

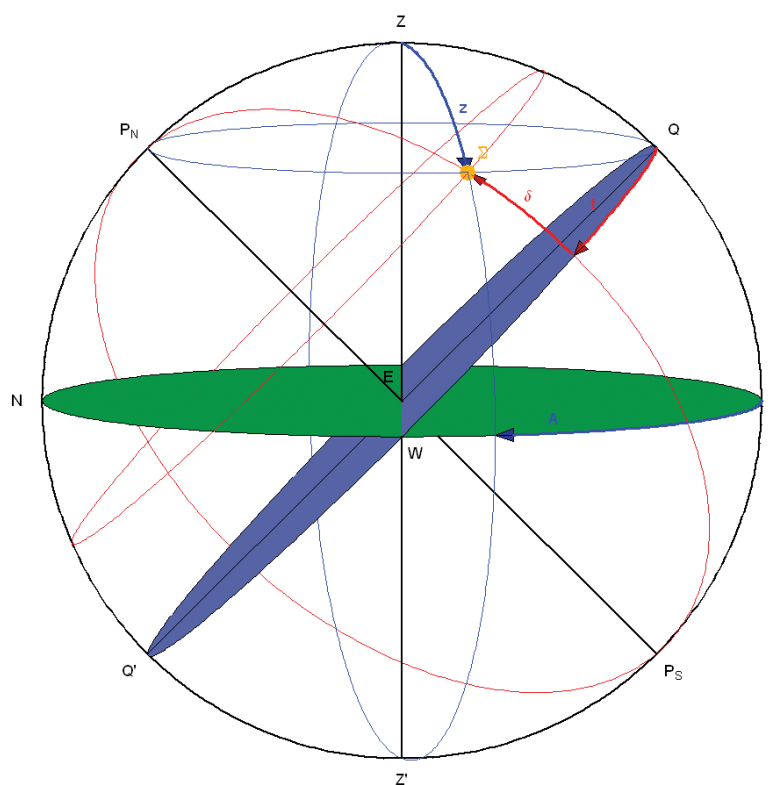
Preračunavanje koordinata u nebeskim koordinatnim sustavima i njihova vizualizacija preko interneta

Matija Herceg¹, Stjepan Keleminec², Danilo Viher³, doc.dr.sc. Drago Špoljarić⁴

1. Uvod

Nezamjenjivo je značenje sveprisutnog interneta, ne samo u svakodnevnom životu, već i u znanosti i obrazovanju. Mnogobrojne službene web-stranice znanstvenih i edukacijskih ustanova, instituta i servisa omogućuju nam trenutačni izvor informacija i dakako edukaciju. Na mnogim fakultetima i učilištima u svijetu, a djelomično i u Hrvatskoj, znatan dio nastave obavlja se preko interneta tzv. e-obrazovanje (e-learning).

Za potrebe učenja i interaktivnog preračunavanja koordinata u nebeskim koordinatnim sustavima izrađena je internetska interaktivna (on-line) aplikacija pomoću koje korisnici (studenti, srednjoškolci i mnogobrojni ljubitelji astronomije) mogu jednostavno i trenutačno preračunati koordinate u različitim nebeskim koordinatnim sustavima i vizualizirati ih. Zbog mogućnosti preciznog izračuna sfernih koordinata nebeskih tijela, aplikacija je ujedno alat potreban i profesionalnim astronomima, ali i naprednim amaterima. Na taj je način dio sferne astrono-



Slika 1: Prikaz nebeske sfere (svoda).

mije približen korisnicima na jednostavan i poučan način. Naime, osnovna zadaća sferne astronomije je definiranje referentnih sustava (nebeskih koordinatnih sustava) i definiranje teorijskih (matematičkih) modela određivanja prividnih koordinata nebeskih tijela kao i defini-

ranje pojava koje mijenjaju koordinate nebeskih tijela. Iz toga je vidljiva svrha izrade što jednostavnijih načina vizualno atraktivnih grafičkih prikaza nebeskih koordinatnih sustava odnosno izračun koordinata nebeskih tijela zadanih u jednom koordinatnom sustavu u drugi.

