



# **CUỘC THI**

## **TOÁN MÔ HÌNH 2023**

### **VÒNG 1**

**01 tháng 08 - 20 tháng 08, 2023**

Tên đội thi: **Sparkle**

Ngày thực hiện: 30/07/2024

## MỤC LỤC

<b>1. Thông tin cần thiết về bài toán.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Ý tưởng của giải pháp.....</b>	<b>3</b>
2.1 Các Yếu Tố Chính của Giải Pháp.....	3
2.1.1 Phân phối Công việc Công bằng:.....	3
2.1.2 Đảm bảo Đa dạng Khoa:.....	3
2.1.3 Đa dạng về Điểm Thâm Niên của các nhân viên:.....	3
2.2 Hướng tiếp cận Bài Toán.....	4
2.2.1 Xác định và Thực Hiện Hard Constraints.....	4
2.2.2 Tinh chỉnh và Tối Ưu Các Soft Constraints.....	4
2.3 Thang đo độ hiệu quả của Mô Hình.....	4
2.4 Hạn chế của mô hình ban đầu: Phân Công Ngẫu Nhiên.....	4
2.4.1 Ưu điểm:.....	5
2.4.2 Hạn chế:.....	5
2.5 Cải tiến mô hình bằng áp dụng Simulated Annealing.....	6
<b>3. Bảng kết quả phân công lịch trực của bệnh viện.....</b>	<b>7</b>
3.1 Kết quả cho thấy có sự phân công đều ca trực:.....	7
3.2 Kết quả cho thấy có sự đa dạng ở các khoa trực.....	7
3.2 Kết quả cho thấy có sự đa dạng ở điểm thâm niên.....	7
<b>4.Tính tổng quát và khả thi của giải pháp.....</b>	<b>8</b>
<b>5. Tài liệu tham khảo.....</b>	<b>8</b>
<b>6. Kết thúc và lời cảm ơn.....</b>	<b>8</b>

## **1. Thông tin cần thiết về bài toán**

Trong môi trường y tế, việc tối ưu hóa lịch làm việc của nhân viên y tế, bao gồm bác sĩ và điều dưỡng, là cực kỳ quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng dịch vụ chăm sóc sức khỏe và sức khỏe của nhân viên.

Nếu không thực hiện phân công công việc một cách hợp lý, các hậu quả xấu có thể xảy ra, ảnh hưởng đến hiệu quả làm việc và còn đến sức khỏe của nhân viên và bệnh nhân như: Tăng tỷ lệ sai sót y khoa, ảnh hưởng đến sức khỏe tâm lý của nhân viên y tế, giảm hiệu quả làm việc và tăng tỷ lệ nghỉ việc, giảm chất lượng chăm sóc bệnh nhân.

## **2. Ý tưởng của giải pháp**

### **Mục tiêu chính:**

Tối ưu hóa phân công lịch làm việc để đảm bảo sự phân phối công việc công bằng cho tất cả các bác sĩ và điều dưỡng, đồng thời đáp ứng các yêu cầu về đa dạng khoa và điểm thâm niên của các nhân viên trong một ca trực.

### **2.1 Các Yếu Tố Chính của Giải Pháp**

#### **2.1.1 Phân phối Công việc Công bằng:**

- Đảm bảo sự phân phối công việc đồng đều giữa các bác sĩ và điều dưỡng để tránh tình trạng quá tải hoặc thiếu việc.
- Tính toán số ca trực của từng nhân viên và điều chỉnh phân công sao cho số ca trực của mỗi người gần với mức trung bình.

#### **2.1.2 Đảm bảo Đa dạng Khoa:**

- Phân công ca trực sao cho mỗi ca có sự đa dạng về khoa: mỗi ca trực cần có sự tham gia của bác sĩ từ các khoa khác nhau để đảm bảo việc xử lý các trường hợp bệnh được toàn diện và hiệu quả.

#### **2.1.3 Đa dạng về Điểm Thâm Niên của các nhân viên:**

- Đảm bảo điểm thâm niên của các bác sĩ và điều dưỡng trong mỗi ca trực gần với điểm thâm niên của toàn thể của các nhân viên, nhằm đảm bảo chất lượng dịch vụ y tế đồng đều.
- Các nhân viên có điểm thâm niên thấp hơn có cơ hội học hỏi đồng nghiệp

## 2.2 Hướng tiếp cận Bài Toán

### 2.2.1 Xác định và Thực Hiện Hard Constraints

- Việc đảm bảo mỗi ca trực có đủ số lượng và loại thành viên là một phần đơn giản hơn của bài toán.
- Điều này có thể thực hiện bằng cách tạo danh sách các thành viên phù hợp với từng loại và sau đó phân phối chúng vào các ca trực sao cho mỗi ca đáp ứng yêu cầu về số lượng và loại thành viên.

