Wyznaczanie okresu rotacji planetoidy 937 Bethgea

Robert Janicki

14-12-2000

Streszczenie

Praca ta jest raportem z obserwacji planetoidy 595 Polyxena, która była przeprowadzona 16 listopada w Borowcu. Dalsza część pracy poświęcona jest planetoidzie 937 Bethgea, dla której przeprowadzono redukcję obserwacji ramek oraz fotometrię aperturową przy pomocy odpowiednich skryptów. Uzyskane informacje to wykresy zmian jasności planetoidy 937 Bethgea i gwiazd porównania. Ostatni etap to wyznaczenie okresu rotacji planetoidy, który wyniósł 3.23 godziny.

1 Wstęp

Wykonując obserwacje fotometryczne małych ciał Układu Słonecznego możemy wyznaczyć krzywe zmian blasku a przy ich pomocy np. kształt. Zmiany blasku planetoidy mogą być, powodowane przez obrót wokół jednej, lub kilku z osi, lub przez nierównomierne odbicie światła od powierzchni. Przy odpowiednim analizowaniu danych z obserwacji można określić kształt, skład chemiczny na powierzchni, oraz okres synodyczny.

2 Obserwacje 595 Polyxena w Borowcu

Obserwacje 595 Polyxeny zostały wykonane 16 listopada 2000 w OA w Borowcu. Przeprowadzenie obserwacji polega na przygotowaniu sobie mapki do identyfikacji pola gwiazdowego. Wykonano ją komputerowym programem „Xephem", przy pomocy którego można również określić położenie planetki na dany moment czasu. Przed nastawieniem teleskopu na dany obiekt pamiętamy o poprawkach instrumentalnych w kącie godzinnym t oraz w deklinacji δ. Tak ustawiony teleskop wprawiamy w ruch w momencie odczytanym z efemerydy. Silnik krokowy pozwoli nam śledzić planetkę wraz z dobowym ruchem Ziemi. Korzystając z oprogramowania CCDops do obsługi „cyfrowej kamery CCD" wykonujemy serię ramek (ekspozycji) w poszczególnych filtrach. Przy wykonaniu pierwszej ekspozycji należy sprawdzić czy nasz obiekt znajduje się w centralnej części ramki poprzez porównanie z poprzednio przygotowaną mapką.

