

המעבדה לבקרה רובוטיקה ולמידה חישובית

דו"ח אפיון פרויקט

שם הפרויקט: פיתוח מערכת שליטה על יד תותבת בעזרת תנועות כתף .

מנחה: קובי כוחי .

סטודנטים: איתי מאל ונתאי עוזר .

סמסטר: אביב תשפ"ג תאריך הגשה: 30.4.23 .

מטרת המסמך: סיכום תמציתי (כארבעה דפים) הכולל הגדרות מלאות ומעודכנות של הפרויקט ושל הסטאטוס הנוכחי שלו.

תוכן

1. לוח למשימות

| מס' | משימה | תאור | משך | הערות |
|-----|---|---|-----------|---|
| 1 | למידת חומר תיאורטי | נבין את מימוש היד הקיימת ואת דרכי ההתממשקות אליה | חודש | |
| 2 | לאפיין תנועות כתף אפשריות | לאפיין את הפקודות הרצויות שנשלח ליד ומה הן התנועות שיבוצעו על מנת להפעילן | חודש | <ul style="list-style-type: none"> פגישה עם נציגים מהעמותה/קטועי יד להתייעצות לגבי תנועות כתף אפשריות. |
| 3 | מימוש של רכישת התנועה ויצירת דטה סט על התנועות. | להבין כמה חיישים והיכן נרצה למקמם על מנת לקלוט את התנועות הרצויות באופן הטוב ביותר. בנוסף, כתיבת קוד שמקבל מידע מהחיישנים ושולח פקודות ליד בהתאם. | חודש וחצי | |

| | | | | |
|---|---|---|-----------|--|
| 4 | ניסוי וקבלת חוות דעת על אופן הפעולה | ננסה את המוצר הראשוני בעזרת משתמשים שונים ונשפר את המוצר לפי חוות הדעת של המשתמשים | חודש וחצי | |
| 5 | אופציונלי: אינטגרציה עם הפרוייקטים האחרים בנושא | שילוב של המערכת שלנו עם השיטות השונות (שליטה בעזרת הרגל, גלי מוח וכו'...) על מנת לקבל את המוצר הטוב ביותר | חודש | |

2. תרשים התקדמות (גאנט)

| מספר חודשים ממועד התחלת העבודה | | | | | | | | | פעילות |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| | | | | | | | | | 1 |
| | | | | | | | | | 2 |
| | | | | | | | | | 3 |
| | | | | | | | | | 4 |
| | | | | | | | | | 5 |

3. רקע

יד תותבת אלקטרונית, המשמשת קטועי ידיים, פותחה לאחרונה ע"י עמותת Haifa 3D. התותבת מסופקת בחינם לנכים קטועי יד מתחת למרפק. ומאפשרת שליטה על ארבע אצבעות וסיבוב כף היד.

בפרויקט נפתח מערכת שתעשה שימוש בחישה של תנועות רצוניות קטנות בכתף (מעלה מטה, קדימה אחורה, תנועת היד, וכו'). והמרתם לאותות דיגיטליים שישלחו פקודות בתקשורת Bluetooth ליד התותבת לצורך שליטה על תנועת האצבעות.

נעבוד בשיתוף פעולה עם נכים ועמותת חיפה Haifa 3D.

4. מטרת הפרויקט

מימוש מערכת שמזהה תנועות כתף מוגדרות ושולחת פקודות למערכת היד בהתאם לתנועה שזוהתה.

5. תוצאות בדיקת היתכנות ראשונית

מטרת הפרויקט ניתנת למימוש. ניתן לראות בפרויקט של שונית כבדיקת היתכנות לפרויקט שלנו.

6. סביבת עבודה

- מעבד ESP32.
- חיישנים אינרציאליים.
- מטלב/פייתון.

7. תחומי ידע נדרשים

- עבודה עם מדי תאוצה.
- תכנות עבור מעבד ESP32.
- הכרת פרוטוקול Bluetooth.
- ידע בסיסי במערכות לומדות.
- ידע בעיבוד אותות.

