



<p>Μάθημα: Ευφυή Συστήματα</p> <p>Εισηγητής: Αλεξανδρίδης Αλέξανδρος</p>	<p>Ακαδημαϊκό Έτος 2013-14 Εξάμηνο Χειμερινό Α΄ Εξεταστική Περίοδος Σημειώσεις : ανοιχτές Διάρκεια εξέτασης: 2 ώρες Ημ. εξέτασης: 7/2/2014</p>
--	---

ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΘΕΜΑΤΑ

Θέμα 1. (2.5 Μονάδες) (Εκτιμώμενος χρόνος: 15 λεπτά)

Ενα αυτόματο φίλτρο ανιχνεύει πότε ένα email είναι spam και πότε όχι, με χρήση δύο μεταβλητών εισόδου x_1 και x_2 . Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται δεδομένα για τις δύο μεταβλητές εισόδου καθώς και ο τύπος email στον οποίο αντιστοιχούν.

x_1	x_2	Τύπος email
6	5	Spam
4	6	Spam
1	3	Not Spam
2	2	Not Spam
3	7	Spam
3	1	Not Spam

A) Απεικονίστε τα δεδομένα του πίνακα σε πρόχειρο γράφημα διασποράς με άξονες x_1 και x_2 . Με βάση το γράφημα, πιστεύετε ότι τα δεδομένα αυτά θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν με τη βοήθεια ενός νευρώνα Perceptron; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

B) Δίνονται δύο καινούργια δεδομένα με τις εξής συντεταγμένες:

1^ο δεδομένο: $x_1=5, x_2=5$

2^ο δεδομένο: $x_1=1, x_2=2$

Αντιστοιχεί το κάθε ένα από αυτά τα δεδομένα σε email που είναι spam; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Γ) Περιγράψτε τις δυνατότητες και τους περιορισμούς ενός νευρώνα perceptron

Θέμα 2. (2.5 Μονάδες) (Εκτιμώμενος χρόνος: 45 λεπτά)

Για έναν ενισχυτή συλλέγονται τα παρακάτω δεδομένα ενίσχυσης – συχνότητας. Η σχέση ανάμεσα

Λογάριθμος Συχνότητας (log KHz)	Ενίσχυση (dB)
1	2
3	5
4	7
6	9

στη συχνότητα και την ενίσχυση δίνεται από μια εξίσωση της μορφής $\hat{y} = ax + b$, όπου με \hat{y} συμβολίζεται η πρόβλεψη του μοντέλου για την ενίσχυση και με x ο δεκαδικός λογάριθμος της συχνότητας.

A) Υπολογίστε τους συντελεστές a και b του γραμμικού μοντέλου. Δίνονται οι παρακάτω τύποι:

$$a = \frac{SS_{xy}}{SS_{xx}}, \text{ όπου } SS_{xy} = \sum_{j=1}^P x_j y_j - \frac{\sum_{j=1}^P x_j \sum_{j=1}^P y_j}{P} \text{ και } SS_{xx} = \sum_{j=1}^P (x_j)^2 - \frac{\left(\sum_{j=1}^P x_j\right)^2}{P}$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}, \text{ όπου } \bar{y} = \frac{\sum_{j=1}^P y_j}{P}, \bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^P x_j}{P}. \text{ Με } P \text{ συμβολίζεται το πλήθος των δεδομένων.}$$

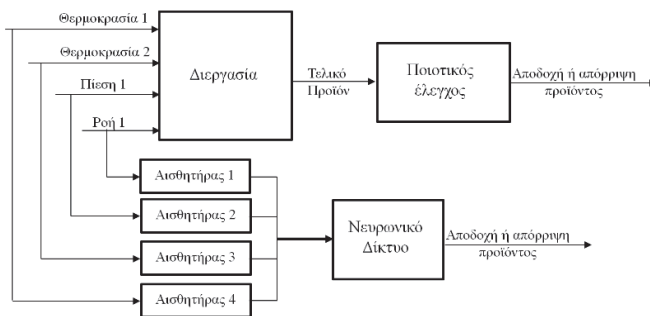
Β) Για το μοντέλο που κατασκευάσατε, υπολογίστε το μέσο απόλυτο σχετικό σφάλμα % (MARE%) και τον συντελεστή R^2 για τα διαθέσιμα δεδομένα. Δίνονται οι τύποι:

$$MARE\% = 100 \cdot \frac{\sum_{j=1}^P |y_j - \hat{y}_j|}{P}, R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}, SSE = \sum_{j=1}^P (y_j - \hat{y}_j)^2 \text{ και } SST = \sum_{j=1}^P (y_j - \bar{y})^2.$$

Πως κρίνετε την απόδοση του μοντέλου με βάση τις τιμές των δεικτών που υπολογίσατε;

Γ) Χρησιμοποιήστε το μοντέλο που κατασκευάσατε για να υπολογίσετε για ποια συχνότητα η ενίσχυση γίνεται ίση με 3dB.

