

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	単層プリント基板のための各ネットの配線長達成性を考慮した等長配線手法
Title(English)	An Equi-Length Routing Method Considering Wirelength of Each Net for Single Layer PCB Routing
著者(和文)	篠田享佑, 小平行秀, 高橋篤司
Authors(English)	Kyosuke Shinoda, Yukihide Kohira, Atsushi Takahashi
出典(和文)	電子情報通信学会 2012年総合大会 講演論文集 (A-3-3), Vol. A, No. , p. 87
Citation(English)	Proc. the 2012 IEICE General Conference (A-3-3), Vol. A, No. , p. 87
発行日 / Pub. date	2012, 3
URL	http://www.ieice.org/jpn/books/t_g.html
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) 2012 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

単層プリント基板配線のための 各ネットの配線長達成性を考慮した等長配線手法

An Equi-Length Routing Method Considering Wirelength of Each Net for Single Layer PCB Routing

篠田 享佑¹
Kyosuke Shinoda

小平 行秀²
Yukihide Kohira

高橋 篤司³
Atsushi Takahashi

東京工業大学 大学院理工学研究科 集積システム専攻¹
Department of Communications and Integrated Systems, Tokyo Institute of Technology
会津大学 コンピュータ理工学部²
School of Computer Science and Engineering, The University of Aizu
大阪大学 大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻³
Division of Electrical, Electronic and Information Engineering, Osaka University

1 はじめに

プリント基板 (PCB) 上には, IC チップ, 抵抗, コンデンサなどの回路素子が配置され, 回路素子は配線によって接続される. 現在, 高密度な PCB の配線設計は主に人手で行われているが, 設計規模が人手設計の限界に近づいており, 設計期間の短縮のため自動配線ツールの性能向上が求められている. 一般的に PCB 配線問題はいくつかの部分問題に分割され, それぞれの部分問題で配線が行われる. 本稿では, その中でも最も基本的な問題となる 2 つのモジュール間を平面で接続する配線問題に対応しネットに全順序がつけられる幹配線位相条件 [1] を満たす問題に着目する. この問題に対して, 様々な手法が提案されている. 例えば, 文献 [1] の配線手法は, 各ネットが目標配線長を達成するために他ネットの目標配線長の達成を考慮せずに迂回する. このため, 配線が密になりやすい全順序の中位付近のネットの配線が迂回できなくなり, 目標を達成できない場合がある. また, 文献 [2] の配線手法は, 障害物のない配線領域を対象としており, 実際の PCB 配線には適用できない. 本稿では, 配線領域に障害物を含む幹配線位相条件を満たす等長配線問題に対して, 等長配線の実現性をより高めるために各ネットが必要な配線長を実現するために必要となる領域を考慮しながら各ネットを配線する配線手法を提案する.

2 準備

本稿では, 配線は全て HV 配線であるとし, 配線領域はデザインルールを満たす配線が通過する水平垂直配線グリッドとして表現する. 各配線は障害物が配置されているグリッドを通過することができない. 配線領域に対応した点容量フローグラフを定義する [3]. 配線問題が幹配線位相条件を満たす場合, この点容量フローグラフの最小カットの容量がネット数以上であれば, HV 配線可能である.

幹配線位相条件を満たす配線問題では各ネットは, 配線領域の外周に配置されるソース端子とシンク端子の 2 端子からなる. また, 配線領域の外周はソース端子が存在する区間とシンク端子が存在する区間に 2 分割される. 以下では, 説明の都合上, ソース端子が存在する区間とシンク端子が存在する区間をそれぞれ配線領域の左側と右側とし, 配線領域は配線によって上下に分割されるとする. また, あるネットに対し, 配線が上側でなされるネットを上側ネット, 下側でなされるネットを下側ネットと呼ぶ.

3 提案手法

提案手法は, 幹配線位相条件を満たす配線問題に対する配線パターンが与えられたとき, 最大配線長を増加させずに配線パターンを等長配線に近づける. 提案手法では, 与えられた配線パターンにおいて, 配線長が最大であるネットを基準ネットとして選択し, 基準ネットの配線を配線長を変化させずに修正した後, 基準ネットに近い順に基準ネットの配線長を目標配線長とし他のネットを配線する.

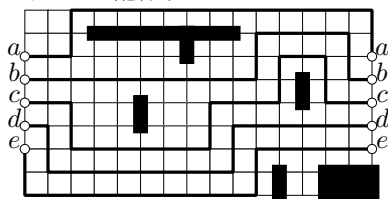


図 1 入力配線パターン

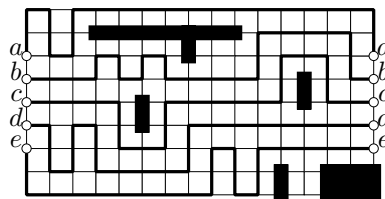


図 2 配線結果

等長配線に近い配線パターンをより短い配線長で得るためには, 最大配線長最小や総配線長最小などの配線パターンを入力として与える必要がある. 図 1 に入力として与えられる最大配線長最小の配線パターンの例を示す.

各ネットが目標配線長を達成するためには, 基準ネットの上下の配線領域はそれぞれ十分な広さを持つていなければならない. それぞれの配線領域で目標を達成するために必要な広さをそれぞれに属するネットの数と基準ネットの配線長の積とする.

基準ネットの配線は, 上下の配線領域がともに必要な広さ以上, もしくは以下の場合には修正しない. 一方の配線領域が必要な広さより大きく, 他方が未満の場合は, 基準線の配線長を変化させない, 配線可能性を失わない, 一方の配線領域が必要な広さを保つという 3 つの条件のもと, 他方の配線領域が必要な広さとなるよう基準ネットの配線を修正する.

基準ネットを除く各ネットの配線はそのネットのソース端子からシンク端子まで配線を 1 グリッドずつ接続可能性が保たれる隣接グリッドに伸ばすことで行う. 接続可能性が保たれる隣接グリッドが複数存在する場合は, そのグリッドに配線を伸ばした場合の自ネットの予想配線長と目標配線長との差, 他ネットの予想配線長と目標配線長との差の絶対値の総和, そのグリッドの基準線からの距離を順に評価し, それらがそれぞれ最も小さいグリッドを選択する.

提案手法による配線結果を図 2 に示す. 基準ネットとしてネット c が選択され, ネット c の配線が修正されてから他ネットの配線が行われた. その結果, 全てのネットの配線長は 23 となり等長配線を達成できた.

4 まとめと今後の課題

本稿では, 幹配線位相条件を満たした配線問題に対して, 等長配線を達成するために各ネットが迂回する領域を考慮しながら配線を行うことで等長配線を達成しやすい配線手法を提案した. 今後の課題としては, この提案手法を計算機上に実装し本手法の効果を確認することなどがあげられる.

参考文献

- [1] Yukihide Kohira, Atsushi Takahashi, "CAFE router: A Fast Connectivity Aware Multiple Nets Routing Algorithm for Routing Grid with Obstacles", IEICE Trans. Fundamentals, vol.E93-A, no.12, pp.2380-2388, 2010.
- [2] M.M. Ozdal, M.D.F. Wong, "A Length-Matching Routing Algorithm for High Performance Printed Circuit Boards", IEEE Trans. on CAD of Integrated Circuits and Systems, vol.25, no.12, pp.2784-2794, 2006.
- [3] Kyosuke Shinoda, Yukihide Kohira, Atsushi Takahashi, "Single-Layer Trunk Routing Using Minimal 45-Degree Lines", IEICE Trans. Fundamentals, vol.E94-A, no.12, pp.2510-2518, 2011.