

IV-148

遺伝的アルゴリズムを用いた公共バースの割当法

神戸商船大学大学院 学生員 西村悦子、神戸商船大学 正会員 今井昭夫

1. はじめに

近年、近隣アジア諸国における急速な経済の発展に伴い港湾整備が進展しているが、これらの国での港湾関連コストが低いことから日本の港湾におけるハブ港としての機能が危ぶまれている。したがって、日本の港湾がハブ港として発展していくには、港湾関連コストを低減させサービス水準を向上させることが重要である。現在ほとんどのコンテナターミナルが船会社へ専用貸しされているが、このため寄港数がさほど多くない場合には、バースに空きが生じることがある。このバースの空きがコストを相対的に高くする結果となっている。そこで本研究では、船会社への専用貸しをなくし、ある船はどのバースでもサービスを受けることができるようなバースの共同利用を提案する。つまり、現在ではほとんどが在来船が対象となっている公共バース形式をコンテナ船においても用いることを考える。これによってバース数を現状より削減でき、コストを低減させることが可能になる。

このような公共利用形式のコンテナ港では、船とバースの割当の仕方がバースのパフォーマンスに大きく影響する。そこで、船のバースへの効率的な割当法を検討する。我々はすでに、ラグランジュ緩和問題を使った劣勾配法でバース割当を検討した^[1]。これは、各バースに同時に1隻しか係留できないことを仮定している。しかし、現実には2隻の船が1つのバースに同時に係留される場合が存在しており、1隻のみの係留はあまり現実的ではない。そこで本研究では、遺伝的アルゴリズム（GA）を用いて、同時係留を可能にした場合の効率的なバース割当の方法を検討する。

2. コンテナターミナルの利用状況

まず現状を把握するために、1996年2月における神戸港の実績データをもとに、ターミナルの利用状況を分析した。これによると、多くの船が夜間・土日荷役を避けており、バースの空きの状態が多いことが明らかになった。さらに、各バースでの荷役時間を調べたが、その結果を図1に示す。これは、各バースにおけるコンテナ1個あたりの平均荷役時間を示している。これによると、コンテナ1個あたりの荷役時間は1分半～2分ほどであることがわかる。またバース間の荷役時間の差は最大で約30秒であり、仮に500個のコンテナを荷役すると、 $0.5 \times 500 = 250$ 分で約4時間の荷役時間の差になる。このように、バース間の荷役時間の差は大きく、船とバースの割当の仕方によって在港時間が異なることになる。したがって、バースの割当がバースの利用効率に大きく影響する。

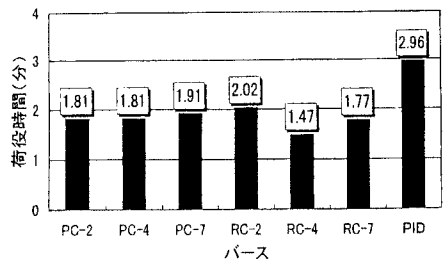


図1 コンテナ1個あたりの荷役時間

3. 問題の前提

本研究では、GAを用いた船のバースへの割当法について検討するが、バース割当においては、次のことを前提とする。

- (a) 目的関数：総在港時間（つまり、各船のバース待ち時間と荷役時間の合計の総和）の最小化
- (b) 係留条件：①各船は必ずいずれかのバースに1回係留される
②大型船と小型船、小型船2隻の組み合わせであれば、同時係留可能とする

キーワード：ターミナル計画、港湾計画、遺伝的アルゴリズム

連絡先：〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1、TEL (078) 431-6261、FAX (078) 431-6365

- ③各船はバースの水深がその船の喫水より
も大きなバースに割り当てる

(c) 荷役時間：係留されるバースによって、荷役時間が異なることもある

4. 解法

本問題は一般化された割当問題であり、最適解を求めるのが困難であるので、GAを用いて近似的に解く。GAというのは、自然界における生物の進化モデルである。すなわち、世代を形成している個体の集合の中で、環境への適応度の高い個体が次世代によって多く生き残り、また交叉および突然変異を起こしながら次の世代を形成していく過程を模した最適化手法である。GAの処理の流れを図2に示す。ここで、本問題の目的関数を適応度に、解の候補を個体にそれぞれ対応させる。

(1) 個体の表現

船のバースへの割当の候補、つまりどの船がどのバースのどの順で係留されるかを配列によって表現する必要がある。ここでは、個体の表現方法として以下の2つを考えた。

(a) D1：(バース数-1+船の隻数)

個のセルを持つ1次元配列を用意し、各セルに船番号と0(ゼロ)を染色体としてランダムに入れる。0(ゼロ)は、係留バースの境界とみなし、前からゼロの直前までがそのバースの係留船となり、その順が係留順となる。

(b) D2：(バース数×船の隻数)個の

セルを持つ1次元配列を用意し、染色体として船番号と残りのセルの数だけ0(ゼロ)を用意する。この染色体をランダムに配列に入れ、バース

の境界は前から隻数で区切る。そのバース内で前づめにし、係留順とする。

図3に、9隻の船を2バースに割り当てる場合でのD1とD2の表現例を示す。

(2) 遺伝演算

遺伝演算として以下の処理を行い、次世代の個体群を生成する。

- (a) 選択：ある世代の個体群の中から交叉させる個体を適応度に比例した選択確率を用いたルーレットによって選択する。
- (b) 交叉：2点交叉を行い、入れ替えた染色体を固定して、一方の親の染色体に対応したもう一方の親の染色体を固定していない染色体の部分で重複している部分を入れ替える。
- (c) 突然変異：突然変異を行う確率を設定し、ランダムに2つの染色体を選び出し、設定した確率で入れ替える。

参考文献 [1] 今井昭夫, 西村悦子, 計画開始時刻を考慮した公共バースの割当法, 土木計画学研究・講演集, No. 20(2), 371-374(1997)。

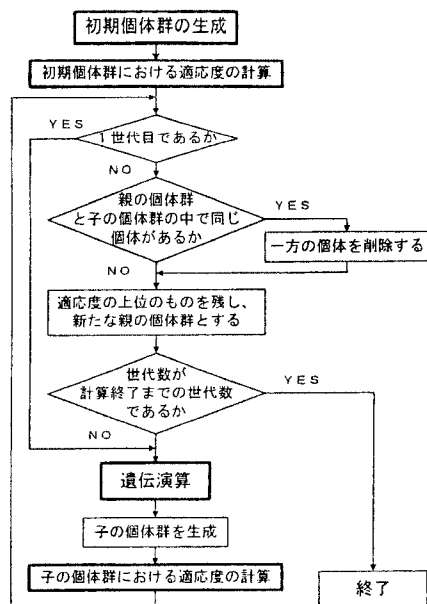


図2 GAの処理手順



図3 個体表現