

Immagini digitali

Paolo Zatelli

Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale
Università di Trento

Outline

- 1 Immagini digitali
- 2 Risoluzione radiometrica
- 3 Formati di file immagine
- 4 Risoluzione geometrica

Immagini digitali

Risoluzione radiometrica *“il numero di colori”*

Paletted 256 colori + palette

True color 256 toni \times 3 piani di colore

Risoluzione geometrica *“la dimensione del pixel”*

Immagini digitali

Data una immagine come funzione di grigio continua su uno spazio bidimensionale si ottiene una immagine digitale discretizzando nello spazio (*pixel*) e sull'intensità del segnale (*level quantisation*).

Si ottiene una funzione discreta

$$f_S(i, j) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} f(i\Delta x, j\Delta y) \cdot \delta(x - i\Delta x, y - j\Delta y)$$

Risoluzioni

Si fissano:

- 1 dimensione del pixel, oppure numero **N** di pixel per lato
- 2 numero **G** di livelli di tono

Normalmente si utilizzano potenze di 2:

$$N = 2^n$$

$$G = 2^m$$

Per immagini quadrate (righe=colonne=N) il numero di *bit* necessario a memorizzare l'immagine è quindi

$$b = N \times N \times m$$

Occupazione di memoria

In bit

N / m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	1024	2048	3072	4096	5120	6144	7166	8192
64	4096	8192	12288	16384	20480	24576	28672	32768
128	16384	32768	49152	65536	81920	98304	114688	131072
256	65536	131072	196608	262144	327680	393216	458752	524288
512	262144	524288	786432	1048576	1310720	1572864	1835008	2097152

In byte

N / m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	128	256	384	512	640	766	896	1024
64	512	1024	1536	2048	2560	3072	3584	4096
128	1024	4096	6144	8192	10240	12288	14366	16384
256	8192	16384	24576	32768	40960	49152	57344	65536
512	32768	65536	98304	131072	163840	196608	229376	262144

Risoluzione

La scelta di N (o n) e G (o m) dipende dall'uso dell'immagine:

- 1 per immagini su cui si effettuano misure è più importante la risoluzione geometrica
- 2 l'occhio umano distingue 10-15 livelli di grigio, è molto sensibile alle *variazioni* di grigio, un numero basso di livelli aumenta il contrasto apparente
- 3 è possibile utilizzare *campionamenti non uniformi* sia radiometrici che geometrici

Risoluzione radiometrica

La funzione di tono continua dell'immagine viene discretizzata (*quantizzata*) in un numero discreto di livelli.

Tipicamente si usa 1 *byte* per piano di colore: si hanno a disposizione $2^8 = 256$ toni da 0 (assenza di colore) a 255 (massima intensità).

Risoluzioni radiometriche usate:

1 bit per pixel 1 bianco, 0 nero

4 bit per pixel

8 bit (1 byte) per pixel

Immagini a toni di grigio

Utilizzano un piano di colore (toni di grigio) tipicamente a 256 toni, alla tabella di valori che costituiscono l'immagine vengono applicati diversi algoritmi di compressione dati (Lempel-Ziv, ecc).



Immagine originale (8 bit)



Immagine con dithering (1 bit)

Immagini a colori - paletted

Le immagini a colori *paletted* o *indexed* utilizzano 1 piano di colore (256 valori) ed una lookup table (*palette*) per associare ad un valore sull'immagine un colore, codificato normalmente come (R,G,B), ad esempio:

indice	R	G	B	colore
0	0	0	0	nero
1	1	0	0	rosso
2	248	184	120	ocra
...
255	105	92	199	viola

L'associazione $i \rightarrow (i, i, i)$ $i = 0, \dots, 255$ corrisponde ad una immagine b/w. Questo formato viene utilizzato per immagini con meno di 256 colori (disegni).

True color

Utilizzano 256 toni per ogni piano di colore *rosso, verde e blu* (24 bit), con un totale di $(2^8)^3 = 16777216$ colori.

La disposizione dei piani di colore dipende dal formato: per piano (BSQ, BandSeQuential) o per pixel (BIP, Band Interleaved by Pixel) o per linee (BIL, Band Interleave by Line).

La codifica dei colori dipende dal formato del file in cui l'immagine è salvata (Tiff, Jpeg jfif, ecc.)

File immagine

Sono costituiti da tre parti:

header : tipo di file (5 bytes, magic), dimensioni immagine, profondità, disposizione dei piani di colore, palette, ecc. ;

data : tabella dei valori di colore;

trailer : alternativo all'header.

Alcuni formati, tipicamente TIFF (Tagged Image File Format), possono contenere altri tipi di dati (es. geocoding nei geotiff) in corrispondenza di *tags*.

