ePublishing

Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία

Τόμ. 8, Αρ. 1 (2012)

Ανοικτή Εκπαίδευση

Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα προσομοίωσης του ανθρωπίνου εγκεφάλου

Αντωνία Πλέρου

doi: 10.12681/jode.9794

Βιβλιογραφική αναφορά:

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 26/01/2026 05:05:47

Open Education - The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology
Volume 8, Number 1, 2012 Section one. © Open Education ISSN: 1791-9312

Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα προσομοίωσης του ανθρωπίνου εγκεφάλου

Artificial neural networks simulating human brain

Αντωνία Πλέρου
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
Υποψήφια Διδάκτωρ
Τμήμα Πληροφορικής, Ιόνιο Πανεπιστήμιο
tplerou@ionio.gr

Περίληψη
Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τον κλάδο της επιστήμης που ασχολείται με τα νευρωνικά δίκτυα. Ξεκίνησε με σκοπό να δώσει απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με το τι είναι νευρωνικά δίκτυα ώστε να γίνει συσχέτιση τους με τον εγκέφαλο και να εντοπιστούν κάποια από τα προβλήματα τα οποία μπορούν να λυθούν με την βοήθεια τους. Έπειτα από σύντομη εισαγωγή στην γνωσιακή επιστήμη αναφέρθηκαν οι διαφορές και ομοιότητες μεταξύ υπολογιστή και ανθρώπινου εγκεφάλου. Με αφορμή την περιγραφή της δομής ενός τεχνητού νευρώνα έγινε σύγκριση με τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα και δόθηκε η περιγραφή του μοντέλου του τεχνητού νευρώνα. Στο τέλος της εργασίας αναφέρθηκαν επιγραμματικά κάποιες από τις σημαντικότερες εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων.

Λέξεις κλειδιά
Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, εγκέφαλος, προσομοίωση

Abstract
This paper discusses the industry of science that deals with neural networks. He started to give answers to questions about what are neural networks to make their relationship with the brain and to identify some of the problems can be solved with their help. After a brief introduction to cognitive science reported the differences and similarities between computer and human brain. Prompted by the description of the structure of an artificial neuron compared with biological neural networks and provided the description of the model of artificial neuron. At the end of the work mentioned briefly some of the most important applications of neural networks.

Keywords
Artificial neural networks, brain, simulation

1.1.Γενικά

Η αναπαράσταση της γνώσης και η προσαρμογή των σημασιολογικών περιγραφών αποτελεί πεδίο έρευνας τα τελευταία χρόνια και πολλά συστήματα έχουν προταθεί για το σκοπό αυτό. Οι δομικές διαφορές υπολογιστή και εγκεφάλου δεν εμποδίζουν

την προσπάθεια να υποκατασταθούν κάποιες νοητικές λειτουργίες του εγκέφαλου από υπολογιστικό σύστημα όπως έχει ήδη γίνει για τους αριθμητικούς υπολογισμούς. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει η δυνατότητα αποδοτικότερης εργασίας με την χρήση ενός δυνατού εργαλείου που απαλλάσσει τον ανθρώπινο εγκέφαλο από χρονοβόρες νοητικές λειτουργίες επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερη ταχύτητα λογισμού. Στα πλαίσια αυτής της λογικής ξεκίνησε η πρόοδος του κλάδου της επιστήμης υπολογιστών ο οποίος ασχολείται με τη σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων δηλαδή συστημάτων που επιδεικνύουν χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τη νοημοσύνη στην ανθρώπινη συμπεριφορά και ονομάστηκε τεχνητή νοημοσύνη. Έτσι μέσα σε μια περίοδο τεχνολογικής ανάπτυξης άρχισε να υλοποιείται η ιδέα να κατασκευαστούν μηχανές, οι οποίες θα υιοθετούσαν ανθρώπινες συμπεριφορές και θα λειτουργούσαν με λογική σκέψη (Hassoun,1995).

