

## מטלה 1 שאלה 5 – ספיר דהן

### סעיף א

\*הערה: שכתוב בסעיף שהחיתוך מתבצע מימין לשמאל, אני מניחה שהכוונה היא שהראשון שמקבל את החיתוך הוא יקבל מצד ימין ועם הזמן הקצעות העוגה ילכו מימין לשמאל. תהליך הצמצום באלגוריתם עצמו יתבצע משאל לימין.

הערכים שהשחקנים מייחסים לאזורים השונים:

אזור 6	אזור 5	אזור 4	אזור 3	אזור 2	אזור 1	
5	5	5	5	5	5	עמי
2	2	3	3	10	10	תמי
10	10	3	3	2	2	רמי

ראשון באלגוריתם הוא עמי. הוא יחתוך את האזורים כך שבצד ימין יהיה חתיכה שהוא מעריך אותה בשליש. מכיוון שהוא מעריך את כל האזורים באופן שווה הוא יחתוך את האזורים כך שאזורים 1 ו-2 יהיו מצד ימין של החיתוך כפי שניתן לראות באיור:

אזור 6	אזור 5	אזור 4	אזור 3	אזור 2	אזור 1	
5	5	5	5	5	5	עמי
2	2	3	3	10	10	תמי
10	10	3	3	2	2	רמי

תמי מעריכה את אזורים 1 ו-2 יותר משליש ולכן היא תבצע חיתוך. סך כל הערכים שתמי נותנת לשטחים הוא 30. שליש מ-30 זה 10 ולכן היא תבצע חיתוך קטן יותר (ישאיר רק את אזור 1):

אזור 6	אזור 5	אזור 4	אזור 3	אזור 2	אזור 1	
5	5	5	5	5	5	עמי
2	2	3	3	10	10	תמי
10	10	3	3	2	2	רמי

רמי הוא האחרון לבצע את החיתוך, אבל אזור 1 קטן משליש מסך כל הערכים שהוא נותן לשטחים. מבחינתו סך כל השטחים זה 30 אבל אזור 1 הוא רק 2 ולכן הוא לא יבצע חיתוך ותמי תקבל את אזור 1 מכיוון שהיא בצעה אחרונה את החיתוך.

אזור 6	אזור 5	אזור 4	אזור 3	אזור 2	אזור 1	
5	5	5	5	5	5	עמי
2	2	3	3	10	10	תמי
10	10	3	3	2	2	רמי

תמי תקבל את החלק הזה

תמי קיבלה את החלק שלה ונשארו עמי ורמי. עמי יבצע את החיתוך ראשון. עמי יחלק את אזור 2 – 6 בחצי לפי הערכה שלו. כלומר 25 חלקי 2 זה 12.5 אז הוא יחתוך את אזור 4 ל – 2 :

אזור 6	אזור 5	אזור 4	אזור 3	אזור 2	אזור 1	
5	5	5	5	5	5	עמי
2	2	3	3	10	10	תמי
10	10	3	3	2	2	רמי

רמי מעריך יותר את צד שמאל מימין ולכן לא יבצע עוד חיתוך. ולכן הם יקבלו כל אחד:

אזור 6	אזור 5	אזור 4	אזור 3	אזור 2	אזור 1	
5	5	5	5	5	5	עמי
2	2	3	3	10	10	תמי
10	10	3	3	2	2	רמי

רמי יקבל את החלק הזה

עמי יקבל את החלק הזה

לסיכום, האלגוריתם יחלק את השטחים כך:

אזור 6	אזור 5	אזור 4	אזור 3	אזור 2	אזור 1	
5	5	5	5	5	5	עמי
2	2	3	3	10	10	תמי
10	10	3	3	2	2	רמי

כלומר, תמי תקבל את אזור 1, עמי יקבל את אזורים 2 – 4.5 ורמי יקבל את אזורים 4.5 – 6.

## סעיף ב

בכל השאלות השתמשתי בchat-GPT 4o.

