

תאריך: 24/11/2019

מסמך אפיון פרויקט

הפרויקט		
New user interface design for low cost 3D printed prosthetic hand		שם הפרויקט:
5429		מס' ב-LabAdmin:
חורף 2020		סמסטר:
חד סמסטריאלי		חד/דו סמסטריאלי:
הצוות		
שונית פולינסקי		שם המנחה:
מקצוע רישום: פרויקט ב'	יהל סולומון	שם סטודנט 1:
מקצוע רישום: פרויקט ב'	מרינה מאירקוביץ	שם סטודנט 2:
<input type="checkbox"/> חברה מלווה		
עמותת "חיפה תלת ממד" עם תמיכתם של חברת Wearable device		שם החברה:
		שם איש קשר:

1. מטרת הפרויקט

- שליטה על ידי פרוטזת יד ממנועת באמצעות קריאת אות מחיישן מוגדר.
- זיהוי של 3 מחוות לפחות של המשתמש אשר ישלטו ביד באמצעות סיווג אותות.
- השליטה תתבצע במספר מועט של שלבי לימוד וקליברציה.
- על ממשק המשתמש להיות אינטואיטיבי אך לא על חשבון אחוזי הצלחה.

2. פירוט הנחות ודרישות

- קליטת אותות דרך חיישן מוגדר (mudra)
- העברת מידע מהחיישן למערכת עיבוד וסיווג של האותות תוך התבססות על האפליקציה של חברת Wearable device אשר מבצעת קלסיפיקציה לתנועות שונות של היד הנקלטות בחיישן כאשר הוא יושב על פרק כף היד.
- העברת מידע ממערכת עיבוד האות לבקר היד
- סיווג 3 מצבים לפחות

3. פתרונות אפשריים וסיכום קצר של סקר הספרות

אובדן יד הוא בעל השפעה רבה על התפקוד בהרבה מובנים. חוסר היד מהווה פגיעה משמעותית בעצמאות, ביכולת העבודה, בביצוע פעולות יומיומיות ובהגבלה יכולות התקשורת והפעילות החברתית.

למשתמשי פרוטזות ידיים מספר צרכים:

-אחיזה יציבה

-שליטה בעוצמת האחיזה

-משקל היד צריך להיות כמו יד רגילה

-חיי סוללה ארוכים מספיק לפעילויות היומיומיות

-אמינות האלקטרודות/חיישנים וביצועים טובים

-פידבק למשתמש על אופן ביצוע הפעולות בצורה אינטואיטיבית

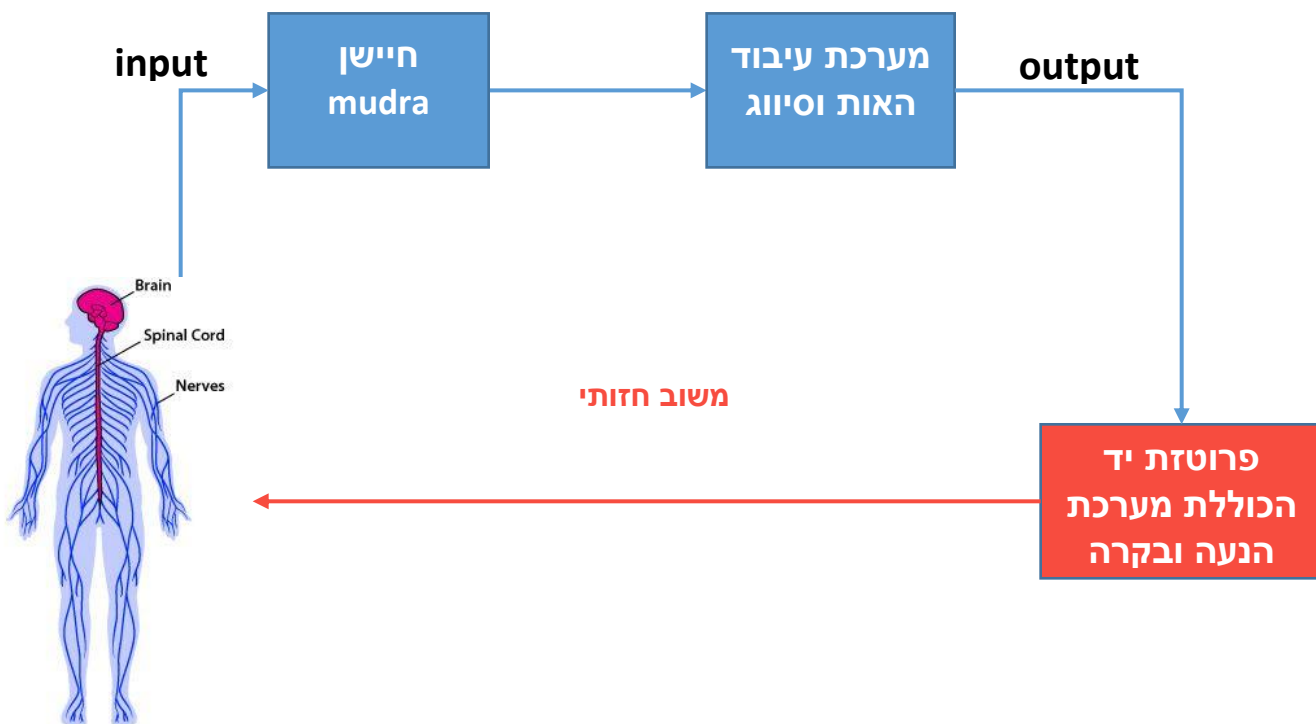
כיום קיימים 3 סוגים של פרוטזות יד:

