בינה מלאכותית

תרגיל בית 1

מגישים:

יקיר חלץ 305028441

גל פלייסיג 302912985

פרק ראשון – משלוחי פיצה

חלק א׳ – מבוא והנחיות

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **k value** | **Without fueling** | **With fueling (l = 5)** |
| **1** | 1 | 5 |
| **2** | 2 | 50 |
| **3** | 6 | 750 |
| **4** | 24 | 15000 |
| **5** | 120 | 375000 |
| **6** | 720 | 11250000 |
| **7** | 5040 | 393750000 |
| **8** | 40320 | 15750000000 |
| **9** | 362880 | 708750000000 |
| **10** | 3628800 | 35437500000000 |

חלק ב׳ – הגדרת מרחב החיפוש במפה

חלק ג׳ – הגדרת מרחב החיפוש של מסלולי נסיעת הטוסטוס

* 1. הערך המקסימלי של מקדם הסיעוף במרחב החיפוש הוא במצב בו כלל הצמתים בגרף (צמתים המתאימים להזמנות וצמתי תחנות הדלק) מהווים קליקה. במצב כזה, כל צומת מחובר לכל הצמתים האחרים, ומקדם הסיעוף של כל צומת הינו k + l – 1.
  2. הערך המינימלי של מקדם הסיעוף במרחב החיפוש הוא 1, בהנחה שהגרף המתאר את מרחב המצבים הינו קשיר. זאת מכיוון שיתכן צומת v (צומת המתאים להזמנה או צומת תחנת דלק) שניתן להגיע אליו מצומת אחד אחר בלבד. ואז מקדם הסיעוף של v הוא 1. בהנחה שהגרף לא בהכרח קשיר, מקדם הסיעוף יכול להיות גם 0 עבור צומת מבודד.

1. יתכנו מעגלים במרחב המצבים שלנו. לדוגמה עבור הגרף הבא כאשר V1 הוא צומת המתאים להזמנה t1 ו-V2 הוא צומת תחנת דלק. נניח ש-d0=5, ו-d\_refuel=10, ו-dist(v0, v2)=5. אזי המצב ההתחלתי יהיה:
   1. S0 = (v0, 5, {v1}, emptyset)
   2. מכאן נעבור לתחנת הדלק ונגיע למצב S1 = (v2, 10, {v1}, emptyset).
   3. מכאן נחזור למצב ההתחלתי ונגיע למצב S2 = (v0, 5, {v1}, emptyset).
   4. קל לראות ש-S0=S2, כלומר ישנו מעגל במרחב המצבים.

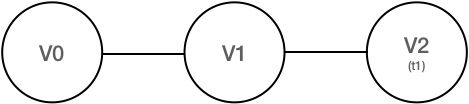


* 1. למיקום הנוכחי יש |V| אפשרויות.
  2. לכמות הדלק שנותרה יש d\_refuel אפשרויות.
  3. לקבוצת ההזמנות המחכות יש k אפשרויות.
  4. קבוצת ההזמנות הגמורות תלויה ב-T.

לסיכום, מספר המצבים במרחב זה הוא |V| \* d\_refuel \* k מצבים.

לא כל המצבים ישיגים. למשל, יתכן צומת v1, שהוא צומת המתאר הזמנה, אשר ישיג רק דרך צומת v2 שהינו צומת תחנת דלק, כאשר dist(v1, v2) = d\_refuel + 1. אזי גם אם יעצור השליח לתדלק לפני המעבר למסור את ההזמנה ב-v1 – הוא לעולם לא יוכל להגיע ל-v1. ולכן כל מצב המכיל את v1 כצומת נוכחי – אינו ישיג.

1. יתכנו בורות ישיגים מהמצב ההתחלתי שאינם מצבי מטרה. לדוגמה נתבונן בגרף הבא:



נניח ש-d0 = d\_refuel = 5. כמו-כן נניח ש-dist(v0, v1) = dist(v1, v2) = d\_refuel = 5.

אזי המצב ההתחלתי הינו S0=(v0, d\_refuel=5, {v2}, emptyset}.

כעת נעבור ל-v1 ונקבל את המצב: S1=(v1, 0, {v2}, emptyset}.

מצב זה הינו בור ישיג. נשים לב כי לא ניתן להמשיך ממנו לאף מצב אחר, ובנוסף זהו אינו מצב מטרה (v1 אינו צומת המתאים להזמנה).

1. פונקצית העוקב מוגדרת כדלהלן:

Succ((v1,d1,F1,T1)) = {(v2,d2,T2,F2) | v2 isin V, (v1,v2) isin E, Dist(v1,v2) <= d1, T2=T1, F2=F1}

Unity {(v2,d2,T2,F2) | v2 isin V, (v1,v2) isin E, Dist(v1,v2) <= d1, v2 isin Ord, T2=T1\_unity\_{v2}, F2=F1/{v1}}

הסבר: v2 הוא צומת ב-V, יש דרך המקשרת בין הצמתים v1,v2, הדלק הנותר במיכל לפני תחילת הנסיעה מספיק כדי לנסוע מ-v1 ל-v2 (מבחינת מרחק – קילומטרים), ובנוסף אחת משתי אפשרויות לגבי T ו-F: הצומת v2 הוא צומת המתאים להזמנה, ואז T2 הוא T1 בתוספת הצומת v2, ו-F2 הוא F1 ללא הצומת v2 (כלומר ההזמנה v2 הושלמה), **או** שהצומת v2 אינו צומת הזמנה ואז T2 = T1 ו-F2 = F1 כלומר הם נותרים ללא שינוי.

(האם להתייחס לכך ש-d2 יכול להיות d\_refuel אם v2 isin GasStations?)

