

Astrofotografia senza telescopio

92

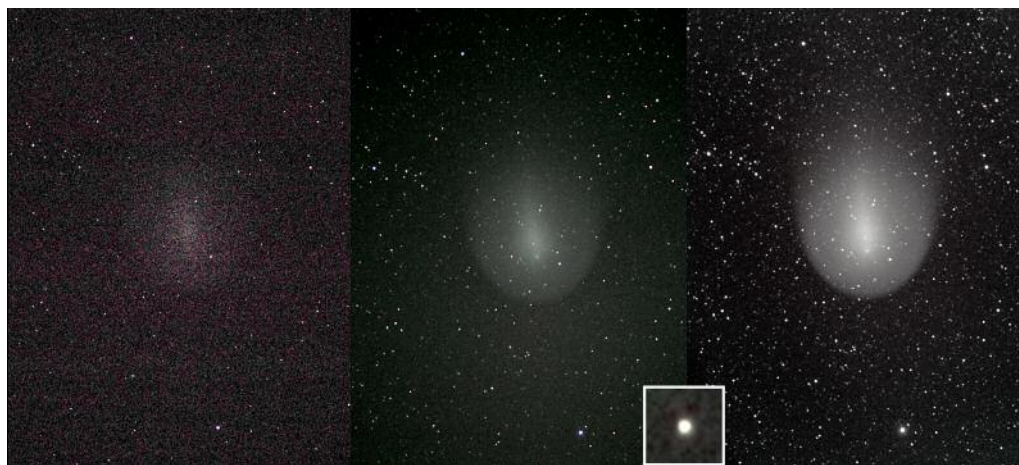
Una comune fotocamera digitale, quando abbinata a un software appropriato, è più che sufficiente per ottenere interessanti immagini del profondo cielo.

Conosciamo tutti l'attrezzatura che serve per fare le migliori foto del cielo profondo, basta guardare in Internet o nella gallery di una qualsiasi rivista di astronomia. Basta, ad esempio, un telescopio Ritchey-Chrétien di 40-50 cm di diametro, un CCD raffreddato a grande campo, una montatura molto stabile e un sito buio (in un deserto o in montagna può andare...). Va bene. Ma mettiamo il caso che proprio ti servivano quei 50000 euro per una nuova BMW serie 5 e non puoi acquistare anche l'R-C e il CCD. Come fare? Ci si accontenta, perché si possono fare delle bellissime foto anche con un telescopio pic-

colo (ma di qualità), una montatura astronomiche normale e una normale macchina fotografica digitale. E se non hai né telescopio né montatura astronomiche? Beh, in questo caso se hai una macchina fotografica a pellicola puoi fare delle foto delle tracce stellari e basta... non proprio all'avanguardia! Ma se hai almeno una fotocamera digitale, ecco in questo articolo qualche esempio di ciò che si può fare.

Il problema è chiaro: per registrare oggetti deep sky in un'immagine bisogna fare pose lunghe, ma la rotazione della Terra trasforma l'immagine in una traccia elongata in pochi secondi. Quanti secondi esattamente dipende dall'obiettivo, dalle dimensioni dei pixel del sensore e dalla declinazione dell'oggetto. Tipicamente, con un obiettivo di 100-300 mm, il movimento è percepibile già in pose di 1-3 secondi. La soluzione, allora, è di fare molte pose di pochi secondi e poi sommarle. L'operazione di sommare diverse pose è ormai una consuetudine nell'astrofotografia e a volte se ne sommano davvero tante, come nei casi che qui descriviamo, dove ci sono foto fatte con 300 pose di 2 secondi!

93



La cometa 17P/Holmes ripresa il 3 dicembre 2007 con Nikon D200 a ISO 1600, teleobiettivo 300 mm f/2.8. Singola posa di 1 secondo. Somma di 100 pose. Somma di 1100 pose per un totale di 18,5 minuti. Ogni immagine è stata scalata per vedere il massimo di dettagli. La cometa era a una declinazione di 45°, ma nonostante il movimento di circa 10" durante ogni posa le immagini stellari non sono visibilmente elongate (come dimostra il dettaglio nel riquadro).

