



# Πληροφοριακά Συστήματα & Περιβάλλον

## Ενότητα 8: Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Παναγιώτης Λεφάκης  
Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ**



# **Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα**

# Περιεχόμενα ενότητας 1/2

1. Ιστορική αναδρομή
2. Βιολογικός νευρώνας
3. Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
4. Βασικές λειτουργίες Τ.Ν.Δ.
5. Βασικά χαρακτηριστικά Τ.Ν.Δ.
6. Ταξινόμηση αλγορίθμων
7. Δομή Τ.Ν.Δ.
8. Δίκτυα με απλή τροφοδότηση
9. Συνάρτηση ενεργοποίησης



# Περιεχόμενα ενότητας 2/2

---

- 10. Αναστροφή μετάδοσης λάθους
- 11. Δίκτυα με ανατροφοδότηση



# Ιστορική αναδρομή

- Πρώτη εμφάνιση κατά τις δεκαετίες 1940-1950.
- Βασικό μοντέλο McCulloch – Pitts και πρώτος αλγόριθμος Perceptron.
- Η αναγέννηση επήλθε με τα μοντέλα του Hopfield και το μοντέλο multi-layer perceptron σε συνδυασμό με τον αλγόριθμο Back – propagation.
- Connectionist model: διασύνδεση πολλών κόμβων σε δίκτυο και αυτοπροσαρμογή των συδέσεων



# Βιολογικός νευρώνας 1/2

- Οι νευρώνες είναι σύνολο νευρικών κυττάρων που δημιουργούν δίκτυο επικοινωνίας.
- Οι διαδικασίες που εκτελούν είναι μάθηση, μνήμη, ομαδοποίηση και δημιουργία προτύπων, κλπ.

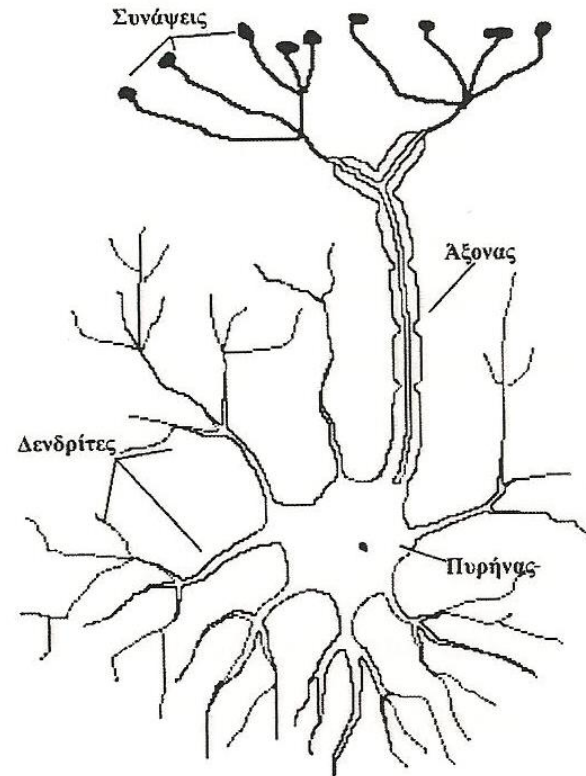




# Βιολογικός νευρώνας 2/2

Αποτελούνται από:

- Σώμα
- Δενδρίτες (πύλες εισόδου δεδομένων)
- Άξονα (πύλη εξόδου πληροφοριών)
- Συνάψεις (ένωση με δενδρίτες άλλου νευρώνα)



Σχήμα 1. Βιολογικός νευρώνας  
(Πηγή: Διαμαντάρας, 2007)



# Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Τ.Ν.Δ.)

- Προσπάθεια αντιγραφής της λειτουργίας των βιολογικών νευρώνων.
- Βοήθεια με τον ασαφή τρόπο σκέψης.
- Δηλαδή, μαθαίνει – εκπαιδεύεται – θυμάται / ξεχνά, κλπ. σε συνδυασμό με πολύπλοκους μαθηματικούς υπολογισμούς.
- Χρήση σε όλες τις επιστήμες.
- Επεξεργασία των δεδομένων στους νευρώνες.
- Ακολουθούνται καθορισμένοι κανόνες.



