



**ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**

**Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ»**

Διπλωματική Εργασία

«ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗ»

Μαρία Μπατσίλα

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής	
Παύλος Πέππας	
Α΄ Συν-Επιβλέπων	Β΄ Συν-Επιβλέπων
Σωτηρία (Ηρα) Αντωνοπούλου	Νίκη Γεωργιάδου

Πάτρα, 28 Ιουνίου 2022

Στην κόρη μου, Αγγελική,

για να τη διδάξω πως οι δυσκολίες που έρχονται αναπάντεχα, μπορεί προς στιγμήν να μας αιφνιδιάζουν, όμως, δεν πρέπει να μας καταβάλλουν, αντιθέτως πρέπει να μας πεισμώνουν για να εξελισσόμαστε και να προοδεύουμε.

Στον σύζυγό μου, Γιάννη,

για όλα όσα ξέρει και για όλα αυτά που περνάμε και θα περάσουμε μαζί.

Πίνακας περιεχομένων

ΒΕΒΑΙΩΣΗ - ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
Κεφάλαιο 1: Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)	14
1.1 Ορισμός	14
1.2 Ιστορική ανασκόπηση	19
1.3 Μηχανική Μάθηση (Machine Learning) - Ορισμός	22
1.3.1 Γιατί χρησιμοποιείται;	23
1.3.2 Εφαρμογές	24
1.3.3 Κατηγορίες Συστημάτων	24
1.3.4 Συμπερασματικά	25
1.4 Βαθιά Μάθηση (Deep Learning) - Ορισμός	26
1.5 Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks) - Ορισμός	27
1.6 Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)	29
1.7 Αναπαράσταση γνώσης και συμπερασμός (Knowledge representation and reasoning	30
1.7.1 Αναπαράσταση γνώσης (Knowledge representation)	30
1.7.2 Συμπερασμός (Reasoning)	34
Κεφάλαιο 2: Ανάπτυξη τεχνητής νοημοσύνης για τη βελτίωση της δημόσιας	
διοίκησης	35
2.1 Αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων	35
2.2 Chatbots	39
2.3 Δημόσια διακυβέρνηση και δημόσια ασφάλεια	41
Κεφάλαιο 3: Τύποι εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης που θα μπορούσαν να	
χρησιμοποιηθούν στη δημόσια διοίκηση	44
3.1 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing - NLP)	44
3.2 Μηχανική ή υπολογιστική όραση (Computer Vision)	45
3.3 Αναγνώριση ομιλίας	48
3.4 Μηχανική μετάφραση	52
3.5 Ρομποτική	53
Κεφάλαιο 4: Προκλήσεις και παγίδες της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στη	
δημόσια διοίκηση	57
4.1 Ακρίβεια, προκατάληψη, διακρίσεις και συμβολική δύναμη	57
4.2 Νομιμότητα, δέουσα διαδικασία και διοικητική δικαιοσύνη	58
4.3 Υπευθυνότητα, λογοδοσία, διαφάνεια, επεξήγηση	60
4.4 Ισχύς, συμμόρφωση και έλεγχος	61
4.5 Κανονισμός και διακυβέρνηση της τεχνητής νοημοσύνης	61

4.6 Τεχνολογικές καινοτομίες.....	62
4.7 Καινοτομίες διακυβέρνησης.....	63
4.8 Σύγκληση.....	65
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	67
Βιβλιογραφία.....	81

ΒΕΒΑΙΩΣΗ - ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βεβαιώνω και δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία με τίτλο **«ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗ»**, την οποία εκπόνησα για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών μου από το Πανεπιστήμιο Πατρών, Σχολή Οικονομικών Επιστημών & Διοίκησης Επιχειρήσεων, Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης & Τεχνολογίας με τίτλο «Ψηφιακή Καινοτομία & Διοίκηση - Ψηφιακή Διακυβέρνηση» έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και στο σύνολό της.

Δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω, επίσης, υπεύθυνα ότι γίνεται πλήρης αναφορά των πηγών στις οποίες ανέτρεξα (συγγραφείς, εκδοτικοί οίκοι, περιοδικά, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο) για την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

**Υπογραφή Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας:
Ονοματεπώνυμο: Μαρία Μπατσίλα
Ημερομηνία: 28 Ιουνίου 2022**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας κλείνει ο κύκλος των μεταπτυχιακών σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Πατρών, με ανοικτό το ενδεχόμενο να ακολουθήσουν και άλλες σπουδές.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Πρόεδρο του Τμήματος κα. Σωτηρία (Ηρα) Αντωνοπούλου και την ομάδα της για το νέο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών με τίτλο «Ψηφιακή Καινοτομία & Διοίκηση», που εισήγαγαν στο Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης & Τεχνολογίας και το σύνολο των καθηγητών και καθηγητριών του Μεταπτυχιακού Προγράμματος, τόσο για τα πολύ ενδιαφέροντα μαθήματα όσο και για το δύσκολο έργο τους να μας διδάξουν εξ' αποστάσεως λόγω COVID-19.

Οι ιδιαίτερες ευχαριστίες μου ανήκουν δικαιωματικά στον καθηγητή μου κ. Παύλο Πέττα για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον, επίκαιρο και αμφιλεγόμενο ζήτημα, τελείως εκτός του πεδίου γνώσεων και σπουδών μου, προσαρμόζοντάς το στα μέτρα μου, καθώς και για την στήριξη και τις πολύτιμες και άμεσες συμβουλές του καθόλη τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα, επίσης, να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον καθηγητή του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Ιωάννη Σταματίου για τη βοήθειά του σχετικά με το software ΠΝΥΚΑ, του οποίου είναι και ένας εκ των δημιουργών.

Με σεβασμό και εκτίμηση προς όλους,

Μαρία Μπατσίλα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση συνέβη στα τέλη του 18ου αιώνα με την εφεύρεση της ατμομηχανής, που οδήγησε στη δημιουργία εργοστασίων και στην άνθιση της κλωστοϋφαντουργίας. Στα τέλη του 19ου αιώνα η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση χαρακτηρίστηκε από τη μαζική παραγωγή και από νέες βιομηχανίες, όπως του χάλυβα και της ηλεκτρικής ενέργειας. Ακολούθησε η Τρίτη Βιομηχανική επανάσταση στα τέλη του 20ου αιώνα με την εφεύρεση του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του διαδικτύου.

Τώρα, εν έτει 2022, βρισκόμαστε στις αρχές της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης, η οποία περιγράφει την ανάδυση της τεχνητής νοημοσύνης καθώς και το πώς αυτή ενσωματώνεται στους ανθρώπους. Αλλάζει τον τρόπο που ζούμε και εργαζόμαστε, φέρνει μεγάλες προκλήσεις αλλά και μεγάλες ευκαιρίες σε όλους τους τομείς και όλες τις εκφάνσεις της δημόσιας διοίκησης.

«Αναπτύσσεται ραγδαία δημιουργώντας ένα ευρύ φάσμα ευκαιριών μετασχηματισμού για τις επιχειρήσεις και την κοινωνία. Συστήματα τεχνητής νοημοσύνης, χρησιμοποιώντας πολυδιάστατα σύνολα δεδομένων, αξιοποιούνται σήμερα για την αξιολόγηση της πιστοληπτικής ικανότητας, για επενδυτικές αποφάσεις, διάγνωση ασθενειών, ακόμη και για την κατασκευή οχημάτων χωρίς οδηγό (self-driving cars)» (Καραμεσίνης, 2020).

«Σύμφωνα με την παγκόσμια μελέτη της PwC «Exploiting the AI Revolution», η τεχνητή νοημοσύνη, έως το 2030, εκτιμάται ότι μπορεί να συνεισφέρει έως και 15 τρισεκατομμύρια δολάρια στην παγκόσμια οικονομία. Όσο, όμως, η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης θα διευρύνεται παρέχοντας τη δυνατότητα να υποστηρίζει ολοένα και περισσότερο κρίσιμες αποφάσεις για την οικονομία και την κοινωνία, είναι αναμενόμενο να δημιουργείται προβληματισμός σχετικά με το πόσο έγκυρες, αμερόληπτες και κοινωνικά αποδεκτές είναι οι προβλέψεις τέτοιων συστημάτων. «Κλειδί» ως προς αυτό αποτελεί η δημιουργία εμπιστοσύνης, ότι δηλαδή ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης διαθέτει τα ακόλουθα τρία χαρακτηριστικά: είναι σύννομο, ώστε να συμμορφώνεται με νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις, δεοντολογικό,

ώστε να συμμορφώνεται με ηθικές αξίες και αξιόπιστο, καθώς τεχνικά σφάλματα ή κενά ασφαλείας μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπιθύμητες συνέπειες, ανεξαρτήτως προθέσεως» (Καραμεσίνης, 2020).

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Τεχνητή Νοημοσύνη

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Τεχνητή νοημοσύνη, δημόσια διοίκηση, δημόσιες υπηρεσίες.

ABSTRACT

The First Industrial Revolution occurred in the late 18th century with the invention of the locomotive, which led to the creation of factories and the flourishing of the textile industry. At the end of the 19th century the Second Industrial Revolution was characterized by mass production and new industries, such as steel and electricity. This was followed by the Third Industrial Revolution at the end of the 20th century with the invention of the computer and the internet.

Now, in the year 2022, we are at the beginning of the Fourth Industrial Revolution, which describes the emergence of artificial intelligence as well as how it is integrated into humans. It changes the way we live and work, brings great challenges but also great opportunities for all sectors and manifestations of public administration in general. It is growing rapidly creating a wide range of transformation opportunities for business and society.

According to PwC's global study "Exploiting the AI Revolution", artificial intelligence, by 2030, is estimated to contribute up to \$ 15 trillion to the global economy. But as the application of artificial intelligence expands to enable it to support increasingly critical decisions for the economy and society, it is expected that concerns will arise as to how valid, impartial and socially acceptable the predictions of such systems are. The "key" in this regard is to build trust that an artificial intelligence system has the following three characteristics: it is lawful to comply with laws and regulations, ethical to comply with ethical values, and credible as technical errors or gaps can lead to adverse effects, regardless of intent.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ταχεία ανάπτυξη και η αυξανόμενη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και των αλγοριθμικών εφαρμογών αλλάζει ραγδαία το τοπίο για την παροχή δημόσιων υπηρεσιών. Οι κινητές συσκευές που συνεργάζονται με εφαρμογές φέρνουν διαδικτυακές δημόσιες υπηρεσίες, όπου και αν βρίσκεται ο πολίτης.

Οι δικτυωμένες τεχνολογίες και οι τεχνολογίες WI-FI επιτρέπουν την ενσωμάτωση της παροχής πληροφοριών και τη συλλογή γεωκωδικοποιημένων δεδομένων με παραδοσιακά διοικητικά δεδομένα, δημιουργώντας σύνολα μαζικών δεδομένων για την οικοδόμηση γνώσεων σχετικά με πληθυσμούς και άτομα. Οι αυτοματοποιημένες διοικητικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων επεκτείνονται, με την τεχνητή νοημοσύνη (μέσω της μηχανικής μάθησης) να παρέχει πιο περίπλοκους τρόπους λήψης αποφάσεων σε όλο και πιο σύνθετες συνθήκες.

Η τεχνητή νοημοσύνη αλλάζει με ταχύτατο ρυθμό τον τρόπο με τον οποίο οι συναλλαγές και οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις είναι οργανωμένες στη σημερινή κοινωνία. *«Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης και οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των λειτουργιών τους διαδραματίζουν ολοένα και σημαντικότερο ρόλο στη λήψη υψηλής σπουδαιότητας, για την κοινωνία, αποφάσεων»* (Helbing, 2019).

«Η ικανότητα της τεχνητής νοημοσύνης να μιμείται ή να ανταγωνίζεται την ανθρώπινη νοημοσύνη στην επίλυση προβλημάτων την ξεχωρίζει από άλλες τεχνολογίες, καθώς πολλές γνωστικές εργασίες που εκτελούνται παραδοσιακά από τον άνθρωπο μπορούν να αντικατασταθούν και να ξεπεραστούν από μηχανές» (Bathae, 2018).

«Ενώ η τεχνολογία μπορεί να έχει θετικές επιπτώσεις για την ανθρωπότητα, οι εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να παράγουν απροσδόκητες και ακούσιες συνέπειες καθώς και να ενέχουν νέες μορφές κινδύνων, που πρέπει να διαχειριστούν αποτελεσματικά οι κυβερνήσεις. Ενώ τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μαθαίνουν από τα δεδομένα με την προσθήκη

προγραμματισμένων κανόνων, οι απρόβλεπτες καταστάσεις για τις οποίες το σύστημα δεν είχε εκπαιδευτεί να χειρίζεται καθώς και οι αβεβαιότητες στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπου και μηχανής μπορούν να οδηγήσουν τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης στην εμφάνιση απροσδόκητων συμπεριφορών που ενέχουν κινδύνους για την ασφάλεια των χρηστών τους» (Helbing, 2019).

Σε πολλά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης οι προκαταλήψεις σε δεδομένα και αλγόριθμους έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν διακρίσεις και άδικες αποφάσεις για ομάδες ατόμων σε πολλούς τομείς, όπως παραδείγματος χάριν σε ποινικές καταδίκες, οφειλές τραπεζικής πίστωσης και άλλα (Huq, 2019) (Kleinberg, Ludwig, Mullainathan, & Sunstein, 2019).

Η αυτόνομη φύση των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης παρουσιάζει ζητήματα γύρω από την πιθανή απώλεια της ανθρώπινης αυτονομίας και του ελέγχου στη λήψη αποφάσεων, η οποία μπορεί να αποφέρει ηθικά αμφισβητήσιμα αποτελέσματα σε πολλαπλές εφαρμογές, όπως η φροντίδα και η στρατιωτική μάχη (Taeihagh A. , Governance of artificial intelligence, 2021) (Hynek & Solovyeva, 2020).

Παραμένει ασαφές και υπό το πρίσμα πολλών νομικών πλαισίων το ποιος θα αναλάβει την ευθύνη για τυχόν ζημιές που προκύπτουν από τη χρήση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης (Xu & Borson, 2018) και την αυτοματοποίηση ρουτίνας και χειρωνακτικών εργασιών σε τομείς όπως η ανάλυση δεδομένων, υπηρεσίες, κατασκευή και οδήγηση που επιτρέπονται από αλγόριθμους μηχανικής εκμάθησης. Chatbots και οχήματα χωρίς οδηγό αναμένεται να μετατοπίσουν εκατομμύρια θέσεις εργασίας που δεν θα είναι ομοιόμορφα διανεμημένα εντός και μεταξύ των χωρών (Linkon, Trump, Poinsatte-Jones, & Florin, 2018) (Taeihagh & Lim, Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks, 2018). Η διαχείριση της κλίμακας και της ταχύτητας υιοθέτησης της τεχνητής νοημοσύνης και οι συνακόλουθοι κίνδυνοι αυτών γίνονται ολοένα και πιο κεντρικό έργο για τις κυβερνήσεις. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, οι δικαιούχοι αυτών των τεχνολογιών δεν αναλαμβάνουν την ευθύνη για το

κόστος των κινδύνων και αυτοί οι κίνδυνοι μεταφέρονται στην κοινωνία ή τις κυβερνήσεις.

Ενώ εμφανίζεται σημαντική βιβλιογραφία σχετικά με διάφορες πτυχές της τεχνητής νοημοσύνης, η διακυβέρνησή της, ωστόσο, είναι ένας αναδυόμενος μεν αλλά ελλιπής δε τομέας. Για να ενισχυθούν τα οφέλη της τεχνητής νοημοσύνης και να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι, οι κυβερνήσεις παγκοσμίως πρέπει να κατανοήσουν καλύτερα το εύρος και το βάθος των κινδύνων που γεννώνται. Υπάρχει ανάγκη επανεκτίμησης της αποτελεσματικότητας των παραδοσιακών προσεγγίσεων διακυβέρνησης όπως η χρήση κανονισμών, φόρων και επιδοτήσεων, τα οποία μπορεί να είναι ανεπαρκή λόγω της έλλειψης πληροφοριών και των συνεχών αλλαγών.

Αυτή η διπλωματική εργασία, μέσω βιβλιογραφικών αναφορών, επικεντρώνεται στη δυνατότητα βελτίωσης των δημόσιων υπηρεσιών, κάτι το οποίο μπορεί, υπό προϋποθέσεις, να παράσχει η τεχνητή νοημοσύνη. Πριν προχωρήσουμε, όμως, προκειμένου η παρούσα εργασία να μπορεί να διαβαστεί και να κατανοηθεί από όλους, ανεξαρτήτως γνώσεων και σπουδών, κρίνεται σκόπιμο να αποσαφηνιστεί ο όρος «τεχνητή νοημοσύνη» και να διαλευκανθούν οι διαφορές αυτής με άλλους σύμφυτους όρους.

Το πρώτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο ακριβώς σε αυτό το σκοπό ξεκινώντας, όμως, με μία ιστορική ανασκόπηση της τεχνητής νοημοσύνης. Στη συνέχεια δίνονται οι ορισμοί της μηχανικής μάθησης, της βαθιάς μάθησης, των νευρωνικών δικτύων, των μεγάλων δεδομένων καθώς και της αναπαράστασης της γνώσης και του συμπερασμού.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναδεικνύουν τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης για τη βελτίωση της δημόσιας διοίκησης: την αυτοματοποιημένη διοικητική λήψη αποφάσεων, τα chatbots και τη δημόσια διακυβέρνηση. Παρέχονται για το λόγο αυτό παραδείγματα αναδυόμενων χρήσεων ψηφιακών εργαλείων και διαδικασιών καθώς και τα πιθανά οφέλη που παρέχουν.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται οι τύποι των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από τις κυβερνήσεις.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τις προκλήσεις και τις παγίδες που μπορεί να επιφέρει η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης.

Τέλος, παρατίθενται τα συμπεράσματα που προκύπτουν μέσα από όλη τη μελέτη που έχει γίνει προκειμένου να ξεκινήσει η συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Κεφάλαιο 1: Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

1.1 Ορισμός

Δεν υπάρχει διεθνής, κοινά αποδεκτός ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης (εφεξής και TN), καθώς αυτός μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον στόχο της. Εδώ και 70 και πλέον χρόνια έχει δοθεί πληθώρα ορισμών.

Ως έννοια, η τεχνητή νοημοσύνη εδραιώθηκε το 1956 στο πανεπιστημιακό συνέδριο ονόματι «Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (DSRPAI)», που διοργανώθηκε από τους John McCarthy και Marvin Minsky στο Πανεπιστήμιο του Dartmouth των Η.Π.Α. Ο John McCarthy όρισε τον κλάδο αυτό της πληροφορικής ως *«επιστήμη και μεθοδολογία της δημιουργίας νοημόνων μηχανών»*.

Δεδομένου ότι δεν υπάρχει ένας μοναδικός και σαφής ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης, στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται ορισμοί με βάση την ανθρώπινη και την ορθολογιστική σκέψη και αντίστοιχα με βάση την ανθρώπινη και την ορθολογιστική συμπεριφορά, σύμφωνα με τους (Vasiljeva, Lulle, & Kreituss, 2021).

