תאריך: ‏02/12/2017

מסמך אפיון פרויקט

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **הפרויקט** | | |
| שם הפרויקט: | Examination of TMS effect for using EEG Signal | |
| מס' ב-LabAdmin: | 4300 | |
| סמסטר: | חורף תשע"ח | |
| חד/דו סמסטריאלי: | חד סמסטריאלי | |
| **הצוות** | | |
| שם המנחה: | אור יאיר | |
| שם סטודנט 1: | מתן אלוש | מקצוע רישום: פרויקט ב' |
| שם סטודנט 2: | רגב ליבני | מקצוע רישום: פרויקט ב' |
| **חברה מלווה** | | |
| שם החברה: | BrainSway | |
| שם איש קשר: | רועי כהן | |

**1. מטרת הפרויקט**

מטרת הפרויקט לבצע ניתוח של אותות גלי מוח (EEG) שנלקחו ממטופלים בחברת BrainSway הסובלים מרמות שונות של דיכאון. המטופלים עברו שישה מפגשים, כאשר בכל אחד מהם הוערכה על ידי פסיכיאטר מידת הדיכאון שלהם. במפגש הראשון והאחרון בוצעה הערכה פסיכיאטרית בלבד, ובארבעת המפגשים האמצעיים עברו המטופלים טיפול בסדרה של אותות אלקטרומגנטיים שכוונו למוחו של המטופל – טיפול הנקרא TMS. במהלך הטיפול הוקלטו אותות EEG הנפלטים ממוחות המטופלים.

בפרויקט ננסה למצוא, בשיטות שונות של למידה חישובית, קשר בין האותות הנפלטים ממוחו של המטופל במפגש מסוים, לבין מידת הדיכאון שלו באותו מפגש. בנוסף ננסה להעריך מן הקלט עבור מטופל מסוים, האם מצבו הנפשי השתפר או נפגע בעקבות הטיפול, על ידי אלגוריתם סיווג.

**2. פירוט הנחות ודרישות**

קיבלנו מידע עבור 27 מטופלים, בארבעה מפגשי טיפולים למטופל. הקלט הוא אוסף של מטריצות תלת מימדיות, כאשר כל מטריצה מייצגת מפגש אחד עבור מטופל אחד. כל מטריצה מורכבת מכ-45 פרקי דגימה מן המטופל. בכל פרק דגימה נלקחו 2000 דגימות בתדר מ62 אלקטרודות EEG. במהלך פרק דגימה ניתן למטופל פולס אלקטרומגנטי למוח, ונמדדה תגובת המוח לפולס, החל משנייה לפני מתן הפולס, ועד שנייה אחרי מתן הפולס.

כיוון שעוצמת הפולס גבוהה בסדרי גודל מהפעילות המוחית, לא ניתן לחלץ מידע פיזיולוגי בזמן הפעלת הפולס. לכן הפולס אופס בתחום 2 מילישניות לפני הפעלת הפולס, ועד 40 מילישניות אחרי הפעלת הפולס, והמידע בתחום זה הוחלף על ידי אינטרפולציה.

מיצוע על פרקי הדגימה אמור לסנן את הפעילות המוחית הרגילה ולהגביר את השפעת התגובה הייחודית של המוח לפולס.

בנוסף, הופעל CSD שהוא אופרטור לפלסיאן מרחבי, המצמצם השפעה הדדית בין אלקטרודות.

**3. פתרונות אפשריים וסיכום קצר של סקר הספרות**

בחינה התחלתית של הקלט הראתה, כי פתרון פשטני בדמות PCA לינארי, אינו מספיק כדי לפתור את הבעיה, ואינו מניב תוצאות טובות – כלומר, אין קורלציה בין ההיטל במרחב בעל המימד הקטן יותר, לבין הערכת הפסיכאטר. הפתרון אותו נבחן בפרויקט הוא שימוש במטריקה רימנית לצורך חישוב ה"מרחק" בין נקודות מידע.

כמו כן, ננסה להשתמש בשיטות לא לינאריות להורדת ממדיות על מנת לפשט את האותות ולפרושם לפי מרחב בו יש מתאם בינם לבין סיווגי הפסיכיאטר. נעשה זאת על ידי אלגוריתמים אשר יכולים לעזור בהורדת מימדיות. עבור אותות EEG אלגוריתמים אפשריים הם spatio-spectral decomposition (SSD), Diffusion Maps, Forward-backward algorithm ועוד.

המטרה הראשונית היא לנסות לסווג את המטופלים על פי ה-EEG לפי קבוצה של מטופלים שמצבם השתפר ומטופלים שלא. חלוקה זו מבוצעת על פי שקלול הציון הכללי למטופל והשוואה ביחס לסף מסוים. לאחר חלוקה זו, ננסה לבדוק האם ניתן למצוא את טיב הטיפול על פי ניתוח אותות ה-EEG.

