

DIGITALIZZAZIONE E TRATTAMENTO DELLE IMMAGINI

*INFORMATICA APPLICATA – MODULO
AVANZATO
LABORATORIO DI INFORMATICA 2*

INDICE

Indice

I. Presentazione

1. Introduzione storica
2. Lo sviluppo delle immagini digitali
3. Elementi di base

II. Dispositivi di digitalizzazione

1. Lo scanner
2. Le fotocamere digitali

III. Concetti essenziali

1. La risoluzione
2. I colori
3. I formati
4. Strumenti hardware di visualizzazione ed elaborazione

IV. Stampare un'immagine digitale

1. Le tecniche delle mezzetinte
2. Le tecniche numeriche
3. La stampa delle immagini a colori

V. Definizioni

I. PRESENTAZIONE

1. INTRODUZIONE STORICA

La definizione che i dizionari riportano per il termine immagine è più o meno la seguente: rappresentazione, imitazione di un oggetto o di una cosa; descrizione grafica o visiva di oggetti o di cose; qualcosa introdotta a rappresentare qualcos'altro.

Sin dai graffiti di età preistorica l'uomo ha cercato di fissare immagini della realtà o della sua fantasia utilizzando varie tecniche e materiali. I processi di "produzione" di immagini, almeno in occidente, sono stati quasi esclusivamente manuali, con la sola eccezione della xilografia e della litografia, tecniche semiautomatiche sviluppatesi come conseguenza dell'invenzione della stampa. Nella prima metà del secolo scorso la rivoluzionaria tecnica fotografica costituì la prima vera forma di realizzazione automatica di immagini. L'automatismo introdotto dalla fotografia, lo sviluppo parallelo delle tecniche di trasmissione (telegrafo, telefono) e i progressi della tecnologia industriale condussero alla possibilità e alla necessità di elaborare le immagini. Con il termine elaborazione delle immagini ci si riferisce a tutte le operazioni eseguite su un'immagine per trasformarla, in modo da rendere più agevole l'estrazione di informazioni riguardanti gli oggetti in essa contenuti, per riprodurla o trasmetterla.

Intorno agli anni '20 comparirono semplici forme di elaborazione come la trasmissione di immagini via cavo sottomarino tra Europa e Stati Uniti utilizzando tecnologie di tipo telefonico. I decenni successivi furono contrassegnati, com'è noto, da uno sviluppo prodigioso delle tecniche analogiche con sostanziali miglioramenti qualitativi fino alla realizzazione delle tecniche di trasmissione televisiva. Intorno alla metà del XX secolo vennero sviluppate e cominciarono a diffondersi le altre due forme automatiche di elaborazione delle immagini: ottica e digitale.

2. LO SVILUPPO DELLE IMMAGINI DIGITALI

Le immagini sono classificabili a seconda del metodo con cui esse vengono generate. Si hanno così fotografie, disegni, documenti, dipinti, immagini televisive, ecc. Da tutti i tipi di immagini si possono ottenere le corrispondenti immagini numeriche o digitali generando funzioni $f(x,y)$ che misurano l'intensità luminosa nei punti di coordinate x,y dell'immagine stessa. Accanto all'informazione pittorica, codificata in termini di intensità luminosa nella funzione $f(x,y)$ le immagini posseggono un altro tipo di informazione, estremamente importante e immediatamente percepibile all'osservatore umano, le qualità descrittive degli oggetti in esse rappresentati. Il termine 'qualità descrittive' può assumere significati differenti a seconda del tipo di immagine su cui si lavora, infatti con il termine "immagine" possiamo indicare piani informativi molto diversi tra loro: testi manoscritti, carte geografiche, disegni, radiografie, fotografie, immagini telerilevate, livelli isotermici, livelli altimetrici, ecc.

Il primo vero sviluppo delle immagini digitali è riferibile agli anni '60 con la diffusione degli elaboratori elettronici e con le prime applicazioni relative alle analisi

delle immagini della terra e dei corpi celesti fornite dai satelliti artificiali. Negli anni successivi l'elaborazione delle immagini si è estesa sostanzialmente a tutti i settori della scienza e delle tecniche: astronomia, medicina, fisica, robotica, biologia, scienze della terra e scienze sociali. In quasi tutti gli ambienti scientifici si è operato inizialmente con immagini monocromatiche per poi passare successivamente al colore o al multispettrale.

La ragione del crescente favore che le tecniche di elaborazione digitale delle immagini hanno incontrato nelle più disparate applicazioni sta nella loro intrinseca flessibilità, precisione e - con particolare riferimento all'ultimo decennio - economicità. Se è vero ad esempio che è perfettamente possibile ottenere l'ingrandimento di un'immagine per via analogica, i sistemi digitali consentono risultati in tempo reale e a costi molto contenuti. Il medesimo principio, come vedremo, è valido per le modifiche dell'intensità luminosa, per le combinazioni e per le variazioni di parametri dell'immagine, ecc.

3. ELEMENTI DI BASE

Un'immagine digitale non è visibile direttamente. E' un concetto astratto che acquista il suo significato quando è possibile visualizzarla con un'attrezzatura adeguata. In pratica i dati che formano un'immagine digitale devono essere restituiti su uno schermo (di un computer o di una macchina fotografica digitale) oppure essere stampati. Esistono due tipi di immagini digitali: le *immagini raster* (o *bitmap*) e le *immagini vettoriali*. Le prime sono costituite da una "mappa" di bit, mentre le seconde sono il risultato di funzioni matematiche.