Είναι έκδηλο το γεγονός ότι υπάρχει μία τάση ανάμεσα σε προσεγγίσεις με επίκεντρο τον άνθρωπο και προσεγγίσεις που είναι επικεντρωμένες στον ορθολογισμό (Deshrande 2009). Στην επιστημονική κοινότητα έχει επικρατήσει η χρήση διαφόρων ορισμών που προσπαθούν να καλύψουν όσο πιο ορθά και ευρέως γίνεται τη σημασία της τεχνητής νοημοσύνης (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

Πίνακας 1: Ορισμοί τεχνητής νοημοσύνης βάσει της προσέγγισής τους (Vasiljeva, Lulle, & Kreituss, 2021)

Ανθρώπινη σκέψη	Ορθολογιστική σκέψη
<p>«Η συναρπαστική νέα προσπάθεια να κάνουμε τους υπολογιστές να σκέφτονται... μηχανές με μυαλό, στην πλήρη και κυριολεκτική έννοια» (Haugeland 1989)</p>	<p>«Η μελέτη των νοητικών ικανοτήτων μέσω της χρήσης των υπολογιστικών μοντέλων» (Charniak and McDermott 1985)</p>
<p>«Η αυτοματοποίηση των δραστηριοτήτων που συνδέουμε με την ανθρώπινη σκέψη, δραστηριότητες όπως λήψη αποφάσεων, επίλυση προβλημάτων, μάθηση» (Bellman 1978)</p>	<p>«Η μελέτη των υπολογιστών που καθιστά δυνατό να αντιλαμβανόμαστε, να σκεφτόμαστε και να ενεργούμε» (Winston 1992)</p>
Ανθρώπινη συμπεριφορά	Ορθολογιστική συμπεριφορά
<p>«Η τέχνη της δημιουργίας μηχανών που αποδίδουν λειτουργίες που απαιτούν ευφυΐα όταν εκτελούνται από ανθρώπους» (Kurzweil 1990)</p>	<p>«Ένα πεδίο μελέτης που επιδιώκει να εξηγήσει και μιμηθεί την ευφυή συμπεριφορά όσον αφορά στις υπολογιστικές διαδικασίες» (Schalkoff 1990)</p>
<p>«Η μελέτη του πώς να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα, στα οποία αυτή τη στιγμή οι άνθρωποι είναι καλύτεροι» (Rich and Knight 1991)</p>	<p>«Ο κλάδος της επιστήμης των υπολογιστών που αφορά στην αυτοματοποίηση των ευφυών συμπεριφορών» (Luger and Stubblefield 1993)</p>

Στη συνέχεια παρατίθενται μερικοί πρόσφατοι ορισμοί, οι οποίοι θεωρούνται πιο πλήρεις και έχουν υιοθετηθεί επισήμως από κυβερνητικά προγράμματα στην Ευρώπη και τις Η.Π.Α., τους οποίους έχουν συγκεντρώσει οι (Kiriakos, Misthou, Paliouras, Papadopetraki, & Amanatidis, 2021):

«Δεν υπάρχει ένας ενιαίος, σαφής ή γενικά αποδεκτός ορισμός της τεχνητής νοημοσύνης, αλλά πολλοί ορισμοί. Σε γενικές γραμμές, ωστόσο, η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται στην ευφυΐα που επιδεικνύουν οι μηχανές.» (Government Offices of Sweden: Ministry of Enterprise and Innovation, 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Η Τεχνητή Νοημοσύνη αναφέρεται σε συστήματα που εμφανίζουν έξυπνη συμπεριφορά αναλύοντας το περιβάλλον τους και αναλαμβάνοντας δράση - με κάποιο βαθμό αυτονομίας - για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.» (European Commission, 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Η TN είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται σε οποιοδήποτε μηχανήμα ή αλγόριθμο που είναι σε θέση να παρατηρεί το περιβάλλον του, να μαθαίνει, και να βασίζεται στη γνώση και την εμπειρία που αποκτήθηκε, αναλαμβάνοντας έξυπνη δράση ή προτείνοντας αποφάσεις. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες που εμπίπτουν σε αυτόν τον ευρύ ορισμό της TN. Προς το παρόν, οι τεχνικές μηχανικής μάθησης χρησιμοποιούνται ευρέως.» (Craglia et al., 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Η τεχνητή νοημοσύνη αναφέρεται σε συστήματα που παρουσιάζουν έξυπνη συμπεριφορά αναλύοντας το περιβάλλον τους και αναλαμβάνοντας ενέργειες - με κάποιο βαθμό αυτονομίας - για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Τα συστήματα που βασίζονται σε TN μπορούν να βασίζονται αποκλειστικά σε λογισμικό, να ενεργούν σε εικονικό κόσμο (π.χ. βοηθοί φωνής, λογισμικό ανάλυσης εικόνων, μηχανές αναζήτησης, συστήματα αναγνώρισης ομιλίας και προσώπου) ή η TN μπορεί να ενσωματωθεί σε συσκευές (π.χ. προηγμένα ρομπότ, αυτόνομα αυτοκίνητα, drone ή εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων).» (AI 4 Belgium, 2019) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει συστήματα που βασίζονται σε αλγόριθμους (μαθηματικοί τύποι) που αναλύοντας και εντοπίζοντας μοτίβα στα δεδομένα, μπορούν να προσδιορίσουν την πιο κατάλληλη λύση. Η συντριπτική

πλειονότητα αυτών των συστημάτων εκτελεί συγκεκριμένες εργασίες σε περιορισμένες εφαρμογές, π.χ. έλεγχος, πρόβλεψη και καθοδήγηση. Η τεχνολογία μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να προσαρμόζει τη συμπεριφορά της παρατηρώντας πώς επηρεάζεται το περιβάλλον από προηγούμενες ενέργειες της.» (Danish Government: Ministry of Finance and Ministry of Industry, Business and Financial Affairs, 2019, Larosse J. (Vanguard Initiatives Consult & Creation) for DG CNECT, 2017) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Η ΤΝ μπορεί να οριστεί ως η Επιστήμη και η Μηχανική που επιτρέπει τον σχεδιασμό και τον προγραμματισμό μηχανών ικανών να εκτελούν εργασίες που απαιτούν νοημοσύνη. Αντί να επιτυγχάνει γενική νοημοσύνη, η τρέχουσα τεχνητή νοημοσύνη επικεντρώνεται σε αυτό που είναι γνωστό ως ειδική τεχνητή νοημοσύνη, η οποία παράγει πολύ σημαντικά αποτελέσματα σε πολλούς τομείς εφαρμογής της, όπως η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας ή η τεχνητή όραση. Ωστόσο, από επιστημονική, θεωρητική και εφαρμοσμένη ερευνητική άποψη, η γενική τεχνητή νοημοσύνη παραμένει ο κύριος στόχος που πρέπει να επιτευχθεί, δηλαδή η δημιουργία ενός οικοσυστήματος με έξυπνα συστήματα ικανά να διεκπεραιώνουν πολλαπλές εργασίες ταυτόχρονα.» (Spanish Ministry of Science, Innovation and Universities, 2019) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Κάθε τεχνητό σύστημα που εκτελεί εργασίες υπό διαφορετικές και απρόβλεπτες συνθήκες χωρίς σημαντική ανθρώπινη επίβλεψη ή που μπορεί να μάθει από την εμπειρία και να βελτιώσει την απόδοση όταν εκτίθεται σε σύνολα δεδομένων» (United States Congress, 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Ένα τεχνητό σύστημα που αναπτύχθηκε σε λογισμικό υπολογιστή, φυσικό υλικό ή σε άλλο πλαίσιο που επιλύει εργασίες που απαιτούν ανθρώπινη αντίληψη, γνώση, προγραμματισμό, μάθηση, επικοινωνία ή φυσική δράση» (United States Congress, 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Ένα τεχνητό σύστημα σχεδιασμένο να σκέφτεται ή να ενεργεί σαν άνθρωπος, συμπεριλαμβανομένων γνωστικών αρχιτεκτονικών και νευρωνικών δικτύων» (United States Congress, 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Ένα σύνολο τεχνικών, συμπεριλαμβανομένης της μηχανικής μάθησης που έχει σχεδιαστεί για να προσεγγίζει μια γνωστική εργασία» (United States Congress, 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Ένα τεχνητό σύστημα σχεδιασμένο να λειτουργεί ορθολογικά, συμπεριλαμβανομένου ενός έξυπνου λογισμικού ή ενός ρομπότ που επιτυγχάνει στόχους χρησιμοποιώντας την αντίληψη, τον σχεδιασμό, τη συλλογιστική, τη μάθηση, την επικοινωνία, τη λήψη αποφάσεων και τη δράση» (United States Congress, 2018) (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

«Τεχνητή Νοημοσύνη είναι η μελέτη του πώς να κάνουμε τους υπολογιστές ικανούς να κάνουν πράγματα στα οποία προς το παρόν οι άνθρωποι τα καταφέρνουν καλύτερα» (Rich & Knight, 1990) (Γεωργούλη, 2015).

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως «η τεχνητή νοημοσύνη είναι ένα σύνολο αλγορίθμων, που δέχεται ερεθίσματα και δεδομένα τα οποία μπορεί να αναλύει και στα οποία μπορεί να εκπαιδεύεται (μηχανική μάθηση, deep learning) ώστε να ανταποκρίνεται αυτόνομα και με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο στη λειτουργία του (αυτόνομη κρίση), που μπορεί να έχει μόνο διάσταση λογισμικού (σε υπολογιστή) ή να συνοδεύεται και από υλικό μέρος (παραδείγματος χάριν ειδική κατασκευή ρομπότ) και που εμφανίζει τα γενικά χαρακτηριστικά της αντίληψης, της μάθησης και της επικοινωνίας» (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

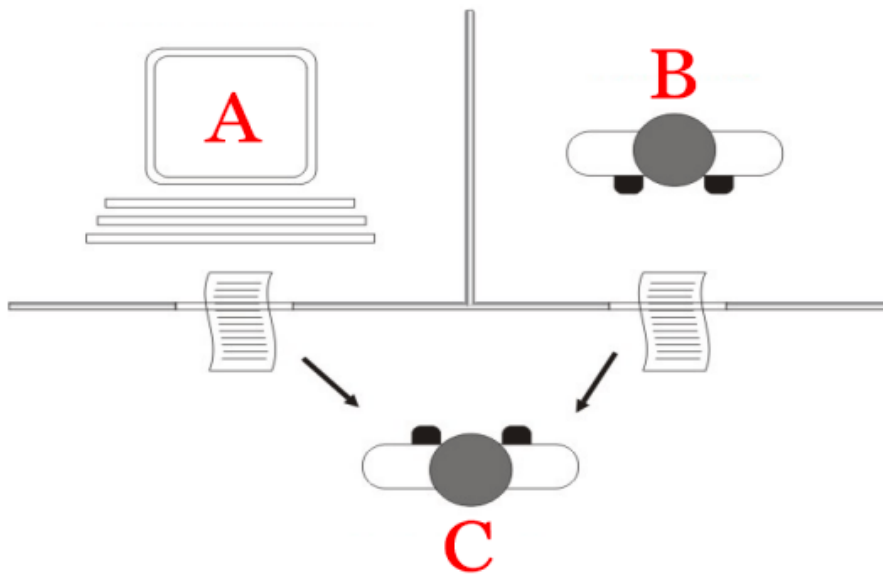
«Διαχωρίζεται σε περιορισμένη (weak) εάν η λειτουργία της αφορά ένα συγκεκριμένο καθήκον (παραδείγματος χάριν η Siri της Apple) ή ισχυρή (strong) εάν η λειτουργία της μοιάζει με τον ανθρώπινο εγκέφαλο και μπορεί πλέον όχι μόνο να επιλύει προβλήματα αλλά και να επιλέγει η ίδια τα προβλήματα που θα λύσει (IBM Cloud Education, 2020)» (Amanatidis, Kiriakos, Misthou, Paliouras, & Papadopetraki, 2021).

1.2 Ιστορική ανασκόπηση

Η ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης ξεκινάει ήδη από το 1950, οπότε και γεννήθηκε η ιδέα για μηχανές με νοημοσύνη. Ο Alan Turing, άγγλος μαθηματικός, στο άρθρο του «Computing Machinery and Intelligence» έκανε λόγο για μηχανές που μαθαίνουν και θέτει ερωτήματα για το αν μπορεί μία μηχανή να σκεφτεί. Στο ίδιο άρθρο παρουσίασε το «Παχνίδι της Μίμησης», το οποίο έγινε ταινία πάρα πολλά χρόνια αργότερα (το 2014) με τίτλο «The Imitation Game». Με πρωταγωνιστές τους Benedict Cumberbatch και Keira Knightley, σενάριο του Graham Moore και σκηνοθεσία του Morten Tyldum η ταινία είναι βασισμένη στον Alan Turing, ο οποίος κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου προσπαθεί να σπάσει τον γερμανικό κώδικα «Enigma» με την βοήθεια συναδέλφων μαθηματικών.

«Το παιχνίδι της μίμησης χρειάζεται τρία (3) άτομα. Έναν άνδρα (A), μία γυναίκα (B) και έναν εξεταστή ανεξαρτήτου φύλου. Οι κανόνες είναι απλοί: ο ανακριτής δεν γνωρίζει το φύλο των (A) και (B) και δεν έχει οπτική ή ακουστική επαφή μεταξύ τους. Σκοπός του είναι να ανακαλύψει το φύλο τους μέσα από ένα σύνολο ερωτήσεων. Όμως ο άνδρας και η γυναίκα δεν είναι υποχρεωμένοι να πουν την αλήθεια. Γνωρίζουν και οι δύο εκ των προτέρων ότι μπορούν να πουν ψέματα. Συγκεκριμένα ο άνδρας ενθαρρύνεται να λέει ψέματα συχνά και σε όποια έκταση θέλει. Σκοπός του είναι να παραπλανήσει τον εξεταστή. Προφανώς αυτό κάνει τη δουλειά του εξεταστή δύσκολη και μπορεί μάλιστα να καταλήξει και σε ένα λάθος συμπέρασμα. Αλλά το τεστ δεν ολοκληρώνεται μέχρι να αποφασίσει ο εξεταστής σε ποιο δωμάτιο βρίσκεται ο άνδρας και σε ποιο η γυναίκα. Το ερώτημα που θέτει ο Turing είναι: τι θα γινόταν αν αντικαθιστούσαμε τον ανακριτή με έναν υπολογιστή που θα ήταν ικανός να δώσει γραπτές απαντήσεις; Θα περέμενε το ίδιο το ποσοστό επιτυχίας του εξεταστή;» (ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ).

Εικόνα 1: Turing Test (Πηγή: www.myprivatetutor.ae)



Στο πέρασμα του χρόνου το παιχνίδι απλοποιήθηκε και σήμερα είναι γνωστό ως Turing Test και αποτελείται από έναν άνθρωπο και μία μηχανή. Για πολλούς αποτελεί το κριτήριο για το επίπεδο νοημοσύνης μίας μηχανής. Μάλιστα ο Turing είχε προβλέψει πως μέχρι το 2000 θα είχε αναπτυχθεί τεχνητή νοημοσύνη που θα μπορούσε να ξεγελάσει το 30% των ερωτώντων, έπειτα από πέντε λεπτά συζήτησης.

Το πρώτο πρόγραμμα που κατάφερε να περάσει το συγκεκριμένο τεστ θεωρείται πως είναι το ELIZA που έφτιαξε το 1976 ο Αμερικανός προγραμματιστής και καθηγητής στο MIT Joseph Weizenbaum και με το οποίο κατάφερε να πείσει τη γραμματέα του πως συνομιλούσε με εκείνον.

Έκτοτε, ακολούθησαν και άλλα προγράμματα τα οποία έδειξαν, μεταξύ άλλων, πως ο έλεγχος Turing παρόλο που μπορεί να αποδείξει πως οι άνθρωποι μπορούν να ξεγελαστούν από μηχανές, ωστόσο δεν απαντά στα σύγχρονα ερωτήματα για την τεχνητή νοημοσύνη, όπως τις συνέπειές της, αλλά ούτε προβλέπει το πότε θα επιτευχθεί. Εάν και τα προγράμματα που προσπαθούν μέχρι σήμερα να περάσουν το συγκεκριμένο τεστ είναι αναμφίβολα αξιοθαύμαστα δεν επιδεικνύουν την ανθρώπινη ικανότητα της αλληλεπίδρασης με τον εξωτερικό κόσμο ενώ ένας προσεκτικός παρατηρητής με τις κατάλληλες ερωτήσεις θα καταφέρει να διαπιστώσει πως πρόκειται για μηχανές.

Το 1970 ο Hyman Minsky, αμερικανός οικονομολόγος, δήλωσε ότι μέσα σε 3 (τρία) με 8 (οκτώ) χρόνια (1973-1978) θα έχουμε το πρώτο μηχάνημα τεχνητής νοημοσύνης, κάτι που δυστυχώς δεν έγινε. Ο τομέας της τεχνητής νοημοσύνης κατάφερε να αποσπάσει μεγάλη χρηματοδότηση το 1974, ωστόσο οι υπολογιστές τότε ήταν ακόμα πολύ αδύναμοι και τα αποτελέσματα που υπόσχονταν οι ερευνητές δεν κατάφεραν να πραγματοποιηθούν. Την ίδια χρονιά ήρθε και ο «χειμώνας της τεχνητής νοημοσύνης», αφού η χρηματοδότηση σταμάτησε την στιγμή που είχε ξεκινήσει.

Στο μεταξύ υπάρχει εξέλιξη των αλγορίθμων και των μαθηματικών μοντέλων και το 1980 «ξεκινάει πάλι η χρηματοδότηση με τους John Hopfield και David Rumelhart, οι οποίοι δημοσίευσαν τεχνικές βαθιάς μάθησης (deep learning), οι οποίες κάνουν τους υπολογιστές να μαθαίνουν βάσει των εμπειριών τους. Το ιαπωνικό κράτος χρηματοδότησε την έρευνα για την τεχνητή νοημοσύνη από το 1982 μέχρι και το 1990. Όμως, οι υπολογιστές δεν ήταν ακόμα σε θέση να αποπληρώσουν το κόστος της έρευνας με αποτέλεσμα στις αρχές του 1990 να έχουμε τον «δεύτερο χειμώνα της τεχνητής νοημοσύνης», ο οποίος και διήρκησε μέχρι το 1997» (<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/>).

«Τη χρονιά αυτή έχουμε και τα πρώτα ελπιδοφόρα αποτελέσματα με τη δημιουργία του πρώτου λογισμικού αναγνώρισης φωνής και τον υπολογιστή της IBM ονόματι «Deep Blue», ο οποίος νίκησε στις 11 Μαΐου 1997 τον πρωταθλητή σκακιού Garry Kasparov στο ίδιο του το παιχνίδι. Έκτοτε οι δυνατότητες των υπολογιστών αυξάνονται με εκθετικό ρυθμό και όλο και περισσότερες εφαρμογές κάνουν χρήση τεχνικών υπολογιστικής νοημοσύνης σε πάρα πολλά επιστημονικά πεδία» (<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/>).

Κάπως έτσι φτάνουμε στο σήμερα. Ενώ είμαστε ακόμη μακριά από τη δημιουργία ενός συστήματος το οποίο «θα λειτουργεί χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση για ένα πολύ μεγάλο εύρος προβλημάτων, τα μέχρι σήμερα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μας έχουν ξεπεράσει κατά πολύ στην αντιμετώπιση στοχευμένων προβλημάτων, όπως οι προβλέψεις μελλοντικών

γεγονότων βάσει στατιστικής ανάλυσης δεδομένων, βιντεοπαιχνίδια και άλλα» (<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/>).

1.3 Μηχανική Μάθηση (Machine Learning) - Ορισμός

«Η μηχανική μάθηση είναι ο τρόπος με τον οποίο ένα υπολογιστικό σύστημα μπορεί να αποκτήσει τεχνητή νοημοσύνη. Ονομάζεται μάθηση γιατί θυμίζει τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι άνθρωποι παρατηρώντας μία κατάσταση. Πρακτικά, δηλαδή, έχουμε υπολογιστές που παίρνουν αποφάσεις για τις οποίες δεν προγραμματίστηκαν επακριβώς» (<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/>). Έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για την μηχανική μάθηση, δύο (2) από τους οποίους παρατίθενται ακολούθως.

Σύμφωνα με τον αμερικανό προγραμματιστή και πρωτοπόρο στον τομέα Arthur Samuel (1959) «*machine learning είναι ο κλάδος που δίνει στους υπολογιστές τη δυνατότητα να μαθαίνουν χωρίς να έχουν προγραμματιστεί λεπτομερώς*», δηλαδή χωρίς να έχουν προγραμματιστεί βάσει αναλυτικών κανόνων, ορισμένων και γραμμένων από τους ανθρώπους. Ένας άλλος χρήσιμος και ίσως πιο περιεκτικός ορισμός έχει δοθεί από τον Tom Mitchell (1997), σύμφωνα με τον οποίο «*ένα πρόγραμμα υπολογιστή λέμε ότι μαθαίνει από την εμπειρία E αναφορικά με μία εργασία T και ένα μέτρο απόδοσης P , εάν η απόδοσή του στην εργασία T , όπως μετρείται από το μέτρο P , βελτιώνεται με την εμπειρία E* ».

Παρατίθεται ένα απλό παράδειγμα:

Όλες οι υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου έχουν έναν ειδικό κάδο για μηνύματα spam, δηλαδή ανεπιθύμητη αλληλογραφία. Τις περισσότερες φορές ένα spam e-mail πηγαίνει αυτομάτως στον κάδο με την ανεπιθύμητη αλληλογραφία χωρίς να πατήσουμε οποιοδήποτε πλήκτρο. Αυτό συμβαίνει γιατί κάθε e-mail που λαμβάνουμε περνάει από ένα ειδικό φίλτρο για spam e-mail. Αυτό αποτελεί μία απλή machine learning εφαρμογή, η οποία λειτουργεί ως εξής: Αρχικά κατασκευάζουμε ένα σύνολο από πολλά e-mail μαζί με την ετικέτα τους, αν είναι δηλαδή spam ή κανονικά ηλεκτρονικά μηνύματα. Το σύνολο αυτό ονομάζεται σύνολο εκπαίδευσης (training set) γιατί ακριβώς

χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του αλγορίθμου. Σε αυτή τη φάση ο αλγόριθμος μαθαίνει να αναγνωρίζει το μοτίβο που χρησιμοποιούν οι spamer στα e-mail τους, όπως συγκεκριμένες λέξεις, φράσεις, δομή κ.λ.π. Έτσι, όταν έρχεται ένα νέο e-mail, ο αλγόριθμος (spam filter) εντοπίζει το μοτίβο και κάνει μία πρόβλεψη για το είδος του εισερχόμενου μηνύματος, αν είναι δηλαδή ανεπιθύμητο ή όχι.

