

Come fotografare i pianeti con una webcam

di Daniele Gasparri

In questo articolo spiego le basi della fotografia dei corpi del sistema solare: tecnica, strumenti, accessori, programmi di ripresa ed elaborazione.

Come si possono catturare le immagini planetarie che avete visto in questo e numerosi altri siti astronomici? Quali sono gli strumenti necessari? Sembrerà strano, ma basta una semplice webcam e un po' di ingegno.

Ma andiamo per gradi, cominciando dalla tecnica necessaria per cercare di riprendere i pianeti in altissima risoluzione.

La tecnica è molto semplice: si utilizza un rilevatore digitale (meglio se con sensore di tipo CCD invece che CMOS) capace di catturare un gran numero di immagini al secondo (in generale almeno 10-15) attraverso la ripresa di filmati; si riprendono così filmati della durata di qualche minuto in modo da avere un gran numero di singole immagini (chiamate anche frame) tutte uguali dello stesso soggetto da sovrapporre le une sulle altre, ed ottenere così un'immagine risultante, chiamata raw (grezza) formata da centinaia, spesso migliaia di singoli frame. Quest'immagine risultante sarà sicuramente migliore di quelle che ne hanno composto la somma, in particolare sarà meno rumorosa, e potrà quindi essere sottoposta ad un processo elaborativo in grado di enfatizzarne i dettagli, che a prima vista sembrano inesistenti, ma che in realtà sono solo nascosti.

La tecnica della somma (o media, visto che la differenza è solo un coefficiente moltiplicativo) di molte immagini è ormai utilizzata anche in ambito professionale e porta a risultati veramente notevoli. Non solo si abbatte il rumore della singola esposizione, ma si può operare anche una selezione dei migliori frame da mediare, quelli ad esempio non rovinati dalla turbolenza atmosferica, la quale agisce in modo casuale nel tempo. In questo modo si può ottenere un effettivo miglioramento in risoluzione ed avvicinarsi spesso a quella teorica fornita dal telescopio, cosa che invece è quasi impossibile da raggiungere con un singolo scatto.

La potenza delle webcam, nonostante siano sensori qualitativamente molto inferiori alle camere CCD astronomiche, è proprio il fatto che con esse è possibile riprendere un gran numero di frame al secondo, cosa che invece non succede con le camere CCD, che raggiungono al massimo velocità di scatto intorno ad 1 frame al secondo.

Il processo da seguire per ottenere un'immagine con webcam è quindi il seguente: prima di tutto la si priva del suo obiettivo originale e la si inserisce, tramite un apposito raccordo, nel portaoculare vuoto del telescopio, la cui focale è stata portata a quella ideale per riprese in alta risoluzione attraverso l'impiego di lenti di barlow o oculari. Si regolano i parametri come esposizione, guadagno, luminosità e bilanciamento del colore, in modo che l'immagine planetaria non sia troppo scura ma neanche troppo luminosa. E' bene non affidarsi alla propria vista, ma avere sottomanò i livelli di luminosità dell'immagine live, espressi in ADU, il cui valore ottimale è intorno ai 200 (con saturazione a 255). Si effettua la messa a fuoco in modo molto preciso; questa operazione è comunque semplice grazie alla preview della webcam sul monitor del computer.

Ora si può finalmente riprendere un filmato e raccogliere i frame che andranno a comporre l'immagine finale; in generale la velocità di 10 frame per secondo è un ottimo compromesso tra qualità e velocità.

Una volta raccolti almeno un migliaio di singole immagini si può fermare l'acquisizione video e passare alla fase di elaborazione: ora, attraverso opportuni software, il filmato verrà scomposto nei singoli frame, i quali verranno allineati gli uni sugli altri e analizzati in qualità, in modo che quelli rovinati dalla turbolenza atmosferica non vengano utilizzati nel processo di somma dalla quale nascerà l'immagine finale grezza (RAW). Quest'ultima apparirà qualitativamente migliore ma leggermente sfocata e apparentemente priva di dettagli; niente paura, il divertimento deve ancora venire: dovrete infatti avere la capacità di tirare fuori tutti i dettagli nascosti, senza però far risaltare anche il rumore (anch'esso nascosto ma presente) o falsi dettagli, chiamati artefatti.

La fase di processing vera e propria prevede l'utilizzo di filtri di contrasto, capaci di contrastare solo dettagli con un ben determinato raggio, lasciando inalterati gli altri. Qualcuno potrebbe storcere il naso, pensando che in questo modo l'immagine originale venga alterata artificialmente, ma non è così: i filtri di contrasto non creano nulla, ma hanno solo il compito di enfatizzare l'informazione già contenuta nell'immagine: dove non c'è dettaglio tali filtri non riescono a mettere in evidenza nulla.



Marte, in due immagini apparentemente molto diverse tra di loro. In realtà la prima è la versione grezza (RAW) uscita dal programma che ha esaminato i singoli fotogrammi di un filmato, allineati e sommati. La versione a destra invece è un'elaborazione dell'immagine grezza eseguita attraverso l'applicazione di filtri di contrasto, tra i quali i più utilizzati sono wavelets o unsharp mask. Tali filtri aiutano a mettere in evidenza tutta l'informazione nascosta nell'immagine grezza ma non possono in alcun modo creare dettagli dove non vi sono.

Bisogna comunque stare molto attenti perché un'applicazione troppo dura potrebbe enfatizzare il rumore e mettere alla luce dettagli che in realtà non esistono (artefatti): sta nella capacità e sensibilità di ogni astrofilo mettere in luce tutti i dettagli reali senza far comparire artefatti o rumore.

Vediamo ora, più in dettaglio, tutte le fasi necessarie per ottenere immagini planetarie con webcam: dagli accessori alle fasi elaborative.

Strumentazione necessaria

Per ottenere immagini in alta risoluzione occorre naturalmente un telescopio, di qualità ottica almeno buona, una camera di ripresa, in generale una webcam o le moderne (ma costose) camere planetarie, un raccordo per collegare la webcam al telescopio e degli accessori in grado di aumentare la focale equivalente per sfruttare la risoluzione teorica raggiungibile.

Il telescopio: In linea teorica tutti gli strumenti sono adatti per la ripresa con webcam dei corpi del sistema solare. Naturalmente oltre al tubo ottico, serve necessariamente una montatura equatoriale motorizzata in grado di bilanciare il moto di rotazione del nostro pianeta. Senza questo fondamentale accessorio la ripresa in alta risoluzione non è possibile, se non qualche scatto panoramico alla luna. Il problema comunque non è assolutamente importante poiché quasi tutti gli strumenti commerciali vengono forniti con una montatura equatoriale motorizzata, ed in ogni caso la motorizzazione ha un costo paragonabile a quello di una buona webcam. Quello che voglio sottolineare è che comunque servono strumenti che non siano dei semplici giocattoli costosi.

Se si vogliono effettuare lavori di qualità, utili anche dal punto di vista scientifico come quelli presentati in questo volume, allora occorrono strumenti di qualità ottica molto buona e diametro sufficientemente grande (almeno 15 cm). Tutte le immagini planetarie che corredano questo volume sono state ottenute sempre con uno strumento inferiore ai 25 cm, quasi sempre con un telescopio catadiottrico da 23 cm, in configurazione Schmidt-Cassegrain. Questi strumenti rappresentano, per l'astrofilo medio, un ottimo compromesso tra qualità, prezzo e trasportabilità. Si tratta infatti di tubi ottici relativamente leggeri e piuttosto compatti con una qualità ottica superiore alla normale produzione commerciale di origine cinese. Attualmente le marche di maggior prestigio e qualità che

offrono strumenti a prezzi ragionevoli sono Celestron, Meade, Intes, quest'ultima forse qualitativamente leggermente superiore ma dal costo elevato.

