

תרגיל 3: להגשה עד 21.04.22, יש לכם 3 שבועות. נא לזכור לכתוב מספרי תעודות זהות ושמות. יש להגיש קובץ PDF וכן את הקוד.

1. נתון אות קבוע המכיל רעש לבן. פי כמה תקטן סטיית התקן של הרעש ובכמה ישתפר ה-SNR אם:
 - a. חזרנו ומדדנו 100 פעמים ומצענו
 - b. מיצענו את האות עם חלון מלבני בגודל 100 בזמן
 - c. מיצענו את האות פעמיים עם חלון מלבני בגודל 9

* כל החלונות מנורמלים (סכום המקדמים הוא 1)
2. כתבו פונקציה לחישוב CC (crosscorrelation) ובדקו אותה על ידי השוואה עם הפונקציה XCORR. שימו לב להגדרות הפונקציה xcorr.
 - a. חשבו ידנית ובדקו בעזרת הפונקציה שלכם את ה-CC בין [1 2 3] ל [4 5 6]. הראו את החישוב.
 - b. הפריכו את הטיעון ש: $f * g = g * f$ על ידי דוגמא והסברו מהו השיוון הנכון ולמה.*
 - c. העריכו כמה פעולות כפל דורש חישוב CC כפונקציה של מספר הנקודות בכל אות?
3. נתון האות: $x = \sin(20 * \pi * t) + \text{rand}(1, \text{length}(x)) * 5$, $t = 0:0.01:2-0.01$
 - a. ציירו את האות הזה. האם ניתן להבחין בתדירות של האות?
 - b. החליקו את האות בעזרת חלון מלבני באורך 5 (השתמשו בקוד שכתבתם לשאלה 2)
4. בכיתה הראנו שהקרנל לחישוב נגזרת ראשונה בעזרת ה-CC הוא [1 -1]. נתון אות כלשהוא f.
 - a. חישוב נגזרת ראשונה
 - b. חישוב נגזרת שניה (רמז: קונבולוציה היא אסוציאטיבית כלומר $(f * g) * h = f * (g * h)$)
 - c. החלקת אות בעזרת מלבן באורך שתי נקודות וגזירתו (רמז אותו רעיון כמו ב b)
 - d. חישוב סכום שני איברים עוקבים פחות שני האיברים העוקבים הבאים
5. צרו שני אותות סינוס באותה תדירות של אחד הרץ אך עם הפרש פאזה ביניהם של 45 מעלות. דגמו את שני האותות בקצב של 100 בשנייה למשך 10 שניות.
 - a. ציירו את שני האותות הדגומים כל אחד בגרף אחר.
 - b. ציירו בגרף חדש את התוצאה של ה-CC בין שני אותות אלו
 - c. תארו **מילולית** כיצד ניתן לגלות את הפרש הפאזה (כלומר בכמה מעלות) ביניהם בעזרת התוצאה של ה-CC ביניהם.
 - d. הסברו למה מקבלים פיקים בגבהים שונים

e. חשבו את תדירות הפיקים והסברו מה הקשר בין התדירות הזו לתדירות של האותות האלו ולמה.

6. מימוש של SHAZAM: מצורפים (do: load ccMusic) שלושה וקטורים של שלושה שירים שנדגמו בקצב של

$F_s = 44100 \text{ samples/second}$

כדי לנגן אותם אפשר לכתב במטלב את הפקודות הבאות למשל:

`sound(yHurt,Fs)`

נתון גם וקטור `ySnip` שמכיל קטע של שניה אחת מאחד השירים הנ"ל.

השמיעו אותו ונסו לנחש מאיזה שיר (זה קל).

a. חשבו את ה CC בין הקטע הלא ידוע לכל השירים בעזרת הקוד שכתבתם ומצאו באיזו cc יש את הפיק הגבוה ביותר. השיר עם הערך הכי גבוה ב CC הוא הניחוש שלכם לשיר. האם צדקתם?

b. חשבו לאחר כמה זמן מתקבל הפיק. ציירו את ה cc כפונקציה של הזמן (צרו ווקטור זמן `t` בקצב דגימה F_s ובאורך `cc`).