

進化計算への招待

小林 重信
Shigenobu Kobayashi

東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻
Department of Computational Intelligence and Systems Science, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology
kobayashi@dis.titech.ac.jp

1. はじめに

進化計算学会は、2010年4月に誕生したばかりの新しい学会です。学会に限らず、何らかの目的をもった組織が誕生するまでには、それなりの歴史があるもので、まずは本学会誕生の経緯^{*1}を述べたいと思います。

2007年秋、同志社大学の廣安知之先生を始めとする諸先生のご尽力により、学会横断的な研究組織としての進化計算研究会が発足しました。研究会最初の活動として、2007年12月27(土) - 28(日)に北海道洞爺湖で進化計算シンポジウム2007(実行委員長: 室蘭工業大学 渡邊真也先生)が開催されました。

2008年12月20(土) - 21(日)、北海道登別で進化計算シンポジウム2008(実行委員長: 室蘭工業大学 渡邊真也先生)が開催されました。シンポジウム開催直後の2009年1月 - 2月、進化計算研究会幹事会のメーリングリスト上で、年1回の泊まり込み形式の進化計算シンポジウムを補完する機能の必要性が議論されました。

その結果を踏まえて、進化計算研究会の主導のもとに、2009年4月、人工知能学会第2種研究会として進化計算フロンティア研究会が発足することになりました。

2009年12月19(土) - 20(日)、沖縄で開催された進化計算シンポジウム2009(実行委員長: 琉球大学 名嘉村盛和先生)の最中に開催された進化計算研究会総会において、研究会から学会へ移行すること、オンラインジャーナルを刊行することなどが申し合わされました。

2009年1月 - 3月の準備期間を経て、進化計算研究会の自然なカタチでの発展として、2010年4月に進化計算学会が発足することになりました。

2010年6月8日(土)、進化計算学会創設記念シンポジウムが東京工業大学大岡山キャンパスで開催され、学会組織としての最初の活動が開始されました。

学会創設前からオンラインジャーナルの刊行に向け準備を進めてきました。その後いくつかの紆余曲折を経て、2010年11月8日(月)、進化計算学会論文誌の創刊号を刊行する運びとなりました。当初の予定よりやや遅れ

ましたが、論文誌の刊行によって本学会は本格的な活動を開始することになりました。

以下では、進化計算に関する魅力を述べた後、進化計算学会の目的と特徴、進化計算学会論文誌の基本方針、進化計算シンポジウムと進化計算フロンティア研究会の役割を述べさせていただきます。

2. 進化計算の魅力

進化計算(evolutionary computation)の一般的な枠組みを図1に示します。現世代の集団から子個体生成のための親個体群を選ぶことを複製選択(selection for reproduction)、次世代に残す個体群を選ぶことを生存選択(selection for survival)、複製選択と生存選択を合わせて世代交代モデル(generation alternation model)といいます。子個体生成の主オペレータは交叉(crossover)ですが、副オペレータとして突然変異(mutation)やローカルサーチを併用することもできます。世代交代を繰り返して、できるだけ良質な解を求めようというのが進化計算の基本的な考え方です。

図1は、進化計算の枠組みであることに留まらず、生物・人間・組織・社会の挙動に共通するきわめて普遍的な枠組みでもあります。進化計算の観点から、人間・組織・社会の営みについて深く考察することができるし、その逆もいえます。最高次の知的活動といえる科学的、工学的あるいは創造的な行為でさえ、図1の枠組みに基づいていると言えます。このように、枠組みの普遍性が進化

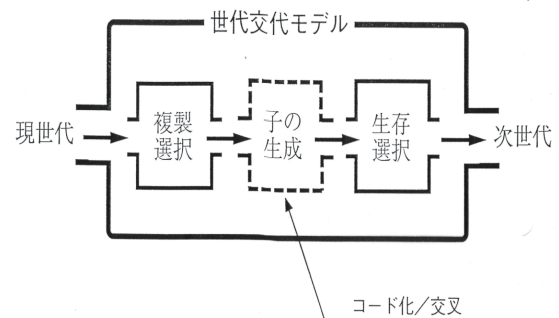


図1 進化計算の一般的な枠組み

^{*1} 学会発足に至るまでの経緯は、廣安知之先生(同志社大学)が本号に寄稿されている「これまでのシンポジウムを振り返る」に詳しく書かれているので、そちらもご参照ください。

