

בבעיה זו נעסוק בתכנון מסלול של רובוט נייד בעזרת אלגוריתם גנטי.

להלן ניסוח הבעיה:

בהינתן רובוט נייד ותיאור של סביבה, יש לתכנן מסלול בין 2 מיקומים נתונים, נקודת התחלה ונקודת סיום. המסלול צריך להיות ללא התנגשויות ולקיים קריטריוני אופטימיזציה כגון מסלול קצר ביותר.

ניח שהסביבה של הרובוט ידועה וסטטית, כלומר אינה מכילה עצמים נעים חוץ מהרובוט. הציעו אלגוריתם גנטי לפתרון בעיית תכנון המסלול של רובוט נייד.

התייחסו לצעדים הבאים:

המירו את סביבת הרובוט לשריג של צמתים. הרובוט ינוע על השריג בין הצמתים כפי שנע בסביבה אמיתית.

נפרט את נקודת ההתחלה ונקודת הסיום המתאימות למסלול הדרוש.

הגדירו את מיקומי המכשולים על גבי השריג. 4

א. תארו את האלגוריתם הגנטי, וכתבו תרשים זרימה של האלגוריתם.

ב. תארו את: הייצוג, האוכלוסייה ההתחלתית, את האופרטורים הגנטיים שחלוף ומוטציה, פונקציית הכשירות, ותנאי העצירה.

תארו את הפרמטרים השונים שבחרתם.

ג. ממשו את האלגוריתם עבור 20 סוגים של סביבות: (1) סביבה נטולת מכשולים; (2) סביבה עם מכשולים. השתמשו בסביבות בשני גדלים שונים (למשל: 10×10 צמתים ו- 100×100 צמתים).

השתמשו באוכלוסיות בגדלים שונים (למשל: 20, 40, 60) השתמשו במכשולים שונים.

ד. חקרו את ההתנהגות של האלגוריתם הגנטי בכל אחד מהמקרים. הציגו טבלאות וגרפים של התוצאות, וכן תארו באיורים את המסלולים עבור סביבות שונות.

ה. נתחו את התוצאות והסיקו מסקנות.

להרצת התוכנית יש להתקין פייטון 3.6 ומעלה ולחלוץ את הקבצים לתוך תיקיה ולהריץ ככה שכל הקבצים יהיו באותה תיקיה.

א. אלגוריתם גנטי מהווה אלגוריתם לביצוע חיפוש, מידול ואופטימיזציה כך שמתבצע שילוב של כל מיני אלמנטים הקשורים בפתרון הבעיה תוך כדי הפעלה של ברירה מלאכותית בכדי לבחור את המועמדים שימשיכו לשלבים הבאים – כלומר נשלב את הרעיון של אבולוציה כדרך לפתור בעיות בחיים האמיתיים.

תרשים זרימה:

1. ניצור אוכלוסייה התחלתית בגודל N מסוים – בעצם אנחנו מג'נרטים פתרונות רנדומליים לבעיה.

2. חישוב FITNESS עבור כל הפרטים באוכלוסייה.

3. אליטיזם – כלומר נבחר את האחוזונים העליונים מהאוכלוסייה להמשיך לדור הבא.

4. בחירת הורים – קיימות מספר דרכים שונות לבחירה של פעולה זאת כגון שיטת הדירוג, רולטה ושיטת הטורניר.

5. זיווג – בהסתברות P_c

6. מוטציה – על כל גן בכרומוזום כאשר ההסתברות למוטציה הינה P_m

7. ביצוע חוזר של הפעולות מסעיף 4 כל עוד האוכלוסייה לא מספקת או כאשר קיים עניין ליצור פרטים נוספים.

8. חישוב ערך ה-FITNESS של כל הפרטים.

9. אם האוכלוסייה גדולה מ-N פרטים נדלל את האוכלוסייה כך שהפתרונות הטובים יותר "ישרדו"

10. כל עוד לא הושגו תנאי העצירה – פתרון או חוסר התקדמות במשך X דורות – חוזר לסעיף 3 והתחל דור חדש.

