

CONFERMA DI UNA APPARENTE SUPERNOVA NELLA GALASSIA NGC6946

G. Iafrate
INAF - Astronomical Observatory of Trieste

Luglio 2008

1 Introduzione

Molto tempo fa, in una galassia molto lontana, è esplosa una stella. Questa stella è esplosa così violentemente che per alcune settimane è apparsa più luminosa della sua galassia ospite. Questo tipo di esplosione è chiamata supernova e rende la stella visibile anche a distanze molto elevate.

Per essere visibile a occhio nudo, una supernova deve esplodere nella nostra galassia: le ultime sono state quelle del 1572 e 1604, osservate rispettivamente da Tycho Brahe e Keplero.

Attualmente gli astronomi scoprono circa 200 supernovae all'anno, e finora ne sono state registrate più di 5000.

Nel campo della ricerca di supernovae extragalattiche gli astrofili possono dare un sostanziale contributo ai progetti professionali. Gli astrofili di tutto il mondo riprendono ogni notte migliaia di immagini delle galassie più luminose, nell'intento individuare una supernova: confrontano le nuove immagini con altre di archivio cercando nuove stelle.

Questo è un esempio di come un astrofilo impegnato in un programma di ricerca di supernove può trarre vantaggio nell'utilizzo di Aladin, o altri software che hanno accesso ai dati del VO, per verificare la presenza di una apparente supernova e ricavare alcune sue proprietà. Possiamo scaricare l'immagine `ngc6946.fit` (fig. 1) con l'apparente supernova da <http://cds.u-strasbg.fr/twikiAIDA/pub/EuroVOAIDA/WP5WorkProgrammeUsecases/ngc6946.fit> e seguire que-

sto tutorial per verificare se si tratta veramente di una nuova stella.

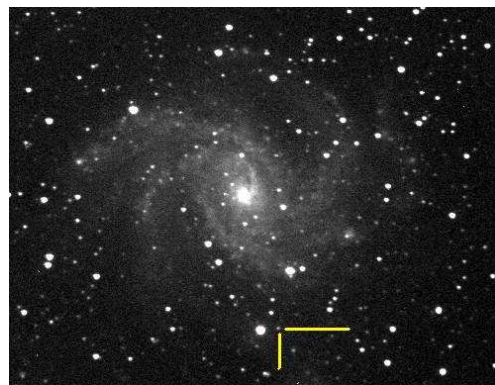


Figura 1: Immagine della galassia `ngc6946` con l'apparente supernova (indicata dalle due linee gialle).

2 Supernovae

Le supernovae sono le stelle con la maggiore variazione di luminosità. In pochi giorni la loro luminosità può aumentare di 20 magnitudini, cioè possono diventare un fattore 100 milioni più luminose. Dopo il massimo, c'è un lento declino che dura diversi mesi.

Le supernovae sono esplosioni di stelle. Nell'esplosione viene espulso un guscio di gas, in espansione con una velocità di circa 10.000 km/s. Il guscio di gas in espansione rimane visibile per migliaia di anni

(per esempio il resto di supernova della nebulosa del granchio - M1, esplosa nel 1054). Nella Via Lattea sono state scoperte alcune decine di questi resti di supernova. Il resto della stella originale può essere una stella di neutroni o un buco nero.

Le supernovae sono state classificate nel 1941 quando Rudolph Minkowski si è accorto che esistevano almeno due tipi, quelle che mostrano l'idrogeno (H) nei loro spettri (*Tipo II*), e quelle che non lo mostrano (*Tipo I*). A metà degli anni '80, con l'aumento delle scoperte di supernovae e della qualità dei dati, le supernovae di Tipo I sono state ulteriormente suddivise in base alla presenza del silicio (*Tipo Ia*), dell'elio (*Tipo Ib*) o nessuno dei due (*Tipo Ic*) nei loro spettri. È stato anche scoperto che mentre le supernovae di Tipo Ia possono trovarsi in qualsiasi tipo di galassia, le Tipo Ib e Ic esplodono principalmente in popolazioni di stelle massicce, come avviene per le supernovae di Tipo II.