計算の第一の魅力といえます。

進化計算の第二の魅力は、最適化手法としての汎用性・頑健性・経済性にあります。パラメータが連続的な値を取る実数値関数の最適化は関数最適化と呼ばれます。関数最適化に対する伝統的な接近法である非線形計画手法では目的関数と制約関数の連続微分可能性や凸性が仮定されます。しかし、進化計算では連続微分可能性や凸性の仮定は必要としません。関数を明示的に与える必要もありません。解の実行可能性と実行可能解の優劣に関する序数的判断だけが与えられれば十分です。

関数を明示的に与えないで、解の取舍選択はユーザの選好判断に委ねるという考えに基づく手法が対話型進化計算 (interactive evolutionary computation) です。これは人為選択 (artificial selection) を地で行くようなものであり、感性的な価値判断を必要とする分野ではさまざまな取り組みが行われています。

進化計算は、組み合わせ最適化のさまざまな問題クラスに対して有効な枠組みとして広く研究されています。近年、大域的探索能力に優れる Genetic Algorithms と局所的探索能力に優れるローカルサーチを適切に組み合わせることにより、組み合わせ最適化において高い性能を示す手法^{*2}の開発が盛んになっています。

伝統的な最適化分野では、目的関数は単一であることを前提として、解法が構築されてきました。このため、目的関数が複数ある場合には、もっとも重要と思われるものを目的関数に設定し、残りは制約条件に埋め込むか、または目的関数間のトレードオフ比を定めて、単目的化するという方法がとられてきました。解法の都合上、ユーザは大きな制限を課されてきたといえます。

これに対して、集団で解を探索する進化計算の特徴を生かして、多目的最適化手法としての進化計算の進歩には著しいものがあります。特に、近年多数目的最適化に対する研究が盛んになり、工学設計の分野では大きな期待が寄せられているように思います。多目的最適化の解概念であるパレート最適解は目的関数空間上での優越関係によって定義されているために、手法およびその評価に関する研究が目的関数空間上での挙動に偏る傾向があるように思います。工学設計では、目的関数空間上だけでなく、変数空間上での解の挙動が重視される場合が多く、両者のバランスを考慮した手法の開発はこれからは重要になると思います。

進化計算は、並列計算との親和性がきわめて高いことも実用上重要な特徴のひとつといえます。集団の多様性維持の観点から世代交代モデルを並列化する研究も盛んですが、単純に生成子個体の評価を並列化するだけで並列計算のメリットを十分引き出すことができます。従来、ベンチマークを用いた性能評価では目的関数の評価回数が主とされてきましたが、これからは良質な解を得るまでに必要とされる世代数 (実時間) が手法を評価する基

準になると思われます。その場合、進化計算手法は既存手法と比べて非常に有利な立場に立つと期待されます。

進化計算の特徴は、1) 集団の多様性を生かした多点探索法であること、2) 交叉による子個体生成は、親個体群を用いた適応的近傍探索であること、3) 局所解の乗り越えにおいて優れていること、4) 世代交代モデルの設計の自由度が高く、単目的最適化から多目的最適化まで広い問題クラスを扱えること、5) 目的関数の勾配情報を必要としない直接探索法であること、6) 目的関数の値は序数的に利用するだけであり、対話型解法として利用できること、7) 並列計算との親和性がきわめて高いこと、などに要約されると思います。これらの特徴が最適化手法としての進化計算を魅力的なものにしているといえます。

