシステムを使う。カメラからキャプチャされた画像に何が映っているかの判断にSOMを用い、またロボットの行動はNNにおいて決定し、GAを用いて結合荷重 $w$ を進化的に獲得する。

## 2. 方法

開発環境として使用したOS は、Microsoft 社の Windows2000 で、マシンはGateway(K7-650)を使用し、CPU(Athlon)は650 MHz、メモリは128 MBである。プログラミング言語として、Microsoft 社のVisual C++6.0を用いた。

実験環境を図1に示す。床と壁は白い模造紙で覆い、発砲スチロールで出来た赤・青・緑の四角柱のターゲットをおいた。さらに、床には各色のおりがみを置き、最終的に同じ色の床にターゲットを運ぶことを目標とした。

ロボットは、スイスローザンヌ連邦工科大学のマイクロコンピュータ・インターフェース研究所で開発されたKhepera を用いた。このロボットには左右独立した車輪がついており、自由に動き回れる。さらに、オプションのグリッパー - も取り付けた。カメラはKEYENCEの超小型 CCD-CAMERA(CK-200)を用いた。

本実験で使用する SOM とは、T.Kohonen により 1981 年頃に発表された教師なし学習ニューラルネットワークで、入力パターン群をその類似度に応じて分類する能力を自律的に獲得していくものであり、似たもの同士を同じクラスに分類してくれるものである。NN とは、人間の脳の構造を真似て作った情報処理機構である。人

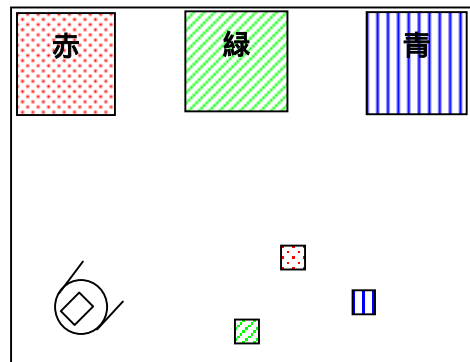


図1.実験環境

ビデオキャプチャによる画像取得  
(カラーでモザイク化する)

SOM(自己組織化マップ)で画像処理  
(壁・床・ターゲットの色を区別)

NN(ニューラルネットワーク)の計算

入力： SOM マップ (6×8) 内部状況 (3)  
出力： モータ LR (2)、グリッパー (1)  
(結合荷重 $w$ を進化的に獲得する)

ターゲットの色を区別し、同色の床に運ぶ。

図2.実験フローチャート

間の脳は、「ニューロン」と呼ばれる神経細胞の組み合わせた構造(神経回路網)で構成されている。この構造をまねることで、人間の得意とするような、パターン認識や、連想記憶などの処理を効率良く行うことができる。最後に GA とは、生物の世界にある遺伝の法則をまねて作られたもので、交叉や突然変異を繰り返して、複数の解を遺伝的に変化させながら、より良い解を求めていくものである。

実験の流れを図 2 に示す。まずカメラから、画像(320×240、図 3 左上)を取得し、画像下半分をモザイク化(16×6、図 3 右上)する。次に、得られたモザイク画像が

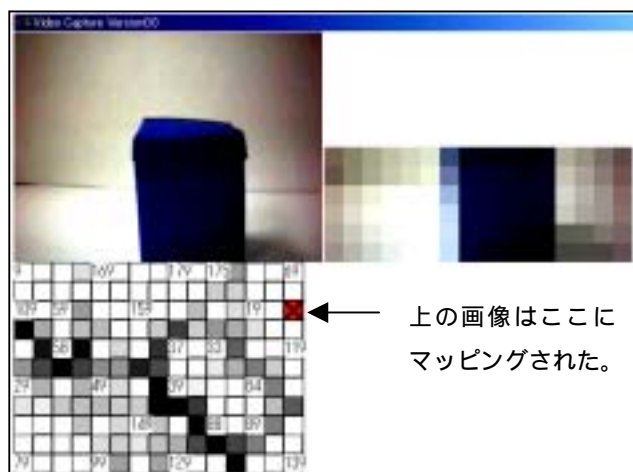


図 3.キャプチャ画像とモザイクと SOM の例

SOM (図 3 左下)上でどこにマッピングされるかを見る。このマップは予め撮影したサンプル画像を分類するよう学習させている。マップ上の数字はサンプル画像番号を表す。マップの濃淡は分類されたサンプル画像の類似度を表し、薄い色ほど似かよった画像である。次に SOM での参照ベクトルとの距離を入力値として、NN を計算し、その結果を出力値として、左右のモータとグリッパーに出力する。これを受けて、ロボットはターゲットを掴み、同じ色の床に運ぶということ学習する。

### 3. 実験

#### 3-1. 予備実験

予備実験として、ロボットに壁の回避行動を学習させた。入力層と出力層の 2 層 NN を使い、結合荷重  $w$  を GA を用いて進化的に獲得する手法をとった。入力値は赤外線センサ(8 個)、出力値は左右のモータ(2 個)とした。1 世代 25 個体で、1 つの個体に対し最大 1000STEP として実験を行った。評価関数については、前進している、その場回転していない、前に壁がない場合加点し、壁にぶつかったら減点した。最終的に、壁回避行動を獲得した。

#### 3-2. 本実験

本実験として、図 2 に示す通り、SOM、NN、GA という 3 つのシステムを使い、ロボットが学習により、ターゲットの色を見分け、決められた場所に持っていくという行動の獲得を目指した。1 世代 50 個体で、1 つの個体に対し最大 200STEP として実験を行った。評価関数については、ターゲットをキャッチした、ターゲットを同じ色の床に置いた、画面にターゲットが映っていた場合は加点した。逆に、ロボットが小さく回転・後退・停止し続けている、画面からターゲットが消えると減点した。実験の詳細な結果は卒論発表会で報告する。

### 4. 結言

SOM、NN、GA という 3 つのシステムを使うことにより、ロボットがターゲットの色を見分け、決められた場所にもっていきという行動を獲得するための実験を行った。本実験では、評価関数が重要なポイントである。これが実験を左右するカギであり、これによって結果が大きく変わってくる。評価の仕方次第でもっと早く最適解を求められる可能性があるため、今後検討する必要がある。