

FOTOGRAFIA ASTRONOMICA: MACCHINA FOTOGRAFICA, INSEGUIMENTO, FOTOGRAFIA IN PARALLELO E ATTRAVERSO IL TELESCOPIO, CCD

L'argomento della fotografia astronomica è talmente vasto che questa non può essere altro che una breve panoramica introduttiva. E' anche un campo in continua evoluzione, e in cui le soluzioni tecniche valide fino a poco tempo prima diventano rapidamente obsolete.

Fotografia con la sola macchina fotografica

La fotografia astronomica è probabilmente il tipo di fotografia più difficile tecnicamente. Ad eccezione del Sole e della Luna, gli oggetti fotografati sono molto deboli e non c'è modo di illuminarli (quindi il flash è inutile), e in più appaiono muoversi per l'effetto della rotazione terrestre.

Per iniziare, tuttavia, è sufficiente una qualsiasi macchina fotografica con la "posa B". La posa "B" è quella che consente di tenere aperto l'otturatore a piacere. E' presente su quasi tutte le reflex e le macchine a telemetro, e anche su molte macchine compatte (dove a volte è chiamata anche in altri modi, ad esempio "modalità notturna"). La posa B ci consente di effettuare pose molto lunghe: mentre nelle situazioni fotografiche più "normali" ci si trova a usare tempi intorno a 1/125 di secondo, la fotografia astronomica richiede tempi anche di molti minuti (o ore). Un'altra aggiunta pressoché indispensabile è lo *scatto flessibile*, cioè un apparecchio (meccanico od elettronico) che permette di comandare l'inizio e la fine della posa senza toccare la macchina fotografica.



Se abbiamo a disposizione solo la macchina fotografica, magari su un cavalletto, dovremo scegliere tra due possibilità:

1 – usare un tempo di posa abbastanza breve da non evidenziare il moto delle stelle. In genere il tempo è così breve che dovremo usare la pellicola più sensibile possibile (magari ISO 1600 o anche più) e l'obiettivo più luminoso possibile. Se abbiamo una reflex con obiettivo intercambiabile, dovremo scegliere il più luminoso a nostra disposizione, di solito il 50mm che è l'obiettivo "standard", oppure uno zoom usato alla lunghezza focale minima (di solito tra 28mm e 35mm).

Con un obiettivo da 50mm è possibile effettuare pose intorno ai 10-15 secondi senza che il moto delle stelle si veda. In questo modo si fotografano intere costellazioni, visualizzando anche stelle più deboli di quelle visibili ad occhio nudo.

Usando obiettivi di lunghezza focale minore (grandangolari), il tempo di posa massimo è più lungo. C'è una semplice formula che dà il massimo tempo di posa in funzione della focale:

$$T = \frac{550}{f}$$

dove f è la focale dell'obiettivo in mm, e T è il tempo di posa in secondi.

Se si fotografano stelle lontane dall'equatore celeste, il movimento appare più lento, e si possono usare tempi più lunghi. Il tempo massimo dipende sempre dalla focale dell'obiettivo, ma non può comunque superare i 30 secondi quando si fotografa il polo celeste.

2 – usare un tempo di posa lungo, evidenziando il moto delle stelle. Si ottengono le cosiddette "tracce stellari", perché l'immagine delle stelle sul negativo si sposta in modo uniforme durante la posa. Puntando la macchina vicino all'equatore celeste si ottengono tracce pressoché rettilinee, mentre puntandola verso il polo si ottengono tracce circolari. Più è lungo il tempo di posa, più appariranno lunghe le tracce.

Per queste foto non è più necessario usare una pellicola ultrasensibile o un obiettivo luminoso usato alla massima apertura. Il tempo di posa "limite" è dato dalla luminosità del fondo cielo, e sarà dato approssimativamente dalla formula:

$$T = \frac{1000 F^2}{ISO}$$

dove T è il tempo di posa IN MINUTI, F è il *rapporto focale* dell'obbiettivo e ISO è la sensibilità della pellicola.

Ad esempio, con un 50mm f/2.8 e una pellicola da 400 ISO, si avrà un tempo limite di circa 20 minuti.

Il tempo limite in realtà può essere molto diverso: se il fondo cielo è luminoso a causa dell'inquinamento luminoso o della presenza della Luna, i tempi possono anche essere molto ridotti. Viceversa, alcune pellicole richiedono tempi più lunghi a causa di un fenomeno chiamato *difetto di reciprocità*.

