

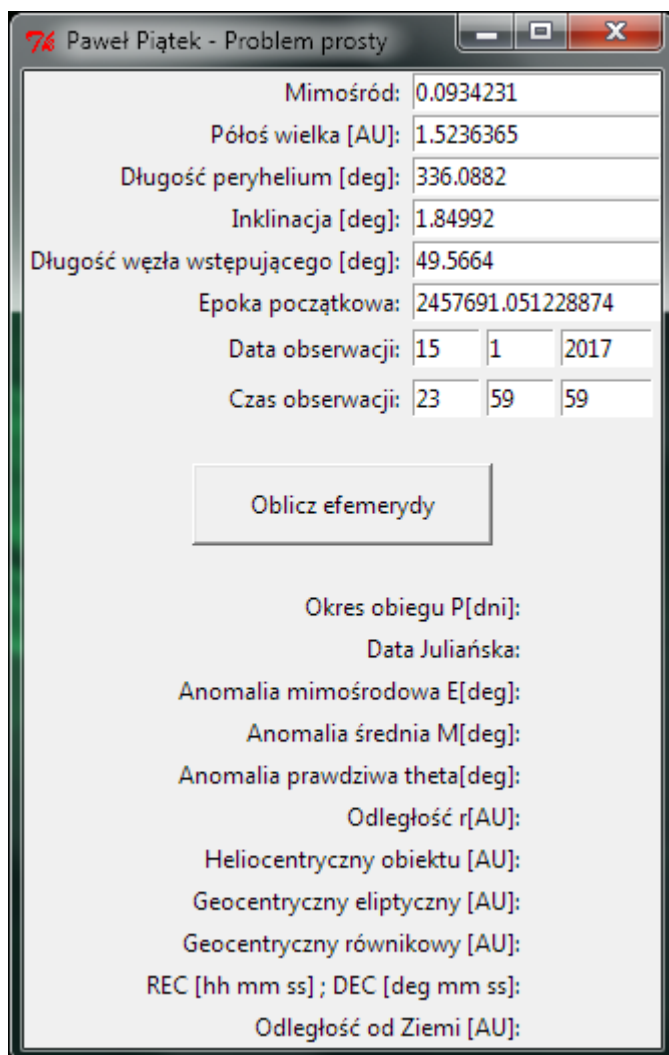
Instrukcja obsługi programu ePhm.py

Paweł Piątek

Informacje ogólne

Program został napisany w języku Python w wersji 3.2. W programie zostały użyte biblioteki *math* oraz *tkinter*. Program oblicza efemerydy obiektu astronomicznego znajdującego się na orbicie eliptycznej w przedziale czasowym od 01.01.2017 do 31.12.2027 (10lat).

Użycie programu – dane wejściowe i wyjściowe



The screenshot shows a window titled "Paweł Piątek - Problem prosty". It contains a form with the following fields and values:

Mimośród:	0.0934231
Półoś wielka [AU]:	1.5236365
Długość peryhelium [deg]:	336.0882
Inklinacja [deg]:	1.84992
Długość węzła wstępującego [deg]:	49.5664
Epoka początkowa:	2457691.051228874
Data obserwacji:	15 1 2017
Czas obserwacji:	23 59 59

Below the input fields is a button labeled "Oblicz efemerydy".

Below the button are the following output fields:

- Okres obiegu P[dni]:
- Data Juliańska:
- Anomalia mimośrodowa E[deg]:
- Anomalia średnia M[deg]:
- Anomalia prawdziwa theta[deg]:
- Odległość r[AU]:
- Heliocentryczny obiektu [AU]:
- Geocentryczny eliptyczny [AU]:
- Geocentryczny równikowy [AU]:
- REC [hh mm ss] ; DEC [deg mm ss]:
- Odległość od Ziemi [AU]:

Rysunek 1: Graficzny interfejs programu ePhm.py

Po otwarciu programu pojawi się okienko pokazane na rysunku 1, w którym to należy wypełnić formularz o takie dane jak: mimośród, półoś wielka wyrażona w jednostkach astronomicznych, długość peryhelium w stopniach, inklinacja w stopniach, długość węzła wstępującego w stopniach, epokę początkową przeliczoną na datę juliańską oraz datę w formacie dzień miesiąc rok. Program ma domyślnie ustawione wartości dla planety Mars, na moment ostatecznego terminu oddania programu. Po wypełnieniu formularza należy nacisnąć przycisk „Oblicz efemerydy”. Wówczas wykona się ciąg funkcji zwracających okres obiegu, datę juliańską obserwacji, anomalię średnią mimośrodową

oraz prawdziwą, odległość od ogniska, oraz od Ziemi, współrzędne w heliocentrycznym, geocentrycznym równikowym i geocentrycznym eliptycznym układzie współrzędnych oraz rektascensje i deklinacje.

