

Wyznaczanie orbity komety 73P Schwassmann-Wachmann 3 C

Rafał Szudera

16 czerwca 2006

1 Streszczenie

W protokole tym zawarłem opis procesu obliczania orbity komety 73P Schwassmann-Wachmann 3, a dokładniej jej najjasniejszego **fragmentu C**. Na początku zamieszczony jest mały rys historyczny związany z kometaą. Następnie opisane są same obserwacje komety, dane z nich wynikające oraz metody obliczeniowe jakimi się posługiwałem w trakcie mojej pracy. Na zakończenie umieszczone są wyniki oraz ich interpretacje. Rezultaty mojej pracy okazały się niewłaściwe, gdyż parametry orbity fragmentu C komety wyszły bardzo zbliżone do ziemskich. Postaram się to jednak wytłumaczyć we wnioskach.

2 Wstęp

Kometa okresowa 73P/Schwassmann-Wachmann 3 została odkryta na początku maja 1930 roku przez dwóch niemieckich astronomów: Arnolda Schwassmanna i Arno Arthura Wachmanna. Znajdowała się wówczas ok. 9,2 mln km od Ziemi czyli 0,06 jednostki astronomicznej(AU). Okazała się być ona kometaą krótkookresową, o pólsoni wielkiej $a=3,1$ AU, a więc zgodnie z III Prawem Keplera miała okres obiegu tylko: $T=5,41$ lat. Kometa wracała w okolice Ziemi wielokrotnie, aż do 1995 roku kiedy to odkryto, że rozpadła się na mniejsze fragmenty. Proces rozpadu był wielostopniowy:

- Na początku wrzesnia kometa rozpadła się na części (**B,C,E**)
- N przełomie października i listopada, fragmenty **B** i **C** podzieliły się na **B i A** oraz **C i F**.

W tym roku gdy kometa znalazła się znowu w okolicy Ziemi, okazało się, że jądro uległo dalszej dezintegracji. Obecnie istnieje co najmniej 19 fragmentów: **C, Q, P, B, G, J, R, S, K, M, H, N, L, W, X, Y, T, U i V**. Niektóre z nich są jednak bardzo słabo widoczne, gdyż ich jasności nie przekraczają +20 mag.

Ja, w mojej pracy, zająłem się najjasniejszym fragmentem komety 73P Schwassmann-Wachmann 3, **fragmentem C**. Fragment ten był najbliżej Ziemi 12 maja 2006. Moje obserwacje pochodzą z nocy z 9.05.2006 na 10.05.2006, tak więc krótko przed maksymalnym zbliżeniem.[Rysunek 1] przedstawia mapkę z serwisu **ASTROHOBBY.PL**, która pokazuje położenie fragmentu C na niebie w maju.

3 Obserwacje

Obserwacje komety 73P Schwassmann-Wachmann 3 C odbyły się w nocy z 9 maja 2006 na 10 maja 2006, krótko po północy, w **OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNYM W BOROWCU** pod Poznaniem. Obserwacje były wykonywane zdalnie, przy pomocy "małego teleskopu fotometrycznego". Składa się on z 20cm teleskopu Newton, do którego podłączona jest kamera CCD ST7. Pogoda noca była bardzo zadowalająca. Kłopoty w obserwacjach sprawiał jednak Księżyc, który był widoczny w 88%. Temperatura otoczenia wynosiła +21°C. Zdjęcia CCD z których skorzystałem w mojej pracy wykonał Mgr Krzysztof Kaminski z OA w Poznaniu, za co Mu serdecznie dziękuję.

Podczas robienia zdjęć kamera ccd była schłodzona do temperatury -10°C. Zastosowano **filtr I**(podczerwień). Czas ekspozycji został ustawiony na 20 sekund. Zrobiono serie **10 zdjęć typu FLAT(2s)**, serie **10 zdjęć typu DARK(20s)** i serie **10 zdjęć typu BIAS(0s)**. Seria zdjęć fragmentu C rozpoczęła się 10.05.2006 o godzinie **00:07:02.885** a zakończyła się o **00:59:11.329**. Wykonano 120 zdjęć. Jest to bardzo niewiele danych aby obliczyć, choć przybliżoną orbitę komety, jednak musiało mi to wystarczyć.

4 Opracowywanie danych

Aby obliczyć orbitę komety dysponowałem metodą, która potrzebowała trzech położzeń rozpatrywanej komety, w różnych momentach czasu. Tak więc wybrałem trzy zdjęcia komety (zdjęcie: 1,61,120), jedno na początku obserwacji, jedno w połowie i jedno na koncu.

