

4M-01

遺伝的アルゴリズムを利用した個別指導塾の勤務表作成システム

鈴木 陽介† 水野 一徳† 戸谷 太亮‡
 † 拓殖大学工学部情報工学科 ‡ 拓殖大学大学院工学研究科

1 はじめに

個別指導塾の勤務表作成は、各講師の勤務管理と各生徒の授業管理に必要不可欠である。しかし、講師の勤務希望日や生徒の受講希望日など、様々な制約を考慮して作成しなければならないため、人手での作成の場合、作成者に多大な負荷を課すこととなる。したがって、勤務表の自動作成システムの研究と開発が求められている。

先行研究 [1] では、講師と生徒マンツーマンの授業を展開する個別指導塾において、生徒の希望を考慮した時間割を作成するために遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, 以下 GA) を用いている。しかしこの研究では、全ての講師が毎日出勤可能であることが前提であるため、実際の個別指導塾の形態と異なっている。また、昨今の個別指導塾の授業形態としては、2 人の生徒に対して 1 人の講師が授業を行う授業形態も普及しているため、本研究では以上を考慮し、遺伝的アルゴリズムで勤務表の日程調整を行い、焼きなまし法で受講教科を割り当てることで勤務表を作成するシステムを提案する。

2 研究分野の概要

2.1 スケジューリング問題

スケジューリング問題は、業種ごとに考慮しなければいけない制約を満たしつつスケジュールを決定する問題である。大学や高校の時間割の編成や、医療施設に勤める看護師の勤務スケジュールを決定するナーススケジューリング問題など、様々な職業に合わせたシフトスケジューリング問題が研究されている。

2.2 遺伝的アルゴリズム (GA)

GA は、生物の進化の過程からヒントを得た手法である。問題の変数の割り当てを遺伝子で表現した個体を複数用意し、適応度の高い個体を優先的に選択して、交叉や突然変異などの操作を繰り返すことにより準最適解を探索することを目指す。

2.3 焼きなまし法 (SA)

SA は、焼きなましという金属加工の過程からヒントを得た手法である。現在の解候補より評価の高い解候補が求まった時にはその解候補に遷移し、評価の低い解候補が求まった時には温度パラメータを参考に確率的に遷移する。この処理を繰り返すことにより、局所最適解が多い問題に対して大域的最適解を得ることが期待できる。

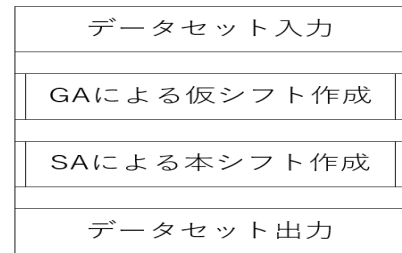


図 1: 提案システムの流れ

3 提案手法

3.1 システムの基本方針

本研究で扱う問題は、シフトスケジューリングと時間割編成の 2 つを含んでおり、日程の調整と、生徒と教科の割り当てにおいて、それぞれ考慮すべき制約が異なる。また、本問題は表サイズや講師数、生徒数によっては探索空間のサイズが膨大になり、効率的に準最適解を求めるのが難しい場合がある。これらを踏まえて、提案するシステムの方針は以下の 3 点とする。

- 日程の調整を仮シフト、生徒と教科の割り当てを本シフトとし、それぞれを段階的に最適化を行う。
- 仮シフト作成は、GA を用いて行う。
- 本シフトは、GA で求めた仮シフトに対して、SA を用いて作成する。

以上により、まず GA を用いて日程案である仮シフトを広く探索することができる。また、時間割編成問題を GA と SA で比較した研究結果 [2] では、SA で作成した時間割のほうが適応度が高い傾向であることが報告されているため、本研究における生徒と教科の割り当てである本シフト作成においても、SA を用いることでより良い時間割を作成することが期待できる。

3.2 システムの流れ

本研究のシステムの流れを図 1 に示す。仮シフトは、各授業コマに対する講師の出勤可能日の割り当てである。GA では仮シフトの候補となる割り当てを 1 つの個体 (講師数 T 、割り当て候補のコマ数 D からなる 2 次元配列) として最適化を行う。本シフトは、仮シフト表の講師の出勤日に対する授業と生徒の割り当てである。SA では、本シフトの候補となる割り当てを 1 つの個体として最適化を行う。

3.3 適応度

仮シフト作成で考慮する、個体 i における制約の適応度は以下の式 (1), (2) で定義される。

$$f_1(i) = \frac{tm \times \sum_{j=1}^T tp_j}{\sum_{j=1}^T assign_j} \quad (1)$$

A Shift Scheduling System in Individualized Teaching Using Genetic Algorithms

†Yosuke SUZUKI †Kazunori MIZUNO ‡Takaaki TOYA

†Department of Computer Science, Takushoku University

‡Graduated School of Engineering, Takushoku University

$$f_2(i) = \frac{sn \times \sum_{k=1}^S sp_k}{\sum_{k=1}^S attend_k} \quad (2)$$

f_1 は講師の出勤違反数に関する評価関数で、 $assign_j$ は講師 j の割り当て数、 m は講師数、 tp_j は講師 j の割り当て違反数を表している。 f_2 は生徒の出席違反数に関する評価関数で、 $attend_k$ は生徒 k の割り当て数、 sn は生徒数、 sp_k は生徒 k の割り当て違反数を表している。本シフト作成で考慮する、個体 i における制約の適応度は以下の式 (3), (4), (5) で定義される。