Ora sappiamo che le supernovae Tipo II, Ib e Ic risultano dal collasso di stelle massicce, mentre le Tipo Ia si originano dall'esplosione termonucleare delle nane bianche.

Le supernovae sono interessanti per caratterizzare l'evoluzione stellare, ma permettono anche di determinare con precisione le distanze cosmiche. Infatti un dato tipo di supernova ha una luminosità standard, quindi le supernovae possono essere utilizzate come indicatori di distanza.

3 Aladin

Aladin è un atlante stellare interattivo sviluppato e mantenuto dal Centre de Données astronomiques di Strasbourg (CDS) per l'identificazione delle sorgenti astronomiche tramite l'analisi visuale di immagini di riferimento.

Aladin usufruisce dei database e dei servizi del CDS (database SIMBAD, cataloghi VizieR, ecc.), ed è progettato per essere utilizzato dagli astronomi professionisti, dagli astrofili, dagli studenti e dal pubblico generale.

Aladin permette all'utente di visualizzare immagini astronomiche digitalizzate di qualsiasi parte del cielo, di associare i dati delle tabelle e dei catalo-

ghi astronomici del CDS e di accedere in modo interattivo alle informazioni e ai dati correlati da SIMBAD, NED, VizieR e altri archivi, per tutti gli oggetti conosciuti presenti in campo.

Per poter utilizzare un'immagine astronomica presente sul nostro pc dobbiamo scaricare la versione "standalone" di Aladin. È un'applicazione Java disponibile per il download all'url <http://aladin.u-strasbg.fr/>.

4 Caricare l'immagine locale

Abbiamo un'immagine della galassia ngc6946 ripresa dal programma Col Druscìe Remote Observatory Supernovae Search (CROSS). Il nostro intento è di verificare se in questa immagine è presente una nuova supernova, specialmente nella galassia ngc6946.

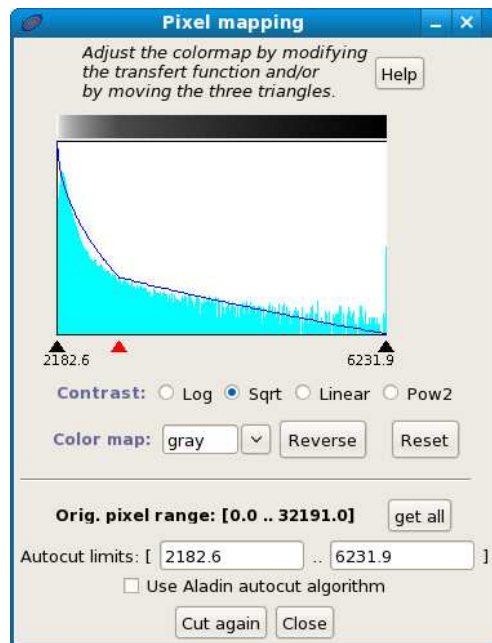


Figura 2: La finestra di mappatura dei pixel.

Scaricare l'immagine sul proprio pc e avviare Aladin. Caricare l'immagine in Aladin dal menu

File --> Apri file locale.

Ora abbiamo la nostra immagine caricata in Aladin, modificare la distribuzione dei pixel per una visualizzazione migliore. Aprire la finestra di *mappatura dei pixel* (pulsante “**pixel**” alla destra dell’immagine) e selezionare “**sqrt**” (fig. 2).

Con i pulsanti “**zoom**” e “**muovi**” possiamo ingrandire l’immagine e spostarla se le sue dimensioni sono maggiori della finestra di Aladin.

5 Calibrazione astrometrica

La nostra immagine non ha nessuna calibrazione astrometrica, quindi non abbiamo nessuna informazione sulla posizione delle sorgenti (stelle, galassie, ecc.). Per calibrarla dobbiamo innanzi tutto caricare un’immagine calibrata e un catalogo.

