

שאלה 1 (25 נקודות: א'-ג' 5 נק' כ"א; ד' – 10 נק')

נתון משחק פאזל של 1×7 שבו שלושה כלים שחורים ושלושה כלים לבנים.

המצב ההתחלתי הוא:



והמטרה היא שכל הכלים הלבנים יהיו משמאלם של כל הכלים השחורים. המיקום הסופי של הכלים השחורים אינו מעניין.

ישנם שני סוגים של פעולות חוקיות במשחק זה:

1. העברת כלי למשבצת הסמוכה אם אותה משבצת הינה פנויה. מחיר פעולה כזו הוא 1.
2. העברת כלי מעל כלי אחד או מעל שני כלים אחרים לתוך משבצת פנויה. מחיר פעולה כזו שווה למספר הכלים שמעליהם דילגנו (כלומר 1 או 2).

ענו על השאלות הבאות עבור בעיית חיפוש זו:

א. מהי דרגת הסיעוף (branching factor) של הבעיה?

ב. האם חיפוש לרוחב (BFS) הינו אופטימלי עבור בעיה זו? נמקו בקצרה.

ג. האם חיפוש A^* בגרסת "חיפוש עץ" עם יוריסטיקה $h(\text{state})=0$ הינו אופטימלי עבור בעיה זו? נמקו בקצרה.

ד. עבור כל אחת מהיוריסטיקות הבאות, קבעו האם היא קבילה או לא קבילה ונמקו בקצרה:

1. $h_1 = \{\text{מספר הכלים השחורים משמאלו של הכלי הלבן השמאלי ביותר}\}$

2. $h_2 = \{\text{מספר הכלים השחורים משמאלו של הכלי הלבן הימני ביותר}\}$

3. $h_3 = \left\{ \begin{array}{l} \text{מס' הכלים השחורים משמאלו} + \text{מס' הכלים הלבנים מימינו של} \\ \text{של הכלי הלבן הימני ביותר} \quad \text{הכלי השחור השמאלי ביותר} \end{array} \right\}$

4. $h_4(\text{state}) = 1/2 \cdot h_3(\text{state})$

5. $h_5(\text{state}) = 2 \cdot h_3(\text{state})$

המשך הבחינה בעמודים הבאים

שאלה 2 (18 נק': א'-10 נק'; ג'-8 נק')

לכבוד שבוע הספר העברי ראינו קוראי ספרים לגבי העדפות הקריאה שלהם. המטרה היתה לבדוק כיצד משפיעות התכונות הבאות על העדפת הקריאה. התכונות שנבדקו הן סוגי ספרים: "ספרים בעלי סוף טוב" ו" ספרי מתח" שהן תכונות בינריות, ותכונה נוספת "אורך" המקבלת שלושה ערכים המציינים האם אורך הספר הוא קצר (עד 100 עמודים), בינוני (בין 100 עמודים ל-200) או ארוך (מעל 200 עמודים). הטבלה הבאה מכילה 10 דוגמאות אימון בהתאם לתשובות הקוראים:

| סוף טוב | מתח | אורך | אוהב |
|---------|-----|--------|------|
| כן | כן | קצר | כן |
| כן | כן | בינוני | כן |
| כן | כן | ארוך | כן |
| כן | כן | קצר | כן |
| לא | כן | בינוני | לא |
| לא | כן | ארוך | לא |
| לא | לא | קצר | לא |
| כן | לא | בינוני | לא |
| לא | לא | ארוך | כן |
| לא | לא | קצר | כן |

א. מהי תוספת האינפורמציה (information gain) של התכונה "מתח"?

ב. נניח שנתונה תכונה בינרית A המפצלת קבוצת דוגמאות E לשתי תת-קבוצות לא ריקות E_1 ו- E_2 . נניח כי לבן ה-i p_i יש דוגמאות חיוביות ו- n_i דוגמאות שליליות ביחס למשתנה סיווג בינרי C.

האם יתכן שתוספת האינפורמציה של התכונה A (לצורך ניבוי הסיווג C) היא 0: אם כן, הסבירו כיצד ואם לא, הסבירו למה לא.