L'effetto di sommare immagini

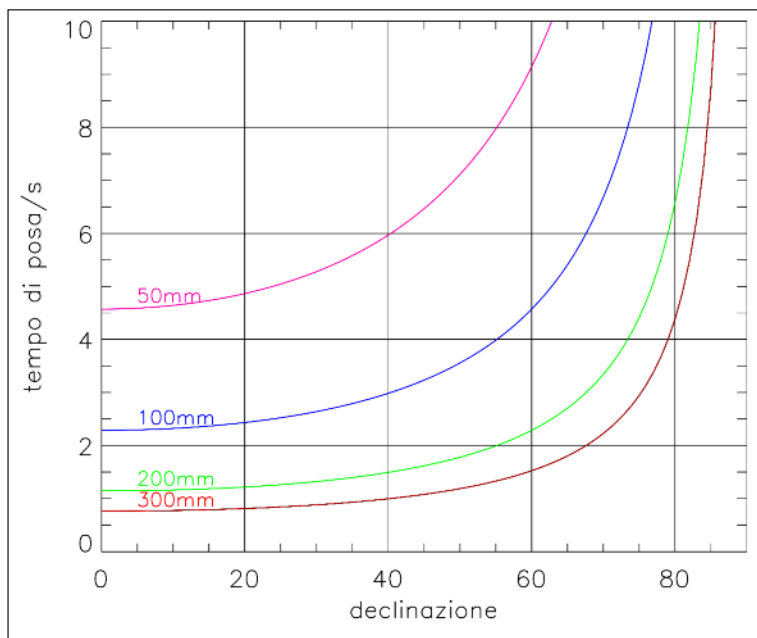
Ogni foto fatta con una macchina fotografica è composta da un'immagine dell'oggetto e da rumore (quello che rende granulose le foto fatte ad ISO alti). Al rumore contribuisce sia l'elettronica della fotocamera quando "legge" l'immagine (rumore di lettura), sia il materiale del sensore (dark current), sia il cielo. Senza entrare nel dettaglio, il punto critico è che l'og-

getto rimane sempre uguale mentre il rumore è casuale, un po' diverso in ogni scatto. Se faccio varie foto dello stesso oggetto e poi faccio la somma (o la media) di queste, il rumore diminuisce rispetto al segnale, ovvero rispetto all'oggetto che intendo fotografare.

Le immagini della pagina precedente mostrano il risultato di questo processo con delle riprese (1100, per la precisione) della cometa 17P/Holmes. Nella singola posa di 1 secondo, si vede appena la cometa e il rumore è pesantemente dominante. Combinando 100 esposizioni simili si ottiene una foto dove si vede bene la struttura della cometa, e arrivando a sommare 1100 frame si vede la luce della cometa dove nella singola posa non si vede niente.

Quanto lunga la singola posa?

Questo dipende dalla lunghezza focale dell'obiettivo, dalla declinazione dell'oggetto e dalle dimensioni dei pixel del sensore. Per esempio, sulla mia fotocamera, che ha un obiettivo di 300 mm, un pixel copre 3,8". Perciò, in teoria, se il movimento della stella è più grande di



questo, le immagini stellari dovrebbero apparire elongate. Nella realtà, trovo che un movimento fino a circa 10" è tollerabile con un obiettivo di quella focale (è il caso dell'esempio di pag. 21).

Questo vuol dire che un'immagine stellare sul sensore è più grande di un singolo pixel. Basandoci su questa regola empirica, mostriamo nel grafico qui sopra le pose più lunghe utilizzabili in funzione della declinazione e della lunghezza focale dell'obiettivo. Vorrei sottolineare che questi valori dipendono anche dalle dimensioni dei pixel, nonché dalla qualità dell'obiettivo. Consiglierei di fare qualche test iniziale con l'attrezzatura che avete a disposizione, però non credo che i valori cambieranno di molto.

(60 x 1 s) = (1 x 60 s)?

Sfortunatamente no. Nelle immagini di pag. 24 vediamo la differenza fra una posa di 20 secondi (effettuata con l'inseguimento di una montatura astronomica) e la somma di 20 pose di 1 secondo.

Si vedono più dettagli e colori più intensi

Stima del tempo di posa massimo utilizzabile per diversi obiettivi in funzione della declinazione. Per esempio, con un obiettivo di 50 mm e una declinazione di 40° la posa più lunga è di circa 6 secondi. Se fosse più lunga le stelle comincerebbero ad apparire elongate. Calcoli fatti per un sensore di 10 Mpixel e dimensione fisica di 23,6 x 15,8 mm.

