

תאריך: 14/02/2024

מסמך אפיון פרויקט

[A1] עם הערות: מטרת מסמך זה היא לאפיין את הפרויקט כולל מפרט דרישות, חלופות של דרכי פתרון אפשריות ותיאור ושל המצב הנוכחי בפרויקט. כל זאת בשלב ראשוני של הפרויקט ולקראת מצגת האמצע.

הפרויקט	
שם הפרויקט:	Sparse representations of sensory signals in neuronal networks
מס' ב-LabAdmin:	7586
סמסטר:	חורף תשפ"ד
ח/ד/ סמסטריאלי:	דו סמסטריאלי, חלק א'
הצוות	
שם המנחה:	הדס בן איסטי
שם סטודנט 1:	יעל בן נחום
שם סטודנט 2:	נעה אלנהורן
מקצוע רישום: 334014	
מקצוע רישום: 044169	
חברה מלווה	
שם החברה:	
שם איש קשר:	

[A2] עם הערות: יש למלא את הסעיפים הבאים. במידת הצורך, אפשר למחוק או לאחד סעיפים שאינם רלוונטיים.

1. מטרת הפרויקט

מטרת הפרויקט הינה ניתוח מידע שמקורו בהקלטות של נוירונים מהקורטקס המוטורי בעכברים. ההקלטות בוצעו בניסויים בהם העכבר קיבל מזון בטעמים שונים בקומבינציות שונות. בפרויקט נסתכל על קבוצות נוירונים מתוך הכלל ונסה להבין כיצד המידע מקודד (טעם, הצלחה וכישלון, למידה וכו'). נבדוק האם ניתן להפיק את המידע מקבוצות נוירונים מסוימות והאם הן משתנות או עקביות. הפרויקט יתמקד בייצוג של משתנה התוצאה ושל הטעם, האם וכיצד הם נבנים ומה האינטראקציה בין שני הייצוגים.

כיום לא ניתן למצוא מאמרים אשר מראים ייצוג של טעמים בפעילות המוחית בקורטקס המוטורי אך קיימים מחקרים על ייצוג של הצלחה וכישלון. בפרויקט זה אנו ננסה להבין כיצד מקודד מידע זה בפעילות הנוירונים המוקלטים, מה המבנה של הרשת והאם הוא משתנה. על מנת לפתור את הבעיה נשתמש בשיטות חקר נתונים מהתחום של למידת מכונה.

חשיבות פרויקט זה היא הבנת הדרך בה אותות מיוצגים במוח. ככל שנבין יותר כיצד מידע מקודד, כך נוכל גם להשליך את הידע הנצבר במחקרים על התמודדות עם מחלות.

2. פירוט הנחות ודרישות

המידע שינוח הוא הקלטות פעילות נוירונים שהוקלטו במסגרת סדרת ניסויים במעבדה של פרופסור ג'קי שילר בפקולטה לרפואה בטכניון.

בהתבסס על עבודת תזה [1] ומאמר [2] ההנחות על הקלט הן כי הצלחה מול כשלון וכן טעם הם מידע שאכן מקודד בפעילות הנוירונים, וכן כי מידע זה מקודד באמצעות קבוצה קטנה של נוירונים.

דרישות מהמודל אותו נפתח: ייצוג יציב ביחס להרצות חוזרות וכן יציבות בקיום קידוד כלשהו לסוגיו.

דרישות על התוצאות: נצפה שהאותות הביולוגיים יקודדו מידע נוסף שאליו אין לנו גישה. לכן נתמקד בקבלת ייצוג בעל משמעות ביולוגית רלוונטית למשימה, כאשר טיב הייצוג של המידע המקורי (מבחינת שגיאות שחזור) אינו בהכרח המדד המוביל.

3. פתרונות אפשריים וסיכום קצר של סקר הספרות

עד כה ביצענו סקירת ספרות מונחית לשלב הראשון של הפרויקט לקראת תחילת העבודה עם האנליזה הראשונה. סקירת הספרות התבססה על מאמרים שנשלחו לנו על ידי המנחה.

במסגרת סקירת הספרות קראנו עבודת תזה [1] שנכתבה על ידי הסטודנטית שבצעה את הניסויים במעבדה של פרופ' שילר. התזה מתארת את מהלך הניסויים, את איסוף הנתונים ואת האנליזה שכבר בוצעה עליהם. כמו כן, קראנו מאמר [2] בו זוהה קידוד של הצלחה וכישלון בפעילות נוירונים בקורטקס המוטורי בעכברים.

מאמר נוסף [3] מציג ניתוח מידע מבוסס SPCA של הקלטות פעילות נוירונים שהוקלטו במסגרת ניסויים. במאמר מוצג כי הייצוג המתקבל הוא בעל משמעות ביולוגית. הכותבים מציגים אנליזות של תתי האוכלוסיות של הנוירונים המקודדים מידע שונה ותורמים לקומפוננטות השונות ב-SPCA.