תחילה נתנתי לציאת תמונה של נתוני השאלה ובקשתי ממנו להציג לי את הנתונים. הוא טעה פעמיים ותקנתי אותו עד שהוא עשה טבלה נכונה של השטחים והערכות של כל סוכן לכל שטח.

לאחר מכן בקשתי ממנו לייצר לי חלוקה פרופורציונלית ולהלן השיחה:

תבצע בבקשה חלוקה פרופורציונלית

כדי לבצע חלוקה פרופורציונלית, כל שחקן צריך לקבל אזורי שהוא מעריך בשווי של לפחות שליש מהערך הכולל שהוא מייחס לכל הקרקע.

### סך הערכים של כל שחקן:

•עמי:  $5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 30 \rightarrow$  צריך לקבל לפחות 10.

•תמי:  $10 + 10 + 3 + 3 + 2 + 2 = 30 \rightarrow$  צריכה לקבל לפחות 10.

•רמי:  $2 + 2 + 3 + 3 + 10 + 10 = 30 \rightarrow$  צריך לקבל לפחות 10.

### חלוקה מוצעת:

•עמי: יקבל את האזור 1 והאזור 2 (שווי של  $5 + 5 = 10$ ).

•תמי: תקבל את האזור 3 והאזור 4 (שווי של  $3 + 3 = 6$ ) ואת האזור 5 (שווי של 2) ואת האזור 6 (שווי של 2). סך הכול  $6 + 2 + 2 = 10$ .

•רמי: יקבל את האזור 5 והאזור 6 (שווי של  $10 + 10 = 20$ ).

### בדיקת פרופורציונליות:

•עמי קיבל שווי 10 מתוך 30  $\rightarrow$  שליש.

•תמי קיבלה שווי 10 מתוך 30  $\rightarrow$  שליש.

•רמי קיבל שווי 20 מתוך 30  $\rightarrow$  יותר משליש, ולכן אין בעיה.

### הערות:

•החלוקה הזו היא רציפה.

•כל שחקן קיבל לפחות שליש מהערך שהוא מייחס לקרקע.

•רמי קיבל מעט יותר, אך אין כאן פגיעה בפרופורציונליות עבור השחקנים האחרים.

אם יש צורך לבדוק גרסה אחרת או לבצע ניתוח נוסף, אשמח לעזור!



כפי שניתן לראות הציאת חישב את סך הערכים בצורה טובה אבל לא ביצע את החלוקה טוב כלל. לדוגמה הוא מסר את כל שטח 5 ו- 6 לתמי וגם לרמי. לכן הסברתי לו שהוא לא יכול למסור את אותו שטח פעמיים ונתנתי לו עוד הזדמנות. הפעם גם הסברתי לו שהוא יכול לחלק שטח אך לא למסור את אותו השטח ליותר מסוכן אחד.

שים לב שאי אפשר לתת את אותו השטח לכמה שחקנים. אבל ניתן לחלק את השטח

במקרה שבו ניתן לחלק את האזורים, אך כל חלק מהאזור יינתן לשחקן אחד בלבד, נבצע חלוקה פרופורציונלית על ידי חלוקה של אזורים מסוימים בין שחקנים. המטרה היא להבטיח שכל שחקן יקבל לפחות שליש מערכו הכולל של השטח (כלומר, לפחות ערך 10 לכל שחקן).

### פירוט הערכים לפי אזורים:

רמי	תמי	עמי	אזור
2	10	5	1
2	10	5	2
3	3	5	3
3	3	5	4
10	2	5	5
10	2	5	6

### חלוקה פרופורציונלית מוצעת (עם חלוקה של אזורים):

1. **עמי** יקבל את כל האזור 3 (שווי 5) ואת כל האזור 4 (שווי 5).  
• סך הכול:  $5 + 5 = 10$ .
2. **תמי** תקבל את 60% מאזור 1 (שווי  $0.6 \times 10 = 6$ ) ואת 40% מאזור 2 (שווי  $0.4 \times 10 = 4$ ).  
• סך הכול:  $6 + 4 = 10$ .
3. **רמי** יקבל את 100% מאזור 5 (שווי 10) ואת 100% מאזור 6 (שווי 10).  
• סך הכול:  $10 + 10 = 20$ .

