

אינטראקציית אדם סוכן - דו"ח פרויקט:

נאור סמואלוב 307939447

אימרי אוזן 209005909

לינק לפרויקט git: <https://github.com/ImryUzan/Human-agent-interaction.git>

תיאור הבעיה:

הבעיה אותה אנו מנסים לפתור בפרויקט שלנו היא שיבוץ עובדים למשמרות לפי העדיפות שלהם. כל עובד יכניס מה העדיפות שלו לכל משמרת ובכמה ימי עבודה הוא מעוניין לעבוד והמערכת שלנו תוציא פלט של שיבוצי משמרות לכל יום תחת אילוצים מסוימים שיוגדרו מראש: כמות העובדים בכל משמרת, מס' המשמרות ביום, מס' ימי העבודה בשבוע וכו'. נרצה לקבל פתרון אשר ימקסם את שביעות הרצון של העובדים תוך התחשבות בהוגנות החלוקה ביניהם (תוך הבנה שיכול להיות שמידת שביעות הרצון המתקבלת יכולה להיות גבוהה יותר לולא נתחשב בהוגנות החלוקה).

פתרון הבעיה:

תוכנית המקבלת קלט - טבלה המייצגת את ההעדפות של כל עובד לשבוע הקרוב, ומדפיסה כפלט את השיבוצים של העובדים למשמרות עבור אותו שבוע עבודה.

התוכנית פועלת לפי השלבים הבאים:

1. שלב קבלת הקלט:

כל עובד ממלא את השורה שלו בקובץ אקסל באופן הבא:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	D
2	Employee1	1	4	1	5	4	3	2	5	5	4	4
3	Employee2	5	5	3	1	1	3	1	4	5	5	4
4	Employee3	4	4	3	5	1	4	2	5	4	4	5
5	Employee4	5	4	3	1	3	1	5	5	5	4	4
6	Employee5	4	4	5	5	4	1	4	5	3	5	5
7	Employee6	1	4	1	1	2	4	3	1	4	5	2
8	Employee7	1	3	5	5	5	5	5	2	4	3	4
9	Employee8	5	4	4	1	1	1	1	1	4	3	3

בעמודה הראשונה יופיעו כל העובדים הקיימים להם אנו נרצה לשבץ את המשמרות.

בעמודות הבאות יופיעו המשמרות לכל ימי העבודה האפשריים באותו שבוע, בדוגמא לעיל כל יום עבודה מחולק ל2 משמרות המיוצגות כA B1 – ביום הראשון A1, B1 וכן הלאה עבור 5 ימי עבודה.

עבור כל משמרת בכל יום עבודה, העובד ממלא את ההעדפה שלו (כמה הוא מעוניין להיות משובץ באותה משמרת) כאשר ההעדפה היא מ1 עד 5, 5 – מאוד מעוניין במשמרת, 1 – לא רוצה להיות משובץ למשמרת הזו.

עמודה D מייצגת את הימים שאותו עובד מעוניין לעבוד בהם מתוך ימי העבודה, בדוגמא הנ"ל מתוך 5 ימי עבודה אפשריים כל עובד הכניס בכמה ימים הוא מעוניין לעבוד.

בנוסף, התוכנית מקבלת קלט עבור הפרמטרים הבאים (הפרמטרים צריכים להתאים לנתונים המופיעים בקובץ האקסל) :

1. מספר עובדים
2. מספר משמרות ביום
3. מספר העובדים בכל משמרת
4. מספר ימי העבודה באותו שבוע
5. ההתחשבות בהוגנות – המשתמש יכול לבחור האם לשבץ תוך התחשבות בהוגנות או לשבץ את העובדים ולמקסם את רמת הסיפוק שלהם מבלי להתחשב בהוגנות.

התוכנית קוראת את קובץ האקסל ומעבדת את הנתונים.

