**תרגיל בית 1- מבוא לבינה מלאכותית**

**חלק ג**

**שאלה 1**

2.

S= {0} U [63]

O= {0,1,2,3}

I= 0

G= {63}

כל מצב במרחב המצבים מוגדר ע"י אינדקס (באופן חח"ע ועל) בין 0-63 ולכן מרחב המצבים בגודל 64.

3.

Domain(2)= S \ {19, 29, 35, 41, 42, 46, 49, 52, 59, 63}

4.

Succ(0)= { 1 , 8 }

5. ייתכנו מעגלים במרחב החיפוש

6. מקדם הסיעוף הוא 4 (4 אפשרויות לתזוזה לכל היותר)

7. במקרה הגרוע ביותר, ייתכן והוא לעולם לא יגיע למצב הסופי (אינסוף פעולות)

8. במקרה הטוב ביותר, ייתכן והוא יגיע לאחר 9 פעולות למצב הסופי

9. לא. לעתים העלות של מעבר בפורטל גדולה מעלות מעבר על מספר משבצות במקומו.

**שאלה 2**

2. התנאי הוא שלא יהיו מעגלים במרחב החיפוש.

3.

4. נגדיר את הפונקציה:

T(G(V,E))= G'(V',E')

V' = V\{5,7,11,12}

E' = E\{ (u,v)∈E | v∈{5,7,11,12} }

ב 'G נותר מצב סופי יחיד והוא צומת המטרה, לכן בהכרח נגיע אליו (ולא לבור) בסיום

הריצה, וכל צעד עד אליו הוא במשקל זהה לפי הגדרת הגרף (חוץ מהצעד ממצב 14 למצב

15 שיהיה בכל מקרה חלק מכל המסלולים כי מצב 11 הוא בור ), לכן המסלול הקצר ביותר

יהיה המסלול בעל המשקל המינימלי וכשנריץ BFS על G'נקבל פתרון אופטימלי (עלות

מינימלית) .

5. יפותחו צמתים ויווצרו צמתים. **נימוק:**

הסיבה היא שהחיפוש מתבצע לרוחב: צומת G היא הצומת הרחוקה ביותר (מרחק N-2)

מהצומת S לכן כל תפותח צומת עבור כל משבצת שנמצאת במרחק (מנהטן) של 0<=i<N-3

מהצומת S (כלומר כל משבצת חוץ מ: משבצת המטרה, זאת שמעליה וזאת שמשמאלה,

סה"כ משבצות) לפני שהאלגוריתם יתקדם למרחק גדול יותר וזה אומר שכל

המשבצות שמרחקן עד 0<=i<=N-3 יווצרו ( סך כל המשבצות הללו הוא *). לבסוף*

*נפתח את הצומת הראשונה שמרחקה N-3 ובה ניצור ונמצא את צומת המטרה, לכן סה"כ*

יפותחו צמתים ויווצרו צמתים. *\*הערה: בגרף זה אין בורות לכן כל מצב שהוא לא*

*של משבצת המטרה ניתן לפיתוח.*

**שאלה 4**

1. האלגוריתם ID-DFS-G שלם. לכל אורך סופי של פתרון ישנה איטרציה שתגיע לכל המצבים באורך זה, לכן אם יש פתרון הוא ימצא.

**שאלה 6**

1. היוריסטיקה קבילה.

**הסבר**: עבור כל מצב state מתקיים:

אם לא ניתן להגיע ממנו לg אז בהכרח h\*(state)= ∞ ולכן h(state)<h\*(state),

מהגדרת מרחק מנהטן והמחיר של משבצת הפורטל h(state)>=0 ולכן מתקיים

0<=h(state)<=h\*(state).

אם ניתן להגיע ממנו לg אז יש 2 אפשרויות לסוגי מסלול:

1. אם המסלול המסלול עם העלות הנמוכה ביותר לא יכיל פורטלים, הוא יהיה בנוי

ממשבצות שמשקלן הוא 1 לכל הפחות). מסלול בלוח הוא למעשה בצורת מסלולי שריג ולכן בהכרח לכל הפחות יהיה באורך מרחק manhaten ולכן יתקיים כי

h\*(state) 1\* *=*

1. אם המסלול יכיל פורטל, אז רק צעד המעבר לפורטל יהיה במשקל ושאר המשקלים במסלול יהיו חיוביים (נניח שסך המשקלים של שאר המסלול הוא

(C אז יתקיים: h\*(state)=C+ *>* .