Θέμα 3. (2.5 Μονάδες) (Εκτιμώμενος χρόνος: 20 λεπτά)



Σε μια βιομηχανική διεργασία, στόχος είναι η παρασκευή ενός προϊόντος που να πληρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές ποιότητας. Η ποιότητα του προϊόντος επηρεάζεται από 4 μεταβλητές εισόδου, τις οποίες και μπορούμε να μετρήσουμε μέσω αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, ο

ποιοτικός έλεγχος του προϊόντος, όπου και ελέγχεται εάν το προϊόν πληρεί ή όχι τις προδιαγραφές ώστε να γίνει αποδεκτό ή να απορριφθεί, γίνεται με μεγάλη χρονική υστέρηση. Για το λόγο αυτό κατασκευάζεται νευρωνικό δίκτυο τύπου MultiLayer Perceptron (MLP) που δέχεται σαν εισόδους τις 4 μεταβλητές που επηρεάζουν την ποιότητα και προβλέπει εάν το προϊόν πληρεί ή όχι τις προδιαγραφές ποιότητας και άρα εάν πρέπει να γίνει αποδεκτό ή να απορριφθεί. Το νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από 2 κρυφές στοιβάδες που περιέχουν 3 και 2 νευρώνες αντίστοιχα.

Α) Σχεδιάστε σχηματικά το νευρωνικό δίκτυο, απεικονίζοντας τις κρυφές στοιβάδες, τις στοιβάδες εισόδου και εξόδου, καθώς και τις συνδέσεις μεταξύ τους.

Β) Από τη λειτουργία του νευρωνικού δικτύου, συλλέχθηκαν τα παρακάτω δεδομένα. Με βάση αυτά,

Αριθμός δεδομένου	Αποτέλεσμα ποιοτικού ελέγχου*	Πρόβλεψη Νευρωνικού δικτύου*
1	Pass	Pass
2	Fail	Fail
3	Pass	Fail
4	Pass	Pass
5	Pass	Pass
6	Fail	Fail
7	Pass	Fail
8	Pass	Pass
9	Pass	Pass
10	Fail	Pass

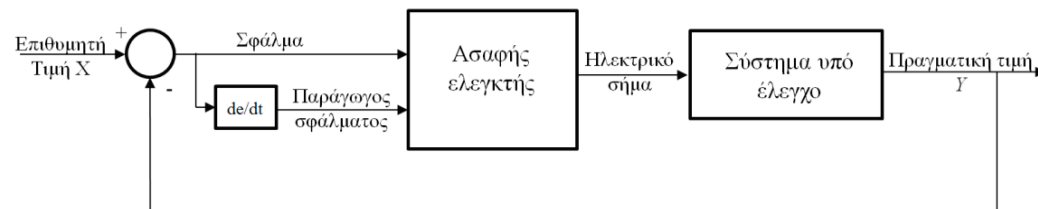
*Pass=Αποδεκτό – Fail=Απορρίπτεται

κατασκευάστε τον πίνακα σύγχυσης (confusion matrix) του συστήματος.

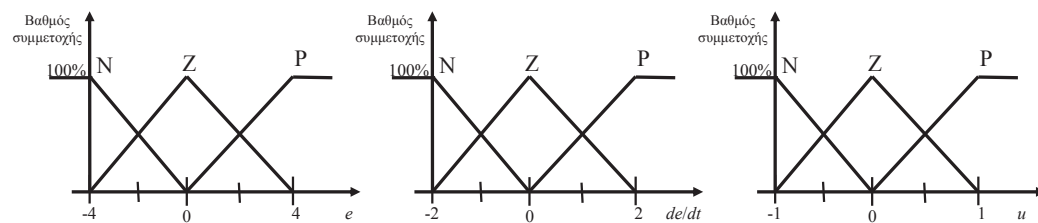
Γ) Εάν το μέγιστο επιτρεπτό όριο προϊόντων που γίνονται αποδεκτά από το νευρωνικό δίκτυο, χωρίς στη πραγματικότητα να πληρούν τις προδιαγραφές ποιότητας είναι 5%, θεωρείτε ότι το νευρωνικό δίκτυο δουλεύει με επιτυχία;

Θέμα 4. (2.5 Μονάδες) (Εκτιμώμενος χρόνος: 15 λεπτά)

Για τον έλεγχο ενός συστήματος, χρησιμοποιείται ασαφής ελεγκτής με εισόδους το σφάλμα (e) και την παράγωγο του σφάλματος (de/dt), σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα.



