

CSR scheduling at HCMUT

Trang Hong Son¹ and Huynh Tuong Nguyen²

¹Hoa Sen University, Vietnam

²Industrial University of Ho Chi Minh City, Vietnam

**Email: son.tranghong@hoasen.edu.vn, huynhtuongnguyen@iuh.edu.vn*

1 Introduction

The call centre industry has occupied a significant place in customer relationship management over the last few decades, providing effective and responsive service for customers via telephone communications. Since employees are a major direct expense for about 60%–80% in most call centres, and the high employee turnover rates with an average of 33% per year and even exceeding 50% per year, workforce management plays an essential role in the success of call centre operations [1, 2].

Call arrival rates tend to vary by months, weeks, days and within different hours throughout a day. To cover the variable workloads with employees working in various and highly overlapping shifts while satisfying some constraints resulting from labour laws and regulations such as day-off/on requirements, weekend-related requirements and shift preferences, it makes the workforce scheduling problem complicated in call centres.

As the scale of call centers increased rapidly, how to realize the minimization of operation cost and the maximization of profits by scheduling efficiently and cost-effectively and also improve the productivity of call center are the fundamental problems which must be addressed urgently.

The workforce scheduling problem in call centres is defined as assigning a number of employees to various overlapping shifts during a specified planning horizon, considering some regulations and preferences, so as to minimize the labour cost. This is often difficult to solve to optimality due to its combinatorial structure.

2 Problem description

In a call center, many customer service representatives (CSR) take turns serving customers. To meet the desired service level, historical incoming calls have been analyzed to calculate the ideal number of CSRs in every time period. For example:

Hour	Mon.	Tue.	Wed.	Thu.	Fri.	Sat.	Sun.
8h-9h	6	6	7	6	6	6	5
9h-10h	9	10	9	9	7	9	7
10h-11h	9	7	9	8	8	9	6
11h-12h	8	7	6	6	7	4	5
12h-13h	3	3	3	4	3	3	4
13h-14h	3	4	4	4	5	3	3
14h-15h	7	7	6	5	6	4	4
15h-16h	8	5	8	8	7	5	5
16h-17h	8	9	7	7	6	5	6
17h-18h	5	5	4	5	5	5	5
18h-19h	3	3	3	4	3	3	3
19h-20h	3	4	3	3	3	3	3
20h-21h	2	3	3	4	3	2	3

Hình 1: The number of CSRs in every time period

- In practice, managers list shifts to define work hours. As an example:

- Shift C1: 8h-17h with a (lunch) break at 12h-13h.
- Shift C2: 9h-18h with a break at 12h-13h.
- Shift C3: 10h-19h with a break at 13h-14h.
- Shift C4: 11h-20h with a break at 16h-17h.
- Shift C5: 12h-21h with a break at 17h-18h.
- Shift C6: 8h-21h with a break at 12h-17h.

Shift	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h	18h-19h	19h-20h	20h-21h
C1													
C2													
C3													
C4													
C5													
C6													

Hình 2: An illustration for shifts

- What exactly is the decision we need to make:

(Q1) How many CSR is required in a day?

CSR	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
NV1	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
NV2	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C1
NV3	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2
NV4	C2	C2	C1	C1	C2	C2	C2
NV5	C2	C2	C2	C2	C3	C2	C3
NV6	C2	C2	C2	C2	C3	C2	C3
NV7	C3	C3	C3	C2	C4	C3	C4
NV8	C3	C3	C5	C3	C6	C5	C4
NV9	C3	C3	C5	C3	C6	C5	C6
NV10	C6	C6	C6	C5	C6	C6	C6
NV11	C6	C6	C6	C5		C6	C6
NV12	C6	C6	C6	C6		C6	
NV13		C6		C6			

Hình 3: Số lượng CSR cần theo từng ngày

(Q2) Nếu mỗi CSR chỉ làm việc 6 ngày trong tuần (1 ngày nghỉ) thì cần tối thiểu bao nhiêu CSR trong một tuần?

CSR	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
NV1		C1	C1	C1	C1	C1	C1
NV2		C1	C1	C1	C1	C1	C1
NV3	C1		C1	C1	C1	C1	C2
NV4	C1	C1		C1	C2	C2	C2
NV5	C1	C2		C2	C3	C2	C3
NV6	C2	C2	C1		C3	C2	C3
NV7	C2	C2	C2	C2		C3	C4
NV8	C2	C3	C2	C2		C5	C4
NV9	C3	C3	C3	C3		C5	
NV10	C3	C3	C5	C3		C6	C6
NV11	C3	C6	C5	C5	C4		C6
NV12	C6	C6	C6	C5	C6		C6
NV13	C6	C6	C6	C6	C6	C6	
NV14	C6	C6	C6	C6	C6	C6	

Hình 4: Số lượng CSR cần trong một tuần

(Q3) Sắp xếp lịch làm việc các CSR trong một tuần sao cho công bằng nhất có thể.

CSR	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
NV1	C3		C1	C2	C6	C1	C6
NV2	C1	C2		C3	C6	C6	C2
NV3	C1	C6	C5	C2	C1		C3
NV4	C1	C1	C6	C2		C5	C3
NV5	C3	C1	C6	C5		C2	C1
NV6	C3	C2	C6	C1	C1	C2	
NV7	C6	C1	C2		C3	C2	
NV8	C2	C3		C6	C4	C6	C1
NV9	C2	C6	C3	C1	C6	C1	
NV10		C3	C1	C1	C2	C6	C6
NV11		C6	C1	C1	C3	C5	C2
NV12	C2	C3	C5	C6		C1	C6
NV13	C6	C6	C2	C3	C1		C4
NV14	C6	C2	C1	C5		C3	C4

Hình 5: Lịch làm việc các CSR trong một tuần

(Q4) Liệu có cách sắp xếp lịch làm việc các CSR sao cho ngoài sự công bằng nhất có thể thì có thể rải đều ngày nghỉ trong cuối tuần giữa các CSR?