Με βάση, λοιπόν, τον ορισμό του Tom Mitchell, η αναγνώριση spam e-mail είναι η εργασία T, τα παραδείγματα spam και μη spam είναι η εμπειρία E και τέλος το ποσοστό σωστά κατηγοριοποιημένων e-mail είναι το μέτρο απόδοσης Π, το οποίο και προφανώς θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε.

Εικόνα 2: www.lifewire.com

Αναφορά ως ανεπιθύμητου μηνύματος



1.3.1 Γιατί χρησιμοποιείται;

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους το machine learning προτιμάται έναντι άλλων τρόπων προγραμματισμού. Καταρχήν, μπορούν να λυθούν σύνθετα προβλήματα, τα οποία δεν έχουν γνωστό αλγόριθμο ή είναι πολύ δύσκολο να αντιμετωπισθούν με παραδοσιακές τεχνικές προγραμματισμού, όπως η αναγνώριση ομιλίας. Επίσης, είναι συντομότερα και ίσως πιο ακριβή στις προβλέψεις. Τέλος, μπορούν να βοηθήσουν και εμάς τους ανθρώπους να μάθουμε, εφαρμογές όπως παραδείγματος χάριν το data mining, το οποίο

μπορεί να εντοπίσει χρήσιμες πληροφορίες μέσα από τεράστιους όγκους δεδομένων.

1.3.2 Εφαρμογές

Τεχνολογίες machine learning βρίσκουμε στο ηλεκτρονικό εμπόριο με chatbots και συστήματα σύστασης προϊόντων σε ιστοσελίδες, σε virtual assistance, όπως η «Alexa» της Amazon, ο «Assistant» της Google και η «Siri» της Apple. Σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης με εφαρμογές όπως η αναγνώριση προσώπου στο Facebook και το Instagram, στις μεταφορές όπου μπορούν να εντοπίσουν κυκλοφοριακή συμφόρηση και να ανανεώσουν άμεσα το χάρτη, στον οικονομικό τομέα, όπου μπορούν ειδικοί αλγόριθμοι μπορούν να εντοπίσουν ύποπτες συναλλαγές και να μας ενημερώσουν εγκαίρως. Επίσης, στον τομέα της υγείας χρησιμοποιείται για ανακάλυψη νέων φαρμάκων, διαγνώσεις υψηλής ταχύτητας, έξυπνη υγειονομική περίθαλψη κ.ά. Επιπλέον, *«χάρη στο λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης που υποστηρίζεται από την ΕΕ και ονομάζεται InferRead™ CT Lung COVID-19, οι γιατροί δεν είναι πλέον μόνοι τους στον αγώνα. Έντεκα νοσοκομεία στην Ευρώπη, μεταξύ των οποίων τα νοσοκομεία του δρ Ohana και του δρ Escobar, έχουν λάβει το λογισμικό στο πλαίσιο πιλοτικού προγράμματος της ΕΕ που παρέχει πρόσβαση σε ψηφιακές υπηρεσίες υγείας υψηλής ποιότητας»* (Ευρωπαϊκή Επιτροπή).

1.3.3 Κατηγορίες Συστημάτων

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια βάσει των οποίων μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους αλγόριθμους του machine learning. Ίσως το πιο σημαντικό και συνάμα το πιο ενδιαφέρον είναι το πώς εκπαιδεύεται ο αλγόριθμος, καθώς οι τρεις (3) κατηγορίες που προκύπτουν είναι σχετικά με το πώς μαθαίνουμε εμείς οι άνθρωποι.

Πρώτον, έχουμε την επιβλεπόμενη μάθηση (supervised learning), όπου η επίβλεψη εντοπίζεται στο ότι εκπαιδεύουμε τον αλγόριθμό μας σε label data, δηλαδή σε δεδομένα μαζί με τις ετικέτες. Αφού ο αλγόριθμος εκπαιδευτεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει προβλέψεις σε νέα δεδομένα χωρίς

την ετικέτα τους (unlabeled data). Αυτός ο τρόπος θυμίζει κατά πολύ το πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι υπό την επίβλεψη ενός γονέα ή ενός δασκάλου.

Δεύτερον, έχουμε την μη επιβλεπόμενη μάθηση (unsupervised learning). Ο αλγόριθμος σε αυτή την περίπτωση αναζητά συσχετίσεις ή ομάδες σε έναν όγκο δεδομένων χωρίς αρχικά να γνωρίζει αν υπάρχουν ή πόσες είναι.

Τρίτον, έχουμε την ενισχυτική μάθηση (reinforcement learning) κατά την οποία ο αλγόριθμός μας αναπτύσσει μία στρατηγική ενεργειών μέσω της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον. Πολλά ρομπότ μαθαίνουν να περπατούν με αυτού τους είδους τη μάθηση.

1.3.4 Συμπερασματικά

«Η Μηχανική Μάθηση είναι ένα ισχυρό εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης που μας επιτρέπει να επεξεργαστούμε τεράστια μεγέθη δεδομένων δίνοντας νόημα σε έναν σύνθετο κόσμο, μετασχηματίζοντας σχεδόν το σύνολο των επιχειρήσεων/οργανισμών λύνοντας προηγουμένως άλυτα προβλήματα. Φυσικά, οι άνθρωποι θα συνεχίσουν να έχουν ρόλο είτε επικυρώνοντας μια διαπίστωση (παραδείγματος χάριν την ανίχνευση απάτης) είτε εκτελώντας μια ενέργεια (παραδείγματος χάριν την ακύρωση μιας συναλλαγής)» (<https://doukas.edu.gr/>, 2020).

1.4 Βαθιά Μάθηση (Deep Learning) - Ορισμός

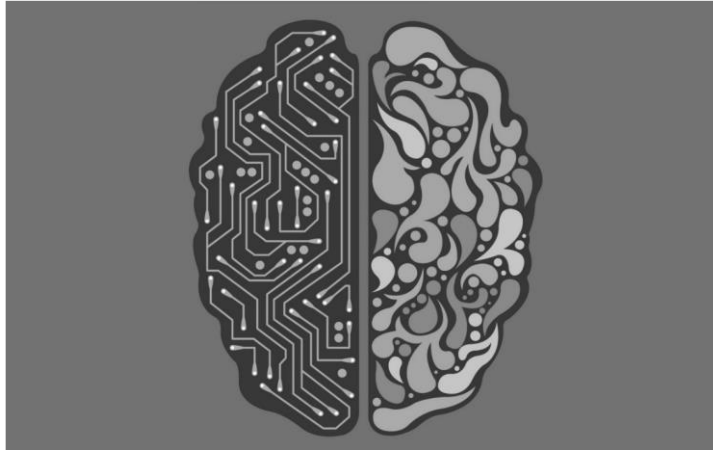
Η «βαθιά μάθηση» (deep learning) «είναι ένας ειδικός τύπος μηχανικής μάθησης. Πρόκειται, δηλαδή, για ένα πεδίο που εξετάζει τους αλγορίθμους υπολογιστών που μαθαίνουν και βελτιώνονται μόνοι τους (Machuga, 2017). Με άλλα λόγια είναι απλά ένας άλλος τρόπος για να περιγράψουμε τα μεγάλα νευρωνικά δίκτυα, μια τεχνολογία που συναντάμε κάθε μέρα όταν κάνουμε περιήγηση στο διαδίκτυο ή ακόμα και όταν χρησιμοποιούμε το κινητό μας τηλέφωνο. Η κατάρτιση ενός μοντέλου βαθιάς μάθησης απαιτεί πολλά δεδομένα. Μάλιστα όσο περισσότερα είναι τα δεδομένα με τα οποία τροφοδοτείται τόσο πιο ακριβές θα είναι και το μοντέλο deep learning» (<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/>).

«Οι επιστήμονες έχουν καταφέρει να προσεγγίσουν όλο και περισσότερο την κατασκευή μοντέλων βαθιάς μάθησης που έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια και που μπορούν να μάθουν χωρίς επίβλεψη. Έτσι το deep learning θα γίνει ταχύτερο και θα απαιτεί λιγότερη δουλειά. Αυτό φυσικά σημαίνει μεγαλύτερα και καλύτερα πράγματα για το μέλλον αυτών των μοντέλων (Sadegh Norouzzadeh, et al., 2017). Τα τελευταία χρόνια η βαθιά μάθηση προτιμάται περισσότερο από την κλασική μηχανική μάθηση για τα προβλήματα τεχνητής νοημοσύνης. Ο λόγος για αυτό είναι ότι το deep learning έχει επανειλημμένα αποδείξει ότι έχει καλύτερη απόδοση σε μια ευρεία ποικιλία λειτουργιών, όπως στη φυσική γλώσσα και τα παιχνίδια. Παρόλο που το deep learning έχει τόσο υψηλές επιδόσεις εξακολουθούν να υπάρχουν μερικά πλεονεκτήματα στη χρήση της κλασικής μηχανικής μάθησης και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι προτιμότερη για χρήση» (<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/>).

1.5 Νευρωνικά Δίκτυα (Neural Networks) - Ορισμός

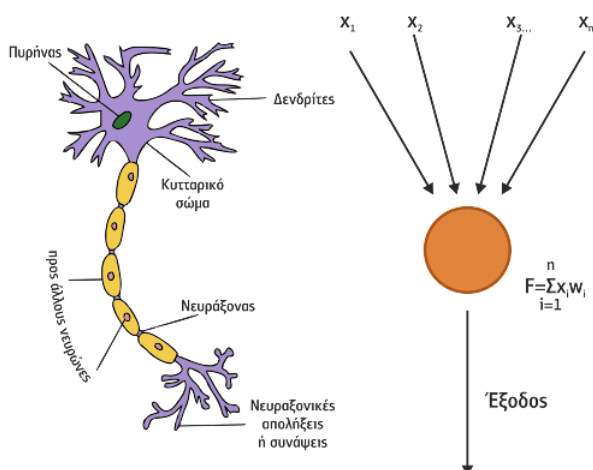
Τα Νευρωνικά Δίκτυα είναι η προσπάθεια να προσομοιώσουμε τον υπολογιστή με τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Εικόνα 3: © Seanbatty / Pixabay



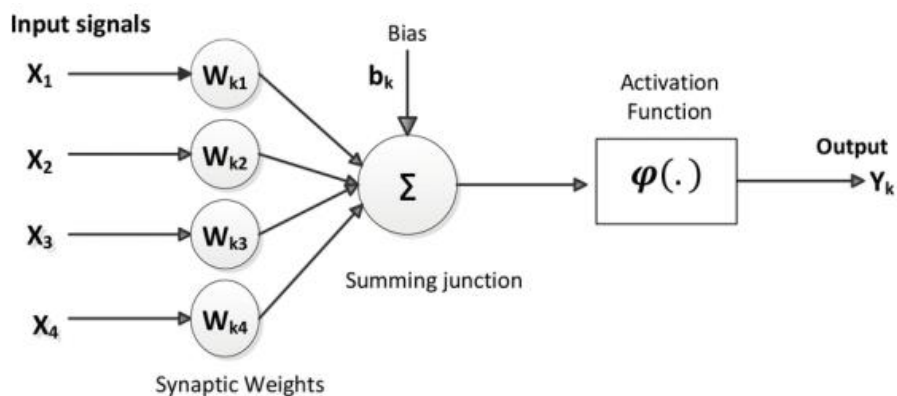
Το στοιχειώδες υπολογιστικό εργαλείο του εγκεφάλου είναι το νευρωνικό κύτταρο (ή νευρώνας). Ο εγκέφαλός μας αποτελείται από νευρώνες και νευρωνικές συνάψεις. «Ο νευρώνας δέχεται εισόδους (από άλλους νευρώνες) μέσω των δενδριτών. Εκτελείται μία ενέργεια στη σύναψη, η οποία παράγει την τελική είσοδο που θα φτάσει στον πυρήνα του νευρώνα. Ο πυρήνας του νευρώνα μαζεύει όλα τα σήματα από τις συνάψεις και παράγει την έξοδο του νευρώνα. Η έξοδος αυτή μεταφέρεται μέσω του άξονα και «σπάει» σε δενδρίτες, οι οποίοι είναι εισοδοί σε επόμενους νευρώνες» (<https://www.slideshare.net/>, 2022).

Εικόνα 4: http://repfiles.kallipos.gr/html_books/93/04a-main.html



Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι δηλαδή ένας πολύ περίπλοκος γράφος¹, που αποτελείται από κόμβους και οι κόμβοι αυτοί ονομάζονται νευρώνες. Ένα δίκτυο ενός υπολογιστικού νευρώνα ακολουθεί την παρακάτω δομή:

Εικόνα 5: <https://ikee.lib.auth.gr/record/320586/files/Kazaklari%20Fourkiotis.pdf>



Το Νευρωνικό Δίκτυο είναι μία μέθοδος επίτευξης βαθιάς μάθησης.

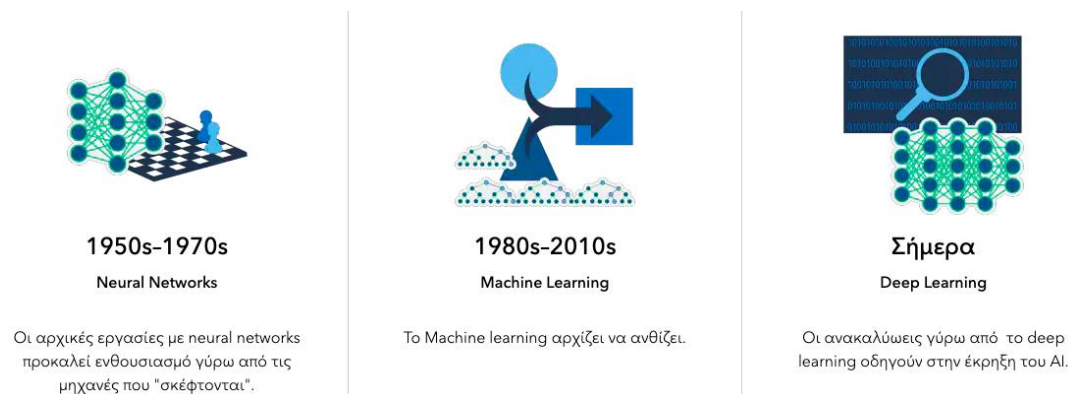
¹ Γράφος: Στα διακριτά μαθηματικά, ένας γράφος ή ένα γράφημα είναι μια αφηρημένη αναπαράσταση ενός συνόλου στοιχείων, όπου μερικά ζευγάρια στοιχείων συνδέονται μεταξύ τους με δεσμούς. Τα διασυνδεδεμένα στοιχεία αναπαριστώνται με μαθηματικές έννοιες οι οποίες ονομάζονται κορυφές ενώ οι δεσμοί που συνδέουν τα ζευγάρια των κορυφών ονομάζονται ακμές. Συνήθως, ένα γράφημα απεικονίζεται σε διαγραμματική μορφή ως ένα σύνολο κουκκίδων για τις κορυφές, ενωμένα μεταξύ τους με γραμμές ή καμπύλες για τις ακμές. Τα γραφήματα είναι ένα από τα αντικείμενα μελέτης στα διακριτά μαθηματικά.

1.6 Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)

Αυτό που έκανε την τεχνολογία να εκτοξευθεί είναι τα Μεγάλα Δεδομένα (Big Data). Μέχρι και πριν 100 χρόνια η διαθέσιμη πληροφορία που υπήρχε διπλασιαζόταν κάθε 100 χρόνια. Πρόσφατα ο πολλαπλασιασμός των δεδομένων που είναι διαθέσιμα πήγε στα 12 έτη. Με το Internet of Things που είναι άλλη μία εκ των τεχνολογιών που συνθέτουν την 4η Βιομηχανική Επανάσταση ο αριθμός αυτός έπεσε στις 12 ώρες.

Τα Μεγάλα Δεδομένα είναι αυτά που επιτρέπουν στην τεχνολογία της Μηχανικής μάθησης να κάνει ό,τι κάνει σήμερα. Στην Machine Learning κοινότητα είναι πολύ γνωστή η εξής φράση: «Δεν υπάρχουν καλύτερα δεδομένα από τα περισσότερα δεδομένα». Δηλαδή όσα περισσότερα δεδομένα διαθέτουμε για να εκπαιδεύσουμε τα Νευρωνικά Δίκτυα τόσο καλύτερη θα είναι και η επίδοσή τους.

Εικόνα 6: https://www.sas.com/el_gr/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html



1.7 Αναπαράσταση γνώσης και συμπερασμός (Knowledge representation and reasoning)

1.7.1 Αναπαράσταση γνώσης (Knowledge representation)

«Στο χώρο της επίλυσης προβλημάτων, κυρίως του πραγματικού κόσμου, η καταλληλότητα της επιλεγμένης μεθόδου για την αναπαράσταση της γνώσης που υπάρχει σχετικά με ένα πρόβλημα είναι θεμελιώδους σημασίας, όταν αυτό πρόκειται να επιλυθεί μέσω συστημάτων διαχείρισης της γνώσης, όπως είναι, για παράδειγμα, τα έμπειρα συστήματα» (Παπαταξιάρχης Βασίλειος Ε., 2018).

«Η γνώση αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της ανθρώπινης συμπεριφοράς, της οποίας τα ευφυή στοιχεία προσπαθεί ο άνθρωπος να μεταδώσει σε μια υπολογιστική μηχανή» (Παπαταξιάρχης Βασίλειος Ε., 2018).

«Γενικά, αναπαράσταση (representation) είναι το σύνολο των συντακτικών και σημασιολογικών παραδοχών που συγκροτούν μια οντολογία η οποία καθιστά δυνατή την περιγραφή ενός κόσμου ή μιας συγκεκριμένης κατηγορίας πραγμάτων με χρήση μιας συγκεκριμένης γλώσσας, η οποία διαθέτει το δικό της συντακτικό και τη δική της σημασιολογία. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι ο όρος αναπαράσταση διαφέρει από τον όρο περιγραφή με τον οποίο εννοούμε τη χρήση των παραδοχών για την αναπαράσταση ενός συγκεκριμένου στοιχείου μιας κατηγορίας. Η αναπαράσταση αντιστοιχεί στον προσδιορισμό μίας σύνταξης μέσω της οποίας περιγράφεται μια κατηγορία στοιχείων ενώ η περιγραφή αφορά ένα αποτυπωμένο, μέσω αυτής της σύνταξης, στοιχείο της κατηγορίας σε κάποιο συγκεκριμένο» (Γεωργούλη, 2015).

Η γνώση διαφέρει ως έννοια και από τα δεδομένα και από την πληροφορία (βλέπε παρακάτω πίνακα) (Γεωργούλη, 2015):

Εικόνα 7: Η πυραμίδα της γνώσης (Γεωργούλη, 2015)



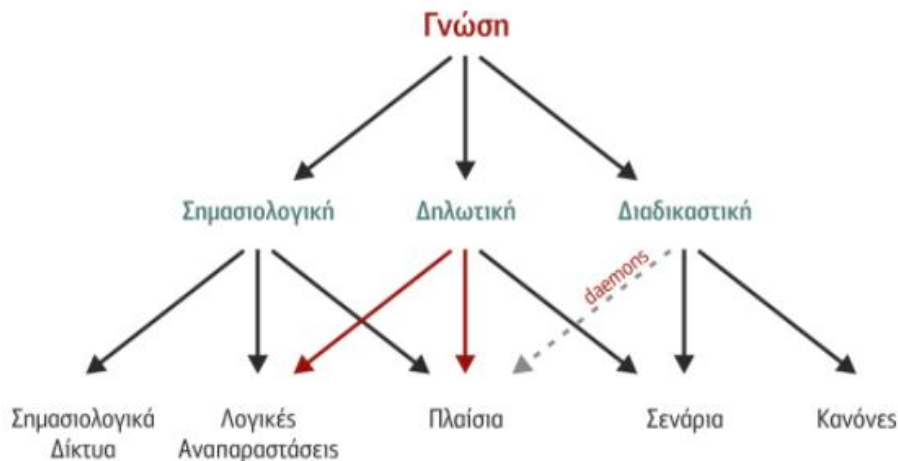
«Ο καλύτερος τρόπος να εκφράσουμε τη γνώση είναι η φυσική γλώσσα. Για να γίνει, όμως, επεξεργάσιμη από έναν υπολογιστή, χρειάζεται να επιλεγεί πρώτα ο κατάλληλος τρόπος αποτύπωσής της μέσω κάποιου είδους αναπαράστασης και ακολούθως ένας φορμαλισμός, δηλαδή μιας τεχνητή γλώσσα με το δικό της συντακτικό και τη δική της σημασιολογία, προκειμένου η αναπαράσταση αυτή να καταστεί κατανοητή από τον υπολογιστή. Δεδομένης της διαφοράς μεταξύ γνώσης, δεδομένων και πληροφοριών, είναι ευνόητο ότι οι μέθοδοι αναπαράστασης της γνώσης πρέπει να διαφέρουν από τις μεθόδους μορφοποίησης των δεδομένων και των πληροφοριών. Η αναπαράσταση της γνώσης (knowledge representation) που χρησιμοποιείται για την επίλυση ενός προβλήματος μέσα στο χώρο της ΤΝ πρέπει να διαθέτει ένα μονοσήμαντο και τυποποιημένο συμβολισμό που να δίνει μία ακριβή διερμηνεία χωρίς συμφραζόμενα και να μπορεί να συνδυαστεί κατάλληλα με μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων (στρατηγική αναζήτησης - συλλογιστική)» (Γεωργούλη, 2015).

