

# 福岡工業大学 機関リポジトリ

## FITREPO

Title	遺伝的アルゴリズムを用いた大学の時間割編成の最適化
Author(s)	加藤 友彦
Citation	福岡工業大学研究論集 第42巻第1号 P19-P22
Issue Date	2009-9
URI	<a href="http://hdl.handle.net/11478/986">http://hdl.handle.net/11478/986</a>
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher

Fukuoka Institute of Technology

# 遺伝的アルゴリズムを用いた大学の時間割編成の最適化

篠 田 秀 男 (電子情報工学専攻)  
加 藤 友 彦 (電子情報工学科)

## Optimization of Recitation Schedule of College by Genetic Algorithm

Hideo SHINODA (Graduate School of Information Electronics)

Tomohiko KATO (Department of Information Electronics)

### Abstract

The recitation schedule of college includes jointly-held classes, two-period long stretched classes, teachers' training days, fixed classes, etc. It needs long time and considerable effort to make a recitation schedule that satisfies such complex conditions. In the case of Fukuoka Institute of Technology, the staffs of the school affairs section make the recitation schedule in the policy modifying the preceding year schedule by new conditions and alterations. It usually takes about two months to make schedules for nine departments. Furthermore the existing schedules hardly satisfy demands of all teachers. The purpose of the present paper is to propose an efficient tool to make the optimized recitation schedule that satisfy the complex conditions and teachers' special demands by use of the genetic algorithm.

Keywords: *recitation schedule, timetable, genetic algorithms, scheduling*

### 1. はじめに

大学の授業時間割は複数クラス合同授業、2時間連続授業、教員の研修日、固定授業など様々な要因があり、その作成は非常に複雑で多大な時間が必要となる。本学の場合、教務課の職員が手作業で時間割を作成する。その作業は前年度の時間割を基本に、9学科で職員2人が1日に3時間をかけて通常2ヶ月ほどかかる。しかし、そこで作成される時間割は教員の希望が十分に反映されていないという問題がある。本研究ではこの問題に対して遺伝的アルゴリズムを適用して各制約条件を満たし、人力では扱いきれない、学年間の必修科目の重なりや各教員の1日の授業量の平均化などの要素を考慮した時間割作成ツールを構築し、本研究で用いた評価関数で実際に使用された時間割よりも優れた時間割を作成することを目的とする。

### 2. 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm:) は、適用範囲の非常に広い、生物の進化を模倣した学習的アルゴリズムである。生物の進化の過程においては、ある世代を形

成している「固体」の集合、「個体群」の中で、環境への「適合度」の高い個体が高い確率で生き残るように「再生」される。さらに「交叉」や「突然変異」によって、次の世代の個体群が形成されていく。GAでは、個体群の中に含まれる個体の数を固体群サイズと呼び、各個体は複数個の遺伝子から構成される染色体によって特徴づけられる。

GAの基本的な動作は大きく分けて以下の4つである。

- 個体の適合度を決定する「評価」
- 適合度を基に次世代に残す個体を決定する「再生」
- 個体を掛け合わせるによって新しい個体を生み出す「交叉」
- 個体をランダムに変化させて新しい個体を生み出す「突然変異」

これらの動作を繰り返すことで個体を最適解に近づけていく。

### 3. プログラム

月曜日1限から金曜日5限までの1週間の授業の講義番号を1列に並べたものを遺伝子とし、順序の表現にはパス表現を用いた。また講義の無いコマについても「講義なし」のコマが入っているとして考え、25コマ全てに何かしらの講義が入っているものとする。遺伝子は、各学年各クラスで独立しているがその複数の遺伝子をまとめたものを1つ

の個体とした。(図1)

