Ε Μ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΚΕΝΤΡΟ ΔΟΡΥΦΟΡΩΝ ΔΙΟΝΥΣΟΥ

Δορυφορικός Εντοπισμός και Πλοήγηση
Άσκηση 2

Ονοματεπώνυμο: ____________________
Αρ. Μητρώου: ________

Οι όροι "Γεωδαιτική μεταφορά" ή "Ευθύ και Αντίστροφο πρόβλημα της Γεωδαισίας" αναφέρονται στον υπολογισμό αποστάσεων, αζιμουθίων και συντεταγμένων στην επιφάνεια του ελλειψοειδούς αναφοράς.
Το ευθύ πρόβλημα αφορά τον προσδιορισμό των συντεταγμένων (φ, λ) ενός σημείου 2 και του αζιμουθίου A_{21}, όταν είναι γνωστές οι συντεταγμένες ενός άλλου σημείου 1, και η απόσταση S_{12} και το αζιμούθιο A_{12}, ανηγμένα στο ελλειψοειδές αναφοράς.
Με το αντίστροφο πρόβλημα υπολογίζονται η απόσταση S_{12} και τα αζιμούθια A_{12} και A_{21} στο ελλειψοειδές αναφοράς, όταν είναι γνωστές οι συντεταγμένες (φ, λ) των σημείων 1 και 2.
Στη διεθνή βιβλιογραφία, υπάρχουν αρκετές μεθοδολογίες επίλυσης των προβλημάτων αυτών παρέχοντας διαφορετικές ακρίβειες ανάλογα με την επιφάνεια αναφοράς (ελλειψοειδές ή σφαίρα), την καμπύλη γραμμή που συνδέει τα δύο σημεία (γεωδαισιακή ή κάθετη τομή) που χρησιμοποιούν και την απόσταση μεταξύ των δύο σημείων.
Η υπολογιστική μεθοδολογία που προτάθηκε το 1975 από τον T. Vincenty για την ολοκλήρωση της γεωδαισιακής γραμμής στο ελλειψοειδές δίνει πολύ καλή ακρίβεια για πλευρές οποιουδήποτε μήκους μέχρι 20000km και ταυτόχρονα είναι σημαντικά οικονομική σε υπολογιστική ισχύ (προγραμματισμός σε Η/Υ).

Ζητούμενο της άσκησης είναι η ανάπτυξη συναρτήσεων σε κατάλληλο περιβάλλον προγραμματισμού (MatLab, C++, FORTRAN, Excell, κλπ.) για την επίλυση των προβλημάτων της γεωδαισίας σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Vincenty. Στη συνέχεια θα ελεγχθούν οι συναρτήσεις αυτές με πειραματικά δεδομένα:

1. Να αναπτυχθεί σε προγραμματιστικό περιβάλλον της επιλογής σας , συνάρτηση που να επιλύει το ευθύ πρόβλημμα της γεωδαισίας, αν ο αρ. μητρώου σας λήγει σε 0, 2, 4, 6, 8 ή το αντίστροφο πρόβλημα, αν ο αρ. μητρώου σας λήγει σε 1, 3, 5, 7, 9.
2. Να ελεγχθεί η συνάρτηση που αναπτύξατε στο ερώτημα 1 με τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα:
   για το ευθύ:
   φ_1 = 38o4α'3β"γδ01N, λ_1 = 23o0δ'5γ"βα79E,
   A_{12} = 21o44'3α"βγ, S_{12} = 9 1αγ.βδ9m
   για το αντίστροφο:
   φ_1 = 38o4α'3β"γδ01N, λ_1 = 23o0δ'5γ"βα79E,
   φ_2 = 62o2α'5β"γδ21N, λ_2 = 44o3δ'0γ"βα98W

<u>Σημείωση:</u> Τα ψηφία α, β, γ και δ είναι τα τελευταία ψηφία του αρ. μητρώου σας (α το τελευταίο, β το πρότελευταίο, κοκ.)

