



Claudio Lopresti

Responsabile Sezione Pianeti
Extrasolari

planetiextrasolari@uai.it

In questo numero si parlerà di un fastidioso effetto che affligge la riduzione dei dati fotometrici nella ricerca dei pianeti extrasolari, in particolare, ma anche la fotometria stellare in generale, specialmente con i telescopi portatili: la cosiddetta rotazione di campo.

La rotazione di campo

Descrizione del problema

Quando osserviamo visualmente gli oggetti con un telescopio non ci accorgiamo minimamente di questo problema, poiché, in modo particolare con i recenti telescopi a puntamento automatico, gli osservatori più inesperti sono portati a pensare di aver risolto tutti i problemi semplicemente perché vedono apparire gli oggetti cercati nel campo del telescopio, dopo aver fatto, magari, la procedura richiesta iniziale di puntamento a due stelle. E allora, ingenuamente, molti credono che il telescopio sia “in postazione”. Questo non è affatto vero, poiché per postazione di un telescopio si intende (e si sottintende) “postazione polare”. Per quanto sembri assurdo fare questa precisazione, posso assicurare che questa falsa convinzione è più diffusa di quanto si pensi, specie fra “astrofili” di recente generazione, i quali sono cresciuti con il mito del “tutto facile e subito”, a discapito della vera conoscenza. A questo si aggiunge anche l’ingannevole pubblicità di alcuni commercianti di telescopi, i quali, affermando che è possibile effettuare riprese del cielo non guidate, fino a qualche minuto, anche con i telescopi altazimutali, in realtà essi stessi contribuiscono a generare ulteriore confusione nella mente dei malcapitati acquirenti. Vediamo in figura 1 una tabella che descri-

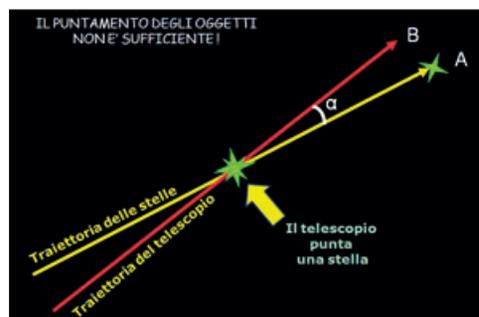


Figura 2. Lo schema indica come un telescopio, che ad un determinato orario insegue una stella puntata (anche con sistemi di preciso puntamento automatico) abbia una traiettoria diversa dalle stelle, se non ben stazionato al polo, che si manifesta con un errore pari all'angolo α .

ve quali sono i sistemi corretti per lo stazionamento polare e quelli da evitare ai fini delle riprese astronomiche.

In questo caso è bene essere estremamente chiari: non è possibile affrontare seriamente la fotografia astronomica se non con telescopi equatoriali e ben stazionati al polo (a parte forse qualche scatto alla Luna e ai pianeti luminosi).

Per questo è necessario fare una solenne distinzione fra puntamento degli oggetti e stazionamento del telescopio.

In figura 2 vediamo uno schema semplificato in cui un telescopio non ben stazionato punta perfettamente un oggetto celeste in un determinato tempo.

L'oggetto è al centro del campo, ora, ma le traiettorie della stella e della direzione verso cui si muoverà il telescopio non coincidono, e quindi, se eseguiamo una posa abbastanza lunga e non guidata (cioè con il solo moto orario del telescopio in funzione), dopo un certo tempo la stella e il telescopio avranno seguito ognuno la propria traiettoria, e, alla fine, divergeranno di un angolo α . Il risultato è che avremo la cosiddetta rotazione di campo, e le stelle, nell'immagine ripresa non saranno puntiformi, ma saranno dei piccoli archi, tanto più lunghi quanto più grande è

Stazionamento del telescopio

puntamento a due stelle	NO	Non serve a nulla
puntamento a tre stelle	NO	Non serve a nulla
sistemi altazimutali	NO	No comment
ausilio gps	?	ininfluente
sistema Bigourdan	SI'	purché preciso
sistema a cannocchiale polare	SI'	purché preciso

Figura 1. La tabella indica quali sono i sistemi inadatti o ininfluenti per la ripresa degli oggetti astronomici e quelli invece giusti per questo scopo.

l'errore e quanto più lunga è stata la posa. L'ampiezza angolare dell'errore di stazionamento è pari all'angolo α .

Per piccoli errori e pose corte, se accendiamo la guida del telescopio, e la stella guida è ben seguita, questo errore sembra trascurabile, e sicuramente non percepibile su ogni singola posa, ma attenzione!

Guida e stazionamento in fotometria stellare

Nel lavoro di ricerca fotometrica che dobbiamo fare sia sui transiti dei pianeti extrasolari, sia sulle stelle variabili, dobbiamo eseguire una sequenza di immagini singole, la cui durata è variabile fra 1 e 5 minuti, per un periodo di tempo di qualche ora, o anche tutta la notte, se il caso lo richiede. In questo caso la rotazione di campo di un telescopio non ben stazionato al polo si manifesterà in modo molto evidente, come vedremo.

