

Capitolo IV

I Sensori Digitali

Le macchine fotografiche digitali funzionano esattamente come le macchine fotografiche a pellicola. La differenza sostanziale è che l'immagine, invece che essere "catturata" dalla pellicola viene registrata da un sensore digitale che converte le varie intensità di luce e tonalità cromatiche in un segnale elettrico proporzionale a queste ultime. In pratica, una macchina fotografica digitale tutte le principali fasi di registrazione dell'immagine, acquisizione, elaborazione e archiviazione hanno luogo all'interno, mentre in una macchina fotografica a pellicola l'elaborazione e l'archiviazione dell'immagine avvengono all'esterno, di solito demandati ai laboratori fotografici.

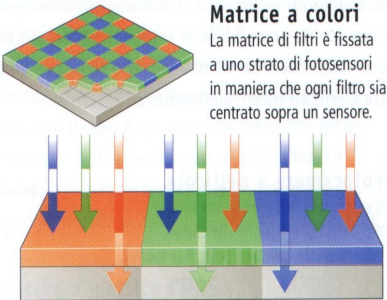
Come funziona un sensore digitale

Il sensore di una fotocamera digitale è formato da una griglia, o matrice, di singole celle sensibili alla luce. Ogni cella genera un segnale elettrico proporzionale alle diverse quantità di luce. La maggioranza dei sensori è del tipo a matrice, cioè ogni cella è coperta da un filtro rosso, verde o blu, per cui reagisce solo a uno dei colori primari (rosso, verde o blu).


Filtro a mosaico

Il tipo di matrice a colori più comune nelle fotocamere digitali è il filtro Bayer, in cui un filtro su due è verde, mentre i filtri rosso e blu sono solo uno su quattro.

Matrice a colori
La matrice di filtri è fissata a uno strato di fotosensori in maniera che ogni filtro sia centrato sopra un sensore.



Separazione del colore
I filtri lasciano passare soprattutto il proprio colore, ma anche una piccola quantità degli altri. Un filtro blu, per esempio, lascia passare principalmente il blu, ma anche un po' di verde.

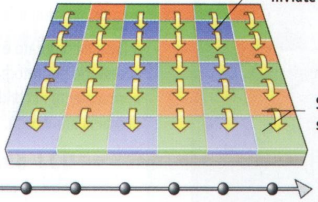


Filtro rosso Filtro verde Filtro blu

Dati cromatici prima dell'interpolazione
Per creare un'immagine, il software della fotocamera analizza le informazioni delle tre griglie di colori per ricavarne i valori medi con un processo chiamato interpolazione cromatica.

I filtri sono disposti a gruppi di quattro, di cui due verdi, uno rosso e uno blu. Il verde in più è presente perché l'occhio umano è particolarmente sensibile alla luce verde. Un tale filtro è detto filtro Bayer. In questo modo le celle ricoperte da un filtro blu forniranno un segnale elettrico proporzionale alla quantità di luce blu che li colpisce, quelle ricoperte dal filtro rosso forniranno un segnale elettrico proporzionale alla quantità di luce rossa che li colpisce, mentre quelle ricoperte dal filtro verde forniranno un segnale elettrico proporzionale alla quantità di luce verde che le colpisce. Nelle fotocamere digitali si usano vari tipi di sensori CCD e CMOS, basati

Sensore a matrice CCD

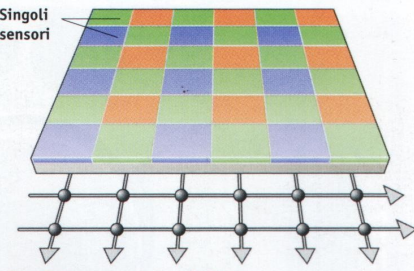


Fila di cariche inviate
Singoli sensori

Letture seriali
Dal momento che le cariche viaggiano e sono lette in modo sequenziale, sensore per sensore, c'è un limite alla velocità di acquisizione delle immagini.

essenzialmente sui medesimi principi, ma differenti nel modo in cui trattano le informazioni catturate. Nei CCD

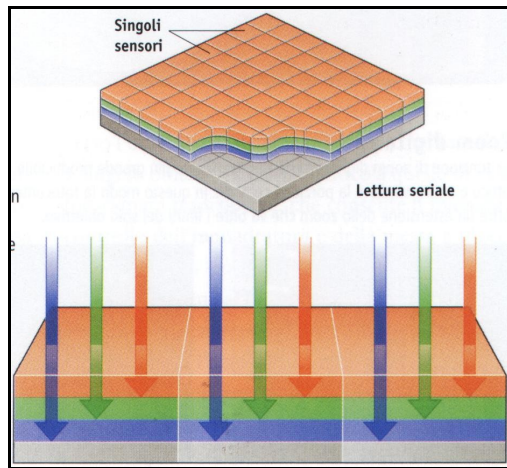
Sensore a matrice CMOS



Singoli sensori

Indirizzamento X-Y
Tutti i sensori su un chip CMOS hanno propri transistor e circuiti, per cui possono essere letti singolarmente, con conseguente grande versatilità nei modi di impiego.

