

構造的グラフに対する効率的アルゴリズムの統一的設計法

著者	西関 隆夫
URL	http://hdl.handle.net/10097/41511

構造的グラフに対する
効率的アルゴリズムの統一的設計法

(課題番号 09680320)

平成9年度～平成10年度科学研究費補助金(基盤研究 (C)(2))

研究成果報告書

平成11年3月

研究代表者 西関 隆夫

(東北大学大学院情報科学研究科)

はじめに

多くの組合せ問題はNP完全であり、一般のグラフに対しては効率的なアルゴリズムはありそうにないが、しかし特定のグラフに対しては効率的なアルゴリズムを設計できる場合が多い。このようなアルゴリズムは実用上も有用である。特に、スケジューリング問題や電気回路設計によく使われる線形グラフにおいては、組合せ問題の種類に対し効率的なアルゴリズムがいくつかの手法で設計されていた。

本研究のテーマは、直列グラフ上の組合せ問題に対する組合せアルゴリズムの統一・発展の試みである。世界で初めて成功しており、またその後、応用研究でも盛んに行われ、その統一・発展の試みが直列グラフに限りなく一般の構造的グラフ、すなわち部分グラフに拡張されること明らかにされている。

しかし、この統一理論が適用できるのは、部分グラフの内部でも統一・発展の試みが必要となる場合があり、直列グラフ問題に限定されており、従来の部分グラフ分解問題に対する従来のアルゴリズムの統一・発展の試みを構築することは残されている重要な研究課題である。本研究は、このような状況のため、構造的グラフの統一・発展、特に直列グラフ問題に対して効率的なアルゴリズムを設計する一般的な方法論の探索を目的とし、本研究テーマ「部分グラフ上の組合せ問題にわたり文部省科学研究費補助金基盤研究(特別)の助成を受けた研究」の下に行われたものである。その内容は以下の通りである。

本研究の第一の目的は、部分グラフ分解問題のような“辺型”の問題に対する効率的なアルゴリズムの設計は、組合せ問題に対してすら極めて困難であることから、ふたつに統一・発展の試みの重要性を認識するとともにある。またその理論的な研究をすすめるために、直列グラフ上の組合せ問題に統一・発展の試みを行うアルゴリズムの設計は従来の統一・発展の試みと異なる点がある。

本研究の第二の目的は、本、直列グラフ、直列グラフ上の構造的グラフに対し、線形時間、部分グラフ、グラフ分解問題、直列グラフ上の組合せ問題に対するより高度なアルゴリズムの設計に成功しており、一般の構造的グラフ分解問題に対する効率的なアルゴリズムの統一・発展の試みをつたえることにより、統一・発展の試みを行うことができたを報告している。本研究はその研究成果をまとめたものであり、関係各位にご覧いただき、ご批判、ご意見を頂戴し、今後の研究の推進に資することをお願いする。

平成11年3月

研究代表者
田原 隆夫

東北大学図書



00010176513

附属図書館

はしがき

多くの組合せ問題は NP 完全であり、一般のグラフに対しては効率のよいアルゴリズムはありそうにない。しかし特定のグラフに対しては効率のよいアルゴリズムを設計できることが多く、そのようなアルゴリズムは実用上も有用である。特に、スケジューリング問題や電気回路でよく現れる直並列グラフに対しては、個々の組合せ問題に対し効率のよいアルゴリズムがアドホックな手法で設計されていた。

従来より我々は「直並列グラフ上の組合せ問題に対する線形時間アルゴリズムの統一的設計法」の構築に世界で初めて成功しており、またその後、同研究で指摘した通り、その統一的設計理論が直並列グラフに限らず一般の構造的グラフ、すなわち部分 k -木にまで拡張できることが明らかになってきていた。

しかし、これらの理論が適用できるのは、組合せ問題の内でも独立点集合問題など最大(または最小)部分グラフ問題に限定されており、辺素部分グラフ分解問題に対する効率のよいアルゴリズムの統一的設計理論を構築することは残されている重要な研究課題であった。

本研究は、このような状況のなかで、構造的グラフの組合せ問題、特に辺素部分グラフ問題に対して効率的なアルゴリズムを設計する一般的な方法論の構築を目的とし、平成9年度～平成10年度の2年間にわたり文部省科学研究費補助金基盤研究(C)(2) 09680320の援助の下に行われたものである。

