

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤ. ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΜΕ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΙΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ

ΣΧΕΣΕΙΣ

ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΡΑΣ

Πύργος, 2018

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Πιστοποιείται ότι η πτυχιακή εργασία με θέμα:

**«ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΙΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ
ΣΧΕΣΕΙΣ»**

Της φοιτήτριας του Τμήματος ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΜΕ

ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

παρουσιάστηκε δημόσια και εξετάσθηκε στο Τμήμα ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΜΕ στις

_____ / _____ / _____

Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΡΑΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Ακόμα δηλώνω ότι αυτή η γραπτή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ειδικά για την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία και ότι θα αναλάβω πλήρως τις συνέπειες εάν η εργασία αυτή αποδειχθεί ότι δεν μου ανήκει.

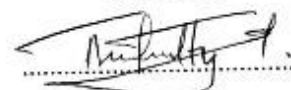
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ 1

ΑΜ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Παπαεταίμου Παναγιώτα

135 Ε



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ 2

ΑΜ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

(σε περίπτωση που είναι απαραίτητο)

.....

.....

.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ 3

ΑΜ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

(σε περίπτωση που είναι απαραίτητο)

.....

.....

.....

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τον επιβλέποντα καθηγητή και προϊστάμενο του Τμήματος Πληροφορικής και ΜΜΕ κ. Αθανάσιο Κούτρα που με τη βοήθεια του έφερα εις πέρας την ολοκλήρωση της ακαδημαϊκής μου σταδιοδρομίας. Πέρα από καθηγητής είναι ένας εξαιρετικός άνθρωπος με σπάνιο επίπεδο γνώσεων.

Θερμές ευχαριστίες και στην οικογένεια μου για την οικονομική και ψυχολογική στήριξη στα φοιτητικά μου χρόνια.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλο το προσωπικό του Τμήματος που μεταλαμπάδευσαν τις πολύτιμες γνώσεις τους.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤ. ΕΛΛΑΔΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΜΕ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΙΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΕΣ
ΣΧΕΣΕΙΣ



ΠΑΠΑΣΤΑΜΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ
giota.papastamou@gmail.com

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΡΑΣ

Πύργος, 2018

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πληροφορικής και ΜΜΕ / Πύργου του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σύμφωνα με τον Ray Kurzweil, διευθυντή Μηχανικής της Google, δεν είναι μακριά ο δρόμος προς την συναισθηματική αλληλεπίδραση με την τεχνολογία. Στη Νέα Υόρκη στις 11 Ιουνίου 2012 έγινε το συνέδριο «Exponential Finance», όπου ο «γκουρού» της μελλοντολογίας προέβλεψε πως το 2029, δηλαδή σε 13 χρόνια από τώρα, «οι υπολογιστές θα φτάσουν σε ένα ανθρώπινο επίπεδο, τέτοιο ώστε να μπορούμε να έχουμε σχέσεις μαζί τους» (Kurzweil, 2012).

Κυρίως για την θεωρία της «μοναδικότητας», ο διάσημος επιστήμονας, μεταξύ των προβλέψεών του, αναφέρει και την προοπτική να «προγραμματίζονται» τα ανθρώπινα γονίδια ώστε να καταπολεμούν τον καρκίνο, και άλλες ασθένειες, ακόμη και την διαδικασία της γήρανσης με ειδικά τσιπ στον ανθρώπινο εγκέφαλο και το σώμα, ενώ παράλληλα, διαβλέπει την κατασκευή εξατομικευμένων ρούχων από εκτυπώσεις 3D. Άλλωστε η βασική του θεωρία περί «μοναδικότητας» υποστηρίζει πως στο μέλλον άνθρωποι και ρομπότ θα συνυπάρχουν αρμονικά και θα ζουν αιωνίως.

Πολλές από τις «προφητείες» του διάσημου Αμερικανού μελλοντολόγου, οι περισσότερες έχουν επαληθευτεί. Συγκεκριμένα, ο Kurzweil ήταν εκείνος που είχε προβλέψει επιτυχώς την ανάπτυξη του Διαδικτύου το 1990, καθώς και το γεγονός ότι μέχρι το 1998 ο ηλεκτρονικός υπολογιστής θα καταφέρει να κερδίσει τον άνθρωπο στο σκάκι. Πράγματι, ο υπολογιστής Deep Blue, ο οποίος είχε κατασκευαστεί από την IBM, νίκησε τον κορυφαίο σκακιστή Garry Kasparov το 1997.

Ο Bill Gates, τον χαρακτήρισε ως εκείνον που «γνωρίζει καλύτερα από όλους, την πρόβλεψη του μέλλοντος της τεχνητής νοημοσύνης». Μεταξύ άλλων υπήρξε ο εφευρέτης του επίπεδου σαρωτή και μιας συσκευής βοήθειας για τυφλούς η οποία εκφωνούσε γραπτά κείμενα (Russell & Norvig, 2004).

Τα λόγια του διάσημου εφευρέτη αν και θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως εικασίες αμφιβόλου προέλευσης, ωστόσο αποκτούν άλλο κύρος, γνωρίζοντας ότι πρόκειται για έναν λαμπρό εφευρέτη, μια «αδιοφυΐα» που έχει προβλέψει με μαθηματική ακρίβεια σπουδαία τεχνολογικά γεγονότα. Επίσης, πρόκειται και για και το «μυαλό» που προσέλαβε η Google για να κάνει πράξη τα μεγαλόπνοα σχέδια της, στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης.

Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η επεξήγηση του όρου τεχνητή νοημοσύνη, η σύγκριση των θετικών και αρνητικών αποτελεσμάτων στις ανθρώπινες σχέσεις με τη χρήση παραδειγμάτων και τέλος ο προβληματισμός του κοινού για την ορθή χρήση των νέων τεχνολογικών επιτευγμάτων ώστε να αποφευχθεί η κατάχρηση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της παρούσης πτυχιακής εργασίας είναι η «Τεχνητή νοημοσύνη και η επίδρασή της στις ανθρώπινες σχέσεις».

Στο 1^ο κεφάλαιο οι: «Εισαγωγικές έννοιες», δίνονται γενικά στοιχεία για το θέμα, η ιστορική αναδρομή, η βιβλιογραφική επισκόπηση και τέλος τα ψηφίσματα της ευρωπαϊκής επιτροπής για την ρομποτική,

Στο 2^ο κεφάλαιο η: «Τεχνητή Νοημοσύνη», παρουσιάζονται οι τρόποι έκφρασης της Τεχνητής Νοημοσύνης, το Νευρωνικό Δίκτυο (ορισμός και λειτουργία του Νευρωνικού Δικτύου, οι ιδιότητες και εφαρμογές του Νευρωνικού Δικτύου, και η σχέση των νευρωνικών δικτύων με την Τεχνητή Νοημοσύνη, η «εκπαίδευση» νευρωνικών δικτύων), η Μηχανική Μάθηση (ορισμός και οι κατηγορίες Μηχανικής Μάθησης), και τέλος η Γνωσιακή Επιστήμη.

Στο 3^ο κεφάλαιο η: «Τεχνητή Νοημοσύνη στην ιατρική», καταγράφονται εισαγωγικά στοιχεία, τα Έμπειρα Συστήματα στην ιατρική (γενικά, χρήση Έμπειρων Συστημάτων στην ιατρική), και τέλος η ανασκόπηση ιατρικών Έμπειρων Συστημάτων (MYCIN, PUFF, CENTAUR, INTERNIST, ILIAD, ToxoNet, DXplain, HELP, DoseChecker, QMR, PEIRS, APACHE III, MDDDB, HEPAXPERT I, II, JEREMIAH, ATTENDING, EXPERT-D, CAA, SYSTEM D (Dizziness), ONCOCIN, CASNET, ANTICIPATOR, CADUCEUS, MedFrame/CADIAG-IV, AI/RHEUM, ISP, SEER, MUNIN, HEADMED, VM, MOLGEN).

Στο 4^ο κεφάλαιο: «η Τεχνητή Νοημοσύνη μέσα από τον κινηματογράφο», απαριθμούνται οι κινηματογραφικές ταινίες όπου η Τεχνητή νοημοσύνη επηρεάζει τις ανθρώπινες σχέσεις και συναισθήματα, όπως: Τεχνητή Νοημοσύνη «Artificial Intelligence: AI», Ex Machina, Alien, Dr. Goldfoot and the Bikini Machine, Her, Blade Runner, 2001: A Space Odyssey, Robot & Frank, the Stepford Wives, Bicentennial Man, Metropolis, Star Wars.

Στο 5^ο κεφάλαιο τα: «Αποτελέσματα της ραγδαίας εξέλιξης των λογισμικών συστημάτων και της Τεχνητής Νοημοσύνης», παρουσιάζονται οι ραγδαίες αλλαγές στην «Υπολογιστική» Σκέψη (συνομιλία υπολογιστή-ανθρώπου, υπολογιστής εναντίον ανθρώπου σε παρτίδα σκακιού, σύγκριση Νοημοσύνης Υπολογιστών, ζώων και ανθρώπων), οι

δυνατότητες των υπολογιστικών μηχανών, η σχέση της μηχανής και της Ελεύθερης Βούλησης (οι Υλιστικές Θέσεις, η Αρχή της Αβεβαιότητας), και τέλος η Τεχνητή της Ελεύθερης Βούλησης.

Τέλος στα Συμπεράσματα καταγράφονται οι επεξηγήσεις του όρου και της έννοιας της Τεχνητής Νοημοσύνης, η σύγκριση των θετικών και αρνητικών αποτελεσμάτων στις ανθρώπινες σχέσεις και τα συναισθήματα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ - ΠΙΝΑΚΩΝ	xii
ΕΙΚΟΝΕΣ	xii
ΠΙΝΑΚΕΣ	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ - ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΟΡΩΝ	xiii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	xiii
ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ	xiii
1	1
1.1	1
1.2	4
1.3	7
1.4	10
2	13
2.1	13
2.2	14
2.3	15
2.3.1	15
2.3.2	16
2.3.3	17
2.3.4	18
2.3.5	20

2.4	21
2.4.1	22
2.4.2	23
2.5	23
3	25
3.1	25
3.2	27
3.2.1	27
3.2.2	28
3.3	29
3.3.1	29
3.3.2	30
3.3.3	30
3.3.4	30
3.3.5	31
3.3.6	31
3.3.7	31
3.3.8	31
3.3.9	31
3.3.10	32
3.3.11	32
3.3.12	32
3.3.13	32
3.3.14	32
3.3.15	32

3.3.16	33
3.3.17	33
3.3.18	33
3.3.19	33
3.3.20	33
3.3.21	34
3.3.22	34
3.3.23	34
3.3.24	34
3.3.25	35
3.3.26	35
3.3.27	35
3.3.28	36
3.3.29	36
3.3.30	36
3.3.31	36
3.4	38
4	40
4.1	40
4.2	40
4.3	41
4.4	43
4.5	43
4.6	44
4.7	45

4.8	45	
4.9	46	
4.10	46	
4.11	47	
4.12	48	
4.13	49	
5	50	
5.1	50	
5.1.1	50	
5.1.2	51	
5.1.3	51	
5.2	51	
5.3	52	
5.3.1	53	
5.3.2	54	
5.4	54	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		58

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ - ΠΙΝΑΚΩΝ

1 ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1: Κατασκευή ανθρωποειδούς ρομπότ.	2
Εικόνα 1.2: Η δοκιμή του Turing.	5
Εικόνα 1.3: Λογότυπο της ιστοσελίδας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Ρομποτική.	11
Εικόνα 2.1: Παράδειγμα αλγορίθμου.	22
Εικόνα 3.1: Ανάλυση Εμπειρικών Συστημάτων.	27
Εικόνα 4.1: Τεχνητή Νοημοσύνη «Artificial Intelligence: AI».	41
Εικόνα 4.2: Ex Machina.	41
Εικόνα 4.3: Alien.	43
Εικόνα 4.4: Dr. Goldfoot and the Bikini Machine.	44
Εικόνα 4.5: Her.	44
Εικόνα 4.6: Blade Runner.	45
Εικόνα 4.7: 2001: A Space Odyssey.	45
Εικόνα 4.8: Robot & Frank.	46
Εικόνα 4.9: The Stepford Wives.	47
Εικόνα 4.10: Bicentennial Man.	48
Εικόνα 4.11: Metropolis.	48
Εικόνα 4.12: Star Wars.	49

2 ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1.1: Βασικά χαρακτηριστικά των προγραμματιστικών συστημάτων της Τεχνητής Νοημοσύνης.	3
--	---

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ - ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΟΡΩΝ

3 ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΒΓ: Βάση Γνώσης (Knowledge Base)

ΕΣ: Έμπειρα Συστήματα

ΗΚΓ: ηλεκτροκαρδιογράφημα

ΣΜ: Συμπερασματικός Μηχανισμός (Inference Engine)

ΣΔΧ: Σύστημα Διεπαφής Χρήστη (User Interface)

ΤΝ: Τεχνητή Νοημοσύνη

ΤΠΕ: Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνίας

ΕΚ: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο

ALP: An inductive Logic Programming (επαγωγικό λογικό προγραμματισμό)

HELP: Health Evaluation through Logical Processing

PEIRS: Pathology Expert Interpretative Reporting System

SPARC: Scalable Processor ARChitecture (επεκτάσιμη αρχιτεκτονική του επεξεργαστή)

VM: Ventilator Manager

4 ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Adaptable: προσαρμόσιμα

Artificial neural networks: Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα

Bayesian networks: Μπαϋεσιανά δίκτυα

Behavior based AI: Συμπεριφορική τεχνητή νοημοσύνη

Case based reasoning: Λογική κατά περίπτωση

Conditioned reflex: εξαρτημένο ανακλαστικό

Cognitive science: γνωσιακή επιστήμη

Data mining: εξόρυξη δεδομένων

Dendrites: δενδρίτες

Domain expert: Έμπειρου Ειδικού

Evolutionary algorithms: εξελικτικούς αλγόριθμους

Evolutionary computation: Εξελικτική υπολογιστική

Expert systems: Έμπειρα ή Εξειδικευμένα συστήματα

Explanation Mechanism: Μηχανισμός Επεξήγησης

Engineering: Επιστήμες μηχανικών

firing threshold: κατώτατο όριο βολής

Fuzzy logic systems: Συστήματα Ασαφούς λογικής

Genetic Algorithms: Γενετικοί Αλγόριθμοι

Inference engine: αυτόνομο Μηχανισμό Εξαγωγής Συμπερασμάτων

Intelligent Agents: Ευφυείς Πράκτορες

Machine learning: μηχανική μάθηση

Neurotransmitter chemicals: νευροδιαβιβαστές χημικών ουσιών

Pattern recognition: αναγνώρισης προτύπων

Reinforcement learning: Ενισχυτική μάθηση

Self-organized: αυτό-οργανωμένους

Structural: δομική

Supervised learning: μάθηση με επίβλεψη

Swarm intelligence: σμήνη νοημοσύνης

Temporal: προσωρινή

Unsupervised learning: μάθηση χωρίς επίβλεψη

1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: «ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ»

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στον κλάδο της πληροφορικής¹ ο οποίος ασχολείται με τη σχεδίαση και την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων² που μιμούνται στοιχεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς τα οποία υπονοούν έστω και στοιχειώδη ευφυΐα: μάθηση, προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, κατανόηση από συμφραζόμενα, επίλυση προβλημάτων κλπ. αναφέρεται ο όρος Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ). Σύμφωνα με τον Τζον Μακάρθι ο τομέας αυτός ορίζεται ως «επιστήμη και μεθοδολογία της δημιουργίας νοούντων μηχανών» (Βλαχάβας, Κεφάλας, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2011).

Η τεχνητή νοημοσύνη είναι το σημείο τομής μεταξύ πολλαπλών επιστημών. Αυτές είναι η πληροφορική, η ψυχολογία, η φιλοσοφία, η νευρολογία, η γλωσσολογία και η επιστήμη μηχανικών³, που στοχεύει στη σύνθεση ευφυούς συμπεριφοράς, με στοιχεία συλλογιστικής, μάθησης και προσαρμογής στο περιβάλλον, ενώ συνήθως βρίσκει εφαρμογή σε μηχανές ή υπολογιστές ειδικής κατασκευής. Χωρίζεται στη συμβολική τεχνητή νοημοσύνη, μέσω της οποίας επιχειρείται να εξομοιωθεί η ανθρώπινη νοημοσύνη αλγοριθμικά⁴ χρησιμοποιώντας σύμβολα και λογικούς κανόνες υψηλού επιπέδου, και η υποσυμβολική τεχνητή νοημοσύνη, η οποία προσπαθεί να αναπαράγει την ανθρώπινη ευφυΐα με τη χρήση στοιχειωδών αριθμητικών μοντέλων που συνθέτουν επαγωγικά νοήμονες συμπεριφορές μέσω της διαδοχικής αυτοοργάνωσης απλούστερων δομικών συστατικών («συμπεριφορική τεχνητή νοημοσύνη»), προσομοιώνοντας πραγματικές βιολογικές

¹ Πληροφορική ή επιστήμη υπολογιστών ονομάζεται η θετική και εφαρμοσμένη επιστήμη η οποία ερευνά τα θεωρητικά θεμέλια και τη φύση των πληροφοριών, των αλγορίθμων και των υπολογισμών, καθώς και τις τεχνολογικές εφαρμογές τους σε αυτοματοποιημένα υπολογιστικά συστήματα, από τη σκοπιά της σχεδίασης, της ανάπτυξης, της υλοποίησης, της διερεύνησης, της ανάλυσης και της προδιαγραφής τους

² Υπολογιστικό σύστημα λέγεται μία πλήρης υπολογιστική συσκευή, συμπεριλαμβανομένου του υλικού και του λογισμικού της. Ο όρος μπορεί να αναφέρεται σε υπερυπολογιστή, σε μικροϋπολογιστή, σε κεντρικό υπολογιστή, σε κινητή συσκευή κλπ.

³ Επιστήμες μηχανικών (engineering) ονομάζονται οι εφαρμοσμένες επιστήμες που ασχολούνται με τη μελέτη, σχεδίαση, έρευνα, ανάπτυξη, υλοποίηση/εφαρμογή, κατασκευή, παραγωγή, συντήρηση και βελτίωση δομών, υποδομών, εγκαταστάσεων, συστημάτων, μηχανών, συσκευών, υλικών και διαδικασιών, η κάθε μία στο δικό της γνωστικό αντικείμενο.

⁴ Ως αλγόριθμος ορίζεται μια πεπερασμένη σειρά ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, που στοχεύουν στην επίλυση ενός προβλήματος. Πιο απλά αλγόριθμος ονομάζεται μία σειρά από εντολές που έχουν αρχή και τέλος, είναι σαφείς και εκτελέσιμες που σκοπό έχουν την επίλυση κάποιου προβλήματος.

διαδικασίες όπως η εξέλιξη των ειδών και η λειτουργία του εγκεφάλου («υπολογιστική νοημοσύνη»), ή αποτελώντας εφαρμογή στατιστικών μεθοδολογιών σε προβλήματα TN (Russell & Norvig, 2004).



Εικόνα 1.1: Κατασκευή ανθρωποειδούς ρομπότ.

Αξιοποίηση αλγοριθμικών μεθόδων και εργαλείων της τεχνητής νοημοσύνης.

(Jenny Jones - Architect Magazine (OSCR 1-4 Prototypes), 2015).

Η διάκριση σε συμβολικές και υποσυμβολικές προσεγγίσεις σχετίζεται με τον χαρακτήρα των εργαλείων που χρησιμοποιούνται, ενώ δεν είναι σπάνια η σύζευξη πολλαπλών προσεγγίσεων (διαφορετικών συμβολικών, υποσυμβολικών, ή ακόμα συμβολικών και υποσυμβολικών μεθόδων) στην προσπάθεια αντιμετώπισης ενός προβλήματος. Βάσει του επιθυμητού επιστημονικού στόχου η TN διακρίνεται σε ευρείς τομείς άλλου τύπου, όπως επίλυση προβλημάτων, μηχανική μάθηση, ανακάλυψη γνώσης, συστήματα γνώσης κλπ. Επίσης επικαλύπτεται με συναφή επιστημονικά πεδία όπως η μηχανική όραση, η επεξεργασία φυσικής γλώσσας ή η ρομποτική⁵, τα οποία τοποθετούνται στο ευρύτερο πλαίσιο της σύγχρονης τεχνητής νοημοσύνης ως ανεξάρτητα πεδία της.