2. שלב עיבוד הנתונים:

כדי להבין כיצד למדוד את רמת שביעות הרצון, ביצענו סקר שמטרתו הייתה להבין איך אנשים תופסים בפועל את מדד שביעות הרצון (הרי מדד שכזה הוא סובייקטיבי עבור כל אדם). בסקר השתתפו 19 אנשים (חברים, מכרים וקרובי משפחה) והוא התבצע באופן הבא:

תיאור הסקר:

שלב 1- בשלב זה ניסינו לדמות את אופן קבלת הקלט של הסקר לזה שהתוכנית מקבלת, ולשם פשטות הסקר התחשבנו במצב בו ישנה רק משמרת אחת ביום ובשבוע יש חמישה ימי עבודה. ביקשנו מכל משתתף בסקר לדרג את הרצון שלו לעבוד בכל אחד מחמשת הימים (ראשון עד חמישי) כך ש 1 זה ממש לא רוצה ו 5 זה רוצה מאוד. בנוסף כל משתתף בסקר התבקש לציין כמה ימים הוא רוצה לעבוד בשבוע הזה.

שלב 2 - בשלב זה קיבלנו את הדירוג של המשתתפים והצגנו בפני כל אחד שלוש אופציות לשיבוצים. כל אחד מהמשתתפים היה צריך לציין מה היא רמת שביעות הרצון שלו מכל אחד משלושת השיבוצים.

תוצאות הסקר:

מתוצאות הסקר נוכחנו לדעת שכאשר משתתף נתן ציון נמוך ליום מסוים וקיבל את היום הזה בשיבוץ המשמרות שלו, הציון הנמוך קיבל משקל גדול ברמת שביעות הרצון הסופית. בנוסף קיבלנו אומדן על כמה מספר הימים שעובד רוצה לעבוד, משפיע על שביעות רצונו.

דוגמה:

עבור עובד שרצה לעבוד 4 ימים בשבוע, וקיבל 4 ימי עבודה באופן הבא:

יום עם דירוג - 5
יום עם דירוג - 4
יום עם דירוג - 4
יום עם דירוג - 1

במקרה הזה היינו מצפים לקבל סיפוק של 70% (כיוון שהציון הגבוה ביותר עבור 4 הוא 20) $0.7 = (5+4+4+1)/20$ אבל בפועל הנשאלת אמרה לנו שמידת הסיפוק שלה היא 35% בלבד. באותו אופן בדקנו גם מה קורה כאשר אנו מציעים מס' ימים נמוך יותר ממה שהמשתתף בסקר רצה, גם במקרה הזה קיבלנו ציון נמוך יותר לדירוג ממה שציפינו.

יש לציין כי לא התחשבנו במימוש הפרויקט במצב בו עובד מקבל מספר ימים גבוה יותר מזה שהוא רוצה לעבוד כיוון שבאופן גורף כאשר בדקנו בסקר מקרים כאלו, הציון שהתקבל היה 0% שביעות רצון (כלומר שהמשתתפים לא היו מוכנים לעבוד מעבר למקסימום שלהם).

לפי תוצאות הסקר והמסקנות שהתקבלו, בנינו מעיין פונקציה שתמפה את שביעות הרצון שאותה העובד מכניס לטבלה לדירוג כפי שיילקח בחשבון בסוף התהליך.

כל דירוג ימופה באופן הבא:

1 ימופה ל-5-

2 ימופה ל-2-

3 ימופה ל-0

4 ימופה ל-4

5 ימופה ל-5

ורמת שביעות הרצון תחושב באופן הבא:

(סכום כל הדירוגים לאחר שעברו בפונקציה) חלקי (מספר הימים שהעובד מוכן לעבוד באותו השבוע כפול הציון המקסימאלי למשמרת) .

כך מידת שביעות הרצון של הדוגמה לעיל תחושב באופן הבא:
 $0.4 = (-5+4+4+5)/4*5$, כלומר רמת שביעות רצון של 40%.