Aprire il pannello di selezione del server:

```
File --> Carica immagine astronomica
--> Server delle immagini di Aladin.
```

Nel campo “oggetto” scrivere “ngc6946”, cliccare “**inoltra**”. Selezionare l’immagine “POSS II F (Optical R)” e cliccare “**inoltra**”.

Nel pannello di selezione del server (fig. 3) selezionare “**Surveys**” (nella colonna di destra) e cliccare “**inoltra**”. Scegliamo il catalogo “2MASS Point Sources” perché fornisce sorgenti visibili nell’ottico. Selezionare “**2MASS**” e cliccare “**inoltra**”.

Abbiamo caricato la nostra immagine, un’immagine calibrata (POSS II F) e un catalogo (2MASS). Ora dobbiamo calibrare la nostra immagine prendendo come riferimento le sorgenti corrispondenti nell’immagine POSS.

Cliccare con il destro sul piano della nostra immagine (ngc6946.fit) e selezionare “**proprietà**”. Cliccare “**nuovo**” nella selezione del metodo di calibrazione. Passare sulla scheda “per stelle corrispondenti”. Nelle celle della colonna di sinistra inserire le coordinate (x,y) di tre o quattro stelle della nostra immagine (selezionare la cella e cliccare sulla stella). Visualizzare l’immagine POSS II (cliccare sul piano corrispondente). Nelle celle della colonna di destra inserire le coordinate (RA, Dec) delle tre o quattro stelle corrispondenti dell’immagine POSS II

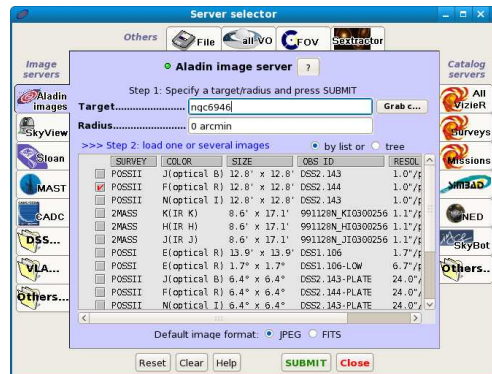


Figura 3: Il pannello di selezione delle immagini e dei cataloghi di Aladin.

(selezionare la cella e cliccare sulla stella). Cliccare “**CREA**” (fig. 4).

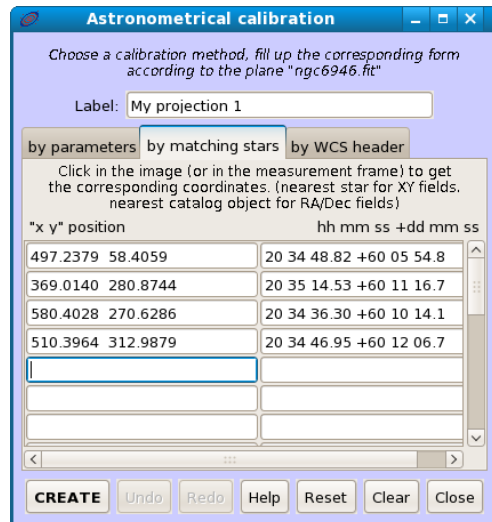


Figura 4: Finestra delle stelle corrispondenti con le coordinate di quattro stelle della nostra immagine e le stesse stelle nell’immagine POSS calibrata.

Ora la nostra immagine è calibrata, possiamo effettuare il confronto con quella del POSS.

6 Paragone con le immagini del POSS

Per verificare se nella nostra immagine è presente una supernova (cioè una nuova stella) dobbiamo fare il confronto con un'immagine di archivio, ripresa precedentemente. Le immagini di archivio più utili disponibili in rete sono quelle del POSS II. POSS è l'acronimo di Palomar Observatory Sky Survey: si tratta di una collezione di immagini digitalizzate di tutto il cielo.

