

luciano trapa
aprile 2012

LA COMPRESSIONE DIGITALE DELL'IMMAGINE STATICA E DELL' AUDIO/VIDEO

*Chiedo scusa alle grandi domande
per le piccole risposte che ho dato*
[Wisława Szymborska]

IL RUOLO FONDAMENTALE DELLA COMPRESSIONE

Comprimere un'informazione digitale (per esempio un file audio o video) significa **ridurre il numero di bit ad essa associato** eliminando le “ridondanze”, cioè i bit relativi a informazioni non indispensabili o esprimibili in forma più sintetica. La compressione è largamente utilizzata per i **dati**, per le immagini **statiche (file grafici o file immagine)**, in ambito **audio** e in ambito **video (immagini in movimento)**.

La compressione può essere effettuata in due differenti modalità:

- ♣ con **perdita irreversibile** dell'informazione (**lossy**)
- ♣ **senza perdita irreversibile** dell'informazione (**lossless**)

Nel settore **audio**, per esempio, è noto il ruolo esercitato dai **file mp3**.

Per comprendere l'importanza della compressione nel settore video, basta pensare che, se il **segnale televisivo digitale** venisse trasmesso dall'emittente così com'è, cioè **senza essere sottoposto a compressione**, occuperebbe una **banda molto più larga di quella del segnale analogico**, il che renderebbe improponibile la televisione digitale.

Solo con il processo di compressione si riesce a restringere la banda occupata dal segnale televisivo digitale in modo da renderla “interessante” per l'applicazione pratica.

La TV digitale terrestre utilizza¹ gli standard di compressione MPEG-2 (o MPEG-4 per l'alta definizione).

Per **quantificare** le **caratteristiche** di un processo di **conversione** si utilizzano essenzialmente **due parametri**:

- ♣ il **bit-rate**, cioè il **numero di bit necessari a riprodurre un secondo di informazione digitale (audio o video)**
- ♣ il **rapporto di compressione** o **tasso** di compressione.

¹ MPEG è l'**insieme degli standard di codifica e compressione**, sia **audio** che **video**, che si è affermato a livello mondiale. La sigla sta per “**Motion Picture Expert Group**”. In italiano possiamo definire MPEG come “**Organizzazione internazionale per la codifica audio-video**”.

RAPPORTO (o TASSO) DI COMPRESSIONE

Può essere definito come:

$$R_{\text{compr}} = \frac{\text{Numero bit originario}}{\text{N.bit file compresso}}$$

Oppure come:

$$R_{\text{compr}} = (\text{Numero bit originario}) : (\text{N.bit file compresso})$$

Esempio:

file originario o nativo: 5600 MByte

file compresso: 700 MByte (8 volte più piccolo)

Il rapporto di compressione è:

$$R_{\text{compr}} = \frac{5600}{700} = 8$$

(che, espresso in percentuale, sarebbe dell' 800%).

Oppure:

$$R_{\text{compr}} = \frac{5600}{700} = 8:1 = \text{"otto a uno"}$$

Il tasso di conversione può **anche** essere **espresso** come:

- ⤴ **rapporto** fra il **bit-rate (bit/s)** dell'informazione originaria e il bit rate (bit/s) dell'informazione compressa
- ⤴ **rapporto** fra il **numero di campioni al secondo (samples/s)** dell'informazione originaria e il numero di campioni al secondo (samples/s) dell'informazione compressa (si veda il paragrafo su mp3)

COMPRESSIONE AUDIO

La compressione del segnale audio è effettuata in base alle leggi della **psicoacustica**, cioè in base alle particolari **modalità di percezione del suono** da parte dell'**orecchio** e del **cervello**.

In fase di compressione si tiene conto, in particolare, dei seguenti fatti:

- l'udito umano è sensibile ai suoni in misura diversa a seconda della loro frequenza; esiste, per ogni frequenza, una diversa soglia di percettibilità; la maggiore sensibilità si ha nell'intervallo di frequenze (1÷5) KHz; dire che, nell'intervallo (1÷5) KHz, la **sensibilità** dell'udito umano è **maggiore** equivale a dire che in questa banda la soglia di percettibilità del suono è più bassa; pertanto, in fase di compressione si elimina l'informazione relativa a tutti i suoni di intensità minore della soglia di percettibilità;
- mascheramento temporale: un suono molto forte rende meno memorizzabili, cioè “maschera”, i suoni che temporalmente lo precedono e lo seguono immediatamente nel tempo.

COMPRESSIONE VIDEO SPAZIALE

Supponiamo di dover trasmettere il segnale video relativo a due strisce colorate: una striscia rossa alta 2 cm e una striscia blu alta 5cm.

Invece di trasmettere, per ogni pixel (puntino) delle strisce, i bit relativi alle informazioni di colore, luminosità ecc, si può effettuare una compressione spaziale, trasmettendo le informazioni di colore luminosità ecc una sola volta per ciascuna striscia, con l'aggiunta dell'indicazione dell'altezza della striscia.

COMPRESSIONE VIDEO TEMPORALE

Supponiamo di dover trasmettere il segnale video relativo a un quadro (cioè a una scena) in movimento, nel quale un oggetto si sposta, assumendo più posizioni successive, rispetto a uno sfondo fisso (automobile o persona che procede lungo una strada alberata).

Invece di trasmettere i bit relativi a tutte le scene successive si può -avendo memorizzato le immagini- trasmettere, una sola volta, l'informazione relativa alla scena completa (soggetto e sfondo) e poi soltanto le variazioni del quadro successivo rispetto al precedente.

COMPRESSIONE VIDEO BASATA SULL'IMPERFETTA PERCEZIONE DELL'IMMAGINE

Esiste un livello minimo di luminanza al di sotto del quale l'occhio umano non riesce a distinguere i dettagli.

Perciò, in fase di compressione, si elimina l'informazione relativa ad elementi di immagine caratterizzate da luminanza inferiore a una soglia prefissata.

Un discorso analogo vale per le variazioni di colore (crominanza).

Nella compressione si tiene anche conto della minore sensibilità dell'occhio alle piccole variazioni di colore rispetto alle piccole variazioni di luminosità.

LA COMPRESSIONE VIDEO CON LO STANDARD MPEG-2

La **velocità necessaria** per **trasmettere un segnale televisivo numerizzato non compresso** è di circa **120÷140 Mbit/s**.

Se il segnale è ad **alta definizione** è necessaria una velocità di **1000 Mbit/s**.

In termini di velocità, di trasmissione MPEG-2 permette di passare dai 140 Mbit/s (che sarebbero necessari per la trasmissione di un segnale TV digitale non compresso) a una velocità di:

- ♣ **8 Mbit/s**, sufficienti per codificare **scene in movimento** (realizzando così un rapporto di compressione di $140/8 = 17,5$ circa)
- ♣ **2 Mbit/s**, sufficienti per codificare **scene poco dinamiche**, per esempio nel campo della teledidattica, (realizzando così un rapporto di compressione di $140/2 = 70$).

STANDARD DI CODIFICA/COMPRESSIONE DELL' INFORMAZIONE DIGITALE

I principali **standard** per la **codifica e la compressione** dell'**immagine**, del **video** e del **suono digitale** si possono suddividere in due gruppi:

- ▲ **JPEG, GIF, PNG, TIF e altri** per le **IMMAGINI “FISSE”** o **“STATICHE”**, le quali sono memorizzate nei cosiddetti **“file grafici”** o **“file di immagine”**.
- ▲ **MPEG** per il **VIDEO (immagini in movimento)** e l' **AUDIO** e in particolare per l'audio associato al video in applicazioni **“motion-intensive”**. Più che un semplice standard, MPEG è un **“insieme” di standard**. (Per l'audio/video **esistono anche altri standard**, cui si accenna alla fine del capitolo, nel paragrafo “approfondimenti di compressione audio/video”).

E' è un formato **compresso** anche il celebre **ZIP**. Si tratta però di un **formato di compressione concepito per i dati** e non per le immagini e per l'audio/video.

Ciò non ostante, ZIP è comunque **in grado di comprimere file contenenti immagini** (per esempio **PDF**) e anche di effettuare **una leggera compressione di file immagine come i JPEG**.

Zip è molto diffuso nei computer IBM-PC con sistemi operativi Microsoft e supportato di default nei computer Apple con sistema operativo Mac Os X.

Supporta vari algoritmi² di compressione, uno dei quali è basato su una variante dell'algoritmo³ LZW.

Il formato ZIP è stato creato nel **1989**, come alternativa al precedente formato di compressione ARC.

² Procedimenti che conseguono un risultato in un numero finito di passi.

³ **LZW** (dalle iniziali dei suoi ideatori: Lempel, Ziv, Welch) è un **algoritmo di compressione** di tipo **lossless** (**senza perdita irreversibile di informazioni**).

L'algoritmo effettua la compressione sfruttando la presenza, all'interno di una stringa binaria, di sequenze di bit che si ripetono più volte.

La **compressione di tipo LZW** mantiene inalterata la qualità dell'immagine, nel senso che **riduce le dimensioni del file senza pregiudicare la qualità grafica dell'immagine**.

PREMESSA n.1:
TIPI DI GRAFICA
ovvero come l'immagine può essere visualizzata sul monitor

L'immagine visualizzata sul monitor di un computer può essere di due tipi:

- ♣ **RASTER** (o **BITMAP** o **SCALARE**), se l'immagine è descritta come una **griglia** di **puntini colorati**, chiamati "**pixel**" (è a questo tipo di rappresentazione che si riferiscono le tecniche di compressione qui illustrate)
- ♣ **VETTORIALE**, se l'immagine è creata mediante *equazioni matematiche* che descrivono le varie linee.

L'IMMAGINE RASTER (o BITMAP o SCALARE)

Il **PIXEL** (che, nel caso delle immagini, sarebbe più corretto chiamare *DOT*, cioè “punto”) viene definito come IL PIU' PICCOLO ELEMENTO dell'immagine, anche se è a sua volta **formato da TRE CELLE**, una **rossa**, una **verde** e una **blu**, dette **SUBPIXEL** o SOTTOPIXEL.

I colori dei tre subpixel determinano il colore del pixel, creano cioè l'illusione ottica di un pixel di un unico colore e non di tre colori distinti.

I pixel, che hanno forma quadrata o rettangolare, sono così piccoli da non poter essere distinti, uno dall'altro, ad occhio nudo.

Ogni pixel è caratterizzato dalla sua **POSIZIONE** sul monitor, dal **COLORE** e dall'**INTENSITA'** del colore stesso.

Nel sistema RGB⁴ il colore di ciascun pixel è individuato da tre numeri, ciascuno dei quali rappresenta colore e intensità di colore di un subpixel.

Il bianco, per esempio, è dato dalla presenza dei tre colori alla massima intensità.

Se il colore di ciascun subpixel è rappresentato con un numero a 8 bit, ciascun subpixel può assumere un numero di diversi colori dato da 2 elevato all'ottava potenza, cioè da 256

Nei monitor a cristalli liquidi (LCD) i pixel non brillano di luce propria, ma possono essere considerati come filtri colorati, illuminati posteriormente da led bianchi o lampade al neon o dalla luce dell'ambiente, riflessa, mediante specchi, dietro lo schermo.

I pixel di un monitor sono tipicamente **1024000**, raggruppati in una matrice di 1280 colonne e 800 righe.

4 RGB (red, green, blue), è un “**metodo di colore**”. Altri metodi di colore sono: HSB (tonalità, saturazione, luminosità), CMYK (ciano, magenta, giallo, nero) e CIE L*a*b*. Occupiamoci anzitutto di RGB. Buona parte dello spettro visibile può essere rappresentata miscelando la luce colorata rossa, verde e blu in diverse proporzioni e intensità. Quando questi colori vengono sovrapposti si ottiene il ciano (azzurro), il magenta e il giallo.

Siccome i colori primari (RGB) vengono combinati per creare il bianco, vengono anche chiamati colori additivi.

Dall'unione di tutti i colori si ottiene il bianco (tutta la luce viene riflessa all'occhio). L'additività dei colori è applicata per l'illuminazione, i video e i monitor. Il monitor, ad esempio, crea il colore emettendo la luce attraverso i fosfori rossi, verdi e blu.

Le immagini RGB usano tre colori per riprodurre fino a 16,7 milioni di colori sullo schermo; sono immagini a tre canali, per cui contengono 24 (8 x 3) bit per pixel. I monitor dei computer visualizzano sempre i colori usando il modello RGB. Ciò significa che, se si sta lavorando con metodi di colore diversi da RGB, ad esempio CMYK, il programma che stiamo utilizzando converte temporaneamente i dati in RGB per la visualizzazione sullo schermo.

Premesso che per “magenta” si intende una gradazione di rosso, che si avvicina al color fucsia, il modello **CMYK** (**ciano, magenta, giallo, nero**) si basa sulla qualità di assorbimento della luce dell'inchiostro sulla carta. Quando la luce bianca colpisce gli inchiostri traslucidi, una parte dello spettro cromatico viene assorbita e una parte viene riflessa.

I pigmenti puri di **ciano (C)**, **magenta (M)** e **giallo (Y)** si dovrebbero (almeno teoricamente) combinare per assorbire tutto il colore e produrre il nero; perciò sono chiamati anche “**colori sottrattivi**”. Poiché tutti gli inchiostri di stampa contengono impurità, gli inchiostri ciano, magenta e giallo producono in realtà un marrone scuro, mentre per dare luogo a un vero nero devono essere combinati con un inchiostro nero (K). (Si utilizza la lettera K, perché la “b” di “black” può indicare anche il blu). La combinazione di questi inchiostri per la riproduzione del colore è detta “stampa in quadricromia”.

I colori sottrattivi (CMYK) e additivi (RGB) sono colori complementari. Ogni coppia di colori sottrattivi crea un colore additivo, e viceversa.

A ciascun **pixel** sono assegnati una **posizione specifica** e un **valore cromatico**. Quando vengono **elaborate immagini bitmap**, vengono **modificati gruppi di pixel** invece che oggetti o forme. Le immagini bitmap dipendono dalla risoluzione - ossia contengono un **numero fisso di pixel**. Perciò, le immagini bitmap possono perdere dettaglio e apparire dentellate se ingrandite eccessivamente sullo schermo o se stampate con una scarsa "risoluzione". Le immagini **bitmap** sono quelle che **meglio riproducono sfumature sottili di ombre e colore**, ad esempio, su **foto o dipinti**.

POSSIBILI FORMATI DI FILE BITMAP	
.jpg	JPEG (Joint Photographic Experts Group)
.gif	Graphics Interchange Format
.tiff	Tagged-Image File Format
.png	Portable Network Graphics

L'IMMAGINE VETTORIALE

Le immagini vettoriali sono formate da linee e curve, definite da entità matematiche chiamate vettori. I vettori descrivono i disegni in base alle loro caratteristiche geometriche.

Essendo descritte e memorizzate come equazioni e operazioni matematiche, queste immagini hanno un'**occupazione di memoria molto minore delle bitmap**.

Si può spostare, ridimensionare o modificare l'immagine senza perdere la qualità. Le immagini vettoriali sono **indipendenti dalla risoluzione**: possono essere scalate a qualsiasi dimensione e visualizzate o stampate su qualsiasi periferica di output a qualsiasi risoluzione, senza perdere precisione e chiarezza. Perciò le immagini vettoriali sono la **scelta migliore** per i **caratteri** (in particolare di piccole dimensioni) e per immagini in grassetto come i **logo**, che richiedono linee nitide rappresentabili in scale di diverse dimensioni.

Tuttavia, poiché i monitor dei computer rappresentano le immagini visualizzandole su una griglia, sia le immagini vettoriali che le immagini bitmap sono rappresentate a video come pixel.

POSSIBILI FORMATI DI FILE VETTORIALI

.cdr	Corel Draw
.swf	Shock Wave Flash , usato da Macromedia Flash per le animazioni
.svg	Scalable Vector Graphics , usato per animazioni
.ai	Adobe Illustrator
.fh	FreeHard
.dxf	Drawing eXchange Format

POSSIBILI FORMATI DI FILE IBRIDI (bitmap/vettoriali)

.pdf	<p>Il formato PDF (Portable Document Format) è usato da Adobe Acrobat, il software per l'editoria elettronica di Adobe per Windows, Macintosh, UNIX e DOS. I file PDF sono visualizzabili mediante il software Acrobat Reader. Come le pagine PostScript, i file PDF possono contenere sia immagini vettoriali che immagini bitmap, oltre a funzioni per la ricerca e la navigazione.</p> <p>Il formato PDF supporta i metodi di colore RGB, scala di colore, CMYK, scala di grigio, Bitmap e Lab, ma non prevede i canali alfa. PDF può essere compresso in JPEG e in ZIP.</p>
.eps	<p>Il formato di file EPS (Encapsulated PostScript) può contenere sia immagini vettoriali che immagini bitmap. E' supportato da quasi tutti i programmi di grafica, di illustrazione e di impaginazione. EPS serve a trasferire disegni in linguaggio PostScript tra le applicazioni.</p>
.psd	<p>Il PSD (acronimo di PhotoShop Document) è un formato di file nativo di Adobe Photoshop per la memorizzazione e la gestione di immagini.</p>

PREMESSA n.2: i “CODEC”

Per “CODEC” (COmpressore-DECompressore) intenderemo un **software**⁵ che indica al computer con quali operazioni matematiche deve manipolare l'informazione (tipicamente audio o video) per comprimerla e quali eseguire per “leggere” l'informazione compressa.

Per esempio il CODEC VIDEO è un software che a basso livello indica al programma che registra il filmato (l' Encoder) come effettuare la compressione e che indica al programma di visualizzazione (il Player) come va decompressa la sequenza dei fotogrammi per essere visualizzata.

Il CODEC effettua due operazioni che sono una l'inversa dell'altra, e cioè:

- ⤴ codifica digitalmente e comprime un'informazione analogica (tipicamente audio o video), affinché possa essere salvata su un supporto di memorizzazione, per poter essere, successivamente letta o riprodotta, oppure trasmessa a distanza su un canale di comunicazione.
- ⤴ decodifica e decomprime l'informazione digitale.

Il software “CODEC” può:

- ⤴ essere **installato** su un personal computer o **apparecchiature multimediali** predisposte
- ⤴ essere **integrato** in un **componente hardware** dedicato (ad es. nei **lettori CD o DVD** casalinghi o in alcune **schede video o audio per PC**).

I codec effettuano la compressione-dati (e/o la decompressione in lettura) in modo da poter ridurre lo spazio di memorizzazione occupato a vantaggio della portabilità o della trasmissività del flusso codificato su un canale di comunicazione. Si suddividono in base alla modalità in cui effettuano la compressione:

- ⤴ con **perdita irreversibile** dell'informazione (**lossy**)
- ⤴ **senza** perdita irreversibile dell'informazione (**lossless**).

⁵ Esistono però anche dispositivi hardware che svolgono le stesse funzioni

Per realizzare tale compressione si fa ricorso alla riduzione della precisione dei colori dei singoli pixel (codec video) o delle frequenze da riprodurre (in alcuni codec audio vengono sopresse le frequenze non udibili dall'orecchio umano), alla eliminazione delle ridondanze o alla scrittura delle sole differenze (codec video) rispetto ad una immagine di riferimento.

Per ciascun tipo di compressione esistono vari tipi di codec, differenti tra loro per il tipo di segnale su cui devono operare e per l'algoritmo di codifica/compressione in essi implementato.

In un sistema di telecomunicazioni oltre alla compressione dati, cioè la codifica di sorgente, il codec attua anche la codifica di canale sui dati da trasmettere.

Nel **sistema operativo** Microsoft **Windows** i **codec** sono delle **librerie** con estensione “.dll”, che i lettori audio e video gestiscono come dei plug-in⁶.

Nel sistema operativo Mac OS X, i **codec** sono **gestiti dal sistema QuickTime** che li utilizza come plug-in con estensione “.component” e memorizzati nella cartella QuickTime che si trova nella cartella libreria.

PREMESSA n.3: il segnale PCM

Sono spesso indicati⁷ come “**dati PCM**” o “**segnale PCM**” i **dati binari direttamente forniti dal dispositivo di campionamento (convertitore A/D)** del segnale analogico, dati che **non** sono compressi e che – per esempio nel caso audio - non sono immediatamente utilizzabili a causa della mancanza di un formato di registrazione (e, in generale, di utilizzazione) che normalmente è scritto nell'header (intestazione) del file che dovrà incapsulare i dati.

⁶ Il termine **PLUG IN** (che deriva da "attaccare", "collegare") identifica un **software aggiuntivo** che **permette la visualizzazione di file speciali** o proprietari e **potenzia in termini di funzionamento il software principale**.

Nei programmi di grafica i plug-in possono **consentire l'uso di determinate periferiche**, oppure **l'esecuzione sull'immagine di effetti e di elaborazioni**.

