
MASSIMIZZARE IL RAPPORTO SEGNALE RUMORE: DAL SILICIO A PHOTOSHOP

UN PO' DI TECNICISMI...

Le principali fonti di rumore nella fotografia digitale sono:

- Photon shot noise (Poisson distribution)
- Pattern noise (Uniform distribution)
- Quantization noise (Uniform distribution)
- Amplifier noise (Gaussian distribution)

Il Photon shot noise è quello piu' importante e predominante nelle foto, è quello cioè che vediamo maggiormente andando ad alzare i livelli di ISO o schiarendo zone sottoesposte.

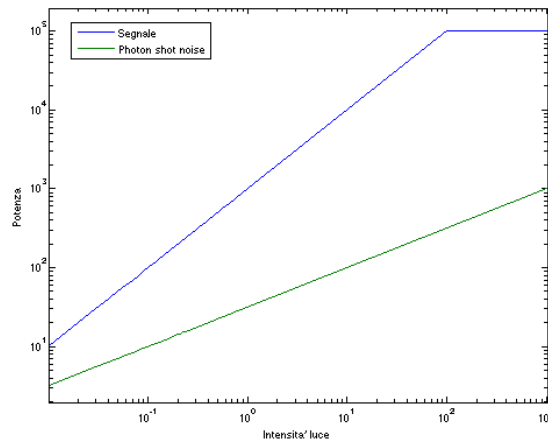
Questo rumore (P_{sn}) è proporzionale alla radice della potenza del segnale luminoso (N):

$$P_{sn} = \sqrt{N}$$

Se calcoliamo il rapporto segnale rumore (SNR), cioè la differenza che c'e' tra il segnale utile e il rumore shot otteniamo:

$$SNR = \frac{N}{\sqrt{N}} = \sqrt{N}$$

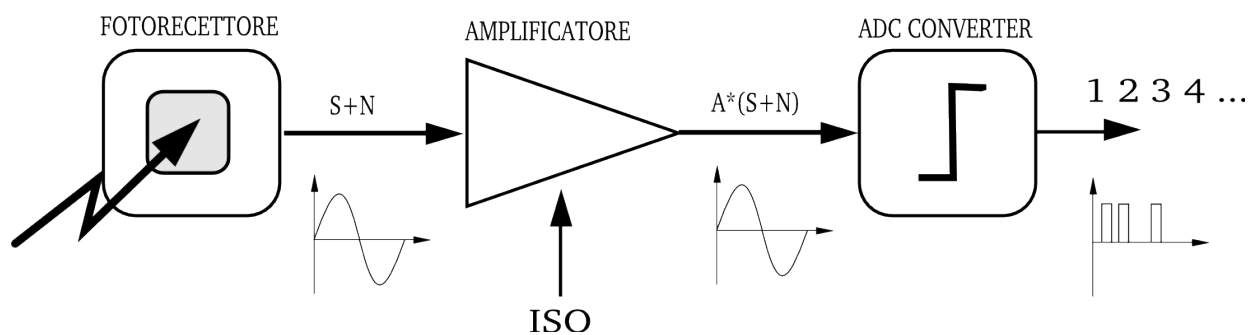
E' evidente quindi, graficando l'andamento della potenza del segnale vero e proprio rispetto al Photon shot noise che questo rumore è elevata quando la luce incidente sul sensore è ridotta, mentre diventa trascurabile al di sopra di una certa soglia (la scala del grafico è logaritmica).



Si può vedere che il rapporto segnale rumore è dipendente dalla luce incidente sul sensore e quindi il rumore sarà presente in maggior quantità nelle parti della foto in cui ci sono ombre. Un'altra componente descrivibile come rumore shot sono gli "Hot-pixel", che non sono altro che pixel accesi in zone di ombra. Queste alterazione dell'immagine acquisita rispetto a quella reale sono causate da correnti di leakage nei fotodiodi chiamate anche "dark-current shot noise". La dark-current shot noise può essere generata da un effetto tunnel nel band-gap oppure da una ricombinazione di cariche per effetto termico. Per questo ultimo motivo gli Hot-pixel sono maggiori quando si fanno lunghe esposizioni, in cui il sensore acquisisce continuamente informazioni e quindi si scalda.

Gli altri 3 rumori sono di minor importanza, i pattern noise sono dei rumori dovuti alla non uniforme sensibilità dei fotorecettori ma sono facilmente compensabili conoscendo il pattern. Il quantization noise è il rumore causato dai quantizzatori nella conversione tra valori analogici e valori digitali, questo tipo di rumore è sempre più trascurabile con i nuovi formati delle immagini che hanno un alto numero di bit per codificare ogni singolo pixel. L'ultimo tipo di rumore si riferisce al rumore di amplificazione che non è altro che il solito e ineliminabile rumore gaussiano bianco che affligge qualsiasi circuito elettronico.

Per capire meglio come entra in gioco i valori di sensibilità ISO del sensore è necessario schematizzare la catena di condizionamento del segnale dal sensore al processore della macchina fotografica:



Il funzionamento schematico è molto semplice, il fotorecettore registra la quantità di luce misurata, la restituisce con una corrente che è direttamente proporzionale alla luce misurata (S

nel disegno) a cui si somma il rumore (N nel disegno). Questo segnale per essere acquisito correttamente viene amplificato di un fattore A che è proporzionale al valore ISO impostato nella macchina. All'uscita dell'amplificatore abbiamo un segnale A volte più grande ma anche il rumore è stato amplificato della stessa quantità. L'amplificatore serve quindi per far ricadere il segnale nel range del convertitore analogico/digitale che sta a valle. Infine il convertitore analogico/digitale digitalizza il segnale analogico in ingresso associando un numero al suo livello e quindi introducendo il rumore di quantizzazione.

ESPOSIZIONE A DESTRA

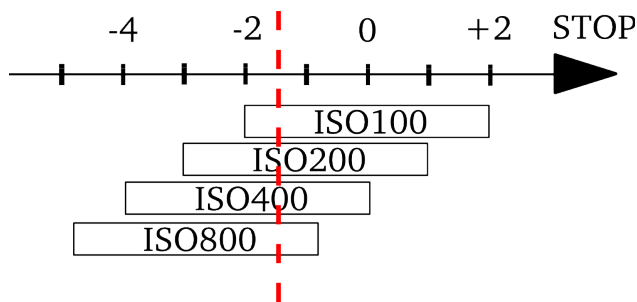
L'esposizione a destra rappresenta un metodo di lavoro nella fotografia digitale che permette di ottenere foto meno rumorose e di conseguenza migliori sotto l'aspetto della nitidezza e del contrasto.

Come abbiamo visto nella parte iniziale di quest'articolo il rumore non è costante su tutto l'istogramma ma dipende, seguendo una relazione quadratica, dalla potenza della luce incidente.

Con la parola "a destra" si intende la parte destra dell'istogramma, quelle delle alte luci, quindi esporre a destra significa far ricadere la maggior parte delle componenti della foto sulla parte destra dell'istogramma facendola così risultare apparentemente sovraesposta. Esponendo a destra facciamo entrare più luce di quella che sarebbe necessaria in modo da allargare la forbice tra segnale pulito, che è proporzionale alla luce incidente, e il rumore con va invece con la radice della luce incidente.

PERCHE? FUNZIONA L'ESPOSIZIONE A DESTRA

Se rappresentiamo con la figura sottostante il range dinamico della fotocamera ipotizzando di averne un'ampiezza fissata il valore di ISO di ∓ 2 stop possiamo vedere che ci sono delle aree di sovrapposizione tra valori di ISO diverso.



Questo non spiega perché le foto scattate a 100 ISO sottoesposte risultino peggiori di quelle sovraesposte scattate a ISO 800, sfruttando cioè l'esposizione a destra.

Assumiamo che la macchina fotografica abbia un range dinamico di 5 stop (in realtà le attuali sono più vicine a 6 stop che a 5). Quando si lavora in modalità RAW la maggior parte delle fotocamere acquisisce immagini a 12bit.

Ogni punto dell'immagine è capace di discriminare 4096 livelli di toni ($2^{12} = 4096$

combinazioni). Si potrebbe pensare che questi 4096 livelli siano distribuiti equamente sui 5stop

di range, avendo così 819 (4096/5) livelli per ogni stop. Purtroppo così non è, per definizione ogni stop equivale al doppio della luce incidente dello stop precedente.

