

**Università degli Studi di Roma “La Sapienza”
Dipartimento di Malattie Cutanee-Veneree
e Chirurgia Plastica Ricostruttiva
Direttore: Prof. S. Calvieri**

**Requisiti minimi tecnologici per la dermoscopia
digitale: realtà o utopia?**

Palermo, 24 giugno 2005

B. Mastrecchia



Il **dermatoscopio manuale**, costituito da una lente acromatica di circa 10 o 20 X, con illuminazione anulare a LED ed un obiettivo a contatto curvatura infinito deve essere il riferimento di un'immagine dermoscopica di alta qualità.



Il **fotodermatoscopio Dermaphot**, dotato di un sistema con messa a fuoco ed apertura f fissa, tempo di esposizione variabile e di un sistema di illuminazione con flash interno, permette di ottenere immagini fotografiche che riproducono con risultato attendibile l'immagine che si può osservare con un dermatoscopio manuale.

Tale sistema deve essere il riferimento per l'acquisizione di un'immagine digitale di alta qualità.

La qualità di un' immagine digitale è correlata a diversi elementi che condizionano una ottimale acquisizione, dobbiamo considerare principalmente :

- L' illuminazione
- il tipo di ottica
- le caratteristiche dell' apparecchiatura digitale

Anelli di questa catena sono anche i supporti di memorizzazione ed i processi di visualizzazione e di stampa.

Illuminazione LA LUCE

La luce è energia elettromagnetica con lunghezza d' onda λ compresa tra 380-780 nm. che ha la capacità di stimolare il senso della vista di un osservatore umano.

Le grandezze radiometriche che tengono conto delle caratteristiche del sistema visivo sono:

- **Il flusso luminoso (ϕ):** è la quantità di luce (W) emessa da una sorgente luminosa in un determinato intervallo di tempo (t) : $\phi = W / t$ (lumen)
- **L' intensità luminosa:** è il flusso luminoso (ϕ) emesso in una determinata direzione da una sorgente diviso l' angolo solido (Ω) che lo sottende: $I = \phi / \Omega$ (candela)
- **La luminanza:** è l' intensità luminosa emessa in una determinata direzione da una superficie emittente di area S, divisa per la superficie S1, proiezione di S su un piano perpendicolare alla direzione di osservazione: $L = I / S_1$ (candela /mq)
- **l' illuminamento:** è il flusso luminoso (ϕ) incidente su una data superficie (S) diviso l' area della superficie stessa: $E = \phi / S$ (Lux)

Illuminazione IL COLORE

Il colore è una proprietà dei materiali o degli oggetti che noi percepiamo alla luce del giorno e la nostra percezione del colore deriva dalla interazione tra i raggi di luce e il nostro sistema visivo.

Misure precise possono essere fatte solo sullo stimolo luminoso

I colori percepiti sono descritti da almeno tre caratteristiche:

1. La tinta
2. La saturazione
3. La brillanza

Illuminazione IL COLORE

1 LA TINTA

E' la percezione di un colore.

Si distinguono colori cromatici (che hanno una tinta) e colori acromatici (che non hanno una tinta).

Un colore acromatico è il “colore” che noi percepiamo quando osserviamo superfici bianche o nere o quando osserviamo una lampada fluorescente.

I colori cromatici comprendono tinte unitarie (**Il rosso il verde il blu ed il giallo**) e tinte non unitarie percepite come miscele (marrone arancione, etc).

Illuminazione IL COLORE

2 LA SATURAZIONE

È nella percezione del colore l' ammontare relativo della tinta componente, quindi i colori prodotti da luci monocromatiche hanno la massima saturazione

3 LA BRILLANZA

E' in funzione dell' illuminazione con cui è osservato un colore isolato

Illuminazione IL COLORE

MISCELE DI COLORI

Il termine è improprio in quanto sono gli stimoli luminosi ad essere miscelati e non le risposte percettive.

Una miscela di colori può essere:

- **additiva** quando luci di diversa lunghezza d' onda sono combinate insieme prima di raggiungere l' occhio.
- **sottrattiva** quando da un fascio di luce si rimuovono componenti a diversa lunghezza d' onda, mediante un processo di assorbimento ad opera di filtri o di pigmenti (cromofori: emoglobina, melanina).