ניתן להשתמש בערכים המקורבים הבאים (כל ה-log-ים הם בבסיס 2):

$$\begin{aligned} \log 0.1 &= -3.32, & \log 0.2 &= -2.32, & \log 0.3 &= -1.74, & \log 0.33 &= -1.6, & \log 0.4 &= -1.32, \\ \log 0.45 &= -1.15, & \log 0.5 &= -1.0, & \log 0.55 &= -0.85, & \log 0.6 &= -0.74, & \log 0.67 &= -0.6, \\ \log 0.7 &= -0.5, & \log 0.8 &= -0.3, & \log 0.9 &= -0.15, & \log 1 &= 0 \end{aligned}$$

המשך הבחינה בעמודים הבאים

שאלה 3 (18 נקודות: א'- 5 נק'; ב'- 8 נק'; ג'- 5 נק')

אנו מעוניינים לחשב את ההסתברות שאדם יאהב משחק כלשהו.

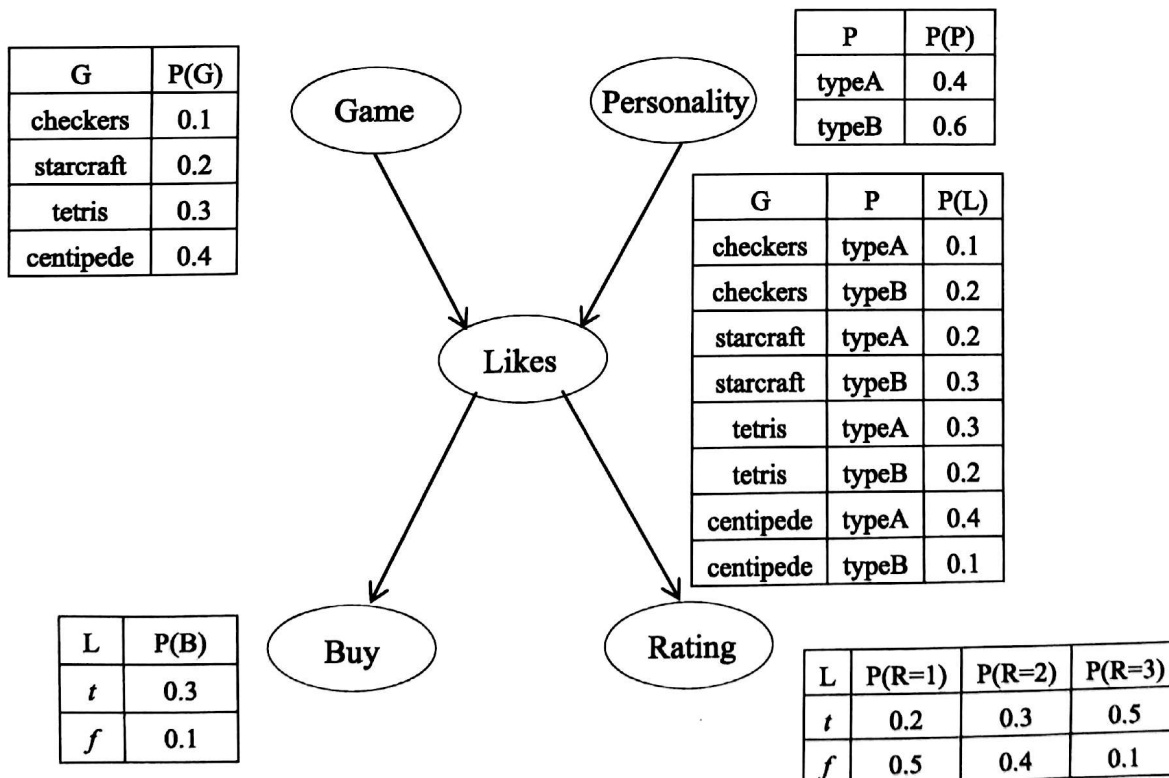
נרצה לבנות רשת בייסיאנית כדי לייצג את המידע הנתון לנו בנושא שיווק משחקים. נשתמש במשתנים הבאים (בסוגריים מופיעה האות המייצגת כל משתנה באופן מקוצר):

| משתנה | תחום ערכים |
|----------------|--|
| Likes(L) | {true, false} |
| Personality(P) | {typeA, typeB} |
| Game(G) | {checkers, starcraft, tetris, centipede} |
| Rating(R) | {1, 2, 3} |
| Buy(B) | {true, false} |

