JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	Simulated Quenching法に基づく２次元セル配置最適化手法
Author(s)	平間，孝廉
Citation	
Issue Date	2001-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1469
Rights	
Description	Supervisor:金子 峰雄，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

Simulated Quenching法に基づく 2次元セル配置最適化手法

平間 孝廉

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2001年2月15日

キーワード: Simulated Quenching, 2次元配置, 確率的探索，繰り返し最適化，完全マッチング.

VLSIは計算機，通信機器を始めとする種々情報処理，信号処理システムの主要構成要素であり，製造技術の進歩に伴って回路の大規模化と微細化が急速に進んでいる．また，低消費電力化，小型化，高速高機能化の要求とも相伴ってVLSI設計は非常に困難な問題となっている．一方，多品種少量生産や設計期間の短縮などの要求が高まり，設計の自動化が重要な課題となっている．

VLSIの設計の工程は，システム設計，RTL設計，論理設計，回路設計，そしてレイアウト設計と階層的に大きく分類することができる．この中でレイアウト設計は，チップ上にコンポーネントを配置しそれらの間の配線を行う工程である．多くの場合，チップ面積の縮小，総配線長の最小化などが求められるが，こうした評価に基づく最適配置問題はNP困難であることが知られている．一般にNP困難と言われいる問題の大域的最適解を探索するアルゴリズムとしては，Simulated Annealing(SA)法やGenetic Algorithm(GA)といった確率的最適化手法が提案されている．SA法は現在の解から隣接解を作成し，確率的に隣接解の受理と破棄を繰り返すものであり，十分な温度スケジューリング(アニーリング)の下で最適解に到達することが保証されているアルゴリズムである．また，GA法は数種類の解により初期集団を用意しその中から評価の良い解を選択し交配させ，さらに局所解に陥ることを防ぐために突然変異を取り入れつつ良い解の集団を探索するアルゴリズムである．これらの手法は配置問題においても適用されてきているが，良質な解を求めるためには，アルゴリズム内部で多くの繰り返し回数を必要とすることから計算時間がかかり，大規模な問題を実用時間内で解くことのできる効率的手法が求められている．

本研究では，１次元配置問題に対して，SA法やGA法といった代表的確率的最適化手法による解と同等の解をより高速に得ることが出来るSimulated Quenching (SQ)法に着目し，２次元格子状に並ぶスロットへコンポーネントを重なりなく割り付ける２次元配置

Copyright © 2001 by Takayuki Hirama

問題の最適化手法を提案する．１次元配置における SQ 法の成功の要因は各配置修正毎の (i) スロットとコンポーネントのサブグループ化，(ii) 部分問題に対する目的関数，(iii) 部分再配置問題の解法，にあるとの立場に立ち，２次元配置問題への拡張にあたっては，こうした特徴が保持される解法を目指した．

本稿では部分問題の構成の仕方が異なる３つの２次元 SQ 法を提案する．始めに，１次元 SQ 法と同じくサブグループの生成を一次元的に行うと共に，各ネットのバウンディングボックス上にあるコンポーネントのみに着目した部分問題構成方法に基づく手法 2DSQFVβ(2D Simulated Quenching based on ForceValue type β) 法を提案し，次に，2DSQFVβ 法の部分問題の生成方法を２次元に拡張した 2DSQFV(2D Simulated Quenching based on ForceValue) 法を提案する．最後に，より厳密に各ネットのバウンディングボックスのサイズを反映させた部分問題構成に基づく 2DSQSC(2D Simulated Quenching based on StepCost) 法を提案する．

2DSQFVβ 法は，部分問題を構成する際のサブグループ化を，横方向の短冊状に分割する場合と，縦方向の短冊状に分割する場合の２種類とする．これにより，部分問題の解法は１次元 SQ と同様の高速なバケットソートを使用することが可能となっている．しかし，２次元配置問題において 2DSQFVβ 法は，評価の悪い解から遷移不可能な場合があることがわかった．2DSQFV 法は，２次元的広がりを持つサブグループ化を行い，各ネットのバウンディングボックス上にあるコンポーネントのみに着目した部分問題構成に基づくアルゴリズムである．採用した部分問題構成は，１次元 SQ における１次元的サブグループ化を２次元的サブグループ化に，ネット両端のコンポーネントをバウンディングボックス上のコンポーネントに，それぞれ対応させたものとなっている．2DSQFV 法は，１次元 SQ 法の見掛け上の枠組みを比較的忠実に受け継ぐものであるが，次元の違いからアルゴリズムの終了間際においても部分問題と原問題の評価に差異が残る問題がある．次に，一つのサブグループ内に閉じたネットに関するネット長評価を無視する特徴を保持して，部分問題と原問題の評価の差を小さくすることが望ましいとの予想の下に，バウンディングボックスの評価値に応じたコストに基づいて再配置を行なう 2DSQSC 法を提案する．以上の手法を比較実験した結果，2DSQSC 法は 2DSQFV 法に対して，仮想配線長総和がより小さい解をより安定的に生成することが確認された．これは，ネットのバウンディングボックスの評価値に応じたコスト付を行なうことにより，2DSQFV 法と比較して部分問題と原問題の差を小さくした効果と考えられる．次に SA 法と 2DSQSC 法との比較実験を行った．実験結果から，2DSQSC 法は SA 法に対して仮想配線長総和が $0 \sim 3.7\%$ 大きい解を生成することが確認された．

本研究により，１次元 SQ 法の２次元配置問題への拡張の可能性を確認できた．今後の課題として，再配置を行なうアルゴリズムの高速化があげられる．現在，部分再配置問題は最大コスト完全マッチングの問題に帰着させて，Hungarian method を用いて解いている．このアルゴリズムの計算量は $O(n^3)$ であり，提案手法の計算時間を長くしている．再配置により高速なアルゴリズムを導入し，解の質を落とさずに高速化を図る必要があると考えられる．また，より良い解を導出できる部分問題の構成方法を考案する必要がある．