# מבוא לבינה מלאכותית – 236501, חורף 21/22

משימה 5 רטוב יש פער

## משימה 1- לא. נשים לב שניתן לבצע על שני אופרטורים: • התקדמות- ממצב זה לא ניתן לבצע אף אופרטור ומגיעים למצב 'בור'. • סיבוב ימינה- ממצב זה ניתן לבצע רק סיבוב שמאלה, המחזיר אותנו למצב ההתחלתי ולכן לא ניתן להגיע לפתרון. ניתן להתבונן באוטומט המצבים הבא-

## משימה 2- נתבונן ב ונשים לב שקיים בו מעגל ( סיבוב ימינה -> שמאלה-> ימינה וכן הלאה). ניתן לראות זאת באוטומט המצבים כמעגל . משימה 3- לא. קיים מרחב חיפוש אשר ממנו לא ניתן להגיע לבור. לדוגמא: בכל רגע ניתן לבצע סיבוב ימינה ו\או סיבוב שמאלה. משימה 6- 1. מחיר המסלול שהתקבל מהרצת UniformCostSearchRobot על מבוכים 1 ו-3 קטן מזה שהתקבל עם BreadthFirstSearchRobot משום שהאלגוריתם של UniformCostSearchRobot מתחשב בעלות ומחזיר את המסלול הזול ביותר ואילו BreadthFirstSearchRobot לא מתחשב כלל בעלות ומחזיר את המסלול הקצר ביותר. 2. על מנת שמחיר המסלול המוחזר מכל הרצה של אלגוריתם breadth first search יהיה זהה למחיר המסלול המוחזר מכל הרצה של UCS, נרצה שפונקציית העלות תהיה אחידה, למשל תחזיר את הערך 1 לכל קשת במסלול, ולכן המסלול הקצר ביותר יהיה המסלול הזול ביותר במחירו.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Head\* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  | head |  |  |  | Tail |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Tail\* |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

## משימה 8- נסתכל על הדוגמא הבאה: head\* - מיקום ראש הרובוט (מטרה) tail\* - מיקום זנב הרובוט (מטרה) head- מיקום ראש הרובוט במצב נוכחי tail- מיקום זנב הרובוט המצב נוכחי

נשים לב שעבור רובוט בגודל k, מתקיים ש- ולכן עבור k =5 כמו בדוגמא, במידה ומתקיים ש-*, אזי נקבל   
ש ו-*

ולכן נקבל שמתקיים ולכן היוריסטיקה h(s) = tail\_manhattan\_heuristic אינה קבילה.  
  
נשים לב שעל מנת שהיוריסטיקה h(s) תהיה קבילה, צריך להתקיים  
 , תנאי הכרחי ומספיק לכך הינו:  
 - כאשר K הינו גודל הרובוט.  
  
משימה 9-   
נסמן :  
center- מיקום הcenter של הרובוט במצב s  
center\* - מיקום הcenter של המטרה במצב s  
 – מספר הצעדים שעשה הרובוט קדימה (forward).  
 - מספר הצעדים שעשה הרובוט בסיבוב (rotation).  
cm- מיקום הcenter של הרובוט  
  
נרצה להוכיח שהיוריסטיקה center\_manhattn\_heuristic= קבילה, כלומר נרצה להראות שמתקיים: .

*(\*) נשים לב שפעולות סיבוב אינן מזיזות את cm. פעולות F מזיזות את cm ב-1.   
לכן מתקיים .*

בהנחה ש

קיבלנו ולכן קבילה.

## משימה 10-

ניתן לראות שככל שאנו נותנים יותר דגש לפונקציה היוריסטית h ( כאשר w גבוה יותר) אז מבחינת עלויות אנו מקבלים תוצאה פחות טובה אבל מבחינת הזמן אנו משפרים את הביצועים שלנו. זאת מכיוון שב- w =0 אנו מקבלים את אלגוריתם הUCS ולכן אנו מצפים לקבל את הcost המינימלי וכאשר מגדילים את ה-w, אנו נותנים יותר משקל לפונקציה היוריסטית שמתחשבת פחות (עד בכלל) בעלות.   
\* ניתן לשים לב גם שהחל מ0.65 בערך הcost שמתקבל הוא קבוע, כלומר זה כבר לא משנה אם נותנים יותר משקל לפונקציה היוריסטית ופחות לUCS, נקבל את אותה התוצאה.

