

大規模設計データのための特定形状ポリゴン分布の高速可視化

庄司修二[†] 小山明夫[†]山形大学大学院理工学研究科[†]

1. はじめに

近年、ナノテクノロジー技術の進歩により集積回路の高密度化と微細化が進み多種多様な回路パターンが出現したことで、集積回路の設計データは大規模化している[1]. 更に、高階層化や微細化により、特定形状を持つポリゴンやパターンの配置に起因して発生するシステムティック欠陥[2][3]が増加している. このように特定形状に起因する欠陥誘因のパターンが、設計データ上においてどのように分布しているかの情報は、欠陥検査や設計過程における有益な情報であると考えられる[4].

大規模設計データには膨大な数のポリゴンが含まれる. 筆者はこれらのポリゴンから同形ポリゴンを高速に分類する手法として文献[5]の中で「幾何学的不変特徴による同形ポリゴンの高速検索法」を提案している. 本稿では、これらの手法を応用し、設計データに含まれるポリゴンを高速に分類し、ある特定形状のポリゴンと同形なポリゴンの分布状態を可視化する手法について述べ、結果を検証する.

2. 幾何学的不変特徴による同形ポリゴンの高速検索法[5]

幾何学的不変特徴値により同形ポリゴンを高速に検索・分類する手法である. ポリゴン形状を平行移動や回転、縮尺による幾何学的変換の影響を受けない1つの不変特徴値で表現し、形状比較処理を大幅に軽減した高速で高精度な同形状ポリゴンの検索・分類の手法である.

2.1 不変特徴値

ポリゴン形状から不変特徴値を算出する手順を示す. n 個の頂点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ を持つポリゴンを考える. 但し、 (G_x, G_y) は重心座標である. 式(1)により、各頂点と重心との距離総和(重心距離総和)を算出する.

$$GL = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - G_x)^2 + (y_i - G_y)^2} \quad (1)$$

Fast Visualization of Distribution of Particular Shape Polygons for Large-Scale Design Data.

Shuji Shoji[†], Akio Koyama[†]

[†] Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University

式(2)により、外周距離を算出する.

$$PL = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad (2)$$

$$j = \begin{cases} i+1 & (i+1 < n) \\ 0 & (\text{それ以外}) \end{cases}$$

式(3)により、不変特徴値を算出する.

$$GF = \frac{GL}{PL} \quad (3)$$

2.2 グループID

正規化した不変特徴値から同形ポリゴングループにアクセスするためのインデックスを決定する. このインデックスがグループIDである. 式(4)は正規化した不変特徴値をハッシュキーとして、 N 個のポリゴンからグループID (G_{ID}) を算出するハッシュ関数である.

$$G_{ID}(i) = GF_n(i) \cdot E \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad (4)$$

ここで、 E は、正規化した不変特徴値(GF_n)の整数化係数であり、グループ内に含まれるポリゴンの類似性を決定する.

2.3 同形ポリゴンの分類

異なる形状において不変特徴値が同一のポリゴンが存在するため、ハッシュテーブルによって絞り込まれたポリゴングループに対し、詳細な形状比較を実施する. 本処理により、厳密な分類を行い同形ポリゴン群による更なるグループ化を図る. 分類結果をハッシュテーブルで管理することにより、同形ポリゴングループへの直接アクセスを可能にする.

3. 同形ポリゴン群の分布状態の可視化

表1に示す評価データを用意し、画面上に表示する. 高速表示のため、表示するポリゴンのPixelサイズが規定のサイズ以下になる場合はBOXを表示する. Zoom機能により詳細形状の確認も容易である. その後、前述した同形ポリゴンの高速検索法により同形状のポリゴン群で分類しグループ化する. 分類結果を表2に示す. 表2より、この評価データに含まれるポリゴン

数が約 4000 万であり, 15,791 種類の形状を持つポリゴンで構成され, その分類に要した時間が 16 秒であることを示している。

次に, 任意のポリゴンを指定し, 分類結果からそのポリゴンが含まれるグループの全ポリゴンを色変え表示することで, 指定のポリゴンと同形状なポリゴン群の分布状態を画面上で確認できる。既に分類済みであることから, 同形ポリゴンへの直接アクセスが可能であり, 高速な表示が実現できる。図 1 のように任意のポリゴンを選択すると, そのポリゴンと同形状なポリゴン群を瞬時に色変え表示できる。また, これらの分布情報は, 必要に応じてファイルに出力でき, 欠陥検査への情報提供や設計過程へのフィードバック情報として活用できる。分布情報ファイルには, 指定したポリゴンの始点座標, および同形と判断したポリゴンの始点座標と指定ポリゴンをオリジナルとするポリゴンの回転方向やミラー情報を出力できる。ポリゴン形状の分類処理は一度だけ実施すれば良く, その後は, 任意ポリゴンの選択だけで同形状ポリゴンの分布状態を瞬時に確認できる。

