

## La Conversione dello Spazio Colore nella Compressione delle Immagini JPEG

L'algoritmo JPEG (Joint Photographic Experts Group) è un metodo comunemente utilizzato per la compressione di immagini digitali, particolarmente efficace per immagini fotografiche. La compressione JPEG consente di ridurre significativamente la dimensione dei file delle immagini, facilitando lo storage e la trasmissione, ma è una compressione con perdita, il che significa che parte dell'informazione dell'immagine originale viene persa. Ecco i passaggi principali dell'algoritmo JPEG:

1. Conversione dello spazio colore: L'immagine originale in RGB (Rosso, Verde, Blu) viene convertita nello spazio colore YCbCr. Y rappresenta la luminanza (informazioni di luminosità), mentre Cb e Cr rappresentano le componenti di cromaticità (informazioni di colore).
2. Suddivisione in blocchi: L'immagine viene suddivisa in blocchi di dimensioni 8x8 pixel. Questo passaggio viene applicato separatamente alle componenti Y, Cb, e Cr dell'immagine.
3. Trasformata Discreta del Coseno (DCT): Ogni blocco 8x8 subisce la Trasformata Discreta del Coseno. La DCT aiuta a separare l'immagine in parti di varia importanza (dal punto di vista della percezione visiva umana), spostando le informazioni visive più rilevanti in alcune parti del blocco.
4. Quantizzazione: I coefficienti DCT vengono quantizzati, riducendo il numero di valori che descrivono l'immagine. Questo passaggio è responsabile della maggior parte della perdita di dati e della riduzione della dimensione del file. Le tabelle di quantizzazione predefinite sono progettate per rimuovere più informazioni sulle frequenze più alte, che l'occhio umano percepisce meno facilmente.
5. Codifica a zigzag: I coefficienti quantizzati vengono ordinati in una sequenza a zigzag, partendo dall'angolo in alto a sinistra. Questo serve a raggruppare i coefficienti di bassa energia (che spesso sono zero dopo la quantizzazione) verso la fine della sequenza.
6. Codifica Entropica: I coefficienti ordinati a zigzag vengono codificati utilizzando algoritmi di compressione senza perdita, come la codifica di Huffman.

### Cos'è la Conversione dello Spazio Colore?

Prima di addentrarci nei dettagli tecnici della compressione delle immagini JPEG, è essenziale comprendere un concetto fondamentale: la conversione dello spazio colore. Questo processo

rappresenta il primo passo critico nel flusso di lavoro della compressione JPEG, essenziale per preparare l'immagine a una compressione efficiente e a una qualità visiva ottimale.

Le immagini digitali sono spesso create nello spazio colore RGB (Rosso, Verde, Blu), che corrisponde direttamente al modo in cui i dispositivi di visualizzazione generano colori. Tuttavia, questo spazio colore non è il più efficiente per la compressione delle immagini. Pertanto, nel contesto della compressione JPEG, le immagini vengono trasferite dallo spazio colore RGB allo spazio colore YCbCr.

Lo spazio colore YCbCr distingue l'informazione di luminanza (Y), che definisce la luminosità dell'immagine, dalle informazioni di cromaticità (Cb e Cr), che definiscono il colore dell'immagine rispetto al blu e al rosso.

Questa trasformazione sfrutta una caratteristica fondamentale della visione umana: siamo più sensibili alle variazioni di luminosità (luminanza) che alle variazioni di colore (cromaticità). Di conseguenza, durante la compressione JPEG, possiamo ridurre maggiormente le informazioni relative al colore (cromaticità) senza che la maggior parte delle persone noti una significativa perdita di qualità.

Considerate la visione notturna o le fotografie in bianco e nero: nonostante l'assenza di colore, possiamo percepire una vasta gamma di dettagli, dimostrando l'importanza della luminanza.

La conversione dallo spazio colore RGB a YCbCr non è semplicemente un cambio di formato; implica una trasformazione calcolata dei valori di colore di ogni pixel. Questa trasformazione separa efficacemente le componenti di luminanza dalle componenti di cromaticità, consentendo una gestione ottimizzata nelle fasi successive di compressione.

