

# CONFERMA DI UNA SUPERNOVA NELLA GALASSIA NGC6946

G. Iafrate e M. Ramella  
INAF - Osservatorio Astronomico di Trieste

Luglio 2009

## 1 Introduzione

Quando una stella esaurisce il combustibile nucleare la sua vita di stella normale termina con una esplosione catastrofica. L'esplosione è così violenta che la stella diventa più luminosa della sua galassia. Questo tipo di oggetto così luminoso è chiamato supernova ed è osservabile anche a distanze molto elevate.

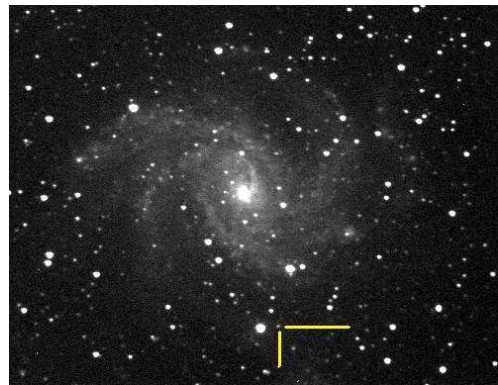
Riusciamo a vedere una supernova a occhio nudo solo se esplose nella nostra galassia: per esempio quelle del 1572 e 1604, osservate rispettivamente da Tycho Brahe e Keplero.

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 di individuare una supernova: confrontano le nuove immagini con altre di archivio cercando nuove stelle.

In questo esempio illustriamo come un astrofilo può trarre vantaggio nell'utilizzo di Aladin. Iniziamo da un'immagine della galassia ngc6946 ripresa dall'osservatorio del Col Drusicè il 7 febbraio 2008. Possiamo scaricare l'immagine ngc6946.fit con l'apparente supernova (fig. 1), 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

Prima di iniziare a utilizzare Aladin e le osservazioni, facciamo una breve introduzione sulle supernovae.

Le supernovae sono gli oggetti stellari con la maggiore variazione di luminosità. In pochi giorni la loro luminosità può aumentare di 20 magnitudini, le supernovae possono cioè 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. Quando una stella esaurisce il suo combustibile nucleare inizia a contrarsi e la sua temperatura aumenta. A questo punto il futuro della stella dipende dalla sua massa. Se il nucleo è sufficientemente massiccio la stella può diventare instabile ed esplodere come supernova, altrimenti può diventare un buco nero, una stella di neutroni o una nana bianca.

Nell'esplosione può rimanere visibile per migliaia di anni un guscio di gas in espansione con una velocità di circa 10.000 km/s (per esempio, osserviamo ancora il resto di supernova della nebulosa del granchio - M1, esplosa nel 1054). Nella nostra galassia (la Via Lattea) possiamo osservare alcune decine di questi resti di supernova.

Nel 1941 Rudolph Minkowski è stato il primo ad accorgersi che esistono almeno due tipi diversi di supernovae: 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 parte di qualsiasi tipo di galassia, le Tipo Ib e Ic esplodono principalmente nei nuclei delle galassie a spirale.

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, una delle possibili fini dell'evoluzione stellare.

Le supernovae Tipo Ia sono particolarmente interessanti poiché al massimo dell'emissione hanno tutte la stessa luminosità, quindi possono essere utilizzate come indicatori di distanza: le supernovae permettono di determinare con precisione le distanze cosmiche, fino a distanze molto elevate.

### 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 cataloghi astronomici del CDS e di accedere in modo interattivo alle informazioni e ai dati correlati da SIMBAD, NED, VizieR e altri archivi.

In questo esempio utilizziamo la versione "standalone" di Aladin poiché è l'unica versione che ci permette di caricare un'immagine astronomica locale. Aladin è un'applicazione Java disponibile per il download all'url <http://aladin.u-strasbg.fr/>.

### 4 Caricare l'immagine locale

Il nostro intento è di verificare se nell'immagine della galassia ngc6946 ripresa dal programma CROSS (Col Drusciè Remote Observatory Supernovae Search) è presente una nuova supernova.

Il primo passo consiste nel procurarsi l'immagine di ngc6946. Scaricare l'immagine sul proprio pc e avviare Aladin. Caricare l'immagine in Aladin dal menu

**File --> Apri file locale.**

La visualizzazione di ngc946 non è molto chiara, per migliorarla modificare la distribuzione dei pixel. Aprire la finestra di *mappatura dei pixel* (pulsante "pixel" alla destra dell'immagine)



(fig. 2)

e selezionare "sqrt".

Notare che possiamo sempre utilizzare i pulsanti "zoom" e "muovi" per ingrandire l'immagine e spostarla, in particolare se le sue dimensioni sono maggiori della finestra di Aladin.

