






SIMBAD ile Çoklu Dalgaboyu Katalog Çapraz Eşleştirme Algoritması

Ege Tunç¹ *, Tenay Saguner Rambaldi¹ , Sinan Kaan Yerli¹ , Tarık Sipahi¹ ,
Görkem Varol¹ 

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, Astronomi Optiği Laboratuvarı (AOL), 06800 Ankara, Türkiye

Accepted: December 19, 2022. Revised: December 4, 2022. Received: November 13, 2022.

Özet

Bu çalışmanın temelini, çoklu dalgaboyu içeren kataloglarda çapraz eşleştirme yapan python kodu geliştirme süreci oluşturmaktadır. Kod, SIMBAD katalogları ile belirlenen parametrelere göre oluşturulan yeni bir katalogdaki nesnelere çapraz eşler. Kullanılan girdi verisi belirlenirken JWST'nin Cycle 1'deki noktasal ışık kaynakları seçilmiştir. Algoritma, UV-IR aralığındaki tüm çoklu dalgaboyu ($U, B, V, [G], R, I, J, H, K$ ve u, g, r, i, z) gözlemlerini SIMBAD'da bulur; istenilen yarıçap ve gök cismi özelliğine göre eşleştirme yapar. Arama kriterleri, daha özel veya daha genel nesne tipi eşleştirmesi yapmak için değiştirilebilir.

Abstract

The basis of this study is the python code development process that cross-matches multi-wavelength catalogs. The code cross-maps objects in a new catalog created according to parameters set by SIMBAD catalogs. While determining the input data used, point light sources in Cycle 1 of JWST were chosen. The algorithm finds all multi-wavelength ($U, B, V, [G], R, I, J, H, K$ and u, g, r, i, z) observations in the UV-IR range in SIMBAD; makes matching according to the desired radius and celestial body feature. The search criteria can be changed to make more specific or more general object type matching.

Anahtar Kelimeler: catalogues – telescopes – surveys – astronomical data bases: miscellaneous – software: data analysis

1 Giriş

Gözlemsel astrofizik, petabayt veri çağına girerken, büyük ve heterojen kataloglar halinde düzenlenmiş çoklu dalga boyu ve dönemli veriler üzerinde yapılan çalışmaların gerekliliği artmaktadır. Bu nedenle, yeni nesil büyük ölçekli tarama teleskoplarının ve son derece büyük teleskopların kullanılabilir hale gelmesiyle verimli, güvenilir ve ölçeklenebilir *katalog çapraz eşleştirme yöntemlerine* duyulan ihtiyaç çok artmıştır.

Katalog verilerinin artması ve farklılık içermesi, çapraz eşleştirme algoritmaları ve yöntemleri üzerindeki zorlukları da artırmaktadır. Gözlemsel astrofizik geneli, farklı tarama teleskopların ürettiği verinin çapraz ilişkilendirme yeteneğiyle verimli biçimde işlemesine dayanmaktadır. Bu nedenle, milyarlarca gökyüzü nesnesi için farklı parametrelerin gerçek zamanlı ve çapraz biçimde eşleştirilmesini mümkün kılacak yeni nesil tekniklere ve yazılım çözümlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde, en çok kullanılan çapraz eşleştirme arayüzlerinden birisi CDS-Xmatch'dir (Pineau ve diğ. 2011). Prensipte olarak bu arayüz, kullanıcının yüklediği ya da listeden seçilen bir katalogun her bir kaynağını, ikinci bir katalogdaki tüm muadilleriyle karşılaştırır. Yani her koşuturmada kullanıcıya yalnızca iki katalog arasında çapraz eşleştirme imkanı sağlar.

Bu çalışma ile amacımız verilen her bir kaynak için yalnızca iki katalog arasında değil *çoklu* kataloglar arasında çapraz eşleştirme yapabilen bir algoritma geliştirmektir.

Bilindiği üzere kızılötesinde çalışacak James Webb Uzay Teleskobu (JWST, Gardner ve diğ. 2006) yörüngeye yerleştirildi ve gözlemlerine de başladı. Bu çalışmamızda da geliştirdiğimiz çoklu eşleştirme algoritmamızı JWST'nin gözleyeceği noktasal nesnelere farklı dalgaboylarındaki parlaklıklarından oluşturulacak bir katalog üretme üzerine örnekledik.