### בדיקת הערכים:

- **עמי:** קיבל סך ערכים של 10 → **מדויק**.
- **תמי:** קיבלה סך ערכים של 10 → **מדויק**.
- **רמי:** קיבל סך ערכים של 20 → **יותר משליש**, אך לא פוגע בפרופורציונליות של האחרים.

### סיכום:

- החלוקה רציפה (אין קפיצות בין האזורים).
- כל שחקן קיבל לפחות שליש מהערך הכולל לפי הערכתו.
- אזורים 1 ו-2 חולקו באופן יחסי בין תמי לרמי.
- רמי קיבל מעט יותר, אך זה לא בעייתי במונחי פרופורציונליות.

אם יש צורך לשנות את סוג החלוקה או לבדוק אפשרות אחרת, אשמח לעזור!

הפעם החלוקה היא אכן פרופורציונלית אך לא כל כך הגיונית. אין שום סיבה שתמי לא תקבל 100% מאזור 1 ו – 2. נראה שהצ'אט ניסה לרצות בכך שהוא מחלק שטח אך בו זמנית גם השאיר שטח שיש לשחקנים רצון בו ללא שיוך לאף אחד.

מסקנה בבקשה לחלוקה פרופורציונלית: ניתן לראות מהתשובות של הצ'אט שהוא ידע מה המשמעות של פרופורציונליות אך לא הצליח לייצר חלוקה פרופורציונלית ללא הכוונה ומעקב על מה שהוא כותב. ולאחר שהוא עומד בקריטריונים של פרופורציונליות הוא לא ייצר חלוקה שנראית הגיונית. לכן, מי שאינו יודע מה זה פרופורציונליות אינו יכול פשוט לבקש מהצ'אט חלוקה מתאימה. עדיין לא ניתן לסמוך עליו ב-100%.

עכשיו נעבוד לבדיקת חלוקה ללא קנאה:

## לאותם נתונים ממקודם תייצר חלוקה ללא קנאה

כדי לבצע **חלוקה ללא קנאה** (Envy-Free Division), נדרש להקצות לכל שחקן חלק שהוא מייחס לו לפחות את הערך שהוא היה מייחס לכל חלק של שחקן אחר. כלומר, אף שחקן לא יקנא בשחקן אחר על החלק שהוא קיבל.

## סך הערכים שכל שחקן מייחס לקרקע:

כל שחקן מייחס לקרקע ערך כולל של 30, ולכן כל שחקן ירצה לקבל חלק שהוא מעריך לפחות ב-10, אך עלינו לוודא שאף שחקן לא ירגיש שהחלק של מישו אחר עדיף מבחינתו.

## פירוט הערכים לפי אזורים:

רמי	תמי	עמי	אזור
2	10	5	1
2	10	5	2
3	3	5	3
3	3	5	4
10	2	5	5
10	2	5	6

## הצעת חלוקה ללא קנאה:

1. **תמי** מאוד מעריכה את האזורים 1 ו-2, ולכן תקבל:

• **אזור 1** במלואו (שווי 10 עבורה).

• זה מספיק עבורה, והיא לא תקנא באחרים.

2. **רמי** מאוד מעריך את האזורים 5 ו-6, ולכן יקבל:

• **אזור 6** במלואו (שווי 10 עבורו).

• גם הוא לא יקנא, כי האזור הזה הכי חשוב לו.

3. **עמי** יקבל:

• **האזור 2** (שווי 5 עבורו) ואת **אזור 3** (שווי 5 עבורו).

• סך הכול:  $5 + 5 = 10$ .

## בדיקת קנאה:

• **עמי**: קיבל 10 לפי הערכתו. כל אחד מהאזורים האחרים הוא מעריך גם כן ב-5, ולכן לא יקנא.

• **תמי**: קיבלה אזור שהיא מעריכה ב-10, ולא תקנא באחרים.

• **רמי**: קיבל אזור שהוא מעריך ב-10, ולא יקנא באחרים.

## סיכום:

• כל שחקן קיבל חלק שהוא מעריך לפחות ב-10.