3. 進化計算学会の目的と特徴

進化計算学会は、進化計算に関する研究の推進および知識の普及を図り、学術の発展に寄与することを目的としています。本学会は、1) 進化計算学会論文誌の発行、2) 進化計算シンポジウムの開催、3) 研究の奨励および研究業績の表彰、4) 関連学術団体との連携協力などを主な事業として実施しています。

本学会は、進化計算という普遍性の高いパラダイムの分野横断的・学会横断的な特徴を大切にしていきたいと考えています。そのため、学会員から会費を徴収していません。進化計算に関心のある社会人 (研究機関などに在籍する研究者・技術者など) や学生であれば、基本的に誰でも^{*3}本学会に入会することができます。同じ考えから、本論文誌は無料で誰でも^{*4}閲覧することができます。

本学会の管理運営は、すべて学会員によるボランティアベースで行われています。したがって、専任の事務職員を配置した固定の事務局は置いていません^{*5}。

表1に、2010年度の本学会の役員一覧を示します。理事会は、原則として、メール上で開催することとし、年1回開催の進化計算シンポジウムのときのみ顔を揃えての会合を持つことにしています^{*6}。

外に開かれた学会であるという特徴を維持して、学会の運営に当たっていきたくております。ご意見やご要望などございましたら、office@jpnsec.org までメールでお寄せいただくようお願いいたします。

*3 ただし、入会の承認は理事会の審議事項になっています。

*4 閲覧資格の制限はありません。

*5 ただし、郵便または電話でのやりとりが不可欠な状況に対応するために、機能をこれらの業務に限定した事務局を東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻事務室内におかさせていただいています。

*6 メール上での会合は、時間が掛かるのが欠点ですが、議論が徹底して行われ、合理的な意思決定を行えるという利点を享受しています。

*2 memetic algorithms とよばれることもあります。

表 1 2010 年度進化計算学会役員

理事	小林 重信 (東京工業大学)	会長, 編集長
"	石淵 久生 (大阪府立大学)	表彰, 会長補佐
"	伊庭 斉志 (東京大学)	編集
"	小野 功 (東京工業大学)	web
"	大林 茂 (東北大学)	シンポジウム 2011
"	高木 英行 (九州大学)	シンポジウム 2010
"	廣安 知之 (同志社大学)	総務, 会長補佐
"	村田 忠彦 (関西大学)	国際
"	吉川 大弘 (名古屋大学)	web
"	渡邊 真也 (室蘭工業大学)	会計
監事	佐藤 浩 (防衛大学校)	監査
"	棟朝 雅晴 (北海道大学)	監査

表 2 2010 年度論文誌編集委員会委員

委員長	小林 重信 (東京工業大学)
委員	伊庭 斉志 (東京大学)
"	小野 功 (東京工業大学)
"	筒井 茂義 (阪南大学)
"	半田 久志 (岡山大学)
"	村田 忠彦 (関西大学)
"	渡邊 真也 (室蘭工業大学)

表 3 進化計算シンポジウムの活動

第 1 回	2007 年 12 月 27 日-28 日	北海道 洞爺湖
第 2 回	2008 年 12 月 20 日-21 日	北海道 登別
第 3 回	2009 年 12 月 5 日-6 日	沖縄県 那覇
第 4 回	2010 年 12 月 18 日-19 日	福岡県 久山

4. 進化計算学会論文誌の方針

進化計算学会編集委員会は, 進化計算に関する基礎・手法・応用について, 新規性または有用性が十分あり, かつその裏付け (客観性) が十分あると認められる論文を査読規定にしたがって採録し, 進化計算学会論文誌に掲載します. 本論文誌がオンラインジャーナルであることの利点を生かすために, 採録後速やかに web にアップする方針であります.

近年, インターネットの普及に伴って, 論文の著作権の扱いが重要な問題となりつつあります. 自らの著作物であっても, 本学会以外の組織 (学会, 出版社など) に対して著作権を譲渡している場合には, 類似した内容の論文を本論文誌に投稿することはできないので, 注意してください. ただし, 著作権を譲渡した著作物と内容的に 30 % 以上の差異がある場合は, 本論文誌に投稿することができます.

