|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **בי"ס להנדסת חשמל** | | |
| פרויקט מס' \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ***דו"ח מעקב*** | | |
| שם הפרויקט: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |
| מבצעים: | | |
|  | שם: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | ת.ז. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  | שם: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | ת.ז. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| מנחה: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |
|  |  |  |
| מקום ביצוע הפרויקט: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ***לשימוש המנחה:***  *הנני מאשר את תכנית העבודה המצורפת*  שם: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ חתימה:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |
| מקום ביצוע הפרויקט: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |

# תקציר

תקציר פרויקט מעודכן: כאן יש לתאר את נושא הפרויקט ואת מהות הפרויקט אותו אתם הולכים לבצע **(עד עמוד).** יש לכתוב תקציר מעודכן של תכולת העבודה **(עד עמוד).**

**תקציר:**

הפרויקט עוסק בפיתוח ממשק מוח מכונה לחיזוי והבנה של פעולת הדיבור ברמת הברות (vowels) מתוך נוירונים בודדים. הפרויקט הינו חלק ממחקר שמטרתו היא לאפשר שחזור יכולת דיבור עבור אנשים משותקים באמצעות פענוח הפעילות המוחית שלהם.

הטווח הקצר של הפרויקט ישמש לפיתוח ממשק מוח-מכונה שנמצא בשימוש בעת ניסויים במהלך ניתוחי-מוח של חולי פרקינסון המבצעים מטלות דיבור בזמן הניתוח. בטווח הארוך הפרויקט יוכל להוות בסיס לממשק מוח-מכונה טוב יותר המאפשר ניבוי של מילים ומשפטים בזמן אמת מתוך הפעילות הניורונלית של מטופלים משותקים כגון חולי ALS.

ממשק המוח-מכונה מתבטא באלקטרודה המושתלת במוח בניתוח באזור בו מתבצעת הפעילות המוחית האחראית לדיבור, ושם מתבצעת קליטה של הפעילות הנוירונלית המשתתפת בהגייה של תנועות. הניתוחים מתבצעים בחולי פרקינסון או אפילפסיה לצורך טיפול במחלתם (בלי קשר לניסויים). בעזרת מידע זה ניתן לבנות אלגוריתם לומד בזמן-אמת (real-time) שמתוך הפעילות הנוירונלית ישחזר את האות שברצונו של המטופל לומר.

הפרויקט יעסוק בפיתוח אלגוריתם off-line אשר יקבל פעילות מוחית באיזור התלמוס וממנו יסיק מידע על ההברה(vowel) שאותה אמר המטופל. חלק מרכזי בפרויקט הינו להבין בדיוק מהו המידע המקודד בפעילות המוחית, מכיוון שאיזור זה אינו האזור העיקרי שבו הפעילות המוחית המשפיעה על הדיבור. האלגוריתם יעשה שימוש בכלים של למידת מכונה ויהיה מבוסס על מאגר מידע המכיל פעילויות נוירונליות במספר מטופלים באיזור התלמוס המקושרות להברות שאותם המטופלים הוגים.

**תקציר תכולת העבודה:**

בשלב הראשוני, נסקור את הספרות בתחום, בפרט את המאמרים שנכתבו ע"י המנחה ד"ר טנקוס בנוגע לנושא הפרוייקט – קשר בין פעילות נוירונלית לבין הגיית הברות וכן הקשר בין פעילות נוירונלית לתנועות גפיים בחולי ALS. בנוסף, נקרא על ייצוג של דיבור במח ובמידת האפשר על ייצוג של דיבור באזור התלמוס. כמו כן, נקרא את המאמרים המרכזיים לגבי decoders of single unit data, בפרט של Donoughe, Schwartz ו- Georgopolus. לבסוף, נקרא את המאמר המרכזי של Shenoy שעוסק ב- decoding algorithms.

נשתמש ב-MATLAB ובתוכנה שנכתבה ע"י ד"ר טנקוס כדי לעבד את הנתונים מהנבדקים חולי פרקינסון ו- Essential Tremor. חלק מרכזי בפרוייקט יושקע בהבנת המידע המתקבל והבנה מה מקודד בפעילות העצבית. ייתכן כי בשלב זה נסטה מהתכנון המקורי של הפרוייקט בעקבות גילוי כי המידע מקודד בצורה טובה יותר פעילות אחרת (לדוג' הפקת תדרים) ולאו דווקא הגיית הברות.