[1] Matija Herceg, usmjerenje: Satelitska i fizikalna geodezija, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, mherceg@geof.hr

[2] Stjepan Keleminec, usmjerenje: Inženjerska geodezija i upravljanje prostornim informacijama, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, skeleminec@geof.hr

[3] Danilo Viher, usmjerenje: Satelitska i fizikalna geodezija, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, dviher@geof.hr

[4] doc. dr. sc. Drago Špoljarić, dipl. ing. geod., Katedra za satelitsku geodeziju, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, dspoljar@geof.hr

2. O programima Mathematica i webMathematica

Za točnost grafičkog prikaza nebeske sfere s traženim kružnicama programski jezik mora sadržavati vektorski način prikaza grafičkih elemenata u trodimenzionalnom prostoru, određene naredbe potrebne za pretvorbu koordinata iz sfernog u Kartezijev koordinatni sustav te mogućnost implementacije grafičkog prikaza i rješenja na internetu.

Mathematica je softver

tvrtke Wolfram Research koji u sebi sadrži numeričko i simboličko računalo, grafički sustav, programski jezik, dokumentaciju i naprednu mogućnost spajanja s drugim aplikacijama. Jedna od takvih aplikacija je još jedan proizvod tvrtke Wolfram Research, webMathematica (URL1).

webMathematica omogućuje dodavanje interaktivnih računa i vizualizacija na internetske stranice pomoću sadržane Mathematice u samoj jezgri webMathematici,

na temelju najnovije mrežne serverske tehnologije. webMathematica također omogućuje brzo stvaranje i distribuiranje rješenja računanja u okviru mreže servera na kojem je postavljena. Sadrži mogućnost računanja funkcija za razvijanje tehničkih rješenja koja dopuštaju izradu tehničkog mrežnog servisa koji uključuje numeričke, simboličke i grafičke aplikacije za rješavanje svakodnevnih računalnih problema.

PRERAČUNAVANJE KOORDINATA U NEBESKIM KOORDINATNIM SUSTAVIMA I NJIHOVA VIZUALIZACIJA

Home
Astro zadaci
Geodetska linija
Linkovi

Astro zadaci

1. Zadatak:

- Zadano:**
 - geografska (astronomska) širina stajališta φ
 - zenitna daljina z
 - azimut zvijezde A
- Računato:**
 - satni kut t
 - deklinacija zvijezde δ

2. Zadatak:

- Zadano:**
 - geografska (astronomska) širina stajališta φ
 - deklinacija zvijezde δ
 - satni kut t
- Računato:**
 - zenitna daljina z
 - azimut zvijezde A

3. Zadatak:

- Zadano:**
 - geografska (astronomska) širina stajališta φ
 - satni kut t
 - azimut zvijezde A
- Računato:**
 - zenitna daljina z
 - deklinacija zvijezde δ

4. Zadatak:

- Zadano:**
 - geografska (astronomska) širina stajališta φ
 - zenitna daljina z
 - deklinacija zvijezde δ
- Računato:**
 - satni kut t_1
 - satni kut t_2
 - azimut zvijezde A_1
 - azimut zvijezde A_2

Slika 2: Izgled internetske stranice s mogućim slučajevima postavljanja zadatka

3. Izrada programskog koda za rješavanje zadatka, njihov grafički prikaz i implementacija na internet

Preračunavanje koordinata iz različitih sfernih koordinatnih sustava izvedeno je pomoću formula (Terzić 1989.) i matematičkih funkcija podržanim u programskom jeziku Mathematica. Grafički prikaz sfere i koordinata sfernih nebeskih koordinatnih sustava (pomoću kružnica na nebeskoj sferi) izrađeni su po naredbama za prikaz trodimenzionalnih objekata unutar Mathematice.

Trodimenzionalni grafički prikaz sadrži osnovne elemente nebeskog sfernog koordinatnog sustava: pravac nebeske ili svjetske osi, zenitno-nadirni pravac, ravninu obzora (horizonta) i ravninu nebeskog ekvatora te ostale kružnice potrebne za točan prikaz koordinata odnosno točan prikaz položaja tražene zvijezde (slika u naslovu).

Obuhvaćena su četiri moguća slučaja postavljanja zadatka (slika 2) i njihovo rješavanje. Zadaci sadrže ove elemente nebeskih sfernih koordinata: geografsku (astronomsku) širinu stajališta Φ , satni kut t , deklinaciju δ , rektascenziju α i azimut zvijezde A .