A sequenza terminata, occorre indicare al programma dove e come rilevare i flussi stellari, indicando il cerchio di apertura dentro il quale il programma andrà a leggere i valori dei flussi. Un esempio è visibile in figura 3.

Se è vero che con la guida inserita in ogni singola posa non vediamo gli effetti della rotazione di campo, è anche vero che, se noi analizziamo le pose ottenute all'inizio della sequenza con quelle finali, possiamo constatare come le stelle non occupino più gli stessi pixel, ma risultino *shiftate* le une rispetto alle altre proprio del famigerato angolo α che rappresenta l'errore di stazionamento.

Il problema

Se c'è stata questa rotazione non sarà possibile per il programma che esegue la fotometria leggere i valori giusti del flusso stellare. Se noi abbiamo, ad esempio, due stelle (A e B di figura 3), e indichiamo al programma le due stelle nella prima immagine, lo *shift* continuo dalla prima all'ultima immagine analizzata presenterà nelle immagini a fine sequenza la situazione che vediamo nelle figure 4 e 5, o una situazione simile.

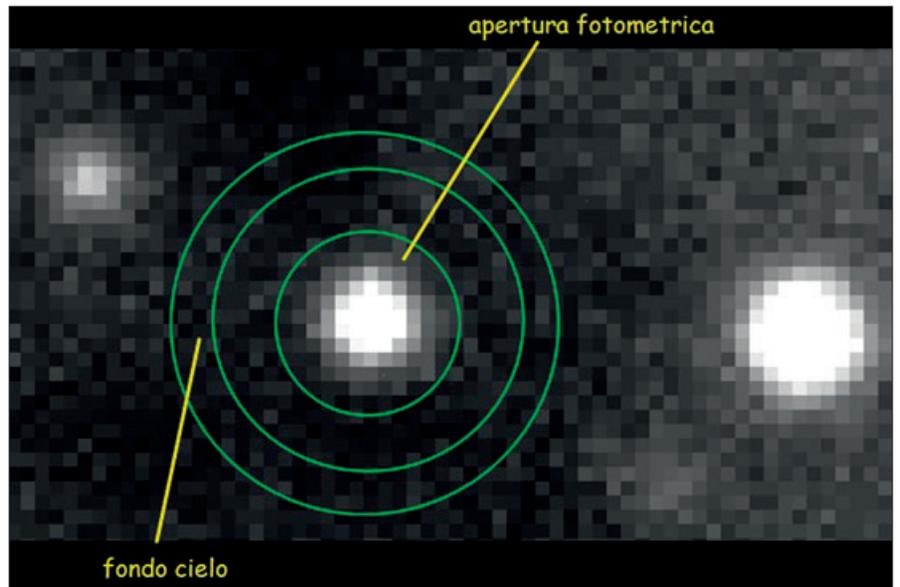


Figura 3. Il cerchio interno è il cerchio di apertura fotometrica. I valori dei flussi di ogni pixel della stella saranno letti all'interno di questo cerchio. Il cerchio centrale e quello esterno delimitano una corona circolare nella quale il programma legge il valore del fondo cielo attorno alla stella.

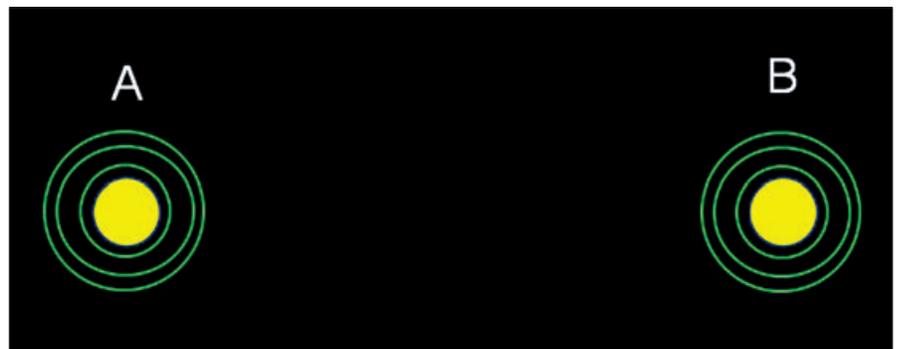


Figura 4. Immagine iniziale: i cerchi fotometrici sono indicati dall'operatore in una delle immagini iniziali della sequenza fotometrica. Sono posizionati correttamente poiché nel cerchio interno (quello di apertura che abbiamo scelto) tutto il flusso della luce di ogni stella è contenuto al suo interno.

