

TM-0113

Prlog を用いた超 LSI-CAD

森 啓 (日本電気)

May, 1985

©1985, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Prolog は関数型言語 LSI・CAD
設計者のノウハウを Prolog で表現し、非専門家でも、
熟練者からの高度な設計が可能としようとするシステム
である。

1. はじめに
2. マイクロコンピュータの組立の目的について
3. VLSIの発展は急速に増大しており、その設計は非常に複雑な作業になっている。しかも装置の小型化、高信頼化を進めると、回路のVLSI化の要求は大きくなり、設計するべきVLSIの品種数も急増している。このようなVLSI設計の専門家の絶対的不足が懸念されている。
4. 一方、最近になって知識情報処理技術の研究や普及に伴うように、専門家の知識を蓄え、専門家の同程度の能力が得られるようなパート・システムが医療診断をはじめ、コンピュータ分野で試作・評価されており、一部のシステムは実用化されている。VLSIのCADにおいても、設計専門家の不足に対処するべくに専門家に代って高度な設計を行なう知識処理を応用したインタパート・システムに大きな期待がかけられている。
5. ところでVLSI設計の「ハードウェア」を構成する

2017年12月23日

- 1 配線設計を初案とす。エサ2110-ト3276にWIRE EX
- 2 を紹介する。配線設計においてCADニス76に於ける
- 3 設計が前提に於ける。しかし、LSIの配線設
- 4 計は複雑な環境組合の問題であり、現状の計算機の2
- 5 セットを以て、自動配線プログラムにて設計を完
- 6 成させたとは実際には不可能である。従来のCAD
- 7 ニス76では、自動配線プログラムが路線で終わる。7
- 8 信号線を路線としたために、グラフ、276-1-1
- 9 設計者が会話的に配線パターンを追加、修正を行な、2
- 10 あり、この作業は設計者にとりて大きな負担となり、設
- 11 計時間の多くを費していた。末路線処理時の専門家設
- 12 計ノウハウを計算機上に表現することから、設計時に
- 13 276/101を有効に利用できるとすれば、非専門家でも
- 14 容易に専門家並みの高精度の設計が行なえることとなり、
- 15 VLSI設計にとりて最大の隘路である専門家設計者の不
- 16 足に対する突破口となることを期待して、本ニス76は、

(4)

第 四 師 入 第 表 師 入

株式会社 オーム 社

- 1 276より詳細なCADニス76への設計である。
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16

(4)

第 四 師 入 第 表 師 入

1 ため、エキスポートシステムの構築や知識を表現する言
 2 語として採用している。しかし、大規模問題を扱おう
 3 システムをPrologで書くことで表現するには、実行速度や
 4 メモリ使用量の点から見て問題がある。千錠子や明瞭な
 5 問題に対しては、従来のコリヌムにまっ、2 問題の解決
 6 方法がとてあり、これはFORTRAN言語などにより、
 7 効率の良いプログラムが作成されている。そこで高度な
 8 知識表現を効率よく行うためのProlog 言語の標準機
 9 能に、新たにFORTRAN 言語とのリンク機能を付加
 10 したCAD用のProlog 型言語 CADLOGを開発し
 11 た。FORTRANプログラムとのリンクはCADLOG
 12 の外部ファックミョン述語と所記述語によって行な
 13 例では、CONNECT(*NET)は接続線で2つの接
 14 点を行なう外部ファックミョン述語、DELETE(*NET)は既
 15 接続線は接続線と表し、DELETE(*NET)は既
 16 接続線(*NET)の削除を行なう外部ファックミョン述語であ

G-1

第

図挿入

第

表挿入

原稿用紙

G-2

第

図挿入

第

1 3。これはよりFORTRANプログラムでCAD
 2 LOGプログラムから3次元図形を2次元CADプロ
 3 グラム上での2次元FORTRAN プログラムで4次元に
 4 変換するための操作を行う。

13. 配線設計にあける知識とその表現
14. VLSI配線設計のよう複雑な組合せ問題を短期間で解決するためには、経験あるものは直観を通して得られ、たヒューリスティックな問題解決の知識と状況に応じて適用することが必要である。そこで、二つのような設計過程に人工知能的手法を取り入れ、従来の設計者が判断して行っていた操作がCADミツラムで実行できるように、たれば設計工数の大幅な削減が可能になると考えられる。
15. 自動配線後の配線レイアウト完全のために設計者は経験に基づいた知識により、会話型レイアウトCADミツラムを用いて配線パターンの変更および未配線の接続を行なっているが、本ミツラムでは、二つのような設計者が行なっている一連の手続きを知識の基要素と考え、ルールとして表現している。
16. 例えは図4(4)に示すような状況では、信号ネットBの配線により、信号ネットAの一方の端子が妨害されてい

