

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	障害物を含む1層配線領域のための領域分割によるリバー配線手法
Title(English)	A River Routing Method for Single Layer with Obstacles by Area Partition
著者(和文)	小平行秀, 高橋篤司
Authors(English)	Yukihide Kohira, Atsushi Takahashi
出典(和文)	電子情報通信学会 2009ソサイエティ大会 講演論文集 (A-3-9), Vol. A, No. , p. 58
Citation(English)	Proc. the 2009 IEICE Society Conference (A-3-9), Vol. A, No. , p. 58
発行日 / Pub. date	2009, 9
URL	<a href="http://search.ieice.org/">http://search.ieice.org/</a>
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright (c) 2009 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

# 障害物を含む1層配線領域のための領域分割によるリバー配線手法

A River Routing Method for Single Layer with Obstacles by Area Partition

小平 行秀<sup>†</sup>  
Yukihide Kohira

<sup>†</sup> 会津大学 コンピュータ理工学部  
School of Computer Science and Engineering,  
the University of Aizu

高橋 篤司<sup>‡</sup>  
Atsushi Takahashi

<sup>‡</sup> 大阪大学 大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻  
Division of Electrical, Electronic and Information  
Engineering, Osaka University

## 1 はじめに

近年の回路動作の高速化に伴い、複数の信号線のそれぞれに対して要求される遅延量を高い精度で実現することが必要である。プリント基板の配線設計では、要求される遅延値に満たない信号は配線を迂回させ、配線遅延量を増大させることで遅延値を調整することが一般的である。

目標配線長がそれぞれ指定された複数のネットが与えられたとき、目標配線長との誤差をできるだけ小さい1層配線を得る問題に対して、未配線領域でのネットの連結度を考慮することで配線実現性を保障しつつ、1点ずつ逐次的に配線を延長する配線手法 CAFE router が提案されている [1]。CAFE router は指定された配線長を高い精度で実現できるが、CAFE router の入力、幹配線位相条件を満たす必要がある。

本稿では、幹配線位相条件を満たさないがリバー配線可能な入力が与えられた際に、入力を幹配線位相条件を満たす最小数の部分問題に分割し、各部分問題に対して CAFE router を適用する手法を提案する。

## 2 準備

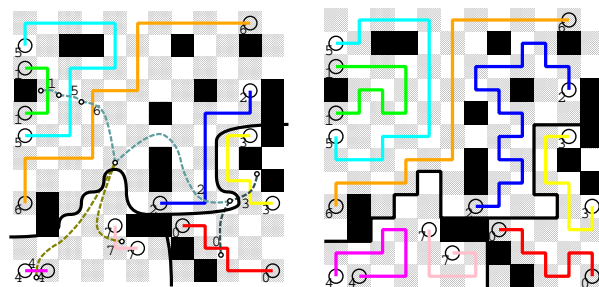
本稿では、入力として障害物を含む配線領域と外周上に端子を持つ複数の2端子ネットが与えられるとする。このとき、配線領域の外周に置かれた2端子間を結び互いに交差しない詳細配線の集合をリバー配線と呼ぶ。また、配線領域の外周に端子が置かれたすべての2端子ネットを平面位相配線で実現できるための条件をリバー配線位相条件と呼ぶ。与えられた入力がリバー配線位相条件を満たすか否かは、外周上の端子系列から下記の操作で判定できる [2]。1つのスタックを用意し、端子系列の先頭から最後まで各要素に対し、スタックが空、もしくはスタックのトップに違うネットがある場合はプッシュする、スタックのトップに同じネットがある場合はポップする、という操作を行う。このとき、スタックが空であれば平面位相配線可能であり、スタックが空でなければ平面位相配線不可能である。スタック操作において、ネットがポップされる順番によりネットの配線順序が定められ、その配線順序によりリバー配線が得られることが知られている [2]。リバー配線例を図1(a)に示す。