Bella immagine della 17P/Holmes ottenuta dall'autore il 13 dicembre 2007. Nikon D200 a ISO 1600, teleobiettivo di 300 mm f/2.8, somma di 76 pose di 20 secondi ciascuna. In questo caso l'autore ha usato uno stativo motorizzato.

nella posa singola (anche nell'inquinamento luminoso del cielo!). Perché? Una differenza importante è che nel caso di 20 pose il sensore viene letto 20 volte, il che vuol dire che il contributo del rumore di lettura è più alto.

Si può minimizzare questo contributo del rumore con una sottrazione del bias frame (usando ad esempio DeepSky-Stacker), però trovo (almeno con pose intorno a 1 secondo) che ciò non cambi il risultato significativamente. C'è un altro problema: il "bit depth" limitato delle immagini prodotto dalla fotocamera.

La maggior parte delle macchine fotografiche producono immagini di 12 bit (raw), ma le varie prove fatte mostrano che il vero range dinamico è tipicamente

1000:1 (che corrisponde a circa 10 bit). Questo valore è anche una funzione del valore ISO, e nel caso del mio corpo macchina è solo 7EV (7 bit) a 1600 ISO, perché il rumore di lettura è più alto. Dunque, è questo il motivo per cui non vediamo le strutture più deboli e perdiamo dei colori nella posa multipla rispetto a quella singola. In una posa di 1 secondo i valori sul sensore sono spesso vicini al valore di bias. Se in 1 secondo i fotoni che arrivano su un pixel non bastano per scalare il gradino

che aumenta il valore di uno, allora quei fotoni non sono rilevati (almeno in quella posa). Lo stesso discorso vale per i colori. Per rilevare una zona rossa, per esempio, bisogna che un pixel rosso abbia un valore superiore di un pixel blu.

Durante la posa i fotoni rossi arrivano più velocemente di quelli blu, ma alla fine della posa, se la *differenza* nella somma dei fotoni non basta per cambiare il valore di un pixel rispetto all'altro, il colore non risulta presente. Con la posa lunga c'è più tempo per accumulare una differenza.

Questo problema, però, sembra essere presente solo con le pose molto brevi, di circa 1 secondo, mentre con pose di 4 secondi, ad esempio, i colori si vedono bene, cosa da tenere in considerazione nella scelta dell'obiettivo da usare in funzione della declinazione dell'oggetto. C'è però un vantaggio che si ottiene con le pose brevi. Le zone più luminose non vengono saturate (valori nell'immagine che sono a 100% bianco).



La differenza fra una posa di 20 s e 20 pose di 1 s. Da sinistra: la prima foto è una singola posa di 1 s, la seconda è la somma di 20 pose di 1 s usando file in formato jpeg, mentre la terza è la stessa somma usando invece file raw. L'ultima immagine a destra è una singola posa di 20 s effettuata con inseguimento.

Nell'esempio qui sopra, si nota che la zona centrale di M42 è satura nella posa singola di 20 secondi, mentre in quella composta da 20 pose di 1 secondo si vedono dettagli fino al centro della nebulosità.

M45. Sopra, somma di 600 pose di 1 secondo; sotto, posa singola di 1 secondo.



Allineamento e somma di immagini

Dal momento che non abbiamo seguito l'oggetto durante le pose, dobbiamo rimediare dopo, allineando le stelle di ogni immagine. Per poche immagini lo si potrebbe fare a mano in Photoshop o Gimp, ma noi abbiamo tante immagini. Ci sono diversi programmi disponibili che lo fanno automaticamente, cercando schemi nella distribuzione delle stelle (ad esempio DeepSkyStacker, CCDStack, IRIS, Astromix). A dir la verità, ho provato solo DeepSkyStacker (scaricabile dal sito <http://deepskystacker.free.fr/english/index.html>), è gratis, funziona bene ed è disponibile anche in italiano. Non descriverò qui come usarlo, poiché è molto semplice. Vi rivelerò solo un trucco che ho usato. Per fare la correzione del flat field, che di solito è necessaria, DeepSkyStacker richiede immagini *non-jpeg*, sia dell'oggetto sia del flat. Spesso ho solo immagini dell'oggetto in formato jpeg (perché si possono fare più immagini rispetto al raw su una singola scheda di memoria e perché non fa tanta differenza con la mia fotocamera). Il trucco consiste nel fare la somma di gruppi di immagini, senza la

correzione del flat e salvarle come tiff. Poi, si fa la somma dei tiff includendo l'immagine del flat. (La correzione del flat field, nel nostro caso, serve a correggere la tendenza di un obiettivo a creare un'immagine più luminosa verso il centro che non ai bordi. L'immagine flat dovrebbe essere un'immagine di distribuzione della luce intrinsecamente piatta, come il cielo blu, fatta con lo stesso obiettivo ad un valore ISO minimo.)

