

Geodezja wyższa

Ćwiczenie 2

Pozorna droga gwiazd na niebie

Szymon Turzański 305412

Spis treści

| | | |
|----------|------------------------|------------|
| 1 | Teoria | 3 |
| 2 | Cel ćwiczenia | 3 |
| 3 | Przebieg pracy | |
| | Dane | 4 |
| | Skrypt | 4-6 |
| 4 | Analiza wyników | 6-9 |
| 5 | Wnioski | 10 |

Teoria

Podczas obserwacji nieba przez odpowiednio długi czas można zauważyć, że gwiazdy poruszają się po sferze niebieskiej ruchem kolistym wokół jednego punktu. Powszechną wiedzą jest, że ruch ten jest pozorny i wynika z ruchu Ziemi wokół własnej osi. Gwiazdą, która wyróżnia się pośród innych na półkuli północnej jest Gwiazda Polarna, ponieważ sprawia wrażenie nieruchomej. Wynika to z tego, że oś ziemską, z pewnym przybliżeniem, przechodzi przez nią, przez co jej pozorna wędrówka na niebie jest minimalna, wręcz pomijalna. Innym elementem wpływającym na ruch gwiazd na niebie jest ruch obiegowy (Ziemi wokół Słońca). W jego wyniku w trakcie roku możemy obserwować różne gwiazdozbiory, które każdej kolejnej nocy znajdują się w innym miejscu na niebie. Pozycję ciał niebieskich (i satelit) względem elipsoidy ziemskiej definiujemy parametrami deklinacji i rektascensji. **Deklinacja** jest kątem między kierunkiem poprowadzonym od środka układu równikowego, a równikiem niebieskim. Przyjmuje wartości od 0° do 90° dla deklinacji północnej od 0° do -90° dla deklinacji południowej. **Rektascensja** jest z kolei kątem między kołem godzinowym przechodzącym przez obiekt, a kołem godzinowym przechodzącym przez punkt barana. Przyjmuje wartości od 0° do 360° i rośnie w kierunku wschodnim. Jego wartości przyjmują również wartości godzinne od 0h do 24h, gdzie $15^\circ = 1h$.

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było zobrazowanie pozornego ruchu wybranej gwiazdy na niebie z określonego miejsca na Ziemi. Do tego celu wykorzystano wiedzę o geodezyjnych układach odniesienia oraz o trygonometrii sferycznej.



Przebieg pracy

Dane

Do obserwacji w ćwiczeniu wybrano gwiazdę gwiazdę Spica z gwiazdozbioru Panny. Następującymi miejscami obserwacji były:

- Norylsk (zamknięte miasto w azjatyckiej części Rosji w kraju Krasnojarskim)
- Quito (stolica Ekwadoru)
- Porto Alegre (miasto w południowej Brazylii)

Miasta zostały tak dobrane, aby poddać obserwacji dwa punkty na różnych półkulach, oraz jeden blisko równika.

Skrypt

W obliczeniach wykorzystano środowisko MATLAB, ze względu na rozwiniętą bibliotekę poleceń potrzebnych do wykonania wyliczeń, prostotę przy wykonywaniu działań na licznych zbiorach danych, a także polecenia pozwalające na wizualizację efektów końcowych. Na początku przygotowano dwie funkcje pomocnicze, mające na celu obliczenie: kąta godzinowego oraz czasu gwiazdowego Greenwich.

```
function [t] = katgodz(y, m, d, h, lambda, alfa)
    jd = juliandate(datetime(y, m, d)); % dni
    g = GMST(jd); % stopnie
    UT1 = h * 1.002737909350795; % godziny

    % obliczenie czasu gwiazdowego (w stopniach)
    S = UT1*15 + lambda + g;
    % obliczenie kąta godzinowego (w stopniach)
    t = S - alfa*15;
end

function g = GMST(jd)
    T = (jd - 2451545) / 36525;
    g = 280.46061837 + 360.98564736629 * (jd - 2451545.0) + 0.000387933*T.^2
    g = mod(g, 360);
end
```