Για την ασαφοποίηση των δύο εισόδων στον ελεγκτή και την αποασαφοποίηση της εξόδου χρησιμοποιούνται τρία ασαφή σύνολα (N: Αρνητικό, Z: Μηδέν, P: Θετικό) τα οποία και δίνονται στα ακόλουθα διαγράμματα:



Α) Σχηματίστε πίνακα με τη βάση κανόνων του ασαφή ελεγκτή που χρειάζονται για τον έλεγχο του συστήματος. Βοηθητικά δίνονται οι τύποι υπολογισμού του σφάλματος και της παραγώγου του σφάλματος:

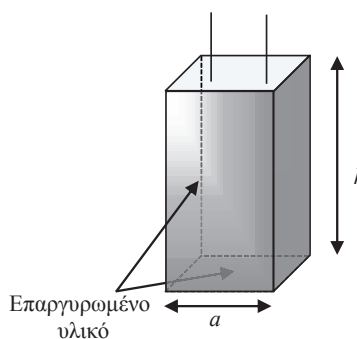
$$e(k) = X(k) - Y(k), \quad \frac{de}{dt}(k) = \frac{Y(k-1) - Y(k)}{\Delta t}$$

Εξηγήστε την επιλογή των κανόνων που κάνατε.

Β) Θεωρήστε ότι σε μια δεδομένη χρονική στιγμή το σφάλμα λαμβάνει την τιμή 2 και η παράγωγος του σφάλματος την τιμή -1. Δείξτε επάνω στα διαγράμματα ασαφοποίησης πως ασαφοποιούνται οι συγκεκριμένες εισοδοι και υπολογίστε το βαθμό συμμετοχής τους στα αντίστοιχα ασαφή σύνολα.

Γ) Για τις συγκεκριμένες τιμές των εισόδων του προηγούμενου ερωτήματος, διατυπώστε τους κανόνες που ενεργοποιούνται και βρείτε σε τι βαθμό ενεργοποιείται ο καθένας. Με βάση αυτή την πληροφορία, γραμμοσκιάστε επάνω στο διάγραμμα αποασαφοποίησης της εξόδου, το αποτέλεσμα της ενεργοποίησης του κάθε κανόνα. Στη συνέχεια, με βάση τη γραμμοσκίαση που κάνατε, υπολογίστε την τιμή της εξόδου που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη είσοδο, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο κέντρου βάρους.

Θέμα 5. (2.5 Μονάδες) (Εκτιμώμενος χρόνος: 15 λεπτά)



Ένας πολυεστερικός πυκνωτής με τετράγωνη βάση, προκειμένου να λειτουργήσει σύμφωνα με κάποιες επιθυμητές προδιαγραφές, θα πρέπει να περιέχει όγκο 1 dm^3 διηλεκτρικού υλικού. Ο πυκνωτής αυτός, περιβάλλεται στην πλευρική του επιφάνεια και την κάτω βάση του από ένα επαργυρωμένο κέλυφος. Λόγω του υψηλού κόστους του επαργυρωμένου υλικού, στόχος είναι να βρεθούν οι διαστάσεις του πυκνωτή ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επαργυρωμένη επιφάνεια του κελύφους, διατηρώντας παράλληλα τον όγκο του διηλεκτρικού στο εσωτερικό ίσο με 1 dm^3 .

Α) Ορίστε το ανωτέρω πρόβλημα ως πρόβλημα μαθηματικής βελτιστοποίησης, διατυπώνοντας τις μεταβλητές σχεδιασμού, την αντικειμενική συνάρτηση και τους περιορισμούς.

Β) Επιλύστε το μαθηματικό πρόβλημα βελτιστοποίησης και υπολογίστε τις βέλτιστες διαστάσεις του πυκνωτή, καθώς και την επιφάνεια επαργυρωμένου υλικού που αντιστοιχεί σε αυτές.

Προκειμένου να επιλύσετε την άσκηση, θεωρήστε ότι:

- Το πάχος του κελύφους είναι πρακτικά μηδενικό
- Ο όγκος του πυκνωτή καταλαμβάνεται πλήρως από το διηλεκτρικό υλικό.

Καλή επιτυχία

Ο Εισηγητής

**Αλεξανδρίδης Αλέξανδρος
Αναπληρωτής Καθηγητής**