



Νευρωνικά Δίκτυα και Ευφυή Υπολογιστικά Συστήματα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Ευφυή υπολογιστικά συστήματα

2

Βασικά θέματα

- Μοντέλα και αρχιτεκτονικές νευρωνικών δικτύων
- Ασαφή συστήματα
- Γενετικοί αλγόριθμοι και εξελικτικός υπολογισμός
- Υβριδικές προσεγγίσεις και συστήματα
- Εφαρμογές



Χαρακτηριστικά ανθρώπινου εγκεφάλου

3

Προβλήματα που επιλύονται καλύτερα από τον άνθρωπο

- Ταξινόμηση προτύπων
- Ομαδοποίηση – κατηγοριοποίηση
- Πρόβλεψη
- Αναγνώριση φωνής, εικόνων, προσώπων κλπ
- Αυτόνομη πλοήγηση στο χώρο
- Λογική, ανάπτυξη επιχειρημάτων
- Κατάστρωση στρατηγικής
- Προσαρμογή στο περιβάλλον



Χαρακτηριστικά ανθρώπινου εγκεφάλου

4

Ελλείψεις αρχιτεκτονικής von Neumann

- Μαζική παραλληλία
- Κατανεμημένη αναπαράσταση
- Κατανεμημένη επεξεργασία
- Ανοχή σε σφάλματα, αστοχίες
- Αφαίρεση
- Γενίκευση
- Προσαρμοστικότητα
- Μάθηση



Μηχανική μάθηση

5

Ορισμός προβλήματος μάθησης

Ένα πρόγραμμα υπολογιστή *μαθαίνει* από μία εμπειρία E ως προς μια κλάση εργασιών T και ένα μέτρο επίδοσης P , αν η επίδοσή του σε εργασίες της κλάσης T , όπως αποτιμάται από το μέτρο P , βελτιώνεται με την εμπειρία E .



Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

6

Χαρακτηριστικά μοντελοποίησης

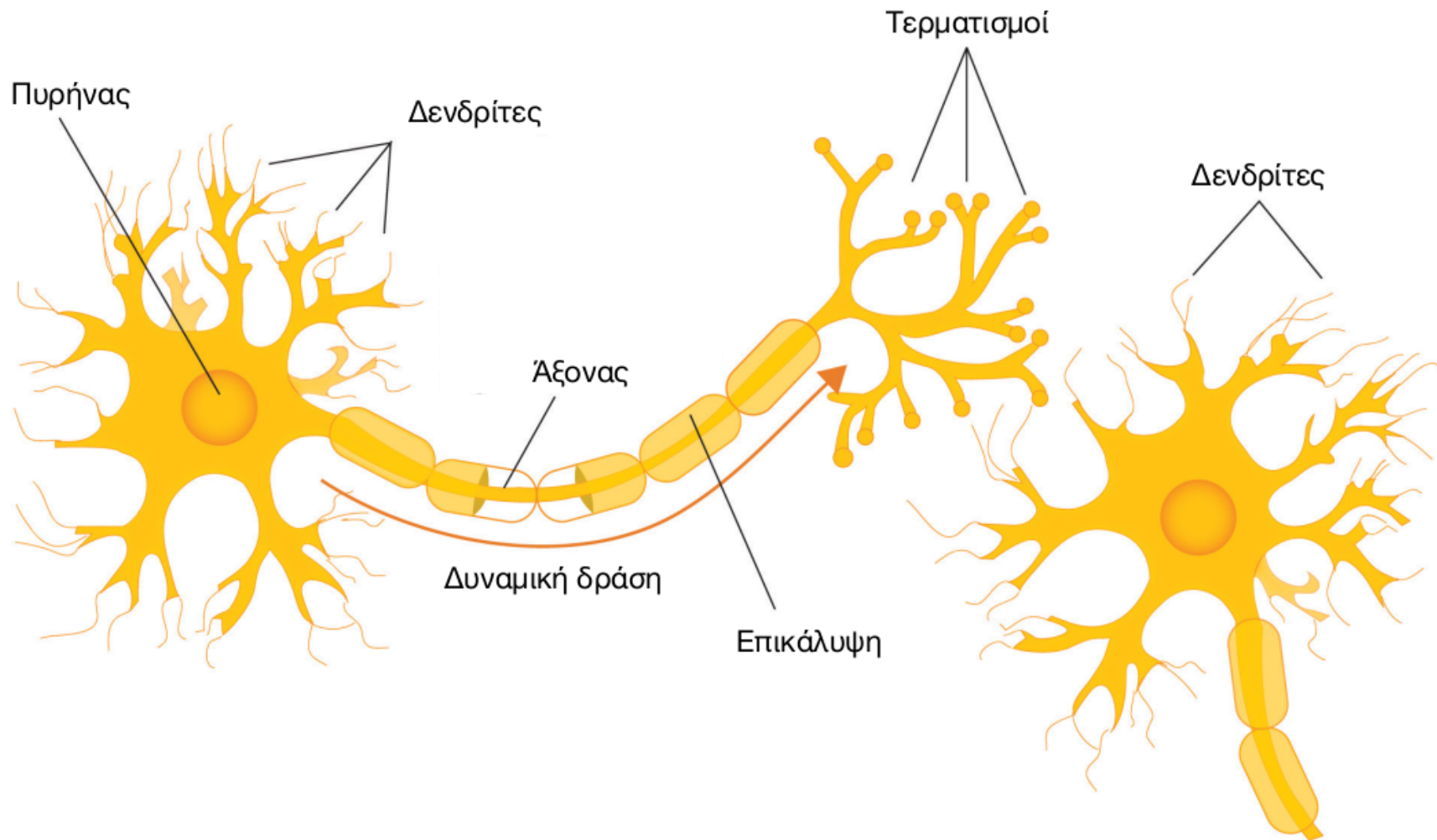
- Κατανόηση και μοντελοποίηση βιολογικών λειτουργιών
- Προσπάθεια εφαρμογής αρχών βιολογικού εγκεφάλου (δομικά στοιχεία, αρχιτεκτονική, λειτουργικότητα)
- Υλοποιησιμότητα (πραγματιστική προσέγγιση)

Δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά

- Απλές υπολογιστικές μονάδες
- Μεγάλος αριθμός συνδέσεων (connectionism)
- Παράλληλη κατανεμημένη επεξεργασία και προσαρμογή

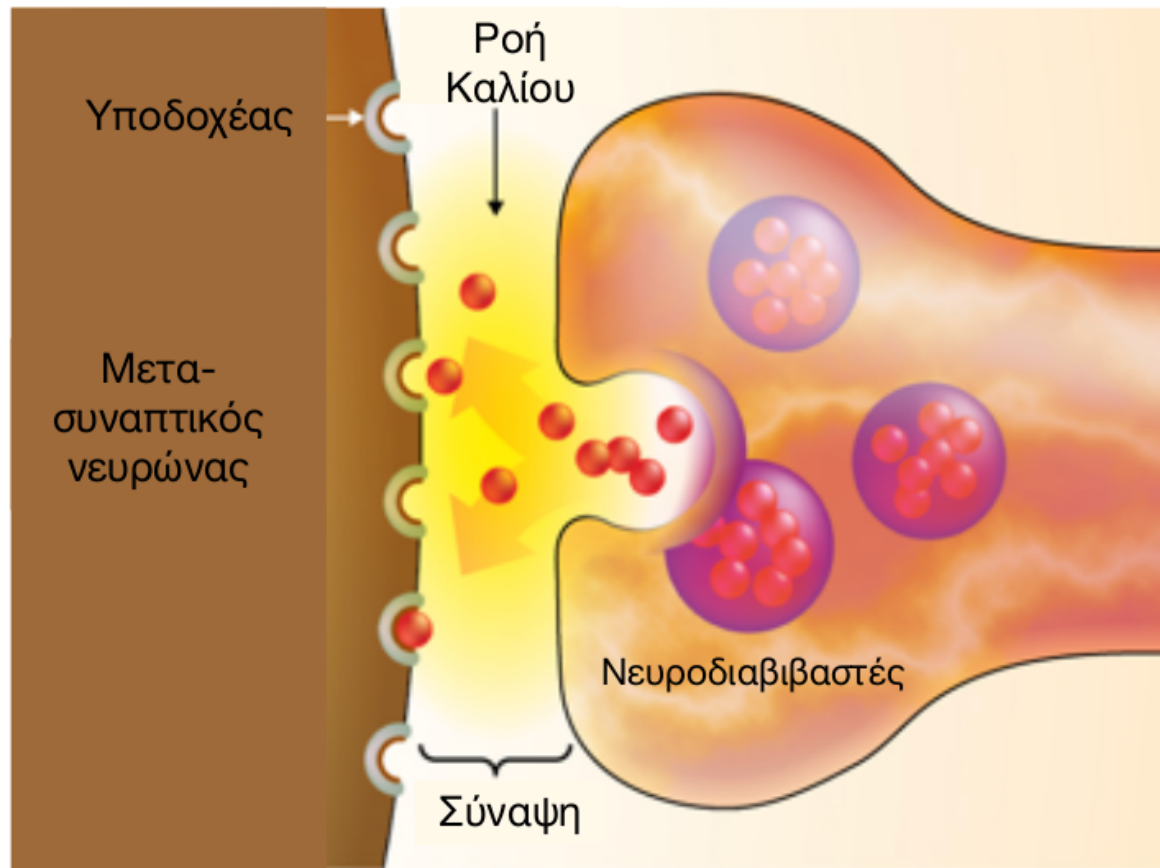
Μοντέλο βιολογικού νευρώνα

7



Μοντέλο βιολογικού νευρώνα

8





Μοντέλο βιολογικού νευρώνα

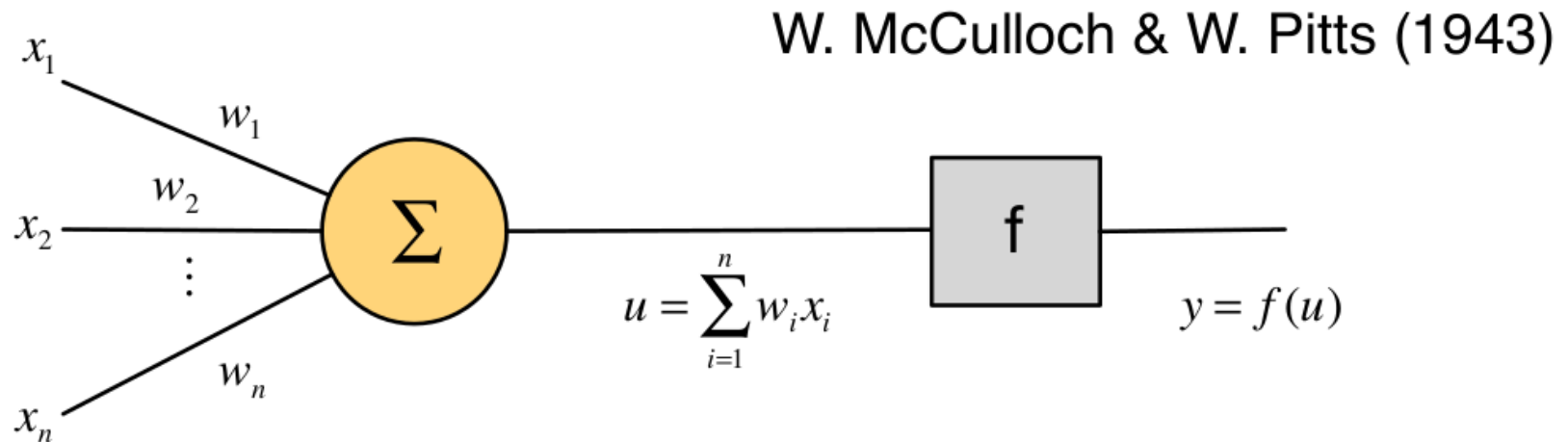
9

Χαρακτηριστικά

- 10^{11} νευρώνες
- 10^{15} συνάψεις
- Χαμηλές ταχύτητες (msec)
- Τοπικός έλεγχος

Μοντέλο τεχνητού νευρώνα

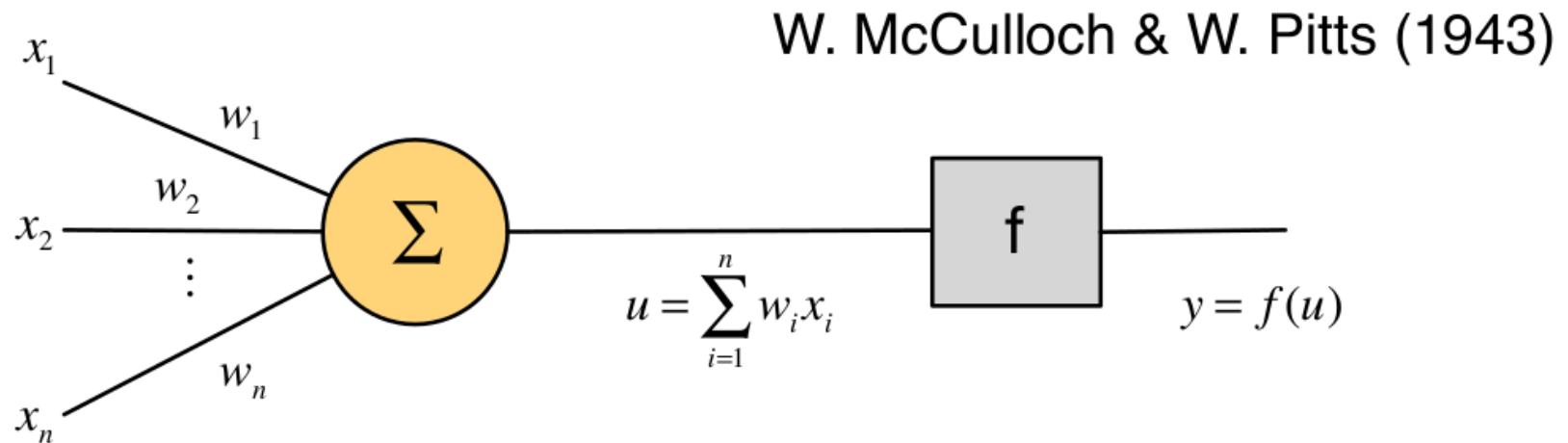
10



- x_i, w_i, y ■ Είσοδοι, βάρη, έξοδος
- u ■ Αναλυτικό γινόμενο διανυσμάτων εισόδου-βαρών
- f ■ Συνάρτηση ενεργοποίησης

