

ספר רוחות



SPIRIT #52



MASTER
PIECE





תוכן עניינים

מזהמים ללחוץ על
הគתרות לגישה
מהירה!

פרק 1: תוכנית עבודה

5	1.1	חלוקת לצוותים: בניה, תכנון ומחקר
5	1.2	שימוש ב-monday.com (לו"ז)
5	1.3	עבודה בזמן מלחמה
6	1.4	בחירה בבדיקה מסלולים
6	1.5	שימוש ב-GitHub ו-Python
6	1.6	שיקולי בחירת מאפייני הרובוט

פרק 2: דרכי רכישת מיומנויות

8	2.1	שיעור תכנון בבית הספר
8	2.2	הוצאת ספרי, מחקרים ואתרים
8	2.3	התיעצות עם מומחה בתחום
9	2.4	קבוצות חברות מהארץ והעולם
9	2.5	למידה אחד מהשני
9	2.6	פורומים
9	2.7	יוטיוב

פרק 3: ניתוח MERCHANTABILITY ופתרונות

10	3.1	טבלת MERCHANTABILITY
10	3.2	סיעורי מוחות
11	3.3	שלבי פיתוח הזרועות שלנו
11	3.4	אמצעים ויזואלים
11	3.5	עיקריות ביצוע המשימה

פרק 4: מכנייקה של הרובוט

12	4.1	ת"ז של בל (הרובוט שלנו)
13	4.2	מבנה גוף הרובוט
13	4.3	קומפקטיות ואסטטיקה
14	4.4	מרכז מסה
14	4.5	מודולריות ברובוט
14	4.6	מבחנים
15	4.7	זרועות - MERCHANTABILITY ואופן ביצוע



תוכן עניינים

פרק 5: אסטרטגיית המשחק

21	טבלת שימושות	5.1
21	אמצעים ויזואליים להבנה עמוקה	5.2
21	מעברים במפה	5.3
21	PathPlanner	5.4
21	הראנים ואופן תוכנות	5.5

פרק 6: התוכנה

23	בקרת מסלולים	6.1
24	Odometry - חישוב מיקום	6.2
24	יצור מסלולים בPathplanner	6.3
24	עקומות בזיהה	6.4
25	LIMITS	6.5
25	כוח מרכזיוגלי	6.6
25	Stop Points & Markers	6.7
26	בקרת RAMSETE	6.8
27	מנועים - פריצת אנקוזרים	6.9
27	מנועים - בקרת FF & P	6.9
28	ויזואлизציה, לוגים וגרפים	6.10
29	אופטימיזציות	6.11
29	חישבי אור	6.12

פרק 7: שיפור הרובוט והשיקולים

30	סרטוט רובוטים ב-Studio 2.0	7.1
30	כבלים	7.2
31	חרזה ושינוי - הזרועות	7.3
32	מערכת בקרת מיקום	7.4
32	יעקביות	7.5



תוכן עניינים

פרק 8: חומר רקע

33	תרומות המנטורים - חשיבות מרכז המסיה, היכרות ראשונה לكونספט בקרת מסלולים	8.1
33	תכונות הרובוט והתוכנה שאנו גאים בהם	8.2
34	דיאגרמת עונה	8.3

קריאה נעימה!



פרק 1:

תוכנית עבודה

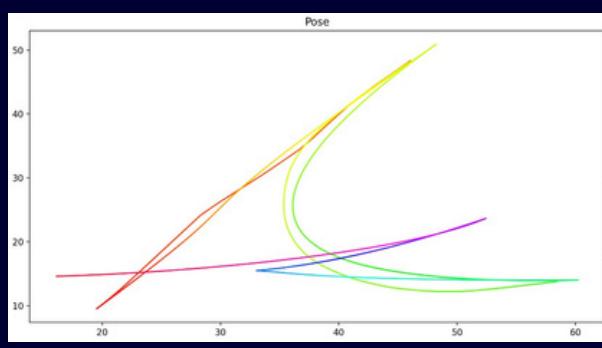
Monday - תוכנה

The screenshot shows a Monday.com board with three main sections. The first section has two items: 'להתייעץ עם מומחים' and 'ביקורת מסלולים', both marked as 'Done'. The second section has four items: 'יצירת מסלולים', 'Odometry', 'מערכת בקרה', and 'Wheel slip', all marked as 'Done'. The third section has four items: 'פריצת אנקודר', 'ביקורת FF', 'ביקורת P', and 'ביקורת R', all marked as 'Done'. Each item has a 'Subitem' column with a '+' button and a 'Status' column with a green 'Done' button.

תוכנו לצלפות בלו"ז של בנייה
ומחקר **כאן**

תקופת המלחמה יצרה מצב בו הינו צריכים לעבוד מהbateim, מוביל לראות זה למספר חודשים. למרות זאת שמרנו על שגרת עבודה עיליה; עשינו שימוש זום והתמקדנו במשימות שאפשר להתקדם איתן מהבית כגון: תכנון הרובוט, פיתוח התוכנה, אסטרטגיה, הכשרות ועוד.

בשביל שנוכל לתוכנת את הרובוט מרוחק ולבדק את התוכנה, בנינו סימולטור המדמה את הרובוט עם שגיה מלאכותית במגוונים ובחישונים.



אחד מהגרפים של הסימולטור - משווה
מיוקם מתוכנן ומיוקם "אמתית"

- בפרק זה נדבר על:
- חלוקת לצוותים: בנייה, תוכנות ומחקר
- שימוש ב-monday.com (לו"ז)
- עבודה בזמן מלחמה
- בחירה בתקורת מסלולים
- שימוש ב-GitHub או Python
- שיעור בחירת מאפייני הרובוט

חלוקת לצוותים & monday.com

בתחילת העונה התחליקנו לצוותים לפי בחירה אישית: בנייה, תוכנות, מחקר והניהלה. לאחר מכן ישבנו והצבנו מטרות לעונה - מה נרצה להשיג מבחינה קבוצתית ומבחןת הישגי הרובוט.

קבענו לכל אחת מהמטרות שלנו תאריך יעד, וחיליקנו את האחריות של כל משימה בין חברי הקבוצה.

הכנו את כל המידע לאתר Monday, שבו כל ילד יוכל להתעדכן بكلות בהתקדמות הקבוצה ולשנות סטטוס משימות.

עבודה בזמן מלחמה



בחירה בברית מסלולים

בתחילת העונה חבר קבוצה בFRC בבית הספר שלנו הסביר לנו על אופן התכונות של הרובוט שלהם. הם משתמשים במסלולים מיוצרים מראש ו"עוקבים" אחריהם על מנת לנסוע בעקבות (קיים לא ישרים) מה שנanton את החופש לנסוע תוך כדי פניה. התלהבנו מאוד מהרעיון והחלטנו שנרצה לישם אותו בFLF.

שימוש בPython ו-GitHub

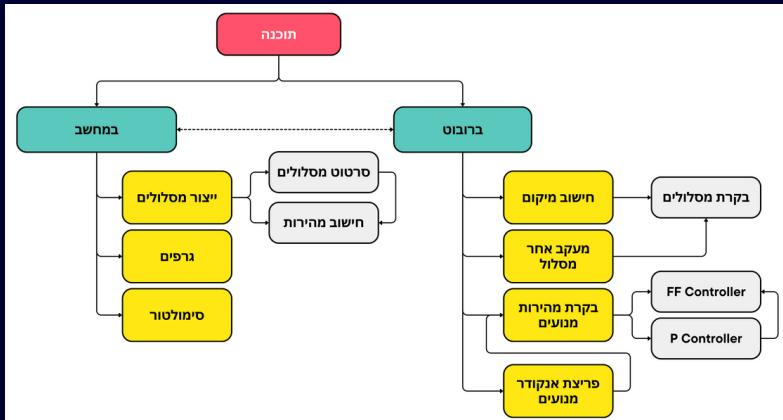


החליטנו להשתמש בפייטון כדי לתוכנת את הרובוט מהתוכנות האלה:

1. כולנו יודענו לתוכנת בפייטון - 3 שנות שיעור תוכנות בבית הספר.
2. פייטון מאפשר תוכנות אובייקטי(OOP) - עוזר לשומר על סדר.
3. פייטון מאפשר גישה ישירה למערכת הפעלה, מערכת הקבצים, למנועים ולהיבטים.

השתמשנו בGitHub על מנת לעקוב אחרי השינויים בתוכנה, לשתף את התוכנה אחד עם השני, לגבות את התוכנה שלנו וכדי שנוכל להפיץ את הקוד שלנו עם קבוצות מהארץ והעולם.

לאחר חקר דרך אתרים, ספרים ומחקרים על בקרת מסלולים, הצבענו לעצמנו מטרות והכננו דיאגרמה על מנת להמחייב בצורה ויזואלית את שלד התוכנה.



בחירה המאפיינים של הרובוט

לאחר בחירתנו בשימוש בברית מסלולים, התאמנו את מאפייני הרובוט לנסעה בעקבות. ראשית, בחרנו אם להשתמש בEV3 או SPIKE. קראנו באינטרנט על שניהם ויצרנו את הטבלה הבאה:

	מהירות מעבד	זיכרון זיכרון (RAM)	רזולוציה אנקודרים של מנועים	דיק גירו ל 90°	טורק מנוע גדול	טורק מנוע קטן	מكسرית מתווך
EV3	@300 MHz	64 MB	360 יחידות בمعالג	$\pm 3^{\circ}$	17.3 N-cm	249 rpm	
EV3 עם פריצות	VIA Overclocking: @456 MHz		720 יחידות בمعالג				
SPIKE	@100 MHz	320 KB	360 יחידות בمعالג	$\pm 1.5^{\circ}$	8.47 N-cm	213 rpm	

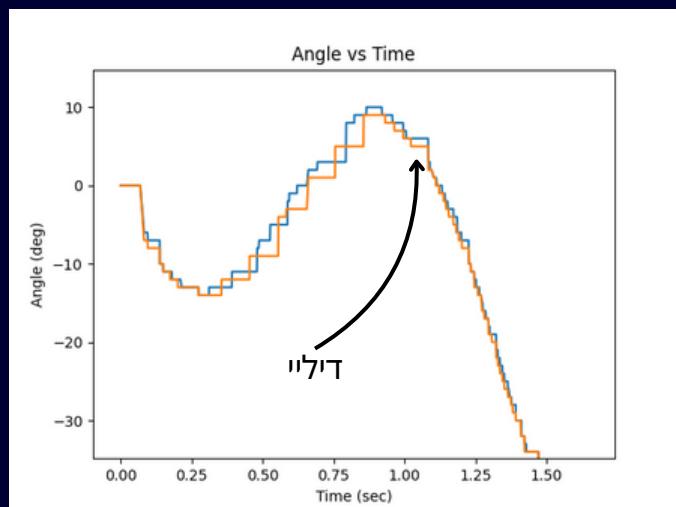
מקורות: philohome.com, lego.com, wikipedia.com.
אחרי שKOI של היתרונות והחסרונות של כל אפשרות, קיבלנו החלטה סופית ובחרנו בEV3.



השלב הבא היה בחירת החישנים.
חישני אור - בחרנו להשתמש בשני חישני אור על מנת לתתישר ולעקוב אחר קווים במפה למרות חסרון הנפח שלהם.



חישני גירוי - בחרנו להשתמש בחישני גירוי כדי למדוד את הזווית הרובוט בשביב לחשב את המיקום שלנו על המפה ולפנות בצורה מדיקת. כמו במטוסים, עשינו שימוש ביתירות של חישנים, והשתמשנו בשני חישני גירוי. הגירוי לא מודד בצורה מדיקת למגררי את הזווית או שלפעמים יש לו "דילוי", ולכן עם שני חישנים נוכל לחשב את הממוצע ביניהם ולקבל מדידות יותר מדיקות.



התמונה מציגה מבחן שעשינו כדי לבדוק את חישובות יתרות בחישנים - שני חישנים מחוברים מודדים זווית לאורך זמן. יש שונות ביןיהם וכך הממוצע יותר מדוק.

***דגם** - המדידות המוצגות הן לאורך שנייה וחצי בלבד. המבחן המלא היה כ 10 שניות, וככל שהזמן עבר ההבדל במידידות בין שני החישנים גדול.



בחרנו להשתמש בגלגלי אופנוז, שלושת הדברים שהיו חשובים לנו בתהליכי הבחירה:
1. יכולת אחיזה של הגלגלים - ככל שייתר גובהה, הגלגלים יחליקו פחות.
2. רוחב הגלגלים - יותר קל לפנות עם רוחב גלגל קטן.
3. קוטר הגלגלים - ככל שייתר גודל, המהירות יותר גבוהה.

	אחוזת של הגלגל עם המפה	רוחב גלגל (מדידות שלנו)	קוטר גלגל (מדידות שלנו)
גלגל 3	84%	28 mm	56 mm
גלגל אופנוז	89%	16 mm	79.5mm
Spike	77%	8 mm	56mm



כדי לחבר את המנועים לזרועות, רצינו להשתמש בגלגלי שינויים. חיפשנו גלגלי שינויים שלא יכולים לפקוץ, חזקים ומאפשרים שילוב קל של הזרועות. השווינו מספר גלגלי שינויים, ולבסוף החלטנו להשתמש בגלגלי שינויים אפורים קטנים:



פרק 2:

דרכי רכישת מיומנויות

בפרק זה נדבר על:

- שיעוריו תכנות בבית הספר
- הרצאות, ספרים, מחקרים ואתרים
- התיעצות עם מומחה בתחום
- קבוצות חברות מהארץ והעולם
- למידה אחד מהשני
- פורומים
- יוטיוב

שיעוריו תכנות בבית הספר

עברנו שיעורי תכנות בחו"ק במסגרת בית הספר, מה שעזר לכל אחד מחברי קבוצה להבין את הקוד בקלות.