⁵ Η Ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης που μελετά τις μηχανές εκείνες που μπορούν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο στην εκτέλεση μιας εργασίας, η οποία συνδυάζει τη φυσική δραστηριότητα με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η λογοτεχνία και ο κινηματογράφος επιστημονικής φαντασίας από τη δεκαετία του 1920 μέχρι σήμερα έχουν δώσει την αίσθηση στο ευρύ κοινό ότι η ΤΝ σημαίνει η προσπάθεια κατασκευής μηχανικών ανδροειδών ή αυτοσυνειδητών προγραμμάτων υπολογιστή (ισχυρή ΤΝ). Παρόλα αυτά οι περισσότεροι επιστήμονες της τεχνητής νοημοσύνης έχουν ως στόχο την κατασκευή λογισμικού ή πλήρων μηχανών οι οποίες να επιλύουν με αποδεκτά αποτελέσματα ρεαλιστικά υπολογιστικά προβλήματα οποιουδήποτε τύπου (ασθενής ΤΝ), ωστόσο πολλοί θεωρούν ότι ο τελικός στόχος πρέπει να είναι η εξομοίωση ή η προσομοίωση της πραγματικής ευφυΐας, δηλαδή η ισχυρή ΤΝ.

Ένα από τα πλέον «μαθηματικοποιημένα» και ταχέως εξελισσόμενα πεδία της πληροφορικής αποτελεί η σύγχρονη τεχνητή νοημοσύνη (Πίνακας 1.1). Σήμερα, μέσω του τομέα αξιοποιούνται περισσότερο υποσυμβολικές μέθοδοι και εργαλεία που χρησιμοποιούνται στα εφαρμοσμένα μαθηματικά και στις επιστήμες μηχανικών, παρά στη θεωρητική πληροφορική και στη μαθηματική λογική όπως συνέβαινε πριν το 1990. Η τεχνητή νοημοσύνη σε ακαδημαϊκό επίπεδο μελετάται από την ηλεκτρονική μηχανική, ενώ αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα θεμελιακά συστατικά του διεπιστημονικού γνωστικού πεδίου της γνωσιακής επιστήμης (Βλαχάβας, Κεφάλας, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2011).

Πίνακας 1.1: Βασικά χαρακτηριστικά των προγραμματιστικών συστημάτων της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Χαρακτηριστικό	Καθιερωμένος Προγραμματισμός	Προγραμματισμός Τεχνητής Νοημοσύνης
Τύπος επεξεργασίας	Αριθμητικός	Συμβολικός
Τεχνική	Αλγοριθμική	Ευρετική Αναζήτηση
Ορισμός Βημάτων Επίλυσης	Ακριβής	ΜΗ-Ακριβής
Δεδομένα εισόδου	Πλήρη	Ελλιπή
Απαντήσεις που Δίνονται	Βέλτιστες	Ικανοποιητικές
Διαχωρισμός Ελέγχου/δεδομένων	Ανύπαρκτος	Σαφής
Γνώση	Ακριβής	ΜΗ-Ακριβής
Τροποποίηση	Σπάνια	Συχνή

Πηγή: (Βλαχάβας, Κεφάλας, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2011).

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

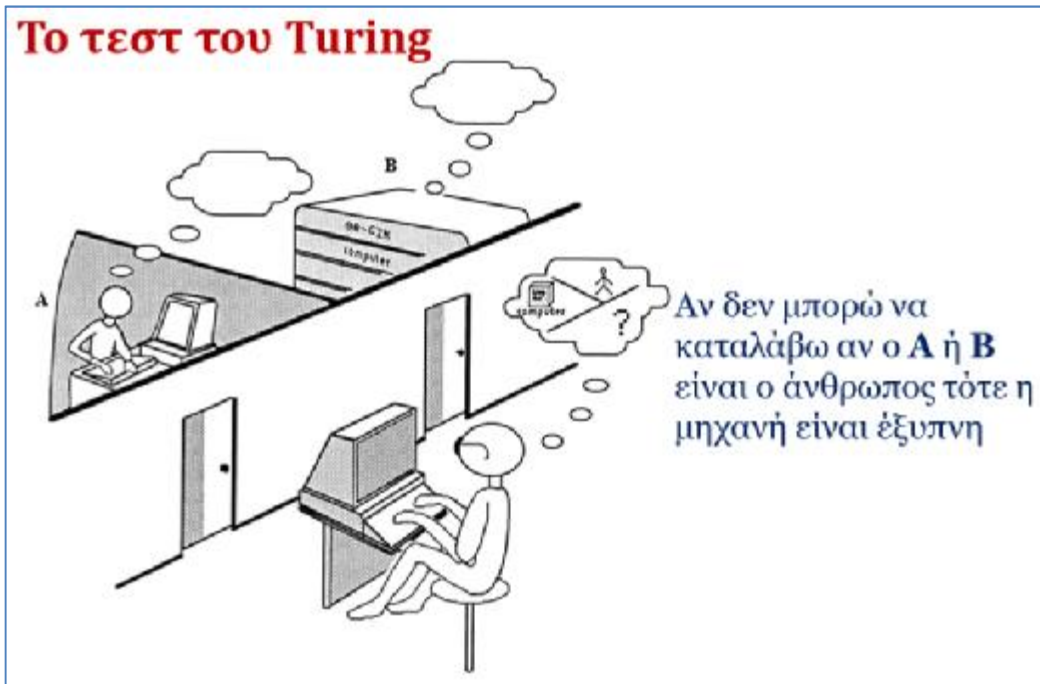
Η πρώτη μαθηματική περιγραφή τεχνητού νευρωνικού δικτύου⁶ εμφανίστηκε κατά τη δεκαετία του 1940, με πολύ περιορισμένες δυνατότητες επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων. Η συζήτηση για την πιθανότητα εμφάνισης μηχανών με νόηση ήταν στην ακμή της καθώς ήταν εμφανές ότι οι ηλεκτρονικές υπολογιστικές συσκευές που κατασκευάστηκαν μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ήταν ένα τελειώς διαφορετικό είδος μηχανής από ό, τι προηγήθηκε. Ο μαθηματικός Άλαν Τούρινγκ, πατέρας της θεωρίας υπολογισμού⁷ και προπάτορας της τεχνητής νοημοσύνης, το 1950, πρότεινε τη δοκιμή Τούρινγκ (εικόνα 1.2), πρόκειται για μία απλή δοκιμασία που θα μπορούσε να εξακριβώσει αν μία μηχανή διαθέτει ευφυΐα. Τυπικά η τεχνητή νοημοσύνη θεμελιώθηκε το 1956 ως πεδίο στη συνάντηση ορισμένων επιφανών Αμερικανών επιστημόνων του τομέα (Τζον Μακάρθι, Μάρβιν Μίνσκι, Κλοντ Σάνον κλπ). Για πρώτη φορά τη χρονιά αυτή παρουσιάστηκε και το Logic Theorist, δηλαδή ένα πρόγραμμα το οποίο στηριζόταν σε συμπερασματικούς κανόνες τυπικής λογικής⁸ και σε ευρετικούς αλγορίθμους αναζήτησης⁹ ώστε να αποδεικνύει μαθηματικά θεωρήματα (Graham, 2010).

⁶ Νευρωνικό δίκτυο ονομάζεται ένα κύκλωμα διασυνδεδεμένων νευρώνων. Στην περίπτωση βιολογικών νευρώνων, πρόκειται για ένα τμήμα νευρικού ιστού. Στην περίπτωση τεχνητών νευρώνων, πρόκειται για ένα αφηρημένο αλγοριθμικό κατασκεύασμα το οποίο εμπίπτει στον τομέα της υπολογιστικής νοημοσύνης, όταν στόχος του νευρωνικού δικτύου είναι η επίλυση κάποιου υπολογιστικού προβλήματος, ή της υπολογιστικής νευροεπιστήμης, όταν στόχος είναι η υπολογιστική προσομοίωση της λειτουργίας των βιολογικών νευρωνικών δικτύων με βάση κάποιο μαθηματικό μοντέλο τους.

⁷ Η θεωρία υπολογισμού είναι ο κλάδος της θεωρητικής πληροφορικής που πραγματεύεται το εάν και το πόσο αποδοτικά είναι δυνατόν να λυθεί κάποιο πρόβλημα με χρήση κάποιου αλγορίθμου σε ένα υπολογιστικό μοντέλο, μια αφηρημένη μαθηματική έννοια ορισμένη με αυστηρούς κανόνες.

⁸ Στον πυρήνα της, η μαθηματική λογική χειρίζεται μαθηματικές έννοιες που εκφράζονται χρησιμοποιώντας τυπικά συστήματα λογικής. Τα συστήματα αυτά, αν και διαφέρουν σε πολλές λεπτομέρειες, μοιράζονται την κοινή ιδιότητα του να εξετάζουν μόνο εκφράσεις σε κάποια συγκεκριμένη τυπική γλώσσα. Το σύστημα της λογικής πρώτου βαθμού (first-order logic) έχει μελετηθεί περισσότερο λόγω της εφαρμογής του στα θεμέλια των μαθηματικών και λόγω των επιθυμητών του ιδιοτήτων.

⁹ Στη θεωρητική πληροφορική, ένας αλγόριθμος αναζήτησης είναι ένας αλγόριθμος για την εύρεση ενός αντικειμένου με συγκεκριμένες ιδιότητες μεταξύ μιας συλλογής αντικειμένων. Τα αντικείμενα μπορεί είτε να βρίσκονται αποθηκευμένα ατομικά ως δεδομένα σε μια δομή δεδομένων, ή μπορεί να είναι στοιχεία ενός χώρου αναζήτησης προσδιορισμένου από μια μαθηματική παράσταση ή διαδικασία, όπως οι ρίζες μιας εξίσωσης με ακέραιες μεταβλητές, ή ένας συνδυασμός των δύο, όπως οι κύκλοι Hamilton ενός γράφου.



Εικόνα 1.2: Η δοκιμή του Turing.

Πηγή: (Copeland, 2000).

Σταθμοί που ήταν επίσης σημαντικοί ήταν η ανάπτυξη της γλώσσας προγραμματισμού LISP το 1958 από τον Μακάρθι, δηλαδή η πρώτη γλώσσα συναρτησιακού προγραμματισμού¹⁰ που έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο στη δημιουργία εφαρμογών ΤΝ κατά τη διάρκεια των επόμενων δεκαετιών, η εμφάνιση των γενετικών αλγορίθμων¹¹ την ίδια χρονιά από τον Φρίντμπεργκ και τέλος η παρουσίαση του βελτιωμένου νευρωνικού δικτύου perceptron¹² το '62 από τον Ρόσενμπλατ. Όμως κατά τα τέλη της δεκαετίας του '60 άρχισε μία εποχή κριτικής, απογοήτευσης και υποχρηματοδότησης των ερευνητικών προγραμμάτων της ΤΝ καθώς όλα τα εργαλεία του μέχρι τότε χώρου ήταν κατάλληλα μόνο για να επιλύουν εξαιρετικά απλά προβλήματα. Ωστόσο στα μέσα του '70 προέκυψε μία αναθέρμανση του

¹⁰ Στην επιστήμη υπολογιστών, συναρτησιακός προγραμματισμός είναι ένα προγραμματιστικό παράδειγμα που αντιμετωπίζει τον υπολογισμό ως την αποτίμηση μαθηματικών συναρτήσεων και αποφεύγει την κατάσταση προγράμματος και τα μεταβλητά δεδομένα. Δίνει έμφαση στην εφαρμογή συναρτήσεων, σε αντίθεση με τον προστακτικό προγραμματισμό, ο οποίος δίνει έμφαση στις αλλαγές κατάστασης.

¹¹ Οι Γενετικοί αλγόριθμοι ανήκουν στο κλάδο της επιστήμης υπολογιστών και αποτελούν μια μέθοδο αναζήτησης βέλτιστων λύσεων σε συστήματα που μπορούν να περιγραφούν ως μαθηματικό πρόβλημα. Είναι χρήσιμοι σε προβλήματα που περιέχουν πολλές παραμέτρους/διαστάσεις και δεν υπάρχει αναλυτική μέθοδος που να μπορεί να βρει το βέλτιστο συνδυασμό τιμών για τις μεταβλητές ώστε το υπό εξέταση σύστημα να αντιδρά με όσο το δυνατόν με το επιθυμητό τρόπο.

¹² Ο νευρώνας Perceptron είναι ένα είδος τεχνητού νευρωνικού δικτύου που εφευρέθηκε το 1957 στο Αεροναυτικό Εργαστήριο του Κορνέλλ (Cornell Aeronautical Laboratory) από τον Φρανκ Ρόζενμπλατ (Frank Rosenblatt). Μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα απλό είδος ενός εμπροσθοτροφοδοτούμενου (feed-forward) νευρωνικού δικτύου: ένας γραμμικός ταξινομητής (linear classifier).

ενδιαφέροντος για τον τομέα. Αυτό οφειλόταν στις εμπορικές εφαρμογές που απέκτησαν τα έμπειρα συστήματα¹³, στις μηχανές TN με αποθηκευμένη γνώση για έναν εξειδικευμένο τομέα και δυνατότητα ταχείας εξαγωγής λογικών συμπερασμάτων, τα οποία συμπεριφέρονται όπως ένας άνθρωπος ειδικός στον αντίστοιχο τομέα. Ταυτόχρονα την εμφάνισή της έκανε η γλώσσα λογικού προγραμματισμού Prolog η οποία έδωσε νέα ώθηση στη συμβολική TN, ενώ πολύ πιο ισχυρά και με περισσότερες εφαρμογές νευρωνικά δίκτυα, όπως τα πολυεπίπεδα perceptron και τα δίκτυα Hopfield άρχισαν να υλοποιούνται στις αρχές της δεκαετίας του '80. Παράλληλα αναπτύσσονταν πλέον από κοινού, οι γενετικοί αλγόριθμοι και άλλες συναφείς μεθοδολογίες, κάτω από την ομπρέλα του εξελικτικού υπολογισμού.

Κατά τη δεκαετία του '90, με την αυξανόμενη σημασία του Internet, ανάπτυξη γνώρισαν οι ευφυείς πράκτορες, αυτόνομο λογισμικό TN τοποθετημένο σε κάποιο περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρά, οι οποίοι βρήκαν μεγάλο πεδίο εφαρμογών λόγω της εξάπλωσης του Διαδικτύου. Οι πράκτορες στοχεύουν συνήθως στην παροχή βοήθειας στους χρήστες τους, στη συλλογή ή ανάλυση γιγάντιων συνόλων δεδομένων ή στην αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών, ενώ στους τρόπους κατασκευής και λειτουργίας τους συνοψίζουν όλες τις γνωστές μεθοδολογίες TN που αναπτύχθηκαν με το πέρασμα του χρόνου. Έτσι σήμερα, όχι σπάνια, η TN ορίζεται ως η επιστήμη που μελετά τη σχεδίαση και υλοποίηση ευφών πρακτόρων.

Επίσης η TN, κυρίως η μηχανική μάθηση και η ανακάλυψη γνώσης, τη δεκαετία του '90 άρχισε να επηρεάζεται πολύ από τη θεωρία πιθανοτήτων και τη στατιστική. Η αφετηρία αυτής της νέας μετακίνησης υπήρξαν τα δίκτυα πεποιθήσεων, που συνέδεσαν τελικά την TN με τα πιο σχολαστικά μαθηματικά εργαλεία της στατιστικής και της επιστήμης μηχανικών, όπως τα κρυμμένα μαρκοβιανά μοντέλα και τα φίλτρα Κάλμαν. Αυστηρά υποσυμβολικό χαρακτήρα έχει αυτή η νέα πιθανοκρατική προσέγγιση, καθώς και οι τρεις μεθοδολογίες οι οποίες κατατάσσονται κάτω από την ετικέτα της υπολογιστικής νοημοσύνης: τα νευρωνικά δίκτυα, ο εξελικτικός υπολογισμός και η ασαφής λογική (Βλαχάβας, Κεφάλας, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2011).

¹³ Στην τεχνητή νοημοσύνη, ένα έμπειρο σύστημα είναι ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο μιμείται την ικανότητα ενός εμπειρογνώμονα στη λήψη αποφάσεων. Τα έμπειρα συστήματα σχεδιάστηκαν για να λύνουν πολύπλοκα προβλήματα συλλογίζόμενα με βάση τη διαθέσιμη γνώση σε ένα πεδίο, όπως κάνει ένας εμπειρογνώμονας, και όχι εκτελώντας μία ακριβή διαδικασία επίλυσης την οποία έχει προδιαγράψει ένας προγραμματιστής, όπως στην περίπτωση του συμβατικού προγραμματισμού υπολογιστών.

1.3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Οι Jordi Vallverdú, Max Talanov, Salvatore Distefano, Manuel Mazzara, Alexander Tchitchigin, Ildar Nurgaliev (2016) παρουσίασαν μια νέα νευροβιολογικά εμπνευσμένη συναισθηματική γνωστική αρχιτεκτονική: την NEUCOGAR (NEUromodulating γνωστική αρχιτεκτονική). Η NEUCOGAR στοχεύει στον προσδιορισμό μιας χαρτογράφησης από την επίδραση της σεροτονίνης, ντοπαμίνης και της νοραδρεναλίνης στις διαδικασίες υπολογιστών που έχουν ως βάση την αρχιτεκτονική Von Neumann, προκειμένου να εφαρμόσει συναισθηματικά φαινόμενα τα οποία έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν με το μοντέλο του υπολογιστή του Τούρινγκ. Ως βάση της μοντελοποίησης χρησιμοποιείται και το Lönheims, Κύβος του Emotion με τις παραμέτρους της αρχιτεκτονικής Von Neumann. Η επικύρωση γίνεται μέσω προσομοίωσης σε ένα υπολογιστικό σύστημα του neuromodulation ντοπαμίνης και οι επιπτώσεις της αφορούν στο φλοιό. Στην πειραματική φάση του έργου, η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος και αναδιανομή αποθήκευσης λόγω συγκίνησης διαμορφώνεται από το σύστημα της ντοπαμίνης, επιβεβαιώνοντας την ορθότητα του μοντέλου (Vallverdú, και συν., 2016).

Σύμφωνα με τους Juan Miranda και Arantza Aldea (2015) η Ευφυΐα και τα συναισθήματα διαφοροποιούν τον άνθρωπο από τα ζώα. Το συναίσθημα είναι μέρος μιας συμπεριφοράς προσώπων. Ορισμένα συναισθήματα μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση του ατόμου, ακόμη και να αποτρέψουν ένα άτομο από το να παράγει ένα έξυπνο αποτέλεσμα. Ως εκ τούτου, όταν ένας υπολογιστής έχει ως στόχο να μιμηθεί την ανθρώπινη συμπεριφορά, όχι μόνο θα πρέπει ο υπολογιστής αυτός να σκεφτεί και το λόγο, αλλά θα πρέπει επίσης να είναι σε θέση να δείξει τα συναισθήματα. (Miranda & Aldea, 2015).

Ο Jose L. Salmeron παρατήρησε στην εργασία του «Ασαφή γνωστικά δίκτυα για πρόβλεψη των τεχνητών συναισθημάτων» ότι, το συναίσθημα θεωρείται ως ένα κρίσιμο σημείο της ανθρώπινης συμπεριφοράς, και ως εκ τούτου θα πρέπει να ενσωματωθεί στο πλαίσιο της ενότητας συλλογιστική όταν ένα έξυπνο σύστημα ή ένα αυτόνομο ρομπότ έχει ως στόχο να μιμηθεί ή να προβλέψει την ανθρώπινη αντίδραση. Ως εκ τούτου, η τρέχουσα έρευνα στην Τεχνητή Νοημοσύνη δείχνει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την τεχνητή έρευνα για την ανάπτυξη συστημάτων. (Salmeron, 2012).

Οι Monika Hengstler, Ellen Enkel και η Selina Duelli (2016), αναδύονται σε διάφορες εφαρμογές, όπως για παράδειγμα, στα αυτόνομα οχήματα και συσκευές ιατρικής

βοήθειας. Ωστόσο, παρά την αυξανόμενη χρήση τους, είναι ακόμη αισθητός ο σκεπτικισμός στην κοινωνία σχετικά με αυτές τις εφαρμογές. Αντλώντας μια αναλογία από την ανθρώπινη κοινωνική αλληλεπίδραση, η έννοια της εμπιστοσύνης παρέχει μια έγκυρη βάση για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των ανθρώπων και του αυτοματισμού (Hengstler, Enkel, & Duelli, 2016).

Ο Yair Neuman (2016) στις «Αναδυόμενες τεχνολογίες», ειδικότερα εκείνες που αφορούν την επεξεργασία φυσικής γλώσσας, μπορεί να συμβάλουν σημαντικά στη δημόσια υγεία και την επιτήρηση. Οι δυνατότητες των διαφόρων αυτών των τεχνολογιών, επεκτείνουν τις ικανότητες στη σφαίρα της δημόσιας υγείας, από τον έλεγχο για την κατάθλιψη, ώστε να ψάχνουν για ψυχικά προβλήματα για την πρόληψη βίαιων πράξεων μεταξύ των εφήβων και την αναγνώριση των προειδοποιητικών σημάτων της πρόωρης νευροεκφυλιστικής νόσου (Neuman, 2016).

