T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Algorithms and Graph-Theoretic Characterizations of Problems in Matching Under Preferences
著者(和文)	Ruangwises Suthee
Author(English)	Suthee RUANGWISES
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11573号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:伊東 利哉,渡辺 治,田中 圭介,鹿島 亮,森 立平
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11573号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名	Ruangwises Suthee	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名	氏　名	職　名
	主査	伊東 利哉	教授	森 立平	助教
	審査員	渡辺 治	教授		
		田中 圭介	教授		
		鹿島 亮	准教授		

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Algorithms and Graph-Theoretic Characterizations of Problems in Matching Under Preferences（優先順位に基づくマッチング問題に対するアルゴリズムとそのグラフ理論的特徴づけ）」と題し，英文 6 章よりなる．優先順位に基づくマッチング問題とは，利用者各自が対象に対する優先順位を表す選好リストを提示する場合に，特定の基準の下で利用者と対象の最適な対応付けを行う問題を言う．そのような基準として，安定度(stability)・好感度(popularity)・非好感度(unpopularity)などが知られており，これまでに，幾つかの基準の下で最適なマッチングを求める多項式時間アルゴリズムが知られている．本論文では，優先順位に基づくマッチング問題に対して，より詳細なグラフ理論的な定式化を与え，それを用いて，利用者各自が選好リストを一様無作為に生成する乱択好感マッチング問題において好感マッチングが存在する確率に相転移が生じること，また，他の様々な基準に関して優先順位に基づく(準)最適なマッチングを効率的に求めるアルゴリズムを導出している．

第 1 章「Introduction」では，本研究の背景と動機及び目的を述べると共に，本研究で得られた結果に関する概要を示している．

第 2 章「Preliminaries」では，本研究の内容を記述するために必要な概念や用語を与え，後の章の議論において重要な確率変数に関する不等式や一様無作為なグラフの生成方法について述べている．

第 3 章「Random Popular Matching Problem in HAP」では，HAP(House Allocation Problem)における乱択好感マッチング問題において，利用者数に対する対象数の比αと好感マッチングが存在する確率について考察している．Mahdian は選好リストが全ての対象を含む場合の乱択好感マッチング問題に関して，以下を満たす閾値$\alpha_*(\approx 1.42)$が存在することを示した：$\alpha > \alpha_*$ならば漸近的に確率 1 で好感マッチングが存在し，$\alpha < \alpha_*$ならば漸近的に確率 1 で好感マッチングが存在しない．これに対して本研究では，利用者各自の選好リストがk個の異なる対象のみを含む場合の乱択好感マッチング問題に関して，閾値$\alpha_k(< \alpha_*)$を具体的に導出し，$\alpha > \alpha_k$ならば漸近的に確率 1 で好感マッチングが存在し，$\alpha < \alpha_k$ならば漸近的に確率 1 で好感マッチングが存在しない，ことを明らかにしている．

第 4 章「Computing Unpopularity Factor in MP and RP」では，MP(Marriage Problem)と RP(Roommate Problem)における優先順位に基づくマッチング問題に対する非好感度について考察している．一般に RP においては，利用者各自の選好リストが与えられた際に，好感マッチングを求める問題及び最小の非好感度を有するマッチングを求める問題は NP 困難であることが知られている．そこで，本研究では，利用者各自の選好リストとマッチングMが与えられたとき，マッチングMの非好感度$u(M)$を効率的に求める問題を考察する．そのために，任意の実数$k > 0$に対して，利用者各自の選好リストとマッチングMから重み付きグラフGへの変換手法を提示し，グラフGが正の重みを有する完全マッチングを持つことと$u(M) > k$が等価となることを示している．この結果を用いて，利用者各自の選好リストとマッチングMが与えられたとき$u(M)$を求める$O(m\sqrt{n}\log^2 n)$時間アルゴリズムを提案している．ただしnは利用者数，mは全ての利用者の選考リスト長の総和を表す．さらに RP の特殊な場合である MP に対して，利用者各自の選好リストとマッチングMが与えられたとき$u(M)$を求める$O(m\sqrt{n}\log n)$時間アルゴリズムを提案している．

第 5 章「Finding a Weakly Stable Noncrossing Matching」では，互いに向かい合った 2 本の並行線上に地理的に固定されたn人ずつの利用者と利用者各自の選好リストを想定し，辺同士の交差を許さない非交差(noncrossing)マッチング問題について考察している．利用者各自の選好リストが与えられたとき，非交差マッチングMが強安定であるとはMに関するブロック対が存在しないことを言い，弱安定であるとはMに関する非交差なブロック対が存在しないことを言う．本研究では，利用者各自の選好リストが任意に与えられたとき，強安定な非交差マッチングが必ずしも存在しないことを指摘する一方で，任意に与えられた利用者各自の選考リストに対して，弱安定非交差マッチングを求める$O(n^2)$

時間アルゴリズムを構成することで，常に弱安定な非交差マッチングが存在することを示している．
第６章「Conclusion」では，本研究の成果をまとめると共に，今後の研究課題に言及している．
以上をまとめると，本論文は，優先順位に基づくマッチング問題に対するグラフ理論的な定式化を提示し，それを通じて，より現実的な状況における優先順位に基づくマッチングを効率的に求めるアルゴリズムを導出している．この結果は，優先順位に基づくマッチング問題に対する広範な知見と今後の効率的なアルゴリズム開発に大きく貢献するものである．よって，本論文は博士(理学)の学位論文として十分な価値があるものと認める．

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。