

特集にあたって

茨木 俊秀 (京都大学)

特定領域研究「アルゴリズム工学」

現在、文部省科学研究費の特定領域研究(B)の一つとして、

「新しいパラダイムとしてのアルゴリズム工学：計算困難問題への挑戦」

というプロジェクトが進行中です。平成10年度から12年度まで、3年間の計画で、25名の研究代表者を中核に、80名以上の研究者が参加するという結構大規模なものです。参加者は情報処理学会や電子情報通信学会のアルゴリズム関係で活躍している方が多いのですが、OR学会からも、組合せ最適化や離散アルゴリズムの研究者を中心にかなりの方々に参加してもらっています。プロジェクトの全体は、4つの研究班

離散最適化アルゴリズム、
グラフアルゴリズム、
幾何アルゴリズム、
並列/分散アルゴリズム、

と総括班から構成されていて、実用的なアルゴリズムの開発とその理論的基盤の整備を通して、アルゴリズム工学という新しいパラダイムを創りあげることが目指しています。

このようなプロジェクトが発足したことの背景には、現在解決を迫られている問題が、ますます大規模かつ複雑化し、アルゴリズムの進歩がなければどうにもならないという状況があります。さらに、アルゴリズム特許に象徴されるように、優れたアルゴリズムを持つことが企業の存立を決定する大きな武器になり得るという時代の反映でもあります。われわれ研究者側も、時代が何を求めているかを理解することによって、アルゴリズム研究の新しい展開を計りたいと考えています。

ところで、アルゴリズムの研究では、一方では、应用到直結した部隊によるプログラムの開発が行われており、他方では計算の複雑さの理論など大学の研究者

を中心とした理論研究が進められています。それぞれの活動は活発ですが、お互いに独立に動いているのが実情で、残念ながら、両者の間にかなりの距離があることを認めざるを得ません。「アルゴリズム工学」は、理論と応用の橋渡しを実現したいと考えています。理論研究の成果を生かして、応用に役立つアルゴリズムを開発するという活動を活発に行うのはもちろんですが、他方では、応用からの刺激をエネルギーに転換して、理論の新しい展開が可能ではないかと、密かにねらっています。それが研究のタイトルに「新しいパラダイム」と称している所以です。

「アルゴリズム工学」の関連出版

我々の活動の中には、最近のアルゴリズム研究がどのように進展しているかを応用サイドの方々に（もちろん理論の人々にもですが）知ってもらうための広報活動も入っています。このOR誌特集号もその一環といえるのですが、これと同じ時期(平成12年3月号)に、電子情報通信学会の英文論文誌に、やはり“Algorithm Engineering”という特集を組んでいます。そこでは、5つのグループに分けて27本の論文が掲載されています。5つのグループは次のようになっています。

1. マトロイドと離散システム、
2. グラフアルゴリズム、
3. 幾何問題のアルゴリズム、
4. 組合せ問題の近似アルゴリズム、
5. 並列/分散アルゴリズム。

ただし、すべて英文であることもあって内容はやや専門的で、対象も理論家寄りであることは否めません。また、これとは別に、「bit」誌の別冊を我々で出版する計画も進行しています。こちらの方は、「アルゴリズム工学」の全貌をできるだけ分かりやすく整理して、たくさんの解説記事を1冊にまとめる積もりをしています。すべて日本語です。まだしばらく時間はかかりますが、どのようなものが出来上がるか、どうぞご期待下さい。

この特集の内容

さて、本特集ですが、「アルゴリズム工学」のメンバーが行っている最適化や離散アルゴリズムの研究の中から、最新のトピックスでしかもアルゴリズムの面からも興味深い5つの話題を選びました。本数は少ないのですが、すべて本誌の読者に興味を持っていただける話題だと思います。著者の先生方には、分かりやすい記述を心がけてもらいました。それぞれ汎用性も高く、また実行のためのソフトウェアがすでに開発されているのが特徴です。具体的には記事の中に書かれていますが、原則としてソフトウェアの入手や利用も可能です。

