

Starosni profil mlade zvezdane asocijacije

Ispitana je korelacija prostorne raspodele mladih zvezda i položaja struktura koje nastaju u molekularnim oblacima, tzv. slonovskih surla. Slonovske surle nastaju sažimanjem gasa pod uticajem udarnih talasa. Smatra se da ovo sažimanje utiče na formiranje zvezda, odnosno postoji indikacija da se u surlama rađaju zvezde. Klasifikacija mladih zvezda je izvršena na osnovu spektralne raspodele zračenja dobijene iz podataka preuzetih sa tri kataloga: IRAS, 2MASS i MSX. Izvršeno je povezivanje ova tri kataloga u smislu pronalaženja izvora zračenja koja se nalaze istovremeno u sva tri kataloga. Koordinate za sve zvezde su preuzete sa kataloga IRAS. Rezultati pokazuju da rastojanje objekta od surle zavisi od njegove starosti, tačnije, ukazuju na korelaciju starosti zvezde i njenog položaja.

Uvod

Formiranje zvezda je jedan od najstarijih i najtežih problema današnje astrofizike. U HII regionima zvezde se formiraju pod dejstvom udarnih talasa koji zgušnjavaju materiju u molekularnom oblaku i stvaraju početne uslove za nastanak zvezda. Pošto HII regioni nisu homogeni, vremenom, pod uticajem zvezdanih vetrova dolazi do formiranja struktura zvanih slonovske surle (Pikel'ner & Sorochenko 1974). Ove strukture prstolikog oblika čine oblaci gustog gasa koji su ostali iza udarnog talasa i pod čijim su se uticajem oblikovali. Jedna od najzanimljivijih osobina surla je međusobni uticaj surla – mlado zvezdano jato i prostorna korelacija između surle i mladih zvezdanih objekata (YSO – *Young Stellar Objects*). U ovom radu je ispitan uticaj slonovske surle na formiranje zvezda u okolini surle, tj. u mladom zvezdanom jatu koje se nalazi u blizini surle. Konkretno, ispitana je prostorna korelacija mladih zvezdanih objekata i slonovske surle.

Kako udarni talasi koji formiraju surlu istovremeno i sabijaju gas, dovodeći ga do kritične gustine (gustine pri kojoj dolazi do formiranja zvezda), osnovna pretpostavka je da se zvezde formiraju unutar surle. Shodno tome, uzimajući u obzir rezultate koje su dobili Gam i saradnici (Gahm *et al.* 2006), očekuje se da će se najmlađe zvezde nalaziti bliže surla od zvezda koje su nastale pre njih.

Nikola Đorđević (1989), Ribarska Banja b.b, učenik 4. razreda Gimnazije u Kruševcu

Kristina Savić (1989), Čurug, Cara Dušana 93, učenica 4. razreda Gimnazije u Bečeju

MENTOR:
dr Silvana Nikolić, Astronomska opservatorija, Beograd

Metod

Faze evolucije

Standardna teorija evolucije protozvezda (mladih zvezdanih objekata koji još uvek nisu dospeli na glavni niz) razvijana je kasnih 1980-ih, dok je numerička skica prethodila jednu deceniju. Važno je napomenuti da se ova teorija odnosi uglavnom na protozvezde male mase, jer se zvezde velikih masa tokom faze akrecije nalaze ili u neposrednoj blizini ili na samom glavnom nizu H-R dijagrama (Shu *et al.* 1987).

Po ovoj teoriji, protozvezde malih masa do dolaska na glavni niz prolaze kroz četiri karakteristične etape evolucije. Svaka od etapa ima karakterističnu posmatračku sliku, odnosno karakteristični izgled spektra. Naime, oblik spektra u IC domenu zavisi od prirode i količine materijala i gasa koji okružuje protozvezdu, dakle zavisi od etape evolucije.

