מספר התלמיד הנבחן רשום את כל תשע הספרות

האוניברסיטה 🤦

הדבק כאן את מדבקת הנבחן

19

י"ח באב תשע"ט

מס' שאלון - 500

באוגוסט 2019

סמסטר 2019ב

מס' מועד 91

20551/4

שאלון בחינת גמר

20551 - מבוא לבינה מלאכותית

משך בחינה: 3 שעות

בשאלון זה 6 עמודים

מבנה הבחינה:

בבחינה חמש שאלות. עליכם לענות על כולן.

הניקוד לכל שאלה מופיע בכותרת השאלה.

:חומר עזר

ספר הקורס Artifical intelligence - A modern approch מדריך למידה. מחשבון מדעי, שאינו אוצר מידע. מותרות הערות בכתב יד, ע"ג הספרים.

אין להכניס חומר מודפס או כל חומר אחר מכל סוג שהוא.

בהצלחה !!!

אינכם חייבים

להחזיר את השאלון לאוניברסיטה הפתוחה



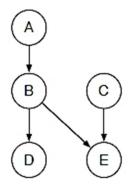
## שאלה 1 (22 נקי: א'- 9 נקי; ב'- 6 נקי; ג'- 7 נקי)

המשפטים הבאים מתייחסים לסטודנטיות הילה, הדר ולירון.

- כל אחת מן הסטודנטיות לומדת לפחות אחד משלושת הקורסים אלגברה לינארית, מתמטיקה בדידה ומבוא למדעי המחשב.
  - או שכל השלוש לומדות אלגברה לינארית, או שכל השלוש לא לומדות אלגברה לינארית.
- אם הילה לומדת מתמטיקה בדידה, אז הדר לומדת מבוא למדעי המחשב, ולירון לא לומדת אלגברה לינארית
  - אם הדר לומדת מדעי המחשב, אז הדר לומדת אלגברה לינארית.
  - א. הציגו את המשפטים בתחשיב הפסוקים. קבעו מיהם המשתנים הפסוקיים, וכתבו את הפסוקים המתאימים.
    - ב. העבירו את הפסוקים של הסעיף הקודם ל-CNF.
- ג. האם ניתן להוכיח בעזרת רזולוציה שהילה לא לומדת מתמטיקה בדידה! אם כן הוכיחו. אחרת הסבירו מדוע לא ניתן להוכיח זאת.

שאלה 2 (18 נקודות: אי- 4 נקי; בי- 4 נקי; גי- 8 נקי; די-2 נקי)

נתונה רשת בייסיאנית עם חמישה משתנים בינריים:



ענו על השאלות הבאות:

- א. נסחו את התפלגות ההסתברות המשותפת המלאה (full joint probability distribution) בעזרת ההסתברונות המתנות המתוארות על ידי הרשת.
- ב. כמה ערכים יספיקו כדי לתאר את טבלאות ההסתברות המותנה (CPT) של כל המשתנים ברשת זו!
- נניח כי לאותה התפלגות הסתברות משותפת בונים רשת בייסיאנית לפי סדר המשתנים הבא (המספרים מציינים את הסדר):

1:D, 2:A, 3:B, 4:E, 5:C

הוסיפו קשתות לצמתים כך שהרשת תהיה נכונה ותוך מזעור מספר הקשתות:

ד. איזו משתי הרשתות עדיפה! נמקו.

### שאלה 3 (18 נקודות: א'-9 נק; ב'-9 נקי)

נתייחס לפעולות המוגדרות ב-PDDL לבעיית ה-air cargo באיור 10.1 בספר הלימוד בעמוד 369 (ובנספח המצורף בסוף שאלון הבחינה).

נגדיר מצב התחלתי ומצב מטרה עבור הבעיה כלהלן:

### <u>מצב התחלתי:</u>

At(P1, TLV)  $\wedge$  At(P2, LHR)  $\wedge$  At(C1, AMS)  $\wedge$  In(C2,P1)  $\wedge$  Plane(P1)  $\wedge$  Plane(P2)  $\wedge$  Cargo(C1)  $\wedge$  Cargo(C2)  $\wedge$  Airport(TLV)  $\wedge$  Airport(LHR)  $\wedge$  Airport(AMS)

#### <u>מצב מטרה:</u>

 $At(P1, LHR) \wedge At(P2, TLV) \wedge At(C1, LHR) \wedge In(C2,P1)$ 

א. שרטטו עץ חיפוש עד עומק 1 תוך שימוש בחיפוש קדימה (Forward state-space search).