1.2.Γνωσιακή επιστήμη

Η ιδέα ότι ο ανθρώπινος νους είναι ένας υπολογιστής, την λειτουργία του οποίου γίνεται κατανοητή μέσα από μια διαδικασία αντίστροφης μηχανής έχει φέρει στο προσκήνιο της γνωσιακής επιστήμης μια σειρά από θέματα που έχουν να κάνουν με την εξελικτική θεωρία και φυσικά την εξέλιξη του νου. Η εξελικτική θεωρία υποστηρίζει ότι τα ζωντανά ειδή δεν παραμένουν αμετάβλητα και σταθερά αλλά ότι αλλάζουν μέσα στο χρόνο (Haykin,1994). Οι λειτουργίες του εγκεφάλου φαίνεται να έχουν τροποποιηθεί με το πέρασμα του χρόνου μέσα από αλλεπάλληλες προσαρμοστικές μετατροπές. Πολλοί ψυχολόγοι και γνωσιακοί επιστήμονες πιστεύουν ότι η εξελικτική προσέγγιση συμβάλει στη κατανόηση της κατασκευαστικής δομής του ανθρώπινου εγκεφάλου κάνοντας με αυτό τον τρόπο δυνατή την κατασκευή της αντίστροφης μηχανής του νου.

Μια βασική μέθοδος έλεγχου θεωριών νοητικών λειτουργικών με τον υπολογιστή είναι η προσομοίωση (simulation). Η μέθοδος της προσομοίωσης προϋποθέτει τον προγραμματισμό ενός υπολογιστή ώστε να συμπεριφέρεται κατά το δυνατό πλησιέστερα προς ένα φυσικό σύστημα όπως ο εγκέφαλος όταν εκτελεί μια πνευματική ή νοητική λειτουργία. Το πρόγραμμα προσομοίωσης ονομάζεται και υπολογιστικό πρότυπο ή μοντέλο. Ένα υπολογιστικό πρότυπο μπορεί να προέρχεται από την υλοποίηση ενός μαθηματικού συστήματος εξισώσεων ή ενός αλγορίθμου. Με βάση τα παραπάνω πρότυπα έχουν γίνει διάφορες προσπάθειες κατασκευής ηλεκτρονικών συστημάτων που έχουν δομή ανάλογη με εκείνη του εγκεφάλου. Τα πλέον διαδεδομένα από αυτά τα συστήματα είναι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (State, Cocianu,Vlamos 2002).

1.3.Διαφορές υπολογιστή και ανθρώπινου εγκεφάλου

Πολλά από τα στοιχεία λειτουργίας του ανθρώπινου νου που έχουν γίνει έως τώρα γνωστά χρησιμοποιήθηκαν για τη προσομοίωση του ανθρώπινου εγκεφάλου από συστήματα τεχνητής νοημοσύνης. Το σημαντικότερο όμως εμπόδιο στην προσπάθεια προσομοίωσης του ανθρωπίνου εγκεφάλου από ένα λειτουργικό σύστημα είναι οι διαφορές στην αρχιτεκτονική και στην δομή αυτών των δυο συστημάτων.

- Μια από τις διαφορές των δυο συστημάτων είναι ότι υπάρχει διαφορετική ηλεκτρική λειτουργία και συνδεσιμότητα όπως επίσης και διαφορά ως προς την υλική κατασκευή.
- Επίσης υπάρχει διαφοροποίηση όσον αφορά την αναγνώριση προτύπων. Στον υπολογιστή η αναγνώριση γίνεται με βάση το περίγραμμα των αντικειμένων. Ειδικότερα ο υπολογιστής δεν διαθέτει σύστημα αναγνώρισης εικόνων

συγκρίσιμο με το ανθρώπινο οπτικό σύστημα. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί να εκτελέσει αναγνώριση προτύπων ή αλλιώς να αναγνωρίσει γνωστά πρόσωπα σε άγνωστα περιβάλλοντα χρειάζεται περίπου 100-200 χιλιοστά του δευτερολέπτου, ενώ ένας πολύ ισχυρός υπολογιστής θα χρειαζόταν ίσως ολόκληρες μέρες για να εκτελέσει μια τέτοια διαδικασία.

