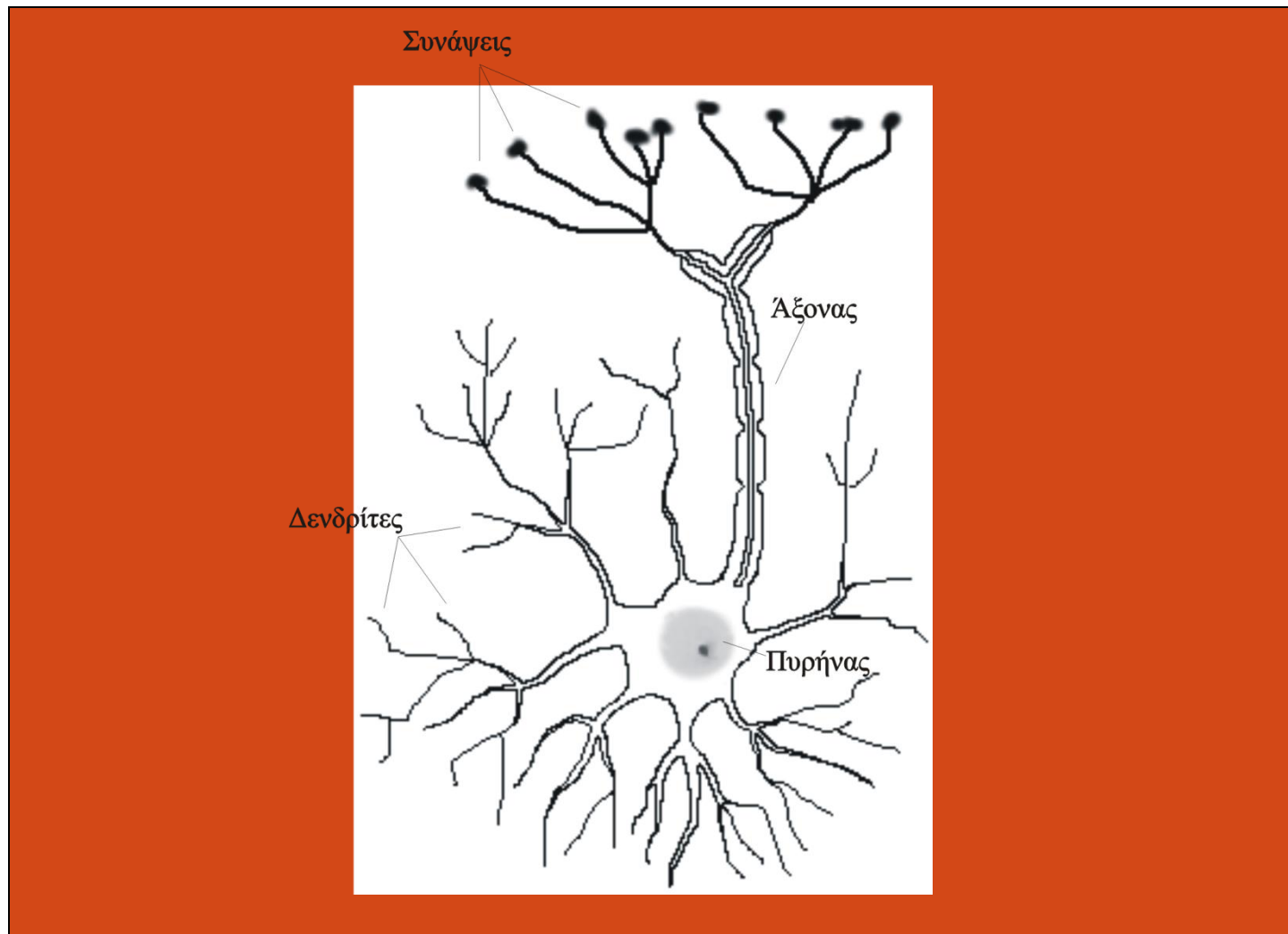


# Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Κώστας Διαμαντάρας  
Τμήμα Πληροφορικής  
ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης

# Ο Νευρώνας



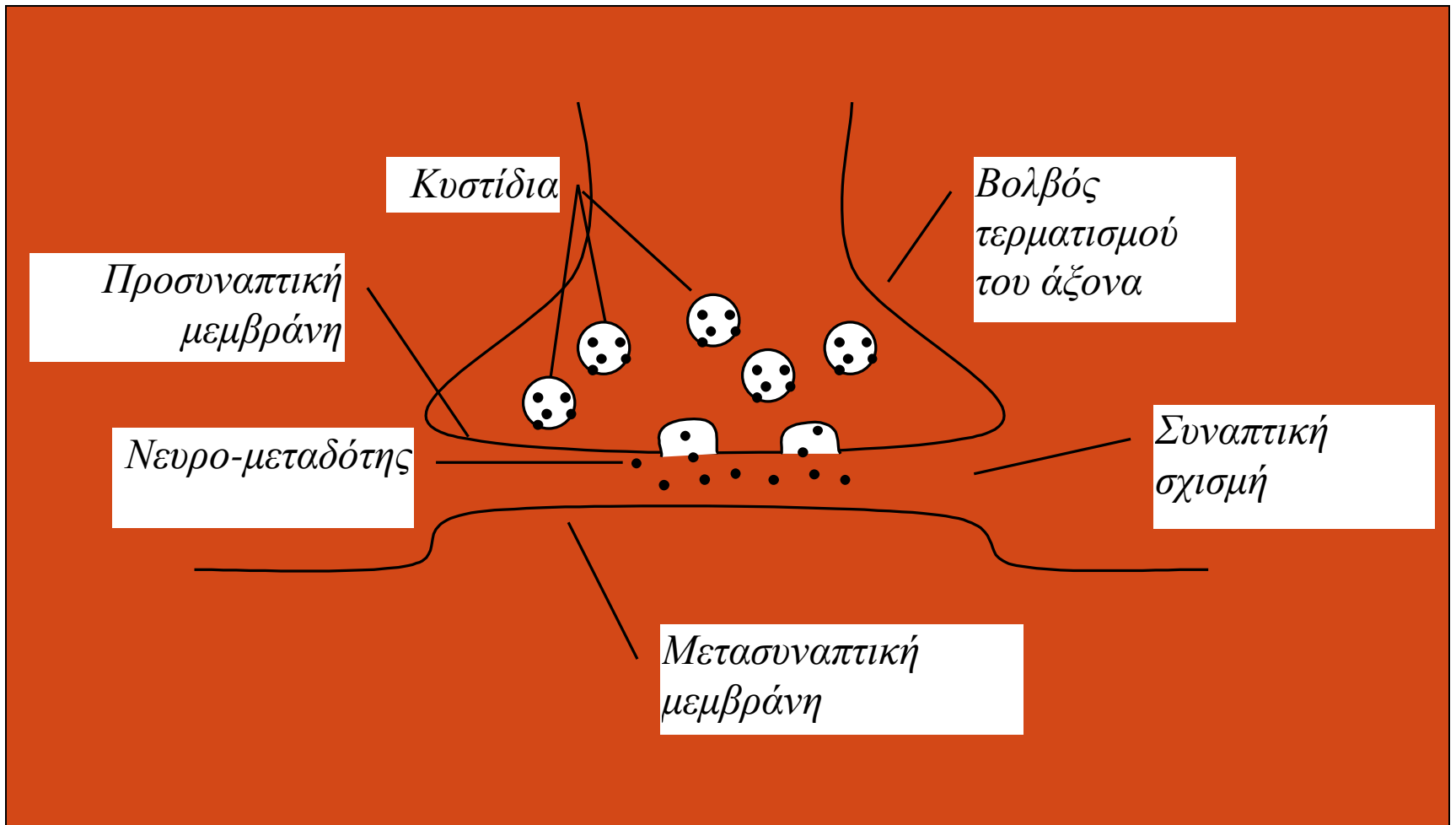
# Βασικά Χαρακτηριστικά

- **πλαστικότητα** : οι νευρώνες έχουν ρυθμιζόμενες παραμέτρους
- μεγάλο πλήθος νευρώνων  $10^{11}$ 
  - **παραλληλισμός** της επεξεργασίας
  - **κατανομή** της πληροφορίας

# Είσοδοι – Έξοδοι

- **Δενδρίτες** : είσοδοι. Δέχονται ηλεκτρικά σήματα από άλλους νευρώνες
- **Άξονας** : έξοδος. Μήκος από 1mm έως >1m. Στέλνει ηλεκτρικούς παλμούς σταθερού πλάτους αλλά μεταβλητής συχνότητας.
- **Συνάψεις** : σημεία ένωσης μεταξύ διακλαδώσεων του άξονα ενός νευρώνα και των δενδριτών από άλλους νευρώνες.

