**מבחן ב"ישומי בינה מלאכותית" 372.1.3502**

מועד א. 4/2/2018

מרצה: ד"ר רוני שטרן

מתרגל: מר דור עצמון

משך המבחן **שעתיים וחצי**

יש לענות **כל השאלות ורק על טופס הבחינה**.

ניקוד יינתן על כל השאלה כמכלול ולא על פי הסעיפים

**שאלה 1: מושגים (16 נקודות)**

הסבירו בקצרה (לא יותר מכמה משפטים) 4 מתוך 5 המושגים הבאים.

1. General Game Playing \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Overfitting \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. TD( \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. שווי משקל Nash \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Sussman's anomaly \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**שאלה 2: רזולוציה (21 נקודות)**

במפעל בעל מכונות לייצור רכיבים אלקטרוניים ידועים הפרטים הבאים:

1. לכל מכונה בעלת תכונה קיימת מכונה בעלת תכונה (יכולה להיות אותה המכונה)
2. כל מכונה בעלת לפחות אחת מהתכונות הבאות - או
3. כל המכונות אינן בעלות התכונה
4. כל המכונות אינן בעלות התכונה
5. רק מכונות בעלות התכונה הינן בעלות התכונה
6. בטאו את 1-5 כפסוק בתחשיב הפסוקים.

השתמשו בפרדיקטים:

1. *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*
2. *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*
3. *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*
4. *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*
5. *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*
6. הפכו ל- clausal form (לכתוב רק את הביטוי הסופי)
7. הוכיחו שקיימת מכונה בעלת התכונה

**שאלה 3: משחקים (21 נק')**

משחק "הקופה" מוגדר באופן הבא:

כל שחקן בתורו יכול לבחור אחת משתי הפעולות הבאות:

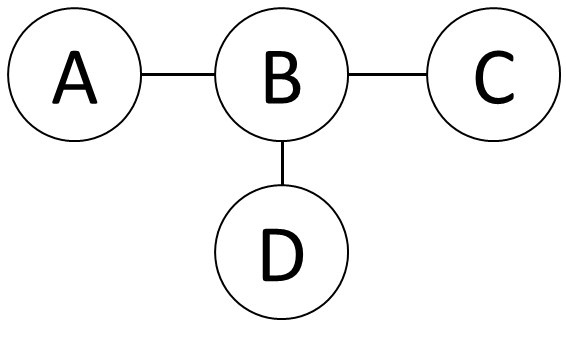
1. לקחת 25% אחוז מהקופה אליו
2. לקחת 12.5% אחוז מקופה אליו ו-25% מהקופה לזרוק לפח

בתחילת המשחק ישנן 4096 נקודות. המשחק נגמר לאחר 3 מהלכים: קודם משחק שחקן א', אח"כ שחקן ב', ובסוף שחקן א'. מטרת המשחק מטרת הינה לצבור ניקוד גבוה ככל הניתן לעומת ניקוד היריב בסיום המשחק.

מדלו את המשחק ע"י עץ (הענף השמאלי מייצג את פעולה 1).

* הריצו את אלגוריתם על עץ החיפוש
* רשמו בכל צומת את ערך בה בסיום הריצה.
* סמנו גיזומים המתרחשים (אם קיימים כאלו) במהלך הריצה.

ניתן להניח שאנו רוצים למקסם את הניקוד של השחקן הראשון.

**שאלה 4: חיפוש ותכנון (21 נקודות)**

איור 1 מציג רשת של תחנות רכבת ומסילות.

כל עיגול מציין תחנה וכל קו בין עיגולים מייצג מסילה אחת בלבד.

הזמן הדרוש כדי לעבור מתחנה לתחנה הקרובה הוא חצי שעה.

כאשר רכבת נמצאת בתחנה, היא יכולה גם להחליט לחכות חצי שעה בתחנה.

יש מקום בתחנה לכמה רכבות, אבל אסור לשתי רכבות להשתמש באותה המסילה באותו הזמן.

נרצה לכתוב מערכת שמסוגלת לתכנן מסלול לכמה רכבות. המערכת תקבל כקלט את תחנת המוצא ותחנת היעד של כל רכבת ותחזיר מסלול לכל רכבת.

למען הפשטות, נניח כי יש רק שתי רכבות.

מדל את הבעיה כבעיית תכנון (planning) לפי STRIPS. **רמז:** מצב בבעיה זו הוא זוג (x,y) כאשר x זו התחנה שבה נמצאת רכבת א' ו y זו התחנה שבה נמצאת רכב ב'.

1. הגדר את פרדיקטים הנדרשים בשביל להגדיר את הבעיה.
2. נניח כי רכבת א' נמצאת בתחנה A ורוצה להגיע לתחנה D ורכבת ב' נמצאת בתחנה C וגם רוצה להגיע לתחנה D. הגדר את המצב ההתחלתי והמצב הסופי בעזרת הפרדיקטים שהגדרת בסעיף 1.
3. הגדר את הפעולות באופן פורמאלי (preconditions ו effects).

שמו לב: הרכבות יכולות לנוע במקביל.

1. נניח כי אנו רוצים לפתור את הבעיה שהגדרתם לעיל עבור המצב ההתחלתי והמצב הסופי שהוגדרו בסעיף ב', כך שהזמן הנדרש עד שכל הרכבות תגענה ליעדן יהיה מינימלי.

נשתמש בפונקציה יוריסטית שמחשבת לכל רכבת את המרחק הכי קצר ממנה אל היעד ומחזירה את המקסימום מבין המרחקים.

* 1. האם יוריסטיקה זו אדמיסיבלית? אם כן – הוכחו, אחרת, הראו דוגמא נגדית.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

* 1. נניח ונפתור את הבעיה בעזרת יוריסטיקה זו ואלגוריתם A\*. מה המספר המינימלי של קודקודים שנהיה חייבים לפתח \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

נימוק קצר:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**שאלה 5: מודלים מרקוביים ולמידה (21 נקודות)**

1. נניח כי בסיפור משאלה 4 נתון כי כל רכבת שרוצה לצאת מתחנה כלשהי תתעכב חצי שעה בתחנה בסיכוי של 10%. תחת הנה זו, עליכם למדל את הבעיה בעזרת מודל MDP באופן פורמאלי, כלומר להגדיר את המצבים (כולל את מצב ההתחלה ומצב הסיום), הפעולות, פונ' המעבר, ופונ' ה reward.
2. ידוע לנו הנתונים הבאים על הנסיעות ברכבת:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **תאריך** | **יום בשבוע** | **מזג אוויר** | **איחור** |
| 1.1.18 | א | חם | כן |
| 2.1.18 | א | חם | כן |
| 3.1.18 | א | חם | כן |
| 4.1.18 | ג | קר | לא |
| 5.1.18 | ג | חם | כן |
| 6.1.18 | ה | חם | כן |
| 7.1.18 | ה | קר | לא |
| 8.1.18 | ה | קר | לא |

נרצה להשתמש בנתונים אלו כדי לחזות האם הרכבת תגיע בזמן או תאחר.

צור עץ החלטה בעזרת אלגוריתם ID3 כדי לחזות בהנתן היום בשבוע ומזג האוויר האם הרכבת צפויה להגיע באיחור או לא. ליד כל קודקוד בעץ יש לציין את ה Information Gain שהתקבל עבור התכונה שנבחרה.