



תום קיסוס – 206018749

אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
Ben-Gurion University of the Negev

דן בן עמי – 316333079

אוניברסיטת בן – גוריון
בית ספר להנדסת חשמל ומחשבים
המחלקה להנדסת מחשבים

דו"ח מסכם – מבנה מחשבים ספרתיים 361-1-4191

Final Project

מגישים: דן בן עמי – 316333079

תום קיסוס – 206018749

מדריך: חנן ריבוא

תאריך הגשה: 29.08.21



הגדרת ומטרת הפרויקט

הפרויקט הסופי עוסק במימוש מערכת רדאר מבוססת MCU לניטור וגילוי אובייקטים במרחב באמצעות מד מרחק אולטראסוני ומנוע servo.

סריקת המרחב מתבצעת בגזרה של 180 מעלות באמצעות תנועת מנוע ה-servo. טווח המדידה נמדד באמצעות חיישן אולטראסוני.

בנוסף למערכת הרדאר מכיל הפרויקט גם טלמטר, כלומר מד מרחק בזווית מבוקשת על ידי המשתמש וכן הרצה פנימית של קובצי script אותם יכול המשתמש לשלוח לבקר באמצעות שימוש בממשק הגרפי של המערכת בצד ה-PC.

הפרויקט כולו מלווה בממשק גרפי בצד המחשב בו ניתן לראות את תמונת הרדאר וכן את הפלטים השונים של המערכת וכן להכניס קלטים אל המערכת.

תיאור הפרויקט

הפרויקט מחולק ל 3 חלקים:

1. Radar Detector System – חלק זה מהווה למעשה את הרדאר המוזכר לעיל. הרדאר הינו למעשה מע' לניטור אובייקטים במרחב באופן דינאמי ובזמן אמת. גזרת הרדאר היא בזווית של 180 מעלות ומד המרחק שלו יכול להגיע בין 2 ס"מ ל-4 מטר (עם כי על מנת לתת חיווי מדויק בעת התצוגה הגדרנו את מרחק המיסוך להיות כמטר אחד).
2. Telemeter – חלק זה מהווה של הפרויקט מהווה בעצם מד מרחק בזווית שאותה מכניס המשתמש באמצעות הממשק הגרפי. המרחק נמדד באופן דינאמי ברזולוציה של ס"מ ומוצג למשתמש באמצעות הממשק הגרפי.
3. Script Mode – הפעלת המערכת כולה בהתאם לקובץ script המכיל פקודות High level מוגדרות מראש. ניתן לשלוח אל המערכת עד 3 קבצים המכילים פקודות High level ולבחור להפעיל כל פעם אחד מהם מתוך תפריט המוצג למשתמש בממשק הגרפי. את הקובץ הנבחר המערכת מבצעת פקודה אחר פקודה באופן סיריאלי.



ביצועי החומרה והתוכנה

בפרויקט השתמשנו הן בבקר ומודולים רבים מתוך הבקר והן בתוכנה הכתובה בשפה עילית לצורך תחזוקה של המערכת והממשק הגרפי בצד המחשב.