- Zdjęcia te poddałem wstępnej redukcji za pomocą ramek FLAT, BIAS i DARK, wykorzystując do tego skrypt autorstwa Mgr Krzysztofa Kaminskiego pt: **red**.
- Mając już zredukowane ramki, uruchomiłem pakiet aplikacji astronomicznych pt: **STARLINK**. Używałem graficznego programu **GAIA**, w którym mogłem przeglądać i analizować ramki ze zdjęciami.
- Za pomocą Gaii wyznaczyłem współrzędne X i Y komety, oraz współrzędne X i Y trzech gwiazd odniesienia, z każdej ramki. Gwiazdy odniesienia będą mi potrzebne przy obliczeniach.
- Potrzebowałem jeszcze współrzędnych astronomicznych(ra,dec) gwiazd odniesienia, które uzyskałem z aplikacji **XEphem**. Było to dość trudne, gdyż na mapach gwiazdowych musiałem znaleźć dokładne miejsce na niebie, jakie widnieje na ramce. Pomogły mi w tym przybliżone wartości współrzędnych komety jakie wyczytałem z efemeryd umieszczonych w internecie.
- Na zakończenie odczytałem jeszcze współrzędne astronomiczne(A,D) środka każdej ramki ccd

5 Obliczenia

Aby wyznaczyć orbitę komety potrzebowałem jej dokładnych współrzędnych rektascencji i deklinacji obliczonych z każdej ramki. Opisze teraz schemat postępowania

z jedną ramką, gdyż w ten sam sposób postepowałem z pozostałymi. Do obliczeń używałem matematycznej aplikacji MUPAD.

1. Dla każdej gwiazdy oporowej obliczyłem standardowe współrzędne tangencjalne, korzystając ze wzorów:

$$ksi = \frac{\cos \delta * \sin \alpha - A}{\cos D * \sin \delta - \cos D * \cos \delta * \cos \alpha - A} \quad (1)$$

$$ni = \frac{\cos D * \sin \delta - \sin D * \cos \delta * \cos \alpha - A}{\sin D * \sin \delta + \cos D * \cos \delta * \cos \alpha - A} \quad (2)$$

gdzie α i δ to współrzędne danej gwiazdy oporowej, A i D to współrzędne środka optycznego ramki ccd

2. Dla każdej z gwiazd oporowych sporadziłem układ równań:

$$ksi - X = a_1 * X + b_1 Y + c_1 \quad (3)$$

$$ni - Y = d_1 * x + e_1 * Y + f_1 \quad (4)$$

gdzie X i Y to współrzędne z ramki, każdej gwiazdy oporowej. Tworząc taki układ dla każdej z trzech gwiazd oporowych otrzymałem układ sześciu równań z sześcioma niewiadomymi $a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1$

3. Mając już wyznaczone $a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, f_1$ stworzyłem taki sam układ dla współrzędnych X i Y komety.
4. Dysponując współrzędnymi tangencjalnymi komety obliczyłem jej prawdziwe współrzędne α i δ , korzystając ze wzorów:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{ksi}{\cos D - ni * \sin D}\right) + A \quad (5)$$

$$\delta = \arctan\left(\frac{\sin D + ni * \cos D}{\cos D - ni * \sin D} * \cos \alpha - A\right) \quad (6)$$

6 Zestawienie Wyników

W trakcie mojej pracy uzyskałem następujące wyniki. Tabela zawiera współrzędne rektascencje i deklinacje komety z każdej ramki, oraz czas wyrażony w mierze UT

| zdjęcie | rektascencja | deklinacja | czas(godzina) |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 19 41 53.3089 | 31 09 10.9482 | 00:07:02.885 |
| 2 | 19 42 22.9904 | 31 07 45.3343 | 00:32:52.102 |
| 3 | 19 42 50.9884 | 31 06 08.9611 | 00:59:11.329 |

Tablica 1: Zestawienie współrzędnych fragmentu C komety 73P Schwassmann-Wachmann 3 z 10.05.2006r

