

マン・スケジューリングにおける遺伝的アルゴリズムの用い方

信州大学工学部 正 会 員 奥 谷 巖
信州大学工学部 ○加藤 正高
信州大学大学院 学生会員 福 井 紀行

1. はじめに

マン・スケジューリングとは、与えられた資源制約下で工程ネットワーク上の各作業を適切な順序で実行し、可能な限り所要工期を短く、かつ所要費用を低廉化する日程計画を作成するものである。マン・スケジューリング問題における遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm : GA)の適用に関しては、我々は既に基本的方法の提案をしているが、淘汰、交差、及び突然変異等の操作については未だ詳細には調べていない。そこで本研究では、GAにおいて現在までに提案されているそれらの操作の組み合わせについて広汎な実験を行い、開発アルゴリズムの精緻化、効率化を図る。

2. 問題の記述

ネットワークデータとして、作業番号 i 、作業時間 d_i 、必要作業員数 a_i 、作業間の先行関係を与え、図1のようにプロジェクトの流れをPERT形式で表現する。そして、制約条件を満足しながら計画目標を達成するように日程計画を決定するというものが、本研究におけるマン・スケジューリング問題である。余裕を持つ作業をその余裕以内に開始時刻を先送りすることによって、ネットワーク条件に矛盾しない新しいスケジュールが得られる。作業 j を作業 i 終了後に先送りするという操作は、作業 i から作業 j へ向かうアーク (i, j) を作成し、もとのネットワークにつけ加えることで実現できる。この新しいアークをコンピュータ的にするために、ノード i とノード $j(i < j)$ の結合関係を規定する変数 δ_{ij} を導入し、アークが $i \rightarrow j$ のとき $\delta_{ij}=1$ 、 $j \rightarrow i$ のとき $\delta_{ij}=-1$ 、その他は $\delta_{ij}=0$ とする。この δ_{ij} により新しいネットワークの形が定まる。

3. GAの適用法

GAは生物進化の過程を工学的に模擬した発見的手法であり、問題を遺伝子で表現し、目的関数を決め、その枠組み通りに計算を行うといったものである。その処理手順は、初期集団の生成→適応度の評価→遺伝操作であるが、ここでは遺伝操作についての詳細を述べる。

基本的な遺伝操作は、淘汰、交差、突然変異の3種類からなり、またそれぞれにおいていくつかの方法が提案されている。本研究では表1に示す方法を適用し、これらをさまざまな組み合わせで用いて計算を実行する。ここで各操作について説明する。

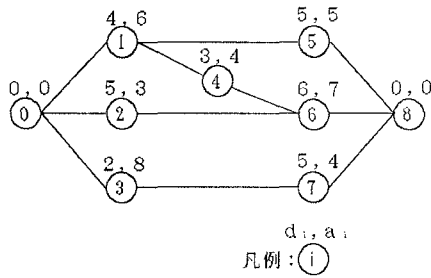
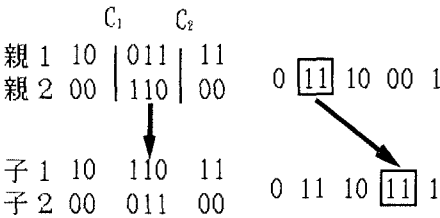


図1 計算例のためのネットワーク



(a) 二点交差 (b) 転座方式

図2 遺伝操作

(1) 淘汰 淘汰は、次世代を形成するための個体を適応度に応じて選択する操作である。この操作によって選ばれた個体に後に説明する交差、突然変異を適用し、新しい個体が生成される。ここでは表中からランク戦略を紹介しておく。ランク戦略は、適応度によって各個体をランクづけし、あらかじめ各ランクに対して決められた確率で子孫を残す操作である。しかしこの操作の問題点は、適応度とランクによって与えられる選択確率の違いのため、適応度の大きさが直接的には反映しないという点である。

(2) 交差 交差は二つの個体の遺伝子型をランダムな位置で部分的に入れ換える操作である。ここでは二点交差を紹介しておく。二点交差とは、選ばれた二つの個体のビット列にランダムな交差位置を二つ(C_1 , C_2)決め、図2(a)に示すようにビット交換を行う操作のことである。

(3) 突然変異 突然変異は遺伝子を一定の確率(突然変異率)で変化させる操作である。ここに、突然変異率は通常0.1~5%程度の値にすることが良いとされている。ここでは転座方式を紹介しておく。転座方式とは、図2(b)に示すように個体のビット列の一部が同じ個体のビット列のほかの部分、またはほかの個体のビット列上に位置を移すビット列上に位置を移す操作のことである。この際に、移るビット列の長さや移すビット列上の位置はランダムに決めるため、例えばビット列長が3、移す位置がビット列上の右端からというときは、移すビット列を分割し、1つを右端に、残りの2つを左端に移すというような対処法を用いた。

表1 遺伝操作一覧表

淘汰	適応度比例戦略, 期待値戦略, ランク戦略
交差	二点交差, 一様交差, セグメント交差
突然変異	転座方式, 重複方式, 反転方式

4. 数値例と実験結果

本章では図1に示したネットワークを用いて、実際に数値を与えての計算を試みる。組み合わせの一例として、淘汰、突然変異をそれぞれ期待値戦略、転座方式に固定し、交差のみを変化させるという例について考える。図3は3種類の交差方式についてその収束状況を示したものであるが、まず二点交差においては相対的に低い適応度で収束している状況がみられる。また、一様交差とセグメント交差は最終的に同じ大きさの適応度に収束しているが、一様交差の収束速度が極めて速いことが読み取れる。以上の事を考慮に入れると、期待値戦略、転座方式と組み合わせる交差に最も適しているのは一様交差であるということが出来る。尚、計算時間についてはノード数が9と小さいネットワークのため、世代数を大きくしてもそれ程大きな変化はなかった。

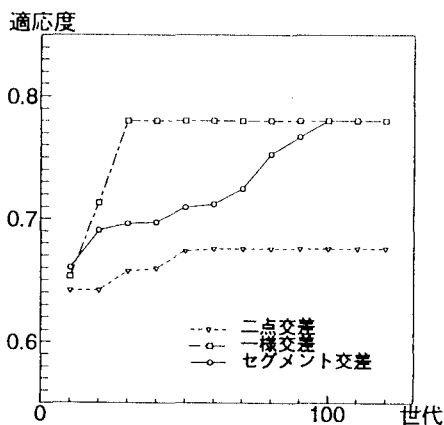


図3 交差別の適応度の収束

5. むすび

ここでは紙面の都合もあり、極めて限定された遺伝操作の組み合わせに対する計算結果しか示し得なかったが、その他の種々の組み合わせに対する結果については、講演当日に発表する。

- 【参考文献】 1. B. S. Iluppe, 奥谷 巖: マン・スケジューリング問題における遺伝的アルゴリズムの適用性, 電気学会論文, 450-455 (1994)
2. 北野 宏明: 遺伝的アルゴリズム, 産業図書 (1993)