Sorveglianza di Marte con un CCD

Don Parker - Mars Recorder of ALPO

Introduzione

Il programma Marswatch è un'estensione dell'esistente e fruttuoso International Mars Patrol (IMP) coordinato dalla Sezione Marte dell'Association of Lunar and Planetary Observers (ALPO). Negli ultimi 20 anni gli aderenti all'IMP hanno fornito agli astronomi molti dati utili sotto forma di ottimi disegni e fotografie. Ora, producendo immagini CCD accuratamente calibrate, l'astrofilo può fornire agli astronomi informazioni *quantitative* estremamente utili. Quindi noi invitiamo anche gli astrofili meno esperti e quelli che stanno iniziando con l'astronomia CCD a inviare i dati che ottengono alla Sezione Marte dell'ALPO.

Suggerimenti sulle riprese di Marte

Ho incluso alcuni suggerimenti sulle riprese CCD di Marte a uso di coloro che sono nuovi a questa tecnica (in realtà tutti siamo nuovi). I principi sono gli stessi della fotografia convenzionale: per maggiori dettagli ho incluso una bibliografia essenziale. Marte è un soggetto difficile sia visualmente che fotograficamente: tuttavia è anche un pianeta molto attivo, sempre pieno di sorprese per l'osservatore preparato.

Dimensione delle immagini

Per sfruttare appieno il potere separatore dello strumento, le dimensioni di Marte sul CCD devono coprire almeno 50 pixel quando il pianeta è all'opposizione. Ho trovato che, durante le apparizioni afeliche, questo risultato è realizzato ottenendo, mediante proiezione oculare, una *focale minima di circa 12 metri*, variabile con il CCD impiegato. Ciò soddisfa al teorema di campionamento di Nyquist, ma in pratica si ha interesse a raggiungere focali equivalenti ancora maggiori, intorno ai 20 metri. Per dettagli sulla proiezione oculare si veda il riferimento 1.

Scelta del CCD

Da quanto detto emerge che non c'è bisogno di possedere un CCD di grandi dimensioni per produrre immagini planetarie di qualità. Il piccolo chip TI-211 è più che adeguato allo scopo, e i chip di medie dimensioni come TC-245 (Cookbook Camera) e TC-255 (SBIG ST-5) si sono dimostrati molto soddisfacenti. Sebbene questi ultimi siano abbastanza grandi essi sono più rapidi del TI-211, consentendo di realizzare una maggiore scala di immagine. La camera deve essere raffreddata in quanto le relativamente lunghe esposizioni richieste dall'uso dei filtri pro-

segue da pag. 35

di riduzione che avete effettuato, in modo che la vostra calibrazione possa essere valutata e i vostri risultati siano direttamente paragonati a quelli di altri osservatori. Inoltre tenete copia di tutte le immagini che avete usato nel procedimento di riduzione, nel caso noi avessimo domande da farvi su specifiche immagini.

Comunicazioni

Il nostro gruppo è composto da professionisti e dilettanti, come specificato sotto. Noi sappiamo che alcuni dei metodi descritti sono complessi, perciò non esitate a scriverci ponendo le vostre domande, i vostri commenti o suggerimenti. Gli osservatori che, coinvolti nel progetto, forniranno dati utili saranno invitati a partecipare all'eventuale pubblicazione dei risultati della ricerca in un giornale di scienza planetaria o alla loro presentazione durante i maggiori congressi astronomici.

Grazie per il vostro interesse e la vostra partecipazione.

JIM BELL
PROJECT COORDINATOR
NASA AMES RESEARCH CENTER
SPACE SCIENCE DIVISION, M/S 245-3
MOFFETT FIELD, CA 94035-1000
INTERNET: jimbo@anarchy.arc.nasa.gov

KEN HERKENHOFF
JPL/CALTECH, M/S 183-501
PASADENA, CA 91109
INTERNET: keh@sloppy.span.nasa.gov

LEONARD MARTIN
LOWELL OBSERVATORY
FLAGSTAFF, AZ 86001
INTERNET: ljm@lowell.edu

DON PARKER
12911 LERIDA ST.
CORAL GABLES, FL 33156
INTERNET: 72317.3157@compuserve.com

JEFF BEISH
9460 TONI DRIVE
MIAMI, FL 33157
INTERNET: 72317.3306@compuserv.com

durrebbero insoddisfacenti rapporti segnale/rumore (S/N) nei sistemi senza raffreddamento. Inoltre, la camera deve avere un convertitore A/D di almeno 12 bit, sebbene alcuni osservatori — come il tedesco Rudolf Hillebrecht — abbiano fatto del buon lavoro con l'ST-4 e un rifrattore da 225 mm.