פתחו את צומת השורש והראו את כל הפעולות שניתנות לביצוע במצב ההתחלתי, וכן את המצבים העוקבים המתקבלים מביצוע פעולות אלה. כדי למנוע סרבול יתר ניתן להשמיט בתיאור המצבים את הליטרלים המשתמשים בפרדיקטים: Plane, Airport, Cargo.

שימו לב כי יש לציין את כל הפעולות הניתנות לביצוע .

ב. שרטטו שוב עת עץ החיפוש עד עומק 1 אך השתמשו בחיפוש לאחור

.(Backward state-space search)

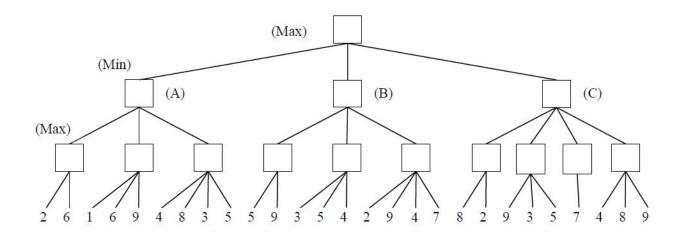
פתחו את צומת השורש והראו את כל הפעולות שהינן רלבנטיות למצב המטרה הנתון והראו את המצבים הקודמים (predecessors) עבור פעולות אלה.

ניתן להשמיט כבסעיף הקודם את הליטרלים המשתמשים בפרדיקטים Plane,Airport,Cargo. בנוסף, ניתן להשתמש במשתנים כפרמטרים עבור פעולות.

המשך הבחינה בעמוד הבא

# שאלה 4 (20 נקי: אי- 9 נקי; בי- 7 נקי; גי- 4 נקי)

: נתון עץ משחק הבא



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

- א. העתיקו למחברתכם את העץ וסמנו את חלקי העץ אשר ייגזמו במהלך חיפוש אלפא-ביתא <u>משמאל לימין</u>. כתבו (בצמתים) את ערכיהם של הצמתים אשר ייסרקו.
- ב. נתייחס לעץ שבו לכל צומת פנימי יש בדיוק שני בנים, וכל עלי העץ נמצאים באותו העומק (רמה) והשחקן בשורש העץ הוא שחקן

האם הטענה הבאה נכונה? <u>הסבירו והוכיחו את תשובתכם</u>.

אם הערכים בעלי העץ הם מספרים חיוביים ושליליים לסירוגין (חיובי, שלישי, חיובי, שלילי וכן הלאה), אז ערך המינימקס בשורש העץ הוא מספר חיובי.

נ. האם הטענה הבאה נכונה! <u>הסבירו</u>.

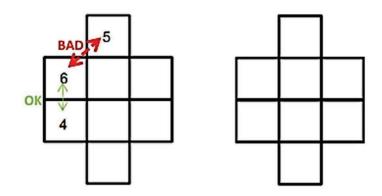
גיזום אלפא-ביתא עם פונקצית הערכה יוריסטית מבטיח אסטרטגית משחק אופטימלית נגד יריב אופטימלי.

המשך הבחינה בעמוד הבא

שאלה **5 (22 נק׳:** סעיף אי- 7 נקי; סעיף בי- 7 נקי; סעיף גי- 8 נקי)

נתונה החידה הבאה:

יש למלא את כל המשבצות של הצורה הנתונה עם ספרות בתחום 1..8 כך שכל ספרה תופיע בדיוק פעם אחת ולא יימצאו זוג משבצות בשכנות-8 (4 צדדים ו-4 אלכסונים) אשר הספרות בהן עוקבות. ענו על המבוקש בסעיפים הבאים (אין צורך לפתור את החידה בשלמותה).



א. הגדירו את בעיית סיפוק האילוצים באופן פורמלי על-ידי אילוצים בינאריים בלבד.

