

מבוא לנוירופוטוניקה – תרגיל בית 1

ההגשה כוללת:

1. קובץ מטלב (Ex1.mat) שמהווה main.
2. קובץ מטלב של הפונקציה הממומשת (CalcNIRS.mat).
3. קובץ PDF הכולל הסברים על אופן המימוש של התרגיל.
4. קישור לגיטהאב: <https://github.com/MichalKatan3/Introduction-to-neurophotonics-HW1.git>

במסגרת התרגיל מימשנו פונקציה לחישוב שינוי הריכוז בהמוגלובין המחומצן (ΔHbO) והלא מחומצן (ΔHbR). לשם כך נעזרנו בשתי הנוסחאות מההרצאה:

$$\Delta OD(\lambda_1) = \left(\varepsilon_{HbR}^{\lambda_1} \cdot \Delta[HbR] + \varepsilon_{HbO}^{\lambda_1} \cdot \Delta[HbO] \right) \cdot L_{eff}$$

$$\Delta OD(\lambda_2) = \left(\varepsilon_{HbR}^{\lambda_2} \cdot \Delta[HbR] + \varepsilon_{HbO}^{\lambda_2} \cdot \Delta[HbO] \right) \cdot L_{eff}$$

ניתן לכתוב זאת בצורה מטריציונית:

$$\begin{bmatrix} OD(\lambda_1) \\ OD(\lambda_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{HbR}^{\lambda_1} & \varepsilon_{HbO}^{\lambda_1} \\ \varepsilon_{HbR}^{\lambda_2} & \varepsilon_{HbO}^{\lambda_2} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta[HbR] \\ \Delta[HbO] \end{bmatrix} \cdot L_{eff}$$

כעת, על מנת לחלץ את העמודה המייצגת את השינוי בהמוגלובין, נכפיל מצד שמאל במטריצה ההופכית למטריצת ε , ונחלק ב- L_{eff} :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{HbR}^{\lambda_1} & \varepsilon_{HbO}^{\lambda_1} \\ \varepsilon_{HbR}^{\lambda_2} & \varepsilon_{HbO}^{\lambda_2} \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} OD(\lambda_1) \\ OD(\lambda_2) \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{L_{eff}} = \begin{bmatrix} \Delta[HbR] \\ \Delta[HbO] \end{bmatrix}$$

בנוסף:

$$L_{eff} = SD \cdot DPF$$

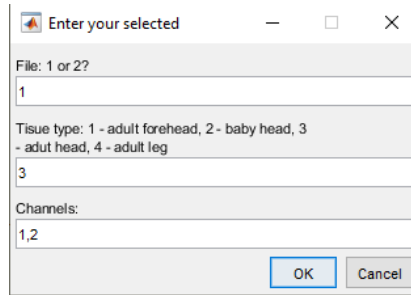
$$OD = \log_{10} \left(\frac{I_0}{I(t)} \right)$$

כאשר I_0 מבטא את העוצמה בזמן $t=0$, ו- DPF הוא הכפלה של ה- DPF הנתון מקובץ ה-`txt` ושל ה- DPF היחסי הנתון מקובץ ה-`csv`.

חישובים אלו ממומשים בפונקציה `CalcNIRS`.

הקובץ Ex1.mat

ראשית הקוד טוען את קבצי ה-`csv` וה-`txt`. לאחר מכן המשתמש נדרש לבחור את הפרמטרים הבאים:



- הקובץ ממנו נלקחת הדאטה, כאשר 1 מייצג את "FN_032_V1_Postdose1_Nback.mat" ו-2 מייצג את "FN_031_V2_Postdose2_Nback.mat". כפי שנראה בתמונה, הבחירה הדיפולטית היא הקובץ הראשון.
- סוג הרקמה, כאשר ניתן לבחור את המספרים 1-4. הערך הדיפולטיבי הינו 3 שמייצג רקמה של ראש מבוגר.
- הערוצים אותם המשתמש רוצה להציג. ניתן לבחור את המספרים 1-20 ולא יותר מ-20 ערוצים סך הכל. הבחירה הדיפולטית הינה ערוצים 1 ו-2.

בהתאם לבחירות המשתמש, ישנה בדיקת קלט המוודאת שהמשתמש הכניס רק קלטים ולידיים. לבסוף ישנו מימוש של הפונקציה CalcNIRS.

