



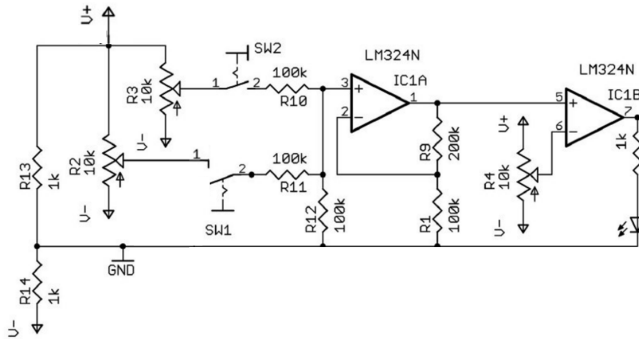
ΠΡΟΣΟΧΗ: ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΝΑ ΕΠΙΣΤΡΕΦΟΝΤΑΙ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Όνοματεπώνυμο σπουδαστή _____ Α.Μ. _____

ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΤΑ ΤΕΣΣΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΘΕΜΑΤΑ

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

Το παρακάτω κύκλωμα υλοποιεί σε μορφή υλικού έναν νευρώνα τύπου Perceptron.



A) Σχεδιάστε σχηματικά τη μορφή του συγκεκριμένου Perceptron.

B) Εντοπίστε επάνω στο κύκλωμα τα παρακάτω στοιχεία και περιγράψτε συνοπτικά τη λειτουργία τους: i) Συναπτικά βάρη, ii) Κόμβος άθροισης, iii) Εισαγωγή τιμής καταφλίου, iv) Συνάρτηση ενεργοποίησης, v) Ένδειξη εξόδου

Γ) Περιγράψτε συνοπτικά τη διαδικασία εκμάθησης ενός νευρώνα Perceptron.

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

Για έναν ενισχυτή συλλέγονται τα παρακάτω δεδομένα ενίσχυσης – συχνότητας. Για περιοχή

Συχνότητα (KHz)	Ενίσχυση (dB)
1	80
10	50
50	33
500	15

συχνοτήτων 1KHz – 10MHz, η σχέση ανάμεσα 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:

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

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

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

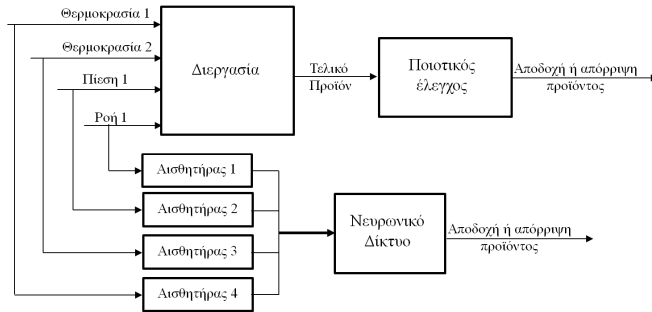
$$MARE\% = 100 \cdot \frac{\sum_{j=1}^P |y_j - \hat{y}_j|}{P}, R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}, SSE = \sum_{j=1}^P (y_j - \hat{y}_j)^2 \text{ και } SST = \sum_{j=1}^P (y_j - \bar{y})^2.$$

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 0dB.

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 4 και 3 νευρώνες αντίστοιχα.

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

B) 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	Pass	Fail
3	Fail	Fail
4	Pass	Pass
5	Pass	Pass
6	Pass	Fail
7	Fail	Fail
8	Fail	Pass
9	Pass	Pass
10	Pass	Pass

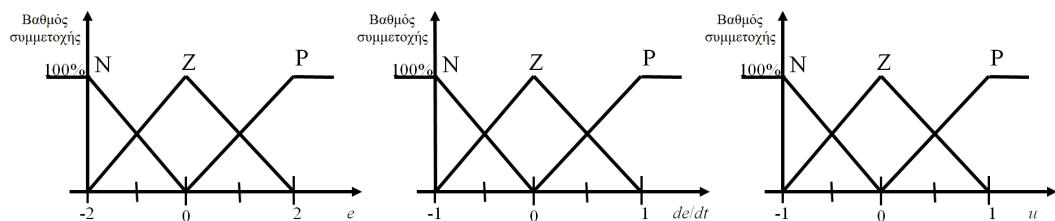
*Pass=Αποδεκτό – Fail=Απορρίπτεται

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 7%, θεωρείτε ότι το νευρωνικό δίκτυο δουλεύει με επιτυχία;

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		

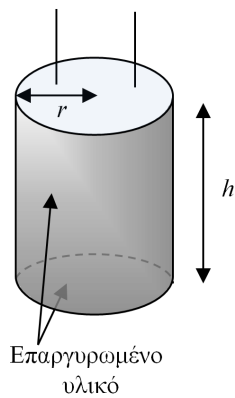
A) Διατυπώστε λεκτικά τον κανόνα που περιγράφεται από το γραμμοσκιασμένο κουτί. Εξηγήστε τη λογική στην οποία βασίζεται ο συγκεκριμένος κανόνας.

B) Θεωρήστε ότι σε μια δεδομένη χρονική στιγμή το σφάλμα λαμβάνει την τιμή -1 και η παράγωγος του σφάλματος την τιμή 0.5 . Δείξτε επάνω στα διαγράμματα ασαφοποίησης πως ασαφοποιούνται οι συγκεκριμένες εισοδοί 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 0.1 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 0.1 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: $2\pi r h$