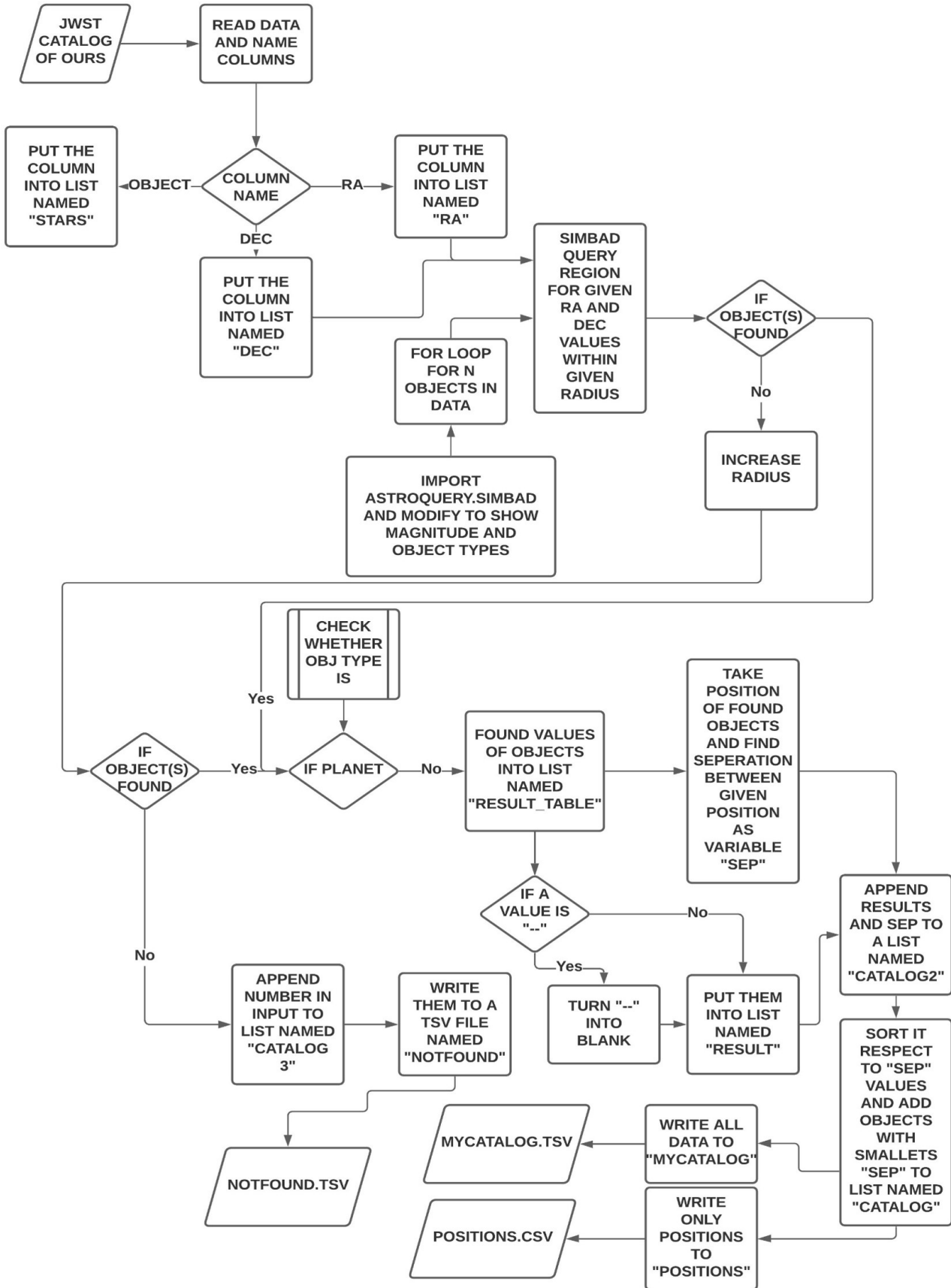
Algoritma için python dili ve ilgili kütüphaneler kullanılmıştır. Kod, JWST'nin gözleyeceği noktasal ışık kaynaklarını girdi alıp farklı kataloglardan çapraz eşleştirme yaparak yeni bir katalog oluşturmaktadır. Dolayısıyla, kod farklı çapraz eşleştirme katalogları oluşturmak için de kullanılabilir.

2 Yöntem

Katalogda sadece noktasal ışık kaynakları kullanılacağından, kaynaklar, onaylı Cycle-1 projeleri listesinden tek tek seçilmiştir (JWST - General Observer Program). Bu amaç için kaynakların bulunduğu halka açık proje önerileri bir betik kullanılarak girdi dosyasına dönüştürülmüştür (Yerli 2021). Cycle-1'deki projeler türlerine göre ayrılmış olsa da bazı projelerin içinde noktasal olmayan, yaygın kaynaklar da bulunduğundan bu aşamada nesnelere elle seçmek ve/veya denetlemek zorunda kalınmıştır. Bu işlemler sonucunda 194 nesne seçildi (nesne tanımları, sağ açıklık ve sapma değerleri).

