

氏 名	柳 澤 弘 揮
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 280 号
学位授与の日付	平 成 19 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	情 報 学 研 究 科 通 信 情 報 シ ス テ ム 専 攻
学 位 論 文 題 目	Approximation Algorithms for Stable Marriage Problems (安定結婚問題に対する近似アルゴリズム)

論文調査委員	(主 査) 教 授 岩 間 一 雄	教 授 福 嶋 雅 夫	教 授 永 持 仁
--------	----------------------	-------------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、安定結婚問題に対して、近似アルゴリズムの構築と近似不可能性に関する研究がなされている。安定結婚問題は、入力として、男性の集合と女性の集合および各人が異性全員を全順序で順序付けしたリスト（希望リスト）が与えられ、これに対して「安定マッチング」を見つける問題である。マッチングで、ペアになっていない男性と女性がともに現在の相手よりもお互いを上位に書いているとき、その男女をブロックペアと呼び、ブロックペアを含まないマッチングが「安定マッチング」である。本論文では、単に安定マッチングを求めるだけではなく、より質の良い安定マッチングを求める問題と、条件を緩和した安定結婚問題においてペア数を最大化する問題に関する結果が与えられている。

第1章と第2章では、研究の背景及び結果の概要、および安定結婚問題の基本的な定義について述べられている。安定結婚問題の重要性とその関連研究について報告し、その研究の意義について議論されている。さらにそれぞれの章で示される結果の重要な点が分かりやすくまとめられている。また第3章以降で使用する記法について簡潔に述べられている。

第3章では、安定結婚問題に対して、より質の良い安定マッチングを求める問題についての議論を行っている。まず、男女間の不公平さを最小化する安定マッチングを求める問題について、安定マッチング集合の束構造を利用することにより、男女間の不公平さが一定の範囲内に収まる安定マッチングを求める多項式時間アルゴリズムを構築している。また、男女間の不公平さを一定の範囲内に収め、かつ、全参加者の不満足度の和を最小化する安定マッチングを求める問題に関しても議論し、この問題の NP 困難性の証明を与え、さらに近似度が2より良い多項式時間アルゴリズムを構築している。

第4章では、同順位と不完全なリストを認めた安定結婚問題において、ペア数が最大となるような安定マッチングを求める問題に関して、議論している。近似不可能性に関しては、これまでAPX困難であることは知られていたが、この問題と最小頂点被覆問題の関係を議論することによって、近似度の下限を大きく改良している。また、近似可能性に関しては、近似度2のアルゴリズムが容易に構築できることは知られていたが、これまで、近似度が2より良いアルゴリズムは知られていなかった。本論文では入力に制限を与えた場合を考察し、さまざまな制限の下で近似度が2より良い決定性アルゴリズムを構築している。

第5章では、第4章と同じ問題に対して、類似の制限の下で近似度が1.5を下回る性能の良い確率アルゴリズムを構築している。

最後に第6章では、以上の結果をまとめ、さらに今後の方針が与えられている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

安定結婚問題は実用上非常に重要な問題であり、1960年代から多くの研究がなされている。元々は安定性と呼ばれる制約条件を満たす解を求める問題であったが、最近では、単に制約条件を満たすだけでなく、より良い解を求める問題や元の問題の制約条件を緩和した問題がより重要になってきている。本論文では、これらの問題に対するいくつかの近似アルゴリ

ズムを開発し、その解析を行っている。本論文の結果について特筆すべきは以下の通りである。

1. 男女間の不公平さを減らす問題は、NP困難であることが知られているが、この問題に対し、与えられた許容誤差の範囲に収まる解を出力する多項式時間アルゴリズムを与えている。
2. 男女間の不公平さを許容誤差の範囲内に収めた上で、全体の不満足度を減らす問題設定に対し、この問題がNP困難であることを示し、近似度が2より良い多項式時間近似アルゴリズムを与えている。
3. 同順位と不完全なリストを許容する拡張を行ったとき、ペア数が最大となる解を求める問題はAPX困難であることが知られていたが、この問題と最小頂点被覆問題との関連を見出したことにより、この問題の近似度の下限を大きく改善している。
4. 同順位と不完全なリストを許容する拡張を行ったとき、ペア数を最大にする問題について、近似度が2より良いアルゴリズムは知られていなかった。この問題に対し、入力に制限を加えれば近似度が2より良い近似アルゴリズムが構築できることを、様々な制限の下で示している。

論文の前半で議論されているより良い解を求める問題は、長年研究されてきた問題であり、実用上の意義が大きい。また論文の後半で議論されている拡張された設定においてペア数を最大化する問題では、入力を制限した例題において近似度が2より良い近似アルゴリズムを構築しており、これが後に一般の設定において近似度が2より良い近似アルゴリズムが構築されるに当たっての重要な指針となったと考えられる。

以上、本研究は安定結婚問題に関するアルゴリズムの設計と解析に関して学術上意義深い結果を導いている。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19年7月24日に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。