Uno Schmidt-Cassegrain da 23 cm ha un prezzo paragonabile a quello di una buona reflex digitale (intorno ai 1500 euro), una lunghezza di poco superiore al mezzo metro e un peso di circa 8 Kg, che consente di utilizzarlo su supporti equatoriali non troppo costosi, come ad esempio le montature di produzione cinese EQ5, HEQ5, addirittura EQ4, dal costo di qualche centinaio di euro. Benché questi strumenti non siano particolarmente indicati per le riprese in alta risoluzione a causa della loro ostruzione elevata (oltre il 30% del diametro), la loro qualità reale della produzione commerciale, li rende i migliori per la fascia di prezzo proposta e sono, per l'astrofilo, particolarmente facili da utilizzare grazie alla dimensioni ridotte. Naturalmente anche essi hanno dei limiti dati perlopiù da scelte di natura costruttiva, ma restano a mio avviso il compromesso migliore per l'astrofilo medio.

Esistono in commercio strumenti migliori e più "potenti"? Certo che sì; senza parlare della qualità, possiamo considerare sempre un telescopio in configurazione Schmidt-Cassegrain di diametro maggiore, poiché sappiamo che la risoluzione dipende dal diametro: la produzione commerciale produce telescopi anche da 35-40 cm di diametro, ma a prezzi che si avvicinano a quelli di una piccola utilitaria. A prescindere dal prezzo tuttavia, bisogna fare anche altre considerazioni, una su tutte riguardante la turbolenza atmosferica.

Le migliori località del mondo, non certo situate nelle nostre regioni, hanno un seeing di 0,5 secondi d'arco, che, in casi eccezionali scende a 0,3. Questi sono fortunatamente valori mediati nel tempo: utilizzando esposizioni brevissime e la tecnica di media delle migliori immagini unita al procedimento di elaborazione che enfatizza i contrasti, tale risoluzione si raggiunge anche in località normali come quelle italiane, ma sicuramente non si può scendere molto al di sotto di questi valori. Ora, un telescopio da 23 cm ha un potere risolutivo teorico di 0,5" (parliamo di risoluzione teorica in questi casi che servono solo come esempio), mentre uno da 40 cm di 0,30"; tenendo presente anche il seeing medio, che consentirà di arrivare a questo valore nel migliore dei casi 5 volte l'anno e il prezzo superiore di 5 volte, senza considerare le spese per una montatura in grado di sostenere un tubo di oltre 25 Kg, c'è da chiedersi: vale la pena, per un guadagno teorico di 0,2", che raramente sfrutterò, spendere una cifra simile? La risposta, almeno che voi non vi troviate in un paradiso del seeing come i Pirenei o le Barbados, è negativa: il guadagno in termini qualitativi non vale la perdita in termini economici e personali (un conto è trasportare un telescopio completo da 20 Kg, un altro è portarsi dietro quasi 100 Kg!).

Molti astrofili commettono spesso l'errore di farsi prendere dalla mania del diametro, credendo che esso determini completamente la qualità di un'immagine, ma ciò non è assolutamente vero e spesso lo strumento di diametro inferiore viene venduto senza essere stato sfruttato in tutto il suo potenziale, magari passando ad uno con un potere risolutivo migliore di soli 0,1" e qualità uguale. Nella fotografia planetaria ad alta risoluzione uno strumento performante è una condizione necessaria ma non sufficiente per ottenere dei risultati adeguati. Un telescopio da 1 metro di diametro, corretto a $\lambda/20$ utilizzato nel fondo di una valle alpina, produrrà risultati peggiori di un piccolo telescopio newtoniano di 15 cm utilizzato in pianura padana (una delle migliori zone italiane quanto a seeing), poiché una valle alpina è il posto meno indicato per l'alta risoluzione, con un seeing medio che può attestarsi anche sui 5-7 secondi d'arco!

Il mio consiglio è quindi il seguente: un telescopio da 20-25 cm se di ottima qualità può fornirvi dei risultati meravigliosi; non cadete nell'inganno che un diametro maggiore può migliorare le vostre immagini perché molto spesso non è così. Per sfruttare in pieno il proprio strumento sono necessari a volte degli anni: numerosi tentativi, mesi interi ad aspettare un momento di minima turbolenza, una tecnica appropriata che va affinata: tutto ciò non può essere sostituito da un diametro maggiore.

Concludo con un ultimo consiglio: evitate in modo accurato i rifrattori acromatici. Questi strumenti soffrono di un'aberrazione insita nel sistema ottico, che non può essere corretta, chiamata aberrazione cromatica, che impedisce qualsiasi tentativo di alta risoluzione, a meno di non utilizzare il metodo della tricromia descritto nelle pagine precedenti, che però si dimostra solo una medicina parziale ai mali di questi strumenti, che peraltro danno molte soddisfazioni nel visuale.

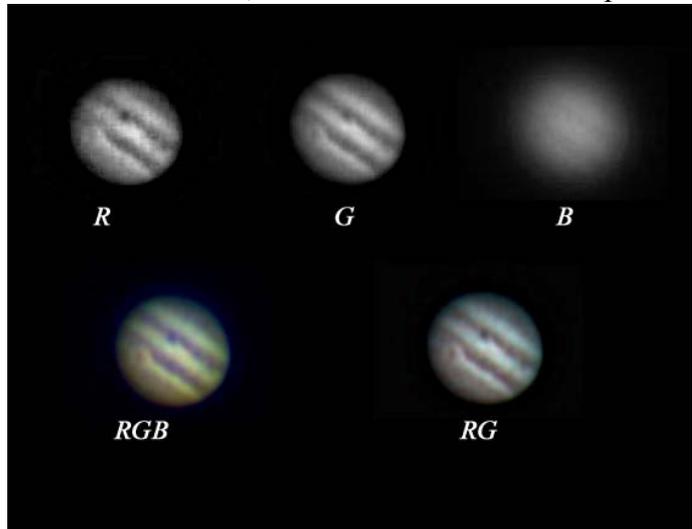
Oltre all'aberrazione cromatica, esiste infatti un'altra aberrazione, detta sferocromatismo: in pratica l'aberrazione sferica, responsabile di immagini sfocate e impastate, dipende dalla lunghezza d'onda e non può essere corretta (a causa di leggi fisiche!) per tutto lo spettro elettromagnetico accessibile alle camere planetarie. Inoltre si tratta di strumenti molto pesanti ed ingombranti, limitati a diametri da 15 cm.

I riflettori Newton sono strumenti invece teoricamente molto validi, poiché non possiedono aberrazioni intrinseche. In questo caso, occorre però fare i conti anche con la qualità commerciale, che non sempre è all'altezza. Un buon telescopio Newton da 20-25 cm (solo il tubo ottico) costa intorno agli 800-900 euro; strumenti con prezzi nettamente inferiori sono ottimi per le osservazioni o per lavori di altra natura ma non per l'alta risoluzione, poiché la loro qualità ottica non è eccellente. Con questo non voglio dire che essi non sono adatti, anzi, se sfruttati nei loro punti di forza sono imbattibili. Basti pensare che con un tubo ottico da 25 cm, pagato solamente 340 euro ho realizzato la quasi totalità delle immagini del cielo profondo di questo libro e soprattutto lavori fotometrici molto importanti, come la scoperta di un pianeta extrasolare in transito.

La morale quindi è la seguente: ogni strumento ha il suo campo di applicazione preciso, il quale è definito dalla qualità reale del telescopio, dal suo peso e dalla sua trasportabilità. La scelta di uno strumento è frutto di compromessi, e nel caso dell'alta risoluzione, uno schmidt-Cassegrain è secondo me, il compromesso migliore. La montatura che lo dovrà sorreggere dovrà essere stabile ma non è richiesta una precisione di inseguimento elevatissima poiché le esposizioni sono dell'ordine di decimi di secondo, sostenibili anche dai moti orari più economici. Piuttosto è bene che la motorizzazione non introduca vibrazioni fastidiose che possono portare alla perdita di risoluzione; fortunatamente questo problema è stato risolto nella quasi totalità degli strumenti amatoriali (tranne quelli super economici dai quali bisogna sempre diffidare!)

