

L'era digitale nell'astronomia non professionale

L'avanzata dell'astronomia digitale

Gli ultimi 2-3 lustri hanno dato un'evidente impronta *digitale* all'astronomia amatoriale. Sebbene in ritardo rispetto ad altri paesi, come la Francia e gli Stati Uniti, in Italia si sta velocemente recuperando il gap accumulato: sta rapidamente crescendo un patrimonio di esperienze e si stanno accumulando le conoscenze in questo campo fra gli astrofili. Già si vedono i risultati, sia dal punto di vista dei successi ottenuti nelle ricerche che nello sviluppo di nuovi ed innovativi prodotti per l'astronomia.

Gli anni '90 sono stati attraversati da questo sviluppo ed il duemila si apre in una prospettiva in cui le strumentazioni e le tecniche digitali stanno, senz'altro, prendendo il sopravvento. Parlo, s'intende, soprattutto della parte attiva e maggiormente evoluta dell'astronomia amatoriale, quella che, pur non disdegnando il piacere di scrutare, di tanto in tanto, gli oggetti celesti più spettacolari, conduce osservazioni sistematiche e con intento scientifico, e che, nel complesso, possiamo definire astronomia non professionale. Basta dare un'occhiata alle scoperte di supernovae, di pianetini e di comete da parte degli astrofili per rendersi conto della prevalenza che sta assumendo l'astronomia digitale: mentre all'inizio degli anni '90 queste erano, per lo più, visuali oppure fotografiche, adesso risultano preponderanti quelle basate sull'impiego di camere CCD.

Anche per coloro che solo saltuariamente amano dare una sbirciata agli oggetti celesti ed in particolare a quelli più facilmente accessibili, come la Luna ed i pianeti, o riprendono immagini fotografiche, più che altro per gusto estetico, è diventato difficile prescindere dai connotati sempre più marcatamente digitali che sta assumendo l'osservazione astronomica amatoriale.

Quali sono gli elementi che caratterizzano l'era digitale?

- Innanzi tutto, l'elettronica ed il controllo automatico sono entrati nei sistemi di puntamento e di guida dei telescopi con la possibilità di localizzare facilmente e, soprattutto, rapidamente gli oggetti celesti. Tali sistemi, apparsi come opzioni avanzate e di punta sul finire degli anni ottanta, si sono evoluti e diffusi in forma sempre più sofisticata. Essi consentono il puntamento dello strumento mediante l'impostazione di una pulsantiera ed anche il collegamento seriale con un personal computer.
- I PC si sono particolarmente evoluti nel corso del decennio. Ad una crescita esponenziale delle performances e delle capacità di memoria, si sono aggiunte le prestazioni grafiche e

la diffusione di periferiche specializzate nella ripresa e nella conversione in formato numerico di immagini. Per di più, le tecniche di elaborazione di immagini digitali, dal settore specialistico e della ricerca, si sono rapidamente diffuse con la disponibilità di programmi e strumenti, che ne hanno reso accessibile l'impiego da parte della massa di utenti dei PC.

- La disponibilità (su una coppia di CD-ROM), a partire dai primi anni '90 e ad un costo relativamente irrisorio, del GSC (Guide Star Catalog) sviluppato dalla NASA per il puntamento del telescopio orbitante Hubble, contenente quasi 20 milioni di oggetti, soprattutto stelle, fino alla sedicesima magnitudine, e lo sviluppo di atlanti stellari digitali, che ne consentivano l'utilizzo nel disegno di mappe celesti e la consultazione diretta sul monitor di un computer, hanno favorito la diffusione dei PC e di tali strumenti tra gli amatori. Attualmente il catalogo più esteso è l'USNO A2 che contiene, su 11 CD-ROM, oggetti fino alla magnitudine 24! Inoltre, sempre più spesso, gli atlanti stellari digitali integrano il controllo dei telescopi commerciali dotati di sistemi di puntamento elettronico favorendo la diffusione del controllo remoto, in pratica la guida a distanza, del telescopio.

