

CONTRIBUCIÓN MURAL - POSTER

Búsqueda de objetos estelares jóvenes (YSOs) en cúmulos abiertos. Minería de datos utilizando relevamientos en el infrarrojo.

J. A. Molina Lera^{1,2}, G. Baume^{1,2} & R. Gamen^{1,2}

(1) *Instituto de Astrofísica de La Plata, CCT La Plata - CONICET - UNLP, Argentina*

(2) *Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP, Argentina*

Resumen. Hemos correlacionado información fotométrica de los relevamientos 2MASS, WISE y SDSS para una muestra de cúmulos abiertos caracterizando sus poblaciones de estrellas jóvenes (YSOs). Para estudiar esta gran cantidad de objetos desarrollamos un código en lenguaje Python. Utilizando mapas de densidad estelar, hemos redefinido los centros de los cúmulos y optado por una geometría libre para seleccionar en cada región, el conjunto de estrellas que conforman la zona de estudio. En este trabajo, presentamos un análisis preliminar para los cúmulos IC 5146, NGC 6823 y FSR 0223. Bajo ciertas hipótesis los resultados muestran discrepancias entre la edad publicada y la cantidad de candidatos a YSOs detectados en FSR 0223.

Abstract. We have correlated photometric data from 2MASS, WISE and SDSS surveys for a set of open clusters characterizing their young stellar objects (YSOs) population. To study this large sample, we develop a code in Python language. From stellar density maps we have redefined the clusters centers. By using free geometry we select, for each region, a set of stars in order to establish the study area. In this work, we present a preliminary study of clusters IC 5146, NGC 6823 and FSR 0223. Under certain hypothesis FSR 0223 results show discrepancies between the published age and the number of detected YSOs candidates.

1. Introducción

Los cúmulos estelares han sido reconocidos desde hace tiempo como laboratorios importantes para la investigación astrofísica. Su análisis a partir de datos fotométricos en el infrarrojo medio y cercano utilizando relevamientos como 2MASS (Cutri et al. 2003) y WISE (Cutri et al. 2013), han permitido estudiar la naturaleza de la población de estrellas de pre-secuencia. La detección y confirmación de YSOs en agrupaciones estelares resultan entre otras cuestiones, una herramienta importante en la estimación de sus edades y la comprensión de los procesos de formación estelar.

2. Candidatos a objetos de estudio

Hemos correlacionado los datos fotométricos de los relevamientos 2MASS, WISE y SDSS (Ahn et al. 2012), utilizando los parámetros fundamentales para cúmulos abiertos del catálogo publicado por Dias et al. (2002). Presentamos aquí un estudio preliminar realizado sobre los siguientes objetos:

- IC 5146: un complejo nebuloso, considerado como en estado de transición entre una nebulosa de reflexión y una región de HII en la constelación de Cygnus (Nunes et al. 2016).
- NGC 6823: cúmulo estelar rodeado por la nebulosa de refracción (NGC 6820) y situado en una región de HII (Riaz et al. 2012).
- FSR 0223: (Froebrich D. et al. 2007) cúmulo estelar localizado en una región HII y correlacionado con la fuente IRAS 20178+4046 (Beichman et al. 1988).

3. Metodología y análisis

Con el objetivo de trabajar haciendo uso de una gran cantidad de datos, desarrollamos un conjunto de tareas en lenguaje Python que nos permiten interactuar con diversos módulos, y realizar un análisis homogéneo y sistemático.

Para cada candidato a objeto de estudio, el código lee sus parámetros del catálogo de Dias et al. (2002). A partir de las coordenadas del centro y el radio, obtiene los datos de los relevamientos 2MASS, WISE y SDSS. Correlaciona estos datos utilizando las coordenadas de cada objeto con una precisión de $\sim 3''$. Posteriormente construye un mapa de densidad espacial utilizando únicamente las fuentes brillantes ($J < 14$), estableciendo las coordenadas de máxima densidad y el valor medio de la distribución. Sobre este mapa, grafica un conjunto de curvas de nivel y determina aquella que caracteriza la densidad media del cielo. Finalmente, define la zona de estudio al seleccionar aquellos datos que se encuentra dentro de la curva de nivel antes mencionada.

