

## האוניברסיטה העברית בירושלים

סילבוס

שיטות מתקדמות באלקטרופיזיולוגיה (בבני אדם) - 76919

תאריך עדכון אחרון 15-03-2021

נקודות זכות באוניברסיטה העברית: 4

תואר: מוסמך

היחידה האקדמית שאחראית על הקורס: מדעי המוח: חישוב ועיבוד מידע

השנה הראשונה בתואר בה ניתן ללמוד את הקורס: 0

סמסטר: סמסטר ב'

שפת ההוראה: אנגלית

קמפוס: קרית א"י ספרא

מורה אחראי על הקורס (רכז): גל וישנה

דוא"ל של המורה האחראי על הקורס: [gal.vishne@mail.huji.ac.il](mailto:gal.vishne@mail.huji.ac.il)

שעות קבלה של רכז הקורס: בתיאום מראש

מורי הקורס:

גב נעה רחמים,  
גב גל וישנה

### תאור כללי של הקורס:

בקורס נעסוק במספר גדול של שיטות אנליזה מודרניות לדאטא המגיע מהקלטות Potential Field ומקבילותיו הלא פולשניות EEG ו-MEG. הקורס יספק רקע מתמטי לצורך הבנת השיטות, תרגול פרקטי ורקע תאורטי על הקשר בין השיטות הללו לתאוריות במדעי המוח וקוגניציה.

הקורס מיועד לדוקטורנטים ומסטרנטים שעוסקים בניתוח נתוני EEG, MEG, ECOG או LFP או שמעוניינים להבין מחקרים עדכניים בתחום. תלמידי שנה ג' בתואר ראשון מצטיינים אשר עובדים במעבדות אלקטרופיזיולוגיה יוכלו גם להצטרף (בתיאום עם המרצה).

יהיה שימוש במטלאב בתרגילי הבית והתרגולים.

### מטרות הקורס:

הקורס מקנה כלים הכרחיים לניתוח מידע המגיע מהקלטות Potential Field ומקבילותיו הלא פולשניות EEG ו-MEG. בשנים האחרונות ישנו "פיצוץ" של שיטות חדשות לניתוח בתחומי מחקר רבים המשתמשים בהקלטות אלו, בהשראת התפתחויות ב-למידת מכונה ועיבוד אותות. ללא היכרות עם הכלים הללו תלמידי מחקר מוגבלים מאוד בניתוחים שהם יכולים לבצע עם המידע שהם אספו, ויתקלו בקשיים רבים בהבנת ספרות עדכנית.

### תוצרי למידה

בסיומו של קורס זה, סטודנטים יהיו מסוגלים:

הקורס יספק לתלמידים סט כלים רחב לאנליזות מתקדמות של מאגרי נתונים אלקטרופיזיולוגיים גדולים. הקורס תוכנן עם דגש על אלקטרופיזיולוגיה אנושית (EEG, MEG, ECOG) אך השיטות רלוונטיות לכל הקלטות LFP וניתנות לשימוש גם בניתוח דאטא פונקציונלי גדול אחר (spikes, fMRI).

### דרישות נוכחות (%):

שיטת ההוראה בקורס: 1) לימוד התאוריה המתמטית מאחורי השיטה (הרצאה)  
2) תרגול "on-hands" ביישום הניתוחים החדשים (הן במהלך התרגול והן בתרגילי בית)  
3) היכרות עם תאוריות קוגניטיביות ופיזיולוגיות חשובות אשר עושות שימוש בשיטה (באמצעות קריאת רקע ודיונים ודוגמאות בכיתה).

רשימת נושאים / תכנית הלימודים בקורס:

רשימת הנושאים:

1) יישור קו (שבוע אחד):

a. הסיגנל מקור

- b. ICA (למשל) ארטיפקטים ותיקון זיהוי (preprocessing), מקדים עיבוד
- c. קלאסיות אנליזה שיטות (ERP)
- (2) ניתוח במרחב התדר (שבועיים):
- a. ("תעשה ואל עשה") פילטרים
- b. הילברט והתמרת wavelet התמרת, פורייה התמרת כולל - (time-frequency) תדר-זמן אנליזות
- c. עם לניתוח וטכניקות, מחזורי שאינו "רעש" לסינגל מחזורי סינגל בין הפרדה: חדשניות אנליזה שיטות
- סינגלים מחזוריים שאינם סינוסואידלים.
- (3) צימוד בין תדרים (coupling-frequency-cross, שבוע אחד): שיטות לזיהוי וסייגים אפשריים
- (4) אנליזות מרובות-משתנים (variate-multi, ארבעה שבועות):
- a. קונבנציונליות סטטיסטיות לשיטות והשוואה רקע.
- b. (classifiers מספר עם מעמיקה היכרות בפרט) המלאכותית הלמידה מעולם חשובות טכניקות.
- c. decoding בעיות
- d. סינגלים בין בחפיפה לטיפול רגרסיה שיטות כולל - encoding בעיות
- e. (Representational Similarity Analysis) יצוגי דמיון אנליזות
- (5) שיטות סטטיסטיות מתקדמות (שבוע אחד):
- a. cluster permutations ובפרט, פרמוטציה מבחני
- b. (circular statistics) מעגלי מידע עם התמודדות
- (6) קישוריות פונקציונלית (connectivity functional, שבועיים): מדדים במרחב הזמן והתדר, קישור לניתוחים מתקדמים במרחב התדר.
- (7) (אם יתאפשר) לוקליזציה של מקורות (localization source)

