

## ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ Ι

### Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών Εξεταστική περίοδος Ιούνιος 2003

#### Ασκηση 1. Μονάδες 5

Τηλεπικοινωνιακός Δορυφόρος εκπέμπει με σύγχρονο τρόπο μία από τρεις διαφορετικές στάθμες σήματος, την Α, Β, Γ. Στον επίγειο σταθμό εδάφους λαμβάνονται τα ενθόρυβα σήματα:  $x[n]$ ,  $n=1, N$ .

Οι συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας των σημάτων που λαμβάνονται στον επίγειο σταθμό όταν ο Δορυφόρος στέλνει τα Α, Β, Γ είναι οι ακόλουθες:

$$P(x[n] | A) = \frac{1}{\pi} \frac{1}{x^2 + 1} \quad P(x[n] | B) = \frac{1}{\pi} \frac{1}{(x - m)^2 + 1} \quad P(x[n] | \Gamma) = \frac{1}{\pi} \frac{2}{(x - 8)^2 + 4}$$

Οι τρεις στάθμες σήματος στέλνονται από τον Δορυφόρο με την ίδια συχνότητα εμφάνισης.

Α. (Μονάδες 2) Να κατασκευάσετε μέθοδο για τον υπολογισμό της μέσης τιμής του σήματος Β που στέλνει ο Δορυφόρος  $m \in [0, 8]$ , έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα σφάλματος στο σύστημα αναγνώρισης που θα κατασκευάσετε.

Β. (Μονάδες 0.5) Ποιά θα πρέπει να είναι η τιμή του  $m$ , που υπολογίζεται με το κριτήριο ελάχιστου σφάλματος όταν η συχνότητα αποστολής του σήματος Γ είναι διπλάσια από τα άλλα δύο τα οποία είναι μεταξύ τους ισοπίθανα;

Γ. (Μονάδες 1) Ποιά θα είναι η συνολική πιθανότητα σφάλματος για το σύστημα αναγνώρισης των σημάτων που στέλνει ο Δορυφόρος;

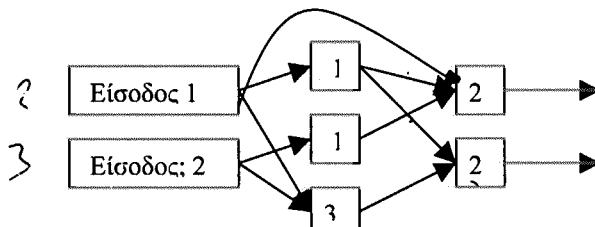
Δ. (Μονάδες 0.5) Αποφασίσατε να στέλνετε μόνο τα σήματα Α και Γ. Ποιά είναι το η συνολική πιθανότητα σφάλματος για το σύστημα αναγνώρισης των σημάτων;

Ε. (Μονάδες 1) Μπορείτε να βελτιώσετε την αξιοπιστία του συστήματος; Περιγράψτε πιθανούς τρόπους βελτίωσης και υπολογίστε το σφάλμα των συστημάτων αναγνώρισης που κατασκευάσατε.

Γνωρίζετε ότι: 
$$\int_{-\infty}^z \frac{k}{(x - m)^2 + k^2} dx = \frac{1}{2} \frac{2 \arctan\left(\frac{z - m}{k}\right) + \pi}{k}$$

#### Ασκηση 2. Μονάδες 4

Δίνεται το ακόλουθο νευρωνικό δίκτυο το οποίο αποτελείται από νευρώνες τύπου 1, 2 και 3, όπως αυτοί δίνονται στο σχήμα που ακολουθεί:



Α. (Μονάδες 2) Υπολογίστε τις σχέσεις επαναπροσδιορισμού των συντελεστών βαρύτητας των νευρώνων με την βοήθεια της μεθόδου οπισθοδρομικής διάδοσης του σφάλματος όταν γνωρίζετε ότι οι νευρώνες έχουν τις ακόλουθες μη-γραμμικές συναρτήσεις μεταφοράς:

Νευρώνας τύπου 1:

$$f(x, w) = \tanh(x)$$

Νευρώνας τύπου 2:

$$f(x, w) = \begin{cases} -0.5, & x < -1 \\ \exp(ax + b), & -1 \leq x \leq 1 \\ 0.5 & 1 < x \end{cases}$$

Νευρώνας τύπου 3:

$$f(x, w) = \begin{cases} 1 - \exp(-x), & x < 0 \\ \exp(x) - 1, & 0 \leq x \end{cases}$$

Β. (Μονάδες 2) Τοποθετήστε στην είσοδο του δικτύου το πρότυπο (2,3) που ανήκει στην πρώτη από δύο κατηγορίες προτύπων. Εκτελέστε μόνο ένα βήμα επαναπροσδιορισμού των συντελεστών βαρύτητας του δικτύου.

### Άσκηση 3. Μονάδες 3

Δίνονται τα ακόλουθα παραδείγματα προτύπων δύο κατηγοριών.

Κατηγορία 1	(-2,1)	(-0.5,1.5)	(2.5,0.5)	(3,-1.5)		
Κατηγορία 2	(-1,-1)	(0.5,0)	(1,1)	(1.5,0.5)	(2,-1)	(2,-2)

Έχετε στην διάθεσή σας λογισμικό που υλοποιεί τον αλγόριθμο Ho-Kasyap και τον αλγόριθμο k-means.

1. (Μονάδες 1) Ποιό από τα δύο συστήματα ταξινόμησης που μπορείτε να εκπαιδεύσετε με τους δύο αλγόριθμους θα δώσει την καλύτερη αξιοπιστία ταξινόμησης;
2. (Μονάδες 1) Ποιές μετατροπές μπορείτε να επιφέρετε και στα δύο συστήματα αναγνώρισης προτύπων έτσι ώστε να βελτιώσετε την αξιοπιστία της ταξινόμησης;
3. (Μονάδες 1) Πως μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτό το λογισμικό έτσι ώστε να πετύχετε αξιοπιστία ταξινόμησης 100% για τα παραδείγματα εκπαίδευσης και για τα δύο συστήματα αναγνώρισης προτύπων; Δώστε την πλήρη περιγραφή αριθμητική περιγραφή για τουλάχιστον ενός από τα δύο συστήματα.

Πλήρη αριθμητική περιγραφή είναι τα αριθμητικά δεδομένα που χρειάζεται ένα σύστημα ταξινόμησης έτσι ώστε να μπορεί να υλοποιηθεί σε υπολογιστικό σύστημα.