Si ha così che i livelli vengono ripartiti in questo modo tra gli stop:

- 1° stop (+2) 2048 livelli (4096/2) *alte luci*
- 2° stop (+1) 1024 livelli (4096/4)
- 3° stop (0) 512 livelli (4096/8)
- 4° stop (-1) 256 livelli (4096/16)
- 6° stop (-2) 128 livelli (4096/32) *ombre*

.Perché questo? ...perché i sensori CCD o CMOS o per meglio dire, gli ADC dei sensori CCD o CMOS sono lineari. Siccome gli ADC sono lineari se il primo stop ha una radiazione con il doppio della potenza del secondo stop, il primo stop ha il doppio dei livelli del secondo. Questo concetto è valido per ogni valore di ISO. Fissato il valore di sensibilità del sensore, e fissato quindi il valore del guadagno dell'amplificatore il segnale visto dall'ADC nello stop +1 (1024 livelli) non è altro nel livello di iso inferiore che lo stop 0 (512 livelli). E' chiaro quindi preferibile avere una foto sovraesposta con un livello ISO maggiore che una foto sottoesposta a un livello di ISO inferiore.

Un'altro elemento che fa risultare le foto con un più alto valore di ISO migliori rispetto a una con ISO più bassi ma sottoesposta è dovuta al fatto che alzando la sensibilità si aumenta il guadagno dell'amplificatore di segnale all'interno del sensore. Più vicino alla sorgente si amplifica il segnale meno rumore si ha nel file. Questo perché tutto il rumore che si aggiunge alla catena di condizionamento del segnale dopo l'amplificatore ha un'ampiezza minore rispetto al segnale che è già stato amplificato cosa che non sarebbe vera se venisse amplificato alla fine. Questo succede se utilizziamo sensibilità più basse del necessario, amplifichiamo "poco" con gli amplificatori annegati nel silicio del sensore per poi amplificare in Camera Raw per recuperare l'esposizione.

L'errore che molti fanno è mettere limiti alla sensibilità ISO. Ho sentito tante volte dire, "La mia macchina non la uso sopra gli 800 ISO". Poi scattando in condizioni di luce scarsa, usano 800 ISO ottenendo foto sottoesposte. Questo comportamento è sbagliato, il rumore non è assente a 800 ISO e presente a 1600, ma è dato dall'insieme di alcuni fattori tra cui anche il livello di esposizione. **Non bisogna avere paura di alzare gli ISO!**

COME SCATTARE

In fase di scatto per essere sicuri di non bruciare nessuna parte dell'immagine bisogna procedere in un modo inusuale e un poco macchinoso, ma è l'unico modo per estremizzare questa tecnica.

Bisogna fare attenzione all'istogramma, perché non è veritiero. Bisogna infatti specificare che per il formato RAW non esiste istogramma, ma l'istogramma che viene visualizzato a seguito dello scatto è ottenuto da una conversione JPEG fatta nella macchina fotografica effettuata in fase di scatto. Ovviamente questa conversione introduce delle perdite, essendo lossy la compressione JPEG, che possono far passare per bruciate, ad esempio, alcune luci che bruciate non sono.

Lo stesso ragionamento vale per l'istogramma di Camera Raw, anch'esso è calcolato sul JPEG. Inoltre il lampeggio che mostra la macchina o Camera Raw per segnalare una zona bruciata avviene anche quando SOLO 1 canale RGB è sovraesposto nella foto JPG.

I passi per applicare la tecnica sono:

- Impostare su SPOT l'esposimetro
- Impostare la compensazione d'esposizione massima della propria fotocamera
- Cercare la sorgente più luminosa presente nell'inquadratura, misurando l'esposizione
- Bloccare l'esposizione
- Ricomporre l'inquadratura
- Scattare

Si prende come riferimento il punto più luminoso dell'immagine e si espone "Spot" e quindi localizzato in quel punto. Si imposta una sovresposizione adeguata alla macchina fotografica, vedremo poi come ricavarla, per portare al limite superiore dell'ADC quella parte dell'immagine.

COME RICAVARE IL LIMITE DELLA PROPRIA MACCHINA

Questo test consiste nel trovare il limite di sovraesposizione massimo della nostra macchina fotografica, in altre parole vogliamo trovare quanto possiamo sovraesporre un'immagine prima di bruciarla.

Per fare questa prova è necessario un soggetto chiaro ma con una trama o dei dettagli. Per lo scopo può essere usato un tessuto bianco magari con una trama grossa.

