

1. まえがき

パーソナルコンピュータ（以下PC）の高性能化・低価格化の進展にしがた、様々な分野で多くのPCが導入されている。こうした動きは建設会社でも盛んになっており、1人もしくは2人当たり1台のPCが配備される傾向にある。こうしたPCは通常4年間程度のリース契約で導入される。ところが、建設会社の作業所は通常の事務所とは異なり、比較的短期間に設置解散されるため、リースが利用しにくくなっている。このため、リースより高コストなレンタルを利用せざるを得ない状況にある。本研究ではリース契約で導入したPCを複数の作業所間で効率的に使い廻すことができるように最適に配置する計画を遺伝的アルゴリズムを用いて作成した。また、その際遺伝子のコーディングや交叉オペレータの違いによる解の収束速度の差も議論した。

2. 作業所へのPCの割り当て

PCを作業所へ割り当てるに当たっては、ある程度の基準が設けられると考えられる。例えば所長にはノートパソコンを、事務担当には1台/人で建築担当には1台/3人だが比較的性能の良いものを、などである。また、作業所によっては作業所内でCADを使って図面を作成するために高性能のPCが必要になるなどの要求もあるだろう。本研究では、できるだけ作業所の要求通りのPCを安価に割り当てることを目的とする。そのためには、保有するPCをどのように使い廻すか、どの種類のPCをいつ新規にリースするかを決定する必要がある。

3. 遺伝子のコーディング

(1) コーディング1 (C1)

最も単純な方法として、遺伝子が各作業所の要求する延べのPCを直接表すものとする。初期化は、同じ作業所に同一のPCを配置しないと言う条件で、重複を許しつつ保有しているPCを乱数で配置する。淘汰、交叉、突然変異に関しても、同一の条件下で通常のオペレーションを行う。

Genotype から Phenotype への変換では、早く始まる作業所から検査し、他の作業所で既に使っているPCを新規リースに置き換える。新規のPCが沢山できたら、その再配置も考える。

(2) コーディング2 (C2)

保有するPCを乱数を使って重複が無い様に並べることによって初期化する。すなわち、順序型の遺伝子コーディングである。

Genotype から Phenotype への変換では、早く始まる作業所から、遺伝子で決められた順番で、PCを割り当てていく。作業所で使い終わったPCは、PCの列の先頭（もしくは最後）に置いて、再び割り当てる。割り当てるPCが無ければ、新規のPCを割り当てる。

(3) コーディング3 (C3)

着工時期の早い作業所からPCを仮に割り当てる。作業所が終わったら、その作業所が使っていたPCは再利用する。PCが足らなくなったら、新品を追加する。こうして、予め最低必要になるPCの台数を調べるとともに、あるPCを割り当てる時に何台の手持ちがあるかを記録しておく。ただし、ある作業所へのPCの割当が一意に決まる場合はその分の遺伝子を省略する。初期化は、前処理で決めた範囲（手持ちの台数）でランダムに値を生成する。

遺伝子は、手持ちのPCの中の順番を表わしているので、Genotype から Phenotype への変換では、それを実際のPCの番号に変換する。

4. 解の適合条件

解の適合条件は以下の3項目とし、式(1)に示すように適応度を算出した。なお、 Pc : コストに対するペナルティー係数、 Pf : 遊んでいるPCに対するペナルティー係数である。

- PCが作業所の要求したものと合致している(E)
- リースコスト(cost)が安いこと
- 遊んでいるPCの数(fpc)が少ないこと

$$\text{適応度} = E - Pc * \text{cost} - Pf * fpc \quad (1)$$

Key Words: 遺伝的アルゴリズム, スケジューリング, 人工生命, 順序型表現

〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 (株)竹中工務店 技術研究所

5. 解析結果

例題として、3年間に20の作業所に、延べ146台のPCを配置する問題を解析した。PCのタイプは3種類とし、解析開始時点で各タイプの延べ必要台数のほぼ半数を保有しているものと設定した。染色体の変換にはバイナリコーディングを使用した。その長さはC1が146(1022ビット)、C2が74(518ビット)、C3が139(973ビット)となった。