La conversione viene eseguita applicando un insieme di formule matematiche che trasformano i valori RGB di ogni pixel in un corrispondente set di valori YCbCr, basati sulla percezione umana della luminosità e del colore.

Un pixel con i valori RGB (100, 200, 50) verrà convertito in YCbCr non semplicemente traducendo questi valori uno a uno, ma calcolando la luminanza Y e le differenze di cromaticità Cb e Cr attraverso una formula specifica che tiene conto della diversa importanza del rosso, verde e blu per la percezione umana della luminosità.

È interessante notare che durante la fase di subsampling, le informazioni di cromaticità possono essere ridotte più drasticamente rispetto alle informazioni di luminanza. Questo approccio sfrutta

ulteriormente la maggiore sensibilità dell'occhio umano alla luminanza rispetto alla cromaticità, permettendo una compressione efficace con una perdita minima di dettagli percepibili.

La conversione può essere effettuata utilizzando una serie di equazioni lineari. Ecco le formule per convertire un singolo pixel da RGB a YCbCr:

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

$$Cb=-0.168736R-0.331264G+0.5B+128$$

$$Cr=0.5R-0.418688G-0.081312B+128$$

Dove R, G e B sono i valori dei canali rosso, verde e blu (tipicamente nell'intervallo da 0 a 255). I valori ottenuti per Y, Cb e Cr sono anch'essi nell'intervallo da 0 a 255.

Notare che il valore 128 aggiunto a Cb e Cr serve per centrare i valori intorno a 128 (invece che 0) dopo la sottrazione, poiché in molti formati di immagine e video i canali di cromaticità sono rappresentati come valori con segno intorno a zero.

Concludendo, la conversione dello spazio colore da RGB a YCbCr è un passaggio essenziale nella compressione JPEG. Questo processo non solo prepara l'immagine per una compressione efficace ma fa leva sulla comprensione della fisiologia umana per ridurre le dimensioni del file mantenendo una qualità visiva elevata. Attraverso questo sofisticato equilibrio tra scienza dell'immagine e percezione umana, la compressione JPEG riesce a ottenere risultati impressionanti, rendendola uno dei formati di compressione immagine più utilizzati al mondo.

## Riduzione delle Informazioni di Cromaticità (Subsampling)

Nel cuore della compressione delle immagini JPEG giace un processo sofisticato noto come riduzione delle informazioni di cromaticità o subsampling. Questo passaggio si avvale di una comprensione approfondita della percezione umana per ridurre la quantità di dati necessari a rappresentare un'immagine, senza comprometterne significativamente la qualità visiva agli occhi dell'osservatore.

Il principio alla base del subsampling è semplice: dal momento che l'occhio umano percepisce i cambiamenti di luminanza (il grado di luminosità) con maggiore acuità rispetto ai cambiamenti di cromaticità (il colore), è possibile ridurre la quantità di informazioni relative al colore mantenendo inalterata la percezione della qualità dell'immagine.

Il subsampling è un metodo che riduce la risoluzione delle componenti di cromaticità (Cb e Cr) rispetto alla componente di luminanza (Y), sfruttando la minore sensibilità dell'occhio umano ai

dettagli fini del colore.

## Schemi di Subsampling

Esistono vari schemi di subsampling, identificati da rapporti come 4:4:4, 4:2:2, e 4:2:0. Questi numeri descrivono il rapporto tra il numero di campioni di luminanza (Y) e crominanza (Cb e Cr) in una determinata area dell'immagine.

