

**Σελίδα τίτλου**

**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ……………………………………**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΑΣΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ**

Παρασκευή Τοκμακίδου

Επιβλέπων: Ιωάννης Τσούλος

τίτλος, βαθμίδα

Τόπος έκδοσης, Μήνας, Έτος ολοκλήρωσης

**TRAINING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS WITH STOCHASTIC TECHNIQUES**

**Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή**

Τόπος, Ημερομηνία

**ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

1. Επιβλέπων καθηγητής

Όνοµα Επίθετο,

1. Μέλος επιτροπής

Όνοµα Επίθετο,

1. Μέλος επιτροπής

Όνοµα Επίθετο,

**©** Τοκμακίδου, Παρασκευή, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**Δήλωση μη λογοκλοπής**

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Τοκμακίδου, Παρασκευή

Υπογραφή

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας είχα την πρακτική και ηθική υποστήριξη διάφορων συνεργατών και φίλων. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που έκαναν υπομονή καθώς αφιέρωνα σημαντικό κομμάτι του χρόνου μου για την ολοκλήρωση του έργου αυτού.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Τσούλο Ιωάννη για την δυνατότητα

που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την παρούσα εργασία όπως σε ένα τέτοιο ενδιαφέρον

τομέα όπως είναι τα Νευρωνικά Δίκτυα καθώς και για την σημαντική βοήθειά του.

Αφιερώνεται στον/στην  
για την υπομονή και την ανεκτικότητα της, καθώς και στους αμέτρητους ερευνητές που ασχολούνται με το πεδίο των νευρωνικών δικτύων.

Είναι σημαντική η αναγνώριση της βοήθειας που έλαβε ο φοιτητής/ η φοιτήτρια κατά τη διάρκεια της προπαρασκευής της εργασίας του. Η βοήθεια μπορεί να είναι ακαδημαϊκή, τεχνική, γραμματειακή, διοικητική και προσωπική (π.χ. οικογένεια). Δεν υπερβαίνει τη μία παράγραφο.

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περίληψη (στην ελληνική γλώσσα) αποτελεί μια συνοπτική παρουσίαση των κύριων στοιχείων και συμπερασμάτων της εργασίας, μαζί με μια σύντομη αναφορά στους στόχους και τις μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν. Δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τις 300 λέξεις.

**Λέξεις-κλειδιά**: Καταχωρίστε τρεις έως πέντε λέξεις ή φράσεις-κλειδιά στα ελληνικά που περιγράφουν το θέμα της εργασίας.

# ABSTRACT

Η περίληψη στην αγγλική γλώσσα. Δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τις 300 λέξεις.

**Keywords**: Καταχωρίστε τρεις έως πέντε λέξεις ή φράσεις-κλειδιά στα αγγλικά που περιγράφουν το θέμα της εργασίας.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

[ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ ix](#_Toc21403)

[ΠΕΡΙΛΗΨΗ x](#_Toc15454)

[ABSTRACT xi](#_Toc31787)

[ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ xii](#_Toc6516)

[ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ xiv](#_Toc2751)

[ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ/ΕΙΚΟΝΩΝ xv](#_Toc32220)

[ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ xvi](#_Toc10296)

[ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ / ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ xvii](#_Toc21494)

[ΕΙΣΑΓΩΓΗ xviii](#_Toc28280)

[1.Εισαγωγή xix](#_Toc11058)

[1.1 Νευρώνας xx](#_Toc24562)

[1.2 Εισαγωγή στα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα xxi](#_Toc4565)

[1.2 Ιστορική Αναδρομή xxiii](#_Toc6392)

[1.3 Κατηγορίες Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων xxiv](#_Toc17820)

[1.4 Παραδείγματα Εφαρμογής Νευρωνικών Δικτύων xxvi](#_Toc28727)

[1.Εισαγωγή xxvii](#_Toc15042)

[1.1 Μάθηση με επίβλεψη xxvii](#_Toc10298)

[1.2 Μάθηση συναρτήσεων xxvii](#_Toc13306)

[1.3 Κατηγοριοποίηση δεδομένων xxx](#_Toc8689)

[1.4 Βελτιστοποίηση συναρτήσεων xxxi](#_Toc15185)

[1.5 Σκοπός της εργασίας xxxii](#_Toc16531)

[2.ΤΕΧΝΗΤΑ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ xxxiii](#_Toc2844)

[2.1 Τα δίκτυα Perceptron xxxiii](#_Toc29001)

[2.2 Τα δίκτυα Adaline xxxiii](#_Toc12123)

[2.3 Τα δίκτυα MLP xxxiv](#_Toc7562)

[2.4 Η μέθοδος Back Propagation xxxiv](#_Toc11068)

[2.5 Η μέθοδος Gradient Descent xxxiv](#_Toc17687)

[2.6 Παραδείγματα εφαρμογής νευρωνικών δικτύων xxxv](#_Toc2977)

[3. Γενετικοί Αλγόριθμοι xxxvi](#_Toc9449)

[3.1 Ιστορική Αναδρομή xxxvi](#_Toc22220)

[3.2 Μέθοδοι κωδικοποίησης xxxvi](#_Toc15004)

[ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ xxxvii](#_Toc2737)

[ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ xxxviii](#_Toc12308)

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. [Τίτλος]…………………………………………………………….αρ. σελίδας

Πίνακας 2. [Τίτλος]…………………………………………………………….αρ. σελίδας

*[Διαγράψτε αυτή τη σελίδα αν δεν τη χρειάζεστε. Αν έχει εφαρμογή, η αρίθμηση των Πινάκων γίνεται με βάση τον αριθμό του κεφαλαίου που ανήκουν π.χ. Πίνακας 1.1, Πίνακας 1.2, Πίνακας 3.1]*

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ/ΕΙΚΟΝΩΝ

Διάγραμμα/Εικόνα 1. [Τίτλος]..…………………………………………………αρ. σελίδας

Διάγραμμα/Εικόνα 2. [Τίτλος]..…………………………………………………αρ. σελίδας

*[Διαγράψτε αυτή τη σελίδα αν δεν τη χρειάζεστε. Αν έχει εφαρμογή, η αρίθμηση των Διαγραμμάτων/Εικόνων γίνεται με βάση τον αριθμό του κεφαλαίου που ανήκουν π.χ. Διάγραμμα 1.2,Διάγραμμα 1.2, Διάγραμμα 3.1]*

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΣΔΟ..…………………………………………………….Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας

ΤΕΙ-Η..………………………………………..Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ηπείρου

*[Διαγράψτε αυτή τη σελίδα αν δεν τη χρειάζεστε.]*

# ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ / ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

*[Διαγράψτε αυτή τη σελίδα αν δεν τη χρειάζεστε.]*

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

*[Διαγράψτε αυτή τη σελίδα αν δεν τη χρειάζεστε.]*

# 1.Εισαγωγή

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι ένας εξαιρετικά πολύπλοκος, μη γραμμικός, παράλληλος υπολογιστής. Θα μπορούσαμε να τον αναφέρουμε και ως ένα σύστημα επεξεργασίας πληροφορίας. Έχει τη δυνατότητα να οργανώνει τα δομικά του στοιχεία, γνωστά ως νευρώνες με τρόπο ώστε να εκτελούν συγκεκριμένους υπολογισμούς όπως αναγνώριση προτύπων, αντίληψη και έλεγχο της κίνησης με ταχύτητα πολλαπλάσια από αυτή του γρηγορότερου ψηφιακού υπολογιστή που υπάρχει μέχρι και σήμερα. [2]

Έχει τη δυνατότητα να οργανώνει τα δομικά του στοιχεία, γνωστά ως νευρώνες με τρόπο ώστε να εκτελούν συγκεκριμένους υπολογισμούς (πχ αναγνώριση προτύπων, αντίληψη και έλεγχο της κίνησης) με ταχύτητα πολλαπλάσια από αυτή του γρηγορότερου ψηφιακού υπολογιστή που υπάρχει σήμερα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ανθρώπινη όραση, η οποία είναι μία διαδικασία επεξεργασίας πληροφοριών. Είναι ευθύνη του οπτικού συστήματος να μας παρέχει μία αναπαράσταση του περιβάλλοντος μας κα, ακόμη πιο σημαντικό, να μας προμηθεύει με τις πληροφορίες που χρειαζόμαστε για να επικοινωνήσουμε μ’ αυτό. Συγκεκριμένα, ο εγκέφαλος εκτελεί διαρκώς και ασταμάτητα εργασίες αναγνώρισης που βασίζονται στην αντίληψη (πχ αναγνώριση ενός οικείου προσώπου που βρίσκεται σε μία άγνωστη σκηνή) την ίδια στιγμή που εργασίες πολύ μικρότερου βαθμού πολυπλοκότητας απαιτούν πολύ μεγαλύτερους χρόνους για να εκτελεστούν από έναν ισχυρό υπολογιστή.

Το έργο στο επιστημονικό πεδίο των Τ.Ν.Δ. ( χάριν συντομίας, αποκαλούνται συνήθως <<νευρωνικά δίκτυα>>) βασίστηκε, από τις απαρχές του, στο γεγονός ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος εκτελεί τους υπολογισμούς με εντελώς διαφορετικό τρόπο από το συμβατικό ψηφιακό υπολογιστή. Στην πλέον γενική μορφή του, ένα νευρωνικό δίκτυο είναι μία μηχανή σχεδιασμένη ώστε να μοντελοποιεί τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος εκτελεί μία συγκεκριμένη εργασία ή λειτουργία. Για να επιτυγχάνουν καλή απόδοση τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν τεράστιο αριθμό απλών, διασυνδεδεμένων μεταξύ τους υπολογιστικών κυττάρων, τα οποία αποκαλούνται νευρώνες ή μονάδες επεξεργασίας.

## 1.1 Νευρώνας

Το νευρικό κύτταρο ή νευρώνας είναι το βασικό δομικό στοιχείου του εγκεφάλου τόσο στον άνθρωπο όσο και στα ζώα. Ο νευρώνας είναι ένα μεγάλο σε μέγεθος κύτταρο το οποίο, ανατομικά αποτελείται από το σώμα, τους δενδρίτες, τον άξονα και τις συνάψεις. Οι δενδρίτες είναι οι πύλες εισόδου του νευρώνα και δέχονται ηλεκτρικά σήματα από άλλους νευρώνες. Ο άξονας είναι η πύλη εξόδου του νευρώνα και μοιάζει με μία μακρόστενη κλωστή. Στέλνει σήματα προς άλλους νευρώνες υπό μορφή ηλεκτρικών παλμών σταθερού πλάτους αλλά μεταβλητής συχνότητας. Οι συνάψεις με τη σειρά τους, συνδέουν τις διακλαδώσεις του άξονα με τους δενδρίτες άλλων νευρώνων δημιουργώντας έτσι ένα νευρωνικό δίκτυο. Είναι τα σημεία ένωσης μεταξύ διακλαδώσεων του άξονα ενός νευρώνα και των δενδριτών από άλλους νευρώνες. Το πλάτος της σύναψης, καθώς και η απόσταση της από τον δενδρίτη επηρεάζουν την ευκολία με την οποία η ηλεκτρική δραστηριότητα μεταδίδεται από τον άξονα στον δενδρίτη. Το ποσοστό αυτής της ηλεκτρικής δραστηριότητας που μεταδίδεται τελικά στον δενδρίτη λέγεται συναπτικό βάρος. Αν το φορτίο που εκλύεται από τη σύναψη ερεθίζει το νευρώνα προς το να παράγει παλμούς με μεγαλύτερη συχνότητα, τότε οι συνάψεις αναφέρονται ως ενισχυτικές (exitatory) και ο νευρώνας αναφέρουμε πως πυροβολεί (fires). Αντιθέτως, αν καταστέλλει τον νευρώνα εμποδίζοντας τον να παράγει παλμούς, τότε αναφέρονται ως ανασταλτικές (inhibitory) και ο νευρώνας χαρακτηρίζεται ως αδρανής,

## 1.2 Εισαγωγή στα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Εμπνευσμένη από τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου είναι και η έρευνα σχετικά με τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Τ.Ν.Δ.) Το πιο βασικό δομικό στοιχείο του εγκεφάλου είναι οι νευρώνες, δηλαδή τα νευρικά κύτταρα τα οποία δημιουργούν ένα πυκνό δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ τους. Κίνητρο για τη μελέτη του νευρώνα και των νευρωνικών δικτύων είναι η ελπίδα ανακάλυψης ενός νέου υπολογιστικού μοντέλου βασισμένου σε μία δικτυακή δομή παρόμοια με αυτού του εγκεφάλου.[1]

Σύμφωνα με τον Haykin ένα ν.δ. ως προσαρμόσιμη μηχανή είναι ένας τεράστιος παράλληλος επεξεργαστής με κατανεμημένη αρχιτεκτονική, ο οποίος αποτελείται από απλές μονάδες επεξεργασίας και έχει από τη φύση του τη δυνατότητα να αποθηκεύει εμπειρική γνώση και να την καθιστά διαθέσιμη για χρήση.