Iniziamo con il confronto con l'immagine POSS red caricata in precedenza. Selezionare il piano ngc6946.fit. Portare il cursore del mouse sul piano POSS II e modificare il livello di trasparenza (cliccare nella parte in basso a sinistra dell'icona del piano e trascinare il cursorino verso destra - fig. 5) per vedere le due immagini sovrimposte. Notare che nell'immagine POSS II la supernova non è visibile.



Figura 5: Il cursore per modificare la trasparenza dell'immagine.

Il confronto tra le due immagini può essere effettuato anche creando un'animazione (blink). Premere il pulsante **“assoc”** e selezionare ngc6946.fit nella prima riga (1) e l'immagine POSS II nella seconda (2). Cliccare **“CREA”** e osservare l'animazione. Nell'angolo in alto a destra della finestra ci sono i comandi (play, pausa, immagine precedente, immagine successiva, etc.). Se necessario modificare la distribuzione dei pixel delle due immagini tramite il pulsante **“pixel”**.

Suggerimento per eguagliare la distribuzione dei pixel delle due immagini: posizionarsi sull'apparente

supernova leggere l'intensità nel campo **“pixel”** (in alto a destra nella finestra di Aladin). Aprire la finestra di distribuzione dei pixel per l'immagine ngc6946.fit e inserire come valore massimo dell'istogramma un valore leggermente maggiore di quello del campo **“pixel”**, per esempio **“2500”**. Tagliare il valore minimo dell'istogramma spostando l'indicatore di sinistra del grafico, fino a eliminare la maggior parte del rumore di fondo. Selezionare **“Pow2”** e cliccare **“Taglia di nuovo”**.

Abbiamo verificato che l'apparente supernova non è presente nell'immagine POSS II red, che è stata ripresa nel visibile. Per essere sicuri che l'apparente supernova sia realmente una supernova dobbiamo verificare anche che essa non appaia nemmeno in altre lunghezze d'onda. Controlleremo le immagini POSS II ir e blue, poichè sono le lunghezze d'onda confinanti con il visibile. Aprire la finestra di selezione del server e selezionare POSS II J (optical B) e POSS II N (optical I). Le due nuove immagini POSS sono ora caricare nella catasta di piani di Aladin, Ripetere la procedura precedente per confrontare al nostra immagine con esse. Notare che l'apparente supernova non compare neanche in queste immagini, quindi possiamo essere sufficientemente sicuri che si tratta di una nuova supernova!

7 Calcolare le coordinate e la distanza dal nucleo

Abbiamo verificato che la nuova sorgente è veramente una supernova. Per comunicare la scoperta alla comunità astronomica internazionale dobbiamo ricavare con precisione la posizione della stella (le sue coordinate equatoriali) e la sua distanza dal nucleo della galassia.

In Aladin il calcolo della posizione è molto semplice: portare il cursore sulla stella e cliccare su di essa. Nel campo **“comando”** abbiamo le coordinate della supernova: 20:34:45.45, +60:05:56.5.

La distanza dal nucleo di ngc6946 può essere calcolata direttamente dalle coordinate oppure tracciando un vettore di distanza. Premere il pulsante **“dist”** e tracciare con il mouse un vettore tra la supernova

e il nucleo della galassia ospite. Nella parte inferiore della finestra (fig 6) abbiamo le seguenti informazioni:

Dist = 3.33' (RA=53.778"/7.2s. DE=3.2')
PA = 195.7 deg,

cioè la distanza tra i due oggetti (3.33') e la proiezione lungo le componenti in RA e Dec (53.778, 3.2').