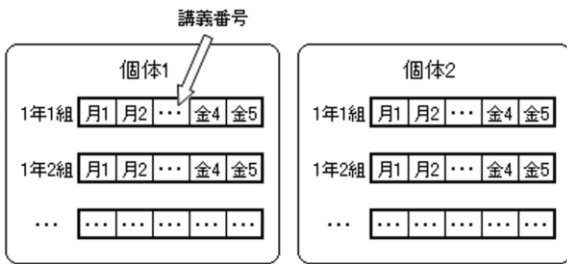


図1 遺伝子構造

プログラムの基本的な流れは以下の通りである

- ① 初期集団の生成
- ② 評価
- ③ 再生 … ランキング選択
- ④ 交叉 … 部分一致交叉
- ⑤ 突然変異
- ⑥ 制約条件のための授業再配置アルゴリズム

そして、②～⑥を最終世代に達するまで繰り返す。

### 3.1 プログラム

ランダムに講義を並べて最初の個体群を生成する。このときに非常勤講師など予め時間の決まっている固定授業に関しては全ての個体で同じ時間に同じ講義を入れることで交叉を行っても固定授業の移動が起きないようにする(図2)。

遺伝子1	16	2	3	0	...	7	7	0
遺伝子2	5	2	3	1	...	12	6	0
遺伝子3	12	2	3	11	...	4	15	0
⋮								
遺伝子n	8	2	3	4	...	9	9	0

図2 固定授業の配置

### 3.2 評価

評価には減点方式を用いた。評価項目の追加が容易なことから、幅広い条件に対応ができるのが主な理由である。今回使用した条件は

1. 研修日に講義が入っていた場合
2. 同じ日に同じ教員が3回以上授業を持っていた場合
3. 学年間で必修科目が重なった場合
4. 5限目に授業が入った場合
5. 指定した入れない時間に授業が入った場合

の5つである。各条件に該当した場合にその条件に設定された点数が減点される。全てのマイナス条件に接触しない

0点が最大評価値となる。

### 3.3 再生

再生にはランキング選択を利用した。ランキング選択は評価値を元に個体のランク付けを行い、そのランキングを元に次世代に残す確率が決定される手法である。(図3)

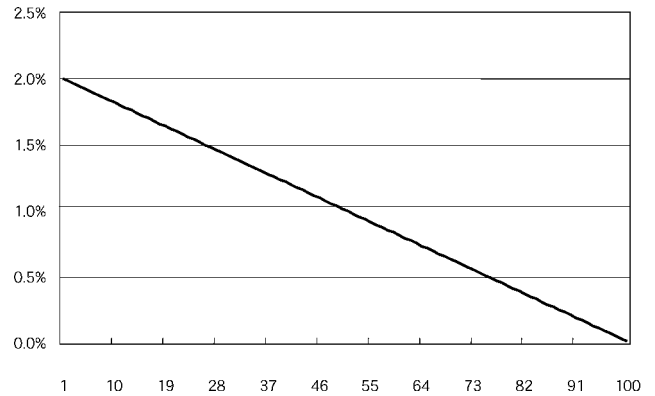


図3 再生確率(縦軸が再生確率, 横軸がランク)

### 3.4 交叉

交叉による授業の重複を防ぐために部分一致交叉法を利用した。

次のような2つの親を考える。

P1 ( 123 - 4567 - 89 )

P2 ( 452 - 1876 - 93 )

この親は「-」の点で交叉を行う。まず交叉点間の要素をそっくりそのまま交換する。

C1 ( \*\*\* - 1876 - \*\* )

C2 ( \*\*\* - 4567 - \*\* )

次に交叉点の外側の要素で交叉点間と衝突しない要素は親からそのまま引き継ぐ

C1 ( \*23 - 4567 - \*9 )

C2 ( \*\*2 - 1876 - 93 )

最後に残った要素を交叉点間の入れ替えを参照して入れ替える。ここでは

1 ↔ 4 , 8 ↔ 5 , 7 ↔ 6 , 6 ↔ 7

となっているので

C1 ( 423 - 4567 - 59 )

C2 ( 452 - 1876 - 93 )