- **שליטה מכאנית גופנית** ע"י חיבור רצועות לפלג הגוף העליון ושליטה על פתיחה וסגירה של יד\ו. הבעיה העיקרית בסוג זה היא שצורך הרבה כוח ולכן מעייף את הגוף, לא נוח לשימוש ופונקציונאליות נמוכה.
- **שליטה אלקטרונית לא פולשנית:** בשיטה זו משתמשים בחיישנים אשר קולטים ומזהים את רצון המשתמש ומעבירים את הפקודה ליד האלקטרו-מכנית. היתרונות: מונע על ידי מקור חיצוני ולכן חוסך את המאמץ למשתמש, אפשרות לבקרה אינטואיטיבית ונוחה יותר למשתמש כאשר המערכת תוכל לזהות את רצונותיו אוטומטית. חסרונות: קושי בהפעלה אינטואיטיבית ושליטה על הפעולות שהיד מבצעת. שיטות לבקרה על היד הקיימות היום:
-**הפתרון הנפוץ ביותר:** שימוש בחיישני Surface EMG אשר קוראים את האותות החשמליים המופקים בעת הפעלת שרירים. החיסרון בשיטה זו היא הזעה ותנועה בתוך ה-socket המפריעים לקריאת האותות, דורש הזזה של השרירים בגדם דבר שעלול לגרום כאבי פאנטום.
- מדידת כוח האחיזה בשיטת FMG - תרגום הכוחות על חיישנים לאורך היד לכוח של התנועה שהמשתמש רוצה להפעיל.
- **שליטה אלקטרונית פולשנית:** בשיטה זו משתמשים גם בחיישנים אך הם מושתלים בתוך הגוף דבר המצריך ניתוח וזה מהווה חיסרון והרתעה עבור המשתמשים. השתלת חיישני EMG בתוך היד לשיפור חישת אות ה-EMG. היתרון בשיטה זו הוא אות פחות רועש ומייצג טוב יותר את הפעולה. השתלת אלקטרודות אשר קוראות את אותות הפעולה מהנירונים ובאותו זמן מספקות למשתמש פידבק עצבי על פעולת היד לשיפור יכול השליטה האינטואיטיבית. - TMR (Targeted Muscle Rinnervation) - חיבור עצבים של האיבר הקטוע לשריר אחר אשר מאפשר הגברה של האות ושליטה טובה יותר בפרוטזת יד.

פתרונות נוספים הנמצאים בשלבי פיתוח:
- עיבוד תמונת אולטרסאונד ויכולת הבחנה של הכוחות המופעלים על כל אצבע. שיטה זו הופכת את הפרוטזה למסורבלת
- שליטה על היד באמצעות קריאת אותות EEG (אותות מהמוח). שיטה זו פולשנית
הפתרון עליו נתבסס הוא יד אלקטרו-מכאנית, כלומר היד קוראת אות חשמלי מה-PNS, Peripherial Nervous System (אות שמועבר דרך העצבים הפריפריאליים בגוף) דרך חישן mudra, ולאחר עיבוד וסיווג האות היד מבצעת את הפעולה באופן מכאני, עם מנועים קטנים ובקר. חלק מכאני זה מבקר את סגירת היד לפי צורת העצם אותו מחזיקים וקשיחותו.

Source : Francesca Cordella 1, Anna Lisa Ciancio 1 ,Rinaldo Sacchetti 2 ,Angelo Davalli 2 ,Andrea Giovanni Cutti 2 ,Eugenio Guglielmelli 1 and Loredana Zollo
1 Unit of Biomedical Robotics and Bio microsystems ,Università Campus Bio-Medico di Roma ,Rome, Italy ,2 Italian Workers' Compensation Authority (INAIL),(Vigorsodi Budrio, Bologna, Italy
"Literature review on needs of upper limb prosthesis users", 12 May 2016 doi : 10.3389/fnins.2016.00209

4. תרשים מלבנים (block diagram) של הפתרון הנבחר או הנבדק



תמונה לקוחה מתוך:

Victor Battles, "Nervous System Parts and Function Medical Terminology" (2014),
ProHealth Insight:

<https://prohealthinsight.com/body-systems/nervous-system/nervous-system-parts-and-functions-medical-terminology/>

5. מודולים שנדרש לפתח

אנו נדרשות לפתח את מודול מערכת עיבוד וסיווג האותות. כפי שציינו בדרישות, על מודול זה לקבל אות מהחיישן, לעבד אותו ולהפיק ממנו פיצ'רים ובאמצעות אלגוריתם לומד לסווג את התנועות אותן המשתמש רוצה לבצע.

