**מעבדה בבינה מלאכותית**

**דו"ח תרגיל בית 1 -אלגוריתמי חיפוש**

שם סטודנט: קאסם חביב אללה

תעודת זהות:205993942

במעבדה הזו אנחנו מקבלים לוח 6\*6 שמכיל אוסף מכוניות והמטרה היא לחלץ המכונית האדומה החוצה ע"י שנפנה נתיב אופקי ממקום המכונית האדומה עד סוף השורה השלישית, אז צריך לפתח אלגוריתם חיפוש מוצא סדר פעולות להזזת המכוניות ונגיע למצב שהמכונית האדומה יכולה לצאת החוצה.

בשביל לפתור הבעיה בניתי מחלקה בשם Puzzle שהיא מחלקה סטטית ששמרתי בה משתנה מסוג Priority Queue שהוא מבנה נתונים משתמשים בו לשמור בו הצמתים שיכול שנשתמש בהם בעתיד והמבנה הנתונים הזה יעיל מבחינת הוצאת הצומת המינימאלי בתור וההכנסה, וגם שמרתי במחלקה משתנה מסוג dictionary שהוא סוג של hash ששומרים בו את הצמתים שבקרנו בהם בעבר, לכן כאשר מוצאים איבר מהערימה בודקים אם הוא נמצא ב hash אם כן לא ממשיכים איתו והולכים לצומת אחר שעדיין לא בקרנו בו, וכאשר מתחילים הבעיה קוראים למתודה init\_the\_game שהיא מייצרת את הצומת הראשי השורש ומחשבים את ערך ה f שלו לפי פונקציית score ואחר-כך מכניס אותו לערימה וקורא למתודה search שבמתודה הזו נכנס ללולאה שכל עוד הערימה לא ריקה או שלא הגעתי לפתרון מוציא האיבר המינימאלי מהערימה וקורא לפונקציית calcsuccessors שמחשבת את הבנים לצומת הזו ומכניסה אותם לערימה אם עדיין לא בקרנו בהם.

אז גם בנייתי מחלקה מסוג Car ששמרתי בה את המקום שלה בלוח וגם סוג המכונית 1 אם היא תופסת שלוש משבצות ו 0 אם תופסת רק שתי משבצות וגם שמרתי סוג התנועה 1 אם התנועה אנכית ו0 אם התנועה אופקית.

וגם בנייתי מחלקה מסוג Node ששמרתי בו את הלוח מסוג List of Lists וגם שמרתי Dictionary שהמפתח הוא letter שמייצג המכונית והערך הוא המכונית (המקום, התנועה וסוג המכונית) ושמרתי העומק של הצומת ומצביע לאבא שלו וערך היורסטיקה שלו והתנועה האחרונה.

חישבתי את ערך ה f של הצומת בכמה צורות ופונקציות יורסטיות שונות, אציג לכל פונקציה יורסטית את הסטטיסטים הבאים.

אתחיל עם הפונקציה הראשונה שנתתי לה id שווה 1 והיא f=g+h כאשר g הוא עומק הצומת ו h הוא מספר המכוניות שחוסמות את המכונית האדומה +מספר המכוניות שחוסמות המכוניות שחוסמות המכונית האדומה+ המכונית האדומה

