

תרגיל 1 – EEG + ERP

קורס: מיפוי תפקודי של המוח, תשפ"ז 2025-2026

תאריך הגשה: **7.12.2025 עד סוף היום.**

העבודה היא עצמאית: כל סטודנט/ית צריך להשרות את התרגיל בלבד ולהגיש בלבד.

את הפתרון יש להעלות כ-2 קבצים למודול: קובץ קוד וקובץ תשובה בפורמט pdf.
שםו לב **קובץ הקוד צריך לרוץ ללא שגיאות.**

תרגיל זה כולל שני חלקים: מספר שאלות תאורתיות בנושא EEG, וחלק שני חישובי.
בחלק החישובי תעסקו בניתוח נתוני EEG, ובאופן ספציפי ב-zals (event related potentials (ERPs).

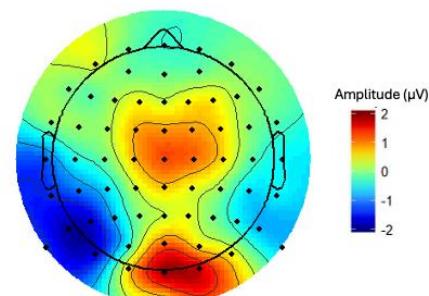
את החלק השני של התרגיל ניתן לעשות בשפת התכנות המועדף עליוכם.
הנתונים בתרגיל ניתנים בפורמט המתאים לעובדה עם Matlab וניתן לקרוא אותם גם בפייתון (וכמובן גם
בשפות תכנות אחרות).

חשיבות: המטרה של התרגיל הבית היא למדת החומר.
אנא הימנו שימוש בכלים בינה מלאכותית לצירת תשיבות (כמו ChatGPT וכליים דומים), והגישו עבודות
הבסיסות על חשיבה וכתיבה עצמאיות. מותר להיעזר בכלים אלו למידה, הבנה והעמקה, אך לא
להעתקה ישירה.

חלק ראשון

כל שאלה 4 נקודות, סה"כ 16 נקודות

1. מהם האותות העצביים שנמדדים עם EEG? התייחסו לפוטנציאלים החשמליים הנמדדים, הנוירונים הרלוונטיים, וחלקי המוח מהם נמדדים האותות. מדוע מטהאפשר למדוד פוטנציאלים אלו אבל לא פוטנציאלי פועלה?
2. Reference montage: הסבירו על average reference ועל monopolar reference. פרטו יתרון וחסרון מרכז אחד לכל שיטה.
3. הגדרו את המושגים הבאים: ERP amplitude, polarity, latency. במלת oddball אודיטורית, איזה שינוי תצפו שיתרחש עבור הצגה של גירוי נדיר, בהשוואה לגירוי שכיח?
4. התרשים הבא מתאר תגובה ERP להציגה של גירוי כלשהו על המסר.
 - a. תארו את התגובה במילימטרים תוך שימוש במונחים מתאימים של חיובי/איזורי המוח השונים.
 - b. אילו נתונים נוספים בקשר לתגובה ERP זו יכולים להיות חשובים כדי שנוכל לפרש את התגובה
וליהבין את משמעותה?



חלק שני

הנתונים נלקחו ממאגר נתונים המפורסם לשימוש חופשי הנקרא ERP CORE

<https://erpinfo.org/erp-core>

ניתן למצוא פרטים נוספים על מאגר הנתונים במאמר:

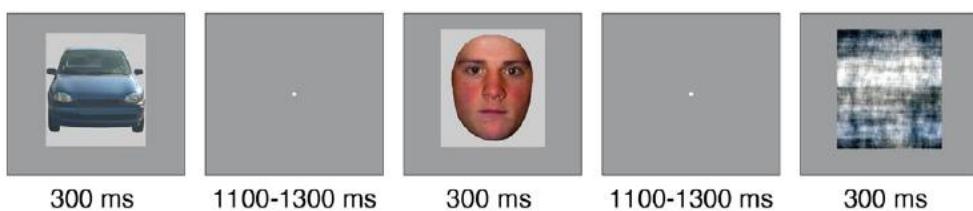
Kappenman, E., Farrens, J., Zhang, W., Stewart, A. X., & Luck, S. J. (2021).

ERP CORE: An Open Resource for Human Event-Related Potential Research

NeuroImage 225:117465, DOI: 10.1016/j.neuroimage.2020.117465

מאמר זה נלקחו התמונות והפרטים על המבחן המפורטים בתרגיל.
אין צורך לקרוא את המאמר לצורך התרגיל, מיועד רק למעוניינים בהרחבה.

