

遺伝的アルゴリズムを用いた配置手法における 新しいコーディング法

3H-3

中谷 直司[†] 金杉 昭徳[†] 進藤 裕志[†] 森末 道忠[‡]
[†]埼玉大学工学部 [‡]広島市立大学情報科学部

1 まえがき

遺伝的アルゴリズム (GA) [1] を用いた配置手法はいくつか提案されているが、それらの手法においては GA のオペレーションにより、多くの配置不可能な解を生成し探索効率が低下する。また、配置不可能な解の生成を抑制する工夫を行うと、探索がランダムサーチ的な振る舞いをするようになるという問題がある。そこで本研究では配置情報に冗長性を持たせることにより、これらの問題を解決する新しいコーディング法を提案する。また、計算機実験の結果から提案手法は従来手法よりも高い探索効率を持ち、局所最適解を回避して最適解を得ることが可能なことを示す。

2 従来のコーディング法

2.1 単純なコーディング法

単純なコーディングを行った場合について考える。ここでは $N \times N$ の配置区画に、 N^2 個のモジュールを配置する問題を対象とする。この問題の配置結果は、各モジュールに対し “モジュール m_i ならば座標 (x_i, y_i) の配置区画に配置する” という情報を遺伝子座に N^2 個用意すれば表現可能である。この場合、各モジュールの配置位置情報は、1つの遺伝子座に、他のモジュールとは無関係に存在することになる。したがって、同じ染色体上の複数の遺伝子座の持つ情報は互いに独立であるがゆえに、矛盾する可能性が高くなる。すなわち、配置不能な解を生成しやすくなり、集団の多様性が失われ探索効率が低下し局所最適解に陥りやすくなる。

A Novel Coding Technique for Genetic Placement Method
Naoshi NAKAYA[†], Akinori KANASUGI[†],
Hiroyuki SHINDO[†], and Mititada MORISUE[‡]

[†]Faculty of Engineering, Saitama University

[‡]Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

2.2 リストによるコーディング法

また、情報の矛盾を回避することが可能な方法として未配置モジュールリストを用いたコーディング法が提案されている [2]。このコーディング法は染色体と配置結果とが 1対1 に対応するため、交叉や突然変異による配置不可能な解の生成は避けられる。しかしこの方法では、交叉等により新しく生成される解は交叉する前の 2つの解の持つ情報を正確に継承することができず、一部においては全く無関係な情報と入れ替わるため問題が生じる。

3 提案するコーディング法

そこで、本研究では両者の問題点を踏まえ、次のようなコーディング法を提案する。染色体には “モジュール m_i ならば座標 (x_i, y_i) を中心として、十字をなす 5つの配置区画のいずれかに配置する” という情報と、その情報の優先度 O_i を N^2 個持たせることにする。そして、実際のモジュールの配置位置は他のモジュール配置と情報の優先度を用いて決定する。このことにより各モジュールの配置位置情報は独立せず、なおかつ、他のモジュール配置との関係のある程度維持しながら、情報を次の世代に継承することが可能になる。したがって、従来のコーディング法よりも探索効率が向上すると考えられる。与えられた情報から実際にモジュールを配置する手法は次の通りである。

1. 配置区画の決定

配置可能としているモジュールの数が最も少ない区画を選択する。ただし、配置可能としているモジュールの数が 0 の区画は除く。

2. 配置モジュールの決定

1. で選んだ区画に配置可能としているモジュールの中で、情報の優先度の最も高いモジュールを配置する。

表 1: 計算機実験結果

	単純な手法			リストによる手法			提案手法		
	D_s	f_{\max}	\bar{f}	D_l	f_{\max}	\bar{f}	D_p	f_{\max}	\bar{f}
1st	63.0	0.276	0.270	36.0	0.400	0.396	24.0	0.500	0.471
2nd	54.0	0.308	0.284	36.0	0.400	0.395	24.0	0.500	0.491
3rd	52.0	0.316	0.313	34.0	0.414	0.409	33.0	0.421	0.414
4th	61.0	0.282	0.256	33.0	0.421	0.417	24.0	0.500	0.491
5th	55.0	0.304	0.276	24.0	0.500	0.494	32.0	0.429	0.421
平均	57.0	0.298	0.280	32.6	0.427	0.422	27.4	0.470	0.458

4 計算機実験

4.1 実験条件

GA の諸設計については基本的なものを採用し、次のように定める。初期集団はランダムに生成する。適応度 f は、仮想配線長 D とモジュール間の総接続本数 C 、さらに配置不可能だったモジュール数 N_p から

$$f = \frac{1}{1 + \frac{D}{C} + \alpha N_p}$$

として定義する。なお、 α は N_p をペナルティとするための重みである。選択には適応度比例戦略とエリート保存戦略、交叉は 2 点交叉を、突然変異には 1 点突然変異を用いる。これらの設計のもとコーディング法のみを変え比較実験を行った。

4.2 実験結果

実験における GA のパラメータは個体数 (M) を 1000、世代数 (T) を 500、交叉率 (p_c) を 0.6、突然変異率 (p_m) を 0.03 とする。実験モデルとしては 2.1 節で述べた配置問題において $N = 4$ のモデルを用い、接続関係は最適配置において仮想配線長が 24 になる格子状の接続を持つものとする。また、このモデルでは α は 7.5 として適応度を求めた。

実験結果を表 1 に示す。実験はそれぞれのコーディング法に対し 5 回行った。なお、表 1 に示すのは 500 世代目の、 f_{\max} は最大適応度、 D は最大適応度のときの仮想配線長、 \bar{f} は適応度の平均である。

提案手法の仮想配線長は平均値で比較して単純な手

法よりも 51.9%、リストによる手法に対しては 16.0% の減少が認められ、提案手法の方が従来の手法よりも優れていることが確認できた。また、5 回の実験のうち最適解 (仮想配線長 24) を得ることができた回数も、提案手法が最も多くランダムサーチ的な振る舞いが抑制されたものと思われる。

5 むすび

本研究では GA を用いた配置手法において、配置位置情報に冗長性を持たせたコーディングを行うことで、探索効率の低下を回避する新しいコーディング法を提案した。本手法では従来手法の問題点であった配置不能な解の生成と、ランダムサーチ的な振る舞いを共に抑制することにより、従来よりも優れた探索結果を得ることが可能である。

参考文献

- [1] 北野宏明: “遺伝的アルゴリズム”, 産業図書, 1993.
- [2] J. P. Cohoon and W. D. Paris, “Genetic Placement,” IEEE Trans. CAD, Vol.6, No.6, pp.956-964, Nov. 1987.
- [3] N.Nakaya, A.Kanasugi, H.Shindo and M.Morisue: “A Genetic Approach to Placement Using a New Coding Technique”, Proc. of ITC-CSCC'96, 1996.