הרצאות, ספרים, מחקרים, אתרים

בשביל לעבוד על התוכנה באופןiesel רצינו ל深深地הן את תחום מערכות בקרה, כך שנממש את הביקורות שרצינו בצורה הטובה ביותר. למדנו בעזרת, הרצאות של קבוצות FRC, ספרים כגון [Controls Engineering in FRC](#), מחקרים רבים על חישובי מיקום, מערכות בקרה להפעלת מנועים ועוד.

עזרנו באתרים של תכנות ב FRC כגון [WPIlib Docs](#), [Purdue Sigbots Wiki](#) ועוד. עברנו על התכנות של קבוצות FRC מסוימות קודמות דרך GitHub, והסקנו מסקנות מכך לגבי אופן הבקירה והתוכנה שרצינו למש.

התיעצות עם מומחה בתחום

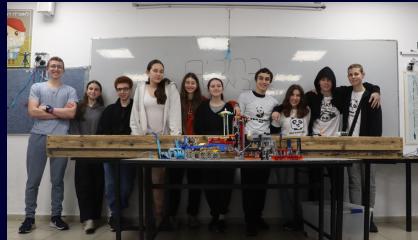
על הרעיון לעשות שימוש בבקורת מסלולים דיברנו עם מומחה למערכות בקרה, נח [קוסובר](#), מנכ"ל חברת RIM. דנו יחד אותו על רעיון בקרת המסלולים, קיבלנו ממנו טיפים והוא אישר לנו שמערכות הבקירה שבחרנו אכן מתאימות לרבות שלנו ולמטרות שרצינו להשיג.



קבוצות חברות מהארץ והעולם

במהלך הדרכ שلنנו בעונה יצא לנו ללמידה מקבוצות חברות לתוכנית. ערכנו מפגשים עם קבוצות מרחבי הארץ כמו Lego Pandas ממודיעין במפגש שערכנו בבית ספרינו, ומפגש בכפר הירוק עם פטראופלי, C++ ו-DeltaTeam.

ערכנו שיחות זום עם Shenzhou Sky מיפן ודיברנו באינסטגרם עם Tech Warriors מארה"ב. חילקנו וסיפרנו על הרובוטים והתוכנה, בש سبيل להרחב את האופקים של כל אחת מהקבוצות ולעזר אחד לשני לפתרור בעיות שהתמודדנו איתן. לדוגמא, Shenzhou Sky עזרה לנו להבין במהלך דיון את החשיבות של חישוני האור, והם שכנעו אותנו להויסיף את חישוני האור לרובוט שלנו.



למידה אחד מהשני

חלק משמעותית מהידע שלנו הגיע מחברי קבוצה אחרים. חלק מחברי הקבוצה מתעסקים בלוגו ותכנות מפייל צייר וכן צברו המונ ניסיון לעומת חברי קבוצה שהגיעו לFLU פחות מנוסים. לכן, אנחנו דואגים לכך שחברי הקבוצה ידעו מה שעיליהם להבין ככה שוכלים יוכל לעזור, להיות פעילים ולהתרום במהלך העונה. לדוגמא, הצליפה אלינו השנה ילדה חדשה ללא ניסיון בתחרויות FLU, וכחוודשים חבר קבוצה אחר העיר אותו הקשרות מעמיקות על כל מה שעיליה לדעת על התוכנה, וכיום היא חלק פעיל מצוות תכנות ומסוגלת לעבוד באותה רמה ואף מתקנת טעויות שלא כל הזמן.

פורוםים

שנתקלנו בשגיאות שלא הצלחנו לפנה במסגרת פיתוח ב3EV (הכפלת רגולציה אנקודרים, priority ועוד), שאלנו שאלות בפורומים של פיתוח בחנות GitHub ו3EV眷上 GitHub. בדרך זו, אנשים בעלי ניסיון וידע רב יותר עזרו לנו לפתח ולהגיע לתוצר הסופי.

יוטיוב

במהלך תכנון הרובוט, צפינו בסרטונים של קבוצות אחרות, למדנו את שיטות הבניה של הרובוט והזרועות שלהם, והפנמנו את החלקים החשובים אצלינו.



פרק 3:

ניתוח משימות ופתרון

בפרק זה נדבר על:

- טבלת משימות
- סיעורי מוחות
- שלבי פיתוח הזרועות שלנו
- אמצעים ויזואליים
- עיקיות ביצוע משימה

טבלת המשימות

בתחלת העונה ישבנו יחד, ראיינו את סרטיון המשימות של העונה, קראנו את ספר החוקים ודנו על המשימות השונות.

כדי לנתח את המשימות לעומק ולסדר את המידע הרלוונטי לנו, צרנו טבלת משימות:

מספר משימה	שם המשימה	ניקוד + בונוס	נירוק מהבית	מරחק מהבית	הכחול	הערות	קושי
1	קילומטר תלת מילד	20	ס"מ 60	ס"מ 206	ס"מ 2/10	יבצע עט עגלה	אין
2	החלפת תפורה	20+30	ס"מ 91	ס"מ 196	ס"מ 5/10	הניקוד יהיה תולוי גם בקבוצת השכינה	אין
3	חויה עטפת	20	ס"מ 125	ס"מ 153	ס"מ 6/10	יכול להישבר בקלות, אסור ליזו לרגע במשימה בסוף המקצת	אין
4	10+20 MASTERPIECE	10+20	ס"מ 150	ס"מ 150	ס"מ 1/10	בונוס: בסיום המקצתה לפרסי האקומות מוחור לגעת רק במעמד ולמעמד מוחור לגעת רק בפריט האמנות	אין
5	פסל מציאות רבורה	30	ס"מ 165	ס"מ 114	ס"מ 7/10	יבצע עט רכב קבוע	אין
6	נזורה ואגרבה בהופעה	10+10	ס"מ 204	ס"מ 94	ס"מ 4/10	אנו	אין
7	מציג הולוגרפיה	20	ס"מ 204	ס"מ 94	ס"מ 1/10	יבצע עט רכב קבוע	אין
8	מצלמתם דאיל	30	ס"מ 100	ס"מ 100	ס"מ 3/10	אנו	אין
9	פס צילום	10+10	ס"מ 78	ס"מ 125	ס"מ 2/10	אנו לאיזו לגעת במשימה בסוף המקצתה	אין
10	מייסר צלילים	10+10+10	ס"מ 80	ס"מ 158	ס"מ 8/10	נקבע את מירב הנקודות אם והוית תציגו לאייזור הכהול	אין
11	זועע אורות	30	ס"מ 117	ס"מ 117	ס"מ 6/10	אנו לאיזו מירב הנקודות אם והוית תציגו לאייזור הכהול	אין
12	אמן מציאות מדומה	10+20	ס"מ 144	ס"מ 84	ס"מ 7/10	הבות את אגשים לקצנות שנים של המפה	אין
13	מכונת יצירה	10+20	ס"מ 159	ס"מ 77	ס"מ 7/10	לאוסף מקצה אחד של המפה כדי להעביר לקצנה השני	אין
14	הבות את כל אחד	70	שונה אziel כל אחד	שונה אziel כל אחד	5/10	לאוסף מקצה אחד של המפה כדי להעביר לקצנה השני	אין
15-1	סאם	10	ס"מ 90	ס"מ 92	ס"מ 6/10	לאוסף מקצה אחד של המפה כדי להעביר לקצנה השני	אין
15-2	איי	10	ס"מ 105	ס"מ 161	ס"מ 6/10	לאוסף מקצה אחד של המפה כדי להעביר לקצנה השני	אין
15-3	נעעה	10	ס"מ 182	ס"מ 101	ס"מ 6/10	לאוסף מקצה אחד של המפה כדי להעביר לקצנה השני	אין
15-4	אנמה	10	ס"מ 134	ס"מ 123	ס"מ 6/10	לאוסף מקצה אחד של המפה כדי להעביר לקצנה השני	אין
15-5	אמיליא	10	ס"מ 90	ס"מ 174	ס"מ 6/10	לאוסף מקצה אחד של המפה כדי להעביר לקצנה השני	אין

סיעורי מוחות

עברנו על כל משימה ועשינו סיור מוחות בנוגע לדרכי התובה ביותר לבצע אותה - האם אפשר לפתור את המשימה בצורה מכנית או שדרוש מנوع? האם אפשר לשימוש במגוון קפי? וכו'.

סיכמנו ברשימה את כל הרעיון ששלנו לפתרת המשימות וניסינו לשלב בין רעיונות שונים כדי לבצע את משימה בקלות ובעילות. דוגמא למנגנון שנוצר משלוב של כמה רעיונות הוא המנגנון שמבצע את משימה מספר 5, המורכב גם ממנגנון עולה וורד וגם מערכת גומייה, שעליו תקראו בהמשך.

שלבי פיתוח המנגנונים לזרועות שלנו



אמצעים ויזואלים

כדי להמחיש את משנה 15 ו 14 בקרה ויזואלית ולמנוע בלבולים עתידיים בין האנשים, ייצרנו תרשימים של מקום האסיפה וההורדת כל מומחי המשחק:



עקיפות ביצוע המשימה

במהלך הראנים (ובמיוחד בראנים הארוכים), הרובוט צובר שגיאה ולכן יש מצבים שבהם הרובוט מגיע למטרה לא כפי שמתוכנן - בזווית או מיקום מעט לא מדויקים. טיפולו בכך ב 3 דרכים:



דוגמא למשפר

1. הוספת משפכים המאפשרים לוודא שאנו בזווית והמיקום הרצוי ביחס למטרה.
2. התוישרות על קירות - תיקון זווית.
3. פניה במקום בעזרת PID.



פרק 4: מכניקה של הרובוט

בפרק זה נדבר על:

- ת"ז של בל (הרובוט שלנו)
- מבנה גוף הרובוט
- קומפקטיות ו אסתטיקה
- מרכז מסה
- מודולריות ב robot
- מבחנים
- זרועות - שימושות ואופן ביצוע
- עגלות ורכיב קפיץ



תעודת זהות של הרובוט

שם: בל ריס-טוביים

תאריך לידה: 24.2.2023

תעודת זהות: 52

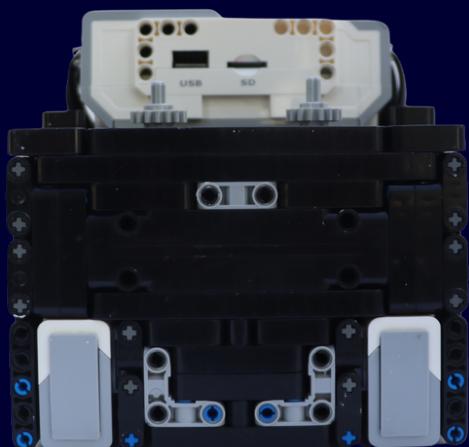
מגדר: נקבה, רובוטית

שיר אהוב: בואי לסרט, שון

גיטלמן

חבר הכי טוב: החמור

משרkan



ג'יראים בציר הסיבוב

כדי למנוע תזוזות יתר שמשפיעות על המידידות מהג'יראים, מיקמו אותם בציר הסיבוב של הרובוט, היכן שהתזוזות מועטות.