חומר חובה לקריאה:

-

חומר לקריאה נוספת:

רשימה חלקית (מתעדכן במהלך הסמסטר):

Frequency domain:

- de Cheveigné and Nelken "Filters: when, why, and how (not) to use them." *Neuron*, 2019
- Widmann, Schröger and Maess. "Digital filter design for electrophysiological data—a practical approach." *Journal of neuroscience methods* (2015)
- Donoghue et al. "Parameterizing neural power spectra into periodic and aperiodic components." *Nature neuroscience* (2020)
- He "Scale-free brain activity: past, present, and future." *Trends in cognitive sciences* (2014)
- Gao, Peterson and Voytek. "Inferring synaptic excitation/inhibition balance from field potentials." *Neuroimage* (2017)
- Bruns "Fourier-, Hilbert- and wavelet-based signal analysis: are they really different approaches?" *Journal of neuroscience methods* (2004)
- Cole and Voytek "Brain Oscillations and the Importance of Waveform Shape." *Trends in cognitive sciences* (2017)
- Cole and Voytek. "Cycle-by-cycle analysis of neural oscillations." *Journal of neurophysiology* (2019)

- 
- Canolty and Knight. "The functional role of cross-frequency coupling." *Trends in cognitive sciences* (2010)
  - Gerber et al. "Non-sinusoidal activity can produce cross-frequency coupling in cortical signals in the absence of functional interaction between neural sources." *PloS one* (2016)

#### Multivariate analyses

- Grootswagers Wardle, and Carlson. "Decoding dynamic brain patterns from evoked responses: A tutorial on multivariate pattern analysis applied to time series neuroimaging data." *Journal of cognitive neuroscience* (2017)
- King and Dehaene. "Characterizing the dynamics of mental representations: the temporal generalization method." *Trends in cognitive sciences* (2014)
- Haufe et al. "On the interpretation of weight vectors of linear models in multivariate neuroimaging." *Neuroimage* (2014)
- Kriegeskorte and Kievit. "Representational geometry: integrating cognition, computation, and the brain." *Trends in cognitive sciences* (2013)
- Naselaris et al. "Encoding and decoding in fMRI." *Neuroimage* (2011)
- Dimigen and Ehinger. "Regression-based analysis of combined EEG and eye tracking data: Theory and applications." *Journal of Vision* (2021)
- Liu, Cable and Gardner. "Inverted encoding models of human population response conflate noise and neural tuning width." *Journal of Neuroscience* (2018)
- Sprague et al. "Inverted encoding models assay population-level stimulus representations, not single-unit neural tuning." *Eneuro* (2018)
- Gardner and Liu. "Inverted encoding models reconstruct an arbitrary model response, not the stimulus." *Eneuro* (2019)
- Kragel et al. "Representation, pattern information, and brain signatures: from neurons to neuroimaging." *Neuron* (2018)

#### Statistics, functional connectivity and more

- Combrisson and Jerbi. "Exceeding chance level by chance: The caveat of theoretical chance levels in brain signal classification and statistical assessment of decoding accuracy." *Journal of neuroscience methods* (2015)
- Maris and Oostenveld. "Nonparametric statistical testing of EEG-and MEG-data." *Journal of neuroscience methods* (2007)
- Sassenhagen and Draschkow. "Cluster-based permutation tests of MEG/EEG data do not establish significance of effect latency or location." *Psychophysiology* (2019)
- Bastos and Schoffelen. "A tutorial review of functional connectivity analysis methods and their interpretational pitfalls." *Frontiers in systems neuroscience* (2016)
- van Diepen and Mazaheri. "The caveats of observing inter-trial phase-coherence in cognitive neuroscience." *Scientific reports* (2018)
- VanRullen. "How to evaluate phase differences between trial groups in ongoing electrophysiological signals." *Frontiers in neuroscience* (2016)

הערכת הקורס - הרכב הציון הסופי :

---

מבחן מסכם בכתב/בחינה בעל פה 0 %  
הרצאה 0 %  
השתתפות 0 %  
הגשת עבודה 0 %  
הגשת תרגילים 30 %  
הגשת דו"חות 0 %  
פרויקט מחקר 70 %  
בחנים 0 %  
אחר 0 %

מידע נוסף / הערות:  
יתכנו שינויים בנוגע להערכת הקורס.