

米元研究室の紹介

米元 聡

Satoshi YONEMOTO

九州産業大学 情報科学部 情報科学科

Department of Information Science, Faculty of Information Science, Kyushu Sangyo University
http://www.is.kyusan-u.ac.jp/~yonemoto/

1. はじめに

近年、ハードウェアの進歩や機械学習の分野で数十年に一度のブレイクスルーといわれるディープ・ラーニング(深層学習)の進展により、ニューラルネットワークをベースにした機械学習の実問題への応用・開発が進んでいる。ニューラルネットワーク、進化(的)計算などは、いわゆるソフトコンピューティングと呼ばれる分野に属し、複雑な事象の研究・モデル化・解析を行うために利用され発展してきた。米元研究室では、現在ニューラルネットワークに関する研究は行っていないが、この機械学習に関連するトピックの1つである、「遺伝的アルゴリズム」を第1期生の卒業研究から用いており、関連がある。今回、それらの研究内容についていくつか紹介したい。

2. 卒業研究の紹介

2.1 卒業研究のテーマ

米元研究室では、これまでコンピュータビジョン、画像処理、拡張現実感、進化計算などの要素技術を用いたシステムの開発、ツールの開発を卒業研究のテーマとして取り上げている。米元研究室では、特にプログラム開発(実装、実験)に力を入れており、論文指導、プレゼン指導などの時間よりもプログラム開発の指導に要する時間が長いのが特徴である。このような方針をとっているのは、自ら考えた研究のアイデアをシステムや実験に関するプログラムの形で完成させる喜び・達成感を味わってほしいという思いからである。

学部の学習対象のプログラミング言語は Java であるが、Java のみでは上記のテーマに関する実験やシステム開発を行うのは難しいため、言語 C++を研究室の指定言語としている。そのため、3 年前期のゼミ(情報科学演習 I)において、ゼミ生全員が C++の基礎を学習する機会を設けている(Java 言語を既に習得しているため、C++の習得は Java との違いを中心に解説するだけでよい)。今回紹介する遺伝的アルゴリズムを扱う研究テーマの学生は、Java、C++のどちらを用い

てもよいルールにしており、各自のテーマに応じて使い分けを行っている。例えば、画像処理への応用の場合は C++、機械学習のシミュレーションが目的の場合は Java を用いる。ちなみに米元研究室では、4 年前期の 5 月末まで共通のプログラミング研修(ビジュアルタグの生成・認識プログラムの実装)を行った後、取り組みたい研究テーマを指導教員と相談の上、6 月末までに決定することになっている。

2.2 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) とは

遺伝的アルゴリズムとは、「遺伝子の選択、交叉、突然変異を繰り返し、環境に適合した優秀な個体を残す」という生物の進化の過程を模倣したアルゴリズムであり、GA と略して表されることが多い。このアルゴリズムはいわゆる最適化問題や機械学習の問題を解決する汎用のアルゴリズムとして用いられる。このアルゴリズムでは、まず問題の解の候補となる遺伝子の個体を初期集団として複数用意する。そして、各個体の適応度を求めていく。適応度とは、遺伝子の度合いを数値で表したものであり、この適応度が高い個体が生き残ることで、次の世代の遺伝子をより優秀な個体へと置き換えていくことができる(図 1)。各種問題の解の候補を遺伝子のコード(ビット列)として表せ、適応度という数値で解のよさを評価することができればどのような問題にも適用できる便利さが魅力である。また、学生の卒業研究のトピックという観点からみると、遺伝的アルゴリズムは確率・統計などの予備知識がほとんどなくとも使える点、比較の実装も容易である点が魅力である。

