

# דו"ח תרגיל 2 - אלגוריתמים גנטיים: פתרון ריבוע קסם

רועי אמסלם

322535436

מחלקה: מדעי המחשב

אני מודע לדרישת הנוכחות בקורס כפי שפורטו במכתבים ובשיעור הראשון ולכך שמי שלא עומד בדרישה זו לא יוכל לעבור את הקורס.

## הוראות הפעלה:

קובץ הקוד נמצא בלינק הבא: [לינק לשיתוף בגוגל דרייב או GitHub]

יש להריץ את הקובץ `main.py` עם פייתון 3. אין צורך בהתקנות חיצוניות.

## חלק א: פירוט האלגוריתם הגנטי

### ייצוג הפתרונות

כל פתרון מיוצג כמטריצה דו-ממדית בגודל  $N \times N$ , אשר מכילה את כל המספרים 1 עד  $N^2$  בדיוק פעם אחת.

### פונקציית הערכה (fitness)

הפונקציה מחשבת את סכום השגיאות בכל שורה, עמודה ושני האלכסונים. אם  $N$  הוא כפולה של 4, מתווספות דרישות לריבוע קסם מושלם: סכום כל תת-ריבוע  $2 \times 2$  שווה לסכום הקסם, וסכום זוגות סימטריים מהקצוות שווה ל- $N^2 + 1$ .

### פעולת הכלאה (Crossover)

ביצוע crossover חד-נקודתי תוך שמירה על חוקיות (ללא כפילויות). החצי הראשון נלקח מהורה אחד, והשלמת הערכים לפי הופעתם מההורה השני.

### מוטציה (Mutation)

מבוצעת על ידי החלפה של שני תאים אקראיים במטריצה. פעולה זו שומרת על חוקיות המטריצה.

### אופטימיזציה לוקאלית

בוצעו 5 צעדי מוטציה על כל פרט, תוך שמירה על הפתרון עם ה- $fitness$  הטוב ביותר. משמשת באסטרטגיות דארוויניות ולאמארקית.

## מניעת התכנסות מוקדמת

התווסף מנגנון עצירה אם לא חל שיפור במשך 50 דורות. כמו כן, לא מתווספים ילדים זהים להוריהם כדי לשמר שונות באוכלוסייה.

## עצירת הריצה

הריצה נעצרת כאשר: נמצא פתרון מושלם ( $fitness == 0$ ), הושגו 500 דורות, או לא חל שיפור במשך 50 דורות רצופים.

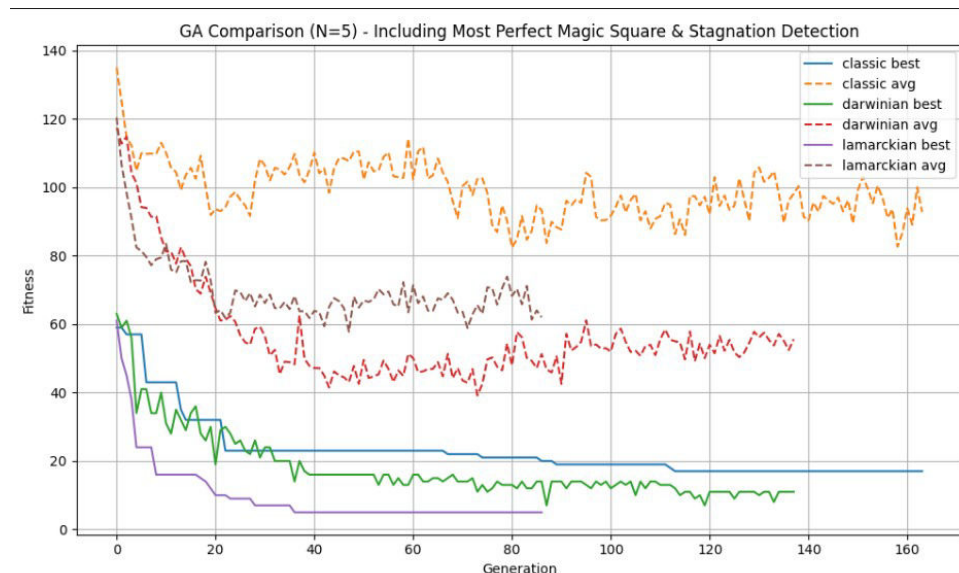
## חלק ב: השוואת אסטרטגיות אבולוציוניות

שלוש אסטרטגיות נבדקו: קלאסית – ללא אופטימיזציה, דארווינית – מבוצעת אופטימיזציה אך לא מועברת לדור הבא, ולאמארקית – מבוצעת אופטימיזציה וכן נרשמת בתורשה.

### טבלת השוואה לדוגמה (N=4)

קריאות לפונקציית הערכה	דורות עד עצירה	Fitness סופי	אסטרטגיה
16,200	162	52	קלאסית
147,700	211	22	דארווינית
58,800	84	20	לאמארקית

## גרף: התכנסות לאורך הדורות



### **חלק ג: תובנות**

שיטה לאמארכית ודארווינית מציגות יתרון קל מבחינת התכנסות מהירה ו-fitness נמוך יותר. למרות שבשיטות המתקדמות יש יותר קריאות לפונקציית fitness, הן שומרות על פתרונות טובים יותר. האופטימיזציה המקומית עוזרת להימנע ממינימום מקומי.

### **חלק ד: ניסויים נוספים**

נעשה ניסוי גם על  $N = 5$  (רמה קלה), ועל  $N = 4$  (רמה מתקדמת עם 'most perfect')