Ο Jan Treur (2013) αναφέρει ότι μέσα από τις γνωστικές, συναισθηματικές και κοινωνικές νευροεπιστήμες όλο και περισσότεροι μηχανισμοί βρέθηκαν που δείχνουν πώς τα συναισθήματα σχετίζονται με αμφίδρομο τρόπο σε πολλές άλλες ψυχικές διεργασίες και συμπεριφορά. Με βάση αυτό συζητείται μια νευρολογική εμπνευσμένη προσέγγιση δυναμικών συστημάτων σχετικά με τη δυναμική και την αλληλεπίδραση των συναισθημάτων. Έτσι, αποκτάται μια ενοποιητική προοπτική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει, για παράδειγμα, πώς τα συναισθήματα σχετίζονται με τις πεποιθήσεις, τις επιθυμίες, τις εμπειρίες, τη λήψη αποφάσεων, καθώς και τα συναισθήματα των άλλων (Treur, 2013).

Η Elizabeth A. Wilson εξετάζει δύο δυσκολίες στις αρχές του AI: (1) δείχνει τη ζημία που προκαλείται σε μια επιστήμη που η ίδια θεσπίζει αναστέλλοντας τις συναισθηματικές ικανότητες του νου και (2) συλλογίζεται τα μελαγχολικά αποτελέσματα μιας έρευνας που περιφρονητικά απορρίπτει τη γνώση της εσωτερικής ψυχολογίας (Wilson, 2008).

Η Mariana Goya-Martinez (2016) θεωρεί τη σύλληψη των συναισθημάτων ως μοναδική σε βιολογικούς οργανισμούς και ως ελάττωμα στην ανθρώπινη νοημοσύνη που έχει αμφισβητηθεί τα τελευταία χρόνια. Οι ερευνητές της τεχνητής νοημοσύνης αφηφούν την ιδέα των συναισθημάτων ως αποκλειστικά βιολογική. Τα συναισθήματα θεωρούνται πλέον ως γνωστικές αντιλήψεις που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες λήψης

αποφάσεων. Με βάση τις συζητήσεις και τις εφευρέσεις για την τεχνητή νοημοσύνη, διερευνάται το πώς τα συναισθήματα ορίζονται στο χώρο της τεχνητής νοημοσύνης, ποιος είναι ο ρόλος τους στην απόδοση των πρακτόρων, και πώς και γιατί γίνονται παράδειγμα προς μίμηση. Η εξομοίωση των συναισθημάτων είναι απλώς άλλο ένα βήμα προς τον στόχο να αναπαράγει την ανθρώπινη νοημοσύνη, προωθώντας ένα υψηλότερο επίπεδο του ανθρωπομορφισμού στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης (Goya-Martinez, 2016).

Σε συνέντευξή της η Mady Delvaux (2015) υποστήριξε ότι «Το ρομπότ δε θα κάνει κακό σε άνθρωπο, ούτε με την αδράνειά του θα επιτρέψει να βλαφτεί ανθρώπινο όν. Το ρομπότ πρέπει να υπακούει τις διαταγές που του δίνουν οι άνθρωποι... Οι τρεις νόμοι της ρομποτικής του Ασίμωφ είναι επιστημονική φαντασία, ωστόσο η επιστήμη της ρομποτικής δεν είναι πια καθόλου φανταστική λιγότερο φανταστική και η επιτροπή Νομικών του ΕΚ συνέστησε ομάδα εργασίας εν όψει επερχόμενης νομοθεσίας» (Delvaux, 2015).

Η ομάδα εργασίας που δημιουργήθηκε για το θέμα της ΤΝ αποτελείται από εκπροσώπους από όλες τις πολιτικές ομάδες και θα βρίσκεται σε στενή συνεργασία με τις κοινοβουλευτικές επιτροπές του ΕΚ, όπως οι επιτροπές Απασχόλησης, Εσωτερικής Αγοράς, Βιομηχανίας, Έρευνας και Ενέργειας, Διεθνούς Εμπορίου, την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και ειδικούς.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η αξιολόγηση επιστημονικών και τεχνικών επιλογών (STOA), θα κάνει μελέτη για τις πιθανές κοινωνικές και δημογραφικές προοπτικές. Στο παρελθόν η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει χρηματοδοτήσει έρευνες ρομποτικής, όμως δεν υπάρχει ακόμα ευρωπαϊκή νομοθεσία που να ρυθμίζει τέτοια θέματα

Υπάρχουν ακόμα νομικά κολλήματα στον ορισμό του ρομπότ. Πολλοί άνθρωποι έχουν στο μυαλό τους το «ανδροειδές» που μοιάζει και λειτουργεί σαν άνθρωπος. Με τις ενέργειες που θα γίνουν θα καλυφθούν όλα τα είδη ρομποτικής -βιομηχανικά ρομπότ, ρομπότ που παρέχουν υπηρεσίες (ηλεκτρικές σκούπες, έξυπνα ψυγεία), χειρουργικά ρομπότ, μη επανδρωμένα αεροσκάφη, αυτοκίνητα, τεχνητή νοημοσύνη. Τα «ανδροειδές» -που κυκλοφορούν κυρίως στην Ιαπωνία- είναι το τελευταίο μέλημα της ομάδα εργασίας.

Από που προκύπτει και είναι βέβαιο είναι η ανάγκη για τη δημιουργία νομοθεσίας σε αυτό το ζήτημα. Διότι η τεχνητή νοημοσύνη δεν καλύπτεται από την ισχύουσα νομοθεσία. Υπήρξαν περιπτώσεις όπου η νομοθεσία είχε κενά;

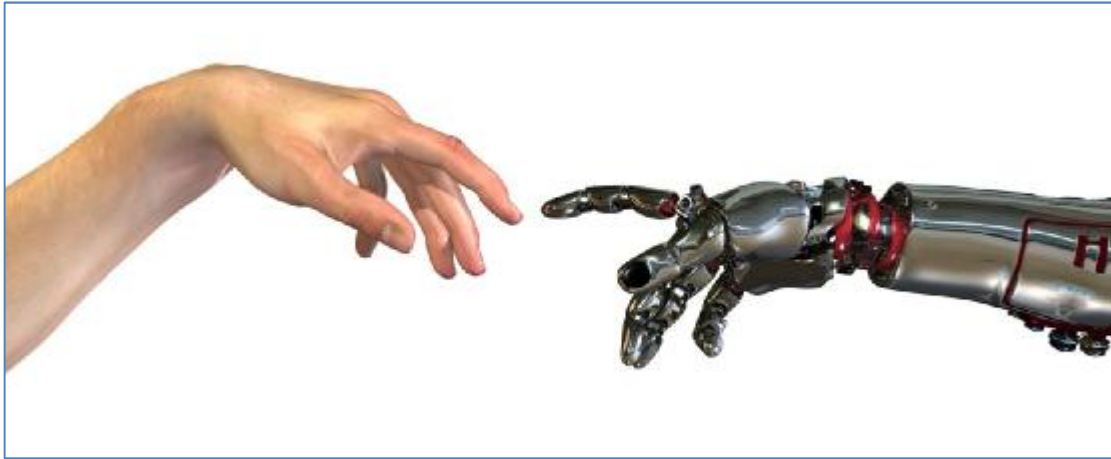
Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τη δημιουργία νομοθεσίας. Χρειαζόνται νέα ευρωπαϊκά πρότυπα. Επίσης, υπάρχει το ζήτημα της αστικής ευθύνης, της προστασίας των προσωπικών δεδομένων αλλά και η πρόληψη της πειρατείας. Για παράδειγμα, τα βιομηχανικά ρομπότ καλύπτονται από την οδηγία για τα μηχανήματα σε ότι αφορά την ταχύτητά τους και κάποιες τεχνικές παραμέτρους, όχι όμως και για τη νοημοσύνη του μηχανήματος. Πρέπει να δοκιμαστούν περισσότερο τα ρομπότ για να καταγραφούν οι αντιδράσεις τους αλλά και τα ατυχήματα που θα μπορούσαν να προκληθούν από την αλληλεπίδρασή τους με τους ανθρώπους.

Πολλοί άνθρωποι φοβούνται ότι τα ρομπότ θα πάρουν τις δουλειές τους, άλλοι υποστηρίζουν αντιθέτως ότι τα ρομπότ θα δημιουργήσουν νέες και καλύτερες θέσεις εργασίας. δημιουργείται μιας νέα βιομηχανική επανάσταση.

1.4 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Η σημασία της ρομποτικής έγκειται στις επιπτώσεις της στην ικανότητα της Ευρώπης να διατηρήσει και να επεκτείνει ένα ανταγωνιστικό τομέα μεταποίησης με εκατομμύρια σχετικών θέσεων εργασίας να διακυβεύονται. Η Ρομποτική επίσης προσφέρει νέες λύσεις στις κοινωνικές προκλήσεις όπως η γήρανση, η υγεία, οι έξυπνες μεταφορές, η ασφάλεια, η ενέργεια και το περιβάλλον.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προωθεί ενεργά την έρευνα, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την καινοτομία μέσω καλύτερων και ασφαλέστερων ρομπότ, με παράλληλη διασφάλιση ηθικών πτυχών της προόδου που έχει επιτευχθεί. Η εστίαση του ΕΚ σχετίζεται με την ανάπτυξη άριστης επιστημονικής βάσης για την υπέρβαση των ορίων της τεχνολογίας και την αξιοποίηση αυτών των αποτελεσμάτων σε εφαρμογές πραγματικού κόσμου (European Commission-Robotics, 2016).



Εικόνα 1.3: Λογότυπο της ιστοσελίδας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Ρομποτική.

Πηγή: (European Commission-Robotics, 2016).

Η ρομποτική είναι απαραίτητη:

- Για την παραγωγικότητα και την ανταγωνιστικότητα
- Για την αναβίωση της βιομηχανίας, λόγω της γήρανσης του εργατικού δυναμικού
- Για την καθοριστική αντιμετώπιση των κοινωνικών προκλήσεων
- Για την υγεία, τη γήρανση του πληθυσμού, το περιβάλλον, την ασφάλεια
- Για τις αγορές υπηρεσιών, που κατέχουν δινήφια αύξηση
- Για αυτόνομα συστήματα μετασχηματισμού των ΤΠΕ
- Για την αυτοκινητοβιομηχανία και άλλους τομείς

Η Ρομποτική είναι μια ταχέως αναπτυσσόμενη αγορά που οδηγείται όλο και περισσότερο στην ανάπτυξη νέων και βελτιωμένων προϊόντων σε ποικίλους τομείς, όπως την παραγωγή, την έρευνα και διάσωση, την ανάκτηση, την επιθεώρηση και τον έλεγχο, τη χειρουργική επέμβαση και την υγειονομική περίθαλψη, τα σπίτια και τα αυτοκίνητα, τις μεταφορές και τον εφοδιασμό, τη γεωργία, και πολλά άλλα.

Η ραγδαία αύξηση της χρήσης των ρομπότ στα σπίτια και στην εργασία, στα νοσοκομεία και σε βιομηχανικά περιβάλλοντα παρέχει ένα εμπνευσμένο όραμα για το πώς μπορούν να ωφελήσει την κοινωνία στο σύνολό της και πώς οι προτεραιότητες για την τόνωση της ρομποτικής θα πρέπει να ορίζεται σε αυτό το σημείο στην εξέλιξη τους, για να αναπτύξει καλύτερα τις δυνατότητες για την ανάπτυξη, την απασχόληση και την καινοτομία στην Ευρώπη.

Μέσα από ένα χαρτοφυλάκιο εκατόν είκοσι ερευνητικών έργων και δράσεων συντονισμού, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει σταδιακά δημιουργήσει μια στερεή βάση γνώσης και συνεργασίας σε όλη την κοινότητα των ενδιαφερομένων για τη ρομποτική. Αυτή η βάση περιλαμβάνει ένα δημόσιο και ιδιωτικό τομέα για την ρομποτική που ονομάζεται SPARC (European Commission-Robotics, 2016).

Το έργο αυτό γίνεται σε στενή συνεργασία με την κοινότητα ρομποτικής, συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων των κρατών μελών, της βιομηχανίας, των πανεπιστημίων και των ερευνητικών ιδρυμάτων.

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: «ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ»

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ένας νεαρός ερευνητής στο Εδιμβούργο, στις αρχές της δεκαετίας του 1970, κέρδισε την υστεροφημία του στο επιστημονικό στερέωμα, λόγω της έρευνάς του για τον Επαγωγικό Λογικό Προγραμματισμό (ALP), ο οποίος άνοιξε νέους δρόμους στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης.

Πρόκειται για τον Ρόμπερτ (Μπομπ) Κοβάλσκι του οποίου η έρευνα δημιούργησε καινούργια δεδομένα, σε αυτό που τότε ήταν ακόμη μια θεωρητική έννοια για τους περισσότερους, ωστόσο είχε διεισδύσει στην καθημερινότητα εκατομμυρίων ανθρώπων: την τεχνητή νοημοσύνη.

Σε διάλεξη ο Κοβάλσκι υποστήριξε ότι οι μέθοδοι της υπολογιστικής λογικής, που υπάρχουν στον κύκλο λειτουργίας των πρακτόρων λογισμικού, μπορούν να περάσουν στην καθημερινότητα, ώστε να βοηθήσουν τους ανθρώπους να βελτιώσουν την ανθρώπινη νοημοσύνη χωρίς τη βοήθεια υπολογιστών και να λαμβάνουν πιο σωστές αποφάσεις (Διδαγέλου, 2014).

Συγκεκριμένα υποστήριξε ότι το μοντέλο της απαγωγικής συλλογιστικής μπορεί να το χρησιμοποιήσει ο μέσος άνθρωπος για τη βελτίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης. Συμβάλλει στην έκφραση σκέψεων με σαφήνεια. Με την εφαρμογή τέτοιων τεχνικών θα υπάρξει μια καρποφόρα κατεύθυνση για την έρευνα στο μέλλον και μια πολλά υποσχόμενη ερευνητική περιοχή, για συνεργασίες μεταξύ ερευνητών, που ασχολούνται με θέματα τεχνητής νοημοσύνης και ανθρωπιστικών επιστημών.

Ο Μπομπ Κοβάλσκι, που έχει τιμηθεί με το Βραβείο Ερευνητικής Αριστείας, στο Παγκόσμιο Συνέδριο Τεχνητής Νοημοσύνης IJCAI, πρότεινε αυτόν τον νέο τρόπο σκέψης. Προφανώς, η εφαρμογή ενός τέτοιου μοντέλου, ανήκει πιθανότατα στο μέλλον.

2.2 ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΦΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Μέθοδοι μηχανικής μάθησης¹⁴ (machine learning), που χαρακτηρίζονται από αυστηρούς μαθηματικούς αλγόριθμους και στατιστικές μεθόδους ανάλυσης, εμπλέκονται στη συμβατική τεχνητή νοημοσύνη. Οι μέθοδοι αυτές διακρίνονται σε (Ποθητός, 2016):

- Έμπειρα ή Εξειδικευμένα συστήματα (Expert systems), τα οποία εφαρμόζουν προγραμματισμένες ρουτίνες λογικής, που έχουν σχεδιαστεί αποκλειστικά για μία συγκεκριμένη εργασία, προκειμένου να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα. Για το σκοπό αυτό, διεξάγεται επεξεργασία μεγάλων ποσοτήτων γνωστών πληροφοριών.
- Λογική κατά περίπτωση (Case based reasoning). Πρόκειται για την επίλυση ενός προβλήματος που βασίζεται στην προηγούμενη επίλυση παρόμοιων προβλημάτων.
- Μπαϋεσιανά δίκτυα (Bayesian networks). Βάση τους είναι η στατιστική ανάλυση για τη λήψη αποφάσεων.
- Συμπεριφορική τεχνητή νοημοσύνη (Behavior based AI). Είναι η μέθοδος τεμαχισμού της λογικής διαδικασίας και στη συνέχεια χειροκίνητης οικοδόμησης του αποτελέσματος.

Στη μάθηση μέσω επαναληπτικών διαδικασιών (ρύθμιση παραμέτρων) βασίζεται η υπολογιστική τεχνητή νοημοσύνη. Η μάθηση βασίζεται σε εμπειρικά δεδομένα και σε μη-συμβολικές μεθόδους. Διακρίνεται σε (Βλαχάβας, Κεφάλας, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2011):

- Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial neural networks) με πολύ ισχυρές δυνατότητες αναγνώρισης προτύπων (pattern recognition), τα οποία προσομοιάζουν τη λειτουργία των νευρώνων των εμβίων όντων.
- Συστήματα Ασαφούς λογικής (Fuzzy logic systems). Πρόκειται για τεχνικές λήψης απόφασης κάτω από αβεβαιότητα. Βασίζονται στην ύπαρξη μη-αυστηρά διαχωρισμένων καταστάσεων, των οποίων η βαρύτητα λαμβάνεται υπόψη κατά περίπτωση. Υπάρχουν ήδη πολλές εφαρμογές των τεχνικών αυτών.
- Εξελικτική υπολογιστική (Evolutionary computation). Η μελέτη των έμβιων οργανισμών οδήγησε στην ανάπτυξη της από και αφορά σε έννοιες όπως του πληθυσμού, της μετάλλαξης και της φυσικής επιλογής (επιβίωση του πιο προσαρμοσμένου) για την ακριβέστερη επίλυση ενός προβλήματος. Περαιτέρω οι μέθοδοι αυτές μπορούν να

¹⁴Η μηχανική μάθηση (machine learning) είναι μια περιοχή της τεχνητής νοημοσύνης η οποία αφορά αλγόριθμους και μεθόδους που επιτρέπουν στους υπολογιστές να «μαθαίνουν».

διακριθούν σε εξελικτικούς αλγόριθμους (evolutionary algorithms) και σε σμήνη νοημοσύνης (swarm intelligence), όπως πχ οι αλγόριθμοι που προσομοιάζουν τη συμπεριφορά μίας κοινωνίας μυρμηγκιών.

2.3 ΝΕΥΡΩΝΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το κύκλωμα διασυνδεδεμένων νευρώνων ονομάζεται νευρωνικό δίκτυο. Πρόκειται για ένα τμήμα νευρικού ιστού όταν αφορά βιολογικούς νευρώνες. Όμως όταν αφορά τεχνητούς νευρώνες, τότε πρόκειται για ένα αφηρημένο αλγοριθμικό κατασκεύασμα το οποίο εμπίπτει στον τομέα της υπολογιστικής νοημοσύνης, καθώς στόχος του νευρωνικού δικτύου είναι η επίλυση κάποιου υπολογιστικού προβλήματος, ή της υπολογιστικής νευροεπιστήμης, όταν στοχεύει στην υπολογιστική προσομοίωση της λειτουργίας των βιολογικών νευρωνικών δικτύων με βάση κάποιο μαθηματικό μοντέλο τους (Αργυράκης Παναγιώτης-Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2010).

2.3.1 Ορισμός και λειτουργία νευρωνικού δικτύου

Πρόκειται για ένα δίκτυο από απλούς υπολογιστικούς κόμβους (νευρώνες, νευρώνια), διασυνδεδεμένους μεταξύ τους. Έχει εμπνευστεί από το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ), το οποίο προσπαθεί να προσομοιώσει.

Οι νευρώνες αποτελούν τα δομικά στοιχεία του δικτύου. Σε κάθε τέτοιο κόμβο υπάρχει ένα σύνολο αριθμητικών εισόδων από διαφορετικές πηγές (είτε από άλλους νευρώνες, είτε από το περιβάλλον), επιτελώντας έναν υπολογισμό με βάση αυτές τις εισόδους και παράγοντας μία έξοδο. Αυτή η έξοδος είτε κατευθύνεται στο περιβάλλον, είτε τροφοδοτείται ως είσοδος σε άλλους νευρώνες του δικτύου. Υπάρχουν τρεις τύποι νευρώνων: οι νευρώνες εισόδου, οι νευρώνες εξόδου και οι υπολογιστικοί νευρώνες ή κρυμμένοι νευρώνες. Στους νευρώνες εισόδου δεν επιτελείται κανένας υπολογισμός, απλώς μεσολαβούν ανάμεσα στις περιβαλλοντικές εισόδους του δικτύου και στους υπολογιστικούς νευρώνες. Από την άλλη οι νευρώνες εξόδου διοχετεύουν στο περιβάλλον τις τελικές αριθμητικές εξόδους του δικτύου. Τέλος, οι υπολογιστικοί νευρώνες πολλαπλασιάζουν κάθε είσοδό τους με το αντίστοιχο συναπτικό βάρος υπολογίζοντας το ολικό άθροισμα των γινομένων. Το άθροισμα αυτό τροφοδοτείται ως όρισμα στη συνάρτηση ενεργοποίησης, την οποία υλοποιεί εσωτερικά κάθε κόμβος. Η τιμή που λαμβάνει

η συνάρτηση για το εν λόγω όρισμα είναι και η έξοδος του νευρώνα για τις τρέχουσες εισόδους και βάρη (Αργυράκης Παναγιώτης-Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2010).