La messa a fuoco

La messa a fuoco di un CCD può risultare problematica, in quanto anche le immagini migliori sono difficili da giudicare quando sono viste su un monitor VGA. Alcune camere CCD, come la Lynxx PC, hanno un'uscita separata per un monitor TV mediante una presa standard RCA video. Poiché la maggior parte dei monitor TV ha un intervallo di contrasto e di luminosità maggiore di un monitor VGA, l'immagine video può essere regolata in modo da fornire le migliori informazioni sulla messa a fuoco e sulla qualità d'immagine. Sono reperibili sul mercato, a meno di 200 $, dei dispositivi che permettono di usare contemporaneamente un monitor VGA e un TV e hanno pure un'uscita per il registratore. Io ho usato il convertitore *ADS Elite VGA→TV* su un ST-5 con un economico monitor video a fosfori verdi e ho trovato che questo sistema mi permette un miglior giudizio dell'immagine. Piccoli monitor in bianco e nero lavorano meglio e possono essere ottenuti per pochi dollari sul mercato dell'usato.

L'elevato ingrandimento necessario nella fotografia planetaria implica la necessità di ritoccare spesso il fuoco, per compensare le variazioni dovute al seeing e alla temperatura: per questo è auspicabile un veloce trasferimento dell'immagine, almeno durante l'operazione di messa a fuoco. La possibilità di cambiare fuoco rapidamente diventa ancora più importante quando si usano filtri in vetro che, seppure forniti dello stesso spessore (raramente identico), introducono piccole differenze nella posizione del fuoco. Se si sta facendo della tricromia, la rotazione di Marte limita a 5 minuti il tempo durante il quale si devono riprendere le tre immagini filtrate: anche qui sono importanti la rapidità di messa a fuoco e di trasferimento dell'immagine. Ruote portafiltri e focheggiatori motorizzati sono di grande aiuto. Tuttavia, nell'ambito del programma proposto dal dr. Bell non vi è necessità di costringere le immagini in 5 minuti e il cambio manuale dei filtri è pertanto possibile. Però, se non si possiedono montature molto massicce, un focheggiatore motorizzato renderà la vita più facile.

Molti telescopi del tipo Schmidt-Cassegrain e di altro tipo mettono a fuoco muovendo lo specchio primario lungo il suo asse: ciò degrada il fronte d'onda modificando la separazione ottimale — e molto critica — tra gli specchi primario e secondario. Ancora più critico per gli utenti di CCD è che questa operazione implica regolarmente uno spostamento laterale dell'immagine: alle lunghe focali usate l'immagine esce di campo ogni volta che si opera sulla messa a fuoco. Questo fatto è molto frustrante e può portare a un comportamento scorretto dell'osservatore, che evita di toccare la messa fuoco finché la visione non diventa disastrosa. Si suggerisce agli utenti di questi strumenti di bloccare le ottiche alla distanza ottimale e di impiegare un focheggiatore elettrico al portaoculari.

Molte camere CCD moderne hanno un software che lavora sotto Windows®: sebbene questo software sia molto amichevole e ricco, esso è generalmente lento e spesso contiene opzioni che non interessano l'osservatore planetario. Spesso molti menu devono essere dispiegati solo per cambiare un tempo di esposizione, cosa che si deve fare di frequente specie quando si usano filtri. Se potete scegliere, adoperate la camera con il vecchio programma basato sull'MS-DOS® in quanto lavora molto più velocemente ed è generalmente più semplice, cosa che al buio ha la sua importanza.

