

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330001

研究課題名(和文) 符号化に基づく高機能かつコンパクトな実践的グラフデータ構造の確立

研究課題名(英文) Practical and functional graph data structures based on graph codings

研究代表者

山中 克久 (Yamanaka, Katsuhisa)

岩手大学・工学部・助教

研究者番号：60508836

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、巨大なグラフ構造を、コンパクトに計算機上に保存するためのデータ構造を設計・開発することである。本研究では、グラフを2進符号で表現することにより、実性能のよいコンパクトな表現方法を提案する。主に、フロアプランに対して2進符号表現の開発に取り組んだ。フロアプランはVLSI設計に応用をもつ重要なグラフの描画である。本研究では、フロアプランの主要なクラスであるモザイクフロアプランとスライシングフロアプランに対して、非常にコンパクトな2進符号表現を与えた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to design data structures for compact representations of graph structures. In this research, we design such data structures by encoding graphs with binary codes. In this project, we focused on representing floorplans, which have application to VLSI design. We presented extremely compact representations for mosaic floorplans and slicing floorplans which are important classes of floorplans.

研究分野：アルゴリズム理論

キーワード：アルゴリズム理論 グラフ理論 データ構造 符号化

は存在しなかった。工学的な応用を考えた場合、フロアプラン中の各辺の長さを覚えることは必要不可欠である。既存のフロアプラン符号化手法を使った場合は $4f-4 + f\lceil \log W \rceil + f\lceil \log H \rceil + o(f) + o(W) + o(H)$ ビット（ここで、 f はフロアプランに含まれる矩形の個数、 W と H はそれぞれ矩形の最大幅と最大高さ）の記憶領域が必要になるのに対し、提案手法は $4f-4 + (f+1)\lceil \log L \rceil + o(f) + o(L)$ ビット（ここで L は辺の長さの最大値）で十分である。

(2) モザイクフロアプランの符号化

フロアプランの主要なクラスの一つにモザイクフロアプランというものがある。これに対するコンパクトな符号が既に提案されている。 n 個の矩形を含むモザイクフロアプランを $3n$ ビットで表現することができ、この符号長は情報理論的下限と一致している。本研究では、新たな方法で既存手法と同じ長さをもつ符号を提案した。さらに、フロアプランの形によっては、既存手法よりもさらに符号長が短くなることも示した。

(3) スライシングフロアプランの符号

フロアプランの重要なクラスの一つとして、モザイクフロアプランの他に、スライシングフロアプランというものがある。このフロアプランは、モザイクフロアプランよりも個数が少ないことが既に知られており、 n 個の矩形を含むモザイクフロアプランが $3n$ ビットで表現されるのに対し、より小さなビット数で表現され得ることは分かっていたが、実際に証明することはできていなかった。本研究では、 n 個の矩形を含むスライシングフロアプランを $2.6n$ ビットで表現する 2 進符号を提案することに成功した。情報理論的下限が $2.543n$ ビットであることを考慮すると極めてコンパクトな符号になっている。この符号化法は、入力で与えられたスライシングフロアプランの形を一度調べてから、そのフロアプランに適した符号化法を選択するというアイデアに基いている。しかしながら、辞書に対応した記憶領域を必要としないように設計されており、非常にコンパクトな表現である。

(4) サーベイ論文の執筆

フロアプランのコンパクトな表現方法に関するサーベイ論文を執筆し、査読付きの論文誌に採録となった。フロアプランにはいくつものクラスがあり、クラスごとに様々な符号化手法が提案されてきている。2004 年にフロアプランの表現方法に関するサーベイ論文が発表されたが、その後、同分野に関する研究成果がいくつも提案されている。そこで、今後の研究のさらなる進展に寄与することを目指し、本研究の取り組みの一つとして最新の研究成果を体系的に解説する論文の執筆を行った。

