דו"ח מסכם

תרגיל בית 2

יונתן בתן

302279138

[Yonibettan@gmail.com](mailto:Yonibettan@gmail.com)

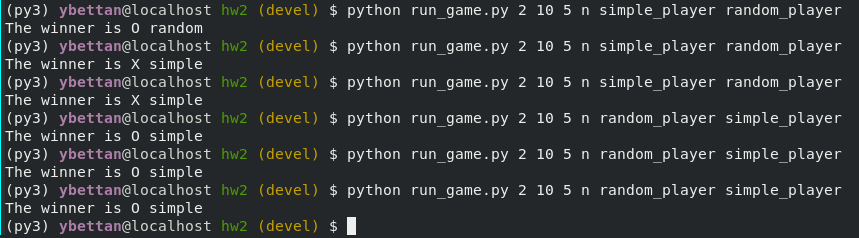
נדב אליהו

303086854

[Neliahu@gamil.com](mailto:Neliahu@gamil.com)

# **חלק א'**:

מטעמי אסטטיקה, הודבקו התוצאות עבור ריצת התכנית ללא הדפסות.



לפי התכנית השחקן שמוכנס ראשון (מבין השניים) הינו X.

ניתן להבחין כי ב- 3 ההרצות הראשונות כיוון ש- simple הוא הראשון שהוכנס אזי הוא מקבל את התווית X ו- random את התווית O.

ב-3 הריצות האחרונות נראה כי simple הוא שקיבל את התווית O

השחקן X תמיד משחק ראשון ולכן לצורך ההרצות פשוט שינינו את סדר הפרמטרים בשורת הפקודה.

הפלט מייצג את השחקן המנצח בריצה הספציפית.

התוצאות הינן שונות בין הריצות מכיוון שהשחקן random תמיד מגריל מצב אקראי מבין המצבים האפשריים העומדים לרשותו.

# **חלק ב'**:

**התשובות לא לפי סדר הסעיפים לצורך נוחות ההסבר אך הם עונים על כולם.**

אנו נבחר יוריסטיקה אשר לה 2 מרכיבים עיקריים:

* **תנועה:**
* בוחנת לכל משתתף את מספר המהלכים האפשריים
* בודקת מתוכם כמה מהלכים הם בעלי פוטנציאל לכל משתתף, כלומר משבצות אשר בקרבתן יש חייל יריב אחד לפחות
* **ניקוד:**
* מבוסס על מספר החיילים שיש לכל משתתף
* ניתן דגש על פינות ופאות
* מתוך הפאות ניתן דגש על החיילים בפאות שהינם במצב "יציב" כלומר לא ניתנים להפיכה (למשל חלק משורה המסתיימת בפינה)

ולבסוף נשלב את 2 מרכיבים אלו בעזרת משקלים שונים אשר משתנים לפי שלבי התכנית, כלומר בהתחלה ניתן דגש גדול יותר על תנועה שגם התנועה משמעותית בהתחלה וגם אנחנו רחוקים מהפינות ובשלב כלשהו נתחיל להוריד את המשקל של התנועה לטובת הניקוד שכן אנו מתקרבים לסוף המשחק והתנועה יורדת משמעותית ל-2 השחקנים.

עבור מצב סופי היוריסטיקה תחזיר את הפרש משפר החיילים שלנו ושל היריב.

אנחנו אכן צופים שיפור משמעותי בתוצאות שכן היוריסטיקה הינה מיודעת יותר.

בלוח 8X8 כמו אצלנו יש 64 משבצות שמתוכם 4 כבר תפוסות במצב התחלתי, מה שמשאיר אותנו עם 60 מהלכים

מכיוון שבשלב זה אנחנו משנים רק את היוריסטיקה (כל השאר זהה ל- simple player) ולא פשוט להתחיל לספור באיזה מהלך אנחנו מבלי לשנות את נתוני המחלקה, אנו ניתן פאקטור זהה של 1 עבור כל 60 המהלכים בשלב זה.