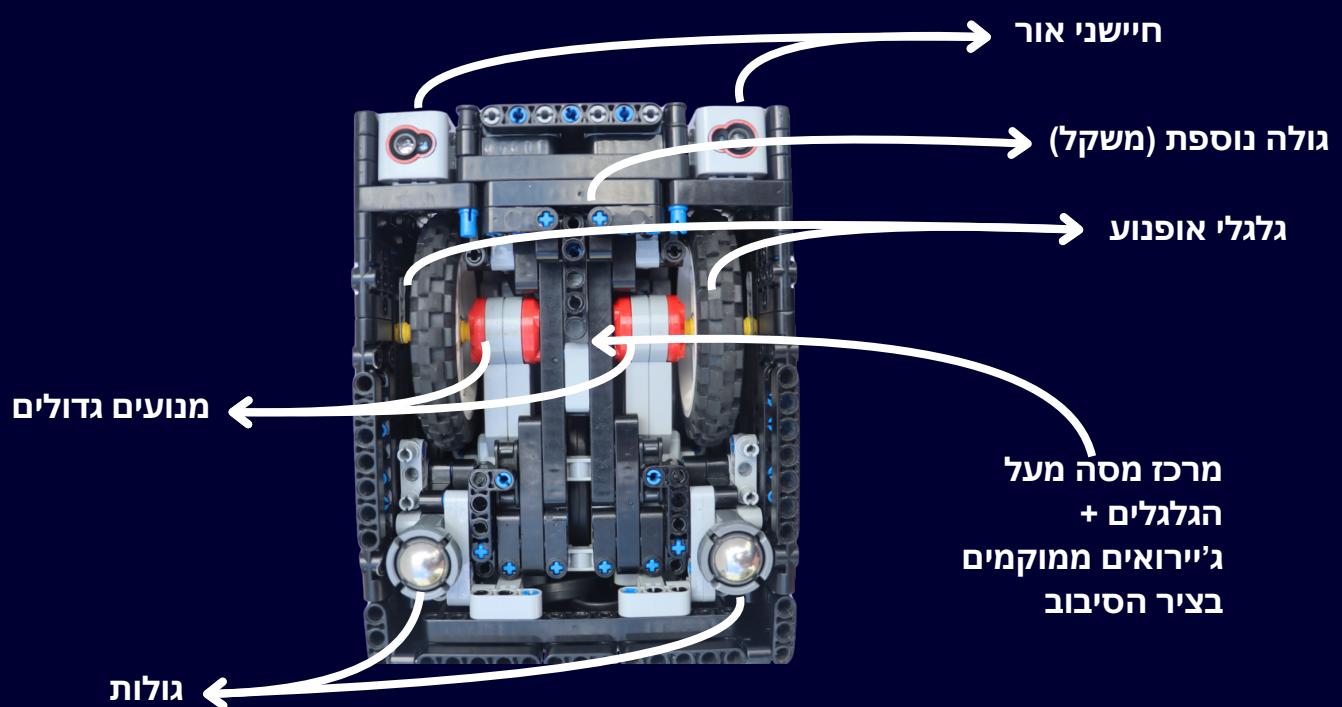
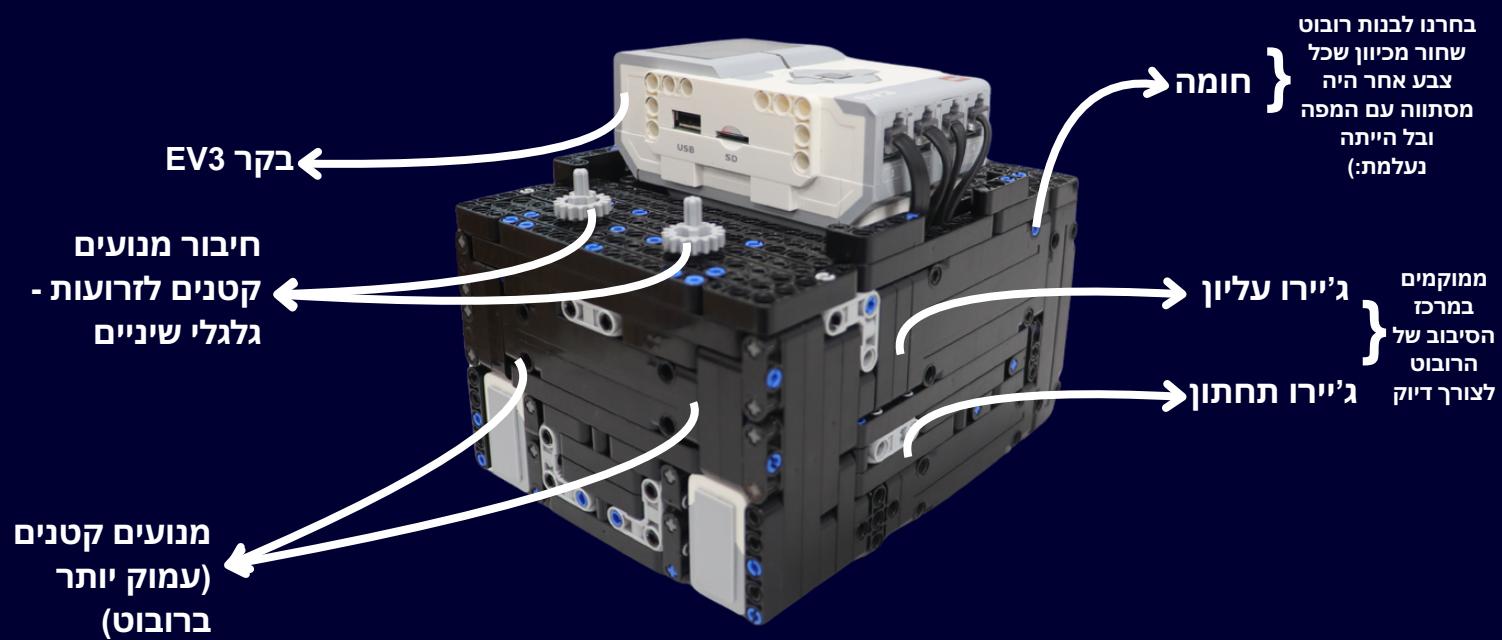


מבנה גוף הרובוט

את המאפיינים בחרנו בקפידה כמו שהזכרנו ותוכלו לעיין שוב [כאן](#), ובהמשך תוכלו לראות את המודולים שלנו.

קומפקטיות ואסטתייקת

במהלך בניית הרובוט, שמרנו ככל האפשר על רובוט קומפקטי, תוך כדי התאמת למטרות שהצבנו לו. יתר על כן, שמננו דגש על אסתטיקה וצורת הרובוט, כי ידענו שרובוט נקי הוא רובוט בריא ורובוט בריא הוא רובוט שמח!

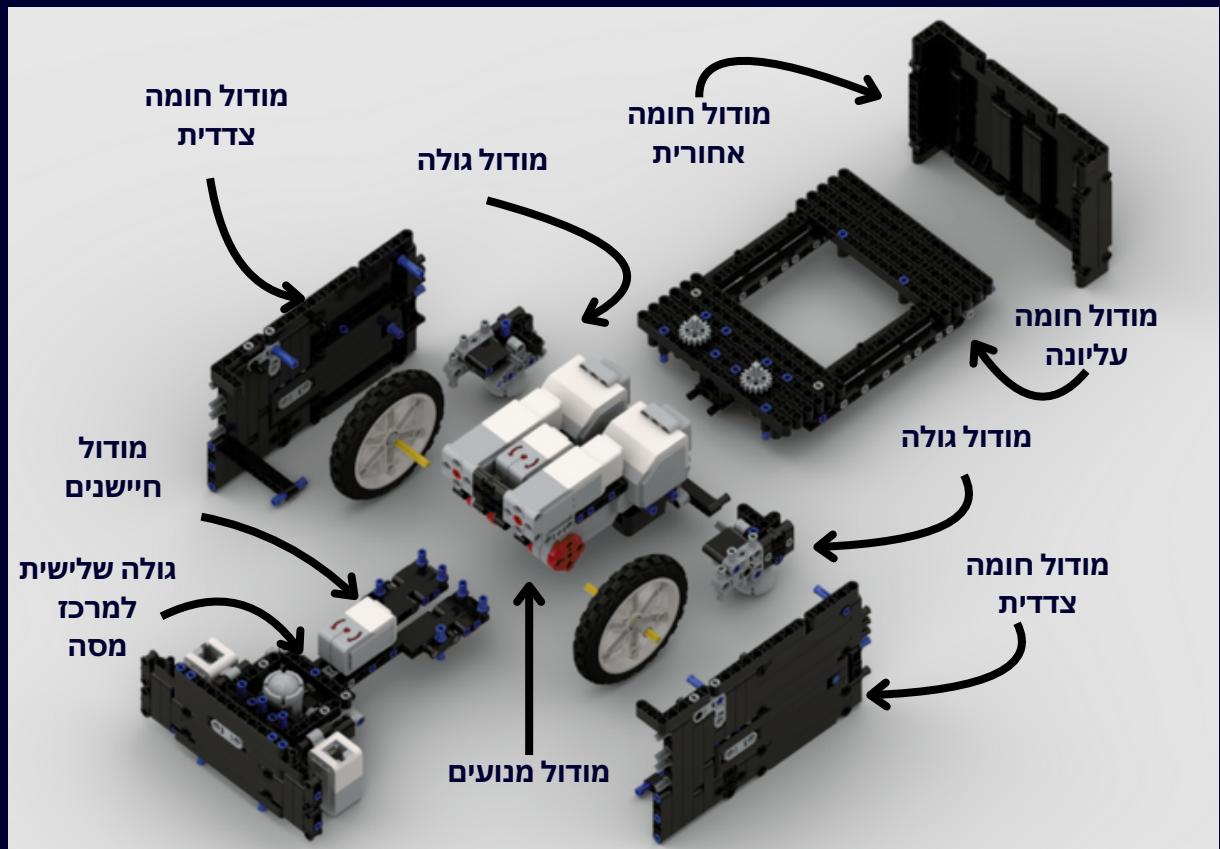


מרכז מסה ברובוט שלנו

במהלך הבניה של הרובוט הקפדנו שמרכז מסה יהיה קצט מאחורי הגלגלים כך כשייש זורע על הרובוט מרכז המסה מתאזור מעלה גלגלים. הוספנו גולת שלישית לקדמייה של הרובוט כדי לישם זאת. כשמיינץ המסה מעלה גלגלים יש יותר חיכוך ואחיזה של הגלגלים עם המפה, ולכן הרובוט סוטה פחות ומקבלים מדידות יותר מדויקות מחישני הזווית של מנועים.

מודולריות ברובוט

כל אחד מהמודולים שלנו מתרפרק בנפרד ויציב בפני עצמו שיעזר בפרק הרובוט על מנת להחליפם מנוועים/**חישנים**/**כבלים**. פעם אחת החלפנו את אחד מהמנועים הגדולים שהתקלקל לנו ב 5 דקות בלבד!



מבחנים



- כדי לוודא שהרובוט שלנו יציב ועמיד ככל האפשר, הצבנו לו שלושה מבחנים אותם הוא היה צריך לעבור:
- 1. מבחן הנפילה:** זרקנו אותו מגובה 2 מטר - הרובוט נשאר שלם לחלווטין!
 - 2. מבחן הכוח:** משכנו וניסינו לפרק את הרובוט עם הידיים מבלי לפרק חלקי לגז ישירות.
 - 3. משחק פולו כתתי:** (נפל הרבה פעמים, אנחנו לא כיתה ספורטיבית), הוא שרדי!

יש לנו 5 זרועות, 2 עגנות ורכב קפיץ אחד. במהלך בניית הזרועות הקפדנו על בסיס תבנית טובה - את התבנית בדקנו בתחלת העונה וвидנו שהיא אוחזת טוב את הרובוט, נשלפת בקלות וחזקת.

זרוע 1 - קאפירה

איזה משלימות הזרוע מבצעת?

משימה 15:



כדי לאסוף את המומחה, יש מקל שגורר אותו הביתה. המקל משתחרר דרך מחסום שנפתח בעזרת המנוע של משימה 12 עם יחס גללי שניים לשחרור אותו.

- משימה 12 - אמן מציאות מדומה
- משימה 13 - מכונת יצירה
- משימה 15 - הבאת מומחים (אסיפה)

משימה 13:

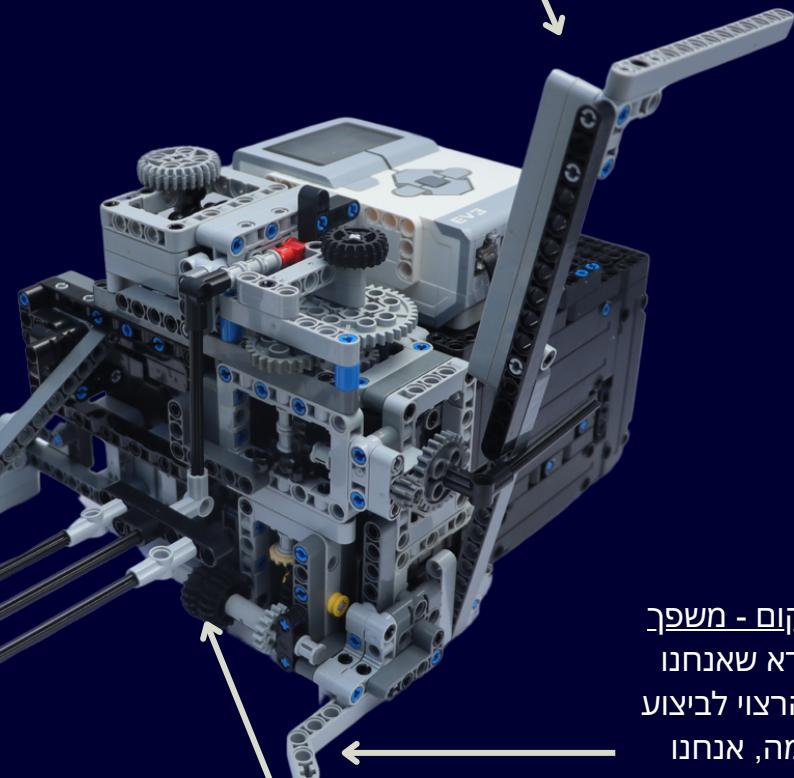
דוחפים את המגירה של המשימה עם הרובוט עצמו. מרים את המכסה בעמצעות מקל שתופס את המכסה ומושך אותה בזמן נסעה אחרת.



משימה 15:



הרובוט אוסף את המומחה תוך כדי נסעה. הוא מרים אותו בעזרת קלשון שנכנס לחיישוק המומחה ומעלה אותו.



וידי מיקום - משפט

כדי לוודא שאנוחנו במקום הרצוי לביצוע המשימה, אנחנו משתמשים במשפט שמתמוך על המשימה מה שמבטיח דיקוק.

משימה 12:



מיקמו גלגל שניים בחילק התחתון של הזרוע כך שישובב את גלגל החניינים שבמשימה, לביצוע מהיר של המשימה.

זרוע 2 - מירטואלה

איזה משימות הזרוע מבצעת?

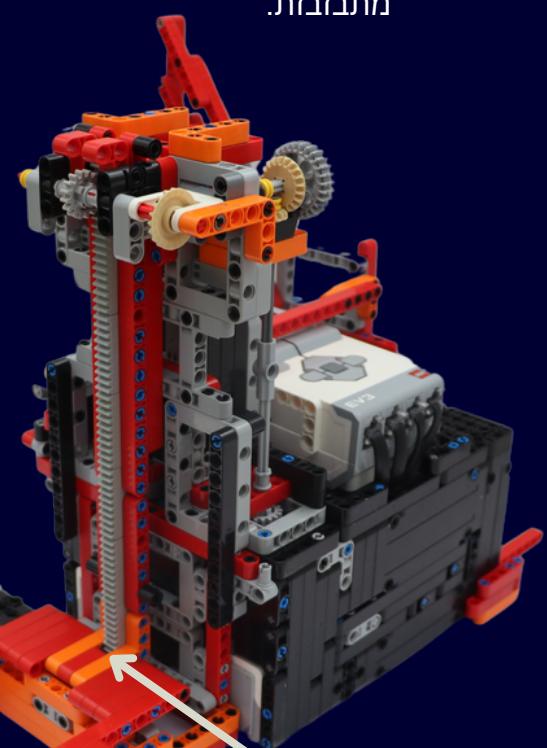


משימות 15 & 14 & 4:
גורר את
MASTERPIECE
ומומחה + איש קהל אל
אחור המזדיון.



