

グラフ描写の理論とアルゴリズムに関する研究

著者	西関 隆夫
URL	http://hdl.handle.net/10097/41495



平成 15 年度～平成 16 年度
科学研究費補助金 基盤研究(C) (2) 課題番号 : 15500002

グラフ描画の理論とアルゴリズム に関する研究

研究成果報告書

平成 17 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 教授)

はしがき

研究代表者 西関 隆夫
(東北大学 大学院 情報科学研究科)

本研究報告書は、平成 15 年度と、16 年度に文部省より交付された科学研究費補助金・基盤研究(C)(2)「グラフ描画の理論とアルゴリズムに関する研究」の研究成果を、国内外において発表してきた研究論文に基づき取りまとめたものである。

本研究では、実用上よく現れる平面グラフを対象を絞り、従来から知られていた描画形式である直交描画、矩形描画、直線描画および凸描画とは異なる描画形式として、内部矩形描画や箱矩形描画を新たに提案するとともに、これらの描画形式の理論を確立し、効率のよい描画アルゴリズムを設計、解析した。

平面グラフの外面も含めて全ての面を矩形(長方形)で描画することを矩形描画という。Thomassen は平面グラフの矩形描画が存在するための必要十分条件を与えているが、それは点に接続している辺の最大本数、即ち最大次数 Δ が 3 以下の平面グラフに限定されていた。本研究では、矩形描画を一般化して、内面は全て矩形であるが、外面は矩形であるとは限らず、L 字形や T 字形のような軸平行長方形であればよい“内部矩形描画”という新しい描画形式を提案した。更に、 $\Delta \leq 3$ とは限らない、一般の場合に内部矩形描画が存在するための必要十分条件を与えた。この結果は VLSI レイアウトへの実用的応用があるばかりでなく、30 年来の未解決問題を解決したことになる。また内部矩形描画を効率よく求めるアルゴリズムも開発した。

矩形描画と箱直交描画を一般化した箱矩形描画という新しい描画形式を提案し、箱矩形描画が存在するための必要十分条件を与えるとともに、効率のよいアルゴリズムを開発した。その計算時間はグラフの点数に比例する程度であるので、最適であり、これ以上改善の余地はない。従来の VLSI レイアウト設計では矩形描画を用いていたため、隣接させたくないモジュールまでもが隣接してしまうレイアウトが求まることがあった。本研究の箱矩形描画を用いた VLSI レイアウトではそのようなことが起きない。

他の描画形式である、直線描画、凸描画、矩形勢力描画等に関しても、できるだけ小さく描画する効率のよいアルゴリズムを設計した。特に 4 連結平面グラフは一般の平面グラフより $1/4$ の面積で描画できるという画期的な結果を与えた。

本研究は、描画形式の理論の確立と効率のよい描画アルゴリズムを設計、解析を目指し研究を行ってきたが、様々な評価基準の下で最適にグラフを描画するアルゴリズムの開発とその基となる理論の確立することに成功した。また、得られた成果を中心にグラフ描画の理論とアルゴリズムを集大成して、英文の成書“Planar Graph Drawing: Theory and Algorithms”を執筆することもできた。この研究報告書が、これらの関係分野の研究者に少しでもお役に立てれば幸いである。

平成 17 年 3 月

研究課題名

グラフ描画の理論とアルゴリズムに関する研究

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・教授)

研究分担者

周 暁 (東北大学・大学院情報科学研究科・助教授)

Md. S. Rahnam (東北大学・大学院情報科学研究科・助教授)

三浦 一之 (東北大学・大学院情報科学研究科・助手)

浅野 泰仁 (東北大学・大学院情報科学研究科・助手)