כתבו את קבוצת המשתנים (X) וכמה ישנם!

מהם התחומים של המשתנים (D)!

מהו אוסף האילוצים (C) הבינאריים וכמה אילוצים ישנם!

- ב. מהו הפלט המתקבל מהפעלת האלגוריתם AC-3 עבור הבעיה שהגדרתם ומהו משמעותו?
  - ג. מהו המשתנה הראשון שייבחר להשמת ערך בחיפוש Backtracking!

איזה ערך יושם לו ראשון!

הסבירו את בחירותיכם.

## בהצלחה!

```
Init(At(C_1, SFO) \land At(C_2, JFK) \land At(P_1, SFO) \land At(P_2, JFK) \\ \land Cargo(C_1) \land Cargo(C_2) \land Plane(P_1) \land Plane(P_2) \\ \land Airport(JFK) \land Airport(SFO)) \\ Goal(At(C_1, JFK) \land At(C_2, SFO)) \\ Action(Load(c, p, a), \\ PRECOND: At(c, a) \land At(p, a) \land Cargo(c) \land Plane(p) \land Airport(a) \\ EFFECT: \neg At(c, a) \land In(c, p)) \\ Action(Unload(c, p, a), \\ PRECOND: In(c, p) \land At(p, a) \land Cargo(c) \land Plane(p) \land Airport(a) \\ EFFECT: At(c, a) \land \neg In(c, p)) \\ Action(Fly(p, from, to), \\ PRECOND: At(p, from) \land Plane(p) \land Airport(from) \land Airport(to) \\ EFFECT: \neg At(p, from) \land At(p, to))
```

Figure 10.1 A PDDL description of an air cargo transportation planning problem.

INITIAL STATE GOAL state is a conjunction of ground atoms. (As with all states, the closed-world assumption is used, which means that any atoms that are not mentioned are false.) The goal is just like a precondition: a conjunction of literals (positive or negative) that may contain variables, such as  $At(p, SFO) \wedge Plane(p)$ . Any variables are treated as existentially quantified, so this goal is to have any plane at SFO. The problem is solved when we can find a sequence of actions that end in a state s that entails the goal. For example, the state  $Rich \wedge Famous \wedge Miserable$  entails the goal  $Rich \wedge Famous$ , and the state  $Plane(Plane_1) \wedge At(Plane_1, SFO)$  entails the goal  $At(p, SFO) \wedge Plane(p)$ .

Now we have defined planning as a search problem: we have an initial state, an ACTIONS function, a RESULT function, and a goal test. We'll look at some example problems before investigating efficient search algorithms.

# 10.1.1 Example: Air cargo transport

Figure 10.1 shows an air cargo transport problem involving loading and unloading cargo and flying it from place to place. The problem can be defined with three actions: Load, Unload, and Fly. The actions affect two predicates: In(c,p) means that cargo c is inside plane p, and At(x,a) means that object x (either plane or cargo) is at airport a. Note that some care must be taken to make sure the At predicates are maintained properly. When a plane flies from one airport to another, all the cargo inside the plane goes with it. In first-order logic it would be easy to quantify over all objects that are inside the plane. But basic PDDL does not have a universal quantifier, so we need a different solution. The approach we use is to say that a piece of cargo ceases to be At anywhere when it is In a plane; the cargo only becomes At the new airport when it is unloaded. So At really means "available for use at a given location." The following plan is a solution to the problem:

```
[Load (C_1, P_1, SFO), Fly (P_1, SFO, JFK), Unload (C_1, P_1, JFK),
Load (C_2, P_2, JFK), Fly (P_2, JFK, SFO), Unload (C_2, P_2, SFO)].
```

370 Chapter 10. Classical Planning

Finally, there is the problem of spurious actions such as  $Fly(P_1, JFK, JFK)$ , which should be a no-op, but which has contradictory effects (according to the definition, the effect would include  $At(P_1, JFK) \land \neg At(P_1, JFK)$ ). It is common to ignore such problems, because they seldom cause incorrect plans to be produced. The correct approach is to add inequality preconditions saying that the *from* and *to* airports must be different; see another example of this in Figure 10.3.