



ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ  
**ΝΕΥΡΟΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**  
Διευθυντής ΠΜΣ: Αναπλ. Καθηγητής ΕΥΘΥΜΙΟΣ Γ.  
ΔΑΡΔΙΩΤΗΣ

*Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*

*Τεχνητή νοημοσύνη στη διάγνωση  
νευρολογικών περιστατικών*

**ΓΙΑΓΚΟΥ ΕΛΕΝΗ**  
**ΕΡΓΟΘΕΡΑΠΕΥΤΡΙΑ**

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των  
Απαιτήσεων για την απόκτηση του  
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης  
«ΝΕΥΡΟΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

Λάρισα, Ιούλιος 2022



Medical Department  
FACULTY OF HEALTH SCIENCES  
UNIVERSITY OF THESSALY



POSTGRADUATED PROGRAMME  
NEUROREHABILITATION  
PMS Director: Asst. Professor EFTHYMIOS G.  
DARDIOTIS

*Master Thesis*

*Artificial intelligence in the diagnosis of  
neurological cases*

**YANGOU ELENI**

**OCCUPATIONAL THERAPY**

It was submitted for the fulfillment of part of  
Requirements for its acquisition  
Master's Degree  
"NEUROREHABILITATION"

Larissa, July 2022

«Βεβαιώνω ότι η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου δουλειάς και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Στις δημοσιευμένες πηγές έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά και όπου απαιτείται έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας».

Υπογραφή

## ΓΙΑΓΚΟΥ ΕΛΕΝΗ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστήμων Υγείας,  
Τμήμα Ιατρικής, 2022

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΣΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΥΘΥΜΙΟΣ Γ. ΔΑΡΔΙΩΤΗΣ  
ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

### Επιβλέπων:

κ. Δαρδιώτης Ευθύμιος, Αναπλ. Καθηγητής  
Νευρολογίας Π.Θ.

### Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. κ. Δαρδιώτης Ευθύμιος, Αναπλ. Καθηγητής  
Νευρολογίας Π.Θ.
2. κ. Πατεράκης Κωνσταντίνος, Αναπλ. Καθηγητής  
Νευροχειρουργικής Π.Θ.
3. κ. Μπόγδανος Δημήτριος, Καθηγητής Παθολογίας  
και Αυτοάνοσων

## ***Artificial Intelligence in the diagnosis of neurological cases***

## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε με τις νευροεκφυλιστικές διαταραχές και τη τεχνητή νοημοσύνη, ενώ εστίασε σε κατηγορίες λύσεων και μελλοντικές προοπτικές. Η εργασία ολοκληρώθηκε μέσα από τρία κεφάλαια όπου πιο συγκεκριμένα, το πρώτο αφορά το εισαγωγικό σημείωμα. Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στη διάγνωση νευροεκφυλιστικών διαταραχών και πώς σχετίζεται με αυτές η τεχνητή νοημοσύνη. Αναφέρθηκαν Παραδείγματα Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς και είδη και θεραπευτικές δράσεις, ενώ προτάθηκαν και διάφορες λύσεις. Το τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρθηκε σε μελλοντικές προοπτικές. Η εργασία έκλεισε με τα συμπεράσματα

**Λέξεις κλειδιά:** Νευροεκφυλιστικές διαταραχές, τεχνητή νοημοσύνη, Μηχανική μάθηση, θεραπευτικές δράσεις.

## **Abstract**

The present study examined neurodegenerative disorders and artificial intelligence, while focusing on categories of solutions and future prospects. The study was completed through three chapters. More specifically, the first chapter concerns the introductory note. Subsequently, the second chapter refers to the diagnosis of neurodegenerative disorders and how artificial intelligence is related to them. Examples of artificial intelligence, as well as types and therapeutic actions, were mentioned, and various solutions were proposed. The third and final chapter referred to future prospects. The study was completed with the conclusions.

**Keywords:** Neurodegenerative Disorders, Artificial Intelligence, Machine Learning, Therapeutic Actions

## Πίνακας περιεχομένων

<b>ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	<b>9</b>
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή</b>	<b>9</b>
<b>Κεφάλαιο 2: Διάγνωση για νευροεκφυλιστικές διαταραχές</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Τεχνητή νοημοσύνη εννοιολογικός προσδιορισμός ιστορική προσέγγιση</b>	<b>10</b>
2.1.1 Νοημοσύνη: ορισμός	16
2.1.2 Τα θεμέλια της τεχνητής νοημοσύνης	20
2.1.3 Παραδείγματα Τεχνητής Νοημοσύνης	24
<b>2.2 Μηχανική μάθηση διαδικασία ενδεδειγμένης μάθησης</b>	<b>37</b>
2.2.1 Μηχανική μάθηση	37
2.2.2 Λειτουργία	39
2.2.3 Κατανόηση του προβλήματος και εργασία με τα δεδομένα	40
<b>2.3 Είδη και θεραπευτικές δράσεις με βάση το Maximum Likelihood Estimator (MLE).</b>	<b>52</b>
2.3.1 Παράγοντες νευροεκφύλισης – ασθένειες	55
2.3.2 Νόσος Αλτσχάϊμερ	58
2.3.3 Νόσος Πάρκινσον	59
2.3.4 Εγκεφαλικό επεισόδιο και τραυματισμός του νωτιαίου μυελού	61
2.3.5 Παραδοσιακή διάγνωση των νευροεκφυλιστικών ασθενειών και πως η συμβολή της Τεχνητής	

Νοημοσύνης στην βελτίωση της διαγνωστικής διαδικασίας _____	61
2.3.6 Αποτροπή και αντιμετώπιση της άνοιας και άλλων νευροεκφυλιστικών ασθενειών _____	65
<b>2.4 Κατηγορίες λύσεων _____</b>	<b>69</b>
<b>2.5 Βαθιά Μάθηση _____</b>	<b>75</b>
<b>2.6 Ανθρώπινος εγκέφαλος _____</b>	<b>84</b>
<b><i>Κεφάλαιο 3: Μελλοντικές προοπτικές _____</i></b>	<b><i>93</i></b>
3.1 Οι παρούσες εφαρμογές _____	93
3.2 BIG DATA - Μεγάλα δεδομένα _____	105
3.3 Μυστικότητα _____	120
3.4 Ηθική _____	130
<b>3.5 Εργασία _____</b>	<b>146</b>
<b><i>Συμπεράσματα _____</i></b>	<b><i>156</i></b>
<b><i>Βιβλιογραφία _____</i></b>	<b><i>157</i></b>



## ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει μια τεράστια σχέση με την ανάπτυξη της Πληροφορικής, η οποία άρχισε να διαδίδεται στη δεκαετία του 1940 με τα έργα των McCulloch και Pitts. Το 1943 αναπτύχθηκαν μαθηματικά μοντέλα, σχηματισμένα από νευρώνες που έχουν αναλυθεί πάνω στους αρχικούς βιολογικούς νευρώνες. Με βάση τα μοντέλα, έγινε κατανοητή η λειτουργία των νευρώνων, οι οποίοι ενεργούν σε ένα δυαδικό σύστημα. Κατάφεραν δηλαδή να αποδείξουν ότι οι συγκεκριμένοι νευρώνες, μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν, ότι μπορούν να μάθουν καινούργιες ενέργειες, όπως επίσης ότι μπορούν να τροποποιήσουν τις ενέργειες τους μέσα στα χρόνια (Nahian et al., 2020).

Με την πάροδο των χρόνων, η Τεχνητή Νοημοσύνη δοκιμάστηκε αρκετές φορές να συσχετιστεί με τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Κάποιες από αυτές είχαν καταφέρει να μιμηθούν τις λειτουργίες που έχει ο ανθρώπινος νους, κάποιες άλλες όμως όχι.

Σήμερα, οι Τεχνητή Νοημοσύνη, εφαρμόζεται για την αντιμετώπιση διάφορων νευροεκφυλιστικών παθήσεων, όπως είναι η νόσος Αλτσχάιμερ, η νόσος του Πάρκινσον και το Εγκεφαλικό επεισόδιο, βλάβη του Νωτιαίου Μυελού.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Διάγνωση για νευροεκφυλιστικές διαταραχές**

### **2.1 Τεχνητή νοημοσύνη: ιστορική προσέγγιση και εννοιολογικός προσδιορισμός**

Στη δεκαετία του 1950, ο Alan Turing αναρωτήθηκε αν μια μηχανή μπορούσε να σκεφτεί και ανέπτυξε ένα τεστ, διάσημο ως "Turing Test", συνειδητοποιώντας ότι για να εκχωρηθεί ένα επίπεδο νοημοσύνης σε έναν άλλο άνθρωπο, συνήθως γίνονται ερωτήσεις, οπότε θα έπρεπε να γίνει το ίδιο με τις μηχανές. Αυτή η μέθοδος έγινε αποδεκτή επειδή δεν περιελάμβανε τον καθορισμό όλων των χαρακτηριστικών της νοημοσύνης, αλλά δοκίμασε τον βαθμό δυσδιάκρισης μιας μηχανής από έναν άνθρωπο σε μια συνομιλία με έναν άλλο άνθρωπο. Το αρχικό τεστ Turing περιελάμβανε έναν ανακριτή με ένα πληκτρολόγιο και μια οθόνη χωρισμένη σε δύο μέρη για να δείξει τις διαφορετικές αποκρίσεις του υπολογιστή και του άλλου ανθρώπου.

Δόθηκαν πέντε λεπτά για να συζητηθεί οποιοδήποτε θέμα είχε αποφασίσει ο ανακριτής και στην προθεσμία ήταν απαραίτητο να αποφασιστεί ποια από τις δύο συνομιλίες είχε γίνει από το μηχάνημα. Αν ο υπολογιστής είχε καταφέρει να ξεγελάσει το 30% των μέσων ανακριτών ότι ψηφίζονται ως άνθρωποι, τότε θα είχε περάσει το τεστ. Το τεστ δεν είναι άψογο γιατί αν διενεργούνταν από δύο άτομα διαφορετικής νοημοσύνης, ένα από τα δύο άτομα που εξετάστηκαν θα

μπορούσε να πάρει λιγότερο από το 30% των ψήφων και επομένως να αποτύχει στο τεστ. Το τεστ πιστοποιεί μόνο εάν το μηχάνημα μπορεί ή όχι να προσομοιάσει την ανθρώπινη σκέψη και δεν αντιμετωπίζει το ζήτημα της αυτογνωσίας του υπολογιστή. Όταν ο Turing εκπόνησε το τεστ, προέβλεψε ότι σε περίπου 50 χρόνια, τότε περίπου τη δεκαετία του 2000, ορισμένες μηχανές θα περνούσαν τη δοκιμή. Μέχρι σήμερα, κανένα μηχάνημα δεν έχει περάσει ακόμα τη δοκιμή (Baldacci et al., 2017).

Πρόσφατα, έχουν σημειωθεί επιτυχίες αποτελέσματα του Turing test, με τη διαφορά ότι υπήρχαν περιορισμοί στην κριτική επιτροπή. Έτσι, η απαντήσεις των αξιολογητών δεν ήταν ξεκάθαρα δικές τους. Ένα παράδειγμα είναι το λογισμικό chat bot Eugene Goostman, όπου το 2014 συγκέντρωσε το 33% των ψήφων, έχοντας παρουσιάσει όμως τον εαυτό του ως δεκαεπτάχρονο Ουκρανό που δεν μιλούσε συχνά αγγλικά. Με αυτόν τον τρόπο, πιθανότατα οδήγησε ορισμένους αξιολογητές να κρίνουν μερικές από τις απαντήσεις του λιγότερο κρίσιμες λόγω των γλωσσικών δυσκολιών του και αυτό θα μπορούσε να έχει θέσει σε κίνδυνο την αξιολόγησή τους, εξηγώντας την επιτυχία του τεστ Turing.

Το 1956 οι Herb Simon και Allen Newell πέτυχαν να κατασκευάσουν την πρώτη μηχανή σκέψης ικανή να λύνει ανεξάρτητα ορισμένα βασικά μαθηματικά προβλήματα. Αυτό το έτος ήταν επίσης πολύ σημαντικό επειδή ο John McCarthy επινόησε για πρώτη φορά τον όρο "Τεχνητή Νοημοσύνη" σε ένα

συνέδριο στο Dartmouth για να περιγράψει μηχανές ικανές να συλλογιστούν και να εκτελούν λειτουργίες που απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη. Αποφάσισε επίσης σε αυτή την έκφραση για να ξεχωρίσει τη δουλειά του από αυτή των συναδέλφων του που εργάζονταν στον τομέα της κυβερνητικής. Στόχος του συνεδρίου ήταν να επεκταθεί η χρήση των υπολογιστών πέρα από την απλή επεξεργασία δεδομένων. Από εδώ άρχισε να διαδίδεται ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη».

Το 1956 ήταν επομένως μια σημαντική χρονιά, αλλά για κάποιο διάστημα οι άνθρωποι σκέφτονταν συστήματα ικανά να μιμούνται την ανθρώπινη συμπεριφορά. Μία εγγεγραμμένη περίπτωση ήταν το 1700 ο βαρόνος Von Kempelen δημιούργησε τη σκακίστρια για να εντυπωσιάσει την αυτοκράτειρα Μαρία Θηρεσία. Αυτός ο παίκτης ήταν τοποθετημένος μπροστά από μια σκακιέρα και παρουσιάστηκε ως μια πραγματική έξυπνη μηχανή ικανή να παίζει αυτόνομα, αλλά αυτό που δεν γνώριζαν οι θεατές ήταν ότι μέσα στη μηχανή υπήρχε ένας σκακιστής που έκανε όλη τη δουλειά, και έτσι ήταν όλα μια εξαπάτηση (Lynch and Liston, 2018).

Τα τελευταία χρόνια υπήρχε μια αυξανόμενη αισιοδοξία και ξεκίνησαν οι πρώτες συζητήσεις σχετικά με τη δυνατότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης να εξισώσει την ανθρώπινη νοημοσύνη. Πολλοί πίστευαν ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορούσε να μιμηθεί και να αναδημιουργήσει τέλεια τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου και αυτό απέφερε σημαντικά κεφάλαια και

ενδιαφέρον από το ευρύ κοινό. Μερικοί επιστήμονες υπολογιστών, όπως ο Stephen Cook και ο Richard Karp, εντόπισαν υπολογιστικές τάξεις που θα έπρεπε να είχαν λειτουργήσει στη γραμμή του Turing, αλλά διαπίστωσαν ότι θα χρειαζόνταν τεράστιο χρόνο επεξεργασίας και μνήμης για να τις ολοκληρώσουν. Το 1966 ο Joseph Weisenbaum προγραμμάτισε το ELIZA που θεωρείται το πρώτο παράδειγμα chatbot<sup>3</sup>. Η ELIZA μπόρεσε να δώσει προκαθορισμένες απαντήσεις ανάλογα με το τι της ζητήθηκε. Παρόλο που ενεργούσε με περιορισμένο τρόπο, κατάφερε να κάνει αρκετούς να πιστέψουν ότι ήταν ψυχολόγος (Topol, 2019).

Ο John Searle εξέθεσε το πρόβλημα του κινεζικού δωματίου δείχνοντας ότι μια μηχανή δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι σκέφτεται επειδή δεν κατανοεί τα σύμβολα που επικοινωνεί. Ο Searle κατέληξε στο συμπέρασμα ότι εάν το τεστ γινόταν από ένα άτομο που δεν καταλαβαίνει κινέζικα αλλά έχει οδηγίες όπως αυτές του υπολογιστή, θα έφτανε στην ίδια έξοδο, αλλά δεν θα μπορούσε να ειπωθεί ότι το άτομο το κατάλαβε αυτό (Jiang et al., 2017).

Στη δεκαετία του '80 αναζωπυρώθηκε το ενδιαφέρον για την Τεχνητή Νοημοσύνη και αυτό οφειλόταν σε μία περισσότερο πρακτική παρά θεωρητική ανάπτυξη, με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιμετωπίζονται προβλήματα μέσω συγκεκριμένων έμπειρων συστημάτων κλάδους. Οι φιλοσοφικές συζητήσεις συνεχίστηκαν αλλά ανεξάρτητα από την πρακτική πρόοδο. Στο τέλος υπήρξε μια ανάπτυξη της

ρομποτικής που επηρέασε την Τεχνητή Νοημοσύνη με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργήσει μια νοημοσύνη πραγματικά ικανή να αντιληφθεί τον περιβάλλοντα κόσμο, μέσω της διαδικασίας της ενσάρκωσης. Ο αυξανόμενος ενθουσιασμός βρέθηκε να οδηγεί σε πολυάριθμες εφαρμογές σε διάφορες βιομηχανικές περιοχές που συνέβαλαν στη βελτίωση του εαυτού. Σε διάφορους τομείς, η Τεχνητή Νοημοσύνη κατάφερε να ξεπεράσει τον άνθρωπο. Χάρη στην έρευνα του Geoffrey Hinton και Yann LeCun ασχολήθηκαν και ενίσχυσαν τη μελέτη των νευρωνικών δικτύων. Στις 11 Μαΐου 1997 σχεδιάστηκε το Deep Blue, το οποίο κατάφερε να κερδίσει τον Garry Kasparov σε έναν σκακιστικό αγώνα. Η Deep To Blue ήταν 10 εκατομμύρια φορές πιο γρήγορη από τον υπολογιστή του Ferranti που σχεδίασε το 1951.

Η τεχνολογική πρόοδος περιγράφεται επίσης από το νόμο του Μουρ, που επινόησε ο Γκόρντον Μουρ, σύμφωνα με τον οποίο η ταχύτητα και η χωρητικότητα μνήμης των υπολογιστών διπλασιάζεται κάθε 18 μήνες. Όταν ο Μουρ πρότεινε τη θεωρία του βασίστηκε με λίγα δεδομένα, αλλά οι προβλέψεις του ήταν αρκετά επαρκείς. Βασίστηκε στην αύξηση του αριθμού των τρανζίστορ που μπορεί να εισαχθεί σε ένα κύκλωμα. Μέχρι σήμερα εξακολουθούμε να παρακολουθούμε αυτό το φαινόμενο που επιτρέπει την αύξηση εκθετική υπολογιστική ισχύς των υπολογιστών. Η συνεργασία των ομάδων επέτρεψε μια αξιοσημείωτη ανάπτυξη

Το Alpha Go, σχεδιασμένο από την Google<sup>7</sup>, το

2016 κατάφερε να προκαλέσει και να κερδίσει τον Κινέζο πρωταθλητή Go8 , Λι Σέντολ. Αυτή η τεχνολογία μπόρεσε να μάθει το παιχνίδι παίζοντας ενάντια στον εαυτό της και βελτιώνοντας παιχνίδι με παιχνίδι. Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί η μέθοδος των ευφύων πρακτόρων, η οποία συνίσταται στη μίμηση εγκεφάλου μέσω της ένωσης πολλών ευφύων πρακτόρων που ειδικεύονται σε μεμονωμένα προβλήματα. Αυτή η προσέγγιση οδήγησε σε αξιοσημείωτες εξελίξεις όπως η εξόρυξη δεδομένων και η αναγνώριση ομιλίας.

Η έλευση του ασύρματου ήταν θεμελιώδης για την εξέλιξη των υπολογιστών, γιατί χωρίς αυτή την τεχνολογία οι υπολογιστές θεωρούνται ως ενιαίοι, ενώ με ένα παγκόσμιο δίκτυο που τα συνδέει μπορούν να θεωρηθούν ως ένας μεγάλος εγκέφαλος με ευρεία διανομή και ευρεία συνδεσιμότητα. Αυτό είναι ένα τεράστιο πλεονέκτημα για την Τεχνητή Νοημοσύνη έναντι της ανθρώπινης νοημοσύνης, επειδή επιτρέπει την ενσωμάτωση της γνώσης.

Η ιστορική τάση της έρευνας στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης είχε μια τάση με περιόδους μεγάλης αισιοδοξίας και μεγάλης χρηματοδότησης. Ωστόσο υπήρχαν και λιγότερο ευημερούσες περιόδους στις οποίες δεν ήταν δυνατό να ανταποκριθούν τα αναμενόμενα αποτελέσματα, χάνοντας έτσι μέρος του ενδιαφέροντος για το θέμα και πολλή από τα χρηματοδότηση με συνέπεια την βραδύτερη και δυσκολότερη ανάπτυξη (Lane, Hardy & Schott, 2018).

### 2.1.1 Τεχνητή Νοημοσύνη: ορισμός

Για να κατανοηθεί ο ορισμός για την Τεχνητή Νοημοσύνη, πρέπει πρώτα να γίνει κατανοητό το τι είναι νοημοσύνη. Κατά την εξέταση οποιουδήποτε ορισμού της νοημοσύνης πρέπει να ληφθεί υπόψη η υποκειμενική φύση του ίδιου του ορισμού. Ο καθένας έχει μια προσωπική αντίληψη για τη νοημοσύνη λόγω παραγόντων όπως οι πεποιθήσεις, οι εμπειρίες και οι αξίες, που αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου και επηρεάζονται από τον πολιτισμό. Στα τέλη του 18ου αιώνα ο Franz Joseph Gall ανέπτυξε την πειθαρχία της φρενολογίας, σύμφωνα με την οποία οι ογκομετρικές διαφορές των κρανίων θα καθόριζαν τις νοητικές λειτουργίες των ανθρώπων. Αυτές οι μελέτες διαψεύστηκαν σημειώνοντας στη συνέχεια ότι το μέγεθος και το σχήμα του κρανίου δεν παρέχουν πληροφορίες για τη νοημοσύνη ενός ατόμου. Το 1904 ο Alfred Binet ανέπτυξε ένα τεστ νοημοσύνης για τον προσδιορισμό του δείκτη νοημοσύνης

των ανθρώπινων όντων. Κατά την ανάπτυξη του τεστ, λήφθηκαν υπόψη στοιχεία όπως η μνήμη, η κατανόηση, η προσοχή (Nahian et al., 2020).

Σύμφωνα με τον Χάουαρντ Γκάρντνερ, κάθε άτομο είναι προικισμένο με διαφορετικούς τύπους νοημοσύνης και ως εκ τούτου δεν θα ήταν σωστό να δοθεί ένας ενιαίος ορισμός της νοημοσύνης. Ένα άλλο ζήτημα που αφορά τη νοημοσύνη είναι η προέλευσή της. Οι μελετητές αναρωτιούνται εάν η ευφυΐα είναι έμφυτη



ή αν είναι κάτι που ο καθένας μπορεί να μάθει από την εμπειρία και την εκπαίδευση. Δεν υπάρχει μοναδική απάντηση, και πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι δύο παράγοντες. Για να προσπαθήσουν να απαντήσουν σε αυτό το ερώτημα οι μελετητές έχουν επικεντρωθεί στα ομόζυγα δίδυμα, δεδομένης της ιδιαίτερης γενετικής τους δομής.

Το 1966 ο Cyril Burt μελέτησε 53 ζεύγη ομόζυγων διδύμων που χωρίστηκαν κατά τη γέννηση και διαπίστωσε ότι η εκπαίδευση είχε πολύ μεγαλύτερο βάρος στον προσδιορισμό της νοημοσύνης, ωστόσο επικρίθηκε για την εγκυρότητα των διδύμων που εξετάστηκαν. Το 1976, ο John Loehlin εξέτασε 850 δίδυμα και διαπίστωσε ότι η νοημοσύνη καθορίζεται κυρίως από την κληρονομικότητα, αν και θεώρησε ότι τα ζευγάρια διδύμων ανατράφηκαν σε παρόμοια πλαίσια. Επομένως η έννοια της νοημοσύνης δεν έχει νόημα εάν εξάγεται από το κοινωνικό πλαίσιο αναφοράς.

Ο Treccani, ο οποίος ορίζει την τεχνητή νοημοσύνη ως ένα Σύμπλεγμα ψυχικών και νοητικών ικανοτήτων που επιτρέπουν στον άνθρωπο να σκέφτεται, να κατανοεί ή εξηγεί γεγονότα ή πράξεις, να προσαρμόζεται σε νέες καταστάσεις και να τις τροποποιεί Αναγνωρίζεται επίσης, εντός ορισμένων ορίων, στα ζώα, ιδιαίτερα στα θηλαστικά. «Αυτός ο ορισμός επικεντρώνεται στους ανθρώπους, αλλά αναγνωρίζει επίσης έναν ορισμένο βαθμό ευφυΐας στα ζώα (Topol, 2019).

Όσον αφορά την ευφυΐα των ζώων, μπορεί να

είναι πολύ δύσκολο να θεωρηθεί ότι ισχύει μιας και δεν υπάρχει η ικανότητα για να αποδειχθεί. Λαμβάνοντας υπόψη το γενικό πλαίσιο στο οποίο δρουν οι άνθρωποι και τα ζώα, η ικανότητα επίτευξης ορισμένων στόχων θα μπορούσε να οριστεί ως ευφυής. Οι πρωταρχικοί στόχοι θα μπορούσαν να σχετίζονται με την επιβίωση του είδους, αλλά θα πρέπει να θεωρούνται πιο άμεσοι οι στόχοι που σχετίζονται με την ευχαρίστηση. Όταν η νοημοσύνη των μηχανών θεωρείται ότι είναι σε ισχύ, τότε προκύπτει το ερώτημα εάν πρέπει να ορισθούν ως ευφυείς, και εάν πρέπει να εξεταστεί η επίτευξη των ίδιων στόχων που έχουν τεθεί για τα έμβια όντα. Για τις μηχανές, ένας στόχος που θεωρείται ως πρωταρχικός μπορεί τελικά να μην είναι. Δεδομένων των δυσκολιών στην κατανόηση του τι είναι η νοημοσύνη στα έμβια όντα, το τεχνητό είναι πολύ δύσκολο και αμφιλεγόμενο. (Sweeney et al., 2017).

Η χρήση των ανθρώπινων δεξιοτήτων ως σύγκριση είναι πολύ περιοριστική, επειδή πολλές εργασίες που εκτελούνται από τα μηχανήματα είναι αδύνατες για τα ανθρώπινα όντα. Πρέπει λοιπόν να γίνει μία αρχή από την υπόθεση ότι σήμερα ο ανθρώπινος εγκέφαλος και οι υπολογιστές δεν μπορούν να λειτουργήσουν ομοίως επειδή έχουμε η κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου είναι πολύ περιορισμένη.

Επομένως, η μέτρηση της Τεχνητής Νοημοσύνης δεν πρέπει να συνδέεται με τη νοημοσύνη ανθρώπινα ειδικά όταν πρόκειται για γρήγορη αντιμετώπιση επαναλαμβανόμενων προβλημάτων. Εξετάζοντας το

πρόβλημα από την άποψη των λαθών, φαίνεται πώς ο άνθρωπος κάνει λάθη συχνά αλλά έχει και την ικανότητα να μαθαίνει από τα λάθη του. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί η βάση της ευφυούς συμπεριφοράς. Εάν, από την άλλη, είναι ο υπολογιστής που κάνει λάθος και αυτό το σφάλμα οφείλεται σε σφάλμα προγραμματισμού, ο υπολογιστής δεν θα μπορεί να μάθει από το σφάλμα και δεν θα μπορεί να ξεπεράσει το πρόβλημα, επομένως, δεν μπορεί να θεωρηθεί έξυπνος. Πολλά πεδία, τα οποία θεωρούνταν μόνο εκτελέσιμα από την ανθρώπινη νοημοσύνη, αρχίζουν επίσης να υλοποιούνται με επιτυχία από την Τεχνητή Νοημοσύνη. Όντας πολύ συγκεκριμένα πεδία, τείνουν αυτές τις εφαρμογές να μην θεωρούνται ως έξυπνες γιατί ασκούν μόνο αυτή τη δραστηριότητα (Matej, Tesar & Rusina, 2019).

Μπροστά σε αυτό, όμως, η τεχνολογία έχει μια τάση προς την ενοποίηση των τεχνολογιών διαφορετικός. Αλλά γιατί θα πρέπει να θεωρούνται οι μηχανές ως έξυπνες αν κατανοηθούν ως σύνολο ενώ αν λαμβάνονται μεμονωμένα, σωστά; Είναι σημαντικό να αναγνωριστούν επίσης συγκεκριμένες πτυχές της Τεχνητής Νοημοσύνης μεμονωμένα γιατί θα ήταν λάθος να θεωρηθεί μια Τεχνητή Νοημοσύνη προγραμματισμένη για κάποιο σκοπό ακριβής όχι ευφυής μόνο επειδή δεν είναι σε θέση να εκτελέσει καθήκοντα τυπικά της ανθρώπινης νοημοσύνης. Εκεί είναι ένα πλήθος εισροών που δεν μπορούν να κατανοηθούν, όπως υπέρυθρες ακτίνες ή υπερηχογράφημα, μόνο επειδή οι ανθρώπινες αισθήσεις

είναι περιορισμένες και αν αξιολογήθηκαν μόνο με βάση το ότι δεν μπορούν να ανιχνεύσουν, τότε οι άνθρωποι δεν πρέπει να θεωρούνται νοήμονα όντα. Τεχνητή Νοημοσύνη, όπως π.χ Η ανθρώπινη νοημοσύνη δεν έχει μοναδικό ορισμό και ο τρόπος με τον οποίο αξιολογείται υπόκειται σε διαφορετικούς περιορισμούς λόγω του περιβάλλοντος στο οποίο γίνεται η αξιολόγηση και της σύγκρισης που υπόκειται με ορισμένα χαρακτηριστικά (Jastorff et al., 2016).

### **2.1.2 Τα θεμέλια της τεχνητής νοημοσύνης**

Παρά όλους τους περιορισμούς ενός ορισμού, μπορεί να είναι χρήσιμο να δοθεί ένας ορισμός για την Νοημοσύνη Τεχνητός για την καλύτερη κατανόηση του πεδίου εφαρμογής του ίδιου και των στοιχείων που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξή του. Ο Treccani ορίζει την Τεχνητή Νοημοσύνη ως: «Η πειθαρχία που μελετά αν και πώς μπορούν να αναπαραχθούν οι πιο περίπλοκες νοητικές διεργασίες μέσω της χρήσης υπολογιστή. Αυτή η έρευνα αναπτύσσεται σε δύο συμπληρωματικές διαδρομές: από αφενός, η τεχνητή νοημοσύνη προσπαθεί να φέρει τη λειτουργία των υπολογιστών πιο κοντά στις δυνατότητες της ανθρώπινης νοημοσύνης, από την άλλη χρησιμοποιεί προσομοιώσεις υπολογιστή για να κάνει υποθέσεις σχετικά με τους μηχανισμούς χρησιμοποιείται από το ανθρώπινο μυαλό». Αυτός ο ορισμός δείχνει πόσο θεμελιώδες είναι οι υπολογιστές ως μέσο για την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Οι υπολογιστές είναι ηλεκτρονικές και ψηφιακές μηχανές επειδή διαθέτουν μια τεχνολογία που εκμεταλλεύεται την κίνηση των ηλεκτρονίων, υλικών όπως το πυρίτιο, δηλαδή υλικά που άγουν ηλεκτρισμό και χρησιμοποιούν bits για να αναπαραστήσουν πληροφορίες. Η τάση των υπολογιστών να γίνονται όλο και πιο ισχυροί στη ταχύτητα επεξεργασίας οφείλονται στη δημιουργία ολοένα και περισσότερων τεχνολογιών που εισάγονται ως εξαρτήματα μέσα στο εσωτερικό τους. Ο υπολογιστής είναι επίσης σύνθεση από ένα υλικό που περιέχει στοιχεία που ενεργοποιούνται δισεκατομμύρια φορές σε ένα δευτερόλεπτο ανάλογα με τον αλγόριθμο που εισάγεται στο πρόγραμμα γραμμένο σε μια γλώσσα υπολογιστή, όπως C και C ++, και στη συνέχεια μετατρέπονται σε bit. Τα στοιχεία μέσα στον υπολογιστή είναι οργανωμένα σύμφωνα με την αρχιτεκτονική που αναπτύχθηκε από τον John Von Neumann, η οποία επιτρέπει ένα συνεκτικό και αποτελεσματικό σύστημα. Οι λειτουργίες της αρχιτεκτονικής είναι οι μονάδες ελέγχου (CPU), η εσωτερική μνήμη (RAM) και οι συσκευές εισόδου και εξόδου (IO) (Niedzielska et al., 2016).

Ο κλάδος της Τεχνητής Νοημοσύνης απαιτεί ένα ευρύ φάσμα δεξιοτήτων και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα διεπιστημονικό θέμα, επειδή έχει επηρεαστεί και συνεχίζει να επηρεάζεται από πολλούς διαφορετικούς κλάδους, οι οποίοι το καθιστούν συναρπαστικά περίπλοκο μέσω της συμβολής νέων ιδεών και τεχνικών. Η φιλοσοφία έχει θέσει πολλά ενδιαφέροντα ερωτήματα

τα οποία εξακολουθούν να είναι επίκαιρα στις συζητήσεις σχετικά Τεχνητή νοημοσύνη. Ήδη τον 4<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ.

Ο Αριστοτέλης προσπάθησε να διατυπώσει ένα ακριβές σύνολο νόμων αντιπροσωπευτικών του ανθρώπινου λογικού νου, και δεν ήταν ο μόνος. Πολλοί αιώνες αργότερα, ο Χομπς υπέθεσε ότι ο συλλογισμός είχε μια συγγένεια με τον αριθμητικό λογισμό. Υπήρχαν επίσης άνθρωποι όπως ο Leonardo da Vinci, ο οποίος σχεδίασε έναν μηχανικό υπολογιστή το 1500, και ο Leibnitz που κατασκεύασε έναν υπολογιστή για να εκτελεί λειτουργίες σε έννοιες, παρόλο που ήταν ένα πολύ περιορισμένο πρωτότυπο. Θεσπίστηκε λοιπόν η υπόθεση ότι στη βάση του επίσημου και λογικού μέρους του μυαλού υπήρχε ένα σύνολο κανόνων που μπορούσαν να το περιγράψουν. Σε μεταγενέστερες περιόδους καθιερώθηκαν ιδέες όπως ο δυϊσμός του νου και, σε αντίθεση η με αυτό, ο υλισμός. Με τον εμπειρισμό αναζητήθηκε η πηγή της γνώσης (Voet et al., 2019).

Ο Carnap ανέπτυξε τη θεωρία του λογικού θετικισμού, σύμφωνα με την οποία όλη η γνώση μπορεί να εκφραστεί με αισθητηριακές αντιλήψεις, και επομένως με παρατηρήσιμες εκφράσεις. Ο ίδιος ο Carnap, με τη βοήθεια του Hempel, ανέπτυξε τη θεωρία της επιβεβαίωσης για να εξηγήσει πώς η γνώση αποκτάται από την εμπειρία. Τέλος, η φιλοσοφία θέτει το ζήτημα της σύνδεσης μεταξύ γνώσης και δράσης που είναι θεμελιώδες στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η φιλοσοφία είναι η βάση των εννοιών

που αφορούν την Τεχνητή Νοημοσύνη, αλλά τα μαθηματικά της έχουν επισημοποιηθεί ως προς τη λογική, τον υπολογισμό και την πιθανότητα.

Ο Boole, τον 19ο αιώνα, ανέπτυξε τις αρχές της Boolean λογικής και αργότερα ο Frege την ενσωμάτωσε σε αντικείμενα, δημιουργώντας τη λογική πρώτης τάξης που σήμερα επιτρέπει την αναπαράσταση της γνώσης. Όταν εξετάζουμε τον πρώτο μη τετριμμένο αλγόριθμο, αναφερόμαστε στον Ευκλείδη για να υπολογίσουμε τον μεγαλύτερο κοινό παρονομαστή. Το 1900 ο Hilbert συνέταξε μια λίστα με 23 προβλήματα, που ήταν ακόμη επίκαιρα, συμπεριλαμβανομένου του προβλήματος της συγκεκριμένης δυνατότητας γραφής ενός αλγορίθμου για τον καθορισμό του βαθμού αλήθειας οποιασδήποτε λογικής αναλογίας φυσικών αριθμών, δηλαδή του Entscheidungsproblem.

Το 1930, ο Gödel επεξεργάστηκε την ύπαρξη μιας διαδικασίας για να αποδείξει οποιαδήποτε πραγματική αναλογία στη λογική της πρώτης τάξης, αλλά ότι αυτό δεν μπορούσε να εκφράσει την αρχή της μαθηματικής επαγωγής που είναι απαραίτητη για τον ορισμό των φυσικών αριθμών. Έπειτα πρότεινε το θεώρημα της μη πληρότητας στο οποίο διαπιστώνει ότι σε κάθε γλώσσα που είναι ικανή να περιγράψει τις ιδιότητες των φυσικών αριθμών υπάρχουν αληθείς προτάσεις, και επομένως υπάρχουν και μη υπολογίσιμοι αριθμοί. Ο Turing ξεκίνησε από αυτή την υπόθεση για να καθορίσει ποιες είναι οι υπολογίσιμες συναρτήσεις. Ένα πρόβλημα είναι δυσεπίλυτο όταν ο χρόνος

ανάλυσης μεγαλώνει εκθετικά με το μέγεθος του στιγμιότυπου (Erkkinen, Kim & Gescwind, 2018).

### **2.1.3 Παραδείγματα Τεχνητής Νοημοσύνης**

Για να λειτουργήσει η Τεχνητή Νοημοσύνη, καθορίζεται η επιλογή του αλγορίθμου που βρίσκεται κάτω από αυτήν. Απαιτείται πάντα ένας αλγόριθμος για να λειτουργήσουν τα δεδομένα που εισάγονται στο πρόγραμμα. Ένας αλγόριθμος απαιτεί πάντα μια σειρά βημάτων για την επίλυση ενός προβλήματος που αναλύεται σε στοιχειώδεις υπολογισμούς. Πρέπει να γίνουν κάποιες ερωτήσεις πριν ξεκινήσει η διαδικασία εισδοχής δεδομένων. Πρέπει να καθοριστεί τι θα ήταν χρήσιμο να δημιουργηθεί, τους λόγους πίσω από αυτό, πώς θα γίνει, το χρονικό πλαίσιο και ποιο είναι το εκτιμώμενο κόστος. Ως εκ τούτου, είναι δυνατή η επιλογή μιας λύσης με μη μέγιστο επίπεδο χρησιμότητας, εάν αυτό επιτρέπει μεγαλύτερη σκοπιμότητα του έργου. Η θέσπιση προκαταρκτικών κατευθυντήριων γραμμών για την επίλυση προβλημάτων μπορεί να θεωρηθεί πολύ χρήσιμη για να είναι γνώριμη εκ των προτέρων η κατεύθυνση που θα ακολουθηθεί. Η τεχνολογία πληροφοριών επιτρέπει την επίλυση προβλημάτων υπολογιστών, δεδομένων των κανόνων και των πόρων που απαιτούνται για τη λειτουργία. Η επίλυση ενός προβλήματος σημαίνει, δεδομένων των εισροών, να φθάσει σε μια έξοδο ικανοποιώντας ένα κριτήριο επαλήθευσης. Είναι πολύ σκόπιμο να γίνει



κατανοητό το τι χρειάζεται να πετύχει και αυτό μπορεί να γίνει μόνο ορίζοντας λεπτομερώς το πρόβλημα που πρέπει να λυθεί. Κατά τη διεξαγωγή της διαδικασίας, εξακολουθεί να απαιτείται ενεργή επίβλεψη επειδή η άφιξη απροσδόκητων δεδομένων θα μπορούσε να επηρεάσει την επίτευξη του αποτελέσματος (Allen et al., 2016).

