

GA と SA 法を組み合わせた時間割編成問題の解法

3K-3 慶應義塾大学大学院 理工学研究科 計算機科学専攻

志村 直子 斎藤 博昭 中西 正和

1. はじめに

学校機関では年に一度は時間割の作成を行わなければならない。しかし、学校時間割編成問題は大規模かつ制約が厳しいため、非常に困難な作業となっている。時間割を作成するのに延べ100人日もの人数と日数を掛けている高校もある。従って、優れた時間割編成の手法が発見されることは大きな意味があり、様々な手法が研究されつつある。

本研究では、数あるスケジューリング問題の中でこの時間割編成問題に焦点を当て、GA と SA 法を組み合わせて適用してみることでその解の精度を上げ、時間割が満たすべき制約をより正確に実現した時間割を生成することを試みるものである。

2. 近似解法

2.1 GA(遺伝的アルゴリズム)

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, 以下 GA) は「適者生存」の原理に基き、効率的な探索を行おう、という確率的アルゴリズムである [1]。集団に属する個体はそれぞれ、その個体がどれだけ環境に適応しているかの指標となる適合度を評価値として持っている。適合度の大きい個体ほど交叉や突然変異を行なう機会に恵まれそれらは子孫として新しい個体を作る。それが繰り返され、全体として環境に適応した個体が多くなってゆく、というメカニズムである。

2.2 SA 法 (焼きなまし法)

焼きなまし法は別名シミュレーテッドアニーリング (Simulated Annealing, 以下 SA 法) と呼ばれ、統計力学における焼きなましからヒントを得て提案された近似解法である。焼きなましとは、液体を凍るまで徐々に冷やしていく操作である。ある温度が

与えられた物体に対し、ゆっくり冷やせばその温度はゆっくりと下がっていく。急激に冷やせば温度も急激に下がる。SA 法はこの温度の下がり具合の調節をパラメータにより調節し、探索の解の選び方と関連付けて考案された手法なのである。

2.3 組み合わせの効果

探索法はそれぞれに利点と欠点とを合わせ持つ。扱う問題によってこれらを踏まえ、互いの探索法の欠点をカバーする様に、また互いの利点を更に深める様に探索法を組み合わせることにより、より質の良い解を求める探索が行えることが明らかにされている [2]。

本研究では、GA と SA 法とを取り上げる。そこで、その組み合わせによる効果を次に挙げる。

- SA 法により局所解に陥る危険性を回避しつつ、ある一点に対し近傍探索を深める。
- GA で大域的な探索を行う。これにより、解の多様性が保たれ、初期解依存や局所解補捉などの危険を回避する。

3. 実験

3.1 手法

科目数 10、教師数 12 で、予め定められた一週間 に 29 コマの時間割について最適な組み合わせを探索した。

3.2 組み合わせ方

全体の処理の流れを以下の図 1 に示す。

初期化・高叉・突然変異・選択・評価の各処理は、それぞれ GA の中で行う演算である。そしてここでは突然変異の後、新たに局所探索として SA 法を組み込み、その上で評価を行っている。この一連の操作を反復して行なう。

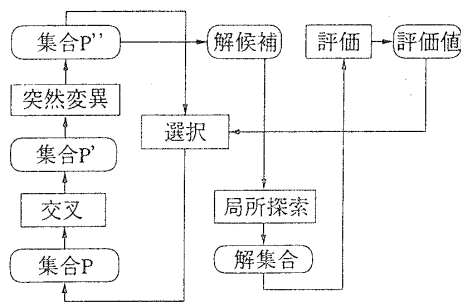


図 1: 組み合わせアルゴリズム

3.3 評価方法

評価関数を以下の式とする．これにより得られた評価値の平均から評価・考察を行なった．

$$f(i) = \{cm(n+1) + n\} - \sum_{j=1}^c a_j \quad (1)$$

3.4 結果及び考察

表 1 に得られた評価値の平均を示した．

この様に、より複雑な時間割を作成する場合は考え得るなるべく多くの時間割のパターンを想定する必要がある．ある時限が、たえ三クラスについて授業の重複が無かったとしても、一クラス増える事で重複してしまう場合も多々あるからである．つまり、完成された時間割の元となっている探索点が多ければ多い程、最適解に到達する可能性は高くなる訳である．GA がクラス数が増えた場合効力を発揮する理由がこれである．組み合わせ解法ではこの GA での数ある探索点一点ずつにつき SA 法を適用する．結果が良くなっている事からも、この様な SA 法の使用法は効果的であった、という事が確認出来る．

4. おわりに

近似解法はそれぞれ長所と短所を持ち合わせている．GA は多様性を維持した多点探索を得意とし、SA 法は改悪の可能性を秘めつつも一点を集中的に探索し、評価値を急激に上昇させることを得意とする．これらの探索手法は取り扱う問題の性質や、解の求め易さに大きく関わってくる．近似解法がその特徴をうまく発揮できる様に問題を柔軟に考えることも、重要な意義がある様に思われる．

本研究では時間割編成問題について GA, SA 法、及びそれらの組み合わせの三つの解法について各性質を調べ、GA と SA 法を組み合わせることによる効果について述べた．

表 1: 評価値の平均

	カリキュラム A		カリキュラム B	
2 クラス	GA	22.27	GA	23.32
	SA	28.04	SA	28.67
	GA+SA	23.52	GA+SA	25.02
/29				
3 クラス	GA	30.90	GA	30.12
	SA	30.24	SA	33.24
	GA+SA	31.72	GA+SA	33.19
/43				
4 クラス	GA	37.21	GA	37.47
	SA	33.47	SA	34.80
	GA+SA	37.52	GA+SA	39.43
/57				

GA については、完成された時間割の元となる解候補が一つの探索空間内に多数存在する、という特徴が、クラス数が増えカリキュラム的に厳しくなった状況下で効力を発揮し、良い結果を導くことが出来た．

SA 法は、ある一つの解の近傍を集中的に探索するという特徴が、評価値の高い個体についてその値を更に高めるという点で効果を発揮した．

この二つの解法を組み合わせることにより、GA で得られた多様な解候補の一つ一つを SA 法で集中的に焼きなまし、評価値の高い個体の割合を増やすことに成功した．ただ、今回の問題点としては

- 躍進的な効果は得られなかった．
- SA 法の利点を活かしきれなかった．
- 評価関数として、はっきりした根拠のもとに決定したものを使用しなかった．
- 時間割編成問題として一般性を持たせることが出来なかった．

以上が挙げられる．これらを解決し得る様な、更なる進歩が期待される．

参考文献

- [1] 三宮信夫, 喜多一, 玉置久, 岩本貴司: 遺伝アルゴリズムと最適化, システム制御情報学会編, 朝倉書店, 1998
- [2] 森直樹, 吉田潤二, 喜多一, 西川偉一: 遺伝アルゴリズムにおける熱力学的選択ルールの提案, システム制御情報学会論文誌, Vol.9, No.2, 1996, pp.82 ~ 90