

## 特集「離散構造処理系—知能情報処理を支える アルゴリズムの技法」にあたって

鷺尾 隆

(大阪大学産業科学研究所, JST ERATO 湊離散構造処理系プロジェクト)

計算機は、工場・発電プラントなど産業プロセスの運転や情報通信・電力送電など社会インフラネットワークの管理、商品・サービスのマーケティング解析、バイオインフォマティクス・天文学など科学分野の解析など、各方面のさまざまな情報処理に活用されている。それらの多くには、目的解の探索・列挙や組合せ最適化など複雑な情報処理が含まれ、特に集合、記号論理、グラフなど離散構造情報の処理が扱われることが多い。これと並行して、近年、計算機が扱う問題の対象やセンシングネットワークの大規模化・複雑化の進展に伴い、計算機の処理量や扱うべきデータ量が爆発的に増大している。特に離散構造情報を扱う探索・列挙・組合せ最適化などの処理は、その計算量が問題規模やデータ量に関して指数的に増大することが多い。このような問題を、計算機ハードウェアの高速化だけで解くのは到底困難である。そこで、集合論、記号論理、帰納的証明、グラフ理論、組合せ論、確率論などを含む数学的な体系、すなわち離散構造数学に基礎を置く高度なアルゴリズムを開発することによって、従来よりもはるかに効率的な情報処理を実現する重要性が高まっている。

このような離散構造情報処理を取り巻く状況を背景に、北海道大学大学院情報科学研究科の湊 真一氏を研究総括として、2010年4月より5年間の計画で「JST ERATO 湊離散構造処理系プロジェクト」の研究活動が開始されている。このプロジェクトでは、計算機科学における基礎的計算理論と実問題を解くアルゴリズム技術を結ぶ、離散構造処理系を対象とした研究開発が行われている。そこでは、理論的にも実用的にも汎用性が高くかつ簡潔なアルゴリズムの開発が指向されている。特に中核的な研究として、基本的な離散構造の一つである論理関数を計算機上にコンパクトに表現し、冗長性を排除した効率的処理を可能とする BDD や ZDD、およびさらなる拡張技法やそれらを基盤とするアルゴリズムの開発が行われている。これら一連の技術は、ハードウェア・ソフトウェアの設計、大規模システムの故障解析、制約充足問題、データマイニング・知識発見、機械学習、バイオインフォマティクス、Web 情報解析など多様な応用分野に適用可能であり、現代社会に大きなインパクトをもつと期待される。

本特集では、はじめに研究総括である湊 真一氏に「BDD/ZDD の技法と離散構造処理系」と題して、上記

プロジェクトの中核的研究である BDD/ZDD 技法とプロジェクトの全体概要について解説いただく。

次に、産業技術総合研究所、JST ERATO 湊離散構造処理系プロジェクトの津田宏治氏および JST ERATO 湊離散構造処理系プロジェクトの田部井靖生氏に、「大規模データの高速度類似度検索技術」として、従来よりはるかに高速度類似度検索法と全ペア類似度検索法を解説していただく。索引木にランク辞書を組み合わせた簡潔データ構造による高速度大規模データの類似度検索、および種々のハッシュ操作とハミング距離複合ソートからなる複数索引による高速度全ペア類似度検索が紹介される。

3 番目に、国立情報学研究所の宇野毅明氏に「高速クリーク・密部分グラフマイニングアルゴリズム」として、すべての頂点間に辺がある部分グラフであるクリークをグラフデータから効率的に列挙するアルゴリズムとその将来展望を解説いただく。グラフデータから局所的な粗密構造やそれに基づくクラスタを見いだすことにより、大規模グラフで緊密に結ばれた対象グループや大規模ネットワーク上のコミュニティを高速度にマイニング可能であることが示される。

4 番目に、大阪大学、JST さきがけの河原吉伸氏、東京大学の永野清仁氏と著者により「劣モジュラ性を用いた知能情報処理への新展開」として、劣モジュラ関数最適化アルゴリズムとその機械学習やデータマイニング分野における関連研究を概観する。主要な離散構造最適化問題である劣モジュラ関数最適化は、機械学習やデータマイニングに限らず広範囲に適用可能であること、そして近年におけるその局所最適化や大域最適化アルゴリズム研究の急速な進展が示される。

最後に、関西学院大学大学の羽室行信氏、JST ERATO 湊離散構造処理系プロジェクトの中元政一氏、大阪府立大学大学院の森田裕之氏により、「離散構造データのデータマイニングツール開発とその応用」として、データから列挙される頻出パターンタクソノミーの取扱いやクラス分類問題へ適用など、複雑な離散構造の扱いを可能とするデータマイニングツールを紹介いただく。さらに、タクソノミーを併用する顧客分析とブランドスイッチ分析に適用したビジネス応用例が紹介される。

この特集解説によって、知能情報処理を支える離散構造処理やアルゴリズムに関する研究のおもしろみや重要性への理解が広まることを期待する。