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 עבור שישה מפגשים, כאשר בכל אחד מהן 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 ממוחשבת, 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 מגשי 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 רימאנית 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, על ידי אלגוריתמים אשר יכולים לעזור בהורדת מימדיות עבור אותות EEG 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**

אותות EEG

חישוב הקוואריאנס של האות של כל אלקטרודה, עם ממוצע רימאני

הטלת המטריצות על Riemann manifold

הורדת ממדיות לא לינארית

אלגוריתם רגרסיה למציאת תועלת הטיפול

הערכת פסיכיאטר



**5. מודולים שנידרש לפתח**

נדרש לפתח מודול עיבוד מקדים שיהפוך את הנתונים לוקטור המאפיינים כך שכל וקטור מאפיינים יהיה באותו הממד. 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 לבצע הורדת מימדיות, כך שיהיה 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 | הפעלת PCA על האותות | בחינה התחלתית של הדאטא לצורך הבנת המאפיינים שלו. הורדת מימדיות והשוואה להערכת הפסיכיאטר |
| 2 | חישוב קוואריאנס והפעלת ממוצע רימאני | מציאת הקוואריאנס ב trials נפרדים וחישוב מטריצת הקוואריאנס הממוצעת לסשן לאדם על ידי ממוצע רימאני |
| 3 | מעבר למרחב אוקלידי | הטלת הקווריאנס על מרחב אוקלידי משיק ליריעה הרימאנית. תחת הנחה של מטריצות קרובות. |
| 4 | הורדת ממדיות | מציאת אלגוריתם להורדת ממדיות אשר מציג קשר קורלטיבי בין המדידות לבין תוצאות בדיקת הפסיכיאטר ותועלת הטיפול. |
| 5 | רגרסייה | מציאת אלגוריתם רגרסייה יעיל למציאת ציון תועלת הטיפול על מאובחן לפי אותות ה-EEG. |
| 6 | ניתוח הקורלציה המתקבלת | * מציאת טיב הרגרסייה לפי שיטות חישוב שגיאה של אלגוריתם למידה. * מציאת טיב הרגרסייה לפי פרמטרים אופיינים של האלקטרודות. |
| 7 | השוואה בין מטופלים | בדיקת התאמה של מודל אוניברסלי לכל הנמדדים. |
| 8 | שיפורים למודל | שיפור האלגוריתם – הכנסת תוספות למודל הרימאני לצורך שיפור התאמתו לבעיה איתה אנו מתמודדים. |
| 9 | שיפור המדידה | המלצות אפשרויות לשיפור טיב ההתאמה על ידי ניתוח התוצאות ובדיקת התרומה המתקבלת. גם במונחים פיזיים של מדידת ה-EEG. |
| 10 | הפעלת האלגוריתם על מידע חדש | אם יתקבלו במהלך הפרויקט נתונים חדשים – הפעלת האלגורתים עליהם לבדיקה נוספת של ביצועי האלגוריתם. |

**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 |