

Diagram Hertzsprunga – Russella, ewolucja gwiazd – Doświadczenie

Jakub Bartkowiak

Astroclass

Spis treści

1	Doświadczenie	1
1.1	Cele doświadczenia:	1
1.2	Przygotowanie	1
1.3	Stworzenie diagramu H-R za pomocą <i>Astromancera</i>	1
1.4	Analiza wyników	3
1.5	Interpretacja wyników – pytania pomocnicze	3
1.6	Możliwości modyfikacji doświadczenia	3

1 Doświadczenie

1.1 Cele doświadczenia:

- Wykreślenie diagramu H-R dla gromady gwiazdnej M67.
- Nauka podstaw analizy danych.
- Analiza uzyskanych wyników w kontekście rzadkości występowania w galaktykach gwiazd o danym typie widmowym oraz stadium ewolucyjnym.

1.2 Przygotowanie

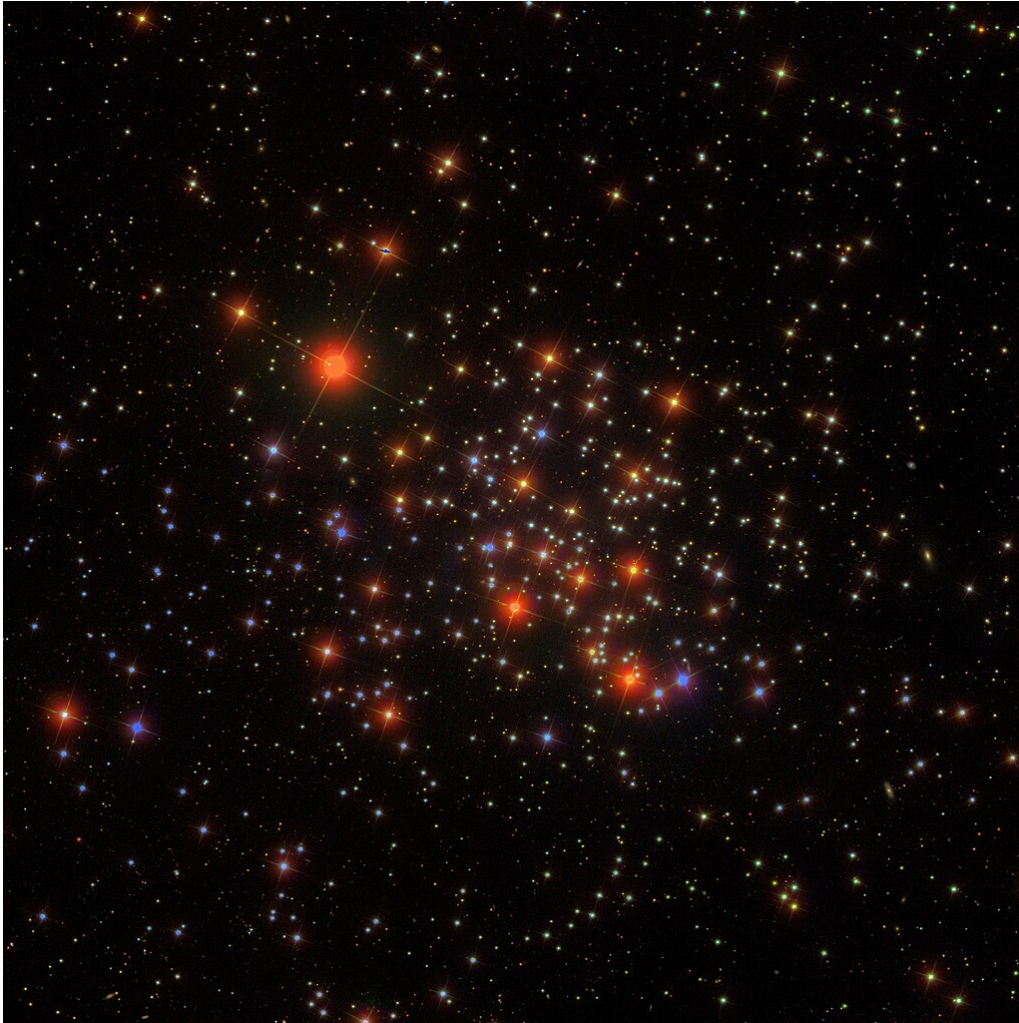
Niezbędnym narzędziem przeglądarkowym do przeprowadzenia doświadczenia, poprzez wykreślenie diagramu H-R jest:

<https://astromancer.skynet.unc.edu/cluster>

1.3 Stworzenie diagramu H-R za pomocą *Astromancera*

- ★ Wyboru obiektu, którego dane chcemy analizować dokonujemy w zakładce *Data Source*, wpisując nazwę lub koordynaty obiektu w okienku po prawej stronie.