①

第 四 節 入 第

表 示 入

- るため、信号ネットAの配線が見えない。会話型CADミツラムを用いて設計者は、二つのような手順に従って、二つのようなオペレーションにより解決している。
17. (1) ネットAの配線が妨害する配線Bを見える。
18. (2) ネットAの配線が可能になるように配線Bの経路を変更する。
19. (3) ネットAの配線を行なう。
20. 二つのオペレーションは次のような一連の手続きでミツラムに記述されている。
21. (a) 信号ネットAの配線が妨害する配線Bを発見する。
22. (b) ネットBを削除する。
23. (c) ネットAを配線する。
24. (d) 削除したネットBを再び配線する。
25. 二つの手順は図5に示すようにルールとしてCADミツラムに記述されている。

②

第 五 節 入

表 示

- 1 *で始まる文字列は変数であり、*NET-Aは末結線ネット、*NET-Bは末結線ネットを始末しているネットを表わしている。BLOCK-ENは末結線ネットが具休的に与えられたと表に始末ネットを求め処理を表現している。一般には始末ネット8の候補は複数あり、上の(c)あるいは(d)のステップで生成(fail)したとまたバックトラッキングを起し、別の始末ネットを求め、このとを配線を解除する前の状態のネットに戻すことが必要となるが、FORDANで書き出したネットワークカバレッジを使用することによってこれを実現している。
- 2 既存の配線パターンを変換するためのルールとして図16に示すような手続的な知識がある。またグレイック・グレイス・グレイの表示量が限られるため、適切なラベルとして表示を行なうことは言語型システムでは非常に重要であるが、本システムでは表示領域、表示項目等の表

第 6 回 第 表 入

- 1 示すための知識としてルール化され、与えられたデータ2つを一表示が制御されていく。

- 2 図16は自動配線の手順である。この例に示すステップの順序を説明する。末結線の解決に与えているステップは、解決可能な末結線パターンを提案する。次に末結線パターンが互いに結合されている場合には、末結線パターン間の処理順序は逆転は意味を失っている。末結線パターン間の処理順序の決定に関しては、パターン間の距離によるもの、パターンに属するパターン間の距離によるもの、パターン間の距離が長いものは、パターン間の距離に入り込むために処理を行なう。また、パターンA、Bに属するパターンが図8に示すような位置関係にある場合、Bの属するAより優先する等である。

第 7 回 第 表 入

「か得ら小可け小は, その決に適当と判断した戦略を提案
する。設計者はシステムが現実としてくつ然たるより大膽
 のな見地から適不適を判断して、システムに実行させる。
 「了ていふ際, システムは設計者が判断しやすいデータとな
 うし一面面をいにより知解していよ。従来の発話型と
 ADシステムでは、データとしての一面設定は設計者に
 任せていたが適切な一面設定を知識に基づいてい
 りて化して行なうことは、実用上オホシク一つの矛盾
 を減らす大きな意味を持つている。」図7(a)の説明は如
 し、主要線解決のルーチン一つで適用した結果を図7
 (b)に示す。ここに1日新除エル二好意配線の経路であ
 り、2日回7(b)の文印で示す主要線には対する配線経
 路である。3日妨害配線の代替経路である。こゝの経
 路はルーチンによって自動的に発見される。このように、
 従来のCADはシステムでは修正すべき配線の指示、配線-
 経路の指示を細かく与える必要があったが、本システム

「では、設計経路をシステムで捉えし、設計者が小さい設計
として承認できるようにいう形で設計が進行する。システム
からバリエーションを作成してインクリメンタルな提供してい
ふり、設計者は煩雑なシステムのオポレーションから解放
される。また、設計知識について詳しく知ることが非常に重
要な設計者であり、専門家としての高度な設計を行むることか
ら可能となった。つまり、このようなアドバンストなこと
により、このような状態を持つ知的CADはシステムの
構築が可能になった。

「(1) 専門家の設計ノウハウを知識ベースに蓄え利用
できるように、非専門家でも専門家レベルの高度な
設計が可能である。

「(2) プログラム開発者の専門家でないLSI設計者
も、自分自身で設計ノウハウと知識ベースに搭載
するために、CADはシステムのアダプティブな
構築・改良が容易に行える。」