2.3.2 Ιδιότητες νευρωνικού δικτύου

Τα νευρωνικά δίκτυα, τα τελευταία χρόνια, έχουν προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς εφαρμόζονται με μεγάλη επιτυχία σε πολλούς τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας, όπως τα χρηματοοικονομικά, η ιατρική, η επιστήμη μηχανικού, η γεωλογία, η φυσική, η ρομποτική, η επεξεργασία σήματος κτλ. Ουσιαστικά, τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται όπου τίθεται θέμα πρόβλεψης, ταξινόμησης ή ελέγχου. Σε δύο βασικά στοιχεία μπορεί να αποδοθεί η σαρωτική αυτή επιτυχία: την ισχύ και την ευχρηστία (Αργυράκης Παναγιώτης-Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2010).

1. **Ισχύς:** Τα νευρωνικά δίκτυα πρόκειται για πολύ εξελιγμένες τεχνικές μη γραμμικής μοντελοποίησης, που είναι ικανές να μοντελοποιήσουν εξαιρετικά πολύπλοκες λειτουργίες. Για πολύ καιρό υπήρξε ευρέως διαδεδομένη η γραμμική μοντελοποίηση, δεδομένου ότι στα γραμμικά μοντέλα εφαρμόζονται πολύ γνωστές στρατηγικές βελτιστοποίησης. Όμως σε περιπτώσεις όπου η γραμμική προσέγγιση δεν ήταν έγκυρη, τα μοντέλα αυτά είχαν την ανάλογη αποτυχία. Βέβαια αν και επιτρέπουν τη μη γραμμικότητα μέσω χρήσης μη γραμμικών συναρτήσεων ενεργοποίησης τα νευρωνικά δίκτυα, ωστόσο μεταθέτουν με τη σειρά τους το πρόβλημα στο ζήτημα της διάστασης (του πλήθους των διαφορετικών εισόδων και εξόδων), το οποίο αποτελεί αγκάθι στις προσπάθειες μοντελοποίησης μη γραμμικών συναρτήσεων με μεγάλο αριθμό μεταβλητών.
2. **Ευχρηστία:** Με παραδείγματα εκπαιδεύονται τα νευρωνικά δίκτυα. Αντιπροσωπευτικά δεδομένα συγκεντρώνονται από τον χρήστη και στη συνέχεια, καθώς τα τροφοδοτεί συστηματικά στο δίκτυο μέσω των κατάλληλων αλγορίθμων εκπαίδευσης, το δίκτυο «καταλαβαίνει» αυτόματα τη δομή των δεδομένων και η «γνώση» αυτή εκφράζεται ως κατάλληλες επιλογές συναπτικών βαρών. Συνεπώς ο προσδιορισμός των κατάλληλων βαρών του δικτύου είναι το τελικό αποτέλεσμα της εκπαίδευσης με ένα συγκεκριμένο σύνολο παραδειγμάτων. Σχετικά με τον τρόπο επιλογής και προετοιμασίας των δεδομένων, τον τρόπο εκλογής του κατάλληλου νευρωνικού δικτύου και στο πώς θα ερμηνευτούν τα αποτελέσματα ο χρήστης χρειάζεται να έχει κάποιες ουσιαστικές γνώσεις. Ωστόσο, είναι πολύ χαμηλότερο συγκριτικά με κάποια περίπτωση που θα χρησιμοποιούνταν ορισμένες πιο παραδοσιακές, μη γραμμικές στατιστικές μέθοδοι, το

επίπεδο των γνώσεων του χρήστη που απαιτούνται για μια επιτυχημένη εφαρμογή των νευρωνικών δικτύων.

2.3.3 Εφαρμογές νευρωνικού δικτύου

Τα νευρωνικά δίκτυα εφαρμόζονται σχεδόν σε κάθε κατάσταση στην οποία υπάρχει μια σχέση μεταξύ μεταβλητών πρόβλεψης (ανεξάρτητες, εισροές) και προβλεπόμενων μεταβλητών (εξαρτημένες, εκροές), ακόμα και όταν αυτή η σχέση είναι πολύ περίπλοκη για να αποδοθεί με τους συνηθισμένους όρους της «συσχέτισης» ή των «διαφόρων ομάδων». Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα προβλημάτων κατά τα οποία η ανάλυση των νευρωνικών δικτύων έχει εφαρμοστεί με επιτυχία είναι τα εξής (Διαμαντάρας, 2007):

- **Ιατρική διάγνωση:** Μπορούν να παρακολουθηθούν ένα ευρύ φάσμα ιατρικά συσχετιζόμενων ενδείξεων, όπως ο συνδυασμός της καρδιακής συχνότητας, τα επίπεδα των διαφόρων ουσιών στο αίμα, ο ρυθμός της αναπνοής. Η εκδήλωση μιας συγκεκριμένης ιατρικής κατάστασης, μπορεί να συσχετιστεί με ένα πολύπλοκο συνδυασμό μεταβολών σε ένα υποσύνολο μεταβλητών που παρακολουθούνται. Για την αναγνώριση αυτού του προτύπου πρόβλεψης έχουν χρησιμοποιηθεί τα νευρωνικά δίκτυα, ώστε να χορηγηθεί η κατάλληλη θεραπεία.
- **Χρηματιστηριακές προβλέψεις:** Ακόμα ένα παράδειγμα ενός πολύπλοκου, πολυδιάστατου φαινομένου είναι οι διακυμάνσεις των τιμών των μετοχών και των χρηματιστηριακών δεικτών. Από πολλούς τεχνικούς αναλυτές τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται, ώστε να κάνουν προβλέψεις σχετικά με τις τιμές των μετοχών, βασιζόμενοι σε ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων, όπως δηλαδή, τις προηγούμενες επιδόσεις άλλων αποθεμάτων και διαφόρων οικονομικών δεικτών.
- **Πιστωτική ανάθεση:** Πρόκειται για μια ποικιλία από κομμάτια πληροφοριών, τα οποία είναι συνήθως γνωστά για ένα απαιτούμενο δάνειο. Παραδείγματος χάριν, η ηλικία του αιτούντος, η εκπαίδευση, το επάγγελμα και πολλά άλλα στοιχεία που μπορεί να είναι διαθέσιμα. Μετά την εκπαίδευση ενός νευρωνικού δικτύου σε ιστορικά δεδομένα η ανάλυση μπορεί να εκτοπίσει τα πιο κατάλληλα και σχετικά χαρακτηριστικά και να τα χρησιμοποιήσει για την ταξινόμηση των αιτούντων ως χαμηλού ή υψηλού κινδύνου.
- **Παρακολούθηση της κατάστασης των μηχανημάτων:** Με τα νευρωνικά δίκτυα μειώνεται το κόστος με την εξασφάλιση της πρόσθετης εμπειρογνωμοσύνης για τον προγραμματισμό προληπτικής συντήρησης των μηχανημάτων. Συνεπώς ένα νευρωνικό

δίκτυο μπορεί να εκπαιδευτεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να διακρίνει από τους ήχους της μηχανής εάν εκτελούνται κανονικά οι λειτουργίες της ή βρίσκονται στα πρόθυρα εμφάνισης οποιασδήποτε δυσλειτουργίας. Κατόπιν, η εμπειρία του ίδιου δικτύου είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ώστε να προειδοποιηθεί ένας τεχνικός για κάποια επικείμενη βλάβη προτού συμβεί και ενδεχομένως προκαλέσει πολυδάπανες και απρόβλεπτες χρονικές καθυστερήσεις.

- **Συστήματα διαχείρισης κινητήρα:** Τα νευρωνικά δίκτυα έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των εισροών που δέχονται οι αισθητήρες ενός κινητήρα. Με το νευρωνικό δίκτυο ελέγχεται μια ποικιλία παραμέτρων με τις οποίες λειτουργεί ο κινητήρας, προκειμένου να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος. Για παράδειγμα, το δίκτυο αυτό επιχειρεί την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης των καυσίμων.

2.3.4 Νευρωνικά δίκτυα και Τεχνητή Νοημοσύνη

Μέσα από διεξαγωγές ερευνών της Τεχνητής Νοημοσύνης αναπτύχθηκαν τα νευρωνικά δίκτυα. Πρόκειται δηλαδή για προσπάθειες μίμησης της ανοχής σε βλάβες και τη δυνατότητα εξόρυξης γνώσης μέσα από βιολογικά νευρωνικά συστήματα, μοντελοποιώντας τη δομή των χαμηλών επιπέδων του εγκεφάλου. Κατόπιν, μετά το κύριο μέρος της έρευνας της Τεχνητής Νοημοσύνης που έγινε το 1960-1980, προήλθαν τα Έμπειρα Συστήματα (Expert Systems). Τα συστήματα αυτά βασίζονται σε ένα μοντέλο λογικής διεργασίας υψηλού επιπέδου, που προήλθε από τον τρόπο με τον οποίο έχει δομηθεί η συλλογιστική διεργασία των ανθρώπων σχετικά με το χειρισμό των συμβόλων. Γρήγορα έγινε εμφανές πως αυτά τα συστήματα αν και σε κάποιους τομείς ήταν πολύ χρήσιμα, απέτυχαν να συλλάβουν καίριες πτυχές της ανθρώπινης νοημοσύνης. Το γεγονός αυτό ίσως οφειλόταν στην αποτυχία τους να μιμηθούν τη βασική δομή του εγκεφάλου. Προκειμένου να αναπαραχθεί νοημοσύνη, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία συστημάτων με παρόμοια τεχνική (Βοσνιάδου, 2014).

Κατά κύριο λόγο ο εγκέφαλος αποτελείται από ένα ευρύ φάσμα νευρώνων (10.000.000.000 κατά προσέγγιση), οι οποίοι είναι μαζικά διασυνδεδεμένοι με ένα μέσο όρο από διάφορες χιλιάδες διασυνδέσεις ανά νευρώνα. Ο νευρώνας είναι ένα εξειδικευμένο κύτταρο που έχει τη δυνατότητα μετάδοσης ενός ηλεκτροχημικού σήματος. Διαθέτει μια διακλαδωτική διάρθρωση εισροών, τους δενδρίτες (dendrites), ένα κυτταρικό σώμα και μια διακλαδωτική δομή εκροών (τον άξονα). Μέσω μιας σύναψης συνδέονται οι άξονες ενός

κυττάρου με τους δενδρίτες ενός άλλου. Όταν, λοιπόν, ένας άξονας ενεργοποιηθεί, πυροδοτεί ένα ηλεκτροχημικό σήμα κατά μήκος του άξονα. Αυτή η διαδικασία εκτελείται από έναν νευρώνα μόνο όταν το συνολικό σήμα το οποίο λήφθηκε από τους δενδρίτες, υπερβεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο, δηλαδή, το κατώτατο όριο βολής (firing threshold).

Από την αποτελεσματικότητα των συνάψεων εξαρτάται η ισχύς ενός σήματος που λαμβάνεται από ένα νευρώνα. Σε κάθε σύναψη περιέχεται ένα κενό με νευροδιαβιβαστές χημικών ουσιών (neurotransmitter chemicals) που είναι σε ετοιμότητα για μετάδοση ενός μηνύματος. Ένας από τους πιο σημαντικούς ερευνητές στα νευρολογικά συστήματα, ο Donald Hebb, έθεσε ως ζήτημα πως η μάθηση συνιστάται κυρίως από τη μεταβολή της ισχύος των συναπτικών συνδέσμων.

Το πείραμα του Ραβλον για την Κλασική Εξάρτηση τίθεται ως παράδειγμα. Η κλασική εξάρτηση είναι μια μορφή συνειρμικής μάθησης, η οποία για πρώτη φορά παρουσιάστηκε από τον Ivan Pavlov και περιλαμβάνει την παρουσίαση ενός ουδέτερου ερεθίσματος μαζί με κάποιο σημαντικό ερέθισμα. Ο Ραβλον κάνοντας πειράματα με σκύλους, παρατήρησε πως ορισμένα ερεθίσματα, όπως ο ήχος των βημάτων του εκτροφέα που πλησίαζε ή ο ήχος ενός κουδουνιού κατά την προσφορά της τροφής ενεργοποιούσε την έκκριση σιέλου, όπως ακριβώς την ενεργοποιούσε η διατροφή. Επαναλαμβάνοντας το πείραμα δημιουργήθηκε ένα καινούριο ανακλαστικό. Ο νέος αυτός τρόπος διασύνδεσης μεταξύ δύο ερεθισμάτων έγινε γνωστός ως εξαρτημένο ανακλαστικό (conditioned reflex) και η διαδικασία ονομάστηκε κλασική εξάρτηση και μέσω αυτής επέρχεται σημαντική αλλαγή της συμπεριφοράς (Graham, 2010).

Από πρόσφατες έρευνες στη γνωστική επιστήμη και ιδιαίτερα στον τομέα της ασυνείδητης επεξεργασίας πληροφοριών, αποδείχθηκε περαιτέρω η τεράστια ικανότητα του ανθρώπινου μυαλού να καταλήγει σε απλές συνδιακυμάνσεις εισροών-εκροών, από εξαιρετικά πολύπλοκα ερεθίσματα. Επομένως, από ένα τεράστιο αριθμό ιδιαίτερα απλών μονάδων εργασίας, ο εγκέφαλος κατορθώνει την εκτέλεση εξαιρετικά πολύπλοκων καθηκόντων. Μάλιστα μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα έχουν την ικανότητα να επιτύχουν τόσο αξιολόγα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο όχι και τόσο πολύπλοκο (Διδαγγέλου, 2014).

2.3.5 «Εκπαίδευση» Νευρωνικών Δικτύων

Η ικανότητα για «εκπαίδευση» είναι μια από τις πιο βασικές ιδιότητες των Νευρωνικών Δικτύων. Μέσω της ανταλλαγής τιμών και βαρών επιτυγχάνεται η εκπαίδευση αυτή, που αποσκοπεί στη βαθμιαία σύλληψη της πληροφορίας η οποία στη συνέχεια θα είναι διαθέσιμη προς ανάκτηση. Βέβαια υπάρχουν πολλοί αλγόριθμοι που η εφαρμογή τους έχει στόχο την προσαρμογή των τιμών των βαρών ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου. Σε δύο κατηγορίες μπορούν να καταταχθούν όλες οι μέθοδοι μάθησης: τη μάθηση με επίβλεψη (supervised learning) και τη μάθηση χωρίς επίβλεψη (unsupervised learning).

Μάθηση με επίβλεψη: πρόκειται για μια μάθηση που αφορά μια διαδικασία η οποία συνδυάζει έναν εξωτερικό εκπαιδευτή και τη συνολική ή γενικευμένη πληροφορία. Η μάθηση με διόρθωση σφάλματος, η στοχαστική μάθηση είναι κάποιες από τις μεθόδους οι οποίες συγκαταλέγονται σε αυτή την κατηγορία. Παραδείγματα τα οποία αντιπροσωπεύουν την μάθηση με επίβλεψη, συμπεριλαμβάνουν αποφάσεις για το πότε θα πρέπει να σταματήσει η διαδικασία εκπαίδευσης, αποφάσεις αναφορικά με τη συχνότητα παρουσίασης στο δίκτυο τα πρότυπα εκπαίδευσης και η παρουσίαση προόδου του δικτύου. Σε δύο ακόμα κατηγορίες χωρίζεται η μάθηση με επίβλεψη: στη δομική (structural) και στην προσωρινή (temporal) εκμάθηση. Οι αλγόριθμοι της πρώτης κατηγορίας, χρησιμοποιούνται για την εύρεση της βέλτιστης σχέσης μεταξύ εισόδων και εξόδων για κάθε ξεχωριστό ζευγάρι προτύπων. Η αναγνώριση και η κατηγοριοποίηση προτύπων αποτελούν παραδείγματα της δομικής εκμάθησης, ενώ η πρόβλεψη και ο έλεγχος αποτελούν παραδείγματα της προσωρινής εκμάθησης.

Μάθηση χωρίς επίβλεψη: πρόκειται για αλγόριθμους αυτό-οργανωμένους (self-organized) και είναι διαδικασίες οι οποίες δεν απαιτούν να είναι παρών ένας «εξωτερικός» δάσκαλος ή επιβλέπων. Μάλιστα βασίζονται μόνο σε τοπική πληροφορία καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσης του Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου. Με τους συγκεκριμένους αλγόριθμους οργανώνονται τα δεδομένα και ανακαλύπτουν τις σημαντικές συλλογικές ιδιότητες. Για παράδειγμα, είναι ο αλγόριθμος Hebbian, ο διαφορικός αλγόριθμος Hebbian και ο Min-Max αλγόριθμος είναι αλγόριθμοι εκπαίδευσης χωρίς επίβλεψη.

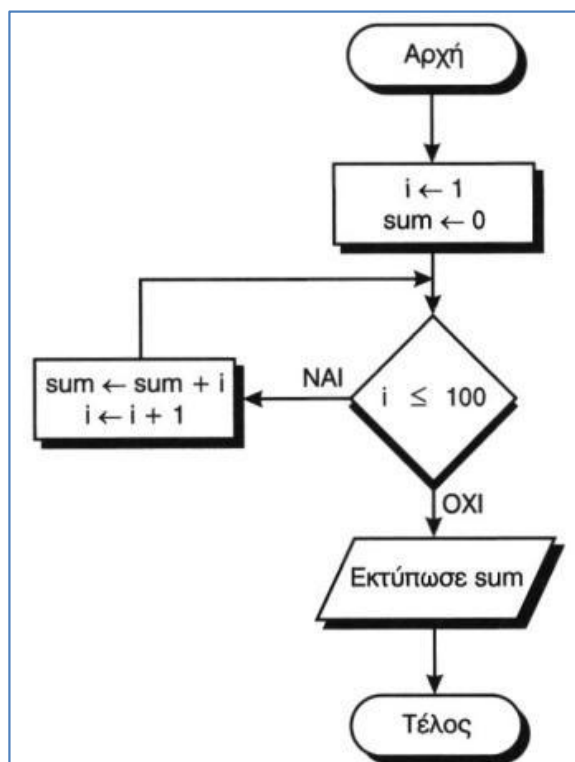
Κατά κύριο λόγο οι περισσότερες διαδικασίες εκπαίδευσης είναι off line. Off line εκπαίδευση ονομάζεται όταν χρησιμοποιείται όλο το δείγμα προτύπων για την τροποποίηση των τιμών των βαρών, πριν την τελική χρήση του δικτύου ως εφαρμογή. Οι αλγόριθμοι

εκπαίδευσης off line έχουν την απαίτηση να βρίσκονται στην εκπαίδευση του δικτύου παρόντα όλα τα πρότυπα. Με το γεγονός αυτό αποκλείεται η πιθανότητα εισαγωγής νέων πληροφοριών μέσω νέων προτύπων. Ωστόσο, υπάρχουν και Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα τα οποία δεν αποκλείουν την εισαγωγή νέας πληροφορίας, μετά την τελική τους μοντελοποίηση. Αν παρουσιαστεί ανάγκη εισαγωγής νέου προτύπου στο δίκτυο, μπορεί να γίνει απευθείας χωρίς τον κίνδυνο να χαθεί κανένα μέρος της αρχικής πληροφορίας. Η δυνατότητα να δίνουν καλύτερες λύσεις σε δύσκολα προβλήματα είναι το πλεονέκτημα των δικτύων που χρησιμοποιούν off line διαδικασίες εκπαίδευσης (Βλαχάβας, Κεφάλας, Βασιλειάδης, Κόκκορας, & Σακελλαρίου, 2011).

2.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Μια περιοχή της τεχνητής νοημοσύνης η οποία αφορά αλγορίθμους και μεθόδους που επιτρέπουν στους υπολογιστές να «μαθαίνουν» είναι η μηχανική μάθηση (machine learning). Με τη μηχανική μάθηση καθίσταται εφικτή η κατασκευή προσαρμόσιμων (adaptable) προγραμμάτων υπολογιστών τα οποία λειτουργούν με βάση την αυτοματοποιημένη ανάλυση συνόλων δεδομένων και όχι τη διαίσθηση των μηχανικών που τα προγραμμάτισαν. Η μηχανική μάθηση βρίσκει εφαρμογή σε μια σειρά από μηχανογραφικών εργασιών όπου η χρήση αλγορίθμων¹⁵, τόσο κατά το σχεδιασμό όσο και κατά τον προγραμματισμό τους είναι απαραίτητη (wikipedia-Μηχανική μάθηση, 2016).

¹⁵ Ως αλγόριθμος ορίζεται μια πεπερασμένη σειρά ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, που στοχεύουν στην επίλυση ενός προβλήματος.



Εικόνα 2.1: Παράδειγμα αλγορίθμου¹⁶.

Πηγή: (SlidePlayer-Βασικές Έννοιες Αλγορίθμων, 2016).

Το spam filtering, η οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR), οι μηχανές αναζήτησης και η υπολογιστική όραση αποτελούν παραδείγματα εφαρμογών. Η μηχανική μάθηση επικαλύπτεται σημαντικά με τη στατιστική, αφού και τα δύο πεδία μελετούν την ανάλυση δεδομένων, όπως επίσης και με τη εξόρυξη δεδομένων (data mining), ωστόσο η δεύτερη εστιάζει περισσότερο στη διερευνητική ανάλυση δεδομένων. Η Μηχανική Μάθηση και η αναγνώριση προτύπων, μπορούν να θεωρηθούν ως «οι δυο όψεις του ίδιου νομίσματος» (SlidePlayer-Βασικές Έννοιες Αλγορίθμων, 2016).

