



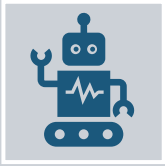
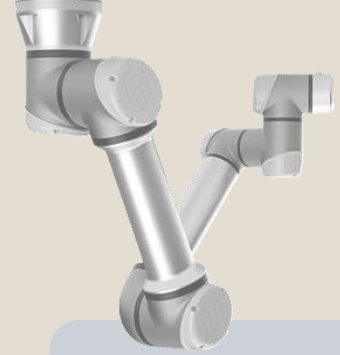
רובוט מלהטט

מס' פרויקט: 22-1-1-2463
מבצעים: יובל מימון | אסף ברנדוין
מנחה: ד"ר אנטולי חינה
מקום ביצוע הפרויקט: אוניברסיטת ת"א

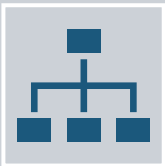
סקירה כללית

- רובוט מלהטט הוא רובוט המתוכנן לכדרר, ללהטט או להקפיץ בהצלחה כדורים או חפצים אחרים.
- במסגרת הפרויקט עבדנו עם רובוט קולבורטיבי דגם UR3 של חברת Universal Robots.
- דגם זה בעל יתרונות רבים:
 1. עלות הזרוע היא נמוכה
 2. אורכה הוא 500 מ"מ
 3. בעלת 6 צירים
 4. מסוגלת להרים משקל כולל של עד 3 ק"ג
 5. מאפשרת יכולות מגוונות כגון: צביעה, משטוח, אריזה, הרכבה, שיוף פעולות הדבקה ועוד.
- מסיבות אלו הזרוע הרובוטית נפוצה כמעט בכל מפעל.
- פרויקט זה הוא פרויקט בהמשכים.
- במסגרת הפרויקט נדרשנו להקים מערך מיקרופונים בכדי לזהות כדור הפוגע במשטח בזמן אמת.

מוטיבציה



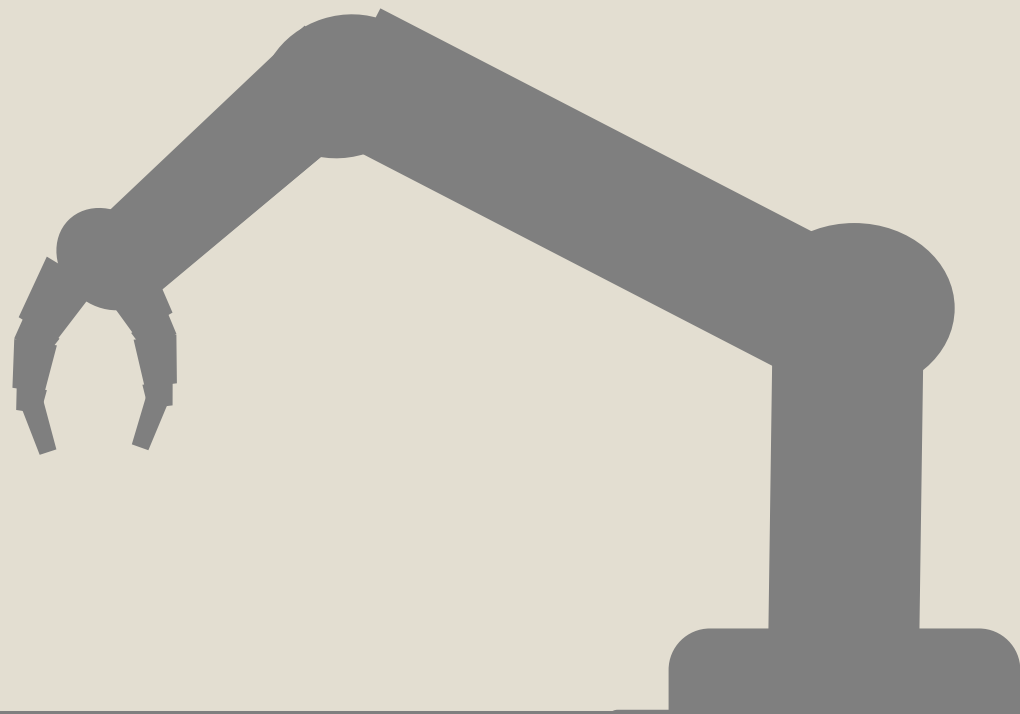
רובוטיקה הוא תחום אשר תופץ תאוצה בשנים האחרונות - רובוטים, ובפרט צפויים להוות חלק בלתי נפרד בעתיד האנושי. מערכות אוטונומיות



המוטיבציה למימוש הפרויקט נובעת מהרצון ללמוד ולממש אלגוריתמי בקרה על ערוצי התקשורת של הזרוע הרובוטית, ולגרום לה לבצע פעולות מורכבות בצורה אוטונומית וללא התערבות אנושית, וכל זאת בזמן אמת.