La camera di ripresa: la tecnica dell'alta risoluzione è iniziata con le normali ed economiche webcam, e in questi anni si è evoluta con l'introduzione di camere planetarie che rappresentano, in un certo senso, delle webcam evolute, con sensori di dimensioni maggiori e di migliore qualità, capaci di raccogliere molte decine di frame al secondo. Nonostante la qualità di queste camere sia nettamente superiore alle webcam, i risultati sugli oggetti del sistema solare sono molto simili, spesso identici, tali da non giustificare in pieno l'acquisto di queste camere, il cui costo varia dalle 4 alle 10 volte quello di una webcam. Quali devono essere le caratteristiche di un sensore dedicato alle riprese del sistema solare in alta risoluzione? Eccone alcuni:

- Sensore di tipo CCD. Tutti i sensori digitali si dividono in due tipologie, CCD e CMOS che si differenziano in base all'architettura dei pixel. In generale i sensori di tipo CCD sono più sensibili e di migliore qualità, per questo sé vivamente consigliato, soprattutto per chi vuole



Ripresa di Giove con un rifrattore acromatico da 15 cm f8, portato a f25 con una lente di Barlow. Si noti la quantità di aberrazione cromatica come un alone azzurro nell'immagine RGB, causata dal canale B completamente fuori fuoco. Immagini di questo tipo sono comuni con questi telescopi e a meno di accorgimenti particolari (filtri a banda relativamente stretta) o applicazioni specifiche (ripresa del Sole in H-alpha) sono sconsigliati.

utilizzare videocamere non specifiche per usi astronomici, scegliere quelle equipaggiate con sensori CCD

- Capacità di raccogliere molte immagini al secondo. Lo standard minimo è 10 fps; sotto questa soglia, tranne in rari casi, è difficile ottenere risultati soddisfacenti
- Regolazione manuale delle impostazioni quali risoluzione, esposizione, guadagno. Un controllo manuale di questi punti è fondamentale ed imprescindibile
- Pixel relativamente piccoli. Le dimensioni dei pixel determinano la focale di ripresa e la luminosità dell'immagine. Generalmente è preferibile avere pixel piuttosto piccoli, attorno a 5-7 micron (o meno)
- Possibilità di rimuovere semplicemente l'obiettivo originale, che per ogni tipo di ripresa è totalmente superfluo.
- Qualità delle singole immagini. Spesso webcam di marche blasonate, pur possedendo tutti i requisiti finora richiesti, hanno un'elettronica di controllo non all'altezza che produce immagini qualitativamente scadenti. Sarebbe quindi opportuno avere la possibilità di provare il sensore sul campo o dare un'occhiata nella rete se esistono immagini prodotte con la stessa camera. Se così non fosse, diffidate fortemente dal suo acquisto.

Le webcam soddisfacenti sotto il punto di vista astronomico sono sostanzialmente 4, tutte appartenenti alla stessa casa produttrice, e purtroppo solo una ancora in produzione (e per poco tempo forse). Si tratta di webcam philips, e precisamente di: serie vesta, nella versione normale, pro e scan; toucam Pro I, II e III, quest'ultima l'unica ancora in commercio e conosciuta con il nome SPC900. Tutte le altre, anche quelle con sigle simili, come la Toucam fun, sono profondamente diverse e non adatte per l'uso astronomico, principalmente perché il sensore di tipo CMOS non è abbastanza sensibile. La sensibilità si misura in Lux ed il limite per le riprese astronomiche è di circa 0.8-1 Lux. Questo dato è di solito riportato nelle caratteristiche di ogni webcam e quindi dovrebbe essere oggetto di attenzione da parte dell'astrofilo.

A prescindere dal tipo di camera, ci sono essenzialmente due tipologie di sensori: monocromatici e a colore, tutti di tipo CCD. Tutti i sensori digitali nascono come strettamente monocromatici, ma in quelli colorati l'immagine a colori è costruita attraverso un procedimento software automatico che fonde 3 immagini riprese con tre filtri diversi, nella tecnica chiamata tricromia RGB (dall'inglese Red, Green e Blue). Ogni sensore a colori infatti possiede una griglia di filtri, disposti secondo una sequenza ben definita, chiamata matrice di Bayer. Ognuno di questi filtri è sensibile alla radiazione rossa, verde e blu. Il sensore quindi raccoglie le 3 immagini RGB che poi, il software fonde per comporre l'immagine a colori finale.

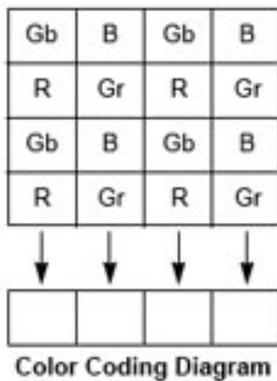
Le camere monocromatiche invece non possiedono alcuna griglia di filtri e per comporre un'immagine a colori occorre che l'utilizzatore catturi tre immagini con ogni filtro RGB e che le fonda poi con un software specifico, come Photoshop.

Le camere a colori quindi possiedono il vantaggio della comodità e rapidità, poiché in un solo colpo catturano i colori; non a caso in inglese si chiamano camere one shot color (colore in un solo colpo!). Purtroppo ci sono almeno 2 grandi svantaggi:

- 1) perdita di risoluzione
- 2) la difficoltà di operare al di fuori dello spettro visibile.

Analizziamo il punto 1).

Color coding and readout of this image sensor



The primary color filters of this image sensor are arranged in the layout shown in the figure on the left (Bayer arrangement). Gr and Gb denote the G signals on the same line as the R signal and the B signal, respectively.

La disposizione dei filtri colorati in un tipico sensore commerciale a colori, come quello che equipaggia le reflex digitali o le webcam.

La presenza di una griglia di filtri secondo la disposizione di Bayer riduce in effetti la risoluzione del sensore della metà. Consideriamo infatti un sensore con 640x480 pixel effettivi alla quale sovrapponiamo la matrice di Bayer.

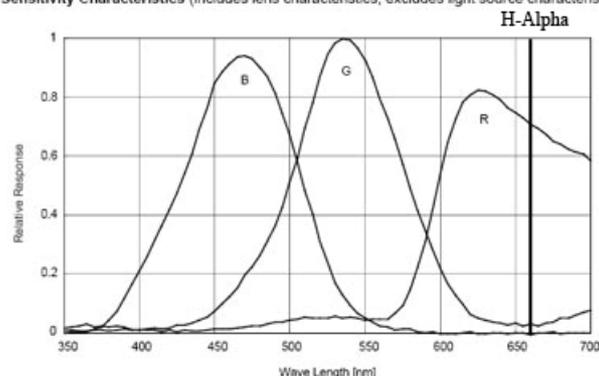
Metà dei pixel saranno destinati al canale verde, che verrà utilizzato anche come luminanza, componendo in effetti una quadricromia LRGB, dove il canale G oltre a fornire l'informazione del colore, fornisce anche le informazioni spaziali (i dettagli) cioè il canale di luminanza (L); l'altra metà dei pixel verrà distribuito equamente tra i pixel rossi e blu. Poiché l'informazione in merito ai dettagli viene fornita solamente dal canale verde che ha 320x240 pixel effettivi, questa sarà la risoluzione effettiva del nostro sensore a colori. Il software della camera di ripresa (il firmware) oltre a provvedere alla composizione dell'immagine a colori la ingrandisce fino alla risoluzione nominale di 640x480, ma la risoluzione reale è sempre e comunque dimezzata. In effetti questo è il funzionamento di qualsiasi sistema di ripresa a colori, dalle fotocamere digitali, alle videocamere, alle camere CCD astronomiche a colori

Vediamo ora il punto 2).