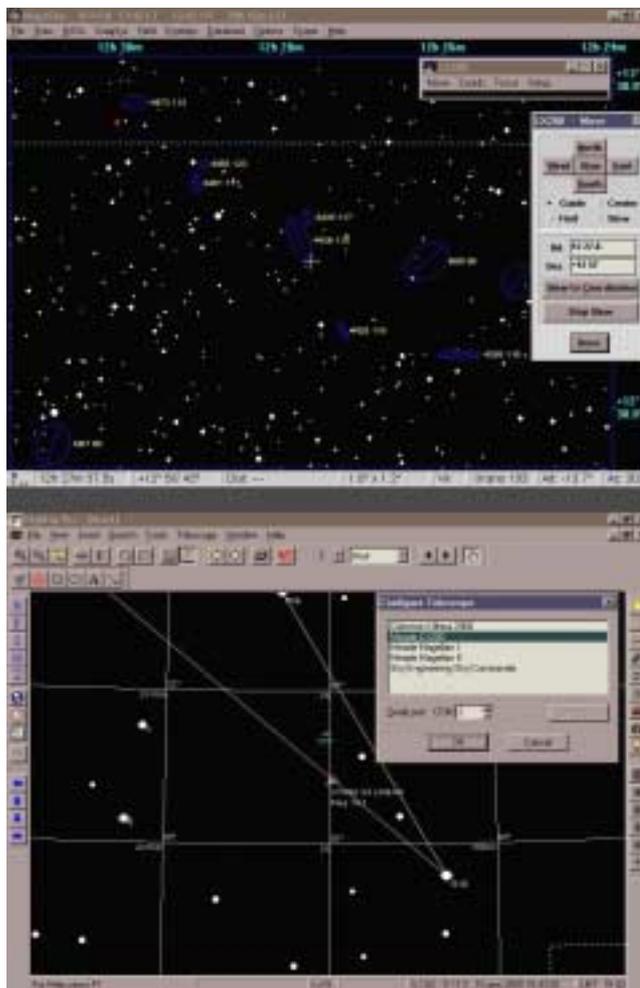


Figura 1. Sono mostrate le schermate di due atlanti stellari digitali. In alto il campo della regione centrale dell'ammasso di Galassie della Vergine come appare in Megastar ed in basso la costellazione del Triangolo con la cometa Linear S4 mostrata da Skymap. Entrambi i programmi sono in grado di pilotare un telescopio mediante i più diffusi sistemi di controllo computerizzato.

- In tal modo, l'introduzione di strumenti di ripresa elettronica basati su un particolare circuito integrato specializzato, il CCD (dispositivo ad accoppiamento di carica, in inglese, Charge Coupled Device), ha trovato un terreno relativamente fertile che ne ha favorito, assieme ad altri fattori, la diffusione durante gli ultimi anni. Le camere CCD,

proposte in origine per l'inseguimento durante le lunghe riprese fotografiche, in luogo delle scomode ed estenuanti guide visuali, si sono evolute divenendo strumenti di acquisizione diretta di immagini astronomiche con un'efficienza, e quindi una sensibilità, molto maggiore delle tradizionali pellicole fotografiche.

- Infine un settore che si è sviluppato a dismisura, a partire dalla metà degli anni '90, è stato quello della comunicazione, in particolare con l'avvento di Internet. Il Web, la posta elettronica, le mailing-list, le molte risorse astronomiche disponibili in rete hanno favorito, e per così dire moltiplicato, la diffusione delle tecniche digitali, promosso il rapido scambio di informazioni e reso assai più facile l'interazione tra gli astrofili.

Tutti questi sviluppi tecnici ed i loro continui progressi hanno dato impulso alla nascita, in aree professionali e in ambiti di cooperazione tra astronomi e astrofili, di osservatori posti in siti appropriati che vengono utilizzati e controllati da postazioni remote, distanti anche migliaia di Km. Questo concetto si sta diffondendo anche tra i non professionisti e vari gruppi, anche in Italia, stanno pensando alla realizzazione di osservatori controllati a distanza, magari da un sito pubblico di accesso come potrebbe essere la sede dell'associazione o una biblioteca. Tale



Figura 2. Tre homepages di siti web: quella dell'Associazione Astrofili Valdinievole, quella della mailing-list di astronomia digitale AstroCCD e quella dell'autore.

possibilità di controllo remoto e di condivisione contemporanea delle riprese astronomiche, anche in luoghi diversi, può essere ulteriormente sviluppata mediante l'utilizzo di Internet.

La ripresa elettronica e le camere CCD

Un malinteso concetto di benessere e di progresso sociale sta rendendo sempre più difficile la vita degli osservatori del cielo. L'illuminazione pubblica e privata degli spazi esterni, mal progettata e che diffonde la luce verso l'alto, rende sempre più ardua l'osservazione dell'altra metà del paesaggio notturno, costringendo gli *indomabili* a ricercare luoghi sempre più distanti dalle aree urbane nei quali il cielo sia sufficientemente oscuro. Occorre porre un rimedio a questa *folia* che implica, oltretutto, uno spreco inutile e dannoso di energia e di risorse. Altrimenti intere generazioni saranno private per sempre della visione del più affascinante tra gli spettacoli della Natura, quello che per molti di noi rimane soltanto un lontano ricordo, sempre più sbiadito, in qualche angolo della memoria.

Il crescente inquinamento luminoso sta confinando in spazi sempre più angusti l'attività tradizionale degli astrofili: la conseguente luminescenza rende impossibile la visione degli oggetti del profondo cielo, come le nebulose e le galassie, anche in telescopi amatoriali di discrete dimensioni, a meno che non siano dislocati in siti adatti e remoti dai centri abitati. L'osservazione sistematica sembrava pertanto preclusa alla massa degli astrofili e limitata a gruppi privilegiati che potevano godere di condizioni ottimali. Fortunatamente, nella seconda metà degli anni '80, lo sviluppo tecnologico è venuto in aiuto agli astrofili, con l'introduzione delle prime camere CCD per osservazione astronomica, rendendone possibile l'attività anche dai sobborghi dei centri abitati, favorendo l'incremento, invece che il deperimento, del loro contributo nella ricerca scientifica. Con tali dispositivi ed un telescopio di 20-30 cm di diametro è oggi possibile l'osservazione di oggetti fino alla magnitudine 17-18 con pose di circa 1', spingendo, così, in avanti, di quasi due ordini di grandezza (100 volte), la sensibilità rispetto all'osservazione visuale. Grande è stata la sorpresa e la soddisfazione per molti astrofili quando, le prime volte, inquadrando il campo di deboli galassie con la camera CCD, hanno potuto riprendere direttamente oggetti in precedenza accessibili solo attraverso le foto degli osservatori professionali pubblicate su testi e riviste specializzate.