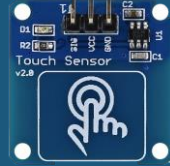


בעזרת UR3 בפרויקט זה נעסוק בהכנה לסגירת חוג הבקרה של זרוע מדגם חיישני קול, ובעזרתם נוכל לאתר מיקום של כדור הפוגע במשטח ולהעביר את המידע המתקבל את בקר הזרוע.



השוואת פתרונות אחרים

כנגד פתרון הפרויקט



<p>הקמת מערך מיקרופונים סביב המשטח ואיכון הכדור על פי קול הפגיעה</p>	<p>התקנת חיישני מגע רבים תחת המשטח על הזרוע הרובוטית</p>	<p>הקמת מערך מצלמות סביב הזרוע והמשטח, פתרון זה דורש בטכניקות מתחומי עיבוד התמונה והראייה הממוחשבת</p>	<p>תיאור כללי</p>
<p>זול</p>	<p>פשוט חישובית – מיקום ישיר ממיקום הפגיעה</p>	<p>רצף תמונות המגיע בזמן אמת ממספר מצלמות מכיל את מירב המידע שניתן לקבל</p>	<p>יתרונות</p>
<p>הקמת המערך פשוטה לביצוע</p>			
<p>אלגוריתם פשוט ומהיר חישובית</p>	<p>הקמת המערך מורכבת</p>	<p>יקר</p>	
<p>רגישות לרעשי סביבה</p>			

