

תרגיל בית 9 - מבוא לאופטימיזציה לא ליניארית

זמן הגשה:

19.6 שעה 23:00

הוראות:

- את התרגיל יש להגיש דרך מערכת המודל כקובץ pdf יחיד
- כל קוד פייתון שבו יש שימוש יש לכלול בתוך קובץ ה-PDF.
- יש להגיש בזוגות או ביחידים. אם מגישים בזוג - יש להגיש אך ורק פעם אחת בחשבון של אחד מבני הזוג (לא משנה אצל מי)
- יש לרשום שם ות"ז בתחילת התרגיל (של כל המגישים)
- כל שאלה יש להתחיל בעמוד חדש
- יש לענות על השאלות לפי הסדר.

תרגיל 1: עבור כל אחת מן הבעיות הבאות: (א) הראו כי הבעיה קמורה (ב) כיתבו קוד CVXPY הפותר אותה (ג) מיצאו את הפתרון האופטימאלי ע"י הרצת CVXPY (הערך האופטימאלי נתון).
א. (8.5505) (הסבירו מדוע הביטוי בתור השורש אי-שלילי)

$$\begin{aligned} \min \quad & |2x_1 + 3x_2 + x_3| + x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \sqrt{2x_1^2 + 4x_1x_2 + 7x_2^2 + 10x_2 + 6} \\ \text{s.t.} \quad & \frac{x_1^2 + 1}{x_2} + 2x_1^2 + 5x_2^2 + 10x_3^2 + 4x_1x_2 + 2x_1x_3 + 2x_2x_3 \leq 7 \\ & x_1 \geq 0 \\ & x_2 \geq 1. \end{aligned}$$

ב. (1.64031)

$$\begin{aligned} \min \quad & \frac{x_1^4 + 2x_1^2x_2^2 + x_2^4}{x_1^2 + 2x_1x_2 + x_2^2} + \sqrt{x_3^2 + 1} \\ \text{s.t.} \quad & x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2 + 2x_1x_2 + 2x_1x_3 + 2x_2x_3 \leq 100 \\ & x_1 + x_2 + x_3 = 2 \\ & x_1 + x_2 \geq 1. \end{aligned}$$

ג. (20.2167)

$$\begin{aligned} \min \quad & \frac{x_1^4}{x_2^2} + \frac{x_2^4}{x_1^2} + 2x_1x_2 + |x_1 + 5| + |x_2 + 5| + |x_3 + 5| \\ \text{s.t.} \quad & \left((x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 1)^2 + 1 \right)^2 + x_1^4 + x_2^4 + x_3^4 \leq 200 \\ & \max \{ x_1^2 + 4x_1x_2 + 9x_2^2, x_1, x_2 \} \leq 40 \\ & x_1 \geq 1 \\ & x_2 \geq 1. \end{aligned}$$

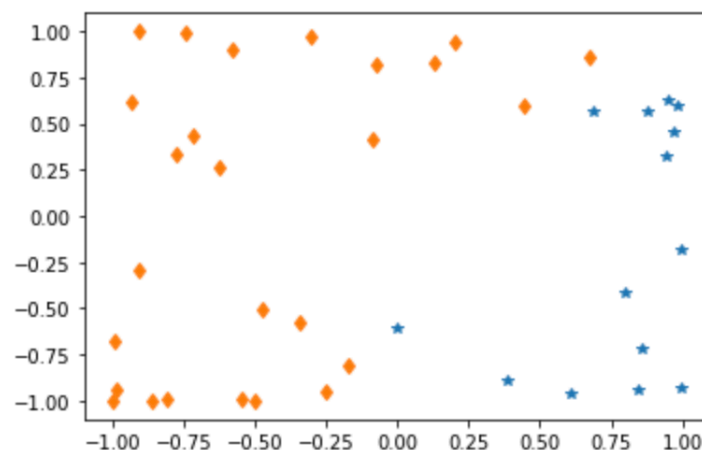
ד. (4.89898)

$$\begin{aligned} \min \quad & \sqrt{x_1^2 + 2x_2^2 + 2x_3^3 + 2x_1x_2 + 2x_1x_3 + 7} \\ \text{s.t.} \quad & \frac{x_1^2}{x_2} - 2\frac{x_1}{x_2} + \frac{2}{x_2} \leq 0.5, \\ & \max \{ x_1 + x_2, (x_1^2 - 1)^2 \} - \min \{ \sqrt{x_1 + 2x_2}, 3 \} \leq 1, \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 1. \end{aligned}$$

תרגיל 2: נתונות 40 נקודות במישור. כל אחת מן הנקודות שייכת לאחת משתי מחלקות. ספציפית, במחלקה 1 יש 14 נקודות ובמחלקה 2 יש 26 נקודות. הנקודות מיוצרות ע"י קוד הפיתון

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
x = np.sin(10 * np.arange(1, 41)**3)
y = np.sin(124 * np.arange(1, 41)**3)
cl = (2 * x < y + 0.5) + 1;
I1 = cl==1
I2 = cl==2
x1 = x[I1] # x-components of class 1 points
y1 = y[I1] # y-components of class 1 points
x2 = x[I2] # x-components of class 2 points
y2 = y[I2] # 2-components of class 2 points
plt.plot(x1,y1,'*')
plt.plot(x2,y2,'d')
plt.show()
```

הציור המתקבל הינו



רישמו קוד CVXPY המוצא את העל מישור עם השוליים המקסימליים המפריד בין שתי קבוצות הנקודות. ציירו את שתי קבוצות הנקודות יחד עם הישר המפריד. כיתבו במפורש את הישר המפריד בצורה $y = mx + n$.