

6U-3

論理動作抽出による配置制御手法と評価

服部俊洋 三浦地平 宮本俊介

(株)日立製作所 中央研究所

1. はじめに

現在のDAシステムでは各設計工程ごとに自動化が行なわれているため、LSI設計全体としての最適化が図れない場合がある。そこで、我々は自動論理設計と自動レイアウト設計を有機的に結合する第一歩として、論理構造抽出による配置制御手法の研究を行っている。¹⁾

本稿では、論理自動生成システムが生成した論理設計情報を入力とし、セル自動配置システムに対し配置制約情報を出力するシステムに関し、その概要とその中の手法の評価結果について述べる。

報を利用することにより、従来よりレイアウトの最適化を図るための配置制約を出力する。

- (a) 論理属性 データ転送に用いるデータ系論理要素か、制御に用いる制御系論理要素かの区別。
- (b) 束情報 同一レジスタを構成しているラッチ群の情報。
- (c) 信号の入出力関係 データの転送方向を示す情報。

図1に論理構造を保存する配置制約決定処理のフローを示す。

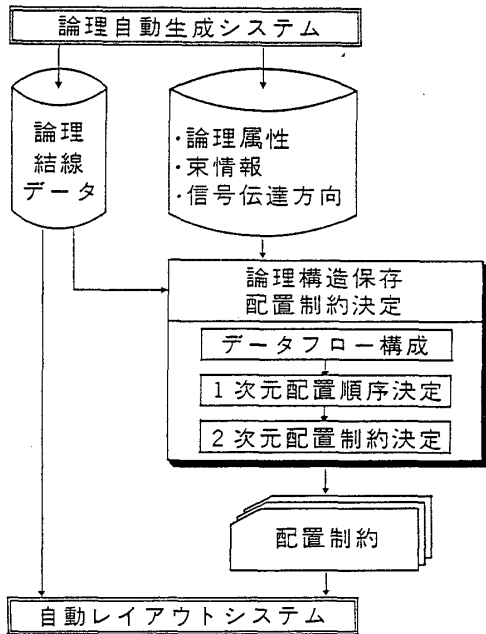


図1 配置制約決定処理のフロー

2. 2 データフロー構成

前節に示した論理設計時の情報から、論理設計者の意図したデータの流れを抽出する。まず、データの流れの要素として基本構造を定義する。基本構造とは図2に示したようにデータ系の論理要素が、直列、分岐、取れんのデータ転送関係にあることを示している。複数の基本構造が重複したり、基本構造どうしが基本構造を構成することがある。そこで、データの流れを表わす表現形式として、図3に示すような、基本構造の種類やビット幅等に従って基本構造に優先順位を付け階層的に構成したデータフロー構成を求める。

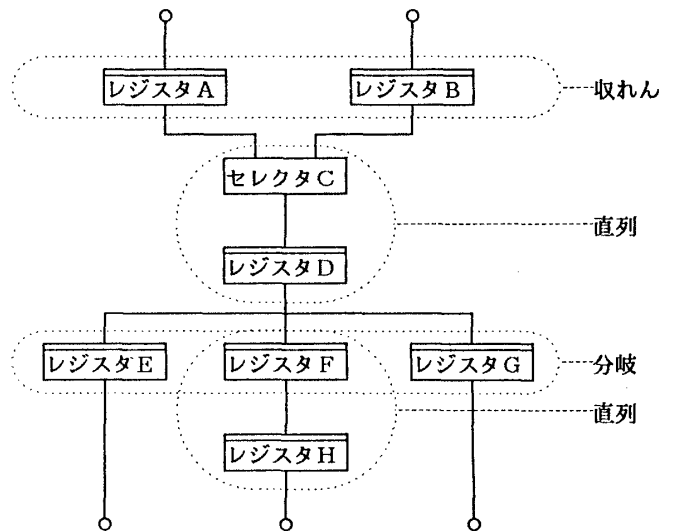


図2 基本構造の例

2. 処理の概要

2.1 論理構造の抽出

現在の自動レイアウトシステムは論理要素の結線関係のみを入力として、その結合度等から初期配置位置を決定している。本システムでは結線関係以外に、論理設計者の意図というべき論理構造を反映した自動レイアウトを行う。具体的には、論理設計時の情報である以下の情