- 4:4:4: Non vi è alcuna riduzione delle informazioni di crominanza. Ogni componente (Y, Cb, Cr) ha lo stesso numero di campioni. Questo schema offre la massima qualità ma non fornisce alcuna riduzione della dimensione del file.
- 4:2:2: Riduce a metà la risoluzione orizzontale delle componenti di crominanza rispetto alla luminanza. Questo significa che, per ogni quattro pixel di luminanza, si hanno due campioni di crominanza.
- 4:2:0: Riduce sia la risoluzione orizzontale che verticale delle componenti di crominanza di un fattore di due. Per ogni blocco di 4x4 pixel di luminanza, si hanno solo un campione di Cb e un campione di Cr.

Immaginate una sezione di immagine 2x2. Con lo schema 4:2:0, invece di avere otto campioni di crominanza (quattro Cb e quattro Cr, uno per pixel), si avranno solo due campioni in totale (uno Cb e uno Cr per l'intero blocco). Questo approccio riduce significativamente la quantità di dati cromatici da memorizzare.

## Effetti Visivi del Subsampling

La scelta dello schema di subsampling ha implicazioni dirette sulla qualità dell'immagine e sulla dimensione del file. Mentre uno schema 4:4:4 preserva completamente le informazioni di crominanza, risultando in un'immagine di alta qualità con dimensioni di file maggiori, uno schema 4:2:0 offre un buon compromesso tra qualità e compressione, essendo spesso utilizzato per la maggior parte delle applicazioni JPEG.

Nella pratica, la differenza di qualità visiva tra un'immagine compressa con schema 4:2:0 e una con schema 4:4:4 può essere minima per la maggior parte degli utenti, specialmente su dispositivi di visualizzazione di dimensioni standard, mentre la riduzione della dimensione del file può essere notevole.

Attraverso un'intelligente applicazione del subsampling, il formato JPEG raggiunge un ottimale equilibrio tra la conservazione della qualità dell'immagine e l'efficienza nella compressione dei file. Questo processo, basato su solidi principi di percezione visiva, consente di ottenere immagini di alta

qualità a dimensioni di file ridotte, facilitando la condivisione e lo storage digitale senza gravare eccessivamente sulla memoria o sulla banda.

In conclusione, il subsampling delle informazioni di crominanza rappresenta un pilastro fondamentale nella compressione delle immagini JPEG, permettendo di ridurre la dimensione del file pur mantenendo un'alta fedeltà visiva dell'immagine. La sua applicazione testimonia l'ingegnosità con cui la compressione JPEG sfrutta le peculiarità della percezione umana per ottimizzare la rappresentazione digitale delle immagini.

## La Trasformata Discreta del Coseno (DCT) nella Compressione delle Immagini JPEG

Proseguendo nel nostro viaggio attraverso la compressione delle immagini JPEG, ci imbattiamo in uno dei concetti più fondamentali e tecnologicamente avanzati: la Trasformata Discreta del Coseno (DCT). Questo passaggio rappresenta il cuore matematico della compressione JPEG, permettendo di trasformare i dati dell'immagine in una forma che facilita l'identificazione e la rimozione delle parti meno significative per la percezione umana.

### Cos'è la DCT?

La DCT è una trasformazione matematica che viene applicata ai blocchi di pixel dell'immagine (tipicamente blocchi 8x8) dopo la conversione dello spazio colore e il subsampling. L'obiettivo della DCT è convertire questi blocchi di pixel dal dominio spaziale (dove ogni numero rappresenta l'intensità di un pixel) al dominio della frequenza. Nel dominio della frequenza, l'immagine è rappresentata come una somma di componenti di frequenza diverse, ciascuna con un'ampiezza che indica quanto quella frequenza è presente nel blocco.

La DCT trasforma le informazioni visive in una forma dove le differenze tra i pixel vicini sono messe in evidenza, permettendo di identificare facilmente le parti dell'immagine che contribuiscono meno alla percezione visiva complessiva.

### Perché la DCT è Importante?

La DCT è fondamentale nella compressione JPEG per vari motivi. Primo, consente di separare le informazioni dell'immagine in componenti di varie frequenze, dalle più basse (le variazioni lente di intensità che corrispondono alle grandi strutture dell'immagine) alle più alte (i dettagli fini e i bordi netti). Questo è cruciale perché l'occhio umano è meno sensibile ai dettagli ad alta frequenza, specialmente quando sono presenti forti variazioni di luminanza o colore.