הנתונים נלקחו מניסוי EEG שבו הראו לנבדקים ארבעה סוגים של תמונות: פראזופים, מכוניות, פראזופים כתקסטורה של תמונה מעורבתת (scrambled image) ומכוניות כתקסטורה של תמונה מעורבתת. התמונות הוצגו לנבדקים במשך 300 מילישניות, והם היו צריכים להליץ על כפטור במידה והתמונה הייתה של פראזוף או מכונית, ועל כפטור אחר במידה והתמונה הוצאה כתקסטורה (scrambled).
הנתונים בתרגיל עברו עיבוד מקדים (preprocessing) וחולקו לSEGMENTIM סביב זמן הצגת התמונה בכל trial.



בקובץ Matlab בשם ex1data.mat מצויים נתונים ממספר ערוצי EEG של נבדק אחד:
אלו הם המשתנים בקובץ:

המטריצה **data** היא בעלת 3 מילדים: ערוצים (מימד 1), נקודות דגימה (מימד 2), ו-ntrials (מימד 3).
הנתונים במטריצה הם ביחידות של מיקרו-וולט.

הווקטור **conds_all** באורך מספר ה-ntrials, מכיל את תנאי הניסוי בכל trial (כלומר, הקטגוריה שממנה הוצאה התמונה ב-trial זה):

1 – פראזוף, 2 – מכונית, 3 – פראזוף כתקסטורה, 4 – מכונית כתקסטורה

הווקטור **vec_time** מכיל את הנקודות בזמן במילישניות לנקודות הדגימה (מימד 2 במטריצה data).

נקודה הזמן 0 היא זמן הצגת התמונה.

בפייתון, ניתן לקרוא את הנתונים באמצעות הפונקציה loadmat בחבילת scipy.io.

הגשה עבור החלק השני של התרגיל

כיתבו סקריפט קוד בשם **ex1_first_last** אשר במקום first_last_name כתבו את שינכם המלא. למשל: ex1_yaara_erez

בסקריפט זה כיתבו את הקוד המתאים לכל השאלות בתרגיל עם מספר השאלה כהערה בשורה שמעל הקוד. לכל שאלה, קובץ הקוד צריך להכיל את הקוד שבו השתמשתם ע"מ למצוא התשובה (במידה והיה נדרש קוד).

בקובץ נפרד (למשל PDF, Word) כתבו את התשובות לשאלות, בהמשך לתשובה לחלק הראשון של התרגיל. בקובץ זה יש לכלול גם את הגרפים בשאלות שב欢 הם נדרשים.

בכל הגרפים יש להקפיד לכלול ציר x ו-y נכוןים ושמות מתאימים לציר ה-x וה-y כולל יחידות, וכן מקרה במידה ויש יותר מגרף אחד בגרף.
למשתמשים/ות ב-Matlab - פונקציות שימושיות להיות שימושיות לתרגיל (לא חיברים לשימוש בהן): squeeze, repmat, permute, hold on, axis

יש להגish גם את קובץ הקוד וגם את קובץ התשובות.

1. טענו את הקובץ mat.mat וענו על השאלות הבאות לצורך הכרת הנתונים שבו. לכל שאלת כתבו בקובץ הקוד של התרגיל את פקודת Matlab שבה השתמשתם ע"מ למצוא את התשובה.

- כמה ערוצי EEG יש במטריצה `data`?
 - כמה trials מה"כ יש במטריצה?
 - בכמה trials הוצגו פרצופים (תנאי מס' 1)? בכמה trials הוצגו פרצופים כתקסטורה (תנאי מס' 2)?
 - מהו מספר הדגימות בכל trial?
 - מהו קצב הדגימה? הסבירו כיצד חישבתם זאת.
 - מהו תדר ה-Nyquist עבור קצב דגימה זה? מה המשמעות של תדר ה-Nyquist באופן כללי?
- (10 נקודות)

2. חלק חשוב בניתוח נתונים הוא הצגת הייזואלית על מנת להכירם ולזהות בעיות בנתונים הגלומיים ובשלבי הניתוח.

- הציגו גרפ המראה את הסיגナル של עשרה ה-trials הראשונים מערך מס' 7. כל trial צריך להופיע לפחות פעם אחת. ציר ה-x צריך להיות הזמן המתאים לנקודות הדגימה בהתאם לווקטור `time_vec`.
 - שימרו במטריצה בשם `data_face` את הנתונים מ-trials שביהם הוצג פרצוף. מהם מיידי הדגימה?
 - ב-`figure` נפרד הציגו את הסיגナル של trials 11 עד 20 מהמטריצה `data_face` מערך מס' 7.
 - האם ניתן לזהות תבנית של תגובה להציג הפרצופים מתוך ה-trials הבודדים?
- (15 נקודות)

3. כאשר מחשבים ERP יש להסתכל על הסיגナル ביחס ל-`baseline`, למשל ע"י הפחיתה של הסיגナル המוצע ב-200 המילישניות שלפני הצגת התמונה **בכל trial**.

