



רשתות עיצביות חורף תשע"ט

רשימת פרויקטונים

בחירת פרויקט: בחרו אחד משני הפרויקטים המתוארים, או הציעו פרויקט משלכם.
הנחיות להצעות לפרויקט שאינו ברשימה: יש להגיש הצעת פרויקט ברורה עד 31.1.2020 כולל תיאור הבעיה, דרך הפתרון המוצע, ונושאים אליהם תתייחסו.

הגשה הפרויקט עד 26.2.2020 (מועד ב של הקורס) - 11.3.2020

הנחיות להגשת פרויקט:

תארו את הרשתות שאתם משתמשים בהם ואת שיקולי התכן.
הקפידו להציג גרפים ברורים כולל צירים.
רשמו מספר לכל איור ותיאור קצר והתייחסו לאיורים בגוף העבודה. לדוגמא: "איור 4: תוצאות סימולציה של רשת".
תארו את התוצאות תוך התייחסות לגרפים ודיון במשמעותם.
הגישו את העבודה מודפסת ושלחו את כל הקבצים הרלבנטיים באימייל (למרצה ולמתרגל).

פרויקט 1: זיהוי של פוטנציאל P300 מאותות EEG

- פוטנציאלי P300 מופיעים כאשר מופיע גירוי (למשל כשרואים אות) משמעותית אבל נדירה. משתמשים באותות אילו כדי לבנות ממשקים בין המוח והמחשב. שימוש ידוע הוא ל"מקלדת" וירטואלית (speller): המשתמש יושב מול מסך עם שורות ועמודות של אותיות שמהבהבות – כאשר השורה או העמודה שכוללת את האות הרצויה נדלק – מופיע במוח אות P300. היו מספר תחרויות לסיווג של אותות P300. נתונים מהתחרות ב 2008 (<http://www.bbci.de/competition/iv/>) נמצאים באתר, הפירוט נמצא בסוף תיאור הפרויקט.
- חשבו את הממוצע לאורך הזמן של האותות בכל אלקטרודה עם ובלי P300 והשוו (הראו השוואה בגרף בודד של לפחות אלקטרודה אחת).
 - בחרו שלוש-שתי שיטות סיווג מהשיטות הרשומות למטה.
 - העריכו את הביצועים של כל שיטה ע"ס 10-fold cross-validation. בכל מקרה בצעו אימון על מספר שווה של דוגמאות מכל קבוצה – ובדקו על שאר הנתונים.
 - בחרו לפחות פרמטר-על אחד, בחנו את הביצועים של הסיווג כפונקציה של אותו פרמטר-על (על דוגמאות אימון ובדיקה), ובחרו ערך.
 - השוו בין הביצועים של שלושת השיטות: האם הביצועים שונים באופן מובהק (השתמשו בבדיקת מובהקות כמו (Wilcoxon rank sum test (scipy.stats.ranksum)
 - דונו בתוצאות והסיקו מסקנות.

שיטות סיווג:

- רשת רב שכבתית עם שכבה נסתרת אחת שמקבלת כניסות אחרי הפחתת סדר ע"י PCA. בחרו לפחות שני פרמטרי-על, בחנו את הביצועים של הסיווג כפונקציה של אותם פרמטרי-על (על דוגמאות אימון ובדיקה), ובחרו ערכים.
- רשת רב שכבתית עם שכבה נסתרת אחת שמקבלת כניסות אחרי הפחתת סדר ע"י אוטו-אנקודר כפול (עם 3 שכבות נסתרות). בחרו לפחות שני פרמטרי-על, בחנו את הביצועים של הסיווג כפונקציה של אותם פרמטרי-על (על דוגמאות אימון ובדיקה), ובחרו ערכים.
- SVM עם קרנלים שונים (לפחות 3 קרנלים).

4. Step-wise linear discriminant analysis (SWLDA): זוהי שיטה שמבוססת על אנליזת בייס, אבל כוללת בחירה אוטומטית של המאפיינים החשובים (ראו: stepwisefit in MATLAB).
5. Long-short term memory (LSTM) במוד של סדרה-לתווית (sequence to label), ראו: <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/examples/classify-sequence-data-using-lstm-networks.html>
6. שיטה נוספת לבחירתכם.

(***) שנו את קצב הדגימה ל-24Hz ע"י resample כדי להפחית את ממד הנתונים.