リバー配線において、ある外周上の2点で外周上の点を2分割した両方に全てのネットの端子が属するとき、幹配線と呼ぶ。また、ある外周上の2点で外周上の点を2分割した両方に全てのネットの端子が属するとき、すべての2端子ネットを平面位相配線で実現できるための条件を幹配線位相条件と呼ぶ。与えられた入力が幹配線位相条件を満たすか否かは、リバー配線位相条件を判定する操作において、プッシュ操作とポップ操作に2分割でき、操作後のスタックが空となるスタック操作の系列が存在するか否かで判定できる。CAFE router は、幹配線位相条件を満たす入力が与えられた場合、詳細配線可能な場合に幹配線を出力することが保証されている [1]。

## 3 提案手法

提案手法では、リバー配線可能な入力が与えられた場合、ネット集合を部分集合に分割し、それぞれの部分集合に対して配線領域を適切に割り当てること、入力を幹配線位相条件を満たす詳細配線可能な部分問題に分割する。その後、各部分問題に CAFE router を適用しそれぞれ適切な幹配線を得ることで、全体領域でリバー配線を得る。

まず、リバー配線手法 [2] により得られるリバー配線から分割木を得る。外周と各ネットの配線により分断される領域を分割木の点に対応させ、配線を境に隣接する2領域に対応する分割木の2点間を辺で接続する。また、配線に対応するネットをその辺のラベルとする。このとき、ネットの集合に幹配線位相条件を満たす詳細配線可能な配線領域を割り当てる



(a) リバー配線、分割木、領域分割。(b) CAFE router 適用結果。

図1 提案手法により得られるリバー配線例。

ことができる必要十分条件は、ネット集合が分割木のパスに対応することである。つまり、ネット集合を分割する問題は、分割木上の辺集合を複数のパスによって分割する問題と同値である。分割木の辺集合を複数のパスによって分割する問題の最小分割数は、(次数が奇数の点の数/2)であり、その分割は、次数が奇数の2点間を繋ぐパスに再帰的に分割することで得られる。図1(a)に示されているリバー配線に対する分割木を、破線で図1(a)に示す。この分割木において次数が奇数の点があるため、最小領域分割数は3である。3つのパス $\{0, 3\}$ ,  $\{1, 5, 6, 2\}$ ,  $\{4, 7\}$ に分割した例を図1(a)に示す。

提案手法では、パス分割に対応してネット集合を部分集合に分割し、配線領域の各点をリバー配線手法 [2] で得られる配線の中で、その点から最も近い配線に対応するネットが属する部分集合の配線領域とする。このとき、各部分問題は、ネット集合が分割木のパスに対応する幹配線位相条件を満たし、少なくともリバー配線手法 [2] で得られた配線は実現可能であるため、詳細配線可能である。したがって、各部分問題に CAFE router が適用可能であり、各ネットに対して目標配線長に近いより適切な幹配線を CAFE router で生成する。提案手法により得られた領域分割例を図1(a)に示す。また、各ネットに対して、十分な指定配線長を与え、できるだけ長い配線を CAFE router により実現した配線例を図1(b)に示す。

## 4 まとめと今後の課題

本稿では、幹配線位相条件を満たさないがリバー配線可能な入力が与えられた際に、入力を幹配線位相条件を満たす最小数の部分問題に分割し、各部分問題に対して CAFE router を適用することで、全体領域でリバー配線を得る手法を提案した。

分割木のパス分解の方法には多様性がある。また、提案手法の領域分割法は配線可能性を保証するが、各ネットに与えられた目標配線長などは考慮していない。より大きな目標配線長が与えられたネットを含む部分問題には、より大きな領域を割り当てると、ネット集合の分割法、領域分割法を改善し、目標配線長に対する誤差を減少させることが今後の課題である。

謝辞 本研究を進めるにあたり貴重なご意見を頂いた Fujitsu Laboratories of America, Inc. の澁谷利行氏、富士通研究所の石田勉氏に深謝致します。

## 参考文献

- [1] 小平, 高橋, “Cafe router: 障害物を含む領域における連結度を考慮した複線配線手法,” 信学技報, VLD2008-72, pp.73-78, 2008.
- [2] C.P. Hsu, “Channel River Routing Algorithm,” DAC, pp.578-583, 1983.