

太線に有効な一層配線の一手法

5Q-1

加藤一郎, 久富雄二

(日本電気(株) 生産技術開発センター)

1. はじめに

一層内の自動配線においては、多数のピンペアの内、どのピンペアを優先して配線していくかは、全体の配線率に大きくひびいてくる。配線順と経路探索を有機的に結合したルータが、J.Soukupによって提唱された。[1] このルータは、ピンペアごとに優先的な探索方向を与える特異線を設けることで、メイズルータに似た特性を持ちながら、線分による探索であり高速に経路を見つけ出す。さらに、探索の特性が障害に沿ったパターンを発生するようになってきているため、後に続く他のピンペアの経路チャンネルを残すようなパターンを発生する。したがって、その特性から配線順は、おのずと決定する。しかるに、高速かつ上述のような優れた特性を与えるための特異線を持つため、経路を発見できないパターンが存在した。

筆者らは、この特異線上に新たに優先的な探索条件を解除するための特異点を設定する事で、あらゆるパターンを経路を発見する事を可能にした。また、このルータの特性は任意の線幅を持つ、太線の自動配線に柔軟に対応可能である事を提案する。

2. 特異線による探索アルゴリズム

このルータの原則は、ソースからターゲットに到達するまで、常に右手(あるいは左手)づたいに探索を続ける事である。しかし、すべての探索局面で右手づたいに探索を行なうと、ソースから渦を巻いた探索を行なうことになり、基本的にメイズ法と同等な処理時間を要する。そこでソースとターゲットの直下に優先的に探索方向を規定する特異線を設け、図1に示すようなパターンを発生させる。こうして発生したパターンは、下方の障害に沿っているので、下方のピンペアから順に配線を行うことで後に続くピンペアの経路を妨げない。このように、このルータは経路探索アルゴリズムとピンペアの配線順とが有機的に結合している。図2-(A)は、このアルゴリズムに従って配線を行なった一例である。右手づたいに経路探索を行なった場合、左手側の領域参照で配線パターンを整理する事が出来る。修正後の配線パターンを図2-(B)に示す。

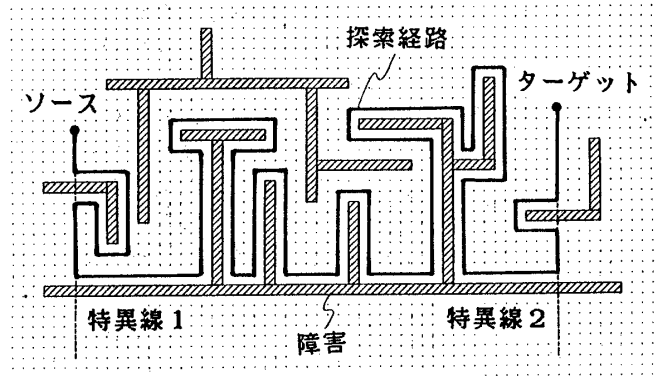
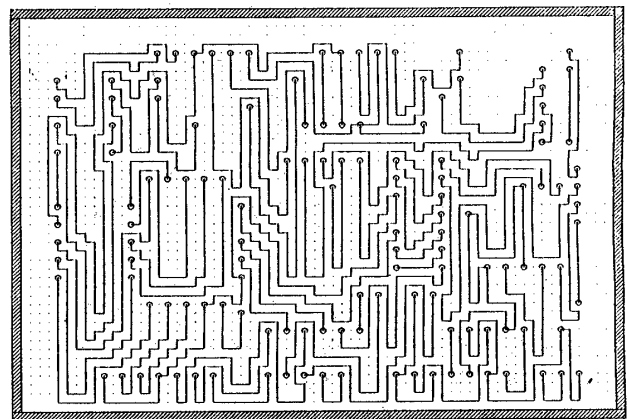
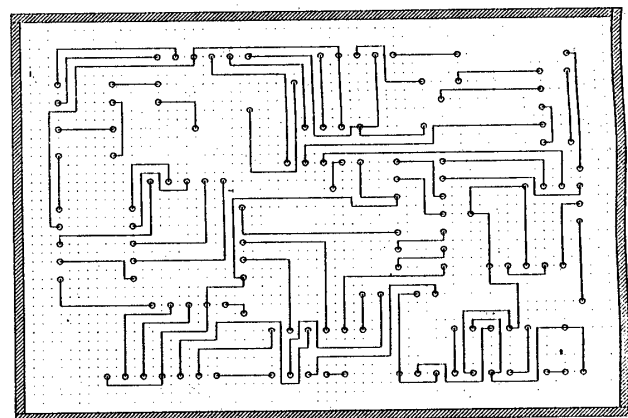


図1 探索アルゴリズム



(A) フェーズ1のパターン例



(B) フェーズ2のパターン例

図2 ピンペア配線順

An effective method of routing wide lines on a single layer

Ichiro KATO, Yuji HISATOMI

NEC Corporation

3. 特異点設定による再探索

このルータを特徴付けているのは、探索方向を優先的に規定する特異線であり、この特異線が存在するが故に探索は高速になり、配線順を必然的に決定づけるパターンを発生することができる。