Le prime sono usate in particolare per il trattamento delle fotografie digitali o per i montaggi fotorealistici. Un'immagine digitale di tipo raster si compone dunque di una mappa di unità basi, indivisibili, chiamati *punto* o *pixel*, di cui ognuno rappresenta una porzione dell'immagine. Un'immagine si definisce dal numero di pixel che la compongono in altezza e in larghezza e dall'estensione delle possibilità di livelli di grigio o di colori che può avere ogni pixel. Più la densità di pixel è elevata, maggiore sarà la qualità e la precisione dell'immagine. Questa densità si misura in *DPI* (dall'inglese *dots per inch*, cioè "punti per pollice"). Tutti i dati corrispondenti alle informazioni cromatiche contenute all'interno dell'immagine sono registrati in un determinato modo. Esistono un gran numero di formati grafici diversi e ogni formato non è niente altro che una strutturazione particolare dei dati che riguardano l'immagine.

Il principio delle seconde, le immagini vettoriali, è di rappresentare i dati dell'immagine con forme geometriche, che possono essere descritte a livello matematico: segmento, curva, cerchio, linea, ecc. con il raggio, lo spessore, ecc. Queste immagini presentano due grandi vantaggi: possono essere ridimensionate senza perdita di qualità e occupano poca memoria. L'uso di questo tipo di immagine riguarda soprattutto la grafica editoriale.

II. DISPOSITIVI DI DIGITALIZZAZIONE

La funzione specifica dei dispositivi di input è quella di fornire dati in ingresso al nostro computer. In molti casi, tuttavia, questa operazione presuppone un passaggio molto importante: la codifica in formato numerico dell'informazione acquisita. E' noto che i computer utilizzano unicamente lunghe catene di "0" e "1" e, quando vogliamo far lavorare il computer sulle immagini, occorre prima convertire questa informazione, che in partenza non è in formato digitale, nelle catene di "0" e "1" che il computer è in grado di comprendere. A questo processo di conversione ci si riferisce col termine *digitalizzazione*.

Per trasformare un'immagine reale in un'immagine digitale la tecnologia la più usata è la tecnologia *CCD* (dall'inglese *Charge-Coupled Device*). Si tratta di un sensore di silicio a più strati che quando è colpito dalla luce, attraverso l'obiettivo, produce un flusso di elettroni in quantità proporzionale all'intensità della luce stessa. La corrente elettrica prodotta dal CCD viene inviata poi ad un circuito (convertitore analogico-digitale) che la trasforma in dati binari, ovvero in bit, che vengono poi tradotti dal computer o dalle stampanti per riprodurre le immagini acquisite. Quanto detto ci descrive l'acquisizione da parte del sensore delle densità dell'immagine, ovvero di un "canale" che non comprende, però, le informazioni relative al colore. Per riprodurre queste ulteriori e fondamentali informazioni è necessario unire le componenti di densità con le tre componenti cromatiche primarie della sintesi additiva: il rosso, il verde ed il blu (RGB). Esistono vari sistemi di rilevazione del colore per i CCD: microfiltri, sensori multipli etc. I sensori CCD sono suddivisi in un numero variabile di celle fotosensibili (pixel); più è alto il loro numero, più il sensore è in grado di suddividere l'immagine in più punti, consentendogli di catturare un numero superiore di dettagli e sfumature. Anche la conversione impulso elettrico-bit può essere più o meno precisa. E' determinata in base alla tipologia del dispositivo (8 bit/colore, 10 bit/colore, etc.). Quindi ogni singolo pixel può essere descritto da: 2 valori (immagine campionata a 1 bit e cioè nero e bianco), 256 valori (immagine campionata a 8 bit), 4096 valori (immagine campionata a 12 bit). E' chiaro che il flusso elettrico, trasformandosi in dato digitale, sarà più preciso e fedele all'oggetto originale: più ricco di sfumature se acquisito con un sistema in grado di campionare ogni pixel in oltre 4000 valori rispetto ad un altro che può operare la scelta su 256.

Due sono gli strumenti più diffusi per la realizzazione del processo di trasformazione: *scanner* e *fotocamere digitali*

1. LO SCANNER

Lo scanner è lo strumento più utilizzato per trasformare in formato digitale delle immagini cartacee. Ne esistono di vari tipi; il più diffuso è lo scanner piano. L'immagine da digitalizzare (che sarà in genere una fotografia stampata, ma potrà anche essere, attraverso l'uso di particolari dispositivi, un negativo fotografico o una diapositiva, un disegno, un testo o altro) si appoggia sul piano di vetro dello scanner, e viene progressivamente illuminata e 'letta' da una testina scorrevole. In sostanza, lo scanner

sovrappone idealmente all'immagine una griglia (la cui risoluzione dipenderà dalla risoluzione di cui è capace lo scanner, e da quella per la quale l'abbiamo impostato) e 'legge' il colore che si trova in ogni singola celletta (pixel) della griglia, sulla base della palette di colori da lui riconosciuta (così, uno scanner a 16 bit potrà distinguere 65.536 colori diversi, e uno scanner a 24 bit potrà distinguere oltre 16 milioni di colori diversi). È anche possibile acquisire un'immagine, anziché a colori, in tonalità di grigio: in questo caso il singolo pixel sarà codificato sulla base della sua intensità luminosa. Il familiare apparecchio fax può essere pensato come uno scanner che lavora su una (ristretta) scala di grigi e che trasmette l'informazione in formato digitale, risultato della scansione (convertita in segnali sonori), anziché al computer, all'apparecchio gemello che si trova all'altro capo della linea telefonica.