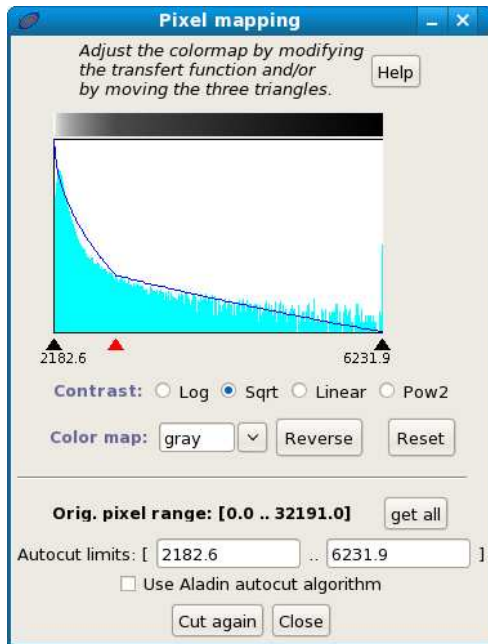


Figura 2: La finestra di mappatura dei pixel.



## 5 Calibrazione astrometrica

La nostra immagine non ha nessuna calibrazione astrometrica, questo significa che nell'immagine di ngc6946 non ci sono informazioni sulle coordinate. Per impostare il sistema delle coordinate paragoniamo la nostra immagine con un'immagine calibrata e identificare alcuni oggetti (poche stelle) in entrambe le immagini.

Fissiamo il sistema di coordinate della nostra immagine facendo corrispondere le coordinate delle stelle nell'immagine calibrata con le coordinate delle stesse stelle nell'immagine ngc6946.fit.

Innanzitutto dobbiamo caricare un'immagine calibrata. Aprire il pannello di selezione del server:

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

Nel campo "oggetto" scrivere "ngc6946".



NOTA: In questo tutorial il simbolo del mouse indica che dobbiamo cliccare il pulsante indicato.

Selezionare l'immagine "POSS II F (Optical R)".



POSS è l'acronimo di Palomar Observatory Sky Survey: si tratta di una collezione di immagini digitalizzate di tutto il cielo, riprese dall'osservatorio di Monte Palomar. Tutte le immagini POSS sono calibrate.

Poi un catalogo: scegliamo il catalogo "2MASS Point Sources" che contiene i dati delle stelle più importanti visibili nella nostra immagine.

Nel pannello di selezione del server (fig. 3) (nella colonna di destra)



Selezionare "2MASS".

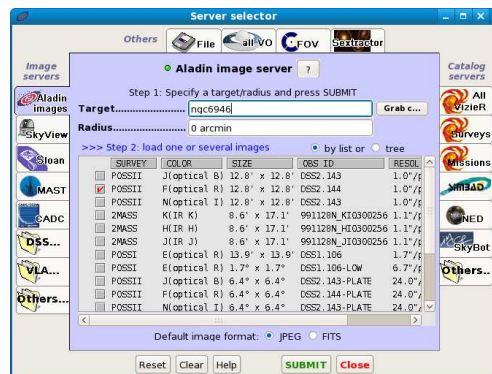
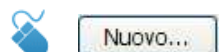


Figura 3: Il pannello di selezione delle immagini e dei cataloghi di Aladin.

Ora possiamo calibrare la nostra immagine. Cliccare con il destro sul piano di ngc6946.fit e selezionare "proprietà".

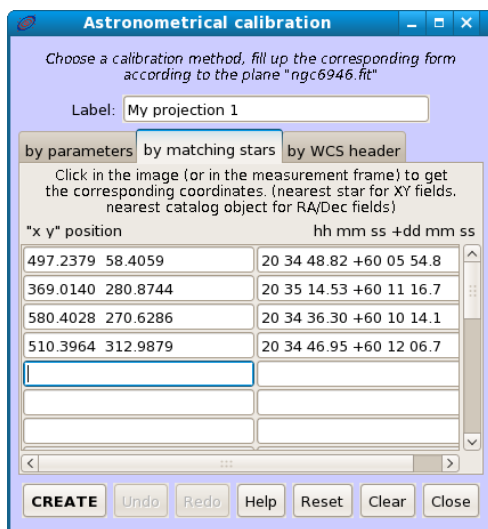
Nella selezione del metodo di calibrazione



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 (selezionare la cella e cliccare sulla stella).



(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.

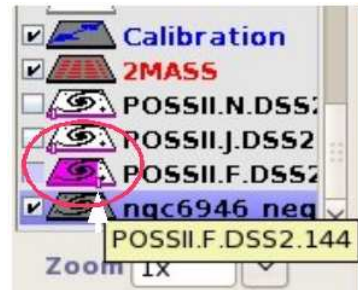
Ora la nostra immagine è calibrata, nella prossima sezione la confrontiamo con quella del POSS.

