

プリント基板自動配置エキスパートシステム E S P A R

2G-6

阪本 清美 大岩 陽子 土田 雅之
吉村 宏之 植村 博一 青江 秀雄
松下電器産業株式会社 情報システム研究所

1. はじめに

プリント基板設計者は、プリント基板の配置を部品の機能や配線パターンを考慮して行うため、熟練者と非熟練者とは、配置の品質、設計工数に差が生じてしまう。今後、益々増加する傾向にある、プリント基板設計ニーズをこなすためには、これに見合うプリント基板熟練設計者の育成が、ボトルネックとなることが予想される。しかし、現状の自動配置機能では、設計者の手を煩わせず、満足のいくプリント基板配置を行うことはできない。この理由は、定型的なアルゴリズムで自動配置を実現する従来のアプローチがうまく適応しないからであり、これを解決するためには、設計者の知識・ノウハウを利用したAI的アプローチが必要不可欠と思われる。我々は、この考え方に基づき、プリント基板自動配置・配線エキスパートシステムESPAR (Expert System for Placement and Routing) の開発によりプリント基板配置問題における知識工学的手法の有効性が実証されたので報告する。

2. システムの説明

2. 1. システムの位置付け

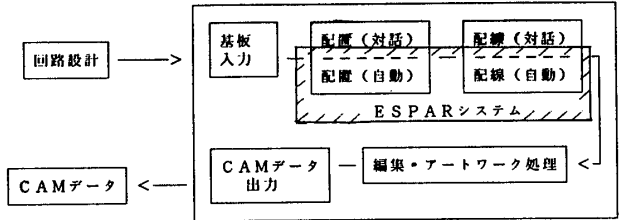
プリント基板CADシステムの設計の流れを簡単に説明すると共に、本システムの位置付けを第1図に示す。プリント基板CADシステムでは、回路設計から渡される回路情報をもとに基板入力と配置する部品の定義を行った後、CADシステムに用意された対話コマンドか自動コマンドを用いて部品配置・部品のピン間の配線を行う。設計者はこの過程の試行錯誤を繰り返しながら基板の設計を行っている。本システムは、この配置・配線の試行錯誤の過程をエキスパートシステムとして構築しようと試みるもので、今回は、その第1フェーズである、配置部分を実現している。

2. 2. システム構成

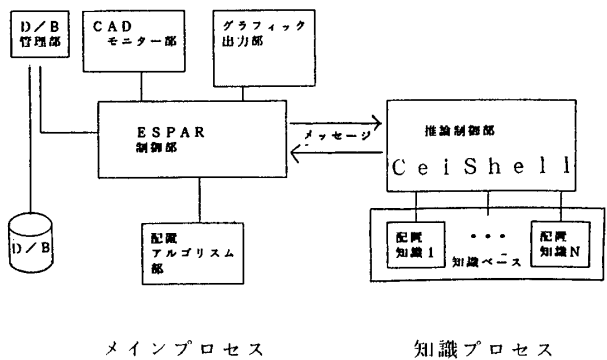
本システムのシステム構成を第2図に示す。システム全体の制御を司るメインプロセス部と知識処理を行う知識プロセス部の2つのプロセス部から構成される。メインプロセス部は、各種対話・自動コマンドの解析・実行制御するCADモニター部、配置過程や配置結果を表示出力するグラフィック出力部、プリント基板設計に必要な情報からなるデータ・ベースおよび各種配置アルゴリズムを格納している配置アルゴリズム部から構成され、知識プロセス部は、推論制御を行う推論制御部から構成される。知識ベースとしてプリント基板配置に関する専門知識・ノウハウを格納している。なお、各部分は全てC言語で記述されている。

2. 3. システムの処理の流れ

本システムの処理の流れを説明する。前処理として、ブロック配置と配置戦略定義を対話処理コマンドで行う。ブロックとは、プリント基板の部品集合の機能単位のこと、例えば、CPU及びそれに関係あるクロック部品、バッファ部品、抵抗などを集めたCPUブロックや、メモリー関係を集めたメモリーブロックなどである。現在は、ブロック領域に関する知識は用意されていないので、ユーザーが対話的にブロック領域を指定する。次に、配置するブロックの順番や部品の種類の配置戦略を定義する。選択された配置戦略に基づき、メインプロセスは知識プロセスに対して部品配置のための相談依頼のメッセージを出す。相談依頼を受けた知識プロセスは、依頼内容に対応した知識ベースを検索して、メインプロセスに対して質問(メモリーは存在するか?)や実行命令(メモリーを配置しなさい)を返す。メインプロセスは、知識プロセスから送られるメッセージに対応した具体的な処理として、データ・ベースの検索や配置アルゴリズムの実行を行い、配置部品の選択、配置場所の決定を行う。この一連の動作を未配置部品がなくなるまで繰り返す。



第1図. プリント基板CADシステム



第2図. システム構成図

ESPAR : Expert System for Placement and Routing
Kiyomi Sakamoto, Youko Ohiwa, Masayuki Tsuchida,
Hiroyuki Yoshimura, Hirokazu Uemura, Hideo Aoe
Information Systems Research Laboratory
Matsushita Electric Industrial Co.,Ltd.

