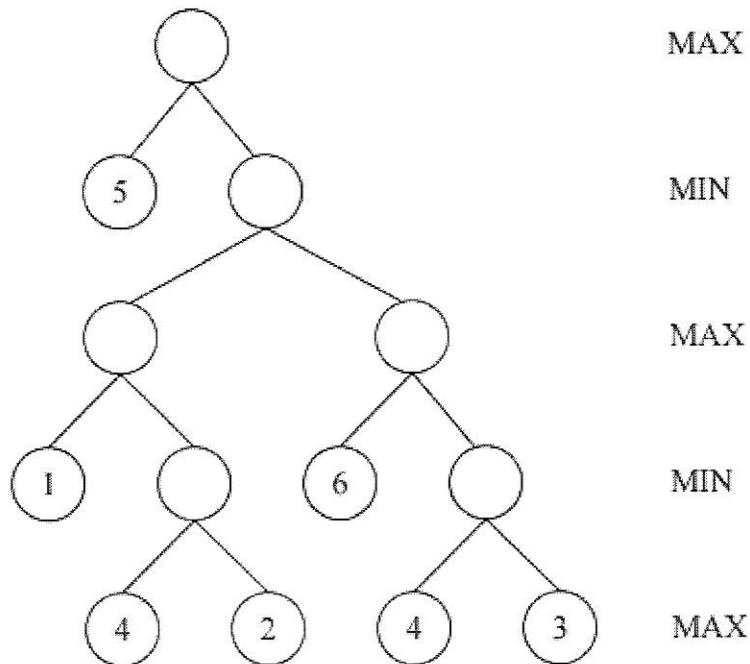


שאלה 1 (18 נק': א'-1 נק'; ב'-10 נק'; ג'-7 נק')

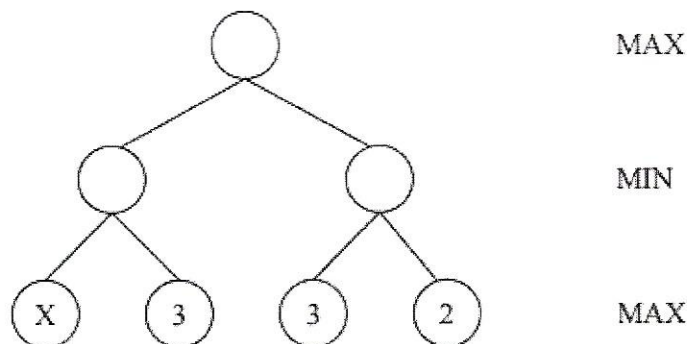
נתון עץ המשחק הבא.

הערכים המופיעים בעלים הם הערכה סטטית שלהם. (רמת השורש היא 0).



ענו על הסעיפים הבאים במחברת הבחינה:

- קבעו את ערכי הקדקדים הפנימיים של העץ על-פי אלגוריתם Minimax וסמנו את מסלול הבחירה של השחקן שבשורש העץ. מהו ערך המינימקס של השורש?
- סמנו את חלקי העץ אשר ייגזמו במהלך חיפוש אלפא-ביתא משמאל לימין וכתבו (בצמתים) את ערכיהם של הצמתים אשר ייסרקו.
- נניח כי נתונה גירסה של אלגוריתם אלפא-ביתא היכול לנצל את העובדה שהערכים של כל הצמתים הם שלמים בין 1 ל-6. עבור עץ המשחק שלהלן, כתבו את כל הערכים של X שעבורם לא יבצע האלגוריתם בגירסה זו כל גיזום, בהנחה שהאלגוריתם סורק את העץ משמאל לימין.



שאלה 2 (20 נק': א'-4 נק'; ב'-4 נק'; ג'-4 נק'; ד'-8 נק')

חללית נחתה כרגע על כוכב מסויים והצוות שלה התחיל לחקור את חיי היצורים על כוכב זה. הציוד שיכול לסייע בכך אינו תקין, כך שכל הידוע לגבי אובייקט הוא צבעו, כמה עיניים יש לו והאם הוא חי או לא. בין אנשי הצוות, אין ביולוגים ולכן יש להשתמש בעץ החלטה כדי לסווג את האובייקטים הסמוכים לאזור נחיתה החללית, ליצורים חיים ולא חיים.

השתמשו בקבוצת האימון אשר בטבלה הבאה (דוגמאות למידה) כדי לענות על השאלה:

Object	Color	Number of eyes	Alive
A	Red	4	Yes
B	Black	42	No
C	Red	13	Yes
D	Green	3	Yes
E	Black	27	No
F	Red	2	Yes
G	Black	1	Yes
H	Green	11	No

א. מהי האנטרופיה של Alive?