# Βασικές λειτουργίες Τ.Ν.Δ.

Βασικές λειτουργίες Τ.Ν.Δ.:

- **Μάθηση – εκπαίδευση**

- Τροποποίηση των βαρών για εξαγωγή συγκεκριμένου αποτελέσματος.

- **Ανάκληση**

- Διαδικασία υπολογισμού αποτελέσματος για συγκεκριμένες τιμές εισόδου και βαρών. Ανάλογα με την τροποποίηση των βαρών κατά την εκπαίδευση έχουμε:
  - Τ.Ν.Δ. με επίβλεψη
  - Τ.Ν.Δ. χωρίς επίβλεψη
  - Τ.Ν.Δ. με βαθμολογημένη μάθηση



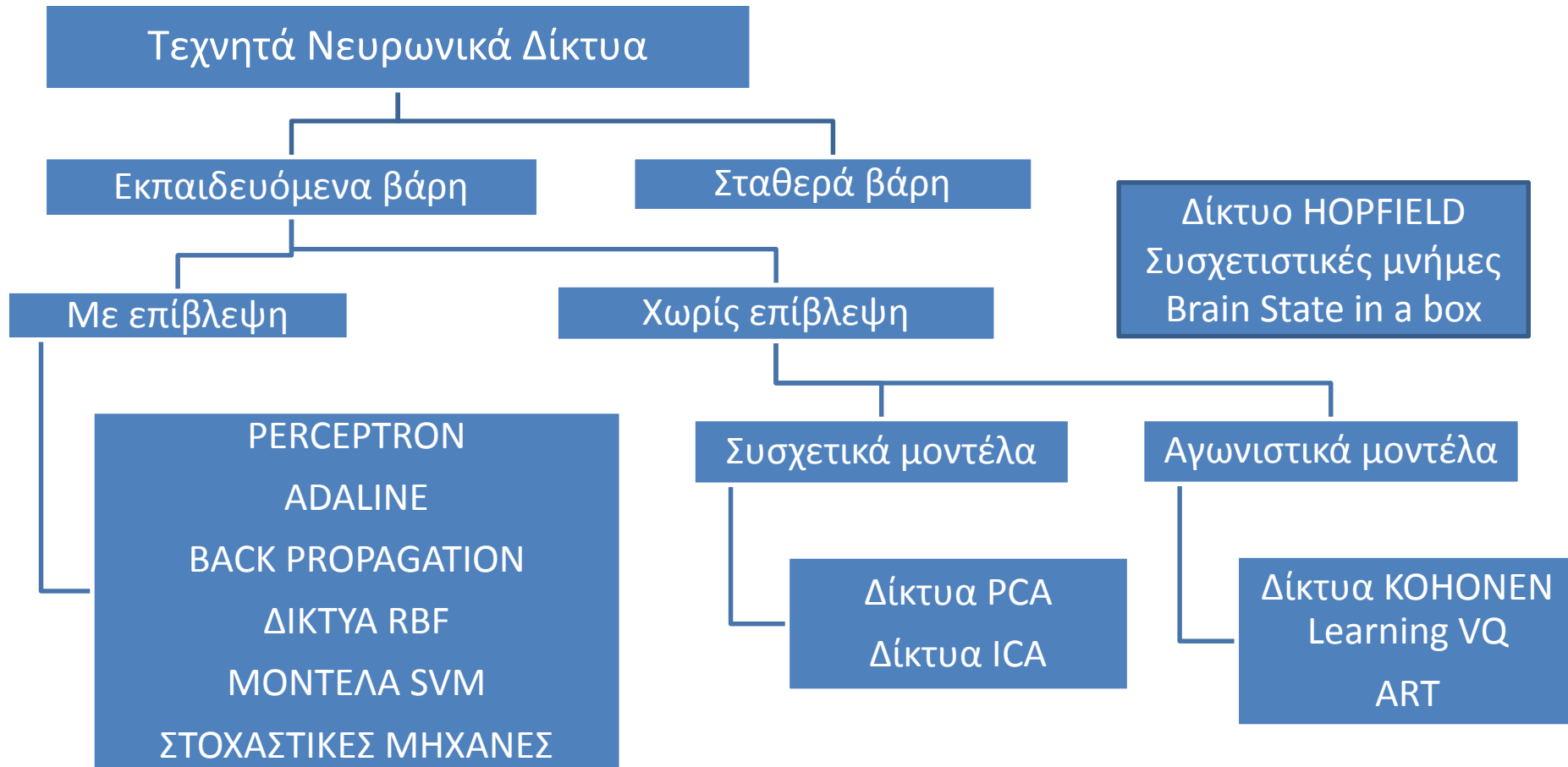
# Βασικά χαρακτηριστικά Τ.Ν.Δ.

