

(論文内容の要旨) グラフは要素間の関係を簡潔に表したモデルであり、非常に多くの応用が存在する。人と人、あるいは、人と組織との関係を表すソーシャルネットワークや計算機同士のつながりを表す計算機ネットワーク、また、**Web**上のホームページ間のリンク関係もグラフを用いて表すことができる。そのため、多くの実用的な問題がグラフ上の最適化問題として定式化でき、グラフ問題に対するアルゴリズムが重要な研究対象として扱われてきた。

従来のアルゴリズム研究は、問題が多項式時間で可解か**NP**困難であるか、また、多項式時間可解であればより高速なアルゴリズムを探求するというのが主な論点であった。しかし最近、アルゴリズムに対する様々な評価尺度が登場してきた。例えば、**NP**困難な最適化問題に対し、問題サイズが多項式時間で出来るだけ最適に近い答えを導く近似アルゴリズムや、将来の入力が判らない状態で動作するオンラインアルゴリズムなどの研究が近年盛んに行われている。本研究では、グラフ上の各種最適化問題に対する近似アルゴリズムやオンラインアルゴリズムの開発が行われており、本稿ではその結果がまとめられている。

1章で導入を行い、2章で近似アルゴリズムとオンラインアルゴリズムの定義を行ったのち、**3-5**章で研修医の配属等で広く実用化されている安定結婚問題とその関連問題が論じられている。まず**3**章では希望リストに不完全リストと同順位を許した安定結婚問題の解のサイズを最大化する問題に対する局所探索法を利用した近似アルゴリズムが構成され、以前までのアルゴリズムよりも良い性能を持つことが示されている。**4**章では**3**次元安定ルームメイト問題が扱われ、**3**対の集合からなる安定マッチングを見つける問題が**NP**完全問題であることを**NP**困難な問題の**1**つである**Partition Into Triangles**からの多項式時間還元を用いて示されている。**5**章では幾何的安定ルームメイト問題が扱われ、一般的な安定ルームメイト問題では**NP**困難な問題が幾何的安定ルームメイト問題では多項式時間で解を求めることができること、また、一般的な安定ルームメイト問題では解が存在しない例題が存在するが、幾何的安定ルームメイト問題では必ず解が存在することが示されている。さらに、解の定義を緩めることで、幾何的**3**次元安定ルームメイト問題を解く多項式時間アルゴリズムが存在することが示されている。

6章ではグラフの**Closeness Centrality**問題が扱われている。**Closeness Centrality**は各節点の重要度の**1**つであり、各節点から他節点に対する平均最短経路距離を用いて定義される。本稿では既存のアルゴリズムより高速にグラフの**Closeness Centrality**が高い節点をランキングすることができるアルゴリズムについて述べられている。

7章ではオンライン実時間スケジューリング問題が扱われ、これまで厳密な解析がなされなかった既存のオンラインアルゴリズム**GSM**アルゴリズムの厳密な解析について述べられている。**8**章ではオンライン**OVSF**符号割当問題が扱われ、これまで知られていたオンラインアルゴリズムよりも性能の良いオンラインアルゴリズムが構築されている。また、ある一定以上の性能をもつアルゴリズムが存在しないことが示されている。

最後に**9**章において、以上の結果がまとめられ、今後の方針が与えられている。

(論文審査の結果の要旨)

近年では、従来の最適解を求めるアルゴリズムに加え、多項式時間で近似解を求める近似アルゴリズムや逐次的な入力に対して動作する必要のあるオンラインアルゴリズムなどの研究が盛んに行われている。本論文ではグラフ上で定義される最適化問題に対する近似アルゴリズムとオンラインアルゴリズムの開発を中心に研究が行われ、それらの結果がまとめられている。

本論文の結果について特筆すべき点は以下の通りである。

1. 不完全リストと同順位を希望リストに許した拡張された安定結婚問題に対する $2 \cdot c \log n / n$ -近似アルゴリズムを開発した。 n は問題のサイズで、 c は任意の定数である。このアルゴリズムは近似度2を切った初めての近似アルゴリズムである。
2. 3次元安定ルームメイト問題がNP完全問題であることをNP困難な問題の1つである **Partition Into Triangles** を多項式時間で還元することで示した。
3. 幾何的安定ルームメイト問題を提唱し、幾何的安定ルームメイト問題を解くアルゴリズムを開発した。その上で、安定ルームメイト問題との差異を明確にした。
4. グラフの重要度によって節点をランキングするランキングアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムは既存のアルゴリズムを巧妙に組み合わせたもので、これらの既存のアルゴリズムよりも高速に動作することが示されている。
5. ある種の実時間スケジューリング問題を扱い、良く知られた既存のアルゴリズムである **GSMM** アルゴリズムの競合比を厳密に解析した。この結果、さらに上限を下げるためには新しいアルゴリズムが必要となることが判明した。
6. 近年のユビキタス通信で重要になっている **OVSF** 符号割当問題のオンラインアルゴリズムの競合比について、その上下限を共に改良した。さらに、提案したオンラインアルゴリズムの競合比の解析が厳密な解析であることを示した。

以上、本研究はいくつかの実用上及び理論上重要な組合せ問題に対する近似アルゴリズムとオンラインアルゴリズムの設計と解析に関して、また、それらの問題の本質的複雑さに関して、学術上意義深い結果を与えている。よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成21年2月16日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。