投稿論文と類似した内容の論文を他学会の論文誌などに投稿することはできません. また, 他学会の論文誌などに投稿中の論文と類似の内容の論文を投稿することはできませんので, ご注意ください.

投稿論文の執筆に際しては, 1) 他人の著作権の侵害や名誉毀損の問題が生じないように配慮すること, 2) 公表された著作物を引用するときは, 必ず出典などを明示すること, 3) 万一, 執筆内容が第三者の著作権を侵害するなどの指摘がなされ, 第三者に損害を与えた場合, 執筆者がその責任を負うこと, などに留意していただくようお願いいたします.

本論文誌では, 本来の論文誌である性格に加えて, 会誌としての性格も重視していきたいと考えています. 招待論文, 解説, 討論, 寄せ書きなどの記事を積極的に企画・掲載していく方針であります. 表 2 に, 2010 年度の編集委員を示します. 本論文誌に対してご意見やご要望などございましたら, editor@jpnsec.org までメールでお寄せいただくようお願いいたします.

本論文誌は, 当初, 科学技術振興機構 (JST) の JStage を利用したオンラインジャーナルの刊行に向けて準備を

進めてきましたが, 諸般の事情から, JStage の利用は暫く見合わせざるを得ないことになりました. そこで, 自前でオンラインジャーナルを立ち上げることにし, 編集委員の小野功先生 (東工大) が中心となって作業を進めてまいりました. 本論文誌が提供する内容と体裁は, できる限り JStage に合わせてあります. したがって, 近い将来, JStage への移行は円滑に行えると思っております.

5. 進化計算シンポジウムの役割

表 3 に, 本学会およびその前身の進化計算研究会の主催で開催されたまたは開催予定のシンポジウムの開催時期・場所の一覧を示します. 毎年 12 月に都会から離れた日帰りできない場所で開催されています.

進化計算シンポジウムは, 泊まり込みであることに意義があります. 毎年, 年末の忙しい時期であるにも関わらず, 100 名近くの参加者があり, 我が国における進化計算研究者の最大の交流の場になっています. 本シンポジウムの雰囲気や成果については, 同志社大学の廣安知之先生が本号の寄せ書き「これまでのシンポジウムを振り返る」の中で, 写真入りで詳しく書かれていますので, ご参照ください. 進化計算シンポジウムの良き伝統はこれからも維持されるものと期待しています.

6. 進化計算フロンティア研究会の役割

上述の進化計算シンポジウムは, 全国大会と呼ばれるものに相当します. 100 名余りが泊りがけで参加するシンポジウムは, その準備のための期間や作業を考えると, 年 1 回開催が限度といえます.

しかし, 進化計算の研究者, 特に若手の研究者にとっては, 年に何回か, タイムリーに発表できる場が提供されることが望ましいと思われます. また, 聴講するだけの一般参加者, 特に企業に在籍する研究者, 技術者にとっては, 日帰りが可能な大都市圏で進化計算に関する研究発表の場が提供されることが望ましいと思われます.

表4 進化計算フロンティア研究会の活動

第1回	2009年4月28日	東京工業大学
第2回	2009年10月2日-3日	東京大学
第3回	2010年3月5日-6日	岡山大学
第4回	2010年6月4日-5日	東京工業大学
第5回	2010年10月7日-8日	北海道大学
第6回	2010年3月14日-15日(予定)	名古屋大学

表5 2010年度進化計算フロンティア研究会幹事

主査	伊庭 育志(東京大学)
幹事	小野 功(東京工業大学)
"	佐藤 浩(防衛大学校)
"	棟朝 雅晴(北海道大学))
"	村田 忠彦(関西大学)
"	柳井 孝介(日立中央研究所)
顧問	小林 重信(東京工業大学)