Ο ορισμός του προβλήματος είναι λοιπόν το πρώτο θεμελιώδες βήμα που πρέπει να γίνει και πρέπει να πραγματοποιηθεί από τον άνθρωπο που θα έχει στη συνέχεια την υποστήριξη της Τεχνητής Νοημοσύνης. Αυτή η φάση περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των δεδομένων εισόδου, την επιλογή των στόχων που πρέπει να επιτευχθούν και τη σχέση μεταξύ των δεδομένων και των αποτελεσμάτων. Είναι πάντα απαραίτητο να ελέγχεται εάν το πρόβλημα είναι καλά καθορισμένο επειδή ένας εσφαλμένος ορισμός θα έθετε σε κίνδυνο τα επακόλουθα αποτελέσματα. Εάν τα προκαταρκτικά βήματα είναι σωστά, μπορεί να προχωρήσει κάποιος στην επιλογή των δεδομένων που θα εισαγάγει. Τα δεδομένα είναι θεμελιώδη, αλλά συνιστάται να εισαχθούν μόνο εκείνα που είναι απαραίτητα για να μην υπερφορτωθεί το μηχάνημα και πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη ο χρόνος και το κόστος που μπορεί να απαιτήσει μια συλλογή δεδομένων. Στη συνέχεια, επιλέγεται ο τύπος του πράκτορα που θα χρησιμοποιηθεί. Είναι απαραίτητο να έχετε μια προσέγγιση προσανατολισμένη στην έρευνα, βέλτιστη στην περίπτωση μαθηματικών εφαρμογών,

προσανατολισμένη στη μάθηση, βέλτιστη στην περίπτωση χρήσης προηγούμενων εμπειριών, προσανατολισμένη στον προγραμματισμό, βέλτιστη με διαδοχικότητα πράξεων και προσανατολισμένη στην αυτόματη συλλογιστική. Με βάση την προσέγγιση που θα υιοθετηθεί, πρέπει να οριστεί το παράδειγμα, το οποίο πρέπει να εξαρτάται από την προηγούμενη επιλογή γιατί κάθε παράδειγμα έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που καλό είναι να εκμεταλλευτεί ανάλογα με τη συγκεκριμένη περίπτωση. Το πρώτο παράδειγμα από το οποίο μπορεί να επιλεγεί είναι ο εξελικτικός αλγόριθμος που βασίζεται σε ευρετικές μεθόδους έρευνας και στην αρχή της φυσικής επιλογής (Arvanitakis, Shah & Bennett, 2019).

Έπειτα, υπάρχει το έμπειρο σύστημα που προσπαθεί να αναπαράγει τις απόψεις των ειδικών σε ένα δεδομένο πεδίο δραστηριότητας. Ένα άλλο χρησιμοποιήσιμο παράδειγμα είναι η ασαφής λογική, η οποία είναι μια λογική συνάρτηση που επιτρέπει την απόδοση ενός βαθμού αλήθειας, εκφρασμένου ως ποσοστό, σε κάθε πρόταση. Τέλος, ένα άλλο παράδειγμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η μηχανική μάθηση που επιτρέπει να απόκτηση νέας γνώσης. Αφού οριστεί το πιο κατάλληλο παράδειγμα για τη συγκεκριμένη περίπτωση, οι είσοδοι και οι έξοδοι πρέπει να προσαρμοστούν σε αυτό. Στη συνέχεια, μπορεί να ξεκινήσει ο προγραμματισμός χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού προσπαθώντας να βελτιστοποιήσει τις παραμέτρους που ρυθμίζουν τη

λειτουργία του προγράμματος προκειμένου να επιτύχει το καλύτερο αποτέλεσμα. Στη συνέχεια, επόμενο βήμα είναι η συγκεκριμένη εφαρμογή του προγράμματος να επαληθεύσει την εγκυρότητά του και αν βρεθούν σφάλματα, γίνεται η προσπάθεια να επιλυθούν μόνα τους έως ότου η άσκηση είναι επιτυχής. Καθώς συλλέγονται περισσότερα δεδομένα, θα συνεχιστεί η επαλήθευση προκειμένου να επιτραπεί στην Τεχνητή Νοημοσύνη να μάθει και επομένως υπάρχει συνεχής μάθηση. Όπως προαναφέρθηκε, ο ορισμός του πράκτορα είναι ένα θεμελιώδες βήμα για τον ορισμό ενός συστήματος, γι' αυτό το λόγο είναι σημαντικό να κατανοηθούν οι διάφοροι τύποι και τα χαρακτηριστικά. Ο πράκτορας ορίζει την Τεχνητή Νοημοσύνη που εισάγεται σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, το οποίο γίνεται αντιληπτό μέσω αισθητήρων και έχει την απαραίτητη αυτονομία για να την αντιμετωπίσει αυτόνομα μέσω ενεργοποιητών (Baldacci et al., 2017).

Ο πράκτορας πρέπει να θεωρείται ορθολογικός, δηλαδή να μπορεί να επιτύχει τους στόχους που έχουν τεθεί με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα και να πραγματοποιεί δραστηριότητες που θεωρούνται περίπλοκες. Πρέπει επίσης να μεγιστοποιήσει την αναμενόμενη τιμή. Ο τέλειος ορθολογισμός είναι δύσκολο να επιτευχθεί δεδομένων των υπολογιστικών ορίων. Το καθήκον της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι να δημιουργήσει το πρόγραμμα πράκτορα με τέτοιο τρόπο ώστε να το συσχετίζει με αντιλήψεις και ενέργειες. Με την πάροδο του χρόνου, έχουν αναπτυχθεί διαφορετικοί

τύποι πρακτόρων με ολοένα και πιο ανεπτυγμένα και πολύπλοκα χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν παράγοντες με απλά αντανακλαστικά που μπορούσαν να ανταποκριθούν μόνο στα ερεθίσματα που λάμβαναν χωρίς να έχουν καμία ανάμνηση από αυτά. Στη συνέχεια προχωρήσαμε σε πράκτορες με αντανακλαστικά που βασίζονται, εκτός από την τρέχουσα αντίληψη, και στην προηγούμενη αντιληπτική ακολουθία με τέτοιο τρόπο ώστε να ενημερώνεται με την πάροδο του χρόνου, επιτρέποντας στον πράκτορα να τροποποιήσει το μοντέλο (Brown and Al-Chalabi, 2017).

Στη συνέχεια, ο πράκτορας βάσει στόχων έδωσε τη δυνατότητα επίτευξης του σχεδιασμού που θα πραγματοποιηθεί με βάση το συνδυασμό της εσωτερικής κατάστασης και του καθορισμένου στόχου αλλά και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα τέτοιων ενεργειών προκειμένου να εξασφαλιστεί μια ορισμένη ευελιξία. Ο πράκτορας που βασίζεται στη χρησιμότητα εκφράζει τον βαθμό ικανοποίησης για ένα δεδομένο αποτέλεσμα επιλέγοντας το καλύτερο και δίνοντάς του προτεραιότητα. Τελικά φτάσαμε στον πράκτορα που μαθαίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να βελτιώνεται αυτόματα. Αυτή η τελευταία προσέγγιση είναι η πιο χρησιμοποιούμενη δεδομένης της δυσκολίας στον χειροκίνητο προγραμματισμό των πρακτόρων. Στην Τεχνητή Νοημοσύνη, εκτός από πράκτορες, είναι δυνατό να υπάρχουν έμπειρα συστήματα, τα οποία σε αντίθεση με τους πράκτορες δεν σχετίζονται με ένα περιβάλλον,

και να προσπαθούν να μιμηθούν τη συμπεριφορά των ανθρώπινων ειδικών, σε συγκεκριμένους τομείς, με βάση έναν συγκεκριμένο αριθμό δεδομένων και κανόνες, με τέτοιο τρόπο ώστε να διατυπωθεί μια υπόθεση και να δοθεί μια ορθολογική λύση.

Τα έμπειρα συστήματα προσπαθούν να μιμηθούν τη συμπεριφορά του ανθρώπινου εγκεφάλου σε ορισμένες καταστάσεις εφαρμόζοντας ορισμένους κανόνες, που υπαγορεύονται από τους ίδιους ειδικούς στον εν λόγω τομέα, κατά την εισαγωγή νέων πληροφοριών. Ένα από τα πρώτα έμπειρα συστήματα ονομαζόταν MYCIN και αποτελούνταν από ένα ιατρικό σύστημα μόλυνσης του αίματος που περιείχε πάνω από 450 κανόνες που υπαγορεύονταν από έμπειρους γιατρούς με βάση τις πρακτικές αξιολογήσεις που χρησιμοποιούν για την αξιολόγηση των λοιμώξεων του αίματος. Οι κανόνες ακολουθούν την έκφραση AN (συνθήκη) TOTE (συμπέρασμα), η οποία επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων δεδομένης μιας αρχικής συνθήκης. Οι συνθήκες μπορούν να συνυπάρχουν μεταξύ τους και πρέπει όλες να ενεργοποιηθούν για να καταλήξουμε σε ένα συγκεκριμένο συμπέρασμα. Σε περίπτωση σύγκρουσης μεταξύ των κανόνων, η επίλυση των συγκρούσεων πρέπει να καθορίζεται εκ των προτέρων και επομένως πρέπει να καθοριστούν προτεραιότητες (Chen, Zhang & Huang, 2016).

Μπορούν να εφαρμοστούν διαφορετικά κριτήρια, τα οποία μπορεί να είναι ο κανόνας υψηλότερης προτεραιότητας, οι συνθήκες υψηλότερης

προτεραιότητας, η χρονική εγγύτητα, η υψηλότερη εξειδίκευση και ο περιορισμός με ευαισθησία στο πλαίσιο. Πολλά έμπειρα συστήματα προβλέπουν την παρουσία κανόνων που εξαρτώνται ο ένας από τον άλλον και ως εκ τούτου, μόλις εκπληρωθεί μια προϋπόθεση, είναι δυνατή η πρόσβαση στον επόμενο κανόνα. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά και μεγαλύτερη πολυπλοκότητα. Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν με μια μπροστινή συνένωση, δηλαδή, εάν δημιουργήσετε έναν συγκεκριμένο αριθμό κανόνων, θα ενεργοποιηθούν περαιτέρω συμβάντα που θα ενεργοποιήσουν ορισμένους κανόνες για να καταλήξουμε σε οριστικό συμπέρασμα. Με αυτή τη μέθοδο προσπαθούμε να ανακαλύψουμε όσο το δυνατόν περισσότερα ξεκινώντας από μια συγκεκριμένη βάση δεδομένων. Η αντίθετη μέθοδος από αυτήν είναι η αντίστροφη συνένωση, η οποία συνίσταται στην αναζήτηση ορισμένων κανόνων για να μάθουμε ποια δεδομένα προέκυψαν για να καταλήξουμε στο συγκεκριμένο συμπέρασμα. Αυτός ο τύπος είναι χρήσιμος για την επαλήθευση του συστήματος γνωρίζοντας εκ των προτέρων το συμπέρασμα που πρέπει να καταλήξουμε. Τα πλεονεκτήματα των έμπειρων συστημάτων είναι η ευκολία προγραμματισμού και οι κανόνες μπορούν να ενημερώνονται σύμφωνα με τα νέα διαθέσιμα δεδομένα. Στη συνέχεια, το ίδιο έμπειρο σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικούς τομείς ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα (Dugger and Dickson, 2017).

Τα έμπειρα συστήματα μπορούν να έχουν υψηλή ταχύτητα απόκρισης. Μόλις ένα σύστημα καταλήξει σε ορισμένα συμπεράσματα, μπορεί να επιβραβεύσει τους κανόνες αυξάνοντας τις πιθανότητες να επιλεγεί αργότερα. Υπάρχουν επίσης μια σειρά από μειονεκτήματα. Μπορεί να είναι αρκετά δύσκολο να συλλεχθούν οι απαραίτητοι κανόνες, επειδή είναι δύσκολο για τους ειδικούς να περιγράψουν με απλοποιημένο τρόπο τις διαδικασίες που πραγματοποιούν και κάθε εμπειρογνώμονας μπορεί να ενεργεί διαφορετικά για να καταλήξει στο ίδιο συμπέρασμα και δεν είναι πάντα δυνατός ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων. Ένα περαιτέρω πρόβλημα θα μπορούσε να είναι η συνδυαστική έκρηξη που θα συνεπαγόταν ένα πολύ μεγάλο σύστημα που θα έχανε την ταχύτητα εκτέλεσης, αφού θεωρητικά πρέπει να λάβει υπόψη όλους τους κανόνες που θα μπορούσαν να προκύψουν. Ο εντοπισμός σφαλμάτων μπορεί επίσης να είναι περίπλοκος επειδή οι κανόνες κινδυνεύουν να ακυρώσουν ο ένας τον άλλον και να μην καταλήξουν σε συμπέρασμα (Erkkinen, Kim & Geschwind, 2018).

Τα έμπειρα συστήματα είναι μόνο ένας τύπος Τεχνητής Νοημοσύνης. Τα ασαφή συστήματα δεν υποθέτουν, όπως τα έμπειρα συστήματα, ότι μια συγκεκριμένη συνθήκη υπάρχει ή όχι, και εξετάζουν την πιθανότητα ότι ένα συμπέρασμα είναι μόνο εν μέρει αληθές σε ένα ορισμένο ποσοστό (%). Το πρώτο βήμα είναι η ασάφεια, η οποία συνίσταται στην ανάρτηση ενός δεδομένου και στην ανάμειξή τους και στη συνέχεια

στην εισαγωγή τους στο σύστημα. Πρέπει επομένως να έχουμε κατά νου τη σχέση μεταξύ της πραγματικής τιμής και της ασαφούς τιμής. Οι κανόνες για την τιμή εφαρμόζονται στη συνέχεια μέχρι να ληφθεί μια ασαφής τιμή. Όπως και με τα έμπειρα συστήματα, πολλαπλές συνθήκες και πολλαπλοί κανόνες μπορούν να συνυπάρχουν ταυτόχρονα. Μπορούν να παρέχονται αρκετοί τελεστές Boolean (AND, OR και NOT). Συχνά υπάρχει η περίπτωση κατά την οποία πολλοί κανόνες ενεργοποιούνται ταυτόχρονα και καθένας καθορίζει μια διαφορετική τιμή και αυτοί πρέπει να συνδυαστούν για να σχηματίσουν ένα ενιαίο συμπέρασμα συνεπές με τον έξω κόσμο. Οι πιο χρησιμοποιούμενες μέθοδοι είναι ο μέσος όρος, ο σταθμισμένος μέσος όρος και το κέντρο βάρους (COG). Η αποθάρρυνση συνίσταται στο να θεωρούμε λιγότερο έναν κανόνα που δεν έχει ενεργοποιηθεί πρόσφατα (Espay et al., 2016).

Για να αποκτηθεί ένα βέλτιστο ασαφές σύστημα, πρέπει να γίνει με δοκιμή και σφάλμα, μαθαίνοντας από αυτά. Αυτό το σύστημα επιτρέπει να ακολουθούν όλοι οι κανόνες για να καλυφθούν όλα τα ενδεχόμενα που προβλέπονται από το σύστημα. Η επίλυση προβλημάτων είναι ένα παράδειγμα της Τεχνητής Νοημοσύνης που χρησιμοποιείται για την επίλυση ορισμένων ανθρώπινων προβλημάτων στα οποία γνωρίζουμε πού θέλουμε να πάμε και από πού ξεκινάμε και θέλουμε να κατανοήσουμε τη διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσουμε. Είναι χρήσιμο γιατί μπορεί να είναι πολύ πιο γρήγορο από έναν άνθρωπο. Υπάρχουν



διάφοροι τρόποι για να φτάσουν στην καλύτερη λύση. Μια πρώτη προσέγγιση είναι η ευρεία-πρώτη αναζήτηση στην οποία αναλύονται όλες οι πιθανές λύσεις, κάνοντας σύγκριση μεταξύ τους, προκειμένου να επιλεγεί η καλύτερη λύση κατάλληλη για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Το πρόβλημα με αυτήν την προσέγγιση είναι ότι όταν υπάρχουν πολλές λύσεις, με κίνδυνο να υπερφορτωθεί το μηχάνημα από άποψη μνήμης και να έχετε πολύ υψηλό κόστος. Μια άλλη προσέγγιση είναι η αναζήτηση πρώτου βάθους στην οποία επαληθεύεται μια πλήρης διαδρομή από την αρχή μέχρι το τέλος και γίνεται μια άμεση σύγκριση με την προηγούμενη διαδρομή, προκειμένου να επιλεγεί αμέσως το καλύτερο από τα δύο και σε μια επόμενη σύγκριση πηγαίνετε για να συγκρίνετε την καλύτερη διαδρομή βρέθηκε με το νέο μονοπάτι (Gossink et al., 2018).

Αυτό θα βελτιστοποιήσει τη μνήμη γιατί μόλις απορριφθεί μια διαδρομή θα διαγραφεί. Το πρόβλημα με αυτήν την προσέγγιση είναι ότι μια μη βέλτιστη αρχική επιλογή θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο το τελικό αποτέλεσμα και θα μπορούσε να χρειαστεί πολύς χρόνος για να βρεθεί μια λύση. Στη συνέχεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του περιορισμένου βάθους, στην οποία προσδιορίζεται ένα όριο βάθους, προκειμένου να περιοριστεί η αναζήτηση κατά βάθος. Η κοινή λογική και κάποια γνώση του προβλήματος πρέπει να εφαρμοστούν σε αυτή τη μέθοδο. Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η αμφίδρομη αναζήτηση που σχεδιάζει να χωρίσει την αναζήτηση σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος

είναι μια κανονική αναζήτηση από το σημείο εκκίνησης μέχρι το τέλος, ενώ το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει την έναρξη από το τέλος και τη μετάβαση προς τα πίσω. Αυτή η μέθοδος εξοικονομεί χρόνο για την εύρεση λύσης αλλά απαιτεί σημαντική ποσότητα μνήμης. Η εκ των προτέρων γνώση του προβλήματος είναι χρήσιμη. Ένα πρόβλημα αυτού του είδους της έρευνας είναι η σπατάλη χρόνου λόγω της συνεχούς αναθεώρησης των μονοπατιών που έχουν ήδη αγγίξει και η επακόλουθη χωρητικότητα μνήμης που παράγει υψηλότερο κόστος. Η σύγκριση των προηγούμενων δεδομένων είναι απαραίτητη σε όλες τις εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης, διότι αν χαθεί η παρακολούθηση των δεδομένων που έχουν ήδη εξεταστεί, θα γίνονται πάντα τα ίδια λάθη. Η έρευνα πρέπει πάντα να περιλαμβάνει εκτιμήσεις κόστους με βάση τις πιθανότητες και, σε περίπτωση που υπάρχει επιρροή από εξωτερικούς παράγοντες, πρέπει να εξετάζεται η πιθανή απόκριση του ίδιου του προβλήματος για καθεμία από τις λύσεις που βρέθηκαν (Jiang et al., 2017).

Η αναπαράσταση της γνώσης της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι θεμελιώδης. Τα πλαίσια χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν τυπική γνώση που ζητείται συχνά για μια συγκεκριμένη οντότητα. Τα πλαίσια μπορούν να περιέχουν υποδοχές μέσα σε αυτά με δευτερεύουσες ενέργειες, εάν επιλεγεί το συγκεκριμένο πλαίσιο. Απαιτείται μια υποδοχή πράκτορα, για να υποδείξει το υποκείμενο που εκτελεί την ενέργεια, μια υποδοχή αντικειμένου, για να

υποδείξει ποιος θα πραγματοποιήσει τη δράση, μια υποδοχή πηγής, για να υποδείξει πού ξεκινά η ενέργεια και, τέλος, μια υποδοχή προορισμού , για να υποδείξει πού η δράση τελειώνει. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν τα πλαίσια, η Τεχνητή Νοημοσύνη πρέπει να είναι σε θέση να χειρίζεται και να ανακρίνει τη γνώση που αποκτήθηκε. Οι μέθοδοι επιτρέπουν μια σειρά εντολών που σχετίζονται με μια οντότητα για να μάθετε κάτι σχετικά με αυτήν. Ένα παράδειγμα που χρησιμοποιείται ευρέως στην Τεχνητή Νοημοσύνη είναι η Μηχανική Μάθηση. Αυτός ο τύπος προσέγγισης επιτρέπει στον υπολογιστή να μάθει από την εμπειρία. Αρχικά, ορισμένοι βασικοί κανόνες εισάγονται στο σύστημα και στη συνέχεια ο υπολογιστής μπορεί να δημιουργήσει νέους κανόνες και να ανταμείψει τους κανόνες που έχουν παραγάγει συγκεκριμένα αποτελέσματα. Για όλα τα παραδείγματα της Τεχνητής Νοημοσύνης, η εξόρυξη δεδομένων είναι απαραίτητη, αλλά γίνεται περισσότερο όταν πρόκειται για τη Μηχανική Μάθηση. Ένας αρκετά μεγάλος όγκος δεδομένων σας επιτρέπει να δημιουργείτε ουσιαστικά μοντέλα, συνδέσεις και συνδέσμους που επιτρέπουν στο μηχάνημα να μαθαίνει. Φυσικά, είναι σημαντικό το μηχάνημα να μαθαίνει μόνο χρήσιμα δεδομένα για την παραγωγή της εξόδου, επειδή άλλοι οι τύποι δεδομένων θα καταλαμβάνουν μόνο τη μνήμη και θα επιβραδύνουν τη διαδικασία. Επομένως, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τη συσχέτιση των διαθέσιμων δεδομένων για να κατανοήσουμε πώς ένα δεδομένα συνδέεται με

ένα άλλο και πώς μπορεί να είναι χρήσιμο για την επίτευξη του στόχου (Jastorff et al., 2016).

Ένα περαιτέρω παράδειγμα είναι η εφαρμογή των δέντρων αποφάσεων. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται για τη μείωση της πολυπλοκότητας ορισμένων προβλημάτων. Τα δέντρα αποφάσεων προβλέπουν τη διαίρεση των δεδομένων προκειμένου να γίνουν πιο διαχειρίσιμα ανάλογα με τις ανάγκες, δημιουργώντας έτσι τους διάφορους κλάδους του δέντρου. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει τη σημαντική μείωση του χρόνου ανάλυσης βελτιώνοντας την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Τα δέντρα αποφάσεων μπορούν επίσης να ακολουθήσουν τη ασαφή λογική. Οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης βασίζονται στη μίμηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς προσπαθώντας να εκμεταλλευτούν την υπολογιστική ταχύτητα και τη χωρητικότητα μνήμης των μηχανών για να επιτύχουν καλύτερα αποτελέσματα σε λιγότερο χρόνο. Οι περισσότερες από αυτές τις μεθόδους εκμεταλλεύονται μια προσέγγιση από πάνω προς τα κάτω στην οποία ορίζονται κανόνες που πρέπει να τηρούνται. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης προσεγγίσεις από κάτω προς τα πάνω που επιτρέπουν τις έξυπνες συμπεριφορές, αφού εκπαιδευτούν σε μια φάση μάθησης και αναπτυχθούν σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και στη συνέχεια να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα εκ των υστέρων (Ironsides, Ritchie & Head, 2018).

## **2.2 Μηχανική μάθηση διαδικασία ενδεδειγμένης μάθησης**

### **2.2.1 Μηχανική μάθηση**

Η Μηχανική μάθηση έχει ανατρέψει την ιδέα ότι οι εφαρμογές πρέπει να ξεκινούν από μια συνάρτηση, λαμβάνοντας εισόδους και παρέχοντας εξόδους. Με αυτήν την προσέγγιση, μπορούν να λυθούν προβλήματα γνωρίζοντας τις εισόδους και τις εξόδους που χρειάζεται να επιτύχουν, χωρίς να υπάρχει γνώση στο ποια λειτουργία πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να φτάσει εκεί.

Για να διασφαλιστεί ότι ένας αλγόριθμος Μηχανικής Μάθησης μπορεί να λειτουργήσει, πρέπει αρχικά να γίνει με την προετοιμασία και την εισαγωγή δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο μπαίνουν οι βάσεις για να πραγματοποιηθούν με επιτυχία οι παρακάτω φάσεις. Είναι μια πολύ λεπτή φάση γιατί πρέπει να επιλεγούν δεδομένα σύμφωνα με τον καθορισμένο στόχο για να κάνετε τον αλγόριθμο όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικό. Στη συνέχεια, επόμενη φάση είναι η εκπαίδευση που παρέχει στον αλγόριθμο του εκπαιδευόμενου όλα τα παραδείγματα των διαθέσιμων εισροών και τα αποτελέσματα που θέλετε να αποκτήσετε από το ίδιο. Ο αλγόριθμος, μέσω της αντιστοίχισης των τιμών, δημιουργεί μια συνάρτηση που σας επιτρέπει να δημιουργήσετε μια αντιστοιχία μεταξύ εισόδου και εξόδου (Voet et al., 2019).

Προχωρώντας στη φάση εκπαίδευσης, ο αλγόριθμος μαθαίνει τα χαρακτηριστικά των εισόδων για να επιτύχει

ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Αυτό το στάδιο παρέχει ένα σύστημα ανάδρασης που επιτρέπει στον αλγόριθμο για βελτίωση. Ο αλγόριθμος πρέπει να έχει την αντιπροσωπευτική ικανότητα, δηλαδή να μπορεί να εκφράσει τη μαθηματική συνάρτηση. Η διαδικασία αναπαράστασης εκφράζεται μέσω της αντιστοίχισης που σας επιτρέπει να εσωτερικεύσετε τα χαρακτηριστικά της εισόδου με τέτοιο τρόπο ώστε να το αναγνωρίσουν αργότερα. Μια αναπαράσταση αυτού του τύπου ακολουθεί αφηρημένους κανόνες και είναι δυνατή χάρη στις εσωτερικές παραμέτρους του αλγορίθμου (διανύσματα και πίνακες τιμών) που λειτουργούν ως μνήμη. Αυτές οι παράμετροι αλλάζουν ανάλογα με τη συνάρτηση στόχο, καθιστώντας τις βέλτιστες σε σχέση με τα αρχικά δεδομένα και θέτοντας στόχους. Στη φάση της βελτιστοποίησης, πραγματοποιούνται διάφορες αναζητήσεις, συνδυάζοντας διάφορες παραμέτρους, προκειμένου να βρεθεί η σωστή αντιστοίχιση χαρακτηριστικών και κλάσεων. Ο χώρος των υποθέσεων περιέχει όλες τις συναρτήσεις που μπορεί να επεξεργαστεί ο αλγόριθμος (Topol, 2019).

Μόλις δημιουργηθεί ο ταξινομητής, ο αλγόριθμος έχει ορίσει τις παραμέτρους για την αναπαραγωγή της αντικειμενικής συνάρτησης και επεξεργάζεται τις ταξινομήσεις με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Κατά τη διάρκεια αυτών των φάσεων είναι απαραίτητη μια επίβλεψη που παρέχει τους σωστούς αλγόριθμους εκμάθησης, που εισάγει υπερπαραμέτρους και επιλέγει τα χαρακτηριστικά που συνοδεύουν τα παραδείγματα,

δίνοντας κάποια σχόλια που σας επιτρέπουν να δημιουργήσετε την καλύτερη λειτουργία.

### **2.2.2 Λειτουργία**

Οι γνωστικές ικανότητες ενός ταξινομητή Μηχανικής Μάθησης αναπτύσσονται από έναν μαθηματικό τύπο που επιτρέπει την κατανόηση σε όλα τα χαρακτηριστικά (χαρακτηριστικά) προκειμένου να διακριθούν οι διαφορετικές τάξεις (Sweeney et al., 2017).

Η αναπαράσταση είναι πολύ σημαντική στους αλγόριθμους εκμάθησης των πληροφοριών που μάθαμε για τον προσδιορισμό της λειτουργίας τους. Ο αλγόριθμος πρέπει να έχει την αντιπροσωπευτική ικανότητα, δηλαδή να μπορεί να εκφράσει τη μαθηματική συνάρτηση. Η διαδικασία αναπαράστασης εκφράζεται μέσω της αντιστοίχισης που σας επιτρέπει να εσωτερικεύσετε τα χαρακτηριστικά της εισόδου με τέτοιο τρόπο ώστε να το αναγνωρίσουν αργότερα. Μια αναπαράσταση αυτού του τύπου ακολουθεί αφηρημένους κανόνες και είναι δυνατή χάρη στις εσωτερικές παραμέτρους του αλγορίθμου (διανύσματα και πίνακες τιμών) που λειτουργούν ως μνήμη. Αυτές οι παράμετροι αλλάζουν ανάλογα με τη συνάρτηση στόχο, καθιστώντας τις βέλτιστες σε σχέση με τα αρχικά δεδομένα και θέτοντας στόχους. Στη φάση της βελτιστοποίησης, πραγματοποιούνται διάφορες αναζητήσεις, συνδυάζοντας διάφορες παραμέτρους, προκειμένου να βρεθεί η σωστή αντιστοίχιση

χαρακτηριστικών και κλάσεων. Ο χώρος των υποθέσεων περιέχει όλες τις συναρτήσεις που μπορεί να επεξεργαστεί ο αλγόριθμος.

Η διαδικασία για να λειτουργήσει ένας αλγόριθμος Μηχανικής Μάθησης μπορεί να πάρει πολύ χρόνο για να γίνει λειτουργικός και μπορεί να απαιτεί την επίβλεψη του προγραμματιστή, ο οποίος πρέπει να επαληθεύσει ότι οι διάφορες φάσεις προχωρούν βέλτιστα και πρέπει να παρεμβαίνει όταν προκύπτουν προβλήματα. Δεν είναι πάντα δυνατό να δημιουργηθεί ένας λειτουργικός αλγόριθμος Machine Learning, επομένως είναι απαραίτητο να εστιάσουμε και να κατανοήσουμε όλες τις φάσεις που τον αποτελούν (Stephenson et al., 2018).

### **2.2.3 Κατανόηση του προβλήματος και εργασία με τα δεδομένα**

Όταν ένας προγραμματιστής έχει ένα πρόβλημα να λύσει, πρέπει να καταλάβει τι χρειάζεται να προχωρήσει για να αναπτύξει η καλύτερη λύση που εφαρμόζεται στη συγκεκριμένη περίπτωση. Για κάποιες λύσεις μπορεί να είναι πιο γρήγορο και πιο πρακτικό να αναπτύσσετε άλλους τύπους αλγορίθμων. Συμπεριλαμβανομένης αυτής της υπόθεσης γίνεται είναι απαραίτητο να αναλυθεί το πρόβλημα σε όλες του τις μορφές. Πρέπει να υπάρχει μια ξεκάθαρη ιδέα για το τι πρέπει να κάνει ή θα ήθελε ο προγραμματιστής να κάνει ο αλγόριθμος.



Εάν υπάρχει η πεποίθηση ότι η Μηχανική Μάθηση είναι η βέλτιστη λύση για την επίλυση του προβλήματος που καλείται να λύσει, πρέπει ο προγραμματιστής να είναι σίγουρος εάν έχει όλα τα διαθέσιμα εργαλεία για να το εφαρμόσει. Αυτό σημαίνει επίσης ότι υπάρχουν διαθέσιμοι υπολογιστές με υψηλή υπολογιστική ικανότητα. Εξοπλισμένο με φυσικά εργαλεία που επιτρέπουν στον αλγόριθμο να λειτουργεί και κατανοεί λεπτομερώς την έξοδο που είναι θέλει να δημιουργήσει, πρέπει να πάτε και να προετοιμάσετε τις εισόδους που θα δοθούν στον αλγόριθμο ώστε να μπορεί δημιουργήσει μια λύση. Δεν αρκεί η προετοιμασία των δεδομένων και να τα εφαρμόσουν στον αλγόριθμο, αυτά πρέπει να μελετηθούν και να τροποποιηθούν ώστε να βελτιστοποιηθούν για το συγκεκριμένο πρόβλημα στο οποίο θα εφαρμοστεί στην πραγματικότητα. Ξεκινάμε με τη συλλογή δεδομένων, δηλαδή τη διαδικασία απόκτησης δεδομένων, η οποία απαιτεί έναν ελάχιστο αριθμό παρατηρήσεων και επαρκή χαρακτηριστικά για την έναρξη της μάθησης. Τα δεδομένα πρέπει να ταυτοποιηθούν (Sanford, 2018).

Τα δεδομένα μπορούν να βρίσκονται σε έναν οργανισμό, εάν το πρόβλημα σχετίζεται με το ίδιο, ή μπορεί να παράγονται ή αγοράζονται εξωτερικά. Για παράδειγμα, μπορούν να λειφθούν δεδομένα από το Google Kaggle και Ανοιχτά δεδομένα του Amazon. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί το UC Irvine Machine Learning Repository<sup>15</sup>, το οποίο είναι ένα αποθετήριο δεδομένων που δημιουργήθηκε το 1987 από το

Πανεπιστήμιο Irvine και περιέχει 585 σύνολα δεδομένων. Σε πρώτη φάση ξεκινά η δειγματοληψία δεδομένων. Η δειγματοληψία μπορεί να γίνει τυχαία, κάτι που είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό όταν επεκτείνεται σε έναν πληθυσμό και όχι σε ένα περιορισμένο υποσύνολο δεδομένων, ή στρωματοποιημένη δειγματοληψία, στην οποία αποδίδονται βάρη στις παρατηρήσεις, επιβραβεύοντας τα σύνολα δεδομένων πιο ενδιαφέρουσα.

Στη φάση της επισήμανσης, ο στόχος που πρέπει να επιτευχθεί ενισχύεται με τέτοιο τρόπο ώστε αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργότερα στη μάθηση και την εκπαίδευση. Αυτό γίνεται από το προγραμματιστή και μπορεί να χρειαστεί πολύς χρόνος για να ολοκληρωθεί με ακρίβεια. Κατά τη φάση της συλλογής δεδομένων είναι απαραίτητο να καθαρίζονται συνεχώς τα δεδομένα επειδή, εάν στην αρχική φάση χρησιμοποιηθούν δεδομένα που περιέχουν σφάλματα ή άχρηστα, αυτά θα μπορούσαν να τεθούν σε κίνδυνο ή να επιβραδύνει τη λειτουργία του αλγορίθμου. Για το σκοπό αυτό, μπορεί να είναι χρήσιμη η εφαρμογή κανόνων του επικύρωση δεδομένων δημιουργώντας καλύτερους πίνακες δεδομένων και πιο σωστή αποθήκευση από τα ίδια (Raghavendra, Acharya & Adeli, 2019).

Αφού επιλεγεί το σύνολο δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί, πρέπει να μεταφραστούν τα μη αριθμητικά χαρακτηριστικά σε τιμές αριθμητικής, μέσω κωδικοποίησης, ώστε οι αλγόριθμοι να μπορούν να χρησιμοποιήσουν τεχνικές μαθηματικής ανάλυσης, οι

οποίες βασίζονται στην επεξεργασία των αριθμών. Τα αριθμητικά δεδομένα μπορούν να υπάρχουν στην ίδια κατανομή δεδομένων και όχι αριθμητικά. Τα αριθμητικά δεδομένα δεν απαιτούν κωδικοποίηση, ενώ τα μη αριθμητικά δεδομένα πρέπει να μεταφράζονται. Δεν μπορούν να μεταφραστούν εξίσου όλα τα μη αριθμητικά δεδομένα. Σε περίπτωση που τα στοιχεία είναι αντιπροσωπευτικά δύο κατηγοριών, μπορεί να μεταφραστεί σε δυαδικούς αριθμούς, 0 και 1, όπως θα μπορούσε να συμβεί αν τα δεδομένα εξέφραζαν νέα βιβλία και χρησιμοποιούσαν βιβλία.

Σε αυτά, θα μπορούσε να εκχωρηθεί 0 εάν ήταν καινούργια και 1 εάν χρησιμοποιήθηκαν. Σε περίπτωση που τα δεδομένα αποτελούν μέρος μιας τακτικής κατηγορίας, είναι δυνατή η αναφορά τους σε αριθμούς διατηρώντας μια συγκεκριμένη σειρά, όπως θα μπορούσε να γίνει με κριτικές στις οποίες η κρίση εκφράζεται με «καλή», «μέση» και «κακή». 'πηγαίνοντας να αντιστοιχίσετε μια αριθμητική τιμή για καθένα από αυτά, όπως 'καλό = 10', 'Μεσαίο = 5' και 'κακό = 0'. Ένας άλλος τύπος δεδομένων θα μπορούσε να είναι οι ονομαστικές κατηγορίες για τις οποίες είναι πολύ δύσκολο να βρεθεί μια αριθμητική αναπαράσταση. Αυτή η διαδικασία χαρτογράφησης μπορεί να διευκολυνθεί από γλώσσες προγραμματισμού μέσω της χρήσης βιβλιοθηκών, μέσω λειτουργιών όπως το `LabelEncoder()` και ο `χάρτης` και μέσω μεθόδων όπως ο `μετασχηματισμός()` που σας επιτρέπουν να μετατρέπετε αυτόματα ποιοτικά δεδομένα σε αριθμούς. Για τη

μετατροπή των ονομαστικών κατηγοριών είναι δυνατή η χρήση της μεθόδου κωδικοποίησης one-hot που δημιουργεί  $N$  νέα χαρακτηριστικά ανάλογα με τον αριθμό των κατηγοριών στις οποίες μπορεί να ταξινομηθεί η υπό εξέταση Ετικέτα. Αφού υπάρξει καταφέρατε να αντιστοιχίσετε όλες τις δυνατότητες με αριθμητικές τιμές, μπορείτε να αρχίσετε να χρησιμοποιείτε μεθόδους Machine Learning (Niedzielska et al., 2016).

Αυτές οι τεχνικές χαρτογράφησης είναι θεμελιώδεις και πρέπει να εφαρμόζονται σύμφωνα με την κατηγορία που εξετάζεται. Κάνοντας λάθη χαρτογράφησης, θεωρώντας τις ονομαστικές κατηγορίες ως τακτικές ή αντίστροφα, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά σφάλματα στη δημιουργία των αλγορίθμων. Τα διαθέσιμα δεδομένα δεν είναι πάντα πλήρη. Εάν λείπουν δεδομένα σε ένα σύνολο δεδομένων, για διάφορους λόγους, μπορεί να είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να συνδέσετε χαρακτηριστικά μεταξύ τους ή με άλλες κατηγορίες. Αυτή η έλλειψη οδηγεί επίσης σε χειρότερη εκμάθηση από τον αλγόριθμο. Εάν οι τιμές που λείπουν δεν είναι πολλές, μπορείτε να τις αγνοήσετε ή να τις τροποποιήσετε εισάγοντας μια τιμή που θεωρείται πιθανή, αλλά εάν είναι πολλές, τότε η οι προβλέψεις που δημιουργούνται θα ήταν πολύ αβέβαιες για να χρησιμοποιηθούν. Επομένως, πρώτα πρέπει να προσδιοριστούν όλα τα δεδομένα που λείπουν και να υπάρχει μια ιδέα για τον αντίκτυπο που θα μπορούσαν να έχουν κατά τις φάσεις ανάπτυξης. Είναι επίσης

απαραίτητο να εξεταστεί πώς ο αλγόριθμος τα θεωρεί στη συγκεκριμένη περίπτωση, επειδή θα μπορούσε απλώς να τα αγνοήσει ή θεωρήσει τις ως τιμές ίσες με 0, και αυτό μπορεί να είναι καλό σε ορισμένες περιπτώσεις, αλλά σε άλλες μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τα αποτελέσματα. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ότι τα δεδομένα λείπουν σύμφωνα με ένα ακριβές σχήμα, είναι απαραίτητο να αντιμετωπίζονται με προσοχή.

