

L'automazione dell'osservatorio di Monte Agliale

Settembre 2007: da alcune settimane sono in corso i test di verifica delle procedure per la realizzazione di sessioni osservative automatiche. Grazie all'esperienza maturata con le routine prodotte e adoperate precedentemente abbiamo creato un software (masacas.exe) che itera, in modo affidabile, il puntamento del telescopio Lotti (secondo un programma predefinito), la ripresa digitale, l'astrometria immediata dell'immagine digitale, la successiva sincronizzazione del telescopio sul punto della volta celeste effettivamente inquadrato, il salvataggio dell'immagine FIT. La procedura, sviluppata in Visual Basic, sfrutta particolari funzioni disponibili nelle librerie CCDSoft.tlb e SKY.tlb fornite da Software Bisque insieme ai programmi CCDSoft e TheSky6, da noi utilizzati per la gestione degli strumenti.

Sebbene non sia troppo complicato realizzare routines che automatizzino una serie di compiti piuttosto elementari - quali il puntamento di un telescopio, la ripresa dell'immagine ed il successivo salvataggio - ben diverso è riuscire a movimentare uno strumento con un campo inquadrato di una decina di primi in modo affidabile e per centinaia di volte in una notte, senza interventi correttivi da parte di operatori e non disponendo di montature di estrema precisione. L'espedito che ci ha permesso di superare le difficoltà di un puntamento imperfetto è costituito dalla possibilità di effettuare automaticamente l'astrometria, su ogni immagine realizzata: attraverso la funzione di Image Link, applicata all'immagine acquisita dalla camera CCD e al database stellare gestito dal software planetario, si ottiene, per ogni immagine ripresa, la soluzione astrometrica con una precisione < arcsec (adoperando, ad esempio, il G.S.C. come catalogo stellare di riferimento). Si guadagna un'informazione assolutamente precisa sulla posizione assunta effettivamente dal telescopio, oltre ad ulteriori dati inerenti la rotazione del campo, rispetto al reticolo delle coordinate equatoriali. Questi parametri vengono memorizzati in opportune chiavi, nell'header del file FIT. Con la funzione SYNC del protocollo LX200, supportata dal nostro sistema di puntamento elettronico FS2, la posizione del telescopio viene automaticamente risincronizzata con l'informazione acquisita sopra. Il successivo puntamento sarà dunque immune da errori accumulati nei precedenti movimenti. Il software può anche apportare correzioni, nel caso che un puntamento venga effettuato con un errore superiore ad un valore scelto arbitrariamente. Il software è cioè in grado di autocorreggere un puntamento errato! Infine, nel caso in cui dall'astrometria non risultino presenti stelle nell'immagine ripresa, può significare una sola cosa: il cielo sta annuvolandosi.

Per indagare l'affidabilità del sistema ci siamo orientati su un programma di ricerca di Supernovae (SN), mirando quindi a massimizzare il numero di campi fotografati nel periodo osservativo disponibile. Scegliendo un tempo di esposizione pari a 60 secondi (che con i nostri strumenti consente di scendere fino a $V \sim 20$) e tenendo conto dei lunghi tempi di digitalizzazione e scaricamento del nostro CCD SBIG ST6 (circa 50 secondi) otteniamo, in media, una immagine ogni 2 minuti. Un tipico esempio di file log (descrittivo di tutto ciò che avviene) è mostrato qui. La sessione è iniziata alle ore 22.34 (del 13 settembre) ed è terminata alle ore 02.21 (del 14 settembre). Il file target.txt, che viene predisposto opportunamente e fornito come parametro di ingresso al programma masacas.exe, contiene la lista dei "bersagli": ogni record riporta un numero indicativo del campo inquadrato, il nome del soggetto principale, le coordinate equatoriali, il tempo di esposizione da adoperare nella ripresa CCD, la precisione da assicurare nel puntamento del telescopio (in primi di arco), il numero di riprese digitali da effettuare. I campi successivi sono, per il momento, inutilizzati. I record caratterizzati dalla sigla PGCXXXXX individuano posizioni celesti contenenti galassie; quelle con la sigla snXXX corrispondono a galassie in cui, alla data del 13/9/2007, risultavano presenti SN recentemente scoperte (fonte <http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/RecentSupernovae.html>). Quelli del tipo mpXXX si riferiscono a punti dove, al momento dell'osservazione, "transitavano" asteroidi. I numeri XXX indicano la magnitudine (formato XX.X) prevista per ogni oggetto.

