

2 目的資源分割問題に対する遺伝的アルゴリズムの適用

02102544 神戸大院 *河崎 利信 KAWASAKI Toshinobu
01604524 神戸大学 森田 浩 MORITA Hiroshi
01501824 神戸大学 藤井 進 FUJII Susumu

1 はじめに

資源配分問題とは n 個の離散的な資源を k 個の活動に配分する際に、どのように配分すれば目的を最適化できるかを考える問題である。

その拡張として本研究では、 n 個の資源がさまざまな大きさの離散値を取る場合、それをどのように組み合わせて k 個の活動に分割すれば目的を最適化できるかという問題を考える。資源を分割する際の目的としては次のような2点を考慮する。

1. 分割により構成された各部分集合において資源の大きさを均一にする。
2. 類似性の高い資源が同一の部分集合に含まれる。

目的関数が複数個存在する場合、各目的関数間でのトレードオフのバランスを取る必要がある。しかし、実際にバランスを取り解を一意に定めることは非常に難しい。そこで、パレート最適性の概念を用いることで複数個の解を提示し、意思決定を効率良く行なえるようにする。

この問題は多項式時間で解くことが不可能なため、遺伝的アルゴリズムを適用する。そして、2つの目的関数に対するパレート最適集合を探索し分割結果を得る。また、その際の解の淘汰方法として包絡分析法における効率値の概念を採り入れた方法も提案する。

2 モデル化と適用分野

各資源の値と各資源間の関係を考慮して分割を行なうため、資源をノード、資源同士の関連をエッジとするグラフの形で表現することができる。図1に大きさの均一化を図った分割を表すグラフ、図2に類似性の高いものを集めた分割を表すグラフの例を示す。

小選挙区制度下での選挙区割問題では各議員に対しどのように市町村を分割し選挙区を決定するかが問題となる。その際に各選挙区の有権者の数が均一

化されることが望ましい。しかし、有権者の数が均一化されることが必ずしも公平な選挙にあたるとはいえない。有権者数の均一化を重視しつつ、隣接していて、道路・鉄道などで結ばれているなど密接な関係のある市町村を同一選挙区に分割することで、より適切な選挙区割ができるであろう [1]。

複数のマシニングセンタ (以下MC) に仕事を割り当てる際、できる限り類似した仕事をまとめて割り当てることにより、各MCでの必要工具数を減少させることが可能となる。それにより、全MCでの総工具数の減少が図れる。しかし、類似した仕事をまとめて割り当てたために各MCへの負荷配分に偏りが生じ稼働率の低下をまねくことがある。類似度を重視することで工具数の減少を図りつつ、負荷の均一化も考慮した分割を行なうことで、より適切な類似部品ファミリーが構成できるであろう [2]。

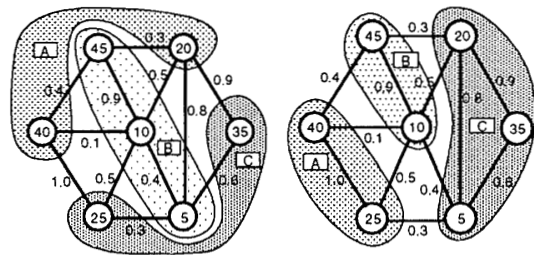


図1: 均一化重視

図2: 類似性重視

3 定式化

資源を均一の大きさの部分集合に分割するため、各部分集合の大きさの平均値 $\bar{s} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^n r_j$ と実際に分割した各部分集合の大きさ $s_i = \sum_{R_j \in S_i} r_j$ との乖離を最小化する (式 (1))。

類似度 θ_{ij} の高い資源同士が同じ部分集合に含まれるようにするため、各部分集合で極大木を構成する枝の類似度を合計しそれを最大化する (式 (2))。ただし、類似度 θ_{ij} とは資源 R_i と R_j の関連性を値で表したもので、値が大きいほど関連性が高いことを表す。

この時、次の2目的計画問題が得られる。

$$\text{Minimize } f_1 = \sum_{l=1}^k (s_l - \bar{s})^2 \quad (1)$$

$$\text{Maximize } f_2 = \sum_{(i,j) \in T_k} \theta_{ij} \quad (2)$$

$$\text{subject to } S_i \cap S_j = \phi \\ \bigcup_{l=1}^k S_l = R$$

R : n 個の資源 $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ の集合

r_n : 資源 R_n の大きさ

S_l : l 番目の R の部分集合

T_l : S_l の極大木を構成する枝の集合

4 遺伝的アルゴリズムの適用

ここで考える問題は多項式時間で解くことが不可能であるため、メタヒューリスティックな解法を用いて近似解を求めることにする。メタヒューリスティックな解法としてはシミュレーテッドアニーリング法やタブー探索法などいくつか提案されているが、ここでは2目的に関して最適化を図るため、多目的の近似解の探索に用いられその有効性の示されている遺伝的アルゴリズム (以下 GA) を採用し適用する。

4.1 多目的最適化における淘汰方法

GA は生物の進化モデルを模倣した最適化手法であり、各世代において適応度の高い個体ほど次世代へ多く生き残る。それにより最終的に良質の個体以外は淘汰される。そのため、GA を多目的最適化問題に対して適用する際には、各個体を適切に評価し淘汰を行なうことが重要である。これまでの淘汰方法として各目的関数について独立に選択を行なう方法、解の優越関係に基づいて選択を行なう方法が提案されている。

解の優越関係に基づいて選択を行なう方法では "パレート最適性" が重要な概念として挙げられ、これを考慮したランキング方法がいくつか提案されている [3]。ここでは、得られた解を相対的に評価できるランキング方法として包絡分析法 (以下 DEA) における効率値の概念の利用を提案する。各個体の効率値はパレート最適集合のうちその個体の優位集合

に当たるものとの相対比較によって求めることができる [4]。

この方法ではパレート最適集合に最も高い効率値が与えられるため、エリート保存戦略と同様の効果が得られる。また、効率値を与える際に重視したい目的関数に大きなウェイトをつけることで、好ましい解に高い効率値を与えることも可能であり、重要視したい目的関数寄りの解を多く探索できる可能性がある。

ランクを利用して選択を行なう方法では、すべての個体に対してその優越関係を調べる必要があるので計算量が多くなるという問題点があるが、効率値によるランキングでは各個体の優位集合を参照するだけで良いため2目的計画問題に関しては計算量をおさえることが可能であると考えられる。

4.2 数値例への適用

数値例に対し GA を適用することで得られた解集合の評価を行なうため、分枝限定法によって得られたパレート最適解集合との比較を行なう。また、多目的最適化問題に対して GA を適用した際の解のランキング方法に関して、これまでのランキング方法と提案した効率値を用いた方法とを探索結果によって比較する。

5 おわりに

本研究では、2目的資源分割問題に対し遺伝的アルゴリズムを適用しパレート最適解集合の探索を行なった。また、2目的のトレードオフを考慮した淘汰を行なうため DEA における効率値の概念を採用し入れ解の淘汰を行なった。

参考文献

- [1] 大山達雄：選挙区議員定数問題の数理、オペレーションズ・リサーチ、1987、5。
- [2] K.Ravi KUMAR, et.al, Grouping of parts and components in FMS, European Journal of Operational Research, 1986, 387-397.
- [3] 北野宏明編：遺伝的アルゴリズム 2, 産業図書, 1995.
- [4] 刀根薫：経営効率性の測定と改善 - 包絡分析法 DEA による -, 日科技連出版社, 1993.