
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 19

Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Ασκήσεις - Ερωτήσεις

1. Να γίνει μία συγκριτική περιγραφή ενός φυσικού και ενός τεχνητού νευρώνα.
2. Πώς μπορεί να ρυθμιστεί στην πράξη η τιμή κατωφλίου της συνάρτησης ενεργοποίησης ενός νευρώνα, μέσω της τιμής της πόλωσης (*bias*);
3. Έστω δύο στοιχειώδη perceptrons, A και B, με ίδια βάρη στα σήματα εισόδου. Το perceptron A χρησιμοποιεί βηματική συνάρτηση ενεργοποίησης ενώ το B συνάρτηση προσήμου. Αν τα δύο perceptrons τροφοδοτηθούν με το ίδιο διάνυσμα εισόδου και η ανανέωση των βαρών γίνει με τον κανόνα perceptron, θα συνεχίσουν τα βάρη να έχουν ίδιες τιμές;
4. Τι είναι τα γραμμικώς διαχωρίσιμα προβλήματα; Τι είδους νευρωνικά δίκτυα απαιτούνται για την επίλυση μη-γραμμικώς διαχωρίσιμων προβλημάτων;
5. Να αποδειχθεί ότι για την πρώτη παράγωγο f' της σιγμοειδούς συνάρτησης f , ισχύει η σχέση:

$$f' = a \cdot f \cdot (1 - f)$$

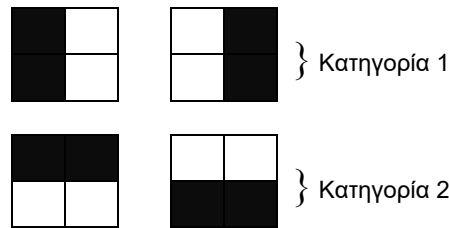
6. Να αποδειχθεί ότι για την πρώτη παράγωγο g' της συνάρτησης υπερβολικής εφαπτομένης g , ισχύει η σχέση:

$$g' = 1 - g^2$$

7. Χρησιμοποιώντας το ΤΝΔ του Σχήματος 19.18 με βηματική συνάρτηση στους τρεις νευρώνες, λύστε το πρόβλημα του XOR. Χρησιμοποιήστε τιμές κατωφλίου 0.5 και 1.5 στο κρυφό επίπεδο και 0.5 στον νευρώνα στο επίπεδο εξόδου.
8. Να αποδειχθεί ότι για τη συνάρτηση κόστους cross-entropy (20), ισχύει:

$$\frac{\partial C}{\partial w_j} = \frac{1}{n} \sum_x (x_j \cdot (y - t))$$

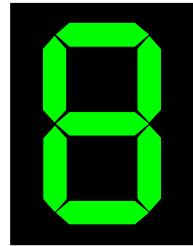
9. Έστω οι παρακάτω δύο κατηγορίες προτύπων:



Να ελεγχθεί αν είναι γραμμικώς διαχωρίσιμες.

10. Να κατασκευαστεί ένα ΤΝΔ τοπολογίας (4-2-1) με τους νευρώνες διαδοχικών επιπέδων πλήρως διασυνδεδεμένους. Στο κρυφό επίπεδο καθώς και στο επίπεδο εξόδου να χρησιμοποιηθούν βηματικές συναρτήσεις ενεργοποίησης με τιμές κατωφλίου 0.65 και 0.5 αντίστοιχα. Στη συνέχεια, να τεθούν ως βάρη w_{ij} μεταξύ των νευρώνων i και j οι παρακάτω τιμές (θεωρήστε ότι οι νευρώνες εισόδου είναι οι 1, 2, 3 και 4, οι κρυφοί νευρώνες είναι οι 5 και 6, ενώ ο νευρώνας εξόδου είναι ο 7): $w_{15}=0.4$, $w_{16}=0.1$, $w_{25}=0.3$, $w_{26}=0.2$, $w_{35}=0.2$, $w_{36}=0.3$, $w_{45}=0.1$, $w_{46}=0.2$, $w_{57}=1$ και $w_{67}=1$. Να δείξετε ότι το παραπάνω ΤΝΔ αναγνωρίζει τις κατηγορίες του προβλήματος 5.