הפונקציה CalcNIRS

הפונקציה מקבלת 7 קלטים:

1. dataFile – הקובץ שקיבלנו יחד עם התרגיל ומכיל פרטים על העוצמה, אורכי הגל וכד'.
2. SDS – נתון ששווה ל-3 ס"מ.
3. tissueType – מייצג את סוג הרקמה. יכול להיות אחד מ-4 אופציות: מצח של מבוגר, ראש של תינוק, ראש של מבוגר ורגל של מבוגר. ערך זה נתון לבחירת המשתמש.
4. plotChannelIdx – מייצג איזה ערוצים המשתמש רוצה להציג.
5. extinctionCoefficientsFile – קובץ csv שמכיל מידע על ϵ לפי אורכי גל.
6. DPFperTissueFile – קובץ טקסט המפרט את ה-DPF של כל סוג רקמה.
7. relDPFfile – קובץ csv המכיל מידע על ה-DPF היחסי בכל אורך גל.

הפונקציה נפתחת בלולאת for אשר רצה על האורך של plotChannelIdx, כך הדאטה נלקחת מהערוצים הרלוונטיים. בנוסף חילצנו את פרמטרים כגון אורכי גל, העוצמות הרלוונטיות ו-DPF. לאחר מכן חישבנו את השינוי בריכוז ההמוגלובין בצורה מטריציונית כפי שהוסבר למעלה, כאשר כל חישובי הביניים מבוצעים עבור כל אחד מאורכי הגל.

השלב הבא הוא חישוב ה-SNR על ידי מעבר לתחום התדר, באמצעות התמרת פורייה. בחרנו באופן שרירותי לעשות זאת עבור העוצמה המתקבלת באורך גל מסוים – 760 [nm]. על מנת ליצור ציר x מתאים, חישבנו את dt באמצעות המידע הנתון לנו על ציר הזמן, ולאחר מכן את df באמצעות עיקרון האי-ודאות:

$$\frac{1}{N} = df \cdot dt \rightarrow df = \frac{1}{N * dt}$$

כאשר N מבטא את מספר הדגימות ו-df מבטא את ההפרש בין כל שתי דגימות על ציר התדר f.

לאחר התמרת fft חילקנו אותה ב-N והצגנו את התוצאה בערך מוחלט.

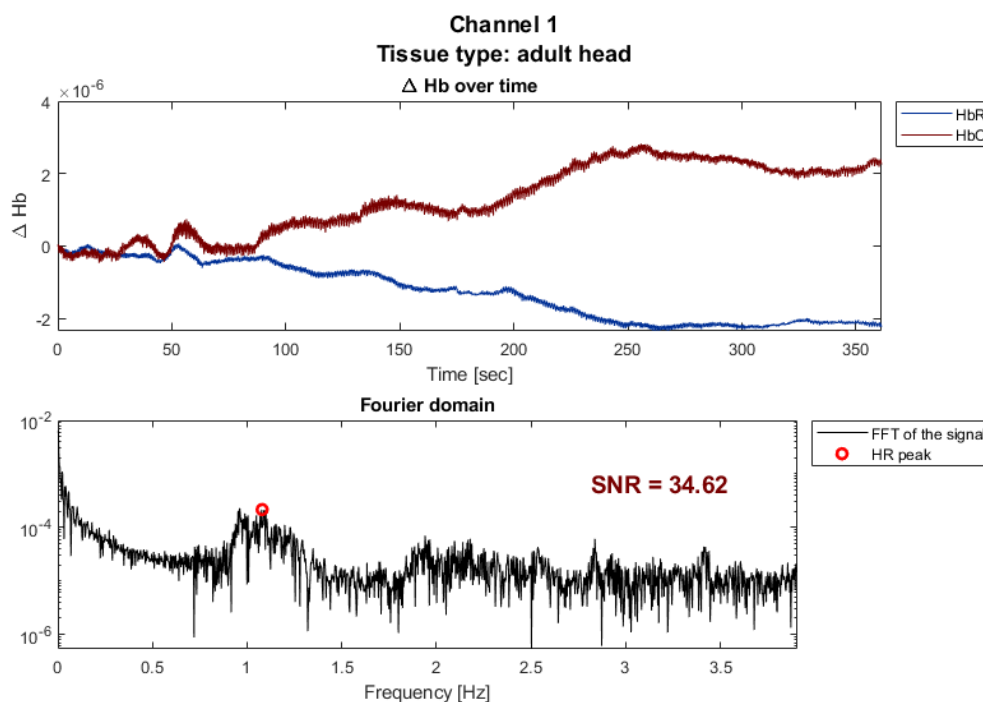
כעת עלינו למצוא את "הפיק" שמבטא את הדופק: לשם כך יצרנו חלון בין $f < 2$ [Hz], המבטא דופק "תקין" של 60-120 פעימות לדקה. את החלון הנ"ל הכפלנו בהתמרה וחיפשנו את הערך המקסימלי. את ערך ה-y של ערך זה הכפלנו ב-2 כדי לתקן את פילוג העוצמה, והתוצאה מבטאת את ערך ה-signal בחישוב ה-SNR.

