

תרגול 8 – נספח

CVXPY

23 במאי 2021

תיאור כללי

חבילת python שנועדה לפתור בעיות תכנות קמור. ספרות ומידע על התקנה ניתן למצוא באתר cvxpy.org. החבילה משתמשת בפתרנים חיצוניים. תכנית CVXPY כללית היא מהצורה

```
import cvxpy as cp
import numpy as np
{variable declaration}
objective = cp.Minimize/Maximize({objective function})
constraints = [{convex constraints}]
prob = cp.Problem(objective, constraints)
result = prob.solve()
```

לאחר הגדרת בעיה לא ניתן לשנות אותה, אלא יש ליצור בעיה חדשה.

הגדרת משתנים

<code>x = cp.Variable()</code>	scalar variable
<code>y = cp.Variable(n)</code>	vector variable with shape (n,)
<code>z = cp.Variable(n,m)</code>	matrix variable with shape (n,m)

הגדרת פונקציות

- בשביל להגדיר את פונקציית המטרה ואת פונקציות האילוצים יש להשתמש בפעולות החזקה של python ובפונקציות אטומיות. רשימה מלאה של הפונקציות האטומיות ניתן למצוא באתר cvxpy.org/tutorial/functions/index.

- כל פונקציה קמורה/קעורה ניתן ליצור באמצעות פונקציות אטומיות:

- סכום של פונקציות קמורות הוא פונקציה קמורה.
- כפל בסקלר אי-שלילי של פונקציה קמורה הוא פונקציה קמורה.
- החלפת משתנים לינארית של פונקציה קמורה היא פונקציה קמורה.
- הרכבה של פונקציה קמורה עם פונקציה קמורה, חד-משתנית ולא-עולה היא פונקציה קמורה.
- בבעיית מינימיזציה על פונקציית המטרה להיות קמורה ובבעיית מקסימיזציה עליה להיות קעורה.
- על האילוצים להיות מאחת התצורות הבאות בלבד:

```
.affine == affine -
.convex <= concave -
.concave >= convex -
```

- כאשר מנסים לפתור בעיה שלא עונה על כללי התכנות הקמור, אז CVXPY מחזיר שגיאה.
- ניתן לבדוק האם הבעיה כולה, פונקציית המטרה או כל אחד מהאילוצים עונים על כללי התכנות הקמור באמצעות

```
print(prob.is_dcp())
print(objective.is_dcp())
print(constraints[i].is_dcp())
```

מידע נוסף על הכללים ניתן למצוא באתר cvxpy.org/tutorial/dcp/index

קריאת תוצאות

- להצגת הפתרון האופטימלי של המשתנה x הדפיסו `print(x.value)`
- להצגת הערך האופטימלי של הבעיה הדפיסו `print(prob.value)`
- להצגת סטטוס הפתרון הדפיסו `print(prob.status)` (הערכים האפשריים הם `infeasible`, `optimal`, `unbounded` ועוד).