- Μια ακόμα διαφορά είναι ότι η καταχώρηση και η επεξεργασία πληροφοριών εκτελούνται στον υπολογιστή από σαφώς διακριτά συστήματα δηλαδή την μνήμη και την κεντρική μονάδα επεξεργασίας σε αντίθεση με τον εγκέφαλο.
- Επιπλέον ο υπολογιστής έχει την δυνατότητα πλήρους διαγραφής όλων των πληροφοριών από την μνήμη και την αποθήκευση νέων στοιχείων και προγραμμάτων σε αντίθεση με τον ανθρώπινο εγκέφαλο στον οποίο δεν θα ήταν ποτέ δυνατή μια τέτοια διαδικασία (Fausett, 1996).
- Τέλος ο υπολογιστής επιδεικνύει πολύ μεγάλη ακρίβεια εκτέλεσης αριθμητικών διαδικασιών και χαρακτηρίζεται από λειτουργική σταθερότητα σε αντίθεση με τον εγκέφαλο ο οποίος επηρεάζεται από οργανικούς, ψυχολογικούς αλλά και συναισθηματικούς παράγοντες. Έτσι ένα υπολογιστικό μηχάνημα δεν διαθέτει ούτε θα αποκτήσει λόγω αδυναμίας της σημερινής τεχνολογικής γνώσης ανθρώπινη συνείδηση.

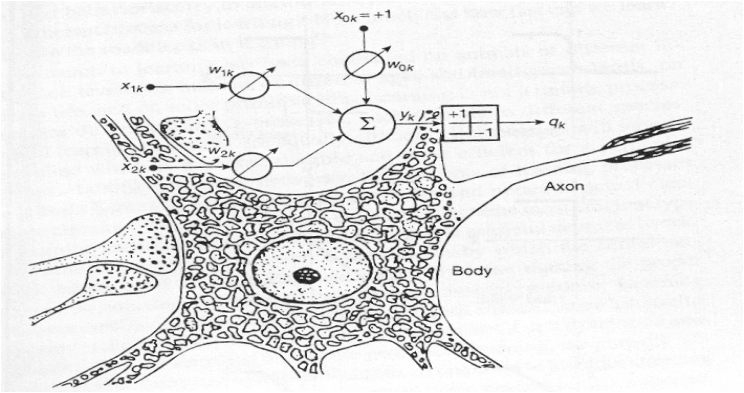
2.Νευρωνικά δίκτυα

2.1.Από τα βιολογικά στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα ενώ προέρχονται ως φιλοσοφία από τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα είναι πιο απλοϊκά λόγο ανεπάρκειας τεχνολογιών. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα παρέχουν ένα εναλλακτικό μοντέλο το οποίο είναι εμπνευσμένο από τα βιολογικά μοντέλα σύμφωνα με το οποίο οι υπολογισμοί γίνονται παράλληλα και μαζικά και η εκπαίδευση αντικαθιστά την ανάπτυξη προγράμματος. Είναι μια προσπάθεια προσομοίωσης με την βοήθεια υπολογιστών του ανθρώπινου νευρικού συστήματος. Μελετώντας τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα που υπάρχουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο παρατηρούμε ότι αποτελούνται επίσης από νευρώνες. Ο νευρώνας είναι το μικρότερο τμήμα του εγκεφάλου που είναι ικανό να επεξεργαστεί πληροφορίες και η ύπαρξη του διαφοροποιεί τα ζώα από τα φυτά (τα φυτά δεν έχουν νευρώνες). Τυπικά η επεξεργασία στους νευρώνες γίνεται 5 με 6 τάξεις μεγέθους πιο αργά από ότι στις σύγχρονες ψηφιακές λογικές πύλες. Ο χρόνος για τις ψηφιακές λογικές πύλες μετριέται σε δισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου (nanoseconds), ενώ για τους νευρώνες σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (milliseconds) (Amit,1989). Όμως ο εγκέφαλος αντισταθμίζει την σχετικά αργή ταχύτητα λειτουργίας νευρώνων με τον πραγματικά τεράστιο αριθμό των μεταξύ τους συνδέσεων. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν 10 δισεκατομμύρια νευρώνες και 60 τρισεκατομμύρια συνδέσεις στον φλοιό του ανθρώπινου εγκεφάλου, γεγονός που αποτελεί βασικό λόγο ανεπάρκειας του υπολογιστή για την απόλυτη προσομοίωση του με τον εγκέφαλο (Minsky,1969).