Pensate a una fotografia di un cielo azzurro con un piccolo aereo lontano. Mentre le grandi aree di cielo uniforme sono rappresentate da componenti di bassa frequenza, l'aereo e i suoi dettagli fini sono rappresentati da componenti di alta frequenza. La DCT aiuta a identificare queste componenti di alta frequenza che possono essere ridotte senza alterare significativamente l'aspetto dell'immagine per l'osservatore.

## Il Processo della DCT

Applicare la DCT a un blocco di pixel significa calcolare un insieme di coefficienti che rappresentano le varie frequenze presenti nel blocco. Ogni coefficiente della DCT corrisponde a una specifica frequenza e ampiezza, e insieme, questi coefficienti ricostruiscono l'immagine originale quando vengono sommati nel modo corretto. Tuttavia, nella compressione JPEG, non tutti i coefficienti sono mantenuti: quelli che rappresentano le alte frequenze (e quindi i dettagli meno percettibili) sono spesso ridotti o eliminati per ridurre la dimensione del file.

Dopo l'applicazione della DCT a un blocco 8x8, si ottiene una matrice di coefficienti 8x8, dove il coefficiente in alto a sinistra rappresenta la componente di frequenza più bassa (DC) e i coefficienti si spostano verso frequenze più alte man mano che ci si muove verso il basso e verso destra nella matrice.

## L'Importanza della Quantizzazione Post-DCT

Una volta ottenuti i coefficienti DCT, il passo successivo nel processo di compressione JPEG è la quantizzazione. Durante la quantizzazione, i coefficienti DCT sono divisi per una tabella di quantizzazione predefinita, che riduce il numero di valori distinti che i coefficienti possono assumere. Questo passaggio è cruciale per la riduzione delle dimensioni del file, poiché i coefficienti di alta frequenza, generalmente meno importanti, vengono spesso ridotti a zero, consentendo una compressione maggiore.

Concludendo, la DCT è un elemento essenziale della compressione JPEG, che consente di trasformare l'immagine in una forma più adatta alla compressione efficace, sfruttando le caratteristiche della percezione umana. Attraverso l'applicazione della DCT e la successiva quantizzazione, il formato JPEG riesce a produrre file di dimensioni ridotte mantenendo una qualità visiva accettabile per la maggior parte delle applicazioni.

## Quantizzazione Post-DCT nella Compressione delle Immagini JPEG

Una volta che la Trasformata Discreta del Coseno (DCT) ha trasformato i dati dell'immagine dal dominio spaziale a quello della frequenza, il passo successivo nel processo di compressione delle immagini JPEG è la quantizzazione. Questo processo riduce la precisione dei coefficienti DCT ottenuti, consentendo di ottenere significative riduzioni della dimensione del file a scapito di una perdita controllata di qualità dell'immagine. La quantizzazione è, dunque, un passaggio fondamentale per bilanciare la qualità dell'immagine con l'efficienza della compressione.

La quantizzazione nel contesto della compressione JPEG si riferisce al processo di riduzione del numero di valori distinti che possono essere assunti dai coefficienti DCT. Ciò viene realizzato dividendo ciascun coefficiente per un valore corrispondente in una tabella di quantizzazione e arrotondando il risultato al numero intero più vicino. La tabella di quantizzazione è progettata per riflettere la sensibilità umana alle varie frequenze: i coefficienti che rappresentano le alte frequenze, a cui siamo generalmente meno sensibili, vengono quantizzati più aggressivamente rispetto a quelli delle basse frequenze.

Dopo l'applicazione della DCT a un blocco di pixel dell'immagine, si ottiene una matrice di coefficienti che rappresentano le componenti di frequenza del blocco. Durante la quantizzazione, ciascun coefficiente DCT è diviso per il valore corrispondente nella tabella di quantizzazione e arrotondato al numero intero più vicino. Questo processo riduce il numero di valori distinti che i coefficienti possono assumere, consentendo una compressione dei dati più efficace attraverso la codifica di entropia, che avviene nelle fasi successive.