Ad un browser i plug-in consentono funzioni come la visualizzazione di video, il collegamento con telecamere in diretta, l'ascolto di musica, il dialogo a voce fra più utenti (ed altro), durante la visualizzazione delle pagine Internet. Il più usato è Flash Player.

⁷ “**PCM**” sta per “**Pulse Code Modulation**”, cioè “**modulazione di durata degli impulsi**”.

LA CODIFICA/COMPRESSIONE DELL' IMMAGINE STATICA : JPEG, GIF, PNG, TIF e ALTRO

JPEG

L'acronimo JPEG identifica il comitato “**Joint Photographic Expert Group**⁸” dell'ente normativo internazionale ISO/CCITT che ha creato lo standard omonimo.

JPEG è il fondamentale standard internazionale (approvato nel **1992**) per la **compressione di immagini fisse** a tono continuo, sia **a livelli di grigio, sia a colori** (un altro formato, sempre per la compressione di immagini fisse è **GIF**).

Il valore del **rapporto di compressione di JPEG** non è fisso, ma è **determinabile dall'utente** (con programmi di visualizzazione e fotoritocco, come Photoshop, Adobe e ACDSce, ACD Systems) e può arrivare **fino a 50:1**.

Con un rapporto di compressione di 15:1 non si altera visibilmente la qualità dell'immagine originaria. JPEG riesce a comprimere una foto a colori con un tasso di compressione di 20:1 (mentre con il formato GIF non si supera, normalmente, il tasso di 4:1).



8 Il gruppo è nato nel 1986. In italiano l'acronimo JPEG potrebbe essere sciolto in “**Comitato congiunto di esperti di fotografia**”

9 Quando in una immagine è presente un repentino cambiamento di contrasto, si formano delle "onde" spaziate ad intervalli regolari. Questo fenomeno prende il nome di *ringing* (o artefatto di Gibbs) ed è dovuto al sottocampionamento in frequenza di un segnale.

JPEG memorizza le immagini a colori con **24 colori** per pixel, cui corrispondono $2^{24} = 16,8$ milioni di colori (mentre il formato GIF utilizza solo 8 bit per pixel, consentendo quindi soltanto $2^8 = 256$ differenti colori).

JPEG **specifica solamente** come una **immagine** può essere **trasformata** in uno **stream¹⁰ di byte**, ma non come questo può essere incapsulato in supporti di memorizzazione. Un ulteriore standard, chiamato JFIF (JPEG File Interchange Format), creato da *Independent JPEG Group*, specifica come creare un file appropriato per la memorizzazione di uno stream JPEG.

Il “**formato grafico**” JPEG, cioè la “modalità di memorizzazione dei bit che rappresentano l'immagine digitalizzata” prevede file con diverse estensioni:

.jpg (che è il più diffuso)

.jpeg

.JPG

.jif (JPEG File Interchange Format, riconosciuto da Photoshop)

.JPE

Il formato **Jpeg** è **adatto** alla codifica/compressione di **fotografie, quadri naturalistici** e immagini **con molte sfumature di colore**, mentre non rende bene i fumetti, i disegni (linee sottili in contrasto con lo sfondo), i caratteri e, in genere le immagini con pochi colori distribuiti ciascuno su una grossa area (**per le quali è più adatto il formato GIF**).

La compressione attuata da JPEG sfrutta la **scarsa sensibilità** dell'occhio umano alle **piccole variazioni di colore** (in confronto alle variazioni di luminosità), per cui, in presenza di due pixel di colore quasi uguale, ne conserva uno solo.

Sfrutta inoltre il fatto che l'occhio umano è in grado di rilevare bene piccole differenze di luminosità su una superficie relativamente grande, ma è **meno sensibile a variazioni di luminosità** ad alta frequenza spaziale, cioè **in aree di dimensioni ridotte**.

10 Un **bitstream** o **flusso di bit** è una serie temporale o una sequenza di bit.
Un **bytestream** è una serie di byte, cioè di stringhe di 8 bit ciascuno.

Lo standard definisce due algoritmi di compressione:

- ▲ uno, meno noto, di tipo lossless (senza perdita irreversibile di informazione) e predittivo¹¹
- ▲ l'altro, detto “**Algoritmo Baseline**”, molto più conosciuto, di tipo **lossy** (con perdita irreversibile di informazione), basato su un operatore matematico detto **Trasformata Discreta Coseno** (e indicato come **DCT**) e sulla cosiddetta “**Codifica di Huffmann**”¹².

11 Questa tecnica è “predittiva”, cioè basata sulla previsione, nel senso che (per eliminare la ridondanza di informazione presente tra pixel successivi) vengono utilizzati campioni già codificati dell’immagine per avere una “predizione”, cioè una stima, del campione ancora da codificare.

La differenza fra la stima del campione non ancora codificato e il valore reale del campione viene quantizzata in un insieme di livelli discreti di ampiezze e codificato. Siccome il campo di variabilità delle differenze è meno esteso del campo di variabilità dei valori reali, è possibile usare pochi livelli di quantizzazione senza che ciò comporti un eccessivo deterioramento dell’immagine ricostruita.

Nel sistema ricevente il segnale differenza decodificato viene ricostruito e sommato ad una stima fatta da un dispositivo di predizione identico a quello usato in fase di codifica, per avere una ricostruzione dell’immagine.

12 La “**Codifica di Huffmann**” consente una **rappresentazione più compatta** dell’informazione e si basa sulla **frequenza con la quale, statisticamente, un simbolo compare in una sequenza**. I simboli che ricorrono con **maggior frequenza** sono codificati con un **numero minore di bit**. Invece i simboli che ricorrono con frequenza minore vengono codificati con un numero più elevato di bit. Si ottiene così una riduzione del numero di bit rispetto a una “normale” codifica.

La stessa immagine¹³ JPEG con differenti rapporti di compressione: procedendo da sinistra a destra il tasso di compressione diminuisce e la qualità dell'immagine migliora



L'“**Algoritmo Baseline**” si articola nei passi seguenti:

- ⤴ lettura dell'immagine
- ⤴ estrazione di un blocco di 8X8=64 pixel dall'immagine originale
- ⤴ calcolo della “trasformata discreta coseno” per ciascun elemento del blocco
- ⤴ quantizzazione dei coefficienti della trasformata
- ⤴ compressione dei coefficienti quantizzati
- ⤴ scrittura del file.

L'elaborazione dell'immagine secondo l'algoritmo Baseline, può essere -molto grossolanamente- descritta nel modo seguente.

La tecnica della trasformata-coseno ci consente di rappresentare l'immagine come sovrapposizione di variazioni di luminosità di forma cosinusoidale, caratterizzate da differenti valori di “frequenza spaziale”, di fase e di ampiezza.

Le componenti a **bassa frequenza** rappresentano le **ombreggiature più estese** dell'immagine, mentre le componenti ad **alta frequenza** ne rappresentano **i dettagli e i contorni**.

Se si ricostruisse un'immagine utilizzando prevalentemente le basse frequenze, se ne otterrebbe una riproduzione priva di dettagli, se invece la ricostruzione venisse effettuata utilizzando prevalentemente le alte frequenze, le parti sfumate verrebbero eliminate, mentre acquisterebbero rilievo i dettagli e i contorni.

La **trasformata** permette di **distinguere** le **alte frequenze** dalle **basse**.

La successiva operazione di **quantizzazione smorza le alte frequenze** (che fanno riferimento ai dettagli dell'immagine), mentre conserva quelle basse. In altri termini i valori dei coefficienti della DCT relativi alle frequenze più alte vengono approssimati a zero, il che determina l'azione di compressione.

La quantizzazione delle informazioni avviene in base a tabelle differenti a seconda che l'informazione riguardi la luminosità (luminanza) o il colore (crominanza), in modo da tener conto della minore sensibilità dell'occhio umano alle piccole variazioni di colore rispetto a quelle di luminosità.

¹³ Lena Sjöblom, apparsa nel novembre del 1972 su Playboy Magazine

JPEG 2000

La prima parte dello standard JPEG 2000 è stata pubblicata nell'anno 2000 e ha subito modifiche nel 2004 e nel 2006. In questo frattempo, e anche negli anni successivi, sono state pubblicate le parti successive dello standard.

È un perfezionamento di JPEG, che differisce da esso per il **diverso strumento matematico alla base dell'algoritmo di compressione**. Mentre, infatti, JPEG usa la trasformata chiamata DCT (Discrete Cosine Transform), JPEG 2000 usa la cosiddetta DWT (Discrete Wavelet Transform).

Con l'uso della DWT, il contenuto del file originale non viene più suddiviso in blocchi da 8 x 8 pixel, ma è **l'immagine nella sua totalità ad essere analizzata e successivamente scomposta**, per ottenere alla fine un file compresso. In questo file compresso **l'eventuale degrado dell'immagine è significativamente inferiore a quello ottenibile, a parità di compressione, con il JPEG tradizionale**: un degrado che si manifesta *non* più attraverso i famosi *blocchi quadrettati*, ma con un aspetto più o meno sfocato dei contorni degli oggetti presenti nell'immagine.

JPEG 2000 utilizza tecniche di compressione sia lossy che lossless.

Le estensioni più diffuse per i file in formato JPEG 2000 sono:

“**.jp2**” (standard)

“**.j2f**” (esteso);

Il formato JPEG 2000:

- ♣ consente di **comprimere immagini in modo molto efficiente con una minima perdita di qualità**
- ♣ offre la possibilità di **applicare alla stessa immagine compressioni diverse da una zona all'altra**
- ♣ permette di associare **metadati** (condizioni di illuminazione ed esposizione) ad un'immagine.

Nonostante che queste caratteristiche conferiscano al formato JPEG 2000 un' apprezzabile superiorità rispetto agli altri formati immagine, la sua **diffusione** è tutt'oggi **relativamente limitata** perché **pochi browser lo supportano**.

Motion JPEG (M-JPEG)

Si potrebbe dire che il formato Motion Jpeg si ponga a cavallo fra la compressione delle immagini fisse e la compressione video.

Motion JPEG o M-JPEG è una sequenza video digitale composta da una **sequenza di singole immagini JPEG** “non legate” fra loro, nel senso che **ogni singolo frame del video viene compresso individualmente in una singola immagine JPEG**, senza nessuna compressione interframe.

Ciò comporta che:

- ⤴ la qualità della **compressione** sia **indipendente dal movimento** presente nella sequenza, a differenza della compressione MPEG, dove la qualità diminuisce quando il video contiene parecchie sequenze di movimenti veloci;
- ⤴ se durante la trasmissione si perde un fotogramma, il resto del video non ne risulterà compromesso;
- ⤴ il montaggio video ne risulta semplificato, in quanto sono possibili tagli su ogni singolo frame, e non solo all'inizio di un gruppo di frame.