Naturalmente non sono tutte rose e fiori. Se si confrontano le caratteristiche delle camere CCD con i mezzi tradizionali di ripresa ed in particolare le pellicole fotografiche, si osservano pregi e difetti. Ma alla fine, l'astronomo non professionista che sia interessato ad una qualche attività scientifica deve riconoscere la soverchiante preponderanza dei pregi. Questo giustifica

la diffusione delle camere CCD ed il progressivo abbandono, se si eccettuano alcune nicchie dove gli intenti sono pressoché esclusivamente estetici, della pellicola fotografica.

I pregi dei CCD

I CCD sono dispositivi che presentano una *sensibilità elevata* in tutta la banda del visibile e che si estende anche nel vicino infrarosso. Il tipo più comune utilizzato nelle camere amatoriali presenta una sensibilità, misurata dal parametro detto efficienza quantica, che va dal 20% fino a raggiungere il 60% su buona parte della banda in cui è sensibile. Ciò significa che per ogni 100 fotoni, di una data lunghezza d'onda, incidenti su una determinata area del chip la percentuale sopra indicata viene convertita in elettroni. Questo parametro è di oltre 10 volte superiore a quello delle pellicole più sensibili. Si possono così acquisire immagini di molti oggetti di profondo cielo, anche piuttosto deboli, con pose molto più brevi rispetto agli standard precedenti. Questo rende possibile la ripresa senza inseguimento poiché, data la brevità dell'esposizione, nella maggior parte dei casi l'effetto di mosso è trascurabile.

I CCD, inoltre, presentano una *risposta lineare* fino alla saturazione. Quest'ultimo parametro (la saturazione) è misurato in numero di elettroni per ciascun elemento rivelatore del CCD ed è detto Full Well Capacity. I valori tipici

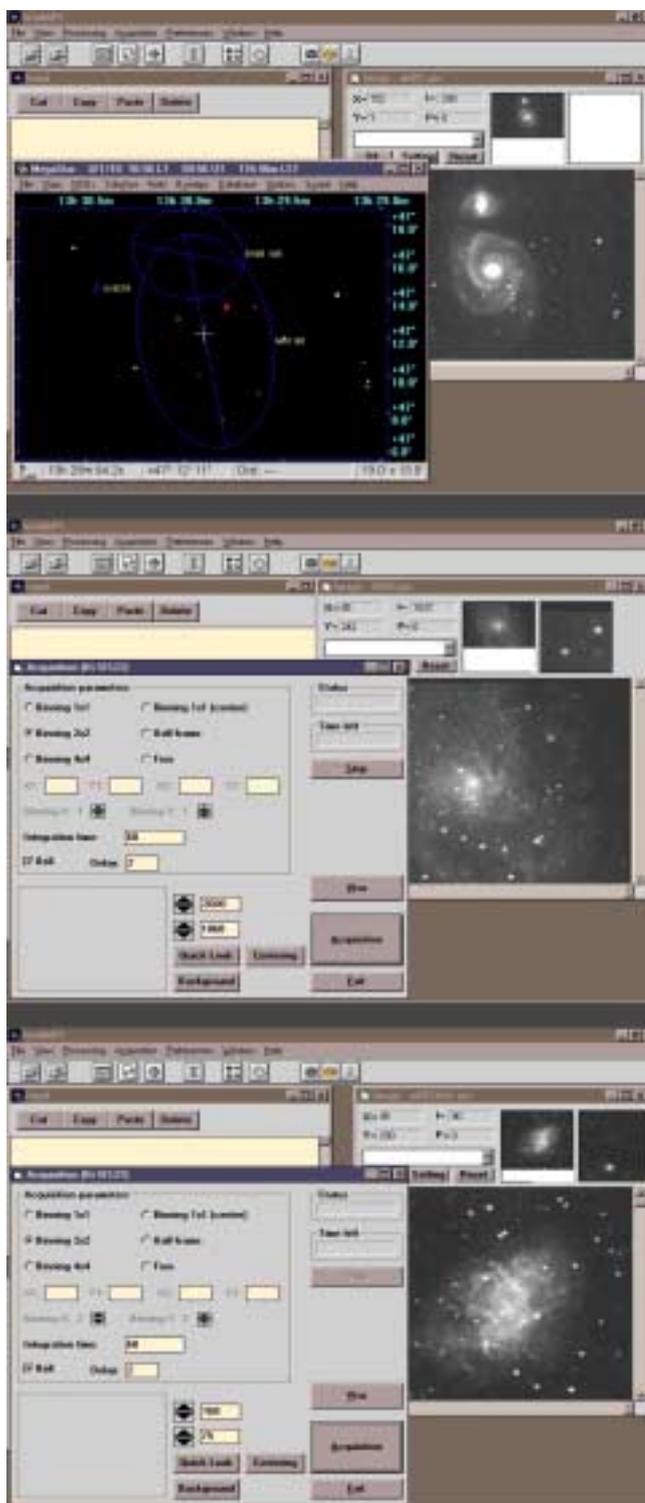


Figura 3. Il programma di acquisizione e di elaborazione WinMiPS. In alto M51, la Galassia Vortice nei Cani da Caccia, assieme al suo campo stellare in Megastar. Al centro ed in basso, rispettivamente, la porzione centrale della galassia M33, nel Triangolo, ed il resto di supernova M1, la Nebulosa del Granchio, nel Toro. Tutte le immagini mostrate nell'articolo sono state riprese dall'autore.