Mając uprzednio przygotowane funkcje z zajęć wprowadzono ręcznie dane. Współrzędne gwiazdy są stałe. Została ponadto utworzona macierz zawierająca kolejne godziny ruchu gwiazdy.

```
% gwiazda Spica z gwiazdozbioru Panny
rektascensja = 13 + 25/60 + 11.579/3600; %%13h 25m 12s
deklinacja = -(11 + 9/60 + 40.75/3600); %%-11° 9' 41"

% Norylsk |
phi = 69.33629228312138;
lambda = 88.18223614146471;

%% Quito
% phi = -0.17972737242763911;
% lambda = -78.46556813496137;

%% Porto Alegre
%phi = -30.035112361544094;
%lambda = -51.214916894632374;

h = transpose([0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24]);
% Wartości katowe dla każdej godziny
```

Następnie obliczone zostały wartości kąta godzinowego, wartości odległości zenitalnej i azymutu gwiazdy w czasie.

```
% obliczenia kąta dla każdej z warunkiem
for i = 1:24
    if kot_godzinowy(i) > 360
        kot_godzinowy(i) = kot_godzinowy(i) - 360;
    end
end

% odległość zenitalna dla każdej godziny
cos_z = (sind(phi)*sind(deklinacja) + cosd(phi)*cosd(deklinacja).*cosd(kot_godzinowy));
zenit = acosd(cos_z);
wysokosc = 90 - zenit;

% Azymut gwiazdy dla każdej godziny
licznik = -cosd(deklinacja).*sind(kot_godzinowy);
mianownik = cosd(phi).*sind(deklinacja) - sind(phi).*cosd(deklinacja).*cosd(kot_godzinowy);
Az = atan2d(licznik, mianownik);
for i = 1:24
    if Az(i) < 0
        Az(i) = Az(i) + 360;
    elseif Az(i) > 360
        Az(i) = Az(i) - 360;
    end
end
```

Po tych obliczeniach przekształcono współrzędne gwiazdy na układ xyz:

```
% Obliczenie wsp do układu prostokątnego
x = 1.05.*sind(zenit).*cosd(Az);
y = 1.05.*sind(zenit).*sind(Az);
z = 1.05.*cosd(zenit);
```

Analiza wyników

Pierwsza grafika wizualizuje naniesienie punktów na półkulę (sferę niebieską). Są to położenia gwiazdy w danych godzinach. Pozwala to wyodrębnić moment wschodu i zachodu gwiazdy oraz potwierdzić ruch pozorny gwiazd.

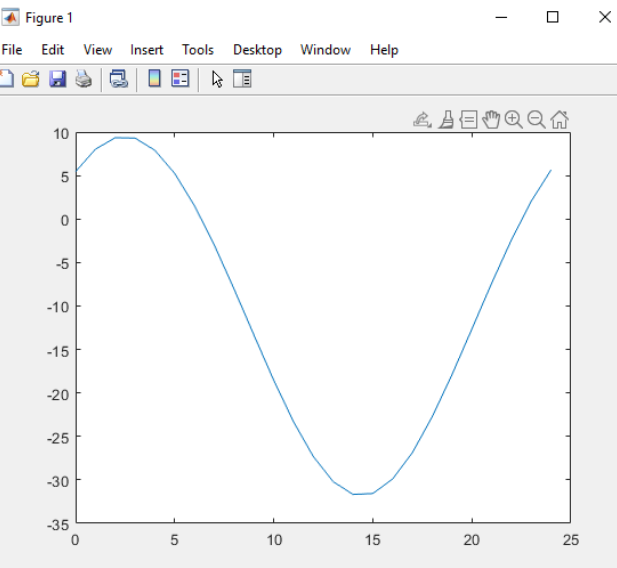
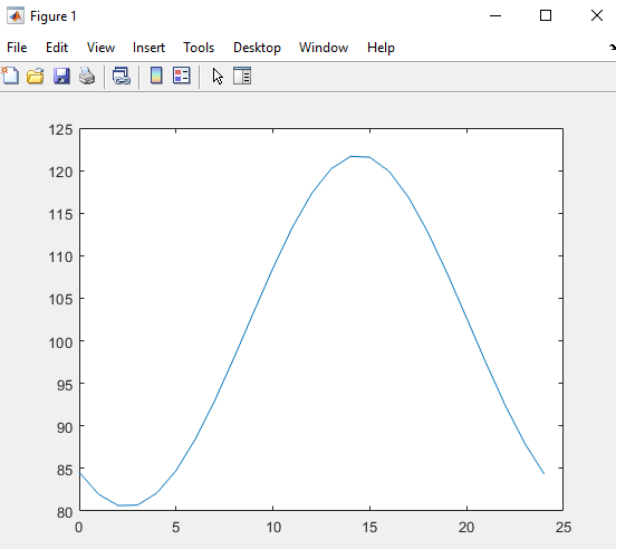
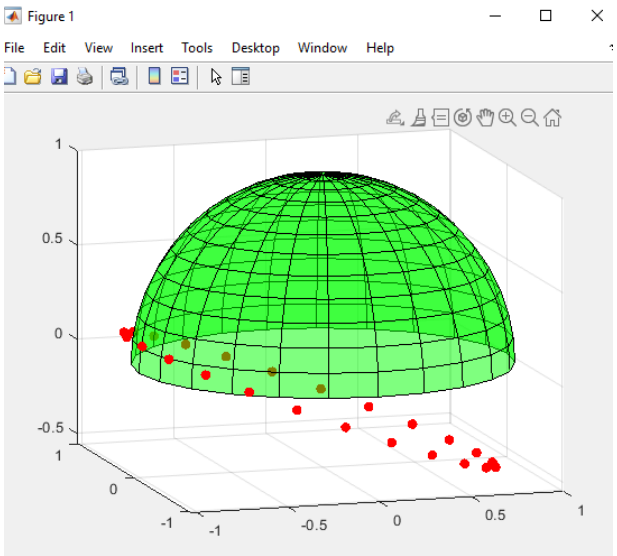
Drugi wykres prezentuje zależność kąta zenitalnego od czasu w godzinach. Za pomocą tych danych można określić położenie zenitalne gwiazdy w danym miejscu.