La presenza dei filtri secondo lo schema Bayer produce due effetti; da un lato la sensibilità al di fuori dei canali RGB è molto ridotta, soprattutto nella porzione ultravioletta dello spettro, dove invece i sensori digitali hanno ancora una discreta efficienza quantica. Un po' meglio nella parte infrarossa dello spettro dove i filtri mostrano una certa trasparenza ma con una sensibilità comunque ridotta che consente di utilizzare filtri passabanda non oltre i 750nm. Dall'altro lato, ci sono tipologie di riprese che soffrono una perdita di risoluzione maggiore. Poiché il segnale di luminanza è dato dal canale verde, tutte le lunghezze d'onda bloccate da questo canale soffrono di un ulteriore dimezzamento della risoluzione.

Supponiamo ad esempio di effettuare una ripresa delle protuberanze solari con un filtro H-alpha che ha una banda precisa a 656,3 nm, ed analizziamo la trasparenza dei filtri RGB. Il filtro G mostra una trasparenza bassissima, mentre quello R è quasi al massimo. In questi casi la webcam ricostruisce l'immagine utilizzando anche il canale R come luminanza, ma poiché esso ha una risoluzione pari alla metà di quello G (1/4 di quella totale), l'immagine avrà una risoluzione minore e mostrerà spesso la presenza della griglia di filtri attraverso la comparsa di

Spectral Sensitivity Characteristics (includes lens characteristics, excludes light source characteristics)



Curva di sensibilità dei filtri della matrice di Bayer dei sensori a colori

linee orizzontali. Inoltre, poiché il canale G non è completamente opaco, l'immagine, che dovrebbe risultare completamente rossa, avrà anche una componente non trascurabile di verde, e quindi un bilanciamento cromatico non perfetto.

L'effetto di riduzione della risoluzione appena discusso si verifica anche per le lunghezze d'onda violette e, seppure in misura leggermente minore, per le riprese infrarosse. In effetti ogni ripresa di questo tipo mostra la presenza di righe orizzontali imputabili alla griglia di filtri bayer, prodotta dai filtri che a quella lunghezza d'onda non sono trasparenti. Fortunatamente questo effetto estetico è facile da eliminare in fase di elaborazione, ma affligge comunque la risoluzione reale e quindi anche il campionamento precedentemente discusso.

Adattatori

Le webcam, per le riprese planetarie, vengono private dell'obiettivo, generalmente facilmente svitabile, ma per poterle collegare al telescopio occorre un adattatore che si avviti al posto dell'obiettivo e si inserisca nel portaoculare. Questi adattatori, dal costo di poche decine di euro, sono facilmente reperibili nei negozi di astronomia, o facili da realizzare anche per l'astrofilo medio. Il mio consiglio è comunque quello di comprarne uno, poiché è un pezzo molto importante. Esso infatti non si deve limitare a fare da raccordo tra la webcam e il telescopio, ma deve assicurare che il sensore CCD sia perfettamente perpendicolare all'asse ottico, altrimenti, in fase di ripresa, verranno introdotte delle aberrazioni che metteranno a repentaglio la qualità delle vostre immagini.

Lenti di barlow od oculari: la focale del telescopio è in generale troppo piccola per poter raggiungere la massima risoluzione teorica, per questo occorre allungarla. Abbiamo visto che si può fare in due modi: con una lente di barlow, un sistema di lenti negative, oppure in proiezione dell'oculare. Le due tecniche, benché geometricamente diverse, portano a risultati identici: la focale equivalente risulta maggiore e si possono raggiungere risoluzioni elevate.

Quale metodo è consigliabile? Ognuno ha i suoi pro e i suoi contro, ma se si utilizzano accessori di ottima qualità ottica, i risultati sono quasi gli stessi, tranne che per una luminosità leggermente minore nel caso della proiezione dell'oculare, il quale è composto da gruppi di 6-7 lenti contro le 3-4 delle barlow.



La webcam Philips Toucam Pro II (ormai fuori produzione) pronta per le riprese planetarie: si è svitato l'obiettivo e si è inserito un adattatore per il porta oculare del telescopio

Filtri

i filtri sono molto importanti, spesso, alcuni sono indispensabili, come il filtro IR-cut. Tutti i sensori digitali infatti sono sensibili alle radiazioni infrarosse, comprese le webcam. Quando sono equipaggiate con il proprio obiettivo esso contiene un filtro che blocca la radiazione infrarossa e consente alla webcam di vedere ciò che vede la vista umana e di ottenere un corretto bilanciamento dei colori. Nelle riprese del sistema solare invece un eventuale filtro IR-cut dovrà essere aggiunto dall'astrofilo.

E' bene però chiarire a cosa serve, prima di andare avanti:

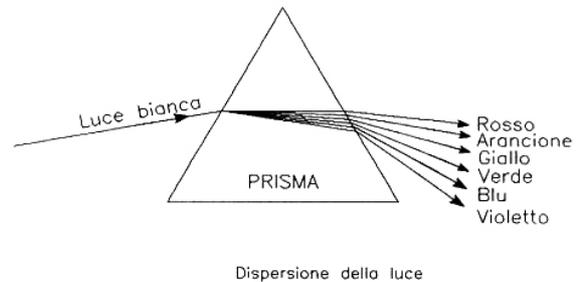
- 1) per un corretto bilanciamento dei colori. Questo è naturalmente vero ma è il problema meno importante poiché di natura prettamente estetica; inoltre i colori sono soggettivi e quindi non così importanti
- 2) rifrazione atmosferica differenziale (dispersione): questo è un problema molto serio, più evidente nelle immagini ottenute con camere a colori.

La nostra atmosfera si comporta come un prisma: essa rifrange la luce di tutte le stelle la cui altezza è diversa da 90° rispetto all'orizzonte, in modo proporzionale alla lunghezza d'onda. In particolare, la luce rossa viene rifratta (deviata) di meno rispetto a quella blu: questo fenomeno è chiamato dispersione ed è alla base del funzionamento dei prismi. La nostra atmosfera si comporta in modo simile e la dispersione è tanto maggiore quanto minore è l'altezza del corpo sull'orizzonte. La dispersione produce immagini i cui singoli canali colore sono spostati l'uno rispetto all'altro producendo bordi colorati ed una riduzione della risoluzione. Per le camere a colori come le webcam, questo difetto è correggibile in fase di ripresa, allineando i singoli canali colore RGB con qualsiasi software. Tuttavia, se non si utilizza un filtro IR-cut, la radiazione infrarossa verrà registrata da ogni filtro colorato del sensore della webcam (poiché essi sono trasparenti a queste lunghezze d'onda), essa verrà "splittata" su ogni canale rosso verde e blu. A questo punto la dispersione si accentua (perché c'è anche l'infrarosso) e soprattutto non si può correggere perché ogni canale contiene, oltre all'informazione del colore, anche l'immagine infrarossa, che risulterà spostata. La nostra immagine, oltre ad essere esteticamente discutibile (bordi colorati e bilanciamento del colore non buono) avrà anche una risoluzione minore. In questi casi un filtro taglia infrarosso è assolutamente indispensabile. Anche chi utilizza camere monocromatiche, per ottenere un'immagine a colori con la tecnica della tricromia, dovrà utilizzare un filtro taglia infrarosso. Se naturalmente si vuole invece riprendere ad altre lunghezze d'onda si utilizzeranno altri filtri. In ogni caso, a causa della dispersione, è bene limitare la banda passante a non più di 100 nm. Ci sono in realtà delle eccezioni costituite da corpi celesti posti molto in alto nel cielo, ad altezze superiori ai 60°

Altri tipi di filtri servono, oltre a ridurre la dispersione, ad isolare certi dettagli; ad esempio filtri blu su Marte mettono in luce i dettagli atmosferici a scapito di quelli superficiali. Filtri ultravioletti su Venere mostrano dettagli della sua spessa coltre nuvolosa. Oltre a ciò, essi possono aiutare a migliorare il contrasto dei dettagli già visibili, come gli infrarossi per la superficie di Marte e



I filtri taglia infrarosso appaiono praticamente trasparenti all'occhio umano; essi in effetti tagliano la radiazione infrarossa alla quale tutti i sensori digitali sono sensibili, ma non l'occhio umano



La dispersione in un prisma; l'atmosfera terrestre si comporta in modo simile

Mercurio, oppure a ridurre l'effetto dannoso della turbolenza atmosferica, poiché essa è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda alla quale si lavora; in altre parole, operando nel blu, a 400 nm e nell'infrarosso, ad 800, la turbolenza si dimezza, ma si dimezza anche il potere risolutivo, anche esso dipendente dalla lunghezza d'onda.