E' necessario fissare la macchina in maniera stabile in una posizione fissa con un cavalletto, utilizzare per illuminare il soggetto una luce la più neutra possibile per non saturare singoli canali (la luce del sole ad esempio).

A questo punto con la macchina puntata verso il tessuto scattare una serie di foto sovraesposte dalla esposizione calcolata dalla macchina di +1 +2 e +3 stop. Per trovare il limite più puntuale potrebbe essere utile anche procedere a step di 1/3 di stop.

Per effettuare questi scatti è opportuno mettere la macchina in manuale con impostato il valore di sensibilità ISO che ci interessa e regolando la sovresposizione aprendo di scatto in scatto il diaframma.

A questo punto importando le foto in camera raw si devono sottoesporre dell'equivalente negativo del valore di sovraesposizione. L'ultima foto in cui la trama del tessuto è ancora visibile e i colori non sono affetti da viraggi innaturali è il limite della fotocamera.

Scoperto questo valore sappiamo quanto compensare l'esposizione valutandola "spot" nel punto più luminoso.

RUMORE DI CROMINANZA / RUMORE DI LUMINANZA

Il rumore si divide in due tipi, il rumore di luminanza (visibile come grana a macchioline - maggiormente presente in ampie zone monocromatiche come il cielo chiaro o le ampie zone sfocate) e di crominanza (artefatti colorati presenti nelle ombre o nelle zone scure maggiormente visibile ad elevate velocità ISO).

Il rumore di crominanza è quello solitamente più semplice da eliminare, esso infatti non rovina la nitidezza anche se applicato in maniera eccessiva riduce il microcontrasto della foto. Al

contrario il rumore di luminanza degrada pesantemente l'immagine e deve essere dosato con parsimonia.

Quando si lavora sul rumore, e si dosa la quantità dell'effetto sul rumore di luminanza e su quello di crominanza si deve lavorare con uno zoom del 100% guardando sia le parti sfuocate e/o uniformi da quelle dettagliate del soggetto.

METODO AVANZATO 1, MASCHERE DI CONTRASTO

In alcuni immagini è consigliabile utilizzare una tecnica un attimo più sofisticata che applicare la riduzione rumore su tutta l'immagine.

Se si hanno immagini con uno sfondo molto uniforme, come ad esempio quando ci sono forti sfocature o si ha un'ampia porzione di cielo può essere utile usare le layer mask e dosare la riduzione del rumore solo nelle aree uniformi preservando in questo modo il dettaglio del soggetto. In questo modo si può ridurre più pesantemente il rumore senza aver paura di trovare il compromesso tra dettaglio e quantità di rumore. E' anche possibile applicare diverse intensità dell'effetto, anche intermedie, a seconda della zona dell'immagine.

METODO AVANZATO 2, RIDUZIONE DEL RUMORE SELETTIVO NELLE ZONE SCURE

I passi da seguire per questa tecnica sono:

- Applicare il filtro di riduzione rumore di crominanza
- Duplicare il livello
- Applicare il filtro di riduzione disturbo ottimizzando i parametri guardando solamente le zone d'ombra nel secondo livello
- Spegner il livello di sfondo
- Aprire gli oggetti avanzati ed utilizzare il comando "Fondi se"
- Lasciare impostato il canale del GRIGIO (luminosità)
- Agire sul controllo "Questo livello" muovendo lo slide di destra impostando la soglia delle alte luci. In questo modo si rendono trasparenti tutte le zone di alte luci.
- Premendo ALT e cliccando sullo stesso slide per separare il cursore ed impostare l'intervallo di sfumatura (evitando così transizioni nette tra le zone selezionate e quelle no)

In questa maniera riesco ad applicare il filtro "riduci disturbo" solo nelle zone scure (ovvero quelle che, notoriamente, sono più rumorose).

TRUCCHI E CONSIGLI

- La prima causa del rumore non sono gli ISO ma la sottoesposizione
- Non utilizzare l'impostazione HIGH ISO (boost di sensibilità) sono solo delle simulazioni software della fotocamera
- Utilizzare valori di ISO a stop interi (50,100,200,400,800,1600,3200,3400,ecc..) valori intermedi sono compensazioni software. Ad esempio in uno scatto a 1250

ISO la fotocamera registra l'immagine a 1600 ISO e poi la scurisce proporzionalmente.

Per ulteriori informazioni:
Angelo Facondini
info@afphoto.it