«Για την αναπαράσταση της γνώσης, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται μία μονοσήμαντη και τυποποιημένη σύνταξη, ένας φορμαλισμός που, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, πρέπει να δίνει μια ακριβή αναπαράσταση με νόημα (κατανόηση εννοιολογικού πλαισίου), χωρίς συμφραζόμενα, με κατανοητή

πρόθεση, χωρίς ασάφειες, με δυνατότητα να συνδυαστεί κατάλληλα με μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων (στρατηγική αναζήτησης - συλλογιστική)» (Γεωργούλη, 2015).

«Σημαντικότερες μέθοδοι αναπαράστασης που έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο της ΤΝ είναι τα Σχήματα Λογικής Αναπαράστασης, όπως ο προτασιακός λογισμός, ο κατηγορηματικός λογισμός, οι Δομημένες Μορφές Αναπαράστασης Γνώσης, όπως τα σημασιολογικά δίκτυα, οι εννοιολογικοί χάρτες, τα πλαίσια και τα σενάρια και τέλος οι Κανόνες» (Γεωργούλη, 2015).

Εικόνα 8: Είδη γνώσης και μέθοδοι αναπαράστασής τους (Γεωργούλη, 2015)



«Οι μεθοδολογίες αναπαράστασης γνώσης που έχουν προταθεί στο πλαίσιο ανάπτυξης συστημάτων βασισμένων σε γνώση (knowledge-based systems) μπορούν να διακριθούν σε δύο βασικές κατηγορίες. Η πρώτη οικογένεια αφορά τις γλώσσες που είναι προσανατολισμένες στο πεδίο της κλασικής λογικής (classical logic), ενώ η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει μεθοδολογίες βασισμένες στο λογικό προγραμματισμό (logic programming). Ένα πλήθος φορμαλισμών με τα αντίστοιχα εργαλεία συμπερασμού έχει προταθεί και στις δύο περιπτώσεις, προσφέροντας διαφορετικά επίπεδα εκφραστικής δύναμης και δυνατότητες συμπερασμού. Το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα η ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών να γίνει μία περίπλοκη διαδικασία επιλογής κατάλληλης γλώσσας και εργαλείων» (Γεωργούλη, 2015).

«Με τον όρο «συστήματα βασισμένα σε γνώση» (knowledge based systems) αναφερόμαστε συνήθως σε υπολογιστικά συστήματα που εκμεταλλευόμενα γνώση που αφορά ένα πεδίο εφαρμογής φιλοδοξούν να παίξουν το ρόλο του ειδικού πάνω στο συγκεκριμένο τομέα. Ο βασικός στόχος αυτών των συστημάτων είναι να μοντελοποιήσουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων του ειδικού και να προσομοιώσουν-μιμηθούν ανάλογα τη συμπεριφορά του σε καταστάσεις που αφορούν το πεδίο της εφαρμογής. Ένα βασικό πλεονέκτημα των συστημάτων βασισμένων σε γνώση έγκειται στο γεγονός πως μπορούν να συνδυάσουν γνώση που προέρχεται από περισσότερους του ενός ειδικούς. Αυτό σημαίνει πως έχουν στη διάθεσή τους μεγαλύτερο όγκο γνώσης του πεδίου που μπορεί να οδηγήσει σε ποιοτικότερη και πιο αντικειμενική λήψη αποφάσεων. Επίσης, η καταγραφή της γνώσης αυξάνει τις δυνατότητες διαχείρισης και μεταφοράς της σε μεγαλύτερο πλήθος ανθρώπων» (Γεωργούλη, 2015).

Παράλληλα, μιας και η διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι καθορισμένη, τα συστήματα αυτά λαμβάνουν υπόψη τους όλες τις παραμέτρους που έχουν προσδιοριστεί ως κρίσιμες για τη λήψη μίας απόφασης. Ιδανικά, ένα σύστημα βασισμένο σε γνώση θα μπορούσε να αντικαταστήσει τον ειδικό του συγκεκριμένου πεδίου.

«Ωστόσο, η πρακτική εφαρμογή αντίστοιχων συστημάτων έχει δείξει πως υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί για την επίτευξη του παραπάνω στόχου. Συγκεκριμένα, ο άνθρωπος έχει αποδειχθεί ικανότερος από τον υπολογιστή στη συνδυαστική σκέψη, καθώς προσαρμόζεται γρήγορα και επιτυχώς σε αλλαγές καταστάσεων. Επίσης, η γνώση που διαθέτει ένας άνθρωπος δεν περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής, γεγονός που σε πολλές περιπτώσεις παίζει καθοριστικό ρόλο στη λήψη μίας κρίσιμης απόφασης. Αντίθετα, τα συστήματα αυτά χειρίζονται γνώση περιορισμένη στο πεδίο της εφαρμογής τους. Η γενική ικανότητα της ανθρώπινης αντίληψης δύσκολα προσομοιώνεται από ένα υπολογιστικό σύστημα και ειδικότερα από ένα σύστημα που είναι προσανατολισμένο στην επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων» (Γεωργούλη, 2015).

1.7.2 Συμπερασμός (Reasoning)

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης, και πιο συγκεκριμένα στον Σημασιολογικό Ιστό, υπάρχουν δύο βασικοί μηχανισμοί: οι μηχανές συμπερασμού (reasoning engines) και οι μηχανές κανόνων (rules engines). Η διαφοροποίησή τους έγκειται στον τρόπο λειτουργίας τους και στο είδος των νέων συμπερασμάτων που μπορούν να παράγουν (Παπαταξιάρχης Βασίλειος Ε., 2018).

Μια μηχανή κανόνων, εν γένει, περιλαμβάνει μια Βάση Γνώσης (Knowledge Base, KB) η οποία περιέχει τόσο το μοντέλο του κόσμου που μας ενδιαφέρει όσο και τους κανόνες με βάση τους οποίους γίνεται η συλλογιστική (reasoning). Ο κάθε κανόνας αποτελείται από δύο μέρη εκ των οποίων το πρώτο περιέχει τα κατηγορήματα (μπορεί να είναι και σύνθετα) που αποτελούν το σώμα του κανόνα. Το πρώτο μέρος ονομάζεται antecedent. Το δεύτερο μέρος, που ονομάζεται consequence, αποτελεί την γνώση που παράγεται εφόσον το πρώτο μέρος επαληθεύεται από τη δεδομένη βάση γνώσης. Πολλές φορές το επακόλουθο ενός κανόνα αποτελεί κατηγορήματα ενός άλλου, οπότε σε τέτοιες περιπτώσεις προκαλείται αλυσιδωτή επαλήθευση κανόνων. Ειδικότερα, για εφαρμογές του Σημασιολογικού Ιστού έχουν αναπτυχθεί από την ερευνητική κοινότητα διάφορες μηχανές κανόνων. Ενδεικτικά, κάποιες από αυτές είναι η Jess, η SweetRules και η Prova (Παπαταξιάρχης Βασίλειος Ε., 2018).

«Όσον αφορά τις μηχανές συμπερασμού (reasoners), που έγιναν πολύ δημοφιλείς, και απαραίτητες, κατά την υλοποίηση του Σημασιολογικού Ιστού, αυτές έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και τρόπο λειτουργίας. Οι reasoners μπορούν να παρέχουν πολύ αποδοτικά κάποιες υπηρεσίες συμπερασμού. Μερικές από τις πλέον σημαντικές υπηρεσίες συμπερασμού είναι ο έλεγχος συνέπειας της βάσης γνώσης (consistency checking), η κατηγοριοποίηση των κλάσεων (classification) και ο υπολογισμός των κλάσεων στις οποίες ανήκει κάθε στιγμιότυπο (instance checking). Χαρακτηριστικά παραδείγματα μηχανών συμπερασμού είναι τα εξής: RacerPro, FaCT++, Pellet, Bossam, KAON2, Dlvhex, Jena2, DR-Device κ.ά.» (Παπαταξιάρχης Βασίλειος Ε., 2018).

Κεφάλαιο 2: Ανάπτυξη τεχνητής νοημοσύνης για τη βελτίωση της δημόσιας διοίκησης

2.1 Αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων

Οι κυβερνήσεις χρησιμοποιούν εδώ και καιρό αλγορίθμους υπολογιστών για να βοηθήσουν τους κυβερνητικούς αξιωματούχους να λαμβάνουν αποφάσεις και να αυτοματοποιούν όλο και περισσότερο τις αποφάσεις αυτές χωρίς ανθρώπινη συμμετοχή. Μέχρι σήμερα, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στη λήψη κυβερνητικών αποφάσεων εξακολουθεί να είναι περιορισμένη (Engstrom, 2020) (Sun&Medaglia, 2019) (Desouza, 2019), αν και παρόμοια συστήματα, τα οποία βασίζονται σε εξελιγμένες στατιστικές αναλύσεις, αναπτύσσονται ευρέως. Μερικές φορές είναι δύσκολο να γνωρίζουμε εάν ένα σύστημα είναι στην πραγματικότητα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης.

Διακρίνονται τρεις (3) διαφορετικές μορφές λειτουργίας της τεχνητής νοημοσύνης στη λήψη αποφάσεων του δημόσιου τομέα: η ανίχνευση μοτίβων, η ταξινόμηση πληθυσμών και οι προβλέψεις.

Πρώτον, η τεχνητή νοημοσύνη είναι πολύ χρήσιμη για την ανίχνευση μοτίβων. Ενώ ο ανθρώπινος εγκέφαλος λειτουργεί, επίσης, μέσω της αναγνώρισης και της δημιουργίας μοτίβων, λόγω της ανώτερης ικανότητας επεξεργασίας μαζικών δεδομένων, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ανιχνεύσει μοτίβα, τα οποία ξεφεύγουν από τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Η αντιστοίχιση μέρους του ανθρώπινου DNA με μία ασθένεια είναι ένα παράδειγμα, όπου η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό πολλαπλών τμημάτων DNA, που συσχετίζονται με πολυσύνθετους τρόπους με ασθένειες. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί, επίσης, να παρατηρεί μοτίβα χωρίς ανθρώπινη καθοδήγηση, όπως στην περίπτωση του 2012, όταν η τεχνητή νοημοσύνη της Google διέκρινε οργανικά ανθρώπινα πρόσωπα και γάτες μετά από επεξεργασία δέκα εκατομμυρίων (10.000.000) βίντεο στο YouTube (Clark, 2012).

Δεύτερον, συνέπεια της δημιουργίας και αναγνώρισης προτύπων, είναι η ικανότητα της τεχνητής νοημοσύνης να οριοθετεί και να ταξινομεί στη

συνέχεια άτομα σε διαφορετικές κατηγορίες ή ομάδες, σύμφωνα με διαφορετικά αποτελέσματα, βαθμολογίες ή κινδύνους. Για παράδειγμα, το 2017 το Υπουργείο Εσωτερικής Ασφάλειας των Η.Π.Α. εξέδωσε έναν διαγωνισμό, το «The Passenger Screening Algorithm Challenge», για να βελτιώσει τον τρέχοντα αλγόριθμο μη τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιώντας προηγμένη μηχανική μάθηση.

Το μετονομασμένο σύστημα Ασφαλούς Πτήση, *«είναι ένα πρόγραμμα προεπιλογής επιβατών βάσει κινδύνου που ενισχύει την ασφάλεια εντοπίζοντας επιβάτες χαμηλού και υψηλού κινδύνου πριν φτάσουν στο αεροδρόμιο, αντιστοιχίζοντας τα ονόματά τους με λίστες αξιόπιστων ταξιδιών και τις λίστες παρακολούθησης»* (The U.S. Department of Homeland Security, n.d.). Μέσω μίας πιο λεπτής διαφοροποίησης των προφίλ κινδύνου των ανθρώπων, ο ενισχυμένος αλγόριθμος τεχνητής νοημοσύνης επιδιώκει να επιταχύνει τη διαδικασία ελέγχου και να μειώσει τα αεροπορικά δυστυχήματα (Vaithianathan, R.; Putnam-Hornstein, E.; Jiang, N.; Nand, P.; Maloney, T., 2017).

Με παρόμοιο τρόπο, η τεχνητή νοημοσύνη αντικαθιστά όλο και περισσότερο πιο παραδοσιακούς προγραμματισμένους αλγορίθμους για να επιτρέψει στην κυβέρνηση να εντοπίσει το επίπεδο κινδύνου κακομεταχείρισης των παιδιών στις κοινοποιήσεις πιθανής κακομεταχείρισης. Η στατιστική κατάρτιση προφίλ, με τη μορφή δομημένης λήψης αποφάσεων που αναπτύχθηκε από το Εθνικό Συμβούλιο για το Έγκλημα και την Παραβατικότητα στις ΗΠΑ, έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στις υπηρεσίες προστασίας των παιδιών. Μία αξιολόγηση επιπτώσεων διαπίστωσε ότι το σύστημα Allegheny είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ακρίβειας και της συνέπειας και τη μείωση του φόρτου εργασίας του προσωπικού (Goldhaber-Fiebert & Prince, 2019).

Η τεχνητή νοημοσύνη που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό και την ταξινόμηση των πληθυσμών επιτρέπει στις κυβερνήσεις να ενισχύσουν τη στόχευση των πόρων και των υπηρεσιών για την καλύτερη αντιμετώπιση συγκεκριμένων προκλήσεων - είτε πρόκειται για μακροχρόνια ανεργία, παιδική κακομεταχείριση, υποτροπή, φορολογική/κοινωνική απάτη - και με

τον τρόπο αυτό, δημιουργεί κυβερνητική αποτελεσματικότητα και εξοικονόμηση κόστους.

Τρίτον, η τεχνητή χρήση χρησιμοποιείται επίσης για την προγνωστική μοντελοποίηση της ζήτησης για να επιτρέψει στους διαχειριστές να ανταποκριθούν και να κατευθύνουν τους πόρους πιο ευκίνητους. Ο Οργανισμός Επιστημονικής Βιομηχανίας και Έρευνας της Κοινοπολιτείας της Αυστραλίας (CSIRO) έχει αναπτύξει το Εργαλείο Εισαγωγής και Πρόβλεψης Ασθενών (PAPT) χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη, το οποίο *«παρέχει ακριβή πρόβλεψη του αναμενόμενου ημερήσιου φορτίου ασθενών (στα τμήματα επειγόντων περιστατικών του νοσοκομείου) καθώς και του ιατρικού επείγοντος και ειδικότητας των ασθενών και πόσοι θα εισαχθούν και θα λάβουν εξιτήριο»*.

Αυτό το εργαλείο επιτρέπει, έτσι, στους διοικητές των νοσοκομείων να σχεδιάζουν καλύτερα την προμήθεια και το προσωπικό πρέπει να μειώσει τους χρόνους αναμονής των ασθενών και να ενισχύσει τη θεραπεία. Το CSIRO έχει επίσης αναπτύξει ένα σύστημα που ονομάζεται Spark, το οποίο χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για να προβλέψει την εξάπλωση των πυρκαγιών (δασική πυρκαγιά). Το σύστημα αυτό επιτρέπει την καλύτερη κατανομή των πόρων πυρόσβεσης και την ανάπτυξη στρατηγικών για την καλύτερη καταπολέμηση της εξέλιξης των πυρκαγιών, σώζοντας έτσι την περιουσία και τις ζωές ανθρώπων και ζώων. Η τεχνητή νοημοσύνη αναπτύσσεται, επίσης, για αυτοματοποιημένο έλεγχο της κυκλοφορίας (Abduljabbar, Dia, Liyanage, & Bagloee, 2019), όπως στη Σιγκαπούρη, όπου η τεχνητή νοημοσύνη συνδυάζεται με αισθητήρες πραγματικού χρόνου.

Η αστυνόμευση είναι ένας άλλος τομέας, όπου οι προγνωστικοί αλγόριθμοι έχουν χρησιμοποιηθεί για την καθοδήγηση των αστυνομικών πόρων. Για παράδειγμα, ο δήμος Suzhou της Κίνας χρησιμοποιεί το σύστημα πρόβλεψης εγκλημάτων δημόσιας ασφάλειας από το 2014 για να προβλέψει τις τοποθεσίες και τους χρόνους κλοπής, οι οποίοι με τη σειρά τους έλαβαν μεγαλύτερο αριθμό αστυνομικών (Henman, 5-7 November 2019).

Για την ώρα επεμβαίνει κατά κανόνα ο ανθρώπινος παράγοντας και θα συνεχίσει να παρεμβαίνει, διότι είναι σχεδόν ανέφικτο με τα ως τώρα δεδομένα να λειτουργεί μία μηχανή χωρίς την ανθρώπινη επίβλεψη. Ακόμα και αν στο μέλλον δημιουργηθούν τέλειες μηχανές θα ήταν σκόπιμο κυρίως από ηθικής πλευράς να λειτουργούν πάντα υπό την ανθρώπινη επίβλεψη.

Για παράδειγμα αναφέρεται το Compas Software (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions). Το 2016 μία ανεξάρτητη μη κερδοσκοπική εφημερίδα ονόματι ProPublica δημοσίευσε ένα άρθρο στο οποίο αναφερόταν ότι ένα εργαλείο τεχνητής νοημοσύνης που χρησιμοποιείται σε δικαστικές αίθουσες σε όλες τις Ηνωμένες Πολιτείες για την πρόβλεψη μελλοντικών εγκλημάτων, το Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions (COMPAS), ήταν προκατειλημμένο έναντι των μαύρων κατηγορουμένων (Mesa, Natalia, 2021).

Το ερώτημα που τίθεται είναι: Μπορεί η τεχνητή νοημοσύνη του ως άνω συστήματος ποινικής δικαιοσύνης να είναι πραγματικά δίκαιη; Κι αυτό γιατί όταν ένας αλγόριθμος εκπαιδεύεται από τον άνθρωπο ουσιαστικά γίνεται μία έκδοση αυτού. Μπορούμε να παραλληλίσουμε την εκπαίδευση ενός αλγόριθμου με το μέγαλωμα ενός παιδιού. Αν ένα παιδί μεγαλώσει μέσα σε μία οικογένεια ρατσιστών τότε είναι σχεδόν βέβαιο ότι θα είναι ένας μελλοντικός ρατσιστής. Έτσι και οι αλγόριθμοι αφού εκπαιδεύονται από τους ανθρώπους. Η απάντηση μπορεί να βρίσκεται στην απλή αλλαγή του τρόπου με τον οποίο ορίζουμε τη «δικαιοσύνη».

Το COMPAS (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions) «λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως προηγούμενες συλλήψεις, ηλικία και απασχόληση. Τα αποτελέσματά του (βαθμολογίες κινδύνου για τάση προς υποτροπή) είναι ένας από τους παράγοντες που χρησιμοποιούν οι δικαστές για να καθορίσουν αν οι κατηγορούμενοι θα αντιμετωπίσουν ποινή φυλάκισης. Χρησιμοποιώντας το COMPAS, οι έγχρωμοι κατηγορούμενοι χαρακτηρίστηκαν εσφαλμένα ως υψηλού κινδύνου για να διαπράξουν μελλοντικό έγκλημα δύο φορές συχνότερα από τους λευκούς κατηγορουμένους Northpointe, η μητρική εταιρεία του COMPAS, διέψευσε

τους ισχυρισμούς της ProPublica, δηλώνοντας ότι ο αλγόριθμος λειτουργεί όπως προβλέπεται» (Mesa, Natalia, 2021).

Ερευνητές της επιστήμης των υπολογιστών έχουν προσπαθήσει να διορθώσουν τους ρατσιστικούς αλγόριθμους επιβάλλοντας ένα σύνολο κριτηρίων που ονόμασαν «δικαιοσύνη». Η έρευνα σχετικά με τη δικαιοσύνη - τα μαθηματικά κριτήρια που οι ερευνητές θέτουν στους αλγόριθμους για να διασφαλίσουν ότι τα αποτελέσματα δεν βασίζονται στη φυλή - έχει αυξηθεί, με την Amazon μόνο να επενδύει 20 εκατομμύρια δολάρια σε αυτήν την έρευνα πέρυσι. Όμως, μια συνεκτική εικόνα της δικαιοσύνης στον τομέα αυτό παραμένει απογοητευτικά άπιαστη (Mesa, Natalia, 2021).