Spektralni indeks

Jedan od načina klasifikacije IC izvora se zasniva na izračunavanju vrednosti spektralnog indeksa:

$$\alpha = \frac{d \log(\lambda F_\lambda)}{d \log \lambda}$$

u domenu $\lambda \sim 1\text{--}100 \mu\text{m}$, gde je λ – talasna dužina, a F_λ – monohromatski fluks na talasnoj dužini λ . Spektralni indeks je računat na osnovu podataka sa SED krive (*Spectral Energy Distribution*), koja je dobijena na osnovu podataka iz kataloga. Primer SED krive jednog od izvora dat je na slici 3. Spektralni indeks u ovom radu je računat između $2.2\text{--}25 \mu\text{m}$ po formuli:

$$\alpha = \frac{\log\left(\frac{\lambda_2 F_{\lambda_2}}{\lambda_1 F_{\lambda_1}}\right)}{\log\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)}$$

gde je $\lambda_1 = 2.2 \mu\text{m}$, $\lambda_2 = 25 \mu\text{m}$, a F_{λ_1} i F_{λ_2} monohromatski fluksevi na tim talasnim dužinama. Ovako izračunat spektralni indeks je poznat i kao indeks boje (*spectral index between*). Konkretno, spektralni indeks izvora čija je SED kriva prikazana na slici 3 iznosi -2.206 ± 0.002 .

Na osnovu vrednosti ovako izračunatog spektralnog indeksa, protozvezde se dele u tri jasno diferencirane klase: klasa III ima $\alpha < -1.5$, klasa II $-1.5 \leq \alpha < 0$, a klasa I $\alpha \geq 0$. Kako u posmatranom delu neba ne mora biti samo mladih zvezdanih objekata, u ovom radu je uvedena i

dopunska klasifikacija, odnosno, svi objekti koji imaju $\alpha < -2$ smatrani su zvezdama na glavnom nizu. Objekti klase I imaju višak zračenja u IC delu spektra i veliki broj apsorpcionih linija u odnosu na spektar crnog tela, zbog velike količine gasa koji ih obavija. Klasične T Tau zvezde, kako se nazivaju objekti klase II, imaju manji IC eksces zračenja u odnosu na apsolutno crno telo jedne tačno određene temperature nego objekti klase I. Oblik njihovog spektra ukazuje na postojanje akrecionog (protoplanetarnog) diska. Slabe T Tau ili PMS (*Pre-Main Sequence*) zvezde (klasa III), imaju spektar crnog tela, a oblik spektra ukazuje na vrlo malo ili nimalo protoplanetarnog diska. Samim tim, klasa zvezde je indikator njene starosti, odnosno zvezde klase I su najmlađe, a zvezde klase III najstarije, odnosno nalaze se pred glavnim nizom.

Bolometrijska temperatura

Bolometrijska temperatura izvora je temperatura crnog tela koje zrači na istoj srednjoj frekvenciji kao posmatrani spektar mladog zvezdanog objekta (Myers *et al.* 1998)

$$T_{\text{bol}} = 125 \times 10^{-11} \bar{\nu} \text{ [K/Hz]}$$

gde je $\bar{\nu}$ srednja frekvencija posmatranog spektra. Srednja frekvencija je definisana kao (Ladd *et al.* 1991)

$$\bar{\nu} = \frac{\int_0^{\nu_{\text{max}}} \nu F_{\nu} d\nu}{\int_0^{\nu_{\text{max}}} F_{\nu} d\nu}$$

gde je ν_{max} najveća frekvencija na kojoj postoji detekcija fluksa, F_{ν} monohromatski fluks na frekvenciji ν . Međutim, ovakvo izračunavanje srednje frekvencije zahteva egzaktno određivanje dvaju funkcija: $f_1(\nu) = \nu F_{\nu}$ i $f_2(\nu) = F_{\nu}$. Kako je broj tačaka na osnovu kojih bi mogla biti određena funkcija $F(\nu)$ u najboljem slučaju 11 (što ne bi dalo dovoljno precizno određenu funkciju), izračunata je površina ispod grafika gore pomenutih funkcija koje su dobijene neposrednim spajanjem tačaka:

$$\bar{\nu} = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (\nu_{i+1} - \nu_i)(\nu_{i+1} F_{\nu_{i+1}} + \nu_i F_{\nu_i})}{\sum_{i=0}^{n-1} (\nu_{i+1} - \nu_i)(F_{\nu_{i+1}} + F_{\nu_i})} \quad (1)$$

gde je n broj detekcija fluksa.

Klasifikacija izvora pomoću bolometrijske temperature omogućava uvođenje još jedne klase, klase 0, koja predstavlja mladi zvezdani objekat u ranoj fazi akrecije. Klasa 0 ima $T_{\text{bol}} < 70$ K, klasa I $70 \leq T_{\text{bol}} < 650$ K, klasa II $650 \leq T_{\text{bol}} < 2800$ K, a klasa III $T_{\text{bol}} > 2800$ K. Bolometrijska temperatura je korišćena samo za odvajanje protozvezda klase I i protozvezda klase 0. Na primer, bolometrijska temperatura izvora sa slike 3 iznosi 2200 ± 200 K.