## 6 Confronto con le immagini del POSS

Se nella nostra immagine c’è una supernova, quest’ultima appare come una nuova stella, quindi dobbiamo confrontare l’immagine di ngc6946 con un’immagine della stessa galassia ripresa precedentemente. Le immagini di archivio più utili disponibili in rete sono quelle del POSS II.

Poichè il progenitore della apparente supernova era molto debole prima dell’esplosione, la nuova stella dovrebbe apparire in ngc6946.fit ma non nell’immagine POSS della stessa regione di cielo. Le immagini POSS II sono infatti state riprese negli anni ’80.

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. È evidente che l’apparente supernova non compare nell’immagine POSS II.



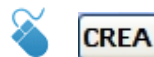
**Figura 5:** Il cursore per modificare la trasparenza dell’immagine.

### PROCEDURA ALTERNATIVA

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).



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**”. Posizionarsi sull'apparente supernova e 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**”. Infine 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**”.



Taglia di nuovo

Per essere sicuri che l'apparente supernova sia realmente una supernova dobbiamo verificare anche che essa non appaia nemmeno in immagini riprese in altre lunghezze d'onda. Controlleremo le immagini POSS II ir e blue. 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 caricate nella catasta di piani di Aladin, ripetere la procedura precedente per confrontare la 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

Siamo sufficientemente sicuri che la nuova sorgente sia veramente una supernova. Per informare la comunità astronomica internazionale, che farà le dovute verifiche prima di comunicare la scoperta, dobbiamo ricavare con precisione la posizione della supernova (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**” nella finestra di Aladin



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').

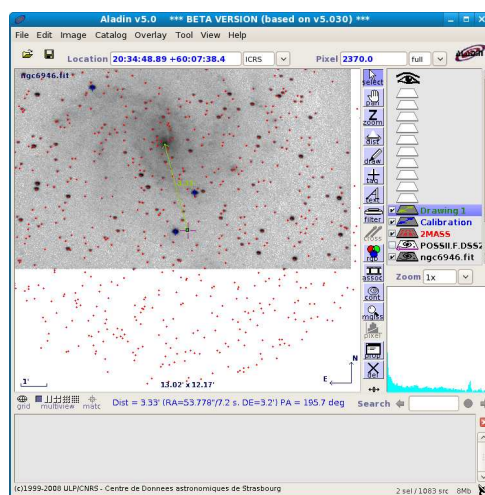


Figura 6: Il vettore di distanza tra la supernova e la galassia.

## 8 Altre supernovae nella stessa galassia

Aladin ha molte funzioni che possono tornare utili per un'analisi più approfondita. Per esempio ipotizziamo di voler visualizzare tutte le altre supernovae esplose nella galassia ngc6946: per fare questo dobbiamo applicare un filtro al database SIMBAD.

Nella finestra di selezione del server selezionare il database SIMBAD, nel campo “Visualizza filtro” selezionare “-nessun filtro-” (fig. 7).

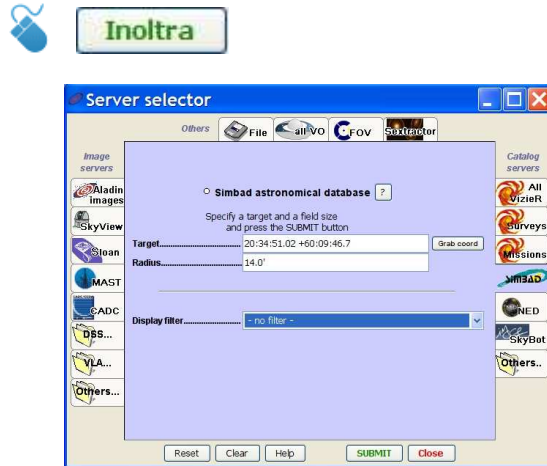


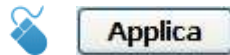
Figura 7: Il database SIMBAD nella finestra di selezione del server.

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}
```



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

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

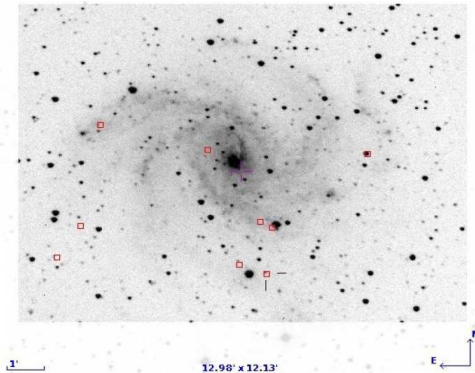


Figura 8: Tutte le supernovae (quadrati rossi) esplose nella galassia ngc6946.

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, senza dover ripetere i passaggi. 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.

---

THE END