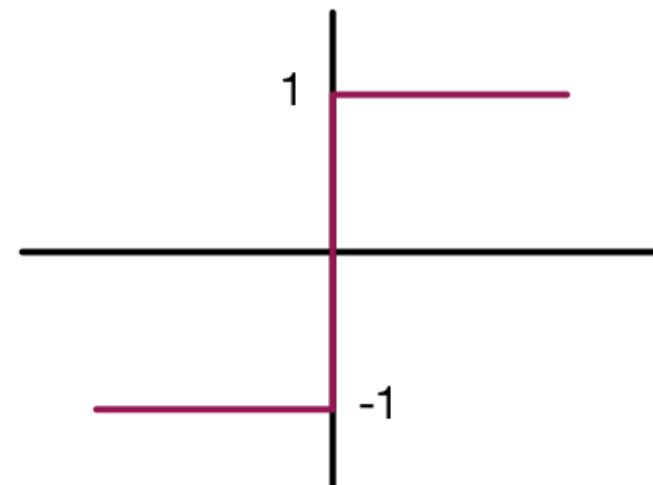
Μοντέλο τεχνητού νευρώνα

11



Συναρτήσεις ενεργοποίησης

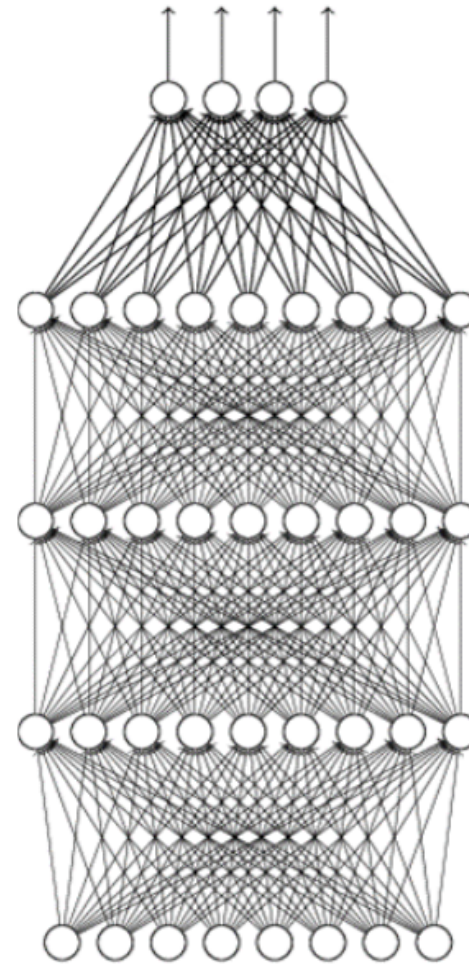
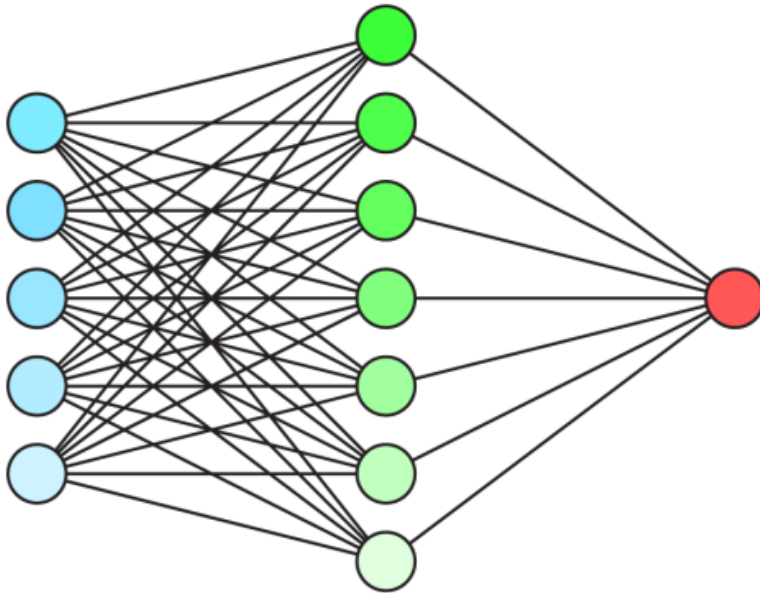
- Βηματική
- Σιγμοειδής
- Υπερβολική εφαπτομένη
- Κατωφλίου



Νευρωνικά δίκτυα

12

Συνδέσεις νευρώνων





Νευρωνικά δίκτυα - Χαρακτηριστικά

13

Αρχιτεκτονική

- Στρώματα (layers)
- Πρόσθια τροφοδότηση (feedforward)
- Ανατροφοδότηση (feedback, recurrent)

Μάθηση (προσδιορισμός παραμέτρων)

- Επιβλεπόμενη (supervised)
- Μη επιβλεπόμενη (unsupervised)
- Ανταγωνιστική (competitive)
- Ενισχυτική (reinforcement)



Μάθηση στα νευρωνικά δίκτυα

14

Πρόβλημα

Δίνεται μία εμπειρία (συνήθως ένα σύνολο δεδομένων εισόδου-επιθυμητής εξόδου στην *επιβλεπόμενη* μάθηση, ή μόνο δεδομένα εισόδου και αξιολόγηση επίδοσης στη *μη-επιβλεπόμενη* μάθηση) και ζητείται ο προσδιορισμός των παραμέτρων του δικτύου (αρχιτεκτονική, βάρη συνάψεων), έτσι ώστε η επίδοσή του να είναι ικανοποιητική

Ζητήματα που προκύπτουν

- Υπάρχει λύση για τα συγκεκριμένα δεδομένα;
- Μπορεί να βρεθεί η λύση (αν υπάρχει);
- Αν υπάρχουν πολλές λύσεις, μπορεί να βρεθεί η καλύτερη;
- Μεθοδολογία (ανάπτυξη, αξιολόγηση επίδοσης κλπ)



Νευρωνικά δίκτυα - Κατηγορίες

15

Επιβλεπόμενη μάθηση

- Πολυστρωματικά perceptron
- Δίκτυα RBF (Radial Basis Functions)
- LVQ (Learning Vector Quantisation)
- SVM (Support Vector Machines)

Μη επιβλεπόμενη μάθηση

- Δίκτυα Hopfield
- Ανταγωνιστικά δίκτυα
- Αυτοοργανούμενοι χάρτες Kohonen
- Δίκτυα ART (Adaptive Resonance Theory)