(3) 適用規模の問題を高度に処理できるエキ2110-1
トミ27ムである。
ミ27ムがルールとして知られて113知識は229137にス
りて136
(a) 問題解決の手続きの知識
(b) 状況判断の知識
(c) 情報表示のための知識
(4) 末端結果を解決するための手続的知識と配線パタ
ーンを改良するための手続的知識である。現在、セ
ン周辺のプログラム解決のルールとして44、経路途中
の配線トラップ容量不足によるプログラム解決のル
ールとして42、配線パターン改良のルールとして15
のルールがある。(b)の状況判断の知識は、それと
の末端結果状況に対して、最も適切な末端結果解決のル
ールを選択するための知識であり、現在61のルールがある。
(c)の情報表示は電話型CADミ27ムで222に示

第 1 回 第 1 次 表紙

雪である。ミ27ムではプログラムミ27ム-エ
の表示領域、表示項目等の画面制御ルールにより行
動している。現在、このようなルールを用いた
として103のルールがある。本誌では、その場
合の間の距離が小さく、適切な画面設定がでない場合
には、図10のような複接画面に分割して表示し、各画面
板間の移動をプログラムミ27ムで制御する。この
により発生する。但し、STの位置の設定は現在設計者
のミ27ムに入力されている。
設計者はミ27ムを改良するLSIは、サイズ、構造等
のミ27ムに異なっている。そのような相違に依りて配線設
計の難易度は異なっている。従ってADでは、ミ27ム
に対してあらかじめ用意した制御プログラムの変更
で済む。配線のミ27ムは、ミ27ムである。本ミ27
ムでは設計者自身が、ミ27ムを提供する外部ファ
ミ27ム-ミ27ムを用いたルールを制御するミ27ムである。

第 1 回 第 1 次 表紙

1 例、ユーザにカスライスエハT=スラムを容易に
構築し、設計環境の変化に適応して柔軟性を有して
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

(a)

第

図挿入

第

表挿入

電子雑誌 エレクトロニクス 原稿用紙

16. 具体的に
17. 知能CADソフトウェアの開発、LSI配
線設計という複雑問題を容易に処理し、また設計
CADソフトウェアの機能を有効に活用する知識ベースCA
DソフトウェアをEPLDで実装した。また動作1-10
の各層をチップ組むことができる。従って全層型CA
Dソフトウェアを用いた場合の1/10~1/5となり、同時に
も大幅に短縮された。
18. つまり、本ソフトウェアの開発は新世代コンピュータ技術開
発機構(IECOT)の5世代コンピュータプロシエ
19. の一環として進められたものである。
20
21
22
23
24
25
26

(a)

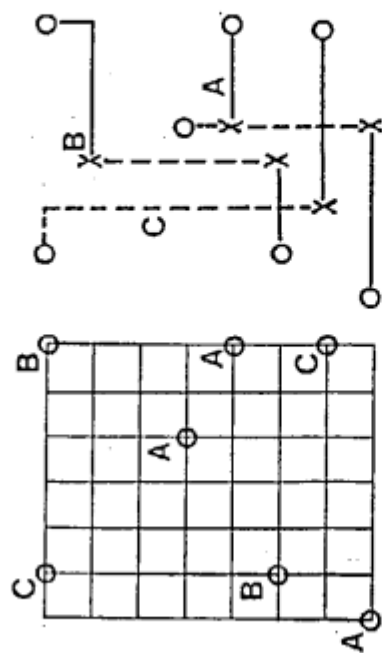
第

図挿入

第

電子雑誌 エレクトロニクス 原稿用紙

1	[1]	[83]	S.Goto, T.Matsuda, K.Takamisawa, T.Fujita, H.Mizumura, H.Nakamura and K.Kitajima, "LANBDA : an integrated master-slice LSI CAD system", INTEGRATION, vol.1, no.1, pp.53-69, North Holland Pub. Co., 1983.	15	20	25
2	[]	[]				
3	[]	[]				
4	[2]	[83]	W.F.Clocks'n and C.S.Wellish, "Programming in Prolog", Springer-Verlag, 1981.			
5	[]	[]				
6	[]	[]				
7	[]	[]				
8	[]	[]				
9	[]	[]				
10	[]	[]				
11	[]	[]				
12	[]	[]				
13	[]	[]				
14	[]	[]				
15	[]	[]				
16	[]	[]				



