

שאלון בחינה בקורס "מבוא לקבלת החלטות אלגוריתמית א"

ד"ר נועם חזון

סמסטר א', מועד א', תשע"ה

זמן הבחינה: 150 דקות

מותר להשתמש במחשבון כיס רגיל

נא לכתוב בכתב ברור

שאלה 1

אדון פקמן וגברת פקמן מצאו את עצמם תקועים במבוך והם מעוניינים להיפגש. לא אכפת להם איפה, העיקר ששניהם יגיעו לאותה משבצת בדיוק. המבוך מיוצג כמטריצה של $N \times N$ תאים, ללא מכשולים. בכל שלב, שניהם זזים **במקביל**, והפעולות האפשריות עבור כל אחד הן: North, South, East, West, Stop. עלינו למצוא תוכנית בה הם ייפגשו במספר הצעדים הנמוך ביותר.

א. ייצגו את הבעיה כבעיית חיפוש בגרף-

a. מהו מרחב המצבים?

b. מהו גודלו המקסימאלי של מרחב המצבים?

c. מהו ה-branching factor?

d. מהי פונקציית ה-goal test?

ב. הציעו פונקציה היוריסטית שהיא גם admissible לבעיה.

ג. לכל אחד מהאלגוריתמים הבאים קבעו האם ימצא תמיד את הפתרון האופטימאלי עבור בעיה זו או לא, ונמקו בקצרה.

a. DFS

b. BFS

c. Uniform-cost Search

d. A^* עם פונקציה היוריסטית שהיא admissible ו-consistent

e. A^* עם היוריסטיקה שמחזירה 0 בכל מקרה

f. Greedy Search עם היוריסטיקה שהיא admissible ו-consistent

ד. באופן כללי: אם h_1 ו- h_2 הן פונקציות היוריסטיות שהן גם admissible, קבעו לכל אחת מהפונקציות הבאות האם הן admissible או לא, ונמקו בקצרה.

