

矩形描画の表現法と数え上げ問題の研究

藤 卷 亮*

Study on Representation and Enumeration of Rectangular-Drawings

by Ryo FUJIMAKI

本論文はフロアプランの研究である。フロアプランはVLSIのレイアウト設計における自動化、布や鉄板の効率的な切り出しなどに応用がある。我々は特にVLSIのレイアウトの自動設計を背景とし、フロアプランのクラスの一つである矩形描画についての研究を行った。

VLSIのレイアウト設計の自動化、つまりモジュールの自動配置問題の多くはNP困難な問題として知られている。すなわち、これらNP困難な問題には組合せ問題の性質上網羅的に試すアルゴリズムが明らかに存在するが、それは現実的な時間では終わらない。また、現実的な時間で終わるようなアルゴリズムは多くの研究者の興味のあるところであるが、そのようなアルゴリズムが存在するかどうかは知られていない。これを背景に、NP困難な問題はヒューリスティクスによるアプローチが成されてきた。ヒューリスティクスは最適な解を与えられるとは限らないが、現実的な時間で準最適解を与える。

VLSIのレイアウトの自動化の研究に限って言えば、問題独自のヒューリスティクスよりはGenetic Algorithm法やSimulated Annealing法などのメタヒューリスティクスを用いることが多い。このとき、解のコード化(表現法)は重要になる。メタヒューリスティクスのいくつかは現在の解に似た(近い)解の中に良い解が高確率で存在することを理念とす

る。良いコード化は近い解の生成を容易にし、解の探索を効率的にする。

本論文では矩形描画の表現法Fujimaki-Takahashi Squeezeを提案する。Fujimaki-Takahashi Squeezeは順列という単純なデータ構造による表現法で、すべての順列が矩形描画の一つに対応するという特徴を持つ。すなわち、プログラミングが容易である。我々は論文中で矩形描画の順列表現法Fujimaki-Takahashi Squeezeのエンコードアルゴリズム(矩形描画から順列)、デコードアルゴリズム(順列から矩形描画)、そして、その正当性の証明を与える。さらに順列からの $O(n)$ 時間-制約グラフ生成アルゴリズムを与える。

表現法の研究ではどれだけ短いコードで表現するかという問題もある。矩形描画の表現では、長さ $5n-5$ のビット列表現が提案されていた。本論文では矩形描画の長さ $4n-4$ のビット列による表現法を提案した。

矩形描画の個数を求める研究も成されている。矩形描画の個数を陽に与える式はまだ知られていないが、井上らによる矩形描画の個数を求める多項式時間数え上げアルゴリズムが提案されている。本論文では井上らのアルゴリズムを基に矩形描画の個数の上界の式 13.5^{n-1} を与えた。

*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 エルピーダメモリ株式会社

[新潟大学博士(工学) 平成21年3月23日授与]