

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2007～2009

課題番号：19200001

研究課題名(和文) 情報補填を可能にするアルゴリズムの設計と解析

研究課題名(英文) Design and Analysis of Algorithms for Insufficient Information

研究代表者

岩間 一雄 (IWAMA KAZUO)

京都大学・情報学研究科・教授

研究者番号：50131272

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・情報学基礎

キーワード：アルゴリズム理論・理論的性能保証

1. 研究計画の概要

全ての情報処理の基礎であるアルゴリズムは、多種多様な情報が溢れている現代 IT 社会において特にその重要性を増している。情報過多の時代と言われているが、実は入力情報の不完全性をいかに扱うかが現代アルゴリズムの大きな課題となっている。例えば、商品相場のような時々刻々と変動する系に対するアルゴリズム設計等においては、最適計算に必要な入力データそのものが不十分な形でしか得られない。将来の入力の変動が予測できない条件のもとで、正確さや決定性の犠牲を抑えながら高速に近似最適解を得る、スケーラビリティを重視した情報処理技術が重要になっている。しかし、単純な発見的手法等に頼ったアルゴリズムでは、計算量のメリットと犠牲のトレードオフが分からない場合が多い。

本研究では、このような入力情報の不完全性を扱うアルゴリズム設計において、品質保証をいかに厳密に行うかを明らかにする。具体的には、近似計算、オンライン計算、確率計算、量子計算、通信効率の高い計算、安全性の高い計算、分散計算等の個々の枠組みに沿った要素技術をもとに、これを発展させた総合的な品質保証技術を確立する。また、こうした新しい品質保証技術をより重要視する方向へ、アルゴリズムの設計パラダイムをシフトさせる。

2. 研究の進捗状況

以下のテーマ分担に基づき研究を遂行した。(1)ネットワークアルゴリズム(伊藤)。(2)安定マッチングアルゴリズム(宮崎)。(3)SATアルゴリズム(渡辺, 玉置)。(4)確率的アルゴ

リズム(岩間)。(5)オンラインアルゴリズム(堀山)。(6)分散アルゴリズム(山下)。(7)幾何アルゴリズム(徳山)。(8)幾何的配置アルゴリズム(加藤)。(9)ロバスタアルゴリズム(杉原)。

研究の進展をアルゴリズム設計の分野全体へと波及させるため、以下の4項目を推進した。(1)研究集会の実施。(2)海外研究者の招聘。(3)ポスドク研究員の雇用。(4)研究成果の公表と社会的啓発。

現在までの主な具体的成果としては、(1)安定結婚問題、3次元物体のパッキング、量子通信に関する近似アルゴリズム(SODA07, 2件, ICALP07, 08)。(2)オンラインkサーバ問題に対する初めての乱化アルゴリズム(ESA08)。(3)重要なグラフ問題に対する定数時間の性質検査と近似アルゴリズム(ICALP08, STOC09)等を含む。

以下、代表的な結果である最大マッチング問題に対する定数時間近似アルゴリズムを例に成果を述べる。グラフのマッチングとはグラフ中の枝集合で、互いに端点を共有しないもののことを言う。本研究では、次数に上限のあるグラフの最大マッチングのサイズを高い精度で近似するグラフの頂点と枝の数によらない定数時間で動作する乱択アルゴリズムを示した。これはWebグラフのような巨大なデータが与えられたとき、データ全体を調べずに定数個の頂点を調べることでマッチングのサイズが高い確率で求められることを意味している。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。
(理由)研究成果については、研究の進捗状況、

代表的な研究成果に示したように、量的にも質的にも目標を達成していると考えられる。その他の研究活動については、国際ワークショップ MATCH-UP, AAAC 2008, 2009 の開催、のべ 15 人の海外研究者招聘、3 名のポスドク研究員雇用、研究集会と web ページによる研究成果の公表、教科書執筆による社会的啓発を行った。これらの活動により、海外研究者との交流や若手研究者の育成が図られ、結果として論文が多数生まれた。

4. 今後の研究の推進方策

本研究での「情報補填」は時間的な情報不完全性に対処したり、その基礎になる近似アルゴリズムの研究が主であった。しかし、後半になって、グラフ問題に対する空間的な情報不完全性に対する成果が出てきて、その重要性を認識するに至った。順調に発展してきたプロジェクトをより発展させる形で継続させるため、研究計画最終年度前年度の応募により基盤研究(A)「空間的な情報補填を可能にするアルゴリズムの研究」(岩間一雄 代表, 2010 年~2012 年)を申請し、採択に至った。今後は新プロジェクトに従い研究を遂行する。

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 75 件)

① Jinhee Chun, Matias Korman, Martin Nöllenburg, Takeshi Tokuyama. Consistent Digital Rays. *Discrete & Computational Geometry*, 42(3):359-378, 2009. 査読有

② Naoyuki Kamiyama, Naoki Katoh, Atsushi Takizawa. Arc-disjoint in-trees in directed graphs. *Combinatorica*, 29(2):197-214, 2009. 査読有

[学会発表] (計 62 件)

① Y. Yoshida, M. Yamamoto, and H. Ito. An Improved Constant-Time Approximation Algorithm for Maximum Matchings. 41st ACM Symposium on Theory of Computing, Bethesda, May 31, 2009.

② N. Bansal, X. Han, K. Iwama, M. Sviridenko, and G. Zhang. Harmonic Algorithm for 3-Dimensional Strip Packing Problem. 18th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, New Orleans, Jan. 7, 2007.

③ K. Iwama, S. Miyazaki, and N. Yamauchi.

A 1.875-Approximation Algorithm for the Stable Marriage Problem. 18th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, New Orleans, Jan. 9, 2007.

[図書] (計 24 件)