

配線設計エキスパートシステム

44-2

森 浩 光本圭子 藤田友え 後藤 敏
(日本電気(株) C&Cシステム研究所)

1. はじめに

プリント基板およびLSIの回路レイアウトCADシステム^{【1,2】}の開発において、グラフィックディスプレイを媒体とする人間と計算機との会話のあり方を追求して来たが、ここでは、設計者は豊富な経験と知識とを持ち大局的な判断に優れている、一方、計算機は大局的な判断は苦手であり、局所的な単純作業を得意とするとして、大局的な判断は専ら人間に任せてきた。しかしながら、知的CADあるいはより高度なマンマシンインターフェースの実現を考えると、計算機の側にも大局的な判断の一助を担わせることが必要となる。そこで、とくに配線レイアウト設計問題に対して人工知能的手法を導入し、より高度なCADを目指して、配線設計エキスパートシステムを開発中であるので報告する。

2. 配線レイアウト設計問題

配線設計は大規模な組合せ問題であるが、自動配線プログラムだけで設計を完結することは困難であるのが現状である。そのための自動配線処理後の未結線を後方で処理するために多大な時間を要している。配線設計のような複雑な組合せ問題を短期間で解決するためには、経験を通して得られたヒューリスティックな問題解決の知識を、場合に応じて適用することが必要である。このような結果、操作者の思考の中のみであった過程の一部をシステムが実行できるようにすれば、より高度なマンマシンインターフェースが実現し、設計時間の大幅な短縮が可能になる。とくに、自動配線後の未結線処理に注目し、操作者の持つ経験則の適用メカニズムの直観を行なっている。

3. システム構成

図1. に配線エキスパートシステムの構成を示す。設計経験則適用のメカニズムを実現するCADシステムを構成するために新たにPROLOG型インタプリタの開発を行った^{【3】}。エキスパートシステム構築あるいは知識表現のための言語としてはPROLOGが良い言語であるといわれているが、CADシステム構築のためのプログラム言語としては、実行速度、メモリ使用効率からみて実用上問題があり^{【4】}、1基板全体のレイアウトデータをPROLOGで取扱うのは現状では不可能である。そこで、本システムでは、FORTRAN言語とのリンク機能を持つPROLOG型インタプリタを開発し使用している。これにより既存のCADツールとのリンクが可能になり、今までに蓄積していたプログラム群の有効活用が可能となる。

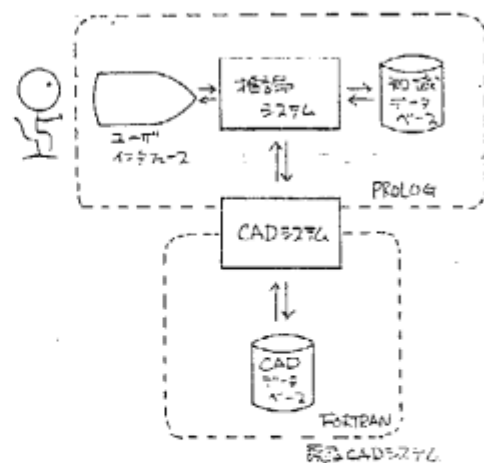


図1. システム構成

4. レイアウト CAD による知識

本システムではルールベースプロダクションシステムの考え方を採用している。従来型レイアウト CAD システムにおいて操作者が行う一連の手続きを「ルール」= 知識として表現する。操作者は、最終レイアウト完成のために、(1) 接続線パターンの変更 (図2), (2) 未接続線終端の処理 (図3) を行うが、図2, 3 に示すような一連の手続きが知識としてルール化される。

・パターン変更のルール

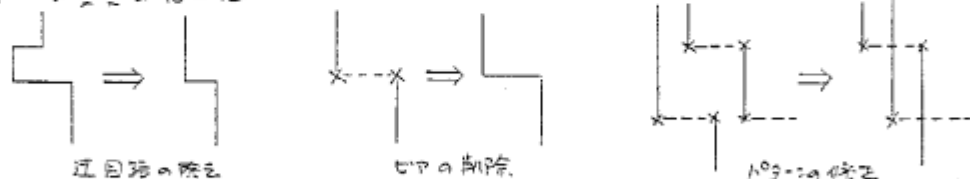


図2. パターン変更のルール例

未接続線終端のオペレーションでは、次のようなパターンで解決できるものが多い。

- ① 未接続 A を障害する既接続 B を削除する
- ② A を接続する
- ③ B を接続する

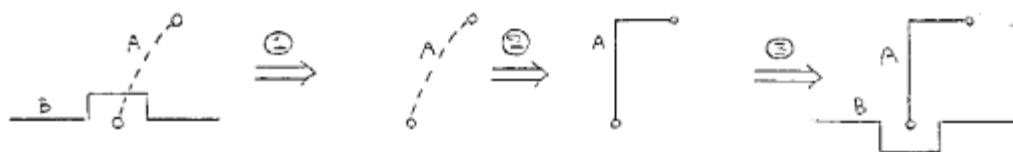


図3. 未接続線終端のルール例

このようなルールは、ある既接続パターンを別のある既接続パターンに変換するといったもので、最小単位一つのアルゴリズムと見なすことが出来る。大規模な組合せ問題を解く立場から見れば、知識とはアルゴリズムそのものを指すとも言えることが出来る。従来型レイアウト CAD システムから見れば、一つレベル以上の高機能コマンドであるということになる。本システムでは PROLOG インタプリタに CAD データをアクセスする組込函数を用意することにより、ダイナミックに新しいルールの追加が出来る。二通りのルールの起動は、操作者は、行う必要がある。操作者は設計状態からどのルールを適用すべきかを判断する。

5. 今後の課題

従来型 CAD システムで操作者が行った一連の手続きをルールによる置換で置き換える方法は CAD システムとして現実性のあるアプローチである。しかし、ルールの起動は操作者に委ねられている。さらに上位レベルのシステムとして、基板的接続状態から、各ルールの評価を行い最適なルールを選択するような最適判断を行うシステムが考えられる。操作者の状況判断をできるシミュレートすることは目標であるが、例えば「パターン認識を要するような、計算機の不得意な部分は、操作者に回帰しても許すようにする必要がある。

[1] H. Mori et al. "Advanced Interactive Layout Design System for Printed Wiring Boards." Hardware and Software Concepts in VLSI, 16, Kluwer, 1983.

[2] S. Goto et al. "LAMBDA: an Integrated Master-slice LSI CAD System." Integration, 1983, pp. 2-69.

[3] 森田他: "CAD 用 Prolog 型インタプリタ," 信越 27 回全国大会, 1983.

[4] 森田他: "CAD システム言語としての Prolog," 信越 28 回全国大会, 1984.