Działanie programu

Naciśnięcie przycisku „Oblicz efemerydy” wywołuje funkcję *generate_ephemeris()*, której pierwsza część oblicza po kolei okres, datę juliańską i 10-krotnie anomalię, odległość i współrzędne za każdym razem korygując te wielkości na czas podróży światła. Później oblicza rektascensje i deklinacje obiektu i transformuje je na wynik wyrażony w jednostkach godziny i stopni. Druga część funkcji przygotowuje te wyniki na czytelne dla odbiorcy.

Obliczanie

Okres (P) jest obliczany z trzeciego prawa Keplera i jest wyrażony w dniach.

Algorytm na datę juliańską (JD) został znaleziony w internecie i wielokrotnie przetestowany.

Anomalia średnia (M) została obliczona ze wzoru: $M = \frac{2\pi}{P} (JD - t_p)$.

Anomalia mimośrodowa (E) została obliczona z numerycznego rozwiązania równania $E - e * \sin E - M = 0$ metodą bisekcji.

Anomalia prawdziwa (theta) została obliczona z wyrażenia $\theta = 2 \arctan\left[\sqrt{\frac{1+e}{1-e}} * \tan\left(\frac{E}{2}\right)\right]$.

Odległość r od ogniska została obliczona z równania elipsy.

Heliocentryczny układ odniesienia został obliczony przy znajomości **r** i **theta** z równań

$$x = r * [\cos(\Omega) * \cos(\theta + \omega - \Omega) - \sin(\Omega) * \sin(\theta + \omega - \Omega) * \cos(i)]$$

$$y = r * [\sin(\Omega) * \cos(\theta + \omega - \Omega) + \cos(\Omega) * \sin(\theta + \omega - \Omega) * \cos(i)]$$

$$z = r * \sin(\theta + \omega - \Omega) * \sin(i).$$

Geocentryczny eliptyczny układ odniesienia został obliczony przy znajomości heliocentrycznego układu odniesienia i pozycji Ziemi na zadany dzień (w pliku tmp.txt). Czas obserwacji jest liniowo interpolowany. Współrzędne tego układu zostały obliczone poprzez odjęcie współrzędnych Ziemi od współrzędnych heliocentrycznego układu.

Geocentryczne równikowe współrzędne zostały obliczone przy znajomości geocentrycznego układu współrzędnych z równań

$$x = X$$

$$y = Y * \cos(ec) - Z * \sin(ec)$$

$$z = Y * \sin(ec) + Z * \cos(ec).$$

gdzie *ec* to kąt nachylenia ekliptyki wynoszący 23.439292°, a X,Y,Z to współrzędne geocentryczne eliptyczne.

Rektascensja i deklinacja (α, δ) została obliczona przy znajomości geocentrycznego równikowego układu współrzędnych z równań

$$\alpha = \arctg\left(\frac{Y}{X}\right)$$

$$\delta = \arctg\left(\frac{Z}{\sqrt{X^2+Y^2}}\right).$$

Porównanie działania programu z katalogiem

Do stwierdzenia poprawności wyników ePhm.py użyto programu Stellarium. Badany obiekt to planeta Mars w dniu 10.01.2017 o godzinie 17:23.

	ePhm	Stellarium
Okres [dni]	686.94163	686.97
Odległość [AU]	1.41772	1.415
Rektascensja [hh:mm:ss]	23:11:39.84	23:11:46.98
Deklinacja [$^{\circ}$ ` ``]	-5 57 50.50.	-5 56 56.8
Odległość [AU]	1.70701551	1.705

Jak widać program myli się o niewielkie wartości. Powodem różnic, może być liniowa interpolacja. Prawdopodobnie kwadratowa sprawdziłaby się znacznie lepiej. Dokładniejsze wartości elementów orbitalnych również mogłyby wpłynąć na wyniki. Różnice są niewielkie, zatem uznaje program za działający.