

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9 – ΖΩΓΡΑΦΟΥ, 157 80 ΑΘΗΝΑ
ηλ. ταχυδρομείο: semfe@central.ntua.gr, fax: 2107721685
ιστοσελίδα: semfe.ntua.gr

ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

Κ. Αναγνωστόπουλος Π. Πασιπουλαρίδης Κ. Σιέττος

ΟΔΗΓΙΕΣ:

Γράψτε το (ένα) θέμα που σας δίνεται παρακάτω. Δημιουργήστε κατάλογο στην προσωπική σας περιοχή με όνομα **EXAM** (προσοχή: όλα κεφαλαία!). Εκεί μέσα θα βρίσκονται όλα τα σχετικά αρχεία του αντίστοιχου θέματος: Προγράμματα, γραφικές παραστάσεις, αρχεία δεδομένων κλπ. Μέσα στον κατάλογο αυτό θα βρίσκεται αρχείο με όνομα **NOTES** στο οποίο θα δίνετε τις αναγκαίες επεξηγήσεις για τα θέματα που λύνετε (μπορείτε να γράφετε σε greeklish). Επιτρέπεται η χρήση των σημειώσεών σας και η πρόσβαση στις ιστοσελίδες του μαθήματος. Κάθε άλλη αντιγραφή ή επικοινωνία κάνει την εξετάσή σας άκυρη και μηδενίζεστε.

Το συγοδευτικό λογισμικό του 1ου τόμου, εκτός από τη γνωστή του θέση στην ιστοσελίδα, μπορεί να κατέβει και να ανοίξει με τις εντολές:

```
> wget http://www.physics.ntua.gr/pm.zip
> unzip pm.zip
```

Τερματικό με φλοιό μπορείτε να ανοίξετε από Applications->Accessories->Terminal

Η πρώτη εντολή που θα δώσετε για να πάρετε το γνώριμό σας φλοιό tcsh είναι

```
$ tcsh
```

Οι γραφικές παραστάσεις μπορούν να αποθηκευτούν σε αρχεία τύπου jpg, pdf, postscript, eps, gif, png. Σχετικό παράδειγμα δίνεται από τις παρακάτω εντολές στο gnuplot:

```
gnuplot> plot x, x**2
gnuplot> set terminal postscript color
gnuplot> set output "graph.ps"
gnuplot> replot
gnuplot> set output
gnuplot> set term wxt
gnuplot> ! evince graph.ps
```

Προσοχή: τα αρχεία που θα συλλέξουμε είναι μόνο τα αρχεία που θα βάλετε στον κατάλογο ~/EXAM Οποιοδήποτε άλλο αρχείο είναι πιθανό να χαθεί μετά το τέλος των εξετάσεων.

Μη επιτυχημένη υποβολή σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία είναι ισοδύναμη με μη παράδοση γραπτού σε συμβατικές εξετάσεις.

Όταν τελειώσετε να γράφετε, κάνετε αποσύνδεση χρήστη (logout) - όχι αλλαγή χρήστη ή shutdown.

Η εξέταση διαρκεί 1 ώρα και 45 λεπτά

Θέμα

Η δυναμική ενός είδους, περιγράφεται από την ακόλουθη εξίσωση διαφορών δεύτερης τάξης ("delayed logistic map"):

$$x_{n+1} = r x_n (1 - x_{n-1}), \quad n=0,1,2,3\dots, \quad 0 < x_0 < 1$$

όπου x_n είναι η πυκνότητα του πληθυσμού τού είδους την νιοστή γενιά, και r είναι ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού.

A) Θέτοντας $y_n = x_{n-1}$ να ανάγετε την παραπάνω εξίσωση διαφορών δεύτερης τάξης σε ένα σύστημα εξισώσεων διαφορών πρώτης τάξης, το οποίο να φέρετε στην μορφή

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= P(x_n, y_n) \\ y_{n+1} &= Q(x_n, y_n) \end{aligned}$$

B) Σύμφωνα με την απάντηση που δώσατε στο ερώτημα A), να γράψετε πρόγραμμα Fortran για τον υπολογισμό της χρονικής ακολουθίας $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots$. Τα αποτελέσματα πρέπει να γράφονται σε ένα αρχείο δεδομένων delayed.dat με την ακόλουθη σειρά n, x_n, y_n . Το πρόγραμμα που θα φτιάξετε να ονομαστεί delayed.f

Γ) Να εκτελέσετε το πρόγραμμα για πέντε τιμές του $r=1.24, 1.9, 2.1, 2.23444, 2.265$ και αρχικές τιμές $(x_0, y_0) = (0.1, 0.1)$. Να παραστήσετε γραφικά την χρονική εξέλιξη του x_n για τις επόμενες 100 γενιές και γιατίς πέντε τιμές του r (μόνο στην περίπτωση που $r=2.23444$ να χρησιμοποιήσετε 300 γενιές). Οι γραφικές παραστάσεις που θα φτιάξετε να σωθούν στα αρχεία plot1.ps (για $r=1.24$), plot2.ps (για $r=1.9$), plot3.ps (για $r=2.1$), plot4.ps (για $r=2.23444$), plot5.ps (για $r=2.265$).

Δ) Να σχεδιάσετε τα διαγράμματα φάσης, δηλαδή να απεικονίσετε τα ζεύγη (x_n, y_n) σε ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων με οριζόντιο άξονα x_n και κάθετο άξονα y_n , για $r=2.23444, 2.265$. Οι γραφικές παραστάσεις που θα φτιάξετε να σωθούν στα αρχεία phase4.ps (για $r=2.23444$), phase5.ps (για $r=2.265$). Οι αρχικές συνθήκες είναι ίδιες με αυτές του ερωτήματος Γ), δηλαδή $(x_0, y_0) = (0.1, 0.1)$. Προσοχή!!! Να χρησιμοποιήσετε 300 γενιές και να απεικονίσετε στο διάγραμμα φάσης μόνο τις 100 τελευταίες και στις δυο περιπτώσεις.

Ε) Να γράψετε τι παρατηρείτε, σε κάθε μια από τις περιπτώσεις που αναλύθηκαν στο ερώτημα Γ), σε σχέση με την εξέλιξη του πληθυσμού x_n . Ποιές είναι οι τελικές τιμές που αποκτά ο πληθυσμός x_n , να δώσετε τις άριθμητικές τιμές όταν αυτό είναι δυνατό.