

Che cos'è la profondità di colore

Vediamo che cos'è la Profondità di Bit e di Colore di una immagine o di un filmato video; vediamo inoltre cosa sono Gamma dinamica e Gamma di densità.

La profondità di bit e di colore esprimono, in potenza al quadrato, il numero massimo di livelli di grigi o di colori che uno scanner può riconoscere per ogni pixel che campiona. Uno scanner a un bit (oppure uno scanner a colori o a scala di grigi utilizzato nella modalità al tratto) riproduce le diverse tonalità di un originale come punti bianchi o neri ($2^1 = 2$ livelli). Uno scanner in scala di grigi a 8 bit può teoricamente acquisire 28 o 256 differenti livelli di grigio. Uno scanner a colori a 24 bit campiona 8 bit per pixel per ciascuno dei tre canali RGB, rosso, verde e blu, per un totale di $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$ (2^{24}) possibili valori di colore.

Maggiore è la profondità di bit, più elevato è il dettaglio che una periferica per scansioni teoricamente può riprodurre.

Il valore di 24 bit espresso per le immagini in modalità RGB, quindi 8 bit per ciascuno dei tre canali è divenuto uno standard per le scansioni e per l'elaborazione delle immagini: in parte ciò è dovuto al fatto che il numero 256 corrisponde al valore massimo di tonalità riproducibili per ogni colore dal linguaggio PostScript, lo standard digitale utilizzato per il desktop publishing.

Tuttavia quando si confrontano le diverse periferiche per scansioni non tutti i bit sono uguali. Ad esempio, negli apparecchi basati su tecnologia CCD, i due bit più alti che determinano la profondità di colore della periferica sono generalmente di scarso valore in quanto non sono in grado di produrre un'informazione dettagliata di colore. Così solo i rimanenti 6 bit (64 colori per canale, o 262.144 colori) risultano attendibili, ma con una perdita di 198 colori per canale. Le limitazioni intrinseche di alcune tipologie di CCD sono la causa dei seguenti difetti:

I sensori CCD più economici sono sensibili ai rumori elettrici dell'ambiente, che possono distorcere e modificare la lettura dei colori. I CCD utilizzati invece negli scanner a letto piano di fascia alta, in quelli per diapositive e nelle macchine fotografiche digitali di buona qualità posseggono un più alto rapporto segnale/rumore e quindi riescono a trasferire ai convertitori A/D dei segnali più puliti.

Esiste una relazione tra la dimensione dei sensori CCD e la sensibilità alla luce: si immagini ogni sensore come un piccolo secchiello: più piccolo è il secchiello minore sarà la quantità di acqua che potrà contenere. Per ottenere maggiori risoluzioni ottiche, i costruttori tendono a compattare un numero molto alto di sensori in uno spazio molto ristretto: utilizzano di conseguenza dei sensori di dimensioni sempre più esigue. Ma riducendo la dimensione di ciascun sensore si limita il numero di livelli di colore che ogni singolo elemento può riconoscere. Quando viene digitalizzato un originale che contiene un'ampia gamma di tonalità dal bianco al nero, viene compromessa la capacità di questi CCD di catturare i dettagli.

I sensori CCD sono anche soggetti alle interferenze. Per comprendere meglio in che cosa consistono le interferenze, si immagini di uscire da una casa buia verso un paesaggio innevato. L'improvvisa luminosità crea un forte fastidio agli occhi di chiunque, rendendolo temporaneamente incapace di vedere correttamente i colori del paesaggio. La stessa cosa avviene quando la luce satura i sensori CCD adiacenti tra loro, distorcendo in tal modo la purezza del segnale che ogni singolo sensore riuscirebbe a trasmettere ai convertitori A/D. Quando si verifica questo difetto l'immagine digitalizzata che si ottiene conterrà dei pixel vicini tra di loro che hanno tonalità sbagliate, specialmente nelle zone dove vi sono repentini cambiamenti di luminosità.

Il risultato che si ottiene da dispositivi che adottano CCD economici, che producono quindi bit "scadenti", è un'insufficiente qualità nelle tonalità continue, delle transizioni sfumate tra i vari livelli di luminosità dell'immagine.

Tuttavia il numero di bit nominali potrebbe indurre a pensare che la qualità ottenuta sarebbe stata superiore. I costruttori di scanner e fotocamere digitali hanno cercato di risolvere questi problemi proponendo dei dispositivi a più alta profondità di bit (10, 12, 14, 16 e oltre). I bit "scadenti" in questo modo possono essere scartati, ottenendo le 256 tonalità per colore senza disturbi indesiderati nell'immagine finale. Questo aspetto porta inevitabilmente ad affrontare il concetto di gamma dinamica, un'altra variabile correlata alla profondità di bit come fattore di qualità nelle scansioni.