Είναι απαραίτητο να γίνει έγκαιρη επαλήθευση του τρόπου όπου αυτές συνδέονται με τις άλλες μεταβλητές. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πιθανό ο αλγόριθμος Machine Learning να βρει την καλύτερη λύση για δεδομένα που λείπουν, ξεκινώντας από τα δεδομένα που έχει ήδη μάθει. Σε περίπτωση που τα δεδομένα λείπουν τυχαία, μπορούν να ενσωματωθούν κενές τιμές έτσι ώστε οι άλλες μεταβλητές να παρέχουν προτάσεις για αυτούς. Μπορούν να εφαρμοστούν διαφορετικές στρατηγικές για τον χειρισμό τιμών που λείπουν σε ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά. Για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά, ακόμη και αν εκφράζονται με αριθμούς, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε ποιες έννοιες αναφέρονται αφού αντιπροσωπεύουν αυθαίρετες τιμές (Nahian et al., 2020).

Για χαρακτηριστικά ποσοτικά, εκφρασμένα σε αριθμούς και με αναφορά σε αριθμούς, είναι δυνατό να δημιουργηθεί ένας μέσος όρος (ή ένας διάμεσος) παρόμοιων τιμών και να αντικατασταθεί αυτό το αποτέλεσμα με δεδομένα που λείπουν. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν τα δεδομένα που λείπουν είναι τυχαία.

Αυτή η προσέγγιση δεν είναι πάντα η πιο κατάλληλη. Στην περίπτωση των δέντρων απόφασης είναι πιο βολικό να αντικατασταθούν οι τιμές που λείπουν με μια τιμή έξω από αυτή του κανονικού εύρους του χαρακτηριστικού, ενώ με τα μοντέλα παλινδρόμησης είναι πιο χρήσιμο να αντικαταστήσετε τις τιμές που λείπουν με 0. Από αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό πόσο σημαντικό είναι, να είναι ξεκάθαρος και λεπτομερώς ο ορισμός του προβλήματος και τον τρόπο αντιμετώπισης του που να το λύσει, από την αρχή. Σε γλώσσες προγραμματισμού όπως η Python έρχονται τα δεδομένα που λείπουν αντιπροσωπεύονται από τη δομή δεδομένων ndarray του πακέτου NumPY και επισημαίνονται με την τιμή NaN. Αυτό τα καθιστά εύκολα αναγνωρίσιμα και είναι δυνατό να αποκτήσετε μια οπτική ιδέα για τον όγκο των δεδομένων που λείπουν. Ο αλγόριθμος Machine Learning δεν χρειάζεται να γνωρίζει a priori την κατανομή<sup>16</sup> των εισερχόμενων δεδομένων που έχει εισαχθεί αλλά μπορεί να το μάθει απευθείας από τα δεδομένα που χρησιμοποιεί.

Αν και, στα στατιστικά, στα περισσότερα οι διανομές είναι κανονικού τύπου, δεν είναι ποτέ απαραίτητο, στη Μηχανική Μάθηση, να μετασχηματιστεί μία πραγματική κατανομή για να μοιάζει με κανονική κατανομή. Αυτοί οι αλγόριθμοι είναι σε θέση να βρουν ανεξάρτητα τον τρόπο διαχείρισης οποιουδήποτε τύπου διανομής που υπάρχει στα χαρακτηριστικά. Σε περιπτώσεις που εσείς αποφασίζετε για να μετασχηματιστεί η διανομή, πρέπει να ληφθεί λογική

μείωση του κόστους και βελτίωση την αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου.

Σε περιπτώσεις όπου οι αλγόριθμοι είναι ευαίσθητοι στον αριθμό των επεξεργασμένων τιμών μπορείτε να αλλάξετε το μέγεθος της διανομής. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιείται στατιστική τυποποίηση ή ο μετασχηματισμός max-min. Κατά την πρόσβαση σε ένα σύνολο δεδομένων, τα δεδομένα δεν κατανέμονται πάντα σε χαρακτηριστικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον αλγόριθμο της Μηχανικής Μάθησης. Σε αυτές τις περιπτώσεις είναι δυνατό να δημιουργήσετε χαρακτηριστικά ξεκινώντας από τα ακατέργαστα δεδομένα που έχετε διαθέσιμα. Στους αλγόριθμους Μηχανικής Μάθησης είναι πολύ δύσκολο να συνδεθεί κανείς με ακριβή απόκριση στα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται, καθώς δεν είναι πάντα δυνατή η χαρτογράφηση της απόκρισης χρησιμοποιώντας τις διαθέσιμες πληροφορίες.

Ο αλγόριθμος δεν μπορεί να μάθει σωστά λόγω κάποιων λαθών. Η δημιουργία νέων χαρακτηριστικών γίνεται από τον προγραμματιστή μέσω του συνδυασμού των υπαρχόντων χαρακτηριστικών. Αντιστοιχίζονται με καλύτερο τρόπο, για τον συγκεκριμένο αλγόριθμο, ώστε να αποδοθούν πιο αποτελεσματικά. Αυτό συνεπάγεται την τέλεια κατανόηση του προβλήματος που θέλετε να λύσετε και που το κάνετε γνωρίζουν λεπτομερώς τα δεδομένα που πρέπει να εισαγάγετε. Εκτός από την προσθήκη λειτουργιών, μπορείτε επίσης να μεταβείτε σε Αλλάξτε το μέγεθος του αριθμού των χαρακτηριστικών

που θα εφαρμοστούν στον αλγόριθμο. Είναι πιθανό ότι κάποια νέα χαρακτηριστικά δημιουργούνται αυτόματα, μέσω πολυωνυμικής επέκτασης. Με αυτή την προσέγγιση καταλήγετε δημιουργείτε αυτόματα αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών, δηλαδή πολλαπλασιασμούς που πηγαινούν για δημιουργία εξουσίες (Lynch and Liston, 2018).

Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης επιτρέπει να γίνεται η παρακολούθηση για το πώς τείνουν τα χαρακτηριστικά να συμπεριφέρονται, ως σύνολο, χαρτογραφώντας τις σύνθετες σχέσεις που δημιουργούνται. Η χαρτογράφηση σας επιτρέπει να βρείτε προτάσεις για τον εντοπισμό συγκεκριμένων καταστάσεων. Οι αυξήσεις ισχύος είναι χρήσιμες επειδή δημιουργούν μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ της απόκρισης και των χαρακτηριστικών. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται όταν προσπαθείτε να δείτε τη συσχέτιση δύο χαρακτηριστικών. Αν αναφερθούμε στην εκτίμηση μιας μηχανής, λαμβάνοντας υπόψη Μόνο ο θόρυβος και η τιμή, θα μπορούσατε να συνδυάσετε αυτά τα δύο στοιχεία για να καταλάβετε ποια από τις μηχανές Το δοκιμασμένο είναι ένα σπορ αυτοκίνητο, και δεδομένου ότι αυτός είναι ο μόνος τύπος αυτοκινήτου στον οποίο είναι ευχάριστο υψηλό θόρυβο, θα ήταν δυνατή η καλύτερη εκμετάλλευση των διαθέσιμων πληροφοριών, μέσω της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης. Η εκ των προτέρων γνώση ορισμένων δυναμικών βοηθά στη δημιουργία των καλύτερων δυνατοτήτων για εφαρμογή στον αλγόριθμο. Σε περίπτωση που ορισμένες δυναμικές δεν είναι γνωστές εκ των προτέρων, η



πολυωνυμική επέκταση θα δημιουργήσει αυτόματα ορισμένα χαρακτηριστικά, επειδή, με δεδομένη μια συγκεκριμένη σειρά, το λογισμικό θα δημιουργήσει αλληλεπιδράσεις και δυνάμεις της σειράς. Ανάλογα με το μέγεθος της παραγγελίας θα δημιουργηθούν μια σειρά από νέες δυνατότητες και φυσικά για μεγαλύτερες παραγγελίες θα δημιουργηθούν περισσότερα χαρακτηριστικά. Οι δυνάμεις αυξάνονται γραμμικά, επομένως, καθώς αυξάνεται η σειρά, θα δημιουργηθεί μόνο ένα χαρακτηριστικό για κάθε πρωτότυπο χαρακτηριστικό. Οι αλληλεπιδράσεις αυξάνονται με βάση τους συνδυασμούς των χαρακτηριστικών μέχρι να επιτευχθεί ο αριθμός παραγγελίας.

Στη Μηχανική Μάθηση, το ιδανικό θα ήταν τα δεδομένα να μην συσχετίζονται τέλεια, αλλά να είναι μόνο εν μέρει. Δυστυχώς, πολλά δεδομένα είναι αλληλένδετα, φέρνοντας πληροφορίες πλεονασμού στον αλγόριθμο. Εάν οι πληροφορίες που περιέχονται είναι ακριβώς οι ίδιες, υπάρχει συγγραμμικότητα τέλεια, ενώ υπάρχει πολυσυγγραμμικότητα με  $n$  μεταβλητές που εμπλέκονται, εάν οι πληροφορίες είναι παρόμοιες αλλά όχι ταυτόσημες. Υπάρχουν τρεις τύποι χαρακτηριστικών. Χαρακτηριστικά με απλή διακύμανση, στο οποίο οι πληροφορίες περιέχονται μόνο σε ένα χαρακτηριστικό, χαρακτηριστικά με κοινή διακύμανση, στο οποίο υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ των πληροφοριών του χαρακτηριστικά και, τέλος, χαρακτηριστικά με στοιχείο τυχαίου θορύβου, που

περιέχουν σφάλματα που δημιουργούν συσχέτιση (Lane, Hardy & Schott, 2018).

Αυτοί οι τρεις τύποι χαρακτηριστικών δεν διακρίνονται πάντα. Μπορείτε να προσπαθήσετε να μειώσετε τον πλεονασμό συγχωνεύοντας πληροφορίες μεταξύ τους και δημιουργώντας μέσους όρους για να μειώσετε τις λειτουργίες. Η τεχνική ανάλυσης κύριου συστατικού (ΤΑΚΣ) μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την οποία είναι δυνατή η λήψη ενός συνόλου δεδομένων ως είσοδος με τέτοιο τρόπο ώστε να επιστρέφεται ένα ανακατασκευασμένο σύνολο δεδομένων με όλα τα στοιχεία χωρίς συσχέτιση και με τα κύρια συστατικά στην αρχή. Επιπλέον, δημιουργείται μια αναφορά της συσχέτισης μεταξύ των χαρακτηριστικών με την κατανόηση ποια δεδομένα εκφράζουν τις πιο χρήσιμες πληροφορίες. Η χρήση αυτού του τύπου δεδομένων μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη επειδή η κατανάλωση υπολογιστικού χρόνου και μνήμης μειώνεται σημαντικά. Ο πλεονασμός δεδομένων μειώνεται, διασφαλίζοντας μεγαλύτερη σταθερότητα των αποτελεσμάτων. Κατά τη μελέτη των δεδομένων, ενδέχεται να προκύψουν δεδομένα που δεν θα περίμενε κάποιος να δει. Αυτοί οι τύποι δεδομένων μπορούν να είναι ανώμαλα δεδομένα, εάν είστε σίγουροι για την ανακρίβειά τους ή μπορεί να είναι καινοτομίες, δηλαδή είναι ασυνήθιστα αλλά θεμιτά δεδομένα (Jiang et al., 2017).

Ορισμένες ανωμαλίες προκαλούνται από την υπερβολική σπανιότητα των δεδομένων που τις κάνει να φαίνονται αδύνατες. Αυτός ο τύπος δεδομένων είναι

προβληματικός κατά τη διάρκεια της μάθησης γιατί είναι δύσκολο να κατανοηθεί για τον αλγόριθμο που πρέπει να πάει για να επανεξετάσει τα δεδομένα που έχει μάθει μέχρι εκείνη τη στιγμή. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στην προσαρμογή της μάθησης σε μια ανώμαλη αξία, διαφοροποιώντας σε μεγάλο βαθμό το αποτέλεσμα από την αναμενόμενη τιμή. Δεν είναι όλοι οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης τόσο ευαίσθητοι, αλλά είναι χρήσιμο να επαληθεύστε αμέσως τα δεδομένα και επιτρέψτε στον αλγόριθμο να δώσει μεγαλύτερη βαρύτητα στα δεδομένα που παρουσιάζονται υψηλότερη συχνότητα. Για να ελεγχθούν ποια δεδομένα είναι ανώμαλα, είναι δυνατό να δημιουργηθούν διαγράμματα πλαισίων τα οποία, χάρη στο διατετραγωνική απόκλιση, υπολογίστε ένα εύρος από 25% έως 75% εκατοστημόριο των χαρακτηριστικών στα οποία τα περισσότερα από τα κεντρικά δεδομένα και σας επιτρέπει να παρατηρήσετε πιο ανώμαλα δεδομένα. Είναι σημαντικό να παραμείνεις μέσα ενώ έχετε υπόψη σας ότι ποτέ δεν θα μπορέσετε να βρείτε όλα τα ανώμαλα δεδομένα, αλλά εξακολουθεί να είναι χρήσιμο να τα ελαχιστοποιήσετε. Εκτός από την εξέταση των γραφικών πλαισίων, μπορεί να είναι χρήσιμο να δημιουργήσετε διαγράμματα διασποράς για να έχετε μια άμεση προβολή του διανομή δεδομένων.

Ένας μεγάλος όγκος δεδομένων είναι εξαιρετικά χρήσιμος για την εκμάθηση αλγορίθμων Machine Learning γιατί, με προβλήματα μεταβλητότητας των εκτιμήσεων, τα συγκεκριμένα δεδομένα επηρεάζουν σημαντικά το αποτέλεσμα. Επίσης ένας μεγάλος αριθμός

παραδειγμάτων επιτρέπει τη μείωση των ασαφειών που θα μπορούσαν να δημιουργηθούν όταν ο αλγόριθμος πηγαίνει στο λήψη απόφασης. Φυσικά, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται όλα τα δεδομένα στο σύνολο δεδομένων για τον αλγόριθμο, αλλά πρέπει να επιλεγεί και, εάν χρειάζεται, να τροποποιηθεί, ώστε να προσαρμοστεί στο πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί. Πρέπει να βρεθεί το δικαίωμα αντιστάθμιση μεταξύ ποσότητας και ποιότητας των δεδομένων που εισάγονται (Jastorff et al., 2016).

### **2.3 Είδη και θεραπευτικές δράσεις με βάση το Maximum Likelihood Estimator (MLE).**

Οι νευροεκφυλιστικές παθήσεις είναι ένα σύμπλεγμα νευρολογικών παθήσεων που περιλαμβάνει τις πιο γνωστές και διαδεδομένες ασθένειες Alzheimer και Parkinson αλλά και τις πιο σπάνιες, όπως οι σπογγώδεις εγκεφαλοπάθειες. Για να κατανοήσουμε τους μηχανισμούς αυτών των ασθενειών είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς δημιουργείται το νευρικό σύστημα και πώς λειτουργεί (Dugger & Dickson, 2017).

Το κεντρικό νευρικό σύστημα αποτελείται από (Voet et al., 2019):

- νευρικά κύτταρα υπεύθυνα για τη λειτουργία του εγκεφάλου, που ονομάζονται νευρώνες.
- κύτταρα με υποστηρικτικό και θρεπτικό ρόλο,

που ονομάζονται γλοιακά.

- ένα αγγειακό σύστημα απαραίτητο για τη διατήρηση της εγκεφαλικής λειτουργίας.

Και τα τρία αυτά συστατικά εμπλέκονται σε νευροεκφυλιστικές ασθένειες, ακόμη και αν μόνο οι νευρώνες υφίστανται προοδευτική βλάβη: αυτή η βλάβη υπονομεύει πρώτα την επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων και μετά ολόκληρη την κυτταρική δομή, οδηγώντας σε θάνατο.

Η επικοινωνία μεταξύ του πυκνού δικτύου των νευρώνων λαμβάνει χώρα στα σημεία επαφής, ή συνάψεις, μεταξύ δύο νευρικών κυττάρων. Εδώ η ηλεκτρική ώθηση μετατρέπεται σε νευροχημικό σήμα με την απελευθέρωση συγκεκριμένων ουσιών που ονομάζονται νευροδιαβιβαστές. Επομένως, εάν οι συνάψεις είναι κατεστραμμένες, η λειτουργία του εγκεφάλου διακυβεύεται.

Τα νευρικά κύτταρα δεν αναπαράγονται και, εκτός από την παρουσία περιορισμένου αριθμού προγονικών κυττάρων, δεν μπορούν να αντικατασταθούν. Για αυτό το λόγο γίνεται αναφορά για μη αναστρέψιμη βλάβη στους νευρώνες. Επιπλέον, κάθε νευρικό κύτταρο εκτελεί διαφορετικές λειτουργίες, επομένως από τη στιγμή που θα υποστεί βλάβη, η παθολογική εκδήλωση θα είναι διαφορετική ανάλογα με το κύτταρο που επηρεάζεται. Αυτό το χαρακτηριστικό ονομάζεται επιλεκτική ευπάθεια, επομένως (Niedzielska et al., 2016):

- Όταν προσβάλλονται κινητικοί νευρώνες της σπονδυλικής στήλης ή του φλοιού, η παθολογία που προκύπτει είναι η Πλάγια Αμυοτροφική Σκλήρυνση (ALS).

- Όταν επηρεάζονται τα κύτταρα που χρησιμοποιούν ντοπαμίνη για να επικοινωνούν (επομένως ονομάζονται ντοπαμινεργικά) και εντοπίζονται στο ραβδωτό σώμα, η σχετική νευροεκφυλιστική νόσος είναι η νόσος του Πάρκινσον.

- Όταν επηρεάζονται τα κύτταρα που χρησιμοποιούν ακετυλοχολίνη για να επικοινωνούν (ονομάζονται χολινεργικά) που βρίσκονται στα βασικά γάγγλια, η ασθένεια που εμφανίζεται είναι η χορεία του Huntington.

Όπως και με τη βλάβη, ο επακόλουθος θάνατος των νευρικών κυττάρων είναι επίσης συχνό φαινόμενο σε όλες τις νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Τα φαινόμενα που μπορούν να προκαλέσουν τον θάνατο των νευρικών κυττάρων σε όλες σχεδόν τις νευροεκφυλιστικές ασθένειες είναι (Sweeney et al., 2017):

- συσσώρευση ιόντων ασβεστίου μέσα στον νευρώνα.

- μη φυσιολογική ενεργοποίηση συγκεκριμένων πρωτεϊνών που ονομάζονται υποδοχείς, που συνήθως υπάρχουν στον εγκεφαλικό ιστό αλλά παραμένουν σιωπηλές.

- οξειδωτικό στρες.

- μείωση του συστήματος παραγωγής και αποβολής πρωτεϊνών.
- βλάβη στα οργανίδια που είναι υπεύθυνα για την ενεργειακή υποστήριξη του κυττάρου, που ονομάζονται μιτοχόνδρια.

Ο συνδυασμός των φαινομένων μπορεί να είναι διαφορετικός και δεν είναι πάντα εύκολο να διαπιστωθεί η αιτία και το αποτέλεσμα δύο επιβλαβών φαινομένων.

### **2.3.1 Παράγοντες νευροεκφύλισης – ασθένειες**

Οι νευροεκφυλιστικές ασθένειες μπορεί να είναι της φύσης (Erkkinen, Kim & Geschwind, 2018):

- γενετική: η αιτία είναι μια αλλαγή στην αλληλουχία του DNA που προκαλεί άνοια και η οποία μπορεί να μεταδοθεί στις επόμενες γενιές.
- σποραδική: η άνοια δεν μπορεί να αποδοθεί σε συγκεκριμένη αλλοίωση του DNA και, ως εκ τούτου, δεν είναι μεταδοτική.

Οι μεταλλάξεις που ευθύνονται για γενετικές μορφές χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ή μικρότερη ικανότητα πρόκλησης ασθένειας. Αυτή η παράμετρος ονομάζεται διείσδυση και μπορεί να εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά γενικά είναι ένα γεγονός που μπορεί να αναχθεί στο οικογενειακό ιστορικό. Προφανώς, μόνο στοχευμένες γενετικές μελέτες μπορούν να εκτιμήσουν το επίπεδο διείσδυσης με επαρκή ακρίβεια.

Παράλληλα με τον αιτιολογικό ρόλο συγκεκριμένων

μεταλλάξεων, υπάρχουν και αλλοιώσεις σε ορισμένα γονίδια που αποτελούν παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη της νόσου, δηλαδή δεν οδηγούν αναπόφευκτα στη νόσο αλλά ευνοούν την εμφάνιση και την εξέλιξή της. Η έννοια του παράγοντα κινδύνου υπερβαίνει τη γενετική συνιστώσα και μπορεί επίσης να είναι περιβαλλοντική, τρόπος ζωής, διατροφή κ.λπ.

Η κλινική ανάλυση και η ανάλυση των συμπτωμάτων μαζί με τις ενόργανες δοκιμές που χρησιμοποιήθηκαν έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο, παρόλο που συμβαίνει συχνά μόνο τη στιγμή της αυτοψίας να επιβεβαιώνεται με βεβαιότητα η διάγνωση μιας συγκεκριμένης νευροεκφυλιστικής νόσου. Γενικά όμως οι γενετικές μορφές είναι προγενέστερες (Chen, Zhang & Huang, 2016).

Ένα σημαντικό φαινόμενο για την κατανόηση των βιολογικών μηχανισμών που ευθύνονται για τις νευροεκφυλιστικές ασθένειες είναι η συνεχής παρουσία στον εγκέφαλο προσβεβλημένων ατόμων συσσωματωμάτων πρωτεΐνης. Τα συσσωματώματα είναι πραγματικά «κουβάρια» πρωτεϊνών που συσσωρεύονται τόσο μέσα στον ιστό που καλύπτει τον εγκέφαλο όσο και μέσα στα ίδια τα κύτταρα και, στην περίπτωση της νόσου του Huntington, ακόμη και στον κυτταρικό πυρήνα.

Δεν έχει διευκρινιστεί ακόμη από μοριακή άποψη πώς αυτά τα πρωτεϊνικά συσσωματώματα μπορούν να οδηγήσουν στην εμφάνιση νευροεκφυλιστικών ασθενειών, αν δηλαδή ευθύνονται για τη βλάβη των νευρώνων. Το σίγουρο είναι ότι η συσσώρευση αυτών



των πρωτεϊνών, διαφορετική για κάθε παθολογία, είναι ένα φαινόμενο που εμφανίζεται στην πρώτη φάση της νόσου και σε ορισμένες περιπτώσεις πολύ πριν εκδηλωθεί η νόσος από κλινική άποψη.

Πιο πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι δεν είναι τα ίδια τα μεγάλα συσσωματώματα που προκαλούν τη βλάβη στους νευρώνες αλλά οι μικρές διαλυτές μορφές, που ονομάζονται ολιγομερή: στην πραγματικότητα, ο όρος ολιγομεροπάθεια περιγράφει όλες αυτές τις ασθένειες.

Μεταξύ των κοινών χαρακτηριστικών των νευροεκφυλιστικών ασθενειών είναι η παρουσία μιας σημαντικής φλεγμονώδους κατάστασης: στον εγκέφαλο, η φλεγμονή, ενώ χρησιμοποιεί τα ίδια στοιχεία που εμπλέκονται στη φλεγμονώδη αντίδραση σε άλλα μέρη του σώματος, προσλαμβάνει πολύ ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (Stephenson et al., 2018).

Για μεγάλο χρονικό διάστημα, πτυχές που σχετίζονται με τη γήρανση, όπως η γνωστική εξασθένηση και η προοδευτική απώλεια πνευματικών ικανοτήτων, έχουν αποδοθεί σε βλάβες στα αιμοφόρα αγγεία (αγγειακά). Τα τελευταία χρόνια όμως έχει γίνει κατανοητό ότι η προέλευση στις περισσότερες περιπτώσεις άνοιας είναι νευροεκφυλιστικού τύπου. Υπάρχουν όμως και πολλές μικτές μορφές, στις οποίες σημαντικό ρόλο παίζει το αγγειακό συστατικό. Μεταξύ των πιο κοινών μορφών νευροεκφυλιστικής άνοιας σήμερα μπορούν να αναγνωριστούν (Arvanitakis, Shah & Bennett, 2019):

- την ασθένεια Αλτσχάιμερ
- την μετωποκροταφική άνοια
- τη Νόσο του σώματος Lewy.

Υπάρχουν και άλλες μορφές άνοιας σε συνδυασμό με άλλες νευρολογικές παθολογίες και σε κάθε περίπτωση πιο σπάνιες.

### **2.3.2 Νόσος Αλτσχάιμερ**

Η νόσος Αλτσχάιμερ είναι η πιο κοινή μορφή άνοιας και χαρακτηρίζεται από προοδευτική απώλεια των γνωστικών ικανοτήτων (Aloizou et al., 2020; Kosmidis et al. 2018; Tsapanou et al., 2017; Tsapanou et al., 2019). Οι γενετικές μορφές της νόσου εκδηλώνονται πριν από την ηλικία των 65 ετών αλλά αντιπροσωπεύουν ένα πολύ μέτριο ποσοστό του συνολικού ιστορικού περιστατικών κάτω του 5% (Dardiotis et al. 2017; Siokas et al. 2020). Αυτή η ασθένεια συνδέεται με τη γήρανση: μετά την ηλικία των 80 ετών, στην πραγματικότητα, επηρεάζει το ένα τέταρτο του πληθυσμού (Nousia et al. 2018). Η γήρανση και η εξοικείωση είναι επομένως οι δύο κύριοι παράγοντες κινδύνου για την ανάπτυξη της νόσου.

Γενικά το Αλτσχάιμερ εκδηλώνεται με έλλειμμα βραχυπρόθεσμης μνήμης, αλλά είναι αρκετά συνηθισμένο να επηρεάζονται και άλλες λειτουργίες, όπως αυτές που σχετίζονται με τη γλώσσα ή την προσοχή. Η εξέλιξη της νόσου καθώς και ο χρονικός και χωρικός αποπροσανατολισμός, οι δυσκολίες στις κοινωνικές σχέσεις, η προοδευτική απώλεια της

αυτονομίας, ακολουθούν σημαντικά διαφορετικούς δρόμους.

Ανάλογα με τον ασθενή, η ασθένεια μπορεί να εξελιχθεί γρήγορα ή να εξελιχθεί πιο αργά: υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την εξέλιξή της, εκτός από τη φαρμακευτική θεραπεία. Σίγουρα, ένας υγιεινός και «κοινωνικός» τρόπος ζωής βοηθά τις εγκεφαλικές λειτουργίες να παραμείνουν ενεργές και να επιβραδύνουν την αναπόφευκτη εκδήλωση του Αλτσχάιμερ (Lane, Hardy & Schott, 2018).

### **2.3.3 Νόσος Πάρκινσον**

Η νόσος του Πάρκινσον είναι η δεύτερη πιο διαδεδομένη νευροεκφυλιστική νόσος: επηρεάζει κυρίως ενήλικες, αλλά μπορεί να εμφανιστεί πιο σπάνια ακόμη και πριν από την ηλικία των 40 ετών (Aloizou et al. 2020b). Η κλασική συμπτωματολογία βασίζεται σε κινητικές διαταραχές, δυσκαμψία και τρόμο, αλλά και σε διαταραχές ύπνου και γνωστικές διαταραχές (Dardiotis et al, 2020; Siokas et al. 2021).

Η αιτία αυτής της νευροεκφυλιστικής ασθένειας μπορεί να εντοπιστεί πίσω στα εγκεφαλικά κύτταρα συσσωματωμάτων που ονομάζονται Lewy Bodies, που ονομάστηκαν από τον νευρολόγο που τα περιέγραψε για πρώτη φορά πριν από έναν αιώνα. Πρόσφατα ανακαλύφθηκε ότι η πρωτεΐνη άλφα-συνουκλεΐνη είναι το κύριο συστατικό των σωμάτων του Levy, τόσο που ο παθογενετικός ρόλος αυτών των συσσωματωμάτων στη

νόσο έχει επιβεβαιωθεί.

Στην αρχή, τα πρώτα κύτταρα που επηρεάζονται είναι εκείνα που είναι υπεύθυνα για την παραγωγή ντοπαμίνης. Μεταξύ όλων των νευροεκφυλιστικών ασθενειών, η νόσος του Πάρκινσον είναι η παθολογία στην οποία κατέστη δυνατό να αναπτυχθούν διαφορετικές θεραπευτικές στρατηγικές πιο αποτελεσματικά, με βάση τα συμπτώματα: η θεραπεία με L-Dopa, που εισήχθη τη δεκαετία του 1960, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σήμερα μαζί με άλλα νέα φάρμακα (Espay et al., 2016).

Όπως και στη νόσο του Πάρκινσον, η άνοια του σώματος Lewy χαρακτηρίζεται επίσης από την παρουσία συσσωματωμάτων άλφα-συνουκλεΐνης εντός των εγκεφαλικών κυττάρων, τόσο πολύ που αυτές οι άνοιες ονομάζονται επίσης συνουκλεΐνοπάθειες.

Η άνοια Lewy body αποτελεί το 10-15% όλων των γνωστών νευροεκφυλιστικών μορφών έτσι ώστε να τοποθετείται αμέσως μετά τη νόσο του Alzheimer και την αγγειακή άνοια. Επηρεάζει εξίσου και τα δύο φύλα, αλλά, όπως οι περισσότερες άνοιες, επηρεάζει συχνότερα άτομα άνω των 65 ετών.

Από κλινική άποψη, αυτή η νευροεκφυλιστική νόσος δεν διακρίνεται εύκολα από άλλες μορφές άνοιας. Ωστόσο, τα πιο πρόσφατα όργανα κατέστησαν δυνατή τη βελτίωση της διαφορικής διάγνωσης. Από θεραπευτική άποψη, όπως και για το Αλτσχάιμερ, η προσέγγιση εξακολουθεί να βασίζεται στα συμπτώματα,

παρόλο που δοκιμάζονται άλλες θεραπείες που στοχεύουν στην παρεμβολή και στους μηχανισμούς που ευθύνονται για τη νόσο (Sanford, 2018).

#### **2.3.4 Εγκεφαλικό επεισόδιο και τραυματισμός του νωτιαίου μυελού**

Οι ασθένειες Prion, γνωστές και ως μεταδοτικές σπογγώδεις εγκεφαλοπάθειες, είναι εκφυλιστικές ασθένειες του κεντρικού νευρικού συστήματος που προσβάλλουν τον άνθρωπο και άλλα θηλαστικά (τρομώδης νόσος στα πρόβατα και νόσος των τρελών αγελάδων στα βοοειδή). Στους ανθρώπους, οι πιο κοινές μορφές είναι η νόσος Creutzfeldt-Jakob (CJD), η θανατηφόρα οικογενής αϋπνία (FFI) και η νόσος Gerstmann-Sträussler-Scheinker (GSS), όλες εξαρτώμενες από μια αλλαγή της δομής μιας συγκεκριμένης πρωτεΐνης, που ονομάζεται πρωτεΐνη prion. Αυτή η πρωτεΐνη, η οποία συσσωρεύεται στον εγκέφαλο όπως συμβαίνει στη νόσο του Αλτσχάιμερ, έχει επίσης μια μολυσματική δυνατότητα που δεν έχει ακόμη αποδειχθεί για οποιαδήποτε άλλη νευροεκφυλιστική ασθένεια. Αυτή η ομάδα εξαιρετικά σπάνιων ασθενειών χαρακτηρίζεται από αποκλειστικά γενετικές μορφές (FFI, GSS), από γενετικές και σποραδικές μορφές (CJD) και έχουν διαφορετικές κλινικές εκδηλώσεις (Ironsides, Ritchie & Head, 2018).

### **2.3.5 Παραδοσιακή διάγνωση των νευροεκφυλιστικών ασθενειών και πως η συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην βελτίωση της διαγνωστικής διαδικασίας.**

- Νόσος Αλτςχαιμερ

Η διάγνωση της νόσου, περισσότερο από μία 20 αιτία, είναι βασισμένη στα κριτήρια NINCDS–ADRDA, όπου ταξινομείται σε τρία επίπεδα : ως οριστική οριστική (κλινική διάγνωση με ιστολογική επιβεβαίωση), πιθανή (τυπικό κλινικό σύνδρομο χωρίς ιστολογική επιβεβαίωση) ή πιθανό (άτυπα κλινικά χαρακτηριστικά αλλά όχι εμφανής εναλλακτική διάγνωση, χωρίς ιστολογική επιβεβαίωση). Επίσης, η διαδικασία της διάγνωσης, βασίζεται στα κριτήρια του Διαγνωστικού και Στατιστικού Εγχειρίδιου Ψυχικών Διαταραχών, 4th ed, Text Revision (DSM-IV-TR). Γενικότερα όμως, τη διάγνωση όσο αφορά τη νόσο Αλτςχαιμερ τη χαρακτηρίζουν δύο βασικά στάδια : το πρώτο στάδιο είναι εάν συνυπάρχει κάποιο σύνδρομο άνοιας και σε δεύτερη φάση γίνεται ο αποκλεισμός άλλων αιτιολογικών παραγόντων μέσω βιολογικών εξετάσεων και μέσων νευροαπεικόνισης.

Σε έρευνα που έχει γίνει το 2022, αποδείχθηκε ότι με τη χρήση του αλγόριθμου Deep Metric Learning (DML) στην εξέταση με μαγνητική τομογραφία (MT) ασθενών με νόσο του Alzheimer (AD), αποδείχθηκε ότι ο αλγόριθμος έχει τη δυναμική να βελτιώνει σε μεγάλο βαθμό την σαφήνεια και την ποιότητα των εικόνων MRI. Πιο συγκεκριμένα, μέσω του αλγόριθμου, αυξάνεται η

ακρίβεια και η σταθερότητα της ταξινόμησης των ασθενών που είναι στην πρόωμη φάση της νόσου, επιταχύνοντας τη σύγκλιση του μοντέλου και τέλος, παρέχοντας έναν καινούργιο τρόπο για την έγκαιρη πρόβλεψη της νόσου Αλτςχάιμερ.

- Νόσος του Πάρκινσον

Ακόμα διάγνωση της νόσου του Πάρκινσον, βασίζεται περισσότερο στην κλινική παρατήρηση εφόσον μέχρι τώρα δεν υπάρχει τεστ που να επιβεβαιώνει τη διάγνωση της νόσου. Πρακτικά, το πρώτο βήμα για τη διάγνωση της νόσου είναι η λήψη ενός ολοκληρωμένου ιστορικού του ασθενή. Το ιστορικό, δεν απευθύνεται μόνο στον ασθενή, αλλά και στο οικογενειακό του περιβάλλον, με σκοπό να διερευνηθούν ποια συμπτώματα έχει ο εκάστοτε ασθενής και με ποια σειρά εμφανίστηκαν. Επίσης, από το ιστορικό θα προκύψουν πληροφορίες για το ιατρικό ιστορικό τόσο του ασθενή όσο και των συγγενών του για τυχόν νευρολογικές διαταραχές που μπορεί να έχουν. Όλες οι πληροφορίες που θα συλλεχθούν από το ιστορικό του ασθενή, σε συνεργασία με τις πληροφορίες για το οικογενειακό του περιβάλλον, αποτελούν τη διαδικασία της διάγνωσης.

Όσον αφορά τη συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διάγνωση της νόσου του Parkinson, σύμφωνα με έρευνα που έχει γίνει τον Ιούλιο του 2021, έχει δημιουργηθεί ένας αλγόριθμος για την αξιολόγηση της ομιλίας, όπου η αλλαγή στον τρόπο

που μιλάει ο ασθενής είναι ένα από από τα πρώτα συμπτώματα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της πορείας της νόσου. Η αυτόματη αξιολόγηση της διαταραχής της ομιλίας είναι μία διαδικασία μεγάλης σημασίας για την νόσο Πάρκινσον. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι διαταραχές της γλώσσας, και κατ' επέκταση της ομιλίας, είναι εμφανής αρκετά πριν τις διαταραχές στην κίνηση. Έτσι, η δυνατότητα ανάλυσης της ομιλίας, συμβάλλει σημαντικά στην έγκαιρη διάγνωση της νόσου.

- Εγκεφαλικό Επεισόδιο

Το εγκεφαλικό επεισόδιο κατηγοριοποιείται ως ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, ενδοεγκεφαλική αιμορραγία και υπαραχνοειδή αιμορραγία. Η απότομη έναρξη εστιακών νευρολογικών ελλειμάτων είναι χαρακτηριστικό του ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου. Συνήθως, τα συμπτώματα για το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η εμφάνιση δυσκολιών στον προφορικό λόγο όπως επίσης και η παρουσία αδυναμίας στο μισό του σώματος. Όπως και στο Πάρκινσον, σημαντικός παράγοντας για τη διαδικασία της διάγνωσης του επεισοδίου, συμπεριλαμβανόμενου και της νευροαπεικόνισης, είναι η λήψη ενός ολοκληρωμένου ιστορικού από τον ασθενή και από τα μέλη του περιβάλλοντος του.



Η μηχανική μάθηση, και κατ' επέκταση οι αλγόριθμοι που διαθέτει, έχουν συμβάλει στην πιο γρήγορη διάγνωση του εγκεφαλικού επεισοδίου. Η δημιουργία και η πρόοδος τεχνικών βαθιάς μάθησης έχουν βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό τη χρήση των εργαλείων μηχανικής μάθησης και συνεχώς βελτιώνονται όσον αφορά την πρόβλεψη και την ακρίβεια στη διάγνωση και πορεία του επεισοδίου. Σήμερα, η τεχνολογία της μηχανικής μάθησης ως εργαλείο, συμβάλλει στην ταχύτερη λήψη κλινικών αποφάσεων, με απαραίτητη όμως την επίβλεψη από κλινικούς ειδικούς.

### **2.3.6 Αποτροπή και αντιμετώπιση της άνοιας και άλλων νευροεκφυλιστικών ασθενειών**

Τις τελευταίες δεκαετίες, η γνώση που σχετίζεται με τη βιολογία των νευροεκφυλιστικών ασθενειών έχει αυξηθεί εκθετικά χάρη στην έρευνα. Ωστόσο, αυτή η γνώση δεν έχει ακόμη μεταφραστεί σε παρεμβάσεις ικανές να δράσουν στα αίτια των ασθενειών διακόπτοντας την εκφυλιστική διαδικασία που ευθύνεται για τις παθολογίες (στην τεχνική ορολογία, αποφασιστικές θεραπευτικές παρεμβάσεις).

Στην πραγματικότητα, οι θεραπείες εξακολουθούν να περιορίζονται σε συμπτωματικές δράσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως στη νόσο του Πάρκινσον, η θεραπευτική προσέγγιση είναι σε κάθε περίπτωση ποικίλη και επιδεικνύει παρατεταμένη

αποτελεσματικότητα με την πάροδο του χρόνου, αν και οι θεραπείες μπορούν να ελέγξουν μόνο τα συμπτώματα της νόσου. Στη νόσο του Αλτσχάιμερ και στην άνοια με σωματία Lewy, η φαρμακολογική δράση έχει πιο περιορισμένη αποτελεσματικότητα και επηρεάζει μόνο ένα μέρος του προσβεβλημένου πληθυσμού. Η θεραπεία της μετωποκροταφικής άνοιας είναι ακόμη πιο περίπλοκη, για τις οποίες οι παρεμβάσεις για τον έλεγχο της συμπεριφοράς έχουν μερική και συνολικά μη ικανοποιητική αποτελεσματικότητα.