2.4.1 Ορισμός μηχανικής μάθησης

Ο πρωτοπόρος σχεδιαστής παιχνιδιών Άρθουρ Σάμουελ (Arthur Samuel), το 1959, όρισε ως μηχανική μάθηση «Το πεδίο μελέτης που δίνει στους υπολογιστές την δυνατότητα να μαθαίνουν χωρίς να έχουν προγραμματιστεί ρητά γι' αυτό το σκοπό».

¹⁶ Υπολογισμός αθροίσματος αριθμών με επαναληπτική εντολή: για...από...μέχρι. Όπως γίνεται φανερό, η εντολή Για...από...μέχρι περιλαμβάνει όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για την επανάληψη, δηλαδή αρχική τιμή της μεταβλητής i ($=1$) και τελική τιμή ($=100$). Το βήμα μεταβολής της μεταβλητής i είναι 1, το οποίο υπονοείται και δεν σημειώνεται, όταν είναι 1. Η μεταβλητή Sum που υποδέχεται το άθροισμα των διαδοχικών αριθμών, πρέπει να εκκινήσει με τιμή 0, ενώ το εκάστοτε μερικό άθροισμα υπολογίζεται με την εντολή εκχώρησης εντός του βρόχου. Στο τέλος η μεταβλητή Sum θα περιέχει το τελικό άθροισμα.

Ο Τομ Μ. Μιτσέλ (Tom M. Mitchell) το 1997 έδωσε έναν πιο επίσημο ορισμό ο οποίος χρησιμοποιείται ευρέως: «Ένα πρόγραμμα υπολογιστή λέγεται ότι μαθαίνει από 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 » (SlidePlayer-Βασικές Έννοιες Αλγορίθμων, 2016).

2.4.2 Κατηγορίες μηχανικής μάθησης

Ανάλογα με το επιθυμητό αποτέλεσμα του αλγορίθμου κατηγοριοποιούνται οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης. Οι συνηθέστερες κατηγορίες είναι οι εξής (SlidePlayer-Βασικές Έννοιες Αλγορίθμων, 2016):

- Επιτηρούμενη μάθηση, επιβλεπόμενη μάθηση ή μάθηση με επίβλεψη (supervised learning), κατά την οποία ο αλγόριθμος κατασκευάζει μια συνάρτηση που απεικονίζει δεδομένες εισόδους σε γνωστές, επιθυμητές εξόδους (σύνολο εκπαίδευσης), ώστε να γενικευτεί η συνάρτηση αυτή και οι εισοδοί με άγνωστη έξοδο (σύνολο ελέγχου).
- Μη επιτηρούμενη μάθηση, ανεπίβλεπτη μάθηση ή μάθηση χωρίς επίβλεψη (unsupervised learning), κατά την οποία ο αλγόριθμος κατασκευάζει ένα μοντέλο για κάποιο σύνολο εισόδων χωρίς να γνωρίζει επιθυμητές εξόδους για το σύνολο εκπαίδευσης.
- Ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning), όπου ο αλγόριθμος μαθαίνει μια στρατηγική ενεργειών για μια δεδομένη παρατήρηση.

Θεωρία μάθησης ονομάζεται η ανάλυση των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης που είναι ένας κλάδος της στατιστικής.

2.5 ΓΝΩΣΙΑΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Το επιστημονικό πεδίο που ασχολείται με τη μελέτη του νου είναι η γνωσιακή επιστήμη (cognitive science). Είναι ένα διεπιστημονικό αντικείμενο το οποίο αντλεί γνώσεις και ερευνητική μεθοδολογία από τις γνωστικές νευροεπιστήμες, τη γνωστική ψυχολογία, την τεχνητή νοημοσύνη, τη γλωσσολογία και τη φιλοσοφία του νου. Στη γνωσιακή επιστήμη

η έρευνα εστιάζεται κυρίως στη μελέτη της αντίληψης, της προσοχής, της νόησης, της δράσης, της γλώσσας, της μνήμης, της μάθησης και της γνωστικής ανάπτυξης.

Ως αυτόνομο επιστημονικό πεδίο η γνωσιακή επιστήμη άρχισε να αναδύεται στα τέλη της δεκαετίας του 1950. Διάφοροι παράγοντες εκείνης της εποχής συνετέλεσαν σε αυτό όπως η εγκατάλειψη του συμπεριφορισμού στη μελέτη του νου, η ανάπτυξη των υπολογιστών και της τεχνητής νοημοσύνης ειδικότερα, και ο φορμαλισμός στη γλωσσολογία που εισήγαγε ο Νόαμ Τσόμσκι (Βοσνιάδου, 2014).

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: «ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ»

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Με την ΤΝ ορίζεται η ικανότητα του υπολογιστή να χειρίζεται μη-αριθμητικά σύμβολα, να εξάγει συμπεράσματα και να συνάγει νέα γεγονότα από σύνολα γνωστών γεγονότων. Συνεπώς ένας ικανοποιητικός ορισμός της ΤΝ θα ήταν «η μελέτη των ιδεών που επιτρέπουν στους υπολογιστές να είναι ευφυείς» (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

Η ΤΝ έχει μερικούς κλάδους. Αυτοί είναι (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016), (Neuman, 2016):

- Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, με σκοπό την επικοινωνία του ανθρώπου και του υπολογιστή σε φυσική γλώσσα.
- Τα Έμπειρα Συστήματα (Expert Systems), με σκοπό την αποθήκευση στον υπολογιστή, της εμπειρίας ενός ειδικού σε κάποιο τομέα, αλλά και την εξασφάλιση της δυνατότητας του υπολογιστή να δρα πλέον ως ειδικός.
- Τα παιχνίδια, τα οποία μπορεί ο υπολογιστής να παίζει όπως ένας άνθρωπος, κάνοντας συλλογισμούς.
- Η Αναγνώριση Εικόνας, που στοχεύει στη δυνατότητα του υπολογιστή, μέσω καταλλήλων οπτικών συστημάτων, να βλέπει και να αναγνωρίζει αντικείμενα.
- Η Μηχανική Μάθηση ή Μάθηση της Μηχανής, που στοχεύει στη δυνατότητα του υπολογιστή να αυξάνει την απόδοση, αυτοβελτιώνοντας τη γνώση του σε ένα ορισμένο τομέα χωρίς την επέμβαση του ανθρώπου.
- Τα Νευρωνικά Δίκτυα, με τη βοήθεια των οποίων γίνεται προσομοίωση της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου σύμφωνα με τις θεωρίες της σύγχρονης Ψυχιατρικής, Ψυχολογίας και Νευροφυσιολογίας.
- Η Ρομποτική, με την οποία συνεργάζονται διάφοροι κλάδοι της ΤΝ, σε συνδυασμό με ηλεκτρομηχανικές διατάξεις, για την εκτέλεση διαφόρων εξειδικευμένων εργασιών.

- Οι Γενετικοί Αλγόριθμοι (Genetic Algorithms) οι οποίοι προσανατολίζονται στην αναζήτηση της βέλτιστης λύσης μέσα από ένα σύνολο αρχικών πιθανών λύσεων ενός προβλήματος.
- Οι Ευφυείς Πράκτορες (Intelligent Agents) είναι ένας από τους νεότερους κλάδους της ΤΝ. Πρόκειται για μία οντότητα που έχει αντίληψη του περιβάλλοντος στο οποίο ευρίσκεται, επικοινωνεί με αυτό μέσω αισθητήρων και έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί συλλογισμούς και να επιδρά πάνω σε αυτό.

Πρωτίστως το ενδιαφέρον της Ιατρικής Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) είναι για την κατασκευή των προγραμμάτων ΤΝ που διαγιγνώσκουν και προτείνουν θεραπείες. Σε αντίθεση με άλλες ιατρικές εφαρμογές που βασίζονται σε άλλες μεθόδους προγραμματισμού, όπως οι καθαρώς στατιστικές και πιθανολογικές μέθοδοι, τα ιατρικά προγράμματα ΤΝ έχουν ως βάση τους τα συμβολικά πρότυπα (μοντέλα) οντοτήτων ασθενειών και τη σχέση τους με παράγοντες ασθενών και τις κλινικές υλοποιήσεις. Πλέον, η σπουδαιότητα της διάγνωσης ως στόχου που απαιτεί την υποστήριξη της Πληροφορικής σε τυπικές κλινικές καταστάσεις έχει την ίδια θέση με άλλους κλινικούς στόχους.

Στα πλαίσια της ΤΝ, τα Έμπειρα Συστήματα είναι ο τομέας Πληροφορικής, με ιδιαίτερη συμβολή στην Ιατρική τα τελευταία τριάντα χρόνια με την υποβοήθηση στην παρακολούθηση, στη διάγνωση, στη λήψη αποφάσεων καθώς και στην αιτιολόγηση των προτάσεων.

Τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) και οι Ευφυείς Πράκτορες, είναι σήμερα το κατ' εξοχήν εμπορικό προϊόν του τομέα της ΤΝ. Πρόκειται για προγράμματα τα οποία, προσπαθώντας να αντιμετωπίσουν πολύπλοκα προβλήματα του πραγματικού κόσμου, κωδικοποιούν τη γνώση και τη συλλογιστική ενός Έμπειρου Ειδικού (domain expert) σε έναν εξειδικευμένο τομέα της επιστήμης ή της τεχνολογίας. Συνεπώς, ένα πρόγραμμα υπολογιστή, που αναφέρεται σε ένα εξειδικευμένο τομέα της ανθρώπινης γνώσης και επιδεικνύει συμπεριφορά ανάλογη με εκείνη του ανθρώπου ειδικού στον εν λόγω τομέα, θα μπορούσε να οριστεί ως Έμπειρο Σύστημα (Luxton, 2016).

Τα ΕΣ, ως κύρια χαρακτηριστικά τους θα μπορούσαν να έχουν τα ακόλουθα (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016):

- Τα αποθέματα γνώσης που εμπεριέχουν.
- Τον απλό, ομοιόμορφο τρόπο με τον οποίο αναπαριστούν τη γνώση.

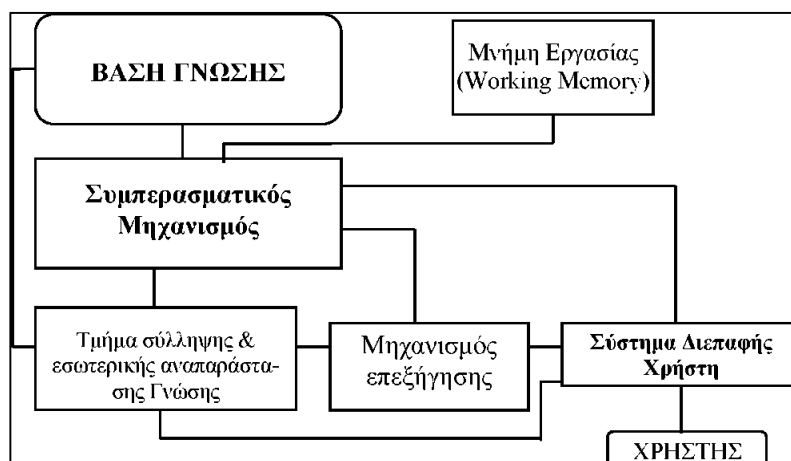
- Τον αυτόνομο Μηχανισμό Εξαγωγής Συμπερασμάτων (inference engine).
- Τη διαφάνεια των λειτουργιών τους, τη δυνατότητα δηλαδή να επεξηγούν τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουν.

Η χρησιμότητα των ΕΣ έγκειται αφ' ενός στο ότι οι άνθρωποι-ειδικοί συχνά κάνουν λάθη και μπορούν να βοηθηθούν σημαντικά χρησιμοποιώντας τα στη λήψη των αποφάσεων, αφ' ετέρου στο ότι η εύρεση ανθρώπων-ειδικών δεν είναι πάντοτε μία εύκολη υπόθεση.

3.2 ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

3.2.1 Γενικά

Παρακάτω ακολουθούν τα συστατικά των Έμπειρων Συστημάτων (ΕΣ) (Εικόνα 3.1), τα οποία αλληλεπιδρούν με στόχο την εξαγωγή συμπεράσματος ή συμπερασμάτων (Φύλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016), (Neuman, 2016):



Εικόνα 3.1: Ανάλυση Εμπειρικών Συστημάτων.

Πηγή: (Φύλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

Βασικά συστατικά είναι (Neuman, 2016):

- Η Βάση Γνώσης (ΒΓ) (Knowledge Base), στην οποία περιέχονται κανόνες και γεγονότα που αναπαριστώνται από τους ανθρώπους με κατανοητό τρόπο.
- Ο Συμπερασματικός Μηχανισμός (ΣΜ) (Inference Engine), δηλαδή η καρδιά του ΕΣ, ο οποίος επεξεργάζεται τους κανόνες και τα γεγονότα της ΒΓ και καταλήγει σε μία λύση.
- Το Σύστημα Διεπαφής Χρήστη (ΣΔΧ) (User Interface), δηλαδή το μέσο επικοινωνίας μεταξύ του χρήστη και του ΕΣ.

Για την εσωτερική λειτουργία ενός ΕΣ είναι απαραίτητα τα παρακάτω συστατικά (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016), (Neuman, 2016):

1. **Η Μνήμη Εργασίας.** Σε αυτήν αποθηκεύονται οι απαντήσεις του χρήστη που χρησιμοποιούνται στη συμπερασματική διαδικασία ως νέα γεγονότα. Επίσης στη Μνήμη Εργασίας τοποθετούνται τα ενδιάμεσα και τα τελικά συμπεράσματα.
2. **Το Τμήμα Σύλληψης και Εσωτερικής Αναπαράστασης της Γνώσης,** το οποίο ευθύνεται για την εσωτερική αναπαράσταση της Γνώσης μέσα στη ΒΓ. Τις περισσότερες φορές η ΒΓ γράφεται, σε μία μορφή κειμένου ή ακόμη με κάποιο τυποποιημένο τρόπο που έχει σχεδιάσει ο κατασκευαστής. Στο τμήμα αυτό ελέγχεται η ορθότητα της ΒΓ, μετατρέπεται σε μία εσωτερική μορφή κατανοητή για το σύστημα, αλλά ταυτόχρονα μετατρέπεται σε αυτή που είχε αρχικά δοθεί.
3. **Ο Μηχανισμός Επεξήγησης (Explanation Mechanism),** είναι αυτός που δίδει στο χρήστη την απάντηση γιατί το σύστημα του απευθύνει μία συγκεκριμένη ερώτηση ή πώς έφθασε σε κάποιο συμπέρασμα. Ο μηχανισμός αυτός συνεργάζεται τόσο με τον ΣΜ όσο και με το ΣΔΧ.

3.2.2 Χρήση Έμπειρων Συστημάτων στην Ιατρική

Στην ιατρική τα Έμπειρα Συστήματα (ΕΣ) χρησιμοποιούνται από ειδικούς του τομέα με έναν συμβουλευτικό τρόπο ώστε να ενισχύσουν τη διαδικασία επίτευξης ορθολογικών συμπερασμάτων. Είναι γνωστό ότι στην κλινική Ιατρική η διάγνωση είναι μόνο ένα από τα πολλά προβλήματα. Πλέον, τα ιατρικά Έμπειρα Συστήματα εφαρμόζονται στους ακόλουθους τύπους κλινικών εργασιών (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016), (Neuman, 2016):

- **Παραγωγή προειδοποιήσεων και υπενθυμίσεων.** Όταν υπάρχουν καταστάσεις σε πραγματικό χρόνο, ένα ΕΣ που είναι συνδεδεμένο με ένα όργανο ελέγχου, προειδοποιεί για τυχόν μεταβολές της κατάστασης του ασθενούς. Διαφορετικά, ανιχνεύει αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών και στέλνει υπενθυμίσεις ή προειδοποιήσεις.
- **Διαγνωστική βοήθεια.** Όταν υπάρχει περίπτωση ασθενούς που είναι περίπλοκη (ή σπάνια), ή αυτός που κάνει τη διάγνωση είναι άπειρος, τότε ένα ΕΣ βοηθά δίνοντας πιθανές διαγνώσεις βασισμένες στα στοιχεία του ασθενούς.

- **Κριτική και σχεδιασμός θεραπείας.** Τα ΕΣ έχουν τη δυνατότητα να αναζητήσουν ασυνέπειες και παραλείψεις σε ένα υφιστάμενο σχέδιο θεραπείας, ή στη σχηματοποίηση μιας θεραπείας που βασίζεται σε συγκεκριμένη κατάσταση του ασθενούς και σε υιοθετημένες οδηγίες θεραπείας.
- **Εκπαίδευση.** Τα ΕΣ χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση και εξάσκηση νοσοκομειακών ιατρών και σπουδαστών σε διάφορες ιατρικές εργασίες.

Αν και η χρήση των έμπειρων συστημάτων στην ιατρική είναι αυξανόμενη, ωστόσο η ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων για τις ιατρικές εφαρμογές πρέπει να ξεπεράσει μερικά βασικά εμπόδια. Τέτοια είναι:

- ❖ Οι ιατρικές εργασίες λόγω των ιδιαιτεροτήτων των ασθενών και της αβεβαιότητας των διαθέσιμων κλινικών στοιχείων είναι δύσκολες.
- ❖ Το εύρος των αποδεκτών σφαλμάτων λόγω των ηθικών ανησυχιών και των κινδύνων λανθασμένων ιατρικών πράξεων είναι πολύ μικρό.
- ❖ Η χρηματοδότηση για τις κύριες δαπάνες είναι μικρή.

Ωστόσο, οι παράγοντες που ευνοούν την αυξανόμενη διάδοση της τεχνολογίας των έμπειρων συστημάτων είναι:

- ✓ αποτελεσματικότητα διαχείρισης δαπανών και
- ✓ βελτιωμένη ποιότητα φροντίδας των ασθενών.

