שאלון בחינת גמר

פרולוג והיבטים לבינה מלאכותית

מבנה הבחינה: בבחינה ארבע שאלות. עליך לענות על כולן.

יש להקפיד לכתוב תוכניות **יעילות וברורות.**

**חובה** לתעד את התכניות בשאלות 2 ו-4.

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

כאשר משתמשים בפרדיקטים המופיעים בספר הלימוד, אין צורך להגדירם מחדש.

### שאלה 1 (25 נקודות)

במשחק יש n קבוצות של אבנים. בקבוצה ה-i יש ki אבנים.

מספר המשתתפים במשחק הוא 2.

צעד אפשרי במשחק הוא לקיחת אבן אחת או שתי אבנים מתוך קבוצה אחת של אבנים.

המנצח הוא השחקן שלוקח את האבן האחרונה (מבין כל האבנים במשחק, כלומר כשכל הקבוצות ריקות).

**דוגמה:** n=2

k2=4 k1=5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ( 3 נק') | א. | הגדירו את מרחב המצבים state space) (של הבעיה - תארו כיצד ייוצג מצב במשחק.  תארו את המצב ההתחלתי ותארו את מצב הנצחון (מטרה) על-פי הייצוג שבחרתם. (אין צורך לפרט את יתר המצבים במרחב המצבים). |
| (12 נק' ) | ב. | נגדיר פונקציה היוריסטית שמעריכה מצב של המשחק באופן הבא:  n  Σ (3-(ki mod 3))  i=1  כאשר ki הוא מספר האבנים שנותרו בקבוצה i.  עבור הדוגמה שלעיל, ציירו את עץ המשחק עד לרמה 3.  רמת השורש היא 1 והיא של שחקן המקסימום.  סמנו את חלקי העץ אשר ייגזמו (כלומר לא ייסרקו) במהלך חיפוש אלפא-ביתא משמאל לימין על-פי הפונקציה ההיוריסטית שהוגדרה לעיל.  כתבו (בתוך הצמתים) את ערכיהם של הצמתים אשר ייסרקו. |
| (10 נק') | ג. | בסעיף ב' ניתן לסדר את הבנים של כל צומת במספר אופנים.  האם עבור כל הסידורים האפשריים יתקבלו תמיד אותם גיזומים כתוצאה מביצוע אלגוריתם אלפא-ביתא משמאל לימין?  אם כן, הסבירו מדוע;  אם לא, התייחסו לעץ שציירתם בסעיף ב' והראו, במידת האפשר:  סידור שעבורו ייגזמו יותר צמתים ממה שנגזמו בסעיף ב'  וסידור שעבורו ייגזמו פחות צמתים ממה שנגזמו בסעיף ב' . |

### שאלה 2 (25 נקודות)

נייצג ביטוי אריתמטי באמצעות עץ בינרי Tree שצמתיו הפנימיים הם אופרטורים **בינריים** (מתוך הקבוצה {+,-,/,\*,^} ) והעלים שלו הם ערכים מספריים.

**דוגמה:** העץTree , המתואר להלן, מייצג את הביטוי: (1-2)\*3^4+(5\*6):

+

\*

\*

5

6

-

^

1

3

4

2

ומיוצג בשפת בפרולוג כך:

t(t(t(t(nil,1,nil),-,t(nil,2,nil)),\*,t(t(nil,3,nil),^,t(nil,4,nil))),+,t(t(nil,5,nil),\*,t(nil,6,nil)))

כתבו פרדיקט maxtree\_val(Tree, Max\_Subtree) המקבל כקלט עץ בינרי Tree המייצג ביטוי אריתמטי ומחזיר את התת-עץ (של (Tree שהערך המספרי של הביטוי שהוא מייצג (כלומר תוצאת הביטוי ) הינו מקסימלי.

מספר הביקורים בכל אחד מצומתי העץ צריך להיות חסום ע"י קבוע (ניתן לפתור ע"י מעבר יחיד על העץ).