א. בהינתן המידע הבא לגבי אי תלות מותנה, הראו את מבנה הרשת הבייסיאנית המייצגת בצורה נכונה מידע זה:

- $P(\text{Buy} | \text{Game}, \text{Likes}, \text{Personality}, \text{Rating}) = P(\text{Buy} | \text{Rating}, \text{Likes})$
- $P(\text{Game} | \text{Buy}, \text{Likes}, \text{Personality}, \text{Rating}) = P(\text{Game})$
- $P(\text{Likes} | \text{Buy}, \text{Game}, \text{Personality}, \text{Rating}) = P(\text{Likes} | \text{Game}, \text{Personality})$
- $P(\text{Personality} | \text{Buy}, \text{Game}, \text{Likes}, \text{Rating}) = P(\text{Personality})$
- $P(\text{Rating} | \text{Buy}, \text{Game}, \text{Likes}, \text{Personality}) = P(\text{Rating})$

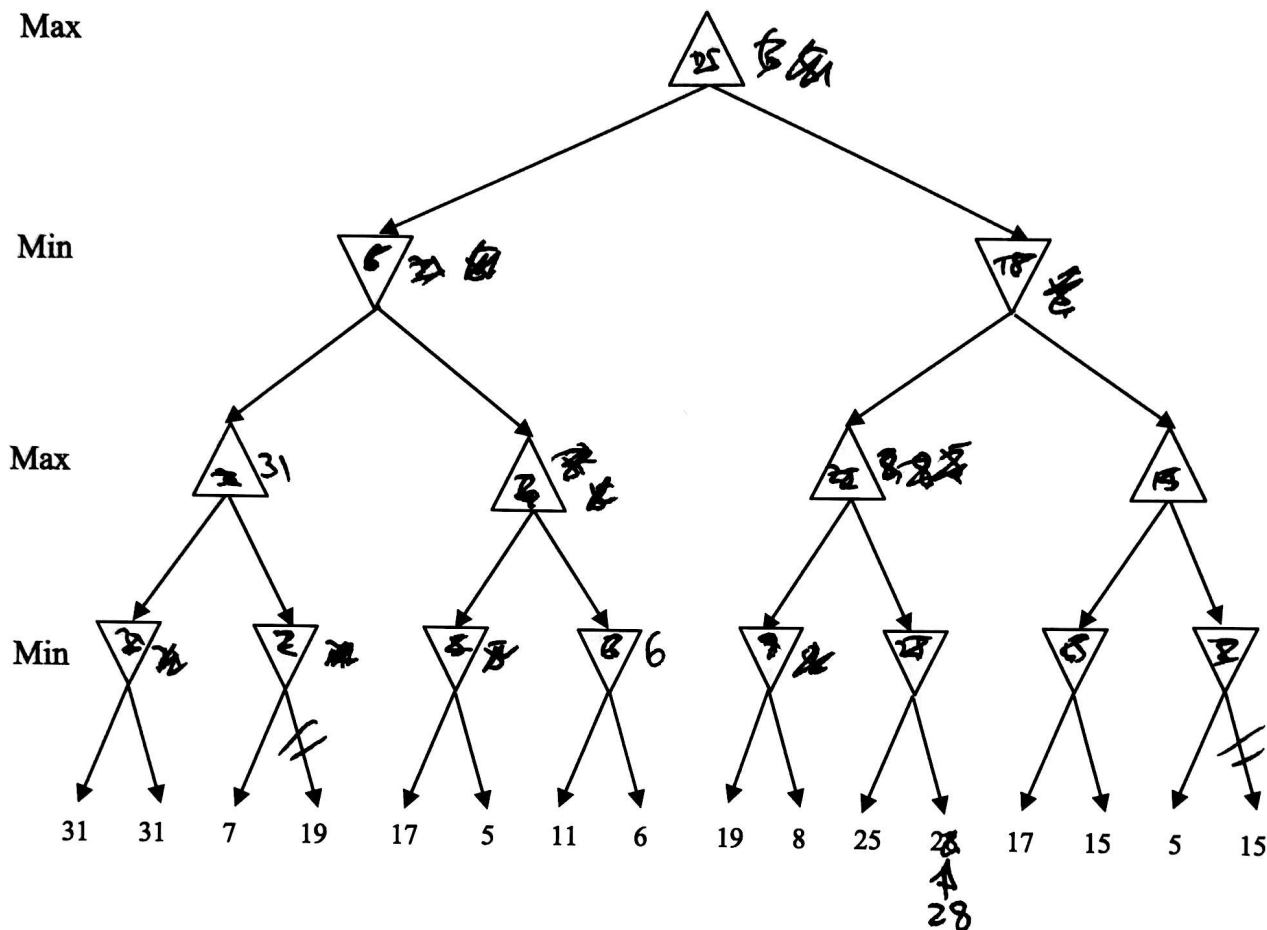
ב. נתונה הרשת הבייסיאנית שלהלן.



