

遺伝的アルゴリズムを用いた電子部品挿入順序問題の解法

1036011 橋本 学 【坂本研究室】

1 はじめに

電子機器の大量生産を支える技術の一つに、プリント基板の電子部品自動挿入機がある。入力データとして電子部品の挿入順序を与えれば自動的に部品の挿入と半田付けが行なわれるが、挿入順序が不適切な場合はその工程でロスタイムが生じる。

そこで本稿では、電子部品の挿入順序問題を定式化し、最適化問題に対するヒューリスティックな探索手法の一つである遺伝的アルゴリズムによる解法、およびその実験結果を報告する。

2 電子部品挿入順序問題

本稿で考察する電子部品自動挿入機は図に示すように、電子部品を種類別に収納した“品種スロット”、部品を受け取り自動挿入する“ヘッド”、および X、Y 方向に移動可能な“プリント基板”から構成されている。ヘッドが部品を品種スロットから受け取りプリント基板上の指定された位置へ挿入し、次の部品を受け取るまでの 1 サイクルの間に、品種スロットはそれぞれ左右に 2 スロット以内、プリント基板は X および Y 方向に 50mm 未満の移動であれば“ロスタイム”が生じない仕組みになっている。

電子部品挿入順序問題とは、上述した機械的制約に起因するロスタイムが発生しないように、“どの品種をどのスロットに割当てるか（品種割当）”および“部品の挿入位置をどの順番でなぞるか（挿入順序）”を決定する問題である。

まず品種割当が与えられていると仮定する。プリント基板上の各部品挿入位置座標を x, y 、さらにその部品の品種を収納しているスロット位置を z で表すと、部品 i の次に部品 j を挿入する時、(1) 式であらわされるロスタイムが発生する。

$$l_{ij} = \max\{[|x_i - x_j|/50], [|y_i - y_j|/50], [|z_i - z_j - 1|/2]\} \quad (1)$$

ある品種割当および挿入順序 p が与えられた時、(2) 式からその総ロスタイムが計算できる。ここで、 n は全部品数である。

$$losstime = \sum_{i=1}^{n-1} l_{p(i)p(i+1)} + l_{p(n)p(1)} \quad (2)$$

したがって電子部品挿入順序問題は、(2) 式を最小にする挿入順序および品種割当の発見、という最適化問題に帰着できる。

3 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズムは、生物集団の進化の過程、すなわち各個体の染色体が交叉と突然変異を繰り返しながら世代を重ねるに従って、より環境に適した個体が生み出されていく過程を模倣したアルゴリズムである。

この遺伝的アルゴリズムを電子部品挿入順序問題に適用するために、品種割当を表す順列と挿入順序を表す順列を連結したコーディング方法を採用した。そして適応度を $1/(losstime + 1)$ とすることで、ロスタイムが小さい品種割当および挿入順序ほど適応度が高くなるようにし、

- 適応度比例戦略による複製
- OX, PMX, CX という 3 種類の交叉
- ランダムに選ばれた 2 点の遺伝子を交換する突然変異
- 2-opt アルゴリズムによる部品挿入順序の局所最適化

という流れを繰り返す。

4 実験結果

ロスタイムが 0 の解をもつ 12 個の入力データに対し、計算機実験を行なった結果を表に示す。表中、Prev. は [1] で提案した手法、our method は本稿で提案する手法を示す。また、Best は 10 回の試行で得られた最小ロスタイム、Time はその平均計算時間（秒）である。

表に示すようにどの入力データにおいても、本稿で提案する手法は以前の手法に比べて少ない計算時間でより小さいロスタイムの品種割当および挿入順序を発見することができる。しかし、どちらの手法も品種数が多いデータに対してはロスタイムが小さい解が発見されているとは言い難く、さらなる研究が必要である。

5 まとめ

本稿では、生物集団の進化を模倣した遺伝的アルゴリズムと 2-opt アルゴリズムを組み合わせた電子部品挿入順序問題の一解法を提案し、従来法との比較を報告した。

参考文献

- [1] 牧野、島本、來山、橋本、坂本、“遺伝的アルゴリズムを用いた電子部品挿入順序問題の解法”，電気関係学会四国支部連合大会論文集，p.5, 1999.