

סמסטר ב' תשס"ט, מועד א', 29/6/09  
 משך הבחינה: שתיים וחצי

בחינה בדחיסת תמונה וקול  
 תומר עזר: מותר

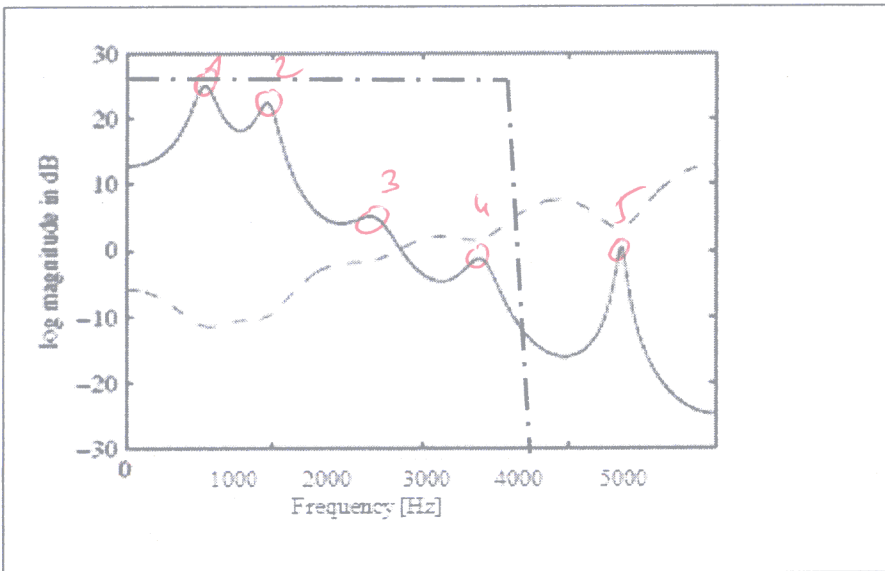
מס' מחברת: \_\_\_\_\_

כללי:

- עבור כל השאלות -
- יש לרשום את התשובות הסופיות במסגרות ובשורות המיועדות לכך.
- את החישובים וההסברים יש לכתוב בגוף המבחן.
- אם יש צורך בשטח נוסף: נא להפנות בצורה ברורה לדף המתאים במחברת הבחינה!
- המבחן כתוב בלשון זכר מטעמי נוחות בלבד - ואיתכן הסליחה ☺

**בהצלחה !**

**1. דחיסת דיבור (35 נק')**



הנח אות דיבור בעל המעטפת הספקטרלית הנתונה (בקו רציף! יש להתעלם מהקו המקווקו!)

אות זה צריך לעבור דרך קו טלפון בעל רוחב פס העברה בין: 0-4KHz (מסומן בקוים ישרים: קו-נקודה)

האות הזמני מחולק לסגמנטים בני 40mSec והקצב המירבי של הערוץ הוא 2000 [bit/Sec]

א. כמה ומהם הפורמנטים הנמצאים בתחום ההעברה הנדרש, ליישום הנ"ל, ואילו נתונים יש להעביר עליהם כדי לקודד את המעטפת הספקטרלית הנתונה? (יש גם לסמן על גבי האיור)