Come risulta dall'analisi del file log, la sequenza delle operazioni di puntamento, esposizione, salvataggio del file FIT avviene in maniera ininterrotta per circa 1 ora. Alle 23.36.52 il sistema "si è accorto" di aver puntato con una precisione inadeguata il campo sn194_bis; ha quindi avviato "ripuntado" il medesimo oggetto. Una situazione analoga si è ripresentata, poco dopo, con l'oggetto PGC62575. In 5 occasioni il sistema ha evitato di puntare gli oggetti programmati, in quanto avevano assunto una posizione (in termini di angolo orario) non soddisfacente i limiti imposti inizialmente. Soltanto in 2 casi la procedura relativa all'astrometria automatica ha dato risultati inaccettabili, impedendo, quindi, la "risincronizzazione" del telescopio. Il sistema è riuscito comunque a concludere la sessione, senza bisogno di interventi.

Durante ogni "run" di masacas.exe viene aggiornato un ulteriore file testo che riporta, per ogni immagine salvata, i diversi parametri caratterizzanti il file FIT, quali: le coordinate del centro del campo fotografato (con precisione astrometrica!), la massa d'aria (secZ) il tempo siderale ed il giorno giuliano del momento dell'esposizione, la durata della ripresa digitale, la temperatura della camera CCD, la rotazione del campo inquadrato rispetto al reticolo equatoriale, eventuali filtri adoperati e note.

Il completamento dell'automazione è stato realizzato avvalendosi di dispositivi per la movimentazione del tetto scorrevole dell'osservatorio, per il monitoraggio delle condizioni ambientali e per il controllo dell'alimentatore del CCD e dell'FS2. Un cellulare installato in osservatorio permette il videocontrollo dell'edificio rispondendo ed effettuando chiamate automatiche.

Alcuni dei dispositivi adoperati per la gestione automatica dell'osservatorio: un sensore di pioggia, sensori di rilevamento presenze, un termometro/igrometro connesso direttamente al PC su porta seriale e il motore per l'apertura del tetto scorrevole (anch'esso controllabile via PC).

È stato fondamentale l'acquisto della scheda IOADR8x, prodotta da National Control Devices. Si tratta di un dispositivo ibrido, dotato di 8 S.P.D.T. Relays e 3 porte I/O analogiche e digitali, facilmente programmabile in Visual Basic. Una ulteriore scheda d'interfaccia autocostruita con altrettanti relays e disaccoppiatori ottici 4N25 permette il collegamento con i dispositivi esterni. Un software da noi elaborato (skydaemon.exe) sovrintende alla gestione dell'osservatorio, permettendo la totale automazione. Gli eventi che si susseguono durante una sessione totalmente automatica sono:

controllo posizione dei fine corsa movimento tetto, apertura tetto, controllo posizione fine corsa movimento tetto, accensione dell'alimentatore, raffreddamento della camera CCD, sincronizzazione iniziale del telescopio, verifica della posizione iniziale dai dati di astrometria sulla prima immagine, inizio della sessione osservativa secondo il programma predefinito (contenuto nel file target.txt). Durante l'attività osservativa, skydaemon.exe compie, periodicamente, diverse verifiche: monitora i sensori di rilevamento presenze all'esterno dell'osservatorio, il sensore di pioggia, controlla il limite orario imposto inizialmente, controlla la presenza dell'energia di rete (in assenza di energia elettrica un UPS assicura l'alimentazione dei dispositivi per un tempo adeguato a completare lo shutdown) controlla eventuali allarmi dovuti a cielo nuvoloso o presenza di condizioni meteorologiche non ideali (valori inadeguati di temperatura/umidità). Al termine della sessione osservativa, che può avvenire sia per un allarme scaturito da uno degli eventi monitorati da skydaemon.exe, sia per l'intervento di un operatore, vengono eseguite le procedure inverse: il telescopio si sposta in posizione di parcheggio (verificata da sensori opportuni), vengono disattivati i link con la camera CCD ed il sistema di puntamento FS2, viene interrotta l'alimentazione della camera CCD e dell'FS2: in questo modo il telescopio si ferma e viene memorizzato l'angolo orario e la declinazione assunta dallo strumento. Ciò permette il riavvio automatico, la notte successiva. Il tetto scorrevole dell'osservatorio viene finalmente chiuso.