# Συνάψεις



## Συνάψεις (2)

- Φούσκες με ιόντα ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ). Το πλάτος της σύναψης, η απόστασή της από τον δενδρίτη και η πυκνότητα του ηλεκτροχημικού υλικού επηρεάζουν την ευκολία με την οποία η ηλεκτρική δραστηριότητα μεταδίδεται από τον άξονα στο δενδρίτη. Το ποσοστό της ηλεκτρικής δραστηριότητας που μεταδίδεται τελικά στο δενδρίτη λέγεται **συναπτικό βάρος**.
- Είδη συνάψεων
  - ενισχυτικές (*excitatory*)
  - ανασταλτικές (*inhibitory*)

# Λειτουργία βιολογικού νευρώνα

- Συχνότητα παλμών στον άξονα (έξοδο) = ανάλογη της συνολικής διέγερσης
- Συνολική διέγερση = άθροισμα των διεγέρσεων σε όλους τους δενδρίτες

Όμως:

$$\text{Συχνότητα παλμών} < 1 / (t_p + t_r)$$

# Το μοντέλο McCulloch-Pitts

Έξοδος:

- $y = 0 \rightarrow$  ο νευρώνας είναι αδρανής
- $y = 1 \rightarrow$  μέγιστη συχνότητα παλμών

Είσοδοι:  $x_1, x_2, \dots, x_n$

Συναπτικά βάρη:  $w_1, w_2, \dots, w_n$

Συνολική διεγερση:

$$u = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n$$



# Το μοντέλο McCulloch-Pitts (2)

- **Κατώφλι (*threshold*)**  $\vartheta$
- Αν  $u > \vartheta$  τότε ο νευρώνας πυροβολεί
- Αν  $u < \vartheta$  παραμένει αδρανής

$$y = f(u - \vartheta) \text{ ή}$$

$$y = f(u + \vartheta'), \vartheta' = -\vartheta$$

- $f(.)$  = Συνάρτηση ενεργοποίησης

# Συνάρτηση ενεργοποίησης

- Βηματική συνάρτηση 0/1:

$$f(x) = 0, \quad \text{αν } x \leq 0$$

$$f(x) = 1, \quad \text{αν } x > 0$$

- Βηματική συνάρτηση -1/1:

$$f(x) = -1, \quad \text{αν } x \leq 0$$

$$f(x) = 1, \quad \text{αν } x > 0$$

# Συνάρτηση ενεργοποίησης (2)

- Σιγμοειδής (sigmoid):

$$f(x) = 1/(1+e^{-x})$$

- Υπερβολική εφαπτομένη:

$$f(x) = \tanh(x) = (1 - e^{-x})/(1 + e^{-x})$$

# Συνάρτηση ενεργοποίησης (3)

- Συνάρτηση ράμπας (ramp function):

$$f(x) = 0, \quad \text{αν } x \leq 0$$

$$f(x) = x, \quad \text{αν } x > 0$$

- Γραμμική (linear):

$$f(x) = x$$

# Ανθρώπινος Εγκέφαλος

- Ανθρώπινος εγκέφαλος → 100 δισεκατομμύρια νευρώνες
- 1 νευρώνας → 1000 συνάψεις

# Νοημοσύνη

- Η αναγνώριση εικόνων
- Η μνήμη
- Η αναγνώριση φωνής
- Η κατανόηση και η παραγωγή της γλώσσας
- Η αυτόνομη πλοήγηση στο χώρο
- Η λήψη αποφάσεων
- Η κατάστρωση στρατηγικής
- Η λογική, η ανάπτυξη επιχειρημάτων
- Η μάθηση και η αυτοπροσαρμογή

# Τεχνητή Νοημοσύνη

- Βασική αρχή:
  - Η νοημοσύνη δεν είναι αποκλειστικότητα του εγκεφάλου
- Στόχοι:
  - Ανάπτυξη κατάλληλου υλικού (hardware) για την υποστήριξη νοημόνων λειτουργιών
  - Ανάπτυξη αλγορίθμων που υλοποιούν τις νοήμονες λειτουργίες
- Εργαλείο: Νευρωνικά Δίκτυα

# Ταξινόμηση Νευρωνικών Μοντέλων