Οι ειδικοί στην αλγοριθμική δικαιοσύνη ανησυχούν ότι οι τρέχουσες προσεγγίσεις για τον ορισμό της δικαιοσύνης δεν θα οδηγήσουν ποτέ σε πραγματικά δίκαια αποτελέσματα για τους έγχρωμους (Mesa, Natalia, 2021). Προειδοποιούν ότι μια αμιγώς μαθηματική λύση που επικεντρώνεται στην ακρίβεια είναι μια μωπική προσέγγιση για να αποφασιστεί τι είναι δίκαιο. Η ακρίβεια, στο πλαίσιο της δικαιοσύνης, είναι ένα μέτρο του πόσο σωστές είναι οι προβλέψεις ενός αλγόριθμου. Όμως, ένας αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη ενός μελλοντικού εγκλήματος θα ενισχύσει μόνο τη λογική του σωφρονιστικού συστήματος, όπου ορισμένοι άνθρωποι είναι πάντα πιο πιθανό να θεωρούνται υψηλού κινδύνου λόγω του τρόπου με τον οποίο η επιβολή του νόμου αντιμετωπίζει τη φυλή (Mesa, Natalia, 2021). Η επίλυση αυτού του προβλήματος σημαίνει να εξετάσουμε τα αποτελέσματα της χρήσης ενός αλγόριθμου, τον αντίκτυπο της καταπίεσης και να αντιμετωπίσουμε την εγγενή αδικία της κοινωνίας στη ρίζα της (Mesa, Natalia, 2021).

2.2 Chatbots

Ένα chatbot (ή εικονικός βοηθός) είναι ένας αλγόριθμος που διεξάγει μία συνομιλία κειμένου ή μία προφορική συνομιλία. Τα chatbots απαιτούν σημαντική πολυπλοκότητα στον σχεδιασμό τους. Πρώτον, απαιτούν την ικανότητα ανάλυσης της ανθρώπινης γλώσσας για να προσδιορίσουν το νόημα των δηλώσεων που τους δίνονται. Επιπλέον, εάν η συνομιλία είναι

προφορική, τα chatbots απαιτούν δυνατότητα μετάφρασης προφορικού λόγου σε γραπτό. Δεύτερον, τα chatbots πρέπει στη συνέχεια να προσδιορίσουν τον τρόπο απόκρισης σε κάθε ανθρώπινη δήλωση αντλώντας πληροφορίες από τη βάση γνώσεων τους, λαμβάνοντας υπόψη το πλαίσιο των προηγούμενων δηλώσεων που έκανε το εν λόγω άτομο. Ενώ έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος με την πάροδο των ετών στην ανάπτυξη αλγορίθμων για την εκτέλεση των διαφόρων αυτών εργασιών, η τεχνητή νοημοσύνη έχει βελτιώσει την ποιότητα και την ακρίβειά τους. Ο εικονικός βοηθός του Iphone της Apple, που ονομάζεται Siri, είναι ίσως το πιο διάσημο chatbot τεχνητής νοημοσύνης, αλλά το ιστορικό του πριν από την τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει τον περιβόητο εικονικό βοηθό του Microsoft Office, Clippy.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι chatbot καθώς αυτά δεν κατασκευάζονται με την ίδια αρχιτεκτονική και διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Ενδεικτικά αναφέρονται τα Rule-based chatbots, δηλαδή chatbots βασισμένα σε κανόνες, τα οποία καθοδηγούμενα από ένα δέντρο αποφάσεων παρέχουν στον εκάστοτε χρήστη ένα σύνολο προκαθορισμένων επιλογών, οι οποίες με τη σειρά τους οδηγούν στην επιθυμητή απάντηση. Έχουν αρκετά πλεονεκτήματα. Δεν χρειάζονται εκπαίδευση, έχουν προσιτές τιμές και υπάρχει μεγαλύτερος έλεγχος στις απαντήσεις και τη συμπεριφορά.

Τα AI chatbots υποστηρίζονται από την επεξεργασία φυσικής γλώσσας. Σε αντίθεση με τα Rule-based chatbots, τα AI chatbots προσπαθούν να δώσουν απάντηση στο χρήστη κατανοώντας πρώτα την ερώτησή του χωρίς να χρησιμοποιούν λέξεις-κλειδιά.

Τέλος, το υβριδικό Chatbot (Hybrid chatbot) είναι ένας συνδυασμός απλών (Rule-Based) και έξυπνων (AI) chatbots.

Οι τρέχουσες εξελίξεις στην αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων και τα chatbots αναμένεται να ενισχύσουν τις ικανότητες των κυβερνήσεων και των πολιτών σε τομείς σύνθετων τομέων πολιτικής και διοίκησης.

2.3 Δημόσια διακυβέρνηση και δημόσια ασφάλεια

Οι κυβερνήσεις αναπτύσσουν ολοένα και περισσότερο την τεχνητή νοημοσύνη για να ενισχύσουν τη δημόσια ασφάλεια και τη δημόσια διακυβέρνηση. Η μεγαλύτερη χρήση των διαδικτυακών δημόσιων υπηρεσιών συνεπάγεται μεγαλύτερης ανάγκης για προστασία δεδομένων προκειμένου να αποφευχθούν παραβιάσεις της ιδιωτικής ζωής, καθώς και ευρύτερες προκλήσεις στον κυβερνοχώρο. Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό αναδυόμενων προτύπων σε πραγματικό χρόνο για να καταστεί δυνατή η κυβερνητική ανταπόκριση σε κακόβουλες δραστηριότητες κυβερνοπόλεμου. Οι κυβερνήσεις διερευνούν, επίσης, τον τρόπο χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης για τον εντοπισμό και την αντιμετώπιση εκστρατειών παραπληροφόρησης, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διαταράξουν τις πολιτικές διαδικασίες ή τη δημόσια ασφάλεια.

Η επιβολή κανονιστικών ρυθμίσεων είναι, επίσης, ένας σημαντικός τομέας για την κυβερνητική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης. Η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς των ΗΠΑ χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για τον εντοπισμό απάτης στις χρηματοοικονομικές αναφορές, καθώς και τον εντοπισμό ύποπτης διαπραγμάτευσης μετοχών (Engstrom, 2020). Με παρόμοιο τρόπο, η φορολογική υπηρεσία και τα συστήματα κοινωνικής ασφάλισης της Αυστραλίας έχουν χρησιμοποιήσει εκτιμήσεις βάσει κινδύνου για τον αλγοριθμικό προσδιορισμό πιθανής φοροδιαφυγής και απάτης κοινωνικής ασφάλισης, αν και δεν είναι γνωστό εάν αυτοί οι αλγόριθμοι είναι τεχνητή νοημοσύνη.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθούν, αν και δεν αποτελούν εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης, οι προσπάθειες της οργάνωσης των συγγραφέων του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Υπολογιστών και Τύπου «Διόφαντος» (CTI), ανάμεσα σε αυτούς και ο καθηγητής μου στο μάθημα του μεταπτυχιακού προγράμματος «Ψηφιακή Καινοτομία & Διοίκηση» με τίτλο «Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων» κ. Ιωάννης Σταματίου, για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή ενός συστήματος eVoting, που ονομάζεται «ΡΝΥΚΑ», με αποδεδειγμένες ιδιότητες ασφαλείας. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι «το

eVoting θεωρείται ένας από τους πιο απαιτητικούς τομείς της σύγχρονης ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και ένα από τα κύρια οχήματα για την αύξηση της ηλεκτρονικής συμμετοχής μεταξύ των πολιτών. Ένα από τα κύρια εμπόδια για την ευρεία υιοθέτησή του είναι η απροθυμία των πολιτών να συμμετάσχουν στις διαδικασίες ηλεκτρονικής ψηφοφορίας. Αυτή η απροθυμία μπορεί να αποδοθεί εν μέρει στη χαμηλή διείσδυση της τεχνολογίας μεταξύ των πολιτών. Ωστόσο, ο κύριος λόγος πίσω από αυτήν την απροθυμία είναι η έλλειψη εμπιστοσύνης που πηγάζει από την πεποίθηση των πολιτών ότι τα συστήματα που εφαρμόζουν μια διαδικασία *eVoting* θα παραβιάσουν το απόρρητό τους. Το σημείο εκκίνησης αυτής της προσέγγισης είναι ότι η εμφάνιση μιας τέτοιας πεποίθησης μπορεί να διευκολυνθεί σημαντικά με το σχεδιασμό και την κατασκευή συστημάτων με τρόπο που να παράγονται στοιχεία σχετικά με τις ιδιότητες του συστήματος κατά τη διαδικασία σχεδιασμού. Με αυτόν τον τρόπο, οι σχεδιαστές μπορούν να επιδείξουν το σεβασμό στην ιδιωτική ζωή χρησιμοποιώντας αυτά τα στοιχεία που μπορούν να γίνουν κατανοητά και να ελεγχθούν από τον ειδικό και τον ενημερωμένο πολίτη. Αυτά τα εργαλεία και τα μοντέλα θα πρέπει να παρέχουν επαρκή στοιχεία ότι το σύστημα-στόχος χειρίζεται ζητήματα απορρήτου και απαιτήσεις που μπορούν να εξαλείψουν αρκετούς από τους φόβους για την *eVoting*». Και συνεχίζουν «Αυτό το σύστημα βασίστηκε σε μια μηχανική προσέγγιση με επίκεντρο την εμπιστοσύνη για την κατασκευή κρίσιμων συστημάτων γενικής ασφάλειας».

Είναι γεγονός ότι η προσέγγιση των συγγραφέων είναι περισσότερο ρεαλιστική παρά θεωρητική, καθώς παρακάμπτει τη διαμάχη που πλήττει τη φύση της εμπιστοσύνης στα πληροφοριακά συστήματα και ξεκινά με έναν λειτουργικό ορισμό της εμπιστοσύνης ως θετικής στάσης των ανθρώπων απέναντι σε ένα σύστημα που εκτελεί με διαφάνεια και αποδεδειγμένα τις λειτουργίες του, σεβόμενη την ιδιωτικότητά τους (Manolopoulos, Sofotassios, Spirakis, & Stamatiou, 2013).

Οι συγγραφείς συζητούν, επίσης, «την κοινωνική πλευρά του *eVoting*, δηλαδή πώς μπορεί κανείς να συμβάλλει στην ενίσχυση της αποδοχής του από μεγάλες κοινωνικές ομάδες που στοχεύουν ολόκληρο τον πληθυσμό της χώρας». Οι συγγραφείς θεωρούν την *eVoting* «ως μια καινοτομία που πρέπει

να διαδοθεί σε έναν πληθυσμό και στη συνέχεια χρησιμοποιούν ένα θεωρητικό μοντέλο που μελετά τη διάχυση της καινοτομίας στα κοινωνικά δίκτυα, οριοθετώντας τις δομικές ιδιότητες του δικτύου που βοηθούν στη γρήγορη διάχυση της καινοτομίας». Επιπλέον, εξηγούν «πώς η τρέχουσα κατάσταση της CTI δίνει τη δυνατότητα στην CTI να πραγματοποιήσει το όραμά της να εφαρμόσει ένα φόρουμ διατήρησης της ιδιωτικής ζωής, συζήτησης και δημόσιας διαβούλευσης στην Ελλάδα. Αυτό το φόρουμ θα συνδέσει, μεταξύ τους, όλα τα ελληνικά εκπαιδευτικά ιδρύματα προκειμένου να παρέχει ένα εργαλείο συζήτησης και συλλογής απόψεων διαφύλαξης της ιδιωτικής ζωής χρήσιμο στη λήψη αποφάσεων εντός του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος».

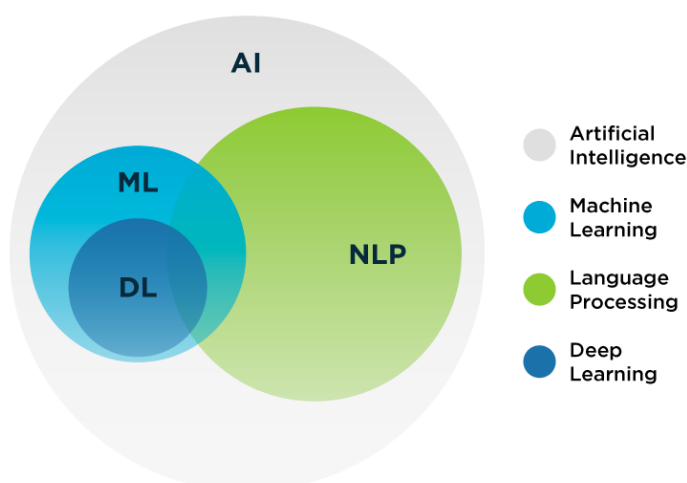
Κεφάλαιο 3: Τύποι εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στη δημόσια διοίκηση

3.1 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing - NLP)

Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) είναι ένας τομέας έρευνας και εφαρμογής που διερευνά πώς οι υπολογιστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατανοήσουν και να χειριστούν κείμενο ή ομιλία φυσικής γλώσσας για να κάνουν χρήσιμα πράγματα. Οι ερευνητές του NLP στοχεύουν στη συλλογή γνώσεων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο τα ανθρώπινα όντα κατανοούν και χρησιμοποιούν τη γλώσσα.

Απώτερος σκοπός είναι η ανάπτυξη κατάλληλων εργαλείων και τεχνικών για την κατασκευή συστημάτων υπολογιστών, κατανόησης και χειρισμού των φυσικών γλωσσών για την εκτέλεση των επιθυμητών εργασιών. Τα θεμέλια του NLP βρίσκονται σε διάφορους κλάδους, δηλαδή επιστήμες υπολογιστών και πληροφοριών, γλωσσολογία, μαθηματικά, ηλεκτρική και ηλεκτρονική μηχανική, τεχνητή νοημοσύνη και ρομποτική, ψυχολογία και άλλα.

Εικόνα 9: www.bloomreach.com



Καθημερινά υπάρχοντα παραδείγματα είναι η Google Assistant, η Alexa της Amazon, η Siri, οι μεταφραστές Collins, το Google Translate και chatbots. Το NLP μπορεί να συνοψίζει κείμενα, να παράγει κείμενα σε φυσική γλώσσα και να αναγνωρίζει και να κατανοεί ομιλία σε φυσική γλώσσα.

3.2 Μηχανική ή υπολογιστική όραση (Computer Vision)

Η μηχανική όραση ξεκίνησε ως μία υπο-περιοχή της τεχνητής νοημοσύνης. Είναι ένας συνδυασμός επεξεργασίας εικόνας και αναγνώρισης προτύπων. Η έξοδος της διαδικασίας Computer Vision είναι η κατανόηση της εικόνας. Η ανάπτυξη της όρασης του υπολογιστή εξαρτάται από το σύστημα τεχνολογίας του υπολογιστή, είτε πρόκειται για ποιότητα εικόνας, βελτίωση ή αναγνώριση εικόνας. Τα συστήματα όρασης υπολογιστών του Facebook, για παράδειγμα, εκπαιδεύονται από μία βάση δεδομένων με περισσότερες από 3,5 δισεκατομμύρια εικόνες, οι οποίες προέρχονται από το Facebook, το Instagram καθώς και άλλα μέσα κοινωνικής δικτύωσης ή ιστότοπους.

Η όραση του υπολογιστή λειτουργεί χρησιμοποιώντας έναν αλγόριθμο και οπτικούς αισθητήρες για την αυτόματη εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών από ένα αντικείμενο. Συνδυάζεται, επίσης, με συστήματα φωτισμού για να διευκολύνει τη λήψη εικόνας, συνεχίζοντας με την εικονική ανάλυση.

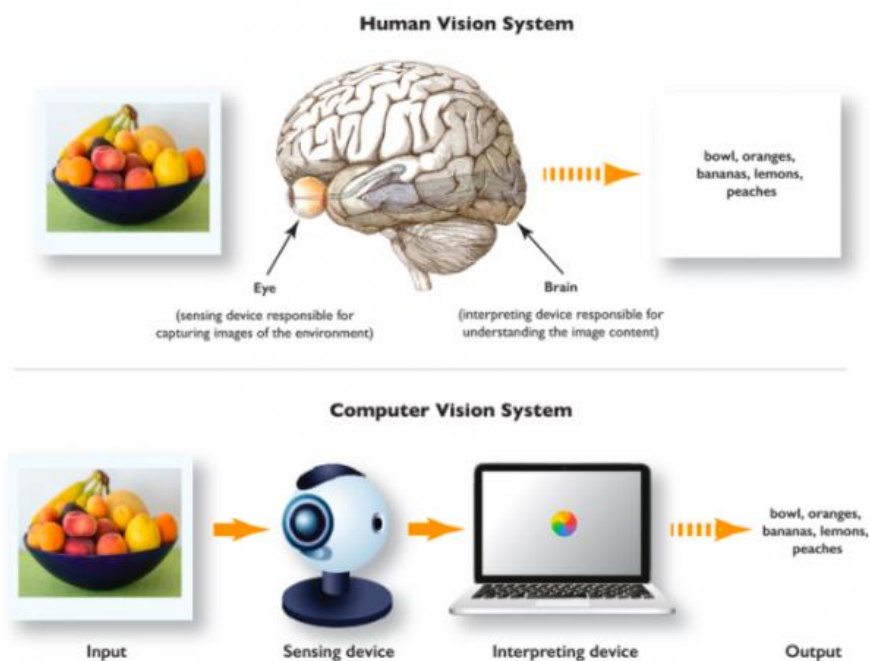
«Η ανίχνευση αντικειμένων αποτελεί μια τεχνολογία που σχετίζεται με την υπολογιστική όραση και την επεξεργασία εικόνων, η οποία ασχολείται με την ανίχνευση περιπτώσεων σημασιολογικών αντικειμένων μιας συγκεκριμένης κλάσης, όπως για παράδειγμα άνθρωποι, αυτοκίνητα ή κτίρια, σε ψηφιακές εικόνες και βίντεο» (Καραγιαννακίδου Α., 2012).

Οι τομείς ανίχνευσης αντικειμένων, οι οποίοι χαίρουν περισσότερης δημοτικότητας και είναι οι πλέον ερευνημένοι, περιλαμβάνουν ανίχνευση προσώπου και ανίχνευση πεζών. Η ανίχνευση αντικειμένων έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς της υπολογιστικής όρασης, συμπεριλαμβανομένης της ανάκτησης εικόνων και της βιντεοεπιτήρησης, όπως η παρακολούθηση μιας μπάλας κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα, η παρακολούθηση της κίνησης ενός μπαστουνιού χόκεϊ ή ακόμα και η παρακολούθηση ενός ατόμου σε ένα βίντεο (Wikipedia, 2021) (Gretsista, 2019).

Η ανίχνευση ενός αντικειμένου είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ταξινόμησή των αντικειμένων σε κλάσεις έτσι ώστε να παρέχεται η πληροφορία σχετικά με

το είδος αντικειμένου που αναγνωρίστηκε. Κάθε τάξη αντικειμένων έχει τα δικά της ειδικά χαρακτηριστικά που βοηθούν στην ταξινόμηση της κλάσης. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι πως όλοι οι κύκλοι είναι στρογγυλοί. Έτσι, όταν αναζητούνται κύκλοι, ψάχνουμε για αντικείμενα που βρίσκονται σε συγκεκριμένη απόσταση από ένα σημείο, το οποίο αποτελεί το κέντρο του κύκλου. Ομοίως, όταν αναζητούνται τετράγωνα, χρειαζόμαστε αντικείμενα που είναι κάθετα στις γωνίες και έχουν ίσα πλάτη πλευρών. Μια παρόμοια προσέγγιση χρησιμοποιείται για την αναγνώριση προσώπου όπου πρέπει να βρεθούν χαρακτηριστικά που κάνουν τους ανθρώπους ξεχωριστούς όπως τα μάτια, η μύτη, τα χείλη και χαρακτηριστικά όπως το χρώμα του δέρματος και η απόσταση μεταξύ των ματιών (Wikipedia, 2021) (Gretsista, 2019).

Εικόνα 10: xd.adobe.com



Τα στάδια της ανάλυσης εικόνας είναι τα κάτωθι: 1) ο σχηματισμός της εικόνας, κατά τον οποίο η εικόνα του αντικειμένου συλλαμβάνεται και αποθηκεύεται στον υπολογιστή, 2) η προ-επεξεργασία της εικόνας, με την οποία βελτιώνονται ποιοτικά οι λεπτομέρειες της εικόνας, 3) η τμηματοποίηση της εικόνας, κατά την οποία βρίσκεται η εικόνα του αντικειμένου, προσδιορίζεται και διαχωρίζεται από το φόντο, 4) η μέτρηση της εικόνας, όπου αρκετά από τα χαρακτηριστικά της κβαντίζονται και 5) η ερμηνεία της

εικόνας, όπου βρίσκονται οι εξαγόμενες εικόνες και ερμηνεύονται. Η πρόσφατη ανάπτυξη της τεχνολογίας επεξεργασίας εικόνας έδωσε τη δυνατότητα δημιουργίας ενός συστήματος αναγνώρισης ψηφιακής εικόνας.