Para cada zona de estudio realiza los diagramas fotométricos utilizando el resto de los parámetros del catálogo. A su vez, selecciona aquellas fuentes que presentan un enrojecimiento anormal mediante la relación para estrellas T-Tauri Clásicas (Meyer et al. 1997) y nos permite observar sobre el mapa de densidad la localización de estos objetos.

4. Resultados preliminares y trabajo a futuro

Presentamos en este trabajo los resultados preliminares del análisis y estudio de tres agrupaciones estelares, haciendo uso de los relevamientos 2MASS y WISE.

Utilizando los criterios mencionados en la Sec. 3, hemos construimos el mapa de densidad estelar y los diagramas fotométricos de las tres agrupaciones (ver Figura 1). A su vez, calculamos las coordenadas de máxima densidad adoptándolas en cada caso, como centro del cúmulo. En las tres agrupaciones hemos detectado candidatos a YSOs y calculado el factor CF (ver Tabla 1). El mismo se obtiene como el cociente entre la cantidad de estrellas seleccionadas (puntos grises) y las identificadas como candidatos a YSOs (cuadrados rojos oscuros y

Búsqueda de objetos jóvenes en cúmulos abiertos

círculos rojos), y da indicios del grado de evolución o edad de la agrupación estelar. Tanto para IC 5146 como para NGC 6823, los resultados concuerdan con el hecho de ser agrupaciones estelares jóvenes que habitan regiones de abundante gas molecular o HII.