Podaci i katalozi

Podaci korišćeni za određivanje starosnih klasa mladih zvezdanih objekata preuzeti su sa servera *on-line* kataloga IRAS, 2MASS i MSX. Svaki od kataloga sadrži podatke o infracrvenom delu spektra, jer su protozvezde koje se ispituju obmotane gasom i materijom iz molekularnog oblaka. Taj gas i materija upijaju gotovo svo zračenje, dopuštajući detekciju samo u IC delu spektra. U svakom od kataloga izvršena je pretraga prethodno usvojenog (Gahm *et al.* 2006) dela neba. Katalog daje određeni (za svaki katalog različit) broj izvora, kao i osnovne podatke svakog izvora pojedinačno. Koordinate (u lučnim sekundama) centra pretrage i veličina vidnog polja zadaju se direktno pri upitu u katalog.

IRAS Point Source Catalog. Ovaj katalog daje rezultate pregleda neba na 4 talasne dužine (12, 25, 60 i 100 μm), odnosno, za svaki pronađeni izvor u određenom delu neba daje njegove koordinate, zatim monohromatske flukseve na već pomenutim talasnim dužinama i za svaki izvor dimenzije elipse u kojoj se nalazi izvor sa sigurnošću od 95%.

2MASS. Katalog 2MASS daje koordinate za svaki izvor i magnitude (pomoću kojih se mogu dobiti monohromatski fluksevi) na J , H , K_s i talasnim dužinama, odnosno na (1.1, 1.7 i 2.2 μm).

MSX. Iz ovog kataloga korišćene su vrednosti fluksa na talasnim dužinama 8.8, 12.13, 14.65 i 21.34 μm , kao i koordinate izvora.

Bitno je naglasiti da se podaci koji se tiču broja izvora na istom delu neba jako razlikuju od kataloga do kataloga, tako da je primenjena selekcija izvora pod uslovima i metodom koji će biti opisani dalje u tekstu. Kako je broj izvora relativno veliki, a samim tim i količina podataka, napravljen je program koji proces preuzimanja podataka drastično ubrzava i vrši selekcija izvora.

Selekcija izvora

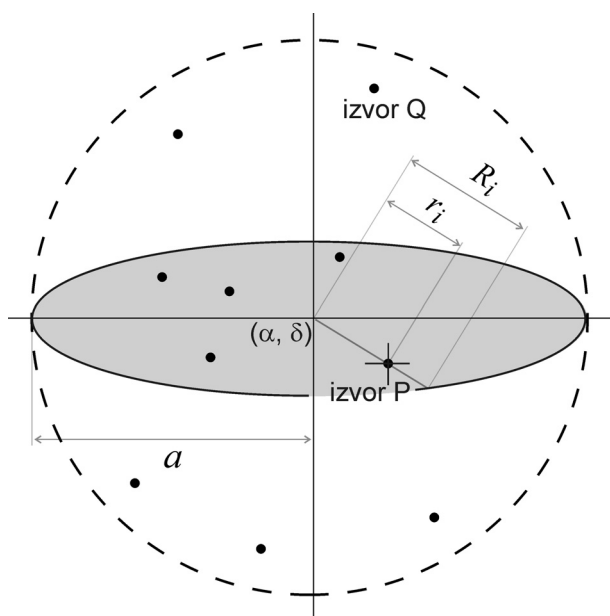
Postoji više faktora koji uslovljavaju selekciju, kako podataka dobijenih iz kataloga za neki izvor, tako i samih izvora. Jedan od glavnih faktora je različit broj izvora koji se javlja pri pregledu istog, već određenog dela neba. Dakle, prvi problem je naći istovetne izvore u sva tri kataloga. Tokom testiranja urađenog programa za preuzimanje podataka iz kataloga,

ustanovljeno je da je broj izvora koji se istovremeno nalaze u sva tri kataloga mali, pa su za dva osnovna kataloga uzeti IRAS i 2MASS. Podaci iz MSX kataloga su preuzimani za izvore za koje je to bilo moguće.

Osim u broju izvora, javlja se i neslaganje u koordinatama. Naime, veoma je mali broj izvora koji ima identične koordinate u makar dva kataloga. Najveći problem prilikom izrade ovoga rada je bio upravo neslaganje u koordinatama, te je rešavanje ovog problema jedna od glavnih funkcija pomenutog programa. Dakle, ispitivana je prostorna korespondencija izvora na način čiji opis sledi.