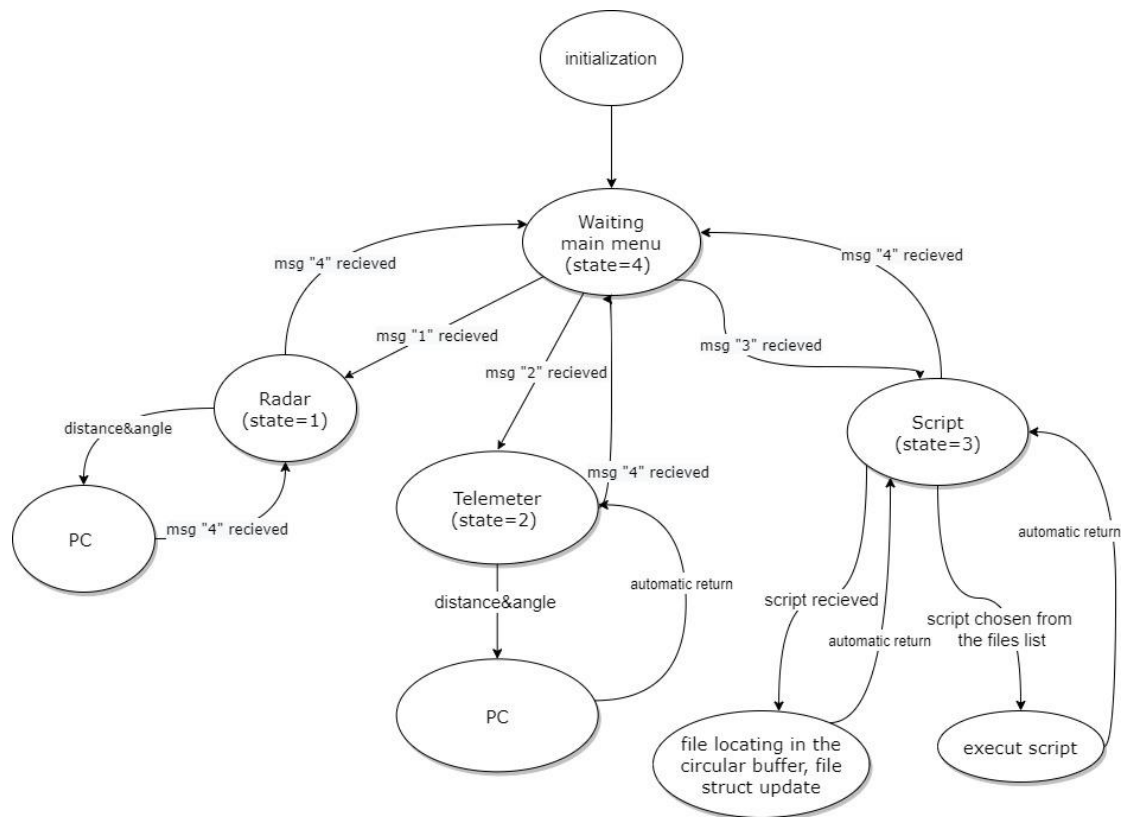
לצורך הזזת מנוע ה-servo הן בזמן סריקת הרדאר והן בזמן ההזזה לזווית המתאימה בחלק ה-Telemeter, וכן בפקודות 6,7 בחלק ה-script, השתמשנו ב-2 טיימרים שונים: טיימר מסוג TPM המעביר גל ריבועי PWM אל מנוע ה-servo אשר מפעיל את המנוע ומביא אותו לזווית המתאימה בהתאם ל-duty cycle של הגל, וכן בטיימר מסוג PIT אשר נועד לשנות את הזווית של מנוע ה-servo כלומר לשנות את ה-duty cycle של הגל בהדרגתיות בהתאם לזווית הרצויה.

לצורך הפעלת החיישן האולטראסוני נעזרנו בטיימר TPM נוסף אשר שולח פולס ברוחב 10 usec כל 60 msec המהווה טריגר לחיישן האולטראסוני וכן מקבלים בחזרה Echo אשר הינו פולס אשר באמצעות זמנו ניתן לדעת את המרחק של האובייקט מהחיישן.

בנוסף לצורך ביצועי הפקודות השונות בקובצי ה-script נעשה שימוש גם ברכיבי I/O נוספים כגול: LCD, Switches, LEDs.

את תפעול כלל המערכת מבצע המשתמש דרך ממשק גרפי בצד ה-PC. הבקרה וממשק המערכת נכתבו בשפה עילית Python ובחבילות שונות של השפה כגון: Pyserial, Matplotlib, time, tkinter ועוד.

בנוסף לצורך העברת קבצי ה-script נעשה שימוש ברכיב DMA של הבקר ובתקשורת מסוג RS-232, UART.