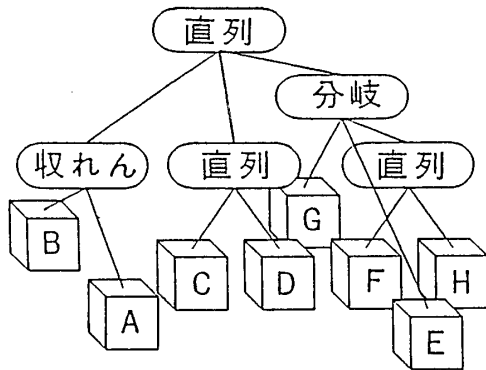


図3 データフロー構造の例

2.3 1次元配置順序決定

データの流は基本的に2次元であるが、そのままブロック上にセルを配置するとデッドスペースが発生する。そこで、データフロー構造の下の階層から、基本構造を構成する要素をデータの流に沿って順序付け、データ系論理要素の1次元配置順序を求める。その順序のみに従って2次元配置位置を決定することにより、容易にブロック形状を矩形にすることが出来る。

2.4 2次元配置制約決定

1次元配置順序に基づいて、制御信号やデータ信号が錯綜しないように、セルの2次元的な配置制約を決定する。スタンダードセル方式において、レジスタ単位の1次元配置順序が与えられているとき、それを2次元的に如何にブロック上に配置すれば、最終的なブロック面積を小さく出来るかには選択の余地は多い。その方法には、以下の2つの代表的な選択肢がある。

- (1) データ線の方向
 - (a) データ線をセル列に平行にする。
 - (b) データ線をセル列に垂直にする。
- (2) レジスタグループの扱い
 - (a) レジスタを構成しているラッチ群を集中して配置する。(制御線が短くなる。)
 - (b) ビット位置が同じラッチ群を集中して配置する。(データ線が短くなる)

この選択肢の組合せで4種類の配置戦略が考えられる。それを表1に示す。

表1 2次元配置制約決定戦略の例

	データの流れる方向	グループのまとめ
戦略A	セル列に平行	レジスタグループ優先
戦略B	セル列に平行	ビットグループ優先
戦略C	セル列に垂直	レジスタグループ優先
戦略D	セル列に垂直	ビットグループ優先

3. 評価

本システムが出力した配置制約に基づくレイアウト結果を、論理結線情報のみを入力とした従来レイアウト結果と比較する。従来法による自動レイアウトは2次元クラスタリング法とネットバランス法を用いている。²⁾ 実験対象回路は1Kゲート規模のデータ転送論理である。表1の各戦略について、ブロック面積の従来比を図4に示す。フロアプランによりブロックの最適形状が変わるため、種々のセル列段数において従来法と比較した。レイアウトモデルは信号線3層モデルである。

この結果、戦略Dを用いたときブロック面積を従来比89.8%に削減できた。このとき、総配線長では従来比84.5%、最大配線長では従来比79.7%に削減することができ、データ系要素が主な構成要素となる論理での論理構造を保存する配置制約決定処理の有効性が確認できた。このとき、セル初期配置に要する計算機時間は従来法の1/63に削減することができた。

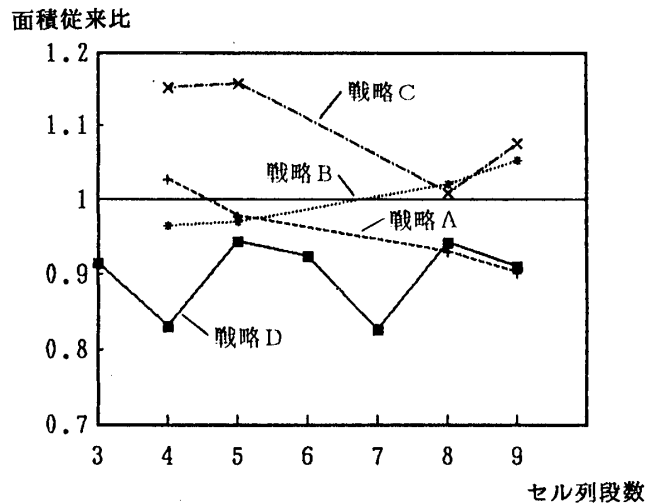


図4 評価実験結果

4. まとめ

本稿では、論理構造を保存する配置制約決定処理について述べた。新手法では論理自動生成システムが出力する論理設計情報を入力としてレイアウトを最適化するための配置制約を出力する。1Kゲート規模の論理を対象とした実験ではブロック面積を従来の90%に削減し、初期配置決定に必要な計算時間を1/63までに削減できた。

参考文献

- [1] 服部、他：論理動作抽出による配置制御手法について；情報研報、Vol.87, No.74 設計自動化 39-5, (1987)
- [2] T.Kozawa, et al.: Automatic Placement Algorithms for High Packing density VLSI; proc. of 20th DAC, pp175-181, (1983)