Za početni (bazični) katalog uzet je IRAS PSC katalog, naime ispitivani deo neba prvo je pretraživan u ovom katalogu. Postupak pretraživanja je sledeći. Uzmimo da je jedan od izvora dobijenih pretragom u bazičnom katalogu izvor A. Jedan od podataka koje daje IRAS je velika poluosa elipse u kojoj se izvor A nalazi sa sigurnošću od 95%. Ta velika poluosa je potom radijus pretrage u preostala dva kataloga. Koordinate centra pretrage su koordinate IRAS-ovog izvora. U katalogima 2MASS i MSX nisu razmatrani izvori koji su u okvirima radijusa pretrage, a nalaze se izvan elipse (izvor Q na slici 1). Primer jednog takvog izvora ilustrovan je na slici 1. Krstić na slici predstavlja izvor P, r je udaljenost od centra pretrage, a R rastojanje tačke na elipsi koja je presek elipse i prave koja spaja izvor P sa centrom pretrage.

Da bi bila ispitana prostorna korespondencija izvora P sa izvorom A, računata je gustina verovatnoće za položaj svakog izvora unutar elipse po Gausovoj formuli:



Slika 1.

Pretraga u katalogima 2MASS i MSX: (α, δ) su koordinate izvora pronađenog u IRAS-u. P je izvor koji se uzima u razmatranje, Q predstavlja odbačeni izvor. R je rastojanje između preseka prave koja spaja centar pretrage sa izvorom P i centra pretrage, r je rastojanje između izvora P i centra pretrage; a je radijus pretrage koji je jednak velikoj poluosi 3σ elipse.

Figure 1.

Searching in 2MASS i MSX catalogs: (α, δ) are coordinates of the source found in IRAS; P is the considered source, Q is the rejected source; R presents the distance between the intersection of the line which connects the searching center with source P and the searching center; r is the distance between source P and the searching center; a is the radius of searching which is equal to the major axis of the 3σ ellipse.

$$P(P_i) = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(\frac{-r_i^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad (2)$$

gde je P_i izvor, $P(P_i)$ gustina verovatnoće, r_i rastojanje između centra pretrage (koordinate IRAS-ovog izvora) i izvora P_i (slika 2), $\sigma_i = R_i/3$ (R_i rastojanje tačke na elipsi koja je presek elipse i prave koja spaja centar pretrage i izvor), a i redni broj izvora ($i = 1, 2, 3 \dots, n$), gde je n ukupan broj izvora koji se nalaze u okviru elipse.

Izvori koji se nalaze u elipsi se, kako je već rečeno, nalaze u regionu u kome se izvor A nalazi sa sigurnošću od 95%. Međutim, potreban je samo jedan izvor. Uzima se da izvor A prostorno korespondira izvoru P_i sa maksimalnom gustinom verovatnoće, računatoj po (2).

Prostorno korespondentni izvori definisani i dobijeni na ovaj način smatrani su istim izvorom. Za takve izvore konstruisane su SED krive i računata bolometrijska temperatura radi određivanja etape evolucije.

Slonovske surle

Surle koje će u ovom radu biti ispitane su *Dancing Queen* (DQ), *Wrench* (W) i IC 434 (slika 2). Koordinate centra pretrage i radijus pretrage dati su u tabeli 1. Osnovni podaci o njima dati su u daljem tekstu.

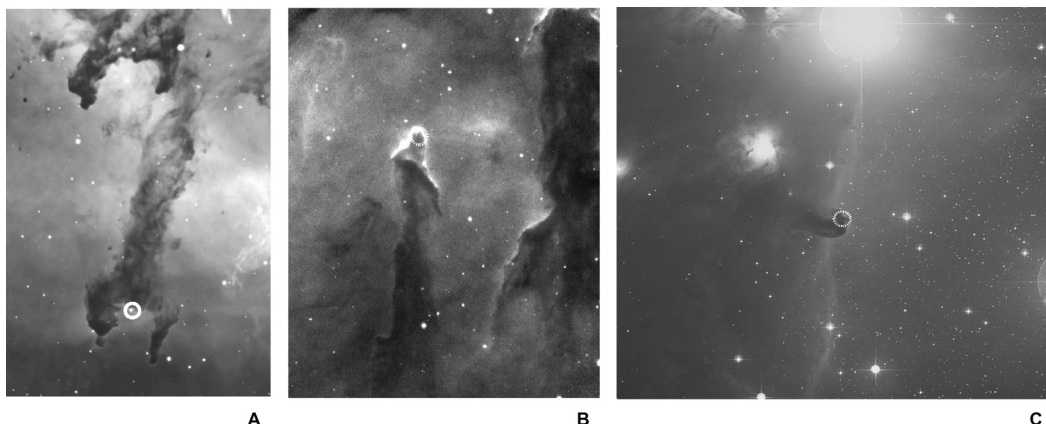
Tabela 1. Relevantni podaci o ispitivanim surlama