Οι βιολογικοί νευρώνες αποτελούνται από τρία βασικά τμήματα που είναι το σώμα, ο άξονας και οι δενδρίτες. Αναλυτικότερα οι δενδρίτες, λαμβάνουν σήματα από γειτονικούς νευρώνες. Τα σήματα αυτά είναι ηλεκτρικοί παλμοί που διαδίδονται μεταξύ του άξονα του νευρώνα πομπού και των δενδριτών του νευρώνα δέκτη με την βοήθεια χημικών διεργασιών. Το σημείο των χημικών διεργασιών, όπου ο άξονας ενός νευρώνα μεταδίδει το σήμα στους δενδρίτες του επόμενου λέγεται σύναψη. Αναφορικά αυτές οι διεργασίες μεταβάλλουν τα εισερχόμενα σήματα αλλάζοντας τη συχνότητα τους. Στην συνέχεια το σώμα αθροίζει τα εισερχόμενα σήματα και όταν

αρκετά σήματα έχουν ληφθεί αποστέλλει το επεξεργασμένο σήμα στους γειτονικούς του νευρώνες μέσω του άξονα. Έτσι κάθε νευρώνας δέχεται πολλά σήματα ως είσοδο και μετά την επεξεργασία τους διαδίδει μόνο ένα σε όλους τους νευρώνες με τους οποίους συνδέεται (Golden,1996).



Σχήμα 2.2.Αναλογία με το βιολογικό δίκτυο

2.2.Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αποτελούν μια προσπάθεια προσέγγισης της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου από μια μηχανή και έχουν την ικανότητα να εκτελούν υπολογισμούς με μαζικό παράλληλο τρόπο (Hopfield,1985). Το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο είναι ένα μοντέλο επεξεργασίας πληροφοριών εμπνευσμένο από τον τρόπο με τον οποίο βιολογικά νευρικά συστήματα, όπως ο εγκέφαλος, επεξεργάζονται πληροφορίες. Το βασικό στοιχείο αυτού του μοντέλου είναι η πρωτότυπη δομή του συστήματος επεξεργασίας πληροφοριών. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι μια συλλογή μεγάλου αριθμού συνδεδεμένων στοιχείων επεξεργασίας που ονομάζονται νευρώνες (Processing Units, Pus) οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους, λειτουργούν αρμονικά και είναι οργανωμένοι σε στρώματα (Layers). Κάθε PUs έχει πολλές εισόδους (Inputs) αλλά μόνο μια έξοδο (Output) η οποία με την σειρά της μπορεί να αποτελέσει είσοδο για άλλες PUs. Οι συνδέσεις μεταξύ των PUs διαφέρουν μεταξύ τους και η σπουδαιότητα τους προσδιορίζεται από τον συντελεστή βάρους για κάθε σύναψη. Η συνεργασία PUs καθορίζεται από την συνάρτηση μεταφοράς η οποία καθορίζει την κάθε έξοδο σε σχέση με τις εισόδους και τους συντελεστές βάρους. Η επεξεργασία κάθε νευρώνα καθορίζεται από την συνάρτησης ενεργοποίησης η οποία καθορίζει την έξοδο σε σχέση με τις εισόδους και τους συντελεστές βάρους (State, Vlamos 2000).

Για να χρησιμοποιηθεί ένα δίκτυο πρέπει αρχικά να περάσει την διαδικασία εκπαίδευσης. Η μάθηση περιλαμβάνει αλλαγές στις συναπτικές σχέσεις (βάρη) που περιέχονται μεταξύ των νευρώνων. Συγκεκριμένα ένα μέρος της εκπαίδευσης αποτελεί τη διαδικασία προσδιορισμού των καταλλήλων συντελεστών βάρους το οποίο πραγματοποιείται με την βοήθεια καταλλήλων αλγορίθμων. Έπειτα από αυτή την διαδικασία το ΤΝΔ είναι σε θέση να εκτελεί τους κατάλληλους υπολογισμούς για τους οποίους εκπαιδεύτηκε χρησιμοποιώντας έτσι την εμπειρική γνώση που απέκτησε. Ο ρόλος των συντελεστών μάθησης μπορεί να ερμηνευτεί ως αποθήκευση γνώσης, η οποία παρέχεται στο σύστημα με την βοήθεια παραδειγμάτων κάτι που ισχύει και στα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα. Με αυτό τον τρόπο τα ΤΝΔ μαθαίνουν το περιβάλλον τους, ή με άλλα λόγια το φυσικό μοντέλο που παρέχει τα δεδομένα. Συνοψίζοντας καταλήγουμε στον παρακάτω ορισμό σύμφωνα με τους Aleksander και Morton (Aleksander,1990).