In generale l'illusione del movimento fluido dei soggetti ripresi nasce quando vengono visualizzati 16 o più fotogrammi immagine al secondo.

I video “full motion” vengono percepiti a 30 (NTSC) o 25 (PAL) fotogrammi al secondo.

Motion JPEG prevede di solito **5 fotogrammi al secondo** o meno.

M-JPEG è ottimizzato per la trasmissione di video **interallacciati**¹⁴ con risoluzione a valori televisivi (720×486 di NTSC o 720×576 di PAL). Non è invece adatto per video progressivi e con risoluzione inferiore a quella televisiva.

14 Metodo di visualizzazione delle immagini in movimento per il quale:

- ⤴ ciascun fotogramma, composto da una serie di righe, viene suddiviso in due semi-immagini: una composta dalle righe pari e l'altra dalle righe dispari del fotogramma
- ⤴ prima sono visualizzate tutte le righe di un tipo, poi tutte le righe dell'altro tipo.

Questa tecnica ha trovato applicazione perché la visualizzazione delle immagini intere una dopo l'altra darebbe un fastidioso effetto "a scatti", dovuto alla velocità insufficiente di visualizzazione. La suddivisione in due semi-immagini risolve il problema in quanto (essendo le semi-immagini formate solo dalla metà del numero di righe), il monitor fa in tempo a visualizzarle ad una velocità impercettibile all'occhio umano e, mentre i fosfori ancora "ricordano" la prima semi-immagine, il monitor visualizza la seconda.

La modalità di scansione interallacciata è stata usata per anni per le telecamere analogiche, i televisori e i sistemi VHS e continua tutt'oggi ad essere la più adatta per alcuni tipi di applicazioni. Tuttavia, l'evoluzione della tecnologia dei display e la sempre maggiore diffusione di monitor LCD (Liquid Crystal Display) e TFT (Thin Film Transistor), DVD e telecamere digitali hanno imposto la necessità di usare una tecnica di visualizzazione diversa, nota con il nome di scansione **progressiva**. Questa tecnologia, a differenza della scansione interallacciata, permette di acquisire l'immagine riga dopo riga ad intervalli di un sedicesimo di secondo.

Motion JPEG è uno standard che non prevede l'acquisto di una licenza. È caratterizzato da grande compatibilità ed è diffuso in applicazioni in cui sono necessari singoli fotogrammi di una sequenza video (ad esempio, per l'analisi) e in cui vengono utilizzate **velocità di trasmissione ridotte**, di solito **5 fotogrammi al secondo** o meno.

L'inconveniente principale dello standard Motion JPEG è determinato proprio da quella che, per altri versi, è una caratteristica positiva, e cioè dal fatto che non utilizza tecniche di compressione video per ridurre i dati¹⁵, poiché consiste in una serie di immagini fisse e complete. Da tutto ciò segue infatti una velocità di trasmissione in bit relativamente alta o un rapporto di compressione basso per la qualità offerta, rispetto agli standard di compressione video MPEG-4 e H.264.

15 ma tecniche di compressione di immagini fisse.

GIF

GIF (Graphic Interchange Format) è il **formato attualmente più diffuso** per lo **scambio di immagini statiche** via **Internet** ed è supportato da tutti i browser web.

La **prima versione del GIF** (indicata come 87a) è stata introdotta nel **1987** da CompuServe per fornire un formato adatto alle immagini a colori, rimpiazzando il precedente formato RLE solo in bianco e nero. Nel 1989, CompuServe diffuse una versione migliorata, (indicata come 89a), che aggiunse il supporto per la trasparenza e le immagini multiple¹⁶.

Ha contribuito ad accrescere la popolarità del GIF anche la caratteristica opzionale di interallacciamento, che memorizza le linee in un ordine tale da rendere riconoscibile un'immagine solo parzialmente scaricata, permettendo agli utilizzatori di riconoscere, prima della formazione completa dell'immagine, gli scaricamenti errati.

Con l'espansione del Web, il GIF è diventato, insieme a JPEG, uno dei formati immagine normalmente utilizzati in Internet.

Il formato GIF, contrariamente a JPEG, utilizza un **algoritmo di compressione** di tipo **lossless** (**senza** perdita irreversibile di informazioni). Questo algoritmo è indicato con l'acronimo **LZW** (dalle iniziali dei suoi ideatori: Lempel, Ziv, Welch).

L'algoritmo effettua la compressione sfruttando la presenza, all'interno di una stringa binaria, di sequenze di bit che si ripetono più volte.

La **compressione di tipo LZW**¹⁷ mantiene inalterata la qualità dell'immagine, nel senso che **riduce le dimensioni del file senza pregiudicare la qualità grafica dell'immagine**.

Le immagini GIF sono in scala di colore, la **profondità dei colori** è di **8 bit**, cui corrisponde una tavolozza (palette) di 256 colori. Un'immagine GIF non può avere più di 256 colori, ma può averne di meno, fino a un minimo di due (bianco e nero). Le immagini con meno colori sono compresse più efficacemente. Meno colori si usano e maggiori saranno le possibilità di compressione, ovvero minori saranno le dimensioni del file.

Lo schema di compressione LZW è più **adatto** a comprimere immagini con **grossi campi di colore omogeneo** (**disegni al tratto**, logo, **fumetti**), sia in bianco e nero che a colori.

E' invece meno efficiente nella compressione di immagini complicate con molti colori e grane complesse (fotografie e immagini sfumate).

La compressione **LZW** permette di ridurre le dimensioni delle immagini GIF **riducendo il numero di colori** dell'immagine GIF al minimo indispensabile ed **eliminando i colori isolati** non necessari per la rappresentazione dell'immagine.

¹⁶ È possibile distinguere le due versioni esaminando i primi sei byte del file che, se interpretati come caratteri ASCII, riportano rispettivamente le scritte *GIF87a* e *GIF89a*.

¹⁷ LZW è applicabile a qualsiasi tipo di dati (testo, immagini, suoni, ecc.) ed è anche (facoltativamente) usato in file TIFF.

IMMAGINI INTERALLACCIATE

Come già accennato, lo standard GIF consente anche di salvare le immagini in un formato interallacciato, che fornisce la visualizzazione graduale di un'immagine in una sequenza di passate sempre più definite a mano a mano che i dati arrivano al browser. Ogni nuova passata offre un'immagine più nitida fino al completamento del processo di visualizzazione.

Grazie a questa tecnica si può avere un'anteprima dell'intera area dell'immagine mentre l'immagine viene scaricata sul browser, senza che, normalmente, si produca un incremento significativo delle dimensioni del file d'immagine.

L'interallacciamento è particolarmente adatto a immagini GIF di grandi dimensioni, come le illustrazioni e le fotografie, mentre lo è molto meno per piccole immagini, come le barre di navigazione, i pulsanti e le icone che vengono caricate su schermo molto più rapidamente se mantenute nel formato non interallacciato.

SEQUENZE DI IMMAGINI STATICHE: LE “GIF ANIMATE”

Il formato GIF consente di memorizzare in un unico file più immagini cui sono associate delle informazioni di temporizzazione. Questo consente di costruire **semplici animazioni** costituite da una **successione** di più **immagini statiche**. La presentazione delle immagini in sequenza produce **l'illusione** del movimento. Questa tecnica è la stessa utilizzata nell'animazione a fotogrammi.

Quando (mediante un apposito software) si crea un'animazione GIF, si può fissare l'intervallo temporale che deve intercorrere fra la visualizzazione di due immagini successive e il numero di volte che deve essere riprodotta l'animazione (si può anche scegliere che l'animazione si ripeta all'infinito). Questa tecnica consente di realizzare **testi scorrevoli**, **alternanze di colori**, **icone animate** e piccole presentazioni.

NOTA

ALTRI ALGORITMI DI COMPRESSIONE DELLE IMMAGINI STATICHE: RLE

RLE sta per “**Run-length encoding**”, che potrebbe essere tradotto come “**codifica della lunghezza di stringa**”.

RLE è storicamente il primo algoritmo di compressione per le immagini. E' stato infatti utilizzato per i fax ben prima del diffondersi delle elaborazioni grafiche al computer.

L'RLE è, come LWZ, una tecnica di tipo **lossless** (*senza perdita irreversibile di informazioni*) e quindi permette di comprimere e decomprimere senza alcuna perdita di informazione.

L'algoritmo di RLE **cerca** nei dati da comprimere **una serie di elementi uguali** (il che, in un'immagine bitmap, corrisponde a una zona di colore uniforme, cioè a una campitura piatta), e **sostituisce tale serie con un solo elemento**, identificato da un carattere speciale e accompagnato dal numero di volte che esso va ripetuto.

Per esempio, in un'immagine avente una riga formata da mille pixel neri, l'algoritmo RLE memorizzerà il primo pixel nero, poi introdurrà il carattere speciale e infine memorizzerà il numero 1000. Così la riga occuperà solo 3 locazioni di memoria, invece di 1000.

Il carattere speciale è definito diversamente da ogni implementazione dell'algoritmo, e ha la funzione di distinguere un elemento normale da uno compresso.

Utilizzato prevalentemente per i file di immagine, RLE può essere applicato a qualunque file che contenga sequenze di bit che si ripetono più volte

Questo algoritmo funziona bene in presenza di **immagini con pochi colori molto uniformi**.

Immagini con molti colori non sono adatte a questo tipo di compressione ed esistono algoritmi molto più efficienti, come il PNG o il JPEG.

La compressione RLE viene spesso impiegata anche nei protocolli di rete (ad esempio IMB SNA) o nei formati di dati di applicazioni in cui il tempo di elaborazione è critico (ad esempio, alcuni filmati AVI), perché è il formato che permette la maggior velocità di decompressione. Attualmente è utilizzato solo in alcune immagini bitmap; per esempio le bitmap utilizzate sui sistemi Microsoft possono essere compresse con RLE.

Più precisamente, le primitive grafiche dei sistemi operativi Microsoft supportano tre tipi di compressione RLE:

- ▲ biCompression, Windows NT 3.51 e precedenti;
- ▲ bV4Compression, Windows 95 e Windows NT 4.0;
- ▲ bV5Compression, Windows NT/Me, Windows 2000 e successivi.

PNG

PNG (pronunciato *ping*) è l'acronimo di “**Portable Network Graphics** ¹⁸”.

PNG nasce quindi in contrapposizione¹⁹ a GIF, come un formato grafico **compresso** e **gratuito**.

Questo formato presenta analogie con GIF, ma lo supera in prestazioni e versatilità.