Surla	(α, δ) (J2000)	Radijus pretrage (J2000)
<i>Dancing Queen</i>	00 ^h 02 ^m .2, +67°25'	125'
<i>Wrench</i>	06 ^h 31 ^m .9, +04°56'	206'
IC 434	05 ^h 41 ^m .0, -02°30'	40'

Rezultati

Koristeći opisanu metodu, za svaki izvor konstruisana je SED kriva, na osnovu koje se mogu dobiti svi traženi podaci koji se tiču klasifikacije izvora. Primer jedne takve SED krive za izvor 63 (oznake objekata su interne) dat je na slici 3.

Primenom opisanog metoda, koristeći podatke za fluks zračenja objekta na datim frekvencijama, izvršena je klasifikacija izvora, a potom urađena prostorna raspodela analiziranih objekata. Grafik koji predstavlja polaznu tačku u ispitivanju prostorne raspodele je grafik na čijim su osama deklinacija i rektascenzija izvora, a izvor koji pripada nekoj određenoj klasi obojen tačno određenom bojom. Ova prostorna raspodela je istovetna starosnom profilu jata, jer grafik sadrži podatke o spektralnoj klasi (što se može poistovetiti sa starošću) i o položaju tih protozvezda na nebeskoj ravni.



Slika 2.

A. *Wrench* surla. Nalazi se u *Rossete* maglini, centralno jato je NGC 2244. Krug označava oblast u kome se nalazi centar pretrage (orijentacija: N – gore; E – levo).

B. *Dancing Queen*. Pokazuje ka jatu Be59, koje se nalazi 18' severno.

C. IC 434, slonovska surla u Orionu. Može se naći i pod imenom *Horsehead* nebula.

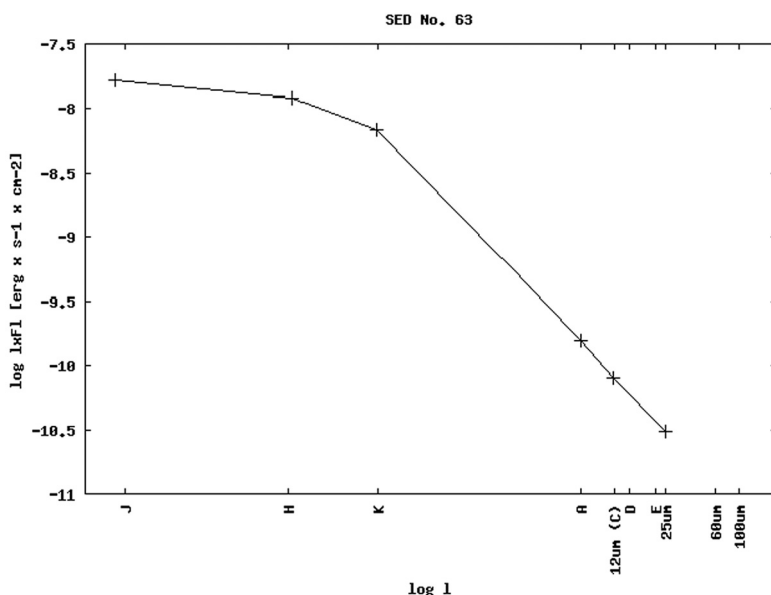
Figure 2.

A. Wrench elephant trunk in Rosette nebula (NGC 2244). Circle represents the area which contains the searching center (orientation: N – up, E – left).