Το ιστόγραμμα προσανατολισμένων διαβαθμίσεων (Histogram of Oriented Gradients - HOG) είναι ένας περιγραφέας χαρακτηριστικών που χρησιμοποιείται στην υπολογιστική όραση και την επεξεργασία εικόνας για τον σκοπό της ανίχνευσης αντικειμένων. Η τεχνική αυτή μετρά περιστατικά προσανατολισμού κλίσης σε εντοπισμένα τμήματα μιας εικόνας. Αυτή η μέθοδος είναι παρόμοια με εκείνη των ιστογραμμάτων προσανατολισμού άκρου, των περιγραφέντων μετασχηματισμού κλίμακας αμετάβλητων χαρακτηριστικών και των πλαισίων σχήματος, αλλά διαφέρει στο ότι υπολογίζεται σε ένα πυκνό πλέγμα ομοιόμορφα τοποθετημένων κυψελών και χρησιμοποιεί επικαλυπτόμενη τοπική κανονικοποίηση αντίθεσης για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής ακρίβειας.

Προκειμένου να μπορέσουμε να εντοπίσουμε το σύνολο των αυτοκινήτων σε μία εικόνα χρησιμοποιώντας τον συγκεκριμένο αλγόριθμο, εκπαιδεύουμε έναν ανιχνευτή αντικειμένων HOG και τον σέρνουμε πάνω από την επιθυμητή εικόνα κάθε φορά. Η προσέγγιση αυτή είναι παλαιότερη και αδυνατεί να χειριστεί με επιτυχία κάποια πιο πολύπλοκα σενάρια, όμως παρόλα αυτά, είναι σχετικά γρήγορη. Στο πρόβλημα της ανίχνευσης αυτοκινήτων από μία εικόνα για παράδειγμα, ο αλγόριθμος αντιμετωπίζει δυσκολία στον εντοπισμό αυτοκινήτων που περιστρέφονται σε διαφορετικούς προσανατολισμούς (Gretsista, 2019).

Το πλαίσιο ανίχνευσης αντικειμένων Viola-Jones αποτελεί το πρώτο πλαίσιο ανίχνευσης αντικειμένων που παρέχει ανταγωνιστικά ποσοστά ανίχνευσης αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο. Παρόλο που μπορεί να εκπαιδευτεί για να ανιχνεύσει μια ποικιλία κατηγοριών αντικειμένων, είχε ως κύριο σκοπό την ανίχνευση προσώπων. Η διαδικασία αναγνώρισης ενός προσώπου είναι εύκολη όταν ένας άνθρωπος καλείται να το κάνει χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις του. Ωστόσο, ένας υπολογιστής χρειάζεται ακριβείς οδηγίες και περιορισμούς. Για να καταστεί η εργασία πιο διαχειρίσιμη, το συγκεκριμένο

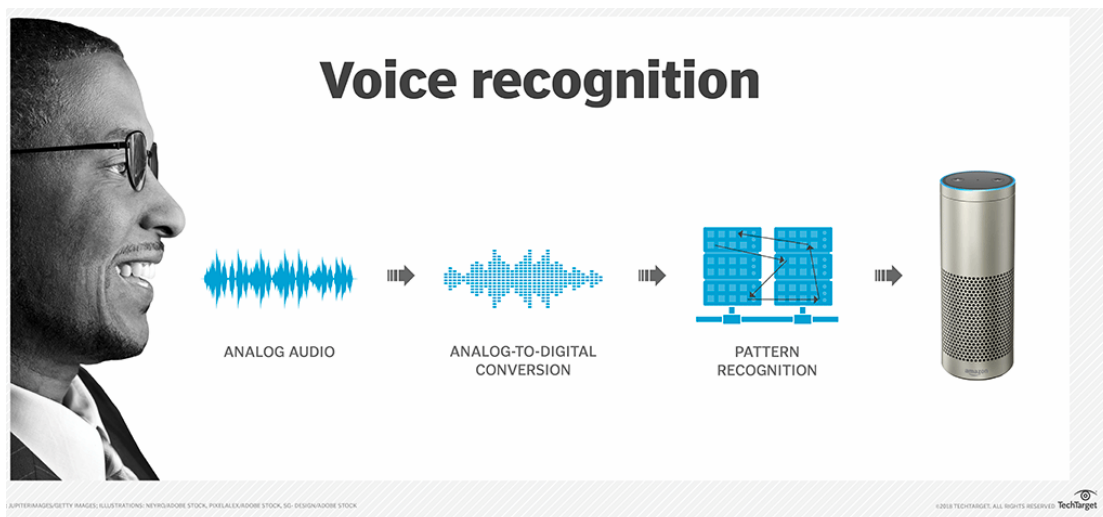
πλαίσιο απαιτεί πλήρη μετωπική όψη των προσώπων. Έτσι, για να ανιχνευθεί, ολόκληρο το πρόσωπο πρέπει να δείχνει προς την κάμερα και δεν πρέπει να είναι κεκλιμένο σε καμία πλευρά. Οι περιορισμοί αυτοί φαινομενικά θα μπορούσαν να μειώσουν σε κάποιο βαθμό την χρησιμότητα του αλγορίθμου, επειδή το βήμα ανίχνευσης ακολουθείται συχνότερα από ένα βήμα αναγνώρισης, στην πράξη όμως αυτά τα όρια είναι αποδεκτά, καθιστώντας το πλαίσιο αρκετά αποτελεσματικό (Gretsista, 2019).

3.3 Αναγνώριση ομιλίας

Η αναγνώριση ομιλίας είναι η ικανότητα ενός μηχανήματος ή προγράμματος να αναγνωρίζει προφορικές λέξεις και φράσεις και να τις μετατρέπει σε αναγνώσιμη, από μηχανή, μορφή. Το λογισμικό είναι πλέον ένα κοινό χαρακτηριστικό σε πολλές συσκευές, συμπεριλαμβανομένων των smartphone, των υπολογιστών και των εικονικών βοηθών.

Η αναγνώριση ομιλίας είναι ένας περίπλοκος τομέας της επιστήμης των υπολογιστών, χρησιμοποιώντας ένα μείγμα γλωσσολογίας, μαθηματικών και υπολογιστών. Έχει φέρει επανάσταση την τελευταία δεκαετία περίπου με την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και είναι μακράν η μεγαλύτερη τρέχουσα εφαρμογή της AI.

Σε απλό λογισμικό αναγνώρισης ομιλίας, όπως αυτοματοποιημένα τηλεφωνικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σε τηλεφωνικά κέντρα, ο υπολογιστής εκπαιδεύεται να αναγνωρίζει έναν πολύ μικρό αριθμό λέξεων, όπως «ναι», «όχι» και αριθμούς. Ταιριάζει τους ήχους με τα μοτίβα που έχουν «φορτωθεί» από πριν και μπορεί να τους αναγνωρίσει μέσω μιας σειράς τόνων.



Το σύστημα αναγνώρισης ομιλίας αποτελείται συνήθως από τις ακόλουθες ενότητες: μοντέλο σχετικό με ακοή, μοντέλο σχετικό με τη γλώσσα, αποκωδικοποιητή και μονάδα επεξεργασίας ακουστικής εξαγωγής.

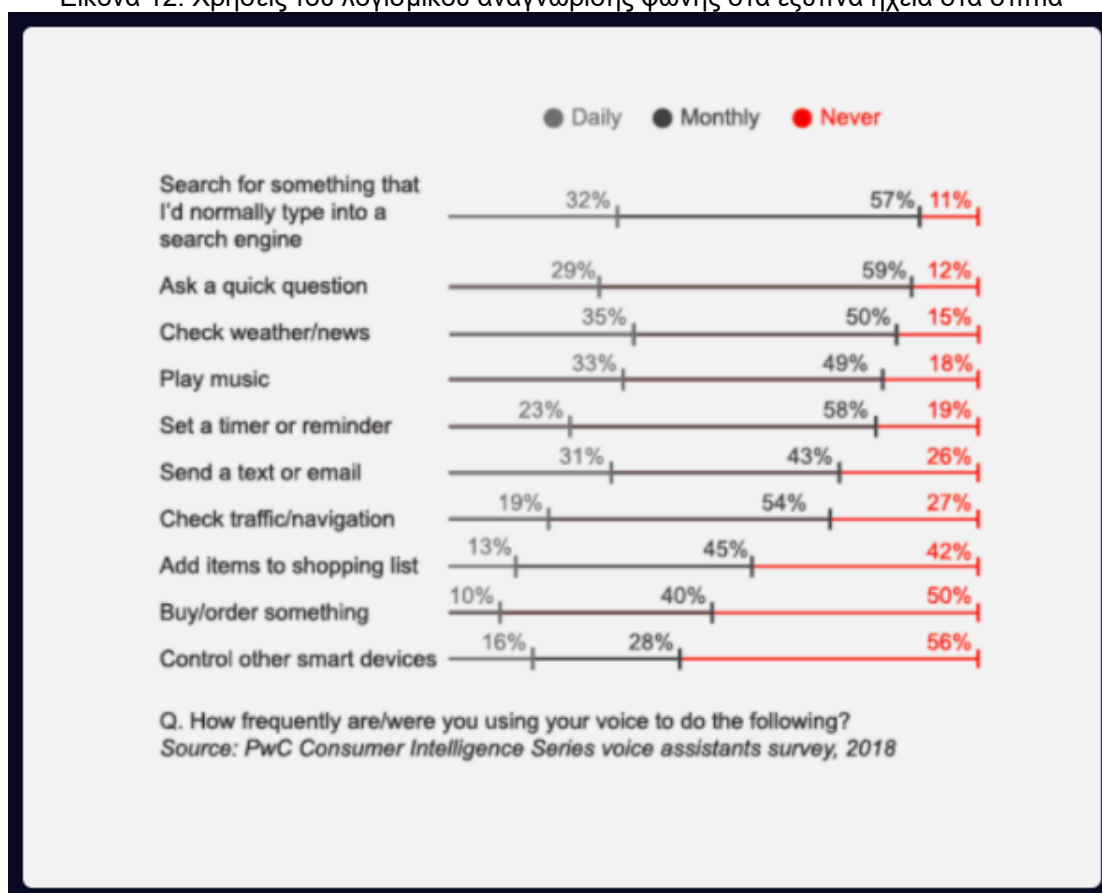
Η αρχή λειτουργίας του συστήματος αναγνώρισης ομιλίας είναι η συλλογή των χαρακτηριστικών πληροφοριών από το μοντέλο πληροφοριών ομιλίας, η κατασκευή του ακουστικού μοντέλου με τη βοήθεια εκπαίδευσης ή άλλων μεθόδων, το ταίριασμα με το μοντέλο ομιλίας και στη συνέχεια η χρήση επιστημονικών αλγόριθμων για την αποκωδικοποίηση αυτού του είδους των πληροφοριών για τη λήψη των ίδιων πληροφοριών δεδομένων με τις αρχικές πληροφορίες.

Παρακάτω αναφέρονται κάποιες από τις χρήσεις του λογισμικού αναγνώρισης φωνής σήμερα:

Οι περισσότεροι τεχνολογικοί κολοσσοί έχουν επενδύσει πολύ στην ανάπτυξη φωνητικών βοηθών την τελευταία δεκαετία. Με αυτόν τον τρόπο ο Google Assistant, η Cortana της Microsoft και η Siri της Apple έγιναν οικεία ονόματα. Σύμφωνα με την έκθεση Voice Report 2019 της Microsoft, το 69% των ερωτηθέντων έχει χρησιμοποιήσει ψηφιακό βοηθό. Οι περισσότεροι από αυτούς έχουν αλληλεπιδράσει μαζί τους μέσω των τηλεφώνων τους (72%).

Λίγο περισσότερο από τρία χρόνια αφότου η Apple παρουσίασε τη Siri, η Amazon παρουσίασε την Alexa και το Echo, τα οποία σε εκείνο το σημείο ήταν διαθέσιμα μόνο για τα μέλη της Prime. Σύμφωνα με την έκθεση 2019 Voice της Microsoft που αναφέρθηκε παραπάνω, τα τρία τέταρτα των αμερικανικών νοικοκυριών θα έχουν τουλάχιστον ένα έξυπνο ηχείο μέχρι το τέλος του 2020. Μια πιο ενδιαφέρουσα πτυχή αυτής της συντριπτικής υιοθέτησης είναι ότι πάνω από το 50% των κατόχων έξυπνων ηχείων επιτρέπουν σε αυτές τις συσκευές να διαχειρίζονται τα σπίτια τους.

Εικόνα 12: Χρήσεις του λογισμικού αναγνώρισης φωνής στα έξυπνα ηχεία στα σπίτια



Οι τράπεζες και οι νεοσύστατες επιχειρήσεις FinTech ήταν από τους πρώτους που υιοθέτησαν την τεχνολογία αναγνώρισης φωνής και ομιλίας. Σύμφωνα με ορισμένες αναφορές, οι τράπεζες μόνο στη Βόρεια Αμερική διέθεσαν πάνω από 20 δισεκατομμύρια δολάρια μόνο το 2017 για να ενσωματώσουν τη φωνητική αναγνώριση στις εφαρμογές και τις υπηρεσίες τους. Σήμερα, εταιρείες μαζικών πληρωμών όπως η Venmo και η PayPal και τράπεζες όπως η N26 και η Bank of Canada έχουν ήδη παράσχει στους πελάτες τους τη

δυνατότητα να διεκπεραιώνουν μεταφορές και πληρωμές με τη χρήση φωνητικών βοηθών όπως η Siri. Ένα άλλο αξιοσημείωτο παράδειγμα, η Garanti Bank έχει λανσάρει το δικό της φωνητικό λογισμικό που επιτρέπει στους πελάτες της να πραγματοποιούν μεταφορές και να πληρώνουν για υπηρεσίες λέγοντας απλώς «Πρέπει να μεταφέρω χρήματα σε» και αναφέροντας το όνομα της επιχείρησης ή του ατόμου.

Μια άλλη εντυπωσιακή εξέλιξη που απορρέει από την τεχνολογία αναγνώρισης φωνής είναι η βιομετρία φωνής. Επιτρέπει στους οργανισμούς να δημιουργήσουν ένα ψηφιακό προφίλ της φωνής κάποιου, αναλύοντας μια σειρά από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως τον τόνο, το ύψος, την ένταση, τη δυναμική, τις κυρίαρχες συχνότητες και άλλα. Ενώ η χρήση της φωνής για τη βελτίωση της εξυπηρέτησης των πελατών είναι κάτι που αρέσει σε όλες σχεδόν τις εταιρείες, πρέπει να εφαρμοστούν βιομετρικά στοιχεία φωνής υψηλής ποιότητας για να διασφαλιστεί ότι δεν αποκαλύπτονται ευαίσθητες προσωπικές πληροφορίες κατά τη διάρκεια αυτών των αλληλεπιδράσεων. Η παγκόσμια αγορά φωνητικής βιομετρίας γνωρίζει εκπληκτική ανάπτυξη. Ορισμένες αναφορές δείχνουν ότι ο τομέας αυτός αναμένεται να φθάσει περίπου τα 4 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2026. Πολλοί οργανισμοί έχουν ήδη υιοθετήσει με επιτυχία την αναγνώριση φωνής και τη χρησιμοποιούν κατά την αλληλεπίδραση με την πελατεία τους.

Η Swisscom, ένας από τους μεγαλύτερους τηλεπικοινωνιακούς παρόχους της Ελβετίας, ενσωμάτωσε πρόσφατα την τεχνολογία φωνητικής αυθεντικοποίησης σε πραγματικό χρόνο σε όλα τα τηλεφωνικά της κέντρα. Οι εταιρείες είναι βέβαιες ότι αυτός ο τύπος ταυτοποίησης είναι σημαντικά πιο ασφαλής από τις μεθόδους που είναι σήμερα διαθέσιμες, καθώς έτσι οι πελάτες τους δεν μπορούν να μοιραστούν προσωπικές πληροφορίες όπως το δίπλωμά τους ή οικονομικά δεδομένα μέσω τηλεφώνου. Η εκμάθηση μιας γλώσσας είναι μια απίστευτα πολύπλοκη διαδικασία από πολλές απόψεις. Ένα άτομο πρέπει να κατανοεί τη σειρά των λέξεων, την προφορά, τη λεξικολογία, τη γραμματική, καθώς και πολλούς άλλους γλωσσικούς τομείς. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν λογισμικό αναγνώρισης φωνής έχουν ήδη γίνει βασικό στοιχείο της εκμάθησης γλωσσών με αυτορυθμιζόμενο ρυθμό.

Οι περισσότερες από αυτές τις εφαρμογές μπορούν να βοηθήσουν τους χρήστες να μάθουν να προφέρουν σωστά λέξεις σε ξένες γλώσσες. Συνήθως συγκρίνουν την ομιλία ενός ατόμου με μια σειρά μοντέλων φυσικών ομιλητών και διαπιστώνουν αν οι δύο είναι αρκετά παρόμοιες και ενημερώνουν τον χρήστη αν υπάρχουν συγκεκριμένες πτυχές της σύνταξης ή της προφοράς του που πρέπει να αναθεωρηθούν.

Εικόνα 13: Στατιστικά στοιχεία σχετικά με τη χρήση λογισμικού αναγνώρισης φωνής (Kulshreshtha & Mishra, 2020)



3.4 Μηχανική μετάφραση

Η μηχανική μετάφραση (MT) είναι μία σύγχρονη μέθοδος μετάφρασης μέσω βοήθειας υπολογιστή, η οποία αποτελεί υποτομέα της υπολογιστικής γλωσσολογίας. Αυτός ο ακαδημαϊκός και επαγγελματικός τομέας που σχετίζεται τόσο με τη μετάφραση όσο και με την επιστήμη των υπολογιστών διερευνά τις λειτουργίες λογισμικού υπολογιστών που μπορούν να μεταφράσουν κείμενα σε ξένες γλώσσες με τρόπο ευανάγνωστο και κατανοητό. Η μηχανική μετάφραση εκτελεί απλές αντικαταστάσεις με βασικές μεταφράσεις και λέξεις-κλειδιά, οι οποίες δεν γίνονται στη μητρική γλώσσα των ομιλητών ώστε αυτοί να κατανοήσουν το περιεχόμενο σε πρωτότυπη ξένη γλώσσα την οποία θα πρέπει να αξιολογήσουν. Χρησιμοποιώντας λογισμικό μετάφρασης υπολογιστή, όπως το Dr. Eye, λειτουργίες μετάφρασης

στη γραμμή εργαλείων Google ή τη γραμμή εργαλείων Yahoo, σύνθετα περιεχόμενα σε ξένες γλώσσες μπορούν να γίνουν κατανοητά από ανθρώπους που δεν είναι εξοικειωμένοι με τις γλώσσες του αρχικού περιεχομένου. Το λογισμικό MT δημιουργήθηκε επαγγελματικά και προσεκτικά και βοήθησε τους γλωσσολόγους να χειριστούν τις γλωσσικές διαφορές στην τυπολογία, σε γραμματικές διαφορές και ιδιώματα.

Σύμφωνα με τον (Vauquois, 1998), το MT στοχεύει στη δυνατότητα μεταφοράς σε υπολογιστή εκφράσεων φυσικής γλώσσας ή επεξεργασία μιας φυσικής γλώσσας ως προς τη λεξιλογική, συντακτική και σημασιολογική διάσταση. Και για τα δύο κείμενα ή ομιλίες μίας γλώσσα στα πρωτότυπα κείμενα σε μία άλλη γλώσσα για τους δέκτες, ακόμη και για τις δύο ρητές και σιωπηρές έννοιες, οι παραγωγές MT μπορούν να λειτουργήσουν με αποτελεσματικό τρόπο. Ο (Vauquois, 1998) υπονοεί ότι το MT θα πρέπει να είναι μία εφαρμοστέα τεχνική για την πραγματοποίηση μετάφρασης (Vauquois, B., 1968).

Ωστόσο, ορισμένοι άλλοι μελετητές του πεδίου της μετάφρασης έχουν έναν διαφορετικό τρόπο στην εξέταση αυτού του θέματος. Ο (Thiriveni, 2002) έχει τονίσει ότι *«μία γλώσσα δεν μπορεί να εκφράσει το νόημα μίας άλλης... οι διαφορετικές γλώσσες προδιαθέτουν τους ομιλητές τους να σκέφτονται διαφορετικά...»*. Ο (Thiriveni, 2002) σίγουρα κρατάει μια αρνητική στάση όσον αφορά στις μεταφραστικές λειτουργίες των επεξεργαστών και των λογισμικών των υπολογιστών. Επιμένει ότι *«οι πολιτισμικές ερμηνείες και αναγνωρίσεις μέσω της φυσικής μετάφρασης από έναν μεταφραστή θα πρέπει να είναι ένας πιο ακριβής τρόπος μετάφρασης, αφού η λογοτεχνικές και ο πολιτισμικές προεκτάσεις του κειμένου καθώς και οι ομιλίες δεν μπορούν να αποκαλυφθούν απλοϊκά από μία μηχανή»*.

3.5 Ρομποτική

Η λέξη «ρομπότ» εισήχθη στο κοινό από τον τσέχο συγγραφέα Karel Čapek στο έργο του R.U.R. (Rossum's Universal Robots), το οποίο έκανε πρεμιέρα το 1921.