Riguardo alla compressione, PNG è basato sull'algoritmo di compressione²⁰ gratuito “**zlib**” di tipo *lossless* (e quindi non distruttivo, senza perdita irreversibile di informazione).

Con “**zlib**” si ottengono tipicamente risultati del 20% migliori di quelli ottenibili con la compressione GIF.

Inoltre la capacità di compressione di PNG può in certi casi essere ulteriormente aumentata adottando particolari “filtri”, cioè sistemi di trasformazione dell'ordine dei dati che costituiscono l'immagine, trasformazione che determina un forte aumento²¹ del tasso di compressione raggiungibile.

Non esistono opzioni per salvare un file PNG in modo non compresso né opzioni per salvarlo con una compressione distruttiva.

Per quanto riguarda il controllo di errore, PNG adotta la tecnica CRC-32, ovvero “cyclic redundancy check” (“controllo di ridondanza ciclico”) a 32 bit, che associa valori di controllo ad ogni blocco di dati ed è in grado di rilevare immediatamente qualsiasi deterioramento delle informazioni memorizzate o trasmesse via Internet.

18 Che si potrebbe tradurre “**Grafica supportabile dalle reti**”

19 In seguito al fatto che nel 1995 CompuServe e Unisys annunciarono che, da quel momento in poi, l'implementazione del formato GIF in prodotti software avrebbe comportato il pagamento di una quota di diritti ad Unisys, in quanto detentore del brevetto sull'algoritmo di compressione LZW, usato da GIF.

20 “**zlib**” è una libreria software utilizzata per la compressione dei dati. La libreria zlib è stata scritta da Gailly e Adler e deriva dall'algoritmo di compressione **Deflate**.

La compressione si suddivide in 2 stadi:

- ▲ nel primo viene usata una variante dell'algoritmo LZ77 (algoritmo lossless alla base di LZW) per sostituire le stringhe duplicate con dei puntatori
- ▲ nel secondo il blocco viene codificato, se necessario, con la codifica di Huffmann.

21 Fino a un massimo sperimentato di 300 volte.

È possibile memorizzare nei file PNG:

- ♣ colori con 8, 24 o 48 bit per pixel
- ♣ scale di grigi con 1, 2, 4, 8 o 16 bit per pixel
- ♣ un **valore “alfa”**²² per ogni pixel, che consente di specificare il livello di fusione del colore di tale pixel con il colore dello sfondo

(I file GIF, invece, consentono di memorizzare solo 1, 2, 4 o 8 bit per pixel).

Il formato PNG rappresenta un miglioramento della capacità del formato GIF di visualizzare progressivamente un'immagine, ovvero di visualizzare approssimazioni sempre migliori di un'immagine mentre viene trasmessa attraverso una connessione di rete. È possibile memorizzare nei file PNG informazioni relative alla “**correzione gamma**”²³ e alla correzione dei colori, in modo da consentire una resa accurata delle immagini su svariate periferiche di visualizzazione.

Contrariamente a quanto è possibile in un GIF, in un file PNG, non è possibile racchiudere una sequenza di immagini che, fatte scorrere in rapida successione, diano l'impressione del movimento. PNG, è stato pensato e sviluppato per il solo trattamento delle immagini statiche e quindi non consente le “animazioni”.

²² Per la rappresentazione dei colori nelle immagini digitali vengono utilizzati diversi canali sovrapposti. Il **canale alfa** (o secondo l'uso inglese **alpha**) è un **canale aggiuntivo** (non obbligatorio e non sempre presente), che **descrive** (con un valore numerico diverso a seconda dei file grafici utilizzati) il **grado di trasparenza/opacità** di ogni **pixel**.

Il canale alfa può essere utilizzato anche per creare delle maschere.

Tra i principali formati-immagine che supportano il canale alfa, citiamo **PNG** e **TIFF**, mentre JPEG non lo utilizza. GIF, pur consentendo trasparenza, non prevede il canale alfa.

Il canale alpha è presente in alcuni codec video, come ad esempio “Animation” e “Prores4444” del formato QuickTime, o nel codec multiformato “Techsmith”.

²³ “**Correzione di gamma**”, “**non linearità del gamma**”, “**codifica gamma**”, o, spesso, semplicemente, “**gamma**” è il nome di una **trasformazione non lineare** usata per **codificare e decodificare** la luminanza in un sistema video o fotografico.

NOTA

FILE GRAFICI o DI IMMAGINE

“NON COMPRESSI”,

“NORMALMENTE NON COMPRESSI”

o COMUNQUE DI GROSSE DIMENSIONI

Concludiamo la trattazione sui file grafici o file di immagine con i file di questa tipologia che hanno la caratteristica di occupare grandi spazi di memoria. Perché richiedono tanta memoria? Il motivo è che, pur permettendo in linea di principio la compressione, questi file sono in pratica utilizzati senza compressione o perché sono stati concepiti per la stampa ed alta risoluzione e quindi mantengono tutte le informazioni possibili (è il caso dei TIF o TIFF) o perché, in modalità non compressa, costituiscono il formato grafico predefinito di un sistema operativo ad altissima diffusione (è il caso dei BMP) o perché si tratta di formati “grezzi”, di natura proprietaria e dai parametri non esplicitati (è il caso dei file RAW).

BMP

BMP (BitMaP, Windows e IBM) è un **formato di file grafico**, ossia di **file di immagine**, che supporta una compressione **lossless** (senza perdita irreversibile di informazione) con algoritmo RLE.

Generalmente BMP è utilizzato in **forma non compressa**, perciò è possibile leggere o sentir dire che si tratta di un “file non compresso”.

La profondità del colore, cioè il numero di bit usati per codificare il colore, può essere 1, 4, 8, 16, 24 o 32.

In forma **non compressa**, BMP occupa un **grosso spazio di memoria**, tuttavia è molto veloce ad essere caricato/salvato, e in caso di necessità si può archiviare con buoni risultati tramite i vari programmi di archiviazione, riducendo lo dimensioni occupate di circa il 50-55%.

E' un formato molto utilizzato, perché è quello predefinito di Windows.

TIF o TIFF

Il formato **TIF** o **TIFF** (**T**agged **I**mage **F**ile **F**ormat) è un vecchio formato di file grafico, di tipo **bitmap**²⁴. È stato messo a punto nel **1987** dalla società Aldus (che ormai appartiene a Adobe). Le ultime specifiche (Revisione 6.0) sono state pubblicate nel 1992.

TIF può usare diversi **algoritmi di compressione** sia **lossy** (con **perdita irreversibile di informazione**) che **lossless** (senza perdita irreversibile di informazione), come Packbits, CCITT G3&4, RLE, JPEG, LZW, UIT-T o la correzione gamma²⁵.

Il significato dell'acronimo TIFF (Tagged Image File Format), potrebbe essere tradotto in italiano come: “**formato di file-immagine dotato di etichette**”.

I tag, cioè le etichette o marcatori, servono a descrivere le caratteristiche dell'immagine: la dimensione dell'immagine, i colori utilizzati oppure il tipo di compressione.

Il formato TIFF permette di memorizzare immagini bitmap di **dimensioni notevoli** (più di **4 Gb dopo la compressione**), senza perdere qualità e indipendentemente dalla piattaforma o periferiche usate. Questo formato ha quindi la proprietà DIB: Device-Independent Bitmap.

Le immagini possono essere in **bianco e nero**, in **Truecolor**²⁶, **fino a 32 bit per pixel**, nonché immagini indicizzate²⁷.

Inoltre il formato TIF permette l'utilizzo di più spazi di colori²⁸.

TIF viene usato per scambiare file fra applicazioni e fra **piattaforme diverse**.

Prima dell'avvento del formato RAW, il formato digitale TIFF era il più utilizzato dai professionisti di fotografia e, più in generale, da chi esigeva il massimo della qualità.

24 Dette anche “**raster**” o “**scalari**”, le immagini **bitmap** sono strutturate in pixel (puntini).

25 “**Correzione di gamma**”, “**non linearità del gamma**”, “**codifica gamma**”, o, spesso, semplicemente, “**gamma**” è il nome di una **trasformazione non lineare** usata per **codificare e decodificare** la luminanza in un sistema video o fotografico.

26 “**Truecolor**” (conosciuta anche con l'espressione “**Milioni di colori**” dagli utenti Macintosh e Linux) è una **modalità di memorizzazione** delle informazioni dell'immagine nelle memorie digitali, nella quale il colore di **ogni pixel è codificato da almeno tre byte**.

In generale ogni byte esprime l'intensità di ciascuno dei tre canali RGB (Rosso, Verde e Blu).

Vi è anche un quarto byte che contiene dati sul canale alfa o viene semplicemente ignorato. Poiché un byte è formato da 8 bit, può memorizzare 256 (2^8) intensità differenti. La combinazione delle intensità dei tre canali consente di rappresentare circa 16,8 milioni di colori differenti, quantità spesso arrotondata a 16 milioni (si pensi che l'occhio umano è in grado di distinguere 10 milioni di colori).

Nella modalità Truecolor a 32 bit (4 byte), il canale alfa viene usato per semplificare la rappresentazione di immagini traslucide, ombre e dissolvenze.

27 In un'immagine indicizzata il colore di ogni pixel non viene assegnato direttamente (come avviene nelle immagini RGB o a scala di grigio, ma viene legato alla voce di una tabella detta “**mappa colori**”.

28 **RGB**, **CMYK**, **CIE L*a*b**, **YUV/YcrCb**.

Contrariamente ai JPEG, i file in formato **TIFF** possono essere aperti, elaborati e salvati tutte le volte che si vuole, senza che si producano cadute di qualità dell'immagine. Offrono infine il **vantaggio** di essere supportati da tutti i più diffusi programmi di elaborazione delle immagini.

Però il formato **TIFF** ha un grosso **difetto**: è **molto “pesante”** e richiede perciò memorie di grande capacità (in genere le schede di memoria fornite di serie con le fotocamere digitali possono contenere appena un paio di immagini in TIFF).

Le grandi dimensioni dei file TIFF influiscono anche sui tempi di registrazione delle immagini (rallentando o bloccando molte fotocamere digitali) e della loro elaborazione al computer.

Le immagini salvate in TIFF richiedono spazio sull'hard disk e **non** si prestano all'*utilizzo sul WEB* e *all'invio per posta elettronica*. Sono invece ottimali per la pubblicazione su una **rivista**.