B. Dancing Queen. Pointing towards Be59, which lies 18' north.

C. Horsehead nebula (IC 434).

Na slici 4A prikazana je prostorna raspodela mladih zvezdanih objekata u okolini surle *Wrench*. Na grafiku se lako uočava pravilnost raspodele. Oko 90% zvezda klase 0 (kvadratići ljubičaste boje na grafiku) nalazi se u blizini centra, odnosno u blizini glave surle. Zvezde klase I su takođe najgušće raspoređene u neposrednoj blizini centra pretrage. Udaljavajući se od centra pretrage, gustina raspodele mladih zvezda klase I opada, a dolazi do pojave mladih zvezdanih objekata klase II i III. Iz ovoga jasno sledi da postoji korelacija prostorne raspodele i slonovske surle. Kao što se sa grafika na slikama 4A i 4B zaključuje, postoji izražen trend porasta (opadanja) broja zvezda klasa II i III, odnosno klasa 0 i I. Ova činjenica ide u prilog teoriji nastanka zvezda u surlama, odnosno teoriji da su slonovske surle na neki način centri „zvezdanih porodilišta“. što se surle IC 434 tiče, na slici 4C se može videti da se u samoj blizini centra javljaju protozvezde klase 0 i I, a da se takođe u blizini centra javlja i nekoliko izvora klase II. Evidentno je da za ovu surlu nije moguće uočiti jasan trend, ali se javlja izvesna pravilnost u raspodeli. Najviše izvora klase I je u blizini centra, a udaljavajući se od njega moguće je naći izvore starije spektralne klase.



Slika 3.
Primer izgleda SED krive za jedan od izvora. Na x -osi se nalazi $\log \lambda$, a na y -osi $\log(\lambda F_\lambda)$.

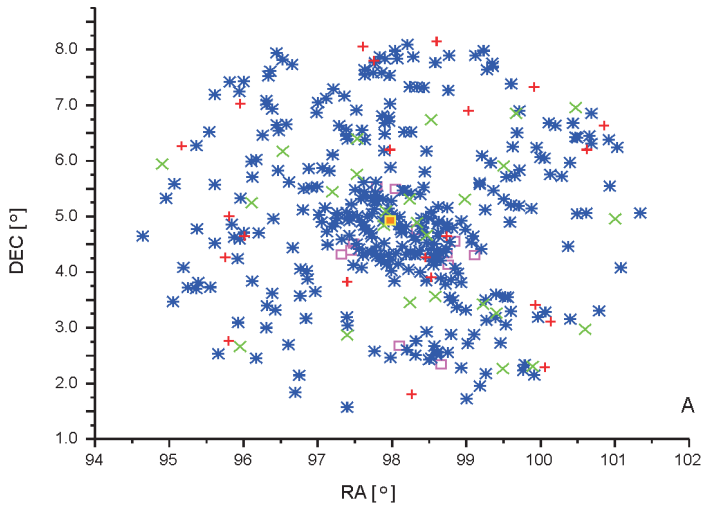
Figure 3.
Example of SED for one of the sources. x -axis represents $\log \lambda$ and y -axis $\log(\lambda F_\lambda)$.

Diskusija i zaključak

Dobijeni rezultati se poklapaju s početnom hipotezom da se najmlađi izvori nalaze najbliže glavi surle. Međutim, prvobitni radijus pretrage za surle DQ i IC 434 je bio 2-3 puta manji. Radijus pretrage je povećan da bi se dobio veći broj izvora koji se ispituju. Napravljen je kompromis. Ukoliko bi radijus pretrage bio smanjen, postojao bi mali broj izvora koji je prostorno korespondentan, pa bi njihovo ispitivanje bilo nepreciznije.

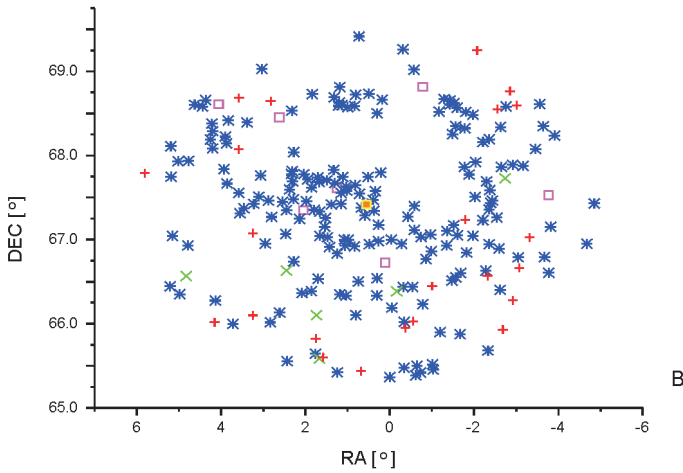
Dakle, zarad preciznosti ispitivanja, povećan je radijus pretrage. Treba napomenuti da u realnom prostoru nije nužno da svaki od ovih izvora pripada mladom zvezdanom jatu u blizini surle. Međutim, ovo ne utiče bitno na rezultat jer je broj tih izvora mali.