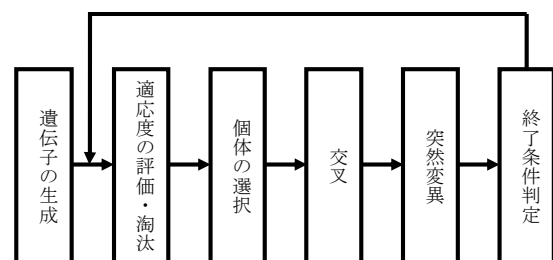


図 1: 遺伝的アルゴリズムの流れ

2.3 遺伝的アルゴリズムに関する卒業研究の紹介

米元研究室において、これまで GA を扱った卒業研究のテーマは以下の 13 件である。うち、2 名(上田 貴之、矢野 翔太郎)は独自のスキルで GA の実装を行い、残り 11 名は、研究室共通の GA 開発キット(サンプルのソースコード)を用いて実装、実験を行った。平成 17 年度～平成 24 年度は、GA を画像処理への応用に用いる場合がほとんどで、こちらはパラメータ推定器としての利用がメインであった。平成 25 年度以降は、進化計算の枠組みの中で GA を行動学習に利用する研究にシフトしており、こちらは学習器としての利用である。次のセクションでは、この 2 つの利用方法に分けて具体的な研究成果について紹介する。

【平成 27 年度】

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いたアクションゲームの自動解法」(菅河 雅哉)
- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いたフォトコラージュの自動生成」(奥田 司)

【平成 26 年度】

- ・ 「車両エージェントの衝突回避行動の推定に関する研究」(川崎 雅也)

【平成 25 年度】

- ・ 「アクションゲームへの遺伝的アルゴリズムの適用」(磯野 貴博)

【平成 24 年度】

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた台形補正の自動化」(豊福 慧)

【平成 23 年度】

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた白線検出とその応用」(稲光 永吉)
- ・ 「ゲームキャラクターの行動決定問題への遺伝的アルゴリズムの適用」(古賀 裕也)

【平成 21 年度】

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた画像内の直方体認識」(田中 宏並)
- ・ 「エージェントの障害物回避タスクへの遺伝的アルゴリズムの適用」(矢野 翔太郎)

【平成 20 年度】

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた画像内の道路標識認識」(山内 遥平)
- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた対称物体領域の抽出」(椋本 学)

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた文字の傾き補正」(坂本 雅紀)

【平成 17 年度】

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた二次元図形の抽出とジグソーパズルへの応用」(上田 貴之)

2.4 遺伝的アルゴリズムを用いたパラメータ推定

パラメータ推定とは、主に制御系などのシステムにおいてシステム・パラメータが未知の場合にそれを推定する方法のことであり、本研究室で扱う画像処理の分野においては、仮定したモデルについて画像から観測(抽出)される画像特徴などの観測データを使ってそのモデルの係数パラメータを推定することを意味する。例えば、図形のモデルを用意し、画像中のエッジなどの観測データに対し、そのモデルがうまくあてはまる位置、姿勢、大きさなどのパラメータを推定する例があげられる。このパラメータ推定に GA を適用した研究例を 2 つ紹介する。研究の新規性、GA の必要性という点では、いまひとつであるが、卒業研究としては十分に興味深い結果が得られたと考えている。

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた白線検出とその応用」(稲光 永吉)

2 本の線からなる 3 次元道路モデルおよび画像中の白線のエッジ情報をもとに 3 次元位置・姿勢の推定を行い、道路に矢印などの 3 次元アノテーション情報を投影する、一種の拡張現実感のための要素技術に関する研究(図 2)。

- ・ 「遺伝的アルゴリズムを用いた対称物体領域の抽出」(椋本 学)

2 組の矩形から成る矩形モデルを用いて画像中に存在する対称物体を求める研究。矩形モデルが「対称」な図形に重なる場合に適応度が高くなることをどう定義するかがポイント(図 3)。

この他、パラメータ推定器として GA を利用している研究がいくつかあるが省略する。

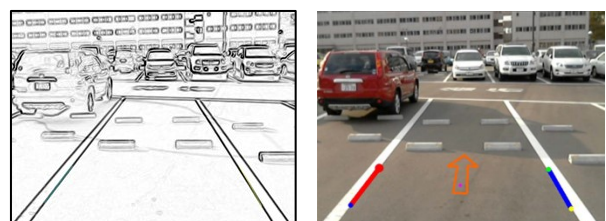


図 2: 遺伝的アルゴリズムを用いたパラメータ推定(白線検出)