Illuminazione TEMPERATURA DEL COLORE

L'occhio umano si adatta molto bene alle varie temperature di colore (esprese in gradi kelvin). Quindi un foglio bianco, al nostro occhio appare tale sia all'alba, a mezzogiorno, alla sera, all'interno di una stanza con illuminazione neon, con l' illuminazione di una candela, ecc...
Tutte queste situazioni hanno gradi kelvin differenti:

Luce	Temperatura (Kelvin)	Temperatura (Mired)
Candela	1000	1000
Alba	2000	500
Luce incandescente	3000	333
Neon	4000	250
Luce solare	5500	181
Cielo nuvoloso	7000	142
Ombra	8000	125

La sensibilità dei colori dei normali sensori non è paragonabile a quella dell'occhio umano, per poter avvicinare il più possibile questa soglia cromatica alla realtà, alcuni sistemi di acquisizione si occupano di bilanciare il più possibile il valore del “bianco”, in base al tipo d' illuminazione.

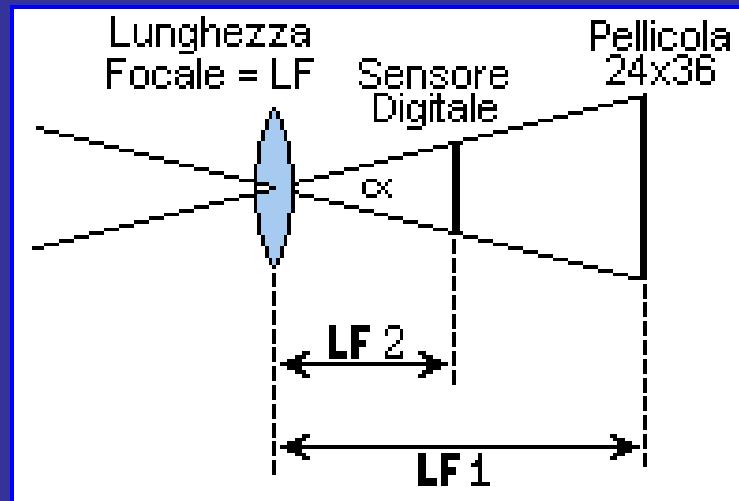
La temperatura di colore di 3200 Kelvin è in grado di rappresentare fedelmente lo spettro cromatico visibile (la luce al tungsteno delle normali lampade ad incandescenza).

Le emulsioni fotografiche sono tarate per luce diurna a 5500 Kelvin oppure per luce artificiale al tungsteno a 3200 Kelvin.

Caratteristiche dell' ottica/dimensioni fisiche

I sensori delle apparecchiature digitali sono in genere molto piccoli (1/4 di pollice). Quanto più il sensore è piccolo tanto più importante diventa la qualità delle ottiche

La lente stessa è fisicamente di piccolo diametro, conseguentemente anche l'apertura del diaframma sarà di piccole dimensioni . Per esempio ad $f=8$ in alcune fotocamere digitali l' apertura è, meno di 1mm. A queste dimensioni cominciano a subentrare effetti di diffrazione che fanno perdere di nitidezza l' immagine.



Sistema di acquisizione digitale

IMMAGINI DIGITALI

Un file d' immagine per essere elaborato dal computer deve essere CAMPIONATO E QUANTIZZATO.

Campionare un'immagine significa acquisire un numero finito di punti.

Quantizzare un'immagine significa prendere un numero finito di valori interi nell' intervallo $[0, f_{\max}]$.

La capacità di sistema di digitalizzazione di eseguire misurazioni più o meno fini e la conseguente qualità d' immagine viene detta **risoluzione dell' apparecchiatura**.

Si considerano due tipi di risoluzione:
quella radiometrica e quella geometrica.

La **risoluzione radiometrica** di un dispositivo di acquisizione digitale è la minima differenza di luminosità rilevabile dall' apparecchiatura.

La **risoluzione geometrica** è legata all' ampiezza delle celle su cui avviene la misurazione delle luminosità dei campioni.

Nei dispositivi in commercio bisogna distinguere fra due tipi di risoluzione geometrica, la risoluzione ottica e quella interpolata.

La **risoluzione ottica** è la vera risoluzione nativa misurata in numero di campioni per unità di lunghezza sul supporto dell' immagine analogica.

La **risoluzione interpolata** è eseguita da un software sui dati rilevati in risoluzione ottica

I file di immagine (funzione immagine digitale campionata e quantizzata) sono organizzati come una matrice bidimensionale di n righe ed m colonne, ne consegue una griglia composta di celle o aree elementari (pixel) la cui posizione si ricava dal corrispondente numero di riga e di colonna (fig. a). Ogni cella o pixel è anche caratterizzata da una tonalità o colore; l'immagine pertanto risulterà composta da celle vuote o campite in nero oppure colorate.

