

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 1 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008 ～ 2011

課題番号：20700008

研究課題名（和文） 汎用的なネットワーク設計問題に対するアルゴリズムの研究

研究課題名（英文） Research on algorithms for general network design problems

研究代表者

福永 拓郎（FUKUNAGA TAKURO）

京都大学 大学院情報学研究科 助教

研究者番号：60452314

研究分野：数理工学

科研費の分科・細目：情報学・情報学基礎

キーワード：グラフアルゴリズム，数理計画

1. 研究計画の概要

本研究では、低コストで安定的なネットワークを設計するという状況をモデル化したネットワーク設計問題について、実用的・汎用的なモデルの提案や、問題の数理的な性質に関する研究を行う。またその結果として、高性能かつ広範囲に適用可能なアルゴリズムの開発を目指す。

2. 研究の進捗状況

(1) 連結度制約と次数制約を持つネットワーク設計問題について、メトリック辺コストの場合に対するアルゴリズムを与えた。また、重み付き次数制約をもつ問題を新たに定義し、線形計画問題の反復丸め法を利用した近似アルゴリズムを開発した。このアルゴリズムは次数の上限が制約として与えられたときにはその制約を厳密に満たす解を計算しないが、上限と実際の次数の比の上限を理論的な解析によって与えた。

(2) ネットワークの最も弱い箇所を求める問題であるグラフ分割問題を拡張したハイパーグラフ分割問題や劣モジュラシステム分割問題について研究を行い、以下のような新たなアルゴリズムを提案した。

①ハイパーグラフ分割問題において、辺の大きさが定数の時に対する多項式時間アルゴリズム

②ハイパーグラフ4分割問題に対してこれまで知られていたアルゴリズムよりも良い近似精度を持つ近似アルゴリズム

③劣モジュラシステム分割問題に対してこれまで知られていたアルゴリズムよりも良い近似精度を持つ近似アルゴリズム（特に3分割問題については最適解を計算する）

(3) 従来は点の組に定義されていたネット

ワークの連結性を点集合の組に拡張した概念である集合間連結性に関する研究を行った。特に、集合間連結性に関する要求を持つグラフの向き付け問題を考案し、向き付けする前の無向グラフが一定の集合間連結性を持てば、要求を満たすように向き付けを行えることを示し、そのためのアルゴリズムを与えた。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

（理由）連結度制約と次数制約を持つネットワーク設計問題やグラフ分割問題など、ネットワーク設計に係る基礎的な最適化問題について広範囲に研究を行い、様々な結果を得ることができた。ただし、得られた研究成果をさらに改善する余地が残っていたり、問題の入力条件を変えた場合で未解決の部分が残っていたりするなど、まだまだ研究を行うべき課題は多く残っている。

4. 今後の研究の推進方策

これまで同様に多くの問題について研究を進めていく。とりわけ、以下の問題について注目している。

(1) グラフ・ハイパーグラフ・劣モジュラシステム分割問題：これまでいくつかのケースで新たな厳密アルゴリズムや近似アルゴリズムを得ることができたが、まだ解けてないケースがいくつか残されている。例えば、対称な劣モジュラ関数から定義される分割問題の厳密アルゴリズムなどである。これらについて引き続き研究を行っていく。また、これらの分割問題はクラスタリングなど機械学習の技術として応用可能であることが知られており、近年注目されている。この方面での応用の可能性も検討したい。

(2) 点連結度制約を持つネットワーク設計問題：これまで線形計画問題の反復丸め法を用いて部分的なケースで有効な近似アルゴリズムを求めることができたが、さらに一般的なケースについて、反復丸め法による近似アルゴリズムを設計できないか調査したい。また、それ以外のアプローチについても調査を行いたい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

① Takuro Fukunaga, Computing minimum multiway cuts in hypergraphs from hypertree packings, Lecture Notes in Computer Science: Proceedings of the 14th Conference on Integer Programming and Combinatorial Optimization, 査読有, 6080 巻, 15-28 ページ, 2010 年

② Takuro Fukunaga, Hiroshi Nagamochi, Network design with weighted degree constraints, Discrete Optimization, 査読有, 7 巻, 246-255 ページ, 2010 年, <http://hdl.handle.net/2433/128835>

③ Kazumasa Okumoto, Takuro Fukunaga, Hiroshi Nagamochi, Divide-and-conquer algorithms for partitioning hypergraphs and submodular systems, Lecture Notes in Computer Science: Proceedings of the 20th International Symposium on Algorithms and Computation, 査読有, 5878 巻, 55-64 ページ, 2009 年

④ Takuro Fukunaga, Hiroshi Nagamochi, Eulerian detachments with local edge-connectivity, Discrete Applied Mathematics, 査読有, 157 巻, 691-698 ページ, 2009 年

⑤ Takuro Fukunaga, Hiroshi Nagamochi, Network design with edge-connectivity and degree constraints, Theory of Computing Systems, 査読有, 45 巻, 512-532 ページ, 2009 年, <http://hdl.handle.net/2433/87748>

[学会発表] (計 11 件)

① Takuro Fukunaga, Computing minimum multiway cuts in hypergraphs from hypertree packings, 14th Conference on Integer Programming and Combinatorial Optimization, 2010年6月11日, Lausanne,

Switzerland

② Takuro Fukunaga, Algorithm for partitioning hypergraphs and submodular systems, SIAM Conference on Discrete Mathematics, 2010年6月17日, Hyatt Regency Austin, Texas, USA

③ 福永拓郎, ハイパーグラフの分割問題, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 第 21 回 RAMP シンポジウム, 2009年9月25日, 島根県松江市くにびきメッセ

④ 福永拓郎, 劣モジュラシステム分割問題に対するアルゴリズム, 電子情報学会コンピューターション研究会, 2009年4月17日, 京都大学数理解析研究所

⑤ 福永拓郎, Network Design with Weighted Degree, 情報処理学会アルゴリズム研究会, 2008.5.27 東京農業大学

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]