Greške u položaju izvora, pored grešaka koje unose različite rezolucije kataloga, unosi i sam metod povezivanja kataloga. Ovakav metod povezivanja kataloga nije ranije korišćen. Samo povezivanje je jedan od rezultata ovoga rada. Pošlo se od pretpostavke da su svi izvori koji se nalaze u IRAS katalogu detektovani i u 2MASS katalogu, što u opštem slučaju ne mora biti tačno. Takođe, iako je ovakvo povezivanje statistički opravdano, nije nužno da su tako povezani izvori ekvivalentni. Metoda je testirana pomoću SED kriva koje su dobili Kun i saradnici (Kun *et al.* 2001) i pomoću povezivanja koordinata u različitim katalogizima nekih zvezda na glavnom nizu. Naime, SED krive izvora koji su analizirani u radu Kuna i saradnika (2001) su rekonstruisane koristeći metod iz ovog rada. Dobijeno je poklapanje sa SED krivama iz ovog rada, što je ukazalo na opravdanost razvijenog metoda. Takođe, kako je poznato da je npr.



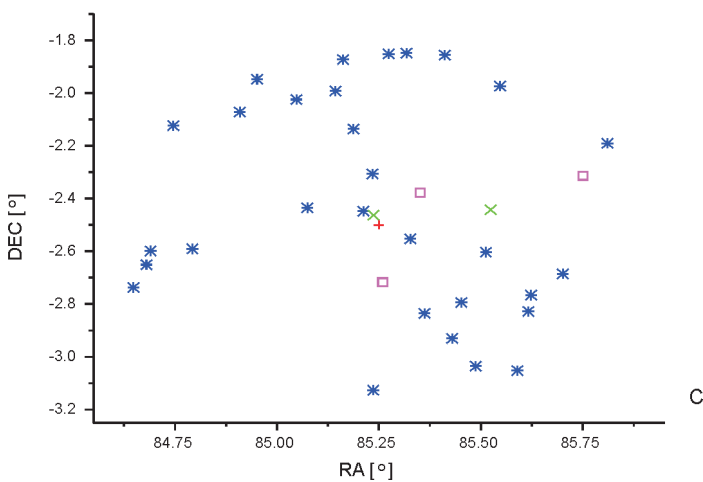
Slika 4A.
 Starosni profil kompleksa
 jata NGC 2237-2246 u
 blizini slonovske surle
Wrench.

Figure 4A.
 Age profile of cluster
 complex NGC 2237 –
 2246 near
 elephant trunk.



Slika 4B.
 Starosni profil mladih
 zvezdanih objekata u
 blizini slonovske surle
Dancing Queen.

Figure 4B.
 Age profile of YSO
 around Dancing Queen
 elephant trunk.



Slika 4C.
 Starosni profil mladih
 zvezdanih objekata u
 blizini slonovske surle
 IC 434.

Figure 4C.
 Age profile of YSO near
 IC 434 elephant trunk.

- klasa 0
- * klasa I
- × klasa II
- + klasa III
- vrh surle

Vega na glavnom nizu ($\alpha < 2$), konstruisana je njena SED kriva, a prethodno su njene koordinate povezane (pronađena je u sva tri kataloga koristeći veliki radijus pretrage). Pokazalo se da se na ovaj način dobijena SED kriva povinuje Plankovoj krivi zračenja crnog tela.

U formuli (2) data je aproksimacija površine ispod već pomenutih funkcija. Ovo je gruba aproksimacija, a može se poboljšati ukoliko bi se funkcije ekstrapolirale, ali je za to potrebna veća količina podataka. Dakle, ukoliko se želi dobiti približniji rezultat za T_{bol} , moraju se izvesti samostalna posmatranja, jer bi ekstrapolacija sa količinom podataka korišćenom u ovom radu dala nepreciznije vrednosti od vrednosti dobijene već pomenutom i opisanom aproksimacijom.