Στη φάση της δοκιμής υπάρχουν πολυάριθμα φάρμακα που έχουν αναγνωρίσει τη συσσώρευση πρωτεΐνης β-αμυλοειδούς στο Alzheimer και συσσωματώματα άλφασυνουκλεΐνης στη νόσο του Πάρκινσον ως πιθανούς θεραπευτικούς στόχους (Gossink et al., 2018).

Όταν εμφανίζονται νευροεκφυλιστικές ασθένειες, χαρακτηρίζονται από διάφορες κλινικές εκδηλώσεις που επηρεάζουν διάφορες πτυχές της νευρικής λειτουργίας, της κινητικής και της γνωστικής συμπεριφοράς. Μόνο ένας ειδικός νευρολόγος θα μπορεί να κάνει μια διάγνωση με βάση (Baldacci et al., 2017):

- το οικογενειακό ιστορικό (αναμνησία)
- τα επίπεδα στο αίμα συγκεκριμένων ουσιών «φρουρού».
- Τις διερευνήσεις που πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας διαγνωστικές τεχνικές όπως αξονική τομογραφία, PET και μαγνητική τομογραφία.

Τα φάρμακα εξακολουθούν να είναι περιορισμένα και

για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να ληφθεί έγκαιρη διάγνωση που επιτρέπει την ανάπτυξη μιας κοινής διαδρομής από τον νευρολόγο με τον ασθενή και τους συγγενείς του, συχνά θεμελιώδους σημασίας για τη διαχείριση του ασθενούς και της νόσου.

Οι μελέτες που πραγματοποιούνται στον τομέα των νευροεκφυλιστικών ασθενειών κυμαίνονται από την έρευνα σε μοριακό επίπεδο, στη μελέτη πειραματικών μοντέλων, σε κλινικές μελέτες για τη δοκιμή νέων θεραπευτικών στρατηγικών μέχρι που επιτρέπουν την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και της αποτελεσματικότητας πιθανών φαρμάκων, ουσιών που ονομάζονται βιοδείκτες. Δεδομένου ότι η νευροεκφυλιστική διαδικασία είναι ήδη βιολογικά προχωρημένη από τη στιγμή που εμφανίζονται τα συμπτώματα, είναι απαραίτητο να υπάρχουν δείκτες διαθέσιμοι στην προκλινική φάση για να σηματοδοτήσουν την παθολογική διαδικασία σε εξέλιξη για να φτάσουμε τελικά σε αποτελεσματικές θεραπείες, ακόμη περισσότερο εάν οι βιοδείκτες είναι ευαίσθητοι στις θεραπευτικές θεραπείες.

Σήμερα γίνονται προσπάθειες προσανατολισμού με εξατομικευμένο τρόπο τη θεραπευτική στρατηγική που θα υιοθετηθεί όχι μόνο με την παρατήρηση και ανάλυση βιολογικών και γενετικών παραμέτρων, αλλά και με τη σωστή φροντίδα του ασθενούς, ένα άλλο θεμελιώδες στοιχείο στο οποίο το Ινστιτούτο με τις επιδημιολογικές τους μελέτες προσπαθεί να δίνει μια συμβολή με εμφανείς επιπτώσεις στο Εθνικά Σύστημα Υγείας με

έρευνες χρήσιμες για την καθοδήγηση της βοήθειας και διαχείρισης ασθενών και την ακρίβεια των γηριατρικών θεραπειών.

Οι κύριοι στόχοι είναι η φροντίδα των ασθενών και η ανακάλυψη φαρμάκων ικανών να επιβραδύνουν ή ακόμη και να σταματήσουν την εκφυλιστική διαδικασία στη βάση των νευροεκφυλιστικών ασθενειών (Matej, Tesar & Rusina, 2019).

Υπάρχουν πολλά εργαστήρια εντός του Τμήματος Νευροεπιστήμης που ασχολούνται με τις άνοιες, την αμυοτροφική πλευρική σκλήρυνση (ALS), τις ασθένειες Prion και τη νόσο του Πάρκινσον. Όλες αυτές οι έρευνες πραγματοποιούνται σε στενή συνεργασία με νευρολογικές κλινικές και με άλλα IRCCS του Δικτύου Νευροεπιστήμης και Νευροαποκατάστασης (RIN). Επιπλέον, το Ινστιτούτο διαχειρίζονται επίσης το Περιφερειακό Μητρώο του SLA.

Η δέσμευση των ερευνητών του Τμήματος Νευροεπιστημών στοχεύει στην ανάπτυξη πειραματικών μοντέλων χρήσιμων για την κατανόηση των μηχανισμών που οδηγούν στην εμφάνιση αυτών των ασθενειών και για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας πιθανών θεραπευτικών προσεγγίσεων σε στενό διάλογο με τα στοιχεία που προκύπτουν σε κλινικό επίπεδο. Ορισμένα φάρμακα που μελετήθηκαν πειραματικά χρησιμοποιούνται επί του παρόντος στην κλινική, ειδικά αυτά για τη θεραπεία της ALS και της νόσου των Prion.

Οι ερευνητές ασχολούνται επίσης με τη μελέτη αυτών

των μετρήσιμων ουσιών εντός του σώματος, οι οποίες επιτρέπουν την παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και της αποτελεσματικότητας πιθανών φαρμάκων, ουσιών που ονομάζονται βιοδείκτες. Δεδομένου ότι η νευροεκφυλιστική διαδικασία είναι ήδη βιολογικά προχωρημένη από τη στιγμή που εμφανίζονται τα συμπτώματα, είναι απαραίτητο να υπάρχουν δείκτες διαθέσιμοι στην προκλινική φάση για να σηματοδοτήσουν την παθολογική διαδικασία σε εξέλιξη για να φτάσουμε τελικά σε αποτελεσματικές θεραπείες και ακόμη περισσότερο εάν οι βιοδείκτες είναι ευαίσθητοι στις θεραπευτικές θεραπείες (Allen et al., 2016).

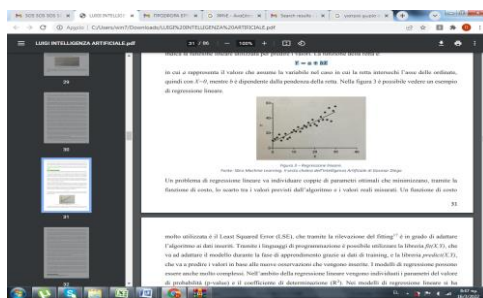
#### **2.4 Κατηγορίες λύσεων**

Υπάρχουν διάφοροι τύποι λύσεων που ισχύουν για αλγόριθμους Μηχανικής Μάθησης που μπορούν να αποτελέσουν το βέλτιστο μοντέλο στη συγκεκριμένη περίπτωση. Πρέπει γίνουν κατανοητές οι κύριες κατηγορίες λύσεων και να επιλεγεί η καταλληλότερη. Οι κύριες κατηγορίες είναι η ταξινόμηση, η οποία μπορεί να λύσει το πρόβλημα της εκχώρησης μιας ετικέτας για την περιγραφή του περιεχομένου μιας εικόνας και η παλινδρόμηση, η οποία είναι σε θέση να λύσει το πρόβλημα της εκτίμησης της αριθμητικής ποσότητας δεδομένων ορισμένων χαρακτηριστικών. Είναι πολύ σημαντικό να προσδιοριστούν τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του προβλήματος και να αποφασιστούν να χρησιμοποιηθεί μια συγκεκριμένη κατηγορία λύσης

αντί για μια άλλη με βάση τον τρόπο λειτουργίας της (Allen et al., 2016).

Θα μπορούσε επίσης να αποφασιστεί να προχωρήσει με δοκιμή και σφάλμα δοκιμάζοντας πολλές κατηγορίες λύσεων και στη συνέχεια να συγκριθούν και να προχωρήσει με την κατηγορία που παρέχει τη βέλτιστη λύση έναντι των άλλων. Όταν χρησιμοποιείται η κατηγορία λύσης παλινδρόμησης, ο στόχος είναι να προβλεφθεί μια ποσότητα, η οποία θα μπορούσε να είναι μια αριθμητική τιμή που θα μπορούσε να λάβει άπειρες τιμές. Η παλινδρόμηση προσπαθεί να προβλέψει μια τιμή, η οποία μπορεί να προσδιοριστεί ως η τιμή στόχος. Ξεκινώντας από μερικές ανεξάρτητες μεταβλητές, προσπαθεί να προβλεφθεί μια εξαρτημένη μεταβλητή. Εάν η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης και της ανεξάρτητης μεταβλητής είναι γραμμική, έχουμε γραμμική παλινδρόμηση. Γραφικά είναι δυνατή η αναπαράσταση των παρατηρήσεων μέσω σημείων και μιας γραμμής που υποδεικνύει τη γραμμική συνάρτηση που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη των τιμών. Η συνάρτηση της γραμμής είναι:

$$Y = a + bX$$



Ένα πρόβλημα γραμμικής παλινδρόμησης είναι ο εντοπισμός ζευγών βέλτιστων παραμέτρων που ελαχιστοποιούν, μέσω της συνάρτησης κόστους, τη διαφορά μεταξύ των τιμών που προβλέπονται από τον αλγόριθμο και των πραγματικών μετρούμενων τιμών. Μια ευρέως χρησιμοποιούμενη συνάρτηση κόστους είναι το ελάχιστο τετράγωνο σφάλμα (LSE), το οποίο ανιχνεύοντας την προσαρμογή είναι σε θέση να προσαρμόσει τον αλγόριθμο στα δεδομένα που εισάγονται. Μέσω των γλωσσών προγραμματισμού είναι δυνατή η χρήση της βιβλιοθήκης  $\text{fit}(X, Y)$ , η οποία προσαρμόζει το μοντέλο κατά τη φάση εκμάθησης χάρη στα δεδομένα εκπαίδευσης, και της βιβλιοθήκης προβλέψεων  $(X, Y)$ , η οποία προβλέπει τις τιμές με βάση τις νέες παρατηρήσεις που εισάγονται. Τα μοντέλα παλινδρόμησης μπορεί επίσης να είναι πολύ περίπλοκα.

Ως μέρος της γραμμικής παλινδρόμησης, προσδιορίζονται οι παράμετροι της τιμής πιθανότητας (p-value) και του συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ). Στα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης, ο στόχος είναι η μεγιστοποίηση του  $R^2$  και η ελαχιστοποίηση της τιμής p. Ο συντελεστής προσδιορισμού χρησιμοποιείται για να κατανοήσει πόσο μια παραλλαγή ενός χαρακτηριστικού μπορεί να εξηγήσει τη διακύμανση της προβλεπόμενης τιμής. υποδεικνύει πόσο σχετικό είναι ένα ανεξάρτητο χαρακτηριστικό του μοντέλου. Η τιμή πιθανότητας χρησιμοποιείται για να περιγράψει την τυχαία σημασία ενός παρατηρούμενου γεγονότος. υποδεικνύει την πιθανότητα λήψης αποτελεσμάτων που είναι ισοδύναμα,

από πλευράς πιθανότητας, με τις τιμές που λαμβάνονται υπόψη. Η γραμμική παλινδρόμηση δεν είναι η μόνη υπάρχουσα παλινδρόμηση. Υπάρχουν επίσης μοντέλα μη γραμμικής παλινδρόμησης που είναι πιο χρήσιμα σε περίπτωση που η κατανομή των δεδομένων είναι άνιση (Arvanitakis, Shah & Bennett, 2019).

Σε αυτόν τον τύπο μοντέλων, δεν συνιστάται ο υπολογισμός του  $R^2$ , καθώς δεν είναι αξιόπιστη παράμετρος για τον υπολογισμό της συνάφειας των χαρακτηριστικών, καθώς η αύξηση αυτής της τιμής δεν εξασφαλίζει πάντα καλύτερη απόδοση του μοντέλου. Δεν συνιστάται ούτε ο υπολογισμός της παραμέτρου  $p$ -value, δεδομένης της πολυπλοκότητας που προκύπτει. Τα μοντέλα μη γραμμικής παλινδρόμησης χρησιμοποιούν άλλες παραμέτρους για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενός μοντέλου, όπως διαστήματα εμπιστοσύνης. Ένα μη γραμμικό μοντέλο παλινδρόμησης αντιπροσωπεύεται από την λογιστική παλινδρόμηση που στοχεύει να προβλέψει μια πιθανολογική τιμή που λαμβάνεται από μία από τις δύο διχοτομικές τιμές της μεταβλητής. Αυτό το μοντέλο είναι ένα παλινδρομικό μοντέλο επειδή εκτιμά μια τιμή πιθανότητας, αλλά επιλύει ένα πρόβλημα ταξινόμησης. Η προσαρμογή αυτού του μοντέλου μπορεί να γίνει με τη μέθοδο Maximum Likelihood Estimator (MLE). Όταν χρησιμοποιείται η κατηγορία λύσης της ταξινόμησης, ο στόχος είναι να προβλεφθεί μια κατηγορία. Η ταξινόμηση προσπαθεί να προβλέψει την ετικέτα που σας επιτρέπει να κατηγοριοποιήσετε ένα σύνολο



στοιχείων με τέτοιο τρόπο ώστε να μειωθεί η εντροπία του συνόλου δεδομένων.

Στην περίπτωση προβλημάτων δυαδικής ταξινόμησης, δηλαδή με τις προβλέψεις να χωρίζονται σε δύο μόνο κατηγορίες, έχουμε μηδενική εντροπία (0) όταν όλες οι παρατηρήσεις είναι στην ίδια κατηγορία, όποια κι αν είναι αυτή, ενώ έχουμε μέγιστη εντροπία (1) όταν έχουμε έχουν την ίδια κατανομή και για τις δύο κατηγορίες. Ένας ταξινομητής προσπαθεί να χωρίσει το σύνολο δεδομένων σε μικρότερα και συγκεκριμένα σύνολα δεδομένων προκειμένου να ελαχιστοποιήσει την εντροπία καθενός από αυτά. Στην περίπτωση της ταξινόμησης είναι δυνατή η χρήση διαφορετικών τεχνικών, όπως η  $k$ -πλησιέστερη γειτονιά και οι αφελείς κόλποι. Η τεχνική  $k$ -nearest neighborhood είναι απλή στη χρήση και στοχεύει στην ομαδοποίηση των παρατηρήσεων με βάση την απόστασή τους. Ο περιορισμός αυτού του μοντέλου είναι ότι είναι κατάλληλο μόνο για λύσεις που απαιτούν την ταξινόμηση συνόλων δεδομένων περιορισμένου μεγέθους. Αυτό συμβαίνει επειδή για να λειτουργήσει πρέπει να συγκρίνει την πρόβλεψη με γνωστά δεδομένα και επομένως για μεγάλα σύνολα δεδομένων θα χρειαζόταν πολύς χρόνος για να δημιουργηθούν προβλέψεις και να καταληφθεί πολλή μνήμη. Δεν είναι κατάλληλο για προβλέψεις που χρειάζονται άμεσα (Baldacci et al., 2017).

Η τεχνική του naive bayes είναι μέρος των πιθανοτικών ταξινομητών. Οι αλγόριθμοι δεν λαμβάνουν υπόψη τους

συσχετισμούς μεταξύ των χαρακτηριστικών που παρέχονται στην είσοδο και υποθέτουν ότι αυτά είναι ανεξάρτητα. Αυτή η μέθοδος εισάγει έναν ορισμένο αριθμό προκαταλήψεων προκειμένου να επιταχύνει την εκτέλεση και την ποιότητα των πιθανολογικών αποτελεσμάτων. Το μοντέλο αφελούς bayes χρησιμοποιεί μια πολυωνυμική ταξινόμηση όταν τα χαρακτηριστικά εισόδου αντιπροσωπεύονται από διακριτές τιμές και υπολογίζει την πιθανότητα με βάση κάθε χαρακτηριστικό, ενώ χρησιμοποιεί μια ταξινόμηση Gauss όταν οι είσοδοι των χαρακτηριστικών μπορούν να λάβουν συνεχείς τιμές, πρόκειται να αξιολογήσουν την υπό όρους πιθανότητα. Τα δέντρα αποφάσεων αποτελούνται από μια σειρά κόμβων που περιέχουν πληροφορίες και τις μεταφέρουν μέσω τόξων. Οι κόμβοι έχουν ένα και μόνο ένα εισερχόμενο τόξο και πολλά εξερχόμενα τόξα. Στην περίπτωση που ο κόμβος δεν έχει εισερχόμενα τόξα, έχουμε τη ρίζα, δηλαδή τον κόμβο τοποθετημένο ψηλότερα από τους άλλους, ενώ έχουμε το φύλλο στην περίπτωση που ο κόμβος δεν έχει εξερχόμενα τόξα.

Η διαδρομή μεταξύ των διαφόρων κόμβων, χωρίς να περνάει από κύκλους, αντιπροσωπεύεται από τη διαδρομή, το μήκος της οποίας δίνεται από το άθροισμα των αποστάσεων των κόμβων από τη ρίζα. Τα δέντρα αποφάσεων μπορούν επίσης να υιοθετηθούν στο πλαίσιο λύσεων ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Αυτός ο τύπος αλγορίθμων ξεκινά από ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης στο οποίο είναι γνωστές οι είσοδοι και οι

έξοδοι που θα δημιουργηθούν. Τα δεδομένα αναπαρίστανται σε ένα δέντρο αποφάσεων όπου κάθε επίπεδο αντιπροσωπεύει τα εμπλεκόμενα χαρακτηριστικά και τα κατώφλια απόφασης. Οι παράμετροι κάθε επιπέδου επιλέγονται κατά τις φάσεις εκπαίδευσης και δοκιμών. Το πρόβλημα με τα δέντρα απόφασης είναι ο κίνδυνος υπερβολικής προσαρμογής. Εάν ένα δέντρο αποφάσεων έχει πολλά φύλλα σε σχέση με παρατηρήσεις, είναι πιθανό να έχει υπερπροσαρμοσθεί στα συγκεκριμένα δεδομένα του συνόλου δεδομένων. Το bagging μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση αυτού του προβλήματος. Τα δέντρα αποφάσεων χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση δεδομένων καθώς επιτρέπουν τη δυνατότητα παρακολούθησης αποφάσεων σχετικά με τη διαδρομή μέσω της τιμής ορισμένων μεταβλητών (Brown and Al-Chalabi, 2017).

## **2.5 Βαθιά Μάθηση**

Το Deep Learning είναι μια πιο συγκεκριμένη εφαρμογή της Machine Learning που βασίζεται στην κατηγορία των λύσεων νευρωνικών δικτύων. Η βασική διαφορά μεταξύ αυτών των δύο προσεγγίσεων είναι ότι το Deep Learning επιδιώκει να αναπαράγει τη λειτουργία του βιολογικού εγκεφάλου μέσω τεχνητών συστημάτων που είναι ικανά για βαθιά μάθηση. Αυτή η προσέγγιση στοχεύει να δημιουργήσει ένα ενδιάμεσο μεταξύ της ικανότητας των αλγορίθμων να λαμβάνουν την καλύτερη απόφαση, δεδομένων ορισμένων εισροών που απαιτούνται από τους ίδιους, και των διαθέσιμων

εισροών που δεν θα ήταν κατανοητές από τους αλγόριθμους Μηχανικής Μάθησης. Η βάση του πώς λειτουργεί το Deep Learning είναι τα νευρωνικά δίκτυα. Τα νευρωνικά δίκτυα, που βασίζονται στη μίμηση του ανθρώπινου εγκεφάλου, αποτελούνται από τεχνητούς νευρώνες που είναι οργανωμένοι σε μια διασυνδεδεμένη δομή που επιτρέπει τη σύνδεση των εισόδων και εξόδων των διαφόρων νευρώνων. Αυτός ο τύπος δομής επιτρέπει στους νευρώνες να λαμβάνουν τόσο αρχικά δεδομένα όσο και επεξεργασμένα δεδομένα από άλλους νευρώνες, ανάλογα με το επίπεδο του ίδιου του νευρώνα. Η αρχιτεκτονική του τεχνητού νευρωνικού δικτύου απαιτεί οι νευρώνες να είναι διατεταγμένοι σε διαφορετικά επίπεδα, καθιστώντας απαραίτητη τη διάταξη του αριθμού των επιπέδων και του αριθμού των νευρώνων για κάθε επίπεδο. Στο σχήμα 4 είναι δυνατόν να παρατηρήσουμε την αρχιτεκτονική ενός νευρωνικού δικτύου με 4 στρώματα που αποτελούνται από έναν αριθμό νευρώνων που κυμαίνονται από 1 έως 3.



Τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν συναρτήσεις ενεργοποίησης για να φτάσουν σε μια συγκεκριμένη

έξοδο. Αυτή η συνάρτηση βασίζεται στο γεγονός ότι οι νευρώνες λαμβάνουν πάντα μια είσοδο αλλά χωρίς να παράγουν πάντα μια έξοδο. Η απελευθέρωση του σήματος εξαρτάται από την ποσότητα του σήματος που λαμβάνεται. Εάν η είσοδος ξεπερνούσε ένα προκαθορισμένο κατώφλι, ο νευρώνας θα ενεργοποιούνταν επιτρέποντας τη μετάδοση πληροφοριών, ενώ, εάν δεν ξεπερνούσε το όριο, ο νευρώνας δεν θα ενεργοποιούνταν και κατά συνέπεια δεν θα μετέδωσε καμία πληροφορία. Ο αποκλεισμός ή η διαβίβαση πληροφοριών είναι θεμελιώδες στοιχείο για αυτόν τον τύπο λύσης. Μόλις ενεργοποιηθεί ο νευρώνας, δεν περιορίζεται στη μετάδοση πληροφοριών, αλλά τις τροποποιεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι πιο χρήσιμος στους επόμενους νευρώνες. Οι λειτουργίες ενεργοποίησης επιτρέπουν το φιλτράρισμα των σημάτων και επιτρέπουν την επιλογή των σχετικών σημάτων διασφαλίζοντας τη μη γραμμικότητα της εξόδου, αφού μπορούν να εξασθενήσουν ή να τονίσουν, με μη αναλογικό τρόπο, τις τιμές που ορίζουν. Η ενεργοποίηση πρέπει να είναι μη γραμμική (Chen, Zhang & Huang, 2016).

Λαμβάνοντας υπόψη τα νευρωνικά δίκτυα εισόδου τροφοδοσίας προς τα εμπρός, τα δεδομένα προσανατολίζονται σε μία μόνο κατεύθυνση, έτσι οι διάφορες συνδέσεις συνδέουν ορισμένα επίπεδα και δεν υπάρχουν συνδέσεις νευρώνων του ίδιου επιπέδου. Οι πληροφορίες μεταφέρονται πάντα προς τα εμπρός, ποτέ προς τα πίσω. Στο Deep Learning, τα δεδομένα μπορούν

επίσης να περάσουν από το ένα επίπεδο στο άλλο ταυτόχρονα, με τον κανόνα να πηγαίνουμε πάντα μπροστά. Σε επαναλαμβανόμενες συναρτήσεις, τα δεδομένα εξόδου λαμβάνονται ως δεδομένα εισόδου. Α priori δεν είναι δυνατό να καθοριστεί η καλύτερη αρχιτεκτονική για κάθε πρόβλημα, αλλά από καιρό σε καιρό είναι απαραίτητο να επιλέγετε τη βέλτιστη αρχιτεκτονική που σας επιτρέπει να δημιουργήσετε τον μεγαλύτερο αριθμό νέων σύνθετων χαρακτηριστικών προκειμένου να αποκτήσετε τις καλύτερες προβλέψεις. Προκειμένου οι συναρτήσεις ενεργοποίησης να λειτουργούν όσο το δυνατόν καλύτερα, είναι σκόπιμο να αλλάξετε το μέγεθος της εισόδου ενός νευρωνικού δικτύου χρησιμοποιώντας στατιστική τυποποίηση.

Τα βάρη που θα αποδοθούν σε κάθε επίπεδο πρέπει επίσης να αποφασιστούν στην αρχιτεκτονική των νευρωνικών δικτύων. Όταν τα βάρη μειώνονται με την πάροδο του χρόνου, το δίκτυο θα τα κάνει να ενεργοποιούνται όλο και λιγότερο και επομένως τα δεδομένα που μεταδίδονται θα επηρεάζουν την τελική πρόβλεψη όλο και λιγότερο. Κάθε επίπεδο επεξεργάζεται τις τιμές που λαμβάνονται από τα χαρακτηριστικά που έχουν σταθμιστεί σύμφωνα με το βάρος των συνδέσεων από τις οποίες προέρχονται. Για κάθε επίπεδο, πρέπει να ξεπεραστεί ένα ορισμένο όριο που επιτρέπει στις πληροφορίες να φτάσουν στο επόμενο επίπεδο, μέχρι το τελευταίο επίπεδο του νευρωνικού δικτύου. Τα βάρη σας επιτρέπουν να δημιουργείτε νέα χαρακτηριστικά χάρη στην επεξεργασία των εισόδων

που αναμειγνύονται με τις λειτουργίες ενεργοποίησης. Η αντίστροφη διάδοση των νευρωνικών δικτύων τους επιτρέπει να τροποποιούν τα βάρη των στρωμάτων με βάση τα δεδομένα εισόδου.

Η διαδικασία απαιτεί πολλές αλληλεπιδράσεις και μπορεί να διαρκέσει αρκετές ημέρες. Τα τελευταία χρόνια, τα νευρωνικά δίκτυα έχουν καταφέρει να ξεπεράσουν το πρόβλημα της εξαφάνισης της κλίσης, που συμβαίνει όταν εφαρμόζεται backpropagation, χάνοντας γρήγορα το σήμα και δεν επιτρέπουν πλέον την ενεργοποίηση. Αυτό το πρόβλημα οφείλεται στους συνδυασμένους πολλαπλασιασμούς, δηλαδή στους πολλαπλασιασμούς των διορθώσεων κοντά στο μηδέν που μειώνουν σημαντικά τις προκύπτουσες τιμές. Πρέπει να χρησιμοποιηθούν ισχυρές μονάδες επεξεργασίας γραφικών (GPU) για την εκτέλεση των υπολογισμών που απαιτούνται για την επίλυση αυτού του είδους προβλημάτων, επιτρέποντάς σας να δημιουργήσετε μεγαλύτερα δίκτυα, καθώς και να τα εκπαιδεύσετε με μεγαλύτερο όγκο δεδομένων. Η ένωση των μηχανισμών βαρών και ενεργοποίησης νευρωνικών δικτύων επιτρέπει στον αλγόριθμο να μάθει σύνθετες συναρτήσεις στόχου που είναι αντιπροσωπευτικές της σχέσης μεταξύ των χαρακτηριστικών και των αποτελεσμάτων στόχου. Τα νευρωνικά δίκτυα μπορούν να επεξεργάζονται μόνο συνεχείς αριθμητικές πληροφορίες, επομένως τα ποιοτικά χαρακτηριστικά πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία με τέτοιο τρόπο

ώστε να δημιουργείται μια συνεχής αριθμητική τιμή (Dugger and Dickson, 2017).

Επεξεργάζοντας ένα δυαδικό χαρακτηριστικό, ο νευρώνας το θεωρεί ως γενικό αριθμό και το μετατρέπει σε άλλες τιμές επεξεργάζοντας τις διαφορετικές μονάδες. Τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (CNN) είναι ένας τύπος αλγορίθμου Deep Learning που χρησιμοποιείται ευρέως για τη διδασκαλία μηχανών με αφαίρεση. Πριν από την εμφάνιση του CNN, το δίκτυο δεν ήταν σε θέση να επιτύχει μεταφραστική αμετάβλητη. Η εικόνα μετασχηματίστηκε πριν τροφοδοτηθεί στο νευρωνικό δίκτυο με επανατοποθέτηση και καθαρισμό των εικονοστοιχείων για τη δημιουργία θραυσμάτων πληροφοριών που θα μπορούσαν να υποστούν επεξεργασία από το νευρωνικό δίκτυο. Στα Συνελκτικά Νευρωνικά Δίκτυα, τα pixel των δεδομένων εισόδου αλλάζουν μέγεθος. Το νευρωνικό επίπεδο, όπου βρίσκεται η συνέλιξη, λαμβάνει την εικόνα σε ορισμένα τμήματα και πολλαπλασιάζει την τιμή των pixel με έναν προεπιλεγμένο πίνακα αριθμών. Η λειτουργία πραγματοποιείται πάντα προκειμένου να προσαρμοστεί η συνέλιξη στο προς επίλυση πρόβλημα. Όταν τα δεδομένα της εικόνας φιλτράρονται από διαφορετικές συνέλιξεις, μετασχηματίζονται και συναρμολογούνται σε όλο και πιο περίπλοκα μοτίβα μέχρι τη συνέλιξη της εικόνας αναφοράς. Η προσέγγιση του CNN επιτρέπει στα δεδομένα να υποστούν περίπλοκους μετασχηματισμούς με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι βέλτιστα για το συγκεκριμένο πρόβλημα. Η προσέγγιση



του CNN είναι ιδιαίτερα χρήσιμη με την ταξινόμηση, την ανίχνευση και την τμηματοποίηση εικόνων και είναι δημοφιλής αφού υπήρχαν αρκετά δεδομένα για χρήση.

Το Dropout είναι ένας νέος τύπος τακτοποίησης που είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός με βαθιά συνελκτικά δίκτυα που αφαιρούν προσωρινά και τυχαία τις συνδέσεις μεταξύ νευρώνων από υπολογισμούς δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να αποφευχθεί ότι η βελτιστοποίηση στην εκπαίδευση εξαρτάται από συγκεκριμένες συνδέσεις που είναι πολύ συγκεκριμένες για το σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης. Αυτός ο τύπος τεχνολογίας δεν είναι ακόμη ασφαλής αφού η προσθήκη μιας συγκεκριμένης εικόνας θορύβου μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία του αλγορίθμου και συνεπώς το τελικό αποτέλεσμα. Ένα άλλο σημείο ενάντια σε αυτήν την προσέγγιση είναι η απουσία μνήμης. Το Deep Learning σας επιτρέπει να προχωρήσετε πέρα από τη δημιουργία λειτουργιών Machine Learning, πηγαίνοντας να εφαρμόσετε την εκμάθηση χαρακτηριστικών. Αυτό είναι δυνατό χάρη στη χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων σε συνδυασμό με τα διαφορετικά επίπεδα που χρησιμοποιούνται από τα νευρωνικά δίκτυα. Τα νευρωνικά δίκτυα εκτελούν τη λειτουργία του φιλτραρίσματος, της επεξεργασίας και του μετασχηματισμού δεδομένων αυτόματα. Το Deep Learning επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της επίλυσης προβλημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης, ειδικά στους τομείς της αναγνώρισης εικόνας και γλώσσας. Για να γίνει αυτό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες

λύσεις ανάλογα με το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί. Στις διαδικτυακές λύσεις εκμάθησης, τα νευρωνικά δίκτυα γίνονται πιο ευέλικτα επιτρέποντας τη μάθηση ακόμα και όταν παράγουν προβλέψεις και ταξινομήσεις (Erkkinen, Kim & Geschwind, 2018).

Οι αλγόριθμοι βελτιστοποίησης επιτρέπουν τη μάθηση όταν εργάζεται κάποιος επανειλημμένα σε συγκεκριμένες εισόδους δημιουργώντας τη δική του γνώση που μπορεί επίσης να λάβει νέες πληροφορίες. Αυτή η λύση είναι πολύ χρήσιμη όταν αντιμετωπίζει κάποιος μεταβλητότητα δεδομένων. Στις λύσεις εκμάθησης μεταφοράς, η ευελιξία χρησιμοποιείται για την προσαρμογή του αλγόριθμου που θα επαναχρησιμοποιηθεί για σκοπούς άλλους από αυτούς για τους οποίους δημιουργήθηκε. Αυτό επιτρέπει στους αλγόριθμους που αναγνωρίζουν ορισμένες εικόνες να μάθουν να αναγνωρίζουν και άλλες, μεταφέροντας τη γνώση του αρχικού προβλήματος στο επόμενο πρόβλημα. Συχνά είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν τα περισσότερα νευρωνικά δίκτυα ως έχουν, προσαρμόζοντας μόνο τα τελικά επίπεδα που καθορίζουν την έξοδο. Σε πολλές περιπτώσεις, εντοπίζονται υψηλότερες επιδόσεις σε σύγκριση με τα νευρωνικά δίκτυα που χρησιμοποιούνται για το συγκεκριμένο πρόβλημα. Στις λύσεις εκμάθησης από άκρο σε άκρο, επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα μέσω της εφαρμογής απλών και γραμμικών λύσεων. Τα δίκτυα, μέσω ανοιχτού κώδικα, είναι προσβάσιμα σε οποιονδήποτε. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει να

αναπαράγονται διαφορετικές λύσεις Deep Learning τροποποιώντας ορισμένες εντολές. Δυστυχώς, δεν είναι όλοι σε θέση να χρησιμοποιούν τα νευρωνικά δίκτυα με τον ίδιο τρόπο, καθώς απαιτούν μεγάλες ποσότητες δεδομένων που συχνά ανήκουν σε πολυεθνικές και επομένως δεν είναι προσβάσιμα σε όλους. Αυτό το σύνορο ανοιχτού κώδικα είναι πολύ σημαντικό γιατί επιτρέπει σε όποιον γνωρίζει μια γλώσσα προγραμματισμού να μπορεί να υλοποιήσει και να λύσει ένα πρόβλημα Τεχνητής Νοημοσύνης ξαναγράφοντας μόνο ένα μέρος του κώδικα (Espay et al., 2016).

Αυτό το σύστημα διευκολύνει τη διάχυση των αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης. Στην προσέγγιση Deep Learning είναι δυνατή η χρήση γενετικών αλγορίθμων σε γενικά μοντέλα μέσω των παραλλαγών ορισμένων παραμέτρων. Η τεχνική του γενετικού αλγορίθμου επιτρέπει τη διαδραστική βελτιστοποίηση λειτουργώντας στην αναπαραγωγή, τον ανασυνδυασμό και τη μετάλλαξη του αλγορίθμου. Αυτός ο τύπος αλγορίθμου πρέπει να λαμβάνει συνεχή ανατροφοδότηση προκειμένου να επιλεγεί το καλύτερο μέρος του αλγορίθμου από το οποίο θα ξεκινήσει για τη δημιουργία της επόμενης γενιάς. Οι γενετικοί αλγόριθμοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιλογή της νευρωνικής δομής και για την απόδοση βαρών σε διάφορα επίπεδα. Τα νευρωνικά δίκτυα είναι πιο εύθραυστα και επιρρεπή σε σφάλματα από άλλες λύσεις μηχανικής εκμάθησης.

Τα δεδομένα πρέπει να διαχωρίζονται πιο προσεκτικά όταν αποφασίζετε για την κατάρτιση, την αξιολόγηση και τη δοκιμή συνόλων δεδομένων. Είναι δυνατό να καταφύγουμε στην τακτοποίηση, προσθέτοντας τους συντελεστές των συνδέσεων, (ή στην έγκαιρη διακοπή) επαληθεύοντας τη συνάρτηση κόστους στο σύνολο επικύρωσης κατά τη διάρκεια της εκμάθησης με τέτοιο τρόπο ώστε να την εμποδίζει όταν υπάρχει πρόβλημα υπερπροσαρμογής. Όταν εκπαιδεύεται ένα μεγάλο νευρωνικό δίκτυο, το σφάλμα ανακατανέμεται μεταξύ των διαφόρων νευρώνων, ευνοώντας αυτούς που βρίσκονται κοντά στην έξοδο. Χάρη στις GPU, είναι δυνατή η εφαρμογή προ-εκπαίδευσης, νέων λειτουργιών ενεργοποίησης και συνελκτικών δικτύων. Η ταχύτητα εκτέλεσης μπορεί να είναι έως και εβδομήντα φορές μεγαλύτερη από αυτή των CPU. Τα πλεονεκτήματα των νευρωνικών δικτύων αφορούν την προσαρμογή σε πολύπλοκα προβλήματα που δεν χρειάζονται ακριβείς απαντήσεις και είναι εύκολοι στην εφαρμογή αλγόριθμοι που λαμβάνουν υπόψη όλες τις εισόδους ταυτόχρονα για να φτάσουν στην τελική έξοδο. Τα μειονεκτήματα αφορούν την αδυναμία υπολογισμού του αποτελέσματος που δίνεται και την πολυπλοκότητα των τεχνικών εκπαίδευσης που απαιτούν μεγάλο όγκο δεδομένων και πολύ χρόνο επεξεργασίας (Espey et al., 2016).

## **2.6 Ανθρώπινος εγκέφαλος**

Η Deep Learning και τα νευρωνικά δίκτυα βασίζονται στη μίμηση της δομής του εγκεφάλου για να προσπαθήσουν να αναπαράγουν ευφυείς μηχανισμούς.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει σημαντικές πρόοδοι στην κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου χάρη σε τεχνολογίες όπως η λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI) και η μαγνητοεγκεφαλογραφία (MEG) που παρατηρούν τις γνωστικές δραστηριότητες σε πραγματικό χρόνο και σας επιτρέπουν να δείτε πώς είναι οι διάφορες περιοχές ο εγκεφάλου. Είναι η νοημοσύνη που προσπαθεί να καταλάβει τον εαυτό της. Ο εγκεφάλου είναι πολύ περίπλοκος και οι νευρολόγοι δεν έχουν ακόμη καταφέρει να τον καταλάβουν. Αν ήταν απλό στην κατανόηση, οι άνθρωποι πιθανότατα θα ήταν τόσο απλοί που δεν θα μπορούσαν να το καταλάβουν. Κάθε δευτερόλεπτο, εκατομμύρια χημικές αντιδράσεις συμβαίνουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα που δεν γίνονται αντιληπτές σε συνειδητό επίπεδο και χρησιμοποιούνται από τον εγκεφάλου για να λάβει, να επεξεργαστεί και να μεταδώσει πληροφορίες σε ολόκληρο τον οργανισμό. Οι εγκεφάλου και οι υπολογιστές συχνά συγκρίνονται καθώς και οι δύο μεταδίδουν πληροφορίες μέσω ηλεκτρικών μηνυμάτων και οι δύο μπορούν να γίνουν κατανοητοί ως υπολογιστές. Στην περίπτωση των υπολογιστών υπάρχει υπολογισμός σύμφωνα με προ παραγγελία ακολουθίας, ενώ στην περίπτωση του εγκεφάλου ο υπολογισμός γίνεται σε παράλληλη λειτουργία (Gossink et al., 2018).