Questo metodo poco ortodosso farebbe inorridire un astro-

nomo vero, se però il movimento delle stelle dentro ogni gruppo di immagini è piccolo, funziona bene.

L'immagine sommata (o mediata) finale mostrata da DeepSkyStacker è spesso deludente e bisogna lavorarci sopra. In vista di ciò, salvate l'immagine come tiff e importatela in Photoshop (o in un software equivalente). Qui, guardando i livelli, troviamo tipicamente una distribuzione in cui il 95% dei valori è molto basso. La correzione principale consiste nello spostare il valore massimo nell'immagine a valori più bassi, saturando le stelle. Poi si possono fare tutti i ritocchi estetici necessari per sfruttare al massimo il risultato.

E il prossimo passo?

Prendi una montatura astronomica con un motore in ascensione retta. Non deve neanche essere di una qualità particolare e si può fare un allineamento polare molto approssimativo, sufficiente a mantenere il mosso entro i 10" dell'obiettivo di 300 mm. Adesso facciamo come prima, però invece di usare pose di 1 secondo facciamo pose di 10 o 20 secondi (è necessario fare delle prove). A questo

punto, però, stiamo diventando seri, meglio non andare oltre!

La tecnica di sommare un numero di immagini per ottenere una fotografia finale è del tutto standard nel mondo dell'astrofotografia (sia amatoriale che professionale). Qui, abbiamo visto come si può portare la tecnica ad un estremo per fare astrofotografia senza telescopio e montatura astro-



nomica, utilizzando semplicemente una fotocamera digitale su cavalletto. Ecco che cosa possiamo concludere:

- 1) Il miglioramento nella qualità dell'immagine fra una singola posa e la somma di qualche centinaia di immagini è quasi miracoloso!
- 2) Funziona molto bene per grandi campi (focali ≤ 100 mm)
- 3) C'è la tendenza a perdere i colori se le pose singole sono molto brevi, circa 1 s. Forse è meglio usare un obiettivo che vi permetta pose di almeno 2 s. Riuscire a compensare il movimento del-

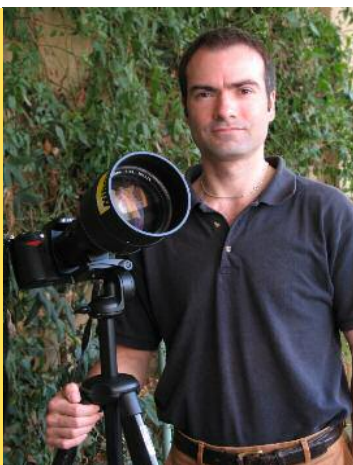
la Terra con una montatura motorizzata è sicuramente meglio, però se si vuole saggiare il terreno prima di comprare una montatura (o si è in vacanza in montagna quando la cometa "esplode"!): questa tecnica permette di fare comunque delle vere astrofoto. Per gli esempi qui presentati ho utilizzato una semplice Nikon D200 (che non avevo comprato con l'astrofotografia in mente!).

Con facilità si può fare di meglio, impiegando una digitale più performante con le più recenti Canon o le stesse Nikon di ultima generazione.

Un soggetto più impegnativo; il gruppo di galassie di M81 (da un sito con inquinamento luminoso terribile, nel centro di Verona). Somma di 312 pose di 2,5 secondi (13 minuti), obiettivo 300 mm f/2.8, ISO 1600. La declinazione alta di questo gruppo (+69°) permette pose oltre 2 s anche con un obiettivo abbastanza lungo.

98

L'autore dell'articolo, con a fianco la semplice strumentazione fotografica usata per realizzare le immagini di queste pagine.



Marcel Clemens, nato nel 1973 in Cornovaglia, UK, si è laureato in fisica e astronomia nel 1994 all'Università di Southampton. 4 anni dopo ha conseguito il dottorato di ricerca, con una tesi sulle galassie interagenti, all'Università di Cambridge. Dopo un ulteriore periodo di 3 anni come "Research Fellow" nel Cavendish Laboratory di Cambridge, si è trasferito a Padova, come "Marie Curie Research Fellow". Attualmente lavora all'Osservatorio Astronomico di Padova dove svolge ricerca sull'evoluzione delle galassie, principalmente nell'infrarosso e nel radio. Astrofotografo da molti anni, si è sempre divertito con le riprese del cielo notturno, specialmente con le comete.