עבור שחקן התחרות ניתן משקלים כדלהלן:

* ב- 20 המהלכים הראשונים ניתן פאקטור 1.5 לטובת התנועה ו-0.5 לטובת הניקוד
* ב- 20 המהלכים האמצעיים ניתן פאקטור 1 לשני המרכיבים
* ב- 20 המהלכים האחרונים ניתן פאקטור 0.5 לטובת התנועה ו-1.5 לטובת הניקוד

ועכשיו קצת נוסחאות:

**ניקוד:**



בשלב זה ניתן את הערך הנ"ל לקבועים אך יתכן ונשנה אותם בעתיד לצורך שיפור ביצועים לתחרות



**תנועה:**

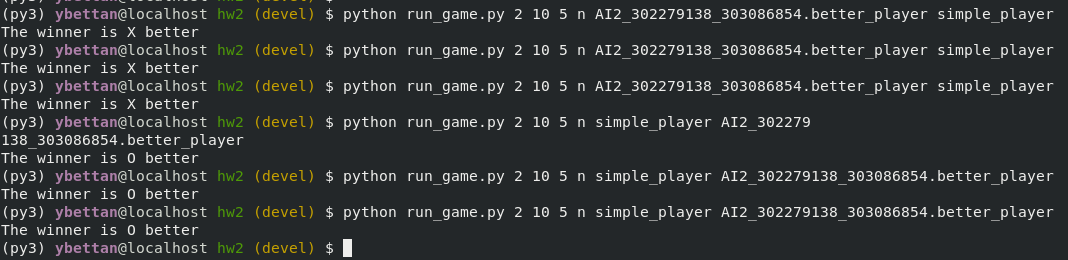


בשלב זה ניתן את הערך הנ"ל לקבועים אך יתכן ונשנה אותם בעתיד לצורך שיפור ביצועים לתחרות



**מצב סופי:**

עבור מצב סופי נחזיר את 

להלן התוצאות:

ניתן לראות שבכל 6 הריצות הסוכן better\_player שמימשנו מנצח את הסוכן simple\_player

# **חלק ג'**:

* מומש בקוד
* השתמשנו ביוריסטיקה של simple\_player על מנת לא ליצור תלות בין החלקים השונים של התרגיל

# **חלק ד'**:

* מומש בקוד
* ברור שהאלגוריתם מינימקס ומינימקס עם גיזום אלפא-בטא מחזיר את אותו ערך, הרי הגיזום אמור לייעל את זמן החיפוש אך לא אמות לפגוע בנכונות של אלגוריתם ללא גיזום.

ההבדל נובע מהעמקה הדרגתית, כלומר מכיוון שלא תמיד יש לנו מספיק משאבים כדי להריץ את האלגוריתם ללא גיזום בשלמותו לפעמים נצטרך לעצור אחרי עומק מסוים ולכן להתפשר על ערך יוריסטי.

בעקבות כך ככל שהעומק יהיה גדול יותר היוריסטיקה שלנו תהיה מיודעת יותר ולכן במידה ונגזום ענפים נוכל במקרה הטוב לחפש לעומק פי 2 יותר גדול במקרה הטוב.

לכן נצפה לקבל ביצועים טובים יותר עבור השחקן אלפא-בטא בתנאי שהזמן המוקצב לכל שחקן הינו קטן מספיק בכדי לאלץ אותו להתפשר ולא להצליח להגיע לכל עץ החיפוש ובנוסף צריך להתקיים שסדר הבנים בעץ החיפוש מאפשר גיזום (במקרה הגרוע אלפא-בטא לא יגזום שום ענף ונקבל ביצועים זהים).

# **חלק ה':**

# סעיף 1:

# סעיף 2:

# **חלק ו'**:

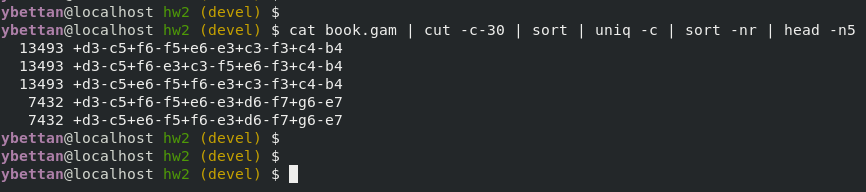
# סעיף 1:

* שימוש בטבלת ערבול המכילה מהלכים וחסמים על התוצאה – מאפשר גיזום אלפא-בטא מהיר יותר בחלק מהמקרים
* ניצול זמן החשיבה של היריב לחישובים
* שימוש ב- opening book עליו נרחיב בסעיף הבא

