

# 従業員満足度を考慮した勤務シフトスケジューリング問題の 適切な初期集団を用いた分散遺伝的アルゴリズムによる解法

遠藤 拓磨 指導教員：太田 淳

## 1 はじめに

病院やコンビニエンスストアなど、24 時間営業している業務においては、労働者が交代で勤務する必要がある。そのような場合の勤務形態には勤務時間が固定されている固定シフト制と、一つに固定されず一定期間ごとに複数の勤務時間を移動するシフト制とがある<sup>[1]</sup>。シフト制は、労働者が希望する時間帯を希望シフトとして提出し、それによって作成された勤務シフトで働くことができるため休みや働く時間の自由度が高い。しかし、勤務シフトスケジューリングのアルゴリズムは著者の知る限りまだ確立されておらず、シフト作成が手作業で行われることが多い。このため勤務シフト作成には多くの時間を費やしてしまうことが問題となっている<sup>[2]</sup>。

本研究では社員とアルバイトが入り混じり、勤務帯が多様であるコンビニや飲食店などの勤務形態を対象とした勤務シフトスケジューリングを行う。アルバイトごとの出勤日数にバラつきがあると労働者ごとの満足度に歪みが生じて、公平性が失われた勤務シフトになってしまう。このような問題を解消するために、“労働者満足度”という指標を設けることで、公平性が保たれた勤務シフトを作成するスケジューリング問題を、解くことが本研究の目的である。そこでスケジューリング問題に広く使われている遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm 以下 GA) を応用して、この問題に適用する。遺伝的アルゴリズムとは、データを遺伝子に見立てて交叉や突然変異といった遺伝操作を行いながら最適解へ導くアルゴリズムである。この問題は多くの局所最適解が存在すると予測されるので、単純な GA である単純遺伝的アルゴリズム (Simple Genetic Algorithm 以下 SGA) 加えて、母集団を複数の島に分けて遺伝操作を行うことで局所解に陥りにくくなるとされている分散遺伝的アルゴリズム (Distributed Genetic Algorithm 以下 DGA) とを比較し考察する。

## 2 勤務シフトスケジューリング問題

本研究では正社員は出勤日数が決まっており、あいた穴をアルバイトが埋めるという方式の勤務シフトスケジューリングを考える問題である。

### 2.1 基本設定

- 労働者ごとに属性があり、“正社員”、“アルバイト”、“初心者”に分けられる
- 労働者満足度  $\alpha_i$  とは、労働者  $i$  の出勤日数と希望日数によって導かれ、 $\alpha_i$  が 1 以上であれば満足であるとするとする。

ここで労働者満足度  $\alpha_i$  について説明する。

$$(\text{全シフトの枠数}) - (\text{社員の固定枠数}) = X$$

$(\text{全労働者の希望日数の合計}) - (\text{社員の固定枠数}) = Y$  とする。  $Y/X$  を希望倍率と呼ぶ。労働者が実際に出勤でき

る日数の割合は希望倍率の逆数となりこの数値に閾値  $\beta$  (本研究では 0.85) をかけたものを  $K$  とする。

$$K = \beta X / Y \quad (1)$$

この定数  $\beta$  は希望出勤日数に対する公平とされる実出勤日数の割合を決める値であり、この値が高いほど厳しい公平性を求めるものである。労働者  $i$  の実出勤日数  $R_i$  と希望出勤日数  $H_i$  の割合が  $K$  を超えているかを判断する値  $\alpha_i$  を労働者満足度とし、次の式で表す。

$$\alpha_i = R_i / KH_i \quad (2)$$

この労働者満足度  $\alpha_i$  が 1 以上である労働者は満足であると定義する。

### 2.2 絶対条件

- 絶対条件 1：各勤務時間帯に決められた人数の労働者が割り当てられる。
- 絶対条件 2：労働者の希望シフトと異なった勤務時間を割り当ててはならない。休みは例外とする。

### 2.3 評価項目

評価項目は以下の手順で適合度  $F$  を算出する。ここで、労働者を  $i$ 、日程を  $j$ 、時間帯を  $k$  とする。

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3)$$

- 評価項目 1：一日のうち最低でも一人、社員が勤務する。日程  $j$  に組まれた労働者  $i$  の社員数を  $f_{1j}$  とすると、

$$F_1 = \sum_{j=1}^{14} f_{1j}, \quad (4)$$

$$f_{1j} = \begin{cases} 0 & \text{if } (P_j > 0) \\ -100 & \text{otherwise} \end{cases}$$

- 評価項目 2：各労働者の“労働者満足度”が 1 以上である。

$$F_2 = \sum_{i=1}^{25} f_{2i},$$

$$f_{2i} = \begin{cases} -30 & \text{if } (R_i = 0) \\ 40 & \text{if } (R_i > KH_i) \\ 30 & \text{if } (R_i > KH_i - 1) \\ 10 & \text{if } (R_i > KH_i - 2) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

- 評価項目 3：一つの勤務時間帯に初心者を 2 人以上入れない。日程  $j$ 、勤務時間  $k$  に組まれた労働者の初心者数を  $B_{jk}$  とすると、

$$F_3 = \sum_{j=1}^{14} \sum_{k=1}^4 f_{3jk}, \quad (6)$$

$$f_{3jk} = \begin{cases} 0 & \text{if } (B_{jk} < 2) \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

### 3 提案手法

勤務スケジュールリング問題のように、探索空間が広くいくつかの制約条件がある問題に有効な手法として GA がある。GA の中で最も一般的な SGA と、局所解に陥りにくいといわれている DGA を使用、比較しながら最適な手法の構築を目指す。