3 Redukcja obserwacji

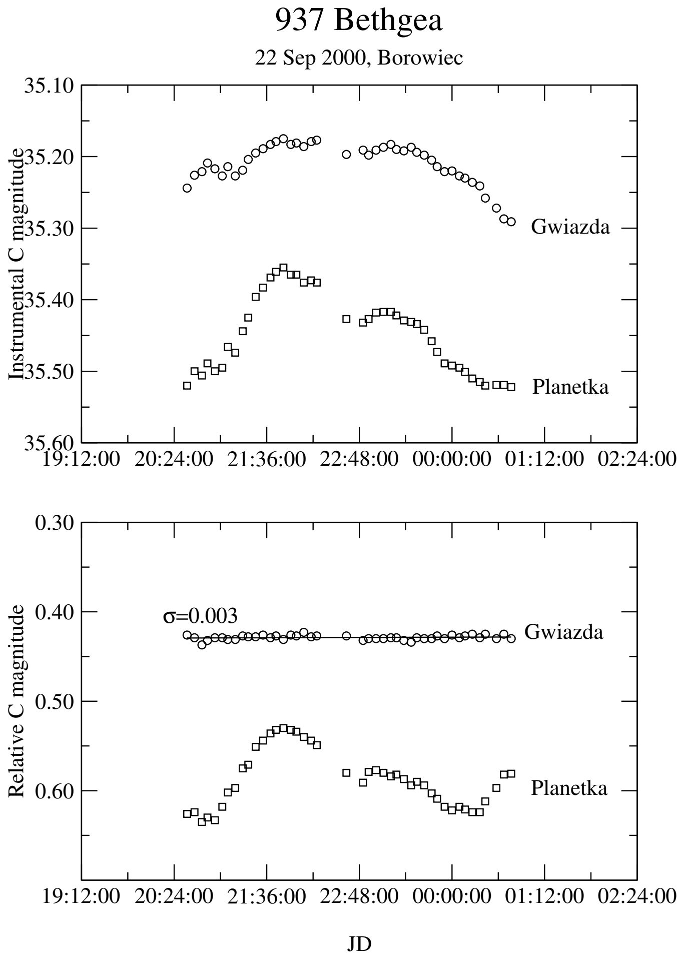
Gotowe ramki „CCD" 937 Bethgei z dnia 22 wrzesnia należy poddać obróbce komputerowej, aby pozbyć się błędów instrumentalnych (kamery i układu optycznego). Proces ten nazywa sie „redukcją obserwacji" i składa się z trzech etapow. W pierwszym kroku tworzymy MASTERBIAS, czyli ramkę utworzoną z uśrednienia 5-ciu ramek „offsetowych" wykonanych przed obserwacją. Poprzez uśrednienie pozbędziemy się błędów przypadkowych, oraz zmniejszymy „szum", którym były obarczone pojedyńcze zdięcia. Tak przygotowaną ramkę odejmujemy od ramek „dark" — z prądem ciemnym, oraz „target" — z obiektem. Kolejnym etapem jest utworzenie , jak poprzednio uśrednionej ramki MASTERDARK z „prądem ciemnym". Ramki „dark" są wykonane przy zamkniętym obiektywie w celu zbadania czułosci poszczególnych pikseli na promieniowanie termiczne. Ramkę tą odejmujemy już tylko od ramki z obiektem. W ostatnim już kroku odejmujemy od ramek z „flat field" — polem wyrownawczym stałą wartość 100 ADU, która została dodana podczas obserwacji przez oprogramowanie. Dla każdego z filtrow, R i V tworzymy ramki o nazwie MASTERFLAT i dzielimi przez nie ramki z obiektem. Po wykonaniu wszystkich tych czynności ramki nadają sie do obróbki fotometrycznej. Nie musimy jednak wykonywać tych czynności ręcznie, a wykona je za nas odpowiedni skrypt.

4 Fotometria ramek CCD

Do obróbki fotometrycznej naszych ramek używamy pakietu „STARLINK", gdzie przy pomocy fotometrii aperturowej zbadamy względne zmiany jasności planetki. W tym celu wybieramy gwiazdy porównania, najlepiej o podobnych jasnościach co planetoida. Majac 4-ry wybrane gwiazdy porównuje „wskaźnik barwy" R-V dla poszczególnych serii i wybieram gwiazdę dla której wskaźnik barwy (R-V) jest porównywalny ze wskaźnikiem barwy planetki. Przy pomocy programu „AUTOPHOTOM" pobieram wartości apertur z poszczególnych serii dla planetki oraz wybranych gwiazd. Pozwoli to nam na utworzenie plikow zawierajacych zmiany względnych i instrumentalnych jasności w czasie dla planetki i gwiazd. łączymy poszczególne pliki dla odpowiednich filtrow i serii, a nastepnie umieszczamy wartości na wykresie. Będziemy do tego używac „Xmgrace" — programu komputerowego do tworzenia wykresów.

5 Krzywa zmian blasku 937 Bethgea

W „Xmgrace" zostały utworzone dwa wykresy. Górny przedstawia zmiany blasku dla planetoidy i gwiazdy porównania. Wartości jasności podane w „magnitudo" są wartościami wygenerowanymi przez sygnał kamery CCD. Jest to tzw. „instrumentalna" wartość jasności. Dolny wykres przedstawia względne zminy jasności planetka minus gwiazda porównania oraz gwiazda 2-ga minus gwiazda porównania. Dodatkowo przy względnej krzywej dla gwiazdy linią prostą przedstawiono ocenę dokładności pomiarów. Wyznaczona ją przy pomocy regresji liniowej i dodatkowo podano wartość odchylenia standardowego σ , która wynosi 0.003