- משימה 3 - חוויה עוטפת
- משימה 4 - MASTERPIECE
- משימה 11 - מופע אורות
- משימה 14 - הבאת קהל
- משימה 15 - הבאת מומחה

משימה 3:
מנגנון מקבילית:
המנגנון תמיד יהיה
מאונך למשימה -
דוחפים כלפי מטה
את המשימה,
והמנגנון נעה עם כיוון
התנועה של המשימה
וכך כמעט אין אנרגיה
מתלבצת.

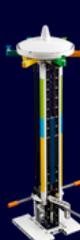


משימה 15:
צינור אלסטי האוסף את
המומחה. בחרנו בצינור אלסטי
מכיוון שהמומחה נמצא מאוד
קרוב למשימה ולא רצינו לקחת
סיכון שנתקע בה.

ויזדי מיקום - משפר
כדי לוודא שאנוחנו במקום הרצוי
לביצוע המשימה, אנחנו
משתמשים במשפר שמתמתק על
המשימה מה שבטיח דיוק.



משימה 14:
משחררים את האיש
כשמנגן פס הגלגל עולה

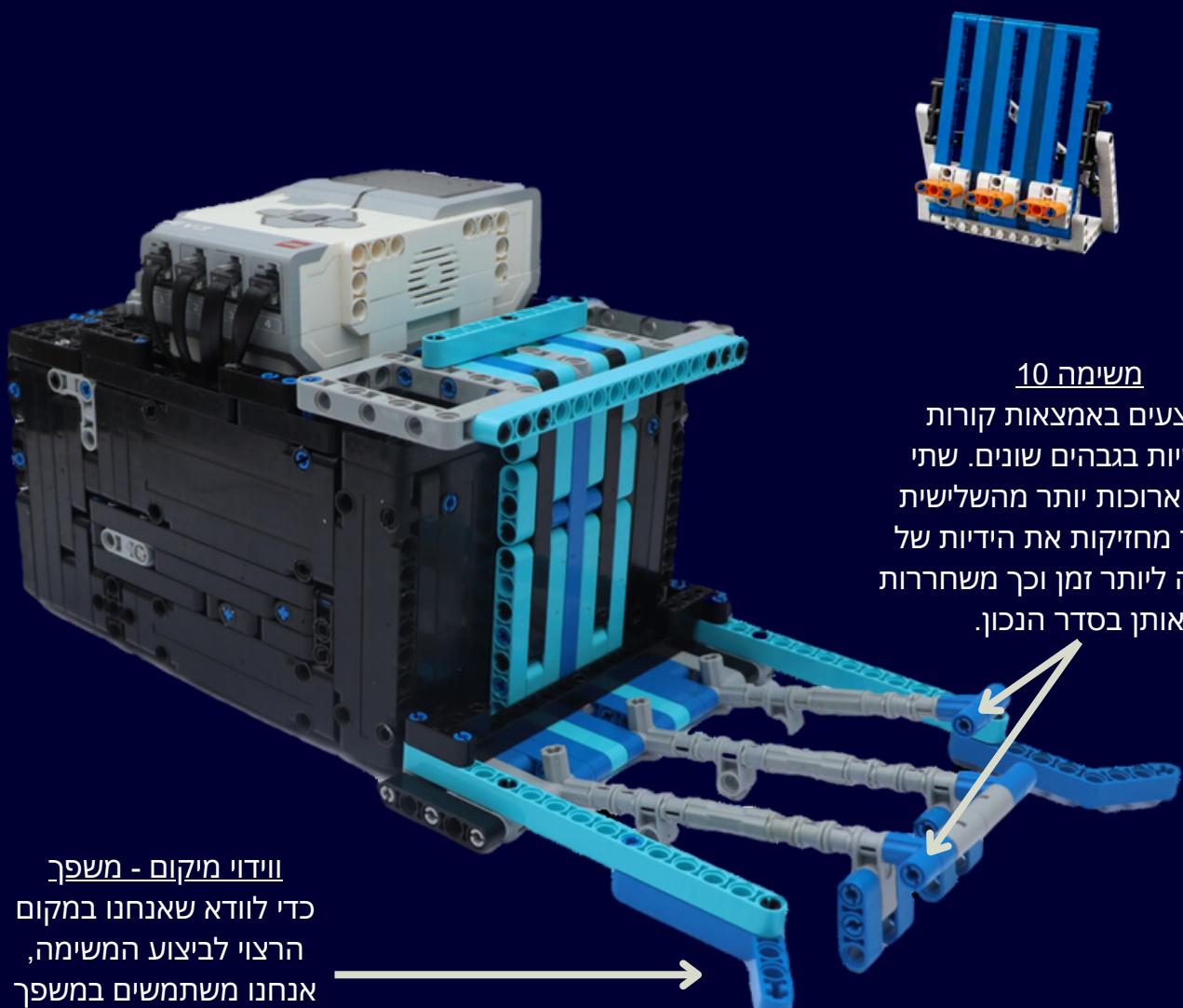


משימה 11:
מזל החובב לתמסורת
פס גלגל - מסורת אשר
יכולת לעלות ורדת בקו
ישר.

זרוע 3 - גיטלמן

איזה שימוש הזרוע מבצעת?

- משימה 10 - מיקסר צלילים



משימה 10

מבצעים באמצעות קורות חופשיות בגבהים שונים. שתי קורות ארוכות יותר מהשלישית ולכן הן מחזיקות את הידיות של המשימה ליותר זמן וכך משחררות אותן בסדר הנכון.

שימוש מיקום - משפט
כדי לוודא שאנו במקומ הרצוי לביצוע המשימה, אנחנו משתמשים במשפט שמתמך על המשימה מה שבטיח דיווק.

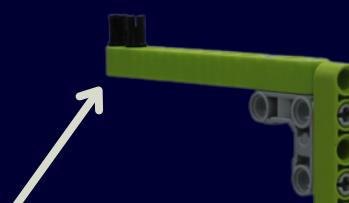
עגלת ירока - גוזטרה

איזה שימוש הזרוע מבצע?



משימה 14:

ומומחה מוקבע למקל הנופל של משימה 1, כך שלאחר נפילתו של המקל האיש נמצא בדיקת מעלה אוור המטרה שלו.



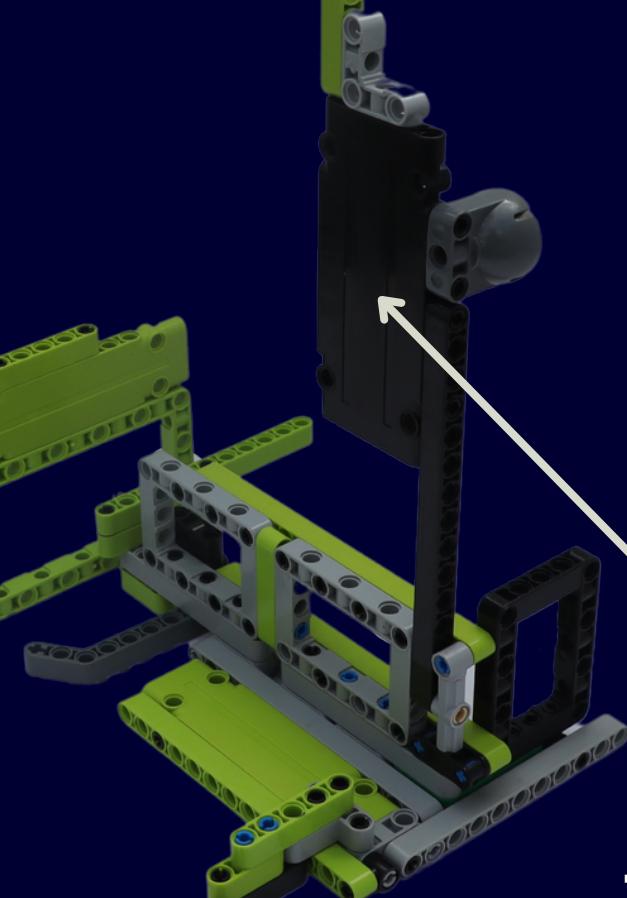
משימה 14+15:

קיבענו מומחה ואיש קהל לעגלה כך שכארש העגלה מגיעה למקום הסופי, הם מצויים מעלה אוור המטרה שלהם.



ויזדי תיקום - משפט

כדי לוודא שאנו במקומ הרצוי לביצוע המשימה, אנחנו משתמשים במשפט שמתמך על המשימה מה שמבטיח דיוק.



משימה 1:

מקל חופשי על ציר כך שכארש פוגעים במשימה ובולמים מהר, המקל נפל על הידית ומבצע את המשימה. צירפנו גולה כדי שייהי למקל מספיק כוח בשבייל להחז את הידית עד הסוף.



- משימה 1 - קולנוו תלת מימד

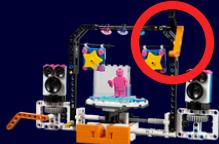
- משימה 14 - הבאת קהל

- משימה 15 - הבאת מומחים

כדי לבצע את המשימות השתמשנו בעגלה - זרוע שהרובוט רק דוחף עד להגעה ליעד אך אינו מחובר אליו, לכן נשאר מאחורי הרובוט נוסע בכיוון הנגדי.

זרוע 4 - גלוריה

איזה שימוש הזרוע מבצעת?



משימה 6
נעזרים במקל
מנונע שמאפיין את
הידית כשננסעים
אחריה.



משימה 7
מבצע על ידי
דחיפת עם הרובוט.

ויזדי מיקום - משפט
כדי לוודא שאנוחנו במקום
הרצוי לביצוע המשימה,
אנחנו משתמשים במשפט
שמתמוך על המשימה מה
שמעבטייח דיאקן.

משימה 14 + 15

הורדת מומחה
באמצעות מנגן טרפז
מןונע המאפשר זריקה
ונחיתה רכה כדי שpheric
המשחק לא ישברו.

- משימה 2 - החלפת תפורה
- משימה 5 - פסל מציאות רבודה
- משימה 6 - תאורה והגברה בהופעה
- משימה 7 - מיצג הולוגרפי
- משימה 14 - הבאת קחל
- משימה 15 - הבאת מומחים (איסוף + הורדת)

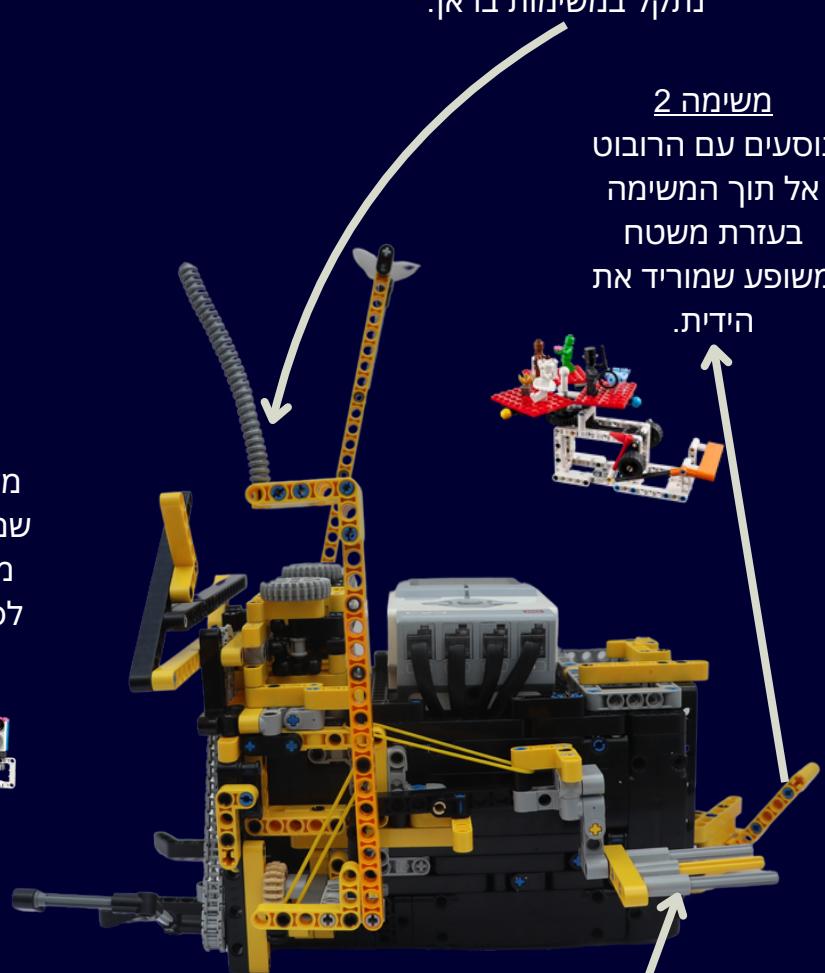
משימה 5

משתמשים בקורה חופשית עם קצה
שתופס את הידית המשימה ומושך
אותה. כדי למשוך את הידית עד הסוף,
הוספנו גומייה שמחזירה את הידית
למקוםמה. דוחפים את הידית עד הסוף
בעזרת צינור.
כל המנגנון מסתובב על ציר כדי שלא
נתקל במשימות בראן.