Tüm çalışma boyunca veritabanı olarak Vizier (Ochsenbein ve diğ. 2000) ve SIMBAD (Wenger ve diğ. 2000) kullanıldı. Arama ve çapraz eşleştirme görevi astroquery aracı ile gerçekleştirildi (Ginsburg ve diğ. 2019). Tüm algoritma Şekil 1'de verilmiştir.

* tunc.ege@metu.edu.tr



Şekil 1. Kaynak filtreleme ve çapraz eşleştirme algoritması.

Çizelge 1. Oluşturulan çapraz eşleşme katalogunun ilk 10 kaynağı. Buradaki “Given RA” ve “Given DEC” girilen başlangıç konumunu ifade eder. 14 parlaklık değeri sırasıyla: *V, U, B, G, R, I, J, H, K, u, g, r, i, z* bantlarındaki kadir değerlerini ifade eder.

Obj#	Obj Name	Given RA	Given DEC	ra	dec	flux(V)	flux(U)	flux(B)	flux(G)	flux(R)	flux(I)	flux(J)	flux(H)	flux(K)	flux(u)	flux(g)	flux(r)	flux(i)	flux(z)	obj type	
0	WASP-80	20 12 40.0:-02 08 39.5	20 12 40.1:-02 08 39.1			11.939			12.81	11.26854	11.51	10.279	9.218	8.513	8.351	12.636	11.346	10.811		PM*	
1	CPD-36	67 15 15 48.4:-37 09 16.6	15 15 48.4:-37 09 16.0			8.708			9.21	8.514243			7.279	6.587	5.843					YSO	
2	G 161-71	09 44 54.1:-12 20 54.3	09 44 54.1:-12 20 54.3			13.646			15.47	11.87217	13.467	10.353	8.496	7.919	7.601	14.495	13.125	11.174		low-mass*	
3	* alf Psa C	22 48 4.49:-24 22 7.72	22 48 04.4:-24 22 07.7			12.624			14.301	11.12923	12.216	9.674	8.075	7.527	7.206	13.392	11.998	10.375		**	
4	V* AP Col	06 04 52.1:-34 33 35.7	06 04 52.1:-34 33 35.7			12.96			11.11214		11.49	9.6	7.742	7.183	6.866	13.687	12.317	10.368		Eruptive*	
5	LP 944-20	03 39 35.2:-35 25 43.6	03 39 35.2:-35 25 43.6			18.69			15.43957		16.39	13.288	10.725	10.017	9.548					low-mass*	
6	2MASSJ04 43 37.61+00 02 5.1	04 43 37.61+00 02 05.1				19.6			17.33943		15.877	12.507	11.804	11.216				19.74	16.93	15.03	low-mass*
7	V* AU Mic	20 45 9.53:-31 20 27.2	20 45 09.5:-31 20 27.2			8.627			10.05	7.84344	9.078	6.593	5.436	4.831	4.529	9.579	8.636	7.355		low-mass*	
8	LP 424-4	07 59 5.64+15 23 28.0	07 59 05.8+15 23 29.236						13.5	11.36021	11.934		8.794	8.206	7.989	13.024	11.73	10.672		PM*	
10	HD 189733	20 00 43.7+22 42 35.5	20 00 43.7+22 42 39.1			7.648	9.241	8.578	7.428371	7.126	6.68	6.07	5.59	5.541						BYDra	
11	SH 2-68 N	18 29 48.1+01 16 44.1	18 29 48.0+01 16 45.0																	YSO	
13	HD 218396	23 07 28.7+21 08 3.3	23 07 28.7+21 08 03.3			5.953		6.21	5.910741			5.383	5.28	5.24						EllipVar	

Giriş dosyası pandas kullanarak okunduktan sonra her bir girdi için belirli bir yarıçaptaki nesnelere, ad, konum (RA ve DEC), ilgili diğer değerler ve tür bilgileri SIMBAD sorgusu ile kaydedildi. Bu sorgu-kayıt süreci seçilen 194 nesne için yineleni. Döngü sırasında uygulanan ek bir filtre ile gezegenler elendi. Arama yarıçapına nesne düşmediğinde yarıçap sabit bir değer ile genişletilip sorgu ve yarıçap genişletmesi nesne bulunana kadar en çok beş kez yineleni. Bu döngüyle bulunan her bir nesnenin başlangıç konumuna uzaklığı hesaplanıp merkezden uzaklık sırasına sokuldu. Böylece benzer uzaklıktaki nesnelere yanlış sonuç üretmesi engellendi.

Döngü sonucunda sonuç katalog için iki liste elde edilmiş oldu: Nesne Bulunan ve Nesne Bulunmayan. Üçüncü bir listede ise her bir nesnenin RA ve sapma değerleri kaydedilmiştir.