Ο εγκεφάλου υφίσταται συνεχείς αλλαγές λόγω της πλαστικότητας του εγκεφάλου. Υπολογίζεται ότι ο εγκεφάλου αποτελείται από περίπου 86 δισεκατομμύρια νευρώνες, οι οποίοι μπορούν να ενεργοποιηθούν για να

δημιουργήσουν σήματα με γειτονικούς νευρώνες για έως και 38 εκατομμύρια δισεκατομμύρια λειτουργίες ανά δευτερόλεπτο. Τα περισσότερα από τα νευρικά κύτταρα παραμένουν ζωντανά για όλη τη ζωή του οργανισμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις εγκεφαλικής βλάβης είναι πιθανό ο εγκέφαλος να «επαναπρογραμματίζεται» με τέτοιο τρόπο ώστε να μετακινεί ορισμένες συνδέσεις σε άλλη περιοχή. Οι νευρώνες που ενεργοποιούνται δημιουργούν ολόένα ισχυρότερους δεσμούς επιτρέποντας στον εγκέφαλο να δημιουργήσει νέες συνάψεις και να βελτιώσει τις υπάρχουσες. Ο εγκέφαλος μπορεί να αναπαρασταθεί ως ένα δίκτυο δικτύων δικτύων στα οποία οι πληροφορίες βρίσκονται στις συνάψεις. Οι νευρώνες έχουν αρκετές ιδιότητες, όπως το γεγονός ότι είναι ηλεκτρικά διεγερσιμοι και ότι μπορούν να μεταδώσουν ηλεκτρικές ώσεις σε λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Αυτό το χαρακτηριστικό συγκεκριμένα αντιγράφηκε για την υλοποίηση νευρωνικών δικτύων και είναι απαραίτητο για τη λειτουργία τους. Όταν ένας νευρώνας εκπέμπει ένα δυναμικό δράσης, στέλνει ένα μήνυμα στους νευρώνες που λαμβάνουν, διεγείροντάς τους να ενεργοποιηθούν ή να τους εμποδίσει από τη σιωπή. Τα συναπτικά μηνύματα ποικίλλουν ανάλογα με τη διέγερση του νευρώνα, ανάλογα με τον νευρώνα νευροδιαβιβαστή από τον οποίο αναχωρούν ή σε ποιον υποδοχέα φτάνουν. Ο εγκέφαλος βασίζεται σε ένα σύστημα ανταμοιβής που ενθαρρύνει ή αποθαρρύνει μια συγκεκριμένη συμπεριφορά παράγοντας εγκεφαλικά

ερεθίσματα. Χωρίς να έχει την παραμικρή επίγνωση του οργανισμού, ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί ηλεκτροχημικά γεγονότα για να καθοδηγήσει τους νευρώνες. Βασική λειτουργία του εγκεφάλου είναι να προβλέπει συνεχώς το μέλλον και άρα τις αντιλήψεις που θα έπρεπε να έχει. Όταν περπατάτε, ο εγκέφαλος προβλέπει πότε το πόδι πρέπει να αγγίξει το έδαφος και εάν η πρόβλεψη αποτύχει, θα τεθεί μια στιγμιαία κατάσταση συναγερμού για να ανακτήσει τον έλεγχο. Ο εγκέφαλος είναι επίσης απασχολημένος με τη σύγκριση μελλοντικών προβλέψεων με το παρελθόν. Είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει παλιές εμπειρίες για να προβλέψει ορισμένες αντιλήψεις που μπορεί να συμβούν (Ironsides, Ritchie & Head, 2018).

Ο εγκέφαλος είναι συνεχώς ενεργός και προσπαθεί πάντα να προβλέψει παρά να αντιδράσει. Ο εγκέφαλος είναι υπεύθυνος να επιλέγει αυτόματα τι να προσέξει και τι να αγνοήσει. Η πρόβλεψη γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην γίνεται αντιληπτή από το σώμα και να απαιτείται η μνήμη για να ενεργοποιηθεί σωστά. Μέσα στον εγκέφαλο δεν υπάρχει συγκεκριμένη περιοχή αφιερωμένη στη μνήμη, αλλά κατανέμεται σε ένα πολύπλοκο και περίπλοκο συναπτικό δίκτυο που δεν έχει ακόμη πλήρως κατανοηθεί. Για την εμπέδωση της μνήμης είναι απαραίτητη η επανάληψη και η προσοχή. Οι μελέτες του Kandel που διεξήχθησαν στο σαλιγκάρι *Aplysia* κατέστησαν δυνατό να ανακαλύψουμε ότι η μάθηση δεν συμβαίνει με την τροποποίηση των νευρώνων, αλλά με την ενίσχυση των συνάψεων.

Επιπλέον, η αναδιαμόρφωση των συνάψεων εξαρτάται από την ποικιλία της γενετικής έκφρασης.

Διαφορετικές μορφές μάθησης δημιουργούν διαφορετικά μοτίβα νευρωνικής δραστηριότητας. Μέσω της εξοικείωσης, το σώμα μαθαίνει να αναγνωρίζει επαναλαμβανόμενα ερεθίσματα που μπορούν να αγνοηθούν σε περίπτωση που υπάρχουν συνθήκες ασφάλειας, αλλά τα οποία δεν θα αγνοηθούν υπό άλλες συνθήκες. Μελέτες έχουν δείξει ότι η συναπτική δύναμη δεν είναι σταθερή αλλά επηρεάζεται από εξωτερικά γεγονότα. Από αυτό συνήχθη το συμπέρασμα ότι μια συμπεριφορά που ελέγχεται από το νευρωνικό κύκλωμα, με ακριβείς και καθορισμένες συνδέσεις, τροποποιείται από την εμπειρία. Διαφορετικές διεγέρσεις μπορούν να αλλάξουν τις συναπτικές συνδέσεις με εντελώς διαφορετικούς τρόπους. Οι γενετικές διεργασίες αλληλεπιδρούν με την εμπειρία που καθορίζουν τη δομή της νοητικής δραστηριότητας. Οι πρώτοι καθορίζουν τις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων, οι δεύτεροι τη δύναμή τους. Τα εξωτερικά ερεθίσματα του Kandel στην Aplysia του επέτρεψαν να τροποποιήσει τον εγκέφαλό του. Αυτό οδήγησε στο συμπέρασμα ότι αν και οι νευρώνες είναι σε θέση να δημιουργήσουν πολλές συνδέσεις, οι συνάψεις μπορούν να τροποποιηθούν ανεξάρτητα από το εξωτερικό. Στο Aplysia, ο Kandel μπόρεσε να μεταφέρει και να χειριστεί γονίδια σε μεμονωμένα κύτταρα, μέσω των οποίων είναι επίσης δυνατό να μετακινηθεί η μνήμη μιας εκπαίδευσης που ευαισθητοποιεί τους αισθητηριακούς νευρώνες με τη μεταφορά του φυσικού



μέσου στο οποίο καταγράφεται. Αυτό είναι δυνατό χάρη στην εξαιρετική απλότητα του σαλιγκαριού και, μέχρι σήμερα, φαίνεται αδύνατο να μπορεί να αναπαραχθεί σε πιο πολύπλοκους οργανισμούς. Ωστόσο, δεν μπορεί να αποκλειστεί ότι αυτό θα είναι δυνατό στο μέλλον. Η μνήμη εξαρτάται από την ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιαμορφώνει τις νευρωνικές συνδέσεις, άρα και από την πλαστικότητα του εγκεφάλου. Η πλαστικότητα είναι σε θέση να αλλάζει συνεχώς τον εγκέφαλο μαθαίνοντας νέες πληροφορίες (Jastorff et al., 2016).

Αυτό επιτρέπει τη δημιουργία ή την τροποποίηση ορισμένων νευρωνικών συνδέσεων. Η αλλαγή είναι συχνά λεπτή αλλά σταθερή. Η μάθηση είναι μια από τις πιο κρίσιμες λειτουργίες του εγκεφάλου. Ένα θέμα που συζητείται έντονα είναι η συνείδηση. Μέχρι σήμερα δεν είναι ακόμα δυνατό να καταλάβουμε τι είναι συνείδηση και είναι δύσκολο να την ορίσουμε, αν όχι με υποκειμενικό τρόπο. Δεν φαίνεται να είναι δυνατή η μέτρησή του και αυτό οδηγεί στην αίσθηση ότι δεν υπάρχει φυσικά. Αυτό που γίνεται αντιληπτό από το σώμα είναι μόνο ένα μικρό μέρος της υποκείμενης νευρωνικής δραστηριότητας που επεξεργάζεται τα εξωτερικά ερεθίσματα. Υπάρχουν πολλές υποσυνείδητες δραστηριότητες που θεωρούνται κάτω από τη συνείδηση. Από τις μελέτες του Koehuber έγινε κατανοητό ότι των κινήσεων προηγείται μια ηλεκτρική καταγραφή του εγκεφάλου και ο Libet μέτρησε ότι αυτό το δυναμικό προετοιμασίας εμφανίστηκε 200 χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν την ολοκλήρωση της δράσης και

επομένως ήταν δυνατό να προβλεφθεί τι θα έκανε ακόμη και πριν το κάνει.

Αυτό εγείρει πολλά ερωτήματα σχετικά με τις αποφάσεις για δράση και το εάν είναι ελεύθερες επιλογές ή όχι, και θέτει τεράστια ηθικά προβλήματα για την κοινωνία. Αυτά τα προβλήματα θα μπορούσαν να αντικατοπτρίζονται στον έλεγχο αυτών των δραστηριοτήτων από οντότητες ικανές να τις μετρήσουν και να εκτελέσουν ενέργειες σε λιγότερο χρόνο από ό,τι χρειάζεται ο εγκέφαλος για να καταγράψει την κίνηση. Μέχρι σήμερα, είναι απλώς εικασίες επιστημονικής φαντασίας. Συχνά αναρωτιόμαστε για το θέμα της ελεύθερης βούλησης. Σύμφωνα με μια ντετερμινιστική αντίληψη, κάθε αντίδραση σε ένα συγκεκριμένο γεγονός προκαλείται από μια σειρά ερεθισμάτων που με προκαθορισμένο τρόπο μας επιτρέπουν να ανταποκριθούμε σε αυτό. Αυτό θα μπορούσε να έχει πολλές επιπτώσεις στην έννοια της ευθύνης. Όταν σκέφτεστε το κίνητρο για το οποίο έχετε κάνει μια συγκεκριμένη επιλογή, απαντάτε με ακριβή και ορθολογικό τρόπο. Ο εγκέφαλος αναφέρει συνειδητά κίνητρα αλλά επηρεάζεται επίσης από τη μη συνειδητή δραστηριότητα. Αυτό συμβαίνει επειδή σε συνειδητό επίπεδο δεν υπάρχει χρόνος για να ληφθούν ορισμένες αποφάσεις, επομένως ο εγκέφαλος πρέπει να καταφύγει σε υποσυνείδητες ενέργειες (Jiang et al., 2017).

Το συναίσθημα είναι πάντα παρόν στις αποφάσεις, ακόμα κι αν συχνά δεν γίνεται αντιληπτό ως τέτοιο και οι αποφάσεις θεωρούνται λογικές. Η διαίσθησή σας

επιτρέπει να λαμβάνετε αποφάσεις χωρίς να έχετε όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες. Υποθέτοντας ότι η επιστημονική και τεχνολογική πρόοδος συνεχίζει να προοδεύει για μεγάλο χρονικό διάστημα, δεν είναι παράλογο να υποθέσουμε ότι υπάρχει σύγκλιση μεταξύ της βιολογικής νοημοσύνης και της ψηφιακής νοημοσύνης. Όταν εξετάζετε τη μνήμη των μηχανημάτων, μπορείτε να αντικαταστήσετε τη μνήμη RAM και να επιτρέψετε σε έναν υπολογιστή να συνεχίσει να λειτουργεί.

Η υπολογιστική νευροεπιστήμη ασχολείται με τη μελέτη των λειτουργιών του εγκεφάλου όσον αφορά την επεξεργασία δεδομένων και θεωρεί τον εγκέφαλο ως μια Μπεϋνσιανή μηχανή ικανή να παράγει συμπεράσματα για τον περιβάλλοντα κόσμο. Αυτή η προσέγγιση έχει σημαντικές επιπτώσεις στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η τεχνολογία έχει φέρει πολλές ανέσεις στην καθημερινή ζωή και έχει αντικαταστήσει πολλές κινητικές δραστηριότητες. Χάρη στη συνεχή τεχνολογική πρόοδο, η μνήμη ήταν όλο και λιγότερο απαραίτητη. Είναι απαραίτητο να κάνουμε μερικούς προβληματισμούς για το πώς θα μπορούσε να εξελιχθεί η νοημοσύνη στο μέλλον. Δεδομένης της συνεχούς επιστημονικής προόδου σε τομείς όπως η νευροεπιστήμη και η γενετική, είναι πιθανό στο μέλλον οι μηχανές να αυξήσουν την ικανότητα των ανθρώπων να γιορτάζουν. Δεν υπάρχει φυσικός νόμος που να εμποδίζει τον εγκέφαλο να οργανώνει τα σωματίδια με τέτοιο τρόπο ώστε να κάνει όλο και πιο προχωρημένους

υπολογισμούς. Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται η οπτογενετική (Jiang et al., 2017).

Μια τεχνολογία που θα μπορούσε να αλλάξει την επιστημονική έρευνα είναι το CRISPR-cas9 που σας επιτρέπει να φέρετε ένα τμήμα DNA και να το μεταφέρετε σε άλλη αλληλουχία. Αυτή η διαδικασία είναι χαμηλού κόστους και πολύ εύκολη στην αναπαραγωγή και αυτό μπορεί να ενέχει σημαντικούς κινδύνους. Αυτές οι καινοτομίες υπογραμμίζουν τη σημασία της άμεσης συζήτησης για την ηθική της γενετικής τροποποίησης των έμβιων όντων, προκειμένου να μπορέσουμε να διαχειριστούμε επαρκώς αυτές τις τεχνολογικές αλλαγές (Lane, Hardy & Schott, 2018).

Αυτές οι εξελίξεις θα μπορούσαν να είναι ταυτόχρονα επαναστατικές και καταστροφικές. Είναι απαραίτητο να παίρνουμε ξεκάθαρες θέσεις με τέτοιο τρόπο ώστε να τις κατευθύνουμε, χωρίς να υποβάλλουμε παθητικά σε αυτές. Υπάρχει ακόμη πολύς δρόμος για να κατανοήσουμε τον εγκέφαλο και να τον αναπαραγάγουμε. Πρέπει ακόμα να καταλάβουμε πώς λαμβάνει χώρα η επεξεργασία των αισθητηριακών πληροφοριών και πώς η συνειδητή προσοχή μπορεί να καθοδηγήσει τους μηχανισμούς του εγκεφάλου, καθώς και ποια είναι η πραγματική σχέση με το ασυνείδητο μέρος. Ο τομέας της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι ένας πολύ τεράστιος τομέας και δεν μπορεί να ταυτιστεί μόνο με εφαρμογές Machine Learning και Deep Learning, ακόμα κι αν θεωρούνται οι πιο ενδιαφέρουσες και γνωστές μεθοδολογίες. Οι περισσότεροι άνθρωποι

εστιάζουν σε αυτούς τους τύπους αλγορίθμων, αλλά δεν είναι πάντα οι καλύτεροι στη χρήση. Οι προσεγγίσεις Μηχανικής Μάθησης ταιριάζουν καλύτερα στην κατάσταση όπου απαιτείται μια αισθητηριακή αντίληψη ή η εξαγωγή ενός προτύπου από ένα χαοτικό σύνολο δεδομένων, ενώ ένας αλγόριθμος συμβολικής συλλογιστικής είναι κατάλληλος για προβλήματα που απαιτούν αφηρημένο συλλογισμό. Προχωράμε προς την ενοποίηση αυτών των δύο προσεγγίσεων για να συνδυάσουμε τα πλεονεκτήματά τους και να αποκτήσουμε έναν πιο αποδοτικό και αποτελεσματικό αλγόριθμο.

Πριν από λίγο καιρό και σχεδόν ξαφνικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη μπήκε στην καθημερινή ζωή, χωρίς να γίνει αντιληπτή η πραγματική αλλαγή. Οι μηχανές μαθαίνουν να μαθαίνουν αυτή τη στιγμή. Αυτό κατέστη δυνατό χάρη στη σύγκλιση της αύξησης της υπολογιστικής ικανότητας, την ανάπτυξη εξελιγμένων αλγορίθμων και τη διαθεσιμότητα δεδομένων για μάθηση. Μέχρι σήμερα, οι αλγόριθμοι Machine Learning και Deep Learning χρησιμοποιούνται ευρέως, αλλά εξακολουθούν να έχουν μεγάλες δυνατότητες σε πολλούς τομείς. Δυνητικά, αυτοί οι αλγόριθμοι επιτρέπουν την ενοποίηση με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, επιτρέποντας στις ηλεκτρονικές συσκευές να επικοινωνούν και να ελέγχουν σαν να ήταν αναπόσπαστο μέρος του σώματός μας. Αυτή η πτυχή θεωρείται από πολλούς ιδιαίτερα κρίσιμη και θα μπορούσε να σας εκθέσει σε διάφορους κινδύνους. Η διαδικασία έχει ήδη ξεκινήσει και είναι

αδύνατο να επιστρέψουμε, αλλά είναι ακόμα δυνατό να αποφασίσουμε τι αντίκτυπο θα έχει στην κοινωνία μας. Η κοινή γνώμη έχει αντικρουόμενες ιδέες σχετικά με τον πιθανό αντίκτυπο που έχει και θα μπορούσε να έχει αυτή η τεχνολογία στην κοινωνία και στην ίδια τη ζωή. Η Τεχνητή Νοημοσύνη θεωρείται συχνά κάτι φουτουριστικό, αλλά είναι ολοένα και πιο παρούσα στην καθημερινή ζωή (Lynch and Liston, 2018).

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μελλοντικές προοπτικές**

#### **3.1 Οι παρούσες εφαρμογές**

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η Τεχνητή Νοημοσύνη αναπτύχθηκε αρχικά μέσω παιχνιδιών όπως το σκάκι και το Go, δεδομένων των χαρακτηριστικών αυτών, δηλαδή της επίλυσης σαφώς καθορισμένων προβλημάτων, της όχι υπερβολικής απλότητας και της πεποίθησης ότι χρειάζονται ορισμένες γνωστικές δεξιότητες για να μπορέσεις να παίξεις και να κερδίσεις. Το OpenAI κατάφερε να παίξει και να κερδίσει όλους τους πρωταθλητές. (Espey, et al, 2019).

Η OpenAI είναι μια εταιρεία που ασχολείται με την έρευνα και τη διανομή της Τεχνητής Νοημοσύνης. Στις 17 Σεπτεμβρίου 2019 δημοσίευσε μια προσομοίωση πρακτόρων που, σταδιακά, καταλαβαίνουν πώς να παίζουν κρυφτό, ενώ καταφέρνουν επίσης να χρησιμοποιούν τα εργαλεία του περιβάλλοντος για να έχουν καλύτερες πιθανότητες να κερδίσουν. Αυτή η προσομοίωση έγινε με τη χρήση

εργαλείων που προέκυψαν από την αλληλεπίδραση πολλαπλών πρακτόρων. Η εκπαίδευση έγινε σε περιβάλλον εντελώς άγνωστο στους πράκτορες, οι οποίοι δεν γνώριζαν καν τον σκοπό που έπρεπε να επιδιωχθεί. Το παιχνίδι είναι δομημένο σε αυτό το περιβάλλον με μπλε πράκτορες που έχουν το καθήκον να κρύβονται για να αποφύγουν τη γραμμή όρασης των κόκκινων πρακτόρων, που έχουν το καθήκον να τους κυνηγήσουν. Αντικείμενα όπως μπλοκ και ράμπες έχουν εισαχθεί στο περιβάλλον που οι πράκτορες μπορούν να αρπάξουν ή να μπλοκάρουν. Υπάρχουν επίσης δωμάτια και κινητοί τοίχοι. Στην αρχή κάθε παιχνιδιού, οι κόκκινοι ακινητοποιούνται για να δώσουν στους μπλε την ευκαιρία να ξεφύγουν, να κρυφτούν και να αλλάξουν το περιβάλλον. Οι πράκτορες λαμβάνουν ανατροφοδότηση στο τέλος του παιχνιδιού, η οποία καθορίζεται αποκλειστικά από την επιτυχία του στόχου της απόκρυψης ή του κυνηγιού και όχι από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Οι πράκτορες έχουν αναπτύξει μια σειρά από στρατηγικές και αντιστρατηγικές. Δεν είχαν προβλεφθεί από τους προγραμματιστές όλες οι στρατηγικές που εφαρμόστηκαν πραγματικά από τους πράκτορες.

Οι πράκτορες άρχισαν να παίζουν τυχαία, χωρίς να καταλαβαίνουν τι έπρεπε να κάνουν. Γινόμαστε μάρτυρες της πρώτης στρατηγικής μετά από 2,69 εκατομμύρια επεισόδια με την οποία οι κυνηγοί κατάφεραν να καταλάβουν τον στόχο τους και άρχισαν να κυνηγούν τους μπλε πράκτορες. Η δεύτερη

στρατηγική εφαρμόζεται από τους μπλουζ μετά από 8,62 εκατομμύρια επεισόδια και περιλαμβάνει αυτούς τους πράκτορες που μετακινούν τα μπλοκ μέσα στο δωμάτιο για να μπλοκάρουν τις εισόδους, εμποδίζοντας τους κόκκινους κυνηγούς να εισέλθουν. Μετά από 14,5 εκατομμύρια επεισόδια, οι κόκκινοι πράκτορες εφαρμόζουν την τρίτη στρατηγική, μαθαίνοντας να χρησιμοποιούν τη ράμπα που βρίσκεται έξω από το δωμάτιο για να σκαρφαλώνουν πάνω από τον τοίχο και να αιχμαλωτίζουν τους μπλε πράκτορες. Στην τέταρτη στρατηγική, οι μπλε πράκτορες, μετά από 43,4 εκατομμύρια επεισόδια, καταφέρνουν να φέρουν τη ράμπα στο δωμάτιο και να μπλοκάρουν τις εισόδους με μπλοκ, μην αφήνοντας πλέον τους κόκκινους πράκτορες να σκαρφαλώνουν πάνω από τους τοίχους. Σε αυτές τις αλληλεπιδράσεις οι μπλε πράκτορες μαθαίνουν να συντονίζονται και να αποφασίζουν ποιος από τους δύο θα μπλοκάρει ποια πόρτα και ποιος θα πάει να αρπάξει τη ράμπα. Σημειώθηκε επίσης ότι, σε περιπτώσεις που τα κουτιά δεν είναι κοντά, ανταλλάσσονται μεταξύ των πρακτόρων για να επιταχυνθεί το κλείσιμο των θυρών. Κατά τη διάρκεια των διάφορων αλληλεπιδράσεων, παρατηρήθηκε πώς οι κόκκινοι αναζητητές μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τη ράμπα για να τρέξουν σε έναν τοίχο σε ορθή γωνία, προκειμένου να εκτοξευθούν προς τα πάνω και να προσγειωθούν απευθείας στους μπλε πράκτορες. Μέσω της ενισχυτικής μάθησης, οι μπλε πράκτορες μπόρεσαν να βρουν έναν άλλο μηχανισμό για εκμετάλλευση. Σε αυτή την περίπτωση, οι μπλουζ



κατάφεραν να φέρουν τη ράμπα στη γωνία του χάρτη για να την πετάξουν έξω, ώστε να μην μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί από τους κόκκινους κυνηγούς. Δεν αποκλείεται να παρατηρήσουμε ότι οι Reds αρχικά βρήκαν τις περισσότερες νίκες. Οι μπλε, στη συνέχεια, με την εφαρμογή νέων στρατηγικών κατάφεραν να πετύχουν σχεδόν βέβαιες νίκες. (Espray, et al, 2016).

Όπως αναφέρεται στον ιστότοπο OpenAI, «Τα κριτήρια αντιπροσώπων εκπαιδεύονται με αυτόματη αναπαραγωγή και βελτιστοποίηση εγγύς κριτηρίων. Κατά τη βελτιστοποίηση, οι πράκτορες μπορούν να χρησιμοποιήσουν εσωτερικές πληροφορίες για σκοτεινά αντικείμενα και άλλους πράκτορες στην πολύτιμη λειτουργία τους. Έχει επίσης σημειωθεί ότι η αύξηση του μεγέθους της παρτίδας επιταχύνει τους χρόνους σύγκλισης. Η ανάπτυξη αυτής της εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης έδειξε πώς οι πράκτορες μπορούν να μάθουν τη χρήση εξελιγμένων εργαλείων σε έναν προσομοιωτή και πώς αυτοί οι πράκτορες είναι σε θέση να εκμεταλλεύονται το περιβάλλον τους με τρόπους που δεν ήταν ή δεν θα μπορούσαν να είχαν προβλεφθεί. Οι προγραμματιστές παρατήρησαν πώς, από αυτήν την εφαρμογή, «ορισμένες στρατηγικές και δεξιότητες πολύ πιο περίπλοκες από τη δυναμική και το περιβάλλον του ίδιου του παιχνιδιού μπορούν να προκύψουν από τον ανταγωνισμό πολλών πρακτόρων και τους τυπικούς αλγόριθμους μάθησης ενίσχυσης μεγάλης κλίμακας». Αναδυόμενη αυτοελεγχόμενη πολυπλοκότητα σε Αυτό το απλό περιβάλλον υποδηλώνει ότι, στο μέλλον, η συν-

προσαρμογή πολλαπλών πρακτόρων θα μπορούσε να οδηγήσει στη δημιουργία εξαιρετικά περίπλοκης και έξυπνης συμπεριφοράς. (Erkkinen, Kim & Geschwind, 2018).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν σταμάτησε σε εφαρμογές που αφορούν παιχνίδια, οι οποίες, όσο περίπλοκες κι αν είναι, δεν εκφράζουν τις πραγματικές δυνατότητες τους, ειδικά αν ληφθούν υπόψη τα οφέλη που θα μπορούσε να αποφέρει σε περιπτώσεις που εφαρμόζεται για την παροχή βοηθημάτων, συμπεριλαμβανομένων των σωματικών, στον άνθρωπο. (Matej, Tesar & Rusina, 2019).

Στον τομέα της ρομποτικής, έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης ικανοί να ελέγχουν μηχανές ικανές να εκτελούν εργασίες που απαιτούν σωματική προσπάθεια. Σε αυτό το πλαίσιο, προσπαθούμε να κατασκευάσουμε μηχανήματα με τη χρήση εύκαμπτων και ελαφρών υλικών, τα οποία όμως εξακολουθούν να είναι σε θέση να εκτελούν γενικές εργασίες ή, όπως συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις, συγκεκριμένες εργασίες. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο πρόβλημα αφού η κατασκευή μηχανών που εκτελούν μόνο συγκεκριμένες εργασίες δεν τους επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν για διαφορετικούς σκοπούς ή σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Επομένως, προκύπτει η ανάγκη να μπορέσουμε να τα προσαρμόσουμε σε περιβάλλοντα που είναι χαοτικά, αναπτύσσοντας σε αυτά την προσαρμογή στην αλλαγή. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε αλγόριθμους που

ασχολούνται με την αυτόνομη οδήγηση, καθώς υπάρχει ανάγκη να αναγνωριστεί ένα μεγάλο πλήθος εμποδίων και μεταβλητών που βρίσκονται σε κίνηση και ως εκ τούτου δημιουργούν απρόβλεπτο. Τα αυτοοδηγούμενα οχήματα είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον γύρω τους και να οδηγούν σε κάθε τύπο άγνωστης διαδρομής χωρίς την παρέμβαση του οδηγού. Αυτά τα έξυπνα συστήματα είναι σε θέση να αναλύουν αισθητηριακά δεδομένα, μέσω αισθητήρων που καλύπτουν ολόκληρο το όχημα, προκειμένου να χαρτογραφήσουν το δρόμο και να εμφανίσουν οδικές πινακίδες, λακκούβες και ανθρώπους. Είμαι σε θέση να ερμηνεύσω τα σήματα και να τα σέβομαι. Μέχρι σήμερα, τα πλήρως αυτόνομα οχήματα δεν κυκλοφορούν ακόμη στην αγορά, καθώς δεν μπορούν να κυκλοφορήσουν βάσει νόμου. (Dugger & Dickson, 2017).

Σε ένα βίντεο στο YouTube στο κανάλι overVolt μπορείτε να δείτε τι μπορεί να αντιληφθεί ένας αυτοοδηγούμενος Tesla ενώ οδηγεί σε δρόμο. Η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι σε θέση να εκχωρεί αριθμούς αναγνώρισης στα διάφορα αντικείμενα που αναγνωρίζει για να γνωρίζει πώς να αλληλεπιδρά μαζί τους. Είναι σε θέση να αναγνωρίζει οδικές πινακίδες, όπως βέλη που σχεδιάζονται στο δρόμο, επισημαίνοντάς τους τα αρκτικόλεξα LA, FA, RA, (Αριστερό βέλος, Μπροστινό Βέλος και Δεξί βέλος αντίστοιχα). Μέσω αυτής της χαρτογράφησης το όχημα μπορεί να σέβεται τους οδικούς κανόνες. Μετά την ανάλυση των πληροφοριών του δρόμου, εμφανίζονται πράσινες γραμμές για τις

λωρίδες που είναι βατές και πορτοκαλί γραμμές για τις λωρίδες σε λάθος κατεύθυνση. Όταν αναγνωριστεί ένα σήμα στοπ, το αυτοκίνητο αρχίζει να επιβραδύνει εγκαίρως. Το σύστημα είναι σε θέση να αναγνωρίσει τη διάβαση πεζών, χρησιμοποιώντας την αναγνώριση C (Crossing), για να μπορεί να σταματήσει και να αφήσει τους πεζούς να περάσουν. Στην οθόνη εμφανίζονται πολυάριθμες τιμές που επιτρέπουν στο σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης να λαμβάνει αποφάσεις όταν φτάσει σε συγκεκριμένες τιμές κατωφλίου. Στο βίντεο προκύπτει μια πολύ σημαντική λεπτομέρεια που δίνεται από την αναγνώριση μιας μακρινής λακκούβας (που υποδεικνύεται στην οθόνη με την τιμή WET\_ROAD). Αυτή η αναγνώριση είναι απαραίτητη γιατί επιτρέπει στο μηχανήμα να επιβραδύνει εγκαίρως, κοντά του και επομένως να μειώνει τον κίνδυνο ατυχήματος. Σε αυτή την περίπτωση το αυτοκίνητο κατάφερε αυτόνομα να στρίψει ελαφρώς για να το αποφύγει. Ένας άνθρωπος δεν θα μπορούσε να αναγνωρίσει τη λακκούβα από τόσο μακριά και θα έπαιρνε μεγαλύτερο ρίσκο αφού, αν δεν μπορούσε να επιβραδύνει, θα μπορούσε να είχε κάνει το αυτοκίνητο να γλιστρήσει και να προκαλέσει ατύχημα. (Matej, Tesar & Rusina, 2019).

Στο βίντεο, το αυτοκίνητο μπορεί επίσης να αναγνωρίσει και να αναγνωρίσει τα αυτοκίνητα μέσα από κουτιά και το μέγεθος τους δείχνει πόσο μεγάλο είναι το αναγνωρισμένο όχημα. Ορισμένες τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν κατηγορίες εργασιών και εργασιών

που εκτελούνται από ανθρώπους που θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια και την υγεία τους, αυξάνοντας επίσης την αποτελεσματικότητα της εργασίας που εκτελείται. Για να γίνει αυτό, τα ρομπότ πρέπει να είναι ευκίνητα και να μην ακολουθούν ένα προκαθορισμένο μοτίβο ενεργειών και πρέπει να είναι ελεύθερα να μπορούν να κινούνται και να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον. Μία από τις πιο ενδιαφέρουσες εφαρμογές αυτών των συστημάτων θα μπορούσε να λάβει χώρα στην εξερεύνηση του διαστήματος, καθώς οι ρομποτικές συσκευές είναι σε θέση να αντέχουν σε πιο ακραίες συνθήκες από τους ανθρώπους και μπορεί να είναι πιο πρακτικές. Σε αυτό το πλαίσιο, η αυτονομία των μηχανών είναι απαραίτητη δεδομένης της καθυστέρησης του σήματος που βρίσκεται μεταξύ της γης και των ρομποτικών οντοτήτων σε πολύ μακρινές αποστάσεις. Λαμβάνοντας υπόψη τον Άρη, εάν θέλατε να ελέγξετε ένα όχημα από απόσταση, θα είχατε μέση καθυστέρηση 14 λεπτών και θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιήσετε οποιοδήποτε είδος λειτουργίας. Για να λύσετε αυτά τα προβλήματα, μπορείτε να προκαθορίσετε σύντομες διαδρομές που πρέπει να διανύσει το ρομπότ και, μόλις ολοκληρωθεί, να κοινοποιήσετε στους μηχανικούς την επιτυχία ή την αποτυχία της δράσης. Αυτή είναι μια πολύ μηχανική διαδικασία και για αυτό το λόγο η Τεχνητή Νοημοσύνη χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο, όπως στην πρόσφατη περίπτωση του Perseverance. Το διαστημόπλοιο που μετέφερε το rover που κατάφερε να προσγειωθεί αυτόνομα στο έδαφος του Άρη μέσω της

χρήσης συστήματος καθοδήγησης Τεχνητής Νοημοσύνης. Στον διαστημικό τομέα, συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης χρησιμοποιούνται επίσης στον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (ISS). Το ρομπότ CIMON-2 (Crew Interactive Mobile Companion-2), που βρίσκεται στον ISS από τον Δεκέμβριο του 2019, έχει το καθήκον να κρατά συντροφιά τους ανθρώπινους αστροναύτες και να τους βοηθά στην καθημερινή τους ζωή. Το CIMON-2 έχει σχεδιαστεί με σφαιρικό σχήμα και είναι εξοπλισμένο με ενσωματωμένη οθόνη. Είναι σε θέση να κινείται με μηδενική βαρύτητα χάρη σε μερικούς εσωτερικούς ανεμιστήρες, έτσι ώστε να μπορεί να περιστρέφεται και να κινείται γύρω από ολόκληρο τον ISS. Διαθέτει ευαίσθητα μικρόφωνα και αίσθηση κατεύθυνσης. Αλληλεπιδρώντας με τους αστροναύτες, είναι σε θέση να μάθει τις διαθέσεις τους και να τους παρέχει υποστήριξη. Είναι μια χρήσιμη συσκευή για τη μαγνητοσκόπηση πειραμάτων και οι αστροναύτες μπορούν να την ενεργοποιήσουν φωνητικά για να εκτελέσουν ορισμένες ενέργειες, όπως τη λήψη βίντεο. Χάρη στη Judith Buchheim ήταν δυνατό να βελτιωθεί το απόρρητο των δεδομένων που μεταδίδονται από το CIMON-2, με την εισαγωγή ενός διακόπτη που εμποδίζει τη ροή των δεδομένων που συλλαμβάνονται από το ρομπότ. Παραμένοντας στο θέμα του διαστήματος, η NASA αποφάσισε να χρησιμοποιήσει το ρομπότ Spot από την εταιρεία Boston Dynamic προκειμένου να εξερευνήσει τις σπηλιές του Άρη. (Brown & Al-Chalabi, 2017).

Στη βασική έκδοση, το Spot είναι ένα ρομπότ κατασκευασμένο σύμφωνα με τη φυσική αρχιτεκτονική ενός σκύλου και είναι ένα ευέλικτο κινητό ρομπότ που μπορεί να πλοηγηθεί σε διαφορετικά εδάφη, επιτρέποντάς σας να αυτοματοποιήσετε τις δραστηριότητες ρουτίνας επιθεώρησης και τη λήψη δεδομένων με ασφαλή, ακριβή τρόπο και συχνή. Όπως αναφέρεται στον ιστότοπο της Boston Dynamic, το Spot χρησιμοποιεί το API (Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών) για να επιτρέπει στις εφαρμογές να ελέγχουν ρομπότ, να διαβάζουν πληροφορίες αισθητήρων και επίσης να δημιουργούν και να ενσωματώνουν μέσω ωφέλιμου φορτίου. Το API του Spot ακολουθεί ένα μοντέλο πελάτη-διακομιστή, που σημαίνει ότι οι εφαρμογές πελάτη επικοινωνούν με υπηρεσίες που εκτελούνται στο Spot μέσω μιας σύνδεσης δικτύου. Για τη χρήση του Spot μπορείτε να επωφεληθείτε από τα ωφέλιμα φορτία που σας επιτρέπουν να υλοποιήσετε τις υπηρεσίες που παρέχει το ρομπότ, όπως το Spot CAM, που σας επιτρέπει να ελέγχετε την ποιότητα της ροής ή τα φώτα LED. (Chen, Zhang & Huang, 2016).

Όσον αφορά τον τομέα της νευρολογικής αποκατάστασης, έρευνα που έχει γίνει τον Ιούνιο του 2022, παρουσιάζει μία τεχνολογική προσέγγιση για ένα νέο ρομποτικό σύστημα εκπαίδευσής Νευροαποκατάσταση για ασθενής με γνωστικές βλάβες και κινητικές δυσλειτουργίες. Η συγκεκριμένη προσέγγισή είναι βασισμένη σε έναν συνδυασμό της

συσκευής αποκατάστασής με εποπτευόμενα μοντέλα μηχανικής μάθησης για προσαρμογή της σε συγκεκριμένες περιπτώσεις ασθενών και τη δημιουργία πρακτόρων που θα εκτελούν καταρτισμένες ασκήσεις εκπαίδευσης και προπόνησης, εξατομικευμένες για την κάθε κλινική περίπτωση. Για τη χρήση του πιο πάνω συστήματος είναι απαραίτητη, η συμμετοχή ενός επαγγελματία υγείας που θα εκπαιδευτεί για τις ανάγκες του εκάστοτε ασθενή. Επιπλέον, ο ίδιος ο ασθενής, μετά από μία περίοδο χρήσης του ρομποτικού συστήματος μαζί με το θεραπευτή του, θα μπορεί να χειρίζεται μόνος του ανεξάρτητα στο σπίτι.

Μία ακόμη σημαντική εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης γίνεται στην αποκατάσταση της ομιλίας σε παράλυτα άτομα, βελτιώνοντας έτσι την αυτονομία και της ποιότητα της ζωής τους. Συγκεκριμένα, γίνεται μία προσπάθεια αποκωδικοποίησης των λέξεων και των προτάσεων απευθείας από τον εγκέφαλο των ασθενών, μέσω της εμφύτευσης υποσκληρίδια, υψηλής πυκνότητας συστοιχίας πολλαπλών ηλεκτροδίων στην περιοχή του αισθητικοκινητικού φλοιού. Τα αποτελέσματα ήταν να αποκωδικοποιούνται προτάσεις από τον εγκέφαλο και να εξωτερικεύονται σε κλάσματα δευτερολέπτου όπως ακριβώς γίνεται και στον προφορικό λόγο ενός ατόμου που δεν αντιμετωπίζει κάποια δυσκολία στο λόγο. Για παράδειγμα, όταν ένα άτομο παρουσιάζει αναρθρία και σπαστική τετραπάρεση οι οποίες προκαλούνται από βλάβη στο εγκεφαλικό στέλεχος, η συγκεκριμένη εφαρμογή, αποκωδικοποιεί



λέξεις και προτάσεις απευθείας από τον εγκέφαλο ο οποίος επιδιώκει να παράγει ομιλία με τη χρήση των μοντέλων βαθιάς μάθησης όπου έχουν ενσωματωθεί και του μοντέλου της φυσικής γλώσσας.

Δεδομένου της πολυπλοκότητας της νόσου του Αλτσχάιμερ όσον αφορά την παθογένεια της, είναι γενικά δύσκολο να εφαρμοστούν σταθμισμένα τεστ και ερωτηματολόγια. Ωστόσο, μέσα στα χρόνια έχουν ενσωματωθεί Μεγάλα Δεδομένων από μελέτες που έχουν γίνει για την νόσο και παρέχουν τη δυνατότητα διερεύνησης των παθοφυσιολογικών μηχανισμών της νόσου. Σε αυτό το πλαίσιο, η Τεχνητή Νοημοσύνη προσφέρει μεγάλη ποικιλία μεθόδων για την ανάλυση μεγάλων και πολύπλοκων δεδομένων με σκοπό τη βελτίωση της γνώσης πάνω στην νόσο Αλτσχάιμερ. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται η χρήση εργαλείων διάγνωσης και με τη βοήθεια του υπολογιστή και τη χρήση της Τεχνητής νοημοσύνης και σε συνδυασμό με την κλινική πρακτική και τις εμπειρίες των ασθενών, αναπτύσσονται σιγά σιγά εξατομικευμένες θεραπείες για την νόσο. Συμπερασματικά, τα στοιχεία που προκύπτουν είναι ακόμα προς διερεύνηση και υπόσχονται στο μέλλον να έχουν πιο τεκμηριωμένα αποτελέσματα.

