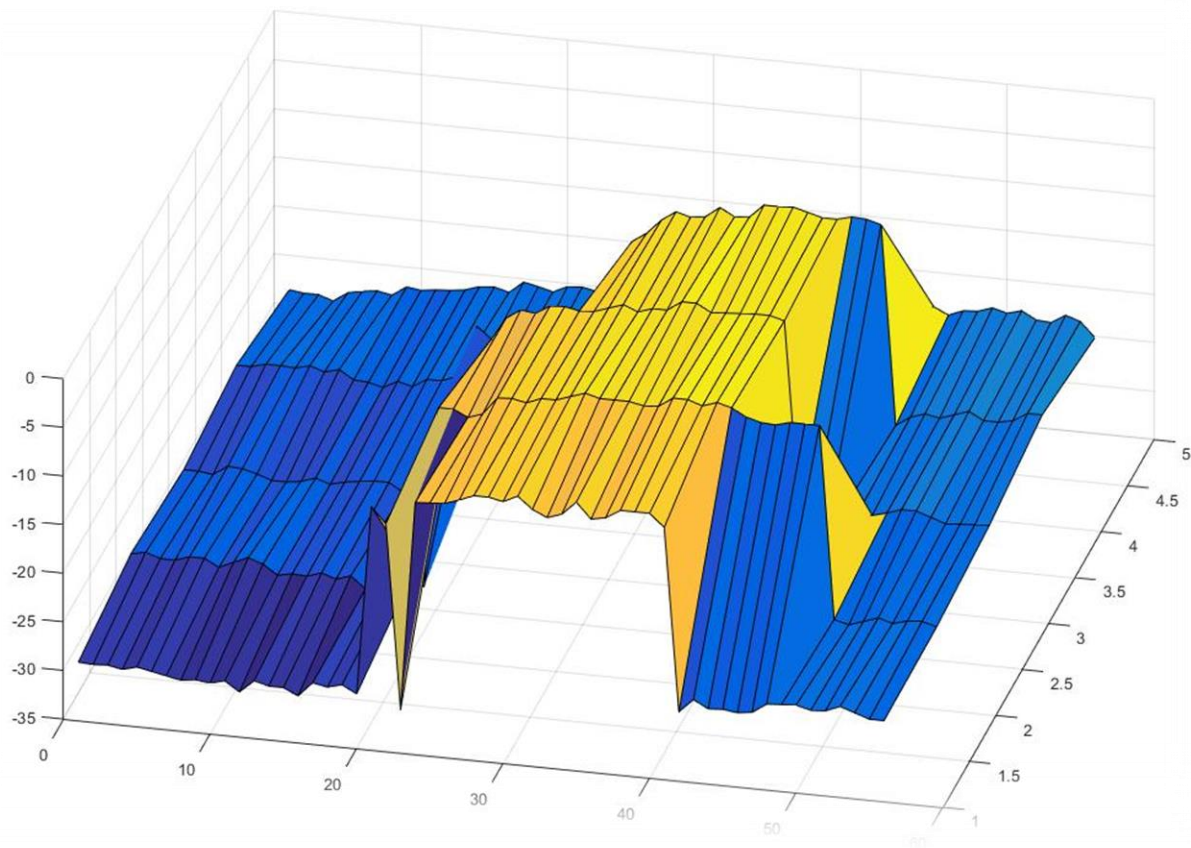


פרויקט גמר



יובל פרומן 204265110

עילי נוריאל 312583580

הנדסת מחשבים שנה ב'

מבוא

מטרת הפרויקט היא לממש מערכת לסריקת עומק בתלת ממד של גוף במרחב על בסיס תקשורת I2C עם חיישן תאוצה שלושה צירים + חיישן מרחק UltraSonic. התקשורת עם המחשב מבוססת פרוטוקול RS-232.

לצורך כך נדרש לכתוב קוד התומך גם בצד הבקר וגם בצד המחשב.

תכונות המערכות שנדרשות הן:

1. 3D Depth scanner

המערכת משמשת כסורק עומק 3D. נדרש לבצע הצגה בגרף תלת מימד של תוצאת הסריקה האופטימאלית עבור האובייקט הנסרק.

2. Telemeter

המערכת משמשת כמד מרחק. נדרש להציג את המרחק הנמדד בצורה רציפה על גבי מסך המחשב.

3. System movement

הצגה של תנועת הבקר במרחב.

4. כתיבת אפליקציה

כתיבת אפליקציה בצד המחשב המאפשרת בחירה בין המצבים 1-3, וכן הצגה של התוצאות של האפשרויות הנ"ל.

3D Depth scanner

במצב זה נרצה לסרוק אובייקט כלשהו, ולהציג את הסריקה שלו בגרף 3D במחשב. נשים את האובייקט לפני רקע שטוח כלשהו (למשל לוח או מסך מחשב) ע"מ לקבל תוצאות סריקה מיטביות, וכן ע"מ שחיישן ה-ultrasonic לא יעבור את המגבלה שלו במדידת המרחק של 450cm. כדי להתחיל את הסריקה, נציב את הבקר בפינה השמאלית העליונה של המשטח, ונבצע הטיה ימינה של 45 מעלות עד שתידלק נורה כחולה. נסרוק שורה, וכאשר נסיים נבצע הטיה שמאלה של 45 מעלות ואז הנורה הכחולה תכבה. תוך כדי הסריקה, במידה ונדלקת נורה אדומה זה סימן שהבקר לא מיושר אל מול האובייקט, וצריך להרים/להוריד אותו מעט. המשתמש יוכל לבחור את מספר שורות הסריקה שירצה. תוך כדי הסריקה הבקר ישלח את הנתונים למחשב. בתום התהליך הבקר ישלח הודעה למחשב, וכך המחשב ידע להציג את הגרף בתלת ממד.