RAW

Per “**RAW**” si deve intendere non un vero e proprio formato, ma **solamente** una **tipologia di file**, che, pur contenendo i dati relativi alla digitalizzazione di un'immagine, di un brano musicale o di un video, **non è direttamente utilizzabile** perché è **privo** di quelle *informazioni* che sono *necessarie*²⁹ per il “*riconoscimento*”, l'*archiviazione* e la *riproduzione* del file, informazioni che *costituiscono proprio il cosiddetto formato*.

Un file RAW non compresso “**pesa**” (cioè occupa uno spazio di memoria) **mediamente 2 o 3 volte un JPEG**, il che si fa risentire su tutti i supporti, dalla memory card all'hard disk.

Pur potendo essere compresso sia con tecnica lossy che con tecnica lossless, i file RAW sono normalmente non compressi.

AmMESSO che si possa parlare di “formato” per i file RAW, si tratta normalmente di formati “proprietary” o “nativi”, creati da un produttore senza curarsi della compatibilità con i prodotti di altre aziende. Nel settore delle **fotocamere digitali**, per esempio, si può dire che di “formati” RAW ce ne siano tanti quanti i produttori e che addirittura lo stesso RAW di un modello di fotocamera sia diverso da quello di un differente modello dello stesso produttore. Ogni costruttore ha il proprio formato RAW (Per esempio: Nikon ha il formato NEF, Canon CRW, Minolta MRW e così via).

Il formato RAW, **di grosse dimensioni rispetto al JPEG**, contiene l'immagine così come è stata ripresa dai sensori, senza che ci sia un'elaborazione da parte della fotocamera: è l'equivalente, per il digitale, del negativo della pellicola.

I motivi principali per i quali si usano i file RAW in fotografia digitale sono:

- la gamma dinamica: il RAW riesce ad immagazzinare una gamma dinamica più ampia e quindi coglierà luci più alte e ombre più scure rispetto a quanto farebbe un jpeg, mantenendo quindi un maggior dettaglio;
- la possibilità di reimpostare in un secondo momento alcuni parametri, in quanto il file RAW salva l'immagine nella sua forma grezza (RAW significa grezzo);
- il massimo sfruttamento dell'informazione immagazzinata dai sensori e quindi maggiore accuratezza.

²⁹ Per esempio al software di riproduzione.

LA CODIFICA/COMPRESSIONE AUDIO e VIDEO: MPEG e ALTRO

MPEG

MPEG è l'insieme degli standard di codifica e compressione, sia audio che video, che si è affermato a livello mondiale. E' uno standard aperto, che ha trovato implementazione in ambiti più vasti di quelli originariamente previsti. Ha trovato applicazione per esempio nella **diffusione audio digitale** (digital audio broadcasting), nella **TV digitale**, nei **lettori musicali portatili** ecc. La sigla sta per “**Motion Picture Expert Group**”. In italiano possiamo definire MPEG come “**Organizzazione internazionale per la codifica audio-video**”.

MPEG utilizza sia tecniche di compressione **lossy** (cioè **con perdita irreversibile** di informazione), sia tecniche di compressione **lossless** (cioè **senza perdita** irreversibile di informazione). I vari standard **mp2**, **mp3** ecc. si inquadrano in MPEG.

MPEG si è sviluppato in successivi progetti: **MPEG-1**, **MPEG-2**, **MPEG-4** ed **MPEG-7**. Esaminiamo i punti essenziali dei successivi progetti:

- ▲ Progetto **MPEG-1**: iniziato nel 1988 e divenuto standard internazionale³⁰ nel **1992**, può **codificare il video (con certe limitazioni)** e **il suono in uno o due canali**³¹. E' stato implementato nella realizzazione³² di “**video CD**” e in **applicazioni video** caratterizzate da: **risoluzione non elevata (320X240 punti)**, **sequenza solo progressiva e non interallacciata**, **bit-rate di (1-1,5) Mbyte/s**.

MPEG -1 è stato il primo codec video MPEG a essere diffuso.

Un inconveniente è che un intero film compresso in MPEG1 solitamente occupa più di un

Cd. I file MPEG-1 sono decodificati e riprodotti da qualsiasi lettore preinstallato su ogni

moderno computer.

MPEG-1 include, nei diversi livelli (layers) in cui si articola, gli standard di codifica/compressione **mp2** ed **mp3**.

Si articola in **tre livelli** o **layer**, caratterizzati da **tassi crescenti di compressione** (si parla infatti di “**layer di compressione**”) e complessità crescente:

- **Layer 1**, caratterizzato da un rapporto di compressione di circa **4:1**;
- **Layer 2** (conosciuto anche come **mp2**), caratterizzato da rapporti di compressione che vanno da **6:1** fino a **8:1**;
- **Layer 3**, più conosciuto come **mp3**, caratterizzato da rapporti di compressione fino a **12:1**.

30 Con la sigla **ISO/IEC IS 11172**

31 Modalità a canale singolo, a due canali, stereo semplice, stereo congiunta.

32 I video CD hanno, in corrispondenza dei bit-rate usualmente utilizzati, la qualità di un registratore VHS.

♣ Progetto **MPEG-2**: iniziato nel 1992 e terminato³³ nel **1995** può codificare l'audio in **più di due canali** ed è nato dalle esigenze di codifica dell'audio relativo al settore cinematografico-televisivo (richiesta di almeno 5 canali: destro, sinistro, centrale, destro surround e sinistro surround³⁴).

E' stato implementato³⁵ in **applicazioni video a risoluzione più elevata** (720X486 punti) e anche ad **alta risoluzione** (1920X1080 punti), a **sequenza** sia progressiva che **interlacciata** e a **bit-rate di (2-40) Mbyte/s**.

Un film in MPEG-2 a piena risoluzione occupa alcuni GigaByte e per questo non può esser contenuto in un unico Dvd e può esser trasmesso in streaming³⁶ solo su banda larga.

MPEG-2 è stato impiegato, per esempio:

- nella **TV digitale via satellite (DBS)**
- nella **TV digitale TERRESTRE (DVB-T)**³⁷
- nella **TV via cavo**
- nella **videocomunicazione su rete ISDN**.

La **parte audio** del progetto MPEG-2 ha l'obiettivo della **codifica multicanale** e si sviluppa in **due fasi**:

- **il miglioramento dei tre layer di MPEG-1**, mantenendo la **compatibilità**,
- lo sviluppo del **nuovo sistema di codifica AAC (Advanced Audio Coding)**.

33 Con la sigla **ISO/IEC IS 11172**

34 Il **surround** (termine derivato dal verbo inglese "to surround", in italiano "circondare") è l'**informazione sonora** che (in una tecnica di riproduzione/registrazione del suono come ad esempio la quadrifonia) **rappresenta il fronte sonoro alle spalle dell'ascoltatore**. Il surround, in abbinamento al fronte sonoro anteriore, ha lo scopo di **collocare l'ascoltatore al centro della scena sonora** offrendo quindi la possibilità di un maggior realismo sonoro, in quanto normalmente in natura il suono raggiunge l'ascoltatore da ogni direzione.

35 I video CD hanno, in corrispondenza dei bit-rate usualmente utilizzati, la qualità di un registratore VHS.

36 Un **flusso di dati audio/video** si dice **trasmesso in streaming** (da una sorgente a una o più destinazioni tramite una rete telematica) **quando può essere riprodotto** sull'elaboratore dell'utente **man mano** che arriva a destinazione, **senza bisogno di aspettare la fine dell'intero scaricamento**.

37 A esclusione dell'**alta definizione (HD)**, che richiede **MPEG-4**.

- ▲ Progetto **MPEG-4**: terminato³⁸ nel **1999**: ha portato a miglioramenti dell'efficienza della codifica, alla definizione³⁹ di **nuovi algoritmi per bassi bit-rate** e all'introduzione della **compressione orientata agli oggetti**. Trova utilizzazione, per esempio
- in **DVx**
 - nella **TV digitale TERRESTRE ad ALTA DEFINIZIONE (HD)**.

DivX e XviD sono codec di compressione **audio/video** e **formati di file video**⁴⁰ finalizzati a una **qualità discreta** con **bit-rate molto bassi**. Il DivX è nato da una versione "modificata" del codec proprietario Microsoft MPEG4 dal quale sono state eliminate le limitazioni inserite dalla Microsoft (l'utilizzo solo come formato .ASF con alcuni parametri bloccati).

Le prerogative⁴¹ di DivX e XviD⁴² sono: l'**alto livello di compressione**, la elevatissima efficienza del codec (tempi di codifica relativamente brevi, real time per gli elaboratori più potenti), **scalabilità in codifica** (scelta del miglior livello di compressione), **scalabilità in decodifica** (i dispositivi più lenti possono vedere ugualmente i filmati rinunciando un po' alla qualità).

38 Con la sigla **ISO/IEC IS 11172**.

39 E' altamente probabile che lo standard di compressione H.264 venga rapidamente adottato anche nel settore della **videosorveglianza**, per applicazioni che richiedono risoluzioni e velocità di trasmissione elevate, ad esempio per la **sorveglianza di autostrade, aeroporti e casinò**, dove l'uso di **30/25 fotogrammi (NTSC/PAL) al secondo** rappresenta la norma. Questi ultimi sono infatti gli ambiti in cui la riduzione della larghezza di banda e dello spazio di memorizzazione necessario può offrire i vantaggi più significativi.

Lo standard H.264 è destinato probabilmente anche ad accelerare la diffusione delle telecamere di rete con risoluzione megapixel poiché questa tecnologia di compressione ultra-efficiente è in grado di ridurre le dimensioni dei file grandi e la velocità di trasmissione in bit senza compromettere la qualità delle immagini. Il nuovo standard presenta tuttavia anche degli svantaggi. Benché offra vantaggi significativi in termini di larghezza di banda e spazio di memorizzazione, questo standard richiede l'implementazione di telecamere di rete e stazioni di monitoraggio ad alte prestazioni.

40 Esistono anche **lettori di DVD/DVX** e **macchine fotografiche digitali** conformi a tale standard

41 Le caratteristiche di un AVI DIVX, in cui si utilizza il formato di compressione MPEG4 sono:

COMPRESSIONE VIDEO MPEG 4
 BITRATE VIDEO Fino a 6000 Kbit/sec
 RISOLUZIONI 640x480 Kbit/sec o inferiore
 FRAME RATE 25 fps (PAL) - 30 fps (NTSC)
 AUDIO MP3 - AC3 - WMA (DivX audio)
 BITRATE MASSIMO 224 Kbit/sec
 FREQUENZA di SAMPLING 48000 Hz
 CANALI mono o stereo
 VIDEO ANAMORFICO
 MODALITA' VIDEO progressiva
 QUALITA' buona
 COMPATIBILITA' DVD solo con appositi lettori
 DIMENSIONE FILE di un minuto: 1 - 10 Mbyte

42 XviD è un codec open source, di qualità superiore a DivX, conforme allo standard MPEG-4

Come già detto questi file hanno **estensione .AVI**, pur sfruttando la codifica video MPEG-4, e possono essere riprodotti su computer soltanto se si è provveduto ad installare i codec DivX o Xvid. I file DivX possono anche essere riprodotti dai recenti lettori DVD da tavolo.

