5.3.Νευρωνικό δίκτυο αυτοργανούμενου πίνακα απεικόνισης χαρακτηριστικών

Ο *Αυτό-οργανούμενος Πίνακας Απεικόνισης Χαρακτηριστικών* (*ΑΠΑΧ*) (*SOFM*: *Self organized Feature Map*) είναι ένα νευρωνικό δίκτυο που επιτελεί την κύρια διαδικασία της ταξινόμησης. Το επίπεδο εισόδου του συνδυάζεται με ένα επίπεδο ανταγωνισμού και εκπαιδεύεται χωρίς επόπτη. Τα δύο επίπεδα είναι πλήρως διασυνδεδεμένα επειδή κάθε είσοδος συνδέεται με όλους τους νευρώνες του επιπέδου ανταγωνισμού. Τυπικά το επίπεδο ανταγωνισμού είναι οργανωμένο επάνω σε ένα δισδιάστατο κάναβο και κάθε νευρώνας αντιπροσωπεύει μία τάξη. Η αυτοοργάνωση έχει ως αποτέλεσμα την αντιπροσώπευση ομοίων τάξεων από γειτονικούς νευρώνες του επιπέδου ανταγωνισμού. Το Σχ. 5.3-1 παρουσιάζει την τοπολογία του ΑΠΑΧ. Στην παρούσα προσέγγιση το επίπεδο ανταγωνισμού είναι τοποθετημένο σε έναν κάναβο 8Χ8. Αν και ο κάναβος είναι δισδιάστατος, οι νευρώνες έχουν αριθμηθεί με ένα δείκτη k που παίρνει ακέραιες τιμές από 0 έως 63.

Η εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου γίνεται ως εξής:

- Συγκροτείται το σύνολο εκπαίδευσης του ΑΠΑΧ από τα ανύσματα εξόδου που προέκυψαν από την είσοδο του αρχικού συνόλου εκπαίδευσης στον ΑΚΣ.
- Θεωρούμε τη μεταβλητή επανάληψης t που παίρνει ακέραιες τιμές από 0 μέχρι μία προκαθορισμένη τελική τιμή T (π.χ. T=100.000).
- Θεωρούμε τη μεταβλητή του ρυθμού εκμάθησης $\alpha(t)$.
- Θεωρούμε το μήκος $d(t)$ της πλευράς ενός τετραγώνου που ορίζει μια υποπεριοχή (γειτονιά) επάνω στον κάναβο.
- Έστω u_{kj} το βάρος της σύναψης μεταξύ του k νευρώνα του επιπέδου ανταγωνισμού και της j εισόδου του, $j \in \{0,1,\ldots,m-1\}$.

Εκτελούνται τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1. Αρχικοποιούνται ($t=0$) τα βάρη των συνάψεων $u_{kj}(0)$ με τιμές που προκύπτουν από την πρόσθεση μικρών τυχαίων αριθμών στη μέση τιμή των ανυσμάτων $\boldsymbol{y}_n$ όλου το συνόλου εκπαίδευσης.

Βήμα 2. Αρχικοποιείται η *α(0)* με μια μεγάλη τιμή, συνήθως μεταξύ 0.2 και 0.5.

Βήμα 3. Αρχικοποιείται η *d(0)* με την τιμή 4, που είναι ίση με το μισό του εύρους του κανάβου.

Βήμα 4. Επιλέγεται ένα τυχαίο άνυσμα ***x(t)*** από το σύνολο εκπαίδευσης.

Βήμα 5. Υπολογίζεται η έξοδος $o_k(t)$ του νευρώνα *k* από τη σχέση

$$(5.3.1) \qquad o_k(t) = \left\|\mathbf{x}(t) - \mathbf{u_k}(t)\right\| = \sqrt{\sum_{j=0}^{m-1} (x_j(t) - u_{kj}(t))^2} \ .$$

Είναι φανερό πως η o_k είναι η Ευκλείδια απόσταση μεταξύ των ***x(t)*** και $\boldsymbol{u}_k(t)$.

Βήμα 6. Ο νευρώνας *c* ανακηρύσσεται νικητής εάν ικανοποιείται η συνθήκη

$$(5.3.2) \qquad o_c(t) = min\{o_k(t)\}.$$

Εάν οι έξοδοι δύο νευρώνων είναι ίσες, τότε κατά σύμβαση επιλέγεται αυτός με το μικρότερο δείκτη.

Βήμα 7. Τα βάρη u_{kj} των συνάψεων ανανεώνονται σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις

$$(5.3.3) \qquad \Delta u_{kj} = \begin{cases} \alpha(t) \cdot (x_j(t) - u_{kj}(t)) \text{ αν } k \in N_c \\ 0 \text{ αν } k \notin N_c \end{cases}$$

$$(5.3.4) \qquad u_{kj}(t+1) = u_{kj}(t) + \Delta u_{kj}(t)$$

όπου N_c το σύνολο των δεικτών των νευρώνων που βρίσκονται μέσα σε ένα τετράγωνο του δισδιάστατου κανάβου με κέντρο το νευρώνα νικητή και πλευρά *d(t)* (γειτονιά του νικητή νευρώνα).

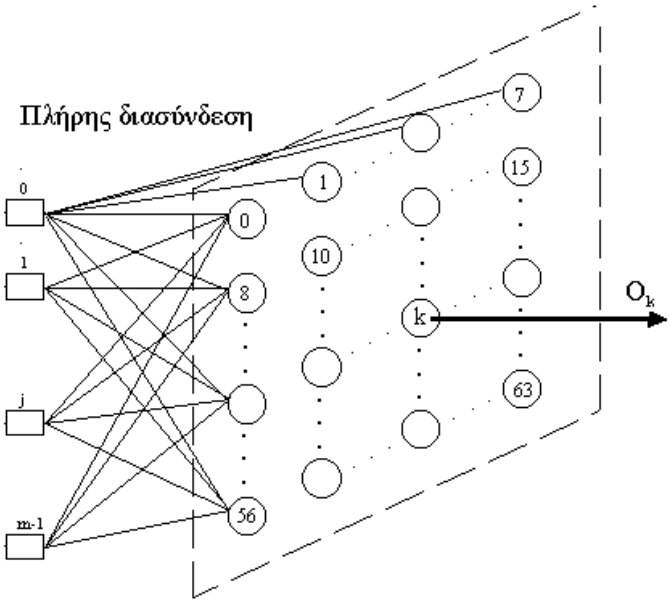
Βήμα 8. Αυξάνεται η μεταβλητή επανάληψης κατά ένα και αποδίδονται νέες τιμές στις μεταβλητές *α(t), d(t)* σύμφωνα με τις σχέσεις:

$$(5.3.5) \qquad a(t) = a(0) \cdot (1 - \frac{t}{T})$$

$$(5.3.6) \qquad d(t) = d(0) \cdot (1 - \frac{t}{T})$$

Τα βήματα 4 έως 8 επαναλαμβάνονται έως ότου η μεταβλητή *t* πάρει τη μέγιστη τελική τιμή *T*. Είναι φανερό πως οι μεταβλητές *α(t)* και *d(t)* συγκλίνουν στο μηδέν καθώς η *t* τείνει στην τιμή *T*.

Μετά την εκπαίδευση κάθε άνυσμα εισόδου του ΑΠΑΧ αποδίδεται στον νικητή νευρώνα. Κάθε νευρώνας του επιπέδου εξόδου αντιπροσωπεύει μία ομάδα προτύπων (cluster). Πρότυπα με μεγάλη ομοιότητα αντιπροσωπεύονται από τον ίδιο νευρώνα.



Σχήμα 5.3-1