

**מעבדה בבינה מלאכותית**  
**1.ב. 203.3630**  
**סמסטר ב' – שנה"ל תשפ"א**

**מרצה: שי בושנסקי**

**ניסוי מספר 4:**

**אלגוריתמים גנטיים, ואופטימיזציה דיסקרטית רב מימדית**  
**Linear programming relaxation**

**מועד הגשה אחרון:**

יום ו' 28 במאי 2021 – ההגשה באי-מייל ל- [shay@cs.haifa.ac.il](mailto:shay@cs.haifa.ac.il)

**מרכיב הציון:**

**התרגיל הינו חובה**

**תנאי ההגשה:**

העבודה וההגשה בזוגות (ניתן כמובן להגיש ביחידים)

**מרכיב הציון:**

**התרגיל הינו חובה**

**תנאי ההגשה:**

העבודה וההגשה בזוגות (ניתן כמובן להגיש ביחידים)

## חלק א': פתרון בעית השק הרב-מימדית

במעבדה תארנו היוריסטיקות שונות לפתרון בעית השק הקלאסית ואלגוריתם חיפוש. משימתכם הראשונה היא לפתור הכללה של בעית השק לבעית השק הרב-מימדית. לשם כך השתמשו בקבצי בעיות דוגמא המכילים פתרון אופטימלי <http://www.cs.cmu.edu/Groups/AI/areas/genetic/ga/test/sac>

### תאור "בעית השק הרב-מימדית" (הכללה של בעית השק המקורית):

בניגוד להכנסה לשק בודד הפריט הנבחר מוכנס בו"ז לכמה שקים

עליכם למקסם את  $Z$  הערך של  $m$  שקים שלכל אחד מהם תכולה  $C_i$  ע"י מילויים ב  $n$  פריטים שערך כל אחד מהם  $P_i$  וכל פריט  $j$  גוזל  $W_{ij}$  משק  $i$ :

$$\text{maximize } z = \sum_{j=1}^n p_j x_j \quad (1)$$

$$\text{subject to } \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j \leq c_i, \quad i = 1, \dots, m, \quad (2)$$

$$x_j \in \{0, 1\}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (3)$$

## הפורמט של קבצי הנתונים מתוך קובץ ה readme באתר:

-----  
=====

### FILE FORMAT

The test data's file format, using 10 columns, whenever possible, is as follows:

```
<n := #knapsacks> <m := #objects>
<m weights of objects>
<n knapsack capacities>
<A := mxn matrix of constraints>
```

```
<known optimum>
```

```
<name>
```

```
[ok]
```

-----  
=====

### EXAMPLE

This is the WEING1.DAT data file plus some comments that are NOT Part of the problem instance!

```
2 28 // 2 knapsacks, 28 objects
1898 440 22507 270 14148 3100 4650 30800 615 4975
1160 4225 510 11880 479 440 490 330 110 560
24355 2885 11748 4550 750 3720 1950 10500 //28 weights
600 600 // 2 knapsack capacities
45 0 85 150 65 95 30 0 170 0
40 25 20 0 0 25 0 0 25 0
165 0 85 0 0 0 0 100 // #1
constr.
30 20 125 5 80 25 35 73 12 15
15 40 5 10 10 12 10 9 0 20
60 40 50 36 49 40 19 150 // #2
constr.

141278 // optimum value

WEINGARTNER 1 // name of the game

// sometimes an "ok" happens to be here, just ignore it...
```

-----

בשורה הראשונה נתונים מספר השקים ומספר הפריטים:

$$m=2$$

$$n=28$$

בשלושת השורות הבאות הערכים של כל פריט:

$P_i$

בשורה החמישית נתונים תכולות / נפחי שני השקים:

$$C_1 = 600, C_2 = 600$$

שלושת השורות הבאות הינן האילוצים על השק הראשון:  $W_{1j}$

ושלושת האחרונות הינן האילוצים על השק השני:  $W_{2j}$

1. פתרו את הבעיות באמצעות חיפוש **LDS** והיוריסטיקת **branch and**

**bound** ו- **LP relaxation** – חיפוש לעומק שאינו מפתח צמתים שערכם

נמוך מהערך האופטימי המיטבי עד כה לפי ההיוריסטיקה ומבצע

אופטימיזציה בין צריכת הזיכרון לבין יכולת הגיזום.