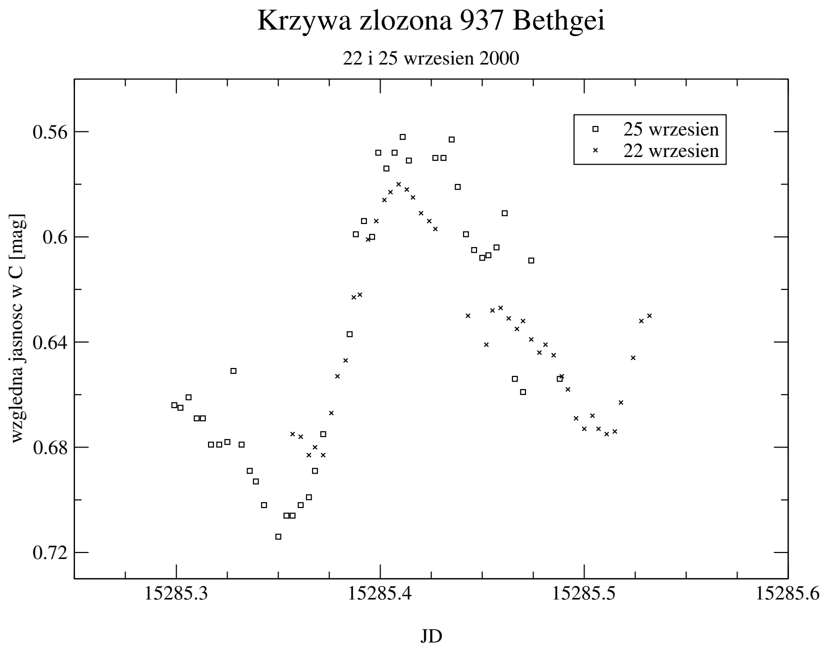
Rysunek 1: Wykres pierwszy przedstawia zmiany jasnosci instrumentalnej planetki i gwiazdy porownania. W wykresie drugim umieszczone sa wzgledne wartosci zmian jasnosci.

6 Wyznaczenie okresu rotacji

Mając dwa wykresy przedstawiające krzywe zmian blasku wykonane w pewnym odstępie czasu możemy wyznaczyć okres rotacji. Umieszczamy obie krzywe na jednym wykresie i przesuwamy je względem osi czasu, aż do momentu pokrycia. Odczytujemy z wykresu przybliżoną wartośą okresu oraz szacujemy ilość obrótow jaka została wykonana pomiędzy obserwacjami. Następnie z wzoru:

$$\Delta t'_{AB} = \Delta t_{AB} + \frac{1}{c}(\Delta A - \Delta B) \qquad (1)$$

Wyliczamy $\Delta t'_{AB}$, czyli dokładniejszą wartość początkowego przesunięcia wykresów i z wzoru $P = \Delta t'_{AB}/N$ wyliczamy nową wartość okresu P. We wzorze (1) uwzględniamy poprawki na tzw. 'light time', czyli czas dotarcia światła z planetki do Ziemi. Wartości ΔA i $\Delta\ B$ odczytujemy z 'Xephema' odpowiednio dla pierwszej i drugiej obserwacji. Wartość c we wzorze to predkość swiatła. Stosując wyżej opisany sposób wyznaczono synodyczny okres rotacji 937 Bethgei. Pierwszą krzywą otrzymano poprzez przeprowadzenie redukcji i fotometrii aperturowej ramek z dnia 22 wrzesienia 2000. Drugą natomiast wykorzystano gotową wykonaną z obserwacji z dnia 25 września 2000. Wyliczona wartość okresu to 3.23 godziny.



Rysunek 2: Wykres przedstawia porównanie dwóch krzywych zmian blasku dla Bethgei 937 wykonanych 22 i 25 wrzesnia 2000.