Υπάρχουν δύο κοινά σημεία με τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Αρχικά, το δίκτυο προσλαμβάνει τη γνώση από το περιβάλλον του, μέσω μίας διαδικασίας μάθησης. Επίσης, η ισχύς των συνδέσεων μεταξύ των νευρώνων, που αποκαλείται αλγόριθμος μάθησης και η λειτουργία του είναι να τροποποιεί τα συναπτικά βάρη του δικτύου με τον κατάλληλο τρόπο για την επίτευξη του επιθυμητού στόχου.

Είναι προφανές ότι ένα ν.δ. οφείλει την υπολογιστική ισχύ του κατά πρώτον στην παράλληλη, κατανεμημένη δομή του και κατά δεύτερον στην ικανότητα του να μαθαίνει, και ως εκ τούτου να γενικεύει. Λόγω της μάθησης και της γενίκευσης τα ν.δ. έχουν την δυνατότητα να βρίσκουν καλές προσεγγιστικές λύσεις σε πολύπλοκα (μεγάλης κλίμακας) προβλήματα, τα οποία είναι μη επιδεκτικά σε λύσεις. Ωστόσο, τα ν.δ. δεν μπορούν να παρέχουν λύση αν λειτουργούν ατομικά. Συγκεκριμένα, ένα πολύπλοκο πρόβλημα αποσυντίθεται σε έναν αριθμό σχετικά απλών εργασιών και τα νευρωνικά δίκτυα αναλαμβάνουν ένα υποσύνολο των εργασιών που ταιριάζουν με τις εγγενείς δυνατότητες τους. Θα πρέπει ωστόσο, να αποδεχτούμε ότι έχουμε να διανύσουμε πολύ δρόμο ακόμη μέχρι να μπορέσουμε να κατασκευάσουμε μία αρχιτεκτονική υπολογιστών που θα μιμείται τον ανθρώπινο εγκέφαλο.

Μερικές από τις πιο χρήσιμες ιδιότητες και δυνατότητες που μας προσφέρουν τα τ.ν.δ. είναι η μη γραμμικότητα, η αντιστοίχιση εισόδου - εξόδου κυρίως για τη μάθηση που αναφέρουμε ως επιβλεπόμενη. Όσο πιο προσαρμοστικό κάνουμε ένα σύστημα, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα ότι παραμένει διαρκώς σταθερό, τόσο πιο εύρωστο θα είναι και τόσο καλύτερα θα αποδίδει όταν θα κληθεί να λειτουργήσει σε ένα μη σταθερό περιβάλλον. Στο πλαίσιο της ταξινόμησης προτύπων ένα Ν.Δ. μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να παρέχει πληροφορία όχι μόνο για το ποιο συγκεκριμένο πρότυπο θα επιλεγεί, αλλά επίσης σχετικά με τον βαθμό εμπιστοσύνης στην ληφθείσα απόφαση, κάτι το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απόρριψη των διφορούμενων μοτίβων, εάν προκύψουν και κατ’ επέκταση τη βελτίωση της απόδοσης του δικτύου. Επίσης, το ν.δ. μπορεί να χειριστεί με φυσικό τρόπο τη σχετική με το περιεχόμενο πληροφορία (contextual information) καθώς η γνώση αντιπροσωπεύεται από την ίδια τη δομή και κατάσταση ενεργοποίησης του. Κάθε νευρώνας στο δίκτυο ενδεχομένως να επηρεάζεται από τη συνολική δραστηριότητα όλων των άλλων νευρώνων του δικτύου. Επιπλέον, λόγω της κατανεμημένης φύσης της πληροφορίας που αποθηκεύεται στο δίκτυο, ένα ν.δ. υλοποιημένο σε μορφή hardware, έχει την εγγενή δυνατότητα να είναι ανεκτικό σε βλάβες, ή εύρωστο υπό την έννοια ότι η απόδοση του μειώνεται βαθμιαία και ομαλά υπό αντίξοες συνθήκες λειτουργίας. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό είναι πως η μαζικά παράλληλη φύση ενός ν.δ. το καθιστά ενδεχομένως γρήγορο για τον υπολογισμό συγκεκριμένων εργασιών, κάτι το οποίο το κάνει να είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για χρήση τεχνολογίας πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης (VLSI).Τέλος, η σχεδίαση ενός ν.δ. δανείζεται στοιχεία από τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου, ο οποίος είναι η ζωντανή απόδειξη ότι η εύρωστη, παράλληλη επεξεργασία δεν είναι μόνο φυσικά εφικτή, αλλά επίσης γρήγορη και ισχυρή.