βζ/ΔΠ 2005

Τυπολόγιο

Α. Συμβολισμοί

a, b μεγάλος και μικρός ημιάξονας του ελλειψοειδούς αναφοράς
f επιπλάτυνση
ϕ γεωδαιτικό πλάτος
L διαφορά στο γεωδαιτικό μήκος, $L=\lambda_2-\lambda_1$
s μήκος της γεωδαισιακής γραμμής
α_1, α_2 αζιμούθια της γεωδαισιακής γραμμής στα σημεία 1 και 2
α αζιμούθιο της γεωδαισιακής γραμμής στον ισημερινό

$$u^2 = \cos^2\alpha \frac{a^2-b^2}{b^2}$$

U αναχθέν πλάτος, $\tan U = (1-f)\tan\phi$
λ διαφορά γεωδαιτικού πλάτους σε βοηθητική σφαίρα
σ γωνιακή απόσταση των σημείων 1 και 2 στη σφαίρα
σ_1 γωνιακή απόσταση του σημείου 1 από τον ισημερινό στη σφαίρα
σ_m γωνιακή απόσταση στη σφαίρα από τον ισημερινό ως το μέσο της γεωδαισιακής γραμμής

Β. Ευθύ πρόβλημα

$$\tan\sigma_1 = \frac{\tan U_1}{\cos\alpha_1}$$

$$\sin\alpha = \cos U_1 \sin\alpha_1$$

$$A = 1 + \frac{u^2}{16384}\left(4096 + u^2\left(-768 + u^2\left(320 - 175u^2\right)\right)\right)$$

$$B = \frac{u^2}{1024}\left(256 + u^2\left(-128 + u^2\left(74 - 47u^2\right)\right)\right)$$

$$2\sigma_m = 2\sigma_1 + \sigma$$

$$\Delta\sigma = B\sin\sigma\left(\cos 2\sigma_m + \frac{1}{4}B\left(\cos\sigma\left(-1+2\cos^2 2\sigma_m\right) - \frac{1}{6}B\cos 2\sigma_m\left(-3+4\sin^2\sigma\right)\left(-3+4\cos^2 2\sigma_m\right)\right)\right)$$

$$\sigma = \frac{s}{bA} + \Delta\sigma$$

σ

βζ/ΔΠ 2005

$$\tan\phi_2 = \frac{\sin U_1 \cos\sigma + \cos U_1 \sin\sigma \cos\alpha_1}{(1-f)\sqrt{\sin^2\alpha + (\sin U_1 \sin\sigma - \cos U_1 \cos\sigma \cos\alpha_1)^2}}$$

$$\tan\lambda = \frac{\sin\sigma \sin\alpha_1}{\cos U_1 \cos\sigma - \sin U_1 \sin\sigma \cos\alpha_1}$$

$$C = \frac{f}{16}\cos^2\alpha\left(4 + f\left(4 - 3\cos^2\alpha\right)\right)$$

$$L = \lambda - (1-C) f \sin\alpha\left(\sigma + C\sin\sigma\left(\cos 2\sigma_m + C\cos\sigma\left(-1 + 2\cos^2 2\sigma_m\right)\right)\right) \quad (*)$$

$$\tan\alpha_2 = \frac{-\sin\alpha}{\sin U_1 \sin\sigma - \cos U_1 \cos\sigma \cos\alpha_1}$$

<u>B. Αντίστροφο πρόβλημα</u>

$\lambda = L$ (πρώτη προσέγγιση)

$$\sin^2\sigma = (\cos U_2 \sin\lambda)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos\lambda)^2$$

$$\cos\sigma = \sin U_1 \sin U_2 - \cos U_1 \cos U_2 \cos\lambda$$

$$\tan\sigma = \frac{\sin\sigma}{\cos\sigma}$$

$$\sin\alpha = \frac{\cos U_1 \cos U_2 \sin\lambda}{\sin\sigma}$$

$$\cos 2\sigma_m = \cos\sigma - \frac{2\sin U_1 \sin U_2}{\cos^2\alpha}$$

λ

$$s = bA(\sigma - \Delta\sigma)$$

$$\tan\alpha_1 = \frac{\cos U_2 \sin\lambda}{\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos\lambda}$$

$$\tan\alpha_2 = \frac{-\cos U_1 \sin\lambda}{\sin U_1 \cos U_2 - \cos U_1 \sin U_2 \cos\lambda}$$