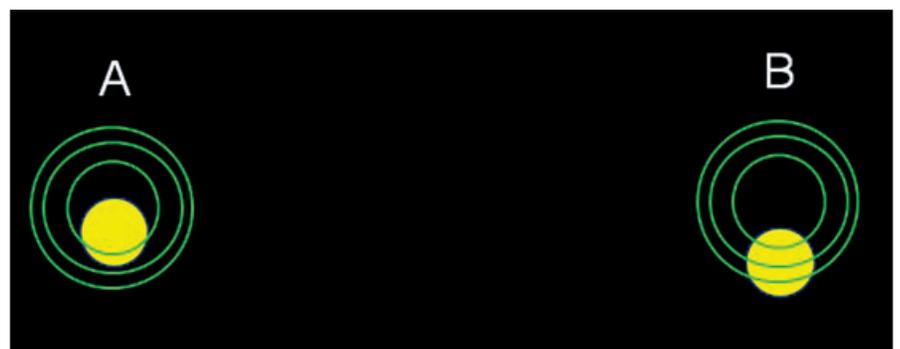


Figura 5. Immagine finale: i cerchi fotometrici hanno seguito le coordinate dei pixel iniziali, ma le stelle si sono spostate, per effetto della rotazione di campo. In questo caso il cerchio interno di apertura non leggerà tutto il flusso della luce della stella e non sarà più valido il valore fotometrico.

Questo effetto apparirà molto chiaro e visibile se, prendendo in esame due immagini, di cui una all'inizio e l'altra alla fine della sequenza, che distano fra loro temporalmente qualche ora, le sottoponiamo a *blink*; il *blink* è una procedura presente in molti programmi di elaborazione immagini, come MaxIm DL, Iris, Astroart, ecc... Con questi accorgimenti si vedrà benissimo che c'è stata la rotazione del campo, poiché vedremo le stelle muoversi (oscillare) nei due fotogrammi. I comandi, nei vari programmi, per visualizzare il *blink* di due immagini sono i seguenti: Visualizza>Confronta su Astroart, View>Animate su Iris e su MaxIm DL.

Per la verità, su alcuni programmi, come ad esempio MaxIm DL, l'algoritmo che va a leggere il flusso stellare nella sequenza di immagini (se l'errore non è grande) riesce ad individuare il centroide stellare, che normalmente è il pixel che ha il valore più alto, e il cerchio di apertura si posiziona in base a quello, leggendo di conseguenza i valori corretti per le stelle selezionate. Ma se l'errore è significativo fra un'immagine e l'altra, anche questo algoritmo è insufficiente, e allora si verifica la condizione di figura 5: appare chiaro che in questo modo non è possibile fare fotometria, se non correggendo manualmente tutte le stelle su tutte (o comunque su molte) immagini, ammesso che il programma con cui operiamo lo consenta.

Prevenzione del problema

Per evitare gli inconvenienti descritti e per prevenire i danni indotti, c'è una sola cosa da fare prima dell'osservazione: porre la massima cura nello stazionamento polare del telescopio! La tabella già vista in figura 1 ci aiuta a capire come dirigere gli sforzi in tal senso. Se si hanno telescopi portatili, come in molti casi accade, sarà necessario metterli in postazione con il metodo di Bigourdan, descritto in molti siti WEB, oppure utilizzare un cannocchiale polare ben tarato e messo in asse con il telescopio e regolato a dovere per quanto riguarda il movimento orario della Polare. Anche qui vi sono sul WEB tutte le esaurienti indicazioni necessarie, che non è possibile descrivere qui, per ragioni di spazio.

Possibili rimedi a posteriori

Se non è stato possibile, per qualsiasi motivo, prevenire il problema con una postazione perfetta, dovremo operare sulle nostre immagini "a posteriori". Il che significa allinearle nei due assi (Est-Ovest e Nord-Sud), in modo tale di far sì che in tutte le immagini le stelle siano sempre nello stesso posto (pixel), al fine di dare al nostro cerchio di apertura fotometrica l'informazione corretta. Per ottenere questo ci sono nei programmi di elaborazione diversi sistemi per l'allineamento preciso delle immagini. Vediamone alcuni. In MaxIm DL il comando già citato (*Animate*) contiene al-

l'interno un comando "*Align*", che a sua volta, ha diverse possibilità di allineamento immagini, come, ad esempio, quello manuale a due stelle, il modo planetario, l'auto-correlazione. Non è sempre lo stesso sistema che dobbiamo usare, ma esso varia caso per caso, a seconda della situazione. L'auto-correlazione è il modo più veloce, ma non sempre ottiene lo scopo; il modo manuale a due stelle è il più lungo (e forse il più sicuro), il modo "Planetario" va usato quando operiamo con una sequenza di stelle sfuocate. Alla fine occorre sempre ricontrollare il tutto con "*Animate*", che è in grado di scorrere e visualizzare tutte le immagini della sequenza, per vedere se l'operazione è andata a buon fine. Su Iris il concetto è simile: i comandi di accesso sono *Processing>Stellar registration* oppure *Planetary registration*. Qui il procedimento è molto più macchinoso (ma in compenso il programma è *freeware*). Su Astroart si accede alla procedura di allineamento attraverso i comandi Strumenti>Pretrattamento>Opzioni, e anche questo è un valido sistema per ottenere il risultato.

In conclusione

Abbiamo parlato di un nemico nascosto del buon fotometrista, ma si può star certi che una buona percentuale di insuccessi, specialmente per chi inizia, è dovuto al fatto di non aver tenuto debito conto della rotazione di campo indotta da un non perfetto stazionamento polare del telescopio.