3. 知識処理

3. 1. 知識と手続きの役割分担

本システムは、前述したように、メッセージ交換方法により、知識処理と手続き処理の役割分担を明確にしている点に特徴がある。このため、簡単に既存CADシステムに組み込めると共に、知識プロセスは、アルゴリズムの計算やデータ・ベースの参照・更新など負荷のかかる処理はしないですむ負荷分散を実現している。

3. 2. 知識表現

ESPARシステムでは、知識表現としてルールとフレームの2つの知識表現を使用している。ルールは、基板に関係しない一般的な熟練設計者の知識を記述し、フレームは、基板に依存した、ブロック内の核となる部品の情報や、CPUとクロックの関係のようなベアとなる部品の情報などを記述する。なお、ルールやフレームの記述例を第3図に示す。

4. 実行例

ESPARシステムの実行例を第4図に示す。

5. 評価

ESPARシステムが、アルゴリズムだけによる自動配置システムよりすぐれていること、また、知識を追加することにより、確実にシステムが成長していくことを、表1の評価データを使って示す。また配置結果は、知識を追加するたびに、専門家の手配置に近づいていった。

- (a) アルゴリズム (重心法)
- (b) 基本知識
- (c) 基本知識 + (知識1)
- (d) 基本知識 + (知識1) + (知識2)

基本知識に追加する知識の内容

- (知識1) コネクタにつながっている部品は、コネクタの近くに置く。
- (知識2) 大きなICにつながっている部品は、大きなICの近くに置く。

- (1) 自動配置CPUタイム (sun/3)
- (2) 自動配線率 (%) (IBM)

表1. ESPAR評価データ

(1) / (2)	配置時間	自動結線率
(a)	1時間19分	88.21%
(b)	1時間52分	91.81%
(c)	1時間35分	92.90%
(d)	1時間56分	94.92%

6. まとめ

表1の評価データにより、プリント基板配置において、本報告で提起した、AI的アプローチが非常に有効であることが示された。また、今回は初期配置のみを扱ったが、今後の課題として、配線エキスパートシステム、再配置・評価エキスパートシステムを開発し、初期配置のエキスパートシステムを含む3つのエキスパートシステムを有機的に結合し、本格的な設計型のエキスパートシステムを実現すると共に、設計型エキスパートシステムの構築技術を確立していく予定である。

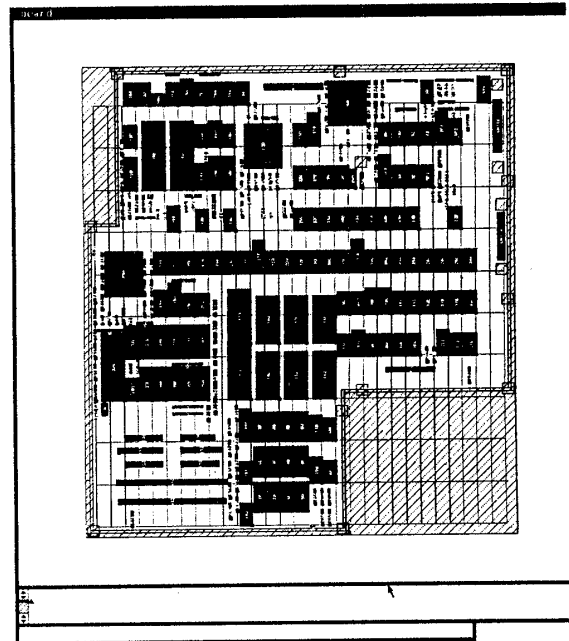
7. 参考文献

- (1) M.Hanan, P.K.Wolff Sr. and B.J. Agule, "A study of placement techniques," in Journal of Design Automation and Fault-Tolerant Computing, vol. 1, no.1, October 1976, pp.28-61.

```
[ KS: IC_PLACE          ルール
ベア部品配置:
(ベア部品選択)
->
(ベア部品のための指定された配置法でエリア検索)
(ベア部品配置)!
(ICアルゴリズム配置)!

メモリー配置:
(メモリー選択)
->
(メモリーBOX作成)          [ FRAME: CORE
(端のエリア検索)          #
(コネクタと反対側のエリア検索)
(CPUの近くのエリア検索)
(重心法でエリア検索)
(メモリー配置)!          core-1 : 23E
                           core-2 : 23H
                           core-3 : 13B
                           core-4 : 6B
                           ]
                           [ FRAME: G_CPU
                           #
                           kind-1 : 1-99
```

第3図. ESPARにおける知識表現例



第4図. システムの実行例