2. L'area di analisi.

Le dimensioni massime degli originali che una periferica può digitalizzare determinano la cosiddetta area di analisi della macchina, denominata anche area di scansione. Gli scanner manuali rappresentano la fascia più economica riferita a questo fattore, in quanto possiedono un'area di analisi molto limitata. Gli scanner a letto piano possiedono aree di analisi che vanno dal formato UNI A4, 21 x 29.7 cm fino al formato A3extra, circa 30 x 43 cm.

Gli scanner per diapositive e trasparenze possiedono aree di analisi fisse, basate sulle dimensioni delle diapositive per le quali sono stati studiati; tuttavia alcuni modelli hanno la possibilità di adattare l'area di analisi a diverse dimensioni di originali. Le aree di analisi degli scanner a tamburo variano da un minimo di 15 x 15 cm per i modelli da scrivania di fascia bassa, fino a dimensioni superiori a 50 x 70 cm per i modelli di fascia alta. Le macchine fotografiche digitali sono sostanzialmente degli scanner per oggetti tridimensionali. Per queste apparecchiature è opportuno parlare di sistema ottico piuttosto che di area di analisi.

L'insieme dell'area di analisi, la risoluzione ottica, e le dimensioni dell'originale determinano il massimo numero di pixel che uno scanner può acquisire e di conseguenza anche le dimensioni massime alle quali l'immagine potrà essere stampata.

3. Gamma dinamica, gamma di densità.

La profondità di bit determina il numero complessivo di colori o di livelli di grigi che un dispositivo per scansioni può rilevare, mentre la gamma dinamica (talvolta denominata anche gamma di densità) determina la "morbidezza" delle transizioni tra tonalità adiacenti in un'immagine digitale.

Questi termini possono essere applicati sia a originali che a dispositivi di scansione. Quando si riferisce agli originali, la densità viene misurata con un valore che va da 0 a 4D (densità ottica), che indica nei materiali trasparenti la capacità di ostruire il passaggio di luce, mentre in quelli opachi la capacità di assorbimento della luce. Quando il termine gamma dinamica viene riferito a dispositivi di scansione, esso indica la capacità della macchina di riprodurre minime variazioni di tonalità e viene espresso con la differenza tra i toni più chiari (d_{min}) e i toni più scuri (d_{max}) che quel dispositivo riesce a

rilevare. Più è elevata la gamma dinamica di uno scanner o di un'originale, maggiore sarà la gamma di livelli di luce che potrà rilevare, oppure ostruire o assorbire. Un dispositivo per scansioni che possiede un'ampia gamma dinamica è in grado quindi di riprodurre maggiori dettagli.

Questo aspetto è visibile soprattutto nelle ombre (le zone più scure delle immagini) dove è più difficile rilevare dettagli e differenziare i vari livelli di luce, in quanto in queste zone esiste una debole energia luminosa che riflette o trasmette i dettagli delle zone scure. La gamma dinamica influenza il contenuto di un'immagine digitale. Con gli scanner a letto piano più datati l'immagine acquisita da una stampa fotografica presenta delle evidenti compressioni di tonalità nelle zone d'ombra e altre compressioni nelle alte luci. La stessa immagine, acquisita con uno scanner a letto piano più recente che possiede una gamma dinamica più ampia, presenta maggiori dettagli nelle zone di luce e d'ombra. La gamma dinamica può variare anche tra dispositivi che presentano la stessa profondità di bit nominale. Quindi nel caso di acquisto di uno scanner è opportuno valutare con prudenza i dati descritti nei fogli illustrativi e cercare di ottenere una scansione comparativa tra i vari modelli valutati.

È evidente comunque che la gamma dinamica non rappresenta la sola variabile che influenza la qualità di una scansione; uno scanner che impiega dei sensori CCD molto sensibili ai rumori di fondo può produrre scansioni "sporche", anche se presenta una gamma dinamica molto ampia.

I dispositivi di scansione e gli originali possiedono delle precise caratteristiche di densità. Generalmente gli scanner a tamburo presentano ampie gamme dinamiche e valori di densità massima più alti di qualsiasi altro dispositivo per scansioni, analogamente gli originali trasparenti (diapositive, pellicole, fotocolor) possiedono ampie gamme dinamiche e più elevate densità rispetto agli originali opachi, acquisiti in riflessione (bozzetti, stampe fotografiche).