ב. ייצוג:

את הייצוג של הכרומוזום נבטא כאסופת התווים L, R, D, U – המבטאים את תנועות הרובוט על גבי השריג מנק' ההתחלה.

למשל מעבר מ- $(0,0)$ ל- $(1,2)$ יבוטא כך – $\{R, R, U\}$

אורכו של הכרומוזום יקבע לפי אורך המפה – כיוון שכדי לחצות את המפה במצב אופטימלי (מפה ריקה ללא מכשולים) נדרשת חציה באלכסון כך שנדרשים $2N$ צעדים לחציה באלכסון.

לדוגמה כאשר גודל המפה הינו 10×10 אזי חצייתה תעלה לפחות ב-20 צעדים (מקודקוד לקודקוד באלכסון) בנוסף כאשר קיימים מכשולים אזי עלות הצעדים תעלה – ולכן במכשול קל נוסף $1/2N$ צעדים ובמכשול קשה נוסף $3/4N$ צעדים (להגדיל את ההסתברות לפתרון סביר אחרת ברוב המקרים לא מוצא כלל פתרון).

ולכן אורך כרומוזום יהיה $2.5 - 2.75$ כתלות בקושי המסלול.

אוכלוסייה התחלתית – נג'רט אוכלוסייה התחלתית של 20, 40 ו-60 פרטים כאשר כל פרט יקבל ייצוג הזהה לייצוג אשר נקבע קודם.

אליטיזם – נבחר ש-5% מהאוכלוסייה הטובה ביותר ישועתקו לדור הבא.

מנגנון בחירה – לפי שיטת הרולטה יתבצעו $N/2$ זיווגים, וכל הצאצאים עוברים לדור הבא.

לאחר סיום הסיבוב יתבצע דילול אוכלוסייה כך שנמשיך הלאה עם אוכלוסייה בגודל N .

שחלוף – בחרתי בשחלוף חד נקודתי בהסתברות של 0.95

מוטציה – בסבירות של 0.09

פונקציית הכשירות –

נחשב את מחיר המסלול – עבור כל כרומוזום נלך אותו מנק' ההתחלה עד לנק' הסיום.

בשלב הבא יתבצע חישוב של הקנסות -penalties :

1. אם לא הגענו ליעד, נוסף עונש של מרחק מנהטן מנק' ההתחלה לנק' הסיום + אורך הכרומוזום.

2. על כל תא שעובר ביקור כפול נוסף עונש של 2.

3. עבור כל כרומוזום שמערב מעבר בתוך מכשול – נוסף עונש של 50.

כעת, אם התרחשה הגעה ליעד, נגדיר את המחיר להיות מספר מהצעדים מההתחלה עד ליעד (ואם קיימים צעדים עודפים נקצץ אותם).

אם הכרומזום לא מגיע ליעדו – נגדיר את המחיר להיות מרחק מנהטן בין הנק' האחרונה שהגיעה אליו הכרומזום עד ליעד שלנו.

כעת נבצע מעבר מהמחיר לפונקצית כשירות – נחזיר את $1/\text{penalty}$ כך שמחיר גבוהה יותר גורר כשירות נמוכה יותר.

תנאי עצירה:

משתנה מגודל שונה של המפה.

ג.

חילקתי את המבוכים ל-6:

הסיבה שבחרתי בנק' סיום במבוכים הגדולים (50,50) כי זאת הנק' הכי גדולה שהסתיימה בסבירות גבוהה בדרך שעובדת.