Discuteremo in un capitolo a parte di tutti i filtri che si possono utilizzare e dei risultati ottenibili; essi comunque sono rivolti a chi ha già un po' di esperienza. Per ora è meglio imparare le basi tecniche e sapere che un filtro IR-cut è quasi sempre indispensabile per i motivi appena esposti.

Abbiamo analizzato brevemente ciò che ci serve per iniziare le riprese: telescopio, possibilmente non un rifrattore acromatico, montatura equatoriale motorizzata (ma non necessariamente di assoluta precisione), webcam smontata dell'obiettivo, adattatore per collegarla al telescopio (in generale dal diametro di 31,8 mm), lente di barlow o oculare ad alta qualità in modo da poter raggiungere la focale ideale per l'alta risoluzione (che comunque può variare, soprattutto per chi inizia può essere leggermente minore) ed eventualmente (anche se molto consigliato) un filtro IR-cut. Possiamo finalmente iniziare e andare a scoprire come effettuare le riprese.

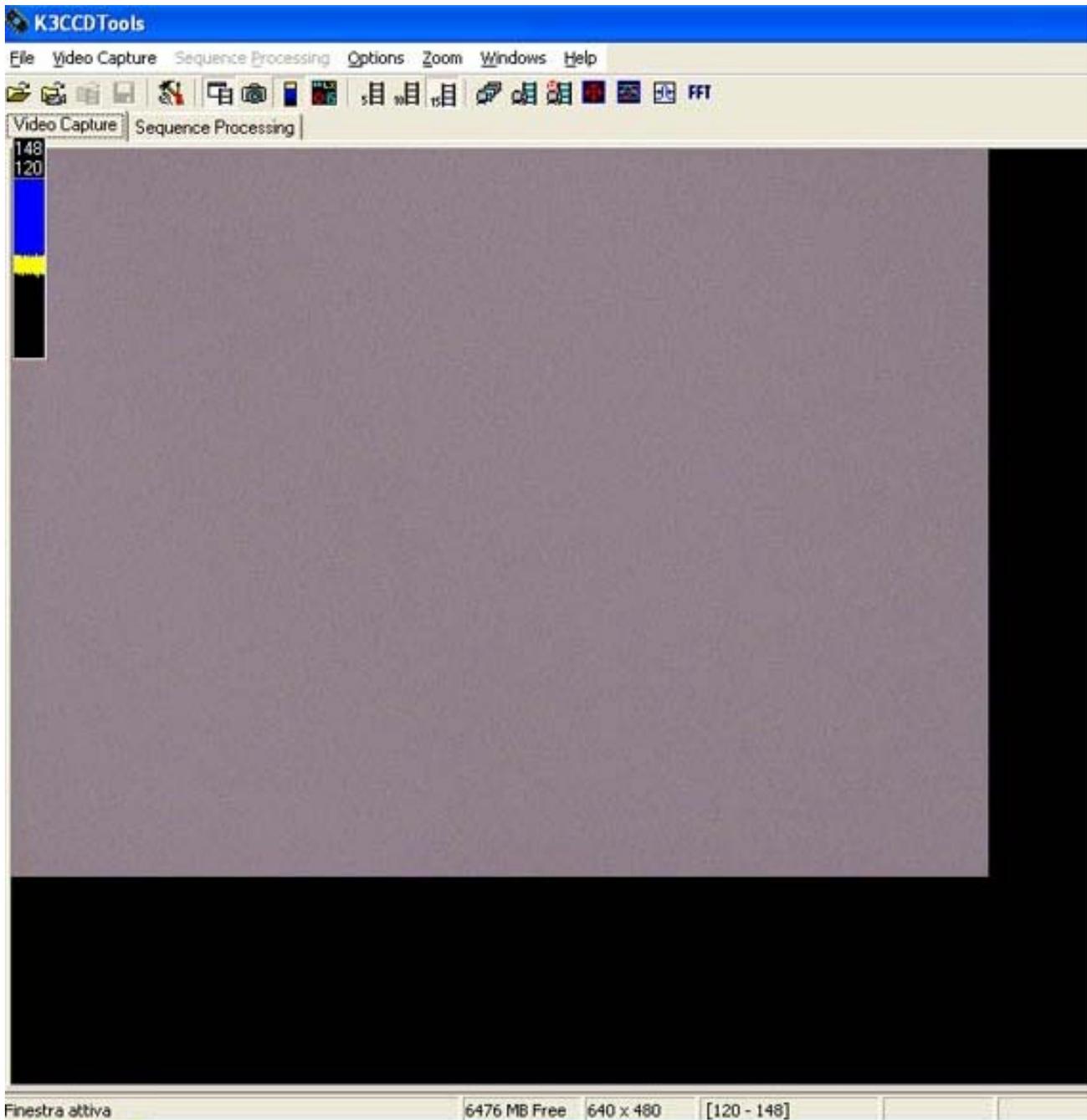
Il programma di acquisizione

Ogni camera planetaria, in particolare le webcam, vengono fornite con dei programmi molto semplici per l'acquisizione. Sebbene questi possano essere sufficienti per riprendere dei semplici filmati, sono privi di alcune informazioni fondamentali per chi effettua imaging planetario, come ad esempio la luminosità dei singoli frame, misurata in ADU (Analog to Digital Units). Per i sensori ad 8 bit per canale, come le webcam, la massima luminosità ha un valore di 255 ADU; oltre si ha il fenomeno della saturazione, cioè l'immagine o il dettaglio interessato, diventano totalmente bianchi, perdendo qualsiasi informazione in merito al colore, alla forma e all'estensione. E' quindi fondamentale, in fase di acquisizione, evitare che anche una piccola porzione dell'immagine saturi ma che non sia allo stesso tempo poco luminosa, altrimenti si ha perdita di informazione lo stesso ed un aumento del rumore. Vedremo questa delicata fase tra qualche pagina. Piuttosto ora, interessiamoci all'utilizzo di un software che permetta di monitorare la luminosità dei frames e che allo stesso tempo permetta, in modo facile, di gestire completamente tutte le opzioni disponibili. Il programma di gran lunga più utilizzato è sicuramente K3CCD tools, gratuito nella versione 1. Esso supporta praticamente tutte le webcam e attraverso un'interfaccia molto semplice ed intuitiva mette a disposizione degli astrofili tutto l'occorrente per acquisire al meglio i propri filmati. Esso permette anche i primi trattamenti post-acquisizione come l'allineamento e la somma, ma sono dell'avviso che in commercio questa fase sia da affidare a software più potenti e completi.

Esistono altri software che provvedono all'acquisizione dei filmati tra i quali lo stesso Iris e virtualDub, programma di editing video potente e completamente gratuito che tra le altre cose permette anche di comprimere i filmati in formato DivX (compressione da effettuare solamente in casi estremi perché porta ad ulteriore perdita di segnale!) oppure la divisione in due o più sottofilmati di lunghezza minore. Questo procedimento è utile quando si ha a che fare con video molto lunghi e pesanti che i programmi di allineamento e somma faticano ad analizzare.

Programmi di allineamento-somma ed elaborazione: si tratta di programmi propedeutici all'ottenimento dell'immagine finale: si acquisisce un video i cui frame vengono analizzati, allineati e poi mediati per dare l'immagine grezza finale (RAW) da elaborare con filtri di contrasto. In commercio esistono molti programmi anche gratuiti che fanno questo, i più importanti sono IRIS e Registax, entrambi free. Iris è più macchinoso e richiede molte più risorse (spazio su disco e memoria ram) e per questo è da consigliare solamente a persone più esperte (anche perché le operazioni vengono fatte da una riga di comando e non con i classici menù!), mentre Registax è in assoluto il migliore e più facile da utilizzare. Purtroppo elabora solamente filmati con estensione avi da 8 bit per canale (24bit se a colori) e non può essere utilizzato con camere che producono video in

formato RAW maggiori di 8 bit, così come con singole immagini con dinamica superiore. Per questi è d'obbligo utilizzare IRIS oppure programmi come Maxim DL e Astroart, che però allineano e sommano solo serie di immagini e non video.



