

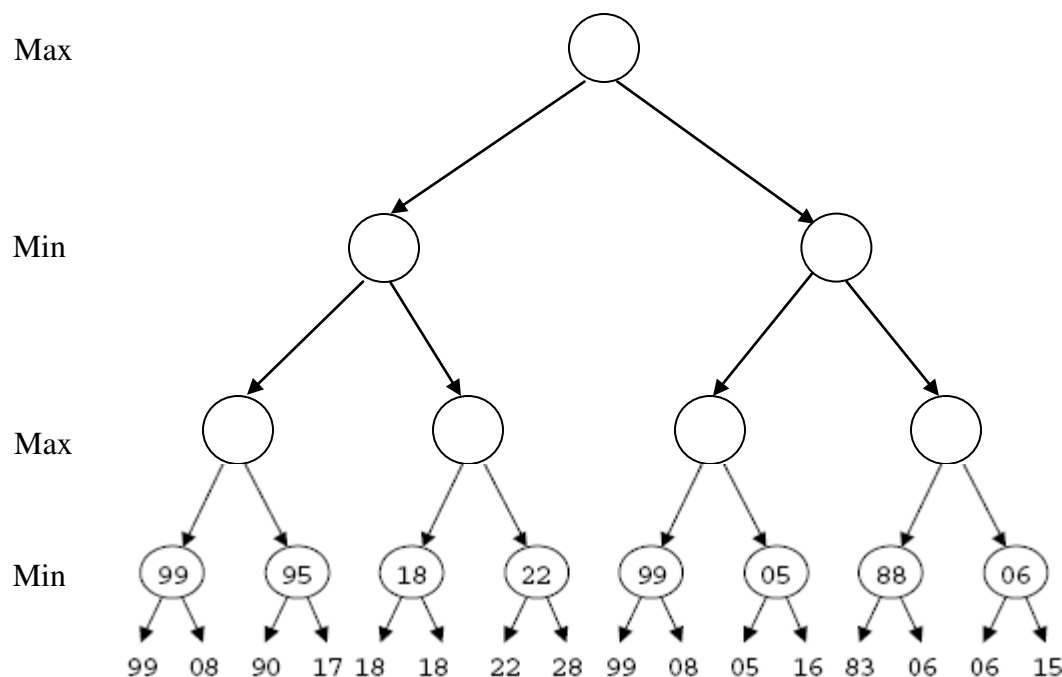
שאלון בחינת גמר

מבוא לבינה מלאכותית

מבנה הבחינה : בבחינה חמש שאלות, עליכם לענות על ארבע מתוכן.

שאלה 1 (25 נק'):

נתון עץ המשחק הבא:



המספרים למטה מייצגים את ערכי העלים לפי Max. המספרים בצמתים מייצגים את הערכת הפונקציה היוריסטית לצמתים אלו.

(א) בהנחה שעומק החיפוש הוא 3 (כלומר Max משחק, אחריו Min, ושוב Max), איזה פעולה יבחר

Max לפי אלגוריתם Minimax? מהו ערך ה-Minimax של העץ?

(ב) בהנחה שעומק החיפוש הוא 4 (כלומר כל העץ) איזה פעולה יבחר Max לפי אלגוריתם Minimax?

מהו ערך ה-Minimax של העץ?

(ג) האם דרך הפעולה של שחקן Max יכולה להשתנות במעבר מחיפוש לעומק 3 לחיפוש לעומק 4? נמקו.

(ד) הראו איזה צמתים לא יפותחו לפי אלגוריתם Alpha-Beta כאשר נשתמש בכל העץ וסדר החיפוש יהיה משמאל לימין.

(ה) האם סידור אחר של העלים יגרום לכך שאלגוריתם Alpha-Beta יגזום יותר צמתים (כאשר משתמשים בעץ כולו וסדר החיפוש הוא משמאל לימין)?

אם כן, סדרו מחדש את הצמתים כך שאלגוריתם Alpha-Beta יגזום כמות מקסימלית של צמתים.