Più precisamente alle celle corrispondono i valori numerici relativi alla densità di grigio, nel caso di immagini in B/N e di colore delle tre componenti rosso, verde, blu (RGB), nel caso di immagini a colori.

Il termine "risoluzione" si riferisce al numero di pixel presenti in un'immagine.

Pixel significa "picture element" (elemento componente l'immagine) e rappresenta l'unità più piccola di un'immagine digitale.



fig. a

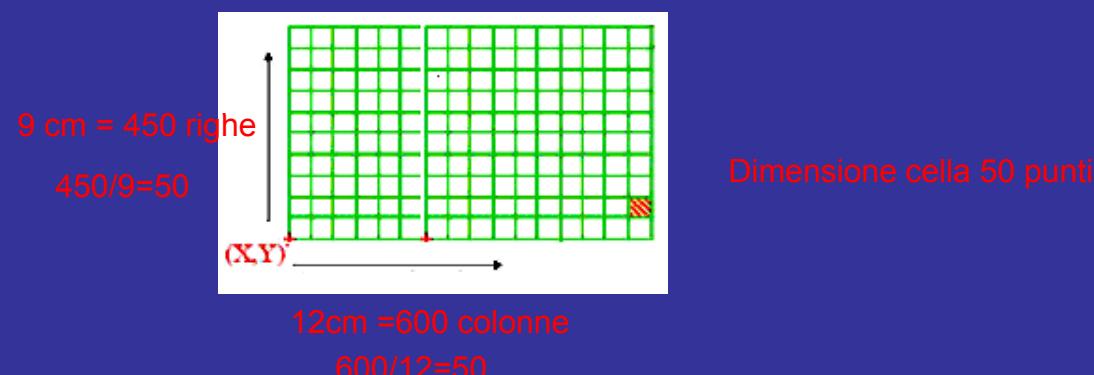
La risoluzione dell'immagine è determinata dalla dimensione dei pixel, e quindi dal numero di pixel nell'unità di misura (pollice o inch) ed è indicata o in punti per pollice (PPP) o in dot (punti) per inch (DPI).

Più è elevata la risoluzione, ovvero più pixel sono presenti nell'unità di misura più la foto è definita.

La risoluzione di un' immagine rappresenta pertanto il numero di punti descritti in rapporto all'unità di spazio.

Ad esempio, se un file memorizza una fotografia larga 9 x 12 cm e contiene una matrice di 450 righe per 600 colonne, la risoluzione è pari a 50 punti/cm, sia in larghezza che in altezza.

Esprimendo la risoluzione in dpi, cioè in punti per pollice (dot per inch), essendo il pollice pari a 2,54 cm, la risoluzione della descrizione prima citata è pari a 127 dpi ($50 \times 2,54$).



Ci poniamo ora questa domanda:

Quale risoluzione è necessaria affinché la nostra acquisizione appaia sufficientemente dettagliata, come deve essere una immagine di buona qualità?

La risposta dipende dal supporto che adoperiamo per visualizzare l'immagine.

Se questo supporto è lo schermo del computer la risoluzione può anche essere pari a 70 – 90 dpi, perché la risoluzione attuale degli schermi è pari, appunto, a 70 – 90 dpi, cioè a 70 – 90 pixel (unità elementari dello schermo stesso) per pollice.

Ma se il supporto è la carta, cioè se la fotografia deve essere stampata, allora la risoluzione dovrà essere di 300 dpi.

Un valore superiore sarebbe inutile, perché l'occhio umano non distingue più di 300 punti per pollice; mentre un valore inferiore porta a un graduale degrado dell'immagine, fino a mostrare distintamente i punti di cui è composta.

Un'immagine di **640x480 pixel (camera web)** ha un ottima risoluzione se la si guarda sullo schermo del computer o su un sito internet e si può stampare in formato **6x4**. Ma ingrandita oltre il formato 6x4 cm, la qualità peggiora notevolmente, poiché i 300.000 pixel che formano l'immagine non sono sufficienti ($640/6 = 106 \times 2.54 = 269$ dpi; $480/4 = 120 \times 2.54 = 304$ dpi).

Le fotocamere **da due megapixel** (due milioni di pixel) hanno una risoluzione di circa 1600x1200. Tale risoluzione permette di ottenere stampe in formato **15x10** di buona qualità ($1600/15 = 106 \times 2.54 = 269$ dpi; $1200/10 = 120 \times 2.54 = 304$ dpi).