Man mano che acquisisce l'immagine, lo scanner - collegato al computer di norma attraverso la porta parallela o la porta USB (Universal Serial Bus, la stessa attraverso la quale il computer dialoga in genere con la stampante) oppure attraverso una più veloce porta SCSI o FireWire - trasmette al computer la lunga catena di '0' e '1' che è il risultato del processo di digitalizzazione. Solo successivamente, attraverso appositi programmi, sarà possibile elaborare ulteriormente l'immagine, applicandovi ad esempio filtri ed effetti particolari.

2. LE FOTOCAMERE DIGITALI

La seconda categoria di sistemi di acquisizione digitale è costituita dalle fotocamere digitali.

Le fotocamere si suddividono ulteriormente in due grandi gruppi: professionali e "consumer". La significativa differenza di prezzo tra queste due categorie è da ricercarsi nelle differenti caratteristiche tecniche. Le camere digitali professionali mantengono la visione reflex e il grande vantaggio di montare obiettivi intercambiabili. Per disporre di un'area compatibile con questi obiettivi hanno sensori più grandi e con una maggiore risoluzione. I CCD sono sottoposti ad una serie di test rigidissimi per garantire tolleranze molto piccole. Inoltre questi modelli hanno una maggiore velocità di scatto, connessioni che consentono di scaricare ad alta velocità le immagini dalla memoria della macchina al computer, e una di memoria superiore.

Alcune fotocamere possiedono una memoria interna fissa, altre solo una removibile (la CARD di memoria RAM), altre ancora funzionano in modo misto. Tecnicamente le fotocamere sono collegabili a Personal computer tramite cavo USB o FireWire con cui possiamo scaricare le foto memorizzate sull'hard disk. Il collegamento con il personal computer può avvenire anche mediante adattatore per schede di memoria, spesso collegato sulla porta seriale, in cui verranno inserite le nostre CARD di memoria RAM da scaricare.

III. CONCETTI ESSENZIALI

1. LA RISOLUZIONE

La risoluzione di un'immagine è il suo grado di dettaglio, misurato in *DPI*, cioè in punti per pollici. Questo parametro è definito durante la digitalizzazione dell'immagine ed è spesso legato alle caratteristiche del materiale usato per questa operazione. Più è elevato il numero di punti per pollici del documento digitalizzato, più è alta la quantità d'informazione che serve per descriverlo, dunque maggiore sarà la risoluzione. Se un'immagine ha una risoluzione di 150 DPI è più precisa e dettagliata di un'altra con una risoluzione di 100 DPI (ogni pollice dell'immagine è composto di un numero maggiore di punti). La prima immagine, con una risoluzione di 150 DPI, contenendo informazioni più numerose, sarà dunque più pesante, cioè occuperà più spazio nella memoria del computer (o del CD-ROM o del dischetto, ecc.).

Impostare la risoluzione di un'immagine in funzione dello spazio disponibile per la sua registrazione e dell'uso che ne vogliamo fare è dunque fondamentale. Il numero di pixel è proporzionale al quadrato della risoluzione : se la risoluzione è moltiplicata per 2, il numero di pixel è moltiplicato per 4. Aumentare la risoluzione significa rallentare il tempo di visualizzazione e di stampa di un'immagine, e anche aumentare in maniera considerevole le dimensioni del documento e lo spazio necessario per la sua registrazione.

Spesso, per lavorare al computer, si usa la risoluzione di 72 DPI perché corrisponde alla risoluzione utilizzata dal monitor dei computer. Per stampare un'immagine è necessario utilizzare una risoluzione più alta, almeno di 300 DPI.

2. I COLORI

COLORIMETRIA

La teoria del colore affonda le radici negli esperimenti di Newton, che mise in evidenza che l'energia luminosa appare all'occhio umano con colori diversi a seconda della lunghezza d'onda sulla quale essa viene emessa e diede la possibilità di ottenere i colori dell'arcobaleno. Indagini successive portarono altri ricercatori a sostenere che tutti i colori potevano essere ottenuti mediante le sovrapposizioni di tre opportuni colori di base. La prima formulazione coerente di tale teoria è attribuita a Young nel 1820 ma bisognerà attendere fino al 1920 per la dimostrazione quantitativa della teoria (Guild; Wrigth). Nel 1960 viene dimostrata l'esistenza di tre diversi ricettori nell'occhio umano. Oggi la teoria del tristimolo è ampiamente accettata e il sistema *RGB*, che ne costituisce la formalizzazione quantitativa, costituisce la base di calcolo per il progetto di terminali video, televisori e telecamere, cioè di tutte le apparecchiature nelle quali si fa uso della sintesi additiva del colore.

Esistono diversi metodi di gestione del colore secondo la quantità di bit utilizzati per "l'immagazzinamento" dell'informazione colore. Ecco le principali:

- Le *immagini true color*, con circa 16,7 milioni di colori possibile (“immagini a milioni di colori”). Infatti, ogni pixel può avere un valore, in particolare nel sistema RGB, compresa fra 0 e 255 (256 x 256 x 256 di possibilità). L’informazione colore di ogni pixel viene dunque codificata da 3 byte (cioè 24 bit). Questo rende le immagini abbastanza “pesanti”, occupando più spazio e rendendo i tempi di trasferimento o di visualizzazione più lunghi.