ארכיטקטורת הפרויקט:

למכונת במצבים שלנו 4 מצבים:

מצב 1: Radar – במצב זה הבקר מקבל מהמחשב הודעה "1", מטרת הודעה זו היא מעבר למצב מספר 1 בו נמצא הרדאר. במצב זה החיישן האולטראסוני ינוע הלוך ושוב בזווית בין 0-180 מעלות באמצעות מנוע ה SERVO. החיישן יאתר עצמים במרחק עד לערך שהוגדר מראש (בין 1-400 ס"מ), ויציג את מיקומם של עצמים אלו על גבי מסך המחשב תוך הצגת הזווית והמרחק בו האובייקט התגלה. התצוגה במסך המחשב מתעדכנת בצורה דינאמית לחלוטין. דיוק המדידות הינו בדיוק של ס"מ.

מצב 2: Telemeter: במצב זה הבקר מקבל מהמחשב הודעה "2", מטרת הודעה זו היא מעבר למצב מספר 2 בו נמצא הטלמטר. במצב זה המשתמש יתבקש להזין זווית בין 0-180 מעלות על גבי ממשק המשתמש במחשב. המחשב ישלח את הזווית שנקלטה מהמשתמש דרך תקשורת אסינכרונית לבקר. לאחר מכן הבקר יזוז לזווית הרצויה ויבצע מדידת מרחק בזווית זו תוך סינון רעשים ע"י מיצוע של 4 מדידות שונות ללא שמירת היסטוריית מדידות בצד המחשב. לאחר מכן, הבקר ישלח את המדידה למחשב והיא תוצג למשתמש על גבי הממשק הגרפי.

מצב 3: Script – במצב זה הבקר מקבל מהמחשב הודעה "3", מטרת הודעה זו היא מעבר למצב מספר 3 בו נמצא הסקריפט. במצב זה ניתן לשלוח לבקר קובצי טקסט מהמחשב שיאוחסנו בזיכרון ה RAM של הבקר (בכל רגע נתון קיימים לכל היותר 3 קבצים על גבי הבקר). לאחר מכן ניתן להציג את שמות הסקריפטים שמאוחסנים בבקר וכן לבחור סקריפט להרצה על הבקר. לאחר סיום הרצת הסקריפט הבקר יחזור אוטומטית למצב 3 וניתן יהיה לבצע פעולות נוספות.

מצב 4 – Sleep – במצב זה הבקר נמצא במצב שינה על מנת לחסוך הספק.

