

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12301  
研究種目：基盤研究(C)  
研究期間：2011～2013  
課題番号：23500005  
研究課題名(和文)平面構造のコンパクトなデータ構造に関する研究

研究課題名(英文)Compact data structures for plane structures

研究代表者

中野 眞一 (Nakano, Shin-ichi)

群馬大学・理工学研究院・教授

研究者番号：30227855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：計算機の性能は毎年向上するが、扱うデータ量はそれ以上のペースで増加している。よって大規模データを計算機に格納するためには、コンパクトなデータ構造が必要である。本研究は、大規模な平面構造のコンパクトなデータ構造を新たに設計する。特にフロアプランという平面構造を扱う。フロアプランとは長方形をいくつかの長方形に分割したものである。フロアプランはVLSI設計で用いられる重要なモデルである。

研究成果の概要(英文)：Even though the performance of computers always increase rapidly, the amount of data increase more rapidly. So we need compact representations for data to store them in computers. In this research we design new compact data structures for huge size of plane structures, especially floor plans. A Floorplan is a partition of a rectangle into several rectangles. Floorplans are important model used in VLSI design.

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 グラフ 符号

## 1. 研究開始当初の背景

計算機の性能は毎年向上しているが、扱うデータ量はそれ以上の速度で増大している。メモリ上のデータのアクセスに比べて、ハードディスク上のデータのアクセスは非常に遅い。そこで大規模データを、計算機のメモリに、コンパクトに機能的に格納するデータ構造が必要である。さらには、圧縮したまま利用できる機能的なデータ構造が必要である。

## 2. 研究の目的

本研究は、大規模な平面構造を扱う。

大規模平面構造データを、計算機上に、コンパクトに、かつ、機能的に圧縮して格納する新しいデータ構造を開発する。実装しやすく、かつ、理論的のみならず現実的にも高速な新しいデータ構造を開発する。

コンパクトな符号の長さの下界は、扱うクラス中の対象の個数から得られるので、各種の数の上げアルゴリズムや列挙アルゴリズムも調査・開発する。

## 3. 研究の方法

本研究は、研究代表者が一人で各種のデータ構造を新たに設計するものである。ただし、国内外の関連する研究会や国際会議で積極的に成果発表し、さまざまな研究者と討論し、アイデアを交換しつつ、新たなデータ構造を開発する。

既存のさまざまなクラスのコンパクトなデータ構造を調査し、応用が広くチャレンジすべきクラスや、改善の余地のあるクラスを探す。これらのクラスについて新たなコンパクトなデータ構造を設計・改良・評価する。以上をできるだけ多くのクラスに対して繰り返す。

得られた研究成果を学術雑誌や研究会等に発表する。

## 4. 研究成果

いくつかのクラスの平面構造について、コンパクトな新しいデータ構造を設計することができた。これらの成果は、現在、最もコンパクトな符号であるのみならず、符号化・複合化ともに簡単で高速である。(論文 2,4,5,11)

長方形をいくつかの長方形に分割したものを方形描画という。方形描画は VLSI の設計の際のモデルにも使われる重要な概念である。

方形描画やそのグラフ構造(辺の長さを無視したもの)のさまざまなコンパクトな符号を設計した。また、長方形をいくつかの長

形と L 字形に分割したものを L 字描画といい、方形描画の一般化になっている。この L 字描画についてもいくつかのコンパクトな符号を設計することができた。特に学会発表論文 7 は FIT2012 論文賞を受賞している。

また、符号長の下界は、対象の個数から得られる。さらに列挙アルゴリズムから自然にコンパクトな符号が定義できることも多い。そこで数の上げアルゴリズムや列挙アルゴリズムについても研究を推進した。

指定されたクラス中の対象を、抜けなく重複なく、高速に列挙する各種のアルゴリズムを設計した。グラフの st-順序、葉の個数を指定した順序なし木、葉の個数を指定した順序木、Reduced Tree, 次数列を指定した順序木、次数列を指定した外平面グラフ、横線の本数を指定したあみだくじ、等の高速列挙アルゴリズムを開発することができた。これらの列挙アルゴリズムは、現在、最も高速なアルゴリズムである。(論文 1,3,6,7,8,9,10)

## 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 11 件)

1 Katsuhisa Yamanaka and Shin-Ichi Nakano  
Efficient Enumeration of All Ladder Lotteries with k Bars  
電子情報通信学会英文論文誌, IEICE TRANS. FUNDAMENTALS, Special Section on Discrete Mathematics and Its Applications  
Vol.E97-A, no.6, 1163-1170 (2014).  
査読あり

2 Shin-Ichi Nakano and Katsuhisa Yamanaka  
A Compact Encoding of Rectangular Drawings with Edge Lengths  
電子情報通信学会英文論文誌, IEICE TRANS. FUNDAMENTALS, Special Section, Discrete Mathematics and Its Applications,  
Vol.E96-A, no.6, pp. 1032-1035 (2013).  
査読あり