(a) 名称番式

(b) 配線シート

図1. 配線問題

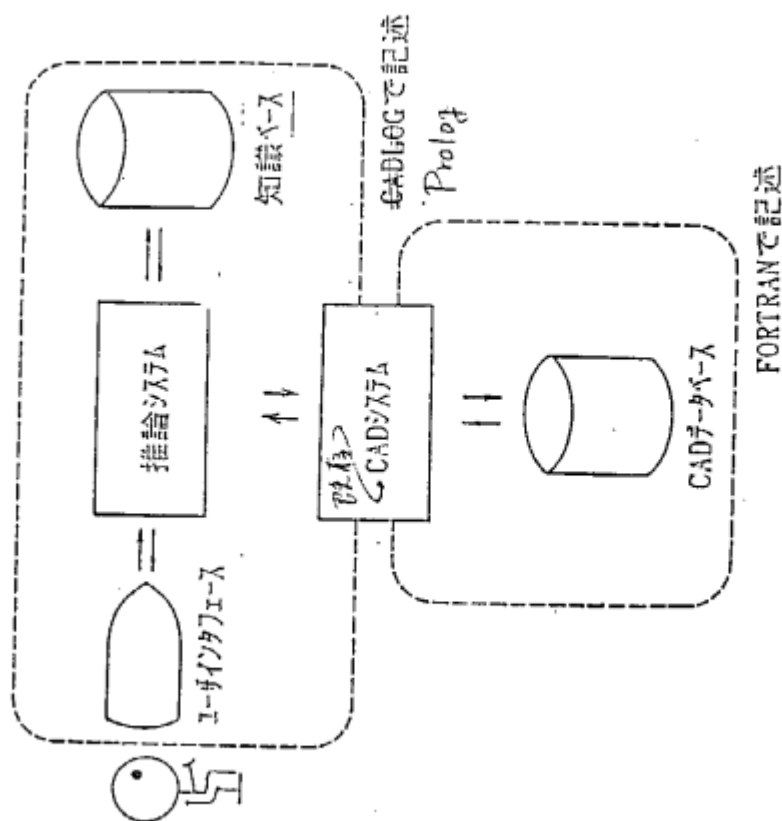


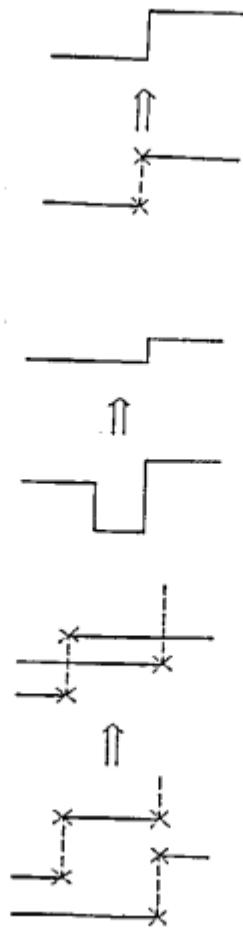
図2. システム構成


```

RULE30(#NET_A):-
  BLOCKING(#NET_A, #NET_B),
  $DELETE(#NET_B),
  $CONNECT(#NET_A),
  $CONNECT(#NET_B),

  BLOCKING(#NET_A, #NET_B):-
    GETPIN(#NET_A, #LAY, #XS, #YS),
    EQ(#LAY, 1),
    DIRECTION(#YS, #DIR),
    $GRIDSEARCH(#DIR, #LAY, #XS, #YS, #NET_B).
  
```

図 5. CADLOG による記述例

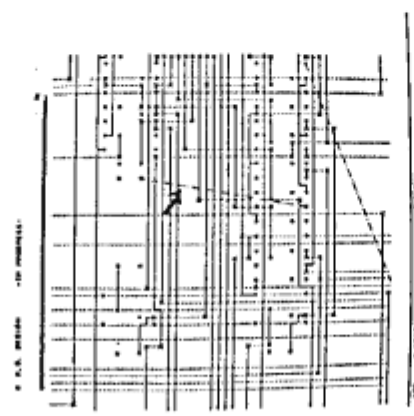


(a) 10分-20分

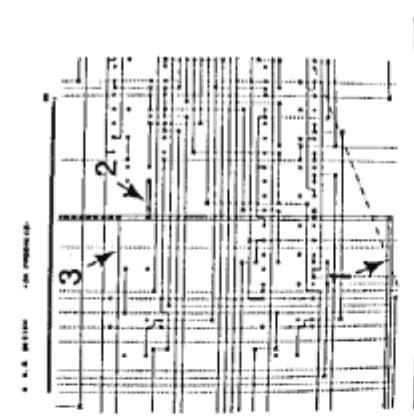
(b) 10分-20分

(c) 10分-20分

図 6 10分-20分



(a) 1-1通用前



(b) 1-1通用後

圖7. 平結線解1-1通用例.

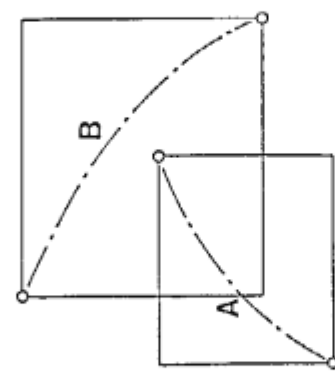


圖8 c°-1°7 順序