表 1 評価データ

ポリゴン数	頂点総数
40, 439, 643	350, 942, 494

表 2 分類結果

同形ポリゴンの種類数	分類処理時間(sec)
15, 791	16

4. まとめ

本稿では, 筆者が提案している「幾何学的不変

特徴による同形ポリゴンの高速検索法」を応用し, 設計データ上に含まれるポリゴンを同形ポリゴンで高速に分類し, 特定形状を持つポリゴンの分布状態を高速に可視化する手法について述べ, その性能を確認した。

その結果, 任意のポリゴンと同形状ポリゴンの分布状態を瞬時に可視化できることを確認した。今後は, 欠陥検査や設計過程における有益な情報を精査し, 分布情報ファイルに反映して参りたい。

文 献

- [1] 10 群 (集積回路) —1 編 (基本構成と設計技術) 電子情報通信学会『知識の森』, 2010.
http://www.ieice-hbkb.org/files/10/10gun_01hen_01.pdf (accessed 2015-08-31).
- [2] 堀田尚二, 岡崎信次, “先端デバイス設計とリソグラフィ技術,” 最先端デバイスを支えるキーテクノロジー, vol.90, no.4, pp.332-333, Apr. 2008.
http://www.hitachihoron.com/jp/pdf/2008/04/2008_04_02.pdf (accessed 2015-08-31).
- [3] 半導体技術ロードマップ専門委員会平成 18 年度報告, “第 13 章 WG11 メトロロジ(計測),” pp.211-225, 2006.
http://semicon.jeita.or.jp/STRJ/report/2006/113_RMVG11-Metrology.pdf (accessed 2015-08-31).
- [4] 前田俊二, “半導体パターン欠陥認識技術の動向,” 精密工学会中国四国支部講習会, pp.1-11, Aug. 2008.
- [5] S. Shoji and A. Koyama, “High-Speed Communication with Confidentiality by Compactification of Design Data,” Proc. of NBIS2015, pp.124-131, Sep. 2015.

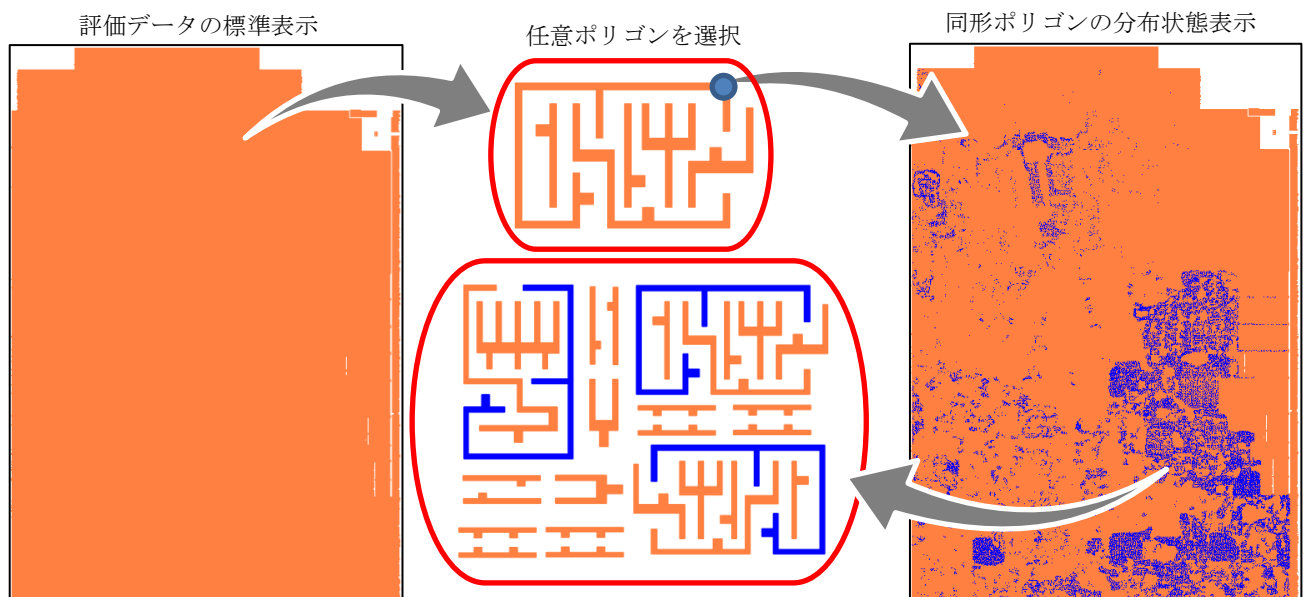


図 1 特定形状を持つ任意ポリゴンの分布状態表示