- Le *immagini a 256 colori* usano una paletta di colore “legata” all’immagine. Si parla allora di “colore indicizzato” o “scala di colore”. Ogni pixel ha dunque un valore fra 0 e 255. Ad ogni valore corrisponde un colore registrato nella paletta con i dati che riguardano l’immagine. Quando l’immagine viene visualizzata, c’è la corrispondenza fra il valore dato ad ogni singolo pixel e il suo codice.

- Le *immagini in scala di grigio*. I pixel hanno la possibilità di avere 256 tipi di grigio diversi, compresi fra lo 0 (nero) e 255 (bianco).

IL SISTEMA RGB

Abbiamo anticipato che il sistema per creare i colori a video si basa sulle stesse proprietà fondamentali della luce che si osservano in natura: è possibile creare tutti i colori utilizzando combinazioni di rosso, verde e blu. Il monitor a colori crea i colori emettendo tre fasci di luce con intensità diverse, illuminando le sostanze fluorescenti rosse, verdi e blu che ricoprono l’interno dello schermo del monitor. Quando un rosso appare sullo schermo, il monitor ha acceso il proprio raggio rosso, che eccita i fosfori rossi, illuminando un pixel rosso dello schermo.

SPAZI COLORIMETRICI DIVERSI DA RGB

Lo spazio RGB è stato sviluppato sulla base delle necessità specifiche della sintesi additiva su terminali grafici e schermi televisivi. Si tratta di un modello di colore e cioè di uno dei modi possibili per tradurre i colori in dati numerici. Degli altri numerosi spazi definiti sulla base di esigenze diverse dalla precedente si ricorderanno qui quelli basati sulla sintesi sottrattiva (CMYK) e sulle proprietà dei colori legati direttamente alla loro percezione da parte dell’uomo (l’intensità, la saturazione e la tonalità).

Il modello di colore *CMYK* non si basa sull’aggiunta di luce, ma sulla sua sottrazione. Nel modello RGB, i colori vengono creati aggiungendo luce: il monitor (o un televisore) è la fonte luminosa in grado di creare i colori. Ma una pagina stampata non emette luce: la pagina assorbe e riflette la luce e quindi, quando si vogliono trasferire i colori del monitor su carta, è necessario utilizzare un altro modello di colore, il modello *CMYK*. Il modello di colore *CMYK* è la base della stampa in quadricromia ed è utilizzato principalmente per stampare immagini a tono continuo (come le fotografie digitalizzate) su una foto-unità. Nella stampa in quadricromia i colori vengono riprodotti su una foto-unità usando quattro diverse lastre di stampa: C (cyan), M (magenta), Y (giallo, dall’inglese yellow) e K (nero; il nero è indicato dalla lettera K - in inglese *black* - in quanto la lettera B potrebbe creare confusione con il blu).

Anche se i modelli di colore RGB e CMYK sono modelli fondamentali per la grafica computerizzata e la stampa, molti designer e grafici trovano che il dover miscelare i colori utilizzando valori o percentuali di altri colori sia inutilmente complicato. Usare una ruota del colore aiuta, ma né il modello RGB, né il modello CMYK sono molto intuitivi. La mente umana non divide i colori in modelli di rosso/verde/blu o cyan/magenta/giallo/nero; per semplificare quindi questa scelta è stato creato un terzo modello di colore, il modello HSI (Hue/Saturation/Intensity, ovvero tonalità, saturazione e luminosità). L'idea di classificare i colori secondo questi concetti appare per la prima volta nel 1810 nel *Farbenlehre* di Goethe, che la trasse dal mondo degli artisti, abituati – appunto – a considerare i colori dal punto di vista percettivo. Attraverso varie vicissitudini questa idea portò nel secolo scorso alla definizione di migliaia di colori raccolti nell'atlante di Munsell, tuttora molto diffuso in ambienti artistici. Il modello HSI si basa sulla percezione umana dei colori e non tanto sui valori del computer del modello RGB o sulle percentuali di stampa del modello CMYK. L'occhio umano percepisce i colori come componenti di tonalità, saturazione e intensità. Si pensi alla tonalità come ai colori che possono essere visualizzati sulla ruota del colore. Tecnicamente, la tonalità si basa sulla lunghezza d'onda della luce riflessa da un oggetto oppure trasmessa attraverso l'oggetto stesso. La saturazione, detta anche cromaticità, è la quantità di grigio presente in un colore: maggiore è la saturazione, minore è il contenuto di grigio e maggiore l'intensità del colore. L'intensità luminosa è invece la misura dell'intensità della luce in un colore. Principi analoghi sono alla base di spazi di colori adottati da parte di studiosi di Computer Graphics quali ad esempio HSV (Hue, Saturation, Value) e HLS (Hue, Lightness, Saturation).

3. I FORMATI

Per memorizzare un'immagine bitmap si scrivono due tipi di informazioni:

- i valori dei pixel (grigio un valore per ogni pixel; RGB: tre valori; CMYK: quattro valori)
 - le meta-informazioni (informazioni delle informazioni)
- Di seguito indichiamo i formati attualmente più diffusi:

TIFF

TIFF (*Tag Image File Format*) è il più usato, più flessibile ed affidabile metodo per memorizzare immagini bitmap in bianco e nero, a scala di grigio, a scala di colore, a colori RGB, CMYK. Un documento TIFF può essere di ogni dimensione (in pixel) e di ogni profondità di bit. Può essere salvato con o senza compressione. Oltre ai dati dei pixel, il TIFF può contenere qualunque meta-informazione in locazioni di memoria chiamate tag. Le più comuni sono la risoluzione, la compressione, il tracciato di scontorno, il modello di colore, il profilo ICC. Sebbene sia considerato un formato standard, alcune applicazioni inseriscono dei tag proprietari che talvolta impediscono ai documenti di essere aperti da altre applicazioni. Esistono due versioni di TIFF, una per macchine Windows e una per macchine Macintosh. L'unica differenza consiste nel fatto

che i byte sono ordinati in maniera diversa. I byte nei documenti per Windows iniziano con le cifre meno significative, nei documenti per Macintosh con quelle più significative.