לאחר מכן, בשלב שהינו מהות הפרוייקט, נפתח אלגוריתם לומד off-line (שבעתיד יוכל להיות משולב באלגוריתמי זמן אמת) שיילמד לחזות בסבירות גבוהה מהי ההגייה אותה רצה המטופל להגות בהתאם לפעילות המוחית שהתרחשה. אלגוריתם זה יפותח בהתבסס על המידע המפוענח, ולכן קשה לדעת כיצד הוא ייראה לפני שמידע זה יהיה בידינו.

# שינויים בדרישות המערכת

יש לציין האם הוכנסו שינויים באופן מימוש הפרויקט, דרישות הפרויקט, ובתוצרי הפרויקט. אם הוכנסו שינויים כלשהם יש לפרטם ולנמק את הבחירה בשינויים.

יש לציין האם ישנם כלים ו/או רכיבים שנדרשים למימוש הפרויקט, ועדיין לא הושגו.

לא נעשו שינויים כלשהם בדרישות מימוש ותוצרי הפרויקט.

# דיאגרמת בלוקים מפורטת

יש לתאר את הפרויקט בדיאגרמת בלוקים מעודכנת, עבור כל בלוק יש לרשום תיאור של **פיסקה**: כיצד ימומש (אלגוריתמים, פלטפורמה, שפת מימוש). כמו כן, יש לתאר אילו מן הבלוקים הוא חלק שהיה ממומש טרם התחלת הפרויקט שניתן לעשות בו שימוש ושאין צורך ליישמו מאפס.

הפרויקט הינו פיתוח אלגוריתם המקבל בכניסתו מידע נוירונלי ממספר נוירונים המתקבל מביצוע פעולה מסוימת של המטופל(בבעיה זו הפעולה הינה שמיעה, דיבור או מחשבה של הבהרה(vowels) מהשפה האנגלית). מוצא האלגוריתם הינו מידע על הפעולה שביצע המטופל.

להלן דיאגראמת בלוקים המתארת את מערכת הפרויקט:

הבלוק הראשון מתאר את המידע ההתחלתי המתקבל מהנוירונים, המידע מתקבל על ידי ניסויים בהם המטופל אומר את אחת ההבהרות, שומע את אחת מהן או מדמיין את אחת מהן. המידע הנוירונלי נקלט בעזרת אלקטרודה המחוברת למוח המטופל באיזור התלמוס.

לאחר קליטת המידע האלגוריתם אמור לבצע שלב של עיבוד נתונים. השלב נעשה על ידי מערכת מוכנה שהכין מנחה הפרויקט. בשלב זה עבור כל נוירון עבורו נקלט מידע, מתבצעת חלוקה של זמן הקליטה למספר מקטעי זמן קטנים בהם מתבצעת ספירה של כמות הspikes שהתקבלו באותו מקטע זמן. לאחר מכן כמות הspikes מנורמלים בגודל מקטע הזמן בכדי לקבל את כמות הspikes לשנייה הנמדדת בכל מקטע זמן.

השלב הבא באלגוריתם הינו שלב הפענוח - זהו השלב העיקרי של הפרויקט. מטרת יחידה זו הינה לקבל עבור כל נוירון את האות המתאר את כמות הspikes לשנייה לכל מקטע זמן ולהחליט מהי הפעולה שאותה ביצע המטופל כאשר למפענח ישנו סט דגימות ידוע אשר בעזרתו הוא יכול להחליט מהי הפעולה הנכונה.

פלט האלגוריתם הינו הפעולה שאותה אמר המטופל.

# תוצרי הפרויקט שהופקו עד כה והדגמתם – (החלק העיקרי בדו"ח)

יש להציג את תוצרי הפרויקט שהושגו עד כה, חובה לצרף עבור כל תוצר פירוט הכולל: נוסחאות תיאורטיות/ אלגוריתמים, סימולציות/תוצאות אמת/תמונות אב טיפוס (אין לצרף שורות קוד). להזכירכם, חובה להציג את תוצרי הפרויקט שתוכננו להשגה עד למועד הגשת דו"ח המעקב (כפי שתכננתם בתכנית העבודה), במידה והיה שינוי בתוצרים יש לנמק מדוע ולפרט על התוצרים שניתנו במקום. שימו לב שגם תוצר תיאורטי/ניסיוני שאינו כולל (עדיין) מימוש סופי הוא תוצר לגיטימי בהתאם להגדרת הפרויקט וניתן להציגו באמצעות סימולציה/תרשים מפורט וכדומה.