• כל שחקן קיבל את החלק המועדף עליו ביותר.

• אף שחקן לא מקנא בחלקים של שחקנים אחרים.

זו חלוקה פשוטה, הוגנת, וללא קנאה. אם יש צורך לבדוק גרסה אחרת או להסביר משהו נוסף, אשמח לעזור!

נראה שהפעם הצ'אט עשה עבודה יחסית טובה. הוא באמת נתן חלוקה שהיא ללא קנאה. גם הפעם הצ'אט הניח שהוא יכול להניח שהוא לא חייב לחלק את כל האזורים ובקשתי ממנו לבצע חלוקה ללא קנאה שבה מחלקים את כל השטח.

ישנם חלקים שלא מסרת. אתה יכול לערוך חלוקה ללא קנאה ולהקצות את כל השטח?

כדי להבטיח חלוקה **ללא קנאה** שתכלול את כל השטח, נבצע חלוקה שיכלול לכלול גם חלוקה חלקית של אזורים.

### הערכים שכל שחקן מייחס לכל אזור:

רמי	תמי	עמי	אזור
2	10	5	1
2	10	5	2
3	3	5	3
3	3	5	4
10	2	5	5
10	2	5	6

### עקרונות החלוקה:

1. כל שחקן יקבל חלקים בשווי **לפחות 10** (שליש מהערך הכולל).
2. אף שחקן לא יעריך את חלקו של האחר גבוה יותר מהחלק שלו.
3. כל השטח יחולק.

### חלוקה מוצעת:

#### •תמי:

- תקבל את **אזור 1** במלואו (שווי 10 עבורה).
- **לא תקנא**, כי זהו האזור שהיא מעריכה הכי הרבה.

#### •רמי:

- יקבל את **אזור 6** במלואו (שווי 10 עבורו).
- **לא תקנא**, כי זה האזור עם הערך הגבוה ביותר עבורו.

#### •עמי:

- יקבל את **אזור 2** במלואו (שווי 5 עבורו).
- וכן את **אזור 3** במלואו (שווי 5 עבורו).
- סך הכל:  $5 + 5 = 10$ .



#### חלוקת האזורים הנותרים (4 ו-5):

כדי להשלים את החלוקה של כל השטח, נבצע חלוקה יחסית של האזורים הנותרים:

• **אזור 4** (שווי 5 לכולם):

• **50% לתמי** (שווי  $1.5 = 0.5 \times 3$ ) — תמי תקבל שווי כולל של  $11.5 = 10 + 1.5$ .

• **50% לרמי** (שווי  $1.5 = 0.5 \times 3$ ) — רמי יקבל שווי כולל של  $11.5 = 10 + 1.5$ .

• **אזור 5:**

• **100% לעמי** (שווי 5 עבורו) — עמי יקבל שווי כולל של  $15 = 10 + 5$ .

#### בדיקת קנאה:

• **עמי:** קיבל שווי של 15 (יותר משליש). הוא לא יקנא באחרים.

• **תמי:** קיבלה שווי של 11.5, והיא לא מעריכה את חלקם של האחרים כטוב יותר.

• **רמי:** קיבל שווי של 11.5, וגם הוא לא יקנא.

#### סיכום:

• כל השטח חולק במלואו.

• כל שחקן קיבל לפחות שליש מהערך שהוא מייחס לקרקע.

• אין קנאה, כי כל אחד מעריך את חלקו לפחות כמו את חלקם של האחרים.

• החלוקה כוללת חלוקה חלקית של אזורים (רק אזור 4).

זו חלוקה הוגנת, מלאה, וללא קנאה. אם יש צורך לבדוק אפשרות נוספת, אשמח לעזור!

✍️ 📄 🗑️ 🔄

הפעם נראה שהצ'אט עשה באמת עבודה טובה יותר והצליח לעשות חלוקה יחסית טובה. הוא כן יכול היה להרחיב קצת יותר טוב בכך שהוא יגיד לכל סוכן בכמה הוא מעריך את החתיכות של הסוכנים האחרים. החלוקה היותר הגיונית במקרה הזה דווקא הייתה לתת לתמי את אזורים 1 ו-2, לתת לעמי את אזורים 3 ו-4 ולתת לרמי את אזורים 5 ו-6. כך הייתה חלוקה ללא קנאה אבל תמי ועמי היו מרוצים יותר.