解析は個体数100で20000世代に亘って行なった。その結果、C1では1つの作業所の、C2ではかなりの数の作業所の要求を満たすことができなかったが、C3ではすべての作業所の要求を満たすことができた。

(1) 3種類のコーディングの比較

3つのコーディング方法による適応度が変化する状況を図1に示す。なお、図では各コーディング毎に数回の解析を行ない、そのうちで最も最大適応度が高くなったものを使用した。C3は解析の初期段階から最も高い適応度を示し、効率の高いコーディングであることがわかる。C2は初期世代では高い適応度を示すが、解の改善が進まなかった。

(2) 交叉オペレータの検討

C2について3種類の交叉方法（順序型一点交叉、順序型交叉、位置型交叉¹⁾）による適応度の推移を図2に示す。なお、最大適応度及び平均適応度は、各々の交叉方法について3回づつ解析を行なったものの平均とした。初期世代では順序型交叉が高い適応度を示したが、世代が進むに従って位置型交叉の適応度がそれを上回った。

(3) モンテカルロシミュレーションとの比較

GAの手法としての有効性を検証するために、試行回数が同じになるようにしたモンテカルロシミュレーション(MCS)を行なった。MCSの評価値(適応度)の頻度分布と、C3の結果を図3に示す。MCSの頻度分布の中央値を基準にして考えると、GAの最大適応度はMCSの最大値に比べて2倍以上大きく、GAの有効性を確認することができた。

6. まとめ

作業所へのPCの最適配置計画をGAを用いて検討した。本研究によって明らかになった項目は、以下の通りである。なお、本手法は資材や人員の配置にもそのまま適用することができる。

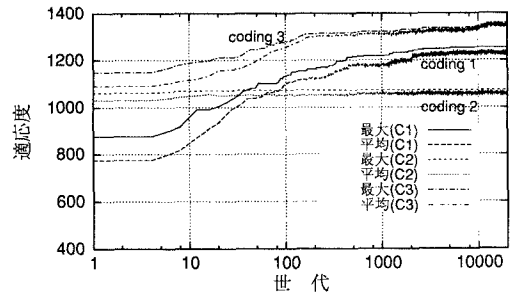


図-1 適応度推移のコーディングによる違い

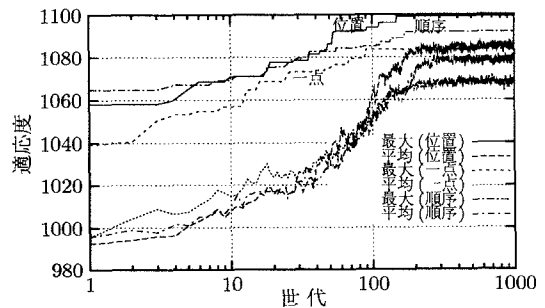


図-2 適応度の推移の交叉方法による違い

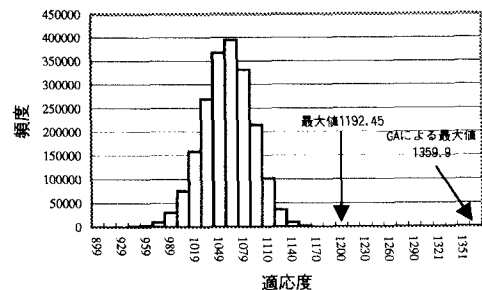


図-3 モンテカルロシミュレーションの結果

- 20の作業所を用いた例題で要求通りの配置計画を立案できた
- 3通りの遺伝子コーディング方法を考案し、その性能を比較した結果、C3の性能が最も高かった
- 順序型コーディングに対する3種類の交叉オペレータを比較した結果、順序型交叉の性能が高かった
- GAはMCSに比べて効率が良い

参考文献

- 1) L. デービス: 遺伝アルゴリズムハンドブック, 森北出版, 1994.