

5U-10

印刷配線板の階層的自動配線手法

- フレキシブル・ルータ -

高木昭彦*、森 重夫、古谷克司、小田原豪太郎
東京大学 *東京電機大学

1. はじめに [1]

我々は、印刷配線板の自動配置手法について研究を行ない、一応の成果を得ている。ここでは、バスの流れを考慮した階層的な配置手法を用いているが、従来の自動配線手法では、配置段階で考慮したバスの流れが配線段階で全く考慮されない。そこで配線段階においても、配置の階層的構造が反映しうる自動配線手法の開発を行なった。この手法は、固定したグリッドの概念を用いていないので、現在主流となっているSMT用部品と従来のリード部品の混在している印刷配線板に対しても対応可能である。

2. 配線の階層

本階層的配線手法は図1に示すようにグローバルステージとディテールステージの2つの階層で構成されている。

グローバルステージは、我々が提案して来た階層的配置の考え方を配線に適用させるためのステージである。我々の提案して来た階層的配置手法では、配線を考慮して基板に配置する素子をクラスタに分割する。グローバルステージでは、その考え方を十分に生かすように、各入力データの情報より配線するネットをクラスタ内部で配線するネットと、クラスタ間を配線するネットに分割し、各ネットの層割りつけ等を行なう。

ディテールステージは、グローバルステージで作成されたデータと設計段階のデザインデータにより、迷路法による一配線面内で経路探索を行ない、デザインルールに合った配線経路を作成する。ここでの迷路法の経路探索に用いられるグリッドは、配置された素子のランドの位置を基準にして自動的に作りだされ、固定したグリッドを用いていない。そのため、複数のランド間隔が混在した(例えばミリ系、インチ系混在)基板に対しても自動配線が可能であり、現在主流となったSMT部品や、従来のリード部品とSMT部品混在の基板についても対応できる。また、一般の迷路法に比べグリッド数が少ないため、メモリと探索時間の短縮ができる。ディテールステージは、それ単体で自動配線ツールとして使用可能である。

以下にグローバルステージとディテールステージのアルゴリズムをしめす。

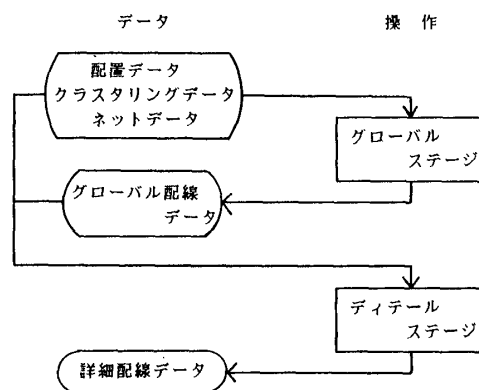


図1 階層的自動配線手法

3. グローバルステージ

グローバルステージでは、以下の4つの操作を行なう。

(1) クラスタ内部のネットとクラスタ間のネットの分離

ネットデータとクラスタリングデータからクラスタ内部の配線となるネットと、クラスタ間の配線となるネットのデータをそれぞれ分離させる。また、同時にバスネットと他の信号線の区別もつける。

(2) 多点ネットを二点ネットにする

二点ネットにより、基板全体に対してネットの始点と終点を基にして配線密度テーブルを作成し、この配線密度が均一になるように多点ネットを二点ネットに分ける。この際、バスは優先的に単純なネットとなるように分割する。