Ιστορική αναδρομή

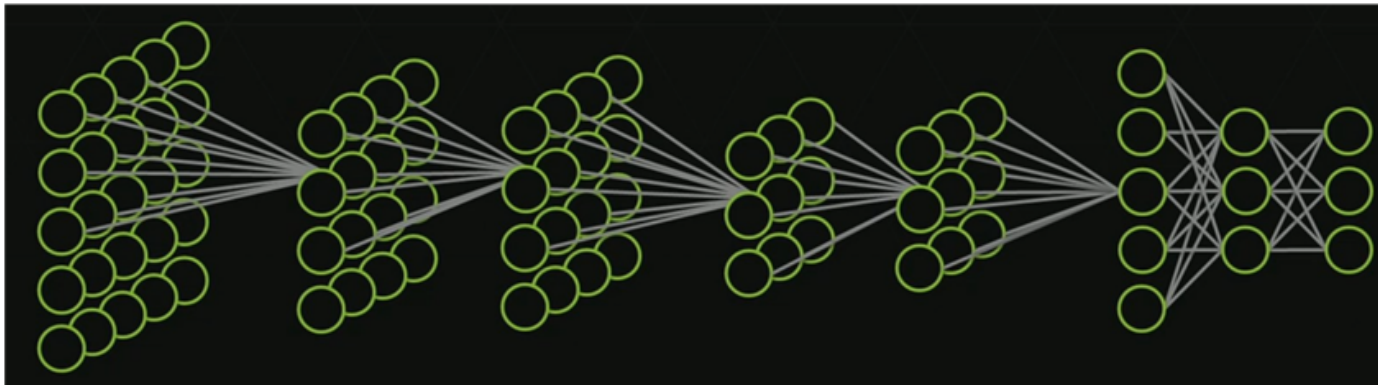
16

Πρώτη Περίοδος (1940-1970)	McCulloch & Pitts (1943) Μονάδες λογικής κατωφλίου Rosenblatt, Widrow & Hoff (1960) Perceptron, Adaline Minsky & Papert (1969)
Ανάπαυλα	
Δεύτερη Περίοδος (1980-1990)	Kohonen Grossberg Hopfield Werbos, Rumelhart et al.
Τρίτη περίοδος (1990-2005)	Υπολογιστική νοημοσύνη
Τέταρτη περίοδος (2006-)	Βαθιά νευρωνική μάθηση Νανοδιατάξεις

Σύγχρονα νευρωνικά δίκτυα

17

Πολυεπίπεδες αρχιτεκτονικές (βαθιά νευρωνικά δίκτυα)





Ασαφής Λογική - Ασαφή συστήματα

18

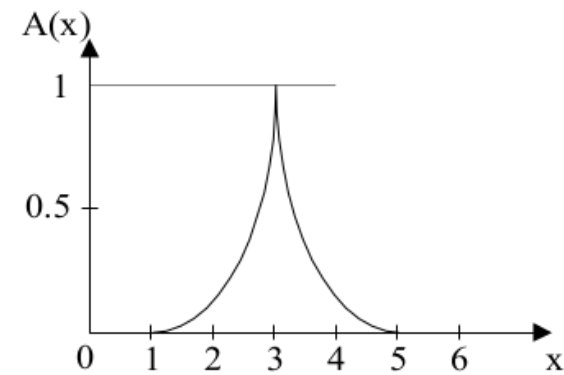
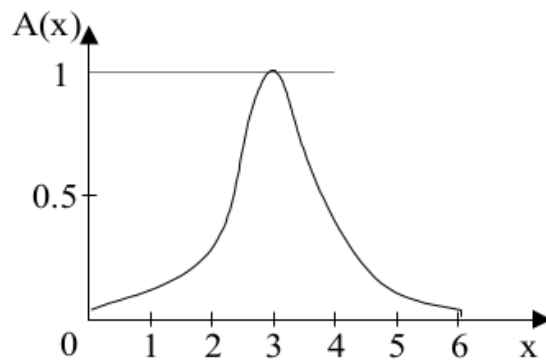
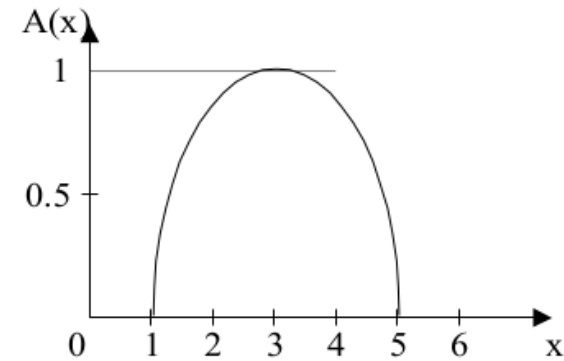
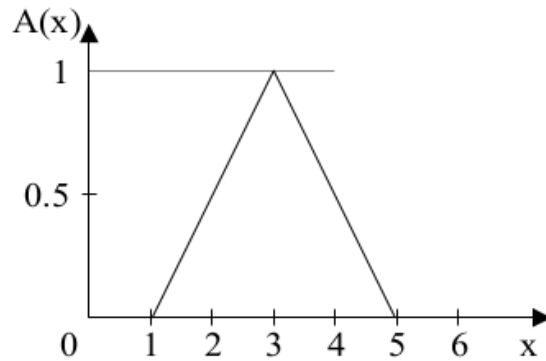
L.A. Zadeh, “Fuzzy sets”, *Information and Control*, vol. 8, pp. 338-353, 1965.

“...imprecisely defined sets play an important role in human thinking, particularly in the domains of pattern recognition, communication of information and abstraction.”