עבור השלב הראשון של הפרויקט, הפתרון העולה מסקירת הספרות המונחית הוא שימוש ב-SPCA למציאת קבוצות נוירונים המראות משמעות ביולוגית.

מקורות ספרות עיקריים:

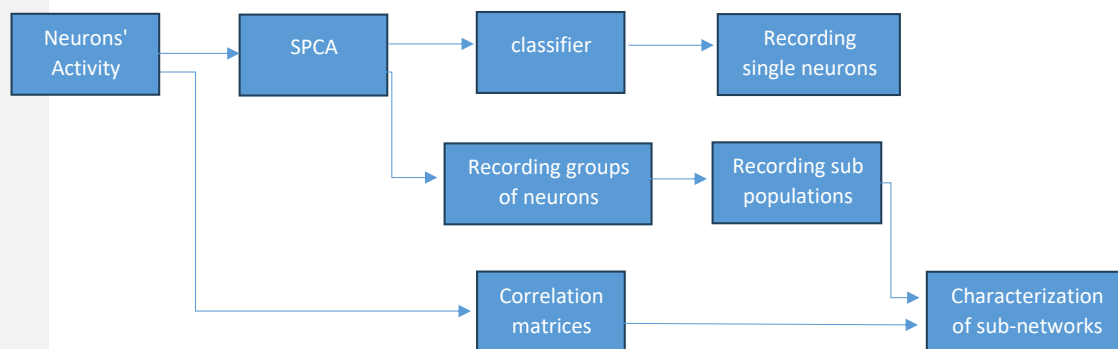
1. Dynamic representation of task variables by layer 2-3 neurons in the primary motor cortex Research thesis, Zohar Lotan
2. Levy, S., Lavzin, M., Benisty, H., Ghanayim, A., Dubin, U., Achvat, S., ... & Schiller, J. (2020). Cell-type-specific outcome representation in the primary motor cortex. Neuron, 107(5), 954-971.

[A3] עם הערות: בסעיף זה יש לציין הנחות שונות ודרישות המפרטות על מטרת הפרויקט. למשל, האם מניחים משהו על הקלט, כגון האופי שלו או התנאים בו נרכש, או האם יש, למשל, דרישות שונות על האלגוריתם שיופעל או על התוצאות המצופות.

[A4] עם הערות: בסעיף זה יש לסכם בקצרה את סקר הספרות תוך התמקדות בפתרונות אפשריים. יש לציין מקורות ספרות עיקריים בפורמט IEEE, לדוגמה מאמר עם שני כותבים:
Yariv Ephraim and David Malah. "Speech enhancement using a minimum-mean square error short-time spectral amplitude estimator." IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing 32.6 (1984): 1109-1121.
או במקרה של יותר משני כותבים:
Zhou Wang, et al. "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity." IEEE Transactions on Image Processing 13.4 (2004): 600-612.

3. Lin, X. X., Nieder, A., & Jacob, S. N. (2023). The neuronal implementation of representational geometry in primate prefrontal cortex. *Science Advances*, 9(50), eadh8685.

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



[A5] עם הערות: תרשים המלבנים צריך להיות מורכב ממלבנים פונקציונליים המחוברים בחצים משמאל לימין וחייבים להיות לו לפחות קלט אחד ולפחות פלט אחד שאינם בתוך מלבן.

5. מודולים שנידרש לפתח

נידרש לקבוע פרמטרים למודלים קיימים, לבנות מודול מבוסס סיווג לאימות האנליזה ולפתח מודול שישייך את הנוירונים לקבוצות קידוד על סמך תוצאת הרצת SPCA. בנוסף, נידרש לפתח מודול שיאסוף את המידע המתקבל בכלל ההרצות וכן מודול שיבצע סטטיסטיקות על המידע שנאסף. לבסוף נבנה מודול לביצוע אנליזה למבנה הרשת על פני הניסויים.

6. מודולים מוכנים שניתן להיעזר בהם

אנו משתמשות בתשתית קוד שנכתבה במעבדה הכוללת קוד לניהול המידע והרצת אנליזות PCA ומסווג שהתבצעו עליו. בנוסף עבור אנליזת ה-SPCA אנו משתמשות בתשתית קוד שמפעילה את האלגוריתם על המידע.

7. סביבת עבודה וכלי פיתוח שיהיו בשימוש

סביבת העבודה שלנו היא MATLAB.

[A6] עם הערות: אם צפוי קושי בהשגת או בהפעלת מודולים מסוימים, יש לציין זאת.

[A7] עם הערות: אם צפוי קושי בהשגת או בהפעלת כלים מסוימים, יש לציין זאת.