そのような要請に応えることを目的に、2009年度に人工知能学会の第2種研究会として、進化計算フロンティア研究会が設置されました。表4に示すように、これまでに5回の研究会が開催されています。2010年3月には、名古屋大学で第6回研究会が開催される予定です。

進化計算フロンティア研究会の特徴は、口頭発表とポスター発表の2本立てとし、特に口頭発表は1件当たり質疑応答を含めて40分の時間を割り当て、口頭発表の講演に対しては事前に2名のコメンテータを付け、深い内容の議論ができるようにしていることにあります。これまで、研究会ごとに8件の口頭発表と10~20件のポスター発表があり、充実した内容の研究会になっています。

冒頭でも触れましたが、進化計算フロンティア研究会は本学会の前身の進化計算研究会のメンバーの主導のもとに立ち上げたものです。表5に2010年度の本研究会の幹事を示します。表1と表5の間にはメンバーの重なりが多いのは、上述の経緯もあるためです。

本年4月に、旧進化計算研究会が進化計算学会に移行し、進化計算に対する認知度が高まるにつれて、一般人にとっては進化計算学会と進化計算フロンティア研究会の区別が分かりにくいという新たな問題が生じています。また、進化計算のコアメンバーでさえ、学会と研究会を混同する状況も生じています。

そのような状況を考慮して、進化計算学会理事会と進化計算フロンティア研究会幹事会でそれぞれに議論し、互いに意見交換を行った結果、2011年度からは進化計算フロンティア研究会を進化計算学会・人工知能学会の共催で開催することとし、本学会は進化計算フロンティア研究会に対して資金援助をすることについて合意が得られております。

進化計算シンポジウムと進化計算フロンティア研究会は、進化計算の研究発表の場としてクルマの両輪のように機能することを期待しております。

7. お わ り に

創刊号には、世界的に著名な David E. Goldberg 先生(イリノイ大学)、John H. Holland 先生(ミシガン大学)、Darrell Whitley 先生(コロラド州立大学)、Xin Yao 先生(パーミンガム大学)、Gary G. Yen 先生(オクラホマ州立大学)から暖かい祝辞を寄せていただきました。今後、本学会ならびに本論文誌の活動は、海外からも大いに注目されることになると思います。

進化計算分野の健全な発展のためには、理論的基礎となる研究を大事にすべきことは言うまでもありません。ベンチマークを使って手法間の優劣を競う研究も必要なことと思います。一方では、新しい応用分野の開拓につながる期待できる独創的な研究を奨励していくことも重要なことだと思います。進化計算分野に限ることではありませんが、理論的研究・萌芽的研究・手法の研究・応用研究が互いに刺激し合うようなコミュニティが形成されることを期待したいと思います。

最後に、本学会が進化計算研究に関する世界的にも有数の知的拠点(Center of Excellence)として一目も二目もおかれる存在になること、また本論文誌が科学技術のあらゆる分野からみて知的ハブ(Network of Excellence)として機能することを夢見て、結びの言葉とします。

謝 辞

本論文誌で使われているスタイルファイルは、社団法人人工知能学会から無償で提供されたものをベースに独自の改変を加えたものです。人工知能学会の格別のご配慮・ご好意に対して、厚く御礼申し上げます。

なお、スタイルファイルの改変は、秋本洋平君(本学会学生会員、東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻博士課程3年)によるものです。また、本論文誌のオンラインジャーナルのweb上への実装も同君によるものです。博士論文とりまとめの重要な時期にもかかわらず、多大な時間を費やす労を厭わなかった同君に対して、心から感謝いたします。

—— 著 者 紹 介 ——



小林 重信(一般会員)

1974年3月東京工業大学理工学研究科経営工学専攻博士課程修了。工学博士。同年4月同大学工学部制御工学科助手。1980年8月同大学総合理工学研究科システム科学専攻助教授。1990年8月同研究科生命化学専攻教授。1991年同研究科知能科学専攻教授。1996年5月同研究科知能システム科学専攻教授。現在に至る。進化計算、強化学習、創発システムの研究に従事。