Il sistema è stato concepito per favorire osservazioni automatiche; finora ci siamo occupati della sua messa a punto procedendo esclusivamente in presenza di personale. Una volta consolidate le procedure ipotizziamo di poter avviare il programma anche in remoto, via rete. Il collegamento internet permetterà una gestione semiautomatica, oltre a velocizzare lo scambio dei dati con i vari utenti. Le osservazioni potranno comunque procedere anche automaticamente per tutta la notte, realizzando immagini con gli scopi più diversi. In questo senso, auspichiamo di poterci dotare dei necessari dispositivi per effettuare anche osservazioni di carattere fotometrico. Il dispositivo IOADR810 (destra) e la scheda d'interfaccia autocostruita (sinistra) hanno permesso il cablaggio dei diversi apparati installati in osservatorio.

Parallelamente agli interventi sopra descritti ci siamo occupati di sviluppare strumenti per l'analisi delle numerose immagini ottenute e, per il momento, finalizzate alla ricerca di Supernovae. Chi si dedica a questa attività sa che c'è bisogno di immagini di confronto; abbiamo così deciso di adoperare i servizi messi a disposizione in rete, per il loro reperimento. Anche questa procedura è stata automatizzata, grazie all'uso dell'applicativo upload.exe: una volta terminata la sessione osservativa, il programma (upload.exe) si collega al sito opportuno per interrogare il database. Per ogni immagine realizzata vengono compilati i campi necessari alla formulazione della query e viene effettuato lo scaricamento del file (FIT) che costituirà l'immagine di confronto. Sfruttando i parametri ricavati dall'astrometria, effettuata nella fase osservativa, il programma scarica un'immagine perfettamente sovrapponibile a quella realizzata dal nostro telescopio (in termini di centro del campo inquadrato, estensione del campo e rotazione del campo). Al termine della procedura intera directory, contenente le immagini realizzate dal nostro telescopio e i confronti scaricati via internet, viene caricata su un opportuno server, per permetterne la condivisione in rete. Una mail automatica avvisa i membri del gruppo della presenza di nuove immagini da analizzare.

Lo scaricamento dei file per la successiva analisi può essere realizzato comodamente da casa e in ogni momento, adoperando un altro programma dedicato allo scopo (download.exe). L'analisi viene attualmente realizzata con semplici operazioni di "blink": la procedura è assolutamente agevole proprio per la quasi perfetta sovrapponibilità dell'immagine realizzata dal nostro telescopio con quella di confronto, scaricata dagli archivi on line (vedi sotto).

L'immagine in alto a sinistra (campo sn181 del file target.txt) ritrae la galassia UGC2858 con la SN 2007hv scoperta da Sehgal, Gagliano, Puckett. La presenza della SN è evidente (nonostante il mosso che caratterizza questa ripresa) se si osserva l'immagine di confronto a fianco, scaricata dal sito STScI mediante il programma upload.exe. La quasi perfetta sovrapponibilità permette di realizzare il "blink" delle due foto, senza alcun ulteriore intervento. Le stesse considerazioni si applicano alle immagini in basso, che mostrano (a sinistra) la nostra ripresa dell'asteroide N. 67770 di magnitudine 18.7 (campo mp187 nel file target.txt) e l'immagine di confronto scaricata dal sito STScI (destra).

L'intero pacchetto di programmi (masacas.exe + upload.exe +downlaod.exe), inizialmente concepito per la strumentazione dell'osservatorio astronomico di Monte Agliale, è stato adattato e rielaborato per essere esportato su altri sistemi, costituiti da un telescopio + camera CCD. Attualmente è stato adoperato con successo su due strumenti da 30 cm di apertura e su un Newton da 40 cm. I CCD impiegati sono: SBIG ST9, ST2000, ST8. Per il corretto funzionamento dei programmi è essenziale che le camere possano essere gestite da CCDSoft mentre il sistema di puntamento del telescopio deve supportare i comandi del protocollo LX200, in particolare le funzioni GOTO e SYNC. La sperimentata portabilità dei software illustrati ci fa ben sperare per una loro possibile diffusione verso chiunque si mostrerà interessato ad attività di collaborazione nell'ambito dell'osservazione astronomica automatica. I programmi di automazione che sono stati adattati per essere esportati su sistemi esterni.