8. שיטת הבדיקה שתידרש בסיום הפרויקט

לא נוכל להשוות את התוצאות שלנו לניתוח דומה של מקור אחר משום שלא קיימים מאמרים בנושא. לכן עבור כל אנליזה נקבע מדד לסיגניפיקנטיות סטטיסטית של ביצועי המודל המוביל למשמעות ביולוגית רלוונטית למשימה.

[A8] עם הערות: בסעיף זה יש להסביר כיצד ימדדו מספרית תוצאות הפרויקט ועל איזה נתונים. אם צפוי קושי בהשגת נתונים שעליהם ימדדו התוצאות, יש לציין זאת.

9. רשימת משימות:

[A9] עם הערות: יש למלא בטבלה את כל המשימות בפרויקט, גם כאלה שבוצעו וגם משימות עתידיות. ניתן להוסיף ולמחוק שורות בהתאם לצורך.

מס'	שם המשימה	תיאור המשימה	משך ביצוע משוער
1	הקמת סביבת עבודה	גישה למחשב המעבדה ולקבצי הניסוי.	שבוע
2	סקירת ספרות ראשונית	מבוססת מאמרים שנשלחו לנו על ידי המנחה.	שלושה שבועות
3	למידת תשתית קוד והמידע	הכרות עם תשתית קוד שנכתבה במעבדה, הכרות עם סוג המידע של הפרויקט ועם אופן השמירה שלו.	שלושה שבועות
4	אנליזת ממוצעים	אנליזה בסיסית מבוססת הורדת מימד נאיבית באמצעות ממוצע.	שלושה שבועות
5	מימוש אנליזת SPCA	שימוש בתשתית קוד שנכתבה במעבדה וקביעת פרמטרים למודלים קיימים.	חמישה שבועות
6	אימות אנליזת SPCA	שימוש במסווגים לאימות תוצאות האנליזה.	שבוע
7	רישום קבוצות נירונים	שיוך לקבוצות קידוד על סמך תוצאת הרצת SPCA ואנליזה ברמת קבוצות נירונים.	שבועיים
8	רישום נירונים בודדים	שיוך לקבוצות קידוד על סמך תוצאת הרצת SPCA ואנליזה ברמת הנירון הבודד.	שבועיים
9	סקירת ספרות שנייה-מדדי רשת	סקירת ספרות ללמידה והכרות עם מדדי רשת.	שבוע
10	איסוף נתונים לכל חיה לכל ניסוי	איסוף נתונים על סמך אנליזות קודמות.	שבועיים
11	כימות פר חיה על פני הניסויים שלה	ביצוע סטטיסטיקות על המידע שנאסף ברמת החיה הבודדת.	שבועיים
12	איסוף נתונים על פני כל החיות ואיסוף סטטיסטי על פני כל החיות וכימות	ביצוע סטטיסטיקות על המידע שנאסף ברמת כלל החיות.	שבועיים
13	אפיון תתי רשתות של נירונים קולקטיביים	אנליזה למבנה הרשת על פני הניסויים.	שבועיים
14	מטריצות קורלציה	אנליזה מבוססת קורלציות בין נירונים.	שבועיים
15	אימות מטריצת הקורלציה	ביצוע אימות לאנליזה.	שבוע

[A10] עם הערות: המשימות בטבלה זו בציר האנכי הן לפי הטבלה בעמוד הקודם. עבוד כל משימה יש למלא את משך ביצועה המוערך בחודשים ע"י צבעית הממלאים הטבלה. ניתן לערוך זאת ע"י לחיצה על תא ובחירת האפשרות Shading בלשונית Design של טבלה. גם כאן, יש למלא בטבלה את כל המשימות בפרויקט, גם כאלה שבוצעו ווגם משימות עתידיות. ניתן להוסיף ולמחוק שורות בהתאם לזרוע.

משימות															
ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר							
4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
דרישות פרוייקט															
הקמת סביבת עבודה															
סקירת ספרות ראשונית															
למידת תשתית קוד והמידע															
אנליזת ממוצעים															
מימוש אנליזת SPCA															
אימות אנליזת SPCA															
ירשום קבוצות ניורונים															
ירשום מינונים בודדים															
סקירת ספרות שנייה- מדדי רשת															
איטוף נתונים לכל היה לכל ניסוי															
כימות פר היה על פני הניסויים שלה															
איטוף נתונים על פני כל החיות ואיטוף סטטיסטי על פני כל החיות וכימות															
איפיון חתי' רשתות של מינונים קולקטיביים															
מטריצות קרולציה															
אימות מטריצת הקרולציה															
דרישות קורס															
משכך איפיון פרויקט															
מצגת אמצע מסמטר חורך															
דוח סוף מסמטר חורך															
תקציר															
פוסטר															
מצגת סוף מסמטר															
מאמר מסכם															
מסמטר															
תקופת מבחנים חורך															
תקופת מבחנים איביב															