מסקנה לחלוקה ללא קנאה: נראה שהפעם הצ'אט באמת הבין בצורה טובה את המונחים והצליח לממש אותם בצורה הגיונית. אולם הוא יכול לעשות עבודה טובה יותר.

נעבור לחלוקה קשירה:

חלוקה קשירה (Connected Division) מחייבת שכל שחקן יקבל אזור רציף בקרקע, ללא פיצול. בנוסף, מטרתנו היא לשמור על הוגנות, כלומר שכל שחקן יקבל לפחות שליש מערכו הכולל לקרקע (כלומר, ערך של לפחות 10 מתוך 30).

### הערכים של כל שחקן לכל אזור:

אזור	עמי	תמי	רמי
1	5	10	2
2	5	10	2
3	5	3	3
4	5	3	3
5	5	2	10
6	5	2	10

### הצעת חלוקה קשירה:

1. **תמי** – מעריכה מאוד את האזורים הראשונים, ולכן תקבל את:
  - **אזור 1 ואזור 2** (שווי  $10 + 10 = 20$ ).
  - תקבל ערך גבוה בהרבה מ-10, ולא תקנא.
2. **עמי** – מעריך את כל האזורים באותה מידה, ולכן יקבל:
  - **אזור 3 ואזור 4** (שווי  $5 + 5 = 10$ ).
3. **רמי** – מעריך מאוד את האזורים האחרונים, ולכן יקבל:
  - **אזור 5 ואזור 6** (שווי  $10 + 10 = 20$ ).

### בדיקת הוגנות:

- **עמי:** קיבל ערך 10 → בדיוק שליש.
- **תמי:** קיבלה ערך 20 → יותר משליש.
- **רמי:** קיבל ערך 20 → יותר משליש.

### בדיקת קנאה:

- **עמי** לא יקנא, כי הוא מעריך כל אזור ב-5 בלבד, ולכן אין לו העדפה מיוחדת.
- **תמי** קיבלה את האזורים המועדפים עליה ביותר, ולכן לא תקנא.
- **רמי** קיבל את האזורים המועדפים עליו ביותר, ולכן לא תקנא.

### סיכום:

- החלוקה **רציפה** וקשירה, כל שחקן קיבל אזור רציף אחד.
- כל שחקן קיבל לפחות שליש מהערך הכולל שהוא מייחס לקרקע.
- אין קנאה בין השחקנים.
- החלוקה פשוטה וברורה.

אם יש צורך לבדוק חלוקה אחרת או להסביר משהו נוסף, אשמח לעזור!

לדעתי במקרה הזה הציאת עשה עבודה מאוד טובה. זה באמת נראה חלוקה מצוינת. למרות שרק בקשתי חלוקה קשירה הציאת הניח שהחלוקה צריכה גם להיות הוגנת ולכן הוא גם בדק אם יש קנאה. זה לא היה נחוץ אך זה הופך את התשובה ליותר טובה ורואים שהוא כן הביא לפה הבנה של הנושא.

עכשיו נעבור לחלוקה לא קשירה:

תבצע לי בבקשה חלוקה לא קשירה

כדי לבצע **חלוקה לא קשירה** (Disconnected Division), ניתן לחלק כל אזור גם למספר חלקים, כך שכל שחקן יקבל חלקים מאזורים שונים. המטרה היא שכל שחקן יקבל חלקים בשווי **לפחות שליש** מהערך הכולל (כלומר, ערך של לפחות 10 מתוך 30) ולמנוע קנאה.

הערכים שכל שחקן מייחס לכל אזור:

רמי	תמי	עמי	אזור
2	10	5	1
2	10	5	2
3	3	5	3
3	3	5	4
10	2	5	5
10	2	5	6

**חלוקה לא קשירה מוצעת:**

1. **תמי:**

• תקבל 100% מאזור 1 (שווי 10 עבורו).

