

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 河瀬 康志

最適化問題や探索問題など計算機科学分野で扱われる古典的な問題では、入力の情報すべてが予め与えられ、如何に効率的に解を求めるかという研究がなされてきた。しかし、インターネットのルーティングや仕事の割当て問題、株の取引などの問題のように、時々刻々と与えられる入力の情報に基づき、解を逐次的に構成しなくてはならない場合がある。このような状況を考慮したオンライン問題を解くアルゴリズムの開発は、理論、実用の両面から極めて重要であり、近年盛んに研究が行われている。特に、オフライン状況とオンライン状況での違い、より正確には、入力をすべて知ったときに得られる最適値とオンラインアルゴリズムによって得られる解の目的関数値の比である競合比を用いて、アルゴリズムの性能評価が行われている。

ナップサック問題は、容量をもつナップサックが一つと、価値とサイズをもつ品物の集合が与えられたとき、サイズの総和が容量を超えないという制約の下で、価値の総和を最大にする品物集合を求める問題である。このナップサック問題は組合せ最適化分野で最も重要な問題の一つであり、実世界への多くの応用をもつ。また、オンライン版のナップサック問題もその重要性からアルゴリズム開発や競合比解析など盛んに研究が行われている。

本論文は「Algorithmic Studies on Online Knapsack and Related Problems」（オンラインナップサックと関連する諸問題に対するアルゴリズム論的研究）と題し、9章からなる。

第1章「Introduction」（序論）では、オンラインナップサック問題に関連する様々な問題の概要を記述した後、本論文の主要な成果を概説している。

第2章「Preliminaries」（準備）では、数学的な議論の準備として、オンライン問題や競合比の定義、マトロイドの定義および性質を記している。

第3章「Online Knapsack Problems」（オンラインナップサック問題）では、オンラインナップサック問題に対する主要な先行研究が纏められている。特に、品物の除去可能性および単位サイズあたりの価値に基づいて整理している。

第4章「Randomized Algorithms for Online Knapsack Problems」（オンラインナップサック問題に対する乱択アルゴリズム）では、乱数を用いたオンラインアルゴリズムを提案し、既存の期待競合比を改良している。

第5章「Online Knapsack Problem under Convex Functions」（凸関数上のオンラインナップサック問題）では、品物の価値とサイズの間に凸関数で表される関係があるオンラインナップサック問題に対してアルゴリズムを提案している。

第6章「Proportional Cost Buyback Problem」（比例コスト買い戻し問題）では、品物を除去する際に、価値に比例したコストを必要とする買い戻し問題の中で、特に、マトロイド制約とナップサック制約を考察し、競合比の意味で最適なアルゴリズムを構成している。

第7章「Unit Cost Buyback Problem」（定額コスト買い戻し問題）では、品物を除去する際に、品物によらず一定のコストがかかる場合について考察し、競合比の意味で最適なアルゴリズムを構成している。

第8章「Optimal Composition Ordering Problems」（最適合成順問題）では、時間依存スケジューリング問題や自由順序秘書問題の拡張として、関数の最適合成順問題を定式化し、与えられる関数が単調増加な1次関数である場合に対して、効率的なアルゴリズムを提案している。また、単調増加で凸な2区分線形関数に対しては、最適合成順問題がNP困難であることも示している。

最後に第9章「Conclusion」（結論）では、本論文の成果を簡潔に纏めると共に、今後の研究課題を提示している。

以上を要するに、本論文は、離散数学およびアルゴリズム論を駆使することにより、オンラインナップサック問題に関連する諸問題に対して、競合比などの意味で性能のよいアルゴリズムを構築したものであり、数理情報学の発展に大きく貢献するものである。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。