- למה חשוב לנורמל את הסיגナル בכל trial ל-`baseline`?
 - על"י הגרפים שיצרתם בשאלת 2, האם הנתונים מנורמליים ביחס למוצע הסיגナル ב-200 המילישניות (להלן `baseline`) שלפני הצגת התמונה? הסבירו.
 - נורמלו את הסיגナル ביחס ל-`baseline`: עבור כל הנתונים מכל העروצים וכל התנאים, בכל trial הפחיתו מהסיגナル את המוצע של 200 המילישניות שלפני הצגת התמונה. שימרו את הנתונים המנורמליים במטריצה בשם `data_norm_baseline` שהיא בעל ממדים זהים למטריצה `data`.
 - כתבו קוד הבודק שהנתונים החדשניים ב-`data_baseline` אכן מנורמליים והסבירו במילים את העקרון של הבדיקה שביצעתם.
- (20 נקודות)

בכל השאלות הבאות השתמשו בנתונים שב-`data_norm_baseline`.

- כתבו קטע קוד המחשב ERPs לכל אחד מרבעת תנאי הניסוי. בקטע קוד זה יש ליצור את המשנה `all_erp` בעל ממדים הבאים: ערוצים (מימד 1), נקודות דגימה (מימד 2), תנאי הניסוי (מימד 3). מאחר שיש 4 תנאים בניסוי, גודל המימד ה-3 יהיה 4.
- (15 נקודות)

5. בשאלת זו נתמקד בערוץ אחד מתוך כל הנתונים: **ערוץ מס' 7**.

- א. נסתכל על ה-ERP עבור תנאי הפרצופים. צרו גרפ' (מס' 1) שבו יוצג ה-ERP עבור ערוץ 7 עבור תנאי הפרצופים. ציר ה-x צריך להיות הזמן המתאים לנקודות הדגימה בהתאם לווקטור time_vec. תארו את צורת ה-ERP – האם יש שיא (peak)? האם יש שקע (trough)? ואם כן – באילו זמנים ומה משכם? האם מופיע השקע (trough) האופייני ל-N170? ואם כן איזה נקודת זמן?
- ב. הוסיפו לגרף מס' 1 בצע שונה את ה-ERP עבור תנאי הפרצופים כתיקסטורה.
- ג. תוכלו לראות שהగրפים המתקבלים מעט רועשים. על מנת לראות טוב יותר את התגובה לתמונות המוצגות, ניתן לבצע החלקה של ה-ERPs. כתבו פונקציה בשם `my_smooth` אשר מקבלת סיגナル ומבצעת החלקה באמצעות ממוצע פשוט רץ על-פni 11 נקודות דגימה. בקצות השימוש את ערכי הסיגナル החסרים באמצעות ריפוד (padding) עם הערך של הנקודה הראשונה (עבור תחילת הסיגナル) או האחרונה (עבור סוף הסיגナル). אין להשתמש בפונקציות קיימות המבצעות החלקה. על הפונקציה להחזיר את הסיגナル המוחלק, באוטו האורך של הסיגナル המקורי.
- ד. החליקו את ה-ERP של כל אחד מהתנאים ע"י קריאה לפונקציה `my_smooth` שכתבتم. צרו גרפ' נוסף (מס' 2) ובו הציגו את ה-ERPs המוחלקים של שני התנאים. וודאו שסקאלת ציר ה-y זהה לו שבגרף מס' 1 על-מנת שניין יהיה לראות באופן ייזואלי את הדמיון בין הסיג널ים הרועשים והמוחלקים.
- ה. על-מנת לראות בצורה טובה יותר את ההבדלים בין התנאים ולבטל גורמים משותפים כמו למשל תגובה כללית לתמונה המוצגת על המסך, פעמים רבות מציגים גם את ההפרש בין התנאים הרלוונטיים וכן ההבדל ביניהם נראה בצורה טובה יותר. השתמשו ב-ERPs המוחלקים וחשבו את ההבדל בין ה-ERP של תנאי הפרצופים לזה של תנאי הפרצופים כתיקסטורה. בגרף מס' 3 הציגו את ההפרש בין ה-ERPs. שימו לב שהסקלה של ציר ה-y צריכה להיות זהה לו שב-figures 1 ו-2 כדי שניין יהיה לראות את ההפרש בצורה יחסית ל-ERPs עצם.
- ו. תארו במילים את התגובה שמצאתם בסיגナル של ערוץ זה לתנאי הפרצופים והפרצופים כתיקסטורה וההבדל ביניהם.

(24 נקודות)

בהצלחה!