となり、以上が部分一致交叉の操作である。

この交叉を二つの個体の同じクラスの授業で行う(図4)。

### 3.5 突然変異

まず1つの個体をランダムに選び、さらにその個体の中からランダムに1クラスを選択する。そして、その中から固定授業以外で2つのコマを選び、その2つを交換する。以上が突然変異の操作である。(図5)

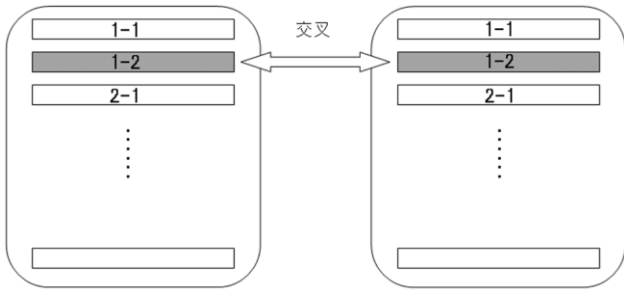


図4 交叉の適用法

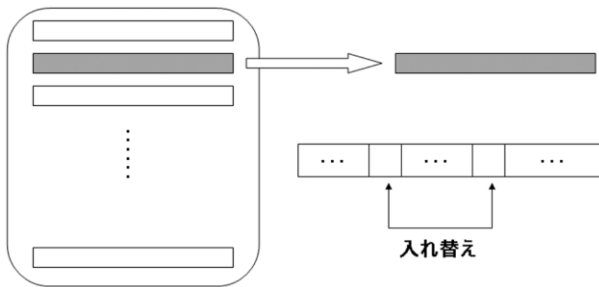


図5 突然変異の操作

### 3.6 制約条件のための授業再配置アルゴリズム

時間割の評価のための条件を上記で説明したが、それとは別に制約条件と呼ばれる時間割として絶対に必要な条件が存在する。それは

- ・ 同一授業の重複の回避
- ・ 非常勤講師などの固定授業の固定
- ・ 2時間連続授業を連続させる
- ・ 複数クラスでの合同授業を合わせる
- ・ 同一時間に同一教員が授業を持たない

などの項目である。これらの項目を満たせなかった個体は時間割として使用することができない。またこれらの項目を減点方式で対応してしまうと、他の評価条件に比べて減点数が格段に高くなってしまい、他の評価条件が効いてこなくなるという問題がある。そこで本研究では制約条件に対応するために評価とは別に授業再配置アルゴリズムを利用した。まず、授業の重複については遺伝子構造と交叉の段階で解決した。固定授業については初期集団生成の段階で解決した。

#### 3.6.1 2時間連続授業の再配置アルゴリズム

これは実験などの通常のコマと違う、2コマ連続で行われる授業に対応するためのアルゴリズムである。2時間連続授業を1つのコマとして扱ってしまうと、遺伝子の長さに違いが出て、遺伝子の扱いが困難になる。そこで1つのクラスの中に同じ1時間授業が2つあることにし、この2つを常に連結させることで2時間連続授業とした。この2時間授業のコマを2時間連続授業の配置に適切な1・2限目か3・4限目で常に連結させる（教職または資格対策の授業が5限目に入ることが多いため4・5限目のセットは

外している）アルゴリズムが2時間連続授業再配置アルゴリズムである。図3.6でA1とA2が2時間連続授業だった場合の操作を示している。

	月	火	水	木	金
1限			A2		
2限					
昼休み					
3限		A1			
4限		B			
5限					

	月	火	水	木	金
1限			B		
2限					
昼休み					
3限		A1			
4限		A2			
5限					

図6 2時間連続授業の再配置

#### 3.6.2 合同授業の再配置アルゴリズム

これは教養科目などで複数クラスが合同で行う授業に対応するためのアルゴリズムで合同授業が合同になっていなかった場合に授業を再配置するものである。図7でA1とA2が合同授業だった場合の操作を示している。