עליכם לחשב את ההסתברות $P(\text{Buy}=\text{true} | \text{Personality}=\text{typeB}, \text{Rating}=3)$. הראו את הדרך.

שאלה 4 (15 נקודות: א': 6 נק'; ב' - 4 נק'; ג' - 5 נק')

נתון עץ המשחק הבא:



השחקן בשורש העץ הוא שחקן MAX והעץ נסרק משמאל לימין.

א. i. מהו ערך המינימקס של השורש? (1 נק')

ii. העתיקו את עץ המשחק למחברתכם וסמנו את כל הצמתים (הענפים) אשר ייגזמו על ידי אלגוריתם אלפא ביתא כאשר סדר הסריקה יהיה משמאל לימין. (5 נק')

ב. נניח שיכולנו לשנות את ערכו של העלה החמישי מימין (בעל ערך 28) ל-5 או ל-17. האם אחד מהערכים האלו יאפשר לגזום יותר צמתים בחיפוש? אם כן, איזה ערך מביניהם יאפשר לגזום הכי הרבה צמתים? נמקו.

ג. מה יקרה אם אלגוריתם אלפא-ביתא יופעל על אינטרוול ריק $(a, a+1)$ כלומר α מספר שלם ו- $\beta = \alpha + 1$?

שימו לב: מניחים כי ערכי המצבים הם שלמים.

המשך הבחינה בעמוד הבא

שאלה 5 (24 נקודות: חלק ראשון - א' - 7 נק'; ב' - 6 נק'; ג' - 6 נק'; חלק שני - 5 נק')

חלק ראשון:

בסרט מונטי פייתון והגביע הקדוש, המלך ארתור וסר בדבר (Sir Bedevere) עוזרים לקבוצת איכרים להשתמש בלוגיקה כדי להוכיח בעזרת ברווז (שנקרא לו D) שאישה (שנקרא לה A) היא מכשפה.

המשפטים המוסכמים על ידי המלך ארתור וסר בדבר הם:

1. כל האנשים שעשויים מעץ הם מכשפות.
2. כל הברווזים עשויים מעץ.
3. כל דבר ששוקל כמו ברווז עשוי מעץ.
4. האישה (A) שוקלת כמו הברווז (D).

- א. כתבו את המשפטים הללו בלוגיקה מסדר ראשון.
- ב. המירו את כל המשפטים (מסעיף א') לצורת CNF.
- ג. השתמשו בהאחדה וברזולוציה כדי להוכיח כי האשה היא מכשפה. (אתם יכולים להניח שהיא אדם).

חלק שני:

נתון המשפט: פיל הוא שמח אם כל ילדיו יכולים לעוף.
להלן נתונים שני תרגומים בלוגיקה מסדר ראשון.
קבעו לכל אחד מהם האם הוא מהווה תרגום נכון למשפט הנתון ונמקו את קביעתכם.

1. $\forall x(Elephant(x) \rightarrow ((\forall y(Child(y, x) \rightarrow Fly(y)) \rightarrow Happy(x))))$
2. $\forall x(Elephant(x) \wedge Happy(x) \rightarrow \forall y(Child(y, x) \rightarrow Fly(y)))$

בהצלחה!