(3) 各ネットの層割りつけを行なう

各ネットの始点と終点を基にしてネットの重なりがなるべく少なくなるように指定された配線層にネットの割りつけを行なう。

(4) 各ネットの配線順位を決める

各層のネットに対して配線がスムーズに行なえるようネットの配線順位を決める。

4. デティールステージ

デティールステージでは、以下の3つの操作を行なう。

(1) 配置された基板上の素子のランドの位置より経路探索用のグリッドを作成する

基板の配線領域を、素子のランドを頂点とする長方形に分割する。そしてランドでない長方形の頂点には、架空ランドとして大きさないランドのデータを設ける。

(2) (1) で作成したグリッドを用いて迷路法により各ネットの経路探索を行なう

(1) で作成したグリッドは、配線のデザインルールに対して非常に大きいため、経路探索には特殊な方法を用いている。具体的な経路の決定方法を以下に示す。

i) あるグリッドに対し対象としているネットが入力した辺と位置を登録する。

ii) そのグリッドの他の辺上で、次の条件を満たす位置が存在するか否かを調べる

a) グリッドの各頂点の位置のデータとグリッド内の配線状況から、そのグリッド内を対象としているネットを通過させるだけの容量を持つこと。

b) 既に配線位置が決定しているネットと交差しない点がある辺上に存在すること。

iii) 上記 ii) の位置が見つかったとき、その辺ならびに位置を登録する。

iv) 上記の辺を共有する隣接グリッドに対して i) ~ iii) の処理を繰り返す。

v) 上記の処理により対象とするネットが目標とするランドへ到達したら、その到達経路の各辺の確定を行ない、次のネットについて、また i) からの処理を行なう。

(3) デザインルールに従って各ネットの配線位置を決定する

i) 各グリッド毎に確定した辺上のネットの入出力位置を基に、各グリッド内部における各ネットの配線位置を決定する。

ii) 決定されたグリッド内部のネットの配線経路を縦、横、45° の方向に配線を正規化し、ネットの屈曲点を実際の配線経路のデータとする。この際に配線は障害物に対し、デザインルールに従った間隔を満たすようにする。

iii) 上記 i), ii) の操作を各グリッドについて行なう。

5. 実験結果

本手法による配線結果の代表例を図2に示す。素子数約100個、配線ネット数約1000本の回路で2信号線層に1.2 MIPSの計算機で自動配線を行なう場合、本手法では平均的に、実行時間約40分程度、配線率は94~99%程度となる。

6. まとめ

本稿では、我々が提案してきた階層的自動配置手法に適合する階層的自動配線手法の提案をした。この手法はまた、SMT部品とリード部品の混在した印刷配線板への対応を可能とした。

7. 参考文献

[1] G.Odawara, T.Hamuro, et al.: A Rule-based Placement System for Printed Wiring Boards, ACM IEEE 24th Design Automation Conference Proc., pp.777-785, 1987.

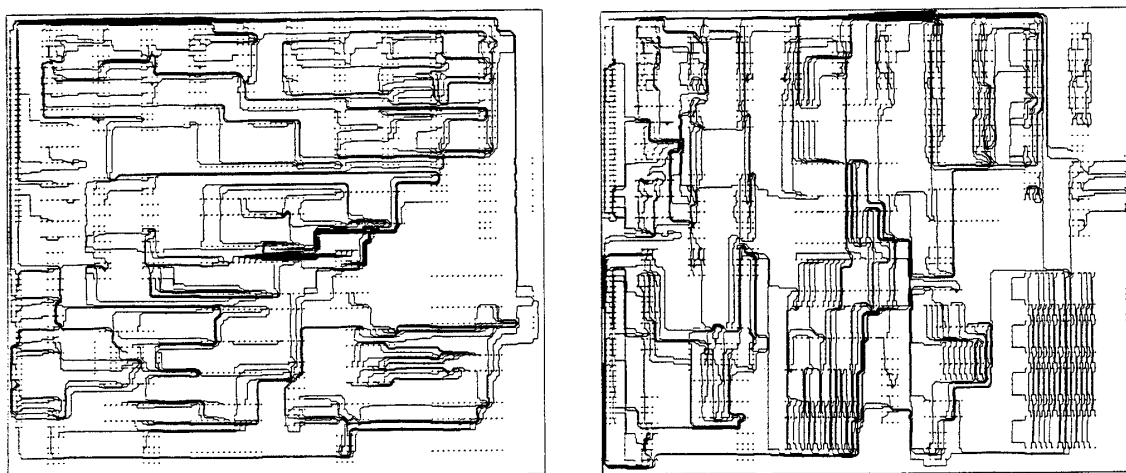


図2 配線結果