1. 10x10 – ללא מכשולים (miniblack.bmp) נק' התחלה – (0,0) נק' סיום (9,9)

2. 10x10 – מכשול אחד – (minimize.bmp) נק' התחלה – (0,0) נק' סיום (9,9)

3. 100x100 – ריק – (mazeblank.bmp) נק' התחלה – (0,0) נק' סיום (50,50)

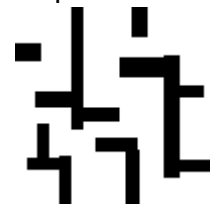
4. 100x100 – קל – (easymaze.bmp) נק' התחלה – (0,0) נק' סיום (50,50)



5. 100x100 – בינוני – (mmaze.bmp) נק' התחלה – (0,0) נק' סיום (99,99)



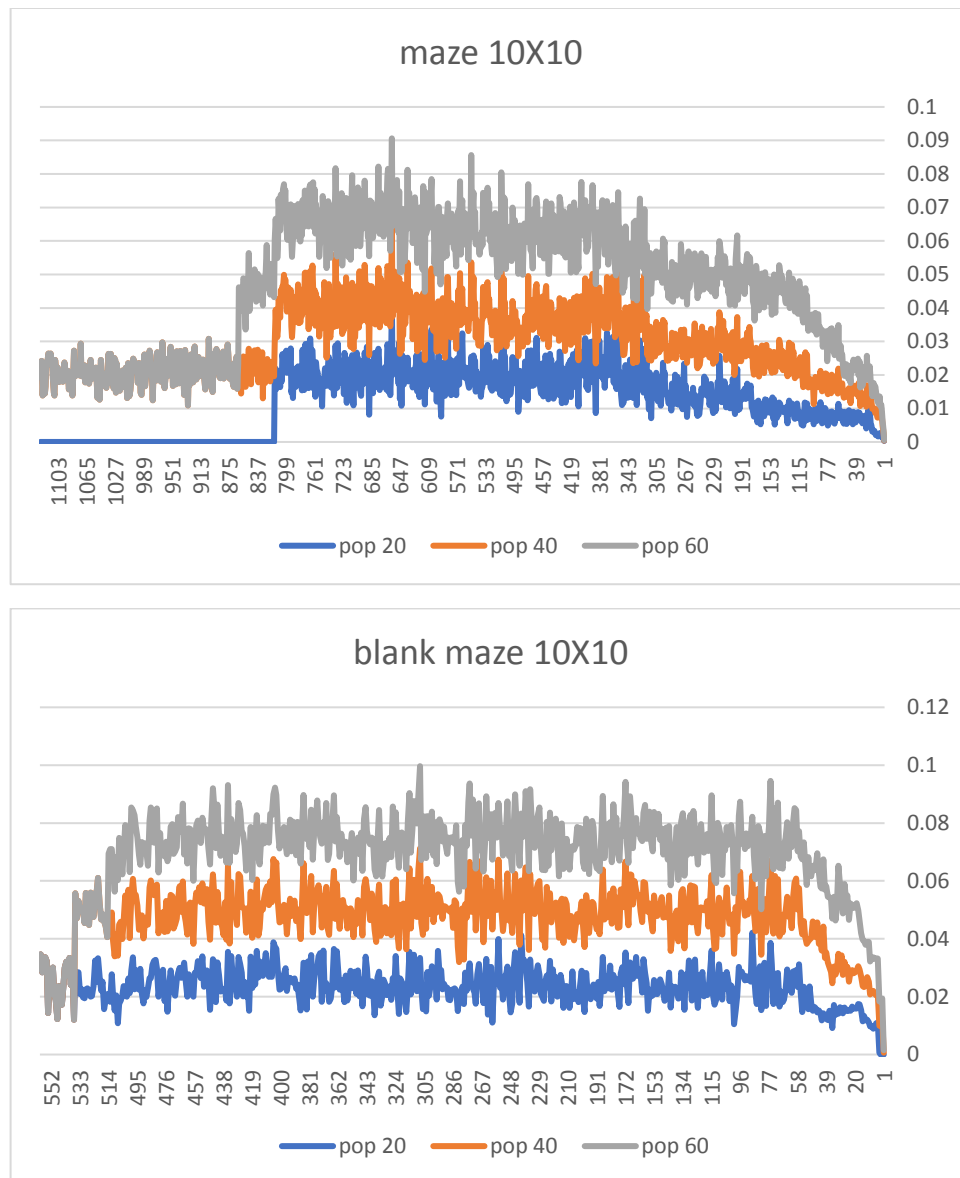
6. 100x100 – קשה – (maze1.bmp) נק' התחלה – (0,0) נק' סיום (50,55)

