

ナーススケジューリングにおけるスケジュール改善手法の提案

川上 貴史[†] 原田 拓[‡][†]東京理科大学大学院 理工学研究科 経営工学専攻[‡]東京理科大学 理工学部 経営工学科

1. はじめに

ナーススケジューリング問題(NSP)は、ある期間におけるナースの勤務シフトを決定する問題である。各シフトの人数の確保やナースの勤務パターンなど、スケジューリングにおいて考慮すべき制約条件が多いため、全ての制約条件を満たした勤務シフト(実行可能解)を求めることは難しい。そのため、勤務シフトを人間が作成することは非常に負担が大きい。そこで、NSP に対して様々なスケジュール作成手法が提案されている[1][2][3][4][5]。その中で、制約条件が厳しい状態においてできる限り制約条件を満たしたスケジュールを求めるために、制約条件に重みを付加する方法がある[1][2][5]。

本研究では、制約条件が厳し過ぎるために実行可能解が存在しない過制約の状態において、緩和する対象となる制約条件を決定し、その制約条件を緩和したもとのスケジュールを作成する1つの手法を提案する。さらに、緩和した制約条件のもとで実行可能なスケジュールが複数存在する場合において、その中で類似しない多様な複数スケジュールを求める手法を提案する。

2. スケジュール改善

2.1 制約緩和

一般に、ある期間(本研究では1ヶ月を1期間とする)において、ナースは日勤や休日などといったシフトの種類を何日か希望することができる。これをナースの希望と言うことにする。過制約の状態において制約条件を緩和する場合、その対象として最も多く挙げたのが「ナースの希望」であった[1]。

そこで、本研究では、過制約の場合に、制約条件を満たすことの妨げになる希望を見つけ、その希望を変更することでスケジュールを作成する手法を提案する。その際、ナース間における公平性を考慮すべきであり、変更の対象となるナースに偏りができる限り少なくなるようにする。

本研究では、スケジュールの作成には確率的山登り法(SHC)を用いる。

まず、 t 期においてナース i の希望がどれだけ満たされているかを希望充足度(充足度) S_i^t によって表す。 t 期にナース i が提示した希望の数を E_i^t 、そのうち充足された希望の数を A_i^t として式(1)によって表す。充足度 S_i^t は n 期前のスケジュールまで値を持ち、保存される。

$$S_i^t = \begin{cases} 1 & \text{if } E_i^t = 0 \\ A_i^t / E_i^t & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots (1)$$

A Proposal of Schedule Improving Method in Nurse Scheduling Problem

[†]Takashi Kawakami, Graduate School of Science and Technology, Tokyo University of Science

[‡]Taku Harada, Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science

```

nurse: ナース数
day: t期における日数
c = 0: 変更候補数
Xn: スケジュール
1:   for each i ∈ nurse, j ∈ day
2:     if Fijt ≠ 0 and eijt = 1 then
3:       Aijt = Aijt-1 - 1
4:       Sit, Piを再計算
5:       c = c + 1
6:       変更データをXcとして保存
7:     end if
8:   end for
9:   Xn(n:1,2,...,c)のPitに関して標準偏差を計算
10:  最小の標準偏差を持つXnを選択
※Xnのときに2行目が真であるナースiが変更対象

```

図1: 変更対象の選択アルゴリズム

作成したスケジュールにおいて満足されていない制約条件がある場合、 t 期におけるナース i の j 日に対して値 F_{ij}^t を増加させる。制約条件を全て調べたスケジュール内の F_{ij}^t に対しては式(2)が成り立つ。なお、 N は満足されていない制約条件の数である。

$$F_{ij}^t = \begin{cases} 0 & \text{if all constraints in } i, j \text{ are satisfied} \dots (2) \\ N & \text{otherwise} \end{cases}$$

実行可能解が見つからないと判断したとき、 F_{ij}^t が0でなく、かつナースが希望を提示している箇所が、変更対象の候補となる。候補が2箇所以上出現した場合に変更対象を選択するアルゴリズムを図1に示す。なお、 t 期においてナース i が j 日に希望を提示しているかどうかを e_{ij}^t で表し、提示しているときは1、そうでないときは0とする。また、パラメータ P_i は式(3)で表現される。

$$P_i = \prod_j S_i^t \quad \dots (3)$$

複数ある候補の中から対象を選び出す。各候補の希望をそれぞれ変更できるようにする。このとき、希望を変更されたナースの充足度 S_i^t は式(1)により低下し、パラメータ P_i も式(3)より変化する。ここで每期希望を変更されているナースがいれば、不公平な扱いとなる。これを防ぐため各候補について P_i の標準偏差を求め、標準偏差が最小、すなわちナース毎に偏りの最も少ない変更を取ることができる。ナースの希望を変更できるようにした後、再度探索を行う。以降、実行可能なスケジュールを得るまで繰り返す。

2.2 複数スケジュールの探索

制約条件を緩和した上でスケジュールを求めた場合、実