8. סיכום תמציתי של סקר הספרות

- חיישנים אינרציאליים – חיישני תנועה אינרציאליים מודדים תנועה ביחס למערכת צירים כלשהי, אשר בעצמה יכולה להיות בתנועה אך יש לשים לב שתאוצות וכוחות שפועלים על המערכת יכולים להשפיעה על המדידות האינרציאליות. חיישנים אינרציאליים נפוצים הם אקסלרומטרים וג'ירוסקופים.
 - אקסלרומטרים – מודדים את תאוצת הגוף על ידי שימוש בחוק השני של ניוטון. לרוב משלבים מעגלים חשמליים עם מערכות מכאניות (Micro-electromechanical systems (MEMS)) שמנצלות תכונות ואפקטים כמו פיאזואלקטריות או שינויים בקיבול על מנת לחשב את הכוח המופעל על החיישן ומכאן לחלץ את התאוצה. כיום קיים מגוון רב של חיישנים אמינים בעלי נפח קטן, משקל קל וזולים מאוד.
 - ג'ירוסקופים – מודדים מהירות זוויתית על ידי ניצול תופעות פיזיקליות שונות כגון כח קוריוליס. בעיקר נפוצים ג'ירוסקופים מבוססי MEMS שכן הם קטנים מאוד וזולים ובעלי רמת אמינות טובה מספיק למירב המימושים.

• מנגנוני שליטה על ידיים תותבות –

- מנגנונים מכאניים – מערכת לרוב של רצועות כנגד קפיצים שכן תנועות מסוימות של הגוף מותחות רצועות מסוימות וכך גורמות לפתיחה של היד ובהרפיית המתיחה הקפיץ סוגר את היד.
- שליטה בעזרת מערכת העצבים – בעיקר מחקרי. בקרה על יד רובוטית בעזרת מדידת הסיגנלים שמגיעים מהמוח לעצבים הקטועים. חסרונה העיקרי של שיטה זו הוא שכתוצאה של פעילות עצבים אלו יכולים להגרם כאבי פנטום.
- שיטות מבוססות חיזוי – שימוש בראיה ממוחשבת או קינמטיקה, איפיון תנועה של חלקים סמוכים ליד, כאשר מבצעים פעולה מסוימת למשל הושטת היד לצורך אחיזה. המערכת משתמשת במודלים שונים לחיזוי רצון המשתמש ומפעילה את היד בהתאם.

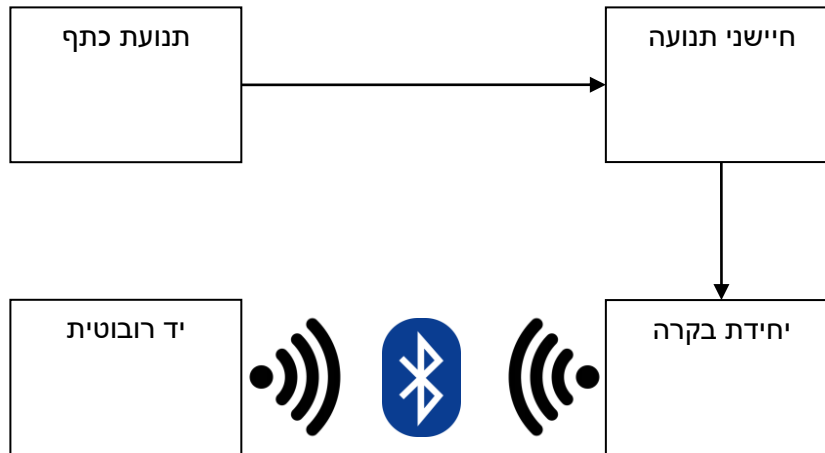
9. מפרט הדרישות

- נוח לשימוש ומשקל נמוך.
- הפעלה על ידי תנועות עדינות וטבעיות.
- חיי סוללה ארוכים (שיוכל להחזיק יום שלם בחוץ).
- דיוק גבוהה בקליטת התנועות ובלי זיהוי שווא.

10. פתרונות חלופיים

- מנגנוני שליטה אחרים כגון: על ידי תנועות רגל או גלי מוח.
- ידיים מכאניות הקיימות בשוק כיום.

11. סכמת בלוקים



12. שיטת בחינת טיב התוצאות

על ידי מבחן פונקציונלי המדמה שימוש יומיומי במערכת תוך הפעלת מאפייניה השונים. יבדקו ספי הרגישות של המערכת, דיוק וזיהויי שווא. בנוסף, נקבל חוות דעת סובייקטיבית לגבי נוחות השימוש.