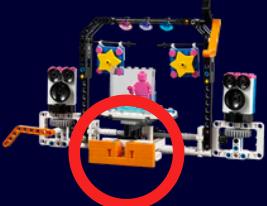
משימה 2

נוסעים עם הרובוט
אל תוך המשימה
בעזרת משטח
משופע שמוריד את
הידית.



משימה 15

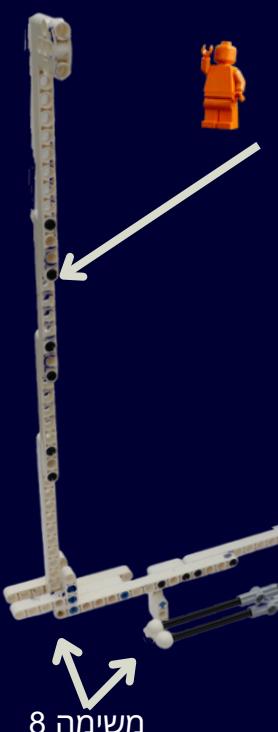
קלשון שנכנס לחישוק
המומחה ומרים אותו
בעזרת גומייה.
משוחרר באמצעות
מעצור מונען.



ויזדי מיקום - משפט
כדי לוודא שאנוחנו במקום
הרצוי לביצוע המשימה,
אנחנו משתמשים במשפט
שמתמוך על המשימה מה
שמעבטייח דיאקן.

מבנה קפיז - בן טוביים

איזה מושימות הזרוע מבצעת?



משימה 14

קיבענו אל הרכב איש קהיל כך
שבסוף הנפילה של המקל הוא
נמצא מעל איזור המטרה
שלו.



משימה 8

אל הרכב מחובר מקל נופל בעט
בלימה אשר נועד ליפול ובכך
ללחוץ ולפתח את השער
המשימה. אל הרכב מחוברים שני
מקלות הדוחפים את עגלת
המצלמה.

רכב קפיז
את המנווע של הרכב ניתן
להטען מראש והוא מסתובב
בעת שחרורו, מה שמאפשר
נסעה עצמאית.

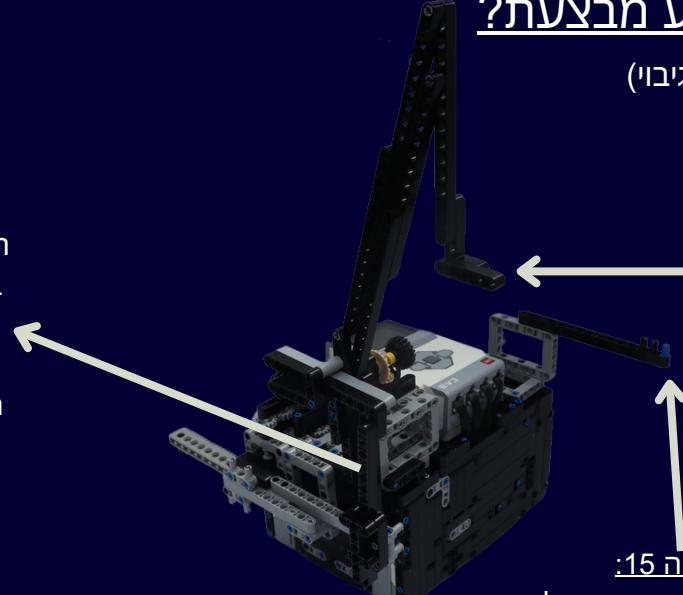


מנוע
קפיז

זרוע 5 - ריסנן

איזה מושימות הזרוע מבצעת?

- משימה 8 - מצלמת דולி (גבי)
- משימה 9 - סט צילום



משימה 9

טופסים ומושכים את חישוק
המשימה בעזרת מקל נופל שנופל
ברגע שמנגן הפס גלאל שמחובר
עליו נפתחת למארן.
אחרי תפיסת החישוק, אנחנו
מתקדמיים עם הרובוט עד לחניה
כשהחישוק נמצא מעל לאיזור
המטרה.



משימה 8

כמנגן גיבוי למכצלמת
הдолיל(8), משתמשים
במנגן מקבילית הדוחף את
המצלמה עד הקצה תוך כדי
נסעה.

משימה 15:

קיבענו את המומחה אל
הזרוע, כך שבסוף המקצת
הרובוט חוננה והמומחה
נמצא מעל איזור המטרה.



פרק 5:

אסטרטגיית המשחק

בפרק זה נדבר על:

- טבלת מושימות
- אמצעים ויזואליים להבנה עמוקה
- מעברים במפה
- הראים ואופן תכנון
- PathPlanner

טבלת מושימות + אמצעים ויזואליים + מעברים במפה

לפני שהתחלנו בפיתוח האסטרטגיה, רצינו להבין את אתגר העונה לעומק ולכן יצרנו טבלת מושימות. תוכלו לקרוא עוד על כך בפרק 3, ניתוח מושימות ופתרונות.

למושימה 14 ו-15 יצרנו תמונה שתסייע לנו להבין איך צריך לאסוף ולהוריד אנשים.

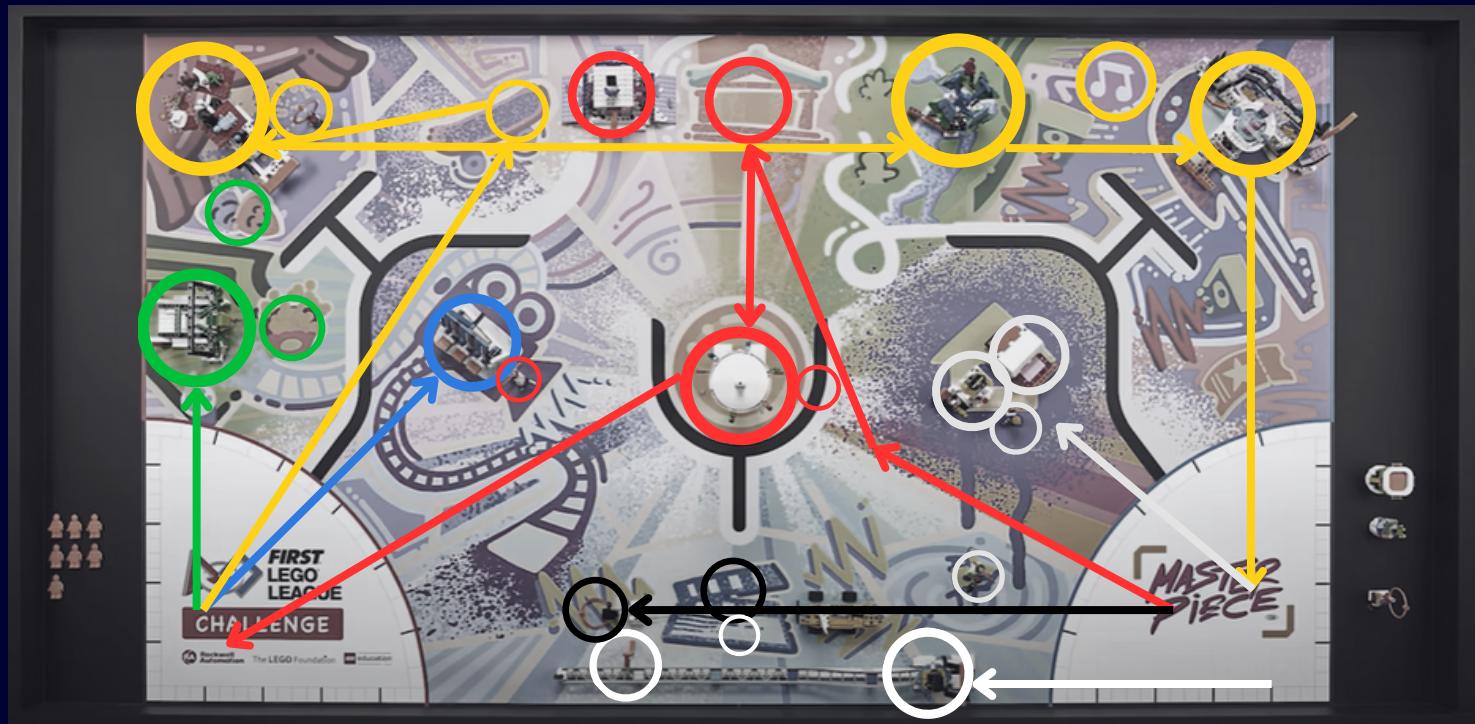
מספר משימה	שם המשימה	יעוק + בניית	ברוגר מהביבט	טורוק מהביבט	טורוק מהביבט האזרחי	קושי	הערות
1	תקועות תלת מדם	20	ס"מ 206	ס"מ 60	ס"מ 60	2/10	בכעוץ שם שלגלו
2	וחולמלת טווארה	20+30	ס"מ 196	ס"מ 91	ס"מ 91	5/10	בגוויל היה תול' גם בקבינה הפייסיה
3	וחיה פסיפת	20	ס"מ 153	ס"מ 125	ס"מ 125	6/10	על לול שערת תלולות, רוכב צילץ לשוע בזבינה בעומקה
4	10+20 MASTERPIECE	4	ס"מ 150	ס"מ 165	ס"מ 165	1/10	בפום בזבינה לרופץ וקענות מזור עקל בעומק ולעומד מזור רגענו רק בפרש האם
5	אטי' מטאורס ורדותה	30	ס"מ 114	ס"מ 94	ס"מ 94	7/10	אי
6	אוקה' וגאג'ה וטונינה	10+10	ס"מ 204	ס"מ 204	ס"מ 204	4/10	אי
7	מיא' גאלוני'	20	ס"מ 94	ס"מ 100	ס"מ 100	1/10	בכעוץ שם כרכ' קפיפ'
8	חמלמל' זדי'	30	ס"מ 125	ס"מ 78	ס"מ 78	3/10	אי
9	ס'ר' לילם'	10+10	ס"מ 158	ס"מ 80	ס"מ 80	6/10	אדור בליד' דלעת בזבינה בכעוץ המזבגה
10	קונ' זיראט	30	ס"מ 117	ס"מ 117	ס"מ 117	6/10	קוב' תא' גירב' גונק'ותה אס הריד' גונק'י' אל'זר' והטל'
11	אוק' גאניאת' דזונת'	10+20	ס"מ 84	ס"מ 144	ס"מ 144	7/10	אי
12	ונגט' צ'יזה	10+20	ס"מ 77	ס"מ 159	ס"מ 159	7/10	אי
13	בגדאל' ג'אל'	14	ס'ס' אול' כל' אאר'	ס'ס' אול' כל' אאר'	ס'ס' אול' כל' אאר'	5/10	אוד' אונס'ש' אונס'ת' אונס'ת' של' האפס'
14	אנ'	10	ס"מ 92	ס"מ 90	ס"מ 90	6/10	אאנ'ו' מוק'ה אוד' של' אונס'ת' כי' גונ'ב'י' גונ'ב'י'
15-1	אי'	10	ס"מ 161	ס"מ 105	ס"מ 105	6/10	אאנ'ו' מוק'ה אוד' של' אונס'ת' כי' גונ'ב'י' גונ'ב'י'
15-2	ונונ'	10	ס"מ 101	ס"מ 182	ס"מ 182	6/10	אאנ'ו' מוק'ה אוד' של' אונס'ת' כי' גונ'ב'י' גונ'ב'י'
15-3	אי'	10	ס"מ 123	ס"מ 134	ס"מ 134	6/10	אאנ'ו' מוק'ה אוד' של' אונס'ת' כי' גונ'ב'י' גונ'ב'י'
15-4	אנ'	10	ס"מ 174	ס"מ 90	ס"מ 90	6/10	אאנ'ו' מוק'ה אוד' של' אונס'ת' כי' גונ'ב'י' גונ'ב'י'
15-5	אנ'ל'	10					



שmeno דגש על מעברים צרים במפה במהלך תכנון האסטרטגיה: אם ידענו שתיהה לנו זרע גודלה במיוחד בעורачת המושימות, ניסינו להימנע מלעbor וולפנות במקומות צרים ותכננו את מסלול הראן בהתאם.

עכשו שוכלנו הבנו את אתגר מושימות העונה ושיש לנו רעיונות בסיסיים לפתרות המושימות, התחלנו ביצור את הראים שלנו. הקרנו תמונה של מפת העונה על לוח מחיק בכתיה שלנו, ובעזרת טושים סרטטנו לא מעט רעיונות אפשריים לראים, עד שהגענו לאסטרטגיה הסופית שלנו, שידענו שנוכל לישם אותה מבחינת זרעות, זמינים ותוכנה וכמוון תשיג לנו את כל הנקודות!

לאחר בחירת האסטרטגיה שלנו, שרטטנו ב[PathPlanner](#) (התוכנה שבעזרתה יצרנו את המסלולים שלנו, עליה תקראו בהמשך) את הראים שלנו, ובעזרת כל' של [PathPlanner](#), הארכנו את זמני הראים שלנו כדי לוודא שנעמוד ב30:2 הדקות המוקצבות לנו.