Telemeter

במצב זה נניח את החיישן בצורה יציבה מול אובייקט מסוים, ונקרב ונרחיק את האובייקט מהחיישן (ניתן להזיז גם את החיישן, אך התוצאות יהיו מעט פחות מדויקות). החיישן יחשב את המרחק מהאובייקט (פירוט חישובים בהמשך), הבקר ישלח את המידע למחשב, ועל מסך המחשב נוכל לראות את המרחקים בצורה רציפה.

System movement

במצב זה נציג את תנועת החיישן במרחב על גבי המחשב. בעזרת חיישן התאוצה שנמצא על הבקר, נוכל לחשב את התאוצה בכל ציר ולשלוח אותה למחשב, שם נחשב בעזרת התאוצות את התנועה של הבקר בכל כיוון. הערות:

1. בציר Z אנחנו לא יכולים לראות תנועה (כלומר לא ניתן לראות תנועה למעלה או למטה). ע"מ לראות זאת נצטרך רכיב שנקרא Gyroscope.
2. נוכל לבצע סיבוב של 360 מעלות רק בציר אחד (בעזרת פונקציה atan2 שנותנת לנו טווח $-\pi < \theta \leq \pi$ לעומת פונקציית atan שנותנת לנו טווח של $-\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$).

מבנה הקוד, פונקציות ומשתנים מרכזיים

צד בקר

דרך פסיקת ה-UART נקבל תווים לתוך מערך בשם pcmessage. ע"פ התוכן של המערך נדע באיזה מצב אנחנו נמצאים ונבצע פעולות בהתאם.

באופן כללי לשימוש בחיישן ה-ultrasonic נשתמש בשני שעונים ובפסיקות שלהם:

1. TPM0 – נשתמש במצב Edge aligned PWM – משמש ל-Trigger של החיישן.
2. TPM2 – נשתמש במצב Input capture – משמש ל-Echo של החיישן.

▪ TPM2 – בפסיקה של שעון זה נשתמש במשתנים הבאים:

1. CaptureR – משמש ל"לכידת" הזמן כאשר יש עליית שעון.
2. CaptureF – משמש ל"לכידת" הזמן כאשר יש ירידת שעון.

בעזרת משתנים נחשב את רוחב הפולס של ה-echo ונוכל לחשב את המרחק של החיישן מהאובייקט ולשמור אותו במשתנה distance.

חישובים עבור השעונים:

פעולת חיישן המרחק עובדת על הוצאת פולס ברוחב של לפחות 10usec המהווה טריגר דרך רגל Trigger של החיישן (מרווח מינימלי בין טריגר לטריגר הוא 60msec, כלומר תדר עבודה מקסימלי של 16.7Hz).

בסיום הפולס חיישן המרחק יורה גל קול לכיוון האובייקט, וקולט את ההחזרים המגיעים ממנו, המומרים לפולס היוצא מרגל Echo, כאשר רוחב הפולס הוא הזמן שעבר מרגע שידור הגל ועד קבלת ההחזרים. תדר השעון של ה-TPM הוא 24MHz.

$$TPM0: Prescaler = 128, Mod = 11,719 \rightarrow \frac{24MHz}{128 \cdot 11,719} = 16Hz$$

$$\rightarrow T = \frac{1}{16Hz} = 62.5msec$$

$$High Level Time = \frac{C1V:7}{MOD:11719} \cdot 62.5msec = 37.33 \mu sec$$

$$TPM2: Prescaler = 32 \rightarrow \frac{24MHz}{32} = 0.75MHz$$

$$\rightarrow T = \frac{1}{0.75MHz} = 1.33\mu sec$$

- שליחת המרחק מהבקר למחשב – ניקח את המשתנה distance, נמיר אותו ל-Ascii (בדיוק של ספרה אחת לאחר הנקודה העשרונית), נשמור אותו למערך disString ובעזרת ה-UART נשלח אותו למחשב.
- Xout_g, Yout_g, Zout_g – המשתנים הללו מקבלים מחיישן התאוצה את ערך התאוצה בכל ציר (מחושבים ביחידות של g). בעזרתם נוכל לחשב את המשתנים roll, pitch (מופיעים גם בצד הבקר וגם בצד המחשב) ולדעת את תנועת הבקר לכל כיוון.
- משתנה state – מבדיל באיזה מצב עבודה אנחנו נמצאים.
 1. State = 1: 3D Depth scan
 2. State = 2: System movement
 3. State = 3: Telemeter

צד מחשב

- משתנה s – הגדרת ה-port והחיבור לבקר.
- משתנה popup_sel_index – מקבל את של האופציה שבחרנו בתפריט הגלילה במסך הראשי (כלומר מקבל את הערכים 1,2,3) והחלוקה ל-case (בפועל באיזה מצב עבודה אנחנו) מחולקת לפי הערך שלו.

▪ 3D Depth scan:

- distanceData – המטריצה בה אנחנו שומרים את כל דגימות המרחקים.
- EOSflag – דגל המסמן סוף סריקה.
- minRowSize – שומר את הערך של השורה הכי קצרה במטריצה – כלומר השורה עם הכי מעט דגימות.

▪ System movement:

- accx, accy, accz - מקבלים את ערכי התאוצה בכל ציר מהבקר.
- roll, pitch – בעזרת ערכי התאוצה נחשב את המשתנים הללו. בעזרתם המשתנים נציג את תנועת הבקר בכל ציר.

▪ Telemeter:

- distance – הערך של המרחק הנוכחי מהאובייקט שמתקבל מהבקר.

תרשים זרימה