ב. מהי תוספת האינפורמציה של התכונה "צבע" (Color)?

ג. נניח שנהפוך את התכונה "מספר העיניים" (Number of eyes) לתכונה בינרית כדי לבנות עץ החלטה. איזו מהקטגוריות הבינריות שלהלן, מחלקת את הדוגמאות (אשר בטבלה שלעיל) עם תוספת אינפורמציה מקסימלית עבור תכונה זו?
(הכוונה כאן היא לתשובה הנובעת ישירות מהמידע שבטבלה. לא נדרשים ערכים מדוייקים).

- a) $\{\text{Number of eyes} = 11, \text{Number of eyes} \neq 11\}$
- b) $\{\text{Number of eyes} \leq 4, \text{Number of eyes} > 4\}$
- c) $\{\text{Number of eyes} \leq 13, \text{Number of eyes} > 13\}$

ד. נניח שהיינו רוצים לבנות עץ החלטה באופן הבא:

תחילה, לחלק תוך שימוש בתכונה כפי שבחרתם בסעיף הקודם (ג').

לאחר מכן, לחלק על פי התכונה צבע.

כיצד יסווג עץ ההחלטה הזה את האובייקטים הבאים (חי או לא חי):

(i) אובייקט אדום עם 23 עיניים

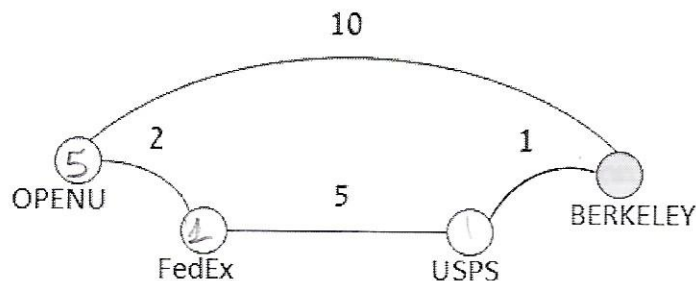
(ii) אובייקט שחור עם 1.5 עיניים

שאלה 3 (22 נק': א'-1 נק'; ב'-12 נק'; ג'-3 נק'; ד'-6 נק')

נתון הגרף הבא המייצג שתי דרכים אפשריות למשלוח חבילות מהאוניברסיטה הפתוחה (בישראל) לאוניברסיטת ברקלי:

בדואר אוויר (OPENU \rightarrow BERKELEY)

או באמצעות חברת משלוחים (OPENU \rightarrow FedEx \rightarrow USPS \rightarrow BERKELEY).



א. מהו מחיר המסלול האופטימלי ממהאוניברסיטה הפתוחה לאוניברסיטת ברקלי?

ב. נתונות היוריסטיקות הבאות h_1, h_2, h_3 המעריכות את המחיר מצומת מסויים לצומת המטרה, BERKELEY.

עבור כל אחת מהיוריסטיקות, כתבו האם היא קבילה ואם עקבית והסבירו.

	OPENU	FedEx	USPS	BERKELEY
h_1	10	1	1	0
h_2	5	1	1	0
h_3	5	4	1	0

ג. כמה פעמים יפתח אלגוריתם A^* את FedEx אם הוא משתמש ביוריסטיקה h_2 , אם A^* אינו שומר את הצמתים שכבר נסרקו? הסבירו את תשובתכם.

ד. נניח כי אנו מגדירים פונקציית הערכה לבעית חיפוש יוריסטי באופן הבא:

$$f(n) = (w * g(n)) + ((1-w) * h(n))$$

כאשר $g(n)$ הוא המחיר של המסלול הטוב ביותר שנמצא מהצומת ההתחלתי לצומת n ,

$h(n)$ היא פונקציית יוריסטית קבילה המעריכה את מחירו של מסלול מ- n לצומת המטרה

ומתקיים $0.0 \leq w \leq 1.0$.