ראן #1	60
ראן #2	110
ראן #3	30
עגלה	50
ראן #4	160
רכב קפיז	40
ראן #5	30
בדיקות ציוד	20
אסתימוני דיק	50

סה"כ 550 נקודות



פרק 6: התכנה



[GitHub שלנו](#)

בפרק זה נדבר על:

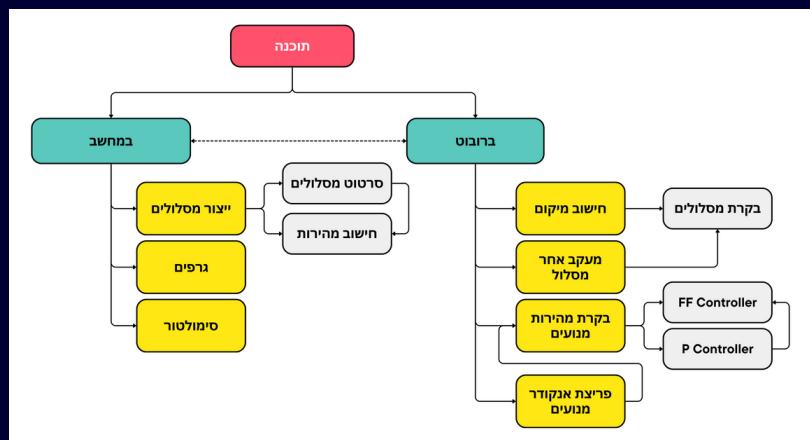
- בקרת מסלולים
- Odometry - חישוב מיקום
- ייצור מסלולים בzPathplanner
- עקומות בזיהה
- לימותיות
- כוח צנטריפוגלי
- בקרת RAMSETE
- מנועים - פריצת אנקודרים
- מנועים - בקרת P & FF
- ויזואлизציה, לוגים וגרפים
- חיישני אור
- אופטימיזציות

בקרת מסלולים

בתחילת העונה, רצינו למצוא דרכם לרובוט לפעול בצורה יותר מהירה יותר ובעקבית. שאלנו יلد בקבוצת ה FRC של בית הספר שלנו על אופן התכונות בFLC, והוא הסביר לנו שהם משתמשים בברירת מסלולים - הם מייצרים מסלולים מראש ו"עוקבים" אחריהם על מנת לנסוע בעקומות(קיים לא ישרים) - מה שנותן את החופש לנסע ולפנות בו בזמן.

ראינו שלתנווצה בעקומות יתרונות רבים: היא תואמת יותר לאסטרטגיית LFLC, חסכנות בזמן ועוד מדויקת בשל התקון בציר x, וזריות הרובוט במקומ תיקון רק לפי הזרות. לכן הצבנו לעצמנו את המטרה לישם את בקרת המסלולים בFLC.

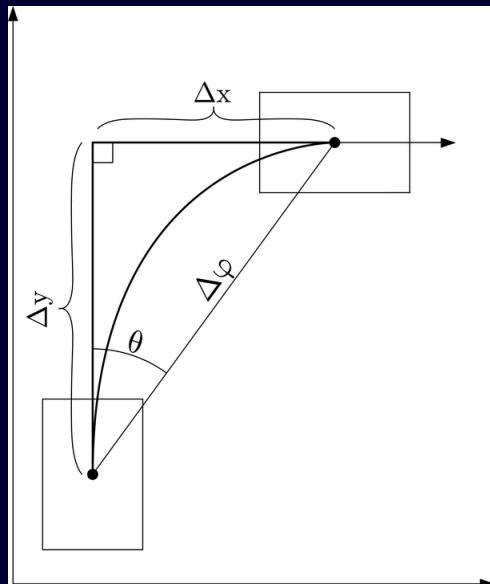
התחלנו בחקר דרך אטרים, ספרים ומחקרים על בקרת מסלולים, והכנו דיאגרמה על מנת להמחיש בצורה ויזואלית את מבנה התוכנה. הדיאגרמה עברה שינויים עם התפתחות התוכנה, והנה האחת הסופית:





• תלחו עלי!

Robot/odometry.py - חישוב מיקום - Odometry



קראנו שכדי שנוכל לתקן את מיקומנו על המפה, היינו צריכים לדעת היכן אנחנו נמצאים. קראנו **במחקר של MIT** (מכලלה בbangalore, הודו) על צורת לוקליזציה (חישוב מיקום) של רובוטים דיפרנסיאליים.

בעזרת טריגונומטריה, זווית הרובוט מהג'ירו והתקדמות הרובוט מהאנקודרים של המנועים(חישובי הזווית), אנחנו מחשבים את ההתקדמות שלנו בציר x ו.y.

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\varphi_l + \Delta\varphi_r}{2}$$

$$\Delta x = \Delta\varphi \sin \theta$$

$$\Delta y = \Delta\varphi \cos \theta$$

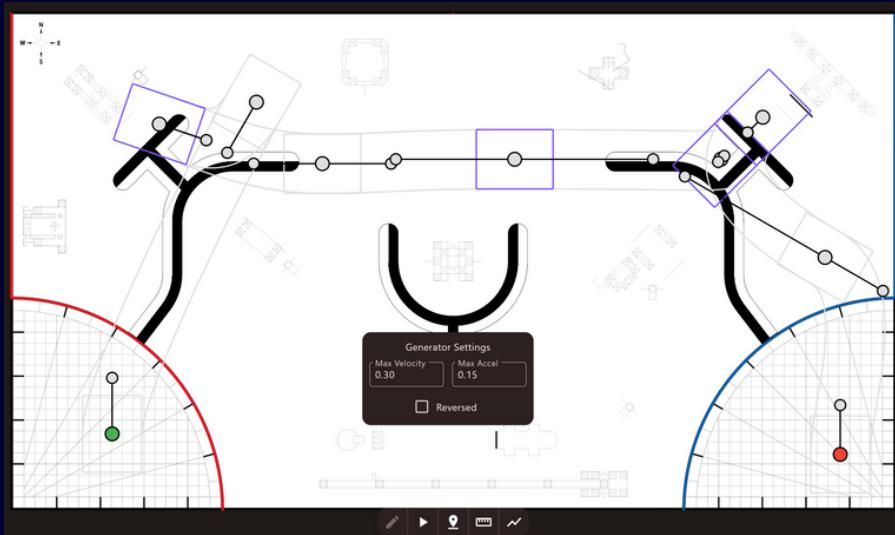
נוסחאות:

$\Delta\varphi$: העתק גלגל

Δx : העתק רובוט בציר x

Δy : העתק רובוט בציר y

ייצור מסלולים - PathPlanner

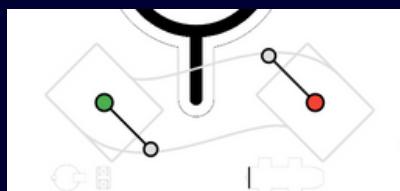


כדי שנוכל לעקוב אחר מסלולים, תחיליה היינו צריכים לייצר אותם. הבנו שהמסלולים יהיו סט של נקודות דרך הרובוט צריך לעבור במהירות מסוימת בזמן נתון.

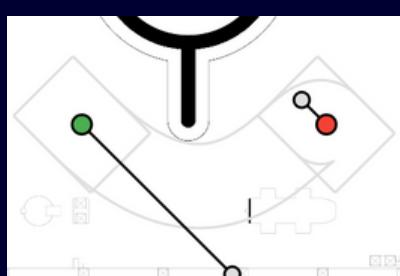
תוור כדי המחקר על ייצור מסלולים, נתקלנו בתוכנה הנקראת PathPlanner, המשמשת לייצור מסלולים ב.FRC.

ראינו ShewPathPathPlanner תואמת למטרות שהצבנו בתוכנה המקורי, והחלנו להשתמש בה. קראנו וערכנו את קוד המקור שלו כדי לוודא שהיא עומדת בכל הקритריונים שהצבנו.

עקומות בזיהה

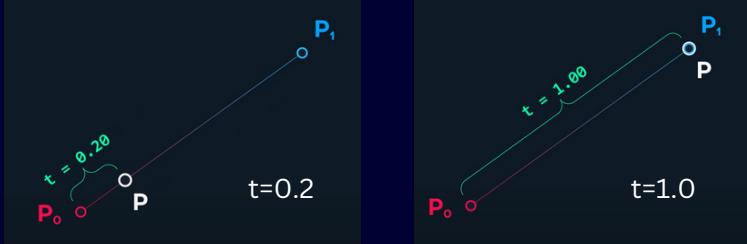


בשביל לייצר מסלולים, חיברנו מספר עקומות בזיהה אחת לאחר השניה וכך יכולנו לשולט על כל חלק בראן בנפרד.

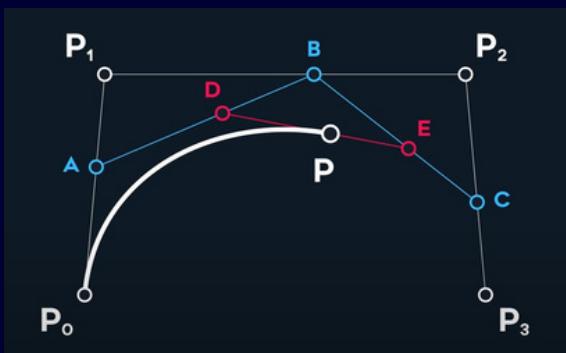


בחרכנו בעקומות בזיהה בשל ה绘图ם כעוקמות קלות לשימוש, שמייצרות עם רק 4 נקודות. עם ארבעת הנקודות אנחנו שולטים בזיהה ובמיקום ההתחלתי והסופי, ובאופן התנועה.

אינטראופולציה לבנארית - לוקחים שתי נקודות ומוותחים ביניהם קו, ובעזרת משתנה t (מספר בין 0 ל 1) שמייצג אחוז מהקו, מייצרים נקודה.



בשביל לייצר את העוקמה, אנחנו מציררים את שלושת הקווים הלבנים, מבצעים אינטראופולציה לבנארית (לפי המשתנה t , על כל אחד מהקוים) ומתקבלים את שני הקווים הכהולים. אנחנו חוזרים על התהילה שוב ומתקבלים את הקו האדום, ופעם אחת אחרתנו כדי לקבל את הנקודה הסופית.

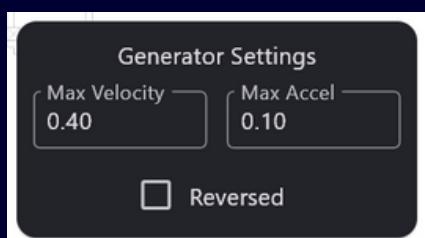


יצור עוקמת בז'יה, מתוך סרטון היוטיוב
["The Beauty of Bézier Curves"](#)

אנחנו מתחילה עם $t=0$, ומגדילים את t ב $1/250$ בכל איטרציה עד $1-1$. חוזרים על התהילה 250 פעמים בכל עוקמה (כל אחד מהערכים של t) כדי לייצר סט של נקודות.

כיוון שPathPlanner תואמת FRC, גודל המשתנה t לא יהיה תואם לכוכת הזכרון של הZEV. לכן ערכנו את קוד המקור של PathPlanner ושינו את הרוחולציה של העוקמות $1/1000$ ל $1/250$.

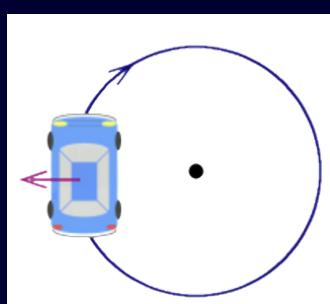
LIMITATION OF ACCELERATION, VELOCITY AND BRAKING



כדי שלא נגיד לרובוט שלנו לנסוע ולהאט יותר מאשר מהמנועים שלנו יכולים, יש לIMITציה של מהירות ותאוצה מתוכננים.

בנוספּ הIMITציה הכרחית בשוביל למנוע את האפשרות שהגלגלים יחליקו, ככלומר שהגלגלים יסתובבו יותר מהר מאשר מתקדים.

מיישמים זאת בעזרה חלון בו שמגדירים בו תאוצה ומהירות מקסימלית למסלול.



COH CENTRIFUGAL

כדי שהגלגלים שלנו לא יחליקו הצדיה כתוצאה מהכוח הцентрיפוגלי, יש לIMITציה של המהירות הירשה שלנו.

בעזרת התאוצה המקסימלים ורדיווס הפניה הנוכחי, אנחנו בודקים את המהירות המקסימלית בה נוכל לנסוע, ומשווים אותה ל מהירות הרצויה.

$$V = \max(v, \sqrt{A_{max} * r})$$

Stop Points & Markers

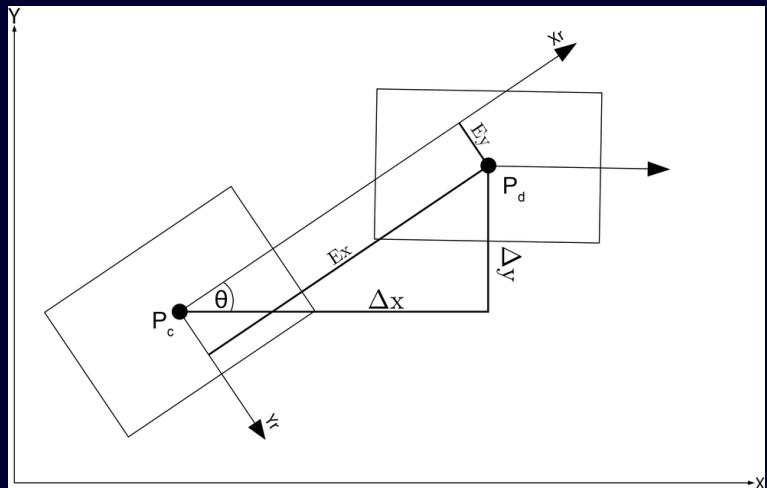
כדי לבצע משימות לאורך המסלול הינו צריכים לעצור בנקודות מסוימות. בPathPlanner אנחנו קובעים אם נקודה מסוימת היא נקודת עצירה, ואומרים לרובוט כמה זמן "לשון" במהלך הפעלת המנועים.