3 Takeaki Uno, Ryuhei Uehara and Shin-ichi Nakano  
Bounding the Number of Reduced Trees, Cographs, and Series-Parallel Graphs by Compression,  
Discrete Mathematics, Algorithms and Applications (DMAA),  
Vol.05, No. 2, 1360001 (14 pages) (2013).  
査読あり

4 Masashi Saito and Shin-ichi Nakano

Two Compact Codes for Rectangular Drawings with Degree Four Vertices  
Journal of Information Processing, Vol.21, No.4, pp.660-664 (2013).  
査読あり

5 齋藤雅士, 中野眞一  
格子L字描画のコンパクトな符号  
電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, no.9, pp.2041-2046 (2013).  
査読あり

6 石川雅信, 中野眞一 指定した次数列をもつ順序なし木の高速列挙  
電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J96-D, no.11, pp.2710-2715 (2013).  
査読あり

7 金井祐一, 中野眞一  
指定した次数列をもつ連結外平面グラフの列挙  
電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J96-A, no.9, pp.643-649 (2013).  
査読あり

8 M. Ishikawa, K. Yamanaka, Y. Otachi and S. Nakano  
Enumerating All Rooted Trees including k Leaves  
電子情報通信学会英文論文誌, IEICE TRANS. INF.& SYST.,  
Special issue on Foundations of Computer Science. Vol.E95-D, no. 3, pp. 763-768 (2012).  
査読あり

9 Katsuhisa Yamanaka, Yota Otachi and Shin-Ichi Nakano,  
Efficient Enumeration of Ordered Trees with k leaves,  
Theoretical Computer Science, Vol.442, pp.22-27 (2012).  
査読あり

10 Andry Setiawan and Shin-ichi Nakano  
Listing All st-Orientations  
電子情報通信学会英文論文誌 A, IEICE TRANS. FUNDAMENTALS, Vol.E94-A, no.10, pp. 1965-1970 (2011).  
査読あり

11 須田亮平, 中野眞一, 山中克久  
格子方形描画のコンパクトな符号  
電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J94-D, no.12, pp.2031-2036 (2011).  
査読あり

〔学会発表〕(計 10件)

1 齋川勇人, 中野眞一  
A New Compact Encoding of Rectangular Drawings  
情報処理学会アルゴリズム研究会  
2013-AL-143-4(13.3.1 福島県飯坂温泉)

2 山中克久, 中野眞一  
Another Optimal Binary Representation of Mosaic Floorplans  
情報処理学会アルゴリズム研究会  
2013-AL-144-11(13.5.17-18 小樽商科大学)

3 Toshihiro Akagi and Shin-Ichi Nakano  
On  $(k,r(f))$ -gatherings on a Road  
JCDCGG 2013.,  
(2013.9.17-19 東京理科大)

4 Yuto Saikawa and Shin-Ichi Nakano  
A New Compact Encoding of Rectangular Drawings  
JCDCGG 2013.,  
(2013.9.17-19 東京理科大)

5 山中克久, 中野眞一  
Uniformly Random Generation of Floorplans  
情報処理学会アルゴリズム研究会  
2013-AL-145-12(13.11.6-7 花巻)

6 Md. Rezaul Karim 中野眞一, Md. Saidur Rahman  
L字形描画のコンパクトな符号  
情報処理学会アルゴリズム研究会  
2012-AL-140-1(12.5.14 愛媛大)

7 Masashi Saito and Shin-ichi Nakano  
Two Compact Codes for Rectangular Drawings with Degree Four Vertices  
FIT 2012, RA-001 (2012.9.4 法政大学)

8 石島 正大・中野眞一  
大規模グラフの spanner を生成するストリーミングアルゴリズムの実装  
FIT 2012, A-003 (2012.9.4 法政大学)

9 中野眞一, 山中克久  
A Compact Encoding of Rectangular Drawings with Edge Lengths  
情報処理学会アルゴリズム研究会  
2011-AL-136-1(11.9.6 函館市中央図書館)

10 Takeaki Uno, Ryuhei Uehara, Shin-Ichi Nakano

On the number of reduced trees, cographs,  
and series-parallel graphs by compression  
情報処理学会アルゴリズム研究会  
2011-AL-137-6(11.11.18 山口大)

〔図書〕(計 2件)

1 Shin-ichi Nakano, Md. Saidur Rahman  
WALCOM: Algorithms and Computation  
Sixth International Workshop, WALCOM  
2012, Dhaka, Bangladesh, February 15-17,  
2012, Proceedings,  
Lecture Notes in Computer Science , Vol.  
7157 (2012)

2 Takao Asano, Shin-ichi Nakano, Yoshio  
Okamoto and Osamu Watanabe,  
Algorithms and Computation  
22nd International Symposium, ISAAC  
2011 Yokohama, Japan, December 5-8,  
2011, Proceedings  
Lecture Notes in Computer Science,  
ARCoSS, Vol. 7074 (2011)

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

中野 眞一 (NAKANO Shin-ichi)  
群馬大学・理工学研究院 教授  
研究者番号 : 30227855