a. $h_1 + h_2$

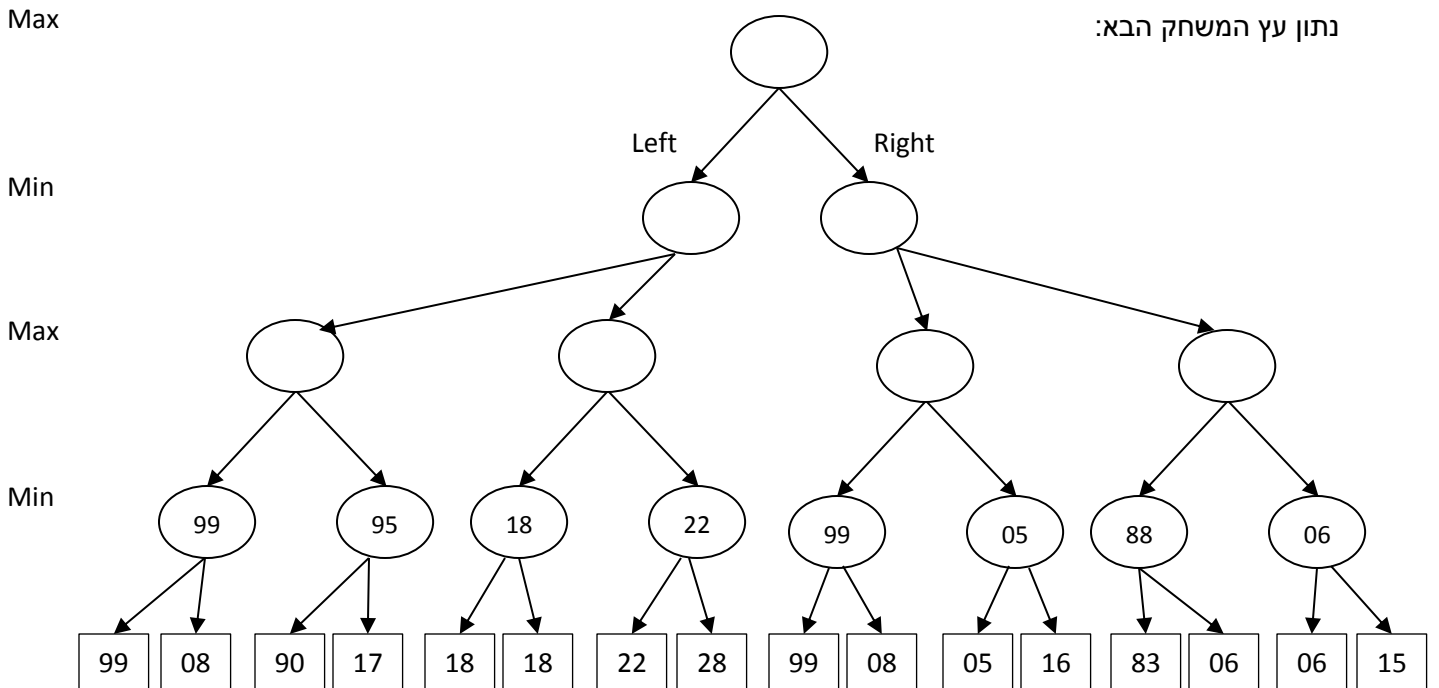
b. $h_1 * h_2$

c. $\max(h_1, h_2)$

d. $\min(h_1, h_2)$

e. $(a) * h_1 + (1-a) * h_2$, עבור a בקטע $[0, 1]$.

שאלה 2



המספרים למטה מייצגים את ערכי העלים לפי max. המספרים בקודקודים מייצגים את הערכת הפונקציה היוריסטית לקודקודים אלו.

א. בהנחה שעומק החיפוש הוא 3 (ז"א max משחק, אחריו min, ושוב max),

a. איזה פעולה יבחר max לפי אלגוריתם minimax?

b. מהו ערך ה-minimax של העץ?

ב. בהנחה שעומק החיפוש הוא 4 (ז"א כל העץ),

a. איזה פעולה יבחר max לפי אלגוריתם minimax?

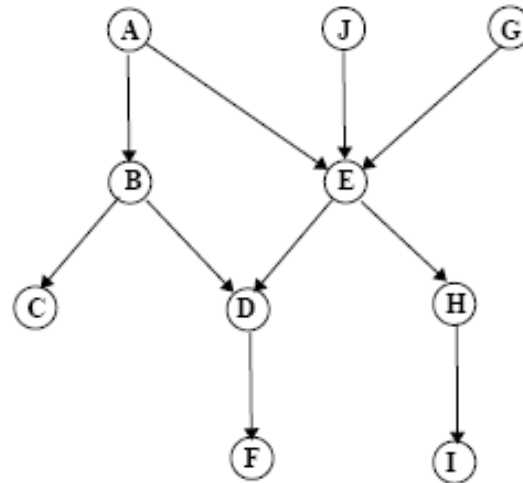
b. מהו ערך ה-minimax של העץ?

ג. האם דרך הפעולה של שחקן max יכולה להשתנות במעבר מחיפוש לעומק 3 לחיפוש לעומק 4? למה?

ד. הראו איזה קודקודים לא יפותחו לפי alpha-beta כאשר נשתמש בכל העץ וסדר החיפוש יהיה משמאל לימין.

שאלה 3

נתונה הרשת הבייסית הבאה. המשתנים A, J, G הם טרינאריים (מקבלים 3 ערכים אפשריים) וכל שאר המשתנים בינאריים.



- א. אם נתעלם ממבנה הרשת לגמרי, כמה ערכים נצטרך לאכסן כדי לייצג את ה- full joint probability distribution?
- ב. בהינתן מבנה הרשת הנוכחי, כמה ערכים נצטרך לאכסן כדי לייצג את ה- full joint probability distribution?
- ג. אלו מהטענות הבאות נובע ממבנה הרשת? נמקו בקצרה כל תשובה.
- a. $P(C|B) = P(C|B,H)$
- b. $P(G) = P(G|A)$
- c. $P(D|B,E) = P(D|B,E,F)$
- d. $P(E,B|A,J,G) = P(E|A,J,G) * P(B|A,J,G)$

שאלה 4

- ענו נכון/לא נכון והסבירו. **תשובה ללא הסבר לא תתקבל.**
- א. כשמשמשים ב- IDA* לא כדאי לממש closed-list.
- ב. למשחק סימולטני יכולה להיות יותר מנקודת שיווי משקל אחת.
- ג. אלגוריתם maxN נותן תוצאות טובות יותר מאלגוריתם paranoid.
- ד. סדר פיתוח הקודקודים לא משנה את היעילות של אלגוריתם α - β .
- ה. אנשים קונים ביטוח, ועדיין אפשר להגיד שהם מתנהגים לפי עיקרון ה- MEU.