3.3 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στην Ιατρική κατά την πρώτη δεκαετία της Τεχνητής Νοημοσύνης, τα περισσότερα ερευνητικά συστήματα αναπτύχθηκαν με σκοπό να βοηθήσουν τους νοσοκομειακούς γιατρούς στο στάδιο της διάγνωσης, με την προϋπόθεση ότι θα χρησιμοποιούνταν με τη συγκατάθεση και τη βοήθεια του ασθενή. Βέβαια τα περισσότερα από αυτά δεν αναπτύχθηκαν πέρα από το ερευνητικό εργαστήριο. Ωστόσο, συνέχισαν να αναπτύσσονται και έχουν μετασηματιστεί στα εκπαιδευτικά συστήματα. Παρακάτω ακολουθούν τα κυριότερα ΕΣ (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016):

3.3.1 MYCIN

Ίσως είναι το πλέον γνωστό από όλα τα ιατρικά (και όχι μόνο) ΕΣ που έχουν αναπτυχθεί, αν και δεν έχει τεθεί ποτέ σε πραγματική πρακτική. Αναπτύχθηκε στο Stanford Πανεπιστήμιο απλώς ως μια ερευνητική προσπάθεια για βοήθεια στους παθολόγους στη διάγνωση και στον

καθορισμό αντιμικροβιακής θεραπείας των προσβολών ορισμένων μολυσματικών νοσημάτων (μηνιγγίτιδας και βακτηραιμίας). Στην παράσταση των γνώσεων του συστήματος χρησιμοποιούνται περίπου 500 κανόνες παραγωγής. Σε κάθε κανόνα υπάρχει και ένας παράγοντας βεβαιότητας για να καθορίζει την ισχύ της σχέσης συνθήκης και συμπεράσματος. Η ομάδα ισχυρίζεται ότι η απόδοση του συστήματος μπορεί να συγκριθεί με εκείνη των ειδικών. Το 1979 ακολούθησε το EMycin, το οποίο θεωρείται ως το πρώτο περιβάλλον ανάπτυξης ΕΣ (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.2 PUFF

Αναπτύχθηκε το 1979, με βάση το EMYCIN και στοχεύει στη διάγνωση πνευμονολογικών νοσημάτων. Η διάγνωση στηρίζεται στο ιστορικό του ασθενή και σε μετρήσεις όγκου πνεύμονα, ροής αέρα και ικανότητας διάχυσης από τους πνεύμονες στο αίμα. Τα στοιχεία αυτά συγκρίνονται με τα κανονικά και το σύστημα προτείνει μια διάγνωση για τον τύπο και τη σοβαρότητα του πνευμονολογικού νοσήματος. Στην παράσταση των γνώσεων του συστήματος χρησιμοποιούνται περίπου 250 κανόνες παραγωγής. Μέσω του συστήματος προτείνονται διαγνώσεις για άσθμα, βρογχίτιδα, εμφύσημα και άλλα νοσήματα (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.3 CENTAUR

Αν και το σύστημα CENTAUR έχει παρόμοιους σκοπούς με το PUFF ωστόσο χρησιμοποιείται πιο εξελιγμένη μεθοδολογία. Στην παράσταση των γνώσεων του συστήματος χρησιμοποιούνται εκτός από κανόνες παραγωγής και δομές προτύπων. Τα πρότυπα αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα νοσήματα και καθοδηγούν τη συμβουλευτική διαδικασία. Σύμφωνα με την ομάδα υπάρχει συμφωνία μέχρι 90% με ειδικό πνευμονολόγο (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.4 INTERNIST

Τη δεκαετία του '80 αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Πίτσμπουργκ. Στόχευε στην εκτέλεση διάγνωσης της πλειοψηφίας των ασθενειών που συνδέονται με τον τομέα της παθολογίας. Ο στόχος του ήταν η εξέταση όλων των πιθανών συνδυασμών ασθενειών που είναι δυνατόν να συμβούν σε κάποιον άνθρωπο. Τη συνεισφορά του αποτίμησε ο Wolfram (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.5 ILIAD

Για αρκετά χρόνια ήταν υπό ανάπτυξη, αρχικά για τη διάγνωση στην παθολογία, αν και έφτασε στο σημείο να καλύπτει περίπου 1500 διαγνώσεις που βασίζονται σε αρκετές χιλιάδες ευρήματα. Πλέον χρησιμοποιείται ως εργαλείο διδασκαλίας για σπουδαστές Ιατρικής (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.6 ToxoNet

Πρόκειται για ένα ΕΣ που σχεδιάστηκε να δίνει στον νοσοκομειακό ιατρό πληροφορίες για πιθανή μόλυνση με Τοξόπλασμα (*Toxoplasma gondii*), κάνοντας ανάλυση στα αποτελέσματα εξετάσεων αίματος εγκύων γυναικών. Ακόμα, βοηθά στη διαδικασία λήψης απόφασης σχετικά με την ευαισθησία χρήσης ορολογικών ελέγχων. Βασίστηκε στο Toxopert (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.7 DXplain

Αναπτύχθηκε στο Γενικό Νοσοκομείο της Μασαχουσέτης και χρησιμοποιείται στη διαδικασία της διάγνωσης, έχοντας υπόψη ένα σύνολο κλινικών ευρημάτων, ενδείξεων, συμπτωμάτων και εργαστηριακών αποτελεσμάτων. Κατόπιν παράγει έναν ταξινομημένο κατάλογο διαγνώσεων. Χρησιμοποιείται σε διάφορα νοσοκομεία και συνήθως για λόγους κλινικής εκπαίδευσης (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.8 HELP

Το HELP (Health Evaluation through Logical Processing) αποτελεί ένα Νοσοκομειακό Πληροφοριακό Σύστημα βασισμένο στη γνώση (Knowledge-based Hospital Information System). Προσφέρει στους νοσοκομειακούς ιατρούς προειδοποιήσεις και υπενθυμίσεις, ερμηνεύει δεδομένα και διαγνώσεις ασθενών, καθώς και προτείνει διαχείριση ασθενών και κλινικών πρωτόκολλων. Το HELP λειτουργεί σε έξι μεγάλα νοσοκομεία στη Utah και σε άλλες πολιτείες της Αμερικής (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.9 DoseChecker

Αναπτύχθηκε στο Νοσοκομείο Barnes του Μισούρι για τη βοήθεια των φαρμακοποιών στον έλεγχο των φαρμακευτικών παραγγελιών για ένα σύνολο φαρμάκων των οποίων η δόση πρέπει να υπολογιστεί προσεκτικά για ασθενείς με πιθανή νεφρική ανεπάρκεια (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.10 QMR

Αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Πίτσμπουργκ, ώστε να παρέχει βοήθεια στους παθολόγους κατά τη διάγνωση ασθενειών, βασιζόμενο στα συμπτώματα των ασθενών, τα συμπεράσματα των εξετάσεων και τα εργαστηριακά ευρήματα (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.11 PEIRS

Το PEIRS (Pathology Expert Interpretative Reporting System) πρόκειται για ένα Έμπειρο Ερμηνευτικό Σύστημα Παθολογίας, το οποίο, αποτιμάται ότι ερμηνεύει περίπου 80-100 αναφορές ημερησίως, με διαγνωστική ακρίβεια περίπου 95% στον Τομέα Χημικής Παθολογίας του Institute of Laboratory Medicine στο St. Vincent's Hospital, Sydney (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.12 APACHE III

Είναι σχεδιασμένο για να προβλέπει τον κίνδυνο θανάτου στο νοσοκομείο. Συγκρίνει το ιατρικό προφίλ του ασθενούς με 18.000 περιπτώσεις που έχει στη Βάση Δεδομένων του και προβλέπει με 95% ακρίβεια (κατά μέσον όρο). Υπάρχουν 16 νοσοκομεία στις ΗΠΑ που χρησιμοποιούν το ΕΣ APACHE III (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.13 MDDB

Σχεδιάστηκε και λειτουργεί επιχειρησιακά, στοχεύοντας τη βοήθεια των παθολόγων στη διάγνωση των δυσμορφικών συνδρόμων. Μέχρι τώρα το σύστημα έχει χρησιμοποιηθεί σε περίπου 3.000 ασθενείς και όλη η γνώση για αυτούς τους ασθενείς ενσωματώθηκε στη Βάση Γνώσης (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.14 HEPAXPERT I, II

Με αυτό το ΕΣ ερμηνεύονται οι έλεγχοι για την ηπατίτιδα Α και Β και χρησιμοποιείται στο Εργαστήριο ηπατίτιδας της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου της Βιέννης από το Σεπτέμβριο του 1989 (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.15 JEREMIAH

Παρέχει στους οδοντιάτρους γνώση ορθοδοντικών τεχνικών για τις περιπτώσεις που είναι κατάλληλες για θεραπεία (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.16 ATTENDING

Το σύστημα ATTENDING αναλύει ιατρικά σχέδια αναισθησίας. Το σύστημα χρησιμοποιείται με δύο «τρόπους» (modes): τον συμβουλευτικό και τον εκπαιδευτικό. Στον συμβουλευτικό τρόπο ο αναισθησιολόγος περιγράφει τα προβλήματα του ασθενή και το σύστημα σχολιάζει το σχέδιο που προτάθηκε από τον αναισθησιολόγο. Στον εκπαιδευτικό τρόπο το σύστημα περιγράφει έναν υποθετικό ασθενή στον εκπαιδευόμενο ο οποίος πρέπει να προτείνει ένα σχέδιο αναισθησίας και το οποίο το σύστημα το σχολιάζει στη συνέχεια (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.17 EXPERT-D

Το σύστημα «EXPERT-D» στοχεύει στη διαφορική διάγνωση δερματολογικών νοσημάτων. Το σύστημα σχεδιάστηκε με βάση το γενικό πλαίσιο παράστασης γνώσεων EXPERT. Η ομάδα ανάπτυξης ισχυρίζεται ότι το σύστημα έχει επιδείξει ακρίβεια μέχρι 84% (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.18 CAA

Το σύστημα CAA στοχεύει στη διάγνωση αρρυθμιών με βάση το ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ). Αποτελείται από μια πολυεπίπεδη βάση γνώσεων καρδιολογικής ηλεκτροφυσιολογίας και μορφολογίας του ΗΚΓ και μια δομή ελέγχου που αναγνωρίζει σήματα ΗΚΓ, που χρησιμοποιεί αιτιακή γνώση, δεσμούς ομοιότητας και ιεραρχικές δομές. Με σημασιολογικά δίκτυα περιγράφεται η αιτιακή χρονική σχέση μεταξύ των εσωτερικών γεγονότων και των παρατηρουμένων ΗΚΓ σημάτων (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.19 SYSTEM D (Dizziness)

Το σύστημα SYSTEM D διαγιγνώσκει νοσήματα με κύριο σύμπτωμα τη ζάλη (dizziness). Πρόκειται για πολύπλοκο διαγνωστικό πρόβλημα λόγω του μεγάλου αριθμού των πιθανών αιτιών. Στη βάση γνώσεων του συστήματος περιέχονται πληροφορίες για περίπου 50 αιτίες ζάλης (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.20 ONCOCIN

Το σύστημα ONCOCIN υποστηρίζει τη θεραπευτική αγωγή καρκινοπαθών. Αρχικά λειτουργούσε αυτοδύναμα, στη συνέχεια όμως, για να το αποδέχονται καλύτερα οι χρήστες,

διαμορφώθηκε έτσι ώστε να επεμβαίνει μόνο όταν ανακαλύπτει διαφορές στο θεραπευτικό σχέδιο του θεράποντος και στο δικό του εξηγώντας τους λόγους των διαφορών. Η βάση γνώσεων του συστήματος στηρίζεται σε πρωτόκολλα αντικαρκινικής θεραπείας (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.21 CASNET

Το σύστημα CASNET διαγιγνώσκει οφθαλμολογικά νοσήματα και ειδικότερα το γλαύκωμα. Στην παράσταση του νοσήματος υπάρχει μια δυναμική διαδικασία χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο από αιτιακά συνδεδεμένες παθοφυσιολογικές καταστάσεις. Εκτός από τη διάγνωση το σύστημα μπορεί να προσδιορίσει θεραπείες και να κάνει προγνώσεις. Ο αριθμός των καταστάσεων έχει φτάσει τις 150. Σύμφωνα με τους ισχυρισμούς της ομάδας το σύστημα αποδίδει σε επίπεδο συγκρίσιμο με ειδικούς (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.22 ANTICIPATOR

Το σύστημα ANTICIPATOR παρέχει συμβουλές για αντιβιοτική θεραπεία μολυσματικών νοσημάτων. Στη βάση γνώσεων περιέχεται περιγραφική και ευριστική γνώση. Η περιγραφική γνώση αποτελείται από ιεραρχίες αντιβιοτικών, βακτηριδίων και μολυσματικών νοσημάτων από πίνακες φάσματος αντίστασης, από φαρμακοκινητικούς πίνακες, από στατιστικούς αιτιολογικούς πίνακες και από κλινικές φαρμακολογικές πληροφορίες. Η ευριστική γνώση αποτελείται από λογικούς κανόνες παραγωγής και διαδικαστικές προσθήκες που περιγράφουν πώς πρέπει να συγκεντρωθούν τα στοιχεία περιγραφής της κάθε περίπτωσης. Το σύστημα έχει υλοποιηθεί με γλώσσα Prolog/KR που είναι μια επέκταση της γλώσσας Prolog κατάλληλη για παράσταση γνώσεων. Το σύστημα χρησιμοποιείται από νοσοκομειακούς γιατρούς (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.23 CADUCEUS

Το σύστημα CADUCEUS διαγιγνώσκει 500 περίπου νοσήματα παθολογίας. Είναι διάδοχος του συστήματος INTERNIST (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.24 MedFrame/CADIAG-IV

Το σύστημα MedFrame/CADIAG-IV πρόκειται για την τελευταία εξέλιξη του ερευνητικού έργου CADIAG που ξεκίνησε το 1968 βασισμένο στη λογική Boolean. Η εξελιγμένη έκδοση είναι ένα διαγνωστικό και συμβουλευτικό σύστημα, το οποίο βασίζεται σε ασαφείς κανόνες.

Το Τμήμα Ιατρικής Πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Βιέννης το σχεδίασε και το υλοποίησε με σκοπό την υποστήριξη λήψης απόφασης στη διάγνωση και στη θεραπεία στον τομέα της Παθολογίας. Λειτουργεί στο Γενικό Νοσοκομείο της Βιέννης, ενώ είναι ενσωματωμένο στο ιατρικό πληροφοριακό σύστημα του Νοσοκομείου εκμεταλλευόμενο τόσο τα διοικητικά όσο και τα ιατρικά δεδομένα της ΒΔ των ασθενών (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.25 AI/RHEUM

Το σύστημα AI/RHEUM στοχεύει στη διάγνωση ρευματολογικών νοσημάτων. Με τη διάγνωση αναλύονται 875 ευρήματα και επιλέγεται ποιο από τα 26 νοσήματα που γνωρίζει το σύστημα συμφωνεί με τα ευρήματα. Η βάση γνώσεων βασίζεται στο γενικό πλαίσιο EXPERT και αποτελείται από 1000 περίπου κανόνες. Σύμφωνα με την ομάδα η ακρίβεια του συστήματος κυμαίνεται μεταξύ 87% και 100% ανάλογα με την κατηγορία νοσημάτων (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.26 ISP

Το σύστημα ISP υποστηρίζει τη σχεδίαση μιας χειρουργικής επέμβασης. Για την εισαγωγή γεωμετρικών πληροφοριών χρησιμοποιείται μια σειρά τομογραφικών εικόνων. Ο χειρουργός επικοινωνεί με το σύστημα με γραφική οθόνη και καθορίζει τους χειρουργικούς χειρισμούς. Το σύστημα με προσομοίωση εκτελεί τους χειρισμούς στα πρότυπα των οργάνων του ασθενή και προβάλλει τα αποτελέσματα στη γραφική οθόνη. Ο χειρουργός μέχρι να ικανοποιηθεί από τα αποτελέσματα επαναλαμβάνει τη διαδικασία (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.27 SEER

Το σύστημα SEER αναλύει ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα. Στη βάση γνώσεων υπάρχουν κανόνες που αναγνωρίζουν διάφορες «δραστηριότητες» στο ΗΚΓ όπως άλφα, βήτα, δέλτα και χαμηλού πλάτους. Ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει τους κανόνες της βάσης γνώσεων αν τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεν είναι ικανοποιητικά (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.28 MUNIN

Το σύστημα MUNIN στοχεύει στη διάγνωση νευρολογικών διαταραχών, βασιζόμενο σε δίκτυα βασισμένα στην θεωρία του Bayes (Bayesian networks) (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.29 HEADMED

Το σύστημα HEADMED παρέχει ψυχοφαρμακολογικές συμβουλές. Η σοβαρότητα και η φύση των συμπτωμάτων των ασθενών, η ψυχιατρική ιστορία των ίδιων και των συγγενών τους, οι αντιδράσεις τους σε φαρμακευτική αγωγή και τα ψυχιατρικά τους προβλήματα είναι τα στοιχεία εισόδου (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.30 VM

Το σύστημα VM (Ventilator Manager) ήταν ένα ΕΣ που ερμήνευε ποσοτικά δεδομένα της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας και συμβούλευε τους ιατρούς σχετικά με την αντιμετώπιση χειρουργημένων ασθενών που χρειάζονταν μηχανική υποβοήθηση για να αναπνέουν. Αρχικά στηριζόταν στην αρχιτεκτονική του MYCIN. Όμως το VM ήταν σχεδιασμένο έτσι ώστε να ανταποκρίνεται σε δεδομένα που αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Με αυτόν τον τρόπο παρακολουθούσε την πρόοδο των ασθενών, λάμβανε υπόψη του το παρόν και το παρελθόν ενός ασθενή, και πρότεινε αλλαγές στην θεραπεία του. Στη Χειρουργική Μονάδα Εντατικής Θεραπείας του νοσοκομείου Pacific Medical Center στο San Francisco δοκιμάστηκε το VM (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.3.31 MOLGEN

Μεθόδους της TN στην έρευνα της μοριακής βιολογίας χρησιμοποιούσε το πρόγραμμα MOLGEN. Στην αρχή ήταν ένα ΕΣ που περιείχε την απαραίτητη γνώση για τον σχεδιασμό και την εξομοίωση πειραμάτων. Στη συνέχεια εξελίχτηκε σε δύο ΕΣ που εφάρμοζαν διαφορετικές προσεγγίσεις στον σχεδιασμό πειραμάτων γενετικής. Το ένα ΕΣ χρησιμοποιούσε «σκελετικά σχέδια», δηλαδή αφηρημένες περιγραφές πειραμάτων, για συγκεκριμένους πειραματικούς στόχους και περιβάλλοντα. Το άλλο ΕΣ βασιζόταν στον σχεδιασμό βάσει περιορισμών, στον οποίο οι σχεδιαστικές επιλογές γίνονται στα πλαίσια μιας γενικότερης στρατηγικής. Αυτά τα δύο συστήματα αργότερα αποτέλεσαν το SPEX. Σήμερα το πρόγραμμα ονομάζεται MOLGEN-II.

Στην ψυχιατρική οι σύγχρονες διαγνωστικές μέθοδοι κατά κύριο λόγο βασίζονται στους κανόνες ακολουθιακής λογικής δένδροειδούς δομής. Επομένως τα ΕΣ αποτελούν την προσφιλέστερη προσέγγιση στο πρόβλημα της ψυχιατρικής διάγνωσης μέσω υπολογιστών. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλά τέτοια συστήματα και πιο επιτυχημένα το DSM III / DIS και το PSE/CATEGO. Το PSE/CATEGO, ένα κλασικό και πολύ σημαντικό ΕΣ, εφαρμόστηκε στην βάση 796 κλινικών συνεντεύξεων. Αν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν δε συγκρίνονται απ' ευθείας με τα αντίστοιχα που πέτυχαν άλλες στατιστικές μέθοδοι βασισμένες στην αναγνώριση προτύπων, ωστόσο δείχνουν αρκετές σπουδαίες τάσεις γύρω από την απόδοση των ΕΣ. Αυτά τα Έμπειρα Συστήματα σχεδιάστηκαν έχοντας κατά νου πολύ διαφορετικούς πληθυσμούς ασθενών με αποτέλεσμα να είναι πολύ γενικά για να εφαρμοστούν με επιτυχία στις ανάγκες ενός συγκεκριμένου πληθυσμού. Τα ΕΣ CATEGO και DSM-III πέτυχαν 81% και 79% σε ακρίβεια κατηγοριοποίησης αντίστοιχα, για δείγματα σχιζοφρενών όπως επίσης 43% και 45% αντίστοιχα σε ακρίβεια αναγνώρισης (διάκρισης) για δείγματα ασθενών με κατάθλιψη.

Επίσης, στην Κίνα αναπτύχθηκε ένα υβριδικό ΕΣ το οποίο χρησιμοποιεί είτε επαγωγικές είτε συμπερασματικές μεθόδους ώστε να διαγνώσει και να αποτιμήσει ασθενείς πιθανόν προσβεβλημένους από AIDS. Το σύστημα δοκιμάστηκε με πραγματικά δεδομένα και τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά.

Το Σεπτέμβριο του 2003 υλοποιήθηκε το ΕΣ συνταγών (Practice Partner® v7.5, Physician Micro Systems, Inc.) και επέτρεψε την ηλεκτρονική διαχείριση καταλόγων συνταγών φαρμάκων, την εκτύπωση και ανανέωση των συνταγών, του ελέγχου των φαρμάκων, καθώς και αλλεργικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ φαρμάκων. Μετά από έρευνα εφαρμογής έξι μηνών 72% των εθελοντών ιατρών αξιολόγησε θετικά το σύστημα.

Επίσης αξίζει να αναφερθούν ΕΣ στα οποία αξιοποιούνται οι δυνατότητες της ασαφούς λογικής (Fuzzy Logic) και των ασαφών συνόλων (Fuzzy Sets) με σκοπό τη διαχείριση εννοιών και βελτιστοποίηση αποτιμήσεων που εμπεριέχουν την ασάφεια ως έναν βαθμό (Φίλης, Διαμαντόπουλος, & Σαμπράκος, 2016).

3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σήμερα από τους Ιατρούς ή τους Ακαδημαϊκούς συνήθως εκτελείται ένα περιορισμένο ποσοστό ιατρικής έρευνας επί των Εμπείρων Συστημάτων. Καθώς τα ιατρικά Έμπειρα Συστήματα είναι μια πραγματική δύναμη (ως επίσης ούτε μια ακαδημαϊκή παραίτηση), πρέπει να γίνει σεβαστή η προσχώρηση της τεχνολογίας ΕΣ στην υγειονομική περίθαλψη γενικά. Οι εφαρμογές πρέπει να υποστηρίζουν ένα ευρύ φάσμα των κλινικών χρηστών, από τους Ιατρούς και τις Νοσηλεύτριες έως τους διαιτολόγους, τους φαρμακοποιούς, κ.λπ.

Είναι πολύ σαφής ο ρόλος των ιατρικών ΕΣ στην κλινική φροντίδα. Για την άμεση εφαρμογή ή την περαιτέρω ανάπτυξη και την εκμετάλλευση υπάρχουν τομείς εφαρμογής που είναι κατάλληλοι. Αυτοί οι κλινικοί τομείς εφαρμογής περιλαμβάνουν:

- ✓ Εργαστηριακά συστήματα. Τα κλινικά εργαστήρια είναι μια εύφορη περιοχή για τη χρήση των ΕΣ.
- ✓ Συμβουλευτικά συστήματα φαρμάκων. Υπάρχει δυνατότητα σχεδιασμού ΕΣ που θα βοηθήσουν τους νοσοκομειακούς γιατρούς στη συνταγογράφηση και την επιλογή των οικονομικότερων θεραπειών.
- ✓ Ερμηνεία σημάτων. Βοήθεια στην κλινική επαγρύπνηση θα προσφέρει η ανάπτυξη συστημάτων εγρήγορσης για αποστολή κλινικών σημάτων σε πραγματικό χρόνο σε περιοχές όπως η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.
- ✓ Εκπαίδευση. Η ανάγκη συνεχούς εκπαίδευσης για τους ασχολούμενους με την Υγεία, καθώς επίσης και για τους ασθενείς προσφέρεται μέσω της αυτοματοποιημένης βοήθειας.

