



פרויקט רובוט מלהטט



מספר פרויקט: 22-1-1-2464

שמות הסטודנטים: טל בן מוחה, תהילה שפורקר

מנחה: ד"ר אנטולי חינה

מקום ביצוע: אוניברסיטה



מבוא

- הפרויקט עוסק בתחום הרובוטיקה והבקרה

- כחלק מההתפתחות של תחום הרובוטיקה והמערכות האוטונומיות נדרשת היכולת לקלוט נתונים מהסביבה ולהגיב בזמן אמת

- שימוש ברובוטים לביצוע משימות מגוונות מאפשר יעילות של העבודה המבוצעת, רציפות, דיוק ואף בטיחות לבני אדם



מוטיבציה ומטרות

- מטרת הפרויקט היא מציאת מיקום הכדור במרחב בזמן אמת במטרה
לאפשר לרובוט UR3E להקפיץ כדור

- קליטת נתונים ממצלמה ועיבוד הנתונים בזמן אמת

- חישוב מהירות הכדור

- חישוב זווית פגיעת הכדור



שיטות ומימוש

אופן מימוש הפרויקט:

מימוש הפרויקט התבצע בסביבת ROS בשפת Python

- התממשקות למצלמה

- כיול המערכת

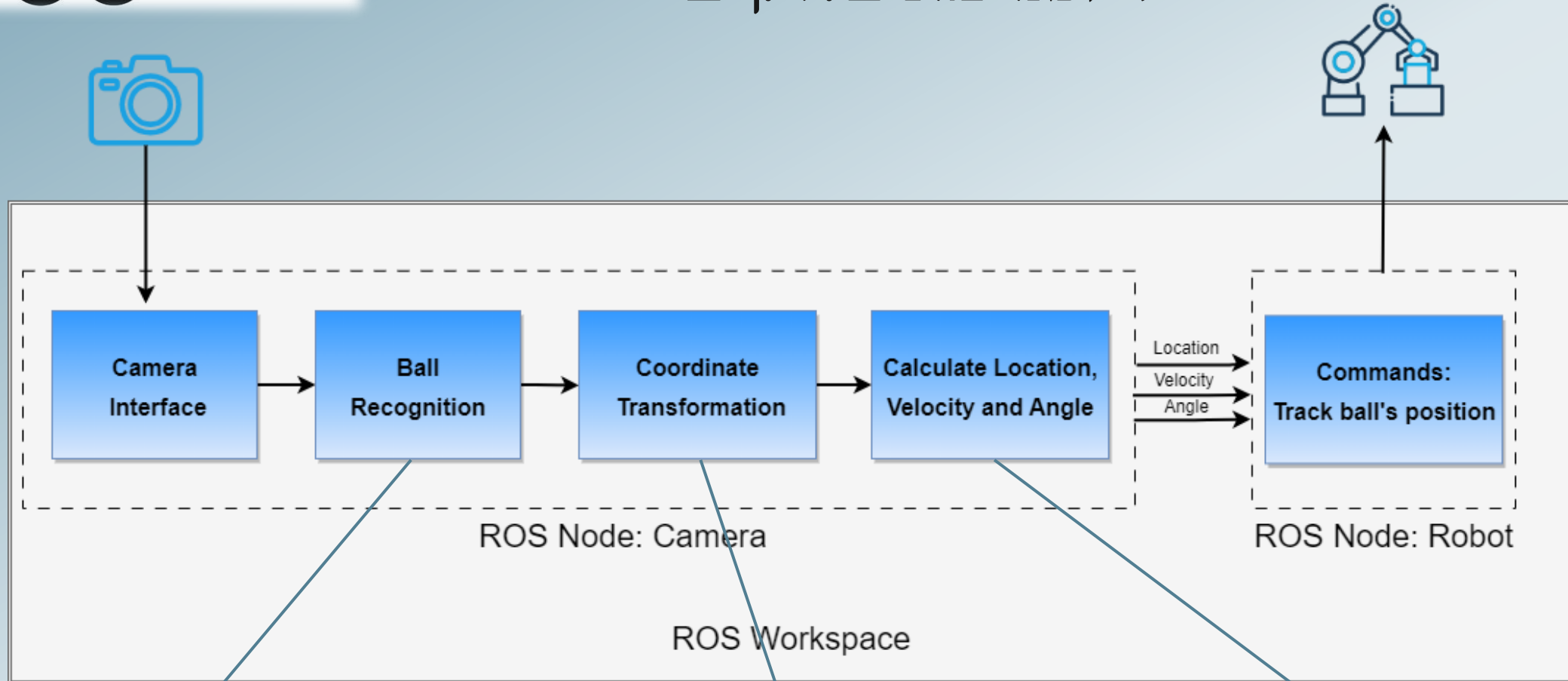
- עיבוד נתונים ומתן פלט בזמן אמת

- התממשקות לרובוט

- מעקב הרובוט אחר הכדור



דיאגרמת בלוקים



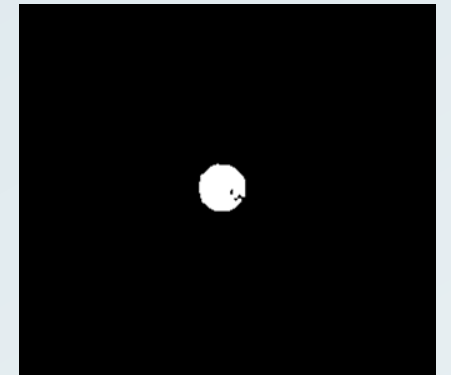
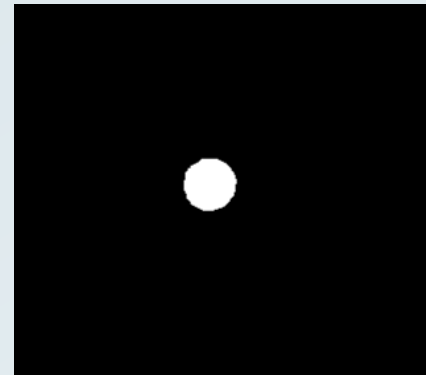
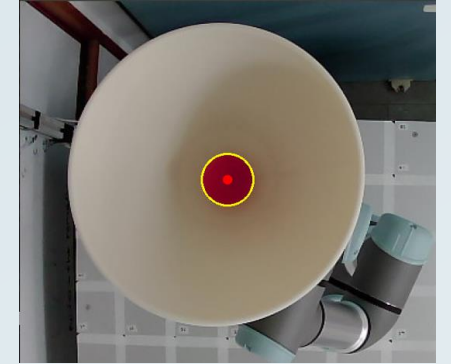
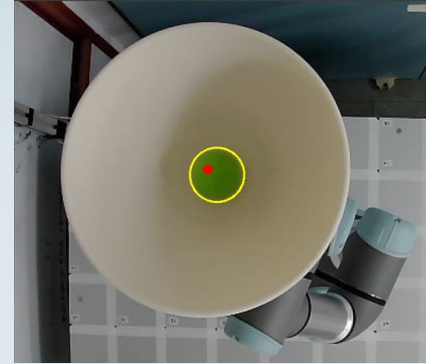
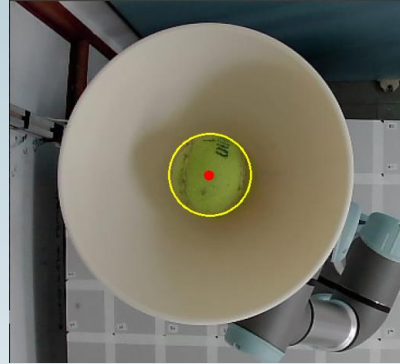
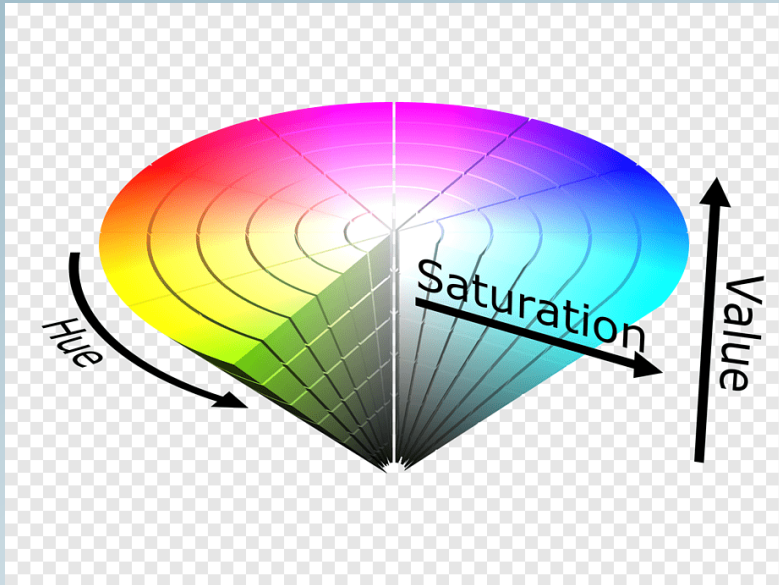
- Get image
- Apply mask
- Find contour
- Find center/radius of ball