6. מודולים מוכנים שניתן להיעזר בהם

אנו נשתמש בפרוטזת יד מוכנה שעל גביה נמצא בקר ארדואינו אשר איתנו ניתן לתקשר בעזרת Bluetooth. כמו כן, נשתמש בחיישן mudra ואפליקציה שפותחה ע"י Wearable device בה מבוצע סיווג אותות הנקראים מפרק כף היד. בפרויקט זה נרצה להתאים את השימוש בחיישן ובעיבוד האות שמבוצע באפליקציה לזיהוי וסיווג של אותות מאזור בגוף שאינו פרק כף היד, מכיוון שבמקרי קטיעות בהן נדרשת פרוטזת יד אזור זה לא רלוונטי. כמו כן נרצה ליצור את התקשורת בין האפליקציה בה נעשה עיבוד האות והקליסיפיקציה לבין הבקר של היד.

7. סביבת עבודה וכלי פיתוח שיהיו בשימוש

מטלב/פייטון. ייתכן גם שימוש בכלי פיתוח אפליקציות ליצירת ממשק משתמש בסיסי (אופציונלי).

8. שיטת הבדיקה שתידרש בסיום הפרויקט

שימוש בסיגנלי תנועה הנקראים מחיישן וסיווגם בעזרת מערכת לומדת בשיעור הצלחה גבוהה. שיעור ההצלחה יקבע על פי תוצאות true/false-positive כאשר משקל גדול יותר יינתן עבור הצלחה במניעת false-positive, כלומר דרישה למינימום זיהוי שווא של תנועה. כמו כן בשל השימוש באלגוריתם להפעלת פרוטזת יד נשים דגש על זיהוי פתיחת יד, כך שבעת אחיזה שכיחות זיהוי שווא של פתיחת היד יהיה מינימאלי ולא ייפלו אובייקטים.

9. רשימת משימות:

מס'	שם המשימה	תיאור המשימה
1	לימוד וסקירת ספרות	אפיון של הדרישות העיקריות לפרוטוזות תוך התחשבות בצרכים של המשתמשים, בחינת הפתרונות הקיימים וסקירת האותות איתם נעבוד והשיטות לעיבודם.
2	הכרת פונקציונליות החיישן	ללמוד את הפונקציות הקיימות בחיישן ובאפליקציה, לבצע ניסויים עם החיישן במקומות שונים בגוף, למצוא "מקרי קצה" ולהכין שאלות והצעות מימוש לקראת פגישה עם החברה.
3	פגישה עם החברה	הבנת אופן ההתממשקות עם קריאות החיישן והבנת אלגוריתמי הלמידה ועיבוד האות הקיימים בחברה וכיצד אנחנו יכולות להשתמש בהם.
4	איסוף DATA	לאסוף מכמה ידיים, כמה רגלים, כמה subjects וכמה תנועות. תכנון ניסוי כך שיתאפשר זיהוי אוטומטי של התחלה וסיום של פעולה עבור ה-labeling.
5	בחירת שיטת למידה	ביצוע פעולות עיבוד לאותות - בחינת raw_data וגם data יותר מעובד בתור פיצ'רים. בחירת התנועות אשר אותן נסווג, תוך התחשבות ביכולת עיבוד וסיווג טובה יחד עם אינטואיטיביות למשתמש. התבססות על מודלים פיזיקליים על מנת לבחור פיצ'רים - תאוצה, לחץ, אנרגיה וכו'. בחינת מודלים מתאימים לבעיית הלמידה ואלגוריתמי למידה שונים. בסוף שלב זה להגיע למסקנות: - איפה למקם את הצמיד -אילו תנועות נסווג - אלגוריתם הלמידה המתאים
6	מימוש שיטת הלמידה ואופטימיזציה	מימוש של האלגוריתם הלומד ואימון. כיוונון Hyper parameters, בחינת המודל וביצוע שינויים.
7	לבדוק את התוצאות	הצלחה, false/true-positive - בהתאם לאחוזי הצלחת הלמידה-האם אנחנו בדרך הנכונה?
8	שינויים ואופטימיזציה	שיפור ביצועי האלגוריתם
9	בדיקת תוצאות סופיות וחיבור ליד	להוסיף תקשורת של האלגוריתם עם הבקר של היד. הפעלת היד ע"י משתמשים שונים.

10. תרשים גאנט (התקדמות הפרויקט):

חודש/משימה	19-נוב		19-דצמ				20-ינו				20-פבר	20-מרץ			20-אפר				20-מאי				
	17-23.11	24-30.11	1-7.12	8-14.12	15-21.12	22-28.12	29.12-4.1	5-11.1	12-18.1	19-25.1	26.1-1.2		9-14.3	15-21.3	22-28.3	29.3-4.4	5-11.4	12-18.4	19-25.4	26-2.5	3-9.5	10-16.5	17-23.5
1	שבוע																						
2		שבוע																					
3			שבוע																				
4				חודש																			
5								חודש															
6											מבחנים		3 שבועות										
7													3 שבועות			3 שבועות							
8																		3 שבועות					
9																						שבועיים	