כדי להפעיל את המנועים תוך כדי נסעה, אפשר לשים "מרקם" - נקודת ציון על המסלול (שלא חייבת להיות נקודת עצירה), בה ניתן להפעיל את המנועים הקטנים.

בקרה מיקום - RAMSETE

עכשו נסענו בעקבות אבל לא יוכלו לתקן את הטעות שלנו במקום ובהווית. קריאנו בספר **Controls Engineering in FRC** המיעודת לתקן מיקום והווית רובוט דיפרנסיאלי תוך התייחסות למהירות ישירה וחווית רציה.

מערכת הבקרה מミירה בעזרת מטריצת סיבוב את הטעות של הרובוט בציר x וע galobalim לציר x וע של הרובוט.



$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix}$$

טעות בא x וע
של הרובוט

מטריצת סיבוב

טעות בא x וע
galobalit

על מנת למצוא את כוח התקון האופטימלי למהירות הנוכחית הרצiosa אנחנו משתמשים במשוואות ריסון (Damping). המשמש בוחר 2 קבועים: ζ (יחס הריסון): דומה לדיפרנסיאל, ככל שייתר גובה, התקון מאט (בומה לפורוציונלי), ככל שייתר גובה, חזק התקון גדול

בעזרת שתי המשוואות הבאות, אנחנו מוצאים את המהירות הרצiosa כדי לתקן את הטעות:

הורדת המהירות במקרה ויש
טעות בהווית כדי למנוע
נסעה בכיוון הלא נכון

תיקון טעות
בציר x של
הרובוט

תיקון טעות
בציר y של
הרובוט

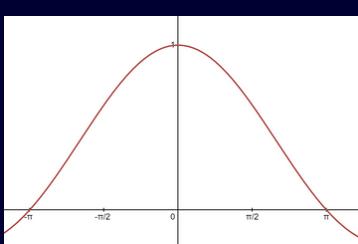
מהירות חזותית
רצiosa
תיקון טעות
בhziot של
הרובוט

פונקציית sinc,
כל שיש יותר
טעות בהווית
הרובוט התקון
בז'וחלש

כל שמהירות
הרובוט גבוהה,
תיקון בציר y
גדל.

$$v = v_d \cos E_\theta + k E_x$$

$$\omega = \omega_d + k E_\theta + b v_d \frac{\sin E_\theta}{E_\theta} E_y$$



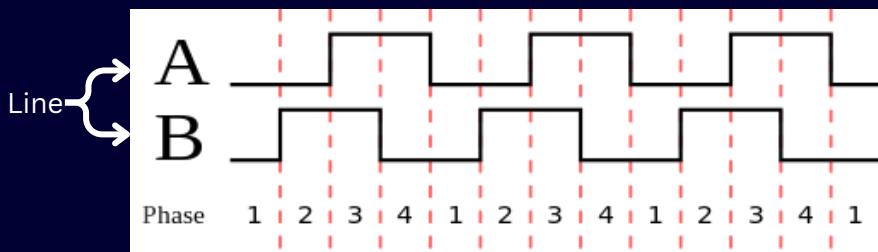
• תלצטו עלי!

מנועים - Robot/ev3devices.py

מנועים - פריצת אנקודרים

קראנו בוקיפדיה של EV3 על פריצה ישנה שכפילה את רגולציית האנקודרים של המנועים של EV3 ב-2. בעזרת פיתוח קבצים מסוימים בEV3, הצלחנו לישם זאת, והגדלנו את ייחות הזווית במעגל מ-360 ל-720.

הפריצה עובדת בעזרת קריאה של הeon B של האנקודר, המשמש לזיהוי כיוון תזוזת הגלגל.



EV3 משתמש רק בא לחישוב התקדמות וב B לחישוב לכיוון התקדמות, ואנחנו משתמשים בא ו B לחישוב התקדמות

דיגרמה של מדידות הeon A וeon B של חישון האנקודר

מנועים - בקרת מהירות P

ראינו שהמנועים לא מסתובבים ב מהירות שאנחנו אומרים להם. לכן הוספנו 2 מערכות בקרה על המהירות: בקרת P - בקרה פרופורציונלית, המשווה בין המהירות הנוכחי של המנוע ל מהירות הרציה.

$$\begin{aligned} error &= target - feedback \\ correction &= K_p error \end{aligned}$$

• תלצטו עלי!

מנועים - בקרת מהירות - Tools/motorFF.py - FeedForward

בקרת FeedForward מסתמכת על מידע הנתון לנו על המנועים מבעוד מועד. על בקרת **theFeedForward**.

קראנו **בדיקות מנגנון של WPILib**.

את המידע זהה אנחנו מקבלים מקליברציות ו מבחנים שאנחנו עושים למנועים. ב קליברציות אנחנו בודקים מספר דברים:

1. K_s - כמות החשמל שצריך כדי לגרום למנוע להתגבר על החיכוך הסטטי כדי רק להתחיל לווז.
2. K_v - היחס בין כמות החשמל המושקעת לבין המהירות של המנוע.
3. K_a - היחס בין כמות החשמל המושקעת לבין התאוצה של המנוע.

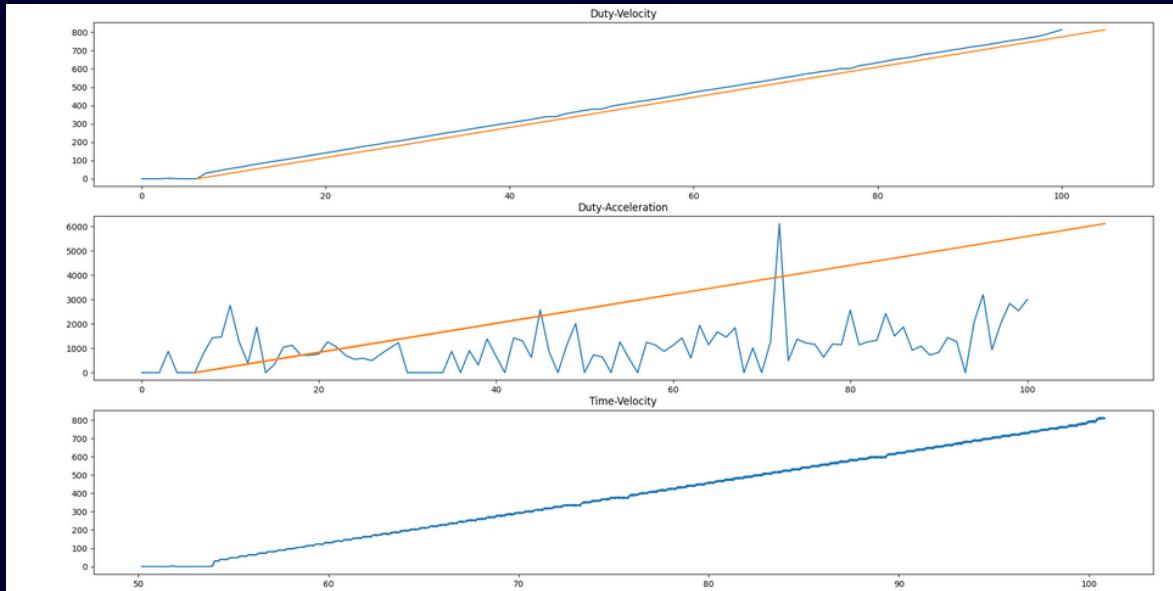
זמן ההרצה על הרובוט אנחנו לוקחים את המהירות והתאוצה הרציה, ובעזרת שלושת הקבועים האלה אנחנו מחשבים את כמות החשמל הדרישה כדי להפיק את הקriterיונים הללו.

$$V = K_s sign(v) + K_v v + K_a a$$

מיהירות
התחלתית
בכיוון הנכון

תאוצה רצiosa

כדי להקל בתהילך מציאת הקבועים, כתבנו קוד ששעווה מבחן למנועים ולאחר מכן בעזרת אנליזה ורגסיה ליניארית מוצא לנו את שלושת הקבועים אוטומטית.

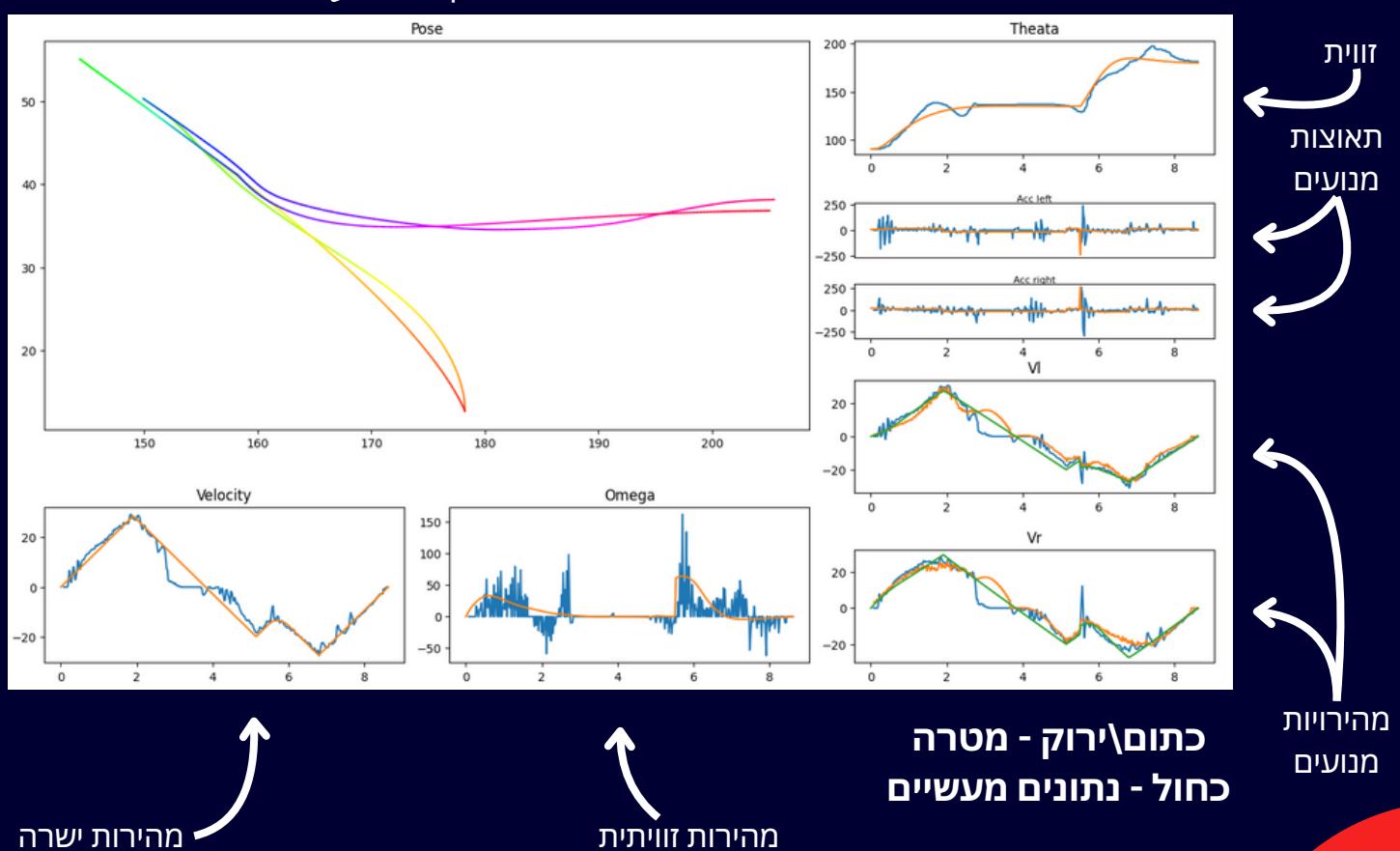


גרפים של מבחן וניתוח של מנועים למציאת קבועי FF ויזואלייזציה, לוגים וגרפים - FLL-Graphs -

בתחילת העונה, אחד מהדברים הראשונים שעשינו היה לפתח מערכת גרפים בסיסית על מנת לדבג דברים בקהלות. הזנו לה את הנתונים לציר x וу והמערכת עשתה את השאר בשbillינו.

לפנינו שהתחלנו לדבג את בקורת המסלולים, הוספנו קוד השומר את מיקום ומהירות הרובוט במהלך הנסעה. פיתחנו מערכת גרפים אשר תציג לנו את כל המידע על הרון במסך אחד - מה שעזר משמעותית לדבג בעיות. בגרפים אנחנו משווים בין המטרות (ירוק/כתום) לבין מה שתרכח באמצעות (כחול). בסיום אנו משתמשים במערכות הגרפים כדי להבין מקרים למה דברים מסוימים לא עבדו, ולשנות את המסלול בהתאם.

מיקום
(הציבע מייצג זמן)



כחול - נתוני מעשיים
כטום/ירוק - מטרה

מהירות זוויתית

אופטימיזציות

השתמשנו במספר אופטימיזציות של Linux וmicropython כדי לגורם למהירות הקוד לעלות.

הנה חלק מהם:

- 1 - פונקציה(מסוגDKORTOR) אשר מקמפלת(הופך קוד לשפת מחשב) מבועוד מועוד את הפונקציה הנתונה.
- 2 - Garbage Collection - אנחנו קוראים לפונקציה לפני הרצה מסלולים אשר "מנקה" את המידע השמור על הבקר ומאפשרת אחסון וגישה מהירה יותר למידע.
- 3 - Priority - אנחנו אומרים למערכת התפעול של (Linux)EV3 שתרץ "רkn" את הקוד שלנו ותתיחס הרבה יותר לדברים אחרים הרצים על הבקר במקביל.
- 4 - Overclocking - אנחנו גרמו למעבד של EV3 לזרז יותר מהר, מ 375Hz ל 456Hz.