### 2.2.2 Tinh chỉnh và Tối Ưu Các Soft Constraints

- Đảm bảo phân công đều công việc, đa dạng khoa và điểm thâm niên.

## 2.3 Thang đo độ hiệu quả của Mô Hình

Hàm mất mát được giải thích chi tiết trong file [LossFunction.ipynb](#)

Từ các tiêu chí đã đề cập, nhiệm vụ của chúng tôi là cần phải tìm ra lịch sắp xếp hợp lý nhất dựa trên thang đo hàm mất mát như sau:

$$f(x) = \alpha_1 \cdot \sum_{i=1}^n (A_i - \mu_K)^2 + \alpha_2 \cdot \sum_{i=1}^m (4 - K_i)^2 + \alpha_3 \cdot \sum_{i=1}^m (\mu_{tnbsI} + \mu_{tnbsII} + 2 * \mu_{tndd} - tnbsI - tnbsII - tnddI - tnddII)^2$$

Trong đó:

- $n$  là số nhân viên trực.
- $m$  là tổng số ca trực cần xếp.
- $A_i$  là tổng số ca trực của nhân viên y tế thứ  $i$ .
- $K_i$  là tổng số khoa có bác sỹ trực trong ca thứ  $i$  (cần phải triển khai đối với

từng chức vụ của từng nhân viên y tế).

- $\mu_{K^i}$  là trung bình số ca trực của một nhân viên y tế có chức vụ tương ứng
- $\mu_{tnbs}$  là điểm trung bình của tất cả bác sỹ trong danh sách nhân viên y tế.
- $\mu_{tndd}$  là điểm trung bình của các điều dưỡng có trong danh sách nhân viên

y tế.

- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  là trọng số của các hàm yếu tố lỗi.

## 2.4 Hạn chế của mô hình ban đầu: Phân Công Ngẫu Nhiên

**Mục tiêu:** Tạo lịch làm việc ngẫu nhiên thỏa mãn các hard constraints.

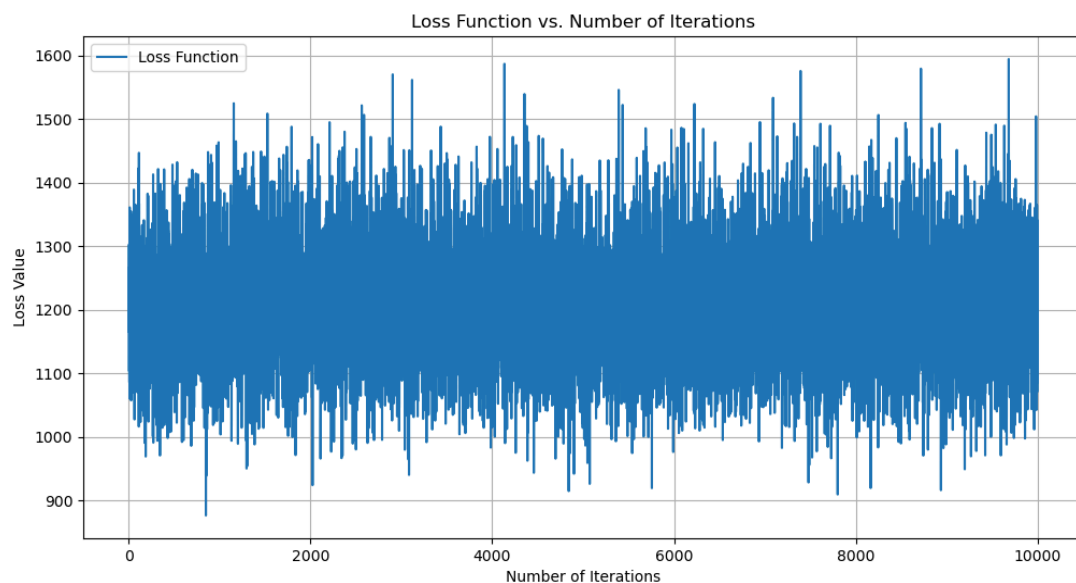
Xem thêm tại file [Initial Model.ipynb](#)

### 2.4.1 Ưu điểm:

- Đơn giản và dễ triển khai: Bằng cách tạo nhiều lịch làm việc ngẫu nhiên thỏa mãn hard constraints và chọn lịch có hàm mất mát thấp nhất.
- Có thể tìm ra lịch làm việc tương đối tốt: Duyệt qua nhiều lần có thể tìm ra lịch làm việc có hàm mất mát tương đối tốt trước khi áp dụng các phương pháp tối ưu hóa nâng cao.