Βασικά χαρακτηριστικά Τ.Ν.Δ.:

- Ικανότητα μάθησης μέσω παραδειγμάτων.
- Δυνατότητα θεώρησης του δικτύου ως κατανεμημένη μνήμη και ως μνήμη συσχέτισης.
- Ανοχή σε σφάλματα.
- Ικανότητα αναγνώρισης προτύπων.



# Ταξινόμηση αλγορίθμων



Σχήμα 2. Ταξινόμηση αλγορίθμων



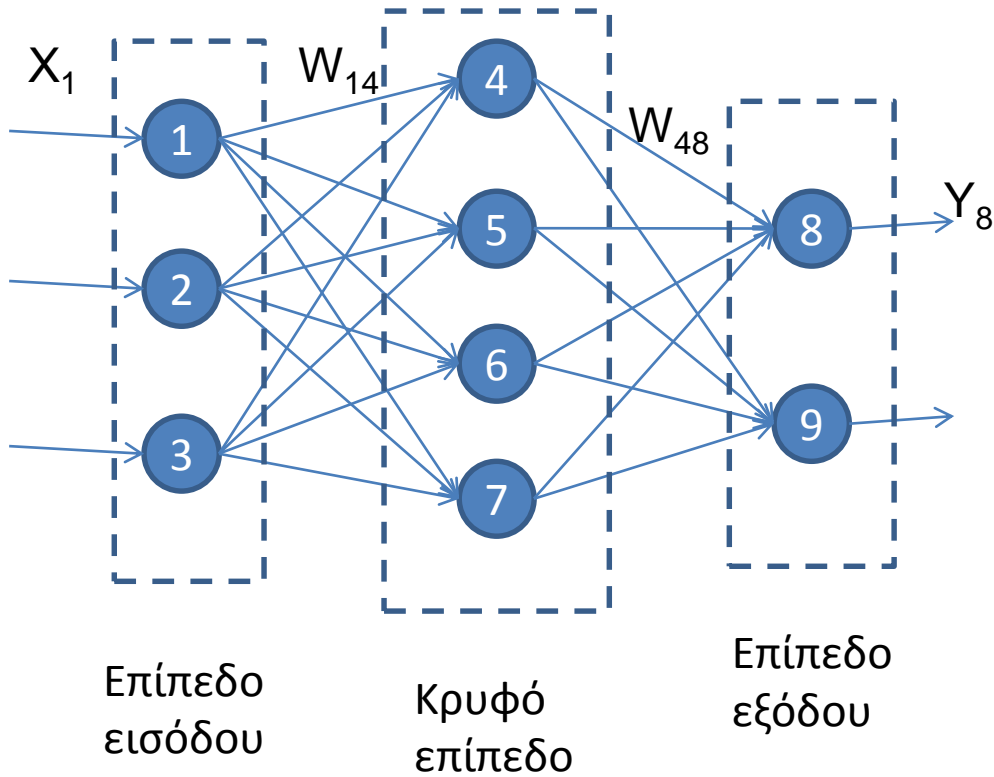
# Δομή Τ.Ν.Δ.

ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΛΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ

Feed forward, μερικώς ή πλήρως συνδεδεμένο

ΔΙΚΤΥΟ ΜΕ ΑΝΑΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ

Feed back - recurrent



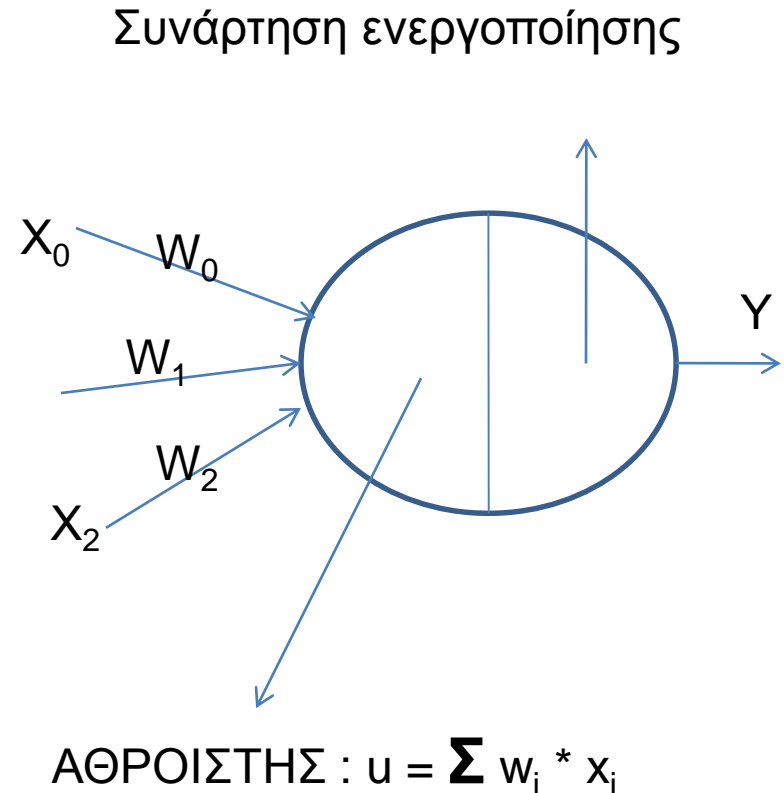
Σχήμα 3. Δομή Τ.Ν.Δ.



# Δίκτυα με απλή τροφοδότηση

## PERCEPTRON:

- Μοναδικός νευρώνας, βηματική συνάρτηση.
- Κατάσταση νευρώνα δυαδική: 0=αδρανής 1=μέγιστη
- Οι συνάψεις περιγράφονται με τα συναπτικά βάση:
  - $u = \sum w_i * x_i$
  - Αν  $u > \theta$  (κατώφλι), ενεργοποίηση.



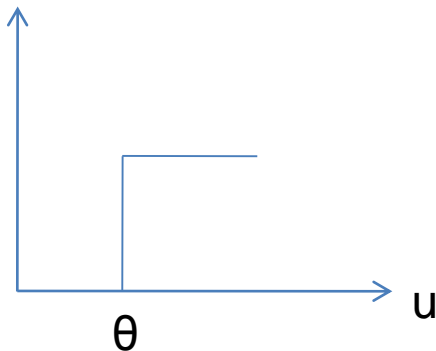
Σχήμα 4. Συνάρτηση ενεργοποίησης



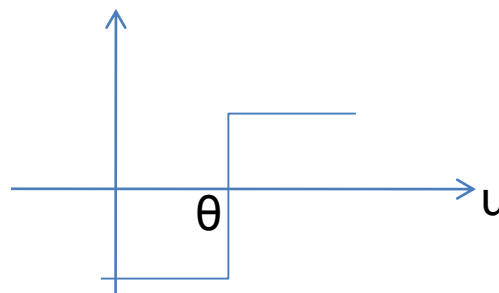
# Συνάρτηση ενεργοποίησης

Τρεις περιπτώσεις για τη συνάρτηση ενεργοποίησης:

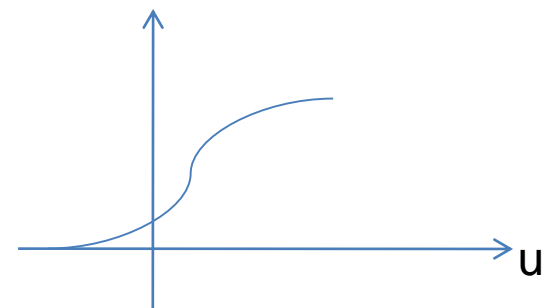
- Βηματική (δίνει αποτέλεσμα μόνο όταν το  $u > \theta$ )
- Προσήμου (δίνει αποτέλεσμα αρνητικό / θετικό αν  $u < > \theta$ )
- Σιγμοειδής (για μη γραμμικά φαινόμενα, δεν εφαρμόζεται σε δίκτυα με κρυφό επίπεδο)



Σχήμα 5α. Βηματική συνάρτηση



Σχήμα 5β. Συνάρτηση προσήμου



Σχήμα 5γ. Σιγμοειδής συνάρτηση





# Αναστροφή μετάδοσης λάθους

Αναστροφή μετάδοσης λάθους (Back propagation):

- Η πιο γνωστή μέθοδος πολλών επιπέδων.
- Υπολογισμός σφάλματος στο επίπεδο εξόδου.
- Υπολογισμός σφάλματος στο κρυφό επίπεδο, κ.ο.κ.
- Με βάση τα σφάλματα, γίνεται μεταβολή των βαρών στους νευρώνες.
- Επανάληψη, μέχρι τα όρια που έθεσε ο χρήστης.

**Δηλαδή, μια αναζήτηση του ολικού ελάχιστου της συνάρτησης σφάλματος που έχει για παραμέτρους τις τιμές των βαρών.**



# Δίκτυα με ανατροφοδότηση

- Οι νευρώνες παράγουν αποτελέσματα εξαρτώμενα από την έξοδο του προηγούμενου επιπέδου, **αλλά** και από τη δική τους έξοδο.
- Αυξημένη πολυπλοκότητα.
- Επιτάχυνση της μάθησης.
- Αποφυγή διάφορων προβλημάτων.
- Δίκτυα Hopfield και Kohonen (χωρίς επίβλεψη).



# Βιβλιογραφία 1/2

- Αργυράκης, Π. (2001). Νευρωνικά δίκτυα και εφαρμογές. Τόμος Β΄ . Ε.Α.Π. Πάτρα.
- Βλαχάβας, Ι., Π. Κεφαλάς, Ν.Βασιλειάδης, Ι. Ρεφανίδης, Φ.Κόκκορας, Η.Σακελλαρίου (2002) Τεχνητή νοημοσύνη. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη.
- Διαμαντάρας, Κ. (2007) τεχνητά νευρωνικά δίκτυα. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Ζαπράνης, Α. (2005). Χρηματοοικονομική και Νευρωνικά Συστήματα. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Ιοαννου, Κ., G, Arabatzis., Lefakis, P.,(2009). Predicting the prices of forest energy resources with the use of artificial neural networks (ANNs): the case of conifer fuel wood in Greece. Journal of Environmental Protection and Ecology, vol. 10(3), pp. 349 – 362



# Βιβλιογραφία 2/2

- Ioannou, K., D. Mironidis, P. Lefakis, D. Stathis (2010). The use of artificial neural networks for the forecast precipitation levels of lake Doirani. Fresenius Environmental Bulletin, vol. 19, (9A), pp 1921 – 1927
- Ioannou, K., P. Lefakis, G. Arabatzis (2011). Development of a DSS for the study of an area after the occurrence of forest fire. International Journal of Sustainable Society, vol 3(1), pp. 5 – 32.
- Russell, S., P. Norvig (2006) Τεχνητή νοημοσύνη, μια σύγχρονη προσέγγιση. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Tigas, G., P. Lefakis, K. Ioannou (2010). Evaluation of ANNs as a model for forecasting consumption of wood products. Πρακτικά 10<sup>ου</sup> Ειδικού Συνεδρίου ΕΕΕΕ. Ορεστιάδα.





# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Χριστιάνα Κολιούσκα

Θεσσαλονίκη, 11/9/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

