

状態系列の多重化による改良型アニーリング法の  
VLSIブロック配置問題への適用

6S-1

小坏成一, 須貝康雄, 平田廣則  
千葉大学

1. まえがき

配置問題のような組合せ最適化問題の解法として, シミュレーテッドアニーリング法<sup>(1)</sup>(SA法), “Genetic”アルゴリズム<sup>(2)</sup>(GA法)が知られている. SA法は1つの状態系列で解を探索するため, 状態空間中の広い範囲の探索は難しいという欠点がある. 他方, GA法は生物進化に基づくアルゴリズムで, 多数の初期状態から解を探索するため, 状態空間中のより広範囲を探索できる.

本報告では, SA法にGA法の利点を取り入れた改良型SA法を提案し, 簡単なVLSIブロック配置問題にこの手法を適用することによりその有効性を示す.

2. 改良型SA法によるVLSIブロック配置

ブロック配置問題として, 与えられたエリア内に, 大きさ, 形の異なるn個の長方形ブロックを配置する問題(図2)を考える. 以下に, 評価関数を示す.

$$f = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n o_{ij} + \alpha \times \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \times l_{ij}^2 \quad \dots(1)$$

$o_{ij}$ ,  $a_{ij}$ ,  $l_{ij}$ はそれぞれ, ブロックi, j間の重なり面積, 配線数, 仮想配線長,  $\alpha$ は正の定数である.

```

1: Multipath_SA_Algorithm(POP, N, M, Ts, Te)
2: {
3:   initialize_population(X={x1, ..., xPOP});
4:   for( T = Ts ; T > Te ; T *= 0.9 ){
5:     for( loop = 0 ; loop < N ; loop++){
6:       if( loop % M == 0 ){
7:         select_two_parents(xi, xj ∈ X);
8:         /* f(xi) < faverage < f(xj) */
9:         xj = xi;
10:      }
11:      select_at_random(xi ∈ X);
12:      xi' = move_at_random(xi);
13:      df = f(xi') - f(xi);
14:      if( df < 0 or rand(0,1) < exp(-df/T) )
15:        xi = xi';
16:      else
17:        /* no change */
18:      }
19:    }
20: }
    
```

図1. 改良型SA法のアルゴリズム

Block Placement by Multipath Simulated Annealing  
Seiichi KOAKUTSU, Yasuo SUGAI, Hironori HIRATA  
Chiba University

GA法は, 「人口」と呼ばれる解の集団内で, 「突然変異」による解の改善と, 「適者選択」による集団の極小値への「進化」により解を得る手法である. 改良型SA法はGA法の利点をSA法に取り入れるために, SA法において状態系列を多重化し, 探索範囲を広げたアルゴリズム(図1)である. 配置問題では多数の初期配置から配置改善を繰り返して解を探索することになり, より良い解を得る可能性が高くなる. 改良SA法では, まず多数の初期配置(x<sub>1</sub>, ..., x<sub>POP</sub>)を与え(3:), 各々に配置改善(11~18:)を繰り返して行う. また, 探索範囲を絞り込むために良好な解を増やす処理(6~10:)を行っている.

改良型SA法, および従来のSA法をブロック配置問題に適用した. 表1, 図2に結果を示す. 実験では, プログラムをC言語で記述し, PC-9801vx21で実行した. 実験結果にみるように, 配線長に関しては改良型SA法が良好な結果が得られることがわかる. これは, 配線長の最適化がブロックの相対的位置関係の改善と言ったいわば状態空間中で広い範囲の探索を必要とするため, 改良型SA法の利点が生かされたためと考えられる.

3. むすび

本報告では, 状態系列を多重化した改良型SA法を提案し, VLSIブロック配置問題に適用して従来のSA

表1. 結果比較(10回の平均)

	改良型	従来型	比較(%)
重なり	0	0.1	0
配線長	253.5	295.85	85.7
時間	10分	9分	111

法による配置結果と比較した. 最後に, 日頃有益なる御助言御討論をいただいている千葉大学倉田是教授に感謝します.

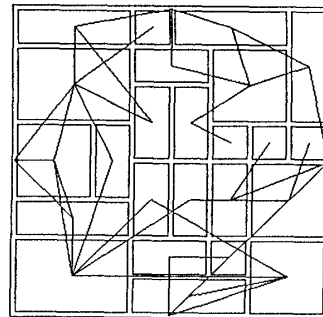


図2. 配置例

文献

1) S. Kirkpatrick, et al. "Optimization by Simulated Annealing", Science, 220, pp.671-680 (1983).  
2) J. Holland "Adaptation in Natural and Artificial Systems", Univ. of Michigan Press, Ann Arbor (1975).