#### 3.1 遺伝的アルゴリズム (GA)

GA は初期集団である遺伝子を作成し、それらの個体を選択、交叉、突然変異をさせ、終了条件を満たせば終了するというアルゴリズムである。SGA とは GA で最も一般的なアルゴリズムであり、DGA は SGA の母集団を複数のサブクラス(島)に分け、分割したサブクラス間で移住と呼ばれる情報交換を行う手法である。

#### 3.2 提案する遺伝操作

本研究では各時間帯に希望シフトを提出している労働者の中から、必要とされる人数をランダムで決定し、それらを初期値とし初期集団を作成する。

選択はランキング選択と各世代最良の個体を残すエリート選択を使用する。

交叉方法は 2 点交叉と一様交叉で行うが、切断箇所を日と日の境目に限定するという制約を付ける。

突然変異は出勤となっている遺伝子の中からランダムに選択し休みにする。その後、抜けた部分を埋めることができる他の出勤希望者をいれることとする

この初期集団作成、交叉、突然変異より、絶対条件 1,2 を確実に守ることができる。

### 4 シミュレーション

勤務時間の種類が 0(休み)を含めた 0,1,2,3,4 の 5 種類、労働者は A~D の 4 人の正社員、E~Y の 21 人をアルバイトとした計 25 人の 4 枠×14 日のシフトを作成する実験を行う。また、正社員は一人 10 枠入るものとし、アルバイト U~Y の 5 人は初心者とし、各時間帯の一つの枠の人数は 2 人とする。またここでは、提出される希望シフトが各時間帯に最低 2 人以上は勤務希望を提出している希望倍率 200%のものから作成されたものを結果として示す。

SGA と DGA を使用し、また 2 点交叉と一様交叉を使用して得られた勤務シフトを比較した。DGA については島数、移民数、移住間隔を変化させて実験を行った。

### 5 実験結果・考察

SGA と DGA を使って 1000 回ずつ試行した。評価項目 1,2 を完全に満たしたシフトが作成された試行の回数を集計したところ一様交叉の方が高い確率で条件を満たす傾向にあることがわかった。一様交叉を使用し SGA と DGA を比較したとき、SGA は 748 回、DGA は一番良い結果となったパラメータ(島数 2, 移民数 15, 移住間隔 40)では 824 回であった。これにより、適切なパラメータを使用することができれば SGA よりも DGA を使用したときの方が良い結果が出るということがわかった。パラメータの特徴として、島数が多くなるほど移住間隔を小さくしたほうが、また移民数が多くなるほど移住間隔は大きいほうが、良い結果が出る確率が高い傾向にあることがわかった。

また、作成された勤務シフトの労働者満足度について考察する。図 1 は評価項目 1,2 を完全に満たしたシフトのアルバイトに関する労働者満足度であり、図 2 は労働者満足度に関係のある評価項目 2 を使用せずに作成したシフトの労働者満足度である。図 1 は全てのアルバイトの労働者満足度が 1 以上になっていることがわかる。図 2 を見るとアルバイトごとの労働者満足度にバラつきがあり、特に労働者 W は値が 0 となっている。これは労働者 W が 1 つも出勤できなかったことを意味しており、公平性に欠けた勤務シフトだと言える。この結果により、労働者満足度に関する評価項目を組み込むことで、公平性を保った勤務シフトスケジュールリングを行うことができるといえる。

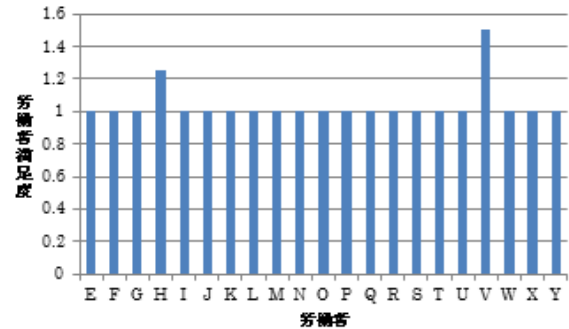


図 1: 評価項目 1,2 を完全に満たしたシフト

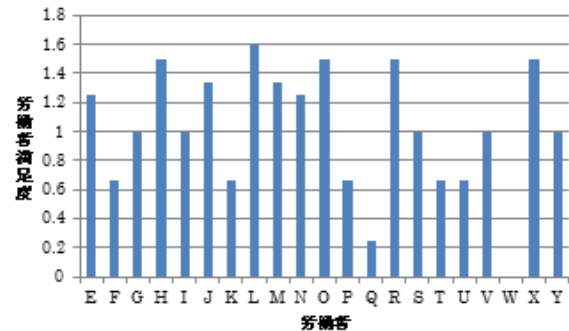


図 2: 評価項目 2 を考慮せずに作成したシフト

### 6 おわりに

本研究では、労働者の希望シフトを守りながら、各労働時間の枠の人数を確保し、そのなかで評価項目をなるべく守ったシフトを作ることを目標とした。初期集団作成で希望シフトを参考にすることで絶対条件を確実に守れるようにしたことで、評価する項目が減り、性能をあげることができた。

SGA と DGA との比較では、この問題、この提案手法においてもパラメータを適切に設定すれば、DGA の方が SGA よりも性能が良いことがわかった。

#### 参考文献

- [1] “シフト制とは:働くためのお仕事用語集”  
<http://word.jobnote.jp/%E3%82%B7%E3%83%95%E3%83%88%E5%88%B6/>
- [2] “シフト管理システムで勤怠管理業務を効率化 | IT トレント”,  
[http://it-trend.jp/attendance\\_management\\_system/article/shift-management](http://it-trend.jp/attendance_management_system/article/shift-management)