Ασαφή σύνολα

19

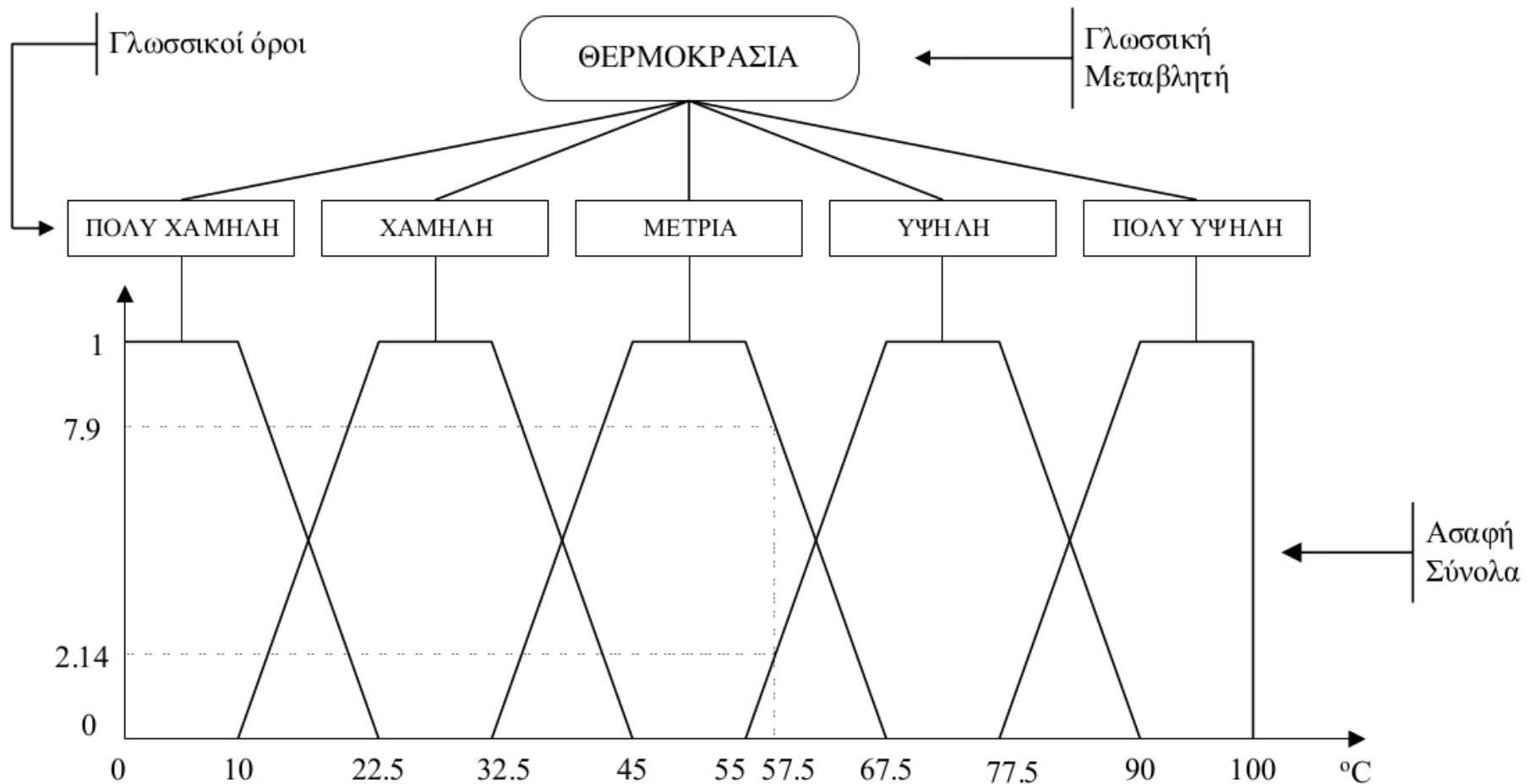
Ασαφές “3”



