

GA を用いた個別指導塾の長期講習における時間割作成支援システム

大谷 紀子 研究室

1772064 西田 凌

1. 背景と目的

個別指導塾では、生徒が学校の進度に追いつくことを目的として、夏期講習や冬期講習などの長期講習が実施される。長期講習に先立ち、生徒は塾から提案されたカリキュラムをもとに受講科目とコマ数、および受講可能日時を申し出る。一方、講師は担当可能科目と勤務可能日時を提出する。時間割は、生徒が希望する科目とコマ数、および受講可能な日時に加え、講師の担当可能科目と勤務可能日時に沿ったものでなければならない。また、生徒と講師の満足度を高めるために、生徒にとってコミュニケーションのとりやすい講師が担当になっていることが望ましい。時間割を手作業で作成する場合には、半月の講習の時間割作成時間が約 70 時間に達し、時間割作成者の業務負担が非常に大きいという事例も報告されている。

現在、黒沢は個別指導塾の通常講習において、Excel をインタフェースとした、講師の得意科目と不得意科目を把握した講師担当割当支援システムを構築している[1]。しかし、長期講習の時間割作成業務で運用することができない。本研究では、時間割作成者の業務負担を減らすことを目的とし、個別指導塾の長期講習における時間割作成支援システムを構築する。

2. システム概要

本研究で構築するシステムでは、生徒の受講可能日時と受講コマ数、講師の勤務可能日時と担当可能科目、生徒と講師の組み合わせの良し悪しを記載した相性表に基づき、各生徒が受講する各授業の担当講師を決定する。

3. 担当割り振り決定手法

制約条件を満たし、生徒と講師の満足度が高くなるような担当割り振りを決定するために、最適解探索アルゴリズムである遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) を使用する。全生徒の受講科目数の合計を S 、講師数を T とし、染色体は $S \times T$ の 2 次元配列 *chrom* で表す。全生徒の全受講科目に対して 1~ S の番号を割り当てると、*chrom*[i][j] は科目 i を講師 j が担当するとき 1、担当しないとき 0 となる。また、初期集団生成時に、講師が担当できない科目、および受講する生徒と講師の相性が悪い科目に対応する遺伝子を 0 にし、進化オペレータによって遺伝子の値を変化させないようにする。

本研究では、生徒の受講可能日時と講師の勤務可能日時の合致度が高く、各講師の勤務可能コマ数に対する勤務率が理想勤務率 α に近い担当割り振りほど高評価となるように適応度を算出する。

科目 i を受講する生徒と講師 j の両者で都合の合うコマ数を X とし、講習中に実施されるコマ数を E としたとき、講習期間内における科目 i を受講する生徒の受講可能日時と講師 j の勤務可能日時の合致度 MR_{ij} は式(1)により算出される。

$$MR_{ij} = \frac{\text{chrom}[i][j] \times X}{E} \quad (1)$$

また、全生徒と全講師の合致度の平均値 *ave* と標準偏差 *std* は式(2)、(3)より算出される。

$$\text{ave} = \frac{\sum_{ij} MR_{ij}}{S} \quad (2)$$

$$\text{std} = \sqrt{\frac{1}{S} \sum_{ij} (MR_{ij} - \text{ave})^2} \quad (3)$$

全生徒と全講師の合致度に関する評価値 f_1 は式(4)

より算出される.

$$f_1 = \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{1}{1+e^{-10(ave-0.5)}} \right)^5 + \left(\frac{1}{1+e^{-10(std-0.5)}} \right)^5 \right\} \quad (4)$$

講師 j の勤務可能コマ数を $WORK_j$, 生徒 c が希望する受講コマ数を H_c としたとき, α は式(5)より算出される.

$$\alpha = \frac{\sum_c H_c}{\sum_j WORK_j} \quad (5)$$

また, 講師 j の勤務可能コマ数に対する勤務率 WR_j は式(6)より算出される.

$$WR_j = \frac{\sum_i chrom[i][j]}{WORK_j} \quad (6)$$

各講師の勤務率と理想勤務率の平均二乗誤差を $rmse$ とするとき, 講師ごとの勤務率に関する評価値 f_2 は式(7)により算出される.

$$f_2 = \left(\frac{1}{1+e^{\log_{1.4} rmse}} \right)^7 \quad (7)$$

重み係数を w とするとき, 解候補を評価する適応度 f は式(8)で表される.

$$f = wf_1 + (1-w)f_2 \quad (8)$$

4. 評価実験

スクール IE の時間割作成者 A, B を被験者として評価実験を実施した. w を 0.5 として本システムを 3 回実行し, 担当割り振り RC1~RC3 を用意した. 加えて, 過去の冬期講習における担当割り振り RC4 を用意した. 各 RC を比較させ, 以下の質問について 5 段階で評価させた. また, 各 RC に対して感じたことや意見を自由記述として集めた. 被験者の回答を表 1 に示す.

- ① RC1~RC3 をもとに時間割を作成することは可能か.
- ② RC1~RC3 をもとに時間割を作成した場合, 業務時間を減らすことができるか.

次に, 本システムを使用させ, 以下の質問について 5 段階で評価させた. また, 本システムに対して感じたことや意見を自由記述として集めた. 被験者の回答を表 2 に示す.

表 1 被験者の各 RC に対する評価

質問	RC1		RC2		RC3	
	①	②	①	②	①	②
A	4	4	4	5	4	5
B	5	5	5	5	5	5

表 2 被験者の本システムに対する評価

質問	③	④	⑤	⑥
A	4	3	4	4
B	3	4	4	5

- ③ システムは使いやすいか.
- ④ デザインは適切なものか.
- ⑤ 本システムは実際の業務で使用可能か.
- ⑥ 本システムを使用することによって業務時間を減らすことは可能か.

本システムが生成した担当割り振りとは本システムに関して肯定的な評価を得ることができた. しかし, 被験者からの自由記述では, 講師ごとの勤務率を意図的に変動させる機能や, 生徒の受講可能日時と講師の勤務可能日時の合致度を評価する際に, 長期に渡って合致度が高い組み合わせを選択する機能, 講師がどの学年の科目を担当できるかを考慮する機能が欲しいという要望があった.

5. おわりに

本研究では, 個別指導塾の長期講習における時間割作成支援システムを構築した. 評価実験にて, 被験者から肯定的な評価を得られたが, 本システムに関していくつかの要望があった. 要望に沿うためには, 講師ごとの理想勤務率を決定する機能の導入や, 生徒の受講可能日時と講師の勤務可能日時の合致度をコマ単位で評価する手法以外に, 日単位, 週単位で評価する機能の導入が必要である. また, 講師がどの学年の科目を担当できるかを指定し, 学年を考慮して担当講師を決定できるようにする必要がある.

参考文献

- [1] 黒沢愛, “個別指導塾における講師担当割当支援システムの提案”, 文教大学情報学部経営情報学科卒業論文, 2010.