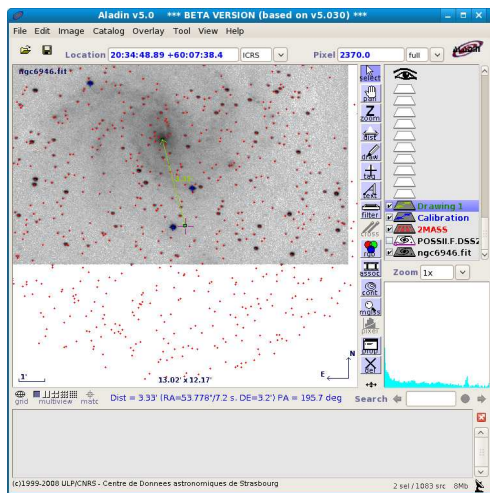


Figura 6: Il vettore di distanza tra la supernova e la galassia.

8 Altre supernovae nella stessa galassia

Alcune galassie, come ngc6946, hanno una maggiore probabilità di ospitare l'esplosione di una supernova. Vogliamo visualizzare tutte le altre supernovae esplose in essa: per fare questo dobbiamo applicare un filtro al database SIMBAD.

Nella finestra di selezione del server selezionate il database SIMBAD, nel campo "Visualizza filtro" selezionare "**-nessun filtro-**" (fig. 7). Poi cliccare "**inoltre**".

In Aladin selezionare il nuovo piano SIMBAD appena caricato e cliccare il pulsante "**filtro**". Passare alla modalità avanzata, nel campo "propria definizione del filtro" scrivere la seguente stringa:

```
$(src.class)='SN' {draw red squares}
```

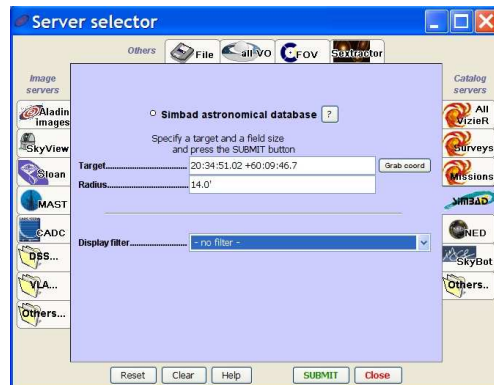


Figura 7: Il database SIMBAD nella finestra di selezione del server.

e cliccare "**applica**". Tutte le 9 supernovae esplose in questa galassia sono visualizzate nel piano del filtro con quadrati rossi. (fig. 8).

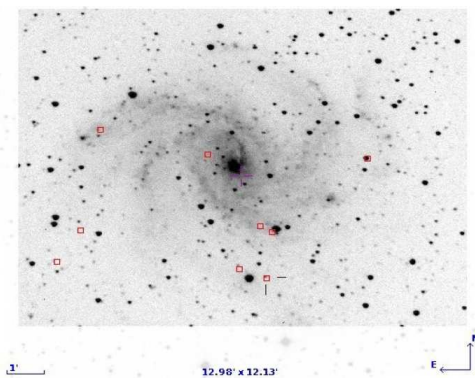


Figura 8: Tutte le supernovae (quadrati rossi) esplose nella galassia ngc6946.

Se selezioniamo una supernova le sue informazioni appaiono nella finestra dei dati. Se clicchiamo sul nome si apre una finestra nel browser web con la pagina SIMBAD della supernova (con informazioni, referenze, ecc.).

9 Salvare il lavoro

In Aladin ci sono molte possibilità per salvare il lavoro, possiamo salvare o stampare la visualizzazione

corrente, esportare ciascun piano, salvare l'immagine originale con la calibrazione astrometrica, ecc. L'opzione più utile è il *backup della catasta*, che ci permette di continuare il lavoro offline o in un secondo momento. Andare sul menu

File --> Backup della catasta

e scegliere un nome per il file di Aladin. L'estensione del file è .aj, che è un formato proprietario di Aladin. Nel file .aj sono salvati tutti i piani con tutti i loro oggetti (immagini, cataloghi, calibrazioni, etc). Per caricare il file .aj in una nuova successiva sessione di Aladin andare sul menu

File --> Carica file locale

e selezionarlo.