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή

Τη δεκαετία του 1940 υπήρξε μία έντονη δραστηριότητα προς την κατεύθυνση της μελέτης των βιολογικών νευρωνικών δικτύων και της μαθηματικής μοντελοποίησης τους. Μεταξύ των δεκαετιών 1940 και 1950, έκαναν την εμφάνιση τους και τα πρώτα μοντέλα των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Τ.Ν.Δ.), ξεκινώντας από το βασικό μοντέλο του νευρώνα των Αμερικανών επιστημόνων McCulloch-Pitts και τον πρώτο αλγόριθμο εκπαίδευσης ενός νευρώνα, το γνωστό Perceptron του Frank Rosenblatt. To 1969 όμως αποδείχτηκε από τους Minsky και Papert πως αυτός ο αλγόριθμος είχε περιορισμένες δυνατότητες. To 1980 αναπτύχθηκε το μοντέλο του Hopfield και το μοντέλο Perceptron πολλών στρωμάτων (Multi-Layer Perceptron ή MLP) σε συνδυασμό με τον αλγόριθμο εκπαίδευσης Back-Propagation. Για πρώτη φορά, εμφανίζεται ένας αλγόριθμος ικανός να εκπαιδεύσει ένα δίκτυο με περισσότερους από έναν νευρώνες. Ένα νέο υπολογιστικό μοντέλο εμφανίζεται, το οποίο προσφέρει μία νέα προσέγγιση στο πρόβλημα της Τεχνητής Νοημοσύνης μέσω της μάθησης, το λεγόμενο Connectionist model, με κύριο χαρακτηριστικό την διασύνδεση πολλών απλών υπολογιστικών κόμβων σε δίκτυο και τη δυνατότητα αυτοπροσαρμογής των συνδέσεων του δικτύου χρησιμοποιώντας δεδομένα χωρίς να βασίζεται σε κάποιους προκαθορισμένους κανόνες λογικής για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Αυτή η καινούργια υπολογιστική πλατφόρμα, θα είναι πιο κατάλληλη για ανάπτυξη ευφυών αλγορίθμων και γενικότερα διαδικασιών σχετιζόμενων με τη νοημοσύνη όπως η μάθηση, η μνήμη, η γενίκευση, καθώς και η ομαδοποίηση προτύπων.[[1]](#footnote-0)

## 1.3 Κατηγορίες Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

Όπως υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους ένας άνθρωπος μπορεί να μάθει από το περιβάλλον του, το ίδιο ισχύει και για τα νευρωνικά δίκτυα [2]. Έτσι, η πρόκληση που αντιμετωπίζει η θεωρία των Τ.Ν.Δ. είναι η εύρεση κατάλληλων αλγορίθμων εκπαίδευσης των δικτύων και ανάκλησης της πληροφορίας που αυτά περιέχουν έτσι ώστε να προσομοιάζονται ευφυείς διαδικασίες. Για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται ο ορισμός του κατάλληλου περιβάλλοντος εκπαίδευσης, μία διαδικασία που μπορεί να κατηγοριοποιηθεί βάσει της λειτουργίας τους ως μάθηση με επίβλεψη και χωρίς επίβλεψη.

Η μάθηση με επίβλεψη αναφέρεται και ως επιβλεπόμενη μάθηση ή και μάθηση με εκπαιδευτή. Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να θεωρήσουμε πως ο εκπαιδευτής έχει γνώση του περιβάλλοντος, και αυτή η γνώση αντιπροσωπεύεται από ένα σύνολο παραδειγμάτων εισόδου- εξόδου. Ωστόσο το περιβάλλον είναι άγνωστο στο νευρωνικό δίκτυο. Η μορφή αυτή αποτελεί τη βάση της μάθησης μέσω διόρθωσης σφάλματος. Παραδείγματα τέτοιων αλγόριθμων εκπαίδευσης είναι οι: Perceptron, Adaline, Back-Propagation, Αναδρομικά δίκτυα Back-Propagation, δίκτυα RBF, Μοντέλα SVM καθώς και οι στοχαστικές μηχανές.