vanno da alcune decine di migliaia fino alle centinaia di migliaia. La linearità risulta estremamente importante nelle applicazioni scientifiche, ed in particolare in fotometria. La camera CCD è diventata lo strumento universalmente impiegato dagli astrofili nella cosiddetta fotometria differenziale, di concerto con i cataloghi e gli atlanti stellari digitali.

Il CCD ha una struttura geometrica discreta, e perciò già naturalmente campionata lungo le due dimensioni spaziali, e fornisce in uscita un'immagine digitale che è possibile visualizzare immediatamente sul monitor di un computer. Ciò consente, in primo luogo, un *controllo immediato sul risultato* della ripresa e, quindi, l'immediata applicazione delle tecniche numeriche di elaborazione di immagini.

I difetti

L'*area* della superficie sensibile è molto più piccola della pellicola fotografica e generalmente di pochi mm di lato: per esempio, uno dei sensori più utilizzati, il KODAK KAF-0400, è formato da una matrice di 768x512 elementi sensibili di forma quadrata, di 9 micron di lato, con dimensioni totali di 6.9x4.6mm. Il campo inquadrato in un telescopio 250mm f/6.3 risulta poco inferiore a 15'x10', sufficiente per la maggior parte degli oggetti celesti ma non per quelli più estesi e che costituiscono i soggetti preferiti degli astrofotografi.

La maggior parte delle camere CCD fornisce immagini monocromatiche. Purtroppo quelle che utilizzano CCD a colori presentano un crollo delle caratteristiche di pregio sopra indicate. Pertanto, per ottenere immagini a colori, occorre prevedere l'utilizzo di filtri e di una tecnica di sintesi del colore che viene detta *tricromia*. Le pellicole a colori forniscono, invece, per la loro stessa natura, immagini cromatiche.

L'uso appropriato delle camere CCD richiede, inoltre, una certa conoscenza del dispositivo in questione ed una pratica con le tecniche di acquisizione e di calibrazione. Le immagini di calibrazione devono essere acquisite e trattate in modo appropriato. Per di più, al fine di minimizzare il rumore termico che si genera all'interno del sensore, occorre refrigerare il dispositivo ad una temperatura di qualche decina di gradi inferiore a quella dell'ambiente e mantenerla, per quanto possibile, costante durante tutto il periodo di acquisizione. Altrimenti le immagini di calibrazione perdono la loro efficacia e ne devono essere riprese di nuove, alla nuova temperatura di lavoro. Tutto questo complica l'impiego dei CCD, oppure nega a chi li usa in modo improprio la soddisfazione di ottenere risultati di pregio.

Ancora, per utilizzare ed ottenere il massimo da questi sistemi di ripresa elettronica, occorre avere una discreta familiarità con i personal computer e questo ha scoraggiato molti potenziali utilizzatori.

Infine, il costo, che è rilevante per le camere progettate con maggiore cura, ha costituito un ulteriore fattore di rallentamento della loro diffusione. Tuttavia, anche su questo fronte le cose stanno rapidamente migliorando: per esempio, sono oggi disponibili, ad un costo contenuto, modelli con prestazioni accettabili ed un gruppo di astrofili francesi ha reso disponibile in rete il progetto completo di una camera CCD (Audine). Tale camera, dotata di tutto punto, è offerta in kit di montaggio ad un costo che rappresenta solo una frazione di quello di una camera commerciale con analoghe prestazioni.

Pertanto è facile prevedere che la rivoluzione digitale, iniziata da parte di un'avanguardia di astrofili nell'ultima fase del '900, si compirà all'inizio degli anni 2000, coinvolgendo la maggior parte degli astrofili. Probabilmente ciò sarà facilitato, nell'immediato futuro, anche dalle nuove forme che assumeranno gli elaboratori, che assomiglieranno sempre meno agli attuali personal computer, sempre più potenti, leggeri, compatti e di più facile impiego.

Un nuovo modo di lavorare

Le sedute di osservazione astronomica risultano assai più produttive se sono preparate con cura e gestite con attenzione. Le tecniche e gli strumenti di elaborazione digitale promuovono, per la loro stessa natura, lo sviluppo di tale pratica. Utilizzando gli atlanti stellari digitali è possibile compilare con facilità le liste degli oggetti che si ha intenzione di visitare nel corso della notte. Queste potranno poi essere scorse mediante il programma utilizzato, sia per seguire un determinato ordine di priorità sia per il controllo dell'inquadratura in fase di ripresa.

