

1) Cosa significa che il PSNR è una metrica di qualità full reference? Come si può applicare il PSNR su immagini codificate in uno spazio di colore RGB?

Full-reference si riferisce al fatto che per calcolarlo si necessita sia un'immagine I, sia di una sua versione ottimale al fine di valutarne la qualità di compressione. Maggiore è il valore del PSNR è più l'immagine compressa sarà fedele all'originale.

Su immagini codificate in uno spazio di colore RGB esso si applica una delle seguenti soluzioni :

- la semplice media dei valori PSNR sui 3 canali ;
- una combinazione lineare che pesa maggiormente la componente verde ;

2) Ricavare tramite interpolazione bilineare il valore x al centro della seguente matrice :

30	20	0
20	X	10
0	10	30

30	20	0
20	15	10
0	10	30

$$V(x,y) = ax + by + cxy + d$$

$$x = \frac{1}{4} (30 + 0 + 0 + 30) = \frac{60}{4} = 15$$

3) Cos'è lo spazio di colore YUV ? in che modo differisce da YCbCr ? Cosa significa che uno spazio di colore è percettivamente uniforme?

Quali spazi tra YUV e YCbCr lo sono?

Uno spazio di colore è la combinazione di un modello di colore e di un'appropriata funzione di mappatura del modello. Un modo matematico e astratto per la rappresentazione del colore secondo una determinata codifica in bit.

Lo spazio di colore YUV è uno spazio luminanza-crominanza (separa il colore dall'energia media) pensato per la rappresentazione di segnali continui.

Y -> è il canale dedicato alla luminanza

U,V -> sono dedicati alla rappresentazione del colore

Per valori massimi di Y si ha il bianco e per valori minimi si ha il nero.

La crominanza è data dalla differenza tra il colore e un bianco di riferimento alla stessa luminanza.

YCbCr è invece la versione discretizzata (quindi anche normalizzata) di YUV, e si presta meglio per la rappresentazioni di immagini digitali.

Si può facilmente passare da YUV a YCbCr attraverso :

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$Cb = U + 128$$

$$Cr = V + 128$$

Con "percettivamente uniforme" intendiamo che due colori vicini matematicamente nello spazio di colori vengono percepiti come vicini anche a livello percettivo.

Nessuno dei due modelli comunque è percettivamente uniforme.

4) Cosa sono il campionamento e la quantizzazione ? Su quale teorema si basa per scegliere un numero di campioni sufficiente? Cosa recita tale teorema ? Data la seguente immagine a scala di grigi a 256 livelli , riquantizzarla uniformemente a 8 livelli.

0	1
12	77
9	250

$$(0,0) \rightarrow \frac{12 \cdot 8}{256} = \frac{96}{256} = 0,375$$

0	1
0,375	2,40
0,28	7,81

$$\text{IN } [0, 255] \quad \text{OUT } [0, 7] \quad L' = \frac{L \cdot K}{N}$$

Il campionamento è la scelta di un numero finito di campioni da un segnale continuo che ha il fine di discretizzarlo per la sua rappresentazione in digitale. La quantizzazione invece è il processo con il quale si arrotondano i valori raccolti a seguito del campionamento al fine di mantenerli dentro un certo range. La quantizzazione è detta uniforme quando l'ampiezza del passo è sempre costante mentre è detta non uniforme se i passi hanno ampiezze differenti tra loro.

Un campionamento troppo basso fa perdere dei dettagli o può far apparire dettagli che non erano nemmeno presenti nell'immagine di partenza(aliasing).

Il teorema di Shannon da informazioni su quale sia la giusta frequenza di campionamento :

Se si raccolgono campioni con frequenza maggiore al Nyquist Rate si può ricostruire fedelmente il segnale in ogni suo punto.

Il Nyquist Rate è definito come due volte la frequenza massima di un segnale continuo e limitato.