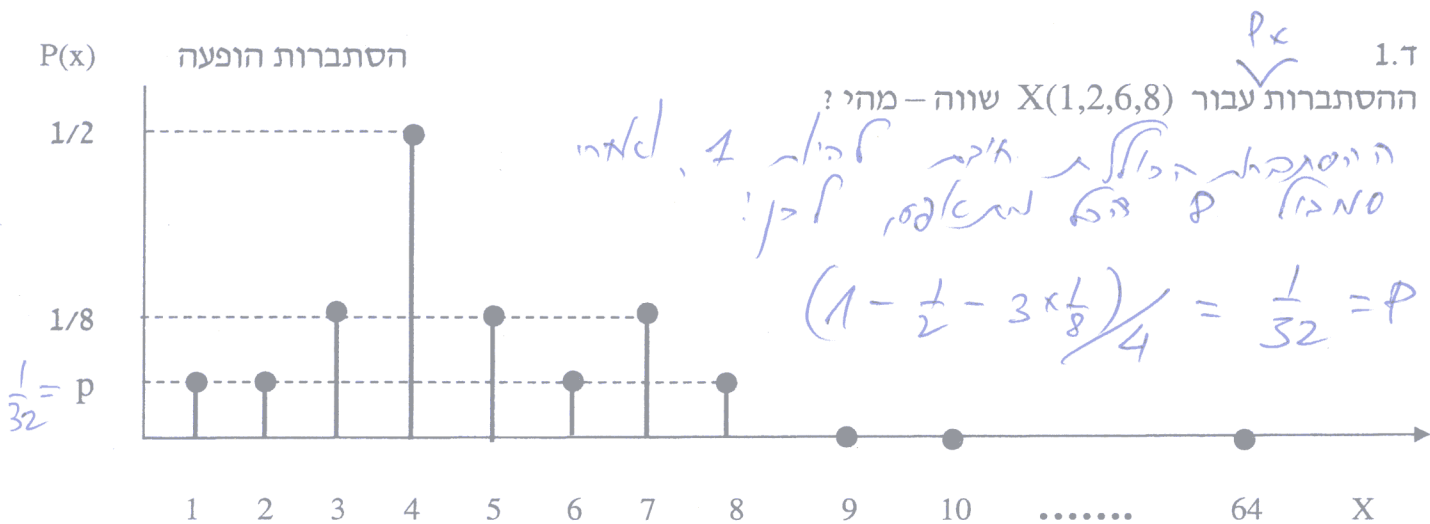
5 נק'

האלגוריתם הנ"ל יבצע 5 פורמנטים, שיש רק ארבעה  
 פורמנטים הרוחב של 4KHz.  
 בני ארבעה אלגוריתם הספקטרי - (לצורך יעילות דיבור)  
 צריך לראות את המסלול הנ"ל: אוקט, אחת ארבעה  
 (ע/צמ"ה מפורטת, וחס"ה ארבעה ארבעה)





ד. כעת, אנו רוצים להקטין את קצב הסיביות בערוץ עד לקצב המירבי של הערוץ, ורוצים לבצע כימוי של הפרמטרים הנשלחים. נניח שעבור אחד מהפרמטרים מסעיף ג' (לא משנה איזה מהם) קיימת פונקציית פילוג ההסתברות הבאה:



2.ד. לכמה סיביות תכמת את הפרמטר הזה אם ברשותך מכמת לינארי (אחיד)?  
יש 8 סיביות בסה"כ, ולכן נקראים יך  $\sqrt{3}$  סיביות.  
כדי לקבוע האם קיבוצ' א' יעיל מסת.

3.ד. לכמה (בממוצע) אם באפשרותך להשתמש במקודד האפמן? (יש לתכנן מקודד האפמן !!)

Symbol #	$P(x)$	Huffman Code
1	$1/32$	01001
2	$1/32$	01010
3	$1/8$	011
4	$1/2$	1
5	$1/8$	<del>0001</del>
6	$1/32$	01000
7	$1/8$	<del>0000</del>
8	$1/32$	01000

Handwritten notes in the middle of the table:  
 באינ'ם באסיק'ה  
 על מנתן בסיס.  
 אם הייחל'ם אית  
 1 האסיק'ה  
 0 האסיק'ה  
 לקבול →

At the bottom, circled:  $R = \sum_i P_i \cdot L_i = 2.25 \text{ bit/symbol}$

ה. מהו הגבול התחתון (התאורטי) של דחיסה ללא עיוות אליו ניתן להגיע עבור הפרמטר מסעיף ד'?

הקצב היעיל הוא האנטרופיה

$$H = - \sum_i p_i \log_2 p_i = \dots = 2.25$$

במקרה פרטי זה, קיבלו האות מסעיף ד' האנטרופיה (מטריצה) שלה, ולכן קיימה ארכיום ללא אובדן

ו. מהו הקצב הכללי של הערוץ לאחר ביצוע הכימוי בסעיף ד' ?  
מהו הקצב הכללי אם נבצע אותו כימוי לכל הפרמטרים הנשלחים ?