Un altro fattore che influenza la gamma dinamica nelle scansioni è la natura logaritmica (non lineare) della densità. Gli originali positivi (stampati, diapositive, bozzetti e stampe fotografiche) tendono a presentare una maggiore compressione tonale nelle ombre; gli originali negativi (pellicole e negativi fotografici) invece tendono a presentare questa compressione nelle zone delle alte luci.

Non esiste un dispositivo per scansioni che riesca a compensare completamente questa tendenza, ma una gamma dinamica molto ampia certamente può ridurre tali compressioni. Per ottenere la migliore qualità nelle scansioni, occorre scegliere un dispositivo per scansioni che disponga di un'ampia gamma dinamica e rilevi una densità massima superiore a quella che si presenta negli originali che devono essere normalmente digitalizzati.

Ad esempio, uno scanner a letto piano di media qualità con una gamma dinamica di 3.0 e una d_{max} di 3.2 può facilmente riprodurre tutte le tonalità di stampe fotografiche in riflessione.

Lo stesso scanner, se equipaggiato con un adattatore per trasparenza, può anche acquisire le informazioni tonali di molti tipi di diapositive in commercio. Tuttavia per catturare tutte le informazioni di un duplicato di un fotocolor oppure nel caso di lavorazioni in trasparenza di alto livello qualitativo richieste per le grandi campagne pubblicitarie, è assolutamente necessario disporre di uno scanner a tamburo oppure di uno a letto piano ma di fascia alta.

Se non si devono digitalizzare immagini ad alto livello molto frequentemente, non è necessario spendere inutilmente dei soldi per una periferica di alto livello. Ciò è ancora più valido se normalmente le immagini acquisite verranno stampate su carta non patinata o carta per quotidiani, che limitano fortemente il livello di riproducibilità della gamma dei toni. I costruttori dei dispositivi per scansioni di basso e medio livello spesso non indicano la gamma dinamica e la densità massima delle loro macchine. È importante richiedere questi dati nel caso si debba acquistare uno scanner, e incoraggiare i costruttori a indicare la d_{max} , la d_{min} e la gamma dinamica nei fogli che ne descrivono le caratteristiche.

3.1 Aumentare la gamma dinamica.

I recenti miglioramenti tecnici introdotti negli scanner e nelle macchine fotografiche digitali hanno contribuito ad aumentare la gamma dinamica disponibile. Alcuni di questi miglioramenti sono:

- Scanner con una più elevata profondità di bit I nuovi modelli di macchine basate sulla tecnologia CCD possono catturare 10, 12, o anche 16 bit per colore, grazie

alla maggiore sensibilità di ciascun sensore. I convertitori A/O possiedono la potenza di elaborazione necessaria per scartare i bit di livello più alto (quelli “sporchi”) e campionare i livelli grezzi di tensione analogici fino a ottenere solo gli 8 necessari, però di buona qualità e sufficientemente “puliti” per riprodurre fedelmente le varie tonalità per ogni singolo canale.

- Sensori CCD con un più elevato rapporto segnale/rumore I sensori CCD adottati negli scanner a letto piano di fascia alta, quelli per diapositive e nelle macchine fotografiche digitali sono meno sensibili alle sorgenti di rumore elettrico (scariche nell'impianto di illuminazione, onde radio, e così via).

Ciò riduce le interferenze e mantiene più puliti i segnali elettrici prodotti dai CCD, che quindi vengono convertiti in dettagli tonali più fedeli.

Correzioni durante le scansioni Alcuni Processori di Segnale Digitale (DSP, Digital Signal Processing) e i convertitori A/D di alcuni scanner danno la possibilità di ottimizzare le tonalità delle immagini prima che i segnali analogici vengano trasformati in dati digitali. Questi sistemi possono ridurre l'inevitabile perdita di informazioni che si verifica quando viene eseguita una correzione cromatica dopo la scansione.

Controlli di esposizione regolabili Alcuni modelli di scanner a tamburo da scrivania, scanner per diapositive e macchine fotografiche digitali consentono di regolare i parametri di esposizione e di apertura. Se la profondità in termini di bit dello scanner è sufficiente la combinazione tra un'apertura inferiore e un maggiore tempo di esposizione consentiranno di catturare maggiori dettagli nelle zone d'ombra critiche.

Verificato che il programma di scansione dei supporti, esistono delle tecniche di correzione delle immagini che possono essere adottate durante le scansioni per migliorare la gamma dinamica delle immagini.

È normale per un professionista cercare di ottenere la migliore qualità possibile dalle immagini digitali che si realizzano. In questo capitolo sono stati illustrati i fattori tecnologici che contribuiscono a migliorare la qualità di entrata delle immagini digitali: la tecnologia di acquisizione, la risoluzione ottica e di scansione, l'area di analisi, la profondità di bit e la gamma dinamica.