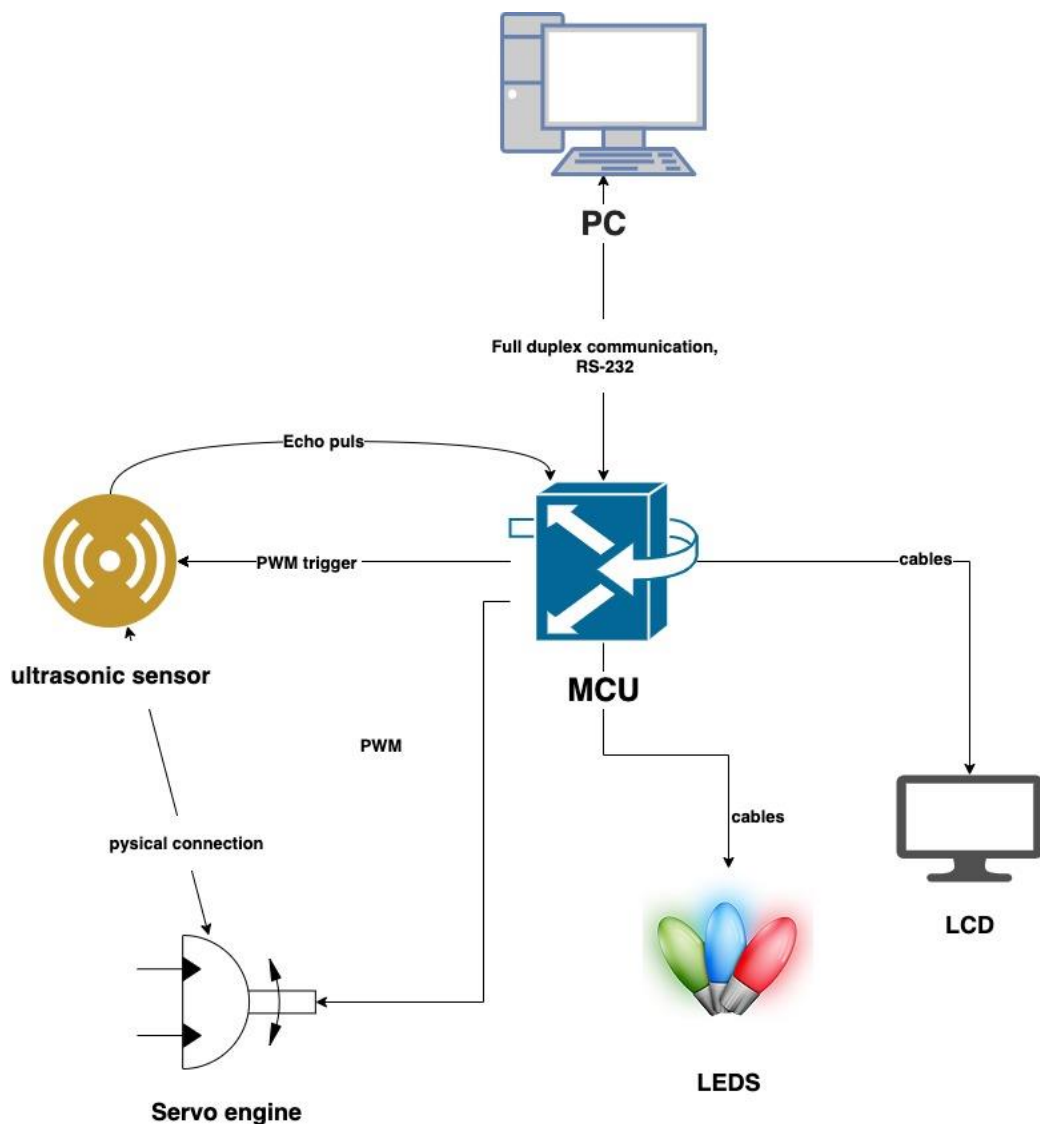


הביצועים בפועל לעומת המפרט טכני

במהלך הכנת הפרויקט מדדנו אינספור פעמים את תפקוד החיישן האולטראסוני על מנת לקבל את המדידות המדויקות ביותר. במפרט ברכיב נכתב כי הדיוק הוא של כ 3 מ"מ וממרחק 2 ס"מ ועד 4 מטר, אך בפועל על פי המדידות נראה שממרחק מסוים (סדר גודל של מטר) הדיוק אינו כפי שכתוב ויכולה להיות סטייה של עד כ 4 ס"מ ואפילו גבוה מכך ככל שהמרחק גדל.

בנוסף במהלך מדידות רבות שביצענו למנוע ה-servo ועל ה-duty cycle המתאים לכל זווית, נתקלנו בתוצאות שונות מהמידע שקיבלנו בהוראות הכנה לפרויקט ולכן בסופו של דבר שינינו את טווח ה-duty cycle שיתאים לזוויות מ-0 מעלות ועד 180.

שרטוט הרכיבים במעגל החשמלי





מסקנות:

בפרויקט זה למדנו על עבודה עם מנוע servo וכן עם חיישן אולטראסוני באמצעות ייצור גל עם טיימרים מסוג TPM, וכן שימוש בטיימר TPM במצב input capture על מנת לקבל גל מוחזר מהחיישן האולטראסוני.

בנוסף, בהמשך למעבדה 5,6 העמקנו את הידע שלנו בDMA, על אופני העבודה השונים בו וכן על הטיימר, PIT, והעבודה עמו.

בנוסף, צברנו ידע רחב בתקשורת בין המחשב לבקר וכן למדנו על אינטגרציה בין המחשב לבקר באמצעות פייתון ועל ממשק משתמש GUI.

את הממשק GUI עשינו באמצעות ספרייה הנקראת tkinter וכן בספריית Matplotlib ו-time.