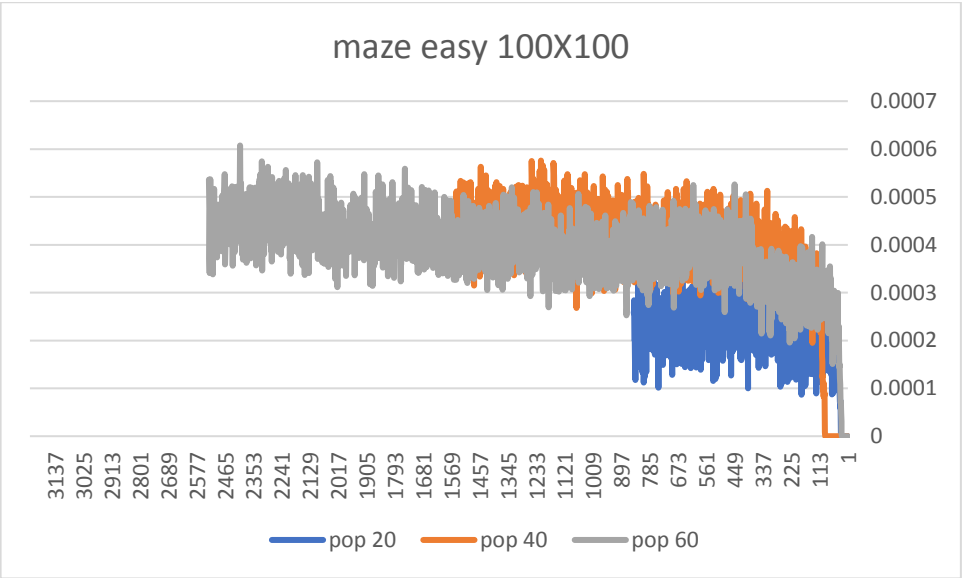
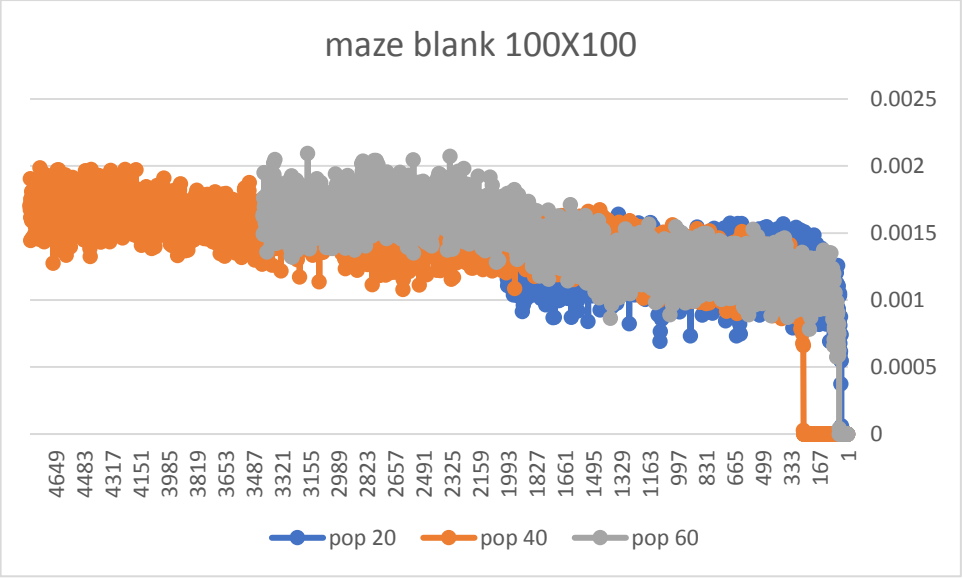