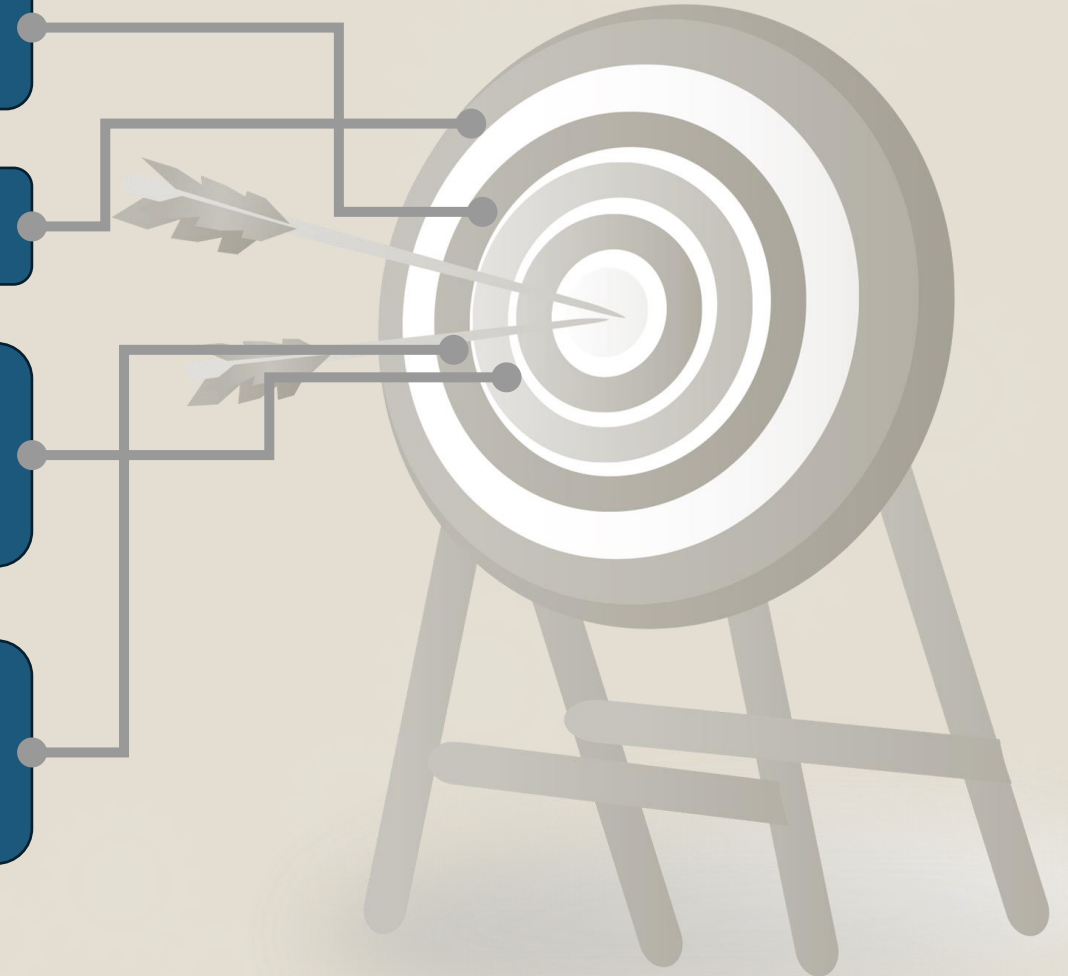
מטרות

מיקסום יכולת השליטה בזרוע הרובוטית: קבלת ושליחת פקודות בזמן אמת - בקצב של 500Hz.

איכון מיקום פגיעת הכדור על גבי המשטח בזמן אמת.

שליחת המידע אל בקר הזרוע להמשך מימוש בקרה בחוג סגור במהירות המקסימלית.

ייצור התשתית הדרושה לצורך המשך הפרויקט (על בסיס פרויקט זה).

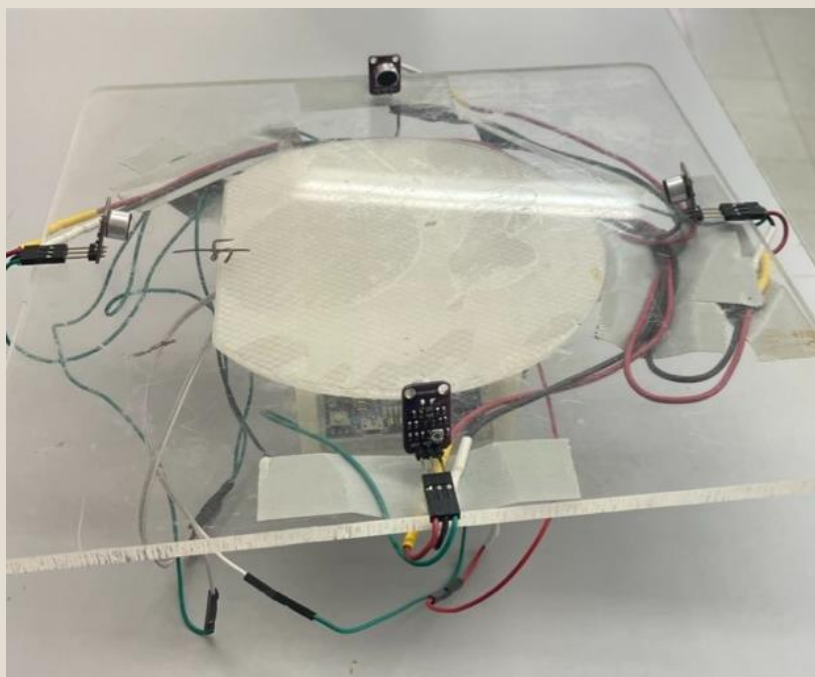
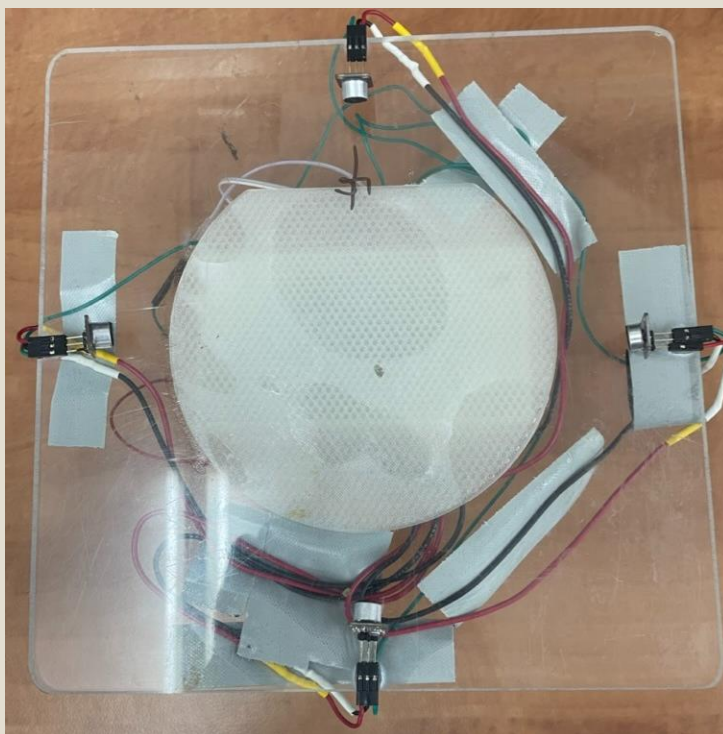