2. **רמי:**

• יקבל 100% מאזור 6 (שווי 10 עבורו).

3. **עמי:**

• יקבל 100% מאזור 3 (שווי 5 עבורו).

• יקבל 100% מאזור 4 (שווי 5 עבורו).

• סך הכל:  $10 = 5 + 5$ .

**חלוקת האזורים הנותרים (2 ו-5):**

• **אזור 2** (שווי 10 לתמי, 2 לרמי, 5 לעמי):

• 50% לתמי  $\rightarrow$  שווי של  $0.5 \times 10 = 5$ .

• 50% לרמי  $\rightarrow$  שווי של  $0.5 \times 2 = 1$ .

• **אזור 5** (שווי 5 לעמי, 2 לתמי, 10 לרמי):

• 100% לרמי  $\rightarrow$  שווי של 10.

### בדיקת הערכים הכוללים:

•תמי: אזור 1 (10) + חצי מאזור 2 (5) = 15.

•רמי: אזור 6 (10) + חצי מאזור 2 (1) + אזור 5 (10) = 21.

•עמי: אזור 3 (5) + אזור 4 (5) = 10.

---

### בדיקת קנאה:

•תמי לא תקנא, כי קיבלה את האזור הכי חשוב עבורה (אזור 1) ואת חצי מאזור 2.

•רמי לא יקנא, כי קיבל את אזור 6 המועדף עליו ואת אזור 5, שהוא חשוב מאוד מבחינתו.

•עמי לא יקנא, כי קיבל את השווי המינימלי של 10, וכל שחקן אחר קיבל אזורים שהוא מעריך פחות.

---

### סיכום:

•החלוקה לא קשירה (חלק מהאזורים חולקו בין שחקנים).

•כל שחקן קיבל לפחות שליש מהשווי הכולל שהוא מייחס לקרקע.

•אין קנאה בין השחקנים.

•כל השטח חולק במלואו.

אם יש צורך לבצע ניתוח נוסף או לבדוק גרסה אחרת, אשמח לעזור!



במקרה זה לעומת הקודם הוא קודם התחיל לדבר על חלוקה פרופורציונלית ולבסוף בדק שהיא ללא קנאה. נראה שהחלוקה אכן טובה והגיונית (למרות שהוא יכול לנסות שתמי ועמי יקבלו אותו דבר, זה היה אפשרי).

מסקנה על חלוקה קשירה ולא קשירה: הצ'אט הבין היטב את ההגדרות ללא צורך בהסבר. בחלוקה קשירה הוא עשה עבודה מצוינת ובחלוקה לא קשירה הוא עשה עבודה טובה אך יכול לעשות אותה בצורה טובה יותר.

עכשיו ביקשתי מהצ'אט לבצע חלוקה הוגנת ללא כל הגדרות נוספות:

חלוקה הוגנת (Proportional and Envy-Free) מחייבת שכל שחקן יקבל לפחות שליש מהערך הכולל שהוא מייחס לקרקע (כלומר, לפחות 10 מתוך 30) וגם שלא יקנא בחלק של אף שחקן אחר.

### הערכים שכל שחקן מייחס לכל אזור:

רמי	תמי	עמי	אזור
2	10	5	1
2	10	5	2
3	3	5	3
3	3	5	4
10	2	5	5
10	2	5	6

### חלוקה הוגנת מוצעת (כוללת חלוקה של אזורים):

1. תמי:

• תקבל 100% מאזור 1 (שווי 10 עבורה).

2. רמי:

• יקבל 100% מאזור 6 (שווי 10 עבורו).

3. עמי:

• יקבל 100% מאזור 3 (שווי 5 עבורו).

• יקבל 100% מאזור 4 (שווי 5 עבורו).

• סך הכל:  $5 + 5 = 10$ .

### חלוקת האזורים הנותרים (2 ו-5):

• אזור 2 (שווי 5 לעמי, 10 לתמי, 2 לרמי):

• 50% לתמי  $\rightarrow$  שווי של  $5 = 0.5 \times 10$ .