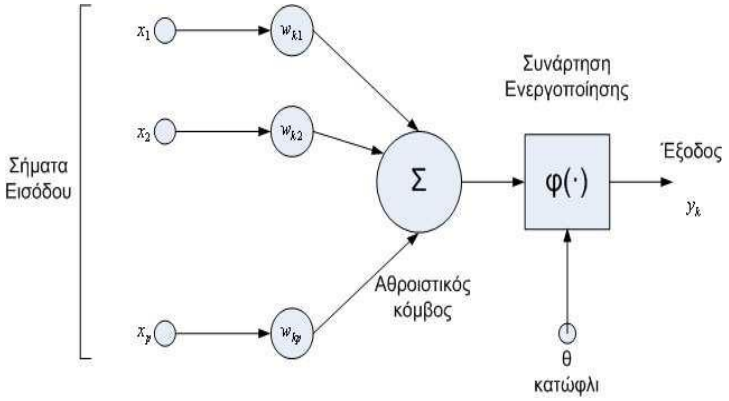
Ορισμός : Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο είναι ένας παράλληλος κατανεμημένος επεξεργαστής που έχει μια φυσική κλίση στην αποθήκευση και απόδοση εμπειρικής γνώσης.

Μοιάζει με τον εγκέφαλο στα εξής:

1. Η γνώση λαμβάνεται από το δίκτυο μέσω μιας διαδικασίας εκπαίδευσης.
2. Η αποθήκευση της γνώσης γίνεται μέσω των βαρών που υπάρχουν στις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων (Amit,1989).

2.3.Το μοντέλο του τεχνητού νευρώνα

Ένας νευρώνας είναι μια μονάδα επεξεργασίας πληροφορίας, που είναι θεμελιακή για την λειτουργία ενός νευρωνικού δικτύου. Το σχήμα 2.3.1 δείχνει το μοντέλο ενός νευρώνα.



Σχήμα 2.3.1. Η μορφή του τεχνητού νευρώνα (Amit,1989)

Τα τρία βασικά στοιχεία αυτού του μοντέλου είναι:

1. Ένα σύνολο από συνάψεις ή συνδετικούς κρίκους, κάθε μια από τις οποίες χαρακτηρίζεται από ένα βάρος ή δύναμη. Συγκεκριμένα, ένα σήμα x_j στην είσοδο της σύναψης j που συνδέεται στον νευρώνα k, πολλαπλασιάζεται με το συναπτικό βάρος w_{kj}. Ο πρώτος υποδείκτης αναφέρεται στον εν λόγο νευρώνα και ο δεύτερος στην είσοδο της σύναψης όπου αναφέρεται το βάρος. Το βάρος w_{kj} είναι θετικό αν η σύναψη είναι διεγερτική δηλαδή ωθεί τον νευρώνα να αποκριθεί στη διέγερση ενώ αρνητικό αν η σύναψη είναι απαγορευτική δηλαδή αποτρέπει τον νευρώνα να παράγει μια απόκριση.
2. Ένας αθροιστικός κόμβος για την πρόσθεση των σημάτων εισόδου, που παίρνουν βάρος από την αντίστοιχη σύναψη. Αυτές οι λειτουργίες αποτελούν το γραμμικό συνδυαστή u_k.
3. Μια συνάρτηση ενεργοποίησης για τη μείωση του εύρους της εξόδου του νευρώνα (Amit,1989).

Το μοντέλο επίσης περιλαμβάνει μια εξωτερικά εφαρμοζόμενη πόλωση (κατώφλι) θ_k, που έχει επίδραση στην ελάττωση της εισόδου στην εφαρμοζόμενη συνάρτηση ενεργοποίηση που ακολουθεί. Αντίθετα, η είσοδος του δικτύου μπορεί να αυξηθεί με την χρήση ενός όρου μεροληψίας, ο οποίος είναι ο αντίθετος από τη πόλωση (bias) (Hagan, 1995).

