

אוני חיפה, החוג למדעי המחשב - אביב תש"ע

10/3/10

## דחיסת קול ותמונה - תרגיל 1

- את התשובות יש לשלוח בדוא"ל: [targil.haifa@gmail.com](mailto:targil.haifa@gmail.com) כולל קובץ טקסט וקבצי Matlab נלווים.

- בראש העבודה יש לרשום בצורה ברורה: "קורס: דחיסת קול ותמונה" ואת שמות ות.ז. של המגישים.

- יש לבצע בזוגות (או בודדים) בלבד.

- נא לצרף לקוד הערות מסבירות!

- כל השאלות מנוסחות בלשון זכר מטעמי נוחות בלבד!

- SPDemo: ניתן לטעון את התכנה באתר: <http://sipl.technion.ac.il> ב- Downloads

- הגשה עד: 9/4/10

### א': קצת 'חשבון' לחימום הקנה

1. בהתייחס לפונקציית האוטוקורלציה:

$$r_k = \sum_{n=0}^{N-k-1} x_n x_{n+k} \quad k = 0, \dots, N-1$$

ובהנחה כי האות מתאפס מחוץ לתחום שבין 0 ל-(N-1), הוכח כי סימטרית, כלומר, הוכח כי  $r_k = r_{-k}$   $k = 0, 1, 2, \dots, N-1$ .

2. הסבר (או הראה בצורה גרפית, אין חובה להוכחה פורמלית) מדוע פונקציית האוטוקורלציה מקיימת את התכונות הבאות:

א. המקסימום הגלובלי שלה מתקבל ב  $k=0$  והוא שווה לאנרגיית האות.

ב. אם האות  $x(n)$  מחזורי במחזור  $P$ , מתקבלות מקסימות מקומיות ב-  $0, \pm P, \pm 2P, \pm 3P, \dots$

ג. הסבר למה משמשים התכונות סעיפים א' ו-ב' בחישוב ה- Pitch.

### ב': שאלות כלליות בקידוד דיבור

1. הסבר את ההבדל העקרוני בין קידוד DPCM לקידוד PCM.

2. נניח כי עליך להחליט באיזה שיטת קידוד להשתמש לרעש לבן (Random Noise) באיזה מקודד תשתמש - PCM ? DM ? DPCM ? נמק.

3. מה יתרונות וחסרונות השימוש ב- DPCM לעומת ADPCM ? יש לנמק.

4. יש להשוות את ביצועי חזאי DPCM פשוט לחזאי המבצע מיצוע של 3 דגימות אחרונות. השווה על אות הכניסה הבא:

$$X(n) = [100, 101, 103, 106, 110, 108, 105, 100, 102, 105]$$

(ניתן להניח שהדגימות הקודמות כולן בעלות הערך: 100)

## ג': SPDemo

1. טען את הקובץ `lathe.wav`. בעזרת העכבר (לחצן ימני) מצא בכמה סיביות לדגימה (bits-per-sample) מיוצג הקובץ.
2. כעת, בצע כימוי PCM ל-15 סיביות ומטה עד לייצוג בסיבית אחת. הצג בעזרת גרף (ע"י Excel או Matlab) את השתנות ה-SNR בהתאם למספר סיביות הייצוג.
3. הבט בתמונת אות ההפרש המתקבלת בכל פעם, והאזן לאות המכומת ולאות ההפרשי: האם איכות האות תואמת לרמת ה-SNR המתקבלת? האם ניתן להסיק מסקנה לגבי הרזולוציה האמיתית של האות המקורי בקובץ?
4. טען את הקובץ המצורף `lathe.wav` לתוכנת ה-SPDemo ובצע ADPCM ב-5bit, בצע את אותו הקידוד ל-`vega.wav` (נמצא בספריות התוכנה) מצא הסבר להבדלי ערכי המדד SNR בין שני הקידודים.
5. בצע קידוד בשיטת PCM לשתי הדגימות ב-6bit, שוב הסבר את הבדלי ערכי המדד. האם קימת התאמה בין תוצאות ADPCM ל-PCM? הסבר מדוע.
6. השתמש בשני קטעי הדיבור: `female.wav`, `male.wav` הנתונים לצורך אנליזת LPC תחת: SPDemo
  - א. בחר מקטע (segment) קולי ו-א-קולי בכל אחד מהקבצים, בצע אנליזת LPC (בחר: Use Autocorrelation method). כמה פורמנטים ניתן לזהות בברור בכל אחד? נסה לאפיין כל אחד מהקטעים ולעקוב אחרי השתנות הפורמנטים וה-Pitch לאורך מילה שלמה (אם קיימים). האם ניתן לאפיין הבדלים בין קול גברי לנשי בעזרת בדיקה מסוג זה?
  - ב. הקליטו את עצמכם אומרים מילה כלשהיא הכוללת אזור קולי ואזור א-קולי. הדגימו על הקלטת הקול: (דיגמו בקצב של 16KHz) – אילו ערכי Pitch אתם מגלים? כמה פורמנטים ואיפה? (יש להראות את האות, לסמן עליו את האזורים הקולי והא-קולי)