本研究の第一の特色は、辺素部分グラフ分解問題のような“辺型”の問題に対する効率のよいアルゴリズムの設計は、個々の問題に対してすら極めて困難であるなかで、あえて統一的な設計理論の構築に挑戦するところにある。またその理論の根幹をなすと思われる“最大次数総和を保存するように辺素な部分グラフへ分割するアルゴリズム”というアイデアは従来にない独創的なアプローチでもある。

2年間の研究で我々は、木、直並列グラフ、部分 k -木等の構造的グラフに対し、彩色問題、素な道問題、グラフ描画問題等、様々な個々の問題に対するより高速なアルゴリズムの開発に成功しており、一般の辺素部分グラフ分解問題に対する効率のよいアルゴリズムの統一的理論構築のための基盤作りに十分な成果をあげることができたと自負している。本報告書はその研究成果をまとめたものであり、関係各位にご高覧いただき、ご批判、ご教授を賜り、今後の研究の推進に資することができれば幸である。

平成11年3月

研究代表者
西関 隆夫

研究組織

研究代表者: 西関 隆夫 (東北大学大学院情報科学研究科)
研究分担者: 中野 真一 (東北大学大学院工学研究科)
研究分担者: 周 暁 (東北大学大学院情報科学研究科)

研究経費

平成9年度 2,400 千円

平成10年度 1,000 千円

計 3,400 千円

研究発表

(1) 学会誌等

1. X. Zhou and T. Nishizeki, "An NC Parallel Algorithm for Edge-Colorings Series-Parallel Multigraphs," *Journal of Algorithms*, 23, pp.359-374, 1997
2. S. Nakano, Md. S. Rahman and T. Nishizeki, "A linear-time algorithm for four-partitioning four-connected planar graphs," *Information Processing Letters* 62, pp.315-322, 1997.
3. 服部, 中野, 西関, "単純多角形のサーチライトスケジューリング," *日本応用数学会論文誌*, Vol.7, No.3, pp.265-279, 1997.
4. J. Takahashi, H. Suzuki and T. Nishizeki, "Shortest Noncrossing Rectilinear Paths in Plane Regions," *International Journal of Computational Geometry & Applications*, Vol.7, No.5, pp.419-436, 1997.
5. X. Zhou, Md. A. Kashem, T. Nishizeki, "Generalized Edge-Rankings of Trees," *IEICE Trans. Fundamentals*, Vol.E81-A, No.2, February, 1998.
6. Md. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki, "Rectangular grid drawings of plane graphs," *Computational Geometry Theory & Applications*, Vol.10, pp.203-220, 1998.
7. 草苺, 西関, "端子からの L_1 距離の和が最小な領域を求めるアルゴリズム," *日本応用数学会論文誌*, Vol.8, No.4, pp.469-496, 1998.

(2) 口頭発表

1. Xiao Zhou, Md. Abul Kashem and T. Nishizeki, "Generalized Edge-Rankings of Trees," *Proc. of WG'96, LNCS*, 1197, pp.390-404, 1997.
2. M. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki, "A Linear-Time Algorithm of Orthogonal Drawings of Triconnected Cubic Plane Graphs with the Minimum Number of Bends," *Japan-Korea Workshop on Algorithms and Computation*, Kyushu University, pp.24-31, 1997.
3. M. A. Kashem, X. Zhou and T. Nishizeki, "An NC Parallel Algorithm for Generalized Vertex-Rankings of Partial k -Trees," *Japan-Korea Workshop on Algorithms and Computation*, Kyushu University, pp.128-135, 1997.
4. M. A. Kashem, X. Zhou and T. Nishizeki, "Generalized Vertex-Rankings of Partial k -Trees," *LNCS 1276, Third Annual International Conference (COCOON'97)*, Shanghai, China, pp.212-221, 1997.
5. Y. Kusakari and T. Nishizeki, "An Algorithm for Finding a Region with the Minimum Total L_1 from Prescribed Terminals," *8th International Symposium, ISAAC'97*, Singapore, pp.324-333, 1997.
6. M. A. Kashem, X. Zhou and T. Nishizeki, "An NC Parallel Algorithm for Generalized Vertex-Rankings of Partial k -Trees," *International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Networks (I-SPAN'97)*, pp.105-111, 1997.