Formati a 256 colori - paletted

Gif : Grahic Excnage Format, esiste in due versioni Gif87a e Gif89a, il secondo permette animazioni, trasparenze ecc.; è un formato proprietario (Compuserve). Ha buoni rapporti di compressione (Algoritmo di Huffmann)

Png : è un formato del Jpeg (Joint Photographers Expert Group), ottiene rapporti di compressione migliori rispetto ai Gif

Bitmap : questo formato di immagine può avere profondità 1, 4, 8, 24 byte; può essere compresso (RLE) o meno

Formati true color

- Bitmap, Targa** : utilizzano tre piani di colore, disposti per BSQ, non compressi
- Erdas, img** : formati utilizzati nel campo del telerilevamento, possono avere più di tre bande, con registrazione BSQ, BIL o BIP
- Jpeg** : formato aperto la cui realizzazione più utilizzata è lo Jfif
- Tiff** : è il formato più utilizzato in editoria e fotogrammetria e in ambito **GIS**, è molto flessibile
- Ecw** : formato “lossy” con elevati fattori di compressione, utilizzato per immagini da satellite ed ortofoto in ambito **GIS**

Jpeg

L'immagine viene trasformata dallo spazio (r,g,b) allo spazio (h,s,v) (*hue, saturation, value*: cromaticità, saturazione e intensità) e successivamente compressa. Poiché la cromaticità è liscia nelle scene naturali, si ottengono elevati rapporti di compressione.

La compressione può essere *lossy*, cioè con perdita di informazioni, a seconda del *quality factor*. Passando da Q=100 a Q=95 si riduce la dimensione del file di 2/3 volte senza perdita di qualità apparente (per un osservatore umano).

Esiste anche una versione b/w.

Non utilizzare per applicazioni fotogrammetriche, se non con Q=100.

In ambito GIS si usa solo come sfondo.

Tiff

Esistono diverse versioni di questo formato, la versione attuale è la 6. Esistono molte diverse tipologie di TIFF, teoricamente compatibili.

Caratteristica di questo formato è l'*Image File Directory* (IFD) dell'header che contiene la lista dei *tag*, strutture di 12 bytes che puntano a immagini o ad informazioni ausiliarie (es. coordinate per la georeferenziazione nei *geotiff*).

Può essere compresso (RLE, LHZ) o meno.

Risoluzione geometrica

L'acquisizione di immagini digitali avviene attraverso la scansione di immagini analogiche (microdensimetri, scanner, ecc.) o registrazione digitale (telecamere a CCD, ecc.).

Lo strumento più usato è lo scanner da editoria, con risoluzioni da 300 dpi a 9600 dpi in formato A4 o A3.

La risoluzione è espressa in **dpi** (Dots Per Inch, punti per pollice), ad es. 600 dpi corrispondono a circa 23 punti per mm, un campione ogni 0.04 mm

La risoluzione necessaria per l'utilizzo di immagini in fotogrammetria è stimata normalmente in 1200 dpi.

Risoluzione geometrica

Risoluzione geometrica e occupazione di memoria per una immagine 24×24 cm non compressa (immagine aerea).

Pixel [mm]	Imm. monocromatiche	Imm. a colori (3 bande)
0.0125x0.0125	352 Mb	1056 Mb
0.02x0.02	137 Mb	411 Mb
0.025x0.025	88 Mb	264 Mb
0.05x0.05	22 Mb	66 Mb
0.1x0.1	5.5 Mb	16.5 Mb

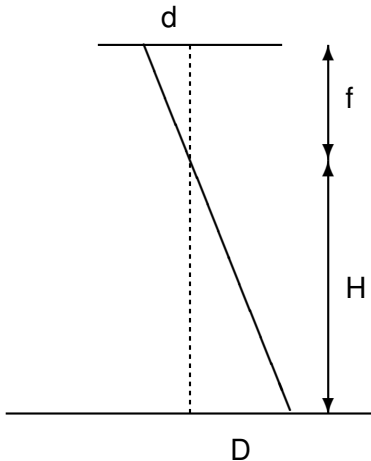
Risoluzione geometrica

dpi	Pixel [mm]
150	0.169
300	0.084
600	0.042
1200	0.021
2400	0.011

La risoluzione deve essere coerente con le altre informazioni (es. DTM).

Risoluzione geometrica

Nota la focale e la distanza dell'oggetto ripreso è possibile calcolare la risoluzione sull'oggetto.



$$\frac{d}{f} = \frac{D}{H}$$

→

$$D = \frac{H}{f} \cdot d$$

Sistema di riferimento immagine

Per le immagini digitali il sistema di riferimento è fissato implicitamente dalle righe e colonne dei pixel sull'immagine.

E' possibile ottenere una risoluzione inferiore al pixel con tecniche di interpolazione e matching (signal based, feature based e misti).

E' un sistema di riferimento invariabile nel tempo.

Questa presentazione è ©2009 Paolo Zatelli, disponibile come



Attribuzione-Non commerciale-Condividi allo stesso modo 2.5 Italia

Tu sei libero:



di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera



di modificare quest'opera

Alle seguenti condizioni:



Attribuzione. Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera.



Non commerciale. Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.



Condividi allo stesso modo. Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica o equivalente a questa.

- Ogni volta che usi o distribuisi quest'opera, devi farlo secondo i termini di questa licenza, che va comunicata con chiarezza.
- In ogni caso, puoi concordare col titolare dei diritti utilizzi di quest'opera non consentiti da questa licenza.
- Questa licenza lascia impregiudicati i diritti morali.