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Max | Avg | Min | Avg H value | EBF | Time | d/N | N | Herstic name | Problem |
|  | 16 | 13.508 | 12 | 4.27 | 1.544 | 0.96 | 0.015 | 1046 | 1 | 1 |
|  | 14 | 9.49 | 7 | 5.173 | 1.659 | 1.241 | 0.011 | 1205 | 1 | 2 |
|  | 33 | 30.76 | 28 | 3.71 | 1.22 | 0.544 | 0.045 | 733 | 1 | 3 |
|  | 22 | 18.63 | 17 | 4.19 | 1.30 | 0.45 | 0.061 | 357 | 1 | 4 |
|  | 18 | 12.71 | 10 | 5.58 | 1.51 | 1.74 | 0.0096 | 1866 | 1 | 5 |
|  | Max | Avg | Min | Avg H value | EBF | Time | d/N | N | Herstic name | Problem |
|  | 18 | 14.92 | 11 | 4.82 | 1.51 | 1.42 | 0.010 | 1705 | 1 | 6 |
|  | 21 | 17.72 | 14 | 4.44 | 1.43 | 1.43 | 0.011 | 1882 | 1 | 7 |
|  | 21 | 16.20 | 12 | 6.85 | 1.36 | 0.63 | 0.023 | 918 | 1 | 8 |
|  | 17 | 14.44 | 13 | 3.51 | 1.39 | 0.18 | 0.058 | 291 | 1 | 9 |
|  | 32 | 28.61 | 26 | 4.29 | 1.25 | 1.095 | 0.020 | 1570 | 1 | 10 |
|  | 56 | 54.54 | 52 | 4.28 | 1.127 | 0.591 | 0.066 | 840 | 1 | 11 |
|  | 33 | 29.38 | 27 | 4.77 | 1.21 | 0.39 | 0.053 | 612 | 1 | 12 |
|  | 32 | 27.31 | 24 | 5.82 | 1.327 | 7.62 | 0.003 | 8729 | 1 | 13 |
|  | 34 | 31.089 | 27 | 3.96 | 1.30 | 8.06 | 0.003 | 8844 | 1 | 14 |
|  | 32 | 31.66 | 31 | 5.71 | 1.21 | 0.381 | 0.061 | 523 | 1 | 15 |
|  | 41 | 38.62 | 36 | 4.21 | 1.20 | 1.56 | 0.018 | 2201 | 1 | 16 |
|  | 47 | 44.52 | 40 | 5.66 | 1.17 | 1.65 | 0.022 | 2102 | 1 | 17 |
|  | 60 | 58.14 | 56 | 4.54 | 1.13 | 0.97 | 0.037 | 1587 | 1 | 18 |
|  | 44 | 43.61 | 42 | 3.75 | 1.15 | 0.24 | 0.093 | 472 | 1 | 19 |
|  | 18 | 15.25 | 11 | 4.41 | 1.44 | 0.51 | 0.022 | 786 | 1 | 20 |
|  | 49 | 49 | 49 | 3.84 | 1.12 | 0.104 | 0.188 | 260 | 1 | 21 |
|  | 46 | 42.15 | 40 | 4.67 | 1.19 | 2.90 | 0.012 | 3696 | 1 | 22 |
|  | 49 | 45.03 | 41 | 5.55 | 1.16 | 1.26 | 0.024 | 1965 | 1 | 23 |
|  | 50 | 48.027 | 45 | 3.63 | 1.18 | 3.15 | 0.012 | 4119 | 1 | 24 |
|  | 52 | 47.44 | 44 | 5.72 | 1.18 | 7.68 | 0.006 | 8440 | 1 | 25 |
|  | 49 | 43.69 | 41 | 5.15 | 1.18 | 3.37 | 0.011 | 4405 | 1 | 26 |
|  | 57 | 54.13 | 50 | 5.051 | 1.146 | 1.49 | 0.023 | 2459 | 1 | 27 |
|  | 51 | 47.33 | 43 | 6.48 | 1.15 | 1.12 | 0.032 | 1581 | 1 | 28 |
|  | 54 | 51.42 | 48 | 6.89 | 1.16 | 3.25 | 0.012 | 4277 | 1 | 29 |
|  | 55 | 52.03 | 50 | 3.82 | 1.13 | 0.68 | 0.047 | 1163 | 1 | 30 |
|  | 69 | 65.69 | 63 | 5.57 | 1.12 | 2.58 | 0.018 | 3770 | 1 | 31 |
|  | 62 | 58.16 | 55 | 5.58 | 1.107 | 0.25 | 0.109 | 566 | 1 | 32 |
|  | 77 | 71.13 | 68 | 7.01 | 1.11 | 2.39 | 0.024 | 3163 | 1 | 33 |
|  | 71 | 67.17 | 64 | 6.57 | 1.125 | 3.11 | 0.016 | 4327 | 1 | 34 |
|  | 75 | 73.16 | 68 | 6.86 | 1.116 | 2.66 | 0.019 | 3803 | 1 | 35 |
|  | 63 | 60.20 | 57 | 3.98 | 1.127 | 1.30 | 0.033 | 1881 | 1 | 36 |
|  | 65 | 60.108 | 57 | 6.15 | 1.123 | 1.66 | 0.033 | 1941 | 1 | 37 |
|  | 77 | 74.1 | 69 | 5.57 | 1.111 | 2.38 | 0.022 | 3445 | 1 | 38 |
|  | 82 | 79.55 | 76 | 5.61 | 1.105 | 3.07 | 0.022 | 3649 | 1 | 39 |
|  | 81 | 77.95 | 74 | 5.13 | 1.101 | 2.18 | 0.031 | 2556 | 1 | 40 |