- Calibration
- Transform pixels to (x,y,z) with interpolation function

- Using (x,y,z) calculate velocity and angle

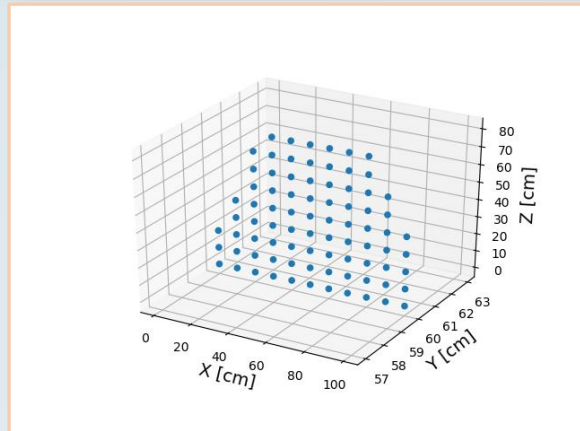
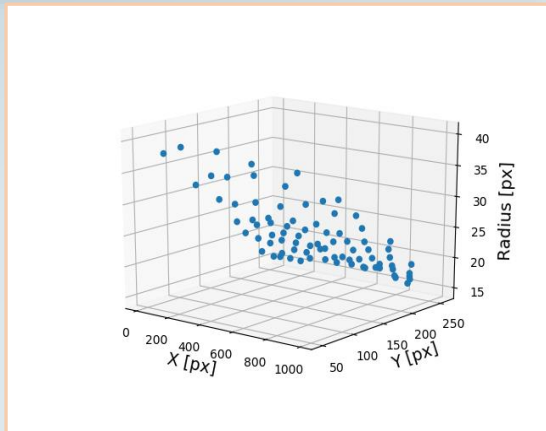
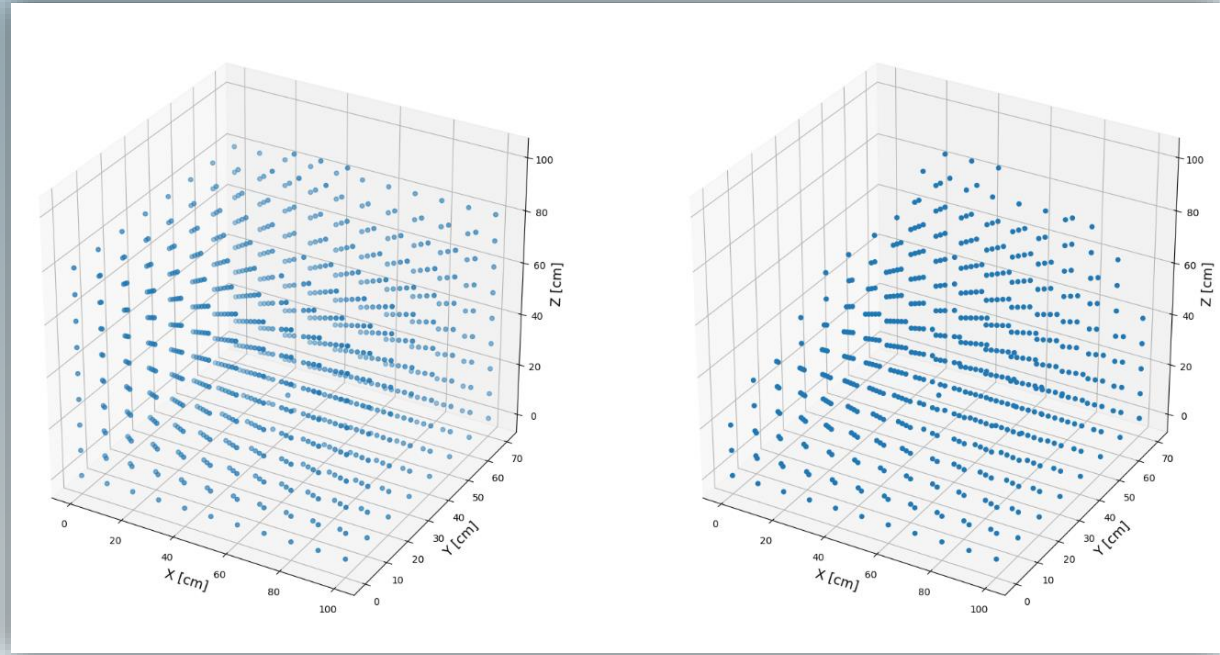
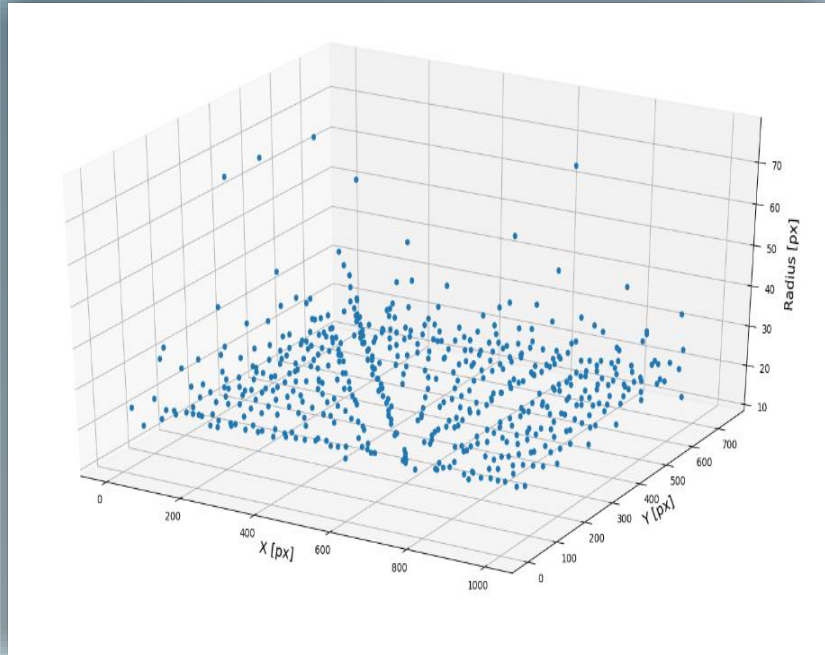