研究経費

平成 15 年度 2,500 千円

平成 16 年度 1,100 千円

計 3,600 千円

研究発表リスト

学術論文等

1. Y. Kusakari and T. Nishizeki, "Finding a region with the minimum total L_1 distance from prescribed terminals," *Algorithmica*, 35, pp.225-256, 2003.
2. 小泉, 水木, 西関, "量子カード配布," *電子情報通信学会論文誌*, Vol.J86-A, No.4, pp.465-473, 2003.
3. T. Fujino, X. Zhou and T. Nishizeki, "List edge-colorings of series-parallel graphs," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol.E86-A, No.5, pp.1034-1045, 2003.
4. S. Orihara, T. Mizuki and T. Nishizeki, "New security index for digital fingerprinting and its bounds," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol.E86-A, No.5, pp.1156-1163, 2003.
5. M. Hasan, Md. S. Rahman and T. Nishizeki, "A linear algorithm for compact box-drawings of trees," *NETWORKS*, vol.42(3), pp.160-164, 2003.
6. T. Mizuki, H. Shizuya and T. Nishizeki, "Characterization of optimal key set protocols," *Discrete Applied Mathematics*, 131, pp.213-236, 2003.
7. Md. S. Rahman, T. Nishizeki and M. Naznin, "Orthogonal Drawings of Plane Graphs Without Bends," *Journal of Graph Algorithms and Applications*, Vol.7, No.4, pp. 335-362, 2003.
8. Md. S. Rhaman, T. Nishizeki and S. Ghosh, "Rectangular drawings of planar graphs," *Journal of Algorithms*, 50, PP.62-78, 2004.
9. T. Nishizeki, K. Miura and Md. S. Rahman, "Algorithms for drawing plane graphs," *IEICE Trans. INF. & SYST.*, Vol.E-87, No.2, pp.281-289, 2004.
10. S. Isobe, X. Zhou and T. Nishizeki, "Cost total colorings of trees," *IEICE Trans. INF. & SYST.*, Vol.E-87, No.2, pp.337-342, 2004.
11. X. Zhou and T. Nishizeki, "Multicolorings of series-parallel graphs," *Algorithmica*, 38, pp.271-297, 2004.
12. X. Zhou and T. Nishizeki, "Algorithm for the cost edge-coloring of trees," *Journal of Combinatorial Optimization*, 8, pp.97-108, 2004.
13. Md. S. Rahman, N. Egi and T. Nishizeki, "No-bend orthogonal drawings of subdivisions of planar triconnected cubic graphs," *IEICE Trans. INF. & SYST.*, Vol.E88-D, No.1, pp.23-30, 2005.
14. X. Zhou, Y. Matsuo and T. Nishizeki, "List total colorings of series-parallel graphs," *Journal of Discrete Algorithms*, 3, pp.47-60, 2005.
15. K. Miura, M. Azuma and T. Nishizeki, "Canonical decomposition, realizer, schnyder labeling and orderly spanning trees of plane graphs," *International Journal of Foundations of Computer Science*, Vol.16, No.1, pp.117-141, 2005.

国際会議等

1. K. Koizumi, T. Mizuki and T. Nishizeki, "Necessary and sufficient numbers of cards for the transformation protocol," Proc. 7th Japan-Korea workshop on Algorithms and Computation, pp. 124-137, 2003.
2. X. Zhou, Y. Matsuo and T. Nishizeki, "Complexity and algorithm of list total colorings of series-parallel graphs," Proc. 7th Japan-Korea workshop on Algorithms and Computation, pp. 189-202, 2003.
3. N. Egi, Md. S. Rahman and T. Nishizeki, "Algorithm for no-bend orthogonal drawings of subdivisions of planar triconnected cubic graphs," Proc. 7th Japan-Korea workshop on Algorithms and Computation, pp. 252-266, 2003.
4. X. Zhou, Y. Matsuo and T. Nishizeki, "List total colorings of series-parallel graphs," Proc. of COCOON 2003, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 2697, pp. 172-181, 2003.
5. T. Nishizeki, "Drawing plane graphs," Proc. of ISAAC 2003, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 2906, pp. 2-5, 2003.
6. Md. S. Rahman, N. Egi and T. Nishizeki, "No-bend orthogonal drawings of subdivisions of planar triconnected cubic graphs," Proc. of GD 2003, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 2912, pp. 387-392, 2004.
7. Y. Asano and T. Nishizeki, "Web-linkage viewer: drawing links in the web based on a site-oriented framework," Proc. of GD 2003, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 2912, pp. 498-499, 2004.
8. K. Koizumi, T. Mizuki and T. Nishizeki, "Necessary and sufficient numbers of cards for the transformation protocol," Proc. of COCOON 2004, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 3106, pp. 92-101, 2004.
9. K. Miura, M. Azuma and T. Nishizeki, "Canonical decomposition, realizer, schnyder labeling and orderly spanning trees of plane graphs (extended abstract)," Proc. of COCOON 2004, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 3106, pp. 309-318, 2004.
10. K. Miura, H. Haga and T. Nishizeki, "Inner rectangular drawings of plane graphs (extended abstract)," Proc. of ISAAC 2004, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 3341, pp. 693-704, 2004.
11. Md. S. Rahman, K. Miura and T. Nishizeki, "Octagonal drawings of plane graphs with prescribed face areas," Proc. of WG 2004, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 3533, pp. 320-331, 2004.
12. T. Ito, X. Zhou and T. Nishizeki, "Partitioning a weighted graph to connected subgraphs of almost uniform size," Proc. of WG 2004, Lect. Notes in Comp. Sci., Springer-verlag, 3533, pp. 365-376, 2004.
13. K. Miura and T. Nishizeki, "Rectangle-of-influence drawings of four-connected plane graphs (extended abstract)," Proc. of APVIS 2005, pp.71-76, 2005.