Sve ravnine ili kružnice na grafičkom prikazu dobivene su preko trigonometrijskih funkcija, a iscrtane su pomoću malih dužina čije granične točke određujemo pomicanjem kuta na nebeskoj sferi za po jedan stupanj. Prikazan je kod za iscrtavanje horizonta:

```
x2=Table[Cos[i*Pi/180]*Cos[0],{i,-1,360}];
y2=Table[Sin[i*Pi/180]*Cos[0],{i,-1,360}];
z2=Table[Sin[0],{i,-1,360}];
horizont1=Transpose[{x2,y2,z2}];
horizont=Graphics3D[{AbsoluteThickness[2],RGBColor[0,0.5,0],
Line[horizont1]}];
```

Neke ravnine nije bilo jednostavno matematički odrediti pa je bilo potrebno izvesti formulu koja će povezati sferne koordinate i koordinate u Kartezijevom koordinatnom sustavu. To je izvedeno pomoću dvije točke čije koordinate možemo trigonometrijski definirati te su iz tih točaka određeni radij vektori, a ravninu smo odredili preko ta dva radij vektora. Prikazan je dio koda za iscrtavanje satnog kuta:

```
n1=Cross[r1,r3];
nm1=Sqrt[(n1[[1]])^2+(n1[[2]])^2+(n1[[3]])^2];
n01=n1/nm1;
ar=r1;
br=Cross[n01,ar];
ar1=Sqrt[(ar[[1]])^2+(ar[[2]])^2+(ar[[3]])^2];
br1=Sqrt[(br[[1]])^2+(br[[2]])^2+(br[[3]])^2];

a=ar[[1]]*Cos[(i)*Pi/180]+br[[1]]*Sin[(i)*Pi/180];
b=ar[[2]]*Cos[(i)*Pi/180]+br[[2]]*Sin[(i)*Pi/180];
c=ar[[3]]*Cos[(i)*Pi/180]+br[[3]]*Sin[(i)*Pi/180];

x9=Table[a,{i,-1,360}];
y9=Table[b,{i,-1,360}];
z9=Table[c,{i,-1,360}];
satniKUT1=Transpose[{x9,y9,z9}];
satniKUT=Graphics3D[{RGBColor[1,0,0],Line[horizont1]}];
```

Kako bi programski kod bio prepoznatljiv web Mathematici, koja ustvari predstavlja vezu između web servera i programa Mathematica, potrebno ga je preraditi i uobličiti te prebaciti u html datoteku (zapravo .jsp Java-Server Pages). Na taj način omogućujemo da server uz pomoć web Mathematice izdvoji iz stranice matematičke naredbe i proslijedi ih Mathematici, koja serveru vrati konačni rezultat proračuna. Dobiveni rezultat, prikazan na internetskoj stranici, namijenjen je korisniku.

Rješenja zadataka u računalnom i grafičkom smislu prikazana su na internetskoj stranici: <http://webmath.grad.hr:8180/webMathematica/geodezija/astro>. Osim preračunanih koordinata i grafičkog prikaza, na stranici nalazimo i legendu – opis i objašnjenja boja linija, točaka, slova, šrafura i strelica. Također stranica sadrži i upute za rukovanje trodimenzionalnim grafičkim objektom kao npr. povećanje i smanje-

nje, promjena perspektive i rotacija (slika 3).

4. Zaključak

Prikupljanje informacija i obrazovanje oslanjati će se u budućnosti najvećim dijelom na internet, stoga je vidljiva svrha izrade vizualno atraktivnih sadržaja kao u ovom slučaju iz sfere astronomije. Na ovoj internetskoj stranici prikazano je numeričko i grafičko rješenje postavljenog zadatka uz mogućnost rotacije, povećanja i promjene perspektive grafičkog prikaza. Tako je relativno kompleksan dio sfere astronomije približen širokom krugu korisnika.