Un problema importante si presenta usando macchine fotografiche *elettroniche*. Con pose molto lunghe, soprattutto al freddo (di notte è facile), la batteria si esaurisce rapidamente, con un costo notevole. A volte il freddo impedisce alla macchina di funzionare. E' meglio usare una macchina fotografica meccanica, oppure alimentare la macchina dall'esterno.



Il difetto di reciprocità

Il difetto di reciprocità è un calo di sensibilità (anche molto notevole) che si verifica quando la pellicola viene esposta con un'intensità di luce molto debole. Facciamo un esempio: supponiamo che la fotografia di un oggetto richieda un tempo di posa di 1 secondo, con un diaframma f/8. Se dimezziamo l'intensità della luce, oppure chiudiamo il diaframma a f/11, che è lo stesso, in modo che la pellicola riceva esattamente la metà della luce che riceveva prima, il tempo di posa "giusto" non sarà di 2 secondi come ci aspetteremmo, ma sarà più lungo.

Quest'effetto, su oggetti statici, si manifesta come un apparente calo di sensibilità della pellicola con tempi di posa molto lunghi. Attenzione: questo è solo un effetto apparente. Fotografando le tracce stellari, ad esempio, noterete che queste non diventano più deboli alla fine della posa: la pellicola non ha "perso sensibilità" durante la posa!

L'inseguimento

Per raggiungere il limite del "fondo cielo", quindi per fotografare bene nebulose e galassie, è necessario usare tempi di posa molto più lunghi dei 10-20 secondi possibili senza compensare il moto delle stelle. Allora è necessario un *inseguimento*, cioè un sistema che permetta di muovere la macchina fotografica in modo da "seguire" le stelle. Esistono apparecchi appositi, che si possono montare su normali treppiedi fotografici, ma normalmente si comincia con il mettere la macchina *in parallelo* al proprio telescopio.

La fotografia in parallelo

Se abbiamo un telescopio montato su una *montatura equatoriale correttamente allineata al polo*

celeste, possiamo montare la macchina fotografica sul telescopio (o sulla montatura) in modo che sia puntata più o meno nella stessa direzione del telescopio. Se il telescopio è dotato di un motore di inseguimento basterà allora effettuare la posa desiderata: il limite sarà imposto solo dalla precisione dell'inseguimento e dell'allineamento al polo. Potremo anche usare teleobiettivi moderati, diciamo fino a circa 200-300mm di focale. Se invece il telescopio non è dotato di un motore, potremo cavarcela ugualmente, con obiettivi di corta focale: puntiamo una stella con un oculare ad alto ingrandimento (meglio se dotato di un reticolo), e cominciamo a inseguirla continuamente usando i moti micrometrici del telescopio. Mentre continuiamo a inseguirla, effettuiamo la nostra posa. Non saremo precisi come un motore, ma se inseguiremo bene l'effetto non si noterà.



Per questo tipo di fotografia spesso converrà usare l'obiettivo con il diaframma non del tutto aperto, anche se il tempo di posa sarà più lungo: ne guadagnerà la qualità. L'apertura ottimale dipende dall'obiettivo, quindi fate delle prove per vedere qual è la migliore. In genere intorno a $f/4$ tutti gli obiettivi si comportano bene.

La fotografia con il telescopio

Per la fotografia al telescopio è necessaria una macchina reflex a obiettivo intercambiabile. Si smonta l'obiettivo della macchina e si mette un adattatore (chiamato *anello T2*) che si inserisce su un apposito raccordo (diverso da telescopio a telescopio) montato al posto dell'oculare. Questo tipo di fotografia è detta "fotografia al fuoco diretto". Attenzione: con alcuni telescopi, in particolare con la maggior parte dei riflettori da 114mm, non è possibile effettuare la fotografia al fuoco diretto, sia per questioni ottiche che per questioni meccaniche... a questo punto la cosa comincia a diventare più costosa!