הערה: הנחנו שכל עובד יכול לעבוד עד משמרת אחת ביום.

3. שלב הגדרת האילוצים:

באמצעות הספרייה CP - SAT הגדרנו את המשתנים הרלוונטיים והאילוצים. הגדרנו משתנה בוליאני (יכול לקבל 0 או 1) לכל אפשרות שיבוץ (יום ומשמרת) עבור כל עובד ובעזרת המשתנים הללו הגדרנו את האילוצים הבאים:

- כמות העובדים במשמרת שווה לכמות שהמשתמש הגדיר בתחילת התוכנית.
- כמות ימי העבודה של עובד מסוים קטנה או שווה לכמות ימי העבודה שהוא מעוניין לעבוד בהם (עמודה D).
- כל עובד משובץ ביום עבודה לכל היותר למשמרת אחת.

בנוסף לאילוצים המשותפים יש אילוצים נפרדים בהתאם לבחירת המשתמש האם להתחשב בהוגנות או לא.

אם אנחנו במקרה בו מתייחסים להוגנות (לפי הגדרת המשתמש) - על מנת ליצור הוגנות גדולה ככל הניתן בין המועסקים, בחרנו לעבוד באופן הבא:

עברנו בלולאת for מ 0 עד 10 (כאשר i מייצג את מספר האיטרציה) ובכל איטרציה בדקנו אם קיים פתרון למערכת האילוצים שכוללת את האילוצים הבאים:

```
for i in range(10):
    for n in all_employees:
        model.Add((sum(shift_requests[n][d][s] * shifts[(n, d, s)]
                        for d in all_days for s in all_shifts))*10 >= i*listOfPossibleDays[n]*max_value)
```

התנאי הזה **שקול** לתנאי הבא:

עבור כל עובד (n) מחשבים את הסכום של המכפלה של כל משתנה בוליאני שהגדרנו כפול ההעדפה של העובד n לעבוד במשמרת s ביום d כפי שהזין בקובץ האקסל, חלקי מספר הימים שאותו עובד רוצה לעבוד (עמודה D) כפול הדירוג המקסימלי שעובד יכול לתת למשמרת (במקרה שלנו 5). כל זה גדול שווה מ – i חלקי 10 (כאשר i מייצג את מספר האיטרציה).

אם קיים פתרון אז שמרנו את התוצאה והמשכנו לאיטרציה הבאה ואם לא קיים פתרון עצרנו את הלולאה והפתרון למערכת האילוצים היה זה ששמרנו מהסיבוב האחרון.

כך אנחנו יוצרים מצב בו ישנו רף תחתון לרמת הסיפוק של העובדים, שהוא גם הרף העליון של רמת הסיפוק של העובד עם רמת הסיפוק הנמוכה ביותר. מה שיוצר הוגנות רבה יותר של התוצאות.

4. שלב הגדרת objective:

גם כאשר מתייחסים להוגנות וגם במקרה שלא (תלוי בהגדרת המשתמש בתחילת התוכנית) objective תוגדר באופן הבא:

```
model.Maximize(sum(
    shift_requests[n][d][s] * shifts[(n, d, s)] for n in all_employees for d in all_days for s in all_shifts))
```

5. שלב החזרת הפלט (שיבוצים וסטטיסטיקות):

לאחר שהתוכנית סיימה לרוץ יודפס כפלט השיבוץ של העובדים במשמרות בכל ימי העבודה:

```
Shift 1, Day 1: 2, 4
Shift 2, Day 1: 3, 6
Shift 1, Day 2: 2, 5
Shift 2, Day 2: 1, 3
Shift 1, Day 3: 1, 5
Shift 2, Day 3: 3, 6
Shift 1, Day 4: 4, 5
Shift 2, Day 4: 2, 3
Shift 1, Day 5: 1, 4
Shift 2, Day 5: 2, 5
```