Može biti zanimljivo ispitati kakva bi prostorna raspodela bila kada bi se klasifikacija vršila ne prema spektralnom indeksu, već prema bolometrijskoj temperaturi, računajući T_{bol} koristeći metod iz literature (Myers & Ladd 1993; Myers *et al.* 1998; Hatchell *et al.* 2007), a zatim proceniti starost svih protozvezda dobijenih u ovom radu. Takođe bi bilo smisljeno uporediti prostornu raspodelu koristeći dijagram $L-A_V$ (luminoznost naspram međuzvezdane ekstinkcije, Adams 1990), a potom dijagram $L_{\text{bol}}-T_{\text{bol}}$. Takođe bi se na osnovu literature (Myers *et al.* 1998) mogla proceniti masa gasa koja se sažima, masa protoplanetarnog diska svake protozvezde, i uporediti sa masom surle, tj. proceniti masa surle po svom nastanku.

Zahvalnost. Autori se zahvaljuju mentoru dr Silvani Nikolić, koja ih je navela na ideju za rad i svojim savetima doprinela izradi ovoga rada, Nikoli Božiću, vodi programa astronomije, na savetima i podršci, mladim saradnicima na programu Ivanu Miliću i Petru Kostiću, na sugestijama i idejama koje su doprinele kvalitetu ovog rada, dr Bojanu Arbutini, koji je pročitao rad i dao svoje komentare. Takođe, autor se zahvaljuje kolegi sa programa astronomije, Dimitriju Radojeviću, koji je došao na ideju za algoritam za dobijanje podataka iz kataloga, što je ubrzalo rad.

Literatura

- Adams F. C., Lada C. J., Shu F. H. 1987. Spectral Evolution of Young Stellar Objects. *Astrophysics Journal*, **312**: 788.
- Adams F. C. 1990. Diagram for Protostars. *Astrophysics Journal*, **363**: 578.
- Carlqvist P., Gahm G. F., Kristen H. 2003. Theory of Twisted Trunks. *Astronomy & Astrophysics*, **403**: 399.
- Gahm G. F., Carlqvist P., Johansson L. E. B., Nikolić S. 2006. Rotating Elephant Trunks. *Astronomy & Astrophysics*, **454**: 201.
- Hatchell J., Fuller G. A., Richer J. S., Harries T. J., Ladd E. F. 2007. Star formation in Perseus. *Astronomy & Astrophysics*, **468**: 1009.

- Kun M., Aoyama H., Yoshikawa N., Kawamura A., Yonekura Y., Onishi T., Fukui Y. 2001. Study of Molecular Clouds and Star Formation in the Region of IC 2118. *Publication of Astronomical Society of Japan*, **53**: 1063.
- Ladd E. F., Adams F. C., Casey S., Davidson J. A., Fuller G. A., Harper D. A., Myers D. A., Padman R. 1991. Far-Infrared and Submillimeter-wavelength Observations of Star-Forming Dense Cores I. Spectra. *Astrophysics Journal*, **306**: 203.
- Myers P. C., Ladd E. F. 1993. Bolometric Temperatures of Young Stellar Objects. *Astrophysics Journal*, **413**: L47.
- Myers P. C., Adams F. C., Chen H., Schaff E. 1998. Evolution of Bolometric Temperature and Luminosity of Young Stellar Objects. *Astrophysics Journal*, **492**: 703.
- Pikel'ner S. B., Sorochenko R. L. 1974. Fluctuations of density and velocity in young Orion-type nebulae. *Sov. Astron.*, 17 (4), Jan.-Feb.
- Shu F. H., Adams F. C., Lizano S. 1987. Star Formation in Molecular Clouds: Observation and Theory. *Annual Review Astronomy & Astrophysics*, **25**: 23.

Nikola Đorđević and Kristina Savić

Age Profile of Young Stellar Association

The spatial distribution of young stellar objects (YSO) around beautiful structures formed in HII region has been examined. These structures are formed by shock waves spreading through the HII region. These structures are called elephant trunks. The examined trunks are Dancing Queen, Wrench and IC 434 (Figure 2 A, B and C). The stage of stellar evolution has been estimated using spectral index and bolometric temperature. Spectral index and bolometric temperature were calculated using data from 3 catalogues: IRAS, 2MASS, MSX. One of the most important results of this paper is connecting data from different catalogues. The catalogues are connected by finding the point source in the 2MASS catalogue (and in MSX, if possible) equal to the source from IRAS. The connection had been made using dimensions of the 3σ ellipse given by the IRAS PSC catalogue and Gauss law. Results show that there is a good correlation between the position of YSO (and its spectral classes) and the position of the top of the trunk's head (white circle on Figures 2A, 2B, 2C). Results are shown on Figure 4A, 4B and 4C.