Από την ανασκόπηση των υφισταμένων ιατρικών ΕΣ, προκύπτει ότι αυτά έχουν επεκταθεί στους περισσότερους τομείς της Υγείας και συνεισφέρουν το καθένα στον τομέα του, ανάλογα με την ποσότητα και την ποιότητα γνώσης που έχουν αποθηκευμένη. Ωστόσο, ο αντίλογος υποστηρίζει ότι μόνο 10% της πληθώρας των ιατρικών συστημάτων βασιζόμενων στη γνώση, έχουν δοκιμαστεί σε εργαστηριακές συνθήκες, ενώ ακόμα λιγότερα έχουν εκτεθεί σε κλινικές δοκιμές. Αιτία είναι η φύση της διαγνωστικής συλλογιστικής διαδικασίας στην ιατρική, όπου το ερώτημα τι είναι αυτό που ξεχωρίζει την εμπειρογνωμοσύνη από έναν ταλαντούχο νοσοκομειακό γιατρό έχει ερευνηθεί με διάφορες τεχνικές. Μια παγκόσμια διαπίστωση είναι ότι ο θεραπευτής απαντά στις ασάφειες των κλινικών δεδομένων έχοντας ένα ή περισσότερα διαγνωστικά

σημεία τα οποία παίζουν σημαντικό ρόλο στην επακόλουθη απόφαση επιπρόσθετων δεδομένων και στην διάταξη επιλογών που λαμβάνονται υπόψη στην τελική διαγνωστική απόφαση. Ένα διακριτικό γνώρισμα ενός ειδικού είναι το γεγονός ότι διαμορφώνει συγκεκριμένες κατάλληλες διαφορικές διαγνωστικές λειτουργίες στη βάση κάποιων δυσδιάκριτων ασαφειών στο φάκελο του ασθενούς.

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: «Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟ»

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα πιο νέα ερευνητικά πεδία είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη. Το 1956 ξεκίνησε τυπικά στη συνάντηση μερικών επιφανών επιστημόνων, όπως ο John McCarthy, ο Marvin Minsky και ο Claude Shannon. Βέβαια, η μελέτη της νοημοσύνης αποτελεί ένα από τα πιο παλιά θέματα. Από πολύ παλιά οι φιλόσοφοι θέλησαν να ερμηνεύσουν τον μηχανισμό της όρασης, της μάθησης, της απομνημόνευσης, της αντίληψης και του συλλογισμού.

Η βιβλιογραφία οδηγεί σε ποικίλους ορισμούς για την Τεχνητή Νοημοσύνη. Η Τεχνητή Νοημοσύνη, σύμφωνα με τους Barr και Feigenbaum, είναι ο τομέας της επιστήμης των υπολογιστών, που σχετίζεται με την σχεδίαση ευφυών (νοημόνων) υπολογιστικών συστημάτων, δηλαδή συστημάτων που επιδεικνύουν χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την νοημοσύνη στην ανθρώπινη συμπεριφορά.

4.2 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ «ARTIFICIAL INTELLIGENCE: AI»

Ο κινηματογράφος αποτελεί ένα πρόσφορο έδαφος για την ενασχόληση με το θέμα της τεχνητής νοημοσύνης. Πολλές ταινίες έχουν ασχοληθεί με τις διάφορες μορφές αυτού του θέματος.

Η ταινία Τεχνητή Νοημοσύνη «Artificial Intelligence: AI»¹⁷ παρουσιάζει μια οικογένεια στο κοντινό μέλλον, που «υιοθετεί» τον Ντέιβιντ, το πρώτο ρομπότ-παιδί που έχει προγραμματιστεί να αγαπά τους γονείς του. Ωστόσο η συμβίωσή τους αποδεικνύεται προβληματική και ο Ντέιβιντ, εγκαταλελειμμένος σε ένα δάσος, ξεκινά τη δική του περιπλάνηση στον κόσμο των ενηλίκων, ο οποίος αποδεικνύεται εφιαλτικός (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

¹⁷ Αμερικανική ταινία (2001) του Στίβεν Σπίλμπεργκ, με τους Χάλεϊ Τζόελ Όσμεντ, Τζουντ Λο, Φράνσις Ο'Κόννορ.



Εικόνα

4.1: Τεχνητή

Νοημοσύνη «Artificial Intelligence: AI».

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

4.3 Ex Machina



Εικόνα 4.2: Ex Machina.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

Η υπόθεση της ταινίας «Ex Machina»¹⁸ αφορά έναν νέο και ανερχόμενο προγραμματιστή που κερδίζει έναν διαγωνισμό με βραβείο την συμμετοχή του σε ένα

¹⁸ Αγγλική ταινία, σκηνοθεσία Άλεξ Γκάρλαντ με τους: Ντόναλ Γκλίζον, Όσκαρ Άιζακ, Αλίσια Βικάντερ (2015).

πείραμα αξιολόγησης των ανθρωπίνων συναισθημάτων μιας Τεχνητής Νοημοσύνης που μόλις έχει δημιουργήσει ένας βαθύπλουτος επιστήμονας.

Αυτός ο προγραμματιστής συγκατοικεί με τον επιστήμονα για μια ολόκληρη εβδομάδα αλλά και με μια μυστηριώδη «υπηρέτρια» που δεν μιλάει καθόλου και βοηθάει στο σπίτι.

Από όλα τα πρόσωπα όμως το σημαντικότερο είναι η ίδια η Τεχνητή Νοημοσύνη η οποία θαμπώνει, μαγεύει με την φωνή της και την παρουσία της τον προγραμματιστή οποίος καλείται να την αξιολογήσει, το λεγόμενο Τεστ Τούρινγκ, για να δει το κατά πόσο η συμπεριφορά της είναι ανάλογη της ανθρώπινης μέσω των συζητήσεων και καθημερινών επαφών τους. Αν και «τεχνητή» την νιώθει κανείς σαν αληθινή, σαν ανθρώπινη, ίσως και λίγο περισσότερο.

Για κάποιους μπορεί να είναι νωρίς να προβληματιστούν για το «κυνήγι» της δημιουργίας Τεχνητής Νοημοσύνης. Ωστόσο η εποχή που θα βρεθεί η ανθρωπότητα αντιμέτωπη με τέτοια ζητήματα μπορεί να είναι πολύ πιο κοντά από όσο φαντάζεται κανείς.

4.4 Alien

Ο Λανς Χένρικσεν έδειξε στο κοινό πως τα ρομπότ τεχνητής νοημοσύνης μπορούσε να είναι συμπαθητικά, χάρη στην απίστευτη απεικόνιση του android Μπίσοπ στα Aliens¹⁹.



Εικόνα 4.3: Alien.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

4.5 Dr. Goldfoot and the Bikini Machine

Ένα από τα αγαπημένα θέματα των κινηματογραφιστών από τις πρώτες ημέρες του κινηματογράφου επιστημονικής φαντασίας ήταν το sexbot (ρομπότ του σεξ). Πρόκειται για ένα σεξουαλικά επιθετικό και σαγηνευτικό θηλυκό ανδροειδές το οποίο κανένας άνδρας δεν μπορεί να αρνηθεί συνήθως χρησιμοποιείται για τις τεχνικές αποπλάνησης – όπως στην περίπτωση της ταινίας του 1965 Dr. Goldfoot and the Bikini Machine.

¹⁹ Αμερικανική κινηματογραφική ταινία, περιπέτεια επιστημονικής φαντασίας και τρόμου, παραγωγής 1979.



Εικόνα 4.4: Dr. Goldfoot and the Bikini Machine.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

4.6 Her

Σε αυτή την ταινία ένα πληγωμένο αγόρι συναντά την τεχνητή νοημοσύνη. Η τεχνητή νοημοσύνη πείθει το αγόρι πως αξίζει να αρχίσει να ζει και πάλι. Αγόρι και τεχνητή νοημοσύνη ερωτεύονται – μέχρις ότου η τεχνητή νοημοσύνη εξελίσσεται πέρα από την ανθρώπινη συντροφιά και θέλει να εξερευνήσει την νέα της ύπαρξη.



Εικόνα 4.5: Her.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

4.7 Blade Runner

Στο Blade Runner, ένας φυγάς replicant (δηλαδή ένα γενετικά κατασκευασμένο πλάσμα, μία ρέπλικα ενός συγκεκριμένου πραγματικού ανθρώπου) κυνηγά έναν ειδικό πράκτορα που έχει ως στόχο να αποσύρει όλα τα replicants, στην αναζήτηση του δημιουργού του στη Γη.



Εικόνα 4.6: Blade Runner.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

4.8 2001: A Space Odyssey

Στην ταινία του Στάνλεϊ Κιούμπρικ άνθρωπος και μηχανή πολεμούν για να επιβιώσουν. Όταν ο υπολογιστής ενός διαστημόπλοιου με το όνομα HAL 9000 δυσλειτουργεί και βάζει μια ομάδα αστροναυτών σε κίνδυνο, όλοι δέχονται την πρόκληση να κλείσουν τον HAL – παρά το γεγονός ότι ο υπερ-υπολογιστής έχει εντολές να προστατέψει την αποστολή με οποιοδήποτε κόστος.

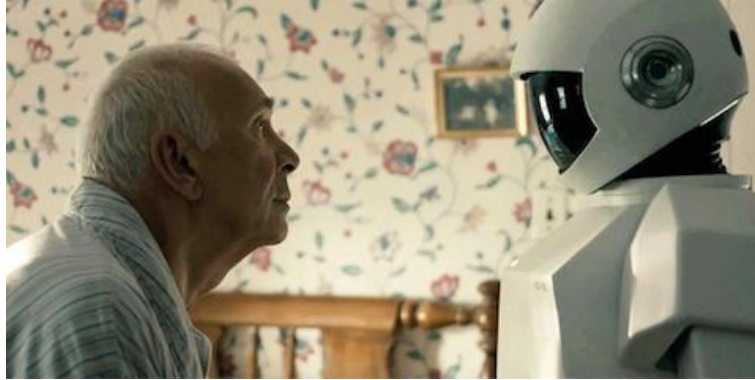


Εικόνα 4.7: 2001: A Space Odyssey.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

4.9 Robot & Frank

Ένας ηλικιωμένος κλέφτης κοσμημάτων, λόγω μίας ραγδαίας επιδείνωσης της μνήμης του δέχεται ως δώρο ένα μπάτλερ – ρομπότ που εν αγνοία του τον βοηθά να αναβιώσει την καριέρα του ως απατεώνας.



Εικόνα 4.8: Robot & Frank.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

Η ταινία είναι μια σπάνια απεικόνιση της σύνδεσης της τεχνητής νοημοσύνης με τους ηλικιωμένους, τονίζοντας τις αδυναμίες της ανθρωπότητας και τις επιπτώσεις της στην καθημερινή ζωή ενός μέσου ανθρώπου.

4.10 The Stepford Wives

Μία μικρή πόλη κρύβει ένα σκοτεινό μυστικό που αφορά τις γυναίκες που ζουν σε αυτή. Οι γυναίκες είναι υποτακτικές και παράξενα «τέλειες». Αυτά τα ζόμπι των προαστίων είναι τρομακτικά, όπως τρομακτική είναι και η κινηματογραφική μεταφορά του Μπράιαν Φορμπος του βιβλίου του Αϊρα Λέβιν.



Εικόνα 4.9: The Stepford Wives.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

Με την ταινία αυτή μπορεί κανείς να αναρωτηθεί πώς η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρεκτραπεί ώστε να διατηρηθούν οι ήδη καταπιεσμένες ομάδες κάτω από τον έλεγχο κάποιου.

4.11 Bicentennial Man

Ο «Άνθρωπος των δύο αιώνων» με πρωταγωνιστή έναν ρομποτικό μπάτλερ μιας οικογένειας, εξετάζει τι είδους ζωή μπορεί να έχει ένα προηγμένο ανδροειδές τεχνητής νοημοσύνης ικανό να ανταποδίδει ανθρώπινα συναισθήματα, όταν τα αφεντικά του δεν μοιράζονται την ικανότητά του να ζήσει για πάντα.



Εικόνα 4.10: Bicentennial Man.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

4.12 Metropolis

Η Maschinenmensch ή False Maria, ήταν το πρώτο ρομπότ που εμφανίστηκε στον κινηματογράφο, στην ταινία του Φριτζ Λανγκ το 1927 «Μετρόπολις». Το εντυπωσιακό ανδροειδές μεταμορφώνεται στο σατανικό δίδυμο της Μαρίας και πείθει τους κατατρεγμένους εργάτες της πόλης να εγκαταλείψουν τα αιτήματά τους για κοινωνική δικαιοσύνη και να συμμετάσχουν σε έναν πόλεμο μέχρι εσχάτων.



Εικόνα 4.11: Metropolis.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

Μέσω της ταινίας αυτής αποδεικνύεται η διαρκής γοητεία που ασκούν στον κινηματογράφο τα ανδροειδή που γίνονται «εργαλεία μίας νέας καταπίεσης».

4.13 Star Wars

Τα ανδροειδή φιλαράκια, C-3PO και R2-D2 έχουν μία σχεδόν γονέα – παιδιού σχέση στις ταινίες του Πολέμου των Άστρων. Εκτός του ότι παρέχουν κωμικά διαλείμματα στη δράση, το δίδυμο χρησιμεύει και ως κήρυκας, αυτοί που φέρουν το μήνυμα που προκαλεί την έναρξη του ταξιδιού.



Εικόνα 4.12: Star Wars.

Πηγή: (osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη, 2016).

5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: «ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΡΑΓΔΑΙΑΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ»

Στη σύγχρονη εποχή, κάθε φορά που λαμβάνει χώρα κάποιο νέο τεχνολογικό επίτευγμα, οι αντιδράσεις των ανθρώπων είναι σπασμωδικές: πολλοί φοβούνται τους νεοτερισμούς που απειλούν τις παραδόσεις, ενώ άλλοι τρέχουν να αγοράσουν όποια καινούργια μικροσυσκευή λανσαριστεί στην αγορά.

Τελικά, αυτό που συμβαίνει είναι ότι τα ίδια γεγονότα προσπερνούν την ανθρωπότητα, αφού η αφομοίωση ή η απόρριψη από την κοινωνία μίας δυνατότητας που προσφέρει η τεχνολογία είναι κάτι που γίνεται σχεδόν ανεξέλεγκτα. Κάτι τέτοιο αναμένεται να συμβεί και με την Τεχνητή Νοημοσύνη (Ποθητός, 2016).

5.1 ΡΑΓΔΑΙΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ «ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ» ΣΚΕΨΗ

Ο Άγγλος μαθηματικός Άλαν Τούρινγκ, το 1950 διατύπωσε την εξής πρόταση: «Ας υποθέσουμε ότι συνομιλούμε με κάποιον άλλον στο διαδίκτυο, αλλά δεν τον βλέπουμε· η συζήτηση είναι ζωντανή και φυσιολογική· στο τέλος ο συνομιλητής μάς αποκαλύπτει ότι δεν είναι άνθρωπος, αλλά υπολογιστής· το γεγονός ότι τόση ώρα νομίζαμε (λανθασμένα) ότι συνομιλούσαμε με άνθρωπο, δεν είναι μία απόδειξη ότι ο υπολογιστής αυτός έχει νοημοσύνη;» (Ποθητός, 2016).

5.1.1 Συνομιλία Υπολογιστή-Ανθρώπου

Ο Τζόζεφ Ουαϊζενπάουμ το 1966 παρουσίασε έναν υπολογιστή με το όνομα «Eliza». Ήταν σε θέση να εξαπατήσει τους συνομιλητές του και να νομίζουν ότι είναι άνθρωπος. Ο υπολογιστής αυτός για να πετύχει τον σκοπό του, χρησιμοποιούσε διάφορα τεχνάσματα. Π.χ. όταν κάποιος του μίλαγε για κάποιο θέμα που δεν ήξερε, για παράδειγμα το αγαπημένο του επιτραπέζιο παιχνίδι, αντί να καταλάβει τα λεγόμενα επαναλάμβανε μηχανικά προτάσεις του στυλ «περίγραψέ μου το αγαπημένο σου επιτραπέζιο», «πες μου περισσότερα για το επιτραπέζιο» και όταν του απαντούσε π.χ. ότι «παίζεται με πέντε πιόνια», τότε θα ανταπαντούσε «τι θα έλεγες να μιλήσουμε για τα πιόνια;». Δηλαδή επρόκειτο για έναν υπολογιστή-παπαγάλο ο οποίος κρεμόταν από τα χείλη του, για να δει τι

λέξεις θα χρησιμοποιήσει και να ρωτήσει για αυτές, χωρίς να μπαίνει στο νόημα των λεγομένων του (Ποθητός, 2016).

5.1.2 Υπολογιστής εναντίον Ανθρώπου σε παρτίδα Σκάκι

Όμως μετά από χρόνια σημειώθηκαν και μεγάλες επιτυχίες από τη μεριά των υπολογιστών. Ο υπολογιστής, «Deep Blue», της εταιρείας IBM το 1997 νίκησε τον Γκάρι Κασπάροφ, τον μεγαλύτερο ίσως σκακιστή όλων των εποχών. Η ήττα του Κασπάροφ αποδεικνύει και στον πλέον δύσπιστο ότι ο υπολογιστής «Deep Blue» διαθέτει κάποιο είδος Τεχνητής Νοημοσύνης, ακόμα και αν αυτή περιορίζεται στο σκάκι, χωρίς να στηρίζεται σε κάποια υψηλή στρατηγική, αλλά σε δισεκατομμύρια κινήσεις που μπορεί να κάνει ο αντίπαλος (Ποθητός, 2016).

5.1.3 Σύγκριση Νοημοσύνης Υπολογιστών, Ζώων και Ανθρώπων

Ο καθηγητής της Πληροφορικής Χρίστος Παπαδημητρίου, διεθνώς καταξιωμένος και πολυβραβευμένος επιστήμονας, σε άρθρο του αναφέρει ότι ο υπολογιστής «Deep Blue» είναι τόσο έξυπνος όσο μία σαύρα. Σε κάποιους φαίνεται αστείο, καθώς μία σαύρα δεν μπορεί καν να παίξει σκάκι. Όμως αυτή η αδυναμία της εξισορροπείται από την ικανότητά της να κυνηγά έντομα, να επιζεί και να αναπαράγεται κάτω από αντίξοες συνθήκες, κάτι που φυσικά δεν μπορεί να κάνει ένας υπολογιστής.

Οι υπολογιστές το 2020 προβλέπεται ότι θα φτάσουν τον άνθρωπο σε «ακατέργαστη εξυπνάδα». Όμως κανείς θα αναρωτιόταν εάν οι υπολογιστές έχουν συναισθήματα. Νευροψυχολόγοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι τα συναισθήματα είναι απλοποιήσεις της διαδικασίας αποφάσεων του μυαλού, που χρησιμεύουν στην επιβίωση με το να προτρέπουν τον άνθρωπο π.χ. να το βάζει στα πόδια (φόβος), να τολμάει (επιθυμία), να συμμορφώνεται (ντροπή) (Ποθητός, 2016).

5.2 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Ο υπέρ-υπολογιστής «Deep Blue» νίκησε στο σκάκι με βάση περισσότερο στα ποσοτικά και λιγότερο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Τις τελευταίες δεκαετίες, οι αποθηκευτικές δυνατότητες ενός υπολογιστή, καθώς και η ταχύτητα με την οποία εκτελεί εντολές έχουν αυξηθεί δραματικά.

Βέβαια από τότε που δημιουργήθηκε ο πρώτος υπολογιστής μέχρι σήμερα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μίας υπολογιστικής μηχανής παραμένουν τα ίδια και είναι ορισμένα με ρητό τρόπο. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα τρία θεμέλια πάνω στα οποία χτίζονται όλα τα προγράμματα μέσα από απλά παραδείγματα (Ποθητός, 2016):

- Η εκτέλεση σαφώς συγκεκριμένων εντολών. Για παράδειγμα μία σαφής εντολή μπορεί να είναι «υπολόγισε το άθροισμα δύο αριθμών και αποθήκευσέ το στη μνήμη». Όλες οι εντολές εκτελούνται σε μία συγκεκριμένη σειρά.
- Η δεύτερη δυνατότητα ενός προγράμματος είναι η επιλογή ποιας εντολής θα εκτελέσει. Π.χ. αν βρέξει, πάρε ομπρέλα, αλλιώς φόρεσε καπέλο. Τονίζεται ότι η συνθήκη για το αν θα εκτελεστεί μία εντολή (δηλαδή το «αν θα βρέξει») πρέπει να οριστεί σαφέστατα υποχρεωτικά.
- Η επανάληψη μίας εντολής μέχρι την ικανοποίηση του στόχου. Για παράδειγμα, κάνε κουπί μέχρι να φτάσεις στην ακτή. Και σε αυτήν την περίπτωση βέβαια ο στόχος πρέπει να είναι σαφής.