כדי למצוא את "הרעש" עשינו ממוצע על כל התדרים שבין 2.5 הרץ עד הסוף (יותר נכון לומר, עד אמצע הציר, לו קראנו f_max בקוד) ואז חישבנו את ה-SNR.

השלב האחרון הינו הצגת הגרפים. עבור כל ערוץ ישנה הדפסה של 2 גרפים-subplot: גרף המבטא את שינוי ריכוז ההמוגלובין, וגרף של התדר (ללא ערך ה-DC). על גבי הגרף השני מופיע אוטומטית חישוב ה-SNR.

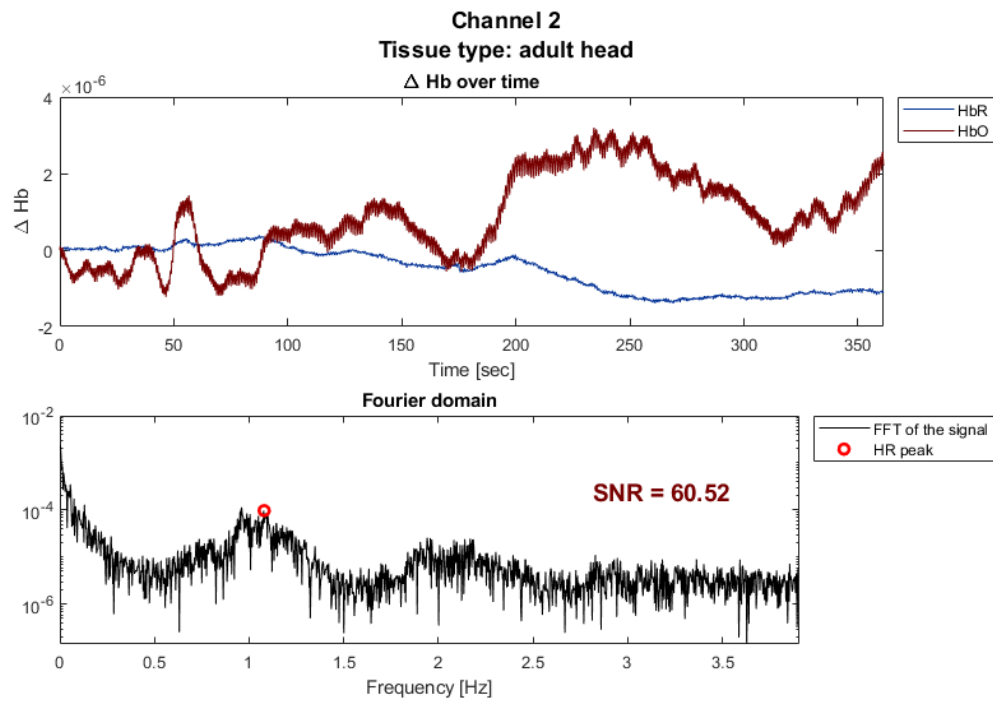
כפי שהתבקשנו – עבור רקמה של ראש מבוגר מתוך הקובץ הראשון, קיבלנו את הגרפים הבאים:

ערוץ 1:



ערוץ 2:

מיכל קטן (206799793)
חנה שפירא (314762006)



כאשר על גבי כל גרף מצוין ה-SNR שחושב והפיק של הדופק שנמצא.