GIF

GIF è un formato standard di memorizzazione di documenti grafici bitmap a scala di colore. GIF è la sigla di *Graphics Interchange Format* ed è stato creato da CompuServe, uno dei primi servizi on-line, per trasmettere in rete immagini grafiche in modo compresso, quindi rapido. GIF è probabilmente il formato grafico più usato al mondo, in quanto è prevalente su Internet, nelle BBS e nelle librerie shareware. GIF funziona bene sui grafici "al tratto", sia in bianco e nero che a colori e supporta al massimo 256 colori. Non funziona bene con le fotografie e le immagini sfumate, per le quali è meglio usare JPEG. GIF è superiore a JPEG se si tratta di disegni al tratto, logo, fumetti. In questi casi GIF non elimina pixel, come fa JPEG, ma anzi li riproduce esattamente. Utilizza una compressione lossless, il che significa che nessun pixel dell'immagine originale viene perduto (contrariamente al metodo di compressione lossy).

JPEG

JPEG è un formato standard di compressione dei documenti grafici bitmapped. JPEG è la sigla di *Joint Photographic Experts Group*, ed è stato progettato per memorizzare immagini a colori o a grigi di scene fotografiche naturali in modo compresso. Funziona bene sulle fotografie, sui quadri naturalistici e simili; non funziona bene sui fumetti, disegni al tratto, logo, lettering. JPEG tratta solo immagini statiche, ma esiste un altro standard correlato, MPEG, per i filmati (immagini in movimento).

PDF

PDF è un formato grafico derivato dal PostScript con il quale condivide il modo di descrivere gli oggetti grafici: le pagine, i colori, le coordinate, il testo, i bitmap. Non è un programma come un documento PostScript, ma un elenco di oggetti grafici ottenuti interpretando (eseguendo) un documento PostScript (l'interprete può essere Acrobat Distiller). Un documento PDF ha il concetto della propria struttura e agisce come un database.

PICT

PICT è il più vecchio formato ad oggetti dei sistemi Apple Macintosh. La descrizione degli oggetti è codificata in QuickDraw, il linguaggio grafico nativo del Mac. Pict supporta otto colori: bianco, nero, ciano, magenta, giallo, rosso, verde e blu. Pict può contenere grafica bitmap con risoluzione anche maggiore di 72 dpi, ma alcune applicazioni possono convertire queste bitmap di nuovo a 72 dpi. Pict è adatto a disegni al tratto di media qualità e bitmap a bassa risoluzione con pochi colori. L'archivio

appunti del Mac per esempio lavora con Pict. Pict2 è una estensione del formato Pict ed ha due sottotipi: 24-bit Pict2 (oltre 216 milioni di colori) e 8-bit Pict2 (256 colori).

PSD

Il software Adobe Photoshop, che useremo durante questo corso, permette di aprire e creare documenti usando diversi formati grafici, di creare immagini trasparenti, di salvare livelli e maschere all'interno del file. Per salvare i documenti con più livelli è disponibile il formato Photoshop (.PSD). Inoltre, numerosi formati non supportano i documenti con determinati metodi di colore. Il formato Photoshop (PSD) è il formato predefinito e unico che supporta tutte le funzioni di Photoshop. Dunque in un primo tempo, conviene sempre salvare il file sul quale si sta lavorando nel formato nativo di Photoshop anche se ciò richiede un maggiore spazio sul disco. Questo è l'unico modo per non perdere neanche un pixel del lavoro fatto e per conservare tutti i livelli grafici, le maschere, i canali di colore, i canali per le trasparenze, ecc. senza alcuna perdita di informazioni.

4. STRUMENTI HARDWARE DI VISUALIZZAZIONE ED ELABORAZIONE

Gli strumenti fondamentali sono il monitor e la scheda grafica. La scheda grafica, alloggiata all'interno dell'unità centrale, ha il compito di tradurre i segnali digitali in segnali che il monitor è in grado di visualizzare. Un'immagine che appare sullo schermo del monitor è costituita da punti (pixel). Più elevata è la quantità di punti utilizzati per la costruzione delle immagini (risoluzione), più alta è la definizione dell'immagine. La quantità di memoria di cui una scheda grafica è dotata consente di migliorare la velocità con la quale il computer mostra le immagini, di migliorare la qualità delle immagini, di determinare il numero di colori (profondità di colore) con cui l'immagine viene realizzata. Il monitor utilizzato con il personal computer è un dispositivo raster, cioè consiste in una matrice rettangolare di pixel. Sappiamo che ogni pixel del monitor può assumere un colore tra quelli disponibili.

Il numero di pixel di base e il numero di pixel in altezza sono le dimensioni in pixel del monitor (per esempio 1024 x 768 pixel). Dimensioni comuni di questa matrice rettangolare di pixel sono le seguenti:

- 640 pixel di base per 480 di altezza (standard *VGA*);
- 800 pixel di base per 600 di altezza;
- 1024 pixel di base per 768 di altezza (standard *XGA*);
- 1280 pixel di base per 1024 di altezza (standard *SuperVGA*).

