

審査の結果の要旨

氏名 篠埜 功

本論文は、Generation of Efficient Algorithms for Maximum Marking Problems (邦訳:最大マーク付け問題の効率的解法の自動生成)と題し、英文で書かれ 8 章からなる。本論文では、最大マーク付け問題という一群の最適化問題に対する効率のよいアルゴリズムの自動生成を行なう手法を論じたものである。対象としている問題のクラスには、一定の制限下ではあるが、ナップサック問題やデータマイニングにおける最適相関規則問題等、実際的な広範囲の問題が含まれており、これらの問題に対する効率のよいアルゴリズムを求める一般的な手法を与えることは工学的見地からもきわめて重要であるといえる。

第 1 章 Introduction では、本論文で対象とする「最大マーク付け問題のクラス」を明確にし、その問題を解くアルゴリズム導出のための一般的な方法論として用いるプログラム変換、およびアルゴリズム導出手法を述べている。また、従来の研究にも触れ、本研究の位置付けを明確にしている。

第 2 章 Preliminaries では、再帰データを対象とする基本的関数である *catamorphism* に関する性質とその上に成り立つ融合定理、および相互再帰関数の基本形である *mutumorphisms* に関して成り立つ組化定理を扱い、これらが、アルゴリズム導出の基礎となっていることを述べている。

第 3 章 Maximum Marking Problems では、「最大マーク付け問題」を「要素に重みのついたデータが与えられたときに、性質 p を満たすマーク付けの中で与えられた重み関数 w の値を最大にするものを求めるという問題」として定式化し、この問題が、入力データに可能なすべてのマーク付けを行なって、性質 p を満たすものだけを取り出して、それらのうちで重み関数 w の値が最大のものを 1 つ選ぶという形で解くことができることを示している。本論文では、これを、最大マーク付け問題の仕様であるとして、この問題を解くアルゴリズムを求める方法を扱うことを明示している。

第 4 章 Derivation of Efficient Algorithms では、第 3 章で与えた仕様から効率のよいアルゴリズムを導出する手法を与えている。ここでは、重み関数としては、各要素に関数を適用したのち、すべてを足し合わせるという形で記述されるもののみを対象としている。本論文の主要な成果である最適化定理は、性質が有限 *mutumorphisms* で記述されているならば、線形時間アルゴリズムが得られるというものであり、多くの場合に、定数係数の小さな実用的な線形時間アルゴリズムが得られると主張している。

第 5 章 Examples では、第 4 章に示した最適化定理が広範囲の最適化問題に

適用することができることと、簡潔な仕様から実用的な線形時間アルゴリズムが機械的に得られることを例示している。適用例はとして、ナップサック問題、段落構成問題、データマイニングにおける最適相関規則問題など多岐に及んでいる。最適相関規則問題に対しては、既存のアルゴリズムと効率が同等である新たなアルゴリズムが導出されており、一般的な手法として、アルゴリズムの開発に有用であると主張している。

第6章 Automatic Generation of Efficient Programs では、本研究で提案している手法に基づいて、仕様から線形時間アルゴリズムを生成するシステムの実現について述べている。そこでは、Calculation Carrying Program の考え方による新たな導出戦略の記述法を採用している。

第7章 Related Work では、本研究に関連している研究に触れている。グラフ上で最大部分集合問題に対する単項二階論理式からの線形時間アルゴリズム生成法が知られているが、それによると定数係数がきわめて大きく、この方法が実用的ではないことを示し、本研究では論理式のかわりに再帰関数を用いることによって定数係数の爆発を解決していることを述べている。また、あるクラスの最適化問題(最大マーク付け問題を含む)に対しては、関係による仕様記述から効率のよいアルゴリズムを得る Thinning Theory が知られているが、ここでは導出時に人間の洞察力が必要とされ、本研究におけるアルゴリズム生成システムのような一般性のある機械的導出には適していないことを述べ、本研究がいくらか狭い問題を対象としているが、実用性においては勝っていると主張している。

第8章 Conclusion では、本研究の総括を行ない、今後の研究の発展方向を示している。

以上、これを要するに、本研究は、最大マーク付け問題に対する実用的線形時間アルゴリズムの導出法を提案するとともに、その方法によってアルゴリズム導出を行なうシステムを構築して、実際に現実のさまざまな問題に対する実用的アルゴリズムが単純な仕様から自動生成できることを示したものであり、この成果は情報工学上貢献するところが多大である。よって本論文は博士(工学)の論文として合格と認められる。