$$f_3(i) = \frac{\sum_{j=1}^T tsp_j}{\sum_{j=1}^T assign_j} \quad (3)$$

$$f_4(i) = \frac{\sum_{k=1}^S ssp_k}{\sum_{k=1}^S attend_k} \quad (4)$$

$$f_5(i) = \sum_{k=1}^S needSub_k - \sum_{k=1}^S assignSub_k \quad (5)$$

f_3 は講師の指導教科に関する評価関数で、 tsp_j は講師 j の指導教科以外の割り当て数を表している。 f_4 は生徒の受講教科に関する評価関数で、 ssp_k は生徒 k の受講教科以外の割り当て数を表している。 f_5 は生徒の割り当て教科数に関する評価関数で、 $needSub_k$ は生徒 k の必要受講数、 $assignSub_k$ は生徒 k の割り当てられた教科数を表している。

4 実験

4.1 実験条件

提案する手法の有効性を確認するために実験を行う。実験におけるデータセットを表 1、各種パラメータを表 2, 3 に示す。GA で使用する個体の選択方法はルーレット選択、交叉方法は一様交叉とした。

表 1: データセット

項目	講師数	生徒数	コマ数	科目数	受講数
値	20	40	30	5	160

表 2: 仮シフト表作成用パラメータ (GA)

項目	初期個体	世代数	交叉確率	突然変異確率
値	100	1000	0.5	0.05

表 3: 本シフト表作成用パラメータ (SA)

項目	初期温度 T	ステップ数	反復数 r	冷却率 c
値	20	10000	10	0.99

4.2 実験結果

図 2, 3 はそれぞれ GA と SA の個体適応度の推移を示している。図 2 の best, average, worst はそれぞれ上記の条件で 5 回実験における最良, 平均, 最悪個体を示す。GA により求められた最良個体の適応度は 32.0 で、これは日程の違反数が 4 であることを表している。また図 3 より、SA により求められた準最適個体の適応度は 0 なので、授業割り当ての違反がないことが分かる。図 4 は出力された時間割を抜粋したものである。ここで 0 は割

り当てられた授業がないことを表し、 t , s はそれぞれ講師と生徒を表している。

本研究の問題に対して、GA や SA のみで最適解を探索することは難しい場合もあるが、ある程度の有効性は確認されたため、ユーザによる微調整などの処理を GUI で実装すること等でさらなる改善が期待される。

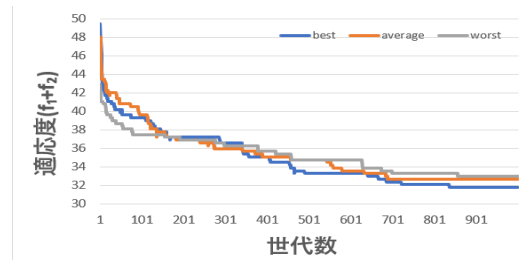


図 2: 各世代における個体適応度の推移 (GA)

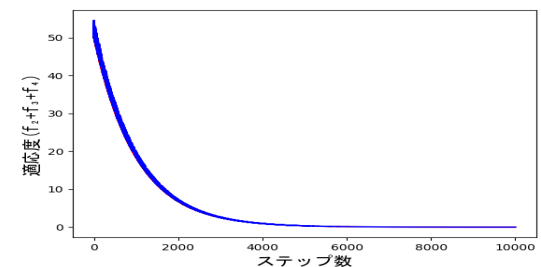


図 3: 各ステップにおける個体適応度の推移 (SA)

teacher/timetable	1	2	3	4	5	6
t1	s2数 s10英	0	0	0	s28理 s3理	s1国 s3数
t2	0	s1国 s2数	s1国 s3数	s23国 s11数	0	0
t3	s6英 s11英	0	0	0	0	0
t4	s39数 s13英	0	s16数 s6国	s32国 s18数	0	0
t5	0	s20国 s11英	0	0	s9数 s10英	s11英 s38国

図 4: 出力された本シフト表 (火曜日抜粋)

5 まとめ

本研究では、個別指導塾の勤務表作成システムを提案した。提案手法は GA で講師の勤務日程の最適化を行い、SA で受講教科を割り当てを最適化したのち勤務表を出力するものである。実験により、勤務表作成に対して、ある程度有効であることが確認できた。今後はユーザが日程の修正を加えられるように GUI などの実装も検討する。また、個別指導塾の講師の業務内容は授業だけではないため、今後は授業以外の業務も考慮した勤務表作成を可能にするための改良を行いたい。

参考文献

- [1] 田中雅博, 松尾修, 山田真理: 希望を考慮した時間割作成問題における遺伝的アルゴリズムの適用方法. システム制御情報学会論文誌/Vol. 11, No. 5, pp. 233–240 (1998).
- [2] R Raghavjee, N Pillay: "A genetic algorithm selection perturbative hyper-heuristic for solving the school timetabling" ORiON Vol. 31(1) pp. 39–60 (2015).