ניתן לראות שהחל מw=0.9 בערך, אנו מקבלים את השינוי בcost כאשר נותנים יותר דגש לפונקציה היוריסטית h ( כאשר w גבוה יותר) אז מבחינת עלויות אנו מקבלים תוצאה פחות טובה. עד w=0.9 אנו מקבלים את הcost המתקבל כאשר w=0, כלומר הcost עבור UCS.

## 

במפה זו היוריסטיקה כנראה מספיק טובה על מנת לקבל את הcost המינימלי ולכן אין השפעה לw, כלומר גם כw=0 והאלגוריתם המתבצע הוא UCS וגם כאשר w=1 והפונקציה היוריסטית היא הקובעת( וגם בין לבין), נקבל את אותו הcost.

## משימה 11

נוכיח באינדוקציה על גודל המחיר d, שמתקיים :

בסיס, **:**

הנחה:

צעד :

כלומר, קיים מצב אשר אנחנו עוברים בו בדיוק לפני ומבצעים אופרטור יחיד מבין השלושה האפשריים.

נבנה מסלול .

נבצע מ את הפעולה ההפוכה לפעולה האחראית על המעבר . כלומר, פעולת F תשאר F, ופעולת סיבוב תחליף כיוון (R יהיה L, L יהיה R).

נשים לב כי הגענו למצב בעלות k (נובע מסימטרית העלויות cost(R)=cost(L)).

לפי ההנחה

קל להראות שהמסלול הזה הוא גם המינימלי. נניח בשלילה שהוא לא, ונראה באותו האופן שקיים מסלול קצר יותר .

## שאלה 12

### סעיף א

היוריסטיקה h קבילה כל עוד קבילה.

נראה דוג' להמחשה:

(h מוגדרת, כל השאר מחושב ע"פ האלגוריתם הנתון בשאלה)

Diagram

Description automatically generated

בהינתן כי היור' קבילה, בסיום ריצת אלגוריתם האתחול, יתקיים:

הדבר נכון מהגדרת קבילות על , ומהעובדה כי כל תת מסלול במסלול הקל ביותר, הוא המסלול הקל ביותר. כלומר המסלול המחושב על state הוא המסלול הקל ביותר (או "הפתרון האופטימלי" עבור אותו צומת).

מכאן, ומהגדרת h. מתקיים כי

### סעיף ב

נגדיר את היור' הבאה:

על גרף המצבים הבא:

A picture containing diagram

Description automatically generated

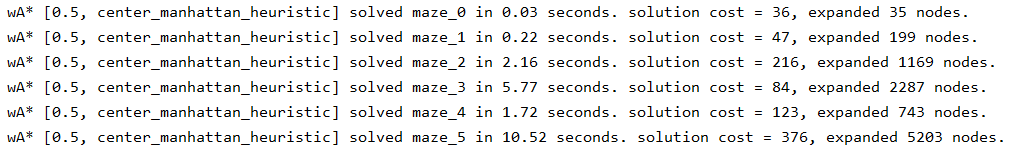
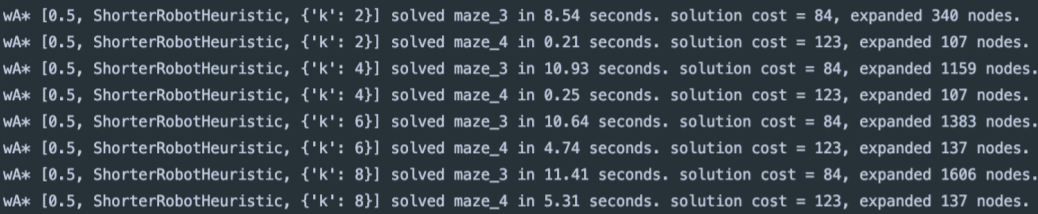
נשים לב כי היור' אינה קבילה בגלל הצומת אבל שאר הגרף בסדר. בפועל, בריצת האלג', מפני ש לא נמצאת על אף מסלול בין ל , הדבר אינו ישפיע והמסלול שיוחזר הוא הקל ביותר.