Le fotocamere da **quattro megapixel** (quattro milioni di pixel) hanno una risoluzione di circa 2272x1704. Tale risoluzione permette di ottenere stampe in formato **24x18** di buona qualità ($2272/24 = 95 \times 2.54 = 241$ dpi; $1704/18 = 95 \times 2.54 = 241$ dpi).

Profondità del colore:

Indica quanto è ampia la “gamma di colori” che riproduce l’immagine originale.

24 bit o superiore

Le immagini RGB (24 bit) riproducono fino a 16,7 milioni di colori disposti in tre canali a 8 bit (256 colori per canale).

Proposta di requisiti minimi tecnologici per la dermoscopia con fotocamera digitale

Dati Tecnici Generali	
Tipo sensore:	CCD da 1/1.8" (7.2x5.3 mm.- diagonale 8.9mm)
Pixel sensore:	4.0 Mega Pixels (milioni di pixel); risoluzione massima 2272x1704
Bil.bianco	auto e manuale
Obiettivo:	7.85-32mm (pari a 38-155mm per 35mm)
Formato file	TIFF-RGB con e senza compressione JPEG

Proposta di requisiti minimi tecnologici per la dermoscopia con videodermatoscopio

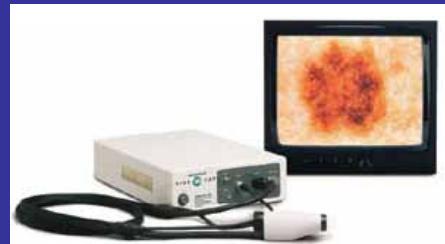


Image Sensor	CCD 1/3 inch (3.3x4.4 mm.- diagonale 5.5mm)
Pixels	440.000 Pixels 752Hx582V
Sorgente luminosa	a luce alogena fredda con possibilità di controllare l'intensità luminosa
Taratura del bianco	Auto e manuale su bianco standard di riferimento con uscite video Pal (Composito, S-Video e Rgb)
Scheda grafica	a 32 bit di acquisizioni immagini a 16 milioni di colori

Necessità del confronto tra l' immagine dermoscopica digitale e quella osservata con lo strumento manuale o con il Dermaphot.

Nell' analisi di pattern si riconoscono alcune strutture dermoscopiche "di base" come il reticolo pigmentario e i globi marroni.

Tali strutture facilmente individuabili all' esame con il dermoscopio manuale possono non essere riconoscibili con strumentazione di tipo digitale, fornendo in tal modo un' informazione diretta sulla fedeltà di acquisizione dell' apparecchio in nostro possesso.

Suggeriamo pertanto di verificare sempre la capacità di acquisizione della strumentazione in nostro possesso " calibrandola" su lesioni pigmentarie "regolari" come nevi melanocitari a reticolo ben evidente o a pattern globulare regolare prima di applicarla su lesioni " irregolari".

Aspetti dermoscopici in cui è influente per la diagnosi <u>la qualità dell' immagine</u> ed <u>condizionante l' illuminazione ed il colore</u>	Aspetti dermoscopici è meno influente per la diagnosi <u>la qualità dell' immagine</u>
il pattern omogeneo molto scuro	iperpigmentazione eccentrica
Gli aspetti regressione, presenza contemporanea di aree bianche ed aree blu	contemporanea presenza di strutture reticolari globulari e omogenee nella stessa lesione
la presenza di aree bianco giallastre (fibrosi)	reticolo pigmentato prominente ed irregolare
La presenza di follicoli pigmentati asimmetrici (punti e globuli grigio-blu o grigio-ardesia)	strutture anulari granulari o strutture romboidali
Il colore variegato e la distribuzione irregolare del pigmento nella melanosi delle mucose	pattern a creste parallele

Aspetti dermoscopici in cui è <u>influente</u> per la diagnosi <u>la qualità dell' immagine ed condizionante l' illuminazione ed il colore</u>	Aspetti dermoscopici è <u>meno influente</u> per la diagnosi <u>la qualità dell' immagine</u>
Pattern vascolare atipico polimorfo	Pattern vascolare tipico
Globuli ed aree rosso lattescenti, rosso bluastre, marrone rossastre	Presenza di pseudocisti cornee e di sbocchi simil comedonici
Lesioni vascolari (lacune rosso blu; milk red area)	Lesioni con pattern aspecifico: lesioni nodulari ulcerate, presenza di residuo di pigmento
Lesioni con pattern aspecifico: “lesioni rosa”	