Ασαφή έμπειρα συστήματα

20

Ορισμοί γλωσσικών μεταβλητών

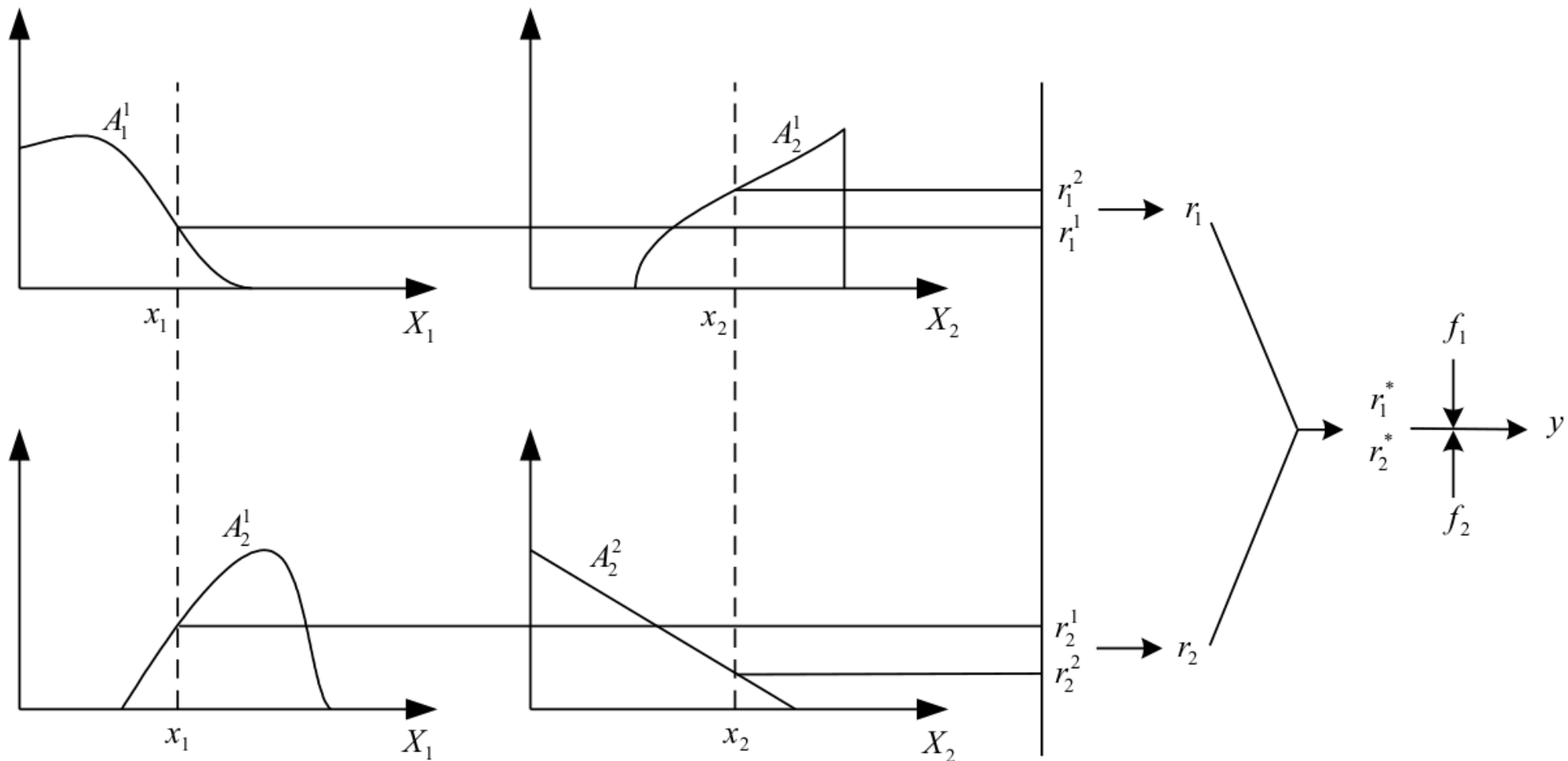




Ασαφή έμπειρα συστήματα

21

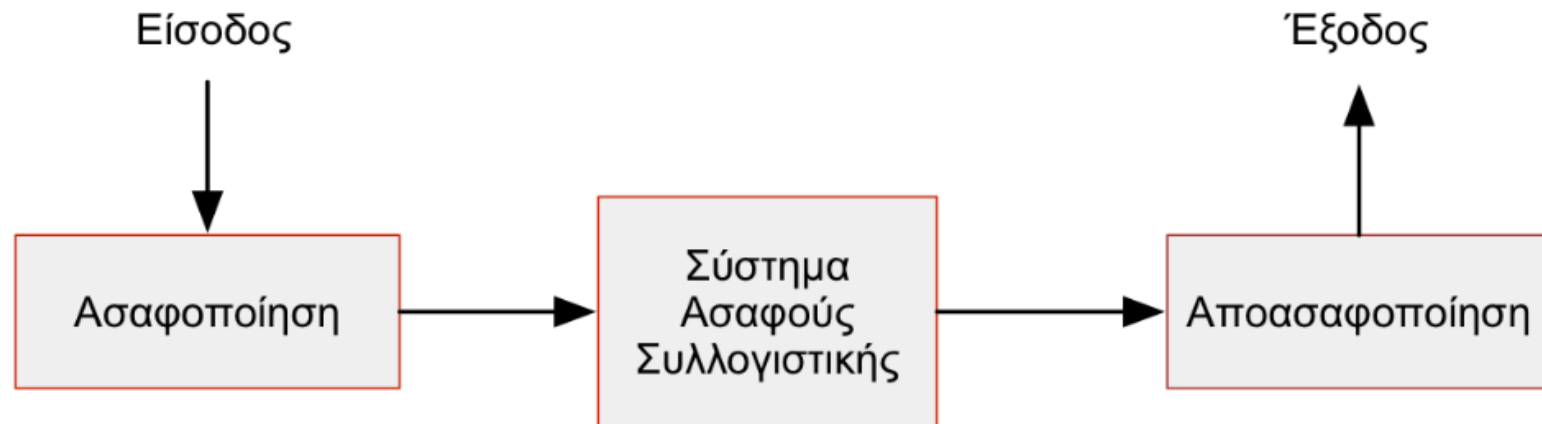
Εξαγωγή συμπερασμάτων