Un monitor multisync consente di modificare la dimensione del pixel (per esempio passando da 640 x 480 su tutto lo schermo a 800 x 600: in tal modo il singolo pixel diventa più piccolo). Monitor meno recenti hanno dimensioni fisse e non modificabili, per esempio 640 x 480 pixel. Un monitor multisync può invece essere regolato indifferentemente su una qualunque delle dimensioni in pixel che supporta (e che sono supportate anche dalla scheda grafica). Le principali tecnologie con le quali

sono realizzati i monitor sono il tubo a raggi catodici (CTR), i cristalli liquidi (LCD-Liquid Cristal Display) e il plasma (basato sulla luce fluorescente).

IV. STAMPARE UN'IMMAGINE DIGITALE

1. LA TECNICA DELLE MEZZETINTE

Le immagini create o modificate con le tecniche di elaborazione digitale possono anche essere splendide, tuttavia l'intera opera di progettazione e di perfezionamento dell'immagine potrebbe rivelarsi inutile se il risultato finale stampato (o prodotto in maniera diversa) non corrispondesse a quanto visualizzato sullo schermo. Per ottenere immagini stampate nitide e vive, è necessario capire a fondo come queste vengono prodotte e come la calibrazione del sistema influenza la qualità dell'output.

Quando l'immagine viene inviata a una macchina a stampa, è composta da molti puntini chiamati mezzetinte. Le dimensioni e la forma di questi puntini nonché l'angolo con cui vengono stampati creano l'illusione visiva di grigi o colori continui. Nella stampa tradizionale, le mezzetinte vengono create collocando un vetro o un retino contenente una griglia di punti tra l'immagine e la pellicola o la carta negativa su cui viene stampata l'immagine. Questo processo fotomeccanico ricrea l'immagine sotto forma di un pattern di punti. Le aree scure presentano punti più grandi, mentre quelle chiare hanno punti più piccoli.

Nell'editoria a colori, il processo tradizionale a mezzetinte utilizza retini cyan, magenta, gialli e neri. Nel processo di stampa, la carta viene stampata con pattern di punti cyan, magenta, giallo e nero di diverse dimensioni per creare l'illusione di un'infinità di colori. Osservando con attenzione un'immagine a colori stampata attraverso una lente di ingrandimento, sarà possibile notare i pattern di punti di diversi colori e dimensioni.

Come nella stampa tradizionale, anche le immagini digitali inviate ad una stampante o ad una foto-unità vengono separate in punti di retino. Il dispositivo di output crea i punti di retino attivando o disattivando gruppi di puntini, i pixel.

Se il dispositivo di output è una foto-unità, questo dispositivo potrà produrre l'immagine sia su carta, sia su pellicola. Una foto-unità che produca un output con una risoluzione di 2.450 dpi crea oltre sei milioni di punti per pollice quadrato. A 300 dpi una normale stampante laser crea immagini a 90.000 punti per pollice quadrato. Maggiore è il numero di punti presenti in un'immagine, più alta è la risoluzione e migliore è la qualità di stampa.

E' importante ricordare che questi pixel non sono i punti di retino. Nel processo di stampa, i pixel sono organizzati in un sistema di celle ed è proprio entro queste celle che vengono creati i punti di retino. Per esempio, i punti creati a partire da una foto-unità da 1.200 dpi possono essere divisi in 100 celle per pollice. Attivando e disattivando i pixel all'interno di ciascuna cella, la stampante o la foto-unità creano un punto di retino. Il numero di punti di retino per pollice viene definito frequenza del retino, retinatura o retino e viene misurato in righe per pollice (lpi). Un retino ad alta frequenza, come 150 lpi, pone i punti gli uni molto vicino agli altri, producendo immagini più nitide e colori distinti. Quando la frequenza del retino è bassa, i punti di retino vengono sparpagliati e si ottengono immagini meno raffinate con colori meno distinti.

2. LE TECNICHE NUMERICHE

Lo sviluppo delle stampanti collegate agli elaboratori elettronici ha portato allo studio di diverse tecniche che riproducono in ambito digitale l'operazione di retinatura ottica descritta nel paragrafo precedente. Per analogia con tale procedimento le tecniche suddette vengono denominate retinatura numerica e possono essere divise in due grandi gruppi a seconda che generino tessiture regolari o irregolari nell'immagine a mezzatinta.

Le tecniche di retinatura numerica consistono nel confrontare ciascun pixel dell'immagine in esame con il corrispondente pixel di un'immagine di riferimento delle stesse dimensioni, che, sempre per analogia con quanto sopra esposto, si chiama retino numerico e la cui costruzione verrà specificata nel seguito. Il risultato di tale confronto è costituito da un'immagine binaria a valori "0" o "1" a seconda che il livello di grigio dell'immagine in esame sia superiore o inferiore a quello del retino. L'immagine binaria viene inviata alle stampanti sopra menzionate, che pongono un punto elementare in corrispondenza di ciascun pixel con valore "1".

Le tecniche di retinatura numerica non vengono adoperate soltanto per preparare le immagini da stampare, ma anche per visualizzare le immagini digitali sui terminali monocromatici e a colori in tutti quei casi in cui il terminale stesso possiede un numero estremamente limitato di livelli. L'interesse in questo secondo caso è tuttavia sempre minore dal momento che grazie allo sviluppo tecnologico sono ormai disponibili a costi molto bassi terminali a colori dotati di un elevato numero di tonalità.