שילבי ביצוע

הקמת מערך המיקרופונים 1

- תכננו והדפסנו מודל תלת מימדי שעליו הקמנו מערך מיקרופונים.
- לאחר שלמדנו את הרקע התיאורטי והשווינו בין שני סוגי מיקרופונים החלטנו לעבוד עם מיקרופון בעל מגבר מובנה (דגם SF-BOB-12758 / 4P-429).
- הקמנו מערך הכולל 4 מיקרופונים הממוקמים אחד מול השני על גבי משטח מרובע.
- בבסיס המערך ממוקם מיקרובקר אליו מחוברים המיקרופונים.



הקמת סביבת העבודה

2

לינוקס

ביצוע התאמות בסביבת עבודה ROS – התקנת מערכת ROS גרסת MELODIC.
הקמת סביבת עבודה – הקמת CATKIN WORKSPACE ועדכון משתני הסביבה
בROS, בדיקות קצה לפעולות הזרוע.



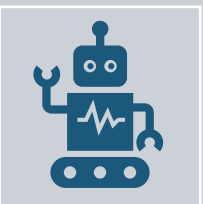
פייתון

הקמת סביבת בדיקה המבוססת על ספריית PYGAME שמקנה ויזואליזציה בזמן
אמת.
יצירת מודל תקשורת חד כיווני בין מערך המיקרופונים אל מערך הזרוע.