פירוט הנתונים:

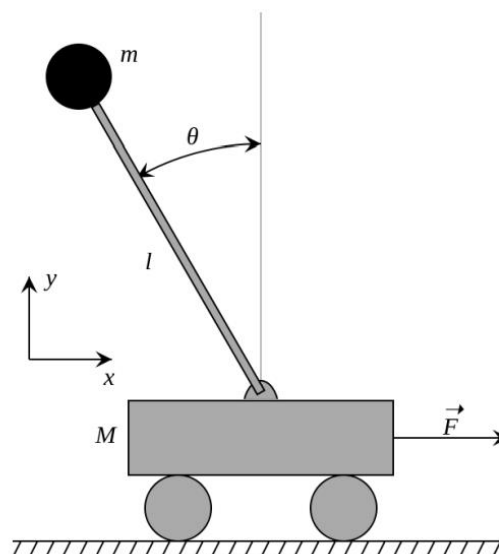
Sampling frequency: $f_s = 240$ [Hz] (***)

Data: N and X are two tensors of size (Number of trials)X(Number of electrodes)X(Number of time samples), which include samples without (larger file) and with (smaller file) P300.

פרויקט 2: זיהוי ובקרה של מערכת לא-לנארית

בתרגיל הנוכחי נפתור את בעיית מוטלת הפוכה בעזרת מספר שיטות בקרה שלמדנו בקורס. הערות טכניות:

- התקינו pycharm: לינק
- התקינו חבילות Matplotlib,gym,numpy: לינק



התרגיל הנוכחי מכיל את הקבצים הבאים:

Cartpole.py הינו סימולטור מ **OpenAi gym**. הסימולטור מכיל את כל הקבועים שאתם צריכים על מנת ליישם את השיטות שלמדנו בקורס. להתחלה בבקשה הריצו את הקובץ ותראו כיצד המוטלת מתנהגת תחת **random controller**.

Lqr.py מכיל את כל הפונקציות החסרות. עבור החלק פתרון בעזרת לינאריות.

***** סעיף 1 מבוטל: אין צורך לבצע פתרון בעזרת לינאריות!!!**

1. פתרון בעזרת לינאריות:

a. בצעו לינאריות למערכת סביב $\theta = 0$ ומצאו את **A,B**. הוסיפו את המטריצות האלה בחלק של **.get_A,get_B**



- b. ממש את הפונקציה `find_lqr_control_input` כפי שראיתם בתרגול, עבור שתי פונקציות מחיר **(cost function)**: אחת שמייצבת את המוט בתחום זוויות הכי רחב, ואחת שממזערת גם את מאמץ הבקרה (עם משקל יחסי לבחירתך).
- c. מצא את הזווית $\theta_{unstable}$ שבה **LQR** כבר לא מצליח לייצב את המערכת (עבור כל פתרון מסעיף b).
- d. הציגו גרפים של הביצועים של שני הבקרים מסעיף b מתנאי התחלה ששני הבקרים יכולים לייצב (גרפים של הזווית של המטוטלת ואות הבקרה כפונקציה של הזמן.)

2. פתרון לא לינארי:

- e. צרו ואמנו רשת עצבית לבקרה של המטוטלת במצב הפוך (זווית אפס) לפי אחת השיטות שמצוינות למטה. אם השיטה כוללת פיתוח ואימון של רשת עצבית למידול המערכת, תארו את טיב החיזוי על דוגמאות אימון ודוגמאות בדיקה.
- f. בחרו לפחות פרמטר-על אחד ובחנו את ההשפעה שלו על $\theta_{unstable}$. שרטטו את $\theta_{unstable}$ כפונקציה של ערך הפרמטר עבור לפחות חמישה ערכים שונים שלו. **מבוטל:** השוו לתוצאה מסעיף 1.c.
- g. הציגו גרפים של הביצועים של אחד הפרמטרים מסעיף f (גרפים של הזווית של המטוטלת ואות הבקרה כפונקציה של הזמן.)
- h. **מבוטל:** השוו בין הפתרון הלינארי והלא לינארי. (ע"ס סעיפים c מול f, ו-d מול g).

שיטות של רשתות עצביות לבקרה:

1. מידול המערכת ואימון רשת עיצבית שתדמה תגובה של מערכת לינארית רצויה. קבעו תגובה רצויה לבחירתכם או השתמשו בהצעה שרשומה אחרי משוואות המערכת.
2. מידול המערכת ואימון רשת עיצבית שתתנהג כמו בקר אופטימאלי (שממזער קומבינציה של השגיאה ואות הבקרה, בחרו את המשקל היחסי כך שהגודל של שני האיברים, השגיאה ומאמץ הבקרה, יהיה דומה)
3. מידול המערכת בעזרת רשת עצבית ושימוש ב **iLQR** על מנת למצוא את הבקר האופטימלי
4. למידה עם חיזוקים **(policy gradient)**.