התוצר הראשון שהושג עד כה הוא קריאת המאמרים הרלוונטיים בנושא והבנת המושגים הקשורים לנושא הפרויקט. בין היתר נקראו המאמרים של Donoughe, Schwartz ו- Georgopolus וכמו כן נקראו המאמרים של Shenoy שעוסקים בפיענוח. בנוסף נקראו המאמרים של ד"ר טנקוס המתעסקים בפיענוח דיבור מתוך פעילות נוירונלית.

בין היתר בכדי לממש את הפענוח הוחלט לנסות את השיטות השונות שהוצגו במאמרים מעל. לשם כך, המימוש הראשון שהוצע הינו משערך מסוג ML המקבל בכניסתו מטריצה אשר כל אחת משורותיה הינה ערכי רכבת הspikes המתאימה לאחד הנוירונים: לשם הצגת המשערך נציג את ההגדרות הבאות:

**כניסת המפענח**: בהינתן שהמפענח מקבל מידע מ-M נוירונים. המפענח יקבל לכל נוירון מערך בגודל N כך שכל תא (( במערך מקושר לאינטרוול זמן  *(כאשר יחידת זמן קבועה).* נתון כי במהלך מקטע הזמן  *התבצעה אחת מהפעולות שאותה יש לפענח.*

***מוצא המפענח:*** *המפענח יחזיר את הפעולה שאותה ביצע המטופל.*

***זיכרון המפענח:*** *למפענח יש סט דגימות בת"ס קודמות בגודל , כל איבר בסט מכיל:*

*1. שם פעולה שביצע המטופל בתחום זמן*

*2. M מערכים (לכל נוירון) המכילים את רכבת הspikes באותו האופן שבו הם מתוארים בכניסת המפענח. (כלומר לכל נוירון יהיה* מערך בגודל N כך שכל תא (( במערך מקושר לאינטרוול זמן *)*

**סימונים:** קלט המפענח יהיו M מערכים כל אחד בגודל N. עבור הנוירון ה- נסמן את רכבת הspikes ב -  *להיות רכבת הspikes בכניסה למפענח.*

*כלומר המפענח מקבל את סט האימון נסמן ב -*

*.*

*הינו כמות הדגימות שיש כאשר התבצעה הפעולה ה ועבור המשתנה האקראי .*

כמו כן הינו האינדקס המקושר לפעולה *.*

עבור פעולה(שמיעה דיבור או דמיון) מסוימת נניח כי לכל ולכל הערך מתפלג גאוסי. כלומר עבור פעולה מסוימת( היא שמיעה דיבור או דמיון של כל אחת ההבהרות או רק שמיעה לדוגמא -אם זה נותן תוצאות טובות יותר)

וכמו כן כל כניסות המפענח הינן בת"ס אחת בשנייה. כלומר יוצא כי ניתן לכתוב כי הקבוצה  *הינה בת"ס.*

*נוכל לשערך את ערכי התוחלת והשונות עבור כל בעזרת הדגימות הנתונות בסט הדגימות על ידי המשערכים:*

*נשים לב ש- הינו האינדקס המתמטי שמשמש עבור הפעולה .*

*ואז כל שנידרש הוא להשתמש בכלל הML. הפעולה תהיה כזו:*

כאשר לקיחת המקסימום היא על כל הפעולות.

ניתן אם כן לכתוב כי:

*נסתכל על ה:*

זהו כלל ההחלטה.

אלגוריתם זה נכתב וכרגע בשלבי בדיקה מבחינת דיוק זיהוי הפעולה הנכונה דרך שימוש בtest set.

# לוח זמנים

עליכם למלא את הטבלה הבאה בהתאם לכל אבני הדרך בטבלה אותה הגשתם בתכנית העבודה ולפי ההנחיות הבאות: בעמודה "תאריך ביצוע בפועל" יש למלא רק עבור מטלות שאכן בוצעו בפועל, אם ישנה מטלה שטרם בוצעה, אבל תאריך היעד השתנה, יש לציין זאת. אם נוספה אבן דרך או שהוחלפה באחרת יש להוסיפה לטבלה לציין זאת בעמודת ההערות.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **אבן דרך** | **תאריך יעד** | **תאריך ביצוע בפועל** | **הערות** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| הגשת הפוסטר |  |  |  |
|  |  |  |  |
| סיום הפרויקט |  |  |  |