Literatura

Terzić, P. (1989): Sferna astronomija, Geodetski fakultet, Zagreb

URL1: <http://www.wolfram.com/products/webmathematica/index.html>

Zahvaljujemo dr. sc. Sonji Gorjanc i Vladimiru Beniću, dipl. ing. mat s Građevinskog fakulteta koji su nam omogućili realizaciju projekta na web serveru Građevinskog fakulteta. ■

POWERED BY
webMATHEMATICA

Preračunavanje horizontskih koordinata u mjesne ekvatorske

Upute za upisivanje zadanih veličina:
 $-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ $0^\circ \leq z \leq 180^\circ$ $0^\circ \leq A \leq 360^\circ$

Upiši zadane veličine:

- geografska (astronomska) širina stajališta
- zenitna daljina
- azimut zvijezde

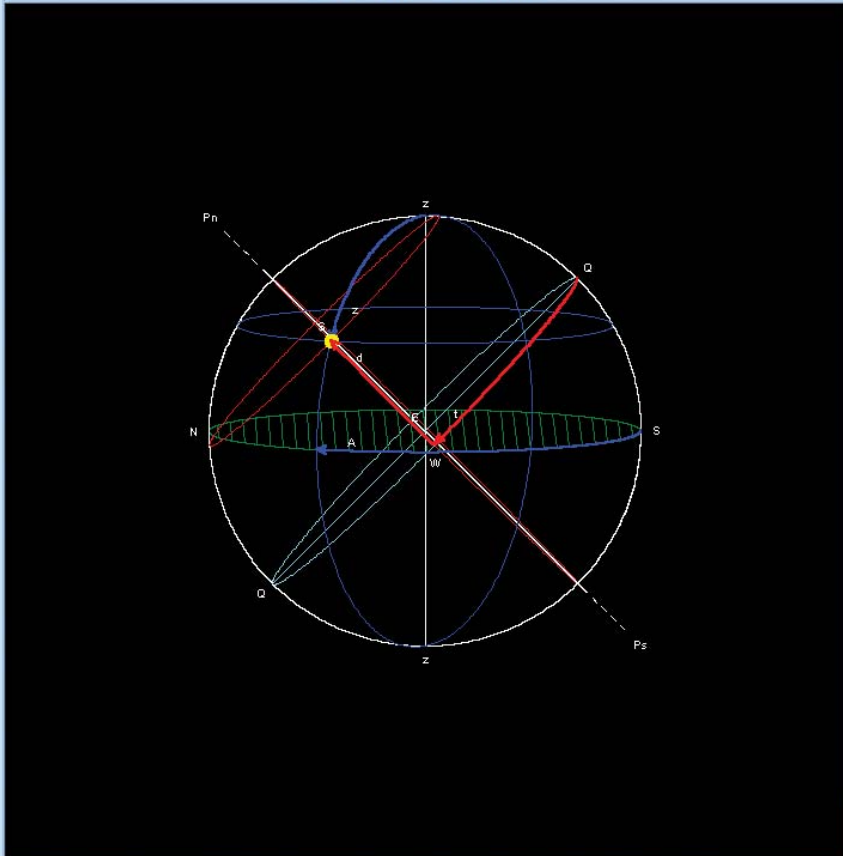
$\varphi =$ 45 ° 0 ' 0 ''
 $z =$ 60 ° 30 ' 0 ''
 $A =$ 120 ° 30 ' 30 ''


Računato:

- satni kut
- deklinacija zvijezde

$\delta =$ ° ' ''
h min sek

Izračunaj i prikaži

Prikaz nebeske sfere	Opis boja i krivulja
	<p>Grafičko rješenje cijelog zadatka sadrži:</p> <ul style="list-style-type: none">• mjesni meridian (ujedno i kontura nebeske sfere)• pravac zenita• nebeska ili svjetska os• ravninu horizonta• ravninu nebeskog ekvatora• almukantarat• zenitna daljina• vertikal• azimut• deklinacijska kružnica• satni kut• dnevna paralela• deklinacija• zvijezda (S) <p>• Pritiskom lijevog gumba i pomicanjem miša rotirate objekt, ako pri pomicanju pustite gumb objekt rotira sam.</p> <p>• Pritiskom desnog gumba i vertikalnim pomicanjem miša "skidamo" dijelove objekta u redosljedu kojim su rješavani, na taj način može se točno vidjeti kako dolazimo do rješenja.</p>

 **Kompletne upute za korištenje LiveGraphics3D appleta**

Slika 3: Izgled stranice s rješenjem i grafičkim prikazom