Ο συνδυασμός των τριών παραπάνω θεμελίων οδηγεί στον προγραμματισμό οποιουδήποτε υπολογιστή, έτσι ώστε να παρουσιάσει τη συμπεριφορά που επιθυμεί ο προγραμματιστής. Πρόκειται για τα θεμέλια όλων των προγραμμάτων.

5.3 ΜΗΧΑΝΗ ΚΑΙ ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΒΟΥΛΗΣΗ

Με την παρουσίαση των ποιοτικών δυνατοτήτων ενός υπολογιστή καταδεικνύεται ότι η λειτουργία του έχει οριστεί σαφώς, προκαθορίζεται όταν φτιάχνεται και εξαρτάται μόνο από το περιβάλλον του - δηλαδή την είσοδό του ή τα δεδομένα με τα οποία «τροφοδοτείται» κάθε στιγμή.

Ας υποθέσει κανείς ότι το ίδιο ισχύει και για τον άνθρωπο. Ότι δηλαδή όλη η εξέλιξή του και η συμπεριφορά του (η «έξοδός» του) εν γένει εξαρτάται μόνο από το περιβάλλον του (την «είσοδό» του) καθώς και χαρακτηριστικά που κληρονόμησε από τους εγγείς ή μακρινούς προγόνους του (δηλαδή το γενετικό υλικό ή «πρόγραμμα» του).

Όμως από αυτήν τη σκοπιά ο άνθρωπος, απαλλάσσεται από τις ευθύνες των πράξεών του. Δηλαδή για κάτι καλό δεν αξίζει έπαινο, αλλά η τιμή ανήκει εξ ολοκλήρου στο περιβάλλον και στους δημιουργούς του. Βέβαια για κάτι άσχημο, η ευθύνη εύκολα μπορεί να

μετακυλήσει στο περιβάλλον που τον ώθησε στο κακό και στα έμφυτα ένστικτά του τα οποία εξουσιάζουν τη ζωή του.

Η «έξοδος» του ατόμου, τα λόγια και οι πράξεις του, είναι με ακρίβεια καθορισμένες από την «είσοδό» και το «πρόγραμμά». Βέβαια αυτό ισχύει ως έναν βαθμό. Εάν πρόκειται για αλήθεια 100%, τότε δεν οι άνθρωποι δεν είναι τίποτα άλλο από καλοκουρδισμένες ή κακοκουρδισμένες μηχανές και η πρόοδός τους, η πορεία τους δεν εξαρτάται από αυτούς, αλλά είναι προκαθορισμένη.

Ένα αμφιλεγόμενο ερώτημα εδώ και αιώνες είναι το αν η ύλη -και καθετί υλικό- μπορεί να έχει ελεύθερη βούληση. Το 1641 ο Γάλλος φιλόσοφος, μαθηματικός και επιστήμονας φυσικών επιστημών Καρτέσιος διατύπωσε τη θεωρία του δυϊσμού· σύμφωνα με αυτή τη θεωρία η ψυχή και το σώμα είναι δύο διακριτά πράγματα, άρα και η ελεύθερη βούληση είναι έξω από το υλικό σώμα (Ποθητός, 2016).

5.3.1 Θέσεις των Υλιστών

Οι ιδέες του Καρτέσιου ήταν η αφορμή για τη διατύπωση αντίθετων κοσμοθεωριών, όπως του μονισμού ή υλισμού, κατά τον οποίον δεν υπάρχει άυλη ψυχή, αλλά μόνο υλικά αντικείμενα. Ειδικά τους πρώτους αιώνες «ζωής» του, ο υλισμός είχε ένα σημαντικό ερώτημα να αντιμετωπίσει.

Πώς μπορεί να προκύψει από την ύλη, η οποία ελέγχεται από τους αυστηρούς φυσικούς νόμους, κάτι όπως η ελεύθερη βούληση; Πώς για παράδειγμα, μπορεί το μέταλλο να αντισταθεί σε έναν ισχυρό μαγνήτη που το έλκει; Γίνεται μία πέτρα που αφήνεται στο κενό, να μην πέσει στο έδαφος; Άρα, μπορεί η υλική βούληση του ανθρώπου να εναντιωθεί στους νόμους της φύσης που την κυβερνούν και, ως εκ τούτου, να χαρακτηριστεί ως ελεύθερη βούληση;

Οι υλιστές για να απαντήσουν σε αυτό το ερώτημα, επαναπροσδιόρισαν την έννοια της «ελεύθερης βούλησης» με διάφορους τρόπους, έτσι ώστε να ταιριάζει στη θεωρία του υλισμού. Αντίθετα, άλλοι φιλόσοφοι δέχτηκαν την απουσία της ελεύθερης βούλησης ωθούμενοι από το ρεύμα της εξελικτικής θεωρίας του Κάρολου Δαρβίνου και ισχυρίστηκαν ότι πρακτικά τα πάντα κατευθύνονται σε μία συγκεκριμένη κατεύθυνση εκούσια ή ακούσια, με ή χωρίς τον Άνθρωπο (Ποθητός, 2016).

5.3.2 Η Αρχή της Αβεβαιότητας

Τον 20ό αιώνα άλλαξε η Φυσική. Η Αρχή της Αβεβαιότητας διατυπώθηκε από τον Γερμανό φυσικό Βέρνερ Χάιζενμπεργκ, κατά τον οποίο η συμπεριφορά των σωματίων από τα οποία χτίζεται η ύλη, δεν γίνεται να προβλεφθεί, αλλά ούτε και να παρατηρηθεί. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η αυτονομία της ύλης και οι νόμοι της Φυσικής δεν φαντάζουν πλέον και τόσο αυστηροί.

Η ύλη αφήνει λοιπόν περιθώρια ελεύθερης κίνησης/βούλησης και δεν διέπεται απαραίτητα από αυστηρούς φυσικούς νόμους. Οι υπολογιστές, όμως, που είναι υποκατηγορία της ύλης, δουλεύουν βάσει αυστηρά προκαθορισμένων μαθηματικών κανόνων και δεν αφήνουν περιθώρια ελευθερίας βούλησης (Ποθητός, 2016).

5.4 ΤΕΧΝΗΤΗ Η ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΒΟΥΛΗΣΗ

Εκτός από τις απόψεις των επιστημόνων, στη συνέχεια παρατίθενται οι απόψεις της εκκλησίας.

Σύμφωνα λοιπόν με τους Πατέρες, η τελική κατάληξη της ζωής του ανθρώπου, η σωτηρία ή η απώλεια του δεν είναι προκαθορισμένη από τον Δημιουργό. Από την αρχαία ακόμα Εκκλησία, ο Ιουστίνος ο Μάρτυρας υποστηρίζει, περίπου το 150 μ.Χ. στην Α' Απολογία του, ότι η πορεία προς την τελείωση εξαρτάται από τη βούληση του ανθρώπου. Ούτε η φθαρμένη ή διεφθαρμένη ιδιοσυγκρασία του, ούτε το δύσκολο ίσως περιβάλλον στο οποίο κινείται είναι σε θέση να καταδυναστεύσουν την ανεξάρτητη βούλησή του.

Μετά την Απολογία του Ιουστίνου, ο άγιος Γρηγόριος Νύσσης (περ. 335-394) γράφει ολόκληρο βιβλίο «Κατά Ειμαρμένης», σύμφωνα με το οποίο δεν υπάρχει ούτε μοίρα για τον καθένα, ούτε «πεπρωμένο». Ο Δημιουργός και Θεός δεν προορίζει τον άνθρωπο για κάτι, όμως μέσα στην πανσοφία του προγνωρίζει κάθε πράξη του και το αν θα προκόψει πνευματικά ή όχι. Ούτε δούλους έφτιαξε που θα εκτελούν πιστά τις εντολές του, ούτε και «πνεύματα αντιλογίας» και «εχθρούς» για να περνά την ώρα του επιτιμώντας τους (Ποθητός, 2016).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παλαιότερα ο στόχος της τεχνητής νοημοσύνης ήταν η κατασκευή ενός συστήματος που θα μπορούσε να κερδίσει τον παγκόσμιο πρωταθλητή στο σκάκι, ο οποίος επιτεύχθηκε το καλοκαίρι του 1997 με τη νίκη του Deep Blue επί του Kasparov. Πλέον, τα προγράμματα για σκάκι θεωρούνται κοινότυπα, καθώς η TN θέτει συνεχώς υψηλότερους στόχους. Με δεδομένα την εξάπλωση της χρήσης των Η/Υ, τις διαδικτυακές υποδομές, τον πληροφοριακό κορεσμό, η τάση της εποχής είναι η δημιουργία συστημάτων που εξαρτώνται λιγότερο από τον προγραμματιστή και περισσότερο από την ικανότητά τους να μαθαίνουν πώς να συμπεριφέρονται, αλληλεπιδρώντας με το περιβάλλον. Τέτοια συστήματα είναι οι Ευφυείς Πράκτορες (Intelligent Agents).

Στον ορισμό του ρομπότ υπάρχουν ακόμα νομικά κολλήματα. Ακόμα πολλοί άνθρωποι εξακολουθούν να έχουν στο μυαλό τους το «ανδροειδές» που μοιάζει και λειτουργεί σαν άνθρωπος. Πλέον καλύπτονται όλα τα είδη ρομποτικής, όπως βιομηχανικά ρομπότ, ρομπότ που παρέχουν υπηρεσίες (ηλεκτρικές σκούπες, έξυπνα ψυγεία), χειρουργικά ρομπότ, μη επανδρωμένα αεροσκάφη, αυτοκίνητα, τεχνητή νοημοσύνη.

Αυτό που προκύπτει και είναι βέβαιο είναι η ανάγκη για τη δημιουργία νομοθεσίας σε αυτό το ζήτημα, καθώς η τεχνητή νοημοσύνη δεν καλύπτεται από την ισχύουσα νομοθεσία.

Για τη δημιουργία νομοθεσίας υπάρχουν πολλοί λόγοι, αφού είναι απαραίτητα νέα ευρωπαϊκά πρότυπα. Επίσης, τίθεται το ζήτημα της αστικής ευθύνης, της προστασίας των προσωπικών δεδομένων αλλά και η πρόληψη της πειρατείας. Παραδείγματος χάριν, τα βιομηχανικά ρομπότ καλύπτονται από την οδηγία για τα μηχανήματα σε ό, τι έχει σχέση με την ταχύτητά τους και κάποιες τεχνικές παραμέτρους, και όχι για τη νοημοσύνη του μηχανήματος. Για να καταγραφούν οι αντιδράσεις τους αλλά και τα ατυχήματα που θα μπορούσαν να προκληθούν από την αλληλεπίδρασή τους με τους ανθρώπους πρέπει να δοκιμαστούν περισσότερο τα ρομπότ.

Για πολλούς ανθρώπους τα ρομπότ αποτελούν κίνδυνο καθώς θεωρούν ότι θα πάρουν τις δουλειές τους, ενώ άλλοι υποστηρίζουν ότι τα ρομπότ θα δημιουργήσουν νέες και καλύτερες θέσεις εργασίας. Δημιουργείται, έτσι μια νέα βιομηχανική επανάσταση.

Νέα πραγματικότητα αποτελούν τα αυτοκινούμενα οχήματα, τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, τα ρομπότ που χρησιμοποιούνται στην ιατρική, τη γεωργία ή στις κατασκευές, ενώ τα επόμενα χρόνια αναμένεται να αυξηθεί και ο αριθμός τους αλλά και οι ικανότητές τους. Τεράστιες προβλέπεται να είναι οι ηθικές και οι νομικές προκλήσεις αυτής της κοινωνικής μετατόπισης και γι' αυτό οι νομοθέτες πρέπει να είναι έτοιμοι.

Καθώς η τεχνητή νοημοσύνη και η ρομποτική προχωρούν με ταχύτατους ρυθμούς, τα αυτόματα όπλα, τα αυτοκινούμενα οχήματα και πολλές ακόμα έξυπνες συσκευές δεν αποτελούν πλέον επιστημονική φαντασία.

Έτσι, με αφορμή τη συζήτηση που πραγματοποιήθηκε στην ολομέλεια του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου τον Απρίλιο του 2016 για τα αυτοκινούμενα οχήματα, η επιτροπή Νομικών Θεμάτων του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, πραγματοποίησε ακρόαση και συζήτησε με ειδικούς και επιστήμονες για την ασφάλεια και τη διαχείριση των νέων αυτών τεχνολογιών.

Ο Niel Bowerman από το πανεπιστήμιο της Οξφόρδης, κατά τη διάρκεια της συζήτησης είπε ότι «Η πρόοδος που θα φέρει η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει αποσταθεροποιητικά, ενώ για ορισμένα έθνη δεν θα είναι εύκολο να προσαρμοστούν».

Ο πρόεδρος της επιτροπής Νομικών Θεμάτων Πάβελ Σβόμποτα (ΕΛΚ, Τσεχία), τόνισε ότι «το κεντρικό μήνυμα στην επιστήμη της πληροφορικής στο μέλλον θα πρέπει να περιστρέφεται γύρω από τις αξίες, οι οποίες θα πρέπει να μεταδοθούν και μέσα από τις νέες τεχνολογίες».

Ο Pawel Kwiatkowski, από τη νομική εταιρεία Gessel, την Βαρσοβίας είπε ότι «Τα ρομπότ δεν αναγνωρίζονται στο αστικό δίκαιο. Μπορεί ένα ρομπότ να εκφράσει την πρόθεσή του; Νομίζω ότι η απάντησή είναι πολύ απλή, όταν πρόκειται για απλούς αλγόριθμους, όταν όμως γίνονται πιο περίπλοκοι, πιστεύω ότι έχουμε πρόβλημα».

Ο Dr. Andrea Bertolini από το Πανεπιστήμιο της Πίζας είπε με τη σειρά του ότι «πρέπει να δημιουργηθεί ένας Ευρωπαϊκός Οργανισμός Ρομποτικής, για την ανάπτυξη τεχνολογικών προτύπων που θα ρυθμίζουν το πώς θα πρέπει να κατασκευάζονται τα προϊόντα, προκειμένου να στραφούμε από την έρευνα της ρομποτικής στην κατασκευή τους στην Ευρώπη».

Η εισηγήτρια της ομάδας εργασίας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τη Ρομποτική και την Τεχνητή Νοημοσύνη, Μάντι Ντελβό (Σοσιαλιστές, Λουξεμβούργο) ανέφερε ότι «Υπάρχουν μερικές επείγουσες ερωτήσεις στις οποίες πρέπει να απαντήσουμε, όπως για παράδειγμα, για τα μη επανδρωμένα αεροσκάφη, που ήδη χρησιμοποιούνται και για τα αυτοκινούμενα οχήματα, που πολύ σύντομα θα βρίσκονται στους δρόμους μας» (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο-Ρομποτική και τεχνητή νοημοσύνη: ηθικά και νομικά διλήματα, 2016).

Τέλος ο Έλληνας καθηγητής Χρίστος Παπαδημητρίου έχει πει το εξής: «Όποιος φοβάται ότι οι υπολογιστές θα μας εξουσιάσουν μια μέρα δεν παρακολουθεί όσα κάνουν αυτοί που μας εξουσιάζουν σήμερα».

- Luxton, D. (2016). Εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Φροντίδα Ψυχικής Υγείας (Συμπεριφορικές επιστήμες). *Artificial Intelligence in Behavioral and Mental Health Care*, σσ. 1-26.
- Miranda, J. M., & Aldea, A. (2015, 3). Συναισθήματα στην ανθρώπινη και τεχνητή νοημοσύνη. *Computers in Human Behavior*, 21(2), σσ. 323-341.
- Neuman, Y. (2016). Τεχνητή Νοημοσύνη στη Δημόσια επίβλεψη της υγείας και Έρευνας. *Artificial Intelligence in Behavioral and Mental Health Care*, σσ. 231 - 254.
- osarena-Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη. (2016). *Ταινίες και σειρές για την Τεχνητή Νοημοσύνη*. Ανάκτηση από osarena: <http://osarena.net/tainies-kai-seires-gia-tin-tehniti-noimosyni>
- Russell, S., & Norvig, P. (2004). *Τεχνητή νοημοσύνη*. (Φ. Σκουλαρίκης, Επιμ., Τ. Άλβας, Δ. Καρτσακλής, & Φ. Σκουλαρίκης, Μεταφρ.) Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Salmeron, J. (2012, 12). Ασαφή γνωστικά δίκτυα για πρόβλεψη των τεχνητών συναισθημάτων. *Applied Soft Computing*, 12(12), σσ. 3704 - 3710.
- SlidePlayer-Βασικές Έννοιες Αλγορίθμων. (2016). *Βασικές Έννοιες Αλγορίθμων*. Ανάκτηση από SlidePlayer: <http://slideplayer.gr/slide/2660334/>
- Treur, J. (2013, 4). Μια ενοποιητική προοπτική δυναμικών συστημάτων για τα συναισθήματα. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, 4, σσ. 27-40.
- Vallverdú, J., Talanov, M., Distefano, S., Mazzara, M., Tchitchiginb, A., & Nurgaliev, I. (2016, 1). Μια γνωστική αρχιτεκτονική για την υλοποίηση των συναισθημάτων στα συστήματα υπολογιστών. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, 15, σσ. 34-40.
- wikipedia-Μηχανική μάθηση. (2016). *Μηχανική μάθηση*. Ανάκτηση από wikipedia: https://el.wikipedia.org/wiki/Μηχανική_μάθηση
- Wilson, E. (2008, 10). Affect, artificial intelligence, and internal space. *Emotion, Space and Society*, 1(1), σσ. 22-27.
- Αργυράκης Παναγιώτης-Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. (2010). *Νευρωνικά Δίκτυα και Εφαρμογές*. Ανάκτηση από ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ: <http://free-ebooks.gr/el/%CE%B2%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%AF%CE%BF/%CE%B>

D%CE%B5%CF%85%CF%81%CF%89%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC-
%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%B1-
%CE%BA%CE%B1%CE%B9-
%CE%B5%CF%86%CE%B1%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B3%CE%AD%CF%82

Βλαχάβας, Ι., Κεφάλας, Π., Βασιλειάδης, Ν., Κόκκορας, Φ., & Σακελλαρίου, Η. (2011).

Τεχνητή νοημοσύνη. Αθήνα: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Βοσνιάδου, Σ. (2014). *Γνωσιακή επιστήμη* (3η εκδ.). Αθήνα: Gutenberg - Γιώργος & Κώστας Δαρδανός.

Διαμαντάρας, Κ. (2007). *Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Διδαγγέλου, Δ. (2014, 6 2). *Τεχνητή νοημοσύνη στην υπηρεσία της ανθρώπινης σκέψης;*

Ανάκτηση από psychografimata: <http://psychografimata.com/8515/technitinoimosini-stin-ipiresia-tis-anthropinis-skepsis/>

Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο-Ρομποτική και τεχνητή νοημοσύνη: ηθικά και νομικά διλλήματα.

(2016, 4 22). *Ρομποτική και τεχνητή νοημοσύνη: ηθικά και νομικά διλλήματα*.

Ανάκτηση από Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο:

[http://www.europarl.europa.eu/news/el/news-](http://www.europarl.europa.eu/news/el/news-room/20160419STO23952/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7-%CE%B7%CE%B8%CE%B9)

[room/20160419STO23952/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-](http://www.europarl.europa.eu/news/el/news-room/20160419STO23952/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7-%CE%B7%CE%B8%CE%B9)

[%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE-](http://www.europarl.europa.eu/news/el/news-room/20160419STO23952/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7-%CE%B7%CE%B8%CE%B9)

[%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%](http://www.europarl.europa.eu/news/el/news-room/20160419STO23952/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7-%CE%B7%CE%B8%CE%B9)

[CE%B7-%CE%B7%CE%B8%CE%B9](http://www.europarl.europa.eu/news/el/news-room/20160419STO23952/%CE%A1%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7-%CE%B7%CE%B8%CE%B9)

Ποθητός, Ν. (2016). *Τεχνητή Νοημοσύνη και Ελευθερία Βούλησης*. Ανάκτηση από

ANTIAIPETIKOS: http://antiairetikos.blogspot.gr/2010/11/blog-post_23.html

Φίλης, Ι., Διαμαντόπουλος, Ι., & Σαμπράκος, Μ. (2016). *Τεχνητή Νοημοσύνη στην Ιατρική*.

Ανασκόπηση ιατρικών Εμπειρών Συστημάτων και πρόταση Υβριδικού Εμπείρου

Συστήματος . Ανάκτηση από researchgate:

https://www.researchgate.net/publication/200025694_Technete_Noemosyne_sten_Iatrike

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1988 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Παπαστάμου Παναγιώτα, 2018