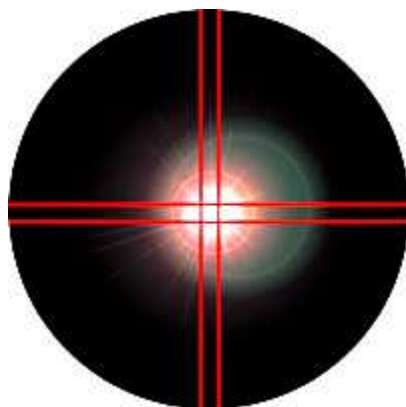
Il telescopio diventa allora come un obiettivo fotografico a lunga focale, che consente di riprendere oggetti piccoli e stelle deboli. Purtroppo, a differenza degli obiettivi "normali", un telescopio spesso ha un rapporto focale elevato, raramente inferiore a $f/6$. I tempi di posa diventeranno quindi molto lunghi (anche 20 minuti con una pellicola da 1600 ISO). Inoltre diventa estremamente difficile mettere a fuoco con il vetrino normale della macchina fotografica: un vetrino "chiaro", o finemente smerigliato, di solito è meglio, ma aspettatevi di "cavarvi gli occhi" nel tentativo! Può essere molto utile anche un mirino ingranditore.

A questo punto sorge un problema: con una focale così lunga e tempi di posa lunghi è praticamente impossibile che l'inseguimento automatico del telescopio sia tanto preciso da risultare in una foto "ferma". Ci vorrà un sistema di correzione che consenta di verificare e correggere gli errori di inseguimento della montatura equatoriale.

Questo sistema di correzione consiste in un sistema ottico che ci permette di vedere una stella ad alto ingrandimento (la cosiddetta *stella di guida*), e in una pulsantiera che ci permette di compensare manualmente il movimento della montatura in



entrambi gli assi (quindi dovremo avere un motore anche sull'asse di declinazione). Il sistema ottico può essere un *telescopio di guida*, cioè un telescopio possibilmente a lunga focale montato di fianco



allo strumento con cui si fotografa, oppure una *guida fuori asse*, un accessorio che si monta tra il telescopio e la macchina fotografica e che consente di vedere una piccola zona del campo subito al di fuori del negativo. Ciascuno ha i suoi pregi e difetti:

- il telescopio di guida può essere spostato anche di molto rispetto al campo inquadrato dalla macchina fotografica e quindi è facile trovare una stella di guida luminosa; d'altra parte le flessioni nei supporti delle ottiche dei due telescopi spesso lo rendono impreciso
- la guida fuori asse non soffre delle flessioni dei supporti delle ottiche del telescopio, ma spesso non si riesce a trovare una stella di guida adatta.

L'intervento umano può essere eliminato usando uno strumento chiamato *autoguida*.

La ripresa CCD

La camera CCD per astronomia è analoga a una macchina fotografica digitale, ma consente tempi di posa lunghi essendo *raffreddata*. Rispetto alla fotografia tradizionale, ha vantaggi e svantaggi:

vantaggi

- la sensibilità è notevolmente maggiore
- le immagini vengono memorizzate in forma numerica, quindi è possibile elaborarle
- è anche possibile sommare più pose con un risultato simile a quello di una posa singola. Questo fa sì che spesso non sia necessaria la guida, in quanto i tempi di posa singoli sono brevi



svantaggi

- il costo è notevolmente superiore
- il costo aumenta moltissimo se si vuole un campo inquadrato più simile a quello di una macchina fotografica, altrimenti il campo inquadrato è piccolo
- richiede la presenza di un computer e di una notevole potenza di energia elettrica

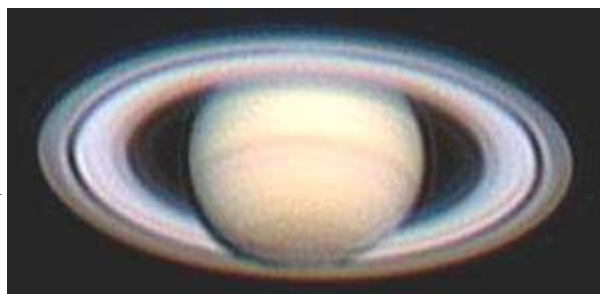
D'altra parte il CCD è probabilmente l'unico modo in cui, oggi, si può pensare di intraprendere una ricerca scientifica seria.

Il telescopio principale dell'osservatorio del Circolo Astrofili di Milano è dotato di CCD.

La webcam

La webcam è utilizzata oggi soprattutto per riprese di Sole, Luna e pianeti, tanto da soppiantare quasi completamente la fotografia tradizionale e, tra gli amatori, anche l'uso del CCD. Rispetto al CCD la webcam ha due vantaggi:

- il costo enormemente inferiore
- la velocità di acquisizione delle immagini, che può arrivare anche a 30 immagini al secondo, che permette di effettuare un elevatissimo numero di riprese che poi vengono combinate. Il CCD non permette di solito di riprendere immagini con una cadenza così rapida.



Filippo Riccio

filippo_riccio@libero.it