1組		2組	
	月 火 水 木 金		月 火 水 木 金
1限			
2限			
昼休み		昼休み	
3限	A1		A2
4限		B	
5限			

1組		2組	
	月 火 水 木 金		月 火 水 木 金
1限			
2限			
昼休み		昼休み	
3限	A1		A2
4限		B	
5限			

図7 合同授業の再配置

#### 3.6.3 同一時間に同一教員が居た場合の授業再配置

これは1人の教員が同一時間帯に複数のクラスで授業を持ってしまった場合に授業を再配置するアルゴリズムでど

ちらかの授業を固定授業・合同授業・2時間連続授業以外のコマと交換することで対応する。図8にA1とA2の授業の教員が同じだった場合の操作を示す。

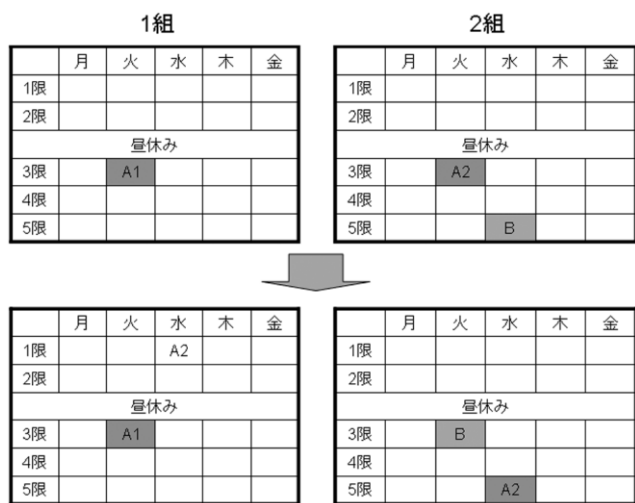


図8 同一時間に同じ教員が居た場合の授業再配置

#### 4. シミュレーション

上記のプログラムで福岡工業大学2008年度の電子情報工学科の時間割のデータを元に時間割を作成した。4年生の授業は固定授業が1つだったので除外し、1年から3年までの2クラスずつ計6クラスの時間割を作成した。

世代数： 10000  
 個体数： 100  
 遺伝子長： 150  
 再生確率： 評価値1位0.02 最下位0.0  
 交叉確率： 0.25  
 突然変異確率： 0.01

総授業時間数： 91  
 総教員数： 33

#### 評価条件のペナルティ

研修日の日に講義が入った場合 -30点  
 1日に同じ教員が3コマ以上の授業を持っている場合-5点  
 (4コマだと-10点, 5コマだと-20点)  
 学年間で必修科目が重なった場合 -2点  
 5限目に授業が入った場合 -1点

以上のデータで時間割を作成し、2008年度電子情報工学科とペナルティの該当数で比較したものが表1である。

表1 時間割の比較

評価条件	ペナルティ該当数	
	2008年度時間割	作成した時間割
5限目に講義が入っている	9	2
1日に同じ教員が3コマ以上授業を持っている	15	2
研修日に授業が入っている	0	0
必修科目が被っている	55	0

評価値は

2008年度時間割： -215点

作成した時間割： -55点

となった。

#### 5. まとめ

今回作成した時間割は電子情報工学科の6クラス分のみであるが、人力で時間割を作成するより遥かに早く、より多くの条件を考慮した時間割を作成することができたと判断できる結果を確認でき、今回作成したプログラムは時間割作成に有効であると考えられる。実際、2009年度の電子情報工学科の時間割は、このプログラムにより作成されたものが採用された。

#### 参考文献

- 1) 北野宏明：遺伝的アルゴリズム，産業図書，1998.
- 2) 坂和正敏，田中雅博：遺伝的アルゴリズム，朝倉書店，1995.
- 3) 土性雅史：大学時間割作成への遺伝的アルゴリズムの適用研究，福岡工業大学修士論文，1997.