Ασαφή έμπειρα συστήματα

22

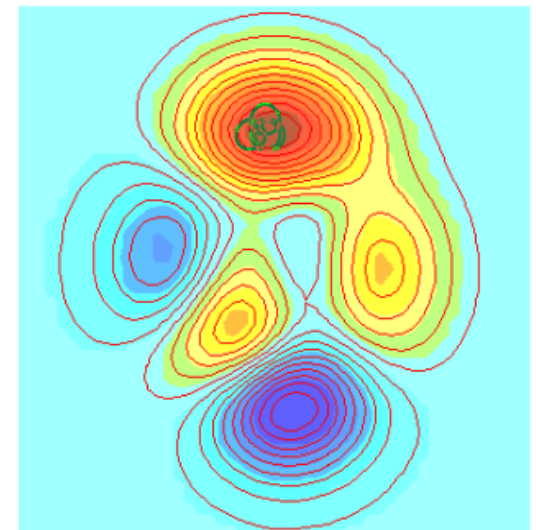
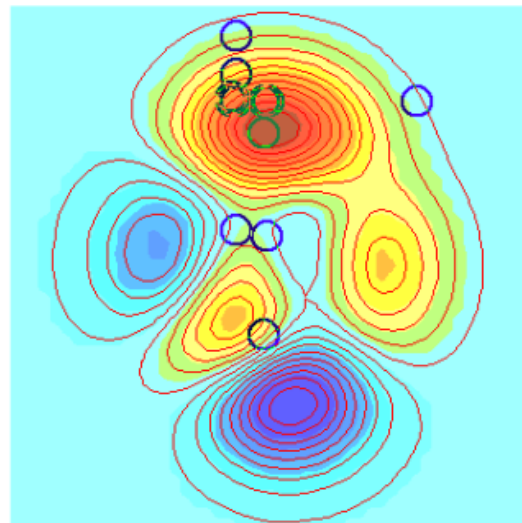
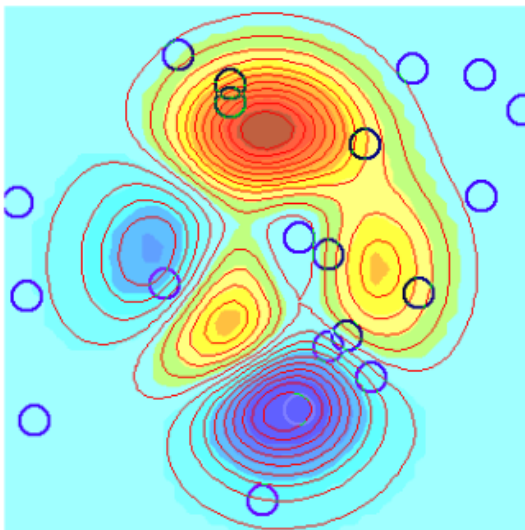
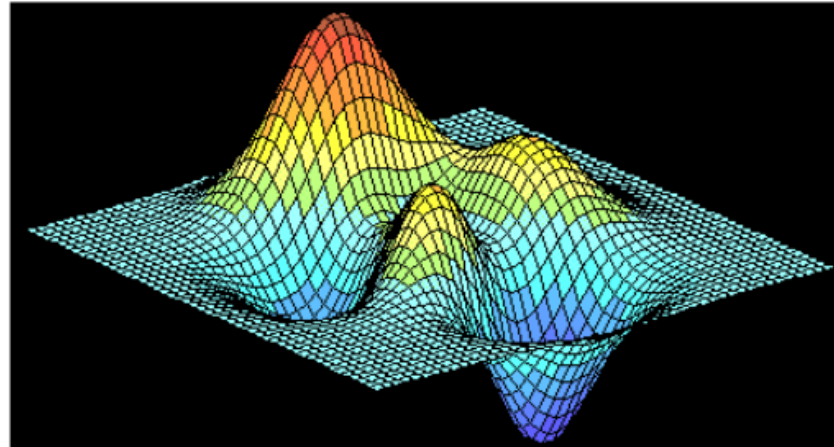
Αρχιτεκτονική



