

# チップフロアプランエキスパート システムの検討

4R-3

原田育生 安達 徹  
NTT電気通信研究所

## 1. はじめに

現在、多くのVLSIが、スタンダードセル方式を用いて設計されている。スタンダードセル方式のレイアウト設計では、チップブロックセルという2段階の階層を用いる場合が多い。この設計法では、レイアウト設計は、各ブロックをチップ上に配置するチップフロアプラン処理と、ブロック内のセルの配置を決定し、配線を完成する配置配線処理に分割する事ができる。このうち、チップフロアプランは、幾つかの自動処理アルゴリズムが提案されており、著者らは、チップフロアプランシステムCHAMPを開発し、設計に使用している。しかし、現在の自動処理アルゴリズムだけでは、VLSIの設計者にとって、必ずしも充分良い結果が得られないため、会話処理機能を用いて最適化を計る場合が多い。会話的にフロアプランを行う際、設計者は各ブロックの機能や回路の構造などを意識して、後の配置配線が容易になるようにフロアプランを決定している。従って、フロアプランの自動設計の能力を向上させるには、機能等の論理設計段階の情報を取り入れて判断することが有効と考えられる。

そこで、論理設計段階での回路構造等を用いたフロアプラン手法について検討し、そのプロトタイプを作成した。プロトタイプはエキスパートシステム開発支援システムKBMSを用いて記述した。

## 2. システム概要

プロトタイプでは、ブロックや配線等の諸データをフレームとして表し、設計手法をプロダクションルール、並びにLISPを用いて記述した。

## 3. フロアプラン手法の概要

本文で提案するフロアプラン手法の概略について述べる。本手法の基本的な方針は以下の通りである。

- i) 機能別、或は主な配線の接続関係により、ブロックを分類し、各グループの特徴に応じた配置パターンを決定する。
- ii) 決定した配置パターンに応じて、具体的な配置並びにブロック形状を決定する。
- iii) グループの配置はグループを分類する事により、同様に決定する。

VLSIは、チップ全体ができるだけ面積の小さい

矩形(大抵は正方形に近い形状の矩形)に入るようにレイアウトされなければならない。従って全体として矩形に納まることを意識して配置と形状を決めてやる必要がある。このため、前節で述べた方針をトップダウンに適用する、一種のクラスタリング法を採用した。以下では、グループをクラスタと呼ぶことにする。本手法の手続きを図1に示す。

procedure floor-plan

begin

/\* クラスタリング木の作成 \*/

回路の階層構造等に基づいたクラスタリング;

/\* クラスタ分類処理 \*/

for each cluster c do

begin

子クラスタの機能による配置パターンの決定;

if 上の処理でパターンが決まらない then

配線状況による配置パターンの決定

end;

/\* パターンに基づく配置(概略配置)の生成、\*/

/\* クラスタ形状の決定 \*/

queue := <topcluster>;

/\* topclusterはクラスタリング木のroot \*/

概略配置(queue);

/\* queueはFIFOとする \*/

/\* 絶対配置の生成 \*/

クラスタ形状と相対位置を互いに反映;

相対位置に基づいた絶対配置の生成

end;

図1 チップフロアプラン手法概要

本手法が通常のクラスタリング法と異なる点は、クラスタリングの基準としてクラスタ間の接続強度といった評価値ではなく、入力回路の階層構造を用いている点であり、このため、子クラスタが幾つになるかは、回路によって異なる点、従って配置のパターンがより複雑で、しかも、そのパターンも機能などの情報に基づいて決定される点である。

## 4. クラスタリング手法

図2を例に、クラスタリング手法について述べる。

図2(a)は回路の階層を表す。aはチップ全体であり、最下層はブロックに対応する(下にブロック番号を示す)。まず、各ブロックを各々一つのクラスタとする。{d1},{d1},{e1},...,{c2}をブロック1,2,3,...,9を含むクラスタの親モジュール集合と呼ぶ。極大な親モジュール集合を基準に、それに含まれるか否かでクラスタを分類し、分類毎に合わせて新クラスタを作る。新クラスタの親モジュール集合は極大親モジュール集合の親の集合とする。この結果、親モジュール集合が{b1}のクラスタが4個、{a}のものが2個できる。以下同様にして、全体が一クラスタになるまで繰り返す。結果として、図2(b)のクラスタリング木ができる。