### **3.2 BIG DATA - Μεγάλα δεδομένα**

Προκειμένου να εφαρμοστούν αυτοί οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης, είναι απαραίτητο να συλλεχθεί ένας μεγάλος όγκος δεδομένων με τέτοιο τρόπο που να τους επιτρέπει να μαθαίνουν. Τα τελευταία

χρόνια, μέσω της χρήσης αισθητήρων και ηλεκτρονικών συσκευών, κατέστη δυνατή μια αφάνταστη ποσότητα δεδομένων, επιτρέποντας τον πολλαπλασιασμό των αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης. Τα δεδομένα διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην τεχνολογική αλλαγή των τελευταίων ετών, χάρη στα εκατομμύρια των πληροφοριών που ανταλλάσσονται κάθε λεπτό. Τα δεδομένα μεταφέρονται από μια συνεχή ροή πληροφοριών που περιέχονται σε πραγματικές ή επινοημένες ειδήσεις και οι οποίες συχνά είναι δυσδιάκριτες. Οι ψηφιακές πλατφόρμες ασχολούνται με την εξαγωγή και επεξεργασία δεδομένων, χάρη στην οποία μπορούν να προσαρμόσουν τα περιεχόμενα και να αποκτήσουν έναν αυξανόμενο αριθμό δεδομένων που δίνονται χάρη στην αύξηση της χρήσης του δικτύου.

Τα Big Data δεν έχουν μοναδικό ορισμό, αλλά μπορούν να αναγνωριστούν σύμφωνα με ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως η ταχύτητα, η ποικιλία, ο όγκος και η αξία των δεδομένων που συλλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία. Τα περισσότερα από αυτά τα δεδομένα δεν είναι δομημένα, δηλαδή δεν είναι δεδομένα, οργανωμένα σε παραδοσιακές οργανωμένες βάσεις δεδομένων, αλλά λαμβάνονται και αποθηκεύονται διαφορετικά. Τα Big Data χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή όλων των ανθρώπων, όπως στη χρήση φίλτρων ανεπιθύμητης αλληλογραφίας, και στην αυτόματη διόρθωση λέξεων. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για να γίνει ο αλγόριθμος πιο αποτελεσματικός, ο οποίος με τη σειρά

του επιτρέπει τη δημιουργία μεγαλύτερης ποσότητας δεδομένων. Σε αυτό το πλαίσιο, τα δεδομένα λειτουργούν τόσο ως είσοδος όσο και ως έξοδος. Οι μεγάλοι όγκοι δεδομένων επιτρέπουν καλύτερη προγνωστική ανάλυση και χρησιμοποιούνται με εξαιρετικά αποτελέσματα σε πολλούς τομείς όπως η ιατρική παρακολούθηση και η παρακολούθηση της οδικής κυκλοφορίας.

Τα Big Data επέτρεψαν τη μείωση του χρόνου αναζήτησης και τις συστάσεις των αλγορίθμων που επιτρέπουν στον χρήστη να βλέπει αναζητήσεις που σχετίζονται με τα ενδιαφέροντα του. Τα Big Data αλλάζουν τον τρόπο που αλληλεπιδρούμε με το περιβάλλον. Αυτές οι χρήσεις εγείρουν ανησυχίες σχετικά με τις προσωπικές ελευθερίες και το απόρρητο, επομένως είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάλυση σειρών δεδομένων. Τα Big Data καθιστούν δυνατή την εκμετάλλευση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτά προκειμένου να ληφθούν χρήσιμες πληροφορίες με καινοτόμους τρόπους. Η Google είναι σε θέση να προβλέψει ορισμένες καταστάσεις παρακολουθώντας τις αναζητήσεις που πραγματοποιούν οι χρήστες και αναζητώντας τις συσχετίσεις μεταξύ της συχνότητας αναζήτησης και της διάδοσης του φαινομένου που επιθυμεί να μελετήσει.

Αυτός ο τύπος μοντέλου είναι ικανός να εξηγήσει το τι, αλλά όχι το γιατί, και απαιτεί τεράστιες ποσότητες δεδομένων για να μπορέσει να λειτουργήσει. Αυτού του είδους οι καινοτομίες κατέστησαν δυνατές χάρη στην

πρόοδο, στην αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων που έχουν γίνει πιο αποδοτικές από άποψη χρόνου και κόστους. Αυξάνοντας τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων, είναι δυνατό να δημιουργηθούν καινοτομίες που δεν φανταζόμασταν πριν. Στις μέρες μας, η συλλογή δεδομένων γίνεται συνεχώς μέσω κινητών τηλεφώνων και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών με τις οποίες οι χρήστες βρίσκονται πάντα σε επαφή. Αυτά τα δεδομένα, στις περισσότερες περιπτώσεις, συλλέγονται από εταιρείες του διαδικτύου όπως η Google, η Apple, η Amazon και το Facebook, οι οποίες αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι εκείνων που δεν μπορούν να τα συλλέξουν.

Η εκμετάλλευση των Μεγάλων Δεδομένων είναι η εφαρμογή μαθηματικών συναρτήσεων σε μεγάλες ποσότητες δεδομένων προκειμένου να ληφθούν πιθανότητες. Αυτός ο τύπος συστήματος μπορεί να λειτουργεί σωστά επειδή τροφοδοτείται από πολλά δεδομένα, χάρη στα οποία το σύστημα είναι σε θέση να βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου και κατά συνέπεια να δημιουργεί καλύτερες προβλέψεις.

Η χρήση δεδομένων μας επιτρέπει να αναλύσουμε τα φαινόμενα με πολύ πιο λεπτομερή τρόπο από ότι στο παρελθόν και να φτάσουμε στην αποδοχή μεγαλύτερου αριθμού σφαλμάτων στη μέτρηση σε σύγκριση με μικρότερο αριθμό σφαλμάτων λόγω δειγματοληψίας. Σήμερα είναι δυνατό να συλλεχθούν πληροφορίες για όλα σχεδόν τα υπάρχοντα συστήματα, τα οποία στο παρελθόν δεν είχαν καν μελετηθεί, με τέτοιο τρόπο ώστε

να μετατραπούν σε μια δομή ικανή να τα ποσοτικοποιήσει και να προσπαθήσουμε να τα χρησιμοποιήσουμε με εναλλακτικούς και καινοτόμους τρόπους. Είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται ορισμένοι κανόνες στην υλοποίηση αλγορίθμων για την προστασία των πληροφοριών των χρηστών, αλλά είναι επίσης απαραίτητο οι άνθρωποι να αναλαμβάνουν δράση για να κατανοήσουν τα δεδομένα που έχουν στην κατοχή τους, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις η μεταφορά δεδομένων είναι εθελοντική. Είναι απαραίτητος ένας ηθικός προβληματισμός σχετικά με το θέμα της ελεύθερης επιλογής σε σχέση με τις αποφάσεις που υποδεικνύονται από την ανάλυση δεδομένων.

Για να χρησιμοποιηθούν τα Big Data είναι απαραίτητο κάποιος να τα αποκτήσει. Η απλή απόκτηση είναι ελάχιστα χρήσιμη και θα μπορούσε να περιέχει απολύσεις που θα μπορούσαν να κάνουν τον αλγόριθμο λιγότερο αποτελεσματικό. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα πρέπει να προετοιμαστούν για αρχειοθέτηση και διατήρηση, προκειμένου να είναι δυνατή η χρήση τους ανά πάσα στιγμή. Τα ακατέργαστα δεδομένα μετατρέπονται σε ένα είδος γνώσης και οράματος. Οι μνήμες μεγάλων δεδομένων μπορούν να αποθηκευτούν σε διαφορετικούς υπολογιστές που σχηματίζουν ένα δίκτυο οργάνωσης στο οποίο οι ίδιοι υπολογιστές μπορούν να τοποθετηθούν σε πολύ απομακρυσμένα περιβάλλοντα.

Σήμερα, όλα τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα σε έναν συνεχώς αυξανόμενο αριθμό πλαισίων, είναι

ευκολότερα και πιο γρήγορα. Διαχείριση μεγάλων δεδομένων σημαίνει αναγνώριση και κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των πληροφοριών και του περιεχομένου τους. Η αύξηση του όγκου των δεδομένων είναι επιζήμια για την ακρίβεια, αλλά είναι προς όφελος της γενίκευσης. Χάρη στη χρήση ολοένα και πιο ολοκληρωμένων συνόλων δεδομένων, είναι δυνατό να εξεταστεί το σύνολο του φαινομένου και όχι πλέον μόνο ένα μικρό μέρος του. Τα Big Data επέτρεψαν τον εντοπισμό της συσχέτισης μεταξύ ορισμένων φαινομένων. Η Amazon μπόρεσε να προσδιορίσει τις προτιμήσεις αγοράς ορισμένων πελατών και να προτείνει, στους επόμενους πελάτες, προϊόντα σύμφωνα με αυτές τις προτιμήσεις μέσω της συσχέτισης αγορών που έλαβε χώρα στο παρελθόν.

Ο αλγόριθμος δεν είναι σε θέση να προσδιορίσει τον λόγο της συσχέτισης, αλλά δεν είναι αυτός ο σκοπός του. Αυτά τα καινοτόμα συστήματα επιτρέπουν τον εντοπισμό συσχετίσεων χωρίς την ανάγκη να γνωρίζουμε τα αίτια τους και μας επιτρέπουν να κατανοούμε τα φαινόμενα πιο γρήγορα και ξεκάθαρα από ό,τι στο παρελθόν. Οι συσχετίσεις είναι πολύ χρήσιμες καθώς μας επιτρέπουν να αναλύουμε φαινόμενα μέσω ενός δείκτη αναφοράς. Ο κίνδυνος είναι ότι η συσχέτιση μεταξύ ορισμένων δεδομένων είναι μια αιτιολογική σύμπτωση και δεν υπάρχει πραγματική συσχέτιση μεταξύ των δύο φαινομένων. Για το λόγο αυτό, δεν υπάρχει ποτέ η βεβαιότητα για την ορθότητα της συσχέτισης και αυτό πρέπει πάντα να γίνεται

κατανοητό με πιθανολογικούς όρους. Καθώς τα δεδομένα αυξάνονται, είναι δυνατό να μειωθεί η αβεβαιότητα ότι η συσχέτιση είναι τυχαία.

Η Walmart μπόρεσε να αξιοποιήσει τα διαθέσιμα δεδομένα για να εντοπίσει ότι αγοράζονταν περισσότεροι φακοί και σνακ αμέσως μετά την είδηση μιας προειδοποίησης τυφώνα. Αυτό επέτρεψε στην εταιρεία να τοποθετήσει τα προϊόντα πιο στενά και να αυξήσει τα κέρδη. Μέχρι σήμερα, οι αναλύσεις συσχέτισης χρησιμοποιούνται ευρέως και στην καθημερινή ζωή και οι χρήσεις αυξάνονται συνεχώς. Μέσω της χρήσης συσχετισμών αγορών, η εταιρεία Target μπόρεσε να εντοπίσει τις πιο πιθανές αγορές που έγιναν από εγκύους και να εξατομικεύσει τις διαφημίσεις τους μέσω συγκεκριμένων μηνυμάτων. Αυτό οδήγησε σε αύξηση των πωλήσεων αυτών των προϊόντων εγκύους γυναίκες, αλλά δημιούργησε αρκετές αμφιβολίες όταν ο πατέρας ενός δεκατετράχρονου κοριτσιού παραπονέθηκε ότι η εταιρεία έστειλε την κόρη του να μείνει έγκυος. Ο πατέρας ανακάλυψε αργότερα ότι η κόρη του ήταν όντως έγκυος. Ο προσδιορισμός αντιπροσωπευτικών δεικτών σε ορισμένα κοινωνικά πλαίσια είναι μια από τις πιο χρησιμοποιούμενες τεχνικές για την εκμετάλλευση των Μεγάλων Δεδομένων. Μια άλλη πολύ συχνή χρήση αυτών των δεδομένων είναι η επίλυση καθημερινών προβλημάτων μέσω μεθόδων ανάλυσης προβλέψεων.

Σήμερα, χάρη στα Big Data, είναι δυνατός ο εντοπισμός μη γραμμικών συσχετίσεων μεταξύ δεδομένων και αυτό

μας επιτρέπει να εντοπίσουμε φαινόμενα που δεν θα είχαν εντοπιστεί ποτέ μετά από μια γραμμική ανάλυση. Οι τεχνικές συσχέτισης υποστηρίζονται από το πιο πρόσφατο λογισμικό ανάλυσης που μπορεί να εντοπίσει μη τυχαίες σχέσεις δεδομένων βλέποντας το πρόβλημα από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Ο εγκέφαλος μας συχνά οδηγείται στο να πιστεύει σε μια συσχέτιση μεταξύ δύο γεγονότων που συνέβησαν το ένα μετά το άλλο. Σύμφωνα με τον Kahneman αυτό συμβαίνει επειδή ο εγκέφαλος αξιολογεί μέσω 2 τύπων σκέψης, έναν γρήγορο, που χρησιμοποιείται με ελάχιστη προσπάθεια και έναν πιο αργό, στον οποίο κυριαρχεί ο αναλυτικός συλλογισμός και ο οποίος απαιτεί περισσότερη προσπάθεια. Η ταχύτερη προσέγγιση σας επιτρέπει να προσδιορίζετε συσχετισμούς όπου δεν υπάρχουν και συχνά προσπαθεί να επιβεβαιώσει προϋπάρχουσες πεποιθήσεις.

Αυτή η γνωστική συντόμευση, η οποία μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη σε ορισμένα πλαίσια, δίνει μια ψευδαίσθηση κατανόησης αλλά, στην πραγματικότητα, δεν επιτρέπει την κατανόηση. Η αποδοχή περιστασιακών σχέσεων μπορεί επίσης να είναι δύσκολη επειδή το μυαλό μας τείνει πάντα να συλλογίζεται σε ένα πλαίσιο περιορισμένων δεδομένων, παρόλο που το πλαίσιο σχεδόν πάντα απαιτεί την ανάλυση πολλών περισσότερων παραγόντων από αυτούς που πραγματικά αντιλαμβάνονται. Μέσω της χρήσης συσχετισμών είναι δυνατός ο εντοπισμός μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν στα μοντέλα για την επαλήθευση



ορισμένης τυχειότητας. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε το ζητούμενο και όχι το γιατί, επομένως ο αλγόριθμος θα προσδιορίσει τη συσχέτιση αλλά δεν θα καταλάβει γιατί. Η αναζήτηση των λόγων της τυχειότητας δεν έχει εγκαταλειφθεί και, πιθανότατα, δεν θα γίνει στο μέλλον, αλλά έχει υποστεί σημαντική συρρίκνωση.

Τα Big Data έχουν οδηγήσει στην καινοτομία από την άποψη της χρήσης τους. Αυτά χρησιμοποιούνται σε νέες μορφές για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Τα Big Data χρησιμοποιούν στατιστικές και μαθηματικές θεωρίες για να προσπαθήσουν να προβλέψουν φαινόμενα που επηρεάζουν ορισμένες συμπεριφορές ή διαδικασίες. Τα Μεγάλα Δεδομένα μας επιτρέπουν να προσφέρουμε μια πρωτότυπη προοπτική αφού δεν ακολουθούν μια συμβατική λογική ή τις τυπικές προκαταλήψεις των θεωριών που αναπτύσσουν τα ανθρώπινα όντα. Μέσω της στοιχειοποίησης είναι δυνατό να δημιουργηθεί μια συγκεκριμένη τιμή των δεδομένων. Η χρονολόγηση ενός φαινομένου επιτρέπει στο χρήστη να το μετατρέψει σε ποσοτική μορφή με τέτοιο τρόπο ώστε να το κάνει αναλύσιμο και επομένως χρήσιμο.

Χάρη στην εμφάνιση των υπολογιστών κατέστη δυνατή η δημιουργία ψηφιακών αρχείων που διευκόλυναν τη χρονολόγηση και την έκαναν πιο αποτελεσματική, χάρη στη μαθηματική ανάλυση των δεδομένων. Η ικανότητα εξαγωγής και καταγραφής πληροφοριών έχει γίνει θεμελιώδης σε όλους τους τομείς. Αυτό επέτρεψε την

επιβεβαίωση και την ανάπτυξη των γνωριμιών και κατέστησε δυνατή τη διερεύνηση ορισμένων κοινωνικών δυναμικών, τόσο σε ατομικό όσο και σε ομαδικό επίπεδο. Η έλευση των Μεγάλων Δεδομένων κατέστησε δυνατή την ερμηνεία των φαινομένων ως ένα σύμπαν που ουσιαστικά αποτελείται από πληροφορίες και όχι πλέον ως απλή διαδοχή γεγονότων. Είναι επίσης δυνατό να υπολογιστούν ορισμένες φυσικές και άυλες πτυχές για να τις χρησιμοποιηθούν προς όφελος κάποιου.

Οι χρήστες, εκτός από την αξία που έχουν ως απλοί καταναλωτές, έχουν μια αξία που δίνεται από το γεγονός ότι τα δεδομένα που παρέχουν καθιστούν δυνατή τη χαρτογράφηση της ατομικής ζήτησης κατανάλωσης, επιτρέποντας την ανάπτυξη εξατομικευμένης διαφήμισης. Επιπλέον, αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν στους ίδιους αλγόριθμους που τα χρησιμοποιούν, να βελτιωθούν μέσω της παραγωγής νέων δεδομένων και να εκτιμήσουν τη συνολική ζήτηση ενός δεδομένου συνόλου καταναλωτών. Η συνολική ζήτηση καθιστά δυνατό τον εντοπισμό των αναγκών της αγοράς, των επενδυτικών ευκαιριών και των καινοτομιών σύμφωνα με τις αλλαγές στις προτιμήσεις των καταναλωτών.

Η αξία των δεδομένων δίνεται από το σύνολο του όγκου, της ποικιλίας και της ταχύτητάς τους. Για να αποκτήσουν οικονομική αξία, μπορεί να είναι απαραίτητο να παρουσιάζονται ως λειτουργικά για τη διεξαγωγή ορισμένων οικονομικο-στατιστικών αναλύσεων. Η αξία των δεδομένων μπορεί να φανεί σε δύο οπτικές γωνίες. Η πρώτη είναι μια προοπτική άμεσης

χρήσης για έναν προκαθορισμένο σκοπό απάντησης στο ερευνητικό ερώτημα, ενώ η δεύτερη είναι μια προοπτική δυνητικής αξίας, η ύπαρξη της οποίας σήμερα δεν είναι ακόμη γνωστή, αλλά θα μπορούσε να είναι χρήσιμη στο μέλλον. Η αξία που μπορούν να προσφέρουν οι χρήστες είναι πολύ υψηλή και συχνά είναι δωρεάν. Μέσω της λειτουργίας reCaptcha ήταν δυνατό οι χρήστες να αναγνωρίσουν ορισμένες λέξεις που ήταν αδύνατο να αποκρυπτογραφήσουν οι σαρωτές κειμένου.

Οι χρήστες, ενώ αποδείχθηκαν ανθρώπινα όντα, εκτελούσαν τη λειτουργία της αποκρυπτογράφησης διαφορούμενων λέξεων ορισμένων κειμένων, εντελώς δωρεάν. Η αξία που παρήγαγε αυτή η λύση ήταν πολύ υψηλή, διότι εάν είχε τεθεί σε λειτουργία θα είχε πολύ υψηλό κόστος και δεν θα είχε εφαρμοστεί. Αυτή η ιστορία έχει τονίσει τη σημασία της επαναχρησιμοποίησης των δεδομένων, και επομένως πόσο τα δεδομένα δεν έχουν απλή αξία στο παρόν, αλλά πρέπει απαραίτητα να ληφθούν υπόψη από μια προοπτική πιθανής μελλοντικής αξίας. Μια άλλη πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η δυνατότητα εξαγωγής δεδομένων παθητικά και χωρίς μεγάλη προσπάθεια.

Είναι δυνατό να θεωρηθούν τα δεδομένα ως ένα οικονομικό περιουσιακό στοιχείο, δεδομένου ότι έχουν δυνατότητες αγοράς, δεδομένου του γεγονότος ότι τα ίδια δεδομένα μπορούν να είναι χρήσιμα σε πολλούς οργανισμούς. Θεωρείται οικονομικό αγαθό αφού μπορεί να δημιουργήσει ζήτηση και προσφορά, επιπλέον του ότι

μπορεί να παράγει αξία για όσους μπορούν να το χρησιμοποιήσουν. Η τιμή μπορεί να εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και, πολύ συχνά, δεν είναι εύκολα ποσοτικοποιήσιμη με μοναδικό τρόπο. Η εξαγωγή και η εμπορία ψηφιακών δεδομένων επέτρεψε την ανάπτυξη στοχευμένης διαφήμισης που έχει φέρει επανάσταση στην παγκόσμια διαφημιστική βιομηχανία. Η προστιθέμενη αξία των πληροφοριών περνά μέσα από το περιεχόμενο στα δεδομένα.

Αυτή η τιμή δίνεται από το γεγονός ότι τα δεδομένα αφορούν κοινωνικοδημογραφικές, οικογενειακές, ιατρικές, οικονομικές και καταναλωτικές συνήθειες. Αυτός ο τύπος δεδομένων δεν μπορεί μόνο να ληφθεί υπόψη σε προσωπικό επίπεδο αλλά, εάν συνδυαστεί, περιέχει πληροφορίες γενικής φύσης, παρέχοντας πληροφορίες για ορισμένα πρότυπα συμπεριφοράς ορισμένων τύπων καταναλωτών. Αυτό μας επιτρέπει να προσφέρουμε προγνωστικές ενδείξεις, τις οποίες μπορούν να εκμεταλλευτούν οικονομικά όσοι τις έχουν στην κατοχή τους. Οι πληροφορίες συλλέγονται σε μεγάλο αριθμό ομάδων, επιτρέποντας τη δημιουργία αρκετά ακριβών προγνωστικών αναλύσεων σχετικά με τα χαρακτηριστικά μιας δεδομένης ομάδας ατόμων και τη συμπεριφορά τους σε ένα δεδομένο πλαίσιο. Τα δεδομένα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ανάλογα με τη χρήση της εταιρείας και η αξία δίνεται από το σύνολο των τρόπων με τους οποίους μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Το άθροισμα της αξίας των μεμονωμένων δεδομένων είναι μεγαλύτερο όταν ανασυνδυάζονται. Μια πολύ σημαντική ιδιότητα των Big Data είναι ότι δεν χάνουν την αξία τους όταν χρησιμοποιούνται και πράγματι, σε ορισμένες περιπτώσεις θα μπορούσαν να επιτρέψουν την απόκτηση μεγαλύτερου όγκου δεδομένων, αυξάνοντας την αξία τους. Αυτό σημαίνει ότι εάν ένα άτομο χρησιμοποιεί ορισμένα δεδομένα, μπορεί επίσης να επαναχρησιμοποιηθούν από κάποιον άλλο ή από το ίδιο άτομο, για διαφορετικό σκοπό. Για να γίνει αποτελεσματική η χρήση των δεδομένων, είναι απαραίτητο να είναι επαναχρησιμοποιήσιμα, να μπορούν να συγχωνευθούν με άλλα σύνολα δεδομένων για να έχουμε μεγαλύτερο δείγμα και να μπορούν να επεκταθούν. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν διατηρούν όλοι οι τύποι δεδομένων την αξία τους με την πάροδο του χρόνου. Ορισμένα δεδομένα ενδέχεται να καταστούν απαρχαιωμένα με την πάροδο του χρόνου και μπορεί να χρειαστεί να διαγραφούν, προκειμένου να μην διακυβεύονται οι μελλοντικές προβλέψεις του αλγόριθμου.

Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να σταθμιστούν τα δεδομένα. Συχνά είναι δύσκολο να κατανοήσουμε ποια δεδομένα είναι χρήσιμα και ποια είναι προβληματικά. Το να βασίσουμε την απόφασή μας μόνο στον χρόνο που έχει παρέλθει μπορεί να μην είναι η καλύτερη λύση, καθώς δεν μειώνεται η αξία όλων των δεδομένων κατά το ίδιο χρονικό διάστημα. Μέσω του ανασυνδυασμού δεδομένων είναι δυνατό να δημιουργηθούν πολλές

καινοτομίες που προηγουμένως ήταν αδιανόητες και θα μπορούσαν να οδηγήσουν στη χρήση πληροφοριών που δεν είχαν προηγουμένως θεωρηθεί. Η αξία των δεδομένων περιέχεται στην επαναχρησιμοποίησή τους, η οποία είναι δυνητικά απεριόριστη.

Οι εταιρείες συλλογής δεδομένων είναι σε θέση να συλλέγουν δεδομένα για τις περισσότερες από τις δραστηριότητες που εκτελούνται από τους χρήστες και να χρησιμοποιούν αυτές τις δραστηριότητες ως ανατροφοδότηση για να βελτιώσουν το περιεχόμενό τους. Ορισμένες εταιρείες όπως η Google έχουν καταφέρει να εκμεταλλευτούν την εξάτμιση δεδομένων που θεωρούνται ως παρενέργεια των ενεργειών που εκτελούνται από τον χρήστη. Αυτός ο τύπος δεδομένων μπορεί να σχετίζεται με το πώς μετακινείται το ποντίκι σε μια σελίδα, ποιες λέξεις πληκτρολογούνται και πού παραμένει η προσοχή τους στη σελίδα. Με την εκμετάλλευση αυτού του τύπου δεδομένων, είναι δυνατή η δημιουργία ή η βελτίωση ορισμένων υπηρεσιών, χάρη στη συνεχή εκμάθηση δεδομένων. Αυτός ο τύπος δεδομένων χρησιμοποιείται ευρέως στην αναγνώριση ομιλίας και στα φίλτρα ανεπιθύμητης αλληλογραφίας καθώς διδάσκει το σύστημα να βελτιώνεται.

Μέσω της χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι δυνατή η δημιουργία αλγορίθμων ικανών να συγκρίνουν την ακρίβεια των κρίσεων που εκφράζουν οι ειδικοί με τις αξιολογήσεις των ίδιων αλγορίθμων. Στην αρχή, η Amazon διέθετε μια ομάδα ειδικών που ασχολούνταν με τον εντοπισμό βιβλίων ή προϊόντων που μπορεί να

ενδιαφέρουν έναν καταναλωτή και τα οποία στη συνέχεια θα προτεινόταν για αναζήτηση ενός συγκεκριμένου προϊόντος. Με την απόκτηση των δεδομένων των προϊόντων που πωλήθηκαν και με την ανάλυση των συσχετισμών μεταξύ αυτών των προϊόντων κατέστη δυνατό να αυτοματοποιηθεί η διαδικασία και να γίνει πιο αποτελεσματική. Ο αλγόριθμος δεν μπορεί να κατανοήσει γιατί δύο ή περισσότερα προϊόντα συγκεντρώνονται από πολλούς καταναλωτές, αλλά είναι σε θέση μόνο να ανιχνεύσει το γεγονός. Πριν αντικαταστήσει την ομάδα των ειδικών, η Amazon δοκίμασε και τις δύο στρατηγικές και είδε ότι ο αλγόριθμος έδωσε στην πραγματικότητα καλύτερα αποτελέσματα. Οι πληροφορίες που προκύπτουν είναι πολύ ακριβείς και επιτρέπουν τη χρήση προγνωστικών μοντέλων κοινωνικής συμπεριφοράς. Αυτό το είδος πρόβλεψης απαιτεί τεράστιες αρχικές επενδύσεις. Οι υποδομές, υλικό και λογισμικό, πρέπει να μπορούν να διαχειρίζονται τον πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων, δομημένων και μη, τα οποία ενημερώνονται συνεχώς με αυξανόμενο ρυθμό.

Οι τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπουν επίσης την παρέκταση δεδομένων που μεταφέρουν εκλεπτυσμένες μορφές πληροφοριών. Αυτά αποτελούν τη βάση πολλών εφαρμογών διαδικτυακών υπηρεσιών που έχουν σκοπό την αυτόματη εκτέλεση εργασιών. Οι πληροφορίες καθιστούν δυνατή την απόκτηση μεθόδων επίλυσης προβλημάτων που αναφέρονται στους πιο διαφορετικούς τομείς, που μπορεί να είναι

επαγγελματικός, οικιακός και υγειονομικός. Η διαθεσιμότητα Big Data έχει φέρει επανάσταση στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε όλους τους τομείς. Συγκεκριμένα, επέτρεψαν την ανάπτυξη κλάδων όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη και η ρομποτική, αλλά και η αυτοματοποίηση και η επεξεργασία ανατροφοδότησης.

Καθώς τα Big Data γίνονται μέρος της καθημερινής ζωής, θα υπάρχει συνεχής βελτίωση των εργαλείων που θα μειώσουν την αξία των δεξιοτήτων των ειδικών. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν θα χρειάζονται πλέον ειδικοί αλλά ότι δεν θα είναι πλέον απαραίτητο να βασίζονται μόνο σε αυτούς. Οι δεξιότητες που είναι απαραίτητες σε ορισμένα εργασιακά περιβάλλοντα αλλάζουν και είναι απαραίτητο να διεξαχθεί συζήτηση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα μπορούν και πρέπει να χρησιμοποιούνται προκειμένου να διασφαλιστεί ένα πλεονέκτημα για την κοινωνία, χωρίς να διακυβεύεται η ιδιωτική ζωή των χρηστών.

### **3.3 Μυστικότητα**

Στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης, η προστασία των προσωπικών δεδομένων είναι θεμελιώδους σημασίας δεδομένου του αντίκτυπου που έχει στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Δεδομένου ότι οι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν την ανάλυση και επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων στη βάση της λειτουργίας τους, είναι απαραίτητο αυτά να υπόκεινται σε κανονισμούς και να προστατεύονται από την άποψη της ιδιωτικής ζωής.



Τα τελευταία χρόνια, η έλευση των τεχνολογικών καινοτομιών έχει αλλάξει βαθιά τους παγκόσμιους οργανισμούς και τις σχέσεις μεταξύ των ανθρώπων. Υπήρξε μια προοδευτική συγκέντρωση των αγορών υπό τον έλεγχο μεγάλων εταιρειών που είναι σε θέση να επηρεάσουν τις περισσότερες πτυχές της καθημερινής ζωής των καταναλωτών, και μερικές φορές αυτές οι αποφάσεις μπορεί να έχουν πολιτικές επιπτώσεις. Η συγχώνευση έχει ασφαλώς ευνοήσει τη δημιουργία καινοτομιών και την πρόσβαση σε ένα πολύ ευρύ κοινό, αλλά ενέχει επίσης κινδύνους για την ιδιωτική ζωή των καταναλωτών και τον ελεύθερο ανταγωνισμό στην αγορά.

Λίγες διαδικτυακές πλατφόρμες, που ανταγωνίζονται διεθνώς, είναι σε θέση να προσεγγίσουν και να διασυνδέσουν έναν πολύ μεγάλο αριθμό καταναλωτών και αυτό τους επιτρέπει να επηρεάζουν τις επιλογές που κάνουν σε διαφορετικά επίπεδα. Χάρη στην προσοχή που δίνουν οι χρήστες στις υπηρεσίες αυτών των πλατφορμών, είναι σε θέση να κατανοήσουν ποια είναι τα ενδιαφέροντα και τα πράγματα που μπορεί να ενοχλήσουν τον χρήστη. Αυτό επιτρέπει στις πλατφόρμες να δημιουργούν προφίλ των διαφορετικών χρηστών και να παρέχουν εξατομικευμένο περιεχόμενο για την προσοχή του συγκεκριμένου στόχου. Το πρόβλημα με αυτήν την προσέγγιση είναι ότι κινδυνεύει να πολώσει τις θέσεις των χρηστών αναγκάζοντας τους να συμμετέχουν μόνο στα θέματα με τα οποία έχουν ήδη αλληλεπιδράσει στο παρελθόν, αφήνοντας ελάχιστα

χώρο για αλλαγές στη ζωή ή το όραμα των αντικρουόμενων ιδεών.

Η διευκόλυνση της συλλογής δεδομένων επέτρεψε, τουλάχιστον σε δυνητικό επίπεδο, τη συνεχή επιτήρηση. Πολλές υπηρεσίες παρέχονται δωρεάν online, σε χρηματικούς όρους, αλλά εξακολουθούν να απαιτούν σιωπηρή ανταλλαγή των προσωπικών δεδομένων του χρήστη. Ο πάροχος υπηρεσιών έχει πρόσβαση στις επιλογές που γίνονται στην πλατφόρμα, στην προθυμία πληρωμής, στις προτιμήσεις και στη συχνότητα αγοράς. Κάποιες έρευνες έχουν δείξει πώς οι δωρεάν εφαρμογές, μέσω της αποδοχής της υπηρεσίας, αποκτούν πολλές περισσότερες πληροφορίες από τις εφαρμογές επί πληρωμή, και συχνά αυτά τα δεδομένα δεν έχουν άμεση σχέση με τη λειτουργία της δωρεάν υπηρεσίας που προσφέρεται. Αυτό εγκυμονεί μεγάλο κίνδυνο προστασίας της ιδιωτικής ζωής. Τα Big Data έχουν αλλάξει την κλίμακα του φαινομένου και έχουν καταστήσει αναποτελεσματικές τις προηγούμενες προστασίες απορρήτου. Η ανάλυση των προβλέψεων, η οποία βασίζεται σε στατιστικά στοιχεία και όχι σε βεβαιότητα, θα μπορούσε να τιμωρήσει τις τάσεις των χρηστών και, επομένως, όχι τις πράξεις που εκτελούν.

Αυτό που θα μπορούσε να επιτευχθεί αντιπροσωπεύεται από την κρίση των ανθρώπων με βάση την πιθανή πράξη και αυτό γεφυρώνει πολλά προβλήματα σχετικά με την ελεύθερη βούληση και τη δικαιοσύνη. Η ακατάλληλη χρήση αυτού του όγκου δεδομένων θα μπορούσε να αποτελέσει απειλή, καθώς

θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μέσο καταστολής από δικτατορικές κυβερνήσεις. Αυτό καθορίζεται από τη μη τήρηση των κανόνων απορρήτου ή από έλλειψη ρύθμισης του ίδιου.

Οι αστυνομικές δυνάμεις αρχίζουν να χρησιμοποιούν αλγοριθμικά μοντέλα για να προσδιορίσουν πού είναι πιο πιθανό να διαπραχθούν εγκλήματα. Η χρήση της ανάλυσης δεδομένων για την πραγματοποίηση προβλέψεων μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη, αλλά, επειδή δεν είμαστε σίγουροι για τη συσχέτιση μεταξύ των δεδομένων και του φαινομένου, δεν είναι σωστό να αναθέτουμε όλες τις αποφάσεις σε αυτές τις αναλύσεις και θα μπορούσε να οδηγήσει σε πολλά προβλήματα. Συστήματα που στοχεύουν στην πρόληψη των εγκλημάτων προσπαθώντας να κατανοήσουν ποιοι είναι οι άνθρωποι που είναι πιο πιθανό να διαπράξουν ορισμένα εγκλήματα, προκειμένου να τα αποτρέψουν.

Το σύστημα FAST είναι σε θέση να εντοπίσει πιθανούς τρομοκράτες αναλύοντας τη μη λεκτική γλώσσα και τα ζωτικά σημεία του ατόμου. Είναι ένα πολύ υποτυπώδες σύστημα αλλά δεν σημαίνει ότι δεν θα μπορούσε να είναι αποτελεσματικό στο μέλλον. Η πρόληψη του εγκλήματος εγκυμονεί σημαντικούς κινδύνους καθώς θα μπορούσε να μειώσει την προσωπική ελευθερία. Μέχρι σήμερα, υπάρχουν ήδη ορισμένοι περιορισμοί που χρησιμεύουν για την πρόληψη επιβλαβών συμπεριφορών για την υγεία, όπως η υποχρέωση χρήσης ζωνών ασφαλείας και τα όρια στο κάπνισμα. Αυτό είναι δυνατό λόγω του γεγονότος ότι οι περισσότεροι

άνθρωποι πιστεύουν ότι τα οφέλη αυτών των συμπεριφορών υπερτερούν των κινδύνων. Το ίδιο μπορεί να μην συμβαίνει στην περίπτωση της πρόβλεψης εγκλήματος, καθώς η δημιουργία προφίλ, εάν χρησιμοποιηθεί εσφαλμένα, θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικούς κινδύνους όσον αφορά τις διακρίσεις και τον έλεγχο. Το γεγονός ότι υπάρχουν πολλές πιθανότητες εμφάνισης ενός φαινομένου δεν σημαίνει ότι η πράξη θα γίνει πράγματι στο μέλλον και για το λόγο αυτό δεν είναι δυνατόν να καταδικαστεί εκ των προτέρων το πρόσωπο αυτό, χωρίς να έχει όντως διαπράξει την πράξη.

Τα Μεγάλα Δεδομένα είναι πολύ χρήσιμα για την κατανόηση του τρέχοντος και του μελλοντικού κινδύνου και επιτρέπουν την προσαρμογή των ενεργειών, αλλά δεν λένε πολλά για την τύχη και επομένως δεν μπορούν να αποδώσουν ατομική ευθύνη. Αυτό θα μπορούσε να αγνοηθεί καθώς οι άνθρωποι τείνουν να αναζητούν την τυχαιότητα ακόμη και χωρίς τα υποστηρικτικά στοιχεία. Αυτή η κλίση θα μπορούσε να οδηγήσει σε παραμόρφωση των δεδομένων προκειμένου να επιβεβαιωθεί μια τυχαιότητα, καθιστώντας τον αναλυτή αιχμάλωτο των πιθανοτήτων.

Οι ανησυχίες για το απόρρητο δεν επηρεάζουν όλους τους τύπους δεδομένων, καθώς ορισμένα δεν παρακολουθούνται και επομένως δεν περιέχουν προσωπικές πληροφορίες. Ωστόσο, καθώς αυξάνεται ο όγκος των δεδομένων, τα συστήματα ανωνυμοποίησης δεν είναι πλέον αποτελεσματικά, καθώς ήταν δυνατός ο

εντοπισμός της ταυτότητας ορισμένων ατόμων μέσω αυτών των δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα διευκολύνουν τον επαναπροσδιορισμό και αυτό είναι ένα σημαντικό ζήτημα απορρήτου. Ορισμένα δεδομένα μπορούν να αναφέρουν πολλά για τις προσωπικές συνήθειες των χρηστών και είναι σωστό να προστατεύονται. Τα Big Data διαβρώνουν το απόρρητο και κινδυνεύουν να δημιουργήσουν τυφλή εμπιστοσύνη σε αυτά. Δυστυχώς τα δεδομένα δεν είναι πάντα πλήρη ή σωστά και αυτό αντικατοπτρίζεται στις αναλύσεις. Η βάση σε αυτό το είδος ανάλυσης θα ήταν παραπλανητική και ενέχει τον κίνδυνο δέσμευσης σε αποτελέσματα που δεν σέβονται την αλήθεια που της αποδίδεται.