1. בהנחה שאין שתי הזמנות במיקומים זהים, חסם תחתון לעומק המינימאלי של מצב מטרה כלשהו במרחב החיפוש הוא 1, וזאת מכיוון שיתכן מצב שבו מצומת ההתחלה יש דרך ישירה לכל אחד מצמתי ההזמנות, ואז כדי להשלים את כל ההזמנות נצא מצומת ההתחלה ונגיע אל צומת ההזמנה הראשון בעומק 1, ואז נשוב לצומת ההתחלה ומשם נצא לצומת ההזמנה הבא בעומק 1 שוב, ונחזור לצומת ההתחלה, וכן הלאה לגבי כל צמתי ההזמנה. ואז נגיע למצב: (v\_t, d, emptyset, Ord) כאשר v\_t הוא צומת הזמנה כלשהו, d הוא מרחק כלשהו שניתן להשלים עם הדלק שנותר (נותרה כמות כלשהי של דלק), לא נותרו עוד הזמנות למסור ובהתאם כמובן כל ההזמנות נמסרו. והמצב שתיארנו שייך ל-G\_d – כלומר הוא מצב מטרה – לפי ההגדרה.

חלק ד׳ – מתחילים לתכנת

להלן פלט הריצה לפני התיקון:

Map(src: 54 dst: 549) UniformCost time: 0.01 #dev: 212 total\_cost: 12.00000 |path|: 13 path: [ 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 28893, 14580, 14590, 14591, 14592, 14593]

להלן פלט הריצה המתוקנת:

Map(src: 54 dst: 549) UniformCost time: 1.05 #dev: 17355 total\_cost: 7465.52560 |path|: 137 path: [ 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 28893, 14580, 14590, 14591, 14592, 14593, 81892, 25814, 81, 26236, 26234, 1188, 33068, 33069, 33070, 15474, 33071, 5020, 21699, 33072, 33073, 33074, 16203, 9847, 9848, 9849, 9850, 9851, 335, 9852, 82906, 82907, 82908, 82909, 95454, 96539, 72369, 94627, 38553, 72367, 29007, 94632, 96540, 9269, 82890, 29049, 29026, 82682, 71897, 83380, 96541, 82904, 96542, 96543, 96544, 96545, 96546, 96547, 82911, 82928, 24841, 24842, 24843, 5215, 24844, 9274, 24845, 24846, 24847, 24848, 24849, 24850, 24851, 24852, 24853, 24854, 24855, 24856, 24857, 24858, 24859, 24860, 24861, 24862, 24863, 24864, 24865, 24866, 82208, 82209, 82210, 21518, 21431, 21432, 21433, 21434, 21435, 21436, 21437, 21438, 21439, 21440, 21441, 21442, 21443, 21444, 21445, 21446, 21447, 21448, 21449, 21450, 21451, 621, 21452, 21453, 21454, 21495, 21496, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549]

חלק ה – אלגוריתם A\*

1. מימוש בקוד.
2. מימוש בקוד.
3. מימוש בקוד. להלן פלט הריצה:

Map(src: 54 dst: 549) A\* (h=AirDist, w=0.500) time: 0.14 #dev: 2016 total\_cost: 7465.52560 |path|: 137 path: [ 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 28893, 14580, 14590, 14591, 14592, 14593, 81892, 25814, 81, 26236, 26234, 1188, 33068, 33069, 33070, 15474, 33071, 5020, 21699, 33072, 33073, 33074, 16203, 9847, 9848, 9849, 9850, 9851, 335, 9852, 82906, 82907, 82908, 82909, 95454, 96539, 72369, 94627, 38553, 72367, 29007, 94632, 96540, 9269, 82890, 29049, 29026, 82682, 71897, 83380, 96541, 82904, 96542, 96543, 96544, 96545, 96546, 96547, 82911, 82928, 24841, 24842, 24843, 5215, 24844, 9274, 24845, 24846, 24847, 24848, 24849, 24850, 24851, 24852, 24853, 24854, 24855, 24856, 24857, 24858, 24859, 24860, 24861, 24862, 24863, 24864, 24865, 24866, 82208, 82209, 82210, 21518, 21431, 21432, 21433, 21434, 21435, 21436, 21437, 21438, 21439, 21440, 21441, 21442, 21443, 21444, 21445, 21446, 21447, 21448, 21449, 21450, 21451, 621, 21452, 21453, 21454, 21495, 21496, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549]



1. להלן הגרף שנוצר:

הסבר הגרף שהתקבל: עבור הגרף האדום שמתאר את מס׳ המצבים שפותחו כנגד המשקל (מהירות האלגוריתם), ניתן להבחין כי כאשר w = 0.5 מספר המצבים שפותחו הוא מקסימלי – והאלגוריתם הכי איטי, וככל ש-w גדל עד הגעה ל-w = 1, מספר המצבים שפותחו קטן, כאשר עבור w = 1 אנו מקבלים את האלגוריתם Greedy Best First אשר מסתמך בצורה בלעדית על היוריסטיקה ועקב כך מפתח הכי מעט צמתים.

לעומת זאת, עבור הגרף הכחול שמתאר את מסלול הפתרון שמצא האלגוריתם, ניתן להבחין כי כאשר w = 0.5 המרחק שעבר האלגוריתם הוא מינימלי – כלומר איכות הפתרון יותר טובה, וככל ש-w גדל עד הגעה ל-w = 1, מסלול הפתרון שמצא האלגוריתם גדל, כאשר עבור w = 1, שוב, אנו מקבלים את האלגוריתם Greedy Best First.

1. מימוש בקוד.