Schermata del programma K3CCD Tools forse il migliore e più completo per l'acquisizione dei filmati planetari

Puntamento e messa a fuoco

Una volta che abbiamo ben chiaro il materiale e il software di cui dobbiamo disporre, possiamo passare alla fase operativa.

Il puntamento è la fase più delicata e difficile da fare; spesso è richiesta una buona dose di pazienza e svariati tentativi. Una volta controllata la collimazione del proprio telescopio, indispensabile per il raggiungimento della massima risoluzione e appurato che la turbolenza atmosferica non sia troppo elevata, possiamo passare alla fase di puntamento. Centrare un pianeta a circa 8 metri di focale equivalente in un sensore da pochi mm di lato non è per niente facile. Se disponete di un cercatore con almeno una decina di ingrandimenti allora potreste riuscire, previo allineamento maniacale, a centrare l'oggetto semplicemente puntandolo con il cercatore, altrimenti si procede in un altro modo.

Si inserisce un oculare a forte ingrandimento, si punta il pianeta come per le osservazioni visuali, si centra nel campo e poi si inserisce la webcam e il sistema di modifica della focale (barlow o oculare). Fate bene attenzione affinché tutte le viti siano serrate per evitare flessioni soprattutto tra barlow e barilotto della webcam che possono causare disallineamenti dell'immagine e in seguito aberrazioni. L'oggetto puntato dovrebbe essere visibile nella preview (se non vedete l'immagine muoversi probabilmente non avete attivato la funzione preview) ma se così non fosse non disperate poiché potrebbe essere o molto fuori fuoco oppure la webcam potrebbe essere settata su esposizioni troppo brevi. Occorre regolare l'esposizione al minimo e cercare di mettere a fuoco; la sagoma del pianeta sicuramente comparirà. Mettete a fuoco in modo grossolano; ora è arrivato il momento di regolare la luminosità e l'esposizione.

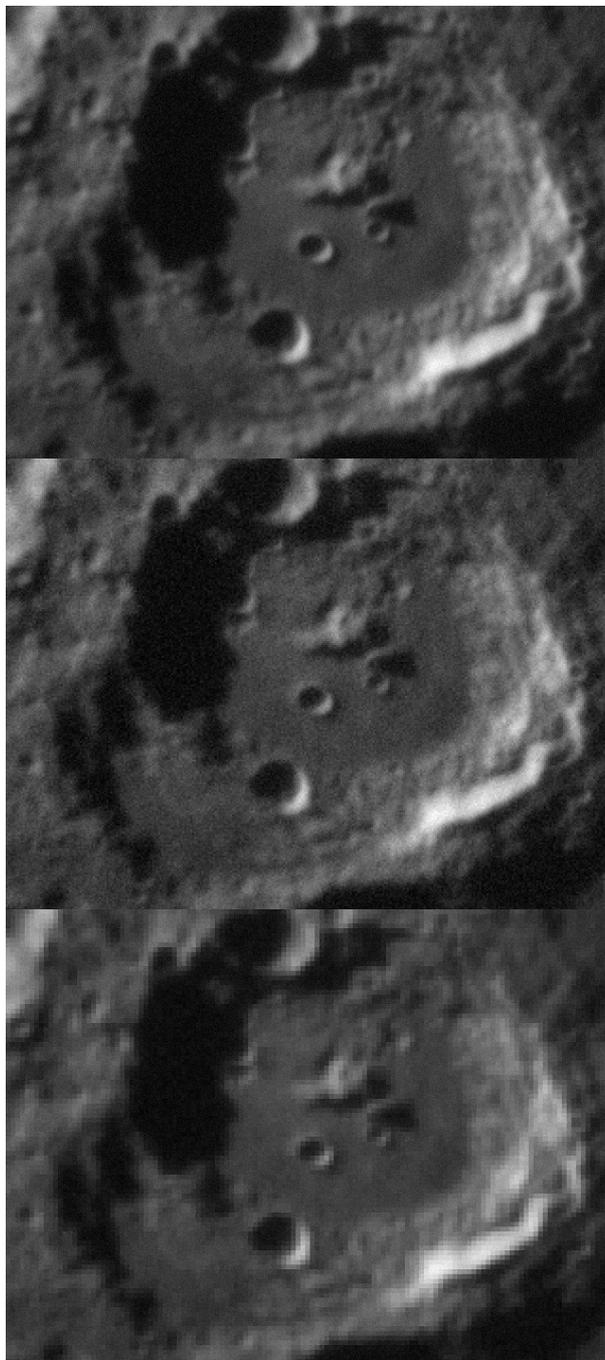
Settaggi webcam

Questa fase è caratteristica di ogni camera planetaria e, benché le nozioni date siano le stesse, le impostazioni variano da un software all'altro. Supponiamo di utilizzare K3CCDTools e andiamo a vedere quali sono le regolazioni da effettuare sulla nostra immagine; l'utilizzo di questo software non è limitativo poiché il menù che controlla il funzionamento della webcam è lo stesso a prescindere dal software che gestisce l'acquisizione.

Quali sono le impostazioni da regolare e quali le migliori?

Framerate, cioè il numero di immagini al secondo. Per chi utilizza le webcam questa funzione è basilare; infatti il framerate influenza sia l'esposizione sia la qualità dei singoli frame. Per capire questo facciamo due esempi: se un corpo celeste richiede un'esposizione di 1/10 di secondo non potrò riprendere a 15 frame per secondo poiché l'esposizione massima, a questa velocità, potrà essere di 1/15 di secondo: il framerate pone dei limiti al tempo di esposizione massimo, ma non a quello minimo. D'altra parte, un elevato framerate produce un flusso di dati maggiore (KB ogni secondo). Questo può essere così elevato da non poter essere

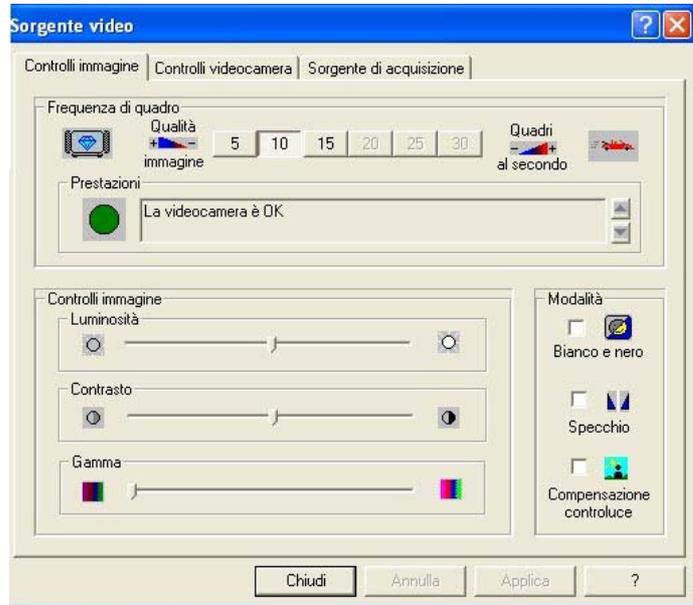
ammesso dalla porta alla quale la webcam è connessa, soprattutto se si tratta di una vecchia USB 1.1 (praticamente questo vale per ogni webcam oggi in commercio ed utilizzabile per le riprese planetarie!). Quasi tutti i computer oggi possiedono porte USB 2 ma moltissime webcam utilizzano ancora il vecchio standard 1.1 così che sebbene si abbia una banda passante potenzialmente elevata, essa non è sfruttata dal sensore. Lo standard USB 1.1 ha una banda massima di 12 Mbps, cioè un flusso di 1,5 MB/s, piuttosto piccolo. Quando si riprendono filmati con webcam, ogni immagine grezza ha dimensioni di circa 400 KB; se si acquisisce un filmato a 5 immagini al secondo (fps = frame per second) si ha un flusso di 2 MB/s, superiore a quello permesso dalla standard USB 1.1. A questo punto il software della webcam comprime i dati in modo da poterli far passare per il collo di bottiglia della porta. La compressione aumenta se si aumenta il framerate e quindi l'informazione per ogni secondo. A 10fps il flusso reale sarebbe di 4 MB/s che viene compresso di oltre il 50%. La compressione porta a perdita di informazione sempre e comunque, in questi casi maggiore è la