3. LA STAMPA DELLE IMMAGINI A COLORI

Lo sviluppo di stampanti digitali affidabili e di costo ragionevole costituisce una realtà degli ultimi anni. Ciò è stato reso possibile dall'attenzione che gli specialisti di informatica hanno dedicato negli ultimi vent'anni ai problemi della stampa a colori, familiari all'ambiente editoriale dove sono stati risolti combinando esperienza pratica, tecnologia, gusto e controlli quantitativi. L'obiettivo era di razionalizzare tutto questo patrimonio allo scopo di portare ad una produzione automatica o semiautomatica di immagini a colori stampate sotto il controllo dell'elaboratore.

A differenza di quel che succede per la restituzione sui terminali, la stampa delle immagini a colori è basata sulla sintesi sottrattiva. La ragione di tale termine sta nel fatto che, utilizzando inchiostri colorati, si effettua una sottrazione di radiazione dal mezzo adoperato, il foglio di carta bianca, il quale, per sua natura, riflette tutta la radiazione incidente. Come la sintesi additiva veniva realizzata utilizzando i tre colori primari RGB, così la sintesi sottrattiva è basata sull'uso dei tre primari CMY, ossia ciano, magenta e giallo.

Se nella realtà tutto funzionasse secondo questo modello ideale, la stampa di un'immagine a colori di cui si possedessero le bande RGB non presenterebbe grandi problemi: occorrerebbe, infatti, determinare nella semplice maniera sopra descritta le tre bande CMY retinarle separatamente e quindi stampare le tre immagini binarie ottenute utilizzando i tre diversi inchiostri. Purtroppo gli inchiostri disponibili in pratica non si comportano affatto come i tre primari ideali. Per esempio, l'inchiostro giallo non rimuove soltanto la radiazione blu ma anche parte di quella verde e di quella rossa; la

stessa circostanza si ripete per gli inchiostri ciano e magenta. Di conseguenza lo spazio di colori della sintesi sottrattiva viene ad essere rappresentato da un complicato poliedro contenuto all'interno del cubo RGB, e non è possibile stampare i colori che si trovano all'esterno del poliedro stesso.

La conseguenza più importante resta comunque quella concernente le relazioni fra le bande CMY e quelle RGB che risultano essere ben più complesse della semplice relazione di complementarietà sopra ipotizzata. Tali relazioni risultano essere non lineari e vanno determinate mediante un laborioso procedimento sperimentale molto simile a quello sopra ricordato per la determinazione della curva di trasferimento delle stampanti reali monocromatiche. La prima operazione da effettuare è quella di preparare sulla stampante una scala di colori ottenuti mescolando in quantità variabile i tre primari. Si procede quindi a digitalizzare tale scala mediante uno strumento di acquisizione, che fornisce le coordinate dei singoli colori della scala nello spazio RGB; si inverte quindi la tabella così ottenuta calcolando una nuova tabella che permette di passare dallo spazio RGB a quello CMY.

E' tuttavia ben noto dall'esperienza sviluppata nell'industria editoriale che le immagini a colori stampate a partire dalle tre bande CMY non presentano una qualità del tutto soddisfacente essendo caratterizzate da un basso contrasto. L'esperienza ha inoltre dimostrato che tale circostanza è in relazione al fatto che la miscela dei tre inchiostri non dà il colore nero, ma una tinta grigiastra. La logica conclusione cui queste osservazioni portano è che si rende necessaria una quarta banda: quella nera, il che realizza quella che è definita stampa in quadricromia. La banda nera, che viene indicata con l'espressione contenuto acromatico dell'immagine, può essere determinata in vari modi il più semplice dei quali consiste nell'assegnarle il valore minimo fra quelli delle coordinate RGB. Ciò fatto si calcolano delle nuove bande RGB sottraendo dalle originarie tale valore minimo: dalle bande così ottenute si possono finalmente determinare le bande CMY. L'uso di quattro bande, invece che tre, non rappresenta in sé una complicazione se si pensa che un passaggio di stampa con l'inchiostro nero è comunque necessario per stampare il testo del documento che contiene l'immagine. Inoltre, essendo l'inchiostro nero molto più economico di quelli colorati, la pratica di cui sopra si traduce di fatto in una riduzione dei costi globali di stampa.

Come già sopra anticipato, le quattro bande devono essere retinate separatamente usando le stesse tecniche impiegate per le immagini monocromatiche. Vi è tuttavia un'ulteriore complicazione derivante dal fatto che è necessario che i retini usati per le diverse bande abbiano diverse inclinazioni rispetto all'orizzontale e cioè 15, 75, 90 e 45 gradi rispettivamente per le bande ciano, magenta, giallo e nero.

Nell'industria editoriale le operazioni descritte nel presente paragrafo vengono eseguite in modo altamente automatizzato mediante l'uso degli scanner, menzionati a proposito della retinatura ottica. Nel caso delle immagini a colori essi provvedono, infatti, a quella che viene comunemente definita separazione cromatica e che consiste nella produzione delle quattro bande retinate, con i diversi retini inclinati in maniera opportuna. Tali bande vengono usate per produrre quattro matrici con le quali si procede alla stampa con i quattro colori; la banda nera viene naturalmente inserita nella matrice che contiene anche i testi e i grafici.

V. DEFINIZIONI

Bit: unità elementare d'informazione, che può avere il valore di 0 o 1 (le due cifre del sistema di numerazione binario).

Byte: sequenza di 8 bit che definisce un carattere. Costituisce l'unità di misura della capacità di memoria del computer.