Consideriamo un coefficiente DCT di 26 che viene diviso per un valore di quantizzazione di 10. L'operazione di divisione produce 2.6, che viene arrotondato a 3. Questo processo semplifica i dati dell'immagine riducendo la precisione dei coefficienti DCT.

La quantizzazione gioca un ruolo cruciale nel determinare sia la dimensione finale del file JPEG sia la qualità dell'immagine compressa. Riducendo il numero di valori distinti dei coefficienti DCT, la quantizzazione permette una rappresentazione più compatta dei dati dell'immagine. Tuttavia, poiché questo processo implica la perdita di informazioni, la scelta della tabella di quantizzazione influisce direttamente sulla qualità dell'immagine risultante. Una quantizzazione aggressiva porta a file più piccoli ma può introdurre artefatti visibili come blocchetti o sfocature, specialmente in aree dell'immagine con variazioni di colore o luminosità sottili.

L'effetto della quantizzazione sulla qualità dell'immagine è complesso e dipende dalla contentezza dell'immagine e dalla sensibilità visiva dell'osservatore. Immagini con molte alte frequenze (dettagli fini o bordi netti) possono soffrire maggiormente di artefatti post-quantizzazione, come la perdita di

nitidezza o l'emergere di pattern indesiderati. D'altra parte, immagini con ampie aree di colore uniforme possono essere quantizzate più aggressivamente con meno impatto percettibile sulla qualità.

Un cielo azzurro uniforme in una fotografia può essere quantizzato aggressivamente senza che la maggior parte degli osservatori noti una significativa degradazione della qualità, mentre la quantizzazione aggressiva di un'immagine contenente un testo dettagliato o un intricato motivo floreale può rendere il testo difficile da leggere o il motivo meno definito.

## Personalizzazione della Quantizzazione

La flessibilità nella scelta della tabella di quantizzazione permette di personalizzare il processo di compressione in base alle esigenze specifiche di qualità dell'immagine e dimensione del file. Software e dispositivi diversi possono utilizzare tabelle di quantizzazione predefinite basate su applicazioni tipiche o permettere agli utenti di modificare i parametri di quantizzazione per bilanciare in modo ottimale qualità e dimensione del file secondo le proprie necessità.

In conclusione, la quantizzazione post-DCT è un processo essenziale nella compressione delle immagini JPEG, che bilancia l'efficienza della compressione con la qualità dell'immagine. Sebbene comporti una perdita di informazioni, una gestione accurata della quantizzazione può garantire che le immagini JPEG rimangano visivamente piacevoli pur essendo notevolmente più piccole in termini di dimensioni di file. La comprensione e la manipolazione adeguata di questo processo sono fondamentali per ottimizzare le prestazioni della compressione delle immagini in un'ampia gamma di applicazioni digitali.

## Codifica a Zigzag

La codifica a zigzag è un passaggio cruciale nella compressione delle immagini JPEG, giocando un ruolo fondamentale nel preparare i coefficienti DCT quantizzati per la fase di codifica dell'entropia. Questa tecnica non solo ottimizza l'efficienza della compressione ma sfrutta anche le proprietà della percezione umana per ridurre ulteriormente la dimensione del file senza compromettere significativamente la qualità visiva percepita. In questa lezione, esploreremo in dettaglio il processo di codifica a zigzag, la sua importanza, il meccanismo di funzionamento e le sue implicazioni per la compressione delle immagini.

## Comprendere la Codifica a Zigzag

La codifica a zigzag è una metodologia di riordinamento dei coefficienti DCT quantizzati di un blocco immagine, trasformandoli da una matrice bidimensionale in un vettore unidimensionale.