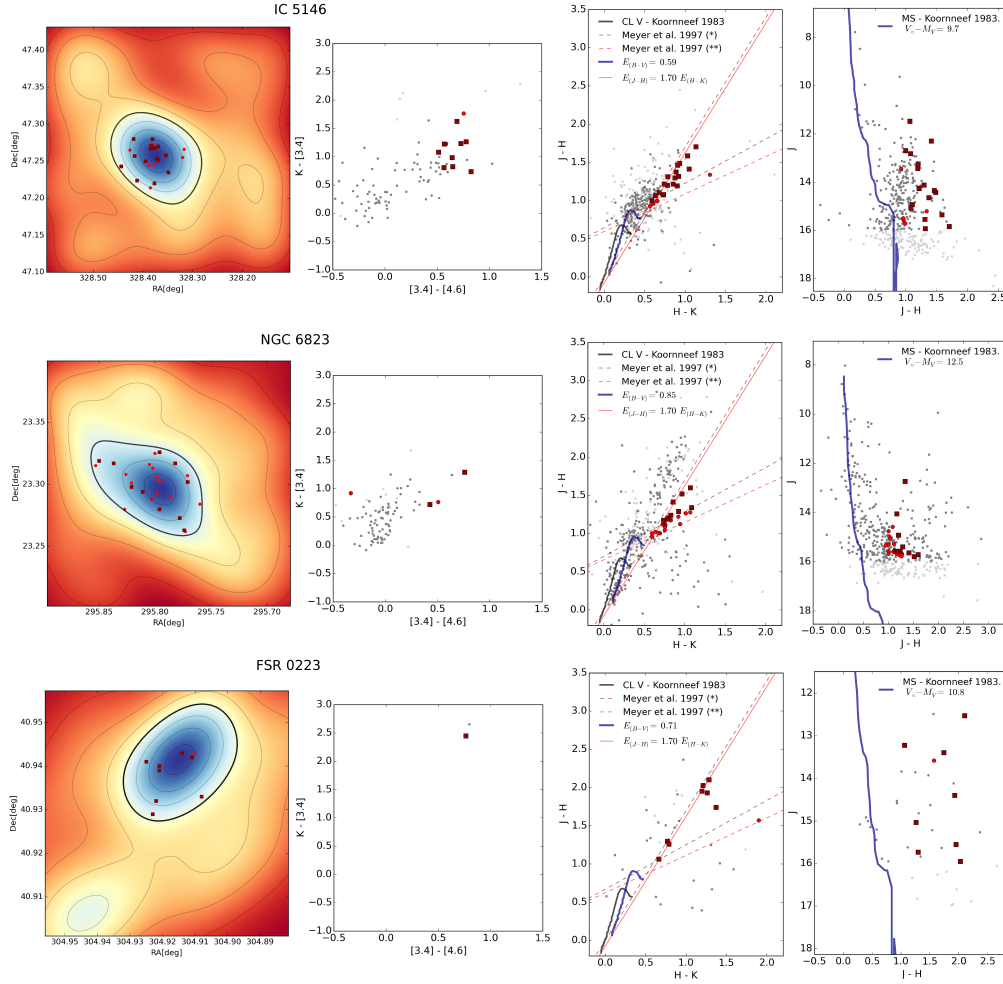


Figura 1. *Izquierda:* Mapa de densidad construido con fuentes 2MASS ($J < 14$).

Derecha: En los diagramas fotométricos, los puntos grises representan los datos 2MASS y WISE con $J < 16$ o error $er_J < 0.09$. Las curvas en negro y azul ilustran la posición de referencia para las estrellas de secuencia principal (MS) o secuencia principal de edad cero (ZAMS). Las curvas continuas rojas representan la dirección de enrojecimiento. Las curvas punteadas en rojo corresponden al criterio de Meyer et al. (1997) para valores medios(*) y extremos(**) del método. Los candidatos a YSO seleccionados a partir del criterio mencionado anteriormente se representan con cuadrados(*) y círculos(**) en rojo oscuro y rojo, respectivamente.

A su vez, tanto los valores de CF como las edades estimadas para ambos casos resultan similares. Es interesante también destacar, a pesar de los erro-

res involucrados en las estimaciones de ambos parámetros, que el valor de CF aumenta al aumentar la edad. Este resultado es consistente con la idea de que el proceso de formación estelar disminuye al evolucionar el cúmulo abierto. En dicha dirección, la abundante cantidad de candidatos a YSOs detectados en FSR 0223 sería contradictoria con la edad presentada en el catálogo de Dias et al. (2002).

Como trabajo a futuro pretendemos extender este estudio al resto de los cúmulos abiertos seleccionados y corroborar el método de detección de YSOs mediante datos espectroscópicos. A su vez, utilizando los datos del relevamiento SDSS realizaremos nuevas estimaciones de sus parámetros fundamentales.

Tabla 1. Parámetros de los cúmulos abiertos.

	IC 5146	NGC 6528	FSR 0223
ESTE TRABAJO (coordenadas de máxima densidad)			
α_{J2000}	21:53:30	19:43:11	20:19:40
δ_{J2000}	47:15:26	23:17:46	40:56:40
CF	21.9	22.5	6.2
DIAS ET AL. (2002)			
α_{J2000}	21:53:24	19:43:09	20:19:40
δ_{J2000}	47:16:00	23:18:00	40:55:40
r [']	10	3	0.9
$E_{(B-V)}$	0.59	0.85	0.71
$V_o - M_V$	9.65	12.5	10.77
Edad [a.]	10^6	$10^{6.5}$	10^9

Agradecimientos. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los PIPs 112-201101-00301, 112-201201-00298 de CONICET. Los autores han utilizado la base de datos Vizier, SIMBAD, herramientas de ALADIN (CDS) y paquetes especiales en Python.

Referencias

- Ahn C.P., et al., 2012, ApJS, 203, 21
 Beichman C.A., Neugebauer G., Habing H.J. et al., IRAS catalogs and atlases, 1988, 1
 Cutri R.M., et al., 2003, 2MASS All Sky Catalog of point sources
 Cutri R.M., et al., 2013, AllWISE Data Release
 Dias W.S., Alessi B.S., Moitinho A., et al., 2002, A&A, 389, 871
 Froebrich D., Scholz A. & Raftery C.L., MNRAS, 2007, 374, 399
 Koornneef J. 1983, A&A, 128, 84
 Meyer M.R., Calvet N. & Hillenbrand L.A. 1997, AJ, 114, 288
 Nunes N.A., Bonatto C. & Bica E., 2016, Ap&SS, 64
 Riaz B., Martín E.L., Tata R., et al., 2012, MNRAS, 1887, 1912