# סעיף 2:

1. Opening book הוא קובץ אשר מאכסן בתוכו עבור כל ריצת משחק את רצף המהלכים שנעשו והתוצאה הסופית.

ע"י קובץ זה ניתן לדרג "מהלכים חמים" כלומר לראות מהלכים שחוזרים על עצמם לעיטים קרובות (כלומר נבחרו ע"י האלגוריתם פעמים רבות) ולכן ניתן להסיק מכך שהמהלך הינו מהלך טוב ולכן נשתמש בו במקום לחשבו מחדש ע"י האלגוריתם ונרוויח זמן חישוב למטרות אחרות – כמו העמקה גדולה יותר בחיפוש עבור מהלכים שיש לנו עליהם פחות מידע.

1. להלן 5 המשחקים הנפוצים ביותר, כאשר המספר בעמודה משמאל מייצג את מספר ההופעות של משחק זה בקובץ המקורי.
2. קוד
3. החיסרון העיקרי בבנייה הנוכחית הוא שעלינו לחלץ מתוך state נתון את המהלך שהיריב ביצע על מנת לתחזק את ה- prefix של  מהלכים קודמים מה שמשפיע על זמן הריצה של שחקן.
4. דרך חלופית, אשר בה לא נשתמש כרגע, היא ליצור מילון מתוך הקובץ בצורה כזאת שעבור כל מהלך מייצרים state ואת המילון בונים בצורה כזאת שה- key הינו state וה- value המוחזר הינו המהלך הבא (move). דרך זו מכבידה על הבנאי אך משפרת את זמן הריצה.

ה- design שאנחנו בחרנו מתחזק מחרוזת, בפורמט של ה- opening book, של המהלכים שבוצעו עד כה כך שהמהלך של היריב מחולץ ע"י חישוב ה- diff בין המצב הנוכחי למצב האחרון שבוצע.

בכל בחירת מהלך נשתמש במחרוזת זאת כ- key ובמידה והנ"ל קיים במילון נבחר על פיה את המהלך הבא אחרת המצב הבא יבחר לפי הפונקציה היוריסטית כפי שהיה קודם לכן.

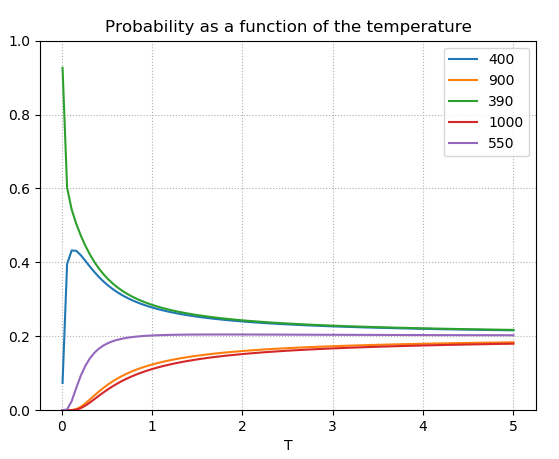
מכיוון שהמהלך הראשון ב- opening book הינו תמיד d3 והנ"ל אינו מהלך חוקי עבור השחקן X שאצלנו תמיד משחק ראשון, הוגדרו 4 זוגות של פונקציות המתאימות את משבצות הלוח ל- opening book, book2reality\_i and reality2book\_i עבור .

במידה והשחקן שלנו משחק ראשון אזי תמיד בוחרים את הגרסה הראשונה של הפונקציות אחרת מחכים שהיריב יבצע את המהלך הראשון ולפי המשבצת אותה בחר מתאימים את פונקציית המיפוי (שתתאים את משבצת היריב ל- d3).

**חלק ז' -** סעיף 16:

ניתן לראות כי הסקאלה לא משפיעה על ההתפלגות מאחר ומדובר בכפל וחילוק של אותו קבוע

# סעיף 17:



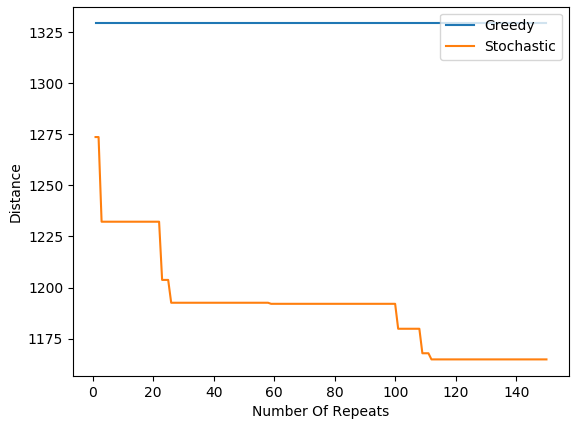
# סעיף 18:

כאשר T שואף לאפס הבחירה שלנו תהיה דומה לבחירה גרידית רגילה ובה נבחר בSCORE הקטן ביותר.