Il DivX è adatto a risoluzioni 704x576 (o 720x576) con video progressivo (i film DVD).

Si ha invece (diversamente da quello che avviene con l'mpeg2) un degrado di qualità nel video interlacciato (risoluzioni 704x576, 720x576).

Per l'audio si ricorre all' Mp3 o al DivX audio che non è altro che il codec Microsoft Windows Media audio craccato.

Come alternativa è possibile utilizzare esattamente lo stesso audio ac3 5.1 del DVD .

Riguardo le specifiche è lasciata la totale libertà per il formato video e il bit rate (l'**Mpeg 4** arriva ad un **bit rate** pari **6000 Kbit/s** e funziona **sempre** in modalità **VBR, bit rate variabile**).

- ♣ Progetto **MPEG-7**: non prevede nuovi algoritmi di compressione, ma si occupa essenzialmente dell'**interpretazione delle informazioni compresse**.

Nell'ambito dell'MPEG-7, un ruolo fondamentale è svolto dallo standard **H.264**, noto anche come **MPEG-4 Parte 10/AVC**, dove AVC è l'acronimo di **Advanced Video Coding**.

È lo **standard MPEG più recente** per la **codifica video** ed è utilizzato, ad esempio, per:

- gli **HD-DVD**
- i **Blue-ray DVD** .

È sicuramente destinato a diventare **lo standard video più diffuso in futuro**. Un codificatore che supporta lo standard H.264 è infatti in grado di **ridurre le dimensioni** dei file video digitali **di oltre l'80% rispetto al formato Motion JPEG e fino al 50% rispetto allo standard MPEG-4**, senza compromessi in termini di qualità delle immagini. Ciò significa che, per la gestione dei file video, sono necessari meno spazio di memorizzazione e larghezza di banda, ovvero che è possibile ottenere immagini di qualità più elevata a parità di velocità di trasmissione in bit.

Lo standard H.264 è frutto del lavoro congiunto delle organizzazioni responsabili della definizione di standard per i settori delle telecomunicazioni (Video Coding Experts Group di ITU-T) e IT (Moving Picture Experts Group di ISO/IEC) ed è destinato ad avere una diffusione ancora più ampia rispetto agli standard precedenti.

APPROFONDIMENTI DI COMPRESSIONE AUDIO

MP2

La sigla “**mp2**” è l'abbreviazione⁴³ di “MPEG-1/Audio Layer **II**” e indica uno **standard di compressione audio** e un **formato di file audio (.mp2)**, dominante nel settore della **trasmissione** audio, mentre MP3 è molto usato per applicazioni in Internet, e in generale su PC. Lo standard mp2 è talvolta indicato come “musicam”.

43 “**mp2**” è l'abbreviazione di “MPEG1/layer **II**”o, più esattamente, di “MPEG1/(MPEG2 layer **II**)”.

*Lo standard mp2 nasce col progetto MPEG1, ma, nella seconda sigla, figura anche il progetto MPEG2 perché la **parte audio** del progetto MPEG-2 comprende anche **il miglioramento dei tre layer di MPEG-1 (il secondo dei quali riguarda mp2)**, mantenendo la **compatibilità**.*

MP3

La sigla “**mp3**” è l'abbreviazione di “**MPEG1/layer 3**” o, più esattamente⁴⁴ di “**MPEG1/(MPEG2 layer 3)**” e indica uno **STANDARD DI COMPRESSIONE AUDIO**⁴⁵, con relativo algoritmo, e anche un **FORMATO di file compresso** in base a tale standard.

Un file mp3 può essere realizzato attuando differenti bit-rate (e, conseguentemente, diversi rapporti di compressione) nei differenti settori nei quali il file è suddiviso. I settori sono chiamati “frames” o “chunks”. I bit-rate previsti dallo standard (espressi in Kbit/s) sono: 32, 40, 48, 64, 80, 96, 112, 128, 160, 192, 224, 256, 320.

E' da molti ritenuto **accettabile**, per l'mp3, il bit-rate di **128 Kbit/s**, al quale corrisponde un rapporto di compressione di **circa 11:1**. Ciò perché questo bit rate comporterebbe una qualità che si avvicina a quella del CD audio. Si tratta di un'opinione non da tutti condivisa.

Esistono numerosi **software “codificatori”** per la realizzazione di file mp3, fra essi ricordiamo “**L.A.M.E.**” e “**FhG**”.

Nonostante alcuni inconvenienti (cui si accenna nelle righe seguenti), lo standard mp3 continua (a tutto il 2012) ad essere diffusissimo perché:

- ♣ un'altissima percentuale dei prodotti musicali è disponibile in mp3
- ♣ un'altissima percentuale di utenti conosce bene questo formato
- ♣ non vi sono controlli sulla copia e sulla distribuzione
- ♣ è “leggero” rispetto ad altri formati
- ♣ fornisce una qualità musicale decisamente buona per brani musicali, come singole canzoni, aventi durata di circa 5 minuti, bit-rate di 128 KByte (cui corrisponde un tasso di compressione 11:1), dimensione compresa fra i 3 e i 5 MByte⁴⁶; questo fatto permette di scaricare agevolmente da Internet singole canzoni anche a utenti non provvisti di connessione ADSL
- ♣ è stato il primo formato a consentire, con l'ausilio di software gratuiti come “Winamp”, la creazione di playlist.

INCONVENIENTI E STANDARD CONCORRENTI

Lo standard mp3 presenta alcuni inconvenienti (fra i quali il comportamento non ottimale in presenza di segnali transitori molto veloci e la limitazione superiore del bit-rate a 320 Kbit/s), che vengono superati negli standard Ogg Vorbis e AAC. Anche nel rapporto qualità/bitrate i file mp3

⁴⁴ *Lo standard mp3 nasce col progetto MPEG1, ma, nella seconda sigla, figura anche il progetto MPEG2 perché la parte audio del progetto MPEG-2 comprende anche il miglioramento dei tre layer di MPEG-1, (il terzo dei quali riguarda mp3), mantenendo la compatibilità.*

⁴⁵ Invece con “**mp4**” si indica un **formato di compressione video** che permette di ridurre le dimensioni dei file video (generalmente a circa il 15% della dimensione di un normale DVD, dimensione simile a quella del formato Real Video) senza una rilevante perdita di qualità e conservando una buona risoluzione (640X480 pixel). I file mp4 richiedono un'occupazione di memoria 25 volte minore di un normale file video Windows. L'occupazione di memoria è infine la metà di quella di un file mp2. Un minuto di filmato mp4 richiede dai 7 agli 8 Mbyte, per cui 80-90 minuti impegnano circa 650 Mbyte. Il codec è scaricabile liberamente, contrariamente ai codec mp2 e Real Producer.

⁴⁶ Contro i 52 Mbyte di una canzone incisa su CD audio (in formato non compresso: “.wav”)

sono inferiori ai file **WMA**, **Ogg Vorbis** e **AAC**.

Ricordiamo che:

“WMA” sta per “**Windows Media Audio Format**” (file con estensione “.wma”)

“OGG” sta per “**Ogg Vorbis Audio Format**” (file con estensione “.ogg”)

“AAC” sta per “**Advanced Audio Coding**” (file con estensione “.aac”).

RELAZIONE FRA BIT-RATE E RAPPORTO DI COMPRESSIONE⁴⁷

Fra il bit-rate di un filmato o di un brano musicale compresso e il rapporto di compressione c'è una ben precisa relazione.

Se quindi un certo standard di compressione prevede la possibilità di più valori di bit-rate, questo significa che prevede anche la possibilità di diversi rapporti di compressione.

Consideriamo un **brano musicale memorizzato su un CD audio** (e quindi memorizzato come *file*⁴⁸ “.wav”) e lo stesso brano in formato **mp3** con bit-rate⁴⁹ di **128 Kbit/s**: quanto vale, in questo caso, il rapporto di compressione?

I brani musicali memorizzati su CD audio sono **campionati a 44100 Hz per ciascuno dei due canali stereo** con **campioni a 16 bit**. Ogni secondo sono quindi stati quindi prelevati (dal

convertitore A/D) due campioni di 16 bit ciascuno, per cui possiamo dire che la frequenza di campionamento del segnale stereo per CD audio, è di **88200 Hz**, in quanto il convertitore preleva $2 \cdot 44100$ samples/sec (campioni al secondo). Il corrispondente bit-rate dei brani musicali memorizzati su CD audio è di circa **1411 Kbit/s** (derivante da $88200 \cdot 16 = 1411,2 \cdot 10^3$).

Se consideriamo il bit-rate di 128 bit/s dell'mp3, avendo presente che ciascun campione è di 16 bit, ad esso corrisponderà un numero di campioni al secondo dato da $128000/16$ cioè da **8000 samples/sec**.

Il relativo rapporto di compressione sarà:

$$R_{\text{compr (CD/mp3_128)}} = \frac{\text{Samples/sec del CD audio}}{\text{Samples/sec dell' mp3 a 128 Kbit/s}}$$

$$R_{\text{compr (CD/mp3_128)}} = \frac{88200}{8000} \cong 11:1 \cong 11 \text{ a } 1$$

⁴⁷ Detto anche “tasso di conversione”.

⁴⁸ “.wav” (dove la terza lettera è la “v” di Venezia) è l'estensione dei file “wave”, detti anche “waveform”, file **non compressi**, che forniscono la **migliore qualità di suono “digitale” attualmente disponibile**.

⁴⁹ 128 Kbit/s corrisponde al doppio della velocità di 64 Kbit/s del singolo canale.

Il rapporto di compressione può anche essere ricavato (invece che dal rapporto fra numeri di campioni al secondo) dal rapporto fra i bit-rate, espressi in Kbit/s:

$$R_{\text{compr (CD/mp3_128)}} = \frac{\text{Bit-rate del CD audio}}{\text{Bit-rate dell' mp3 a 128 Kbit/s}}$$

$$R_{\text{compr (CD/mp3_128)}} \cong \frac{1411}{128} \cong 11:1 \cong 11 \text{ a } 1$$

Come si vede dalle espressioni precedenti, fermo restando il bit rate originario del CD audio, il rapporto di compressione e il bit-rate del file compresso sono inversamente proporzionali:

elevato rapporto di compressione → basso bit rate del file compresso.