### דוגמה: עבור העץ שלעיל יתקבל:

?-Tree = t(t(t(t(nil,1,nil),-,t(nil,2,nil)),\*,t(t(nil,3,nil),^,t(nil,4,nil))),+,t(t(nil,5,nil),\*,t(nil,6,nil))), maxtree\_val( Tree, Max\_Subtree).

Max\_Subtree = t(t(nil,3,nil),^,t(nil,4,nil))

בהתייחס לדוגמה שלעיל, אם בתת-עץ, t(nil,2,nil)) -t(t(nil,1,nil), האופרטור היה + במקום - אזי Max\_Subtree היה העץ Tree (כולו) !

**המשך הבחינה בעמודים הבאים**

**שאלה 3** (25 נקודות: סעיף א': 10 נקודות; סעיף ב': 6 נקודות ; סעיף ג': 9 נקודות )

נתונה התכנית הבאה:

1*.* h( [], []).

2*.* h( [X|Xs], [X|Ys]):-

3*.* v( X, 1),!,

4*.* h( Xs,Ys).

*5.* h( [X|Xs],Ys):-

6*.* h( Xs,Ys).

7*.* v( Term, D):-

8*.*  d( Term, D1),

9*.* D1=<D.

10*.* d( Term, 0):-

11*.* atomic( Term),!

12*.* ;

13*.* var( Term),!.

14*.* d( Term, D):-

15*.* Term=..[ \_|Args],

16*.* d1( Args, 0, D1),

17. D is D1+1.

18*.* d1( [], D, D).

19*.* d1( [X|Xs], CurrD,D):-

20*.* d(X,D1),

21*.* max(CurrD,D1,D2),

22*.* d1(Xs,D2,D).

23*.* max( X,Y,X):-

24*.* X>=Y,!.

25*.* max( X,Y,Y).

א. איזה ערך יוצב ב-L לאחר ביצוע השאילתה:

?- h( [a, 1, B, c(1,g(2)), a(34), b(2,a(b(7))), d(1), 11], L).

ב. הסבירו בקצרה מה מבצעים הפרדיקטים h, v ו-d.

ג. שנו את התכנית לתכנית שקולה ללא cuts וללא not. הימנעו ככל הניתן משינויים מהותיים בתכנית. אין צורך להעתיק את התכנית מחדש, ניתן להשאיר חלקים שלא שונו כמו שהם ולהיעזר במספרי השורות.

**שאלה 4 (25 נקודות)**

**עומק הקינון** של ביטוי מורכב מוגדר כעומק הקינון המקסימלי של הארגומנטים שלו + 1.

עומק הקינון של אטום, מספר או משתנה הוא אפס.

**דוגמאות:**

עומק הקינון של f(a,b,c,d) הוא 1 ,

עומק הקינון של f(a(1,2),b,c,d) הוא 2 ,

עומק הקינון של f(a(1,2),b(c(d))) הוא 3.

ביטוי מורכב הינו **מאוזן** אם לכל הארגומנטים שלו יש אותו עומק קינון עד כדי ±1 וכן כל הארגומנטים הינם מאוזנים בעצמם.

אטום, מספר או משתנה הינם ביטויים מאוזנים.

**דוגמה:**

שלושת הביטויים שהובאו לעיל הם מאוזנים. אולם, שני הביטויים הבאים אינם מאוזנים: f(b,c(1,e(3))), f(a(1,2),b(c(d(e)))).

כתבו פרדיקט balanced(Term) המקבל כקלט ביטוי Term ומצליח אם ורק אם Term מאוזן.

על הפרדיקט להיות יעיל ולעבור על כל אחד מחלקי הביטוי פעם אחת בלבד.

הדרכה: כדי להשיג יעילות מומלץ להשתמש בפרדיקט עזר עם ארגומנט(ים) נוסף(ים).

פתרון לא יעיל יקבל לכל היותר מחצית מהניקוד.

**בהצלחה!**