Γενετικοί αλγόριθμοι

23

Παράδειγμα
εύρεσης μεγίστου

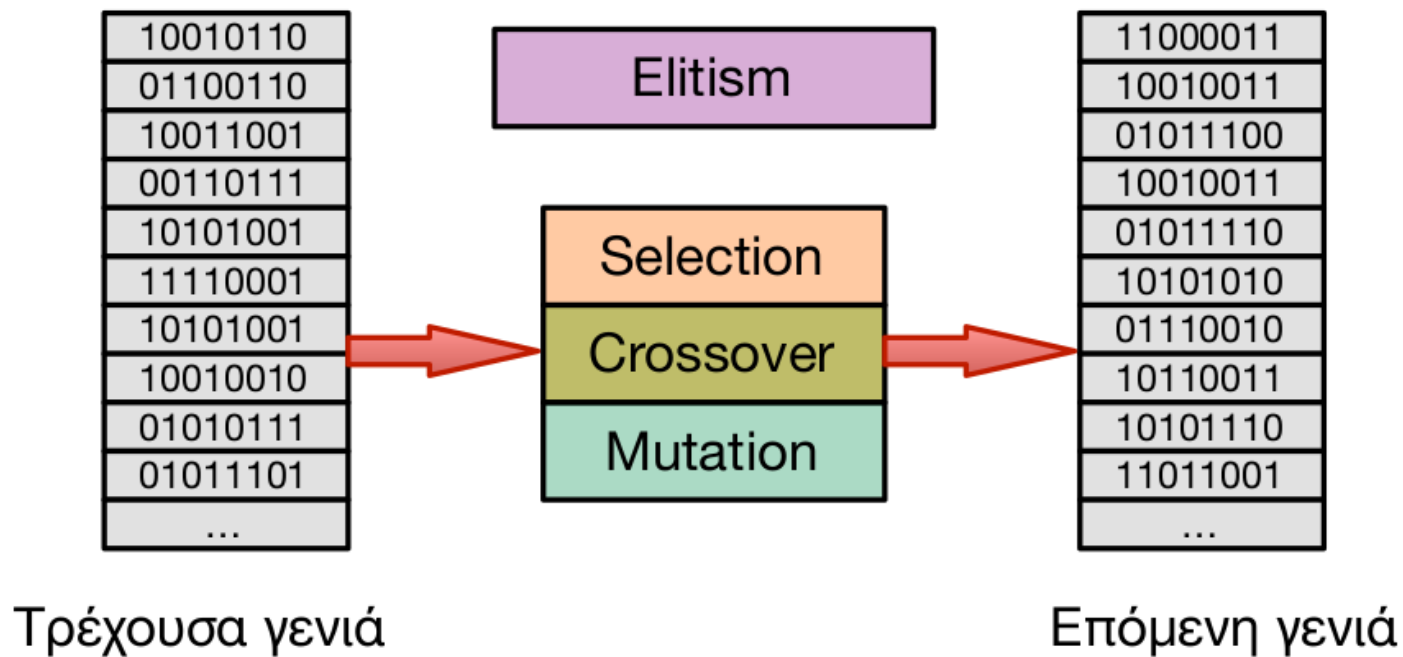




Γενετικοί αλγόριθμοι

24

Εξέλιξη πληθυσμού





Υπολογιστική νοημοσύνη

25

Συνδυασμοί μεθόδων

- Αναπαράσταση ασαφών συστημάτων σε νευρωνικά δίκτυα
- Γενετικοί αλγόριθμοι στη νευρωνική μάθηση
- Ασαφή νευρωνικά δίκτυα (δίκτυα ασαφών νευρώνων)
- Ασαφείς γενετικοί αλγόριθμοι

Υβριδικά συστήματα

- Συνδυασμοί συστημάτων με ανεξάρτητα μέρη
 - Ασαφή νευρωνικά συστήματα
 - Νευρο-γενετικά συστήματα
 - Ασαφή γενετικά συστήματα