5) Cosa si intende per Bayer Pattern? Data un'immagine 2x2 in formato RAW definita come segue :

	1	2
1	56, 100, 5	60, 20, 5
2	60, 20, 5	20, 5, 5

$$(2,2) \rightarrow (56, 60, 20)$$

↓
Verde nella riga



Scrivere la terna RGB per il punto (2,2) usando l'interpolazione replication

Un CFA (color filtering array) intendiamo un modello di memorizzazione del colore. Uno dei più utilizzati è il Bayer Pattern, esso ha la particolarità di raggruppare i sensori per i tre colori fondamentali necessari per la sintesi additiva (rosso, verde e blu). Lo schema prevede che ogni cella contenga due elementi verdi disposti in diagonale, uno rosso ed uno blu. Si può dedurre il valore di della luminosità ad esempio del rosso, in corrispondenza di un altro elemento , deducendolo dagli elementi circostanti.

6) Cosa sono i coni e i bastoncelli ? In cosa differiscono ? Come sono legati alla teoria di young?

La retina è una membrana che ricopre la parte posteriore dell'occhio, essa si compone di coni e bastoncelli.

I coni sono circa 7 milioni e sono concentrati nella Fovea, zona centrale della retina, mentre i bastoncelli sono 75/150 milioni e sono distribuiti su tutta la retina.

I coni sono sensibili alla crominanza e sono responsabili della vista policroma (rilevano il colore, mentre i bastoncelli sono sensibili alle variazioni di luminanza, sono quindi responsabili della vista monocroma).

Per un essere umano sono molto più importanti i bastoncelli in quanto l'occhio umano è più sensibile alla luminanza che alla crominanza. Secondo la teoria di Young tutti i colori si possono ottenere mescolando tre colori fondamentali in proporzioni differenti. Coni e bastoncelli sono collegati alla teoria in quanto sono responsabili della percezione di colore dell'uomo. Il riconoscimento dei colori è basato sulla luce riflessa dagli oggetti e su come l'occhio e il cervello percepiscono ed elaborano l'immagine.

La retina ha tre tipi di coni che rendiamo in senso matematico nei valori del tristimolo X, Y e Z :

$$X = \int_{380}^{780} L_{e,\lambda} \bar{X}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{380}^{780} L_{e,\lambda} \bar{Y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{380}^{780} L_{e,\lambda} \bar{Z}(\lambda) d\lambda$$

8) Quali spazi di colore sono luminanza-crominanza ?

Uno spazio di colore è un modo matematico di rappresentare un modello di colore. Dire che uno spazio di colore è luminanza-crominanza significa dire che esso separa su canali diversi l'energia luminosa(luminanza) e il contributo cromatico(crominanza). Gli spazi di colore che appartengono a questa categoria sono quelli della famiglia YUV , quindi anche YCbCr.

Il vantaggio di separare luminanza e colore è la compressione, e il conseguente notevole risparmio di banda passante che si ottiene scartando alcune informazioni di colore cui l'occhio umano non è molto sensibile.

Buona parte del dettaglio percepito, infatti, è dato dalle informazioni sui livelli luminosi presenti nel segnale di luminanza

9)Applicare la color interpolation all'immagine di Bayer Pattern di tipo GR/BG.

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



	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

NON HO CAPITO



10) Che cosa è il range dinamico ?

Il sistema visivo umano non riesce a concentrarsi su l'intero range di intensità luminose percepite ma si concentra solo su una porzione di esso per volta e distingue in maniera differente se si trova in una zona chiara o scura.

11) Quali sono i pro e i contro delle immagini vettoriali ? Fare esempi di formati vettoriali.

Le immagini vettoriali sono rappresentate attraverso la scomposizione dell'informazione da rappresentare nelle primitive geometriche che la compongono. Le immagini vettoriali si prestano meglio al disegno tecnico più che ai fotorealismi e trovano maggiore impiego in applicativi come CAD (usa grafica vettoriale), Design e Animazioni web.

I principali formati vettoriali sono Postscript PS, DCS, PDF...

Quando si effettuano operazioni di scaling ad esempio sulle immagini vettoriali non si hanno perdite di definizione in quanto si chiede semplicemente di ridisegnare la stessa primitiva geometrica solo più grande, senza dover effettuare interpolazioni.

12) Che cosa è il fattore di magnificazione ? Quale formula si usa?

Il fattore di magnificazione nasce dall'esigenza di scoprire la relazione che c'è tra la U ovvero la distanza dall'oggetto della lente e V la distanza dalla lente all'immagine dell'oggetto. Si ha , dall'equazione della lente sottile, che $V/U = M$ fattore di magnificazione.