(5) 符号表現に基づいた数え上げ・ランダム生成

符号表現に基いて、効率的な数え上げアルゴリズムやランダム生成アルゴリズムが設計できることを示した。本研究では、モザイクフロアプランと置換分解（あみだ籤）に対して数え上げ・ランダム生成アルゴリズムを設計した。このアイデアをより発展させることにより、新たなアルゴリズム設計フレームワークが提案できるかもしれないという意味で今後の発展が期待できる研究成果である。

以上が本研究の成果である。主にフロアプランに対してコンパクトな符号を提案することに成功した。フロアプランは、工学的な応用をもち、かつ学術的にも興味深い研究対象である。2 進符号を提案するだけでなく、2 進符号を利用した数え上げ・ランダム生成アルゴリズムの設計方法も考案することができた。これについては、今後さらなる発展を行っていく必要がある。

5. 主な発表論文等

（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 7 件）

1. Katsuhisa Yamanaka and Shin-ichi Nakano, Uniformly random generation of floorplans, IEICE Transactions on Information and Systems, vol.E99-D, no.3, pp.624-629, Mar, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1587/transinf.2015FCP0013>
2. Katsuhisa Yamanaka, Recent developments in floorplan representations, Interdisciplinary Information Sciences, no.4, vol.21, pp.371-399, Dec, 2015. DOI: <http://doi.org/10.4036/iis.2015.L.05>
3. Katsuhisa Yamanaka, Takafumi Ohmori, Takashi Hirayama, and Yasuaki Nishitani, $(2.6n+2)$ -bit code of slicing floorplans, in Proceeding of The 18th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs, pp.50-51, Sept, 2015.
4. Katsuhisa Yamanaka and Shin-ichi Nakano, Enumeration, counting, and random generation of ladder lotteries, in Proceedings of the 9th International Frontiers of Algorithmics Workshop (FAW2015), Lecture Notes in Computer Science, vol.9130, pp.294-303, Jul, 2015.
5. Katsuhisa Yamanaka and Shin-ichi Nakano,

- Uniformly random generation of floorplans(Extended abstract), the 9th Hungarian-Japanese Symposium on Discrete Mathematics and Its Applications, pp.188-195, Jun, 2015.
6. Katsuhisa Yamanaka and Shin-ichi Nakano
Another optimal binary representation of mosaic floorplans, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol.E98-A, no.6, pp.1223-1224, Jun, 2015. DOI: 10.1587/transfun.E98.A.1223
 7. Shin-ichi Nakano and Katsuhisa Yamanaka,
A compact encoding of rectangular drawings with edge lengths, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 査読有, vol.E96-A, no.6, pp.1032-1035, Jun, 2013. DOI: 10.1587/transfun.E96.A.1032

〔学会発表〕(計4件)

1. Katsuhisa Yamanaka and Shin-ichi Nakano, Enumeration, counting, and random generation of ladder lotteries, IPSJ SIG Technical Report 2014-AL-150-8, pp.1-7, Nov 20-21, 2014, 大瀆信泉記念館(沖縄).
2. Takafumi Ohmori, Katsuhisa Yamanaka, Takashi Hirayama, Yasuaki Nishitani, Compact codes of slicing floorplans, IPSJ SIG Technical Report 2014-AL-148-6, pp.1-5, Jun 13-14, 2014, 道後温泉大和屋ホテル(愛媛)
3. 大森隆文, 山中克久, 平山貴司, 西谷泰昭, スライシングフロアプランのコンパクトな符号, 平成25年度第4回情報処理学会東北支部研究会開催報告, 資料番号 2013-4-2, 2013年12月21日, 岩手大学(岩手県)
4. Katsuhisa Yamanaka and Shin-ichi Nakano, Another optimal binary representation of mosaic floorplans, IPSJ SIG Technical Report 2013-AL-144-11, May 17-18, 2013, 小樽商科大学(北海道).

6. 研究組織

(1)研究代表者

山中 克久 (YAMANAKA, Katsuhisa)

岩手大学・工学部・助教

研究者番号: 60508836