Çapraz eşleşme için ise astroquery kütüphanesindeki xMatch sorgulama aracı kullanıldı. Bu sorgulama aracı Vizier, SIMBAD ya da özel bir katalog başlangıç olarak kullanılabilmektedir. Özel hazırlanmış bir katalog kullanıldığında ise sütun verileri sorgulama koduna tanıtılması gerekmektedir.

3 Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada kataloglar arası çapraz eşleştirme yapabilmek için yeni bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritma katalog özellikleri, parametreleri, eşleştirme alanının boyutu ve çapraz eşleştirme türü hakkında seçim açısından son kullanıcılara maksimum esneklik sağlamak için tasarlanmış olup farklı biçimdeki büyük ve çoklu kataloglarla kolaylıkla çapraz eşleştirme yapabilmektedir.

Bu algoritma kullanılarak JWST'nin gözleyeceği nesnelere UV-IR dalgaboyu aralığındaki 14 farklı parlaklık değerinden çapraz eşleştirilmiş örnekler yapılarak bir katalog hazırlanmıştır. Bu katalog için JWST'dan seçilmiş 194 nesne girdi olarak kullanılmıştır. Algoritma SIMBAD'da bulunan farklı kataloglardan 160 nesne için eşleştirme sağladı. Bu nesnelere 24'ü UV-IR aralığında etkinlik göstermediğinden katalogumuz için parlaklık değeri bulunamadı. JWST görelisi olarak yeni keşfedilmiş ve sıradışı nesnelere gözleyecek olduğundan girdi nesnelere hepsi için kataloglardan eşleştirilme sağlanması zaten beklenmemektedir. Katalogun ilk 10 nesnesi ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Oluşturulan katalog, nesne tanımlama, sınıflandırma, tayfsal enerji dağılımı (SED) oluşturma ve ayrıca yeniden girdi olarak kullanılarak Vizier'deki diğer kataloglarla çapraz doğrulama için kullanılabilecektir.

4 Sonuç

Çoklu çapraz katalog eşleştirme, belirli bir kaynağa ait önceki tanımlamaları bulmak veya fiziksel özellikleri birleştirmek veya

zamansal gelişimini incelemek için günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmakta olan bir yöntemdir. Çapraz eşleştirme için birincil kriter, nesnelere ait koordinatların çakışmasıdır (konumsal çapraz eşleşme). Konumsal çapraz eşleşmede, göz önünde bulundurulunan tek nitelik nesnenin koordinatlarıdır. Bu tür bir eşleşme, aynı nesnenin çeşitli kataloglarda farklı koordinatlara sahip olabilmesi nedeniyle (ölçüm hataları, alet hassasiyetleri, kalibrasyon, fiziksel kısıtlamalar vb.) özellikle çoklu çapraz eşleştirmede dikkat edilmesi gereken bir unsurdur.

Bu bağlamda, verimli, güvenilir ve esnek bir çapraz eşleştirme algoritması geliştirmek gözlemsel astrofizik alanında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle motivasyonumuz geliştirilebilir ve genişletilebilir çoklu kataloglar arasında çapraz eşleştirme yapan bir algoritma geliştirmek ve bunu JWST'nin gözleyeceği seçilmiş nokta kaynaklara uygulayarak çoklu dalgaboyu verisi ile yeni bir katalog elde etmektir. Bunun için astroquery kullanarak belirli bir girdi katalogundaki nesnelere SIMBAD'da sorgulayabilir ve farklı gözlemlerden belirli verileri tek bir çapraz eşleştirilmiş katalogda toplayabilir bir kod yazdık. xMatch sorgulamasının yardımıyla da seçili nesnelere parlaklık değerlerinden bir katalog elde edilir. Kodda yapılacak iyileştirmelerle çapraz eşleştirmenin diğer dalgaboyu aralıklarına da genişletilmesi mümkündür.

Kaynaklar

- Gardner J. P., ve diğ., 2006, *Space Sci. Rev.*, 123, 485
 Ginsburg A., ve diğ., 2019, *AJ*, 157, 98
 Ochsenein F., Bauer P., Marcout J., 2000, *A&AS*, 143, 23
 Pineau F. X., Boch T., Derriere S., 2011, in Evans I. N., Accomazzi A., Mink D. J., Rots A. H., eds, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series Vol. 442, Astronomical Data Analysis Software and Systems XX*. p. 85
 Wenger M., ve diğ., 2000, *A&AS*, 143, 9
 Yerli S. K., 2021, *Özel İletişim*, Basılmadı

Access:

M23-0383: *Turkish J.A&A* — Vol.4, Issue 3.