Η λέξη «ρομποτική» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε έντυπη μορφή από τον Isaac Asimov, στο επιστημονικής φαντασίας διήγημά του με τίτλο «Ψεύτης!», που δημοσιεύθηκε τον Μάιο του 1941. «Ο Asimov δεν γνώριζε ότι επινόησε τον όρο, δεδομένου ότι η επιστήμη και η τεχνολογία των ηλεκτρικών συσκευών είναι η ηλεκτρονική, υπέθεσε ότι η ρομποτική αναφερόταν ήδη στην επιστήμη και τεχνολογία των ρομπότ» (Φαρμακίδης, 2018).

«Η ρομποτική μπορούμε να πούμε πως είναι η επιστήμη που μελετά τον ευφυή σύνδεση της αντίληψης με τη δράση. Αποτελεί ένα διεπιστημονικό αντικείμενο που αφορά τη μηχανική, την ηλεκτρονική, τη θεωρία πληροφοριών και τη θεωρία αυτοματισμού» (Φαρμακίδης, 2018).

«Τα ρομπότ μπορούν να κάνουν πολλά πράγματα γρηγορότερα από τον ανθρώπου. Δεν χρειάζεται να πληρωθούν, να φάνε, να πιουν ή να πηγαίνουν στο μπάνιο σαν τους ανθρώπους. Μπορούν, δηλαδή, να κάνουν επαναλαμβανόμενες δουλειές, κάτι απολύτως βαρετό για τους ανθρώπους. Επιπροσθέτως δεν θα επιβραδύνουν τη δουλειά τους για να ξεκουραστούν ούτε θα σταματήσουν τη δουλειά τους για να κοιμηθεί σαν τους ανθρώπους» (Φαρμακίδης, 2018).

Μερικές φορές, κατά τη διάρκεια ενός χειρουργείου, οι γιατροί πρέπει να χρησιμοποιήσουν ρομπότ αντί των ιδίων των γιατρών. Ένας άνθρωπος, παραδείγματος χάριν, δεν θα ήταν ικανός να κάνει μια τομή με απόλυτη ακρίβεια δύο εκατοστών. Επίσης, κατά την παρασκευή φαρμάκων, τα ρομπότ μπορούν να ανταπεξέλθουν στη διαδικασία παραγωγής πολύ πιο γρήγορα και ακριβέστερα από ότι ο άνθρωπος. Ορισμένοι γιατροί και μηχανικοί αναπτύσσουν, επίσης, προσθετικά (ή αλλιώς βιονικά) άκρα, τα οποία χρησιμοποιούν ρομποτικούς μηχανισμούς.

Επιπροσθέτως, η αστυνομία χρειάζεται συγκεκριμένους τύπους ρομπότ για εξουδετέρωση βόμβας και για μεταφορά βιντεοκάμερας και μικροφώνων σε επικίνδυne περιοχές, όπου μπορεί ένας αστυνομικός να πληγωθεί ή ακόμα και να σκοτωθεί. Ο στρατός χρησιμοποιεί ρομπότ για τον εντοπισμό και την καταστροφή ορυχείων στη στεριά και στο νερό, για είσοδο σε εχθρικές βάσεις

προς συλλογή πληροφοριών όπως, επίσης, και για κατασκοπεία εχθρικών στρατευμάτων.

Η απόλυτη ακρίβεια είναι ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά υπεροχής ενός ρομπότ σε σχέση με τον άνθρωπο.

Οι μελλοντικές προκλήσεις θα είναι η δημιουργία ρομπότ που θα μπορούν να αλληλεπιδρούν καλύτερα μεταξύ τους και με τους ανθρώπους σε ένα ανθρωποκεντρικό περιβάλλον, όπως σιδηροδρομικοί σταθμοί και αποθήκες. Μελλοντικές αρχές θα είναι η δυνατότητα οι ομάδες ανθρώπων-ρομπότ να συνεργάζονται καλύτερα, εκμεταλλευόμενες τα πλεονεκτήματα που μπορούν να κάνουν οι μηχανές καλύτερα από τους ανθρώπους και τι μπορούν να κάνουν οι άνθρωποι καλύτερα από τις μηχανές (Chavanel, 2021).

Αν θεωρήσουμε τους επιβάτες στους σιδηροδρομικούς σταθμούς ως επισκέπτες που περιμένουν τα τρένα τους και ζητούν πληροφορίες, τότε η ρομποτική σε ξενοδοχεία, αεροδρόμια ή νοσοκομεία θα μπορούσε να προσαρμοστεί σε σιδηροδρομικούς σταθμούς για τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών και αποδοτικότητα κόστους. Για παράδειγμα, η Panasonic (Panasonic, 2010) έχει αναπτύξει ρομπότ που μπορούν να προσφέρουν φάρμακα σε νοσοκομεία χωρίς να προσκρούσει σε ανθρώπους και η NSK (NSK, 2015) δημιούργησε το Lightbot, ένα ρομπότ καθοδήγησης. Τέτοια ρομπότ θα μπορούσαν να καθοδηγήσουν άτομα με μειωμένη κινητικότητα ή τυφλούς από την πλατφόρμα στο τρένο κάτι που θα έχει ως συνέπεια την αποφυγή επαφής μεταξύ τους και του προσωπικού του σταθμού κατά τη διάρκεια της επιδημίας COVID-19. Τα ρομπότ Humanoid Pepper παρέχουν ήδη πληροφορίες σε πελάτες σε καταστήματα (Softbank, 2021). Αυτή η έννοια είχε ήδη δοκιμαστεί σε σιδηροδρομικούς σταθμούς SNCF το 2016 (Γαλλία 3, 2016) και θα μπορούσε να επεκταθεί για ενημέρωση επιβάτες σε άλλους σιδηροδρομικούς σταθμούς.

Οι Vithanage, Harrison και De Silva (2019) περιέγραψαν αυτοματοποιημένα ρομπότ καθαρισμού σε σταθμούς. Αυτά χρησιμοποιούνται ήδη σε αεροδρόμια (F.Robo Clean, 2013). Στον απόηχο της πανδημίας

COVID-19, τα ρομπότ μπορούν να είναι ακόμη πιο χρήσιμο τόσο για τη βελτίωση του καθαρισμού στους σταθμούς όσο και για την αποφυγή επαφής μεταξύ των επιβατών και προσωπικό καθαριότητας. Το πιο πρόσφατο παράδειγμα είναι ο διεθνής σταθμός St Pancras, ο τερματικός σταθμός του Eurostar, ο οποίος έχει ανέπτυξε ρομπότ υπεριώδους για την καταπολέμηση της εξάπλωσης του νέου κοροναϊού (Le Petit Journal, 2020).

Κεφάλαιο 4: Προκλήσεις και παγίδες της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στη δημόσια διοίκηση

4.1 Ακρίβεια, προκατάληψη, διακρίσεις και συμβολική δύναμη

Από την προέλευσή τους στα μέσα του εικοστού αιώνα, οι υπολογιστές έχουν λάβει μια αύρα ακρίβειας και αντικειμενικότητας. Ενσωματώνοντας νόμους και πολιτικές στον κώδικα, οι υπολογιστές έχουν πλαισιωθεί ως αποφάσεις που βασίζονται σε γεγονότα και όχι σε υποκειμενικές ανθρώπινες αντιλήψεις, που θα μπορούσαν να είναι προκατειλημμένες ή λανθασμένες. Μέσω της αυτοματοποίησης, το ανθρώπινο λάθος, επίσης, μειώνεται. Πρόσφατα, αυτές οι ιδέες προωθήθηκαν περαιτέρω σε συζητήσεις γύρω από τα μεγάλα δεδομένα, οι οποίες θεωρούνται ότι *«παρέχουν ανόθευτες αφηγήσεις της πραγματικότητας και, όταν είναι αρκετά περιεκτικές, αποτελούν τη βάση για ακριβή μοντέλα του πραγματικού κόσμου»* (Boyd & Crawford, 2012) (Mayer & Cukier, 2014).

Στο πλαίσιο της χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης, οι εμπειρικές ανησυχίες σχετικά με τη μεροληψία σχετικά με το φύλο και τη φυλή/εθνικότητα είναι καλά τεκμηριωμένες. Για παράδειγμα, η Amazon ανακάλυψε ότι η TN μπορεί να είναι προκατειλημμένη κατά των γυναικών (Dastin, 2018). Η χρήση του συστήματος COMPAS στη λήψη αποφάσεων για την αμερικανική ποινή και αναστολή έχει, επίσης, αναλυθεί καλά για την αναπαραγωγή συστημικών προκαταλήψεων κατά των Αφροαμερικανών (Allen, 2019; Benjamin, 2019). Τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου που αναπτύχθηκαν στον δυτικό κόσμο έχουν, επίσης, επικριθεί για πολύ υψηλότερα ποσοστά σφάλματος για τους έγχρωμους ανθρώπους (Bacchini & Lorusso, 2019). Αυτά τα προβληματικά αποτελέσματα μπορούν να προκύψουν από τα δεδομένα εκπαίδευσης που χρησιμοποιούνται για την οικοδόμηση της τεχνητής νοημοσύνης. Εάν τα δεδομένα αυτά είναι ελλιπή, ανακριβή ή αντικατοπτρίζουν ιστορικές ή/και διαρθρωτικές ανισότητες, αυτό υιοθετείται από την τεχνητή νοημοσύνη και ενημερώνει τα αποτελέσματά της. Το Tay ήταν ένα ρομπότ συνομιλίας τεχνητής νοημοσύνης, που κυκλοφόρησε αρχικά από τη Microsoft Corporation μέσω Twitter στις 23 Μαρτίου 2016.

Προκλήθηκε εξαιτίας του μεγάλη διαμάχη όταν αυτό άρχισε να δημοσιεύει προσβλητικά tweet μέσω του λογαριασμού του στο Twitter, με αποτέλεσμα η Microsoft να τερματίσει την υπηρεσία μόλις 16 ώρες μετά (Horton, 2016).

Η ΤΝ είναι, επίσης, μία πρόκληση όταν χρησιμοποιεί πιθανολογικό ή προγνωστικό τρόπο στη λήψη αποφάσεων. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ΤΝ υπολογίζει μελλοντικά συμβάντα με βάση τις πιθανότητες, οι οποίες μπορεί να συμβούν ή όχι. Τα ψευδώς αρνητικά και τα ψευδώς θετικά αποτελέσματα *«μπορεί να έχουν σοβαρές συνέπειες και το πλαίσιο αυτών των αποφάσεων συχνά απαιτεί προσεκτική εξισορρόπηση μεταξύ τους»* (Henman, 2005). Για παράδειγμα, *«ένα ψευδώς αρνητικό ότι ένα παιδί είναι απίθανο να υποστεί κακομεταχείριση, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει έρευνα για την προστασία των παιδιών, μπορεί να σημαίνει ότι το παιδί πεθαίνει. Εναλλακτικά, ένα ψευδώς θετικό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την άσκοπη απομάκρυνση ενός παιδιού από τη φροντίδα των γονέων του/ των γονέων του. Ως εκ τούτου, η ακρίβεια είναι ιδιαίτερα σημαντική σε τέτοιες αποφάσεις υψηλού ρίσκου»*.

4.2 Νομιμότητα, δέουσα διαδικασία και διοικητική δικαιοσύνη

Οι αποφάσεις πρέπει να είναι νόμιμες (Miller, 2016). Αυτό φαίνεται αυτονόητο. Ωστόσο, οι αλγόριθμοι που δεν είναι τεχνητή νοημοσύνη έχουν οδηγήσει σε αποφάσεις, όπως η παύση της καταβολής παροχών, που δεν είχαν νομική εξουσία. Πράγματι, αυτό συνέβαινε στο σκάνδαλο robo-debt της Αυστραλίας, σύμφωνα με το οποίο *«τα χρέη εγείρονταν παράνομα από αλγόριθμους που εξισώνουν εσφαλμένα τα ετήσια στοιχεία εισοδήματος από φόρους με δεκαπενθήμερο στοιχεία εισοδήματος κοινωνικής ασφάλισης»* (Carney, 2019; (Henman, 5-7 November 2019). Όταν γίνονται αντιληπτές ως αντικειμενικές, τέτοιες αλγοριθμικές αποφάσεις, γίνονται δεκτές χωρίς αμφιβολία, με αποτέλεσμα ο αλγόριθμος να γίνει de facto πολιτική ή/και νόμος.

Δεδομένου του «σεβασμού» που αποδίδεται στην ΤΝ, οι αποφάσεις αυτής *«πρέπει να τηρούν το διοικητικό δίκαιο και τις αρχές της δικονομικότητας»* (Henman, 2020; Surden, 2018, 2020). Οι εφαρμόζοντες την διοικητική δικαιοσύνη συγχέονται μεταξύ της ικανότητας να τίθεται κανείς στη διακριτική

ευχέρεια του υπεύθυνου στη λήψη αποφάσεων, στην κατανόηση της βάσης μίας διοικητικής απόφασης καθώς και μίας ρεαλιστικής ικανότητας προσφυγής, ανατροπής της απόφασης και προσφυγής. Τρεις είναι οι βασικές διαστάσεις της λήψης αποφάσεων με βάση την TN και προκαλούν προκλήσεις στην διοικητική δικαιοσύνη.

Πρώτον, η χρήση της TN για την αξιολόγηση κινδύνου (ατόμων) είναι μία άσκηση για τον υπολογισμό των πιθανοτήτων. Αυτές δεν είναι πραγματικότητες ή βεβαιότητες. Αντίθετα, οι εκτιμήσεις αυτές πραγματοποιούνται με τη συσχέτιση της τρέχουσας υπόθεσης με περιπτώσεις (ή άτομα) με παρόμοια χαρακτηριστικά (ή προφίλ) και με την απόδοση παρόμοιων αποτελεσμάτων. *«Η νομική βάση της δράσης που βασίζεται στην πιθανότητα και όχι στην πραγματικότητα, μπορεί να είναι προβληματική»* (Harcourt, 2008; Χένμαν, 2005; Σάουερ, 2003). Για παράδειγμα, το ποινικό δίκαιο βασίζεται σε άτομα που δικάζονται για αδίκημα που έχει διαπραχθεί, όχι με βάση το τι μπορεί να κάνουν στο μέλλον.

Δεύτερον, σε πολλούς τομείς διοίκησης, οι ανθρώπινοι διαχειριστές υποχρεούνται να ασκούν επαγγελματική κρίση και έχουν τη διακριτική ευχέρεια να καθορίζουν καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζονται οι κανόνες σε σύνθετες καταστάσεις. Όπως είναι καλά τεκμηριωμένο, *«η αυτοματοποίηση της λήψης διοικητικών αποφάσεων έχει μειώσει την ανθρώπινη διακριτική ευχέρεια και προκαλεί ανησυχίες ότι η κατάσταση ενός ατόμου ενδέχεται να μην έχει ληφθεί δεόντως υπόψη κατά τη λήψη διοικητικής απόφασης»* (Adler & Henman, 2009; Έβανς - Χούπε, 2020; Γκάρσον, 1989). Ενώ η τεχνητή νοημοσύνη έχει την ικανότητα να είναι πιο λεπτή από τους τυπικούς αλγόριθμους, είναι επίσης λιγότερο σαφές πώς λαμβάνονται οι αποφάσεις για συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Τρίτον, *«οι προεκτεθείσες παρατηρήσεις δείχνουν τη φύση των αλγορίθμων και (Pasquale, 2015) και ειδικότερα της τεχνητής νοημοσύνης»*. Ενώ οι πολύπλοκοι αλγόριθμοι πάντα καθιστούν δύσκολη την κατανόηση της βάσης για τη λήψη αποφάσεων (Weizenbaum, 1984), πάντα κωδικοποιούνται από τον άνθρωπο για την άμεση εφαρμογή κανόνων και διαδικασιών. Οι

αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης, αντίθετα, δημιουργούν τους δικούς τους εσωτερικούς κανόνες για τον προσδιορισμό της εισόδου στην έξοδο. Με αυτόν τον τρόπο προσθέτουν ένα άλλο επίπεδο αδιαφανούς στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

4.3 Υπευθυνότητα, λογοδοσία, διαφάνεια, επεξήγηση

Με την πάροδο του χρόνου έχουν αναπτυχθεί πολύπλοκα νομικά και διοικητικά συστήματα για να διασφαλιστεί ότι η λήψη κυβερνητικών αποφάσεων από τον άνθρωπο είναι διαφανής. Η μετάφραση τέτοιων συστημάτων στη λήψη αποφάσεων βάσει ΤΝ δεν είναι πάντοτε απλή. Μερικές φορές απαιτούνται νέοι νόμοι για να διασφαλιστεί ότι μια αλγοριθμική απόφαση αντιμετωπίζεται ως ισοδύναμη με μια ανθρώπινη απόφαση.

Ωστόσο, δεδομένου ότι ένας αλγόριθμος δεν έχει ανθρώπινη αυτονομία, ο προσδιορισμός της ευθύνης όταν λαμβάνεται μια απόφαση τεχνητής νοημοσύνης είναι δύσκολος. Αυτή η κατάσταση επιδεινώνεται περαιτέρω όταν τα εργαλεία ΤΝ αναπτύσσονται από εξωτερικούς οργανισμούς ή εταιρείες ή κυβερνήσεις, μια κατάσταση που είναι πιθανό να αυξηθεί.

Ένα βασικό μέρος της διασφάλισης της λογοδοσίας και της διοικητικής δικαιοσύνης είναι η κατανόηση του τρόπου λήψης μιας απόφασης, ιδίως για εκείνους που αποτέλεσαν αντικείμενο της εν λόγω απόφασης. Κατ' αρχήν, πριν από την ΤΝ οι πολιτικές ή ο κώδικας υπολογιστή που δημιουργείται από τον άνθρωπο παρέχουν μια εξήγηση για τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα σχετικά με μια συγκεκριμένη περίπτωση εφαρμόζονται στο νόμο/ κώδικα για τη δημιουργία ενός αποτελέσματος / απόφασης. Με την ΤΝ αυτό δεν είναι πλέον δυνατό επειδή ο αλγόριθμος αναπτύσσει τη δική του πολύ περίπλοκη προσέγγιση για την επεξεργασία των δεδομένων εισόδου. Ως εκ τούτου, ένα βασικό ζήτημα που διερευνάται είναι η δημιουργία εξηγήσιμης τεχνητής ακτινοβολίας (Adadi & Berrada, 2018).

4.4 Ισχύς, συμμόρφωση και έλεγχος

Μία τελευταία πρόκληση στη χρήση της ΤΝ για τις κυβερνήσεις είναι οι ευκαιρίες που παρέχει για μεγαλύτερο και πιο διαφοροποιημένο έλεγχο των ανθρώπων (Henman, 2010, ch. 12). Για παράδειγμα, με τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου ενσωματωμένα στο CCTV, οι συμπεριφορές των ανθρώπων σε δημόσιους χώρους μπορούν εύκολα να καταγραφούν, όπως στην περίπτωση του συστήματος κοινωνικής πίστωσης της Κίνας (Creemers, 2018). Συχνά αυτή η αυξημένη άσκηση ελέγχου δεν είναι εύκολα προφανής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν η ΤΝ χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαφορετικών επιπέδων ελέγχου ή ελέγχου για διαφορετικούς τύπους ή ομάδες ανθρώπων.

Όπως παρατηρεί ο Benjamin (2019) *«όταν αναπτύσσεται νέα τεχνολογία για την αύξηση του ελέγχου των μειονοτήτων (στην ανάλυσή της, αφροαμερικανοί), ο πλειοψηφικός πληθυσμός συχνά δεν το γνωρίζει αυτό»*. Μια τέτοια δυναμική οδηγεί σε εντατικοποίηση της ισότητας της επιτήρησης και της καχυποψίας (Henman & Marston, 2008; Λυών, 2003), επιδεινώνοντας έτσι τις κοινωνικές ανισότητες με τη δυνατότητα κατακερματισμού της κοινωνίας. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας η χρήση της ΤΝ από τις κυβερνήσεις να εποπτεύεται καλά προκειμένου να διασφαλιστεί ότι αυτή τίθεται σε εφαρμογή σύμφωνα με γνώμονα τους γενικούς συλλογικούς στόχους καθώς και ότι οι κοινωνοί της, οι κυβερνητικοί αξιωματούχοι δηλαδή, είναι υπόλογοι για τον τρόπο με τον οποίο την χρησιμοποιούν.

4.5 Κανονισμός και διακυβέρνηση της τεχνητής νοημοσύνης

Δεδομένου ότι η χρήση ψηφιακών αλγορίθμων δεν είναι νέα, οι κυβερνήσεις έχουν ήδη αναπτύξει μια σειρά τρόπων για να διαχειριστούν τη χρήση τους στην διακυβέρνηση. Αυτές περιλαμβάνουν την ανάπτυξη νόμων για την προστασία των δεδομένων και της ιδιωτικής ζωής, την αποσαφήνιση και την ενίσχυση των διοικητικών νόμων για τη λήψη ψηφιακών αποφάσεων και την παροχή εποπτικών φορέων για τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας στην αστυνόμευση και την ασφάλεια. Η ΤΝ ενισχύει την υπόθεση για την

επανεξέταση καθώς και την ανάπτυξη και την ενίσχυση αυτών των διαδικασιών. Υπάρχουν τόσο τεχνολογικές καινοτομίες όσο και καινοτομίες διακυβέρνησης, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στη ρύθμιση, τη διακυβέρνηση και τη διαμόρφωση της χρήσης της ΤΝ από τις κυβερνήσεις για τη δημιουργία επιθυμητών κοινωνικών αποτελεσμάτων.