### 2.4.2 Hạn chế:

- Không đảm bảo tối ưu toàn cục: Mặc dù có thể tìm ra lịch làm việc tốt hơn so với một lần duyệt ngẫu nhiên, phương pháp này không đảm bảo tìm được kết quả tối ưu toàn cục.
- Chi phí tính toán cao: Duyệt qua nhiều lần có thể tốn thời gian và tài nguyên tính toán, đặc biệt là khi số lượng ca trực lớn.



$$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 = 1$$

Best Loss: 884.05, Elapsed Time: 79.64 seconds

## 2.5 Cải tiến mô hình bằng áp dụng Simulated Annealing

**Mục tiêu:** Tối ưu hóa phân công công việc để giảm giá trị hàm mất mát.

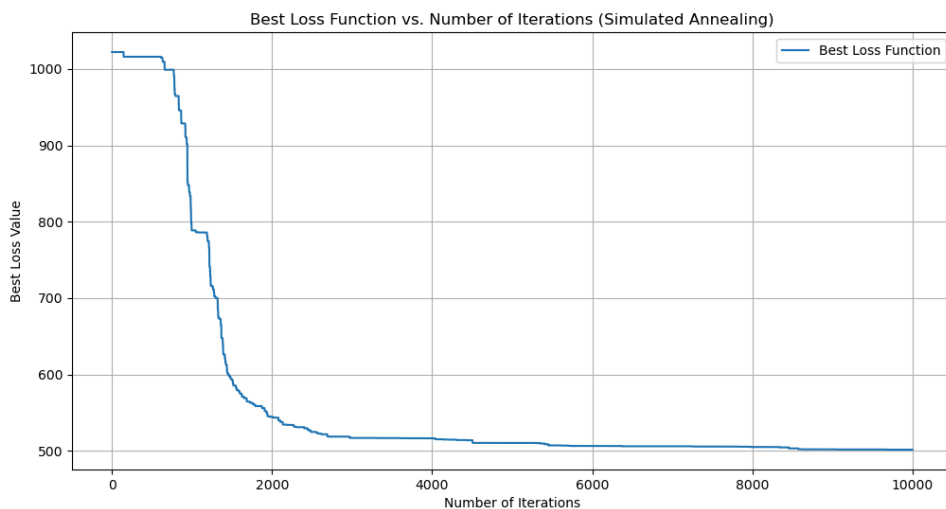
Giải thuật Simulated Annealing, tên tiếng việt là giải thuật luyện thép, nó là một giải thuật tối ưu để tìm cực trị của một hàm số. Nếu như thuật toán Gradient Descent chỉ phù hợp cho các hàm số có 1 cực trị bởi nó không thể thoát ra khỏi cực trị địa phương thì Simulated Annealing cung cấp khả năng thoát khỏi cực trị địa phương.

Đối với Simulated Annealing, giải thuật có xác suất cho phép một kết quả tệ hơn có cơ hội được chấp nhận sau mỗi lần duyệt. Vì thế nó có khả năng thoát khỏi các cực trị địa phương và đi tìm một lời giải tối ưu hơn. Và xác suất chấp nhận này sẽ nhỏ dần (probability-decay) theo thời gian chạy của giải thuật. Do đó nên việc chấp nhận 1 kết quả tệ hơn sẽ ngày càng thấp, lúc này giải thuật sẽ ưu tiên đi tìm điểm tối ưu nhất của vùng hiện tại.

Hàm xác suất dưới dạng:  $P(E_{\text{sau}} - E_{\text{trc}}) = e^{-\frac{E_{\text{sau}} - E_{\text{trc}}}{T}}$

Giải thuật Simulated Annealing sẽ hữu hiệu nhất trong trường hợp thêm hàm loss rất phức tạp hay có nhiều Soft Constraints được thêm vào.