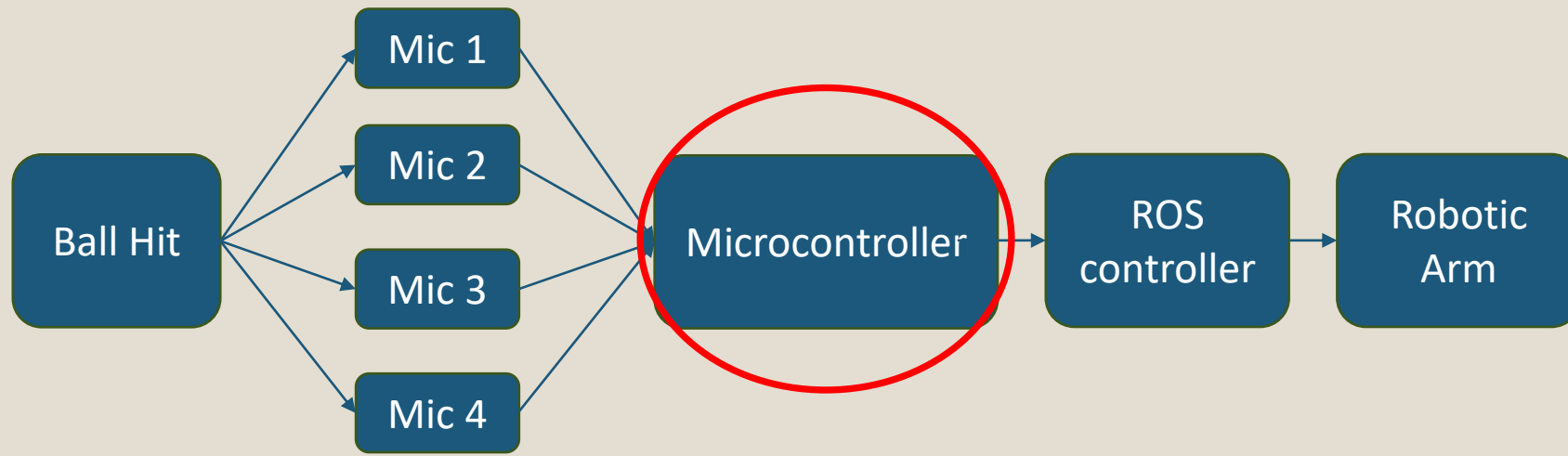


מיקרובקר

עבודה בIDE בשפת CPP על המיקרובקר.



- בנינו אלגוריתם המאפשר לאתר את מיקום פגיעת הכדור על המשטח בזמן אמת באמצעות מידע המתפרש על גבי המיקרופונים.
- שלחנו את המידע המגיע מהמיקרובקר אל בקר הזרוע.
- החלטנו להשתמש בבקרת מיקום המקבלת מערך של מיקומים וזמן לביצוע התנועה.



תפקידו של המיקרו בקר הוא לקבל ארבעה אותות חשמליים בקבועי זמן שונים ולנתח את השוני בין קבועי זמן אלו. על מנת לחשב את המיקום בפועל אנו משתמשים במהירות הקול באוויר ובגודל המשטח.