שאלה 2 (25 נק')

- נתונות ארבע משימות לביצוע: מ₁, מ₂, מ₃ ו-מ₄.
 מעונינים לסיים את ביצוע כל המשימות בארבע שעות.
 אפשר להתחיל בביצוע משימה בתחילת כל שעה. השעות מסומנות 1, 2, 3, ו-4.
 מ₁ אורכת שעתיים, מ₂ אורכת שעה, מ₃ אורכת שעתיים ו-מ₄ אורכת שעה.
 אין לבצע בו-זמנית את מ₁ ו-מ₂ (בזמן שאחת מהן מתבצעת, האחרת לא תתבצע);
 מ₁ חייבת להסתיים לפני ש-מ₄ מתחילה;
 מ₂ חייבת להסתיים לפני ש-מ₃ מתחילה.
- א. הציגו את הבעיה כ-CSP: קבעו מי הם המשתנים, מהו התחום של כל משתנה ומהם האילוצים.
- ב. ציירו את גרף האילוצים של הבעיה.
- ג. נניח שהחלטנו להתחיל את ביצוע מ₁ בשעה 2.
 מה תהיה התוצאה של הרצת אלגוריתם Forward checking?
- ד. מה תהיה תוצאת ההרצה של אלגוריתם Arc-consistency על המצב ההתחלתי של הבעיה (לפני שבוצעה החלטה כלשהי)? פרטו את כל החישובים.

שאלה 3 (25 נק')

- א. נגדיר פסוק סטנדרטי בתחשיב הפסוקים, כפסוק מהצורה:

$$a_1 \vee a_2 \vee a_3 \vee \dots \vee a_n \vee \neg b_1 \vee \neg b_2 \vee \neg b_3 \vee \dots \vee \neg b_m \quad (m \geq 0, n \geq 0)$$

 (כלומר: כל פסוק מורכב מאטומים ושיליות של אטומים שביניהם הקשר OR)
 נגדיר את כלל ההיסק הבא:

$$\frac{a_1 \vee a_2 \vee a_3 \vee \dots \vee a_n \vee \neg b_1 \vee \neg b_2 \vee \neg b_3 \vee \dots \vee \neg b_m}{a_1 \vee a_2 \vee a_3 \vee \dots \vee a_{n-1} \vee \neg b_1 \vee \neg b_2 \vee \neg b_3 \vee \dots \vee \neg b_{m-1}}$$

- הוכיחו שכלל ההיסק הנתון אינו שלם.
 - הוכיחו שכלל היסק הנתון אינו נאות.
- ב. כל מה שהוא סוס הוא בעל ארבע רגליים.
 כל מה שהוא סוס הוא יונק.
 1. תארו את הנ"ל בצורה נורמלית בלוגיקה מסדר ראשון.
 2. האם ניתן להסיק מהנ"ל (בעזרת רזולוציה): "קיים דבר שהוא גם יונק וגם בעל ארבע רגליים"? הוכיחו את תשובתכם.

נתונה הרשת הביסיאנית הבאה, כאשר H, G, R ו-J הם משתנים בוליאנים כלהלן:

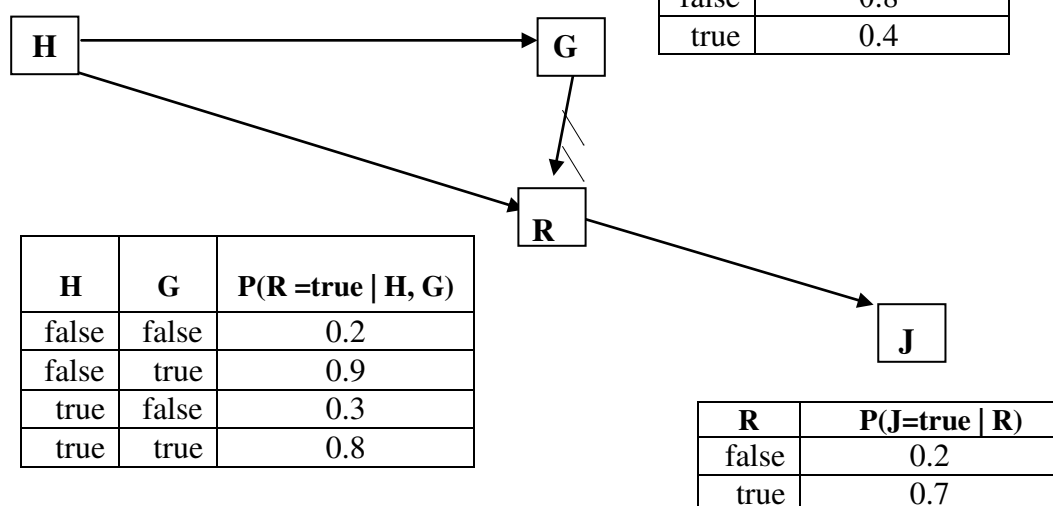
H - חרוץ

G - בעל ציונים טובים

R - קיבל המלצות מצוינות

J - מצא עבודה טובה

$$P(H=\text{true}) = 0.1$$



א. איזו/אילו מהטענות הבאות (אם בכלל) נובעת/עות ממבנה הרשת (התעלמו מה-CPTs)?

- (i) $P(H, G) = P(H) \cdot P(G)$
- (ii) $P(J | R, H) = P(J | R)$
- (iii) $P(J) \neq P(J | H)$

ב. חשבו את הערך של $P(H, G, \neg R, \neg J)$.

ג. נניח שאנו רוצים להוסיף לרשת את המשתנה $C = \text{בעל קשרים מתאימים}$.

הציעו שינוי ברשת אשר מתקבל על הדעת והסבירו אותו בקצרה.

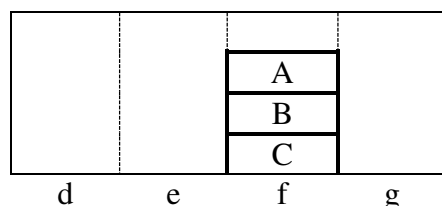
ציירו את הרשת המתקבלת.

רשמו הצעה ל-CPT(s) החדשים. אין צורך להזין הסתברויות אלא רק את מבנה הטבלה.

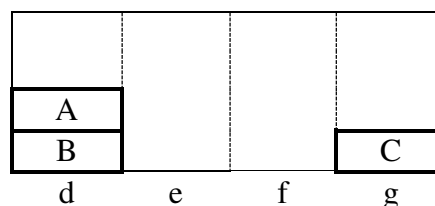
שאלה 5 (25 נק')

בדוגמת ה-Blocks World שבספר השתמשנו בפרדיקט $On(x,y)$ לסמן שקוביה x נמצאת מעל עצם y ובפרדיקט $Clear(x)$ לסמן שאין קוביה שיושבת מעל עצם x . העצמים שהוגדרו בעולם היו קוביות ושולחן. הפעולה $Move(x,y,z)$ היא הזזת קוביה x , שנמצאת כרגע מעל קוביה y , להיות מעל קוביה z .

- א. ננתח עכשיו גרסה קצת שונה של ה-Blocks World. בגרסה זו הרצפה מחולקת ל-4 חלקים בעלי שמות שונים כאשר על כל חלק יכולה להיות מונחת קוביה אחת בלבד (כמובן שמעליה יכולות להיות קוביות נוספות). שימו לב שעכשיו העצם "שולחן" לא קיים ובמקומו יש 4 עצמים אחרים: d, e, f, g שהם חלקי השולחן. נתאר את המצב ההתחלתי והמצב הסופי בציור שלהלן:



מצב התחלתי



מצב סופי

- תארו את המצב ההתחלתי בשפת PDDL.
- ב. נגדיר עכשיו את האופרטור (הפעולה) $Move(x,y,z)$ כפעולת הזזת קוביה x , שנמצאת כרגע מעל עצם y , להיות מעל עצם z . כתבו את סכימת הפעולה ב-PDDL.
- ג. השתמשו באלגוריתם המבצע חיפוש תוך שימוש ביוריסטיקות טובות, למציאת תכנית כדי להגיע מהמצב ההתחלתי למצב הסופי המתוארים בסעיף א'. כתבו את התכנית הקצרה ביותר שהאלגוריתם ימצא תוך שימוש באופרטור $Move(x,y,z)$ בלבד.

בהצלחה!