T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	指定長幹配線問題において配線長を調整する領域に関する一考察
Title(English)	A Study of Effects of Length Control in Trunk Routing Problem
著者(和文)	篠田享佑, 高橋篤司
Authors(English)	Kyosuke Shinoda, Atsushi Takahashi
出典(和文)	電子情報通信学会 2013年総合大会 講演論文集 (A-3-6), Vol. A, No. , p. 66
Citation(English)	Proc. the 2013 IEICE General Conference (A-3-6), Vol. A, No. , p. 66
発行日 / Pub. date	2013, 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) 2013 Institute of Electronics, Information and Communication Engineers.

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

指定長幹配線問題において配線長を調整する領域に関する一考察

A Study of Effects of Length Control in Trunk Routing Problem

篠田享佑　　高橋篤司
Kyosuke Shinoda　　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
Department of Communications and Integrated Systems, Tokyo Institute of Technology

1　はじめに

一般に PCB 配線問題はいくつかの部分問題に分割される．本稿では，その中でも最も基本的な問題である 2 つのモジュールを平面で接続する配線問題に対応する幹配線位相条件 [1] を満たす指定長配線問題に着目する．この配線問題では 2 つのモジュールを交差のない配線で接続し，各ネットが指定配線長を達成することが求められる．この問題に対して，文献 [1], [2] などの様々な配線手法が提案されているが，あるネットの配線長を調整する際に他のネットの配線長の調整可能性が失われることがあり，全てのネットの指定配線長を十分に達成できないことがある．本稿では，あるネットの配線長の調整が他のネットの配線長の調整可能性に与える影響に関して考察し，配線長の調整に用いる領域の決定に関する指針を与える．

2　準備

本稿では，すべてのネットの接続が HV 配線で可能な幹配線位相条件を満たす指定長配線問題において，すべてのネットを HV 配線で実現するとする．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 端子からなり，ソース端子とシンク端子がネット $n_1, n_2, \cdots, n_k$ の順に外周に沿って置かれている．以下では，n_1 のソース端子から n_1 のシンク端子の間の区間と n_k のソース端子から n_k のシンク端子の間の区間をそれぞれ下側，上側と呼ぶ．ネット n_i と $n_j (i < j)$ に対し，n_i を n_j の下側ネットと呼び，n_j を n_i の上側ネットと呼ぶ．配線領域は水平垂直配線グリッドとして表現され，各配線はソース端子とシンク端子を結ぶグリッドを通過する経路として表現される．ただし，障害物が配置されているグリッド，他の配線が通過するグリッドは通過できない．全てのネットの接続が達成された配線領域の下側に詰めた配線を下側配線，上側に詰めた配線を上側配線と呼ぶ．

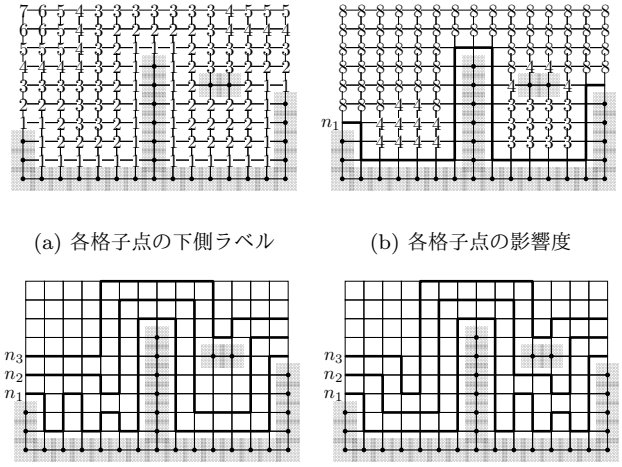
配線領域上で L_∞ 距離が 1 である格子点を辺で接続したグラフを G とする．G において，障害物に対応する点のコストを 0，配線領域に対応する点のコストを 1 とする．各格子点の下側ラベル，上側ラベルを G においてそれぞれ下側外周，上側外周からの距離とする．また，配線領域上で L_1 距離が 1 であり，かつ下側 (上側) ラベルが同じ格子点を辺で接続したグラフを下側 (上側) ラベルグラフ $G_B(G_U)$ とする．G_B 上で端子と連結でない点はラベルと同じネット番号の配線は通過できない．これらの点の下側ラベルを配線領域上で L_1 距離が 1 の点のうち最小の下側ラベルと同じ値に更新する．ネット n_i の下側配線は，下側ラベル i のグリッドを通過する．ネット n_i は下側ラベルが i 以上かつ上側ラベルが $k - i + 1$ 以上の領域内で配線を行えば他ネットの接続性を失わない．この領域をネット n_i の配線可能領域と呼ぶ．

3　他ネットへの影響度

本稿では幹配線位相条件を満たす指定長配線問題に対して，あるネットが配線長を調整する際に他ネットに与える影響について考察する．

自ネットの配線経路として下側配線を採用した場合，上側ネットへの影響は最も小さい．しかし，下側配線の配線長が目標配線長を達成していない場合，下側配線の上側領域を用いて配線を迂回させて配線長を大きくしたり，配線の一部を下側の領域外周から離すことで配線長を小さくする必要がある．その結果，上側ネットの配線可能領域は小さくなる．以下では，配線可能領域が小さくなるネット数について考える．

n_i の配線が下側ラベルが i を超える点 v を通過する場合，



(a) 各格子点の下側ラベル　(b) 各格子点の影響度

(c) 影響度大の領域で迂回 (n_3 に影響あり)　(d) 影響度最小の領域で迂回 (n_3 に影響なし)

図 1　n_1 を迂回させた場合の他ネットへの影響

その影響が上側ネットに波及する．このとき v を通過していたネットは他の点を通過することになる．v を通過することが他ネットに与える影響は，グラフ G 上で点 v からの下側ラベルが常に増大するパスの長さの最大値と点 v の下側ラベルの和になる．これを v の影響度とする．この影響度が最小の点を選択して配線長の調整を行うことで，上側ネットに与える影響が小さい領域内で配線長を調整できる．

図 1(a) に各格子点の下側ラベルを図 1(b) に各格子点を n_1 が通過した場合の影響度をそれぞれ示す．図 1(c) に影響度が大きい領域で配線が迂回した場合の例を図 1(d) に影響度が最小の領域で迂回した場合の例をそれぞれ示す．影響度が最小の領域で迂回した場合は，n_3 の下側配線は変化しない．

影響度が最小の点が複数ある場合について考える．影響度が等しい場合でも，n_i の上側ネットの配線可能領域の変化が異なる可能性がある．井戸型領域が生じると配線可能領域が減るネットが生じる．また，井戸の底の長さが小さい領域が生じる場合と大きい領域が生じる場合を比べると前者が配線可能領域が減るネットが多い．したがって，影響度が最小の点が複数存在する場合は井戸の底の長さが小さい領域が生じない点を用いるとよい．

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指定長配線問題に対して，配線長の調整に用いることが好ましい領域についての考察を行った．今後の課題としては，この特徴を用いてより高精度で指定配線長を達成する配線手法の提案などがあげられる．

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] 古山祥平, 小平行秀, "単線最長配線手法を用いた一層複線指定長配線手法", 信学技報, vol.111, no.450, VLD2011-131, pp.67-72, 2012

Copyright © 2013 IEICE