Questo processo segue un percorso caratteristico che serpeggia attraverso la matrice, iniziando dall'angolo in alto a sinistra, procedendo a zigzag verso l'angolo in basso a destra. L'intento è di posizionare i coefficienti con maggiore probabilità di essere zero, tipicamente quelli relativi alle alte frequenze, in fondo al vettore, facilitando così una compressione più efficiente attraverso la codifica dell'entropia.

## Perché la Codifica a Zigzag?

Dopo la quantizzazione, i coefficienti DCT di un'immagine sono spesso caratterizzati da un elevato numero di zeri, specialmente nei termini di alta frequenza, riflettendo dettagli fini e variazioni di texture minori. Poiché l'occhio umano è meno sensibile a queste sottili variazioni di texture e colore, la perdita di queste informazioni ad alta frequenza generalmente non degrada la qualità visiva percepita dell'immagine. La codifica a zigzag aggruppa questi zeri, rendendo più efficace la successiva codifica di Huffman o aritmetica, che possono sfruttare lunghe sequenze di zeri per ridurre il numero di bit richiesti per la rappresentazione dell'immagine.

## Il Processo di Riordinamento

Il percorso a zigzag inizia con il coefficiente DCT nell'angolo in alto a sinistra, considerato il termine di frequenza più bassa che rappresenta la media del blocco. Da lì, il percorso procede verso l'alto e verso destra, seguendo un modello diagonale che cattura prima i coefficienti DCT di bassa frequenza, progressivamente più significativi, e poi si muove verso i termini di alta frequenza, che sono spesso ridotti a zero dalla quantizzazione. Questo riordinamento strategicamente progettato assicura che i coefficienti siano sequenziati in un modo che riflette la loro importanza percettiva e la probabilità di essere non nulli, ottimizzando la compressione per la codifica successiva.

## Implicazioni per la Compressione

Il riordinamento a zigzag ha profonde implicazioni sulla compressione delle immagini JPEG. Concentrando i valori non-zero all'inizio della sequenza e raggruppando i zeri verso la fine, si ottimizza il vettore dei coefficienti per la codifica Run-Length Encoding (RLE) e altre forme di codifica dell'entropia. Queste tecniche sfruttano la presenza di lunghe sequenze di zeri per rappresentarle con pochi bit, riducendo drasticamente la quantità di dati necessaria per descrivere un blocco immagine.

Per illustrare, consideriamo un blocco 8x8 dopo la quantizzazione, con molti dei suoi coefficienti di alta frequenza ridotti a zero. La codifica a zigzag trasforma questa matrice in una sequenza dove, dopo i primi termini relativamente bassi e medi, si trova una lunga serie di zeri. Questo permette alla

codifica dell'entropia di comprimere efficacemente l'immagine, assegnando brevi codici ai termini più comuni (come i zeri consecutivi) e riducendo significativamente la dimensione del file.

La codifica a zigzag è essenziale nella compressione JPEG, massimizzando l'efficienza della rappresentazione dei dati e minimizzando la perdita di qualità visiva. Attraverso questo ingegnoso riordinamento dei coefficienti DCT, la compressione delle immagini sfrutta le limitazioni della percezione umana per ridurre la dimensione dei file, mantenendo al contempo un'alta fedeltà visiva. Questa fase di preparazione per la codifica dell'entropia evidenzia la sofisticata interazione tra matematica, tecnologia di compressione e biologia umana che sta alla base della compressione delle immagini digitali.

## La codifica di Huffman

La codifica di Huffman rappresenta l'ultimo tassello nel puzzle della compressione delle immagini JPEG, essendo uno dei metodi più efficaci per ridurre ulteriormente la dimensione del file dopo la fase di codifica a zigzag. Questa tecnica di codifica dell'entropia sfrutta la variabilità della frequenza di occorrenza dei simboli (o dei gruppi di simboli) all'interno dei dati dell'immagine per assegnare codici a lunghezza variabile, ottimizzando così l'efficienza complessiva della compressione.