בדוגמת הפלט לעיל, במשמרת הראשונה ביום 1 יעבדו 2 עובדים במשמרת, עובד מס' 2 ועובד מס' 4. בנוסף, מודפסות סטטיסטיקות המייצגות את רמת הסיפוק של כל עובד:

```
Statistics
- Employees satisfaction status :
  Employee 1 is 70.0% Satisfied
  Employee 2 is 70.0% Satisfied
  Employee 3 is 72.0% Satisfied
  Employee 4 is 75.0% Satisfied
  Employee 5 is 72.0% Satisfied
  Employee 6 is 80.0% Satisfied
```

דוגמת הרצה מלאה:

קלט:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	A5	B5	D
2	Employee1	1	4	1	5	4	3	2	5	5	4	4
3	Employee2	5	5	3	1	1	3	1	4	5	5	4
4	Employee3	4	4	3	5	1	4	2	5	4	4	5
5	Employee4	5	4	3	1	3	1	5	5	5	4	4
6	Employee5	4	4	5	5	4	1	4	5	3	5	5
7	Employee6	1	4	1	1	2	4	3	1	4	5	2
8	Employee7	1	3	5	5	5	5	5	2	4	3	4
9	Employee8	5	4	4	1	1	1	1	1	4	3	3

הנתונים שמזין המשתמש לתוכנית:

```
Please enter the number of employees:
6
Please enter the number of shifts:
2
Please enter the number of employees of shifts:
2
2
Please enter the number of days:
5
if you want to consider fairness press 2, otherwise press 1:
2
```

במקרה הזה המשתמש בחר להתחשב בהוגנות, להלן התוצאות:

```
Shift 1, Day 1: 2, 4
Shift 2, Day 1: 3, 6
Shift 1, Day 2: 2, 5
Shift 2, Day 2: 1, 3
Shift 1, Day 3: 1, 5
Shift 2, Day 3: 3, 6
Shift 1, Day 4: 4, 5
Shift 2, Day 4: 2, 3
Shift 1, Day 5: 1, 4
Shift 2, Day 5: 2, 5

Statistics
- Employees satisfaction status :
  Employee 1 is 70.0% Satisfied
  Employee 2 is 70.0% Satisfied
  Employee 3 is 72.0% Satisfied
  Employee 4 is 75.0% Satisfied
  Employee 5 is 72.0% Satisfied
  Employee 6 is 80.0% Satisfied
```

עבור המקרה בו המשתמש מגדיר לא להתחשב בהוגנות:

```
Shift 1, Day 1: 2, 4
Shift 2, Day 1: 3, 5
Shift 1, Day 2: 2, 5
Shift 2, Day 2: 1, 3
Shift 1, Day 3: 1, 5
Shift 2, Day 3: 3, 6
Shift 1, Day 4: 4, 5
Shift 2, Day 4: 1, 3
Shift 1, Day 5: 1, 2
Shift 2, Day 5: 5, 6

Statistics
- Employees satisfaction status :
  Employee 1 is 95.0% Satisfied
  Employee 2 is 50.0% Satisfied
  Employee 3 is 72.0% Satisfied
  Employee 4 is 50.0% Satisfied
  Employee 5 is 88.00000000000001% Satisfied
  Employee 6 is 90.0% Satisfied
```

ניתן לראות שכאשר התחשבנו בהוגנות רמות הסיפוק של העובדים קרובות יותר לעומת המקרה בו לא מתחשבים בהוגנות. אומנם ניתן לראות שממוצע הסיפוק כאשר מתחשבים בהוגנות נפגע (73.16 לעומת 74.16 כאשר לא מתחשבים בהוגנות) אבל זה משהו שלקחנו בחשבון כאשר בנינו את המודל שלנו. כלומר ביצענו trade off בין רמת הסיפוק האובייקטיבית של כל עובד לבין יצירת הוגנות בין כלל המועסקים.