7. Md. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki, "A Linear-Time Algorithm of Optimal Orthogonal Drawings of Triconnected Cubic Plane Graphs," Proc. of GD'97, LNCS 1353, pp.99-110, 1997.
8. S. Isobe, X. Zhou and T. Nishizeki, "A Polynomial-Time Algorithm for Finding Total Colorings of Partial k -Trees," Proc. of WG'98, LNCS 1517, Springer-Verlag, pp.100-113, 1998.
9. K. Miura, D. Takahashi, S. Nakano and T. Nishizeki, "A Linear-Time Algorithm to Find Four Independent Spanning Trees in Four-Connected Planar Graphs," Proc. of WG'98, LNCS 1517, pp.310-323, 1998.
10. X. Zhou and T. Nishizeki, "The Edge-Disjoint Paths Problem is NP-Complete for Partial k -Trees," ISAAC'98, LNCS 1533, pp.417-426, 1998.
11. Md. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki, "Box-Rectangular Drawings with Designated Four Corners," Proc. of ICCIT'98, pp.37-41, 1998.
12. Md. A. Kashem, X. Zhou and T. Nishizeki, "Algorithms for Generalized Edge-Rankings of Partial k -Trees with Bounded Maximum Degree," Proc. of ICCIT'98, pp.45-51, 1998.

目次

1. X. Zhou and T. Nishizeki
“An NC Parallel Algorithm for Edge-Colorings Series-Parallel Multigraphs”
2. S. Nakano, Md. S. Rahman and T. Nishizeki
“A linear-time algorithm for four-artitioning four-connected planar graphs”
3. 服部, 中野, 西関
“単純多角形のサーチライトスケジューリング”
4. J. Takahashi, H. Suzuki and T. Nishizeki
“Shortest Noncrossing Rectilinear Paths in Plane Regions”
5. X. Zhou, Md. A. Kashem, T. Nishizeki
“Generalized Edge-Rankings of Trees”
6. Md. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki
“Rectangular grid drawings of plane graphs”
7. 草苺, 西関
“端子からの L_1 距離の和が最小な領域を求めるアルゴリズム”
8. Xiao Zhou, Md. Abul Kashem and T. Nishizeki
“Generalized Edge-Rankings of Trees”
9. M. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki
“A Linear-Time Algorithm of Orthogonal Drawings of Triconnected Cubic Plane Graphs with the Minimum Number of Bends”
10. M. A. Kashem, X. Zhou and T. Nishizeki
“An NC Parallel Algorithm for Generalized Vertex-Rankings of Partial k -Trees”
11. M. A. Kashem, X. Zhou and T. Nishizeki
“Generalized Vertex-Rankings of Partial k -Trees”
12. Y. Kusakari and T. Nishizeki
“An Algorithm for Finding a Region with the Minimum Total L_1 from Prescribed Terminals”
13. Md. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki
“A Linear-Time Algorithm of Optional Orthogonal Drawings of Triconnected Cubic Plane Graphs”
14. S. Isobe, X. Zhou and T. Nishizeki
“A Polynomial-Time Algorithm for Finding Total Colorings of Partial k -Trees”
15. K. Miura, D. Takahashi, S. Nakano and T. Nishizeki
“A Linear-Time Algorithm to Find Four Independent Spanning Trees in Four-Connected Planar Graphs”
16. X. Zhou and T. Nishizeki
“The Edge-Disjoint Paths Problem is NP-Complete for Partial k -Trees”
17. Md. S. Rahman, S. Nakano and T. Nishizeki
“Box-Rectangular Drawings with Designated Four Corners”

18. Md. A. Kashem, X. Zhou and T. Nishizeki

“Algorithms for Generalized Edge-Rankings of Partial k -Trees with Bounded Maximum Degree”

本報告書収録の学術雑誌等発表論文は本ファイルに登録していません。なお、このうち東北大学在籍の研究者の論文で、かつ、出版社等から著作権の許諾が得られた論文は、個別に **TOUR** に登録しております。