CARD di memoria RAM: scheda rimovibile per la registrazione di dati, usata in particolare per le macchine fotografiche digitali.

CCD (Charge Coupled Device): sensore utilizzato nelle telecamere e fotocamere digitali e negli scanner e che trasforma la fonte di luce in un segnale analogico elettrico. E' composta da punti fotosensibili, fotodiodi, ciascuno dei quali è sensibile alla luminosità, ma non al colore. Ciascun punto fotosensibile è quindi coperto da un filtro colorato per misurare anche il colore.

CMYB (Cyan/Magenta/Yellow/blackK): metodo di composizione del colore usato dalle tipografie e che utilizza quattro colori (ciano, magenta, giallo e nero) per comporre tutti gli altri. Lo stesso metodo viene utilizzato nelle migliori stampanti a colori. Ciano, magenta e giallo possono comporre, stampati sovrapposti in varie percentuali, tutti i colori; stampando con tutti e tre i colori al 100% si ottiene il nero, ma è più economico ed efficiente avere una quarta cartuccia di inchiostro nero. Il nero è simboleggiato dal K per evitare l'equivoco con il Blue.

DPI (dots per inch): misura espressa in punti per pollice, della risoluzione grafica di una periferica (monitor, stampante, scanner, ecc.) o di un'immagine. Più la misura è grande, migliore è la resa grafica. Il monitor ha 72 dpi, le stampanti laser hanno un minimo di 300 dpi, quelle ad alta definizione arrivano fino a 1200 dpi.

FireWire: interfaccia digitale per periferiche utilizzata per le porte seriali del Macintosh e quindi implementata anche sui PC da Windows '98 in poi e su dispositivi quali le telecamere digitali. Ha una velocità di trasferimento dati che può arrivare fino a 400 Mbps (Mb per secondo).

GIF (Graphic Interchange Format): standard per immagini di tipo grafico, molto utilizzato in Internet e messo a punto da CompuServe per archiviare immagini in modo compresso. E' un formato di tipo raster con un massimo di 256 colori.

JPEG (Joint Photographic Expert Group): standard per la compressione di immagini fotografiche o pittoriche in milioni di colori (a 24 bit). Utilizzato molto in Internet.

PDF (Portable Document Format): formato per documenti grafici elaborato dalla Adobe Systems. Viene utilizzato per rendere disponibili, attraverso CD-ROM o Internet, documenti rappresentanti pagine stampate (libri, riviste, depliant, cataloghi, listini, ecc.).

PICT: formato per i documenti dei sistemi Apple Macintosh. La descrizione degli oggetti è codificata in QuickDraw, il linguaggio grafico nativo del Mac.

Pixel: unità elementare dell'informazione visualizzata sullo schermo di un computer.

Porta parallela: connettore del computer per il collegamento di periferiche. La porta parallela effettua soprattutto l'invio dei dati dal computer alla periferica (es. stampante).

Raster: Immagine composta da righe orizzontali, tutte della stessa larghezza, in modo sequenziale dall'alto al basso. I monitor devono rasterizzare le immagini, scomponendole in righe di pixel che poi, riprodotte sullo schermo, formano l'immagine di partenza.

RGB (Red, Green, Blue): metodo di composizione del colore basato sui tre colori base dei tubi catodici dei monitor. Il colore è espresso con tre numeri, per i valori dei colori base: rosso, verde e blu.

Risoluzione dell'immagine: rappresenta la quantità di pixel con i quali è formata un'immagine. Le immagini in bassa risoluzione sono formate da 72 dpi, quindi adatte ad essere rappresentate su monitor, mentre quelle con 150 dpi, 300 dpi ed oltre sono adatte per la stampa.

Risoluzione del monitor: nei monitor è la quantità di punti che il monitor è capace di visualizzare sullo schermo.

Risoluzione della stampante: nelle stampanti è la quantità di punti per pollice (dpi) con la quale vengono rese le immagini. Una stampante da 300 dpi stampa 300 punti in una linea lunga un pollice. Maggiore è la risoluzione, migliore è la qualità della stampa.

Scala di colore (o colore indicizzato): modalità che consente di gestire fino a 256 colori.

Scanner: apparecchio elettronico per l'esplorazione di una zona o di uno strato particolare di un materiale o di un corpo, utilizzato in vari settori della ricerca. In informatica, la parola scanner designa spesso una periferica di un elaboratore costituita da un dispositivo ottico in grado di riconoscere immagini grafiche e di acquisirle e trasmettere come dati; lettore ottico.

SCSI (Small Computer System Interface): standard per il collegamento di periferiche (dischi rigidi, lettori CD-ROM, scanner...) ad un computer per un veloce scambio di dati.

TIFF (Tagged Image File Format): formato grafico per le immagini, di tipo raster. Adatto per immagini fotografiche a colori.

True color: modalità che consente di gestire fino a 16,7 milioni colori.

USB (Universal Serial Bus): interfaccia per periferiche di tipo digitale, come telecamere, tastiere, mouse, scanner, stampanti, ecc. Consente la trasmissione dei dati a velocità elevata.

Vettoriale: tipo di immagine nella quale le forme sono definite da funzioni matematiche e non da insieme di bit, come nelle immagini raster (o bitmap). Rispetto a queste ultime, le immagini vettoriali sono più facili da modificare e formano documenti più leggeri.

VGA (Virtual Graphics Array): standard grafico per i monitor che consente la visualizzazione di 256 colori con una risoluzione di 640 per 480 punti.