11. Να κωδικοποιηθούν τα ψηφία 0 ως 9 ως διανύσματα (διπολικά ή δυαδικά) μήκους 7, με βάση την αναπαράστασή τους από τη συσκευή LED της εικόνας (τα 7 στοιχεία του διανύσματος θα αντιστοιχούν στα 7 στοιχεία LED της εικόνας). Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή για Neural Networks του CISpace* να κατασκευαστεί και να εκπαιδευτεί ένα MLP που να δέχεται σαν είσοδο διανύσματα στην παραπάνω αναπαράσταση και στην έξοδο να παράγει, σε κατάλληλη αναπαράσταση που πρέπει να οριστεί, το συμπληρωματικό του ψηφίου εισόδου ως προς 9 (δηλαδή αν η είσοδος είναι 0 τότε η έξοδος θα πρέπει να είναι 9, αν 1 τότε 8, αν 2 τότε 7, κ.ο.κ.). Δοκιμάστε (και σχολιάστε) διατάξεις με ένα και δύο κρυφά επίπεδα.



Επιπλέον να διερευνηθεί και να σχολιαστεί η ανοχή του ΤΝΔ που φτιάχτηκε σε αλλοιωμένα σήματα εισόδου που θα προκύψουν αν ένα (και μόνο ένα) από τα 7 επιμέρους LED βγει εκτός λειτουργίας και παραμένει μόνιμα σε "σβηστή" κατάσταση.

* <http://www.aispace.org/downloads.shtml>

12. Σε ένα δίκτυο Kohonen, η αναπροσαρμογή του ρυθμού εκπαίδευσης γίνεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$n_{i+1} = n_i - 0.001$$

Αν αρχικά ήταν $n_0=0.7$, πόσοι κύκλοι εκπαίδευσης απαιτούνται ώστε ο ρυθμός εκπαίδευσης να γίνει 0.1;

13. Έστω ένα δίκτυο Kohonen με δύο εισόδους και τρεις νευρώνες στο επίπεδο Kohonen. Θεωρήστε τα παρακάτω διανύσματα εκπαίδευσης:

$$x_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad x_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad x_3 = \begin{bmatrix} 1/\sqrt{2} \\ 1/\sqrt{2} \end{bmatrix}$$

καθώς και παρακάτω αρχικά διανύσματα βαρών:

$$w_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \end{bmatrix} \quad w_2 = \begin{bmatrix} -2/\sqrt{5} \\ 1/\sqrt{5} \end{bmatrix} \quad w_3 = \begin{bmatrix} -1/\sqrt{5} \\ 2/\sqrt{5} \end{bmatrix}$$

- α) Σχεδιάστε τα διανύσματα εκπαίδευσης και τα διανύσματα βαρών σε διάγραμμα μοναδιαίου κύκλου.
 - β) Υπολογίστε τις τιμές των βαρών μετά από εκπαίδευση με τον κανόνα Kohonen. Χρησιμοποιήστε ρυθμό μάθησης 0.5 και την παρακάτω σειρά εισόδων: $x_1, x_2, x_3, x_1, x_2, x_3$.
 - γ) Σχολιάστε τις τελικές θέσεις στο μοναδιαίο κύκλο, για τα διανύσματα βαρών. Τι συμβαίνει με το διάνυσμα w_1 ; Πώς μπορεί να διορθωθεί το πρόβλημα;
14. Να υπολογιστεί ο πίνακας συνέλιξης για τα RGB επίπεδα στο Σχήμα 19.38 με $\text{stride}=1$, αφού πρώτα προστεθεί padding ενός pixel.
15. Έστω εικόνα grayscale διαστάσεων 100×100 και φίλτρο διαστάσεων 5×5 . Πόσο padding πρέπει να προστεθεί στην εικόνα ώστε το αποτέλεσμα της συνέλιξης της εικόνας με το φίλτρο να είναι επίσης διαστάσεων 100×100 ;
16. Θεωρείστε ως είσοδο σε CNN μια RGB εικόνα διαστάσεων $n \times n$, c πλήθος από φίλτρα διαστάσεων $f \times f$, $\text{padding } p$ και διασκελισμό (stride) s . Θεωρείστε επίσης pooling παράθυρο διαστάσεων $k \times k$. Θεωρώντας διάταξη με δύο εναλλαγές επιπέδων συνέλιξης και pooling (4 στάδια υπολογισμού), να υπολογιστεί πόσα επίπεδα υπάρχουν σε κάθε στάδιο υπολογισμού και τι διαστάσεων είναι.