La scelta degli oggetti

Le informazioni e le effemeridi degli oggetti del sistema solare, in particolare comete e asteroidi, così come le liste di stelle variabili di una determinata tipologia oppure di supernovae extragalattiche o anche di oggetti particolari come, per esempio, gli AGN (Nuclei Galattici Attivi, parenti stretti dei Quasar) e che possono essere oggetto di osservazione per gli astrofili dotati di strumentazione adeguata, sono facilmente reperibili in rete. Le modalità con cui condurre osservazioni di asteroidi e comete e i dati orbitali, in formato adatto ad essere inserito nei più diffusi atlanti stellari, sono disponibili, per esempio, al sito web del MPC (Minor Planet Center) dell'IAU (Unione Astronomica Internazionale), il Centro mondiale di raccolta delle osservazioni di oggetti del sistema solare, a cui fanno capo le segnalazioni di nuove scoperte (di comete, asteroidi, novae e supernovae, solo per citare alcune categorie di oggetti e fenomeni transienti). Sono qui pure indicate le verifiche da eseguire prima della

segnalazione. A tale riguardo, lo stesso Centro mette a disposizione, in tempo reale, mediante richiesta in rete, le informazioni relative alla eventuale presenza di pianetini in un determinato campo di osservazione (occorre, naturalmente, inserire i dati riguardanti il tempo, le coordinate centrali e le dimensioni del campo).

Per lo più, i singoli ed i gruppi conducono le loro osservazioni individualmente, ma si vanno sempre più diffondendo le pratiche di interazione e di coordinamento sia a livello nazionale che internazionale. L'astrofilo può così inserirsi in una data campagna di osservazione che prevede la partecipazione di molti colleghi, ed in qualche caso anche quella di astronomi ed osservatori professionali. A questo riguardo, sempre più spesso si richiede, da parte dei professionisti, la partecipazione e la collaborazione con i dilettanti.



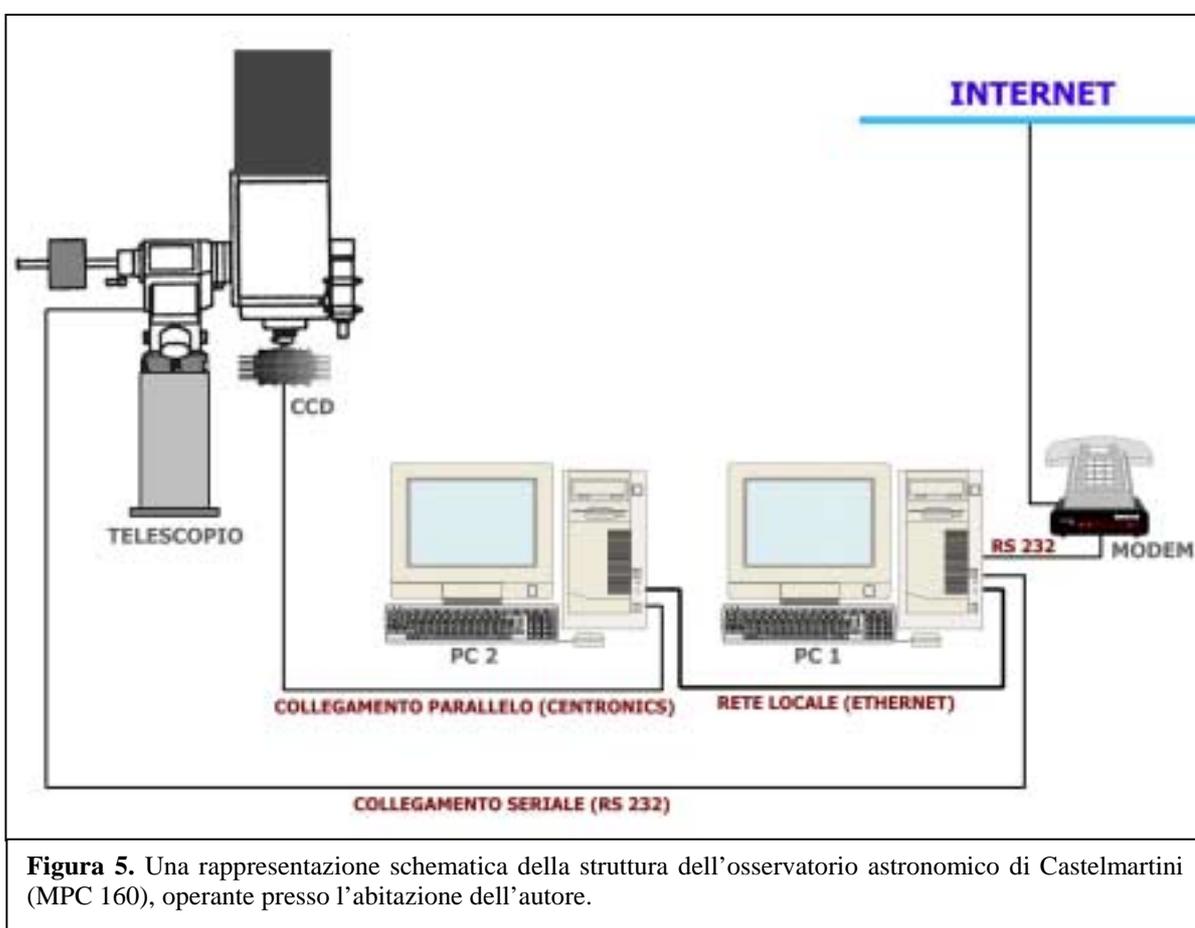
Figura 4. Il sito web SkyView della NASA, un vero osservatorio – statico – virtuale. In alto la pagina con il modulo di richiesta di M82, una galassia Seyfert nell'Orsa Maggiore, ed in basso cosa appare dopo pochi secondi che lo si è inoltrato. Il materiale, per quanto riguarda l'emisfero nord, è una digitalizzazione tratta dal POSS (Palomar Observatory Sky Survey).