• השתמשו בנירמול הפריטים לפי צפיפותם ( $V_i/W_i$ ) ושימו לב

לרגישות למיון לפני תהליך החיפוש

• בדקו את שתי ההיוריסטיקות שהוצגו בשיעור, המזניחות את אילוצי

הבעיה והשתמשו במוצלחת יותר:

1.1 שק לא חסום

1.2 משתני בחירה שבריים – מילוי השק בדיוק לפי גודלו תוך השלמתו

בערך שברי.

## חלק ב': פתרון בעיית CVRP

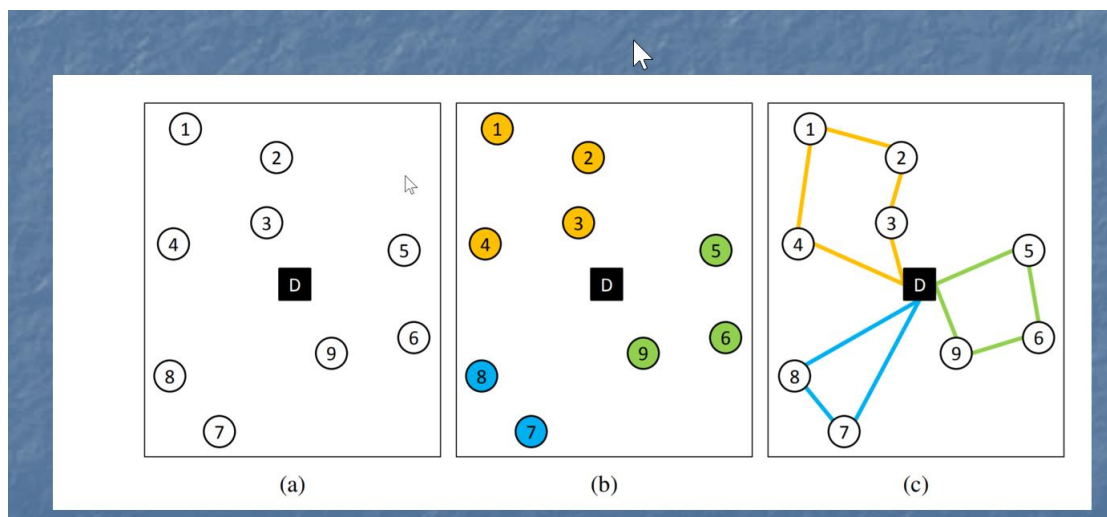
את האלגוריתם המיטבי שהתקבל בחלק א' שלבו בפתרון בעיית CVRP ממעבדה

:2

1. כאשר אתם מחלקים את פתרון הבעיה לשני שלבים מובחנים:

1.1 שלב ההקצאה – הקצאת לקוחות למשאיות באמצעות הפתרון המיטבי

1.2 שלב אופטימיזצית המסלולים



2. כאשר אתם מנסים לפתור את שתי הבעיות באופן סימולטני באמצעות

האלגוריתם הגנטי NSGA 2 ופונקצית מטרה multi objective function

שתנסחו המשלבת בין פתרון שתיהן ב"ז.

3. השוו את התוצאות של הפתרון הדו-שלבי מול הפתרון הסימולטני בטבלה

בה כל שורה תתאים לבעיה ותבטא השוואה בין האלגוריתמים מבחינת

מהירות ההתכנסות ואת איכות הפתרון שהתקבל. כמו כן תארו והסבירו

את ההיוריסטיקות שהשתמשתם בהם לצורך הפתרון.

### ההגשה:

יש להגיש דו"ח מסודר הכולל:

- א. תוכנת מקור SOURCE – מימוש הנ"ל בשפת תכנות לבחירתך  
(מתועדת ברמת פירוט נמוכה)
- ב. תוכנות ריצה מתאימות EXE
- ג. מסמך המסכם את תוצאות הניסוי וניתוח רגישות לתוצאות –  
יש להתייחס לאילו מהאלגוריתמים והפרמטרים הביאו לתוצאות  
הטובות ביותר בסיכומו של דבר – האלג' הגנטיים, האלג'  
הממטיים ו/או שיטות היברידיות (שילובים), ולכל אספקט מעניין  
שתמצאו לנכון.