

Pracownia astronomiczna

analiza danych, zad. helio2

Badanie kinematyki koronalnego wyrzutu masy

Celem zadania jest wyznaczenie parametrów charakteryzujących kinematykę wybranego koronalnego wyrzutu masy obserwowanego w zakresie promieniowania widzialnego. Wynikiem przeprowadzonego badania będzie krzywa położenia i prędkości dla tego wyrzutu.

W analizie wykorzystywane będą obrazy Słońca z instrumentu LASCO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph) działającego na pokładzie satelity SoHO (Solar and Heliospheric Observatory, sohowww.nascom.nasa.gov). Do wizualizacji obrazów należy wykorzystać program JHelioviewer (<http://www.jhelioviewer.org>). Podana strona WWW zawiera instrukcję użytkowania programu.

Koronalne wyrzuty masy (coronal mass ejection, CME) są jednym z przejawów tzw. magnetycznej aktywności Słońca. CME to chmura namagnesowanej plazmy, która przyspieszona w koronie słonecznej, wyrzucona zostaje w przestrzeń międzyplanetarną. Przyczyną powstania CME jest rekonfiguracja pola magnetycznego w koronie. Wyrzuty osiągają prędkości rzędu 100 – 1000 km/s (maksymalnie około 3000 km/s).

CME, które docierają do Ziemi, powodują zaburzenia ziemskiej magnetosfery (tzw. burze geomagnetyczne), przez co mają negatywny wpływ na naziemne i orbitalne systemy techniczne. Wyrzuty te są jednym z elementów tzw. pogody kosmicznej, która opisuje warunki panujące na Słońcu i w bliskiej nam przestrzeni kosmicznej. Prognozowanie aktywności słonecznej i pogody kosmicznej, w tym prawdopodobieństwa i czasu dotarcia do Ziemi CME, ma duże znaczenie dla funkcjonowania współczesnej cywilizacji technicznej. CME powodują też powstawanie jasnych, rozległych zórz polarnych.

Etapy pracy:

1. Wczytaj do programu JHelioviewer obrazy SoHO/LASCO C2 i C3 dla wybranego CME z kadencją 10 min (1 obraz co 10 min.). Uwaga, jeśli danych nie ma na jednym serwerze, należy sprawdzić drugi (IAS, GFSC). **Uwaga:** przydział CME znajduje się na końcu tego dokumentu.
2. Obejrzyj wczytane obrazy i ustaw jasność/kontrast obrazów tak, aby morfologia CME była jak najlepiej widoczna. To umożliwi dokładniejsze śledzenie zmian położenia wyrzutu. Szczególnie dobrze powinien być widoczny tzw. front CME, ponieważ jego położenie będzie śledzone w dalszej części tego zadania. Front (czoło) CME to jego część położona najdalej od Słońca (tzw. krawędź prowadząca).
3. Wyznacz odległość heliocentryczną frontu CME (r) i oszacuj jej błąd dla każdego z obrazów, na których front ten jest widoczny. Głównym źródłem błędów jest tu niepewność wskazania frontu wynikająca z jego rozmycia, a czasem też z jego niskiej jasności. Program JHelioviewer umożliwia odczytanie odległości r wyrażonej w promieniach Słońca (R_s) i liczonej od środka tarczy słonecznej.
4. Wykonaj wykres $r = r(t)$ z naniesionymi kreskami błędów. Pomiar czasu traktujemy jako bezbłędny.
5. Przelicz odległość r [R_s] na d [km]. Wykonaj wykres $d = d(t)$ z naniesionymi kreskami błędów. Przyjmij, że promień Słońca wynosi $R_s = 696000 \pm 100$ km.
6. Dopasuj odpowiednią funkcję do wykresu $d = d(t)$ (wybierz funkcję liniową lub kwadratową). Na jej podstawie wyznacz prędkość CME i oszacuj błąd wyznaczonych wartości prędkości. Wykonaj wykres $v = v(t)$ z kreskami błędów. **Uwaga:** przed wykonaniem dopasowania funkcji należy przeliczyć czas pomiarów do jednej jednostki, np. godzin i ułamków godzin liczonych od pierwszego pomiaru.
7. Przedyskutuj wykres $v = v(t)$. Czy CME w polu widzenia LASCO przyspiesza/hamuje/zachowuje stałą prędkość?
8. Na podstawie wyznaczonej prędkości CME (zakładając, że porusza się ono naszą stroną), oszacuj po jakim czasie dotarłoby ono do Ziemi (oszacuj błąd tego czasu uwzględniając błędy prędkości). Załóż, że CME w czasie propagacji w stronę Ziemi będzie miało stałą prędkość, równą ostatniej (najpóźniejszej) wartości wyznaczonej z danych.
9. Przygotuj sprawozdanie zgodnie z wytycznymi przedstawionymi na stronie WWW zajęć. Formatka do sprawozdania również dostępna jest na stronie zajęć. Dodatkowo:
 - Sprawozdanie w wstępie powinno zawierać wprowadzenie do tematu badania w tym krótki opis aktywności słonecznej i pogody kosmicznej.

- Wymaganyimi ilustracjami w sprawozdaniu są wykresy $r = r(t)$, $d = d(t)$ (z dopasowaną funkcją) i $v = v(t)$ oraz przykładowe obrazy LASCO (4-6 szt.) pokazujące ewolucję CME z zaznaczeniem położenia śledzonego frontu wyrzutu. Obrazy można złożyć w jedną mozaikę (2x2 lub 2x3 obrazy). Wykresy powinny zawierać kreski błędów, opisy osi, itd.
- Wszystkie zmierzone lub wyliczone wartości muszą mieć wyznaczone niepewności pomiarowe. Przedstawiając wyniki należy pamiętać o zasadzie cyfr znaczących.
- W sprawozdaniu należy przedstawić tabelę z wykonanymi pomiarami – trzy kolumny: data i czas, r [Rs], δr [Rs]. Tabela powinna zmieścić się na jednej stronie.
- W dyskusji wyników na końcu sprawozdania nie ma wymogu porównania z wartościami literaturowymi. Można jednak odnieść otrzymane wartości prędkości CME do typowych prędkości obserwowanych dla całej grupy tych zjawisk.

Przydział CME:

- grupa 1 (,): od 2013-05-22 08:00 do 2013-05-22 17:00, kierunek NW (dwa CME, do zrobienia pierwsze)
- grupa 2 (,): od 2013-06-18 02:00 do 2013-06-18 14:00, kierunek SE
- grupa 3 (,): od 2014-01-01T12:00 do 2014-01-02 03:00, kierunek SE
- grupa 4 (,): od 2014-01-07 03:00 do 2014-01-07 15:00, kierunek SW