• 50% לעמי  $\rightarrow$  שווי של  $2.5 = 0.5 \times 5$ .

• אזור 5 (שווי 5 לעמי, 2 לתמי, 10 לרמי):

• 50% לרמי  $\rightarrow$  שווי של  $5 = 0.5 \times 10$ .

• 50% לעמי  $\rightarrow$  שווי של  $2.5 = 0.5 \times 5$ .

---

### חישוב הערכים הכוללים:

•תמי: אזור 1 (10) + חצי מאזור 2 (5) = 15.

•רמי: אזור 6 (10) + חצי מאזור 5 (5) = 15.

•עמי: אזור 3 (5) + אזור 4 (5) + חצי מאזור 2 (2.5) + חצי מאזור 5 (2.5) = 15.

---

### בדיקת הוגנות:

•כל שחקן קיבל ערך כולל של 15 (יותר משליש).

•כל שחקן קיבל חלקים מאזורים שהוא מייחס להם ערך גבוה.

•אין קנאה, שכן כל אחד מעריך את חלקו לפחות כמו את חלקיהם של השאר.

---

### סיכום:

•החלוקה הוגנת, פרופורציונלית, וללא קנאה.

•כל השטח חולק במלואו.

•כל שחקן קיבל ערך של לפחות שליש מההערכה הכוללת שלו.

•חלק מהאזורים חולקו באופן יחסי (חצי-חצי).

אם יש צורך לבדוק חלוקה אחרת או להעמיק בניתוח נוסף, אשמח לעזור!



נראה בבירור שהצ'אט הגדיר את החלוקה כהוגנת לפי ההתכתבויות הקדמות שלנו. למרות שגם אם זו הייתה השיחה הראשונה כנראה שזה היה הגיוני שהוא יגדיר חלוקה כהוגנת אם היא ללא קנאה ופרופורציונלית. החלוקה שהצ'אט הגדיר נראית מאוד טובה והגיונית. כל סוכן קיבל בדיוק חצי ממה שהוא רצה, זה לא חלק מההגדרות שכל הסוכנים יקבלו בדיוק את אותו אחוז שטח ממה שהם רוצים אבל יכול להיות שהצ'אט הכניס את זה לתוך חלוקה הוגנת מבחינתו.

נעבור לשאלה האם כלי בינה מלאכותית יכולים היום לשמש למציאת חתיכה הוגנת. ראשית רציתי לראות מה יש לצ'אט עצמו להגיד על השאלה:

האם לדעתך כלי בינה מלאכותית יכולים לשמש למציאת חלוקה הוגנת?

כן, כלים מבוססי בינה מלאכותית (AI) בהחלט יכולים לשמש למציאת חלוקות הוגנות, במיוחד במקרים מורכבים שבהם יש שיקולים רבים כמו ערכים סובייקטיביים, מגבלות על סוגי החלוקה (קשירה, לא קשירה), והעדפות שונות.

## כיצד AI יכול לסייע במציאת חלוקה הוגנת:

### 1. אופטימיזציה מתמטית:

- יכול להשתמש באלגוריתמים מתקדמים של **אופטימיזציה** כדי לחפש את החלוקה AI האופטימלית בהתאם לקריטריונים כמו הוגנות, יעילות, או חלוקה ללא קנאה.
- ניתן להגדיר פונקציות מטרה, כמו מזעור הקנאה או מקסום השוויון, ולתת לאלגוריתם לחפש פתרון.

### 2. למידת מכונה (Machine Learning):

- במקרים בהם יש דוגמאות רבות של חלוקות קודמות או סימולציות, ניתן לאמן מודל ללמוד אילו חלוקות נחשבות הוגנות וליישם זאת במקרים חדשים.
- ניתן גם להשתמש בלמידת חיזוק (Reinforcement Learning) כדי לאמן סוכן שמנסה לבצע חלוקות הוגנות על פני זמן.

### 3. חיפוש והערכה אוטומטית:

- יכול לבצע חיפוש אוטומטי על פני אפשרויות רבות, לבדוק אילו מהן עומדות בקריטריונים AI של הוגנות, ולסנן את הפתרונות הפחות טובים.
- מערכות אלו יכולות לנתח תרחישים מסובכים עם מספר רב של שחקנים והעדפות מגוונות.