1. 品野勇治「分枝限定法並列化ツール PUBB」: 分枝限定法は組合せ最適化問題を厳密に解くアルゴリズムですが、問題の規模が大きくなると、計算時間が急激に増加することは避けられません。PUBBは、1台のコンピュータのために開発した分枝限定法のアルゴリズムを、パソコンやワークステーションを並列利用して実行するためのシステムです。すなわち、これを用いると計算の分散化が簡単に実現できるので、計算量の壁を(ある程度)打ち破ることができます。PUBBの全貌のコンパクトな紹介です。

2. 野々部宏司, 茨木俊秀「汎用スケジューラ — RCPSPによるアプローチ」: 現実のスケジューリング問題は、考慮すべき制約や状況のため標準的な設定から逸脱することが多く、既存のアルゴリズムを利用できないことがよくあります。これに対し、RCPSPは資源制約の形で記述できる制約や目的関数はすべて扱うことが可能なので、大抵の状況に対応できます。したがって、RCPSPの汎用ソルバを利用すれば多くの現実のスケジューリング問題に対応できることとなります。この記事はそのようなソルバの開発例です。

3. 藤沢克樹「SDPA(半正定値計画問題に対するソフトウェア)」: 半正定値計画問題(semidefinite program; SDP)は最近注目を集めている数理計画問題の一つです。ここでは著者らが開発したソフトウェアSDPAを中心に、SDPの定義、構造最適化問題への応用例、SDPAの使用法を説明しています。SDPは広範な応用があることがその特徴となっていますが、構造最適化問題はその中でも興味深い新しい例です。さらに、現在開発中の広域並列計算システムであるNinfの説明とそこでのSDPAの利用についても触れています。

4. 浅野哲夫, 小保方幸次, Kurt Mehlhorn「LEDA + アルゴリズム = プログラム」: グラフや幾何学の問題に対するアルゴリズム研究はきわめて活発で、巧みなアルゴリズムが数多く提案されています。しかし、理論通りの性能を出すには、高度なデータ構造の利用が求められ、簡単にはプログラムできないという現実があります。LEDAはこの隘路を解決するライブラリで、その内容が、具体的な例をはさみながら、ていねいに説明されています。ユーザにとっても研究者にとっても有用な道具となるでしょう。

5. 加藤直樹「アルゴリズム工学に関する図書紹介」: 上記4編とは趣を変え、読者の便宜のため、アルゴリズム工学の基本的な文献をまとめて紹介してもらいました。アルゴリズムやデータ構造に関する教科書が中心です。

アルゴリズム・データベース

「アルゴリズム工学」では、研究活動の成果物であるアルゴリズムのうち、プログラムとして公開できるものはすべて、データベースの形で一般に提供する計画をたてています。データベースの一部は既に稼動しています(ただし、完成にはあと1年以上はかかると思います)。本特集の1.と2.もこのデータベースに含まれる予定ですが、これら以外にも、いろいろな最適化アルゴリズムはもちろん、グラフ・ネットワークアルゴリズム、幾何学アルゴリズムなど興味深いアルゴリズムが多数予定されています。上述のLEDAを用いたプログラムもあります。ほとんどのプログラムは自由にダウンロードして使っていただくことができます。「アルゴリズム工学」のホームページは

[http://www-or.amp.i.kyoto-u.ac.jp/
algo-eng/index.html](http://www-or.amp.i.kyoto-u.ac.jp/ algo-eng/index.html)

にあつて、その組織から活動までいろいろな情報が書かれていますので是非訪ねてみて下さい。アルゴリズムのデータベースへもそこから辿ることができます。多くの方々に利用していただきたいと思っています。

なお、最後になりましたが、この特集の真の編集者は田村明久先生(京都大学)であることを書いておかねばなりません。企画から編集の雑務まで、すっかりお世話になりました。紙面を借りてお礼申し上げます。編集後記に苦労話が披露されるようですので、そちらもご覧いただければ幸いです。