

LSI デザインルールチェックプログラムにおける  
中間データの再利用促進による増速効果

1H-4

上坂達生† 池田 浩†† 河野一郎†† 田丸啓吉††

†熊本電波高専 情報工学科 ††京都大学工学部

1 はじめに

LSIの規模の増加と用途の拡大に伴いその設計時間の短縮化が要望されている。デザインルールチェック(以下DRC)は設計工程の中でも大きな比率をしめているので、この高速化による効果は大きい。この報告ではDRCを行なうプログラムの中での中間データの再利用促進によるDRC処理速度の高速化について述べる。

2 DRCプログラムの構成

DRCのプログラムの全体は、ルールズファイルと呼ばれるところの主にプロセス技術上の制限事項に関係する検証内容と手順を記述したプログラムと、このルールズファイルを解釈してそれをいくつかのDRC基本演算の組み合わせに分解し、逐次これを実行して、ルールズファイルに沿って図形データの検証を行なうDRC処理プログラムから構成されている。

2.1 ルールズファイルの表記方法

プロセス技術上の制約事項は多数の項目に分かれた文章および図面で記述されているが、これを項目ごとに逐次図1に示す20~30個のコマンド(演算子)を用語として用いて、細部までその全てをルールズファイルに盛り込むように翻訳する。

2.2 DRC処理プログラム

このプログラムはその内部に次に示すDRC基本演算プログラム、すなわち、

1. 図形論理演算

図形集合データの2層間の図形の重なりや図形

寸法チェックコマンド	
width	図形の巾(1層内)
notch	切込の巾(1層内)
area	面積(1層内)
sep	図形の間隔巾(1層内, 2層内)
ext	図形の端の余裕巾(2層内)
ovlp	図形の重なり巾(2層内)
図形の選別コマンド	
rect, polygon, slant	1層内の図形の選別
contains, avoids	2層内の図形の位置関係の選別
範囲限定コマンド	
=, >, <, <=, >=	
条件設定コマンド	
parallel, app, opposite, connected, unconnected, length, lengtha, lengthb	

図1: ルールズファイル記述用語

の外形などを取り出す演算である。

2. 辺論理演算

図形集合データの2層間の図形の辺に対して、他方の図形に含有される辺や重複する辺などを取り出す演算である。

3. 図形拡大縮小演算

図形集合データの各図形を拡大、縮小する演算である。ここでいう拡大とは、図形の周りを図形拡大幅だけ幅づけを行なうものである。

4. 距離演算

図形集合データの各図形が必要な最小幅、最小間隔を満たしているかを調べる演算である。

を持っており、ルールズファイルの各行を解釈してそれをDRC基本演算の複数の組合せに分解し逐次実行して検証作業を行なう。

3 実験方法

DRCにおける中間データの再利用促進による増速効果の測定は表1に示した図形データを対象として

An Accelerating Effect of Reusing the Intermediate Data in LSI Design Rule Check  
Tatsuo UESAKA  
Kumamoto National College of Technology  
Nishigoshi Kumamoto 811, Japan  
Hiroshi IKEDA, Ichiro KOHNO, Keikichi TAMARU  
Faculty of Engineering, Kyoto University  
Yoshida-Honmachi Kyoto 606, Japan

図2に示したルールズファイルのサンプルを用いて行なった。このルールズファイルの各行の間の引用関係を図3に示す。数字は各行の先頭の番号である。なおハードウェアはワークステーションを用いて行なった。

表 1: 実験に使用した図形データ

図形データ名	図形数(個)	データ量(バイト)
adder8.vct	box 24520	1,078,880

- ①  $A = poly \ \& \ metal1;$
- ②  $B = active \ \& \ metal1;$
- ③  $C = active \ \& \ poly;$
- ④  $D = A \ \& \ contact;$
- ⑤  $E = B \ \& \ contact;$
- ⑥  $drc(B, C, sep < 10);$
- ⑦  $drc(C, width < 10);$
- ⑧  $drc(B, D, ext < 10);$
- ⑨  $drc(E, sep < 10);$

図 2: 実験に使用したルールズファイル

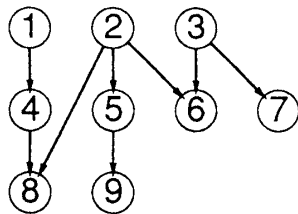


図 3: 各行の引用関係

#### 4 実験結果および検討

図4に実験結果を示す。この実験で用いたルールズファイルでは①②③④⑤の各行の中間データが他の行で引用できる形になっているが、実験は①②③行を対象として行なった。これらの行の単項目(単行)での処理実行時間と実行結果発生する中間データ量の概略を示す。⑥⑦⑧に用いられている寸法チェックコマンド *sep*, *width*, *ext* などはその行の中の処理に、約 500 kbyte の中間データを発生し、さらに処理のための作業空間が必要である。行と行の間に①②③の中間データを引用するために

は、さらに図4に示したメモリ容量を用意する必要がある。

実行条件	実行時間(秒)	対応中間データ量(バイト)
①のみ	10.6	280k
②のみ	7.6	140k
③のみ	4.2	140k
⑧のみ	—	280k
⑨のみ	—	400k
①②③引用なし	118.3	0k
①②③引用	76.5	560k

図 4: 実験結果

①②③の中間データを全く再利用しない場合、すなわち次にこれが必要になったときは再度計算する場合は 118.3 秒かかるが、これらを全部再利用するようにした場合メモリ使用量は約 560 k バイト余分に必要となるが処理に要する時間は 76.5 秒と約 35% 短縮された。

以上の結果から次の結果が得られたと考える。

1. 図3の引用関係に依存するが中間データの再利用による増速効果は顕著である。
2. 各行の発生する中間データの概略のサイズがつかめた。

#### 5 おわりに

DRC プログラムの処理時間の短縮化については、DRC 基本演算部分のアルゴリズムの改良による高速化の努力が行なわれた結果 DRC の計算複雑度は  $n^{1.2} \sim n \log n$  に達しておりアルゴリズムの改良による実行速度の更なる向上はほとんど望めない [1]。しかしこの報告で述べたようにメモリ容量の余裕は必要とするが、ルールズファイルに従う DRC 実行時のデータの運用方法によってまだ高速化できることが示された。

#### 参考文献

- [1] 築添, 小沢, 酒見, 三浦, 石井: “VLSI マスクパターンに対する論理演算と交点計算を同時に処理するパターン論理演算法”, 信学論 (D), J69-D, 6, pp.975 - 983 (昭 61 年)