**פרויקט גמר**

**Peg-in-Hole**

**מנחה:**

ישראל שלהיים

**סטודנטים:**

סער ברקן, ימית גרון

תוכן עניינים

[מבוא 3](#_Toc22825643)

[רקע 3](#_Toc22825644)

[מטרות 3](#_Toc22825645)

[דרישות 3](#_Toc22825646)

[רקע תאורטי 4](#_Toc22825647)

[סיכום של מאמרים 4](#_Toc22825648)

[משוואות 4](#_Toc22825649)

[סימולציות בסיסות 4](#_Toc22825650)

[שיטות 4](#_Toc22825651)

[תיאור של נושאים טכניים 4](#_Toc22825652)

[תיאור של אלגוריתמים שפיתחנו 4](#_Toc22825653)

[תוצאות 4](#_Toc22825654)

[סימולציות 4](#_Toc22825655)

[ניסויים 4](#_Toc22825656)

[אנליזות 4](#_Toc22825657)

[סיכום 4](#_Toc22825658)

# מבוא

## רקע

הכנסה של פין לתוך קדח(Peg-in-Hole) היא יכולת בסיסית ואינטואיטיבית עבור בני אדם, היא נלמדת באמצעות התנסות על ידי ילדים כבר בגיל צעיר, אך לא כך הדבר עבור רובוטים אשר פועלים בסביבה בה קיימת אי וודאות.

פרויקט זה נועד לסייע למתן מענה עבור צורך גובר בתעשייה לשילוב של רובוטים בתפקידים שכיום מבוצעים על ידי בני אדם בלבד, הוא חלק ממאגד "רובוטיקה בתעשייה" של רשות החדשנות ומבוצע במעבדת SMILE בטכניון.

אחד התפקדים הוא הרכבה של חלקים וגופים בהם יש להתאים פיני מיקום לתוך קדחים, האתגר בפתרון בעיה זו נובע מכך ששיטות הבקרה הקלאסיות (מיקום או כוח) אינן נותנות מענה שלם, לפיכך נבחן שימוש בשיטת בקרה שתופסת תאוצה בשנים האחרונות והיא בקרת עכבה (אימפדנס).

## מטרות

1. יצירת סימולציה של Peg-in-Hole.
2. ביצוע Peg-in-Hole ע"י זרוע רובוטית תוך שימוש בבקרת אימפדנס בתנאים אידיאליים.

## דרישות

* הצגת היתרונות והחסרונות של שימוש בבקרת עכבה.
* ביצוע סימולציה של Peg-in-Hole באמצעות בקרת מיקום.
* ביצוע סימולציה של Peg-in-Hole באמצעות בקרת עכבה.
* שליטה ברובוט בסביבת ROS.
* ביצוע Peg-in-Hole עם זרוע רובוטית בבקרת עכבה.

## לו"ז

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| מס' | משימה | תיאור | משך (שבועות) |
| 1 | חומר תאורטי | קריאה וסיכום מאמרים | 3 |
| 2 | רקע תיאורטי | כתיבת רקע תיאורטי | 2 |
| 3 | סימולציה בסיסית בקרת מיקום | דרגת חופש אחת | 1 |
| 4 | סימולציה בקרת אימפדנס בסיסית | דרגת חופש אחת | 1 |
| 5 | חוג בקרה בסיסי |  | 1 |
| 6 | סימולציה 2 דרגות חופש |  | 2 |
| 7 | MuJoCo | לימוד סביבת עבודה | 2 |
| 8 | מערכת ניסוי | תכנון בנייה והתאמה לזרוע | 1 |
| 9 | סימולציה | בסביבת  MuJoCo | 2 |
| 10 | מודלים תיאורטיים | פיתוח משוואות תנועה ודינמיקה | 3 |
| 11 | חוג בקרה | יצירת חוג ואופן מימושו | 3 |
| 12 | סימולציה מלאה | בקרת אימפדנס | 4 |
| 13 | ROS | לימוד סביבת עבודה | 3 |
| 14 | הפעלת הזרוע | בקרת מיקום,  ממשק עם חיישנים | 2 |
| 15 | בקרת אימפדנס | ביצוע הניסוי בתנאים אידיאלים | 4 |
| 16 | סיכום ומסקנות, השלמת הדו"ח, הכנת פוסטר |  | 3 |

# רקע תאורטי

## סיכום של מאמרים

## משוואות

## סימולציות בסיסות

סימולציה פשוטה של רובוט 2 דרגות חופש ובקר PD + Inverse Dynamics:

בנינו תוכנית מטלאב אשר מקבלת 2 נקודות ובונה מסלול של קו ישר .

המרנו את המסלול שבנינו במערכת העולם בעזרת קינמטיקה הפוכה למסלול במערכת המפרקים.

לאחר מכאן הכנסנו את תנאי ההתחלה ואת הדינמיקה של הרובוט לפותרן נומרי (ode45) ביחד עם חוק הבקרה :



כיילנו את קבועי הבקרה עד לצמצום השגיאה במיקום וקבלת עקיבה טובה.

קבועי הבקרה אשר סיפקו ביצועים טובים אחרי כמה איטרצייות :



ניתן לראות את ביצועי הרובוט:

תמונה שמכילה מפה, טקסט

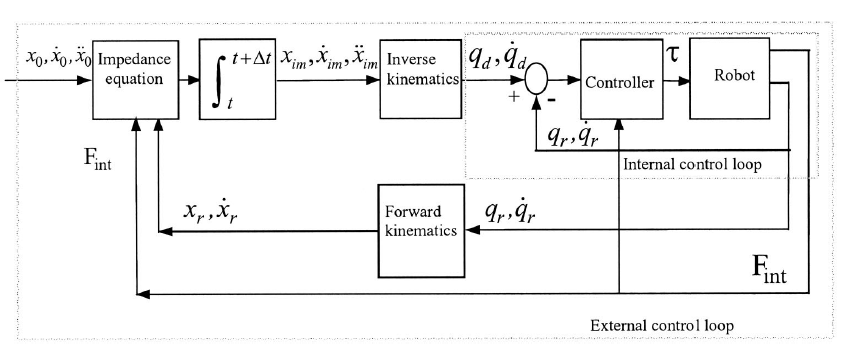
התיאור נוצר באופן אוטומטי**מפרק 1**

**מפרק 2**תמונה שמכילה טקסט, מפה

התיאור נוצר באופן אוטומטי

לאחר מכאן הוספנו חוג בקרה חיצוני אשר ממש בקרת אימפדנס , המכניס את הערכים המתקבלים על בקר המיקום אשר מימשנו .

בקרת האימפדנס בוצעה ע"פ הסכמה Instantaneous Model Impedance Control כפי שהוצע במאמר \*\*\*\*\*\* להוסיף שם מאמר\*\*\*\*\*\*\*



חוק בקרה:



כאשר:



ביצנו מידול של קיר , הצבנו את יעד המטרה לאחר הקיר ובחנו את ביצועי הרובוט עם וללא הפרעת הקיר.

סכמת בקרת אימפדנס PB-IC:



system

h

Motion controller

JT

Impedance controller

J-1

J

# שיטות

## תיאור של נושאים טכניים

## תיאור של אלגוריתמים שפיתחנו

# תוצאות

## סימולציות

## ניסויים

## אנליזות

# סיכום