אז רואים לפי התוצאות שהפונקציה טובה ברוב הבעיות אבל הפונקציה עבדה גרוע בבעיות שסמנתי באדום וצריך לשפר אותם וגם הבעיות שסמנתי אותם בצהוב אפשר לשפר אותם יותר בפונקציית f אחרת לכן נגדיר פונקציית f שנייה :

שנתתי לה id שווה 9 והיא f=h אז h אותו דבר כמו הפונקצייה הקודמת רק ההבדל שבפונקציה הזו לא השתמשתי ב עומק רק התייחסתי ליורסטיקה.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Max | Avg | Min | Avg H value | EBF | Time | d/N | N | Herstic name | Problem |
|  | 25 | 11.54 | 1 | 3.71 | 1.19 | 0.54 | 0.26 | 95 | 9 | 1 |
|  | 27 | 14.57 | 1 | 3.82 | 1.30 | 0.53 | 0.10 | 193 | 9 | 2 |
|  | 43 | 24.98 | 1 | 3.54 | 1.14 | 0.45 | 0.15 | 280 | 9 | 3 |
|  | 22 | 13.37 | 6 | 3.23 | 1.18 | 0.03 | 0.51 | 43 | 9 | 4 |
|  | 18 | 10.32 | 1 | 3.63 | 1.22 | 0.06 | 0.5 | 36 | 9 | 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 32 | 11.49 | 1 | 4.25 | 1.17 | 0.33 | 0.20 | 159 | 9 | 6 |
|  | 74 | 34.095 | 1 | 3.54 | 1.11 | 1.53 | 0.057 | 1160 | 9 | 7 |
|  | 21 | 12.59 | 1 | 4.76 | 1.18 | 0.036 | 0.56 | 39 | 9 | 8 |
|  | 22 | 16.48 | 1 | 3.043 | 1.22 | 0.107 | 0.24 | 91 | 9 | 9 |
|  | 73 | 39.16 | 7 | 4.02 | 1.105 | 0.73 | 0.067 | 1026 | 9 | 10 |
|  | 92 | 70.23 | 14 | 4.38 | 1.07 | 0.35 | 0.15 | 588 | 9 | 11 |
|  | 45 | 28.44 | 10 | 4.82 | 1.13 | 0.17 | 0.14 | 315 | 9 | 12 |
|  | 108 | 69.23 | 3 | 4.57 | 1.08 | 1.66 | 0.043 | 2267 | 9 | 13 |
|  | 300 | 137.25 | 11 | 3.54 | 1.03 | 7.62 | 0.025 | 8996 | 9 | 14 |
|  | 54 | 32.05 | 12 | 5.49 | 1.118 | 0.26 | 0.130 | 414 | 9 | 15 |
|  | 89 | 48.26 | 9 | 3.82 | 1.08 | 0.87 | 0.06 | 1307 | 9 | 16 |
|  | 69 | 43.96 | 7 | 5.31 | 1.10 | 0.72 | 0.07 | 913 | 9 | 17 |
|  | 81 | 40.011 | 3 | 4.32 | 1.10 | 0.44 | 0.08 | 844 | 9 | 18 |
|  | 56 | 29.76 | 13 | 3.23 | 1.11 | 0.18 | 0.15 | 351 | 9 | 19 |
|  | 55 | 33.26 | 1 | 3.59 | 1.14 | 0.51 | 0.05 | 925 | 9 | 20 |
|  | 63 | 37.56 | 5 | 3.83 | 1.087 | 0.075 | 0.311 | 202 | 9 | 21 |
|  | 90 | 62.02 | 7 | 3.85 | 1.076 | 0.54 | 0.11 | 791 | 9 | 22 |
|  | 107 | 68.10 | 20 | 4.22 | 1.06 | 0.28 | 0.19 | 547 | 9 | 23 |
|  | 140 | 93.68 | 28 | 3.18 | 1.05 | 2.19 | 0.047 | 2970 | 9 | 24 |
|  | 192 | 103.38 | 7 | 5.17 | 1.049 | 3.29 | 0.041 | 4157 | 9 | 25 |
|  | 97 | 48.68 | 1 | 3.53 | 1.07 | 0.79 | 0.09 | 1056 | 9 | 26 |
|  | 138 | 91.31 | 7 | 4.80 | 1.053 | 0.80 | 0.101 | 1358 | 9 | 27 |
|  | 85 | 64.99 | 5 | 5.88 | 1.07 | 0.196 | 0.23 | 369 | 9 | 28 |
|  | 87 | 42.73 | 2 | 4.84 | 1.08 | 0.56 | 0.11 | 750 | 9 | 29 |
|  | 89 | 56.32 | 11 | 3.50 | 1.09 | 0.46 | 0.09 | 828 | 9 | 30 |
|  | 157 | 82.82 | 7 | 4.52 | 1.047 | 0.80 | 0.10 | 1456 | 9 | 31 |
|  | 70 | 28.37 | 2 | 5.39 | 1.08 | 0.189 | 0.16 | 413 | 9 | 32 |
|  | 146 | 84.58 | 7 | 5.65 | 1.049 | 0.76 | 0.124 | 1176 | 9 | 33 |
|  | 113 | 63.25 | 1 | 5.72 | 1.067 | 1.20 | 0.067 | 1671 | 9 | 34 |
|  | 104 | 54.44 | 1 | 6.27 | 1.07 | 1.51 | 0.047 | 2193 | 9 | 35 |
|  | 134 | 91.89 | 49 | 3.73 | 1.06 | 0.93 | 0.086 | 1423 | 9 | 36 |
|  | 128 | 109.77 | 90 | 6.057 | 1.05 | 0.61 | 0.14 | 893 | 9 | 37 |
|  | 175 | 112.30 | 2 | 4.50 | 1.039 | 0.51 | 0.18 | 950 | 9 | 38 |
|  | 157 | 76.97 | 8 | 4.89 | 1.051 | 1.36 | 0.063 | 2478 | 9 | 39 |
|  | 119 | 112.85 | 85 | 5.34 | 1.062 | 0.94 | 0.08 | 1383 | 9 | 40 |