אם ל-8 נתונים מחשבים אקראיים 8 ביט, ואלהם מקצים (בממוצע!) 2.25 ביט קצב:

$$25 \times (8 \times 1 + 1 \cdot 2.25) \approx 2656 \text{ b/sec}$$

כלומר, צריך ציוד אקראי!

ב) אם לפיכך נבין אלה קיבלו, נקבל:

$$25 \times (14 \times 2.25) = 787.5 \text{ b/sec}$$

אם הייתה ניהול אקראי זה, אפילו אילו

משני סוגי מקרים

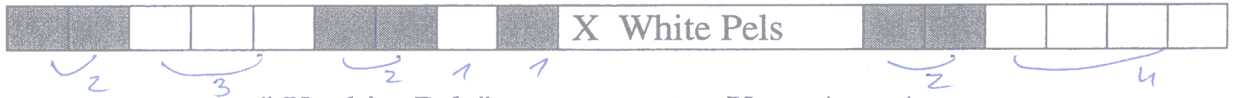
דחיסת תמונות (30 נק')

2.

2.1 דחיסת פקס

10 נק'

א. נתונה שורת פיקסלים של סיבית אחת (שחור-לבן) המיועדת לקידוד פקס בשיטת MH (Modified Huffman) ברזולוציה סטנדרטית רגילה של תקן G.3:



מהו מספר הפיקסלים הלבנים X באזור המסומן "X white Pels"?

סיה סטנדרטית הנה 1728 פקסלים  

$$X = 1728 - (2+3+2+1+1+2+4) = 1713$$

יש להשתמש בטבלאות הקידוד שניתנו בכיתה על מנת לקודד את השורה המלאה ולחשב את יחס הדחיסה המתקבל עבור שורה זו.

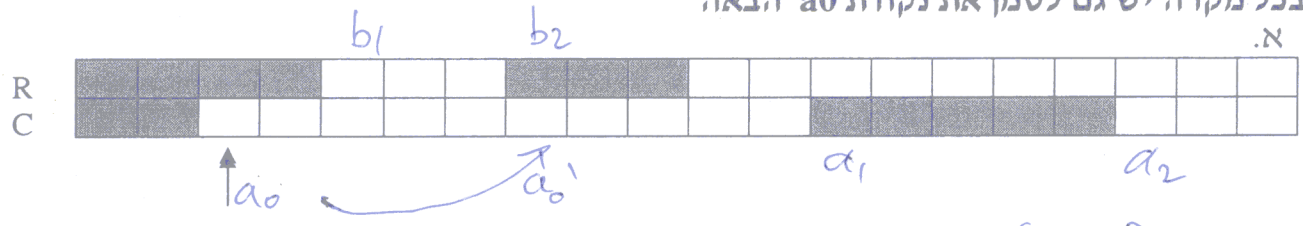
קודד סיה שלמה פקס MH:

2B	3W	2B	1W	1B	1713W	2B	4W	EOL
11	1000	11	000111	010		11	1011	0...0, 1 12
					1664+49			
					011000	01010010		

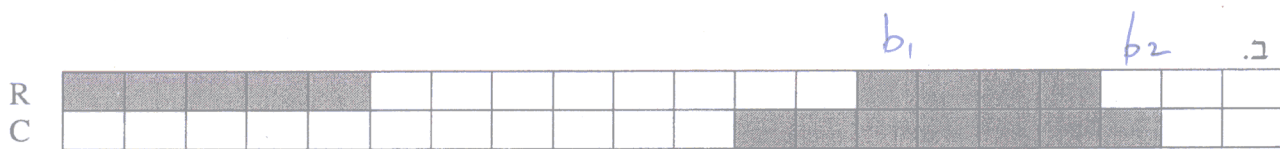
סיה: 37 סיביות + 13 פקסלים EOL = 50 סיביות  

$$R = \frac{1728}{50} = 34.5$$

- ב. עבור כל אחת מהשורות הבאות יש לסמן את:  $a_0, a_1, a_2, b_1, b_2$  ולהסביר באיזה Mode של קידוד צריך להעביר אותן (Pass / Vertical / Horizontal):
- (R: Reference line, C: Coding line, Arrow: Current coding point)
- החץ מסמן את הנקודה בה מתחילים לקודד - עד אליה המידע כבר קודד!
- בכל מקרה יש גם לסמן את נקודת  $a_0$  הבאה.



- הקלט  $(b_1, b_2)$  (מקום) בין  $(a_0, a_1)$  אליו של Pass Mode.
- $a_0$  חלוקה של  $b_2$  הוא אולי למטה  $b_2$  חלוקה.



$a_0$   $\rightarrow$   $a_1$   $a_2$   
 -  $a_1$  במיקום 2 נקודה -  $b_1$  וכן אחריו  
 נמצאים Vertical Mode במצב הסף (-2)  
 - אולם הבא  $a_0$  חזרה למיקום של  $a_1$  הנמצא

2.2 במקודד מסוג LOCO קיים תהליך כימוי (קוונטיזציה) של מספר הקונטקסטים. יש להסביר בקצרה:  
 א. איך מסייעת החלוקה לקונטקסטים לתהליך הקידוד

10 נק'  

התהליך לקונטקסטים מסתמך על התנהגות של סטטיסטיקאים בראי  
 עבודה קצרה יש שגיאה חזרה במידה שאם סטטיסטיקאי  
 קצרה. לכן, בונים קונטקסטים חדשים של סטטיסטיקאים במידה  
 מסוימת אצל מנהל קצרה, קצרה באלמנטים, ולפי אופן  
 קצרה קצרה של הסטטיסטיקאים אצל היועץ בין הסטטיסטיקאים  
 שלהם אצל הסטטיסטיקאים של קונטקסטים שלים, קצרה  
 שחלקם הובא סביר.

ב. איך מסייעת הקוואנטיזציה של הקונטקסטים לתהליך הקידוד ?

אלא קוואנטיזציה של קונטקסטים הינו מקבילם  $2^3$  של  
קונטקסטים סינים - זה מסביר עובדם של מילים "רור  
קונטקסטים "צרים" מאד (שם רור) אבל נצטרך  
עבודה עבודה מאד לאבדן שלבים, ואם יהיה  
מיליארד של קונטקסטים רבים יגיע סטטיסטיקה של  
דומה מאד.

ג. בתהליך שהכרנו בכיתה קיימת קוואנטיזציה ל-728 קונטקסטים שונים. איך ניתן להגיע  
ליותר או פחות קונטקסטים, ומה יתרונות וחסרונות ריבוי או מיעוט קונטקסטים ?

כאשר יטמא עסקה בימי אפריל או יולי א-9  
היאלו שהצגנו בכתב.

רובי קונטקסטים (מספר 728) "רור" קונטקסטים צרים  
יובו אלמנטים ילמי, אבל יגפנו קונטקסטים יובים  
קואים זה אלה, ומהאלו האבסון והאלו. (כ"ר אהליך יגפנו  
' היה אבסון ילמי).

- הורגו מסני קונטקסטים אלוהי אלוהי אלוהי  
"מפיק" מרי" ואלו אבסון אלמנטים, כך שהצגה  
מהמאורץ שלם גרור ורצונן ילמי סביל אהליך

5 נקי

2.4 בדוחס JPEG הממומש ברכיב חמרה השימוש בהתמרת DCT מבטיח שלא יהיה אבדן מידע שכן ההתמרה הינה הפכית.  
נכון / לא נכון (יש להקיף בעיגול ולהוסיף הסבר: אין הסבר אין ניקוד !)

פיין שפה קאם JPEG יש לו כו"א, וזנה התקן  
כל מפתחים מודע, ולא קדוץ ההתמרה

5 נקי

2.5 בתמונה העוברת בדוחס JPEG נמצא בלוק בגודל  $8 \times 8$  שכל הפיקסלים ערכם 100. במצב זה מובטח שכל מקדמי ה-AC מתאפסים, ערך מקדם ה-DC יהיה 100, והוא ישוחזר ללא עיוות כלל.  
נכון / לא נכון (יש להקיף בעיגול ולהוסיף הסבר: אין הסבר אין ניקוד !)

בין מקדמי ה-AC והמקדמי ה-DC יש הבדל, זיק מקדם  
ה-DC הוא יחיד 100 ולא מקדם גבולות.  
המקדמי ה-AC הם שפה של גבולות שונים  
ולא של - אלא, בין שפה של גבולות  
לגבולות הוסיף ולא בשלם קרי אלא !



3. שאלת בונוס

בדוחס מבוסס Wavelets, התמונות ברמות הגבוהות (לאחר LPF בשני הכיוונים) מוקטנות לעומת הרמות הראשונות ביחס  $2^N$  (כאשר N הוא מספר הרמה). אי לכך, לתמונות ברמות הנמוכות ניתן לעשות כימוי חזק יותר ללא השפעה ניכרת על איכות התמונה המשוחזרת.

נכון לא נכון (יש להקיף בעיגול ולהוסיף הסבר: אין הסבר אין ניקוד !)

ברמה הנמוכה אין הרזולוציה גבוהה יותר לבצע  
כיווני דחיסה (כמו בפיירמה  $G=2$ )  
בין ~~הרמות~~ הרמות הנמוכות ברמה אלו  
משפיעים יותר על הפיטים הקטנים בילוי והם  
אין אובייקטים ברזולוציה גבוהה שאינם משפיעים  
על קולור ואלו סביבם.

דחיסת וידאו (35 נק')

4.

נגדיר דוחס וידאו ששולח את המידע בשני ערוצים נפרדים ומקבילים:  
בערוץ אחד נשלחות רק התמונות הזוגיות, כלומר כל תמונה שניה (0,2,4 ...), דחוסות  
Intra, ובערוץ השני שתי אפשרויות:

1. נשלחות תמונות ההפרש של התמונות שלא נשלחו בערוץ הראשון (כלומר, התמונות האי-זוגיות!), לעומת התמונה הקודמת - זו שכן נשלחה, עם קיזוז תנועה בבלוקים בגודל [4,4].
2. לא נשלח כלום

התמונות הן בגודל 512x512 ובקצב של 25 תמונות לשניה (25fps). חיפוש התנועה המתבצע הוא בחלון מירבי של [-8,8] לכל כיוון. עבור הערוץ של תמונות ה-Intra ניתן להניח דחיסה ממוצעת של 10:1. המידע בערוץ השני לא עובר דחיסה.

א. מהם היתרונות והחסרונות של שיטה 1 לעומת שיטה 2?

5 נק'

חסרונות	יתרונות
<p>- ס'כ'ל/ג'ל ג'ב'לה ב'ת'ן/ת'ר</p> <p>- נ'ר'ים ע'ר'ף ג'ר' נ'ב'ל</p> <p>ג'ב'לה י'ל'ט ע'ס'ן א'ל'ת'ים</p> <p>י'ל'ט ס'כ'ל/ג'ל</p> <p>(Bit-Rate)</p> <p>- י'ל'ט ה'ש'ה ל'ט מ'ס'ת'ר</p> <p>ג'ר' ע'ס'ן</p>	<p>- א'י'ל'ט מ'ס'ל'ט'ר</p> <p>כ'ל'ן א'ל'ת'ר'ים ע'ס'ן</p> <p>מ'ס'ל'ט'ר ה'י'פ'ים א'ל'ט</p> <p>מ'ס'ת'ר'ים י'ך ה'מ'ס'ל'ט'ר</p> <p>ה'ז'ל'ט'ר</p> <p>- ה'י'פ'ים ע'ס'ן א'ל'ט מ'ס'ת'ר</p> <p>ג'ב'לה ג'ב'לה.</p> <hr/> <p>מ'ס'ל'ט'ר: מ'ס'ל'ט'ר ע'ס'ן י'פ'ים</p> <p>ע'ס'ן ה'י'פ'ים ה'ז'ל'ט'ר</p>

ב. נתון בלוק מסוים בתמונה מס' 1 :  
(תמונה שנשלחת בערוץ השני כתמונת הפרש!)

110	107	105	100
105	103	100	95
105	100	95	90
105	100	100	90

עבור וקטור תנועה  $[0,0]$   
נמצא בתמונה 0 הבלוק הבא :

108	105	106	102
105	100	99	96
104	101	95	92
106	100	98	92

בהמשך בוצע חיפוש תנועה מלא על כל שאר המיקומים האפשריים, וביניהם, האופטימלי התקבל במיקום  $[dx, dy] = [3,2]$  במיקום זה נמצא הבלוק הנתון :

110	104	105	102
104	103	101	95
105	98	95	92
104	100	101	90

האם במקרה זה החיפוש המלא אכן נותן תוצאה טובה יותר משימוש בוקטור תנועה אפס ?  
הראה את דרך החישוב ואת תוצאתו בכל מקרה

הפסד אלקטרוניקה 20

2	2	-1	-2
0	3	1	-1
1	-1	0	-2
-1	0	2	-2

SAD = 21

הפסד אלקטרוניקה 20

0	3	0	-2
1	0	-1	0
0	2	0	-2
1	0	-1	0

SAD = 13

אלן החיפוש המלא למי  
הכי טוב

SAD נמוך יותר

ג. מהו סה"כ קצב המידע (סיביות לשניה) שייצטרך המקודד לשלוח למקלט עבור אופציות 1 ו-2 המוגדרות בתחילת השאלה?

צבוי לקרה (2), רחב היציא הנמצא:

$$X = \left( \frac{25}{2} \times (512 \times 512) \times 8 \right) / 10$$

אופציה  
 אופציה  
 אופציה  
 אופציה

צבוי לקרה (1)

(זיהוי אופציה האקזיסטנציאלית x אבזולו:

אופציה האקזיסטנציאלית שליד גמאון הפינל:

$$(512 \times 512) \times 8 \times 12.5$$

אחראי גם להוספת אקטורי גטאיה!

יש כאלו האקטורים 4x4 גמאון 512x512

אזכור יש 128 אקטורי גטאיה

(x, y) סדרות 16 סיביות אנה

אחסן 128 אקטורי גטאיה

ד. עבור שיטה 2 (נשלחות רק תמונות Intra, כל תמונה שניה) - הצע שיטה לשיחזור התמונות "החסרות" בצד המקלט. הדגם שיטה זו על הבלוק הנתון.

- במקרה הנתון - איזו שיטה נתנה שיחזור טוב יותר ל"בלוק החסר" מתמונה מס' 1 ?
- מהי הסיבוכיות של השיטה שהצעת לעומת זו של שיטה מספר 1 ?

השיטה הישנה היא היפוך והיא אין האסגיה  
 ייחודית, ובכך זה יחזור לא יחס כי אין הוא  
 גלוי בין מסגרי הקבוצה, איננו אלא חוסר  
 מתקדם יותר ובלבד אנליזה בין מסגרי  
 לפני אחר - גלוי סביב קבוצה  
 (לא במידת גלוי סבירה!) (אויבאל)  
 בלבד - אנליזה  
 ניתן עם פניה לבחין "חבאים" יחידים  
 גלוי וקלוי גלוי הקבוצה זה סגור  
 גלוי Intra גלוי האסגיה  
 סגור, גלוי הקבוצה - חוסר גלוי  
 גלוי חוסר גלוי. יש סגור חוסר  
 חוסר גלוי זה סגור חוסר  
 Reverse Complexity Coding  
 סגור גלוי סגור, חוסר גלוי חוסר  
 חוסר גלוי חוסר חוסר