目次

1. Y. Kusakari and T. Nishizeki, "Finding a region with the minimum total L_1 distance from prescribed terminals," *Algorithmica*, 35, pp.225-256, 2003.
2. 小泉, 水木, 西関, "量子カード配布," 電子情報通信学会論文誌, Vol.J86-A, No.4, pp.465-473, 2003.
3. T. Fujino, X. Zhou and T. Nishizeki, "List edge-colorings of series-parallel graphs," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol.E86-A, No.5, pp.1034-1045, 2003.
4. S. Orihara, T. Mizuki and T. Nishizeki, "New security index for digital fingerprinting and its bounds," *IEICE Trans. Fundamentals*, vol.E86-A, No.5, pp.1156-1163, 2003.
5. M. Hasan, Md. S. Rahman and T. Nishizeki, "A linear algorithm for compact box-drawings of trees," *NETWORKS*, vol.42(3), pp.160-164, 2003.
6. T. Mizuki, H. Shizuya and T. Nishizeki, "Characterization of optimal key set protocols," *Discrete Applied Mathematics*, 131, pp.213-236, 2003.
7. Md. S. Rahman, T. Nishizeki and M. Naznin, "Orthogonal Drawings of Plane Graphs Without Bends," *Journal of Graph Algorithms and Applications*, Vol.7, No.4, pp. 335-362, 2003.
8. Md. S. Rhaman, T. Nishizeki and S. Ghosh, "Rectangular drawings of planar graphs," *Journal of Algorithms*, 50, PP.62-78, 2004.
9. T. Nishizeki, K. Miura and Md. S. Rahman, "Algorithms for drawing plane graphs," *IEICE Trans. INF. & SYST.*, Vol.E-87, No.2, pp.281-289, 2004.
10. S. Isobe, X. Zhou and T. Nishizeki, "Cost total colorings of trees," *IEICE Trans. INF. & SYST.*, Vol.E-87, No.2, pp.337-342, 2004.
11. X. Zhou and T. Nishizeki, "Multicolorings of series-parallel graphs," *Algorithmica*, 38, pp.271-297, 2004.
12. X. Zhou and T. Nishizeki, "Algorithm for the cost edge-coloring of trees," *Journal of Combinatorial Optimization*, 8, pp.97-108, 2004.
13. Md. S. Rahman, N. Egi and T. Nishizeki, "No-bend orthogonal drawings of subdivisions of planar triconnected cubic graphs," *IEICE Trans. INF. & SYST.*, Vol.E88-D, No.1, pp.23-30, 2005.
14. X. Zhou, Y. Matsuo and T. Nishizeki, "List total colorings of series-parallel graphs," *Journal of Discrete Algorithms*, 3, pp.47-60, 2005.
15. K. Miura, M. Azuma and T. Nishizeki, "Canonical decomposition, realizer, schnyder labeling and orderly spanning trees of plane graphs," *International Journal of Foundations of Computer Science*, Vol.16, No.1, pp.117-141, 2005.

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。