## Άσκηση 1η

ⓐ 4 ~~κόμβους~~ κόμβους εισόδου

ⓑ 6 κόμβους εξόδου

ⓨ Το δίκτυο μπορεί να αναλύσει όσες διαστάσεις έχει το διάνυσμα εισόδου, δηλαδή όσες είναι οι είσοδοι. Στο συγκεκριμένο SOM που φαίνεται στην εικόνα:

→ Υπάρχουν 4 κόμβοι εισόδου (1,2,3,4).

→ Κάθε κόμβος εξόδου (Α-F) έχει 4 βάρη, ένα για κάθε είσοδο.

Επομένως το δίκτυο μπορεί να αναλύσει 4 διαστάσεις στο χώρο εισόδου.
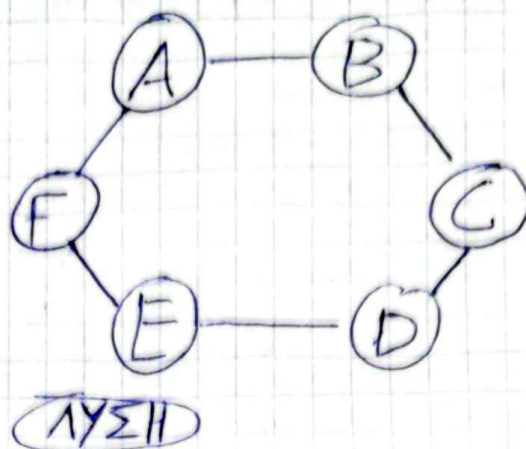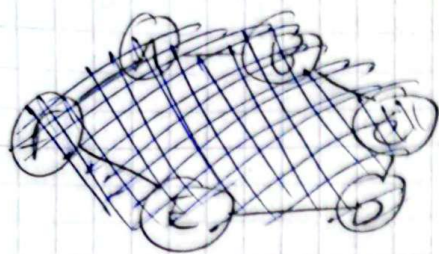
ⓓ Έχουμε 4 εισόδους άρα ο κάθε κόμβος έχει 4 βάρη

ⓔ Οι κόμβοι εξόδου έχουν διανύσματα βαρών με τις ίδιες διαστάσεις όπως η είσοδος. (4-D)

ⓕ Ένας νευρώνας "κερδίζει", ο πιο κοντινός στην είσοδο. Ο Α στην προκείμενη περίπτωση.

ⓘ Όχι ιδιαίτερα, αυτό που μετράει είναι ποιος κόμβος ενεργοποιείται.

ⓜ Όσοι οι κόμβοι εξόδου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση 6 κόμβοι → 6 ομάδες

ⓛ

Άσκηση 2η



(ΛΥΣΗ)

(α) $x = (0.2, -0.4)$

Ο νικητής κόμβος είναι αυτός με την μικρότερη Ευκλείδια απόσταση.

$$d = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}$$

(Κόμβος A): $\sqrt{(0.2 - 0.1)^2 + (-0.4 - 0.2)^2} = \sqrt{0.01 + 0.36} = \sqrt{0.37} \approx 0.608$

(-''- B): $\sqrt{(0.2 - 0)^2 + (-0.4 - 0.4)^2} = \sqrt{0.04 + 0.64} = \sqrt{0.68} \approx 0.824$

(-''- C): $\sqrt{(0.2 - 0.3)^2 + (-0.4 + 0.9)^2} = \sqrt{0.01 + 0.01} = \sqrt{0.681} \approx 0.9236$

(-''- D): $\sqrt{(0.2 + 0.2)^2 + (-0.4 + 0.3)^2} = \sqrt{0.4^2 + (0.1)^2} = \sqrt{0.17} \approx 0.412$

(-''- E): $\sqrt{(0.2 - 0.3)^2 + (0.4 - 0.2)^2} \approx 0.608$

(-''- F): $\sqrt{(0.2 + 0.4)^2 + (-0.4 - 0.1)^2} = 0.781$

Επομένως νικητής κόμβος είναι ο C

(β) Ο τύπος αναπροσαρμογής είναι: $W(t+1) = w(t) + \eta h(x - w(t))$

$W_1 = 0.1 + 0.5 \cdot 1 \cdot (0.2 - 0.1) = 0.1 + 0.5 \cdot 10^{-1} = 0.1 + 0.05 = 0.15$

$W_2 = 0.2 + 0.5 \cdot 1 (0.2 - 0.2) = 0.2$

(Κόμβος B): $W_1 = 0 + 0.3$

⑧ Ο Τύπος αναπροσαρμογής είναι: $W(t+1) = W(t) + \eta h (x - w(t))$

(Κόμβος C): $W_1 = 0.3 + 0.5 \cdot 1 \cdot (0.2 - 0.3) = 0.3 + 0.5 \cdot (-0.1) \Leftrightarrow$
$W_1 = 0.25$

$W_2 = -0.2 + 0.5 \cdot 1 \cdot (-0.4 + 0.2) = -0.2 - 0.1 = -0.3$

(Κόμβος D): $W_1 = -0.2 + 0.5 \cdot 0.5 (-0.2 + 0.2) = -0.2 + 0.25 (+0.4) \Leftrightarrow$
$W_1 = -0.2 + 0.1 = \cancel{0.3} -0.1$

$W_2 = -\underset{0.3}{\cancel{0.4}} + 0.5 \cdot 0.5 (-0.4 + \underset{0.3}{\cancel{0.2}}) = -0.4 + 0.25 (\overset{-0.1}{\cancel{...}}) \Leftrightarrow$

$\cancel{...} W_2 = -\cancel{0.4} \cancel{...} -0.025 = -0.325$

(Κόμβος B): $W_1 = 0 + 0.5 \cdot 0.5 (0.2 - 0) = 0 + 0.05 = 0.05$
$W_2 = 0.4 + 0.5 \cdot 0.5 (-0.4 - 0.4) = 0.4 - 0.2 = 0.2$

Επομένως

| Κόμβος | W1 | W2 |
|--------|------|--------|
| C | 0.25 | -0.3 |
| D | $\cancel{...}$ -0.1 | -0.325 |
| B | 0.05 | 0.2 |

και όλοι οι υπόλοιποι κόμβοι παραμένουν με τα ίδια Βάρη.