Είναι απαραίτητο να βρεθούν νέες λύσεις και να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι τα δεδομένα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για τον αρχικό σκοπό, αλλά μπορούν επίσης να επαναχρησιμοποιηθούν για μελλοντικούς σκοπούς, που σήμερα δεν είναι δυνατό να διανοηθούν. Μέχρι σήμερα, δυστυχώς, οι κανόνες απορρήτου διευκρινίζουν μόνο ότι πρέπει να συναινεί στη χρήση των πληροφοριών για συγκεκριμένο σκοπό, και επομένως δεν είναι σαφές εάν τα ίδια δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για διαφορετικούς σκοπούς χωρίς την έγκριση ενός νέου χρήστη. Ένα άλλο πρόβλημα αντιπροσωπεύεται από το γεγονός ότι πολύ συχνά οι χρήστες δεν ελέγχουν τι συμφωνούν πραγματικά και, ως εκ τούτου, γίνεται δύσκολο να πάνε και να προστατεύσουν τη διάδοση

ορισμένων δεδομένων στους μεταγενέστερους, αφού έχει ήδη δοθεί η συγκατάθεσή τους.

Είναι απαραίτητο να ρυθμιστούν οι αγορές μέσω παρεμβάσεων των αντιμονοπωλιακών και ρυθμιστικών αρχών που, δεδομένου του μεγέθους των οργανισμών, θα πρέπει να προσπαθήσουν να λύσουν τα προβλήματα εξετάζοντας συγκεκριμένες περιπτώσεις. Η επίλυση προβλημάτων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη την ευημερία και τους κινδύνους στους οποίους εκτίθενται οι καταναλωτές που λαμβάνουν υπηρεσίες. Οι κίνδυνοι μιας πολύ συγκεκριμένης δημιουργίας προφίλ θα μπορούσαν να καταστήσουν δυνατό τον προσδιορισμό της προθυμίας πληρωμής κάθε καταναλωτή και, επομένως, θα μπορούσαν να εφαρμόσουν διαφορετική τιμή σε κάθε καταναλωτή.

Η σημαντική αύξηση του όγκου των διαθέσιμων δεδομένων εγκυμονεί μεγαλύτερους κινδύνους όσον αφορά τις πληροφορίες που μπορούν να κλαπούν παράνομα από τις διάφορες ψηφιακές πλατφόρμες. Για να αποτρέψουμε τις επιθέσεις στον κυβερνοχώρο να αποκτήσουν πρόσβαση σε έναν ορισμένο όγκο εμπιστευτικών δεδομένων, είναι απαραίτητο να δημιουργηθούν επαρκείς στρατηγικές (Chesterman, 2020). Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων χρησιμοποιείται η Κυβερνοασφάλεια, η οποία επιτρέπει την άμυνα του υπολογιστή, του διακομιστή και γενικότερα των ηλεκτρονικών συστημάτων από κακόβουλες επιθέσεις κυβερνοεγκληματιών. Η κυβερνοασφάλεια εφαρμόζεται σε διάφορα πλαίσια και

γίνεται ολοένα και πιο θεμελιώδης δεδομένου του είδους των προσωπικών πληροφοριών που υποβάλλονται σε επεξεργασία.

Όπως αναφέρεται σε έκθεση της RiskBased Security, από το 2018 έως το 2019 ο αριθμός των αρχείων που εκτέθηκαν σε παραβιάσεις δεδομένων αυξήθηκε κατά 112%, φτάνοντας τα 7,9 δισεκατομμύρια. Για την αντιμετώπιση αυτών των απειλών, οι κυβερνήσεις δημοσιεύουν οδηγίες για να βοηθήσουν τις εταιρείες να βελτιώσουν την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και να αποφύγουν την κλοπή δεδομένων (Muller, 2020). Φυσικά, αυτές οι οδηγίες δεν επαρκούν και αποτελούν ένα εργαλείο που μπορεί μόνο εν μέρει να περιορίσει το πρόβλημα. Απαιτούνται κανονισμοί για την καλύτερη διαχείριση των επιθέσεων στον κυβερνοχώρο και την προσαρμογή στις τρέχουσες και μελλοντικές τεχνολογικές εξελίξεις (Carley, 2020).

Οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης καθιστούν επίσης δυνατή τη βελτίωση της ασφάλειας πληροφορικής. Οι αλγόριθμοι είναι σε θέση να εξετάζουν απειλές εκπαιδύοντας εκατομμύρια ερευνητικά έγγραφα, ιστολόγια και αναφορές ειδήσεων, για την καταπολέμηση του θορύβου χιλιάδων καθημερινών αναφορών, επιτρέποντας σημαντική μείωση του χρόνου απόκρισης (Li, 2018). Παρόλα αυτά, σχεδιάζονται όλο και περισσότεροι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης που προσπαθούν να παρακάμψουν τους αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης που χρησιμοποιούνται για την

άμυνα στον κυβερνοχώρο. Η ίδια η αμυντική τεχνολογία χρησιμοποιείται ως εργαλείο επίθεσης.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Κίνα, το βάρος των επενδύσεων σε εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης είναι σημαντικό σε σύγκριση με την Ευρώπη, η οποία, από την άλλη πλευρά, έχει την πρωτοκαθεδρία στις επενδύσεις και τις ερευνητικές δημοσιεύσεις για την ίδια. Η Ευρώπη έχει αρχίσει να θεσπίζει τους πρώτους κανόνες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των πολιτών και του σχεδιασμού ορισμένων επιχειρήσεων. Μέσω του Γενικού Κανονισμού Προστασίας Δεδομένων (GDPR), που εγκρίθηκε το 2018, έγινε ένα πρώτο βήμα για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και τη ρύθμιση του ανταγωνισμού των μεγάλων τεχνολογικών πολυεθνικών. Η διαχείριση λογοδοσίας έχει εισαχθεί για τις διαδικτυακές εταιρείες, αλλά υπάρχουν ακόμη πολλά να γίνουν. Τα κράτη της ΕΕ, μέσω της Διακήρυξης Συνεργασίας για την Τεχνητή Νοημοσύνη, έχουν δημιουργήσει μια βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα στην οποία εισάγονται οι αλγόριθμοι αναζήτησης της Τεχνητής Νοημοσύνης, προκειμένου να επιτραπεί σε όλες τις χώρες μέλη να σημειώσουν μεγαλύτερη πρόοδο στον ίδιο τομέα.

Ο GDPR προβλέπει την ψευδωνυμοποίηση προκειμένου να διατηρηθούν οι αρχές απορρήτου και ασφάλειας της επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων. Ο προσανατολισμός της Ευρώπης είναι προς μια ανθρωποκεντρική Τεχνητή Νοημοσύνη που βασίζεται στο σεβασμό των ανθρωπίνων δικαιωμάτων,



για την προστασία της ανθρώπινης αξιοπρέπειας και της αυτονομίας της. Οι βασικές αρχές αφορούν την ασφάλεια των ανθρώπων και την υγεία τους. Αυτός ο τύπος Τεχνητής Νοημοσύνης πρέπει να είναι συνεργατικός και να αποφεύγει τη στενή παρακολούθηση των πολιτών. Τα ρομπότ και οι αλγόριθμοι που ελέγχουν τα όπλα πολέμου απαγορεύονται κατηγορηματικά. Απαιτείται η συναίνεση των πολιτών, αλλά δυστυχώς οι περισσότεροι από αυτούς δεν είναι ακόμη καλά ενημερωμένοι. Αυτή η συναίνεση χρησιμεύει για την ενημέρωση των πολιτών αλλά και για τη δημιουργία διαφάνειας μεταξύ των μερών. Σύμφωνα με τον Οργανισμό για την Ψηφιακή Ιταλία (AgID), είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε πλήρως τι σημαίνει Τεχνητή Νοημοσύνη, διαφορετικά καθίσταται αδύνατο να καθοριστούν με σαφήνεια οι ευκαιρίες και οι κίνδυνοι που θα μπορούσε να συνεπάγεται. Τα ζητήματα διαφάνειας και απορρήτου πρέπει να αντιμετωπιστούν προκειμένου να υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια.

Οι δυνατότητες αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης, όπως η αναγνώριση προσώπου για την αναγνώριση αντικειμένων και ανθρώπων, είναι πολύ υψηλές, αλλά δεδομένης της ακρίβειας και της διάδοσης που θα μπορούσε να έχει, εγείρει πολλές ανησυχίες για το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τι αντίκτυπο θα μπορούσε να έχει στο απόρρητο των ανθρώπων. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και να διακρίνουν άτομα που εκτελούν ορισμένες

δραστηριότητες. Εάν εφαρμοστεί σύμφωνα με τις ηθικές αρχές θα μπορούσε να αποφέρει σημαντικά οφέλη, αλλά εάν χρησιμοποιηθεί λανθασμένα θα μπορούσε να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στον έλεγχο της ζωής των ανθρώπων. Για το λόγο αυτό, είναι καλό να ορίζονται ηθικές αρχές που αντικατοπτρίζουν τις αξίες της κοινωνίας και των πολιτών, φέρνοντας την τεχνολογική καινοτομία προς μια ωφέλιμη χρήση για όλους.

### **3.4 Ηθική**

Αναφερόμενοι σε ηθικές συμπεριφορές σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη, το πρώτο ερώτημα που πρέπει να τεθεί δεν είναι αν είναι δυνατή η κατασκευή ορισμένων Τεχνητών Νοημοσύνης, αλλά αν είναι απαραίτητο να γίνει κάτι τέτοιο. Είναι απαραίτητο να εξεταστεί εάν τα αποτελέσματα που θα μπορούσε να έχει αυτή η τεχνολογία είναι πιθανό να είναι πιο θετικά ή πιο αρνητικά. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν μελλοντικές επιπτώσεις με βεβαιότητα, αλλά ότι οι νέες τεχνολογίες έχουν πάντα απροσδόκητες επιπτώσεις, θετικές ή αρνητικές. Η εστίαση είναι στην κατανόηση του κατά πόσον αυτές οι επιπτώσεις θα είναι δυνητικά περισσότερο αρνητικές παρά θετικές. Οι επιστήμονες και οι μηχανικοί αντιμετωπίζουν ηθικές σκέψεις σχετικά με το πώς να κάνουν τη δουλειά τους, πώς να εφαρμόσουν τις νέες

τεχνολογίες, ποια έργα να ακολουθήσουν και ποια θεωρούν πολύ επικίνδυνα για να αναπτυχθούν.

Τα τελευταία χρόνια, η συζήτηση για τη συσχέτιση μεταξύ Τεχνητής Νοημοσύνης και συνείδησης έχει γίνει ολοένα και πιο σημαντική, επειδή αυτή η συζήτηση θα μπορούσε να έχει πολύ σημαντικές και δυνητικά επικίνδυνες επιπτώσεις για το μέλλον των ανθρώπων. Μέχρι σήμερα, κανείς δεν πιστεύει ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη έχει φτάσει σε ένα επίπεδο που μπορεί να θεωρηθεί συνειδητό και κάποιοι πιστεύουν ότι δεν μπορεί ποτέ να οριστεί ως τέτοιο. Το κεντρικό σημείο είναι να κατανοήσουμε τι σημαίνει συνείδηση, και δυστυχώς δεν είναι δυνατόν να ορίσουμε τη συνείδηση ομόφωνα, αλλά σύμφωνα με μια υποκειμενική οπτική των ατόμων. Εάν η συνείδηση εξετάζεται επίσης ως προς τη βούληση και την ευθύνη της οντότητας που εκτελεί ορισμένες ενέργειες, τότε, πρέπει κανείς να εξετάσει την πιθανότητα αυτές οι οντότητες να διαθέτουν ελεύθερη βούληση. Αυτή η θεώρηση έχει αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μια ενέργεια μιας τεχνητής οντότητας στο μέλλον. Είναι αναγκαίο να αναρωτηθούμε αν υπάρχει η βούληση αυτών των μονάδων και αν η ευθύνη πρέπει να βαρύνει αυτές ή όποιον τις σχεδίασε.

Οι συζητήσεις για την Τεχνητή Νοημοσύνη συχνά περιλαμβάνουν διάφορα προβλήματα, καθώς επηρεάζουν τα θεμελιώδη ερωτήματα που σχετίζονται με τη φύση του μυαλού των ανθρώπων και τον τρόπο συμπεριφοράς τους. Αυτά τα ζητήματα είναι δύσκολο να

αντιμετωπιστούν καθώς επηρεάζουν τις βαθύτερες πεποιθήσεις των ανθρώπινων όντων. Οι μεγαλύτεροι φόβοι αφορούν την πιθανότητα ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη θα μπορούσε να απειλήσει την ίδια τη ζωή των ζωντανών όντων. Τα ανθρώπινα όντα θεωρούν τη συμπεριφορά τους ως καθοδηγούμενη από την ελεύθερη βούληση, σύμφωνα με την οποία οι άνθρωποι μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις που καθορίζονται μόνο από τους ίδιους. Ως εκ τούτου, οι αποφάσεις, καταρχήν, δεν είναι προβλέψιμες. Αυτή η υπόθεση δεν γίνεται για τεχνητές οντότητες, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι είναι πάντα προβλέψιμες, γιατί εάν η οντότητα είναι σε θέση να έχει πρόσβαση σε εξωτερικές προβλέψεις των δικών της ενεργειών, τότε δεν είναι πλέον δυνατό να κάνει ορισμένες προβλέψεις.

Αυτή η υπόθεση υπονοεί ότι δεν θα κάνουν πάντα προβλέψιμες επιλογές, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι μπορούν να θεωρηθούν ότι έχουν ελεύθερη βούληση. Το ίδιο σκεπτικό μπορεί να επεκταθεί και στην ελεύθερη βούληση των ανθρώπων. Σύμφωνα με τον Χάρις, η ελεύθερη βούληση δεν πρέπει να νοείται ως ελεύθερη σκόπιμη επιλογή που δεν καθορίζεται από προηγούμενα γεγονότα. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι ο εγκέφαλος είναι σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις πριν το άτομο συνειδητοποιήσει πραγματικά την επιλογή.

Λαμβάνοντας υπόψη τι είναι ηθικά σωστό ή λάθος να κάνουμε με την Τεχνητή Νοημοσύνη, είναι απαραίτητο να αρχίσουμε να σκιαγραφούμε, ήδη σήμερα, επαρκή νομοθεσία που διευκρινίζει τι είναι δυνατό να γίνει και

τι όχι. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να ρυθμίζονται προσεκτικά και οι νόμοι πρέπει να συμβαδίζουν με την ταχύτητα με την οποία εμφανίζονται οι τεχνολογικές καινοτομίες, προσαρμόζοντας συνεχώς. Ο νόμος προϋποθέτει ότι όποιος εκτελεί μια ενέργεια έχει τη δυνατότητα να ενεργήσει, δηλαδή ότι όποιος εκτελεί τη δράση καταλαβαίνει τι κάνει και έχει τη δυνατότητα να επιλέξει πώς θα συμπεριφερθεί. Αυτός ο ορισμός θα μπορούσε να περιλαμβάνει μια οντότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς χρειάζεται μόνο να κατανοήσει ότι η συγκεκριμένη ενέργεια είναι παράνομη και να μην αισθάνεται ότι είναι σωστό ή λάθος να την κάνει ή όχι.

Δεν είναι απαραίτητο να εκληφθεί η ενέργεια ως λανθασμένη, αλλά αρκεί η κοινωνία να τη θεωρήσει λάθος και όσοι την κάνουν να το γνωρίζουν. Ωστόσο, δεν είναι δυνατόν να υποθέσουμε ότι η τήρηση των κανόνων ισοδυναμεί με ηθικά αποδεκτό τρόπο. Μέχρι σήμερα, υπάρχουν νόμοι συμπεριφοράς που τα ανθρώπινα όντα είναι σε θέση να αναγνωρίσουν και που δεν ρυθμίζονται ρητά σε νομοθετικό επίπεδο, αλλά αφορούν ηθικές συμπεριφορές που κατέχουν τα ανθρώπινα όντα, όπως ο σεβασμός στις ουρές ή η παραβίαση ορισμένων κανόνων για την επίτευξη ορισμένων σκοπών, όπως ως υπέρβαση των ορίων ταχύτητας εάν μεταφέρετε έναν ετοιμοθάνατο. Αυτό αντιπροσωπεύει μια τεχνολογική πρόκληση που πρέπει να ξεπεραστεί, δεδομένου ότι οι νόμοι προϋποθέτουν πάντα ένα ορισμένο περιθώριο

ατομικής διακριτικής ευχέρειας που θεωρείται ότι είναι στην κατοχή των ανθρώπων μόνο.

Σε νομοθετικό πλαίσιο, είναι καλό να εξετάζεται η εξέλιξη της κοινωνίας, ώστε οι νόμοι να αντικατοπτρίζουν τις αξίες που μοιράζονται. Έχουν βρεθεί έγγραφα στα οποία δικάζονταν και καταδικάζονταν ζώα όπως οι αρουραίοι και οι χοίροι, καθώς κατά τον Μεσαίωνα θεωρούνταν νομικά πρόσωπα ικανά να διακρίνουν τι ήταν σωστό ή λάθος και γι' αυτό έπρεπε να συμπεριφερθούν ανάλογα. Μια καταδίκη αυτού του τύπου σήμερα δεν θα ήταν πλέον δυνατή, καθώς αυτά τα ζώα δεν θεωρούνται ικανά να ενεργούν ηθικά και να ακολουθούν ορισμένους κανόνες που επιβάλλονται από τα ανθρώπινα όντα. Το νομοθετικό σύστημα έχει εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου και είναι ικανό να τιμωρεί διαφορετικά νομικά πρόσωπα, όπως άτομα και οργανισμούς. Στην περίπτωση των οργανισμών δεν είναι δυνατό να τιμωρηθούν με τον ίδιο τρόπο που θα τιμωρούνταν ένας άνθρωπος για την ίδια ενέργεια, αλλά προβλέπεται διαφορετική ποινή. Η ίδια αρχή θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε οντότητες τεχνητής νοημοσύνης στο μέλλον. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να είναι δυνατό να τους αποδοθούν ευθύνες και δικαιώματα. Στο μέλλον θα μπορούσε επίσης να είναι πιθανό αυτές, όπως και οι εταιρείες, να κατέχουν περιουσιακά στοιχεία για να αποζημιώσουν οικονομικά τους υποκείμενους στους οποίους προκάλεσαν ζημία.

Τα ηθικά διλήμματα δεν αφορούν μόνο τη νομοθετική σφαίρα αλλά και το πώς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης στους διάφορους τομείς στους οποίους αναπτύσσονται ή στους οποίους θα μπορούσαν να αναπτυχθούν στο μέλλον.

Όσον αφορά τις εφαρμογές στον ιατρικό τομέα, συχνά πιστεύεται ότι τα πλεονεκτήματα της χρήσης Τεχνητής Νοημοσύνης είναι σημαντικά και αφορούν τη γνωστική βοήθεια που μπορούν να παρέχουν αυτά τα αυτόματα συστήματα για την ταξινόμηση ορισμένων παθολογιών ή καταστάσεων ασθενών και τον εντοπισμό συσχετισμών μεταξύ των συμπτωμάτων και πιθανές διαγνώσεις, πάντα σε στατιστικό επίπεδο. Τα τελευταία χρόνια, επιτροπές δεοντολογίας, όπως η Εθνική Επιτροπή Βιοηθικής και η Εθνική Επιτροπή Βιοασφάλειας, έχουν υπογραμμίσει πώς η χρήση εργαλείων που χρησιμοποιούν Τεχνητή Νοημοσύνη είναι σε θέση να μειώσει τον χρόνο που απαιτείται για την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων, επιτρέποντας στους επαγγελματίες υγείας να εστιάσουν περισσότερο σχετικά με τη φροντίδα των ασθενών. Δεν υπάρχει έλλειψη κρίσιμων ζητημάτων στις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται, δεδομένου ότι πιστεύεται ότι η αυτοματοποιημένη γνωστική βοήθεια μπορεί να μειώσει την προσοχή των γιατρών, και επειδή δεν είναι ακόμη αξιόπιστα, αυτά τα εργαλεία θα μπορούσαν να προκαλέσουν βλάβη στους ασθενείς. Σε αυτές τις περιπτώσεις θα υπήρχαν προβλήματα καθώς δεν είναι σαφές ποιος ευθύνεται για το λάθος. Για να ξεπεραστούν

αυτά τα προβλήματα, προτάθηκαν αρχικά πιο συγκεκριμένοι έλεγχοι, αλλά είναι σαφές ότι χρειάζεται ακριβής νομοθεσία που να λαμβάνει υπόψη τις τεχνολογικές εξελίξεις και να τις ρυθμίζει, ώστε να αξιοποιούνται τα πλεονεκτήματα που συνεπάγεται αυτή η τεχνολογία, μετριάζοντας τους κινδύνους (Briganti & Le Moine, 2020).

Στον ιατρικό τομέα, η εταιρεία Neuralink έχει συχνά επικριθεί για την ταχύτητα με την οποία διεξάγει πειράματα εμφύτευσης νευρωνικών τσιπ μέσα στον εγκέφαλο ζωντανών όντων. Πολλοί πρώην εργαζόμενοι έχουν παραπονεθεί ότι η εταιρεία ενδιαφέρεται κυρίως να προχωρήσει όσο το δυνατόν γρηγορότερα στην ανάπτυξη αυτής της καινοτόμου τεχνολογίας, χωρίς να ανησυχεί για τις ηθικές συνέπειες που θα μπορούσε να έχει στην κοινωνία. Αυτή η ταχύτητα, που εφαρμόζεται σε πειράματα σε ζωντανά όντα όπως τα ζώα, θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο την υγεία τους. Κάτι που θα μπορούσε να αποφευχθεί με μια πιο στοχαστική και λιγότερο χαοτική προσέγγιση. Ένα σημαντικό εμπόδιο σε αυτήν την τεχνολογία θα μπορούσε να είναι η ανάγκη να πειστούν οι άνθρωποι να εμφυτεύσουν ένα τσιπ στο κρανίο τους. Αυτός ο τύπος τεχνολογίας πρέπει να ρυθμιστεί γιατί, εάν μπορούσε να εμφυτευθεί ελεύθερα, δεν θα επέτρεπε να είναι ανταγωνιστικός σε άτομα που αποφασίζουν να μην τη χρησιμοποιήσουν (Shankland & Ryan, 2020).

Όταν αναφερόμαστε σε αυτοοδηγούμενα οχήματα, συχνά αναρωτιόμαστε τι θα έπρεπε να κάνει ένας



αλγόριθμος Τεχνητής Νοημοσύνης εάν αναγκαζόταν να επιλέξει επείγουσες παρεμβάσεις, σώζοντας ενδεχομένως ζωές με βάση αβέβαιες πληροφορίες. Προκύπτει η υπόθεση στην οποία έπρεπε να επιλέξει αν θα σώσει τους ανθρώπους μέσα στο όχημα αποφεύγοντας ένα ατύχημα αλλά προκαλώντας σύγκρουση με άλλη ομάδα ανθρώπων, προκαλώντας πιθανώς το θάνατό τους, ή εάν έπρεπε να επιλέξει να πάει στο ατύχημα για να μην προκαλέσει βλάβη στους γύρω ανθρώπους. Επομένως, δεν είναι σαφές πώς θα πρέπει να συμπεριφέρεται αυτό το είδος οχήματος, αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι οι ίδιοι οι άνθρωποι δεν συμφωνούν στις επιλογές που πρέπει να κάνουν (Muller, 2021).

Η αναγνώριση προσώπου μπορεί να είναι πολύ χρήσιμη σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως η αναγνώριση εγκληματιών από κάμερες ασφαλείας, αλλά μπορεί να γίνει πολύ επικίνδυνη όταν χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση ανθρώπων. Στη Δύση χρησιμοποιείται κυρίως για εμπορικούς σκοπούς. Αυτό δεν αποκλείει ότι ενδέχεται να αντιμετωπίσουμε αθέμιτες πρακτικές ή που να υπερβαίνουν την ηθική έννοια όσον αφορά την ανάλυση των προβλέψεων και τον έλεγχο της συμπεριφοράς εις βάρος των ίδιων των καταναλωτών. Σε δυτικές κοινωνίες όπως η κινεζική, η χρήση του μπορεί να είναι διαφορετική. Μέσω αυτής της αναγνώρισης είναι δυνατά δυνατά η παρακολούθηση του πληθυσμού και η παρέμβαση όταν πιστεύεται ότι ορισμένα υποκείμενα εμπλέκονται σε ακατάλληλες συμπεριφορές. Δεν είναι σαφές ποιος θα πρέπει να

αποφασίσει ποιες είναι αυτές οι συμπεριφορές, δεδομένου ότι οι δικτατορικές κυβερνήσεις θα μπορούσαν να τις χρησιμοποιήσουν για να ελέγξουν τον πληθυσμό και να αποτρέψουν τον πληθυσμό από το να στραφεί στο καθεστώς. Απαιτούνται κανόνες της διεθνούς κοινότητας που ευνοούν μια ηθική χρήση αυτής της τεχνολογίας προκειμένου να αποφευχθεί η χρήση της με στόχο τον έλεγχο και την υποταγή του πληθυσμού (Korti et al., 2020).

Μία από τις πιο κρίσιμες πτυχές της εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης αφορά πιθανές στρατιωτικές και τρομοκρατικές εφαρμογές, δεδομένης της επικινδυνότητάς τους. Οι στρατιωτικές εφαρμογές είναι πολύ επικίνδυνες, αλλά δεν πρέπει να νοούνται ως ρομπότ που ελέγχουν όπλα για να εξοντώσουν την ανθρωπότητα. Αυτά τα ίδια αυτόματα θα μπορούσαν να γίνουν τα όπλα. Μπορεί να είναι σε θέση να προσδιορίσουν τους στόχους εντελώς μόνοι τους. Ως εκ τούτου, καθίσταται αναγκαίο να διεξαχθεί μια ηθική συζήτηση προκειμένου να καθοριστεί, εκ των προτέρων, ποιοι είναι οι κίνδυνοι και τα οφέλη που θα μπορούσε να συνεπάγεται μια τέτοια χρήση. Μέχρι σήμερα, είναι ακόμα απαραίτητο για έναν άνθρωπο να καθορίσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων πριν από τη διεξαγωγή στρατιωτικής δράσης, αλλά δεν είναι σαφές εάν το ίδιο άτομο μπορεί να υπερασπιστεί από ηθική και νομική άποψη.

Μέχρι σήμερα υπάρχουν ήδη Τεχνητής Νοημοσύνη που εκτελούν ενέργειες για λογαριασμό τρίτων, οι οποίοι

είναι υπεύθυνοι για τις ενέργειές τους. Στο μέλλον, αυτό ενδέχεται να μην ισχύει πλέον, δεδομένου του απρόβλεπτου χαρακτήρα αυτών των ενεργειών και, επομένως, είναι απαραίτητο να αποφασιστεί εάν αυτές οι οντότητες μπορούν να προβούν σε ενέργειες από μόνες τους και, επομένως, εάν είναι υπεύθυνοι και με ποιον τρόπο για αυτές τις ενέργειες. Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι οι μηχανές στο μέλλον μπορεί να έχουν ευθύνη για τις δικές τους ενέργειες και βασίζονται στο μοντέλο εταιρικού δικαίου σύμφωνα με το οποίο ο νόμος θεωρεί τους οργανισμούς ως νομικά πρόσωπα που μπορούν να συνάπτουν συμβάσεις και να λαμβάνουν αποφάσεις, χωρίς οι ιδιοκτήτες τους να διώκονται νομικά για το ίδιο.

Ωστόσο, το να επιτρέπεται στα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης να ενεργούν ανεξάρτητα θα μπορούσε να είναι πολύ επικίνδυνο, επειδή, σε αντίθεση με τους οργανισμούς, δεν θα εξαρτώνται από τους ανθρώπους για τη λήψη αποφάσεων. Κάνοντας έναν παραλληλισμό με το σύστημα αποφυγής του Αμερικανικού Εμφυλίου Πολέμου, πώς ο σκλάβος μπορούσε να έχει αγαθά και να αγοράσει την περιουσία του από τον κύριο, το ίδιο θα μπορούσε και η Τεχνητή Νοημοσύνη στο μέλλον. Ανεξάρτητα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης θα μπορούσαν τότε να ξεπεράσουν τους ανταγωνιστές του ανθρώπου και μόνο αυτοί οι ίδιοι θα ωφεληθούν.

Η μεγαλύτερη ανησυχία για την αυτονομία των συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης είναι ότι μπορούν να λάβουν αποφάσεις, σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα και μέσω της πρόσβασης σε τεράστιους

όγκους δεδομένων, που οι άνθρωποι μετά βίας μπορούν να αντιληφθούν. Η εμφάνιση ευφών πρακτόρων που στοχεύουν μόνο στη μεγιστοποίηση των συμφερόντων των ιδιοκτητών τους θα μπορούσε να είναι επιζήμια, καθώς ενδέχεται να μην λαμβάνουν υπόψη τις συνέπειες που έχουν στο περιβάλλον. Οι οργανισμοί προσπαθούν να λάβουν πληροφορίες για όλα όσα συμβαίνουν, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου με τον οποίο μετακινείται το ποντίκι για να πραγματοποιηθεί μια ηλεκτρονική αγορά ή ποιοι ιστότοποι επισκέπτονται και πόσο συχνά. Μια πιθανή χρήση αυτών των δεδομένων θα μπορούσε να είναι η αύξηση των ποσοστών ασφάλισης για τα άτομα που επισκέπτονται ιστότοπους που είναι αφιερωμένοι σε extreme sports. Αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί ως περιορισμός της προσωπικής ελευθερίας των ανθρώπων να αλληλεπιδρούν με συγκεκριμένο περιεχόμενο και θα ήταν μια πολύ σοβαρή πράξη.

Το όφελος που θα προέκυπτε θα μπορούσε να είναι ένα κοινωνικό πλεονέκτημα που δίνεται από το γεγονός ότι οι ασφαλιστές θα είχαν περισσότερες πληροφορίες για τους πελάτες και θα μπορούσαν να εξατομικεύσουν περισσότερο τα συμβόλαια, επιφέροντας αύξηση της ζήτησης και βελτίωση της κοινωνικής ευημερίας. Μέσω των cookies είναι δυνατό να δημιουργηθεί ένα πολύ λεπτομερές προφίλ ατόμων χωρίς να τους γνωρίζετε. Εφαρμόζοντας τα στατιστικά στοιχεία στα διαθέσιμα δεδομένα και προσδιορίζοντας τις συσχετίσεις, είναι δυνατό να προταθούν στοχευμένες διαφημίσεις που

μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά προκειμένου να αγοραστεί ή όχι ένα συγκεκριμένο προϊόν.

Αυτή η επιρροή είναι δυνατή με στατιστικούς και αβέβαιους όρους, επομένως είναι βέβαιο ότι ένα συγκεκριμένο άτομο επηρεάζεται από αυτή τη διαφήμιση, αλλά εκτιμάται ότι ένα συγκεκριμένο μέρος των ατόμων που εκτίθενται σε αυτή τη διαφήμιση επηρεάζεται από αυτήν. Η συνθετική διάνοια είναι επομένως σε θέση να ελέγξει τη συμπεριφορά ορισμένων ομάδων ανθρώπων, αλλά όχι ατόμων. Η γνώση και η δυνατότητα επηρεασμού των μαζών θέτει αρκετά ηθικά προβλήματα σχετικά με τα πεδία που πρέπει να λειτουργούν αυτοί οι αλγόριθμοι και πώς μπορούν πραγματικά να επηρεάσουν τις αποφάσεις των ανθρώπων. Αυτά τα συστήματα είναι προγραμματισμένα να επιτυγχάνουν μεμονωμένους στόχους χωρίς να υπολογίζουν τις παρενέργειες που μπορεί να έχουν και θα μπορούσαν να επιτύχουν στο τέλος ακολουθώντας μια πορεία συμπεριφοράς που η κοινωνία θα θεωρούσε αποκρουστική, ακόμη και αν ήταν νόμιμη.

Το ερώτημα που πρέπει να τεθεί είναι σε ποιο βαθμό αυτού του είδους οι καινοτομίες αυξάνουν τα οφέλη για την κοινωνία σε σύγκριση με τους κινδύνους που θα μπορούσαν να συνεπάγονται. Ο αντίκτυπος της Τεχνητής Νοημοσύνης πρέπει επίσης να αξιολογηθεί από την άποψη της κοινωνικής ισότητας. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι το γενικό επίπεδο ευτυχίας στην κοινωνία είναι υψηλότερο όταν μειώνονται οι οικονομικές ανισότητες. Επομένως, η ικανοποίηση των

ανθρώπων συνδέεται με τη μέση ικανοποίηση των άλλων ανθρώπων και όχι με αυτό που έχουν σε σύγκριση με το παρελθόν. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μπορεί να αυξήσει τις ανέσεις των ανθρώπων, αλλά παραδόξως θα μπορούσε να μειώσει την ευτυχία τους, καθώς θα πόλωνε ακόμη περισσότερο τα εισοδήματα των ανθρώπων, δημιουργώντας μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των πλουσίων και των φτωχών. Ένας φτωχός σήμερα έχει πρόσβαση σε πολλές περισσότερες ανέσεις και δικαιώματα από έναν πλούσιο που έζησε πριν από 200 χρόνια, αλλά η ευτυχία του φτωχού είναι μικρότερη αφού σε σύγκριση με τις ανέσεις που έχουν οι σύγχρονοι άνθρωποι, δεν έχουν πρόσβαση σε πολλές από αυτές .

Ωστόσο, είναι πολύ δύσκολο να συγκρίνει κανείς το σημερινό βιοτικό επίπεδο με εκείνο του παρελθόντος. Συχνά, όταν εμφανίζεται μια καινοτομία, είναι αδύνατο να επιστρέψετε καθώς τη συνηθίζετε. Ως εκ τούτου, η συνεχής πόλωση των εισοδημάτων που υπάρχει στην κοινωνία μας καθιστά δυνατή την αύξηση των ανέσεων των ανθρώπων αλλά όχι της ευτυχίας τους, διότι με τη σχέση με τους πλουσιότερους ανθρώπους θα υπάρχει πάντα μεγαλύτερη αντίληψη της ανισότητας. Οι αρνητικές επιπτώσεις της εισοδηματικής ανισότητας δεν είναι αναπόφευκτες, αλλά σίγουρα απαιτούν επανεξέταση των οικονομικών και κοινωνικών πολιτικών που χαρακτηρίζουν την κοινωνία, και αυτές είναι δύσκολο να εφαρμοστούν.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν πραγματοποιηθεί πολυάριθμες συναντήσεις και συζητήσεις για την

Τεχνητή Νοημοσύνη από ειδικούς στους διάφορους τομείς που περιλαμβάνει αυτή η καινοτομία. Αυτός ο δρόμος καθοδηγείται από το γενικό συμφέρον να διευκρινιστεί ποιον ρόλο θα μπορούσε να έχει η Τεχνητή Νοημοσύνη στο μέλλον και ποιες επιπτώσεις, θετικές ή αρνητικές, με τέτοιο τρόπο ώστε να ενεργεί προληπτικά. Η κοινή γνώμη επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την παρακολούθηση ταινιών ή τηλεοπτικών σειρών που αντιμετωπίζουν το θέμα της Τεχνητής Νοημοσύνης με διαφορετικό τρόπο από ό,τι είναι στην πραγματικότητα. Αυτό οδηγεί σε διπλό αποτέλεσμα. Η πρώτη επίδραση είναι θετική και αφορά τη συζήτηση για τις εξελίξεις στην Τεχνητή Νοημοσύνη. Το γεγονός ότι το θέμα της νοημοσύνης αντιμετωπίζεται σε σειρές όπως το «The Simpsons» ωθεί πολλούς ανθρώπους να προσεγγίσουν τη συζήτηση. Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερα επεισόδια των «Simpsons» έχουν γίνει σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη και, ειδικότερα, σχετικά με τη ρομποτική και τα αυτοοδηγούμενα αυτοκίνητα.

Η τροφοδοτούμενη συζήτηση είναι σίγουρα θετική, αλλά μπορεί επίσης να οδηγήσει σε αρνητικές επιπτώσεις σε περίπτωση που οι εφαρμογές που εμφανίζονται δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Αυτό θα επηρέαζε την κοινή γνώμη, οδηγώντας την να φανταστεί την Τεχνητή Νοημοσύνη με τρόπο που παραμορφώνεται από το πώς είναι στην πραγματικότητα, όπως συμβαίνει συχνά με τις φουτουριστικές ταινίες επιστημονικής φαντασίας. Αυτό

δεν μας επιτρέπει να κατανοήσουμε τις πραγματικές εξελίξεις, τις πραγματικές δυνατότητες και τους πραγματικούς κινδύνους που συνεπάγεται και θα μπορούσε να συνεπάγεται η Τεχνητή Νοημοσύνη. Αυτές οι συζητήσεις είναι απαραίτητες για να οδηγήσουν τις καινοτομίες της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Ο Max Tegmark ίδρυσε το Future of Life Institute (FLI) το οποίο ασχολείται με έρευνα αφιερωμένη στην ενίσχυση των πλεονεκτημάτων που μπορεί να προσφέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη στη ζωή των ανθρώπων, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές επιπτώσεις. Αυτός ο οργανισμός επέτρεψε τη συνάντηση και συζήτηση ορισμένων αρχών που θα πρέπει να ακολουθηθούν στην επιστημονική πρόοδο αυτής της τεχνολογίας. Οι διάφορες συναντήσεις επέτρεψαν τη σύνταξη ανοιχτής επιστολής που εκφράζει ανησυχία για τον έλεγχο της Τεχνητής Νοημοσύνης και τις εφαρμογές της στους τομείς του στρατού, της ιδιωτικής ζωής και της δεοντολογίας. Η επιστολή υπογράφηκε από κορυφαίους ειδικούς του κλάδου και από επιφανείς προσωπικότητες που θεωρούνται ικανές στον τομέα. Αυτές οι πρωτοβουλίες είναι θεμελιώδεις και θα πρέπει να αναπτύσσονται όλο και περισσότερο για να σκεφτόμαστε τις αυριανές λύσεις σήμερα, ώστε να μην είμαστε εντελώς απροετοίμαστοι για τεχνολογικές καινοτομίες και να μπορούμε να τις κατευθύνουμε προς θετικές χρήσεις για τον άνθρωπο (Russell, Dewey & Tegmark, 2015).



Το μέλλον ξεκινά από το παρόν και για αυτό είναι απαραίτητο να παρακολουθούμε και να προσαρμόζουμε συνεχώς τις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται. Στον προγραμματισμό των αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης, πρέπει να αποφεύγονται οι προκαταλήψεις και οι διακρίσεις που θα απομόνωσαν ή θα τιμωρούσαν μια συγκεκριμένη κοινωνική ομάδα (Smuha, 2019). Αυτή η διάκριση δεν οφείλεται πάντα σε σφάλματα προγραμματισμού, αλλά μπορεί να είναι εγγενής στα δεδομένα που παρέχονται στην εκπαίδευση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η τεχνολογία αλλάζει γρήγορα και πρέπει να ενημερώνεστε συνεχώς για να συμβαδίζετε. Πρέπει να δημιουργηθούν προσαρμοσμένα συστήματα που να επιτρέπουν τον έλεγχο και ταυτόχρονα την ανάπτυξη τεχνικών Τεχνητής Νοημοσύνης.