Trzeci wykres ukazuje zależność kąta horyzontalnego od czasu. Dzięki czemu można określić położenie gwiazdy na horyzoncie w danym miejscu i czasie

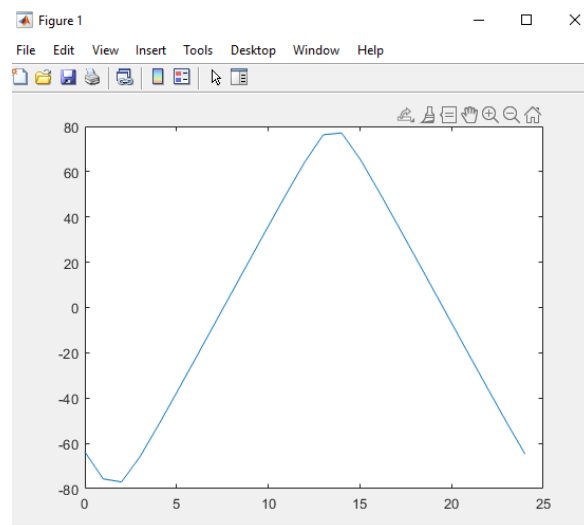
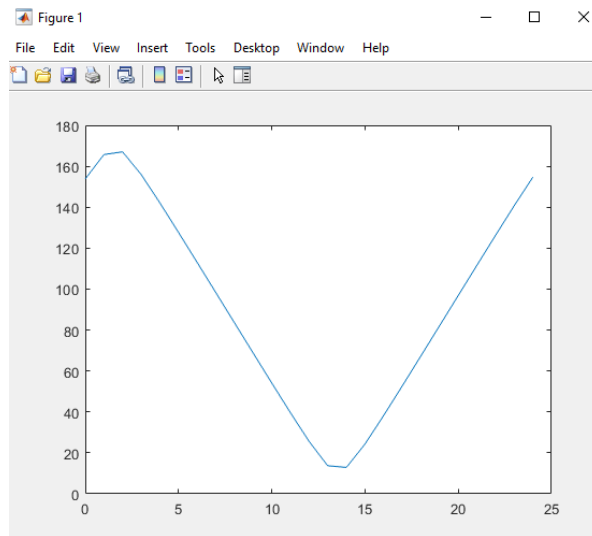
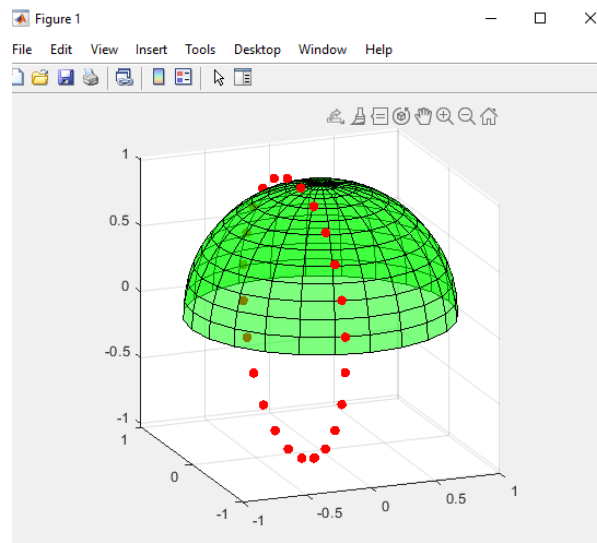
```
%Wizualizacja półkuli
[X,Y,Z] = sphere(24);
X = X(13:end,:);
Y = Y(13:end,:);
Z = Z(13:end,:);
surf(X,Y,Z,'FaceColor','green','FaceAlpha',0.5)
axis equal,
hold on;
% Wizualizacja gwiazdy
scatter3(x,y,z, 500, 'red', '.')

%plot(h, zenit)
%plot(h, wysokosc|
```