Η μάθηση χωρίς επίβλεψη αναφέρεται και ως μάθηση χωρίς εκπαιδευτή. Όπως δηλώνει και το όνομα της, δεν υπάρχει εκπαιδευτής που να επιβλέπει την διαδικασία μάθησης κάτι το οποίο σημαίνει πως δεν υπάρχουν χαρακτηρισμένα παραδείγματα της λειτουργίας που πρέπει να μάθει το δίκτυο. Εδώ μπορούμε να ορίσουμε δύο υποκατηγορίες μάθησης, αυτή της ενισχυτικής και αυτή της μη επιβλεπόμενης μάθησης.

Αυτό μπορεί να γίνεται είτε μέσω κάποιας επίβλεψης είτε με χρήση κάποιων δεδομένων οδηγών - δασκάλων, ακόμη και το να αυτό-οργανωθεί μόνο του με κάποιο δοσμένο κριτήριο και στόχο. Υπάρχουν και τα ανταγωνιστικά μοντέλα εδώ.

Παραδείγματα αλγορίθμων χωρίς επίβλεψη είναι: [ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΑ ΒΑΡΗ]

* Συσχετιστικά μοντέλα (Κανόνας του Hebb)
  + Δίκτυα PCA
  + Δίκτυα ICA
* Ανταγωνιστικά μοντέλα
  + Δίκτα Kohonen (SOM)
  + Learning VQ
  + ART

Παραδείγματα αλγορίθμων [ΣΤΑΘΕΡΑ ΒΑΡΗ]

* Δίκτυο Hopdield
* Συσχετιστικές μνήμες
* Brain State in a box

## 1.4 Παραδείγματα Εφαρμογής Νευρωνικών Δικτύων

Όπως υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους ένας άνθρωπος μπορεί να μάθει από το περιβάλλον του, το ίδιο ισχύει και για τα νευρωνικά δίκτυα [2]. Έτσι, η πρόκληση που αντιμετωπίζει η θεωρία των Τ.Ν.Δ. είνα

Οι εφαρμογές των νευρωνικών δικτύων καλύπτουν πλέον πολύ μεγάλο φάσμα της επιστημονικής δραστηριότητας από την αναγνώριση προσώπων μέχρι την πρόβλεψη οικονομικών μεγεθών.

# 1.Εισαγωγή

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Η δομή του κυρίως σώματος της εργασίας εξαρτάται από το είδος της εργασίας π.χ. πτυχιακή, διπλωματική εργασία ή διδακτορική διατριβή.

## 1.1 Μάθηση με επίβλεψη

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Πίνακας 1.1 [Τίτλος πίνακα]

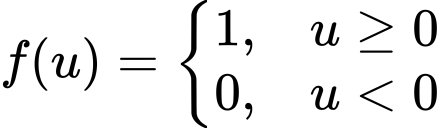
## 1.2 Μάθηση συναρτήσεων

Η συνάρτηση ενεργοποίησης ορίζει την έξοδο ενός νευρώνα βάσει του τοπικού πεδίου u.

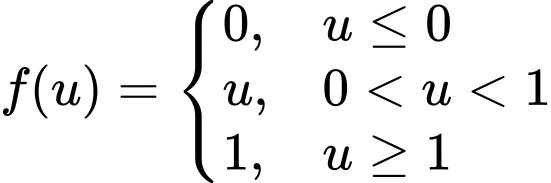
Η πιο απλή συνάρτηση είναι η λεγόμενη γραμμική (linear) συνάρτηση που ορίζεται ως:

C:/Users/Evita/AppData/Local/Temp/wps.chsIkjwps

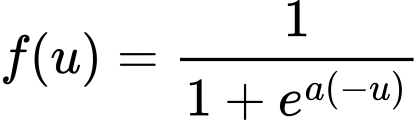
H πιο βασική συνάρτηση που χρησιμοποιείται από την πρώτη εμφάνιση των Τ.Ν.Δ., στο μοντέλο McCulloch-Pitts είναι η γραμμική συνάρτηση η οποία ορίζεται ως:



Είναι γνωστή και ως συνάρτηση πρόσημου.  
  