משימה 15-

קיים מסלול יחיד בין לבין *. לכן בהכרח מסלול זה הינו המסלול הקל ביותר* בין לבין *. נסמן את מחיר המסלול הקל ביותר - .   
לפי משימה 11 מתקיים .* כאשר שווה למחיר המסלול הקצר ביותר מהמצב למצב המטרה עבור רובוט קטן ב-k מהרובוט המקורי. לכן ולכן בהכרח קיים מסלול יחיד מהמצב למצב המטרה עבור רובוט קטן ב-k מהרובוט המקורי.  
  
1. נניח שקיים פתרון לבעיה המקורית, נוכיח שהפתרון יחיד.  
\* נשים לב שהרובוט החדש שקצר יותר בk מהרובוט הישן יכול לפנות את כל הפניות( ימינה שמאלה קדימה) שיכול לפנות הרובוט הישן ועוד פניות נוספות שהרובוט הישן לא יכול לפנות משום שהגודל מגביל אותו. כלומר, הרובוט הקצר ב-k יכול לבצע את אותם מסלולים בדיוק שהרובוט הרגיל יכול לבצע.  
  
משום שקיים מסלול יחיד בלבד עבור הרובוט הקטן בk מהמצב למצב המטרה , ומשום שנתון לנו שקיים פתרון לבעיה המקורית, בהכרח יתקיים שהפתרון הוא יחיד, כלומר קיים מסלול אחד בלבד לרובוט המקורי מהמצב למצב . נניח בשלילה שהפתרון לבעיה המקורית אינו יחיד וקיים פתרון נוסף לבעיה. כלומר, קיים מסלול נוסף ממצב ההתחלה למצב המטרה לרובוט המקורי. משום שהרובוט החדש אשר קטן בk מהרובוט המקורי יכול לבצע את אותן פעולות(F,L,R) של הרובוט המקורי, אזי בהכרח קיים מסלול נוסף( שזהה בפעולותיו )בין לבין ,בסתירה.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | head\* |  |  |
|  |  | headK\* |  |  |
|  |  |  |  |  |
| head | headK | tailK\* | tailK | tail |
|  |  | Tail\* |  |  |

2. נפריך באמצעות דוגמא נגדית:  
נראה שמתקיים   
head,tail- מיקום ראש וזנב הרובוט המקורי  
headK,tailK- מיקום ראש וזנב הרובוט עבור רובוט הקטן בk מהרובוט המקורי.( k=2)  
head\*,tail\*- מיקום המטרה של ראש וזנב הרובוט המקורי.  
headK\*,tailK\*- מיקום המטרה של ראש וזנב הרובוט הקטן ב-k.  
נשים לב שהרובוט המקורי לא יכולה לבצע אף פנייה (קדימה,ימינה,שמאלה) והוא "תקוע" ולעולם לא יוכל להגיע למצב המטרה לכן עבורו *.  
לעומת זאת, הרובוט הקטן ב-k יכול לבצע פנייה שמאלה ולאחר מכן קדימה והוא יגיע ליעדו. ולכן .*  
  
3.

משימה 16-  
  
1. עבור שימוש ביוריסטיקת center\_manhattanקיבלנו את הביצועים הבאים:  
  
  
לעומת זאת עבור שימוש ביוריסטיקה החדשה, ShorterRobot, קיבלנו את התוצאות הבאות עבור k שונים ועבור מפות 3 ו-4:  
  
נשים לב שמספר הnodes שפותחו *במפות 3 ו-4 בעת שימוש ביוריסטיקה החדשה, קטן משמעותית ממספר הnodes שפותחו בעת שימוש ביוריסטיקת* center\_manhattan*.  
  
\* מבחינת זמנים (לפי מפות 3 ו4 בלבד) לא ניתן להגיד דבר חד משמעי, משום שעבור מפה 3 קיבלנו זמן ארוך משמעותית ביוריסטיקה החדשה( שגדל ככל שערך k גדל) ועבור מפה 4 קיבלנו זמן קצר משמעותית עבור היוריסטיקה החדשה (בk הראשונים בלבד, לאחר מכן ככל שk גדל הזמן גדל ועבר גם את הזמן של היוריסטיקה הישנה)  
צריך להריץ עבור כל המפות  
  
2.*