איזה אלגוריתם חיפוש יתקבל בכל אחד מהמקרים הבאים:

(i) $w=0.0$

(ii) $w=0.5$

(iii) $w=1.0$

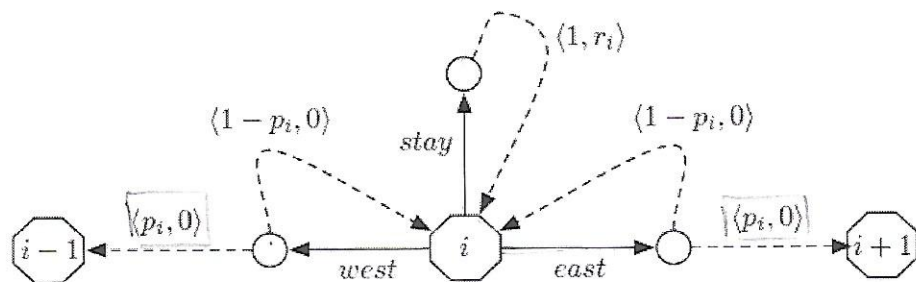
שאלה 4 (18 נק': א'- 7 נק'; ב- 7 נק'; ג'- 4 נק')

לאורך הכביש היחיד באנטרקטיקה יש N ערים, הממוספרות בסדר עוקב מ-1 עד N . איש עסקים מתחיל את פעילותו העסקית בעיר מס' 1. בכל יום הוא יכול לבחור בין שתי אפשרויות:

לנסוע לאחת הערים הסמוכות (פעולות $East$ ו- $West$) או להישאר בעיר הנוכחית ולעשות בה עסקים (פעולת $Stay$).

אם הוא יבחר לנסוע מעיר i (לעיר $i+1$ או לעיר $i-1$), הוא יגיע ליעדו בהצלחה בהסתברות p_i , אך בהסתברות $1 - p_i$ סופות שלגים ישאירו אותו בסופו של דבר בעיר i והיום יתבזבז. בכל מקרה, מוצלח או לא, יום נסיעות לא מביא לאיש העסקים שלכם שום תגמולים מיידיים. אחרת, אם הוא מלכתחילה יבחר להישאר ולעשות עסקים בעיר i , אזי באותו יום הוא יקבל תגמול $r_i > 0$.

הדיאגרמה שלהלן מתארת פעולות והתרחשויות אפשריות בעיר i . החיצים הרציפים מתארים פעולות. החיצים המקווקווים מתארים מעברים סטוכסטיים; כל מעבר מתויג עם הסתברותו ותגמולו, בסדר הזה.



א. בהנחה שלכל i , $p_i = 1$, $r_i = 1$, ואיש העסקים רוצה להיות מונע על-ידי ערכים עם אופק אינסופי אך מקדם הפליית עתיד (discount factor) הוא $\gamma = 0.5$.

מה תהיה התועלת של הימצאות בעיר מס' 1 תחת מדיניות של תמיד לבחור בפעולה $Stay$? יש לתת תשובה מספרית מלווה בנימוק קצר.

ב. בהנחה שלכל i , $p_i = 1$, $r_i = 1$, ואיש העסקים רוצה להיות מונע על-ידי ערכים עם אופק אינסופי אך מקדם הפליית עתיד (discount factor) הוא $\gamma = 0.5$.

מה יהיה הערך $U(1)$ של הימצאות בעיר מס' 1 תחת מדיניות אופטימלית? יש לתת תשובה מספרית מלווה בנימוק קצר.

ג. בהנחה שכל ה- r_i וכל ה- p_i הם מספרים חיוביים ידועים והפליית העתיד $\gamma = 1$, תארו את המדיניות האופטימלית לאיש העסקים.

אתם יכולים לתאר אותה באופן פורמלי או במילים (למשל, "תמיד תבצע $East$ "), אבל תשובתכם צריכה לתאר במדויק איך איש העסקים שלכם צריך לפעול בכל מצב אפשרי.

רמז: כפי הנראה לא תצטרכו לבצע כאן חישובים מסובכים.

דני אוהב את כל סוגי האוכל.

בננות הן אוכל.

גבינה היא אוכל.

כל דבר שמישהו אוכל ולא מת ממנו, הוא אוכל.

יובל אוכל בוטנים והוא חי.

הילה אוכלת כל דבר שיובל אוכל.

א. תרגמו את המשפטים הללו לפסוקים בלוגיקה מסדר ראשון.

ב. המירו את המשפטים לצורת CNF.

ג. השתמשו ברזולוציה כדי להוכיח: "דני אוהב בוטנים".

ד. לפי דעותיהם של הפרשנים הפוליטיים, "מפלגה חדשה" (N) "יכולה להיכנס לכנסת" (E) אם

ורק אם היא "דוגלת בקידום שוויון בנטל" (A).

אילו מהנוסחאות הבאות מייצגות טענה זו במדויק?

אם יש נוסחא (ות) שעבורה(ן) תשובתכם שלילית, הסבירו אותה.

i. $(N \wedge E) \leftrightarrow A$

ii. $N \rightarrow (E \leftrightarrow A)$

iii. $N \rightarrow ((A \rightarrow E) \vee \neg E)$

ב ה צ ל ח ה !