Παρακάτω θα συμβολίζονται με x_j τα σήματα εισόδου, με w_{kj} τα συναπτικά (synaptic) βάρη του νευρώνα και με u_k τη γραμμική συνδυαστική έξοδο του. Επίσης θα συμβολίζονται με θ_k η πόλωση, με φ(.) η συνάρτηση ενεργοποίησης και με y_k το

σήμα εξόδου του νευρώνα το οποίο αναφέρεται και ως πραγματική έξοδος (Hopfield, 1985).
Με μαθηματικούς όρους, ένας νευρώνας k περιγράφεται από τις παρακάτω εξισώσεις:

$$u_k = \sum_{j=1}^{p} w_{kj} x_j$$

Και

$$y_k = \varphi(u_k - \theta_k)$$

2.4.Σοιχεία της θεωρίας μάθησης - Κανόνες μάθησης

Ανάμεσα στις ιδιότητες ενός νευρωνικού δικτύου αυτή με την μεγαλύτερη σπουδαιότητα είναι η ικανότητα του να μαθαίνει από το περιβάλλον του και έτσι να βελτιώνει την απόδοση μέσω της μάθησης. Η βελτίωση αυτή γίνεται σταδιακά μέσω του χρόνου, σύμφωνα με κάποιο καθορισμένο μέτρο. Η μάθηση επαναλαμβάνεται μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας ρυθμίσεων της τιμής των συναπτικών βαρών και των πολώσεων. Θεωρητικά το δίκτυο αποκτά περισσότερη γνώση για το περιβάλλον του μετά από κάθε επανάληψη της διαδικασίας μάθησης. Με τον όρο μάθησης και σύμφωνα με τον ορισμό των Mendel και McClaren (Mendel,1970).

Μάθηση είναι μια διαδικασία σύμφωνα με την οποία προσαρμόζονται οι ελεύθεροι παράμετροι ενός νευρωνικού δικτύου μέσω μιας συνεχούς διαδικασίας ενεργοποίησης από το περιβάλλον στο όποιο βρίσκεται το δίκτυο. Το είδος της μάθησης καθορίζεται από τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται οι αλλαγές των παραμέτρων (State,Vlamos 2000).

Ο παραπάνω ορισμός της μάθησης συνεπάγεται την ακόλουθη σειρά βημάτων:

1. το νευρωνικό δίκτυο δέχεται πληροφορίες από το περιβάλλον και ενεργοποιείται.
2. το νευρωνικό δίκτυο υφίσταται αλλαγές σαν συνέπεια αυτής της ενεργοποίησης.
3. το νευρωνικό δίκτυο απαντά με ένα καινούργιο τρόπο στο περιβάλλον, λόγω των αλλαγών που έγιναν στην εσωτερική δομή του (Kohonen 1989).

Ένα σύνολο από καλά ορισμένους κανόνες για την λύση ενός προβλήματος μάθησης καλείται **αλγόριθμος μάθησης**. Όπως είναι φανερό δεν υπάρχει μοναδικός τέτοιος αλγόριθμος για τον σχεδιασμό νευρωνικών δικτύων. Αντίθετα υπάρχει ένα σύνολο από εργαλεία που αναπαριστάνονται από μια μεγάλη ποικιλία μάθησης ο καθένας από τους οποίους έχει διαφορετικά πλεονεκτήματα. Κατά βάση οι αλγόριθμοι διαφέρουν στον τρόπο με τον οποίο προσαρμόζεται το βάρος κάθε σύναψης αλλά και με το τρόπο με τον οποίο το νευρωνικό δίκτυο επικοινωνεί με το περιβάλλον (Callan,1999).

3.Εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων

Αερόπλοια: Δημιουργία αυτόματων πιλότων και πρόγραμμα προσομοίωσης, συστήματα ελέγχου πτήσης, ανίχνευση ελαττωμάτων σε τμήματα αεροπλάνων.
Βιολογία: Βοήθεια στην κατανόηση του εγκεφάλου και άλλων συστημάτων, δημιουργία μοντέλων αμφιβληστροειδούς χιτώνα και κοχλία.
Γεωργία: Ανάλυση πιθανότητας ύπαρξης πετρελαίου σε γεωλογικούς μετασχηματισμούς, ανάλυση πετρωμάτων σε ορυχεία, ανάλυση της μόλυνσης του περιβάλλοντος.
Επιχειρήσεις: Αξιολόγηση υποψηφίων για κάποια θέση, βελτιστοποίηση του συστήματος κρατήσεων σε μεταφορικά μέσα, αναγνώριση γραφικού χαρακτήρα.