Struttura di un osservatorio amatoriale a controllo remoto

Per quanto riguarda l'allestimento di un osservatorio controllato a distanza per la ripresa di immagini digitali si possono prevedere molte varianti. In generale, si predispone, in un ambiente riparato e sufficientemente confortevole, il centro di controllo che prevede l'impiego di personal computer (spesso più di uno) e, quando possibile, un collegamento in rete. All'esterno, in una struttura appropriata, oppure stazionato di volta in volta, si colloca il telescopio, dotato di montatura a controllo numerico, e la camera CCD con il relativo sistema secondario di refrigerazione. Per un controllo soddisfacente della strumentazione, anche

L'operazione di messa a fuoco deve essere eseguita a distanza: pertanto è importante disporre di un focheggiatore elettrico che possa essere pilotato dalla postazione remota.

Quello qui sommariamente descritto rappresenta un allestimento di base, comprendente quanto è strettamente necessario per un effettivo controllo a distanza della strumentazione. L'operatore, però, deve essere in loco per attuare le fasi preliminari di allestimento e per l'inizializzazione della seduta di osservazione. Un controllo remoto completo dovrebbe prevedere diversi moduli aggiuntivi, sia per quanto riguarda gli apparati che i programmi di controllo, e presenterebbe, perciò, un grado di complessità assai più elevato. Un simile complesso non viene discusso in questo lavoro poiché presenta problematiche e costi che vanno ben oltre le normali disponibilità e competenze sia dei singoli che delle associazioni di astronomi dilettanti.



Viene qui presentata, invece, la struttura dell'osservatorio di Castelmartini (MPC 160), operante presso l'abitazione dell'autore di questo articolo, il cui primo allestimento risale alla metà del 1994. Per quanto concerne le soluzioni adottate, occorre sottolineare le discussioni e i preziosi ed insostituibili suggerimenti, nonché la faticosa collaborazione di Piero Lavorati, maestro e amico: sempre pronto a mettere a disposizione di tutti gli astrofili pistoiesi il suo patrimonio di competenze.