## Άσκηση 3ⁿ

Τα feed-forward neural networks (FFNNs) και self-organizing maps (SOMs) είναι και τα 2 τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, αλλά έχουν διαφορετική δομή, στόχο και τρόπο εκπαίδευσης. Ενώ η προέλευσή τους είναι ίδια, δηλαδή η προσπάθεια προσομείωσης της λειτουργίες εγκεφάλου, αποτελούν 2 διαφορετικά παραδείγματα. Τα FFNS λειτουργούν με εποπτευόμενη μάθηση και χρησιμοποιούν ιεραρχική αρχιτεκτονική, βασιζόμενα στον αλγόριθμο backpropagation για ελαχιστοποίηση της συνάρτησης κόστους. Αντίθετα, τα SOMs εφαρμόζουν μη εποπτευόμενη μάθηση και οργανώνονται ως δομημένο διαδιάστατο πλέγμα με στόχο την ομαδοποίηση και αναπαράσταση των δεδομένων σε χαμηλότερη διάσταση.

Η εκπαίδευση σας βοηθάει στον εντοπισμό της Best Matching Unit (BMU) και αναπροσαρμόζει τον βα-ρύ των (χρονικών κόμβων) διατηρώντας τη μεταβαρεια σχέση μεταξύ εισόδων.

**Άσκηση 4η**

Χρησιμοποιώντας τον τύπο της αθλινσεις εκθετικαι συνάρτησης:
$$\eta(t) = \eta_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Αντικαθιστώντας στην έξισωση παίρνουμε: $0.03 = 0.015\, e^{-t/1000}$

$$\Leftrightarrow \frac{0.03}{0.015} = e^{-t/1000} \Leftrightarrow 0.2 = e^{-t/1000} \Leftrightarrow \ln 0.2 = -\frac{t}{1000} \Leftrightarrow$$

$$t = -1000 \ln(0.2) \Rightarrow t = -1000 \cdot (-1.6094) = 1609.4$$

ήε $\eta = 0.03$ θα έχομε 1609 κύκλους εκπαίδευσης

Άσκηση 5η

(a) Εφόσον υπάρχουν 5 κόμβοι εξόδου (A-E), το δίκτυο μπορεί να ταξινομήσει μέχρι 5 διαφορετικές κατηγορίες/είδη αεροσκαφών, κάθε κόμβος εκπροσωπεί ένα είδος.

(b) Νικητής για είσοδο (0.3, 0.9, 0.2) (F-16)

• $d(A) = \sqrt{(0.3-0.6)^2+(0.9-0.4)^2+(0.2-1)^2} = \sqrt{0.09+0.25+0.64} = \sqrt{0.98}$
⇔ $d(A) \approx 0.99$

• $d(B) = \sqrt{(0.3-1)^2+(0.9-0.2)^2+(0.2-0.2)^2} = \sqrt{0.49+0.49} = \sqrt{0.98} \approx 0.99$

• $d(C) = \sqrt{(0.3-0.2)^2+(0.9-1.0)^2+(0.2-0.2)^2} = \sqrt{0.01+0.01} = \sqrt{0.02} \approx 0.14$

• $d(D) = \sqrt{(0.3-0.4)^2+(0.9-0.6)^2+(0.2-0.4)^2} = \sqrt{0.01+0.09+0.01} = \sqrt{0.14} \approx 0.37$

• $d(E) = \sqrt{(0.3-1.0)^2+(0.9-0.4)^2+(0.2-1.0)^2} = \sqrt{0.49+0.25+0.64} = \sqrt{1.38} \approx 1.17$

Ο νικητής είναι ο κόμβος C

(c) Νικητής για είσοδο (0.9, 0.5, 0.9) (Airbus A30)

• $d(A) = \sqrt{(0.9-0.6)^2+(0.5-0.4)^2+(0.9-1.0)^2} = \sqrt{0.09+0.01+0.01} = \sqrt{0.11} \approx 0.33$

• $d(B) = \sqrt{(0.9-1.0)^2+(0.5-0.2)^2+(0.9-0.2)^2} = \sqrt{0.01+0.09+0.49} = \sqrt{0.59}$
$d(B) \approx 0.77$

• $d(C) = \sqrt{(0.9-0.2)^2+(0.5-1.0)^2+(0.9-0.2)^2} = \sqrt{0.49+0.25+0.49}$ ⇔
$d(C) = \sqrt{1.23} \approx 1.11$

• $d(D) = \sqrt{(0.9-0.4)^2+(0.5-0.6)^2+(0.9-0.4)^2} = \sqrt{0.25+0.01+0.25} = \sqrt{0.51}$ ⇔
$d(D) \approx 0.71$

• $d(E) = \sqrt{(0.9-1.0)^2+(0.5-0.4)^2+(0.9-1.0)^2} = \sqrt{0.01+0.01+0.01} = \sqrt{0.03}$ ⇔
$d(E) \approx 0.17$

Νικητής ο κόμβος (E)