

<p>Μάθημα: Ευφυή Συστήματα</p> <p>Εισηγητής: Αλεξανδρίδης Αλέξανδρος</p>	<p>Ακαδημαϊκό Έτος 2012-13 Εξάμηνο Εαρινό Α΄ Εξεταστική Περίοδος Σημειώσεις : ανοιχτές Διάρκεια εξέτασης: 2 ώρες Ημ. εξέτασης: 1/7/2013</p>
--	--

ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΘΕΜΑΤΑ

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

Σε ένα πρόβλημα κατηγοριοποίησης ψηφιακής εικόνας, υπάρχουν δύο τύποι εικόνας, η εικόνα **E** και η εικόνα **G**. Η κατηγοριοποίηση γίνεται με χρήση δύο μεταβλητών εισόδου x_1 και x_2 . Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται δεδομένα για τις δύο μεταβλητές εισόδου καθώς και ο τύπος εικόνας στον

x_1	x_2	Τύπος εικόνας
4	6	G
6	4	G
1	3	E
3	2	E
3	7	G
4	3	E

οποίο αντιστοιχούν.

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: $x_1=5, x_2=7$

2^ο δεδομένο: $x_1=1, x_2=2$

Σε ποιο τύπο εικόνας πιστεύετε ότι αντιστοιχεί το κάθε ένα από αυτά τα δεδομένα; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

Γ) Περιγράψτε τις δυνατότητες και τους περιορισμούς ενός νευρώνα perceptron

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

Από ένα άγνωστο κύκλωμα, συλλέγονται τα παρακάτω δεδομένα τάσης εισόδου (V_{in}) και τάσης

Τάση Εισόδου V_{in} (V)	Τάση Εξόδου V_{out} (V)
1	2
2	3
5	5
8	6

εξόδου (V_{out}). Για περιοχή τάσεων εισόδου 1V – 8V, η σχέση ανάμεσα στις δύο τάσεις μπορεί να δοθεί από μια εξίσωση της μορφής $\hat{y} = ax + b$, όπου με \hat{y} συμβολίζεται η πρόβλεψη του μοντέλου για την τάση εξόδου και με x η τάση εισόδου.

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:

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

Με βάση τις τιμές των δεικτών που υπολογίσατε, θεωρείτε ότι το συγκεκριμένο κύκλωμα παρουσιάζει ωμική συμπεριφορά;

Γ) Χρησιμοποιήστε το μοντέλο που κατασκευάσατε για να υπολογίσετε για ποια τάση εισόδου, η τάση εξόδου γίνεται ίση με 4V.

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

Ένα ηλεκτρονικό σύστημα ασφάλειας βασισμένο σε αναγνώρισης ίριδας ανιχνεύει εάν η ίριδα του ανθρώπινου ματιού ανήκει σε κάποιο συγκεκριμένο άτομο ή όχι. Το σύστημα βασίζεται σε νευρωνικό δίκτυο MultiLayer Perceptron (MLP) το οποίο λαμβάνει σαν εισόδους χαρακτηριστικά που εξάγονται μετά από σάρωση της ίριδας, και αναλόγως πραγματοποιεί την κατηγοριοποίηση. Συγκεκριμένα το δίκτυο MLP δέχεται σαν εισόδους 4 χαρακτηριστικά και προβλέπει εάν η ίριδα ανήκει στο συγκεκριμένο άτομο ή όχι. Το νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από 2 κρυφές στοιβάδες που περιέχουν 4 και 2 νευρώνες αντίστοιχα.