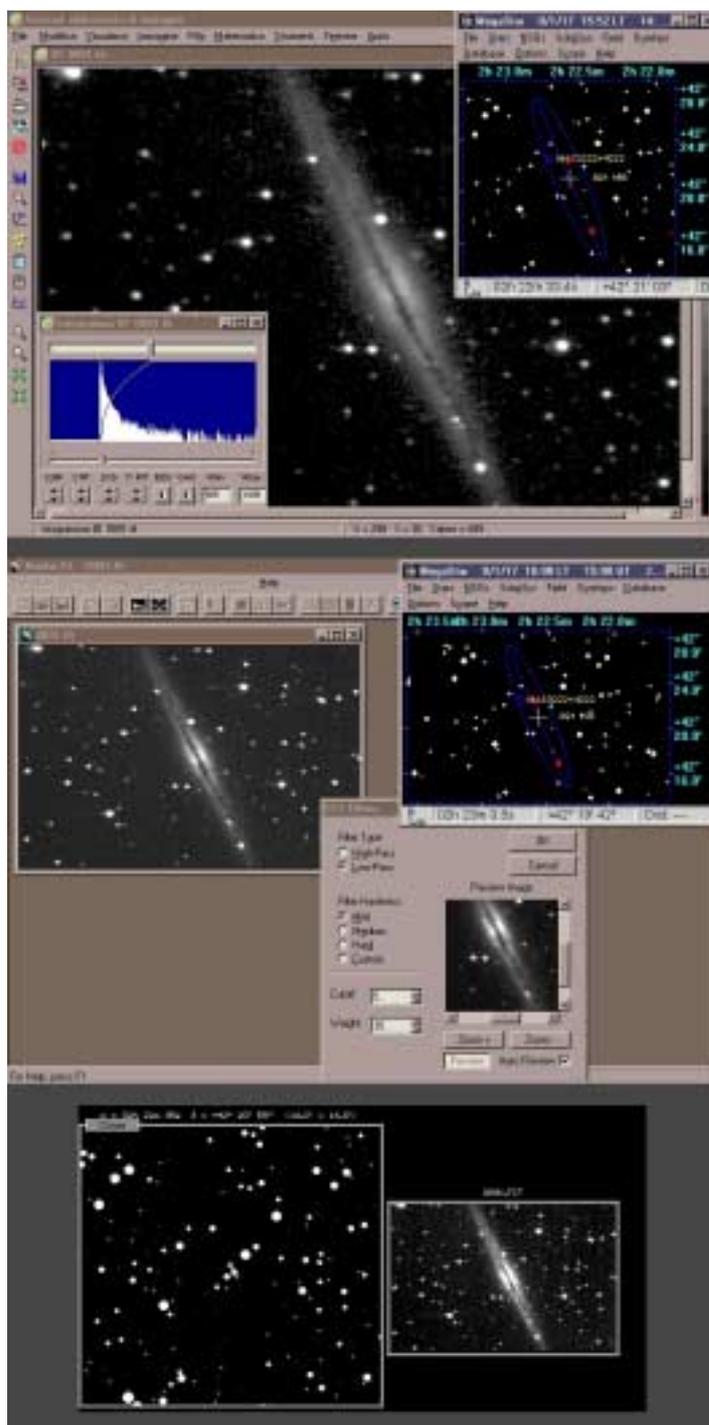


Figura 6. La galassia NGC891, in Andromeda, mostrata in diversi programmi di elaborazione di immagini astronomiche. In alto, nella schermata dell'italiano Astroart assieme al relativo campo in Megastar, al centro in Maxim-DL ed in basso in Astrometrica, un programma di analisi astrometrica e fotometrica.

I blocchi che costituiscono l'intero sistema sono rappresentati da apparati e strumenti commerciali, eventualmente modificati per migliorarne le prestazioni o adattarli alle esigenze di reciproca compatibilità e cooperazione. Inoltre, alcune delle scelte, come per esempio l'utilizzo di due personal computer collegati in rete locale, uno dedicato principalmente al puntamento del telescopio, all'elaborazione di immagini ed alla connessione ad Internet e l'altro per il controllo esclusivo della camera CCD, trovano la loro motivazione sia nella riduzione dei disturbi di origine elettromagnetica e, soprattutto, delle interferenze dovute all'accesso incontrollato delle varie applicazioni al hard-disk, durante la fase di lettura dell'immagine, sia in una maggiore comodità d'impiego.

Il sistema di controllo e di puntamento del telescopio, uno Schmidt-Cassegrain da 254mm f/6,3 su montatura alla tedesca LXD600 della Meade, fa perno sull'atlante digitale stellare MEGASTAR e sul sistema computerizzato CDS della stessa Meade. Lo strumento si trova a pochi

metri di distanza dall'ambiente dove è allestita la postazione di controllo, bene in vista per il monitoraggio di eventuali malfunzionamenti.

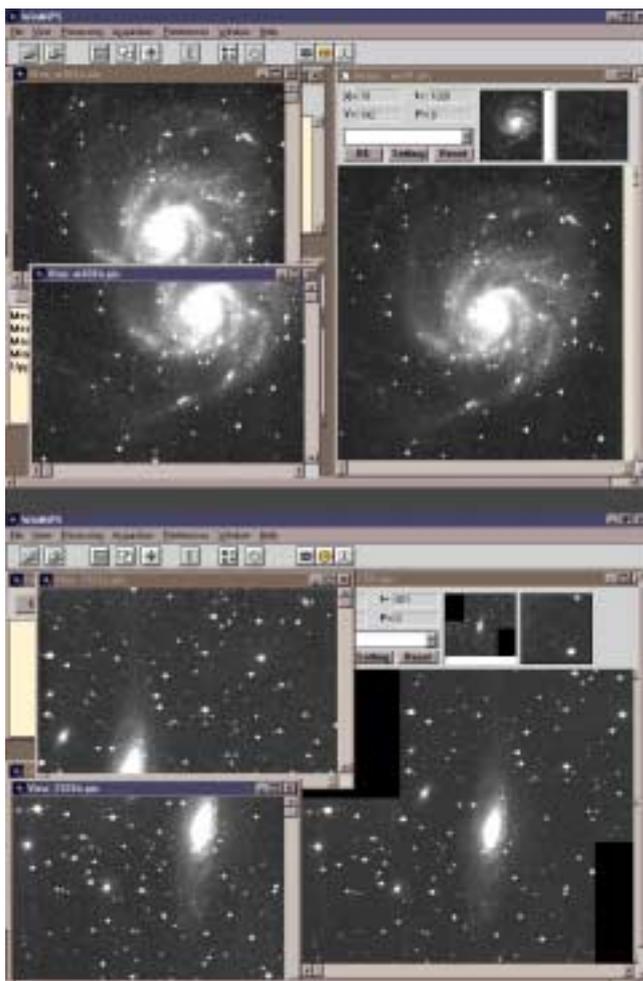


Figura 7. Due esempi di composizione a mosaico realizzati con il programma WinMiPS: quello di M101, nell'Orsa Maggiore, in alto, e di NGC7331, in Pegaso. Le tecniche digitali vengono in aiuto quando il campo di ripresa del CCD risulta insufficiente.

La camera CCD, una HiSIS 22, basata sul chip Kodak KAF-0400, viene controllata mediante il programma QMiPS32, che ne rende facilmente disponibili tutte le modalità di funzionamento, sia in fase di puntamento, messa a fuoco e centraggio del campo, che di ripresa della camera. L'uso di due computer consente il controllo ed il confronto del campo inquadrato con quello sintetizzato dall'atlante stellare sull'altro monitor.

