

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

平成24年9月4日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 情報学研究科

職名・学年 助教

氏名 福永拓郎

助成の種類	平成23年度 ・ 若手研究者在外研究支援 ・ 在外研究長期助成		
研究課題名	離散最適化問題に対する効率的なアルゴリズムの研究		
受入機関	Carnegie Mellon University		
渡航期間	平成23年 8月30日 ～ 平成24年 9月 1日		
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有()		
会計報告	交付を受けた助成金額	2,500,000 円	
	使用した助成金額	2,500,000 円	
	返納すべき助成金額	0 円	
	助成金の使途内訳	査証手数料	12,600 円
		日当及び宿泊料	2,487,400 円

成果の概要 / 福永拓郎

2011年8月30日より2012年9月1日まで、Carnegie Mellon University の Tepper School of Business に滞在した際に得た成果について報告する。

研究目的

離散最適化問題とは、離散的な構造を持つ解集合の中から、ある指標について最適なものを選択する最適化問題のことである。計算機による計算や意志決定の場面で頻繁に現れることから、理論と応用の両面において重要な問題であると認識されている。近年、計算機のハードウェアは著しい発展を遂げ膨大な量の計算を高速に行うことが手軽にできるようになったが、それでも、多くの離散最適化問題は NP 困難と呼ばれる計算クラスに属しており、最適な解を常に現実的な時間で計算することは不可能であると予想されている。本研究の目的は、理論において重要でありかつ多くの応用を持つ基礎的な離散最適化問題に対して、多項式時間で最適に近い解を計算する効率的な近似アルゴリズムの設計を行うことである。

研究成果

ネットワーク設計問題と在庫ルート問題について研究を行った。以下ではそれぞれの問題に対する研究成果について詳しく述べる。

ネットワーク設計問題: ネットワーク設計問題とは制約を満たすネットワークのうちなるべくコストの小さいものを求める最適化問題のことである。本研究では点連結制約と次数制約の二つを同時に備えた問題について考えた。点連結制約ではノードの故障に対して強いネットワークを求めなければならず、次数制約では各ノードに接続するリンクの数の上限が与えられ、この上限を超える本数のリンクを使用してはならない。点連結制約の代わりにより弱い制約である辺連結制約をもつ問題に対しては、2007年に Lau, Naor, Salavatipour, Singh によって反復丸め法と呼ばれる手法が有効であることが示され、それ以来非常に活発に研究が行われてきたが、点連結制約についてはその難しさ故にほとんど研究が進んでいなかった。今回我々は、反復丸め法が点連結制約についても有効であることを初めて示し、非常に性能の良い近似アルゴリズムを提案した。この成果についてまとめた論文は、査読付き国際会議である 53rd Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science に採択された。また近々論文誌に投稿する予定である。これは、受け入れ教員である R. Ravi 教授との共同研究である。

在庫ルート問題: 在庫ルート問題とは配送基地から複数の顧客へ品物を配達するスケジュールを決定する問題である。スケジュールを立てる際、配送基地から顧客へ品物を運ぶための移動距離を考慮しなければならないが、在庫ルート問題の特徴はそれに加えて顧客へ品物を配達するタイミングについても考慮する必要がある点である。本研究では時間の概念をラウンドによって取り扱う。各顧客は品物を必要とするラウンドが決まっており、必要とするラウンド以前に品物を受け取った場合にはそれを保管するために在庫費用がかかるという設定を考える。問題の入力として配送基地や顧客間の距離（三角不等式を満たす）、それに各顧客が要求する品物の量とそれを必要とするラウンドが指定される。これらを基に、各ラウンドでどの顧客にどの順番で品物を配達するかを決定するのであるが、この際移動距離と在庫コストの総和を最小化するのが目的である。移動距離を少なくするためには最初のラウンドで全員の顧客に品物を配達するのが最も効率的であるが、各顧客は異なるタイミングで品物を必要とするのでこれでは在庫費用が高くなってしまう。反対に在庫費用を抑えるためには顧客が必要とするラウンドでその顧客に品物を配達するのが良いが、それでは複数の顧客を同時に回って移動距離を節約するということができないために移動距離の総和が大きくなってしまう。我々の研究では、問題から定義される時空間ネットワーク上で主双対法アルゴリズムを適用することで、ある条件が成立する場合には定数近似アルゴリズムが得られることを証明した。これは R. Ravi 教授とその学生である Afshin Nikzad との共同研究の成果であり、近々論文としてまとめ論文誌に投稿する予定である。

最後に

上で成果を報告したもの以外にも、一年間の滞在の間に様々な離散最適化問題に触れ、研究を行った。それらについて特筆すべき成果は得られなかったが、これらを通じて様々な経験や情報が得られた。また、Carnegie Mellon University や周辺の大学に所属している研究者たちと交流する機会も頻繁に持つことができ、一部の研究者たちとは帰国後も継続して共同研究を続ける予定である。このように充実した在外研究に対する貴財団からの支援に深く感謝したい。