תלחצו עלי!

חישוני אוR - Robot/sensorbase.py

כדי להיטיבר על קווים, פיתחנו אלגוריתם שאומר לרובוט לנסוע קדימה עד שאחד מחישוני האור קולטים החזר אור של צבע לבן מוחלט, ואז הרובוט מפעיל את המנוע הצד שהחישון אור לא קלט צבע לבן, עד שני חישונים קולטים צבע לבן.

כדי לעקוב אחרי קו אנחנו משתמשים בPID תוך כדי נסעה, כשהPID מתייחס לעוצמת אור החזרת לחישון אוR.

$$correction = K_p error + K_i \int error \Delta t + K_d \frac{\Delta error}{\Delta t}$$

```

105 #micropython.native
106 def spline(self, path: list, runID: int, _log: bool = False) -> [list, int]:
107     """
108     Traverse a spline.
109     Parameters:
110         waypointsFile: object - Waypoints file
111         RAMSETE: RAMSETEController - RAMSETE controller
112         _log: bool - Log
113     Returns:
114         log: list - Log
115         count: int - Counter
116         waypoint: dict - Waypoint
117     """
118     collect()
119     count = 0
120
121     if _log:
122         log = []
123     else:
124         log = None
125
126     index = 0
127
128     while self.runID == runID:
129
130         cTime = self.timer.get()
131
132         waypoint, index = self.getTargetWaypoint(cTime, path, index)
133         if waypoint is None:
134             break
135
136         currentX, currentY, currentTheata = self.odometry.getPos2d()
137         Vx, Vy = waypoint[1] - currentX, waypoint[2] - currentY
138
139         Vl, Vr = self.RAMSETE.correction(Vx, Vy, currentTheata,
140                                         waypoint[4], waypoint[5], waypoint[3])
141
142         self.drivebase.run_tankCM(Vl, Vr, waypoint[6], waypoint[7])
143
144         if _log:
145             log.append((cTime, currentX, currentY, currentTheata, self.drivebase.getSpeed(), Vl, Vr))
146
147         count += 1
148
149     self.drivebase.stop()
150
151     return log, count

```

דקורטור לקמפל את הפונקציה מבועוד מועוד

נקיי מידע - Garbage Collection

קבלת מטרת נוכחות חישוב טעויות גלובלית חישוב תיקון ומהירות מנועים הפעלת מנועים איסוף מידע לוגרים

תלחצו עלי!
קוד למחקב אחר
על קומה יחידה -
Robot/runner.py

פרק 7:

שיפורי הרובוט והשיקולים

בפרק זה נדבר על:

- סרטוט רובוטים ב-Studio 2.0
- כבלים
- חזרה ושינוי - הזרועות
- מערכת בקרת מיקום
- עיקיות

סרטוט רובוטים ב-Studio 2.0

סרטטנו ותכננו את הרובוט שלנו בתוכנה לסרטוט לעוז בטלט מימד הנקראת Studio 2.0. סרטטנו יותר מ 10 רובוטים שונים. בין כל אחד מהרובוטים ישבנו יחד וחייפשנו נקודות חולשה ונקודות לשיפור, עד שהגענו לתוצר הסופי.



הורדת פרפרים
קדמים, העלאת
חישמי אור,
הוספת גוללה
שלישית לייצוב
הרובוט, חיבור
גולות חזק בשילושה
מידים, הקטנת
הробוט

שינוי גלגלי שניים,
הנחתת חישמי
אור, חיזוקים
פנימיים, מודולריות
ויתר טוביה, סידור
כבלים טוב

בנוסף, מראבוט שינו את חיבור הגירוי התחתיו, חיזקנו את החומות, ועוד.

אחרי בניית הרובוט הסופי בחיים האמיתיים, לא הצליחנו להעביר את הcablim בצורה מסודרת ונוחה, ולכן החליטנו לשנות במקצת את החומה העליונה של הרובוט ובכך להרחב את אזור הcablim ב robott.

שיפורים והתפתחות הזרועות

כל מנגנון בזרועות עבר שינויים רבים, ואף מנגנון לא נשאר בדיק כפי שנבנה לראשונה. הנה כמה דוגמאות למנגנונים בזרועות שעברו שינויים:

מנגנון במירטואלה (זרוע אדומה), אשר עושה את משימה 3:



גוזטרה (זרוע/עגלה יロקה), אשר עושה את משימה 9+8:



בן טוביים (רכב קפיז לבן), אשר עושה את משימה 9+8:

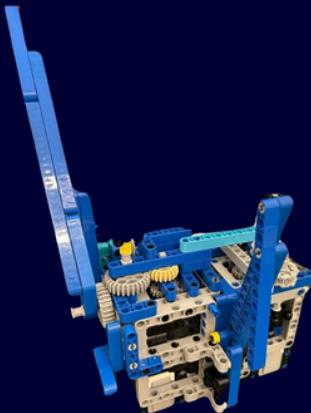
מנגנון מקבילית לתפיסת המצלמה + מקל ממונע להורדת המחשבום (משימה 9)

גשר

רכב קפיז

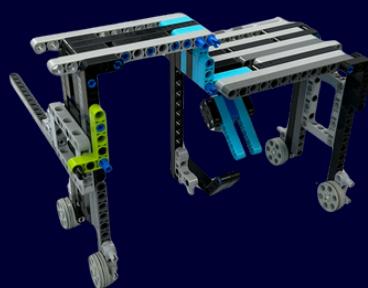
סיבת שינוי:

לא מדויק/עקבי, עיקב אותנו מבחינת זמן ראנום.



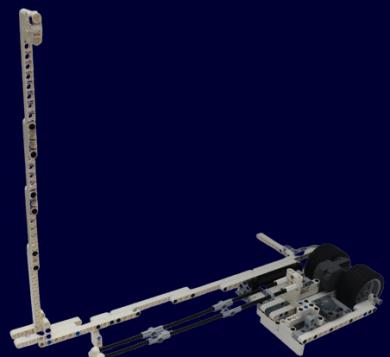
סיבת שינוי:

התגללה כי הגשר (זווית הנגררת על ידי הרובוט, צמודה לקיר וגובהה ממשימות באחוריו), לא היה עקבי



סיבת שמירה:

עקבי, נוח לנסעה ומהיר יותר (בו זמינות)



מערכת בקרת מיקום

בקרט מעגלים - נסעה במעגלים כדי לתקן מיקום

PID

RAMSETE

סיבת שינוי:

לא מתייחסת לזרות רצiosa, ובנוסף אם יש טעות בהזיה גורמת לפניות במקום לא רצויות.

סיבת שינוי:

יותר מדי קבועים שהמשתמש צריך לבחור, ובנוסף תיקון בהזיה ובחירה של הרובוט מנוגדות אחת לשנייה.

סיבת שמירה:

תיקון בציר z של הרובוט ובזווית לא מנוגדות אחת לשנייה, תיקון מיוחס למהירות רצויות, בחירת קבועים פשוטה.

עיקיות

אחרי תכנות כל ראן, בדקנו את העיקיות שלו על ידי הרצה שלו עשרה פעמים ברציפות, ושינוינו בהתאם. בנוסף הרצינו את כל הראותם על שלוחנות שונים מחומרם שונים, כגון עץ וברזל. בעזרה הסימולטור בדקנו מカリ קיצון מסוימים וידינו שהכל יעבד בצורה עקבית.



פרק 8: חומר רקע

בפרק זה נדבר על:

- תרומת המנטורים - חשיבות מרכז המסיה, היכרות ראשונה לקונספט בקורס מסלולים
- תוכנות הרובוט והתוכנה שאנו גאים בהם
- סיכון עונה

תרומת המנטורים



לאורך המסע שלנו ב all המנטורים תרמו לנו בהרבה דברים. בשנה הראשונה שלנו ב all הינו חסרי ניסיון והם לימדו אותנו מה זה הנעה קדמית, אחריות, מנגנוןים בסיסיים שהשתמשו בהם במשך העונה ומונחים בסיסיים בתכנות. בשנה השנייה המנטורים לימדו אותנו על חשיבות מרכז המסיה מה שעזר מאוד לביצוע הרובוט. השנה לאחר 2 שנות ניסיון, המנטורים כמעט ולא עזרו לנו מבחינה תכנון ובנית הרובוט, אך כן בניהול זמנים ופתרת ריבים בין אישיים.

במה אנחנו גאים?

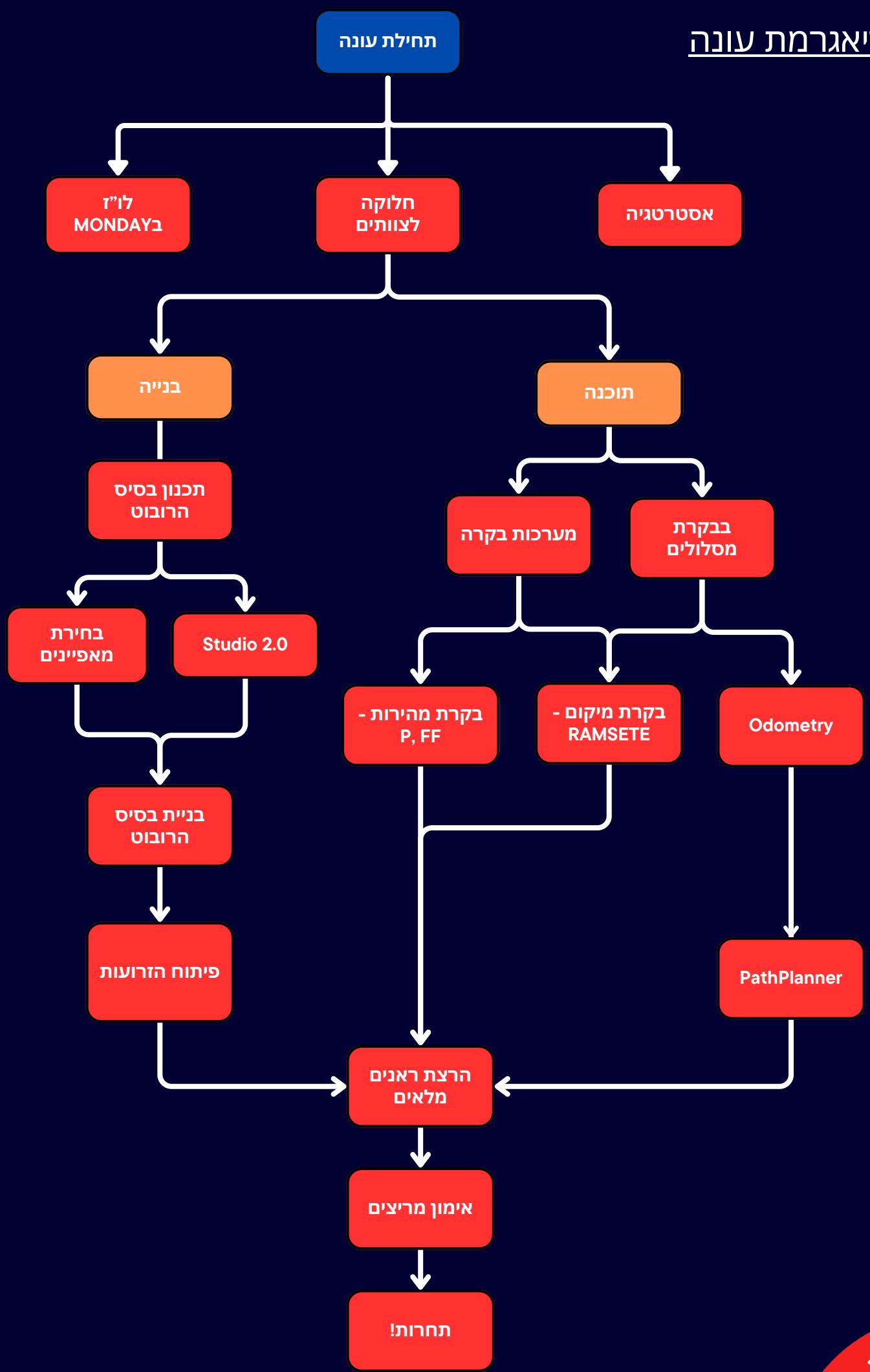
אנחנו גאים מאוד ברובוט המודולרי שלנו, בקורס המסלולים שלנו, בגודל התוכנה שלנו(כתבנו כ-3000 שורות קוד!), ביצועי הרובוט (כל הנקודות במפה) והכי חשוב אנחנו גאים בתהילך בעברינו, והדברים שלמדנו בדרך.

סיכום העונה שלנו

העונה האחרונה הייתה שימושת בשיל כל אחד מאייתנו, בה למדנו, רכשנו חברים חדשים בדרך והכי חשוב לנו!

זהה השנה האחרונה שלנו בתוכנית הLLF لكن אנחנו יותר נחושים מתמיד לעبور את המסע הכל שימושות שאפשר!

דיאגרמת עונה



막ווים השנהנתם!



SPIRIT #52

מוזמנים לבוא אלינו לפגישת ולראות בעצמכם!

מה תוכלו לנגלות?

- להכיר את הקבוצה
- לשרטט ולהריץ מסלול בעצמכם
- לחקור את הזרועות ואת המנגנונים מקרוב
- להכיר את בל
- לשאול אותנו שאלות על מה שתרצו!

בואו להעלות את ה-SPIRIT!



MASTER
PIECE

FIRST
LEGO
LEAGUE