הערה: כדי לראות תצוגת LPC יש לעבור למצב Segment Mode באמצעות "עכבר ימני"

## ד': וקצת MATLAB

1. כתוב את הפונקציה: `function s=snr(in_vec, out_vec)`
    - א. המחשבת את יחס האות לרעש בין שני וקטורים. כתוב תכנית `main1.m` שתבצע מדידת SNR בין שני קבצי קול המצורפים (`lathe-lpf.wav`, `lathe.wav`), בעזרת הפונקציה הנ"ל. איזה עיבוד עבר לדעתך הקובץ המקורי? מה משמעות תוצאת ה-SNR שקיבלת?
    - ב. בסביבת SPDemo: יצר בעזרת המודול Noise רעש גאוסי בערכים: 0, 5, 15dB, שנוסף לאות המקורי `lathe.wav`. עבור כל מקרה, מדוד את ה-SNR של האות בעזרת:
      - א. תכנית Matlab שייצרת (תכנית הדגמה: `main2.m`)
      - ב. מודול מדידת איכות ב-SPDemo: QEval (ללא סימון Segmental SNR)!
      - ג. כמו בסעיף ב', הפעם בסימון Segmental SNR. בחר שתי אפשרויות חפיפה (Overlap): 0, 50%, ובצע מדידה בלפחות 5 אורכי סגמנט: 10mSec .... 2000mSec
- \* ניתן להציג את התוצאות בעזרת פקודת PLOT של Matlab כולל הצגת מספר גרפים על אותה מערכת צירים (ע"י HOLD).

ד. הסבר את ההבדלים המתקבלים במדידות בין 3 אופני המדידה הנ"ל – בסעיפים א'-ב'-ג'. ניתן להיעזר באופיינים (גרפים) של השוואות –רצוי ומומלץ בסביבת Matlab.

ה. מתי המדידה בסעיף ג' קרובה ביותר לזו בסעיף ב' ? למה ?

צייר (ב- Matlab !) את 3 אופייני המדידה המתקבלים, והסבר את ההבדלים במדידות. מתי המדידה קרובה ביותר לזו בסעיף ב' ? למה ?

ו.

עבור שני החזאים מסעיף ב-4 (DPCM), וחזאי מיצוע 3 דגימות אחרונות) יש לכתוב תכנית `main3.m` המבצעת את שני אופני החיזון, מחשבת עובר שניהם את שגיאת החיזוי ומציגה את שתי שגיאות החיזוי בצבעים שונים על אותו `plot`. את התכנית יש להפעיל על קובץ הדיבור האמיתי `lathe` ! (יש להניח לשם החישוב ששלוש הדגימות "הקודמות" זהות לדגימה הראשונה). כמוכן, יש להסביר את התוצאה ולהסיק מסקנה !

שימו לב: בכל מקרה בו אתם נדרשים לכתוב פונקציית Matlab אתם מתבקשים להדגים את פעולתה ע"י תכנית `mainX.m` (X: מספר הסעיף המתאים) מתאימה, מתועדת ומלאה – טוענת את הקבצים, מציגה תוצאות נומריות וגרפיות, וכו'. בכל מקרה אחר התכנית לא תיבדק !

**בהצלחה !**