

## 1. はじめに

本研究では、多目的 Bin Packing 問題を、進化アルゴリズムを用いて解く検討を行う。Bin Packing 問題の目的関数は、重さと大きさの与えられた荷物をできるだけ少ないビンに詰めることである。さらに、荷物の重さから計算される重心を理想重心に近づけることをもう1つの目的として追加する。

多目的最適化問題を解くために、進化アルゴリズムは有効であることが示されている[3]。本研究では、進化アルゴリズムが多目的 Bin Packing 問題にどの程度有効であるかの検討を行うことを目的とする。

## 2. 多目的最適化問題としての定式化

本研究で扱う2つの目的関数を以下に示す。すべての荷物を詰め込んだ際のビンの数 $K$ の最小化は以下のように与えられる。

$$\min K = \sum_{i=1}^I \left\lfloor \sum_{j=1}^J \frac{X_{ij} h_j w_j}{H_i W_i} \right\rfloor$$

荷物は長方形とし、ビン $i$ の幅を $H_i$ とした場合のビンの理想的な重心は $(\frac{H_i}{2}, 0)$ とする[2]。詰め込まれた荷物による重心と、理想的な重心の偏差 $CG_{dev}$ の最小化は以下のように与えられる。

$$\min CG_{dev} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \sqrt{(\phi_{x,i} - \phi_{d,i})^2 + (\phi_{y,i})^2}$$

表 1 各変数の定義

$X_{ij}$	$X_{ij} \in \{0,1\}$ ※1	$\phi_{x,i}$	ビン $i$ の横方向の重心
$h_j$	荷物 $j$ の高さ	$\phi_{y,i}$	ビン $i$ の縦方向の重心
$w_j$	荷物 $j$ の幅	$\phi_{d,i}$	ビン $i$ の横方向の理想重心

※1  $X_{ij} \in \{0,1\}$ は荷物 $j$ がビン $i$ に割り当てられたときに1をとり、それ以外では0をとる。

ビンへの荷物の割付けにはボトム・レフトアルゴリズムを用いる[3]。その際、荷物を詰める順番を決定するために進化アルゴリズムを適用する[1]。

## 3. 数値計算結果

表2に数値計算における設定を示す。

表 2. 数値計算の値設定

個体数	120
最大世代数	2000
変異率	0.3
問題	Class_3_6_16[1]

図1は初期世代と最終世代での個体の比較で

ある。プロットは1つの個体の評価値を示す。横軸にビンの数、縦軸に重心の偏差をとっている。解の多様性が保持され、ビンの数が増加するにつれ重心のずれは減少していくことが分かる。また、最終世代での個体が、図中に線分で示すようなパレートフロントを形成している。

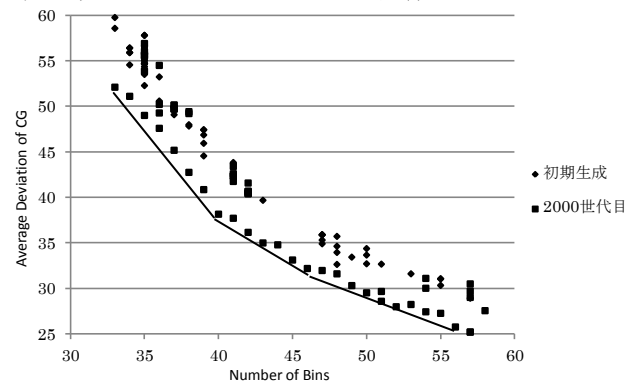


図 1. 個体の世代比較 (Class\_3\_6\_16)

ランダムに生成した初期個体より明らかに良い個体が生成されている。今回のアルゴリズムでは、解の多様性を保持したまま解の改善ができています。多目的 Bin Packing 問題に対して進化アルゴリズムは有用であると考えて良い。

## 4. おわりに

目的関数が多数ある場合、個体の評価が困難で、計算時間が増加する問題が生じた。個体の選択に明確な評価基準を導入する必要がある。

進化アルゴリズムは広範囲の探索には良い性能を示すが、少範囲での探索には向かない。そのため、ローカルサーチなどの局所探索手法を組み合わせることが有効だと考えられる。

## 文 献

- [1] Ruhul Sarker, Masoud Mohammadian, Xin yao: "Evolutionary Optimization", Kluwer Academic Publishers, (2002)
- [2] D.S Liu, K.C Tan, S.Y. Huang, C.K. Goh, W.K. Ho, "On solving multiobjective bin packing problems using evolutionary particle swarm optimization", Discrete Optimization, European Journal of Operational Research, 190, pp.357-382, (2008)
- [3] Dominic Poothokaran, Yoichi Shimakawa, "A Study on Evaluation of Algorithms for Multi-objective Bin Packing Problem", cie042jp-1, The 40<sup>th</sup> International Conference on Computers & Industrial Engineering, (2010)
- [4] 鈴木啓, ポートカラン・ドミニク・J, 島川陽一, "多目的 Bin Packing 問題への進化アルゴリズムの適用と評価", 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2012 年秋季研究発表会アブストラクト集, pp.38-39, (2012)