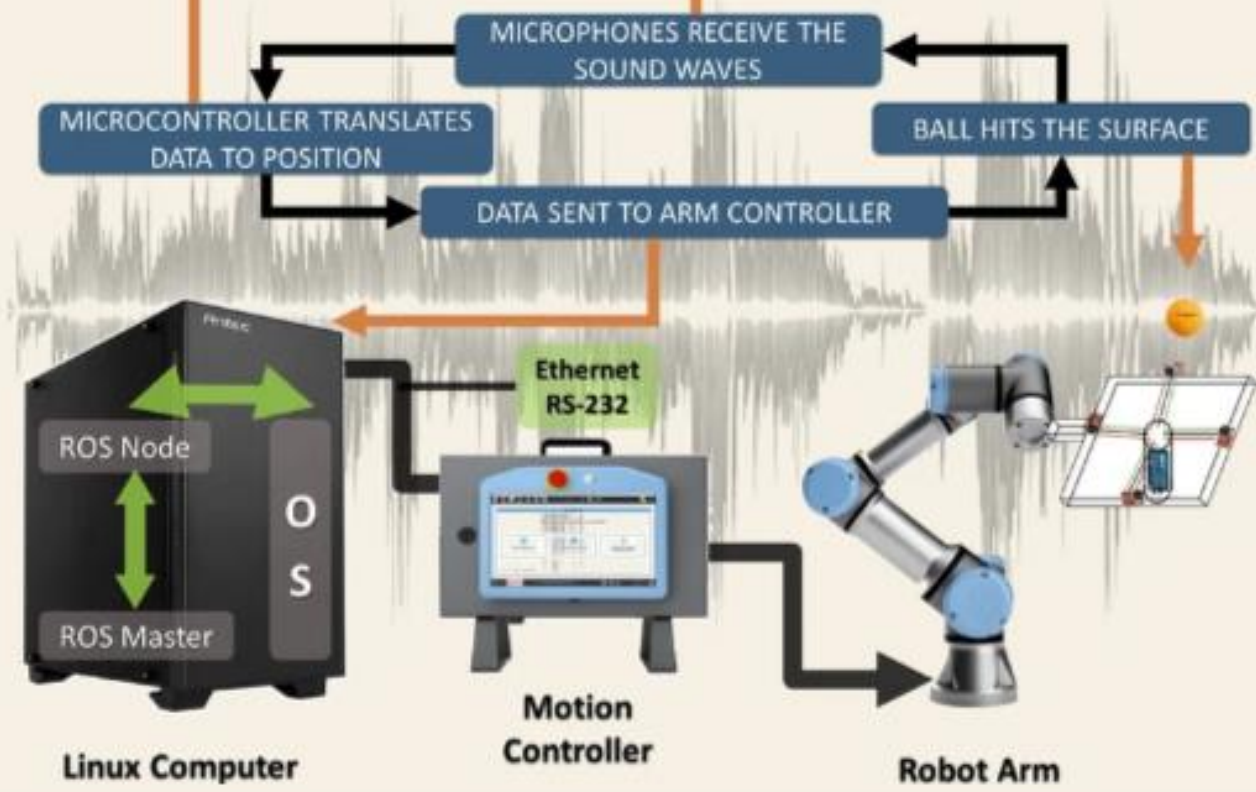
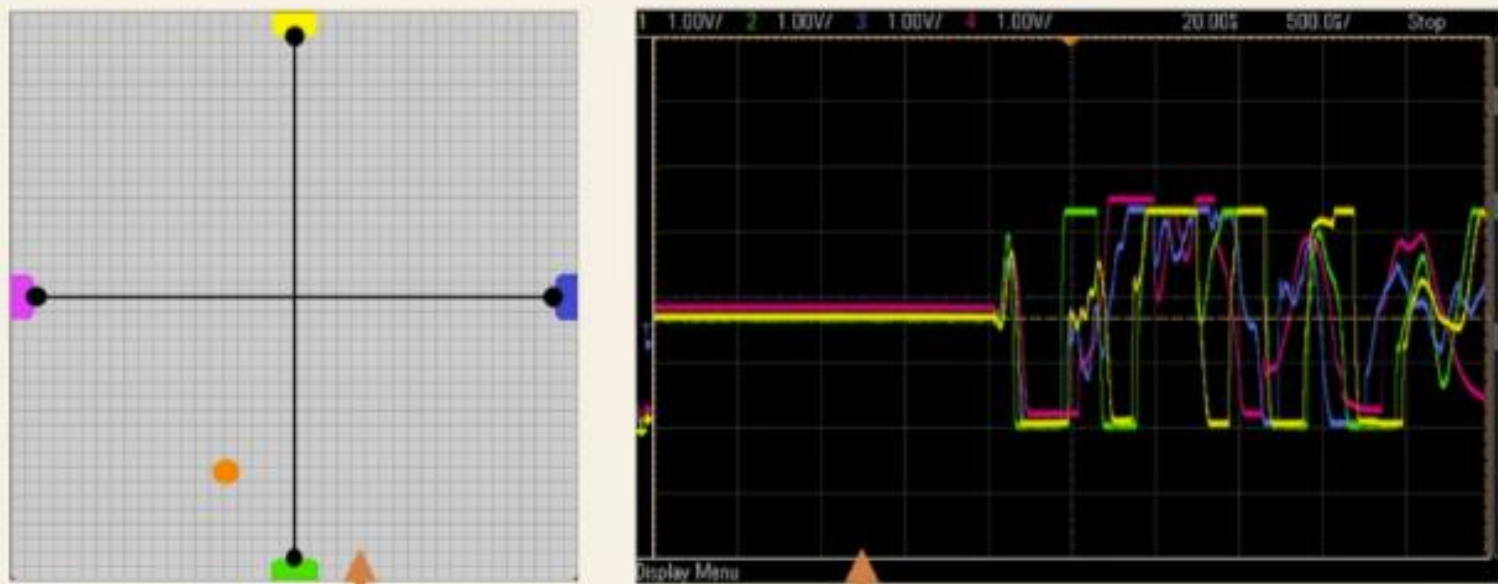
v – speed of sound in air ; O – origin of the board ; Δx – distance from origin ;
 Δt – time gap between opposing microphones detecting the sound wave ;
 d – digital sample rate;

$\Delta x = v \cdot \Delta t$ – the sign of the Δx determines the direction from O .

$\frac{v}{d} = 0.033 \text{ cm} ; 300 \cdot 0.033 = 9.9 \text{ cm}$ – effective working area

האלגוריתם עושה את אותה פעולה גם בציר Y.

סיבתיות בלוקים 4



תוצאות ומסקנות

1 Real Time Ball Tracking

איכון הכדור על גבי המשטח בעזרת מערך המיקרופונים נעשה בהצלחה. ניתן לראות למטה את תוצאות הכלי הויזואלי שמתאר את העקביות בבדיקות חוזרות.