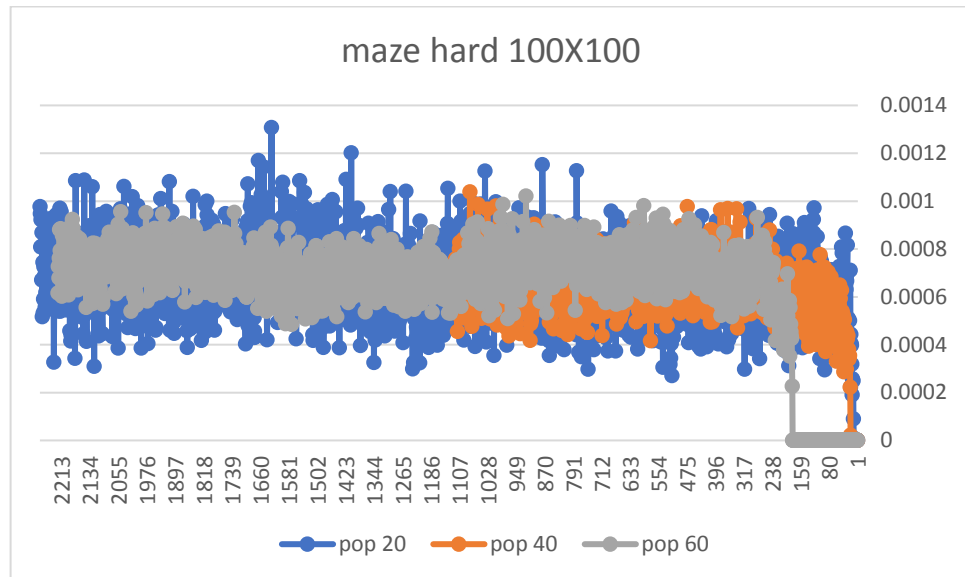
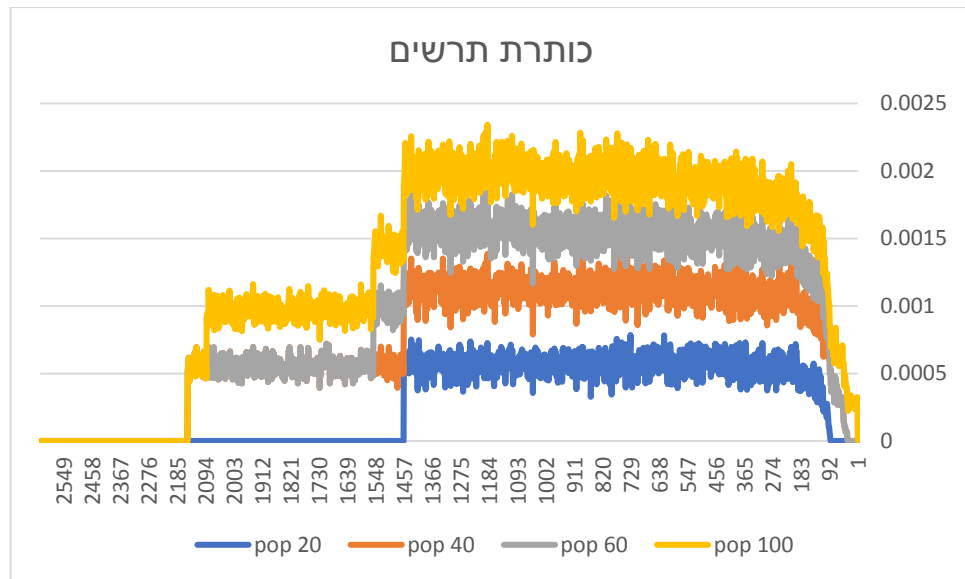
כמובן שכל מבוך נמדד באוכלוסייה של 20, 40, 60

ד. אראה את התוצאות כפי שיצאו לי – בחרתי להראות את הכשירות כפונקציה של דורות בכדי שנוכל להסיק מסקנות בצורה קלה אביא כאן את הגרפים המייצגים כשירות ממוצעת.