Si può ricavare il valore della focale F anche in funzione di M in quanto $F = (U\cdot M) / (M+1)$.

- Se ho fotografato un oggetto a distanza di lente 5cm con un sensore da 2.5cm, quale fattore m ottengo?

$$U = 5 \text{ cm} \quad V = 2.5 \text{ cm} \quad M = \frac{V}{U} = \frac{2.5}{5} = \frac{1}{2}$$

- Se volessi ottenere lo stesso effetto con un oggetto a distanza 10cm che focale mi serve ?

$$M = \frac{1}{2} \quad U = 10 \text{ cm} \quad f = \frac{5}{\frac{3}{2}} = \frac{10}{3}$$

13) Che cosa è un file in formato RAW?

Un'immagine in formato RAW è un'immagine a scala di grigi ottenuta dopo l'applicazione di un CFA (più comune il Bayer Pattern) alla quale non è stata ancora applicato un algoritmo di color interpolation. L'immagine così mostrata risulta seghettata.

14) Che cosa è la color interpolation per le immagini in Bayer Pattern?

La color interpolation (demosaiking) è un processo con la quale si ottengono i valori dei contributi di colore di un'immagine in scala di grigi(RAW) dalla terna di dati nell'intorno . Il processo è anche chiamato demosaiking perchè l'immagine in formato RAW presenta scalettature mentre questo processo elimina il difetto della scalettatura riempiendo con i contributi dei colori. Il processo di color interpolation elabora tre diversi piani di colore, ognuno con i contributi delle lunghezze d'onda del rosso, del blu e del verde.

15) Che cosa è la quantizzazione? Quale è la formula della quantizzazione uniforme ?

La quantizzazione è il processo con il quale si mappano dei valori a partire da un certo range in un'intervallo diverso. Esistono quantizzazioni uniformi e non uniformi: il primo tipo prevede che l'ampiezza sia uguale per tutti i livelli mentre la non uniforme prevede che i passi abbiano ampiezza variabile.

Sia N il numero di livelli del range di input e sia K il numero di livelli del range di output allora il livello di out $L' = (L^*K)/N$

16) Cosa conviene fare nei bordi dell'immagine in caso di interpolazione?

Si procede solitamente in uno dei seguenti modi :

- non si effettua l'interpolazione in prossimità dei bordi ;
- vengono scartati i bordi in quanto non è possibile effettuare operazioni significative ;

17) Che cosa è il valore di MSE ? A cosa serve ? Come si calcola?

Il Mean Square Error (MSE) è un indice che misura l'errore quadratico medio tra due immagini, misura quindi la differenza che vi è tra due immagini (es. applicato a due immagini identiche sarà nullo). Date due immagini A e B , minore è l'MSE tra le due immagini e più le immagini saranno simili tra loro.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N (I(i,j) - I'(i,j))^2$$

18) Che cosa indicano i valori X,Y e Z nello standard CIE ? Come sono ottenuti?

Nella retina vi sono tre tipi di coni differenti sensibili alle lunghezze d'onda del range di frequenze che vanno dai 400 ai 700nm.

Nello standard CIE XYZ sono i valori del tristimolo che indicano i contributi delle lunghezze d'onda di rosso, verde e blu .

19) Che cosa è un illuminante?

Un'illuminante è definito come una fonte di energia radiante definita in un certo range di lunghezze d'onda, capace di influenzare la percezione del colore. Gli illuminanti colorimetrici definiti nello standard CIE sono A,B,C,D65 e le loro lunghezze d'onda sono definite nello standard.

20) Che cos'è un'immagine indicizzata? Quanti valori può avere una palette? C'è perdita di dati?

Per diminuire lo spazio occupato da un'immagine salvata si utilizzano le palette (LUT), attraverso le quali si associano degli indici ai colori presenti nell'immagine. Il vantaggio è introdotto dal fatto che si necessita di memorizzare solo di 2 bit per l'indice associato al colore e non i 24 bit necessari a ricostruire la terna di valori del colore.

Lo spazio richiesto per memorizzare una palette è di 3 byte per ogni colore che contiene.

Le palette standard salvano gli indici di soli 256 colori , per tanto se si salva in un formato standard (ad esempio GIF) un'immagine che inizialmente conteneva più di 256 colori essa subirà un processo di quantizzazione che causerà la perdita di alcuni colori