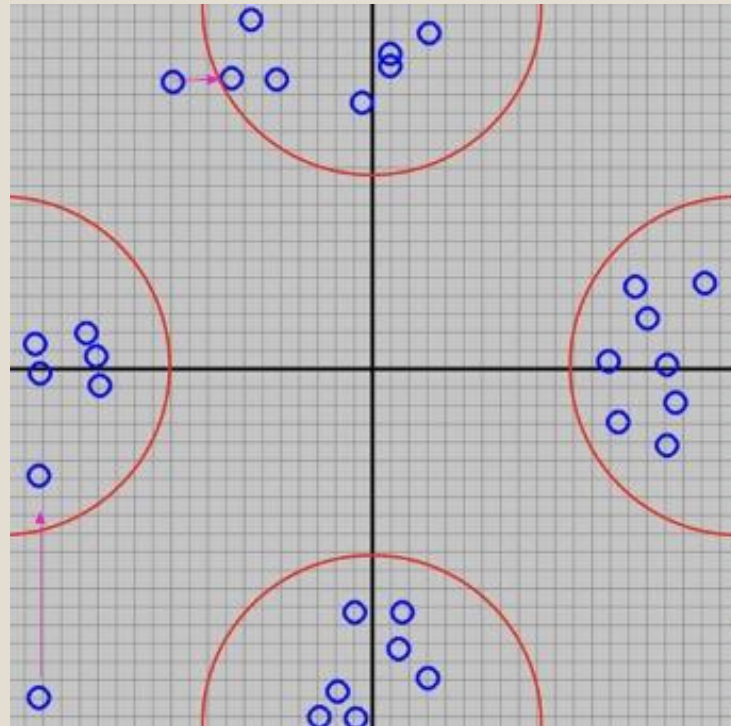
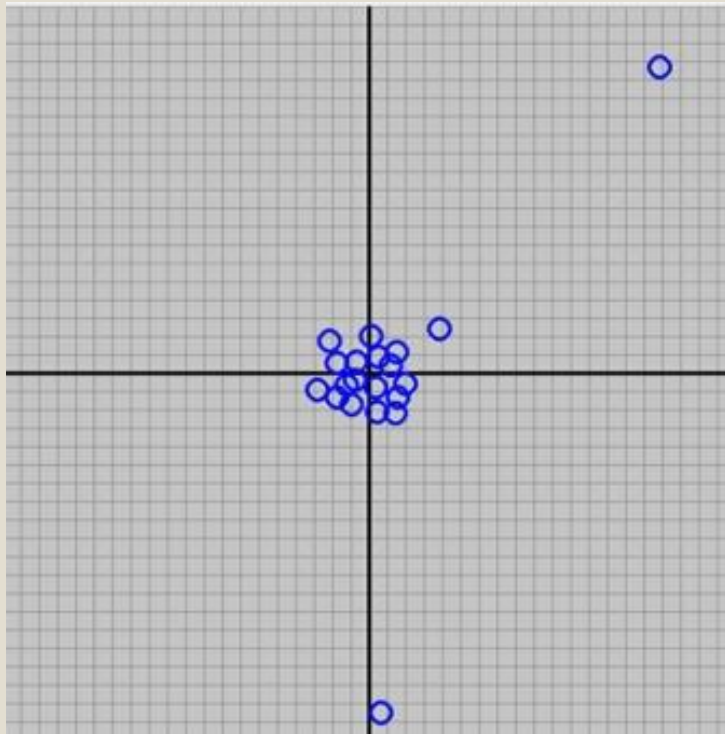


FIGURE OR VIDEO

2 ROS and robotic control

**FIGURE OR
VIDEO**

הפעלנו את הזרוע והבאנו אותה לביצועים
מקסימליים, במובני תקשורת מהירה ובזמן
אמת.

באמצעות שליטה מתוזמנת במנועים ייצרנו תנועת
הקפצה אנכית עם זמן תגובה מהיר מספיק לצורך
הקפצת כדור.

אפשרויות לעתיד...

- המשך הפעילות בפרויקט כרוך בסגירת חוג הבקרה.
- עבודה עם ADC.
- עבודה עם מגבר חיצוני עבור המיקרופון ולא מובנה.
- בחירת חומר שונה עבור משטח ההקפצה.
- נמליץ לעבור בקרת מהירות המתאימה יותר לבקרה הנדרשת בחוג סגור.



תודה על ההקשבה