3 frame grezzi della Luna ripresi rispettivamente, a partire dall'alto, a 5fps, 10 fps e 20 fps. E' evidente la differente qualità dovuta alla compressione video automatica

compressione, minore è la qualità del singolo frame che risulterà sempre più rumoroso, a prescindere da tutto il resto (luminosità, esposizione...). Da queste considerazioni e delle esperienze fatte emerge che minore è il framerate maggiore è la qualità e migliore risulterà l'immagine finale. Purtroppo molti pianeti ruotano piuttosto velocemente e non permettono tempi di acquisizione superiori a 5 minuti, per questo spesso occorre trovare un compromesso tra qualità delle singole immagini e numero complessivo di quelle acquisite. Se il tempo di acquisizione è superiore ai 10 minuti allora si può riprendere tranquillamente a 5 immagini al secondo, raccogliendo, in 10 minuti circa 3000 frames, più che sufficienti per un risultato soddisfacente; questo può essere fatto solamente per Venere, la Luna, Urano o i satelliti deboli dei pianeti. Negli altri casi (compreso il Sole!) occorre aumentare il framerate altrimenti le immagini raccolte non saranno sufficienti; in generale infatti occorre una base, cioè un filmato di almeno 1000 frame, meglio se molti di più, per poter sperare in un risultato ottimo. Il miglior compromesso è acquisire a 10 immagini al secondo, in casi eccezionali a 15 (ad esempio su Giove e Marte), ma mai oltre. E' bene comunque sottolineare che, quando è possibile è consigliabile utilizzare il framerate più basso.

Se si riprende con filtri a banda più o meno stretta è bene spuntare l'opzione bianco e nero poiché non sono necessarie le informazioni sul colore.



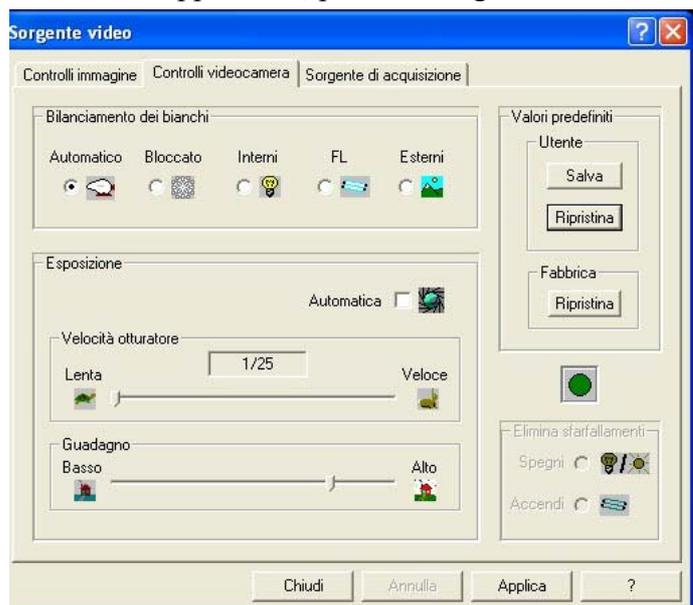
Pannello di controllo tipico di una webcam dove è possibile regolare il numero di immagini al secondo (framerate, molto importante), luminosità, contrasto e gamma, gamma. Questi ultimi sono generalmente poco influenti nelle riprese planetarie.

Esposizione e guadagno

Abbiamo già detto che è fondamentale che nessuna porzione dell'immagine saturi in fase di acquisizione, ma che allo stesso tempo non debba essere troppo scura, pena l'insorgere di artefatti e generalmente perdita di qualità.

Quale è il livello giusto per la luminosità delle singole immagini? Dalle mie (ed altrui) esperienze, se il limite di saturazione di ha per 255 ADU, un ottimo livello è intorno ai 200 ADU, generalmente compreso tra 180 e 220 ADU. E' bene non andare oltre poiché la luminosità di picco dei singoli frame può variare anche di qualche decina di ADU a causa del seeing o di sottili velature del cielo.

Come si fa ad ottenere questi livelli di luminosità? Agendo sulle impostazioni della webcam (o camera di ripresa), generalmente attraverso due opzioni: tempo di esposizione e guadagno; quest'ultimo regola l'amplificazione del segnale raccolto dalla webcam e quindi un valore elevato corrisponde ad un'immagine più rumorosa.



Pannello di controllo dell'esposizione, guadagno e bilanciamento del bianco di una tipica webcam: sono tutti settaggi fondamentali per la qualità dell'immagine finale.

Le webcam producono degli artefatti se l'indicatore del guadagno è sotto il 60% della scala, per questo occorre prima regolare questa opzione. Successivamente si regola il tempo di esposizione tale per il quale la luminosità di picco dell'immagine sia intorno ai 200 ADU.

Un trucco per le webcam philips: Le webcam philips (vesta, vesta pro, toucam Pro, SPC900) prevedono esposizioni minime di 1/25 di secondo, che spesso troverete sufficienti tranne che in rari casi come Saturno, Venere con filtri violetti o i pianeti remoti (Urano e Nettuno e rispettivi satelliti). In realtà il tempo di 1/25 di secondo è il minimo impostabile manualmente ma non il minimo consentito, che può essere portato fino ad 1/5 di secondo con intervalli di 1/5 attraverso un semplice trucchetto. Impostando l'esposizione automatica il tempo massimo di esposizione viene determinato dal framerate. Ad esempio se si scelgono 15 fps l'esposizione sarà regolata ad 1/15 di secondo, se si scelgono 10 fps ad 1/10 ed 1/5 per 5fps. A questo punto selezionate il framerate che vi fa corrispondere l'esposizione migliore e poi deselezionate l'opzione esposizione automatica: se non toccherete la barra dell'esposizione essa resterà impostata sul valore precedente. A questo punto potete affinare la regolazione del guadagno, che ripeto, deve essere sempre oltre il 60% della scala. Naturalmente se si opera ad 1/5 di secondo non si può acquisire a velocità di 10fps ed in effetti selezionando questo valore l'immagine risulterà più scura perché il programma della webcam cambia automaticamente l'esposizione massima, mentre è possibile rallentare la frequenza; ad esempio se si opera a 1/10 di secondo si può lavorare con 5 fps (ma non viceversa!) E' raro che la turbolenza atmosferica permetta di utilizzare con profitto esposizioni da 1/5 di secondo, ed in effetti questo valore si utilizza solo per le riprese dei deboli satelliti o di oggetti che altrimenti risultano eccessivamente scuri. Per Saturno un buon compromesso è dato da esposizioni di 1/10-1/15 di secondo che permettono di operare con le focali elevate **scaturite** dalle considerazioni sul campionamento.

Altri settaggi: nella finestra che controlla il framerate compaiono altre impostazioni come luminosità, contrasto e gamma. Si tratta quasi sempre di opzioni che non sono determinanti per la qualità finale dell'immagine e generalmente, almeno per gli inizi consiglio di non toccare. Nella finestra dei controlli dell'immagine compare invece il bilanciamento del bianco, abbastanza importante (ma non determinante). Generalmente, preferisco lasciarlo in automatico poiché spesso le webcam riescono a dare una risposta abbastanza soddisfacente dei colori, che comunque possono essere corretti in fase di elaborazione.