しかし、この特異線のために経路が存在するにもかかわらず、それを発見する事ができない場合がある。図3-(A)はその一例であり、障害に沿って進んだ探索は、特異線上で探索済みの領域にぶつかり、探索終了の条件を満たして、探索を終えてしまう。このような例は、特異線を設定している限り起こり得るパターンであり、この図よりも単純な例でも頻繁に生じる。

そこで、このルータの高速性と発生パターンの特徴を活かしつつ、経路があれば必ず発見できるようなアルゴリズムができれば、さらにこのルータの実用性を高める事ができる。但し、「探索済みの領域に戻った場合に生じる閉ループ解消用のスタックを全く必要としない」という探索規則の単純性からくる、メモリ上の大きなメリットは、そのまま保つべきである。

筆者らは、特異線上に優先的探索を実行したことを記憶しておく特異点を新たに設けることでこの問題を解決した。図3-(A)において、特異線上に優先的探索を行なった最新の点を、特異点として記憶しておく。探索済みの特異線上に再び探索が戻って来ても、その点がソース点と特異点の間である場合は、終了条件を満たした事にはしない。

図3-(B)は、探索を再開する例である。特異線のために経路発見ができない場合は、すなわち特異線によって優先的な経路を規定されたためであり、探索に息詰まった時この規定を解除すればよい。この図の例では、ソース点から特異点までの領域において優先探索の特性を解除する。

このアルゴリズムにより、探索線分が右手づたいの特徴を保ちつつ、図の障害から脱出できることがわかる。しかも、この処理に必要な情報の追加は、単に特異点のY座標値のみである。

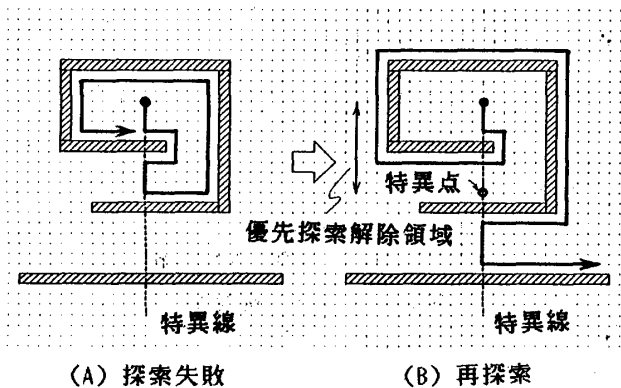


図3 特異点による再探索

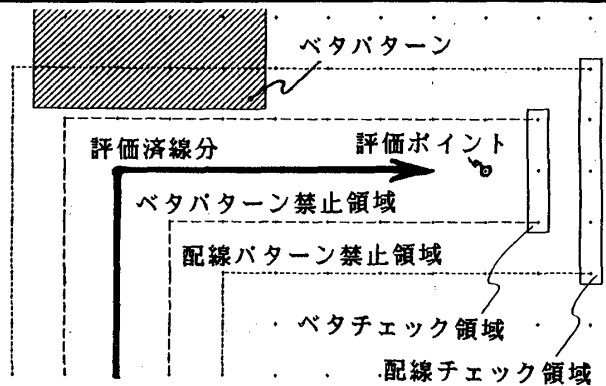


図4 太線自動配線に対する有効性

4. 太線の自動配線への応用

障害の指標に格子情報を用いた自動配線では、複数格子を専有する幅のある配線を引くのに、その線幅分の格子情報を参照して、配線可能かどうかチェックする必要がある。しかし、メイズ法でこのチェックを行なうと、波紋として広がっていく各格子ごとにその周りを参照しなくてはならない。すなわち先読みを全方向にほどこす必要がある。しかるに、このルータは図4に示すように、探索線分の進行方向のみを、線幅分先読みしてゆけば、配線可能のチェックを実行しながら探索できるという利点がある。このチェックは、探索アルゴリズムに容易く取り込むことができるという点で、このルータの太線への有効性が示される。

しかも、先読みレベルを付けることにより、輪郭線のみをチェックすべきベタパターンと、中心線の周りを含めてチェックすべき太線とを区別して考慮することができる。

5. おわりに

このアルゴリズムにより太線の自動配線を、ピンペアの配線順を考慮しながら、高速かつ効率的に実行できることがわかった。また、最短経路は保証されないものの、経路があれば必ず発見するこのルータは、従来メイズ法が使用されていた半自動な会話型の配線システムに取り込む事で高速化の効果を生むと思われる。

さらに、バスパターンのように束線が多く密集している領域では、その効果はさらに大きいと予想される。

また、太線配線に有効な一層配線という特性からは、ハイブリッドICのCADへの応用も考えられる。

《参考文献》

- [1] J.Soukup, 'Routing on one layer - an algorithm and its implementation', 1983 DA Conference, pp.126-135