# סעיף 19:

כאשר T שואף לאינסוף אין משמעות לערכי הSCORE מאחר וה"רעש" הוא הדומיננטי ונקבל הסתברות שווה לכל x (חמישית)

# סעיף 20:



# סעיף 21:

average: 1288.9264199999993

variance: 55.70944063253793

p-value: 9.415679334520726e-17

אנו שמים לב כי p-value מאוד קטן ומכאן שההסתברות שהשערת האפס נכונה מאוד נמוכה לכן נדחה את תוצאת הניסוי.

מהתבוננות בנתונים ניתן להבחין כי התוחלת רחוקה מתוצאות החיפוש החמדן וערך סטיית התקן גבוהה

# **חלק ח'** - סעיף 22:

ישנן 5 הזמנות מכאן שישנם 5 מצבי מטרה, אנו נרצה לעבור ב5 נק' איסוף ו5 נק' הורדה שאחת מהן תהיה מצב מטרה.

כל הזמנה מתוך ה5 צריכה להיות לפני ההורדה של אותה ההזמנה – כלומר יש לנו זוגות אשר הסדר ביניהם צריך להישמר.

כלומר (האופציה לבחור 5 נק' איסוף ו5 נק' הורדה חלקי הסדר בין 5 הזוגות)

# סעיף 23:

Greedy result: 135.06km

Stochastic (200 repetitions): 127.291km

A\* (null heuristic): g(G)=127.29km, h(I)=0.00km, developed: 1640 states

# סעיף 24:

תשובה האם מיועדת או לא התבצעה על פי ההגדרה בתרגול

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | קבילה | מיודעת מ | נימוק קצר |
| a | כן |  | מחזירה את המרחק האווירי המקסימלי בין צומת מקור ליעד בין כלל הממתינים, מאחר והמסלול האמיתי יהיה ארוך יותר בין 2 הנק' ובדרך אולי עוד נעבור בעוד נק' הרי שזה קביל |
| b | כן | a | מחזירה את המרחק האווירי המקסימלי בין כלל צמתי המקור לכלל צמתי היעד, מאחר ונעבור בכלל הצמתים הרי שלא יתכן שנעבור מרחק קצר יותר מהמרחק האווירי הגדול ביותר ולכן קביל.  מיודעת לa מאחר ומכילה את כלל האופציות של a בתוספת של עוד כלומר הערך המקסימלי רק יכול לגדול או להישאר זהה |
| c | לא |  | מחזירה את המרחק האווירי המקסימלי בין צומת מקור לצומת היעד של נוסעי האוטובוס לא קביל מאחר ובצומת המקור שלהם כבר ביקרנו ולכן חלק מהדרך בוצעה ויתכן כי המרחק הנותר קטן יותר מהמרחק האווירי |
| d | כן |  | מחזירה את המרחק האווירי המקסימלי בין הצומת הנוכחית לכלל צמתי המקור של הממתינים, מאחר ונצטרך לבקר בכל הצמתים האלו מן הסתם שהדרך תהיה ארוכה יותר מהמרחק האווירי (או שווה לו) לכן קבילה |
| e | כן | a, d | מחזירה את המרחק האווירי המקסימלי בין כל הממתינים ליעד שלהם פלוס המרחק האווירי המקסימלי מהצומת הנוכחית לכלל צמתי האיסוף, מאחר וכדי לאסוף נוסע נצטרך לנסוע מהצומת הנוכחית לצומת האיסוף שלו ובסופו של דבר להגיע לצומת ההורדה הרי שנעבור במסלולים לצמתים אלו שיהיו ארוכים מהמרחק האווירי ולכן קבילה, מכילה בתוכה את a וd לכן מן הסתם הערך המקסימלי יהיה כאן לפחות כמו בa וd ומכן שהיא מיועדת אליהן. |
| f | כן | a | מחזירה את המרחק האמיתי המקסימלי בין צמתי המקור לצמתי היעד של כלל הממתינים, מאחר ואנו נהיה חייבים לאסוף את כולם ולפזר אותם הרי שנעבור במסלול האמיתי המיטבי של כל הצמתים האלו או אפילו נאריך אותו בדרך לאיסופים נוספים לכן קבילה. המרחק האמיתי תמיד גדול או שווה לאווירי ולכן מיועדת לa |
| g | כן | f, b | מחזירה את המרחק האמיתי המקסימלי בין צומת מקור של ממתין כלשהו לצומת הורדה ממתין כלשהו, מאחר ונצטרך לאסוף את כלל הממתינים ולהורידם הרי שנעבור בכלל הצמתים לאיסוף וכלל הצמתים להורדה ומכאן שהמרחק האמיתי יכול להיות רק גדול מהמקסימלי בין 2 מהם. לכן קבילה, מרחק אמיתי תמיד גדול או שווה למרחק אווירי לכן היא מיודעת לb,a בנוסף האופציות מקסימום שלה מכילות את האופציות של f ולכן בוודאות גדולה או שווה לf ומכאן גם מיודעת לf |