רואים שבפונקציה התוצאות טובות יותר מתוצאות הפונקציה הקודמת ובפרט מבחינת זמן הריצה ומספר הצמתים.

אבל ביצוע הבעיה 14 נשאר גרוע ובשביל לפתור אותה בצורה יעילה יותר בניתי פונקציה f שלישית,

שנתתי לה id שווה ל 3 והיא f=h-g כאשר h פונקציית יורסטיקית שבודקת למכונית האדומה ולכל המכוניות החוסמות את המכונית האדומה את המרחק שלה בין מקומה ב root node בהתחלה עם מקומה ב node הסופי שבאמצעותו המכונית האדומה ועושים סכום לכל ההפרשים ומחסירים מ h את פונקציה g עומק הצומת.אני מראה את תוצאת ביצוע בעיה 14 אם רוצה לראות את כל התוצאות תפתח קובץ herstic3.

Problem 14:

Time of execution: 2.529550790786743

number of visited nodes: 3551

Penetrance: 0.9912700647704872

avg H value: 3.6888200506899467

EBF: 1.002325137737707

Max depth: 3520

Min depth: 1

Average depth: 1852.9095695779356

וגם בניתי עוד פונקציה f שנתתי לה id שווה 2 f=g+h כאשר h הוא מספר המכוניות שחוסמות המכונית האדומה+ המכונית האדומה עצמה ו h הוא עומק הצומת.

אם רוצה לראות את תוצאות ביצוע הפונקציה הזו תפתח קובץ herstic2 .

עכשיו נעשה השוואה בין ההיורסטיקות:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | יורסטיקה 9 | יורסטיקה 3 |
| average number of vistid nodes | 1177.65 | 1451.3 |
| average time of execution | 0.9005829095840454 | 0.998630142211914 |
| average penetrance | 0.1504141943551648 | 0.7761827985391049 |
| average ebf | 1.1037913670607296 | 1.0165350219129228 |
| average H value | 4.391395722250439 | 3.5704514507121816 |
| average min depth | 11.225 | 1.1 |
| average of average depth | 55.18066837107587 | 521.7723909327058 |
| average max depth | 92.425 | 1039.3 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | יורסטיקה 1 | יורסטיקה 2 |
| average number of vistid nodes | 2493.375 | 2689.675 |
| average time of execution | 2.030637663602829 | 2.0551475524902343 |
| average penetrance | 0.03385804521640311 | 0.031909284551160315 |
| average ebf | 1.2330325700264189 | 1.2375477276758253 |
| average H value | 5.074427218543251 | 3.071693687679012 |
| average min depth | 39.95 | 42.575 |
| average of average depth | 42.96831526518243 | 44.293552073420244 |
| average max depth | 46.075 | 46.025 |