זיהוי הכדור בתמונה





כיול המערכת



מישור $\gamma=60$ [cm]



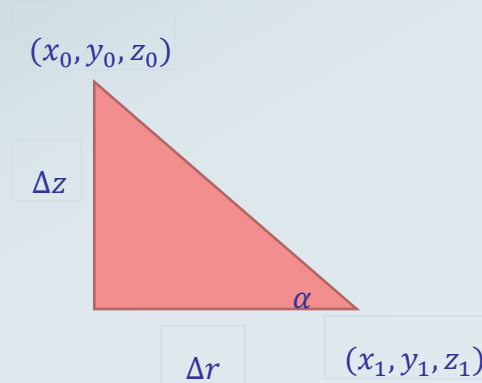
כיול המערכת





חישוב פרמטרים

- פונקציית אינטרפולציה נבנית בעזרת נקודות הדגימה והפלט שלה הוא מיקום הכדור במרחב
- בעזרת שני מיקומים עוקבים מחושבים המהירות וזווית הפגיעה



$$v_x = \frac{x_1 - x_0}{T}$$

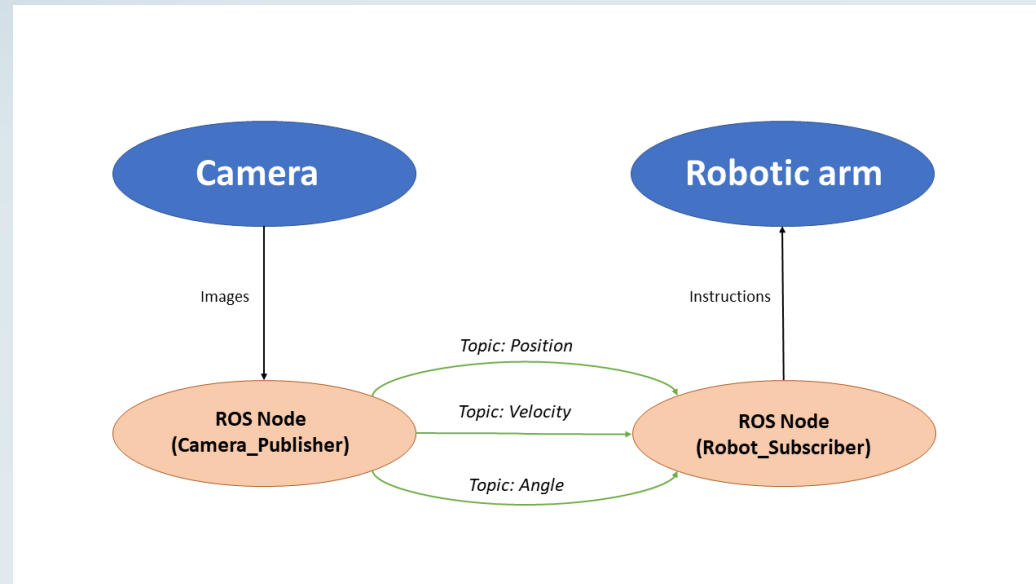
$$v_y = \frac{y_1 - y_0}{T}$$

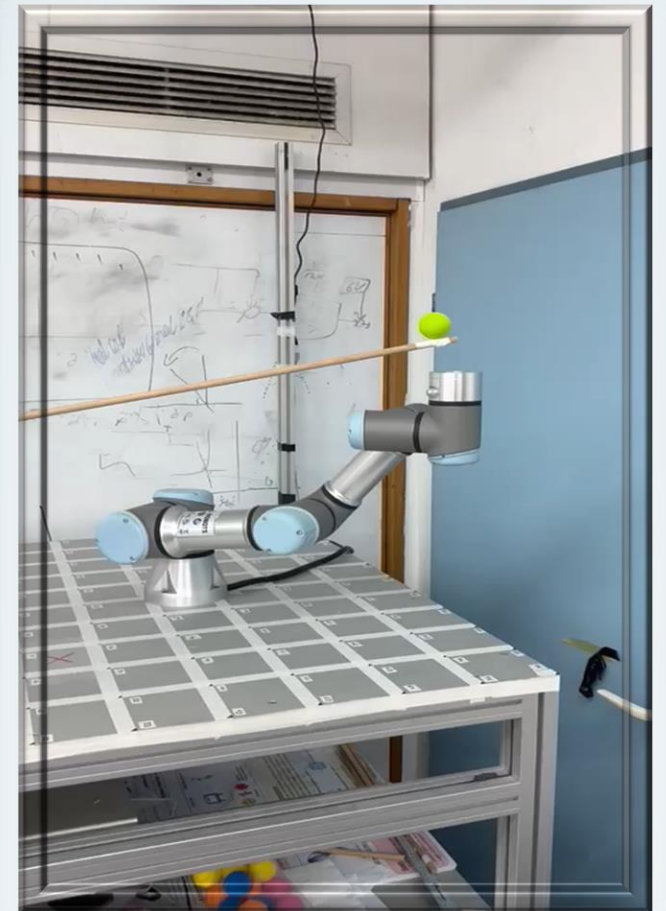
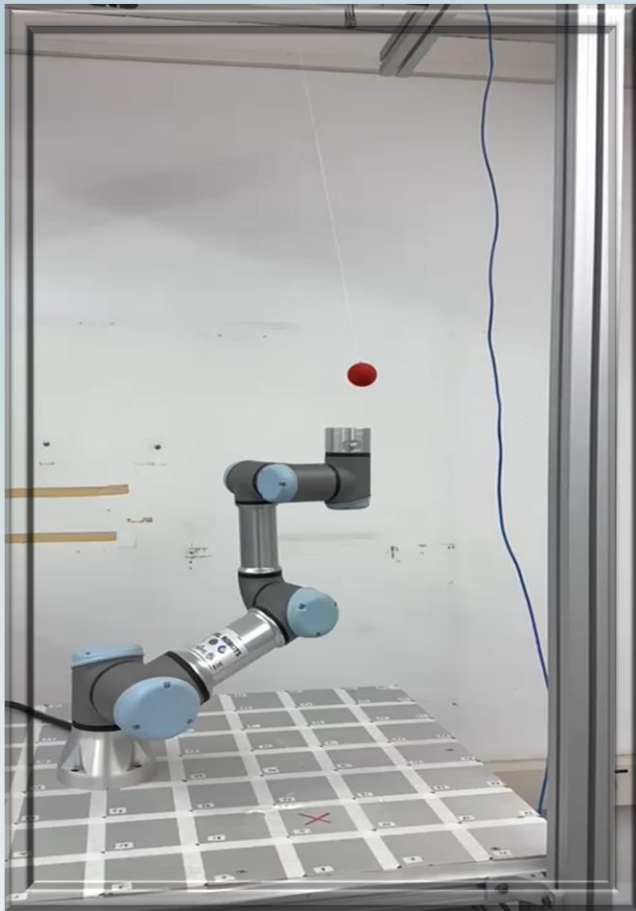
$$v_z = \frac{z_1 - z_0}{T}$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\Delta z}{\Delta r}\right)$$