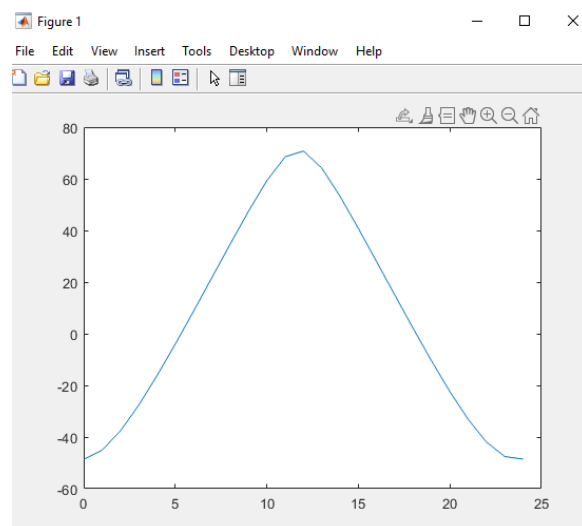
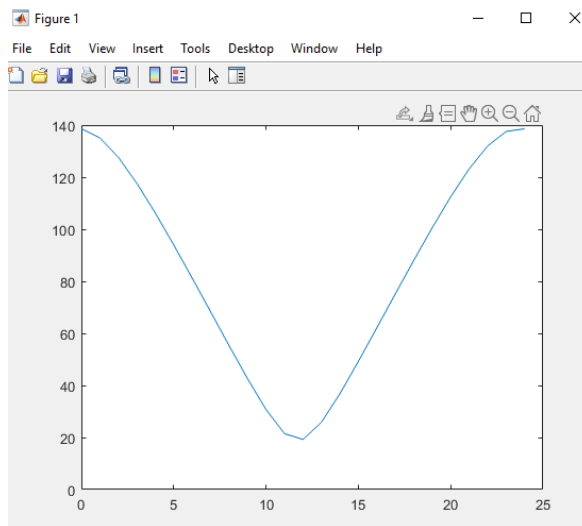
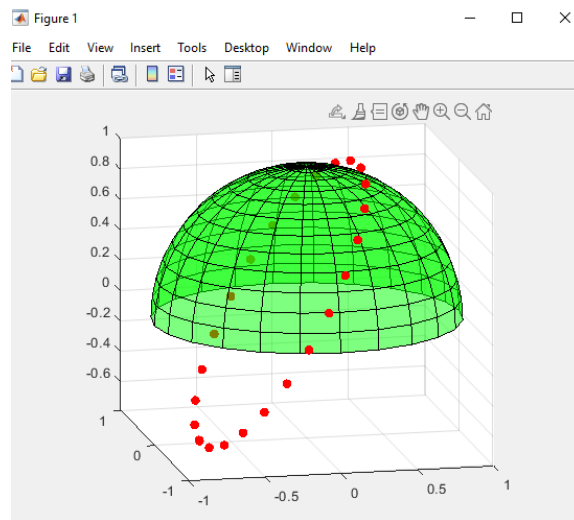
Norylsk



Quito



Porto Alegre



Wnioski

- Gwiazdy w trakcie doby poruszają się na niebie ruchem pozornym
- Droga ruchu na niebie jest zależna od miejsca obserwacji
- ruch gwiazd ma kształt okręgu i zawsze odbywa się wokół bieguna niebieskiego (Polaris dla półkuli północnej)
- W okolicy równika gwiazdy poruszają się prawie pionowo względem horyzontu