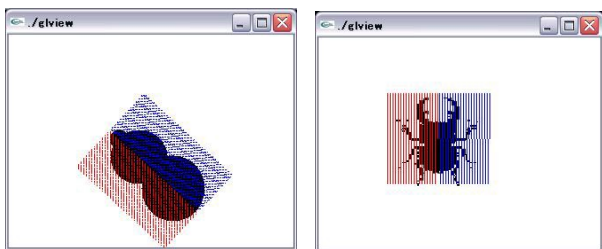


図 3: 遺伝的アルゴリズムを用いたパラメータ推定(対称物体の抽出)

2.5 遺伝的アルゴリズムを用いた行動学習

ここで行動学習とは、いわゆるエージェントが与えられたタスクを実現するための行動を自ら学習する技術を意味する。「Mario AI」[1]というアクションゲームを解く人工知能エージェントに関する国際コンテストが2009年頃実施され、一時ブームとなっていた。A*アルゴリズムや、ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズムなど様々なアルゴリズムが人工知能のエンジンとして用いられ、共通の開発プラットフォームのもとでその行動学習の能力を競い合う内容となっている。本研究室では、このブームの波に乗れなかったが、これまで遺伝的アルゴリズムを画像処理に応用してきた経緯から、本研究室でも基礎的なことから検討を始めることになった(オープンキャンパスでの出し物としての検討がきっかけである)。まず、「ゲームキャラクターの行動決定問題への遺伝的アルゴリズムの適用」(古賀 裕也)、「エージェントの障害物回避タスクへの遺伝的アルゴリズムの適用」(矢野 翔太郎)などの研究で行動学習を扱っている。最近の卒業研究では、Mario AIのようにアクションゲームなどの行動学習を多少意識した研究を扱うようになってきている。「アクションゲームへの遺伝的アルゴリズムの適用」(磯野 貴博)および「遺伝的アルゴリズムを用いたアクションゲームの自動解法」(菅河 雅哉)(図4)、「車両エージェントの衝突回避行動の推定に関する研究」(川崎 雅也)(図5)。これらの研究では、エージェントの能力を遺伝子コードとして、知覚—行動に関するテーブルとして表現する。具体的には、ある知覚を観測したらどのような行動を行えばよいかという知覚—行動のルールのことを意味する。知覚のバリエーション(ビット数)が多いほど、膨大なテーブルが必要となる。また、タスクの達成率を適応度として表現し、タスクを達成できる(アクションゲームならゴールにたどり着ける)遺伝子コードを獲得することが行動学習ということになる。アクションゲームの自動解法、

車両エージェントの衝突回避行動の獲得は基本的に同じアルゴリズムを用いて実現している。車両エージェントの(衝突回避)行動の獲得は、実ロボットを用いて実験できると面白いが、これは今後の課題である。卒業研究で実現したシミュレーションでは、行動がハンドル操作に相当する、左右30°回転、あるいは前進の3種類、知覚が5つの障害物知覚センサーの値と簡易なものとなっている。

ちなみに、筆者の研究でも進化計算を扱っており、この卒業研究をベースに、行動系列の学習までさらに拡張した学習方式を提案している[2]。1つの知覚に対して1つの行動しかとることができない従来型の行動学習を改良し、行動の系列をテーブルに記憶できるようにした。しかし、アクションゲームへの適用はまだ行っておらず、機会があれば学生の研究テーマとして今後検討してみたい。また、この研究発表を行った国際会議において、Mario AIの主催者が招待講演で出席しており、意外にもタイムリーな話題であったことを付け加えておく。

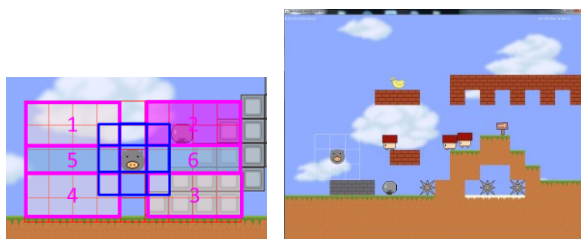


図 4: 遺伝的アルゴリズムを用いた行動学習(アクションゲームの自動解法)