Le procedure automatiche di acquisizione di sequenze di immagini, rese possibili da QMiPS32, consentono di elaborare, in contemporanea, sul secondo personal computer, le sequenze precedentemente acquisite e di aggiornare il database delle riprese, sia di quelle già effettuate o in corso che di quelle in programma.

Un collegamento in rete locale tra i due personal computer consente il trasferimento delle riprese dall'uno (quello che controlla

la camera CCD) all'altro. Quest'ultimo è inoltre connesso, mediante modem e linea telefonica, ad Internet per rendere agevole il reperimento di informazioni e la possibilità di verifica durante tutto il corso della seduta di osservazione.

L'elaborazione delle immagini astronomiche

Le prime operazioni sulle immagini vengono condotte immediatamente, nel corso della seduta, tra la ripresa di un oggetto e l'altra. In questa fase si effettuano le calibrazioni e la sintesi di un'unica immagine a partire dalla sequenza di riprese dello stesso campo. Si eseguono i confronti di riprese dello stesso campo, realizzate in tempi successivi, alla ricerca di pianetini o di supernove. In contemporanea, si compilano le note relative alle condizioni di ripresa e si aggiornano i database di immagini con le ultime riprese effettuate, al fine di disporre di ulteriore materiale per le successive verifiche.

In seguito, in un tempo differito, si effettuano le elaborazioni più complesse e dispendiose e si compiono, mediante l'impiego di opportuni programmi specializzati per questo tipo di analisi, le misure astrometriche e fotometriche sugli oggetti osservati nel corso della serata (supernovae, pianetini e comete) e la loro compilazione in

formato standardizzato.

Operazioni come filtraggi più o meno complessi, sintesi di mosaici, cambiamenti di scala, trasformazioni dei livelli di luminosità ed

evidenziazione di particolari o di tracciati, presenti nelle immagini, vengono, di solito, realizzate in questa seconda fase.

L'opportunità di analizzare in linea, praticamente in tempo reale, le riprese elettroniche ha contribuito grandemente a favorire la diffusione delle camere CCD e delle tecniche numeriche applicate all'astronomia: costose ed ingombranti apparecchiature, come per esempio i *blinker*, adottati in passato per l'analisi delle lastre fotografiche, sono improvvisamente divenute



Figura 8. La cometa Jager come appariva nel febbraio del 1999 in due successive riprese CCD. Le due posizioni della cometa, a circa 30' l'una dall'altra, sono rappresentate con colori diversi.

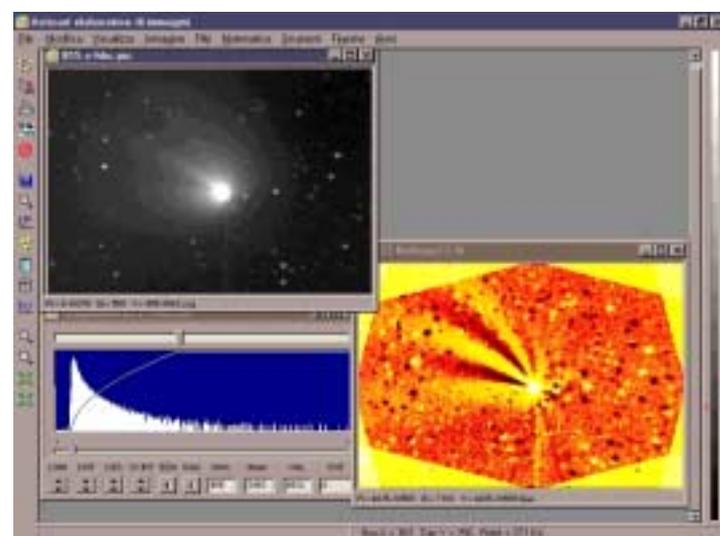


Figura 9. Un altro esempio di elaborazione con Astroart. La cometa Hale-Bopp come appariva il 1 dicembre 1996. In basso a destra l'algoritmo di Larson-Sekanina evidenzia distintamente sette getti che si dipartono dal nucleo.

obsolete, soppiantate da programmi che simulano le loro funzioni sul monitor di un elaboratore.

Nuove e sempre maggiori competenze accessorie sono pertanto richieste agli astrofili che intendono cimentarsi con profitto nella ripresa elettronica: oltre a quelle tradizionali in ottica e meccanica ed a quelle più recenti in elettronica, risultano oggi necessarie quelle in informatica e telematica e nell'elaborazione e trattamento dei segnali.

Conclusioni

Gli ampi orizzonti aperti dall'introduzione delle tecniche numeriche in astronomia richiedono quindi uno sforzo di adeguamento a tutti coloro che vorranno avventurarsi. Le soddisfazioni

ripagheranno ampiamente con risultati stupefacenti e la possibilità di condurre osservazioni astronomiche anche da siti immersi nell'inquinamento luminoso delle periferie urbane, senza l'obbligo delle lunghe ed estenuanti guide visuali, che si rendono necessarie per la ripresa fotografica di oggetti di profondo cielo, e della ricerca di luoghi appropriati, con il conseguente problema del trasporto degli strumenti e della dilatazione dei tempi. L'opportunità, poi, di controllare comodamente, da un luogo confortevole, tutta la strumentazione motiveranno sicuramente molti astrofili nell'intraprendere questo cammino.