את הגרפים הרכבתי בצורה המייצגת את פונקציית הכשירות לעומת דורות
 כמובן שהעדפתי את הממוצע בין המינימום למקסימום מכיוון שהוא מספק תמונה טובה יותר לניתוח
 הנתונים בסעיף הבא.







ה.

ננתח את התוצאות אשר קיבלנו כאן.

דבר ראשון נסתכל בכלליות על הקבוצה של 10×10 .

ניתן לראות כי הסביבות מתייצבות יחסית מהר – וכמובן ככל שהאוכלוסייה התחילית גדולה יותר ככה פונקציית הכשירות תהיה באופן ממוצע גבוהה יותר (אוכלוסייה התחלתית גדולה יותר > יותר ניסיונות לפתרון בכל דור > שיפור גדול יותר בכל דור)

במבוק 10×10 הנקי ניתן לראות כי אחרי כ-60 דורות התוצאות נשארות יחסית באותו אזור עד לסוף הגרף.

במבוק 10×10 ניתן לראות שלוקח לאלגוריתם יותר זמן עד להתייצבות וגם כאן בהמשך לדוגמה הנקיה ניתן לראות כי ישנה עדיפות ל-60, 40 ו-20 בהתאמה.

כאשר נעבור לניתוח תוצאות הרשת של ה- 100×100 כאן התוצאות מעניינות יותר.

נתחיל מהמבוק הריק –

אפשר לראות שיש שיפור קל במקרה של האוכלוסיה בגדול 60 אבל לא משהו משמעותי.

בהתחלה האוכלוסיות הקטנות דווקא משיגות אותה – כנראה בגלל שהבעיה יחסית פשוטה ואוכלוסייה של 60 פרטים הינה גדולה מידי לבעיה שכזו ויוצר יותר עבודה בהתחלה מאשר אוכלוסיות קטנות יותר ולכן במקרה כזה דווקא נעדיף לעבוד עם אוכלוסיות קטנות יותר.

במבוך הקל –

במבוך הבינוני – ניתן לראות שיש באופן משמעותי הפרשים בין גודל האוכלוסייה כך שגדולה יותר נותנת תוצאות טובות יותר משמעותית.

כלומר במבוך כזה, ההבדלים בגודל האוכלוסיה ממש בא לידי ביטוי – בשביל ההבנה ניסיתי לראות מה יקרה אם נגדיל באופן חריג את האוכלוסייה ל100 – וניתן להסיק כי הגדלה של האוכלוסייה גרמה לפונקציית הכשירות לעלות – כלומר תוצאות טובות יותר.

במבוך הקשה ניתן לראות שדווקא האוכלוסייה הקטנה יותר הגיעה לתוצאות טובות יותר – לדעתי מהסיבה הפשוטה שככל שיש פחות פרטים תקבל פחות קנסות <- פונקציית הכשירות תהיה גבוהה.

לדעתי האקראיות שם רבה מידי ולרוב המקרים לא הצליח להתקבל פתרון.

לסיכום ניתן להגיד כי מפות גדולות וקשות מהוות אתגר משמעותי לאלגוריתם הגנטי דבר הדורש ריצה של הרבה יותר דורות בכדי להגיע לפתרון ולעיתים יש לקחת בחשבון שברגע שהמפה גדולה מספיק הפתרון ידרוש ניסיונות רבים מידי. ניתן לומר באופן די ברור כי אם הבעיה הייתה פתירה ולא גדולה מידי על האלגוריתם הגנטי – למשל מבוך נקי ומבוך קל – ניתן לראות כי גודל האוכלוסיה משפיע על הכשירות כלומר להגיע לתוצאות טובות יותר בפחות דורות, לעומת זה ניתן לראות מקרים בו אין לגודל האוכלוסיה משקל רב – בעיקר כאשר המבוך קשה מידי וכד'.

למפות הקטנות אפשר להסיק כי ניתן לפתור את המפות באמצעות מספר נמוך יותר של אוכלוסייה – בין 20-40 יתן את האופטימום להערכתי – ושימוש באוכלוסיה גדולה יותר רק גורם לבעיות.