i dati forniti da ogni cella sensibile devono essere letti in modo seriale, una alla volta. Così di fatto l'immagine viene scansionata in tutta la sua superficie per ricavarne i dati. Inoltre la lettura deve essere scaricata perché il sensore sia pronto per una successiva esposizione. I sensori CMOS sono organizzati diversamente: ogni elemento può essere letto singolarmente (si dicono a indirizzamento X-Y) e ognuno è raggiungibile tramite le specifiche coordinate. In pratica i sensori CMOS sono più rumorosi e forniscono un segnale "più sporco" che necessita di essere trattato dal microprocessore della fotocamera per essere ripulito dal rumore intrinseco del sensore.

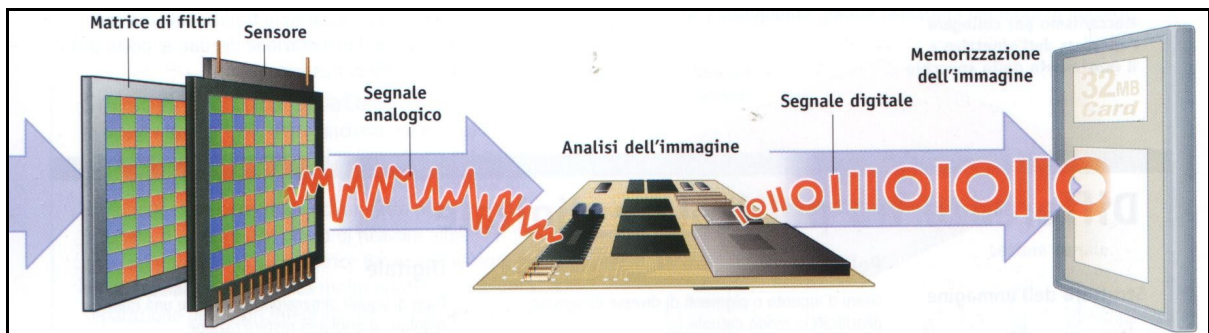


Esiste anche un'altra tipologia di sensore la cui costruzione è molto simile a quella di una pellicola a colori. In questo tipo di sensore (costruiti dall'americana Foveon) ogni cella misura tutti e tre i colori usando un sofisticato sistema che si basa su quanto ogni colore penetra in profondità nel sensore. Non occorre quindi un filtro per ogni colore, in teoria, il sensore è in grado di ricavare almeno il triplo delle informazioni di una matrice Bayer equivalente pur con un'interpolazione cromatica molto ridotta. In aggiunta, la separazione dei colori integrata nei singoli sensori fa sì che i pixel debbano essere semplicemente raggruppati,

con il risultato di una minore risoluzione ma di una maggiore sensibilità e rapidità nell'acquisizione delle immagini.

Elaborazione e memorizzazione dei dati

La conversione dei dati forniti dai sensori CCD o CMOS in dati numerici avviene tramite un convertitore analogico digitale (A/D). Le informazioni convertite in dati numerici diventano



gestibili da un microprocessore dedicato (dai nomi più disparati). I diversi valori di ogni cella sono elaborati in modo che a ogni pixel sia assegnato un appropriato valore cromatico. Il valore dei pixel è calcolato per interpolazione dei dati raccolti da celle contigue. Il passaggio dell'interpolazione è cruciale perché il calcolo incide radicalmente sulla qualità finale dell'immagine. I progressi compiuti dalla fotografia digitale sono infatti attribuibili tanto a miglioramenti del processo di interpolazione quanto a quelli apportati ai sensori stessi.

I valori di tutti i pixel ordinati insieme creano il file dell'immagine. Alcune fotocamere elaborano ulteriormente l'immagine per migliorarne la nitidezza e molte permettono la compressione di questi dati usando algoritmi JPEG. In questa fase dell'elaborazione i dati vengono salvati su dei supporti quali schede di memoria o dischi fissi rimovibili (microdrive).

Mentre la prima parte del procedimento, cioè l'acquisizione dell'immagine può essere molto rapida, la registrazione su una scheda di memoria può richiedere molto tempo. Per accelerare le operazioni le fotocamere più avanzate dispongono di molta RAM interna, un tipo di memoria che archivia le immagini molto velocemente in modo che le fasi più lente non blocchino l'acquisizione delle fotografie.