Xem thêm tại file [ImproveModel.ipynb](#)



$$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 = 1$$

Best Loss: 501.61249, Elapsed Time: 81.99 seconds

### 3. Bảng kết quả phân công lịch trực của bệnh viện

Xem kết quả chi tiết ở file [best\\_schedule\\_sa\\_improved\\_analytics.csv](#)

#### 3.1 Kết quả cho thấy có sự phân công đều ca trực:

- Ta thấy số ca làm việc của các bác sĩ cộc 1 rất phù hợp với Soft Constraints

Row Labels	Count of Doc1_Name		
Thư	4	Ngân Hà	3
Bố Tuấn	3	Quân	3
Bắc	3	Sơn	4
Bằng	3	Tâm	3
Điệp	3	Thanh Hà	3
Giang	3	Thương	4
Hường	4	Thủy	3
Linh	3	Trang	3
Long	3	Tuấn	4
		Xuân	3
		<b>Grand Total</b>	<b>62</b>

- Ta thấy số ca làm việc của các bác sĩ cộc 2 rất phù hợp với Soft Constraints

Row Labels	Count of Doc2_Name		
Dung	3	Minh Phương	4
Dũng	4	Phượng	3
Gấm	4	Tâm	3
Giang	4	Thắng	4
Hà	3	Thuận	4
Hùng	4	Út	4
Hưng	3	Vân Anh	4
Hương	4	Xuân	4
Linh	3	(blank)	
		<b>Grand Total</b>	<b>62</b>

- Ta thấy số ca làm việc của các điều dưỡng khá phù hợp với Soft Constraints

Row Labels	Count of Nurse1_Name		
Anh	1	Lương	1
Chi	1	Ngân	3
Chí Đức	1	Ngọc	2
Công	1	Oanh	1
Đông	1	Phi	1
Dung	3	Quỳnh	3
Dũng	1	Thònh	3
Dương	2	Thảo	1
Huệ	4	Thông	3
Huyền	4	Thuận	7
Khánh Linh	2	Tiến	4
Kim Anh	1	Tơ	1
Len	2	Tuyến	3
Linh	2	Vượng	2
		Yên	1
		<b>Grand Total</b>	<b>62</b>

#### 3.2 Kết quả cho thấy có sự đa dạng ở các khoa trực

- Ở mỗi ca trực ta đều thấy có từ 2-4 khoa tham gia, và hầu hết là có 3 khoa.

#### 3.2 Kết quả cho thấy có sự đa dạng ở điểm thâm niên

- Ở mỗi ca trực ta đều thấy có nhiều bác sĩ có điểm thâm niên đa dạng.

#### 4. Tính tổng quát và khả thi của giải pháp

- Giải pháp vẫn hoạt động tốt trong trường hợp số lượng nhân viên các khoa, hay số lượng ca trực thay đổi.
- Giải pháp mang tính tổng quát vì nếu có thêm Soft Constraints, cần thêm các phương thức đánh giá Soft Constraints vào hàm Loss và code không cần cài đặt lại từ đầu.
- Các tham số của hàm mất mát ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ) có thể được tùy chỉnh để phản ánh các ưu tiên và yêu cầu khác nhau.
- Giải pháp có thể được thực hiện trong thời gian ngắn, tùy thuộc vào kích thước của dữ liệu đầu vào và số lần lặp lại. Ví dụ, với 62 ca trực và 10,000 lần lặp lại, thời gian thực hiện thường chỉ mất 82 giây.

#### 5. Tài liệu tham khảo

Thư viện pandas: <https://pandas.pydata.org/docs/>

Thư viện numpy: <https://numpy.org/>

Thư viện matplotlib: <https://matplotlib.org/>

Thư viện random: <https://docs.python.org/3/library/random.html>

Giải thuật Simulated Annealing:

[https://youtu.be/P\\_cgr7Y56b4?si=OETKVJaq2o9ZW7RD](https://youtu.be/P_cgr7Y56b4?si=OETKVJaq2o9ZW7RD)

Ảnh hưởng của xếp lịch trực không hợp lý:

<https://medely.com/blog/impact-of-staffing-shortages-on-patient-care/>

#### 6. Kết thúc và lời cảm ơn

Thay mặt toàn thể thành viên đội thi, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Quý BTC. Cuộc thi đã mang đến cho chúng em một trải nghiệm vô cùng bổ ích và đáng nhớ. Các câu hỏi trong đề thi không chỉ giúp chúng em củng cố kiến thức đã học mà còn mở ra những góc nhìn mới về toán học, đặc biệt là việc ứng dụng toán học vào giải quyết các vấn đề thực tế.

Dù đã cố gắng hết sức, nhưng chúng em vẫn còn nhiều thiếu sót. Mong rằng sẽ được Ban tổ chức góp ý để chúng em có thể hoàn thiện bản thân hơn trong những lần thi sau. Một lần nữa Sparkle xin chân thành cảm ơn Quý BTC!