ולכן מתקיים בכל מקרה כי >=0=< h\*(state) כלומר היוריסטיקה קבילה

1. היוריסטיקה לא עקבית. דוגמה נגדית:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| F | H | S |
| F | F | F |
| G | F | F |

במקרה זה cost(0,1)=0 אבל: ושניהם קטנים מcost(p)=100 *ולכן וזו סתירה להגדרת העקביות.*

***שאלה 8***

*2.*

*. a לא קבילה. למשל עבור מצב המטרה g משקל של מסלול ממנו לעצמו הוא 0 (מסלול ריק) ולכן h\*(g)=0<h(g)=1*

*.b קבילה. עבור כל משבצת שאינה g אם יש משבצת פורטל במסלול לg, מחיר המסלול הוא לפחות 100 וזה גדול ממרחק המנהטן של כל המשבצות ממשבצת המטרה. אם אין, המסלול עובר במספר משבצות ששווה לאורך מסלול מנהטן, ולפחות משבצת אחת במשקל גדול מ1 (אף משבצת אין מסלול שכל המשבצות בו הן L) ולכן משקל המסלול יהיה גדול ממרחק מנהטן כלומר h(s)<h\*(s) מרחק מנהטן הוא גם אי שלילי לכן 0<=h(s)<=h\*(s)*

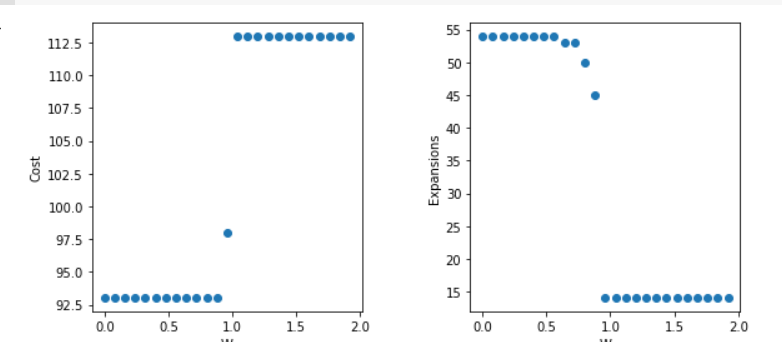
*עבור הצומת g מרחק המנהטן הוא 0 וגם h\*(g) ולכן גם עבור g מתקיימת קבילות*

*.c קבילה. בb הראנו שמתקיים לכל מצב :s 0<=(s)<=h\*(s). מאופן ההגדרה של מתקיים:*

*לכן היוריסטיקה קבילה (המינימום בין קבוצת מספרים קטן או שווה לכל מספר בקבוצה)*

*d. לא קבילה. כפי שראינו עבור המצב הסופי g מתקיים h\*(g)=0 אבל לפי הגדרת היוריסטיקה מתקיים: ולכן .*

*3. היוריסטיקה המיודעת ביותר היא*

*4. *

ניתן לראות בגרף את העלייה בביצועים כאשר נותנים ליוריסטיקה משקל גבוה יותר (כלומר יותר מצבים יפותחו עד שימצא הפתרון) ולעומת זאת כאשר ניתן משקל רב יותר ליוריסטיקה טיב הפתרון הולך ופוחת (כלומר העלות הולכת וגדלה). בכך שני הגרפים ממחישים את היחס בין איכות הפתרון לבין "המחיר שנצטרך לשלם" בזמן הריצה כדי למצוא אותו.

**חלק ד**

**שאלה 2**

א.

S= {(s, s') | s,s' {0}U[63] }

O= {(d, d') | d,d'  {RIGHT, UP, DOWN, LEFT, STAY}}

I= {(s1,s2)}

G= {(s, s) | s {0}U[63] }

ב.

Domain(Right, Right)=

{(s, s') | s,s'  {0}U[63] , H אינן משבצות s ,s' המשבצות באינדקס {

ג.

נגדיר פונקציה l: S -> 2^S עבור s  {0}U[63] :

אם s=0 : l(s)= {s,s+1, s+N}

אחרת אם s= N-1 : l(s)= {s,s-1, s+N}

אחרת אם s = (N-1)\*N : l(s)= {s,s+1, s-N}

אחרת אם s = N^2 -1 : l(s)= {s,s-1, s-N}

אחרת אם 0< s <N-1 : {s,s+1, s+N, s-1} l(s)=

אחרת אם (N-1)\*N < s < N^2 -1: {s,s+1, s-N, s-1} l(s)=

אחרת, אם s mod N = 0: l(s)= {s,s+1, s-N, s+N}

אחרת, אם s mod N = N-1: l(s)= {s,s-1, s-N, s+N}

אחרת, l(s)= {s,s-1, s-N, s+N, s+1}

עכשיו ניתן להגדיר:

Succ ((s1, s2)) = {(s, s') | s l(s1), s' l(s2) }

1. נגדיר את היוריסטיקה הבאה:

h( (s,s') )= min{}