Οι κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο, δικαίως, αρχίζουν να προετοιμάζονται για τη δημιουργία ενός νομοθετικού συστήματος με ηθικές κατευθυντήριες γραμμές που πρέπει να ακολουθούνται προκειμένου να αποτραπεί οποιαδήποτε συμπεριφορά που θα μπορούσε να αποδειχθεί επιβλαβής για την κοινωνία. Οι προτεινόμενες κατευθυντήριες γραμμές έχουν περιγράψει μια σειρά απαιτήσεων που πρέπει να έχουν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης για να θεωρούνται αξιόπιστα. Αυτές οι αρχές περιλαμβάνουν τον συνεχή έλεγχο και την εποπτεία των ανθρώπων στους αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης και αυτοί οι αλγόριθμοι θα βοηθήσουν τους ανθρώπους να

λαμβάνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις και να προωθούν τα θεμελιώδη δικαιώματα. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να είναι ανθεκτικά και ασφαλή προκειμένου να ελαχιστοποιούν και να αποτρέπουν οποιαδήποτε ζημιά μπορεί να προκαλέσουν.

Κάνοντας τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης πιο διαφανή, οι εμπλεκόμενοι θα ενημερωθούν καλύτερα κάνοντας τους στόχους τους πιο ξεκάθαρους και βελτιώνοντας την αντίληψη της ίδιας της Τεχνητής Νοημοσύνης. Το Κοινοβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενέκρινε πρόσφατα ορισμένες προτάσεις που καθορίζουν τον τρόπο ρύθμισης της Τεχνητής Νοημοσύνης προκειμένου να γίνει όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματική, χωρίς πρότυπα ηθικής και ιδιωτικότητας. Προς αυτή την κατεύθυνση, οι κανόνες πρέπει πάντα να επικεντρώνονται στο πρόσωπο που πρέπει να προστατεύεται τόσο ως προς την επεξεργασία των πληροφοριών όσο και ως προς τη διαφάνεια στη χρήση τους.

### **3.5 Εργασία**

Ο αυτοματισμός είναι σε θέση να αλλάξει την ίδια τη δομή της εργασίας. Οι τεχνολογικές εξελίξεις είναι, φυσικά, ικανές να επιτρέψουν σε λιγότερους ανθρώπους να κάνουν την ίδια ποσότητα εργασίας σε λιγότερο χρόνο. Ιστορικά, οι τεχνολογικές καινοτομίες ανέκαθεν, μακροπρόθεσμα, δημιουργούσαν περισσότερες θέσεις εργασίας από όσες είχαν εξαλειφθεί. Οι θέσεις εργασίας που δημιουργούνται δεν είναι συγκρίσιμες με αυτές που

αντικαταστάθηκαν, ιδίως όσον αφορά τις δεξιότητες που απαιτούνται για την υλοποίησή τους. Σε περίπτωση που η αντικατάσταση είναι σταδιακή, όπως συνέβη στο παρελθόν, είναι δυνατό να δοθεί εντολή στις νέες γενιές να προσαρμοστούν στην αλλαγή, αλλά σε περίπτωση που η αντικατάσταση είναι πολύ γρήγορη, θα μπορούσε να είναι πολύ δύσκολο να προσαρμοστεί, ειδικά αν η αλλαγή ήταν συνεχής.

Μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης, δεν θα αντικατασταθούν οι ίδιες οι θέσεις εργασίας αλλά οι δεξιότητες, αφού τα αυτόματα μηχανήματα θα μπορούσαν να αποκτήσουν πολύ περισσότερες γνώσεις πολύ γρήγορα, καταφέροντας να αντικαταστήσουν τους ανθρώπινους εργάτες. Ιστορικά πίστευαν ότι η αυτοματοποίηση στη γεωργία θα είχε εξαλείψει σχεδόν όλες τις αγροτικές δουλειές των ανθρώπων, και έτσι συνέβη αφού το 1870 περίπου το 80% των θέσεων εργασίας ήταν γεωργικές, ενώ σήμερα είναι μόνο το 2%. Αυτό επέτρεψε στους ανθρώπους να αποκτήσουν άλλες δεξιότητες με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Για να κατανοήσουμε εάν η Τεχνητή Νοημοσύνη θα αντικαταστήσει ή όχι μια συγκεκριμένη εργασία στο μέλλον, είναι απαραίτητο να ρωτήσουμε εάν οι αλγόριθμοι είναι σε θέση να αποκτήσουν αυτές τις δεξιότητες. Αυτό ακριβώς συνέβαινε, ιστορικά πάντα, μόνο για τη μείωση της αγροτικής ανθρώπινης εργασίας κατά 78% χρειάστηκαν 150 χρόνια, ενώ μέσω της αυτοματοποίησης της Τεχνητής Νοημοσύνης η αντικατάσταση θα μπορούσε να είναι πολύ πιο γρήγορη,

μη επιτρέποντας την απόκτηση άλλων δεξιοτήτων για μη αυτοματοποιημένα θέσεις εργασίας. Οι πρώτες θέσεις εργασίας που θα αντικατασταθούν, πιθανότατα, θα είναι αυτές που μπορούν να αυτοματοποιηθούν πιο εύκολα, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι στο μέλλον οι φορείς της Τεχνητής Νοημοσύνης θα μπορούν να εκτελούν οποιαδήποτε εργασία που σήμερα γίνεται από ανθρώπους.

Έχουν διεξαχθεί πολυάριθμες μελέτες σχετικά με τον αντίκτυπο που θα μπορούσε να έχει η Τεχνητή Νοημοσύνη στον κόσμο της εργασίας. Το Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ έχει ταξινομήσει τα επαγγέλματα που κινδυνεύουν να αντικατασταθούν τα επόμενα χρόνια. Πολλές παράμετροι έχουν ληφθεί υπόψη σε αυτή την κατάταξη, συμπεριλαμβανομένων της εργασιακής ρουτίνας αλλά και της κοινωνικής νοημοσύνης, που νοείται ως η ανάγκη του εργαζομένου να σχετίζεται με τον καταναλωτή. Η Citrix και το ινστιτούτο OnePoll πραγματοποίησαν μια έρευνα, η οποία υποβλήθηκε σε πεντακόσιους Ιταλούς εργάτες ηλικίας μεταξύ 18 και 55 ετών, στην οποία προέκυψε ότι το 37,2% των ίδιων πιστεύει ότι τα ρομπότ μπορούν πράγματι να κλέψουν τη δουλειά τους και ότι το 36,2% πιστεύει ότι μια απάνθρωπη εργασία θα δημιουργηθεί περιβάλλον για μη αυτοματοποιημένες θέσεις εργασίας (Τασιούλας, 2019).

Σύμφωνα με μια άλλη έρευνα, που πραγματοποιήθηκε από τη Doxa, το 54% των ερωτηθέντων πιστεύει ότι η έλευση της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι θετικός παράγοντας για τις εταιρείες

και το 45% αποκλείει ότι οι εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τις εργασίες που εκτελούνται από ανθρώπους. Δεν ανησυχούν όλοι οι άνθρωποι εξίσου, δεδομένου ότι οι πιο επηρεασμένοι μπορεί να είναι οι λιγότερο μορφωμένοι και οι οποίοι δεν είναι σε θέση να αποκτήσουν νέες γνώσεις για να κάνουν πιο εξειδικευμένες εργασίες, καθώς αυτές που μπορούν να αυτοματοποιηθούν εύκολα θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν πιο αποτελεσματικά από τις μηχανές.

Σε μια μελέτη του Παγκόσμιου Ινστιτούτου McKinsey προκύπτει ότι η διαδικασία αυτοματοποίησης των εργασιών είναι ήδη σε εξέλιξη, αλλά ότι δεν θα είναι τόσο γρήγορη όσο θα μπορούσε κανείς να σκεφτεί. Η μελέτη αναφέρει πώς οι άνθρωποι και η τεχνολογία πρέπει να συνεργαστούν προκειμένου να εκφράσουν τις δυνατότητες της αυτόματης εργασίας. Οι εκτιμήσεις δείχνουν πώς η αυτοματοποίηση θα μπορούσε να αυξήσει την αύξηση της παραγωγικότητας παγκοσμίως από 0,8% σε 1,4% σε ετήσια βάση, από το 2015 έως το 2065 (Manyika et al., 2017). Μέχρι σήμερα, ο πλήρης αυτοματισμός δεν φαίνεται ο πιο βιώσιμος δρόμος και μπορεί να είναι πιο βολικό να αυτοματοποιηθούν μόνο ορισμένα συγκεκριμένα μέρη της παραγωγικής διαδικασίας. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις αυτής της μελέτης, οι μισές από τις τρέχουσες δραστηριότητες εργασίας θα μπορούσαν να αυτοματοποιηθούν μέχρι το έτος 2055.

Ωστόσο, αυτή η εκτίμηση μπορεί να ποικίλλει έως και 20 χρόνια ανάλογα με την εξέλιξη των παραγόντων που επηρεάζουν τον ρυθμό της αυτοματοποίησης, όπως το κόστος της τεχνολογίας, της ρύθμισης και των πραγματικών οφελών της απόδοσης. Για ορισμένους εργαζομένους θα είναι απαραίτητο να αποκτήσουν νέες δεξιότητες για την εκτέλεση εργασιών διαφορετικές από αυτές που έκαναν και οι οποίες έχουν αυτοματοποιηθεί. Ωστόσο, σύμφωνα με αυτήν την ανάλυση, η αυτοματοποίηση δεν θα αποκλείσει τους ανθρώπινους εργάτες από το χώρο εργασίας αλλά θα καθορίσει μια συνοχή μεταξύ τους προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη παραγωγικότητα.

Μια άλλη έκθεση, που εκπονήθηκε από την Accenture Technology Vision το 2018, έδειξε πώς οι σημαντικές πρόοδοι που έχουν γίνει στον τομέα της Τεχνητής Νοημοσύνης ευνοούν τις εταιρείες που τις χρησιμοποιούν. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, ο μεταποιητικός τομέας θα μπορούσε να είναι ο κλάδος που θα υποστεί τους περισσότερους μετασχηματισμούς. Η πιο χρησιμοποιούμενη καινοτομία θα μπορούσε να είναι αυτή των αυτόματων ρομπότ ικανών να εκτελούν μια σειρά από εργασίες, αλλά σίγουρα δεν θα ήταν η μοναδική. Σύμφωνα με τη μελέτη του McKinsey, η έκθεση δείχνει ότι δεν θα υπάρξει μαζική απώλεια θέσεων εργασίας, αλλά οι έξυπνες μηχανές θα ενσωματωθούν στις δουλειές που κάνουν οι άνθρωποι. Ορισμένες θέσεις εργασίας θα αντικατασταθούν και θα απαιτηθούν περισσότερες δεξιότητες για την εκτέλεσή

τους, αλλά οι άνθρωποι θα έχουν χρόνο να προσαρμοστούν στην αλλαγή. Η μελέτη προβλέπει αύξηση της απασχόλησης κατά 10%, η οποία θα οδηγήσει σε ανάπτυξη 4,8 τρισεκατομμυρίων δολαρίων για την παγκόσμια οικονομία.

Οι μελέτες για τον αντίκτυπο της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι μόνο ένα σημείο εκκίνησης και δεν είναι βέβαιο ότι θα συμβεί το προβλεπόμενο στο μέλλον δεδομένου ότι η καινοτομία είναι συνεχής και συνεχώς μεταβαλλόμενη. Είναι επίσης απαραίτητο να ληφθούν υπόψη οι κοινωνικές επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει η πλήρης αυτοματοποίηση στους ανθρώπους και να ενεργήσουμε ανάλογα. Η ταχύτητα με την οποία η Τεχνητή Νοημοσύνη επιτρέπει την επιτάχυνση των διαδικασιών της τεχνολογικής καινοτομίας αντιπροσωπεύει τη μεγαλύτερη απειλή στον κόσμο της εργασίας, αλλά αυτές οι καινοτομίες αλλάζουν επίσης τους κανόνες του κόσμου της εργασίας, καθώς μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι οργανισμοί. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι σε θέση να καταστήσει απαρχαιωμένες τόσο τις θέσεις εργασίας όσο και τις δεξιότητες. Αυτή η ταχύτητα δεν επιτρέπει στις αγορές, και κατά συνέπεια στους ανθρώπους, να προσαρμοστούν. Οι καινοτομίες μπορούν απλώς να αντικαταστήσουν τους εργαζόμενους αλλά και να καταργήσουν οριστικά ορισμένες θέσεις εργασίας, αυτό συμβαίνει επειδή η Τεχνητή Νοημοσύνη δεν υπόκειται σε αμιγώς ανθρώπινους περιορισμούς, όπως η ανάγκη επιβολής τάξης στα πράγματα. Η ταχύτητα συνεπάγεται

επίσης το απρόβλεπτο των καινοτομιών δεδομένου ότι αλλάζουν συνεχώς. Αυτά τα γεγονότα είναι πολύ δύσκολο να προβλεφθούν και συχνά είναι αδύνατο να μετρηθούν εκ των προτέρων.

Το πλεονέκτημα που έχουν οι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης έναντι των ανθρώπων αφορά την ταχύτητα εκτέλεσης των εργασιών και δίνεται από την ταχύτητα ανάλυσης τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Αυτό τους επιτρέπει να λαμβάνουν πιο ακριβείς αποφάσεις σε λιγότερο χρόνο, δίνοντάς τους ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Στην περίπτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης που εφαρμόζεται στη χρηματοδότηση, τα συστήματα εμπορίας υψηλών συχνοτήτων (HFT) είναι σε θέση να αναλύουν χρηματοοικονομικά μέσα και να πραγματοποιούν συναλλαγές σε χιλιοστά του δευτερολέπτου με τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλεύονται τις αναντιστοιχίες τιμών λόγω παροδικών διακυμάνσεων. Οι ανθρώπινοι έμποροι είναι σε θέση να πιάσουν αυτές τις ίδιες αναντιστοιχίες σε πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και ως αποτέλεσμα μπορεί να μην επωφεληθούν από αυτές και να αντικατασταθούν από αυτούς τους αλγόριθμους. Αυτά τα συστήματα είναι σε θέση να κάνουν την αγορά πιο αποτελεσματική σε συντομότερο χρονικό διάστημα, αλλά τα κέρδη δεν θα κατανεμηθούν εξίσου, καθώς τα κέρδη που αποκτώνται θα πηγαίνουν αποκλειστικά στον οργανισμό που κατέχει το σύστημα HFT και όχι στην εταιρεία.



Μπορούμε να εξετάσουμε διαφορετικά αλγόριθμους που σας επιτρέπουν να επιλέξετε τις διαφημίσεις που θα εμφανίζονται στους χρήστες και τους αλγόριθμους που επιτρέπουν τη διαπραγμάτευση χρηματοπιστωτικών μέσων επειδή οι πρώτοι ανταγωνίζονται άλλους αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης ενώ οι δεύτεροι ανταγωνίζονται τους ανθρώπους και επομένως έχουν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που δεν επιτρέπει ίσες ευκαιρίες.

Λαμβάνοντας ως παράδειγμα το δικηγορικό επάγγελμα, είναι πιθανό τα τεχνητά συστήματα να είναι σε θέση να εκτελούν δραστηριότητες ρουτίνας τυπικές για τους δικηγόρους εκτελώντας αυτά τα καθήκοντα πιο αποτελεσματικά και αποδοτικά σε χαμηλότερη τιμή. Αυτό θα μείωνε τον αριθμό των θέσεων εργασίας του ίδιου. Ιδιαίτερη σημασία για αυτό το επάγγελμα έχουν οι αλγόριθμοι που αναλύουν τεράστιους όγκους εγγράφων προκειμένου να προετοιμάσουν μια δικαστική υπόθεση. Ορισμένες εταιρείες όπως η Microsoft έχουν υποβάλει στο παρελθόν 25 εκατομμύρια σελίδες εγγράφων που το άλλο μέρος θα έπρεπε να είχε αναλύσει για μεταγενέστερη ακρόαση. Θα ήταν αδύνατο για τους ανθρώπους να φέρουν εις πέρας αυτό το έργο επαρκώς σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτή η τεχνική ονομάζεται προγνωστική κωδικοποίηση και λειτουργεί παρόμοια με το φίλτρο ανεπιθύμητης αλληλογραφίας που χρησιμοποιείται για την επισήμανση ανεπιθύμητων μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Στο πλαίσιο όλων των εργασιών, είναι πολύ δύσκολο για τον άνθρωπο να έχει μια πλήρη εικόνα της κατάστασης που αναλύεται. Στον ιατρικό τομέα, οι γιατροί είναι συχνά ικανοί για ένα συγκεκριμένο μέρος του σώματος. Στο μέλλον, μπορεί να είναι δυνατή η κατασκευή αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης που συνδυάζουν τις διάφορες δεξιότητες των γιατρών με στατιστικές πιθανότητες. Αυτό θα επέτρεπε να έχουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα και με τις δεξιότητες να κατανοήσουμε τι συμβαίνει στον ασθενή.

Λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις που θα μπορούσε να έχει η Τεχνητή Νοημοσύνη στη ζωή, πρέπει να ληφθούν υπόψη πολλές πτυχές και δεν είναι πάντα δυνατό να εξεταστούν όλες οι πιθανές συνέπειες. Είναι δυνατό να σκιαγραφηθούν συγκεκριμένες πολιτικές και κανονισμοί που ρυθμίζουν αυτές τις καινοτομίες, αλλά είναι απαραίτητο να επικαιροποιούνται συνεχώς δεδομένης της ταχύτητας αλλαγής των καινοτομιών και κατά συνέπεια της κοινωνίας. Ένα λάθος που δεν πρέπει να κάνετε είναι να φανταστείτε τον αντίκτυπο μιας καινοτομίας στη σημερινή κοινωνία χωρίς να λάβετε υπόψη το πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσεται και τον αντίκτυπο που θα μπορούσε να έχει στους ανθρώπους. Είναι δύσκολο για τους ανθρώπους να ερμηνεύσουν τις νέες εμπειρίες με όρους άλλους από τις εμπειρίες του παρελθόντος, και αυτοί χρησιμοποιούνται ως σημείο αναφοράς για το πώς φαντάζεται το μέλλον. Αυτό καθιστά δύσκολη την κατανόηση του τι πραγματικά συμβαίνει και τη

διαμόρφωση επαρκών σχεδίων για την επίλυση πιθανών προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν στο μέλλον.

Τα εργασιακά προβλήματα μπορεί να μην αφορούν την έλλειψη θέσεων εργασίας, αλλά τη δυσκολία απόκτησης νέων δεξιοτήτων και τον ανταγωνισμό με αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης που εξελίσσονται πολύ πιο γρήγορα από ό,τι μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι. Κανείς δεν είναι σε θέση, μέχρι σήμερα, να πει αν θα υπάρξουν περισσότερες ή λιγότερες θέσεις εργασίας στο μέλλον. Σίγουρα η τάση είναι να πρέπει να μπορούμε να μάθουμε να ζούμε με τις ίδιες καινοτομίες και να τις χρησιμοποιούμε για να βελτιώσουμε τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

## Συμπεράσματα

Δεν είναι όλοι οι τύποι τεχνητής νοημοσύνης επικίνδunami και οι περισσότεροι από αυτούς στοχεύουν στη βελτίωση των ανθρώπινων εμπειριών. Ωστόσο, είναι απαραίτητο οι μηχανικοί να προγραμματίζουν αλγόριθμους με ηθικό τρόπο και οι κυβερνήσεις να παρεμβαίνουν για να περιορίσουν τις χρήσεις αυτής της τεχνολογίας σε τομείς που μπορούν να βελτιώσουν την ανθρώπινη ύπαρξη και να μην την επιδεινώσουν ή να την καταστρέψουν. Απαιτείται δράση όσο το δυνατόν πιο κοινή από όλες τις κυβερνήσεις, καθώς αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και την υποταγή ορισμένων πληθυσμών. Ένα τέτοιο σενάριο δεν είναι επιθυμητό, και για να αποφευχθεί είναι απαραίτητο να αναπτυχθούν νόμοι το συντομότερο δυνατό που να περιορίζουν αυτό το είδος χρήσης και να επιτρέπουν σε όλους να επωφεληθούν από αυτό. Δεδομένης της ταχύτητας ανάπτυξης αυτής της τεχνολογίας, δεν είναι δυνατό να προβλεφθούν όλα τα σενάρια για το τι μπορεί να κάνει η Τεχνητή Νοημοσύνη στο μέλλον.

Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν πρέπει να επέμβουμε με σύνεση σήμερα. Κατανοώντας πόσο δύσκολο μπορεί να είναι να κάνουμε σωστές προβλέψεις για το μέλλον, ιδιαίτερα για το μέλλον μιας συνεχώς μεταβαλλόμενης τεχνολογίας, είναι καλό να μην φανταστούμε τι μπορεί να συμβεί στο μέλλον αλλά τι μπορεί να γίνει σήμερα για να κατευθύνει την ανάπτυξη του Τεχνητή Νοημοσύνη προς μια ηθική εφαρμογή και προς όφελος όλων των ζωντανών όντων, όχι μόνο ενός μικρού κύκλου

ανθρώπων. Για να γίνει αυτό, απαιτούνται κυβερνητικές παρεμβάσεις που μοιράζονται όλες οι χώρες. Η Τεχνητή Νοημοσύνη του μέλλοντος θα είναι μια αντανάκλαση των εξελίξεων της παρούσας Τεχνητής Νοημοσύνης. Είναι καλό να θεσπιστούν κατευθυντήριες γραμμές για το πώς θα πρέπει να χρησιμοποιείται η Τεχνητή Νοημοσύνη και να συνεχιστεί η παρακολούθηση της προόδου, προκειμένου να δημιουργηθούν κανονισμοί που συμβαδίζουν με την τεχνολογική ανάπτυξη και τις αλλαγές στις ανθρώπινες αξίες.

### **Βιβλιογραφία**

Allen, M., Carrasquillo, M. M., Funk, C., Heavner, B. D., Zou, F., Younkin, C. S., ... & Ertekin-Taner, N. (2016). Human whole genome genotype and transcriptome data for Alzheimer's and other neurodegenerative diseases. *Scientific data*, 3(1), 1-10.

Aloizou AM, Siokas V, Sapouni EM, Sita N, Liampas I, Brotis AG, Rakitskii VN, Burykina TI, Aschner M, Bogdanos DP, Tsatsakis A, Hadjigeorgiou GM, Dardiotis E. Parkinson's disease and pesticides: Are microRNAs the missing link? *Sci Total Environ*. 2020;744:140591.

Aloizou AM, Siokas V, Vogiatzi C, Peristeri E, Docea AO, Petrakis D, Provas A, Folia V, Chalkia C, Vinceti M, Wilks M, Izotov BN, Tsatsakis A, Bogdanos DP, Dardiotis E. Pesticides, cognitive functions and dementia: A review. *Toxicol Lett*. 2020;326:31-51.

Arvanitakis, Z., Shah, R. C., & Bennett, D. A. (2019).

Diagnosis and management of dementia. *Jama*, 322(16), 1589-1599.

Baldacci, F., Lista, S., Cavedo, E., Bonuccelli, U., & Hampel, H. (2017). Diagnostic function of the neuroinflammatory biomarker YKL-40 in Alzheimer's disease and other neurodegenerative diseases. *Expert review of proteomics*, 14(4), 285-299.

Briganti, G., & Le Moine, O. (2020). Artificial intelligence in medicine: today and tomorrow. *Frontiers in medicine*, 7, 27.

Brown, R. H., & Al-Chalabi, A. (2017). Amyotrophic lateral sclerosis. *New England Journal of Medicine*, 377(2), 162-172.

Carley, K. M. (2020). Social cybersecurity: an emerging science. *Computational and mathematical organization theory*, 26(4), 365-381.

Chen, W. W., Zhang, X. I. A., & Huang, W. J. (2016). Role of neuroinflammation in neurodegenerative diseases. *Molecular medicine reports*, 13(4), 3391-3396.

Chesterman, S. (2020). Artificial intelligence and the problem of autonomy. *Notre Dame Journal on Emerging Technologies*, 1, 210-250.

Dardiotis E, Aloizou AM, Sakalakis E, Siokas V, Koureas M, Xiromerisiou G, Petinaki E, Wilks M, Tsatsakis A, Hadjichristodoulou C, Stefanis L, Hadjigeorgiou GM. Organochlorine pesticide levels in

Greek patients with Parkinson's disease. *Toxicol Rep.* 2020;7:596-601.

Dardiotis E, Siokas V, Pantazi E, Dardioti M, Rikos D, Xiromerisiou G, Markou A, Papadimitriou D, Speletas M, Hadjigeorgiou GM. A novel mutation in TREM2 gene causing Nasu-Hakola disease and review of the literature. *Neurobiol Aging.* 2017;53:194.e13-.e22.

Dugger, B. N., & Dickson, D. W. (2017). Pathology of neurodegenerative diseases. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 9(7), a028035.

Erkkinen, M. G., Kim, M. O., & Geschwind, M. D. (2018). Clinical neurology and epidemiology of the major neurodegenerative diseases. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 10(4), a033118.

Espay, A. J., Bonato, P., Nahab, F. B., Maetzler, W., Dean, J. M., Klucken, J., ... & Movement Disorders Society Task Force on Technology. (2016). Technology in Parkinson's disease: challenges and opportunities. *Movement Disorders*, 31(9), 1272-1282.

Gossink, F., Schouws, S., Krudop, W., Scheltens, P., Stek, M., Pijnenburg, Y., & Dols, A. (2018). Social cognition differentiates behavioral variant frontotemporal dementia from other neurodegenerative diseases and psychiatric disorders. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, 26(5), 569-579.

Ironside, J. W., Ritchie, D. L., & Head, M. W. (2018). Prion diseases. *Handbook of clinical neurology*, 145, 393-403.

Jastorff, J., De Winter, F. L., Van den Stock, J., Vandenberghe, R., Giese, M. A., & Vandenbulcke, M. (2016). Functional dissociation between anterior temporal lobe and inferior frontal gyrus in the processing of dynamic body expressions: Insights from behavioral variant frontotemporal dementia. *Human brain mapping, 37*(12), 4472-4486.

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and vascular neurology, 2*(4).

Jost, J. T. (2015). Resistance to change: A social psychological perspective. *Social Research, 82*(3), 607-636.

Kortli, Y., Jridi, M., Al Falou, A., & Atri, M. (2020). Face recognition systems: A survey. *Sensors, 20*(2), 342.

Kosmidis MH, Vlachos GS, Anastasiou CA, Yannakoulia M, Dardiotis E, Hadjigeorgiou G, Sakka P, Ntanasi E, Scarmeas N. Dementia Prevalence in Greece: The Hellenic Longitudinal Investigation of Aging and Diet (HELIAD). *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 2018;32(3):232-9.

Lane, C. A., Hardy, J., & Schott, J. M. (2018). Alzheimer's disease. *European journal of neurology.*

Li, J. H. (2018). Cyber security meets artificial intelligence: a survey. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 19*(12), 1462-1474.



Lynch, C. J., & Liston, C. (2018). New machine-learning technologies for computer-aided diagnosis. *Nature medicine*, 24(9), 1304-1305.

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017). Harnessing automation for a future that works. *McKinsey Global Institute*, 2-4.

Matej, R., Tesar, A., & Rusina, R. (2019). Alzheimer's disease and other neurodegenerative dementias in comorbidity: a clinical and neuropathological overview. *Clinical biochemistry*, 73, 26-31.

Müller, V. C. (2020). Ethics of artificial intelligence and robotics.

Müller, V. C. (2021). Ethics of artificial intelligence. *The Routledge social science handbook of AI*, 122-137.

Nahian, M., Ghosh, T., Uddin, M. N., Islam, M., Mahmud, M., & Kaiser, M. S. (2020, September). Towards artificial intelligence driven emotion aware fall monitoring framework suitable for elderly people with neurological disorder. In *International Conference on Brain Informatics* (pp. 275-286). Springer, Cham.

Niedzielska, E., Smaga, I., Gawlik, M., Moniczewski, A., Stankowicz, P., Pera, J., & Filip, M. (2016). Oxidative stress in neurodegenerative diseases. *Molecular neurobiology*, 53(6), 4094-4125.

Nousia A, Siokas V, Aretouli E, Messinis L, Aloizou AM, Martzoukou M, Karala M, Koumpoulis C, Nasios

G, Dardiotis E. Beneficial Effect of Multidomain Cognitive Training on the Neuropsychological Performance of Patients with Early-Stage Alzheimer's Disease. *Neural Plast.* 2018;2018:2845176.

Raghavendra, U., Acharya, U. R., & Adeli, H. (2019). Artificial intelligence techniques for automated diagnosis of neurological disorders. *European neurology*, 82(1-3), 41-64.

Risse, M. (2019). Human rights and artificial intelligence: An urgently needed agenda. *Hum. Rts. Q.*, 41, 1.

Russell, S., Dewey, D., & Tegmark, M. (2015). Research priorities for robust and beneficial artificial intelligence. *Ai Magazine*, 36(4), 105-114.

Sanford, A. M. (2018). Lewy body dementia. *Clinics in geriatric medicine*, 34(4), 603-615.

Semmo, A., Isenberg, T., & Döllner, J. (2017, July). Neural style transfer: A paradigm shift for image-based artistic rendering?. In *Proceedings of the symposium on non-photorealistic animation and rendering* (pp. 1-13).

Shankland, S., Ryan, J., (2020), Elon Musk shows Neuralink brain implant working in a pig [online] ανάκτηση από: <https://www.cnet.com/news/elon-musk-shows-neuralink-brain-implant-working-in-a-pig/> [πρόσβαση 28-3-2022]

Siokas V, Aloizou AM, Liampas I, Bakirtzis C, Tsouris Z, Sgantzos M, Liakos P, Bogdanos DP, Hadjigeorgiou

GM, Dardiotis E. Myelin-associated oligodendrocyte basic protein rs616147 polymorphism as a risk factor for Parkinson's disease. *Acta Neurol Scand.* 2022;145(2):223-8.

Siokas V, Aslanidou P, Aloizou AM, Peristeri E, Stamati P, Liampas I, Arseniou S, Drakoulis N, Aschner M, Tsatsakis A, Mitsias PD, Bogdanos DP, Hadjigeorgiou GM, Dardiotis E. Does the CD33 rs3865444 Polymorphism Confer Susceptibility to Alzheimer's Disease? *J Mol Neurosci.* 2020;70(6):851-60.

Smuha, N. (2019). Ethics guidelines for trustworthy AI. In *AI & Ethics, Date: 2019/05/28-2019/05/28, Location: Brussels (Digityser), Belgium.*

Stephenson, J., Nutma, E., van der Valk, P., & Amor, S. (2018). Inflammation in CNS neurodegenerative diseases. *Immunology*, 154(2), 204-219.

Sweeney, P., Park, H., Baumann, M., Dunlop, J., Frydman, J., Kopito, R., ... & Hodgson, R. (2017). Protein misfolding in neurodegenerative diseases: implications and strategies. *Translational neurodegeneration*, 6(1), 1-13.

Tasioulas, J. (2019). First steps towards an ethics of robots and artificial intelligence. *Journal of Practical Ethics*, 7(1).

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature medicine*, 25(1), 44-56.

Tsapanou A, Gu Y, O'Shea DM, Yannakoulia M, Kosmidis M, Dardiotis E, Hadjigeorgiou G, Sakka P, Stern Y, Scarmeas N. Sleep quality and duration in relation to memory in the elderly: Initial results from the Hellenic Longitudinal Investigation of Aging and Diet. *Neurobiol Learn Mem.* 2017;141:217-25.

Tsapanou A, Vlachos GS, Cosentino S, Gu Y, Manly JJ, Brickman AM, Schupf N, Zimmerman ME, Yannakoulia M, Kosmidis MH, Dardiotis E, Hadjigeorgiou G, Sakka P, Stern Y, Scarmeas N, Mayeux R. Sleep and subjective cognitive decline in cognitively healthy elderly: Results from two cohorts. *J Sleep Res.* 2019;28(5):e12759.

Voet, S., Srinivasan, S., Lamkanfi, M., & van Loo, G. (2019). Inflammasomes in neuroinflammatory and neurodegenerative diseases. *EMBO Molecular Medicine*, 11(6), e10248.

Fazzini E, Fleming J, Fahn S, "Cerebrospinal fluid antibodies to Coronavirus in patients with Parkinson's disease", *Mov Disord*, 7(2), (1992), 153-8.

Marsden CD, Obeso JA, "The enigma of stereotaxic surgery for Parkinson's disease leading to a dual hypothesis of basal ganglia function", *Brain*, 117, (1994), 887-889.

Hubble JP, Cao T, Kjelstrom JA, Koller WC, Beaman BL, "Nocardia species as an etiologic agent in Parkinson's disease: serological testing in a case-control study", *J Clin Microbiol*, 33(10), (1995), 2768-9.

Tsui JK, Calne DB, Wang Y, Schulzer M, Marion SA,

"Occupational risk factors in Parkinson's Disease", *Can J. Pub Health*, 90, (1999), 334-337.

Pahapill PA, Lozano AM, "The pedunculopontine nucleus and Parkinson's disease", *Brain*, 123, (2000), 1767-1783.

Cassidu M, Mazzone P, Oliviero A, "Movement-related change in synchronisation in the human basal ganglia", *Brain*, 125, (2002), 1196-1209.

Terman D, Rubin JE, Yew AC, Wilson CJ, "Activity patterns in a model for the subthalamopallidal network of the basal ganglia", *JNeurosci*, 22, (2002) 2963-2976.

Obeso JA, Rodriguez-Oroz M, Marin C, Alonso F, Zamarbide I, Lanciego JL, Rodriguez-Diaz M, "The origin of motor fluctuations in Parkinson's disease: importance of dopaminergic innervation and basal ganglia circuits", *Neurology*, Jan 13;62 (1 Suppl), (2004), S17-30.

Braak H, Del Tredici K, Rub U, de Vos RAI, Jansen Steur ENH, Braak E, "Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease", *Neurobiol Aging*, 24, (2003), 197-211.

Suchowersky O, Furtado S, "Parkinson's Disease: Etiology and Treatment", in *Continuum-Movement Disorders*, 10, (2004), 15-24 Winchmann T, DeLong MR, "Physiology of the Basal Ganglia and Pathophysiology of Movement Disorders", in Watts R.L., Koller W.C. (eds), *Movement Disorders*, McGraw & Hill, (2004), 101-112.

Racette BA, Tabbal, SD, Jennings D, Good L, Perlmutter JS, Evanoff B, "Prevalence of parkinsonism and relationship to exposure in a large sample of Alabama welders", *Neurology*, 64, (2005), 230-235.

Scott WK, Zhang K, Stajich JM, Scott BL, Stacy MA, Vance JM, "Family-based case-control study of cigarette smoking and Parkinson disease", *Neurology*, 64, (2005), 442-447. 1

Nestor PJ, Scheltens P, Hodges JR. Advances in the early detection of Alzheimer's disease. *Nat Med.* 2004;10 (suppl):S34-S41.

De Leon MJ, Mosconi L, Blennow K, et al. Imaging and CSF studies in the preclinical diagnosis of Alzheimer's disease. *Ann N Y Acad Sci.* 2007;1097:114-145.

S. Basaia, F. Agosta, L. Wagner et al., "Automated classification of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment using a single MRI and deep neural networks," *NeuroImage: Clinic*, vol. 21, Article ID 101645, 2019. View at: [Publisher Site](#) | [Google Scholar](#)

Innate Inflammation in Parkinson's Disease V. Hugh Perry Programmed Cell Death in Parkinson's Disease Katerina Venderova and David S. Park Neuropathology Parkinson's Disease and Parkinsonism: Dennis W. Dickson

Erdogdu Sakar B, Serbes G, Sakar CO. Analyzing the effectiveness of vocal features in early telediagnosis of Parkinson's disease. PLoS ONE. 2017;12(8):e0182428. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182428>. 9.

Friedman JH, Bentley JL, Finkel RA. An algorithm for finding best matches in logarithmic expected time. ACM Trans Math Softw (TOMS). 1977;3(3):209–26. <https://doi.org/10.1145/355744.355745>.

Galaz Z, Mzourek Z, Mekyska J, Smekal Z, Kiska T, Rektorova I, OrozcoArroyave JR, Daoudi K. Degree of Parkinson's disease severity estimation based on speech signal processing. 39th International Conference on Telecommunications and Signal Processing, 2016. p. 503–506. <https://doi.org/10.1109/TSP.2016.7760930>.

11. Gevaert W, Tsenov G, Mladenov V. Neur

Adams HP, Jr, Bendixen BH, Kappelle LJ, et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. Stroke. 1993;24(1):35–41. Medline.

[PubMed] [Google Scholar]

Kumar S, Caplan LR. Why identification of stroke syndromes is still important. Curr Opin Neurol. 2007;20(1):78–82. Medline. [PubMed] [Google Scholar]

Brugnara G, Neuberger U, Mahmutoglu MA, Foltyn M, Herweh C, Nagel S, et al. Multimodal predictive modeling of endovascular treatment outcome for acute

ischemic stroke using machine-learning. *Stroke*. (2020) 51:3541–51. doi: 10.1161/STROKEAHA.120.030287

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Forkert ND, Verleger T, Cheng B, Thomalla G, Hilgetag CC, Fiehler J. Multiclass support vector machine-based lesion mapping predicts functional outcome in ischemic stroke patients. *PLoS ONE*. (2015) 10:e0129569. doi: 10.1371/journal.pone.0129569

[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

P. Maciejasz, J. Eschweiler, K. Gerlach-Hahn, A. Jansen-Troy, and S. Leonhardt, “A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation,” *J Neuroeng Rehabil*, vol. 11, p. 3, 2014.

X. Zhang, Z. Yue, and J. Wang, “Robotics in Lower-Limb Rehabilitation after Stroke,” *Behavioural Neurology*, vol. 2017, pp. 1–13, 2017. [Online]. Available: <https://www.hindawi.com/journals/bn/2017/3731802/>

H. M. Qassim and W. Z. Wan Hasan, “A review on upper limb rehabilitation robots,” *Applied Sciences*, vol. 10, no. 19, 2020. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/19/6976>

Knopman, D.S.; Amieva, H.; Petersen, R.C.; Chételat, G.; Holtzman, D.M.; Hyman, B.T.; Nixon, R.A.; Jones,



D.T. Alzheimer Disease. *Nat. Rev. Dis. Primers* **2021**, *7*, 33. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

McKeith, I.G.; Boeve, B.F.; Dickson, D.W.; Halliday, G.; Taylor, J.-P.; Weintraub, D.; Aarsland, D.; Galvin, J.; Attems, J.; Ballard, C.G.; et al. Diagnosis and Management of Dementia with Lewy Bodies: Fourth Consensus Report of the DLB Consortium. *Neurology* **2017**, *89*, 88–100. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Rascovsky, K.; Hodges, J.R.; Knopman, D.; Mendez, M.F.; Kramer, J.H.; Neuhaus, J.; van Swieten, J.C.; Seelaar, H.; Dopper, E.G.P.; Onyike, C.U.; et al. Sensitivity of Revised Diagnostic Criteria for the Behavioural Variant of Frontotemporal Dementia. *Brain* **2011**, *134*, 2456–2477. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

Beukelman DR, Fager S, Ball L, Dietz A. AAC for adults with acquired neurological conditions: a review. *Augment Altern Commun* **2007**;23:230-242.

Nip I, Roth CR. Anarthria. In: Kreutzer J, DeLuca J, Caplan B, eds. *Encyclopedia of clinical neuropsychology*. 2nd ed. New York: Springer International Publishing, 2017:1-1.

Felgoise SH, Zaccheo V, Duff J, Simmons Z. Verbal communication impacts quality of life in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 2016;17:179-183.