Quanto maggiore è il rapporto di compressione (quanto più ridotte sono le dimensioni del file compresso), tanto minore è il bit-rate.

Bisogna osservare che **la qualità di un file compresso non dipende univocamente dal bit-rate**: non è vero in assoluto che al crescere del bit-rate (e quindi al diminuire del tasso di compressione) migliora la qualità, perché essa dipende anche dalle caratteristiche psicoacustiche del codificatore, che è diverso a seconda dello standard di compressione. Per esempio la qualità di un mp3 può ritenersi eccellente in corrispondenza di un bit-rate di 224 Kbit/s (o superiore), mentre la qualità di un mp2 (il cui codificatore è “peggiore”) può ritenersi eccellente solo in corrispondenza di un bit-rate di 256 Kbit/s.

Per lo stesso motivo l'**mp3 non** dovrebbe essere utilizzato con bit-rate **inferiori a 128 Kbit/s**, mentre un mp2 (il cui codificatore è “peggiore”) non dovrebbe essere utilizzato con bit-rate inferiori a 160 Kbit/s.

FORMATI AUDIO

MP3 - MPEG-1 Layer 3 Audio (.mp3, mpeg3)

WAV, o WAVE - Waveform Audio Format (.wav)

MPEG-4 Compressed Audio Format (.m4a, .m4r, .m4b)

FLAC - Free Lossless Audio Codec Format (.flac)

WMA - Windows Media Audio Format (.wma)

AAC - Advanced Audio Coding (.aac)

OGG - Ogg Vorbis Audio Format (.ogg)

MP2 - Musicam, o MPEG-2 Level II (.mp2)

AMR - Adaptive Multi-Rate Narrowband/Wideband (.amr, .awb)

File MP1 - MPEG-1 Audio Layer I (.mp1)

File AC3 (.ac3)

File Sun Audi (.au)

File AIFF - Audio Interchange File Format (.aif, .aiff, .aifc)

File Dialogic ADPCM (.vox)

File Musepack (.mpc, .mp+)

File Matroska Audio (.mka)

File RAW (.raw, .pcm, .gsm)

File Midi (.mid, .midi, .kar)

File APE (.ape)

File QCP (.qcp)

File MPA (.mpa)

File Real Audio (.ra)

File Shorten (.shn)

File Creative Voice (.voc)

APPROFONDIMENTI DI COMPRESSIONE AUDIO/VIDEO

MP4

Per “**mp4**” (ufficialmente indicato come: ISO/IEC 14496-14:2003) si intende **una parte** del progetto **MPEG-4** e precisamente “**MPEG-4 Part 14**”

MP4 è un **formato multimediale (audio e video)**. Può infatti essere usato per **memorizzare flussi di bit (stream)** di natura **audio e video**, in particolare quelli **conformi allo standard MPEG**.

L'estensione “**.mp4**” è generalmente usata dai **file MPEG-4** contenenti **sia audio che video**.
L'estensione “**.mp4a**” è generalmente usata dai **file MPEG-4** contenenti **solo audio**.

Per quanto riguarda la **compressione video**, con “**mp4**” si indica un **formato** che permette di **ridurre le dimensioni** dei file video senza una rilevante perdita di qualità e **conservando una buona risoluzione (640X480 pixel)**.

Generalmente viene realizzata una **riduzione** a circa il **15%** della **dimensione di un normale DVD**, dimensione simile a quella del formato Real Video.

I file mp4 richiedono un'occupazione di memoria 25 volte minore di un normale file video Windows.
L'occupazione di memoria è infine la metà di quella di un file mp2.

Un minuto di filmato mp4 richiede **dai 7 agli 8 Mbyte**, per cui 80-90 minuti impegnano circa 650 Mbyte.

Il codec (cioè il software CODificatore/DECodificatore) è scaricabile liberamente, contrariamente ai codec mp2 e Real Producer.

Possibili utilizzazioni dell'mp4 sono:

- ♣ visualizzazione di filmati su un sito Internet
- ♣ compressione di un filmato proveniente da una scheda di acquisizione
- ♣ conservazione dei filmati di una webcam con compressione di 15:1
- ♣ memorizzazione su un normale CD-R un film originariamente inciso su DVD.

FORMATI VIDEO DIFFERENTI DA MPEG

(prima parte)

ESTENSIONE	NOME	CARATTERISTICHE
.avi	MS VIDEO for WINDOWS	E' stato il primo formato adatto al trattamento del video su PC . La quantità e la versatilità dei codec supportati lo rendono ottimo per il video digitale principalmente su piattaforma Win. Il suo difetto principale è quello di non poter essere utilizzato per lo streaming ⁵⁰ .
.asf	MICROSOFT NETSHOW	E' un formato dedicato allo streaming di medio/alta qualità , consente di memorizzare, editare, convertire e riprodurre filmati , slide show ⁵¹ e file audio . Nato soprattutto per il web , questo formato consente di ottenere buoni rapporti qualità/dimensione per una riproduzione off-line ⁵² (oltre che in streaming).
.wmv	WINDOWS MEDIA VIDEO	Creato da Microsoft, dovrebbe garantire una maggiore qualità rispetto al formato MPEG a parità di MByte occupati. Particolarmente adatto per il Multimedia publishing e il Web publishing. Utilizza tecnologia scalabile per la trasmissione in rete, nel senso che <i>crea più versioni dello stesso filmato in Mpeg4 a bit-rate diversi</i> .
.mov	APPLE QUICK TIME	Integra tipi differenti di dati , come audio , video e animazioni . Utilizza molteplici algoritmi di compressione, fra i quali Jpeg (per le immagini). E' un formato ottimale per prodotti multimediali (quali CD ROM o video interattivi) ed è utilizzabile anche per piccoli progetti di "Digital Video".
.flm	ADOBE FILMSTRIP	E' un formato proprietario della Adobe. Raccoglie in un unico file grafico tutti i fotogrammi della sequenza compilata. Presenta gli inconvenienti della pesantezza dei file e della lentezza nella riproduzione video.

⁵⁰ Un **flusso di dati audio/video** si dice **trasmesso in streaming** (da una sorgente a una o più destinazioni tramite una rete telematica) **quando può essere riprodotto** sull'elaboratore dell'utente **man mano** che arriva a destinazione, **senza bisogno di aspettare la fine dell'intero scaricamento**.

⁵¹ Sequenza di foto digitali arricchita da dissolvenza, musica, didascalie e altri effetti. Può essere costruita mediante appositi software.

⁵² "Off-line" significa "non in linea". Si dice che la **riproduzione di un filmato** avviene in **modalità off-line se avviene** quando il computer **non** è connesso a Internet.

FORMATI VIDEO DIFFERENTI DA MPEG

(seconda parte)

ESTENSIONE	NOME	CARATTERISTICHE
<p>.ra .rm .ram</p>	<p>REAL MEDIA AUDIO/VIDEO</p>	<p>Questo formato, concepito inizialmente per l'audio in Internet, ha assunto un ruolo dominante nello streaming audio/video. E' un efficiente strumento, per la creazione e la distribuzione di prodotti multimediali sul web. In rapporto alla compressione ottenuta (10:1) la qualità audio è elevatissima (16bit, 44KHz, Stereo). Per quanto riguarda il video, la qualità e la fluidità dipendono dal dispositivo di riproduzione, dalle impostazioni di compilazione, dal soggetto del filmato e soprattutto dalla velocità della linea: un modem a 33.6Kbps raggiungerà a stento uno streaming maggiore di un fotogramma al secondo. Con una connessione ADSL invece la fluidità e qualità dell'immagine migliorano decisamente.</p>
<p>.dv</p>	<p>DIGITAL VIDEO</p>	<p>E' il formato di acquisizione delle recenti videocamere e prevede una compressione interna simile al Motion Jpeg (M-Jpeg). Il DV e' un formato digitale nativo: già al momento della ripresa sul nastro DV viene incisa una sequenza di bit⁵³, ossia un filmato già digitalizzato, che dobbiamo soltanto trasferire su computer senza nessuna ricompressione e al massimo con l'aggiunta di un header (intestazione) che permette di riconoscere il file come multimediale. Pur essendo comunque un DV, un file DV potrebbe presentarsi come un AVI (su PC).</p>

53 Contrariamente alla procedura tradizionale secondo la quale la videocamera fornisce un segnale analogico che successivamente viene digitalizzato ed elaborato

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

F. Visciotti, Tecniche di compressione audio: evoluzione dello standard MPEG, Università degli Studi di Bologna

<http://www.digitaletterestrefacile.it/tag/video-hd-mpeg-4-h-264/>

http://home.dei.polimi.it/gpalermo/doc/IEIM/IEIM_5_6PP.pdf

JPEG MPEG Comlab Uniroma

www.wikipedia.org

<http://www.enricomilano.it/immagini.asp>

<http://www.winzip.com/win/it/index.htm>

<http://www.tuttologia.com/tutorial/video-codec.html>

<http://www.ilsoftware.it/articoli.asp?id=1572>

<http://www.di.uniba.it/~laura/corsini/MAIN.JPG.HTML>

<http://www.boscarol.com>

www.dizionarioinformatico.com

http://www.diodati.org /scritti/2001/algoritmi/algor_stam.asp

<http://www.apav.it/aa04-05/comart+inf+sisteugeni/manualeoperativogifanimator.pdf>
(Paola Di Giuseppe, Manuale Operativo di Microsoft Gif Animator)

<http://msdn.microsoft.com/it-it/library/at62haz6.aspx>

<http://www.programmifree.com/categorie/formati-grafica.htm>

<http://www.miol.it/stagniweb/scan02.htm>

http://www.pescasub.it/faq/trattamento_immagini/trattamento_immagini.htm

<http://it.kioskea.net/contents/video/format-tif.php3>

<http://docs.gimp.org/it/gimp-indexed-palette-dialog.html>

<http://www.dphoto.it/2004052659/corso-fotografia/il-formato-digitale-tiff.html>

<http://www.mactutorials.it/site/2005/12/raw-pro-e-control/>

http://www.gutenberg2000.org/formati_digitali_raw_2.htm

<http://www.mactutorials.it/site/2005/12/raw-pro-e-control/>

http://www.circolofotograficosarzanese.it/content/formati_file

<http://www.01net.com/telecharger/windows/Multimedia/codecs/fiches/28917.html>

grafica.html.it

IMMAGINI

Cortesia: www.dizionarioinformatico.com, Playboy magazine, www.wikipedia.org.