Il tempo di posa

Marte ha una luminosità superficiale piuttosto alta, circa 4 volte quella di Giove: questo fatto compensa parzialmente le lunghe focali necessarie dato il suo piccolo diametro. Marte è pure un oggetto abbastanza contrastato, cosicché i tempi di esposizione sono un po' minori di quanto si prevederebbe. Con una Lynxx PC io espongo in modo che il pixel più luminoso dell'immagine sia solo al 40-50% dell'istogramma dei grigi, mentre per Giove e Saturno mi porto fino a 75-80% della saturazione. Questo accorgimento evita la sovrasaturazione in corrispondenza delle calotte polari e i brevi tempi di posa riducono l'effetto della turbolenza atmosferica. Poiché le sensibilità spettrali dei vari CCD sono molto differenti, specie nelle ali ultravioletta e infrarossa, non è possibile fornire tabelle di tempi di esposizione. I tempi potrebbero essere calcolati per ogni tipo di CCD[2], ma i tempi migliori per il proprio insieme strumentale si devono trovare empiricamente. A titolo di esempio, questi sono i tempi che ho trovato adatti a Marte lavorando a F/49 con il Lynxx PC: luce integrale 0.45 s; Wratten 25 (rosso + infrarosso) 0.65 s; Wratten 25 + filtro IR (solo rosso) 4 s. Sempre in combinazione con il filtro IR, i seguenti filtri hanno richiesto i tempi riportati: W 58 (verde) 9 s; W 38A (blu leggero) 30 s; W 47 (blu scuro) 70 s.

I filtri

Da questi dati risulta chiaramente che i filtri aumentano considerevolmente i tempi di esposizione, specialmente quelli che selezionano le lunghezze d'onda più brevi. Tuttavia l'uso di questi filtri è giustificato dal fatto che, specie nella parte blu e violet-

ta dello spettro, si rende visibile una grande varietà di fenomeni atmosferici marziani. Per anni il responsabile ALPO di Marte ha raccolto osservazioni visuali e fotografiche in luce blu che hanno contribuito in maniera significativa alla nostra conoscenza della meteorologia marziana[3]. Durante l'apparizione 1992-93 abbiamo trovato che il CCD, sebbene poco sensibile al blu, è uno strumento potentissimo per la registrazione di delicate caratteristiche atmosferiche come la banda di nubi equatoriali. Chiediamo al maggior numero possibile di osservatori di inviarci immagini in luce blu, usando filtri sia Wratten che Schott, o meglio usando i filtri standard per U e B. Le corrispondenti immagini non saranno particolarmente nette e non costituiranno "belle foto" ma anche così forniranno dati preziosi al dr. Bell e all'ALPO.

Si pongono alcuni problemi quando si usano filtri diversi dal rosso e dall'arancio. Uno è costituito dal fatto che i CCD disponibili sono poco sensibili alle corte lunghezze d'onda (la maggior parte ha la massima sensibilità nel vicino IR, a 750 nm). Le lunghe esposizioni a elevate focali richiedono moti orari accuratissimi con ingranaggi ben lucidati e montature massicce. Un altro problema è costituito dal fatto che i normali filtri per fotografia (Wratten o Schott indifferentemente) che selezionano una banda verde, blu o ultravioletta lasciano passare anche una significativa porzione del rosso e dell'IR, fenomeno noto con il termine di "red leak". Poiché il CCD è molto sensibile alle alte lunghezze d'onda, le immagini in luce blu risultano in effetti immagini in luce rossa o IR, con pochi dettagli atmosferici registrati. È per questa ragione che le bande di Giove appaiono con dominanti blu nelle tricromie fatte per mezzo di filtri Wratten, a meno che non sia usato un filtro che taglia l'IR (il numero NR-400 della Corion Corp., tel 508-429-5065, del costo di 125 $ per un disco di 25 mm di diametro). Questo difetto non esiste nei filtri consigliati dal dr. Bell, i quali sono stati studiati apposta. Si deve notare che i chip più recenti, come il Sony ICX027BL usato nella camera Starlight Xpress, hanno una migliore sensibilità al blu e il massimo spostato, come l'occhio, verso i 550 nm (verde): queste camere riprendono immagini planetarie molto interessanti, specie alle brevi lunghezze d'onda. Immagini a colori (tricromia) possono essere ottenute attraverso la terna BVR. Il filtro U è troppo denso per Marte osservato con strumenti amatoriali, ma acquistatelo lo stesso, sia perché l'intera serie è meno costosa sia perché su Venere la resa sarà sublime.