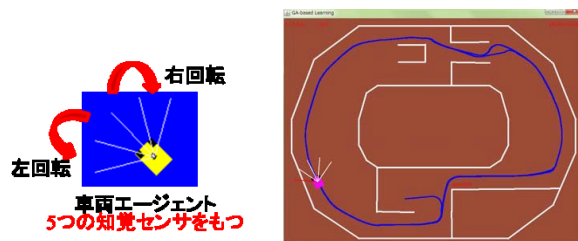


図 5: 遺伝的アルゴリズムを用いた行動学習(車両エージェントの衝突回避行動)

3. 今後の卒業研究

これまで米元研究室では、画像処理や拡張現実感を中心のテーマとして卒業研究を行ってきたが、今後は進化計算についての研究テーマを積極的に増やしていく予定である。特に、拡張現実感には学生に人気の

高いテーマであるが、技術自体の実用化も進みやりつくされた感がある。早速、昨年度(平成 27 年度)より、「遺伝的アルゴリズムを用いたフォトコラージュの自動生成」(奥田 司)[3]というテーマで、進化計算を用いたレイアウトの自動生成に関する研究を開始したところである(図 6)。図に示すようにユーザが手書きしたスケッチをもとにパーツ画像を組み合わせて様々なコラージュ画像を自動生成することができる。当初、記事に関するレイアウト生成を、GA を用いて実現しようとしたが、最終的にフォトコラージュへの応用になった。GA を用いれば人間の発想では、思いもよらなかったコンテンツが自動的に生成される可能性があり、非常に興味深い。人工知能は難しそうだが、コンテンツの自動生成技術には興味がある、という学生も多い。このような技術は近年のゲーム開発分野では「プロシージャル技術」として注目され、クリエイターの仕事を奪ってしまいそうな勢いがある。この技術と進化計算のアイデアを組み合わせることでより興味深い技術になると期待している。また、アクションゲームの自動解法で扱った行動学習についても実問題に活かせないか検討しているところである。



図 6:進化計算を用いたレイアウト生成

4. おわりに

本稿では、米元研究室の卒業研究、特に遺伝的アルゴリズムを研究テーマで扱った卒業研究について紹介した。約 10 年間、卒業研究を指導してきたが、取り

扱うテーマの内容はあまり変化していない。Android に代表されるモバイル向けアプリの開発(Google Map API の利用)が研究テーマとして増えたくらいである。進展の早い IT を扱う研究室としては、やや意外な感じがするが、研究室の設備を 1 期生の頃と比べると、Android 端末、タブレット端末が増えた程度であったことから納得できる。今後はやはり人工知能が長期のブームになると考えられ、本研究室でも進化計算を中心に人工知能にかかわる技術を研究テーマとして扱っていきたい。知能系の研究テーマは、数学(特に確率・統計、幾何学)、コンピュータグラフィックス、物理などの知識が必要なが多いが、学生は、研究室に配属されるまでにそれほど学んでいない場合がほとんどで、それらの習得にもそれなりの時間がかかるようである。その意味で研究の難易度としては比較的高い方であり、卒業研究を研究成果として公開できるレベルにまで持っていくには本人の相当な努力が必要である。大学院まで進学して研究を行うことでようやくこのテーマの面白さがわかってくるのではないかと考える。より興味をもってもらい、大学院への進学者が増えることを期待している。

参考文献

- [1] Julian Togelius, Sergey Karakovskiy, and Robin Baumgarten, The 2009 Mario AI Competition, *Evolutionary Computation (CEC)*, 2010.
- [2] Satoshi Yonemoto, GA-based Action learning, *7th International Conference on Evolutionary Computation Theory and Applications*, pp.293—298, 2015.
- [3] 奥田司, 米元聡, 進化計算を用いたレイアウト生成, *火の国情報シンポジウム 2016*, 6C-5, 2016.