אנחנו רואים לפי התוצאות שיורסטיקה 9 יותר טובה משאר הפונקציות גם מבחינת זמן הריצה שממוצע הזמן הריצה שלה מהר יותר משאר הפונקציות, וגם מבחינת מספר הצמתים שבקר בהם שהוא הקטן ביותר ביחס לשאר הפונקציות.

אז בכל הבעיות אני משתמש ביורסטיקה 9 מלבד בעיה 14 משתמש ביורסטיקה 3 שיורסטיקה 3 מריצה את בעיה 14 ומוציאה את הפתרון יותר מהיר ביחס לשאר הפונקציות.

עכשיו נעשה השוואה ביו הרמות השונות ביחס ליורסטיקה 9:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Herstic 9 | beginer | intermdate | advanced | expert |
| average number of vistid nodes | 312.2 | 1692 | 1302.8 | 1403.6 |
| average time of execution | 0.2358 | 1.324 | 0.946 | 0.8635 |
| average penetrance | 0.2664 | 0.0935 | 0.133 | 0.107 |
| average ebf | 1.184 | 1.099 | 1.070 | 1.060 |
| average H value | 3.760 | 4.310 | 4.284 | 5.209 |
| average min depth | 2.1 | 8.3 | 9.3 | 25.2 |
| average of average depth | 18.863 | 53.2505 | 66.880 | 81.727 |
| average max depth | 35.7 | 94.9 | 108.8 | 130.3 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Herstic 3 | beginer | intermdate | advanced | expert |
| average number of vistid nodes | 494.5 | 1359.5 | 1941.4 | 2009.8 |
| average time of execution | 0.320 | 0.928 | 1.291 | 1.174 |
| average penetrance | 0.861 | 0.809 | 0.813 | 0.620 |
| average ebf | 1.037 | 1.011 | 1.009 | 1.008 |
| average H value | 3.151 | 3.677 | 3.638 | 3.815 |
| average min depth | 1.0 | 1 | 1.4 | 1 |
| average of average depth | 166.0737 | 583.305 | 756.409 | 581.301 |
| average max depth | 364.7 | 1147.1 | 1517.4 | 1128.0 |

אנחנו רואים עם העלייה ברמות עד advanced או expert עומק הפתרון עולה וגם מספר הצמתים שמבקרים גם עולה וגם זמן הריצה יהיה יותר ארוך כי הבעיה תהיה יותר קשה וקשה יותר למצוא את הפתרון ולכן יהיה הזמן יותר ארוך וגם מספר הצמתים והעומק יותר גדול.

עכשיו נעשה השוואה עם אלגורתים חיפוש לא מיודע

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | יורסטיקה 9 | BFS |
| average number of vistid nodes | 1177.65 | 3087.55 |
| average time of execution | 0.9005829095840454 | 2.162 |
| average penetrance | 0.1504141943551648 | 0.0292 |
| average ebf | 1.1037913670607296 | 1.245 |
| average H value | 4.391395722250439 | 3.06129 |
| average min depth | 11.225 | 45.25 |
| average of average depth | 55.18066837107587 | 45.36850324133874 |
| average max depth | 92.425 | 46.225 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | יורסטיקה 9 | **iterative\_deepning** |
| average number of vistid nodes | 1177.65 | 81855.525 |
| average time of execution | 0.9005829095840454 | 57.7444 |
| average penetrance | 0.1504141943551648 | 0.0015 |
| average ebf | 1.1037913670607296 | 1.134 |
| average H value | 4.391395722250439 | 0 |
| average min depth | 11.225 | 88.475 |
| average of average depth | 55.18066837107587 | 113.299 |
| average max depth | 92.425 | 140.0 |

אז רואים שהביצועים של פונקציית היורסטית יותר טוב בהרבה מ iterative\_deepning ו BFS

נתתי time\_limit שווה ל 4 למרות שכל הבעיות יכלתי לפתור אותם בזמן פחות מ 3 רק בעיה 25 שפתרתי אותה בזמן 3.5 אז בגלל זה הזמן המינמאלי הוא 4 .