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

בחירת  
מאפיינים

הורדת ממדיות לא לינארית

אלגוריתם רגרסיה למציאת תועלת הטיפול

אותות EEG

הערכת פסיכיאטר



**5. מודולים שנידרש לפתח**

נדרש לפתח מודול עיבוד מקדים שיהפוך את הנתונים לוקטור המאפיינים. ייתכן שנצטרך לבצע נורמליזציה או בחירה חלקית של נתונים כדי לאזן את החשיבות של כל מאפיין. עוד ייתכן כי נצטרך לבצע העתקה של הווקטורים על ידי גרעין כלשהו.

**6. מודולים מוכנים שניתן להיעזר בהם**

אנו יכולים להיעזר במודול המחשב את הממוצע של מטריצות תחת מטריקה רימאנית.

כמו כן, חלק גדול מהאלגוריתמים להורדת ממדיות מוכנים כפונקציות במטלאב ועל כן לא חייבים לרשום אותם מחדש. הקושי יהיה במציאת האלגוריתם המתאים.

**7. סביבת עבודה וכלי פיתוח שיהיו בשימוש**

MATLAB

**8. שיטת הבדיקה שתידרש בסיום הפרויקט**

מטרתנו היא להשיג מתאם בין הערכת הפסיכיאטר לרמת הדיכאון של המטופל, לבין הערך המספרי של הדאטא על תת המרחב שנמצא. לכן, מדד אפשרי לטיב האלגוריתם הוא מציאת הקורלציה בין הערכת הפסיכאטר לבין פלט האלגוריתם, מתוך מטרה להביא אותה כמה שיותר קרוב ל1.

בנוסף, כמקובל בתחום הלמידה החישובית, נוכל לבצע ולידציה – הפעלת אלגוריתם הלמידה על אחוז מסוים מהדאטא, ובחינת הביצועים שלו על שארית הדאטא. עקב המיעוט בנתוני קלט (27 מטופלים שעברו 4 מפגשים – כ100 נקודות קלט) ייתכן כי שיטה זו תהיה מעט בעייתית. לכן נשקול גם ביצוע של קרוס-ולידציה, בה מחלקים את הדאטא לk קבוצות, מאמנים את האלגוריתם על כולן חוץ מאחת, ומשתמשים באחת שהשארנו בחוץ בשביל הבדיקה, וחוזרים על התהליך לכל שאר הקבוצות. באופן זה כל נקודת קלט משמשת גם כנקודת אימון וגם כקלט בדיקה בבחינת טיב האלגוריתם.

**9. רשימת משימות:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| מס' | שם המשימה | תיאור המשימה |
| 1 | למידת המבנה של המידע ותיאורו | בחינה התחלתית של הדאטא לצורך הבנת המאפיינים שלו. הורדת מימדיות והשוואה להערכת הפסיכיאטר |
| 2 | בדיקות פושטות של כלים סטנדרטיים על המידע | מציאת הקוואריאנס ב trials נפרדים וחישוב מטריצת הקוואריאנס הממוצעת לסשן לאדם על ידי ממוצע רימאני |
| 3 | חילוץ מאפיינים בשיטות גאומטריות | הטלת הקווריאנס על מרחב אוקלידי משיק ליריעה הרימאנית. תחת הנחה של מטריצות קרובות. |
| 4 | בחינות ראשוניות של מסווגים, משערכים | מציאת אלגוריתם להורדת ממדיות אשר מציג קשר קורלטיבי בין המדידות לבין תוצאות בדיקת הפסיכיאטר ותועלת הטיפול. |
| 5 | מצגת אמצע | מציאת אלגוריתם רגרסייה יעיל למציאת ציון תועלת הטיפול על מאובחן לפי אותות ה-EEG. |
| 6 | הפקת לקחים מהמצגת ותיקונם | * מציאת טיב הרגרסייה לפי שיטות חישוב שגיאה של אלגוריתם למידה. * מציאת טיב הרגרסייה לפי פרמטרים אופיינים של האלקטרודות. |
| 7 | בחינה מלאה על המידע | בדיקת התאמה של מודל אוניברסלי לכל הנמדדים. |
| 8 | הפקת מסקנות ולקחים | שיפור האלגוריתם – הכנסת תוספות למודל הרימאני לצורך שיפור התאמתו לבעיה איתה אנו מתמודדים. |
| 9 | מצגת סוף (פוסטר, ספר פרוייקט וכו') | המלצות אפשרויות לשיפור טיב ההתאמה על ידי ניתוח התוצאות ובדיקת התרומה המתקבלת. גם במונחים פיזיים של מדידת ה-EEG. |

**10. תרשים גאנט (התקדמות הפרויקט):**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| מספר חודשים מתחילת הסמסטר | | | | | | | | | משימה |
| 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 7 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 9 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 |