**בינה מלאכותית תרגיל 1**

חלק א':

1. :

ללא דלק:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |  |
| 3628800 | 362880 | 40320 | 5040 | 720 | 120 | 24 | 6 | 2 | 1 | permu |

עם דלק:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |  |
| 7087500000000 | 141750000000 | 3150000000 | 7875000 | 225000 | 7500 | 300 | 150 | 10 | 1 | permu |

1. המקרה המקסימלי מקדם הסיעוף הוא n+l, במקרה של גרף מלא, במידה ויש מספיק דלק כדי להגיע לכל אחד מהיעדים בתחנה מסוימת.

המקרה המינימלי הוא מקדם סיעוף 1 במקרה של "שרוך".

1. כן, ייתכנו מעגלים! דוגמה למעגל כזה: מקרה שבו נמצאים בתחנת דלק L1, נוסעים לתחנת הדלק L2 ואז חוזרים לתחנת הדלק L1. במקרה כזה כמות הדלק שלנו תהיה מלאה בשני המקרים, מספר ההזמנות המחכות והגמורות בהן נשאר זהה, הצומת שאנחנו נמצאים בה זהה וגם
2. נסמן את המרחק המינימלי בין שני יעדים בx, אז מרחב המצבים הוא:

הסבר:

l+k זה מספר המיקומים האפשריים.

הוא גודל מיכל הדלק.

מספר ההזמנות הוא קבוצה החזקה השל מספר היעדים(k) שלפי תורת הקבוצות זה

לא בהכרח כולם ישיגים! למשל אם יש יעד שלא ניתן להגיע אליו מבחינת כמות הדלק

במיכל(מרחק ההזמנה מהצומת הקרוב גדול יותר מגודל מיכל הדלק).

1. כן, ייתכנו! למשל הדוגמה הבאה:

גודל מיכל הדלק הוא 60 וזה גרף המפה(היעדים) שיש לנו:

הבור הוא כאשר אנחנו בצומת A ואין לנו דלק להגיע לשום יעד נוסף ויש שתי הזמנות. פורמלית:

A

B

50

100

7.: החסם התחתון הוא k-מספר היעדים.

הסבר: חייבים לבקר בכל היעדים בהזמנות לפחות פעם אחת. ובמקרה של "שרוך" שבו סכום המרחקים קטן מגודל מיכל הדלק חסם זה ממומש ולכן הוא הדוק.

12. הסבר התוצאות: בגדול, ככל שאנחנו נותנים יותר משקל ליוריסטיקה ככה יעילות החיפוש

משתפרת על חשבון איכות התוצאה. בקלטים מסוימים יש חריגות קטנות אבל לא צריך

להסיק מכך על הכלל.

13. היוריסטיקה קבילה!

הסבר: מטעמי גיאומטריה אוקלידית, מרחק שתי נקודות בקו אווירי הוא המרחק הקטן ביותר האפשרי ביניהן. זאת בשילוב אי שוויון המשולש מוכיח שהיוריסטיקה זאת קבילה שכן היא קטנה יותר מכל פתרון אמיתי.

19.

21. נסתכל על הגרף: האיבר המינימלי מתכנס ל-1 כאשר T שואף ל-0, והשאר מתכנסים ל-0.

נסתכל על המונה:

לפי ההגדרה של אלפא, הוא שווה לאיבר המינימלי. אם כך, עבור האיבר המינימלי נגד

לכן הביטוי כולו יתכנס ל-1 בt=0.

במידה ולא, אז נקבל בתוך החזקה במונה מספר גדול מ-1. נסמנו b. מתקיים

כעת נסתכל על המכנה : הוא בוודאות מכיל את האיבר המינימלי וגם נוספים ולכן נקבל:

כלומר המכנה לא משפיע על ההתכנסות(בT=0).

22. האלגוריתם בגבול באינסוף יתכנס לקבוע של 0.2 שזה .

27. היוריסטיקה קבילה כי היא המרחקים הקצרים ביותר שהיו אפשריים במידה ולא היו כבישים, ובהכרח קצרים יותר מאשר כשיש כבישים.

פרק 2

1. נוכיח ש. נפריד למקרים:

במידה וh מוגדרת אז נקבל לפי הגדרת שמתקיים שנתון שהיא קבילה.

במידה ולא, אז נקבל ונתון ושוב נפריד לשני מקרים:

במידה וs היא צומת מטרה אז .

במידה וs אינה צומת מטרה אז לכל הפחות יהיה צריך לעבור על קשת אחת בשביל צומת מטרה, ולכן כאשר זה המחיר האופטימלי.

1. מכיוון שהתשובה של סעיף ג' בהכרח תופסת גם עבור סעיף זה אז נשתמש באותו אלגוריתם בדיוק.

ובכל זאת נכתוב אלגוריתם:

לצומת e שאנחנו רוצים לחשב לה יוריסטיקה:

1. אם isgoal(e)=True אז נחזיר 0. אחרת:
2. בודקים אם h מוגדרת על צומת זה באמצעות הפרדיקט.
3. אם כן- אז נגדיר את e להיות h(e).
4. אחרת:
5. ניצור מערך בגודל b שהוא מקדם הסיעוף:

לכל צומת s בsucc של e:

אם h מוגדרת על s אז נכניס למקום הבא במערך את .

אם לא אז נכניס כאשר זה מחיר הקשת בין s לe.

1. נחזיר את המינימום של המערך.

הנימוק יהיה בסעיף ג' שכן מדובר באותו אלגוריתם.

1. נשתמש באותו אלגוריתם בדיוק.

הוכחת קבילות(נקרא ליוריסטיקה שלנו h’):

במידה וh מוגדרת אז נקבל לפי הגדרת שמתקיים שנתון שהיא קבילה.

במידה וs היא צומת מטרה אז ולכן קבילה מההגדרה.

במידה ואין לצומת שלנו e שום שכן שהוא צומת מטרה אז בהכרח חייבים לעבור על אחת מהקשתות שיוצאות מהצומת e כדי להגיע לצומת מטרה. לכן לכל s שהוא מתקיים:

*הסבר לאי השוויון האחרון: בהכרח לכל s ואנחנו לוקחים מינימום שלהם.*

*השתמשנו בכך שh קבילה.*

*הוכחת מיודעות:*

*אם היוריסטיקה מוגדרת על צומת אז מתקיים שוויון . אחרת*

*כי משקל כל צלע הוא לפחות דלתא.*

1. *כן! קיים אלגוריתם כזה! והוא:*

*נריץ את A\* עם היוריסטיקה מסעיף ב'. מכיוון שהוכחנו שהיא מיודעת יותר מאשר אז הרצת A\* עם יוריסטיקה זו חסומה מלמעלה על ידי הרצת A\* עם . זה לפי משפט שלמדנו בהרצאה.*

*כלומר זמן הריצה של האלגוריתם שלנו קטן או שווה מאשר של A\* עם . לכן רק נותר למצוא דוגמה שבה הפתרון שלנו טוב יותר וזה יעיל.*

והנה דוגמה כזאת:

A

B

E

D

C

F

G

2

2

2

2

1

2

נתון שסדר היורשים הוא משמאל לימין וקודקוד המטרה הוא G.

האלגוריתם A\* עם יעבור על הקודקודים בסדר הבא:

בעוד שהאלגוריתם שהצענו יעבור בסדר הבא: