

多媒體資訊概論 (2022) Quiz #3 總分 76 分

先發題目卷 30 分鐘內 Open-book，之後發答案卷作答至 12:00 close-book

1. (10%) 一套資訊系統有 4 個符號 ABCD，如以固定長度編碼，可用 2bits 表示這些符號。今欲傳送之訊息為 CCCC CCCC CCCA CACA CABD，如此，這 20 字元訊息的總長度為 40 bits. 如果以 Huffman Coding 進行可變長度編碼，試問(1)每個符號的平均編碼長度為多少 bits ? (2)該 20 字元訊息編碼之後的壓縮率為多少 ?

[Ans]:

符號	A	B	C	D
次數	4	1	14	1
#bits	2	3	1	3

$$(a) (2 \times 4 + 3 \times 1 + 1 \times 14 + 3 \times 1) / 20 = 28 / 20 = 1.4 \dots \# \text{bits}$$

$$(b) 40 / 28 = 2 / 1.4 = 1.4285714\dots \doteq 1.43$$

2. (15%) 承上題，如果改用 LZW 編碼，將訊息壓縮傳送，(a)請完成以下編碼過程 (10%)，(b)假設這套系統設定字典長度為 $2^5=32$ entries，請計算該 20 字元訊息編碼之後的壓縮率為多少？(5%，算到小數第二位)

s	C	Output	Code	String
			0	A
			1	B
			2	C
			3	D
C	C	2	4	CC
C	C			
CC	C	4	5	CCC
C	C			
CC	C			
CCC	C	5	6	CCCC
C	C			
CC	C			
CCC	C			
CCCC	C	6	7	CCCCCC
C	A	2	8	CA
A	C	0	9	AC
C	A			
CA	C	8	10	CAC
C	A			
CA	C			
CAC	A	10	11	CACA
A	B	0	12	AB
B	D	1	13	BD
D	<EOF>	3		

(a) 以上黑框之內每列 2 分，只要部份答對給 1 分(空格也算)

$$(b) 40 / (11 \times 5) = 0.7272 \doteq 0.73$$

3. (10%) 今有一個 GIF 圖像檔，其中某個影像描述元(image descriptor) 之編碼依序為“2C 00 00 00 00 00 04 11 03 46”，試回答以下問題：

 - (1) 其色彩查詢表 (LUT) 中，含有多少組 (R, G, B) 代表色？
 - (2) 令 Row[0] 為此圖像中第一條被描繪出來的掃描資料，請問最後一條被描繪出來的資料是 Row[?]。

[Ans]: (二個答案各佔 5 分)

(1) 128 色

(2) Row[783]

$$\rightarrow (1) \ (46)_h = (01000110)_b, \ (110)_b = 6, \quad 2^{(6+1)}=128$$

(2) 此圖高度為 $(0311)_h = 785$, 上小題中已知 $i=1$ (interlaced)

Row[0~784] 之中奇數值最後一列為 Row[783]

4. (10%) 下列為 JPEG 編碼中 DC 及 AC 頻道 Entropy Coding 的對應表(只列出部分)，及第一個 8×8 Block 的循序位元流，請據此計算左上角關於 DC,AC1~AC14 的數值。

DC Table

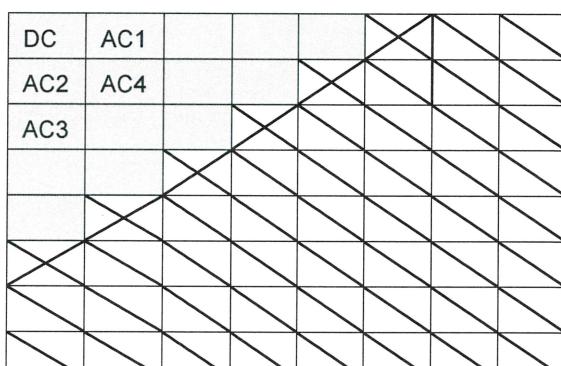
Size	Code
1	01
2	11
3	101

AC Table

(RL, Size)	Code
(0,2)	01
(0,3)	100
(1,2)	1110
(2,4)	110
(4,1)	1011

Bitstream:

101 101 01 11 01 01 100 100 1110 00
100 110 1011 0 110 1000 ...



ANS

5	3	-3	6	8
-2	0	0	0	
4	0	0		
0	-1			
0				

5. (15%) 令 $N=3$ ，今有影像資料 f, g, h 及其離散餘弦轉換 F, G, H ，請計算 $F(2,2)$, $G(0,0)$ 與 $h(1,1)$ 之值。本題所使用二維離散餘弦公式如下：

$$F(u,v) = \frac{2C(u)C(v)}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{2N}\right) f(i,j)$$

$$f(i,j) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} \frac{2C(u)C(v)}{N} \cos\left(\frac{(2i+1)u\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)v\pi}{2N}\right) F(u,v)$$

$$C(k) = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}}{2}, & \text{if } k=0 \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\cos(\pi/3) = 0.5$$

	30	30	30
	30	60	30
	30	30	30

	-15	-15	-15
	-15	-15	-15
	-15	-15	-15

	15	15	15
	15	45	15
	15	15	15

	100	0	$-10\sqrt{2}$
	0	0	0
	$-10\sqrt{2}$	0	20

	-45	0	0
	0	0	0
	0	0	0

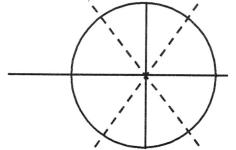
	55	0	$-10\sqrt{2}$
	0	0	0
	$-10\sqrt{2}$	0	20

[Example]

$$F(2,2) = 20$$

$$G(0,0) = -45$$

$$h(1,1) = 45$$



$$\begin{aligned} F(2,2) &= \frac{2}{3} \{ \cos\left(\frac{(1)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(1)2\pi}{6}\right) f(0,0) + \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(1)2\pi}{6}\right) f(1,0) + \cos\left(\frac{(5)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(1)2\pi}{6}\right) f(2,0) + \\ &\quad \cos\left(\frac{(1)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) f(0,1) + \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) f(1,1) + \cos\left(\frac{(5)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) f(2,1) + \\ &\quad \cos\left(\frac{(1)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(5)2\pi}{6}\right) f(0,2) + \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(5)2\pi}{6}\right) f(1,2) + \cos\left(\frac{(5)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(5)2\pi}{6}\right) f(2,2) \} \\ &= \frac{2}{3} \{ f(1,1) + (\frac{1}{4} + \frac{-1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{-1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{-1}{4} + \frac{1}{4}) \cdot 30 \} = \frac{2}{3} \{ 60 - 30 \} = 20 \end{aligned}$$

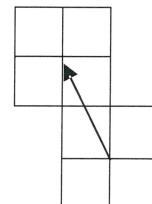
$$\begin{aligned} G(0,0) &= \frac{1}{3} \{ \cos\left(\frac{(1)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(1)0\pi}{6}\right) g(0,0) + \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(1)0\pi}{6}\right) g(1,0) + \cos\left(\frac{(5)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(1)0\pi}{6}\right) g(2,0) + \\ &\quad \cos\left(\frac{(1)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) g(0,1) + \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) g(1,1) + \cos\left(\frac{(5)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) g(2,1) + \\ &\quad \cos\left(\frac{(1)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(5)0\pi}{6}\right) g(0,2) + \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(5)0\pi}{6}\right) g(1,2) + \cos\left(\frac{(5)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(5)0\pi}{6}\right) g(2,2) \} = \frac{1}{3} \{ \sum \text{all} \} = -45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h(1,1) &= \frac{1}{3} \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) H(0,0) + \frac{\sqrt{2}}{3} \cos\left(\frac{(3)1\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) H(1,0) + \frac{\sqrt{2}}{3} \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) H(2,0) + \\ &\quad \frac{\sqrt{2}}{3} \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)1\pi}{6}\right) H(0,1) + \frac{2}{3} \cos\left(\frac{(3)1\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)1\pi}{6}\right) H(1,1) + \frac{2}{3} \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)1\pi}{6}\right) H(2,1) + \\ &\quad \frac{\sqrt{2}}{3} \cos\left(\frac{(3)0\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) H(0,2) + \frac{2}{3} \cos\left(\frac{(3)1\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) H(1,2) + \frac{2}{3} \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) \cos\left(\frac{(3)2\pi}{6}\right) H(2,2) \\ &= \frac{1}{3} (55) + \frac{\sqrt{2}}{3} (-1)(-10\sqrt{2}) * 2 + \frac{2}{3} (1)(20) = \frac{1}{3} (55 + 40 + 40) = 45 \end{aligned}$$

6. (16%) 下左圖為前一張參考圖像(reference frame), 中圖為目標圖像, 右圖為移動向量 MV 的範例, 假設每個 Macroblock 邊長為 N=2; 請填寫(1)搜尋範圍 p=3(i.e. 上下左右最多 3 格)時, 各個 Macroblock 之 MAD 為多少? (2) 搜尋範圍 p=5 時, 各個 Macroblock 之 MAD 為多少?

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	2	2	2	2	2	2	2
0	1	2	3	3	3	3	3	3
0	1	2	3	4	4	4	4	4
0	1	2	3	4	5	5	5	5
0	1	2	3	4	5	6	6	6
0	1	2	3	4	5	6	7	

0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7



範例：
 $MV=(-1, -2)$

[example] P=2 時各個 Macroblock 之 MAD

0	0	0	0
1/4	0	0	0
8/4	1/4	0	0
16/4	8/4	1/4	1/4

(1) P=3

0	0	0	0
0	0	0	0
4/4	0	0	0
12/4	4/4	1/4	1/4

(2) P=5

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
4/4	1/4	1/4	1/4