Αριθμός δεδομένου	Πραγματικότητα	Πρόβλεψη Νευρωνικού δικτύου*
1	Match	Match
2	Match	Match failed
3	Match	Match
4	Match	Match failed
5	Match	Match
6	Match failed	Match failed
7	Match	Match
8	Match failed	Match failed
9	Match failed	Match
10	Match	Match

*Match=ταυτοποίηση – Match failed=αποτυχία ταυτοποίησης

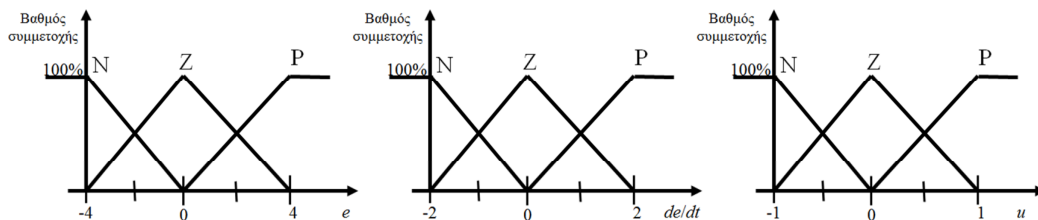
Α) Σχεδιάστε σχηματικά το νευρωνικό δίκτυο (απεικονίζοντας τις κρυφές στοιβάδες, τις στοιβάδες εισόδου και εξόδου, καθώς και τις συνδέσεις μεταξύ τους).

Β) Από τη λειτουργία του νευρωνικού δικτύου, συλλέχθηκαν τα δεδομένα του πίνακα. Με βάση αυτά, κατασκευάστε τον πίνακα σύγχυσης (confusion matrix) του συστήματος.

Γ) Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, εάν είχατε να επιλέξετε μεταξύ περισσότερων του ενός μοντέλων νευρωνικών δικτύων, βάσει ποιάς κατηγορίας του Confusion Matrix θα κάνατε την επιλογή σας; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

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

Ένας ασαφής ελεγκτής χρησιμοποιεί σαν εισόδους το σφάλμα (e) και την παράγωγο του σφάλματος (de/dt). Για την ασαφοποίηση των δύο εισόδων και την αποασαφοποίηση της εξόδου (u), χρησιμοποιούνται τρία ασαφή σύνολα (N: Αρνητικό, Z: Μηδέν, P: Θετικό) τα οποία και δίνονται στα ακόλουθα διαγράμματα:



Ο ασαφής ελεγκτής χρησιμοποιεί 9 ασαφείς κανόνες που απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Παράγωγος de/dt	P	Z	P	P
	Z	N	Z	P
	N	N	N	Z
		N	Z	P
		Σφάλμα e		

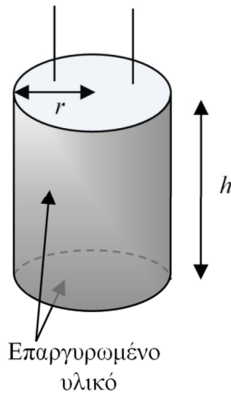
Α) Διατυπώστε λεκτικά τον κανόνα που περιγράφεται από το γραμμοσκιασμένο κουτί. Εξηγήστε τη λογική στην οποία βασίζεται ο συγκεκριμένος κανόνας.

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 εισόδους 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 κυλινδρικού σχήματος, προκειμένου να λειτουργήσει σύμφωνα με κάποιες επιθυμητές προδιαγραφές, θα πρέπει να περιέχει όγκο 0.2 dm^3 διηλεκτρικού υλικού. Ο



πυκνωτής αυτός, περιβάλλεται στην πλευρική του επιφάνεια και την κάτω βάση του από ένα επαργυρωμένο κέλυφος. Λόγο 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 0.2 dm^3 .

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

B) 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 κυλίνδρου καταλαμβάνεται πλήρως από το διηλεκτρικό υλικό.

Δίνονται:

- Επιφάνεια κύκλου: πr^2
- Όγκος κυλίνδρου: $\pi r^2 h$
- Πλευρική επιφάνεια κυλίνδρου: $2\pi r h$

Καλή επιτυχία

Ο Εισηγητής

**Αλεξανδρίδης Αλέξανδρος
Επίκουρος Καθηγητής**