5. 配置パターン

各クラスタは、その子クラスタに属するモジュールの機能名、或は子クラスタ間の主な配線の接続状況によって幾つかの配置パターンに分類される。配置パターンには、直列、ループ、楕形等があり(図3参照)、分類のルールとして、『子クラスタの機能が同一であればブロックの番号順に直列配置とする。』、『一つのクラスタから放射状に他のクラスタに配線が接続しているならば星形配置とする。』等がある。図2(b)に分類結果を示す。

6. 概略配置と絶対配置

全クラスタの分類後、トップダウンにクラスタの配置と形状を決定する(概略配置)。配置の際、クラスタには、左下点座標と希望形状を与える。配置処理により、子クラスタの左下点座標と希望形状、相対位置を決定する。最上位のクラスタには座標(0,0)と正方形(面積は全ブロックの予測面積の和)の希望形状を与える。配置は幾つかの配置例を生成し、最善のものを選ぶことにより決定する。配置例は、直列配置は4種(図4参照)、楕型は8種等のように配置パターン毎に種類が定められている。また、ブロックが極端に縦長にならないように形状に制約を与えており、そのため、希望形状どおりに配置できない場合がある。その際には、クラスタの重なりを許して配置する。配置の評価は、仮想配線長と、希望形状からの仮想面積増を基準に行う。

概略配置で決定したクラスタの形状を対応するブロックの形状とし、クラスタ間に定めた相対位置をブロック間に定義する。以上の情報に従い、ブロックの配置を決定する(絶対配置)。

以上のようにして得られたフロアプランの一例を図5に示す。

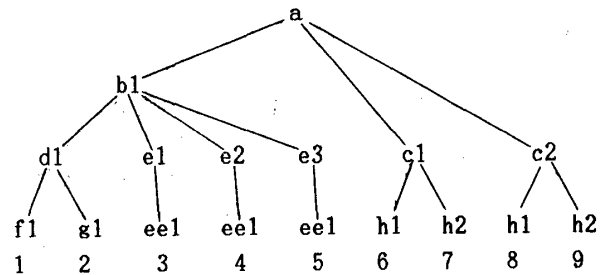
7. まとめ

本文では、回路の階層構造と機能情報を用いたフロアプラン手法について述べ、ルールベースにより実現したプロトタイプについて報告した。今後は各段階で

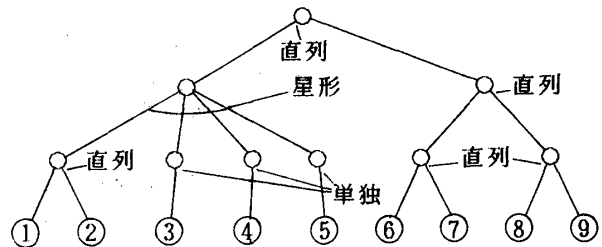
のルールを充実し、より巧みなフロアプランを可能とする必要がある。

謝 辞

KBMSの利用に際し、便宜を図って戴いた、情報研馬場主任員並びに知識ベース研究室の方々に感謝致します。



(a) 回路の階層構造



(b) クラスタリング木と分類結果

図2 クラスタリングと配置パターン分類

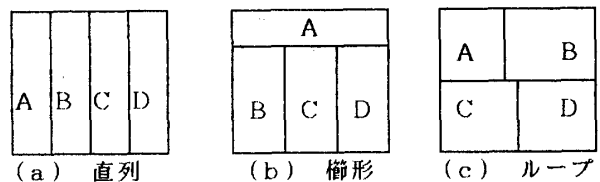


図3 配置パターン例

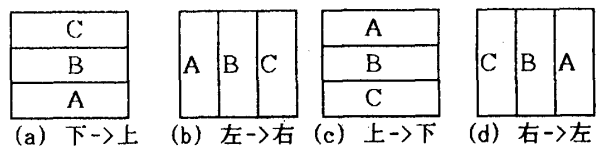


図4 配置例の生成(直列の場合)

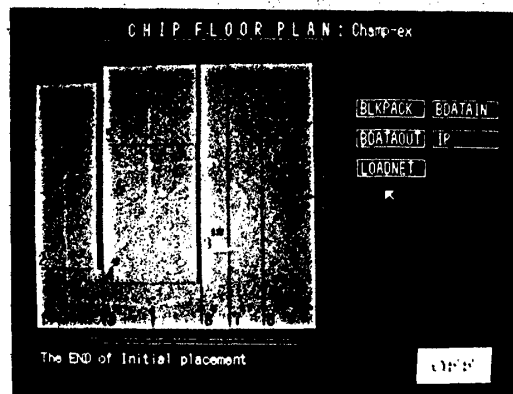


図5 フロアプラン結果