### 4. אלגוריתמים קיימים:

- ישנם אלגוריתמים קיימים למציאת חלוקות הוגנות כמו **אלגוריתם הדיקטטור ההוגן** (Fair Division Algorithm), **אלגוריתם גלעדון-שטראוס** (Cut and Choose), ושיטות המבוססות על **Envy-Free Matching**.
- AI יכול ליישם ולשפר אלגוריתמים אלה על ידי חיפוש אוטומטי או התאמה לתנאים מורכבים יותר.

### 5. אינטראקציה עם שחקנים אנושיים:

- במקרים של חלוקה מורכבת במיוחד, ניתן לשלב את AI ככלי תומך החלטה, המציע חלוקות אפשריות ומשפר אותן בהתבסס על משוב מהמשתמשים.

## יתרונות השימוש ב-AI:

- **מהירות חישוב:** יכול לבצע חישובים על פני תרחישים מרובים במהירות.
- **יכולת להתמודד עם מורכבות:** מסוגל לטפל במספר רב של משתנים והעדפות.
- **אובייקטיביות:** מבטיח פתרון שלא מושפע מהטיות אנושיות.

## מגבלות:

- **הגדרת ערכים סובייקטיביים:** אם השחקנים מתקשים להגדיר את הערך שהם מייחסים לכל אזור, זה עשוי להקשות על המערכת.
- **הבנת הוגנות:** ההגדרה של מהי "הוגנות" משתנה בין תרחישים, והגדרה לא מדויקת עלולה להוביל לפתרון לא רצוי.

## סיכום:

הוא כלי חזק למציאת חלוקות הוגנות, במיוחד במצבים מורכבים או כאשר יש צורך בניתוח AI כמותי רחב. עם זאת, יש צורך בהגדרה מדויקת של קריטריוני ההוגנות וההעדפות כדי להבטיח שהמערכת תספק פתרון איכותי.



עכשיו נעבור למה שאני חושבת על השאלה. מההתכתבות בבירור ניתן לראות שהצ'אט אכן שולט במושגים בתחום שזו כבר התחלה מאוד טובה. אבל, צריך לעקוב ממש מקרוב אחר התשובות ולא פעם הוא טועה. אם לאדם מול הצ'אט יש ידע מוקדם על התחום הוא יוכל לזהות את הטעויות ויכול מאוד להיות שהצ'אט יביא לתשובה נכונה לאחר מספר שאילתות יחסית קטן. אולם, לא ניתן לסמוך על הצ'אט לדוגמה אם האדם לא מכיר לעומק את הנושא או שהוא ממש יהווה את האלגוריתם של החיתוך ללא השגחה. קיים בבינה מלאכותית תחום שהולך ומתפתח עכשיו למתן כללים לבינה מלאכותית (תכנון מבוסס אילוצים). יכול מאוד להיות שבעזרת אלגוריתמים כאלו אכן יהיה ניתן לסמוך יותר עליהם שהם יובילו למציאת חלוקות בצורה נכונה.

בנוסף, אפשר לראות לאורך כל ההתכתבות שהצ'אט ניסה בעצמו למצוא חלוקה טובה אבל אף פעם לא פעל על פי אלגוריתם ידוע. כלומר, הוא ניסה תמיד למצוא חלוקה מתאימה אבל אף פעם לא באמת עקב אחר אלגוריתם מתאים. לכן התשובה שלי בסעיף א' שונה מאוד מהתשובה שלו על חלוקה פרופורציונלית, אני עקבתי אחר האלגוריתם "המפחית האחרון" ולעומת זאת הצ'אט ניסה לייצר משהוא הגיוני בעצמו.

לסיכום, אני חושבת שאנחנו יחסית קרובים לתקופה שבה כלי בינה מלאכותית יוכלו לייצר חלוקות לפי קריטריונים שונים אבל אנחנו עדיין לא נמצאים שם ויש עוד דרך התקדמות.