בניית המערכת ב-ROS

- ROS הינה סביבה Open Source אשר פותחה על מנת לפשט את פיתוח התוכנה עבור רובוטים.
- סביבה זו מאפשרת תקשורת והעברה של מידע בין מספר רובוטים וכן קבלת מידע מהתקנים אחרים כגון חיישנים, אקטואטורים וכדומה.
- תקשורת בין ה-nodes בפרויקט שלנו מתבצעת באופן של Publisher and Subscriber.







תוצאות ומסקנות

- דגימת פלט מיקום הכדור בנקודות שונות וחישוב השגיאה:

x_real [cm]	y_real [cm]	z_real [cm]	x_result [cm]	y_result [cm]	z_result [cm]	Error [cm]
25	-20	0	24.4	-20.3	0.0	0.67
-25	-10	40	-26.0	-11.0	37.0	3.31
-25	-15	60	-27.0	-13.5	56.5	4.30
25	10	70	25.7	8.9	67.7	2.64
45	30	10	45.5	30.3	8.8	1.33

- זמן עיבוד נתונים של 0.027 שניות (מתחת ל-frame rate)

- זיהוי כדורים בגדלים שונים וצבעים שונים



אתגרים במהלך הפרויקט

- למידת סביבת העבודה והטכנולוגיות עימן השתמשנו בפרויקט.
- קצב דגימה נמוך של המצלמה (כל פריים חשוב).
- המצלמה מעוותת את המרחב ולכן קשה לזהות את המיקום המדויק של הכדור בזמן אמת.
- זיהוי מיקום הכדור בציר האנכי (לרשותנו הייתה מצלמת רשת פשוטה ולא מצלמת עומק).
- רגישות המערכת לרעשים- אלמנטים בסביבה שהקשו במציאת הכדור.
- העברת נתונים בקצב מתאים אל הרובוט.

הצעות להמשך

- שימוש במצלמות נוספות לשם שיפור הדיוק של המערכת ועמידות בפני רעשים
- שימוש במצלמה עם קצב דגימה מהיר יותר ובמקביל שיפור זמן עיבוד הנתונים
- בניית אלגוריתם לחיזוי המיקום העתידי של הכדור על סמך המיקום הנתון
והמהירות
- זיהוי הכדור בתמונה עם טרנספורמציית Hough במקום שימוש במסכת צבעים



תיעוד הפרויקט

https://github.com/tal-ben-moha/Final_Project_2464

בקישור:

- תיקייה עם הקוד ב-ROS וטבלת נקודות הדגימה בקובץ csv
- תיקייה עם קוד Python לכיול המערכת וטבלה להגדרת רשת נקודות בקובץ CSV