Dla celów tego doświadczenia wybieramy obiekt *Messier 67*. Jest to gromada otwarta, położona w gwiazdozbiornie Raka. Większość gromad otwartych rozprasza się po kilkuset milionach lat, lecz gromadzie *M 67* udało się przetrwać miliardy lat. To czyni ją niezwykle rzadką i cenną do badań ewolucji gwiazd.



Rysunek 1: Gromada otwarta *Messier 67*.

Źródło: Sloan Digital Sky Survey, skyserver. Wykorzystany na licencji CC BY-SA 4.0

- ★ Po wpisaniu porządanego obiektu, automatycznie wyświetla nam się okienko z czterema polami do wyboru. Wartości podawane w *deg*, a więc stopniach, definiują położenie naszej gromady otwartej na niebie. Nie zmieniamy ich.

Upewniamy się, że korzystamy z katalogu misji GAIA. Dane tego projektu są zbierane za pomocą bezzałogowej sondy kosmicznej Europejskiej Agencji Kosmicznej. Działając od 2014 roku, dokonała około trzech trylionów obserwacji dla dwóch miliardów gwiazd.

Oznaczenie *Radius* definiuje wielkość promienia, który zawęzi nasze pole obserwacji. Maksymalna liczba gwiazd w promieniu powinna być nie większa niż 5000 gwiazd. Dla *M 67* optymalna wartość promienia wynosi 0.5.

- ★ Kolejnym krokiem jest użycie przycisku *Test Radius* oraz dwukrotnie przycisku *Next*. Czasami proces ten może zająć narzędziu kilka minut.
- ★ Przechodząc do zakładki *Field Star Removal*, możemy rozpocząć przystępowanie do kolejnych kroków. Nie są one jasno określone, natomiast odpowiednia zmiana wartości powinna skutkować jak największym procentem *Cluster stars* w naszym polu widzenia.
- ★ Po odpowiednim dopasowaniu wartości należy kliknąć przycisk *Fetch Archive*, przekierowujący nas do nowej zakładki *Archive Fetching*. Po wyborze opcji *Proceed to Isochrone Matching* trafiamy do zakładki *Isochrone matching*.
- ★ Kolejnym zadaniem jest wybór filtrów : RP dla Blue, BP dla Red oraz RP dla Lum.

Łamana krzywa na ekranie to teoretyczna linia na diagramie, która powinna biec przez główną sekwencję ciągu głównego. Zatem poprzez zmianę wartości, należy doprowadzić do jak dokładniejszego dopasowania krzywej. Ważne, aby *Max Error* ustawiony był na co najmniej 0.15.

- ★ Po wykonaniu wszystkich poprzednich kroków, powinniśmy uzyskać wykreślony diagram H-R dla gromady *Messier 67*. Nasze wyniki można pobrać, klikając znak trzech poziomych kresek w prawym rogu naszego diagramu.

1.4 Analiza wyników

Oczekujemy, aby na diagramie H-R wyraźnie widoczne były charakterystyczne populacje gwiazd danych rodzajów widmowych oraz poszczególnych etapów ewolucyjnych. Jeżeli tak nie jest, należy zawęzić pole analizy programu lub poddać zmianie wartości, które zostały przez nas wcześniej niewłaściwie określone. Dodatkowo, dopasowanie krzywej teoretycznej pozwoli zrozumieć, na jakiej zasadzie tworzone są modele ewolucyjne gwiazd wedle wskazywanych wartości.

1.5 Interpretacja wyników – pytania pomocnicze

- W którym miejscu na diagramie H-R znajduje się największa ilość gwiazd? W jakim etapie ewolucji znajdują się te obiekty?
- Zastanów się, dlaczego to właśnie w tym etapie ewolucji znajduje się większość gwiazd we Wszechświecie.
- Na podstawie informacji zawartych w skrypcie określ, jakie wielkości znajdują się na osiach diagramu.

1.6 Możliwości modyfikacji doświadczenia

- Szczegółowy poradnik użytkownika oprogramowania do poznawania działania diagramu H-R oraz ewolucji gwiazd w gromadach gwiazd:

<https://www.saskoer.ca/skynet/chapter/hr-diagrams/>

- Postaraj się przeprowadzić podobne doświadczenia dla innych gromad gwiazd i porównaj wyniki.
- Podobne doświadczenie, jednakże bardziej zaawansowane, opisane jako zadanie na konkursie astronomicznym Astrolabium:

Porównanie odległości gromad za pomocą V0, Astrolabium