Naturalmente queste impostazioni sono personali e generali; sta a voi fare dei tentativi e scoprire quale è la ricetta che vi soddisfa maggiormente.

L'acquisizione

Una volta regolate le impostazioni, scelto il framerate e regolato guadagno ed esposizione si acquisiscono finalmente i filmati. Essi sono non compressi (lo sono le singole immagini a causa del limite imposto dalla USB1.1) ed occupano molto spazio. Un filmato da 3 minuti ripreso a 10fps con risoluzione di 640x480 può sfiorare 1 GB; assicuratevi quindi di avere abbastanza spazio nel vostro hard disk ed escludete la registrazione dell'audio che si rivela completamente inutile.

I tempi di acquisizione sono imposti generalmente dalla velocità di rotazione dei pianeti (o variazione dei dettagli solari o delle ombre lunari). In seguito darò una tabella per ogni pianeta, ma indicativamente, si hanno circa 15-20 minuti per Venere, 5 minuti per il Sole, 20 per la Luna, 1 ora o più per Mercurio, 5-6 minuti per Marte, 2-2,5 minuti per Giove, 3-4 minuti per Saturno.

Naturalmente questi sono i tempi di acquisizione massimi e non obbligatori: riprendere Mercurio con un filmato di 1 ora è improponibile!

D'altra parte, per pianeti in rapida rotazione come Marte, Giove e Saturno, dato lo stretto intervallo di tempo, si possono utilizzare (quando possibile) frequenze di quadro di 15fps; in tutti gli altri casi 10 o 5 fps sono di solito la combinazione migliore.

I filmati acquisiti dovrebbero contenere almeno 1000 frame, meglio se 1500-2000, mentre non oltre i 3000 a causa della mole di lavoro e delle dimensioni. In questi casi è opportuno effettuare più riprese da elaborare separatamente e poi sommare solamente alla fine.

Durante l'acquisizione controllate che il corpo inquadrato non tenda ad uscire dal campo; in questo caso operate delle leggere correzioni con la pulsantiera che regola il moto orario del vostro telescopio, impostando la velocità minima (ricordatevi che state operando a focali elevate e quindi una piccola correzione si manifesta come un grande mosso!).

Non di rado può succedere che la preview del filmato si blocchi dopo qualche secondo (generalmente tra i 5 e i 6 secondi); non preoccupatevi di questo poiché l'acquisizione continua regolarmente. Se invece avete l'esigenza di controllare live il filmato ripreso (ad esempio perché il copro tende ad andarsene) allora fermate immediatamente l'acquisizione e fatene partire subito un'altra: questo problema generalmente non si ripete mai due volte consecutive.

Qualche volta invece può capitare che vengano scartati diversi frame durante l'acquisizione video e questo può essere dovuto a 3 fattori: 1) la porta USB non ha la massima disponibilità di banda a causa, ad esempio, della presenza di altre periferiche in altre porte; 2) il processore o la memoria ram sono occupati da altre applicazioni pesanti, oppure 3) se si utilizza ad esempio K3CCDTools le impostazioni nell'interfaccia del programma non sono le stesse di quelle regolate nella finestra di controllo della webcam. Se ad esempio nel menù webcam si imposta una frequenza di 10 immagini al secondo (fps) ma nell'interfaccia del programma si impostano 5 fps, esso, durante l'acquisizione scarterà il 50% delle immagini raccolte per rispettare le indicazioni a lui fornite. L'interfaccia del programma ha di solito la priorità sulle impostazioni definite nel menù webcam. Viceversa, impostando una frequenza minore nel menù webcam (5fps) rispetto a quella dell'interfaccia del software di acquisizione (10fps), il video risulterà a 10fps ma con il 50% dei frame doppi (dropped frame). E' bene quindi che le impostazioni siano le stesse.

L'allineamento e la somma (o media)

Acquisito il filmato si passa finalmente alla fase operativa; prima dell'elaborazione occorre che i singoli frame vengano analizzati e mediati. Questa procedura produrrà un'unica immagine finale, detta RAW (grezza) di qualità molto superiore ai singoli frame.

Cerchiamo di capire più quantitativamente quanto detto, con un semplice calcolo. Le singole immagini sono spesso rumorose e prive (in apparenza) di dettagli; per descrivere la loro qualità si usa il rapporto segnale/rumore, cioè il rapporto tra l'intensità del segnale e quella del rumore; maggiore è questo numero, maggiore è la qualità dell'immagine perché maggiore è la differenza tra il segnale e il rumore. Considerando questa semplice definizione, possiamo dire che i singoli frame di un video hanno un rapporto segnale/rumore molto basso; in effetti spesso tale rapporto è molto basso, poco superiore ad 1: questo significa che non è facile discriminare tra il rumore e il segnale e l'immagine risulta sgranata ed esteticamente poco gradevole. Fortunatamente c'è una fondamentale differenza tra il segnale e il rumore. L'immagine di un dettaglio reale, come ad esempio un piccolo cratere lunare resta tale sul sensore (a meno che non si verifica un'esplosione sul suolo lunare o arrivano le nuvole!) e verrà registrata allo stesso modo (trascurando la turbolenza) su ogni frame. Il rumore invece è in grande misura di natura casuale: esso cioè non è mai uguale in ogni frame. Se sommiamo o mediamo le immagini i valori corrispondenti a dettagli reali si sommano o si mediano, mentre il rumore, casuale, si riduce drasticamente.

Dopo questa semplice spiegazione, passiamo alla fase vera e propria. I frame devono essere analizzati in qualità, poiché solo quelli migliori e non rovinati dalla turbolenza devono essere utilizzati, altrimenti l'immagine finale risulterà impastata e priva di dettagli fini, devono essere allineati con precisione e poi mediati.

Ci sono essenzialmente due programmi che effettuano queste operazioni: Iris e Registax. Non mi dilungherò sul loro funzionamento poiché in rete vi sono ottimi tutorial anche in lingua italiana. Mi permetto di consigliare Registax per i principianti che ha un'interfaccia molto più user-friendly. Il

procedimento è semplice: si apre il video, si scorrono i frame alla ricerca del migliore che costituirà il best reference frame, cioè l'immagine di riferimento quando a posizione e qualità rispetto a tutte le altre. La scelta di questo frame è fondamentale ai fini della buona riuscita dell'immagine RAW finale.

Una volta scelto, il programma gli assegna un coefficiente che ne indica la qualità; l'utente a questo punto deve impostare la percentuale di tolleranza rispetto a questo coefficiente, cioè la qualità dei frame da selezionare e sommare. Se ad esempio al reference frame viene assegnato un valore (puramente indicativo) di 1, impostando la qualità al 90% il programma seleziona tutti i frame il cui coefficiente qualitativo non si discosta più del 10% dal reference. Un frame con un coefficiente di 0,95 verrà selezionato, mentre uno con coefficiente di 0,85 verrà scartato.

Generalmente, con Registax, imposto qualità variabili tra l'80 e il 90% (dipende sia dal seeing sia dal numero di frame selezionati: se la qualità del 90% seleziona solo una decina di frame appare evidente che si dovrà diminuire per avere almeno un centinaio di immagini da mediare) mai inferiore se non in casi eccezionali in cui la massima risoluzione non è l'obiettivo fondamentale della ripresa.

Queste sono generalmente le impostazioni delicate; dopodiché il programma provvede attraverso il comando align&stack a fare tutto e a mostrarvi, alla fine del processo, l'immagine raw, che salverete, senza alcuna elaborazione, preferibilmente in formato fit. Ora siete pronti per l'elaborazione vera e propria, per alcuni una vera e propria arte, ma a mio avviso non deve essere la priorità: l'elaborazione rende solo meglio visibili i dettagli contenuti nell'immagine raw ma non farà mai comparire in alcun modo informazioni che non sono state registrate, per questo è meglio curare assolutamente le fasi appena viste.