Επίσης γνωστή είναι και η συνάρτηση κατωφλιού (threshold function) η οποία αναφέρεται και ως συνάρτηση Heaviside και ορίζεται ως:

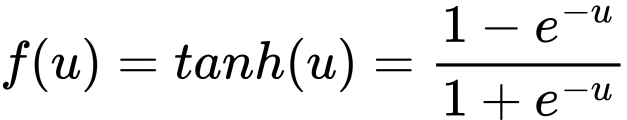


Η πιο σημαντική συνάρτηση στον κλάδο των Τ.Ν.Δ. είναι η σιγμοειδής (sigmoid) συνάρτηση, της οποίας η γραφική παράσταση έχει σχήμα <<S>>. Ορίζεται ως αυστηρά αύξουσα συνάρτηση που επιδεικνύει κομψή ισορροπία μεταξύ γραμμικής και μη γραμμικής συμπεριφοράς.Ορίζεται από τον παρακάτω τύπο:

****

Όπου a είναι η παράμετρος κλίσης της, η οποία στην πραγματικότητα ισούται με a/4 στο σημείο αρχής των αξόνων. Στο όριο, καθώς η παράμετρος προσεγγίζει το άπειρο γίνεται απλώς μία **συνάρτηση κατωφλιού,** η οποία όμως μπορεί να λαμβάνει τιμές από ένα συνεχές πεδίο τιμών από 0 έως 1. Η σιγμοειδής συνάρτηση είναι διαφορίσιμη σε αντίθεση με την συνάρτηση κατωφλιού. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι επιθυμητό να έχουμε για τη συνάρτηση ενεργοποίησης πεδίο τιμών -1 έως και +1, τότε η συνάρτηση ενεργοποίησης είναι μία περιττή συνάρτηση του τοπικού πεδίου.[[2]](#footnote-1)

Μία ακόμη συνάρτηση είναι η αυτή της υπερβολικής εφαπτομένης (hyperbolic tangent) η οποία ορίζεται ως εξής:

****

## 1.3 Κατηγοριοποίηση δεδομένων

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Πίνακας 1.1 [Τίτλος πίνακα]

## 1.4 Βελτιστοποίηση συναρτήσεων

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

## 1.5 Σκοπός της εργασίας

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας

# 2.ΤΕΧΝΗΤΑ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

## 2.1 Τα δίκτυα Perceptron

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Πίνακας 2.1 [Τίτλος πίνακα]

## 2.2 Τα δίκτυα Adaline

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Πίνακας 2.2 [Τίτλος πίνακα]

## 2.3 Τα δίκτυα MLP

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας

## 2.4 Η μέθοδος Back Propagation

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας

## 2.5 Η μέθοδος Gradient Descent

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας

## 2.6 Παραδείγματα εφαρμογής νευρωνικών δικτύων

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας

# 3. Γενετικοί Αλγόριθμοι

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

## 3.1 Ιστορική Αναδρομή

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Πίνακας 3.1 [Τίτλος πίνακα]

## 3.2 Μέθοδοι κωδικοποίησης

Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας. Κυρίως κείμενο της εργασίας.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Πίνακας 3.2 [Τίτλος πίνακα]

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

*[Υλικό που είναι ογκώδες, παραδείγματος χάριν αποτελέσματα ερωτηματολογίων, σχήματα, πίνακες κ.ά. που εμποδίζουν τον αναγνώστη να κατανοήσει τη συνέχεια του κειμένου, μπορεί να τοποθετηθεί σε παραρτήματα. Η αρίθμηση των παραρτημάτων γίνεται με κεφαλαία ελληνικά γράμμα Α, Β, Γ,… ενώ σχήματα, σχέδια, πίνακες κ.λπ., που περιλαμβάνονται πρέπει να ονομάζονται Σχήμα Α1, Πίνακας Β2, κ.λπ.]*

*[Διαγράψτε αυτή τη σελίδα αν δεν τη χρειάζεστε]*

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Κωνσταντίνος Διαμαντάρας, (2007), ΤΕΧΝΗΤΑ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ*
2. *Simon Haykin, (2009), Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανική Μάθηση*

[Οπισθόφυλλο. Κενή σελίδα]

1. Haykin & Διαμαντάρας [↑](#footnote-ref-0)
2. Haykin + Διαμαντάρας [↑](#footnote-ref-1)