### Che cos'è la Codifica di Huffman?

La codifica di Huffman è un algoritmo di compressione senza perdita che assegna codici più corti ai simboli più frequenti e codici più lunghi ai simboli meno frequenti. La "frequenza" in questo contesto si riferisce alla ricorrenza di specifici coefficienti o sequenze di coefficienti (ad esempio, lunghe sequenze di zeri) all'interno del flusso di dati dell'immagine. L'obiettivo è minimizzare il numero totale di bit richiesti per rappresentare l'immagine, basandosi sul principio che un codice ottimizzato per la frequenza dei simboli ridurrà la dimensione del file.

### Funzionamento della Codifica di Huffman

Il processo di Huffman inizia con la costruzione di un albero di Huffman, un albero binario dove ogni foglia rappresenta un simbolo nell'immagine (ad esempio, un particolare coefficiente DCT quantizzato o una sequenza di coefficienti) e ogni ramo rappresenta una scelta binaria (0 o 1). L'albero viene costruito in modo tale che i simboli più frequenti abbiano percorsi più corti dall'origine all'albero, risultando in codici più corti, mentre i simboli meno frequenti hanno percorsi più lunghi e quindi codici più lunghi.

### Esempi di Codifica di Huffman

Immaginiamo di avere una sequenza di coefficienti con un'elevata occorrenza di zeri consecutivi dopo la codifica a zigzag. Se "0" si verifica molto più frequentemente rispetto a qualsiasi altro simbolo, la codifica di Huffman potrebbe assegnare a "0" il codice binario più corto, diciamo "1". Se "5" è il secondo simbolo più frequente, potrebbe ricevere il codice "01", e così via. Questo approccio riduce significativamente la quantità di dati necessaria per rappresentare l'immagine, soprattutto se si considera che molti dei coefficienti risultano essere zeri dopo la quantizzazione e la codifica a zigzag.

## Implicazioni della Codifica di Huffman sulla Compressione

L'impiego della codifica di Huffman nella compressione delle immagini JPEG ha un impatto significativo sulla riduzione della dimensione del file. La capacità di assegnare codici a lunghezza variabile in base alla frequenza effettiva dei simboli consente di ottimizzare l'uso dei bit, riducendo lo spazio necessario per codificare l'informazione dell'immagine. Tuttavia, la performance di compressione può variare in base al contenuto specifico dell'immagine e alla distribuzione dei suoi simboli, rendendo la codifica di Huffman particolarmente efficace per immagini con una chiara predominanza di determinati valori.

Nell'implementazione pratica della codifica di Huffman nel contesto JPEG, è comune precalcolare e utilizzare tabelle di Huffman standardizzate che si adattano bene alla maggior parte delle immagini. Tuttavia, per applicazioni specifiche o per ottimizzare la compressione per un particolare set di immagini, è possibile generare tabelle di Huffman personalizzate basate sulla frequenza dei simboli osservata nell'immagine o nel set di immagini.

La codifica di Huffman rappresenta un elemento cruciale nella catena di compressione delle immagini JPEG, offrendo un metodo sofisticato e efficiente per ridurre la dimensione dei file. Attraverso l'assegnazione di codici a lunghezza variabile basati sulla frequenza dei simboli, la codifica di Huffman sfrutta le proprietà intrinseche dei dati dell'immagine per ottimizzare la compressione. Questo processo, insieme alla trasformazione DCT, alla quantizzazione e alla codifica a zigzag, consente di ottenere file di immagine di alta qualità a dimensioni notevolmente ridotte, facilitando la condivisione, lo storage e la visualizzazione delle immagini digitali nell'era moderna dell'informazione.

Video:

- Trasformata Discreta del Coseno (DCT) >  
<https://www.youtube.com/watch?v=Q2aEzeMDHMA&t=663s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Kv1Hiv3ox8I>

(CC BY-NC-SA 3.0) lezione - by tankerino.com

<https://www.tankerino.com>

---

Questa lezione e' stata realizzata grazie al contributo di:



Risorse per la scuola

<https://www.baobab.school>



Siti web a Varese

<https://www.francescobelloni.it>