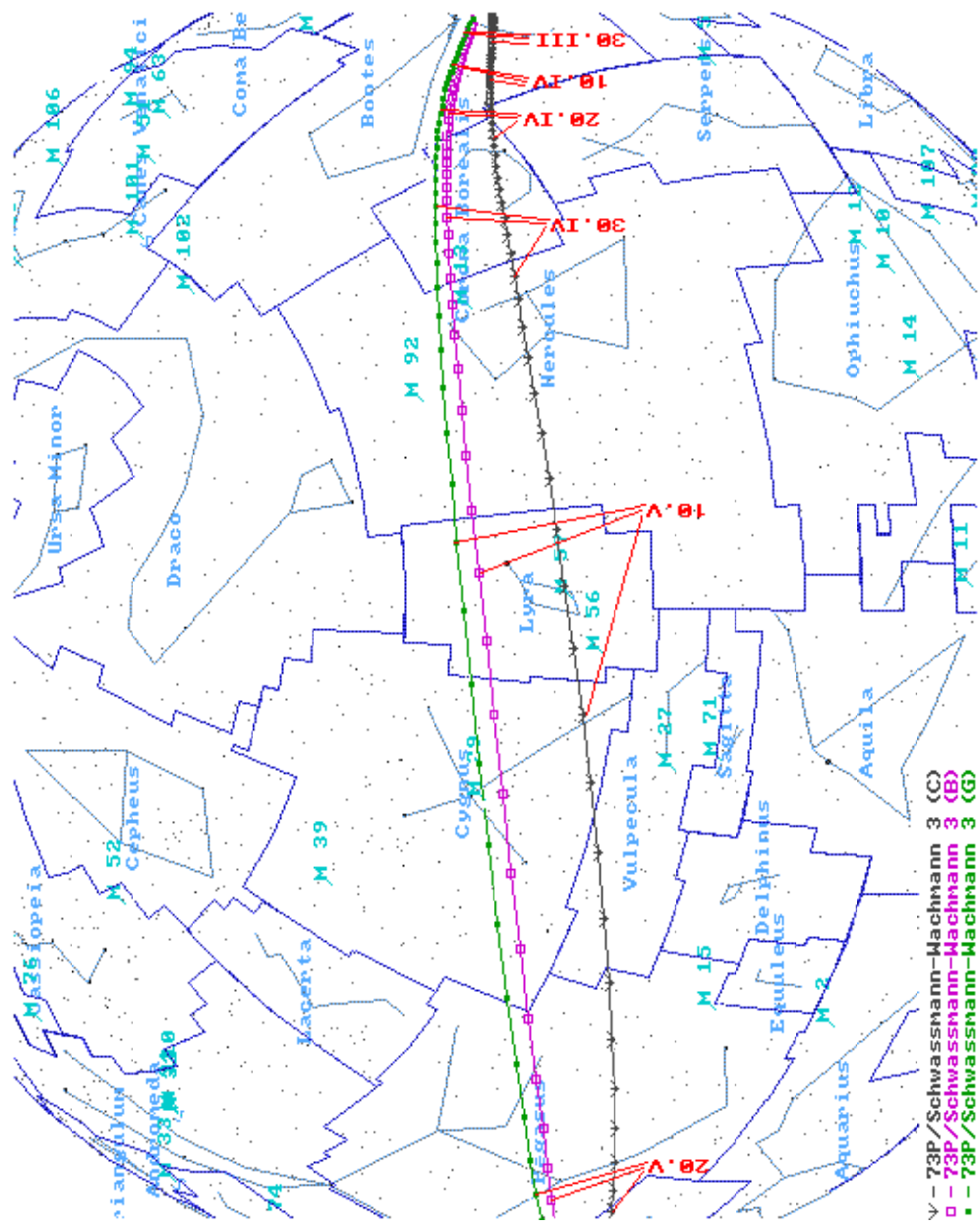
Te dane ostatecznie wstawiłem do skryptu napisanego przez dr Wojciecha Borczyka z OA w Poznaniu, obliczającego orbite z metody Moulton-Vaisala-Cunningham. Otrzymałem następujące parametry orbity komety:

| | |
|----------------------------|--------------------|
| odległość perycentrum | q=0.9812 AU |
| mimosród | e=0.0173 |
| nachylenie orbity | i=0.0303 |
| argument perycentrum | om=36.3138 |
| długość wezła wstępującego | OM=61.3153 |
| tau | tau=130.9093 |
| Tperi | Tperi=2453734.6135 |

Tablica 2: Zestawienie elementów orbity fragmentu C komety 73P Schwassmann-Wachmann 3 z 10.05.2006r

7 Wnioski

Moje wyniki wg ostatniego używanego skryptu są poprawne jednak z logicznego punktu widzenia nie mają sensu. Już sam mimosrów tylko minimalnie większy od zera pokazuje że coś jest nie tak. Zerowy mimosrów oznaczałby orbite w postaci okręgu. Pozostałe parametry takie jak q czy i również mało pasują. Owe trzy parametry opisują bardziej orbite Ziemi niż komety. Ma to swoje uzasadnienie. Kometa 10.05.2006 przeleciała bardzo blisko Ziemi. Obserwacje jakimi dysponowałem obejmowały tylko 1 godzinę jej przelotu. To bardzo krótki czas aby wyznaczyć orbite. W tak krótkim czasie orbita komety 73P Schwassmann-Wachmann 3 C mogła być zbliżona do orbity Ziemi. To jedyne wytłumaczenie jakie przychodzi mi do głowy, gdyż pozatym wszystko w trakcie pracy przebiegało dobrze.



Rysunek 1: Kometa na majowym niebie