Gli osservatori che hanno appena iniziato a ottenere immagini CCD non devono essere scoraggiati dalle precedenti note sui filtri. In realtà sia l'ALPO che il dr. Bell accetteranno ogni immagine CCD di Marte, purché calibrata (vedi avanti) e documentata. Anche immagini senza filtri o con solo filtro rosso saranno utili per lo studio dell'evoluzione della calotta polare, fornendo dati paragonabili a quelli ottenuti con un micrometro filare.

La calibrazione delle immagini

Tutte le immagini devono essere **calibrate**, cioè corrette sottraendo il bias e dividendo per il flat field. L'articolo di Bell ha già spiegato come ottenere un flat field normalizzato. La maggioranza dei programmi di corredo dei CCD prevede questa opzione, sebbene io preferisca il vecchio AIP® di Berry o il Batchpix®. Ricordatevi di riportare la vostra procedura nel calibrare le immagini e mantenete in memoria i flat e i bias usati, per un eventuale uso futuro. Alcune camere usano solo una parte del CCD, in un "modo planetario", che riduce il tempo di trasferimento immagine e ne riduce l'occupazione: verificate che la calibrazione sia fatta nello stesso modo. Eccellenti discussioni sulla teoria e sulla pratica della calibrazione delle immagini possono essere trovate nei riferimenti 5, 6 e 7. Ricordate di fare almeno un flat per ogni filtro, avendo l'accortezza di non ruotare la camera e di non cambiare il fuoco. Poiché sia il flat che il bias introducono rumore di per sé, è meglio prenderne parecchi e mediarli fra loro: il rumore risultante sarà ridotto di una quantità pari alla radice quadrata del numero delle immagini usate per la media (mediando 9 immagini il rumore diventa 3 volte inferiore a quello di una singola immagine).

C'è un'altra operazione di calibrazione che è peculiare per Marte: l'orientazione dell'immagine. L'inclinazione assiale di Marte, di 25.2°, garantisce che i suoi punti cardinali non corrispondano a quelli terrestri, cosicché è importante conoscere dove sono N, S, E e O nell'immagine. Non ci si può affidare alla morfologia conosciuta perché le immagini in luce B spesso non mostrano dettagli superficiali e anche negli altri colori essi possono essere difficilmente osservabili se è in atto una tempesta di polvere. Per individuare la direzione E-O basta prendere, con un tempo di alcuni secondi e il moto orario spento, l'immagine di una stella che risulterà un segmento: questa immagine andrà inviata insieme alle altre al centro di raccolta (l'orientazione di una delle direzioni dei pixel del CCD lungo la direttrice E-O è un'operazione molto intelligente). Bisogna annotare la direzione del moto della stella su una delle immagini, mediante software del tipo Photostyler® o Photoshop®, individuando l'estremità seguente e quella precedente.

Elaborazione delle immagini

Esistono molti buoni programmi per elaborare le vostre immagini calibrate ma ancora grezze. Io ho usato l'AIP® di Berry, il Bartchpix®, Colorpix® per la

tricromia, Hidden Immage®, SkyPro® e Imagine-32®. Sono tutti programmi potenti, progettati specificamente per immagini astronomiche, e in grado di fornire eccellenti risultati, mentre il software a corredo della maggior parte dei CCD non ha la potenza e la versatilità necessarie per produrre buone immagini planetarie. Il software commerciale progettato per la grafica è molto utile per la presentazione finale e per il controllo delle stampanti laser, ma la maggior parte ha solo 8 bit di controllo e non sfrutta a pieno il convertitore A/D del CCD.

Formato dei dati e loro invio

Allegare a ciascuna immagine il vostro nome, la data, il Tempo Universale, il filtro usato (IL se in luce integrale) e il tempo di esposizione. Se sono intervenute modifiche al vostro telescopio o alla sua focale equivalente annotatelo. Seguire il protocollo suggerito dal dr. Bell circa l'invio del materiale. Il formato FITS sta rapidamente diventando uno standard fra i professionisti, ma la Sezione Marte dell'ALPO non è ancora in grado di leggere tale formato. Vi chiediamo pertanto di inviarci immagini in formato TIF o GIF su dischetti da 5.25 o da 3.5 pollici (formato IBM® preferito, ma anche il Mac® va bene) o su nastro da 4 mm (formato QIC-80). Stampe laser o immagini già elaborate sono pure accettabili, in quanto adatte alla pubblicazione sul giornale dell'ALPO, ma inviate anche le immagini grezze calibrate poiché sono queste che contengono l'informazione fotometrica che interessa. Queste immagini possono essere nei formati TIF, GIF o in quello originale della camera, come PIC, CCD, STx, ETM, ecc.