# סעיף 25:

Greedy result: 135.06km

Stochastic (200 repetitions): 127.291km

A\* (null heuristic): g(G)=127.29km, h(I)=0.00km, developed: 1640 states

A\* (Custom heuristic): g(G)=127.29km, h(I)=20.37km, developed: 1672 states

# סעיף 26:

Greedy result: 135.06km

Stochastic (200 repetitions): 127.291km

A\* (null heuristic): g(G)=127.29km, h(I)=0.00km, developed: 1640 states

A\* (Custom heuristic): g(G)=127.29km, h(I)=20.37km, developed: 1672 states

MST heuristic is computing required metadata...

A\* (MST heuristic): g(G)=127.29km, h(I)=81.34km, developed: 475 states

# **פרק שני -** סעיף 27:

א.

נתון כי h קבילה, מכאן שעבור כל מצב s בו h מוגדרת ולכן , עבור מצבים s בהם h אינה מוגדרת לכן לכל s ולכן קבילה.

ב.

נגדיר את היורסטיקה הבאה:

ולמעשה נריץ עם יוריסטיקה זו A\* ונקבל את התוצאה הרצויה.

ג.

נגדיר יוריסטיקה דומה לסעיף ב רק שהפעם אין לנו עץ לכן לא נדע את האבא של מצב ההתחלה ולכן אם h(s) לא מוגדרת נגדיר את h להיות 0. ובנוסף כאשר נגיע למצב בו כבר מחושבת יוריסטיקה לא נעדכנה שוב, כלומר:

אבל האלגוריתם A\* יחשב יוריסטיקה רק פעם אחת לכל מצב, נשים לב שבמקרה של מעגל אינסופי גם ביוריסטיקה המקורית לא היה פתרון לכן המצב טוב יותר או זהה.

ד.

קיים אלגוריתם כזה, נשים לב כי נתון לנו מרחב מצבים שהוא עץ כאשר לשורש יש יוריסטיקה מושלמת.

מאחר והיא מושלמת בכל צעד נוכל לחשב לכל בן של השורש את היורסטיקה המושלמת המשוערכת שלו שהיא היורסיטיקה של האב פחות המרחק לבן, נשים לב שיתכן שמבן זה אי אפשר להגיע למצב מטרה אבל נזכיר שללא הגדרה זו כל הבנים היו מקבלים ערך יוריסטי אפס ולכן עדיין חל שיפור במצב.

במקרה ונגיע לחישוב ערך יוריסטי שלילי נדע מידית לפסול את הכיוון המדובר ובכך לחסוך פיתוח צמתים. פעולה זו לבדה כבר משפרת את אלגוריתם A\*.

כך נמשיך לכל מצב שנפתח – מאחר ובכל מצב תהיה לנו יוריסטיקה מושלמת משוערכת הרי שתמיד נבחר ביעד במסלול הטוב ביותר ולכן או שנבחר במסלול שהוא מבוי סתום (אבל היינו בוחרים בו בכל מקרה עם היוריסטיקה המקורית) – כלומר אנחנו רק משפרים את ביצועי A\*.