



Σχολή Μηχανικών
Τμήμα Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών
Μάθημα: Υπολογιστική Νοημοσύνη - Εργαστήριο
Διδάσκων: Δρ. Αλεξανδρίδης Αλέξανδρος, Καθηγητής

3^η Σειρά Ασκήσεων

1^η Άσκηση – Οπτική αναγνώριση χαρακτήρων με perceptron

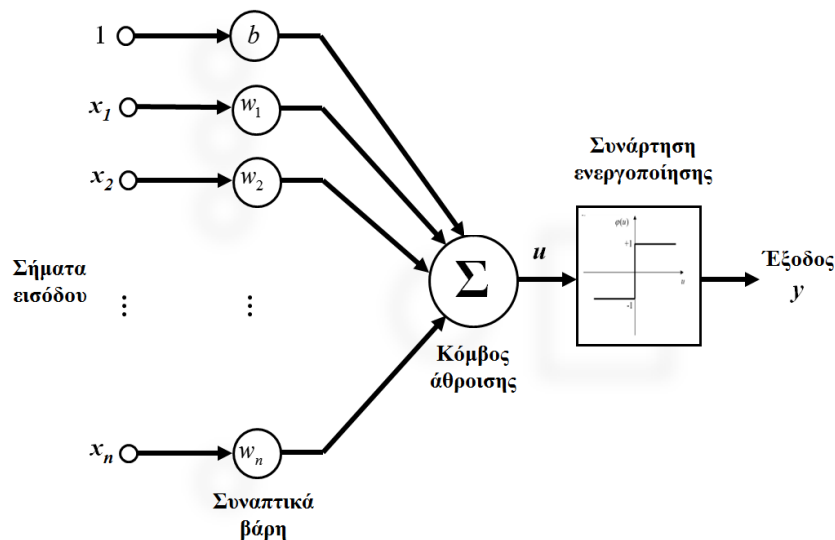
Στόχος αυτής της άσκησης είναι η εκπαίδευση ενός perceptron, ώστε να κάνει οπτική αναγνώριση ανάμεσα στους χαρακτήρες **O** και **I**. Οι μεταβλητές εισόδου στο perceptron θα είναι ο αριθμός pixels της εικόνας (x_1) και η διασπορά στον οριζόντιο άξονα (x_2). Προκειμένου να γίνει η εκπαίδευση, συλλέχθηκαν δεδομένα από διάφορους γραφικούς χαρακτήρες. Τα δεδομένα αυτά βρίσκονται στο αρχείο “O_I_classification data.xlsx”.

A) Κατασκευάστε πρόγραμμα τύπου function το οποίο να δέχεται σαν εισόδους τα διαθέσιμα δεδομένα και να επιστρέφει τις τιμές των συνάψεων w_1 και w_2 και της πόλωσης b που υλοποιούν το όριο απόφασης $w_1x_1 + w_2x_2 + b = 0$. Στο τέλος της άσκησης, δίνεται ο αλγόριθμος εκπαίδευσης του perceptron.

B) Σχεδιάστε γραφική παράσταση ανάμεσα στις μεταβλητές x_1 και x_2 , επάνω στην οποία να απεικονίζονται τα διαθέσιμα δεδομένα εκπαίδευσης. Οι κλάσεις **O** και **I** θα πρέπει να απεικονίζονται με διαφορετικό σύμβολο η κάθε μια. Επάνω στην ίδια γραφική παράσταση, δείξτε το όριο απόφασης που υπολογίστηκε στο ερώτημα A.

Γ) Κατασκευάστε πρόγραμμα τύπου function το οποίο να δέχεται σαν εισόδους τις τιμές των συνάψεων w_1 και w_2 και της πόλωσης b που υπολογίστηκαν στο ερώτημα A, καθώς και τιμές για καινούργια δεδομένα εισόδου, και να επιστρέφει σαν έξοδο την κατάταξη του perceptron σε κλάσεις. Εφαρμόστε το function που κατασκευάσατε στα δεδομένα που περιέχονται στο αρχείο “O_I_validation.xlsx”, και αξιολογήστε την απόδοση του perceptron.

Αλγόριθμος εκπαίδευσης Perceptron



Βήμα 1. Οι συνάψεις και η πόλωση τοποθετούνται σε ένα διάνυσμα $\mathbf{W}(0) = [w_1 \dots w_n \ b]^T$. Το διάνυσμα αρχικοποιείται σε τυχαίες τιμές μεταξύ 0 και 1.

Βήμα 2. Κάθε δεδομένο εισόδου $k=1,2,\dots,K$, όπου K ο συνολικός αριθμός δεδομένων, τοποθετείται σε ένα διάνυσμα $\mathbf{x}(k) = [x_1(k) \dots x_n(k) \ 1]$. Τα δεδομένα εξόδου $y(k)$ εάν ανήκουν στην πρώτη κλάση θα πρέπει να έχουν την τιμή 1, αλλιώς την τιμή -1.

Βήμα 3. Για $k=1$, υπολογίζεται η πρόβλεψη του perceptron $\hat{y}(1) = \text{sgn}(\mathbf{x}(1) \cdot \mathbf{W})$, και στη συνέχεια οι συνάψεις διορθώνονται με βάση τον κανόνα Widrow-Hoff: $\mathbf{W}(1) = \mathbf{W}(0) + \eta(y(1) - \hat{y}(1))\mathbf{x}^T(1)$. Με η συμβολίζεται ο ρυθμός μάθησης που πρέπει να λαμβάνει τιμές ανάμεσα στο 0 και το 1.

Βήμα 4. Εάν οι προβλέψεις του perceptron $\hat{y}(k) = \text{sgn}(\mathbf{x}(k) \cdot \mathbf{W})$ είναι ίδιες με τις πραγματικές τιμές $y(k)$ για όλα τα δεδομένα $k=1,2,\dots,K$, τότε ο αλγόριθμος τερματίζεται, διαφορετικά συνεχίζει με επόμενο βήμα.

Βήμα 5. Για κάθε ένα δεδομένο εισόδου, υπολογίζεται η πρόβλεψη του perceptron $\hat{y}(k) = \text{sgn}(\mathbf{W} \cdot \mathbf{x}(k))$, και στη συνέχεια οι συνάψεις διορθώνονται με βάση τον κανόνα Widrow-Hoff: $\mathbf{W}(k) = \mathbf{W}(k-1) + \eta(y(k) - \hat{y}(k))\mathbf{x}^T(k)$

Βήμα 6. Επιστροφή στο βήμα 4.

Bonus material:

- <https://neil.fraser.name/software/recog/>
- <https://www.computerworld.com/article/2577868/optical-character-recognition.html>
- <http://nutsvolts.texterity.com/nutsvolts/200601/?folio=44&pg=44#pg44>