Conclusioni

Dai tempi del nostro maestro, il compianto Charles F. Capen, gli astronomi hanno guidato con cura e incoraggiato gli astrofili che si interessano di pianeti, rendendo così molto più soddisfacente il nostro hobby. Noi abbiamo ora l'opportunità di restituire la gentilezza e, allo stesso tempo, di divertirci. Non scoraggiatevi se non riuscite a soddisfare il programma presentato qui: noi saremo lieti di ricevere qualsiasi vostra osservazione. E ricordate, la nostra attrezzatura e la nostra tecnica non può che migliorare in vista delle prossime apparizioni: abbiamo un mucchio di tempo.

Bibliografia

1. Dobbins, T.A., Parker, D.C., Capen, C.F. (1988). *Introduction to observing and photographing the solar system*. Richmond: Willmann-Bell Inc., 1-800-825-STAR.
2. Berry, R., (1991). Snapping D. C. the Planets Electronically. *Astronomy, agosto*, 54-55.
3. Beish, J.D. and Parker, D.C. (1990). Meteorological Survey of Mars, 1968-1985. *J. of Geophysical Research*, 95, B9, 14567-14675.
4. Lee, S. (1994). Color Filters. Letter in *CCD Astronomy*, 1, 1(spring), 4.
5. Parker, D. and Berry, R. (1992). Planetary Imaging with a Small CCD Camera. *JALPO*, 36, 1 (marzo), 1-8.
6. Berry, R. (1993). The Digital Darkroom: Develping the Image. *Astronomy, marzo*, 73-79.
7. Berry, R. (1992). Choosing and Using a CCD Camera. Richmond: Willmann-Bell Inc., 62-79.

LE OMBRE DEL TEMPO - IV edizione

Concorso internazionale per costruttori di quadranti solari

Con il patrocinio dell'Unione Astrofili Italiani e della Società Astronomica Italiana è indetto il IV concorso internazionale "Le ombre del tempo" che ha come scopo il far conoscere gli aspetti di interesse astronomico, storico ed artistico dei quadranti solari, favorendo la tutela ed il restauro del patrimonio esistente, la costruzione di nuovi quadranti solari e il loro uso nelle attività scolastiche ed in quelle per la divulgazione dell'astronomia.

Le foto vanno inviate, assieme alla scheda di partecipazione, entro il 30 giugno 1995.

La giuria formata da F. Azzarita (Sezione quadranti UAI), P. Bianucci (giornalista), G. Fantoni (autore del trattato "Orologi solari"), G. Romano (astronomo), P. Tempesti (astronomo) si riunirà in settembre.

La premiazione (viaggio e soggiorno a Parigi per tre notti offerto dall'Agenzia "Amerigo" di Brescia e collezione di Tuttoscienze offerto da "La Stampa") avverrà sabato 14 ottobre 1995 durante la seconda edizione delle "Giornate internazionali di astronomia" dedicata ai planetari itineranti.

Per richiedere il bando dettagliato scrivere a:

Unione Astrofili Bresciani
c/o Civici Musei di Scienze
Via Ozanam, 4 - 25128 Brescia - Italy

Conferenze A.A.B.

L'Associazione Astrofili Bolognesi organizza una serie di conferenze che si svolgeranno a Bologna presso la multisala di Via dello Scalo, 21 con inizio alle ore 21.

4 Nov. - *Fabrizio Bonoli*
La Luna vista da Galileo

2 Dic. - *Luigi Baldinelli*
L'eclissi di Sole del 3/11/1994

13 Gen. - *Piero Tempesti*
L'astronomia delle particelle

3 Feb. - *Giancarlo Raspadori*
I corpi minori del Sistema Solare

3 Mar. - Assemblea Generale dei Soci