

תרגיל מסכם – מבוא לרובוטיקה

נתונה זרוע רובוטית כנראה באיור. בהינתן מיקום קובייה על השולחן, על הרובוט לדחוף את הקובייה.

- בהינתן מיקום תפסנית וקובייה, נדרש לתכנן מסלול (Path planning) לרובוט ללא התנגשויות כך שיגיע לקובייה לקראת דחיפה.

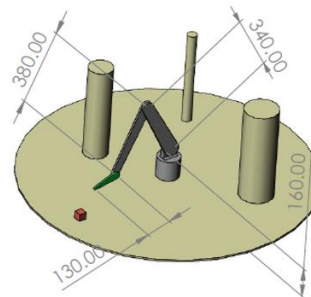
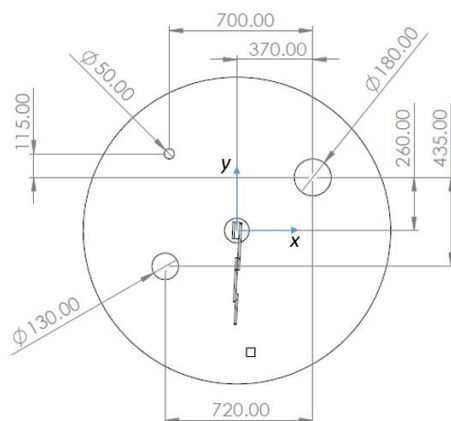
בראש קוד הפיתוח יש להגדיר את קואורדינטות כלי הקצה והקובייה כך:

$x_{ee} = [3.21, 0.2, 0.2]$ # Current position of the end-effector

$x_{cube} = [4.3, 1.2, 0]$ # Position of the cube on the table

$d = 20$ # Push distance

- הערכים הם לדוגמא בלבד. שינוי הקואורדינטות הדרושות יעשה אך ורק בשורות אלו (לצרכי בדיקה).
- לאחר הגעת הרובוט למיקום תחילת הדחיפה, תתבצע דחיפה בכיוון הווקטור המחבר בין בסיס הרובוט לקובייה למרחק קבוע d שייבחר בין 10 ל-100 מ"מ. במקרה שלא ניתן לדחוף לכל האורך, הדחיפה תהיה למקסימום האפשרי. הדחיפה תתבצע תוך כדי שמירה על אוריינטציה קבועה של כלי הקצה.
- הקובייה בגודל 50x50x50 מ"מ.
- התנגשויות מוגדרת כהתקרבות כלי הקצה אל עמודי המכשול או הרצפה במרחק הקטן מ-10 מ"מ. ניתן להתעלם מהתנגשויות של שאר חלקי הרובוט.
- כל מפרק מוגבל לתחום זוויות $[-180^\circ, 180^\circ]$.



יחידות במ"מ.

יש לכתוב קוד פייתון שיוציא את הפלט הבא:

1. (10 נק') מרחב העבודה של הרובוט בגרף 3D.
2. (30 נק') גרף מסלול כלי הקצה במרחב xyz . יש לסמן בצבע נפרד את חלק דחיפת הקובייה. יש להציג את המכשולים.
3. (10 נק') סימולציית תנועת הרובוט במרחב. יש להציג את המכשולים.
4. בונס 1 (5 נק') - מודל דינמי. מסת חוליה ליחידת אורך – 1kg/m . ניתן להניח פרופיל של מוט דק.
5. בונס 2 (7 נק') - בקרת עקיבה על המסלול המתוכנן בהינתן חיכוך במפרקים בגודל 0-5Nm.
 - מסלול כלי הקצה במרחב xyz – רצוי מול מצוי.
 - תגובת המפרקים כתלות בזמן – רצוי מול מצוי.

הקוד ותקינותו ייבדקו עבור אפשרויות שונות של קואורדינטות כלי הקצה והקובייה.

יש להציג בדו"ח ולהסביר:

1. (20 נק') מודל קינמטי – קינמטיקה ישירה, קינמטיקה הפוכה ויעקוביאן.

אביב 2021

2. (25 נק') פסאודו קוד של אלגוריתם הפתרון והסבר מילולי.
3. (5 נק') גרפי מסלול כלי הקצה במרחב xyz עבור 3 בחירות של תנאי התחלה וסוף. יש לסמן בצבע נפרד את חלק דחיפת הקובייה.
4. (חלק מהבונוסים) מודל דינמי ובקרה כולל דוגמאות פלט של גרפים.

הנחיות ודגשים:

- העבודה היא אישית. מקוריות הפתרון והקוד יבדקו.
- יש להגיש דו"ח ובו פירוט מלא של דרך הפתרון, אלגוריתמים, פיתוח מודלים קינמטיים ודינמיים, מסלולים מתוכננים, אופן הבקרה ותדפיס הקוד.
- ניתן להשתמש אך ורק בפייתון 3 (מומלץ לעבוד עם anaconda interpreter).
- ניתן להשתמש אך ורק בחבילות קוד:
 - Numpy
 - Matplotlib
 - Mpl_toolkits
 - Math
 - Scipy
 - pandas
 - Sympy
- הגשה העבודה ב-03.08.
- יש להגיש שני קבצים:
 - הדו"ח בקובץ PDF בשם proj_<student_id>.pdf ובו הפתרון ותדפיס כל הקוד בנספח.
 - קובץ פייתון בשם proj_<student_id>.py מוכן להרצה כאשר כל סעיף יודגש ראשית בהערה המציינת את מספרו.
 - לחלופין (במקום קובץ הפייתון) ניתן לצרף מחברת ג'ופיטר בשם proj_<student_id>.ipynb.
- יש לצרף סימוכין למקורות חיצוניים, באם השתמשם בכאלו.

בהצלחה,

אבישי ואיתמר.