3 Model formulation

3.1 Sets and indices

- Data encoding:

1	days =	[[6, 9, 9, 8, 3, 3, 7, 8, 8, 5, 3, 3, 2], # Monday
2		[6, 10, 7, 7, 3, 4, 7, 5, 9, 5, 3, 4, 3], # Tuesday
3		[7, 9, 9, 6, 3, 4, 6, 8, 7, 4, 3, 3, 3], # Wednesday
4		[6, 9, 8, 6, 4, 4, 5, 8, 7, 5, 4, 3, 4], # Thursday
5		[6, 7, 8, 7, 3, 5, 6, 7, 6, 5, 3, 3, 3], # Friday
6		[6, 9, 9, 4, 3, 3, 4, 5, 5, 5, 3, 3, 2], # Saturday
7		[5, 7, 6, 5, 4, 3, 4, 5, 6, 5, 3, 3, 3]] # Sunday
8	shifts =	[[1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0], # C1
9		[0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0], # C2
10		[0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0], # C3
11		[0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0], # C4
12		[0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1], # C5
13		[1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1]] # C6

- Let I , J , K , and T be the sets of CSRs, days in which the call center is open, shifts, and periods in a day.

- Let i , j , k , and t be the indices, where $i \in I$ denote the i^{th} CSR, $j \in J$ denote the j^{th} day, $k \in K$ denote the k^{th} shift, and $t \in T$ denote the t^{th} period.

3.2 Xác định số lượng tối thiểu CSR trong một ngày (Q1)

- Tham số:

- $s_{kt} = 1$ nếu ca k bao phủ khung thời gian t , ngược lại $= 0$.
- d_t là số lượng CSR cần tại khung thời gian t .

- Biến quyết định:

- x_k là số lượng CSR cần cho ca k .

- Hàm mục tiêu:

$$\min(\sum_{k \in K} x_k) \quad (1)$$

- Ràng buộc:

- Tổng số CSR phải đáp ứng đủ số lượng yêu cầu tại mỗi khung thời gian:

$$\sum_{k \in K} (s_{kt} \times x_k) \geq d_t, \quad \forall t \in T \quad (2)$$

3.3 Xác định số lượng tối thiểu CSR trong một tuần (Q2)

- Tham số:

- Từ (Q1) xác định nc_j là số lượng CSR cần cho ngày j .
- nd là số ngày làm việc trong một tuần.
- ne là số slot trống mà CSR có thể nghỉ:

$$ne = (nd \times \max_{j \in J}(nc_j)) - \sum_{j \in J} nc_j \quad (3)$$

- Biến quyết định:

- x là số lượng CSR cần thêm để đảm bảo các CSR được nghỉ ít nhất một ngày trong tuần.

- Hàm mục tiêu:

$$\min(x) \quad (4)$$

- Ràng buộc:

- Tổng số slot trống phải lớn hơn hoặc bằng tổng số CSR:

$$ne + (nd \times x) \geq 1 \times (x + \max_{j \in J}(nc_j)) \quad (5)$$

3.4 Sắp xếp lịch làm việc các CSR trong một tuần (Q3)

- Tham số:

- Từ (Q1) xác định nc_k là số lượng CSR cần cho ca k .
- Từ (Q2) xác định nc là số lượng CSR cần cho một tuần.
- nd là số ngày làm việc trong một tuần.
- $s_{kt} = 1$ nếu ca k bao phủ khung thời gian t , ngược lại $= 0$.
- d_{jt} là số lượng CSR cần tại khung thời gian t của ngày j .

- Biến quyết định:

- $x_{ijk} = 1$ nếu CSR i được phân công vào ngày j tại ca k , ngược lại $= 0$.

- Hàm mục tiêu:

$$\min(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk}) \quad (6)$$

- Ràng buộc:

- Mỗi CSR chỉ được phân công vào một ca một ngày (trừ ngày nghỉ):

$$\sum_{k \in K} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall i \in I, j \in J \quad (7)$$

- Mỗi CSR được nghỉ ít nhất một ngày trong tuần:

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} x_{ijk} \leq (nd - 1), \quad \forall i \in I \quad (8)$$

- Tổng số CSR phải đáp ứng đủ số lượng yêu cầu tại mỗi khung thời gian trong một ngày:

$$\sum_{i \in I} \sum_{k \in K} (s_{kt} \times x_{ijk}) \geq d_{jt}, \quad \forall j \in J, t \in T \quad (9)$$

- Các CSRs được phân công đều vào các ca:

$$\left\lfloor \frac{nc_k}{nc} \right\rfloor \leq \sum_{j \in J} x_{ijk} \leq \left\lceil \frac{nc_k}{nc} \right\rceil, \quad \forall k \in K, i \in I \quad (10)$$

3.5 Sắp xếp lịch làm việc các CSR có cân đối nghỉ cuối tuần (Q4)

Làm sao xác định tập khả dĩ lịch làm việc theo tuần để có sự công bằng về số ngày nghỉ trùng với lịch cuối tuần giữa các CSR.

4 Conclusion

Tài liệu

- [1] Aksin, O., Armony, M., Mehrotram, V.: The modern call-center: A multi-disciplinary perspective on operations management research, production and operations management. Special Issue on Service Operations in Honor of John Buzacott **16**, 655–688 (01 2007)
- [2] Gans, N., Koole, G., Mandelbaum, A.: Telephone call centers: Tutorial, review, and research prospects. Manufacturing Service Operations Management **5**, 79–141 (03 2003). <https://doi.org/10.1287/msom.5.2.79.16071>