Ιατρική: Ανάλυση ομιλίας για την κατασκευή ακουστικών βοηθημάτων, διάγνωση βασισμένη στα συμπτώματα, έλεγχος χειρουργείου, εξαγωγή συμπερασμάτων από ακτινογραφίες, ανάλυση καρδιογραφημάτων και εγκεφαλογραφημάτων, η αυτόματη διάγνωση ασθενειών, εντοπισμός καρκίνου σε κολονοσκοπήσεις και μαστογραφίες (Hopfield,1985).
Κατασκευές: Αυτόματος έλεγχος, έλεγχος γραμμής παραγωγής, έλεγχος ποιότητας, επιλογή τμημάτων και το στάδιο της συναρμολόγησης.
Οικονομία: Υπολογισμός κινδύνου για δάνεια και υποθήκες, έλεγχος πλαστογραφιών, μετάφραση χειρόγραφων εντύπων, εκτίμηση τιμών μετοχών και συναλλάγματος.
Περιβάλλον: Πρόγνωση καιρού, ανάλυση τάσεων και καιρικών συνθηκών.
Άμυνα: Χειρισμός μη επανδρωμένων οχημάτων και αεροπλάνων, αναγνώριση σημάτων από radar, συστήματα ανίχνευσης εισβολής (IDS -Intrusion Detection Systems), δημιουργία έξυπνων όπλων, αναγνώριση και σκόπευση στόχων, βελτιστοποίηση αξιοποίηση αποθεμάτων και κρυπτογραφία.
Υπολογιστές: Αναγνώριση ομιλίας, το OCR (Optical Character Recognition, Οπτική Αναγνώριση Χαρακτήρων), εντοπισμός φωνήεντων φθόγγων, μετατροπή κειμένου σε ομιλία, η ανίχνευση βλαβών στα επικοινωνιακά δίκτυα, δρομολόγηση πληροφοριών σε δίκτυα υπολογιστών (State, Cocianu, Vlamos 2005).

Βιβλιογραφία

1. State L. & Vlamos P., (2000), “The POMDP modeling in the Analysis of Genetic Algorithms”, The Annals of Bucharest University XLIX.
2. State L., Cocianu C. & Vlamos P. ,(2005), “Neural Network for Principal Component Analysis with Applications in Image Compression”, Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics.
3. State L., Cocianu C., Vlamos P. & Miroiu M.,(2002), “A specialized Neural Network for implementing the HMM approach in Learning the Bayesian Procedure”, 4th International Workshop on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing (SYNASC 02).
4. Amit, D. J., (1989), “Modeling Brain Functions: The World of Attractor Neural Networks”, Cambridge University Press, New York.
5. Callan, R., (1999), “The essence of Neural Networks”, Prentice Hall Europe.
6. Fausett, L., (1996), “Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications”. Prentice Hall International.
7. Golden, R.., (1996), “Mathematical Methods for Neural Network Analysis and Design”. MIT Press.
8. Hagan, M. Demuth, H. and Beale M., (1995), “Neural Network Design”. International Thomson Publishing Company.
9. Hassoun, M. “Fundamentals of Artificial neural Networks”. MIT Press (1995).
10. Haykin S. . (1994), “Neural Networks, A Comprehensive Foundation”. Macmillan College Publishing Company Inc.
11. Hopfield, J. J. and Tank, D. W., (1985), “Neural computations of decisions in optimization problems”, Biological Cybernetics.
12. Kohonen, T., (1989), “Self-Organization and Associative Memory”, 3rd edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
13. Minsky, M. L. , Papert, S. A., (1969), “Perceptrons”, MIT Press, Cambridge, MA.
14. Aleksander, I., Morton H., (1990) , “An introduction to neural computing” Chapman and Hall.
15. Mendel, Mclaren , (1970), “Adaptive, learning, and pattern recognition systems: theory and applications”.

Σημείωση
Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Μεταπτυχιακές Σπουδές στα Μαθηματικά» της Σχολής Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου και αποτελεί μέρος της

διπλωματικής εργασίας της συγγραφέως, η οποία εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του Δρ. Βλάμου Παναγιώτη, Επίκ. Καθηγητή Ιονίου Πανεπιστημίου, Τμήμα Πληροφορικής (vlamos@ionio.gr).