נוסחאות:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

הסתברות מותנית

$$P(A) = \sum_{j=1}^n P(A|B_j)P(B_j) \quad \text{(נוסחת ההסתברות השלמה (B_j מהווים חלוקה של המרחב))}$$

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)} = \frac{P(A|B)P(B)}{\sum_{j=1}^n P(A|B_j)P(B_j)}$$

חוק בייס

תשובות:

שאלה 1

א.

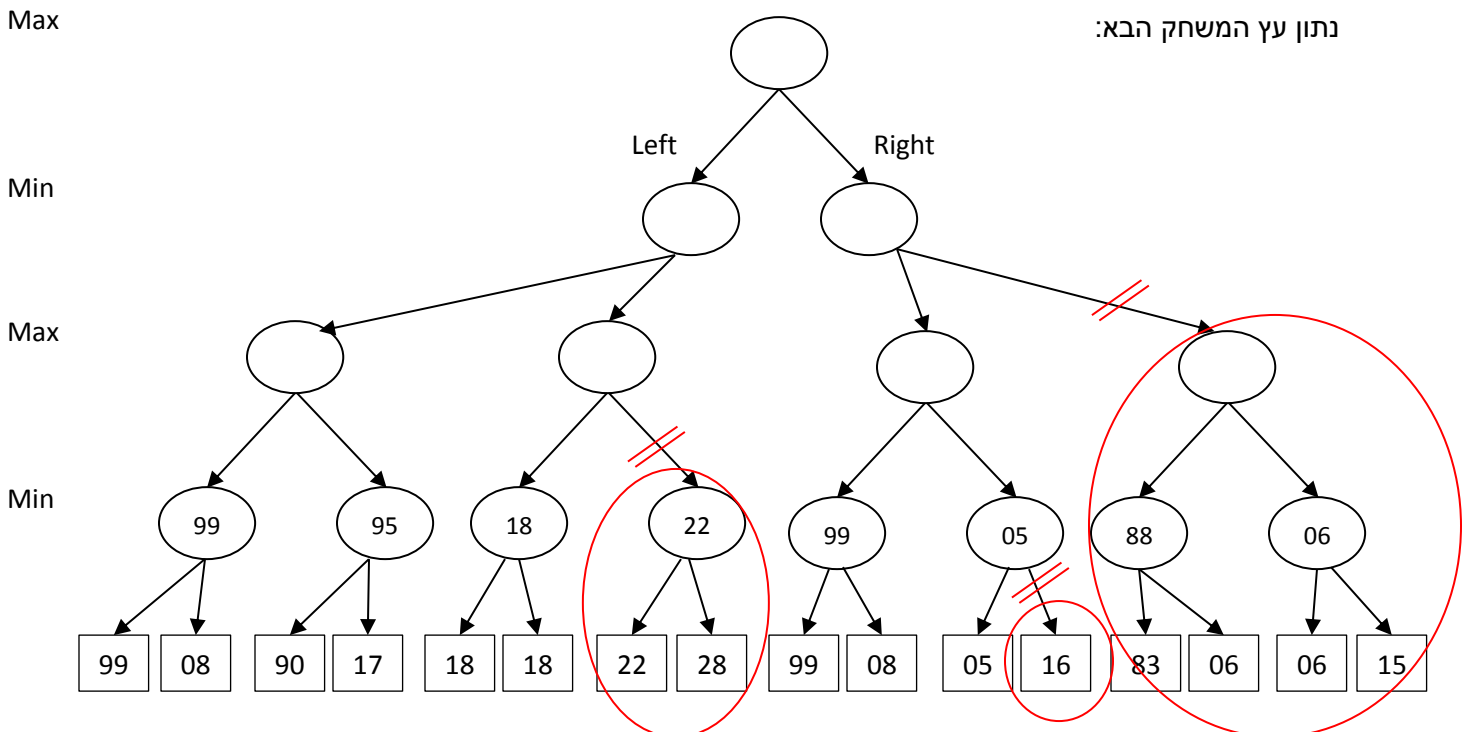
- a. קבוצת כל הזוגות של קואורדינטות חוקיות: $\{(x1,y1),(x2,y2) \mid x1,x2,y1,y2 \in \{1,2,\dots,N\}\}$
 b. N^4
 c. לכל פקמן יש בחירה של 5 פעולות ולכן ה- branching factor הוא 25.
 d. $isGoal((x1,y1),(x2,y2))$ תחזיר true אם ורק אם $(x1=x2) \wedge (y1=y2)$
 ב. מרחק מנהטן בין אדון וגברת פקמן, חלקי 2 (כי הם זזים במקביל).
 ג.

- a. DFS - לא, כי הוא לא אופטימאלי.
 b. BFS - כן, כי הוא אופטימאלי בגרף ללא משקולות כמו אצלנו.
 c. Uniform-cost Search - כן, כי הוא שקול ל- BFS בגרף ללא משקולות.
 d. A^* עם פונקציה היוריסטית שהיא admissible ו- consistent - כן, כי זה התנאי לכך ש- A^* יהיה אופטימאלי כאשר כל המשקולות בגרף גדולים או שווים מאיזשהו קבוע חיובי, כמו אצלנו.
 e. A^* עם היוריסטיקה שמחזירה 0 בכל מקרה - כן, כי אז הוא שקול ל- Uniform-cost Search.
 f. Greedy Search עם היוריסטיקה שהיא admissible ו- consistent - לא בהכרח, כי הוא לא אופטימאלי.

ד.

- a. $h1 + h2 > h^*$ לא, כי יכול להיות ש- $h1 = h2 = h^*$ ולכן $h1 + h2 > h^*$
 b. $h1 \times h2 > h^*$ לא, כי יכול להיות ש- $h1 = h2 = h^*$ וגם $h1 \times h2 > h^*$
 c. $\max(h1,h2) = h2 \leq h^*$ או $\max(h1,h2) = h1 \leq h^*$ כן, כי
 d. $\min(h1,h2)$ - כן, מאותו נימוק של הסעיף הקודם.
 e. $(a) \cdot h1 + (1-a) \cdot h2$, עבור a בקטע $[0,1]$ - כן, כי $h1, h2 \leq \max(h1,h2)$ ולכן,
 $(a) \cdot h1 + (1-a) \cdot h2 \leq (a) \max(h1,h2) + (1-a) \max(h1,h2) = \max(h1,h2) \leq h^*$

שאלה 2



- א. בהנחה שעומק החיפוש הוא 3 (ז"א max משחק, אחריו min, ושוב max),
 a. איזה פעולה יבחר max לפי אלגוריתם minimax? **ימינה**
 b. מהו ערך ה-minimax של העץ? **88**
 ב. בהנחה שעומק החיפוש הוא 4 (ז"א כל העץ),
 a. איזה פעולה יבחר max לפי אלגוריתם minimax? **שמאלה**
 b. מהו ערך ה-minimax של העץ? **17**
 ג. האם דרך הפעולה של שחקן max יכולה להשתנות במעבר מחיפוש לעומק 3 לחיפוש לעומק 4? למה?
כן. כי בעומק 3 השתמשנו ביוריסטיקה, שלא נותנת ערך מדויק.
 ד. הראו איזה קודקודים לא יפותחו לפי alpha-beta כאשר נשתמש בכל העץ וסדר החיפוש יהיה משמאל לימין.

שאלה 3

- א. $2^7 \cdot 3^3 - 1 = 3455$
 ב. נחשב כמה ערכים יש ב-CPT של כל משתנה:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3-1	3(2-1)	2*(2-1)	2*2*(2-1)	3*3*3*(2-1)	2*(2-1)	3-1	2*(2-1)	2*(2-1)	3-1

$$2 + 3 + 2 + 4 + 27 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 48$$

- ג.
 a. נובע ממבנה הרשת, מכיוון ש-B הוא ההורה של C, C ב"ת ב-H (שאינו צאצא שלו) בהינתן B.
 b. נובע ממבנה הרשת, מכיוון ש-G ו-A ב"ת.
 c. לא נובע ממבנה הרשת, מכיוון ש-F הוא בן של D, לא ניתן להגיד ש-D ו-F ב"ת בהינתן ההורים של D.
 d. נובע ממבנה הרשת, מכיוון ש-B ו-E ב"ת בהינתן ההורים שלהם.

שאלה 4

- א. נכון, כי היתרון של IDA* זה המקום הלינארי, ושימוש ב-closed list יהפוך את סיבוכיות המקום לאקספוננציאלית.
 ב. נכון, לדוגמה משחק ה-chicken.
 ג. לא נכון, לא ממש ניתן להשוות ביניהם כי יש להם הנחות שונות לגבי היריבים. בניסויים הראו שדווקא paranoid נותן הרבה פעמים תוצאות טובות יותר בגלל שהוא יכול להשתמש ב- α - β ולכן לחפש יותר לעומק בזמן נתון.
 ד. לא נכון, סדר פיתוח הקודקודים יכול להשפיע על כמות הענפים שנקטום (קל להראות דוגמה).
 ה. נכון, מכיוון שהם risk-averse.