4.6 Τεχνολογικές καινοτομίες

Η εξηγησιμότητα αποτελεί σημαντική πρόκληση για τη λήψη αποφάσεων βάσει ΤΝ. Εν ολίγοις, το πώς δηλαδή κατέληξε μία εφαρμογή ΤΝ στην απόφαση που έλαβε με τα δεδομένα εισόδου που έλαβε. Οι επιστήμονες υπολογιστών και πληροφοριών εργάζονται για την ανάπτυξη αλγορίθμων που μπορούν να παρέχουν ανεξάρτητα μία κατά προσέγγιση εξήγηση για το πώς μια εφαρμογή ΤΝ δημιούργησε μια απόφαση σε μια συγκεκριμένη περίπτωση (Samek et al., 2017). Μια τέτοια προσέγγιση περιλαμβάνει την παροχή στην ΤΝ χωριστών συνόλων δεδομένων εισόδου και την αξιολόγηση των προτύπων στα δεδομένα εξόδου για τον προσδιορισμό των βασικών μεταβλητών εισόδου, τα οποία φαίνεται να κάνουν τη διαφορά στη λήψη αποφάσεων για την ΤΝ. Αν και τέτοιες εξηγήσεις δεν είναι ακριβείς, είναι σε θέση να επιστήσουν την προσοχή σε βασικούς παράγοντες που προέκυψαν κατά τη λήψη αποφάσεων ΤΝ.

Μια παρόμοια τεχνολογική προσέγγιση μπορεί, επίσης, να είναι η αξιολόγηση του επιπέδου της προκατάληψης (ή της διαφοροποίησης κατά κοινωνικό χαρακτηριστικό) στους αλγορίθμους. Ωστόσο, το ζήτημα της προκατάληψης δεν είναι ένα απλό ερώτημα, του οποίου η απάντηση είναι ναι ή όχι. Πότε η διαφορετική μεταχείριση των διαφορετικών ανθρώπων θεωρείται προκατάληψη / διάκριση και πότε εξασφαλίζει κατάλληλες μορφές εξατομίκευσης; Για παράδειγμα, οι πρωτοβουλίες για τη δημόσια υγεία που στοχεύουν σκόπιμα τις γυναίκες έναντι των ανδρών και οι ηλικιωμένοι έναντι των νέων συνήθως δεν θα συνιστούσαν διακρίσεις, αλλά θα αποτελούσαν κατάλληλη διαφοροποίηση. Οι εργασίες της McNamara et al. (2019) σχετικά με την προκατάληψη στην υποτροπή της ενδοοικογενειακής βίας,

καταδεικνύουν ότι το ζήτημα της προκατάληψης είναι στην πραγματικότητα ένα ζήτημα του επιπέδου διαφορετικής μεταχείρισης που θέλουμε μεταξύ των ομάδων, στην περίπτωση τους μεταξύ αυτοχθόνων και μη αυτοχθόνων Αυστραλών.

Αν και δεν είναι νέες, οι διαδικασίες ανάπτυξης λογισμικού *«χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο μια προσέγγιση ιδιωτικότητας εκ σχεδιασμού»* (Cavoukian, 2012), σύμφωνα με την οποία *«οι νομικές εκτιμήσεις της προστασίας των δεδομένων και της ιδιωτικής ζωής δεν αφήνονται στο τέλος της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων, αλλά ενσωματώνονται στην ίδια την αρχιτεκτονική (και ακόμη και το λογισμικό) των αλγοριθμικών συστημάτων λήψης αποφάσεων»*. Τέτοιες προσεγγίσεις μπορούν να γίνουν πιο διαδεδομένες και μπορούν, επίσης, να επεκταθούν για να ενσωματώσουν άλλους δεοντολογικούς παράγοντες στην ανάπτυξη της ΤΝ (Morley et al., 2019). Ο Διεθνής Οργανισμός Προτύπων (ISO) και ο Αυστραλός ομόλογός του (Standards Australia) εργάζονται για την οικοδόμηση τεχνικών προτύπων για την ηθική ΤΝ.

4.7 Καινοτομίες διακυβέρνησης

Η αναθεώρηση και η ενίσχυση των νομικών πλαισίων είναι ένας τομέας που διερευνάται. Ο γενικός κανονισμός της ΕΕ για την προστασία των δεδομένων είναι αναμφισβήτητα ένα από τα καλύτερα πλαίσια που περιλαμβάνουν τη λήψη αποφάσεων ΤΝ στην κυβέρνηση. Για παράδειγμα, *«παρέχει ένα δικαίωμα να γνωρίζουμε»* όταν μια κυβερνητική απόφαση ελήφθη εξ ολοκλήρου από αυτοματοποίηση, *δικαίωμα σε εξήγηση και δικαίωμα λήψης της απόφασης από άνθρωπο»* (Kaminski, 2019).

Ωστόσο, δεν είναι χωρίς περιορισμούς, καθώς αυτές οι προστασίες *«δεν καλύπτουν περιπτώσεις όπου υπάρχει κάποιου είδους ανθρώπινης συμμετοχής στον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων παράλληλα με τη διαδικασία ΤΝ»* (Wachter et al., 2017). Επιπλέον, πρέπει να υπάρξει νομική διευκρίνιση σχετικά με την ευθύνη, την προσφυγή και την επανόρθωση στη λήψη αποφάσεων βάσει ΤΝ.

Μια άλλη προσέγγιση για τη χρήση της ΤΝ στην κυβέρνηση είναι η παροχή ενός ανεξάρτητου μηχανισμού διασφάλισης της ποιότητας για τη δοκιμή της συμμόρφωσης των εφαρμογών ΤΝ με δεοντολογικούς/νομικούς λόγους. Ο επικεφαλής επιστήμονας της Αυστραλίας, Alan Finkel, αναφέρθηκε σε μια τέτοια ιδέα ως «πιστοποιητικό Turing» (2018). Η διασφάλιση ότι οι εφαρμογές ΤΝ, οι οποίες χρησιμοποιούνται στην κυβέρνηση είναι διαθέσιμες για ανεξάρτητη αξιολόγηση είναι απαραίτητη και επιτρέπει, επίσης, την ευκαιρία να υποβληθούν στις προκαταλήψεις και τις κατ' αντιπαράθεση αλγοριθμικές δοκιμές που αναφέρονται παραπάνω.

Μια περαιτέρω προσέγγιση είναι η ανάπτυξη πρακτικών εργαλείων και διαδικασιών με τις οποίες μπορούν να αξιολογηθούν οι εφαρμογές ΤΝ. Μέχρι σήμερα, μεγάλο μέρος της συζήτησης ήταν αφηρημένο και σε επίπεδο αρχών. Επί του παρόντος, δεν έχει γίνει αρκετή δουλειά για την ανάπτυξη αυτών των πρακτικών εργαλείων, αν και αυτά αναδύονται. Το Τμήμα Βιομηχανίας, Καινοτομίας και Επιστημών της Αυστραλίας (Dawson et al., 2019) παρέχει μια «εργαλειοθήκη για δεοντολογική ΤΝ, η οποία περιλαμβάνει εκτιμήσεις επιπτώσεων, εκτιμήσεις κινδύνου, ανασκόπηση, κατευθυντήριες γραμμές βέλτιστων πρακτικών, βιομηχανικά πρότυπα, συνεργασία, παρακολούθηση, βελτίωση και μηχανισμούς προσφυγής και διαβούλευση». Η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου εξέδωσε έναν οδηγό για τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης στον δημόσιο τομέα (Government Data Service & Office of Artificial Intelligence, 2019), ο οποίος «επικεντρώνεται στην αξιολόγηση, τον σχεδιασμό και την διαχείριση της ΤΝ καθώς και στη χρήση αυτής με δεοντολογικό και ασφαλή χαρακτήρα». Μια πιο ολοκληρωμένη εργαλειοθήκη δεοντολογίας και αλγορίθμων με επικεφαλής το «Κέντρο Κυβερνητικής Αριστείας» του Πανεπιστημίου John Hopkins παρέχει ένα «πλαίσιο διαχείρισης κινδύνου» (www.ethicstoolkit.ai). Ο τεχνολογικός οργανισμός VDE έχει, επίσης, αναπτύξει ένα πλαίσιο για τη λειτουργία της δεοντολογίας της ΤΝ (Hallensleben & Hustedt, 2020), ενώ το Ινστιτούτο Ada Lovelace (2020) έχει παράσχει μια επισκόπηση των εργαλείων για την αξιολόγηση των αλγοριθμικών συστημάτων.

4.8 Σύγκληση

Η ΤΝ δημιουργεί πολλή δημοσιότητα και ενθουσιασμό σχετικά με τις δυνατότητές της να επιτρέψει στις κυβερνήσεις να παρέχουν βελτιωμένες υπηρεσίες και να αλληλεπιδρούν με το κοινό, ιδίως σε σύνθετους τομείς πολιτικής και υπηρεσιών. Ταυτόχρονα, οι προοπτικές της ΤΝ στην κυβέρνηση προκαλούν, επίσης, σημαντική ανησυχία σχετικά με τις δυνατότητές της για λογοδοσία, έλεγχο και τον αντίκτυπο στις κοινωνικές σχέσεις. Πάντα έτσι ήταν. Οι νέες τεχνολογίες έχουν πάντα τόσο θετικές όσο και αρνητικές δυνατότητες. Η πρόκληση είναι η διαμόρφωση και η χρήση της ΤΝ για την ενίσχυση και την προστασία των κοινωνικών και οικονομικών στόχων.

Μέχρι σήμερα, μεγάλο μέρος της συζήτησης έχει συμβεί σε εξαιρετικά αφηρημένο επίπεδο. Η ΤΝ, ως μηχανική μάθηση, αντιπροσωπεύει σίγουρα μια παραδειγματική αλλαγή στις δυνατότητες της επιστήμης των υπολογιστών και των συστημάτων πληροφοριών. Ωστόσο, οι πολλοί τρόποι με τους οποίους χρησιμοποιείται η ΤΝ, ή προβλέπεται για χρήση, δεν διαφέρει από τους αλγόριθμους που δεν έχουν μάθει τα μηχανήματα. Κατά συνέπεια, οι ηθικές, νομικές και κοινωνικές προκλήσεις δεν είναι μοναδικές για την ΤΝ αλλά επιδεινώνονται από αυτή. Όπου η ΤΝ δημιουργεί νέες ηθικές, νομικές και κοινωνικές προκλήσεις στην ανάπτυξή της για την αυτοματοποίηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ. chatbots, αυτοματοποιημένα οχήματα) ή για να δημιουργήσει πράγματα που δεν ήταν προηγουμένως δυνατά (π.χ. να λαμβάνουν αποφάσεις για την παροχή ανθρώπινων υπηρεσιών), εκεί ακριβώς εγείρονται ταυτόχρονα και άλλα τόσα ερωτήματα που ενέχουν ηθικά, νομικά και ανθρώπινα ζητήματα.

Αυτή η συνέχεια, αντί να διαταράσσει, είναι επωφελής, καθώς σημαίνει ότι μπορούμε να αξιοποιήσουμε τις γνώσεις, τις εμπειρίες και τις απαντήσεις της προηγούμενης ανάπτυξης αλγορίθμων στην κυβέρνηση και να μεταφέρουμε μαθήματα από τη χρήση των εφαρμογών ΤΝ από μια τοποθεσία σε μια άλλη. Τούτου λεχθέντος, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλές ανεκπλήρωτες ή ανεπαρκώς διαχειριζόμενες προκλήσεις τις οποίες επισημαίνει τώρα η ΤΝ. Η πρόκληση είναι να σκεφτούμε προσεκτικά τις διάφορες αποτελεσματικές,

νομικές, κοινωνικές και ηθικές εκτιμήσεις κατά την ανάπτυξη της ΤΝ στην κυβέρνηση. Για το λόγο αυτό, αναπτύσσονται νέες τεχνικές και κυβερνητικές καινοτομίες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μπορεί το όνειρο της τεχνητής νοημοσύνης να υπάρχει και εξαιτίας της ύπαρξής του να υφίστανται προσδοκίες και να γίνονται μεγαλεπήβολα σχέδια, όμως, είναι γεγονός ότι η εξειδίκευση και τα κεφάλαια για την ανάπτυξή της βρίσκονται τη δεδομένη χρονική στιγμή σε ελάχιστα μέρη του κόσμου.

Ειδικά στην Ελλάδα είμαστε ακόμα σε πολύ πρώιμο στάδιο ανάπτυξης της τεχνητής νοημοσύνης, υπάρχει όμως μεγάλη αυτοπεποίθηση σχετικά με έργα που πρόκειται να τεθούν μελλοντικά σε εφαρμογή και για τα οποία γίνονται συνεχώς προσπάθειες, μία εκ των οποίων και πολύ σημαντική θα αναφερθεί παρακάτω. Στον ακόλουθο πίνακα αναφέρονται ενδεικτικά κάποια έργα που πρόκειται μελλοντικά να τεθούν σε εφαρμογή και ακολούθως η ανάλυση αυτών που παρέχεται από το Υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης:

Εικόνα 14: Έργα που εφαρμόζουν την τεχνητή νοημοσύνη στη Δημόσια Διοίκηση»
Πηγή: Ιστότοπος Υπουργείου Ψηφιακής Διακυβέρνησης

Έργα	Χρονικός Ορίζοντας
1. Πλατφόρμα Τεχνητής Νοημοσύνης και Μηχανικής Μάθησης	Μεσοπρόθεσμος
2. Μηχανισμοί υποστήριξης των δημόσιων ελεγκτικών φορέων για την πάταξη της φοροδιαφυγής, της εισφοροδιαφυγής, και τον έλεγχο των δημοσίων συμβάσεων.	Μεσοπρόθεσμος
3. Εφαρμογή παρακολούθησης του συστήματος εισροών και εκροών στο εμπόριο καυσίμων.	Μεσοπρόθεσμος
4. Σύστημα υποστήριξης του μηχανισμού εισπραξης δημοσίων εσόδων.	Μεσοπρόθεσμος
5. Έργο για την αυτόματη κωδικοποίηση της νομοθεσίας με χρήση τεχνολογιών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας.	Μεσοπρόθεσμος
6. Εισαγωγή τεχνολογιών Robotic Process Automation για τη μείωση των επαναλαμβανόμενων διοικητικών εργασιών.	Μεσοπρόθεσμος
7. Σύστημα εντοπισμού οικοδομικών αυθαιρεσιών σε δασικές περιοχές και στον αιγιαλό.	Μεσοπρόθεσμος

1. Πλατφόρμα τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης

«Με αφετηρία την επικοινωνία/σύσταση της Ε.Ε. για την οικοδόμηση εμπιστοσύνης στην ανθρωποκεντρική τεχνητή νοημοσύνη, γίνεται φανερή η ανάγκη για την υλοποίηση μιας πλατφόρμας στο Δημόσιο, που θα συμβάλλει οριζόντια στο σύνολο των έργων και εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης (TN/MM). Το έργο θα υλοποιηθεί και θα λειτουργήσει από το ΕΔΥΤΕ κάτω από ένα ευέλικτο σχήμα διακυβέρνησης με τη συμμετοχή και άλλων φορέων. Στο πλαίσιο του έργου θα διασφαλίζονται τα βασικά συστατικά και θα παρέχονται οι διευκολύνσεις για την ανάπτυξη και εφαρμογή εμπιστεύσιμων λύσεων TN/MM στους τομείς άσκησης των δημόσιων πολιτικών με βάση τον άνθρωπο και τις ανάγκες του».

«Στόχος της πλατφόρμας είναι οι παραγόμενες εφαρμογές και συστήματα TN/MM να έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν αξιόπιστα συστατικά για την υλοποίησή τους. Παράλληλα, η πλατφόρμα θα παρέχει υποδομές και πόρους, ώστε οι παραγόμενες εφαρμογές και συστήματα να βελτιστοποιούνται και να μπορεί να βεβαιώνεται σε ελεγχόμενες υποδομές με διαφανή τρόπο η τεχνική τους στιβαρότητα και η ασφάλεια, τηρώντας το απόρρητο των δεδομένων. Συστατικά για την ανάπτυξη της πλατφόρμας TN/MM αποτελούν η διασφάλιση υπολογιστικής υποδομής με προσιτούς όρους, η εξασφάλιση κατάλληλων δεδομένων από τον κάθε τομέα, η ανάπτυξη και η κοινή χρήση αλγορίθμων και οπρωσδήποτε, η συγκρότηση μιας γόνιμης κοινότητας εξειδικευμένων μηχανικών και ειδικών του κάθε τομέα εφαρμογής τόσο από το Δημόσιο όσο και από τις επιχειρήσεις. Αναλυτικότερα τα συστατικά αυτά παρουσιάζονται ακολούθως»:

«Διασφάλιση προσιτής υπολογιστικής ισχύος: Οι εφαρμογές TN/MM αξιοποιώντας μεγάλα σύνολα δεδομένων είναι υπολογιστικά εξαιρετικά απαιτητικές. Οι οικονομικοί όροι με τους οποίους διατίθενται υπολογιστικοί πόροι και εργαλεία από τα δημόσια υπολογιστικά νέφη συχνά αποτελούν εμπόδιο για πειραματισμούς προκειμένου για την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η εξασφάλιση ισχυρών υπολογιστικών πόρων όπως σημειώνεται στην ενότητα.7.6.1 «Υπολογιστικά Συστήματα Υψηλών

Επιδόσεων μέσω των υποδομών EuroHPC/HPC-CC». Παράλληλα είναι αναγκαία η αξιοποίηση του Εθνικού Υπερυπολογιστή αλλά και η περαιτέρω ανάπτυξη ειδικευμένης υπολογιστικής υποδομής για εφαρμογές TN/MM και δεδομένα που απαιτούν επί τόπου (*in situ*) επεξεργασία λόγω περιορισμών ασφάλειας, χρόνου απόκρισης (*latency*) ή νομοθεσίας».

«Βιβλιοθήκες αλγορίθμων και μοντέλων για μεταφορά μάθησης (*transfer learning*): Η πλατφόρμα θα παρέχει βιβλιοθήκες αλγορίθμων TN/ MM περιλαμβάνοντας λύσεις μηχανικής μάθησης, βαθιάς μηχανικής μάθησης, αλγορίθμους συλλογιστικής και αναπαράστασης γνώσης κ.ά., που βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορα πεδία και κατηγορίες προβλημάτων. Οι υλοποιήσεις των αλγορίθμων αυτών και οι περιπτώσεις εφαρμογής τους θα είναι δημόσια διαθέσιμες στην κοινότητα για χρήση, δημιουργία παράγωγου έργου και επαναδιάθεσή του στη βιβλιοθήκη. Μέσω της μεταφοράς μάθησης ή αλλιώς προσαρμογής πεδίου (*domain adaptation*), λύσεις και μοντέλα που θα έχουν εφαρμοστεί και λειτουργήσει σε συγκεκριμένους τομείς θα υιοθετούνται για την επίλυση προβλημάτων και σε άλλους τομείς πολιτικής».

«Παρέχοντας τα ανωτέρω εκτιμάται πως γύρω από την πλατφόρμα TN/MM θα αναπτυχθεί μια γόνιμη κοινότητα με αμοιβαία επωφελείς συνεργασίες γύρω από το τρίγωνο «Ερευνητική κοινότητα, Δημόσιο και Επιχειρήσεις». Παράλληλα μέσω της κοινότητας δημιουργείται ένα πλαίσιο λογοδοσίας και ευθύνης μεταξύ των συντελεστών που θα αναπτύσσουν συστήματα και εφαρμογές TN/MM, έτσι ώστε αυτά να λειτουργούν προς όφελος της περιβαλλοντικής και κοινωνικής ευημερίας».

«Στην ουσία το έργο παρέχει τη συνεκτική ουσία και τις προϋποθέσεις λειτουργίας του ΕΔΥΤΕ ως *Digital Innovation Hub* για εφαρμογές TN/MM στο Δημόσιο Τομέα και προωθεί την ενεργή συμμετοχή της χώρας μας στις ευρωπαϊκές εξελίξεις στο πεδίο της TN, όπως η διασύνδεση με το υπό διαμόρφωση *European AI hub - lighthouse centre of AI research and innovation*.

2. Μηχανισμοί υποστήριξης των δημοσίων ελεγκτικών φορέων για την πάταξη της φοροδιαφυγής και τον έλεγχο των δημοσίων συμβάσεων

Για την υποστήριξη της στρατηγικής ενάντια στη διαφθορά, προωθούνται λύσεις επεξεργασίας μεγάλων δεδομένων και τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη των ελεγκτικών μηχανισμών του Δημοσίου. Μέσω των λύσεων αυτών θα υποστηριχθεί η υλοποίηση ειδικών μεταρρυθμιστικών παρεμβάσεων σε κρίσιμα πεδία πολιτικής, όπως η πάταξη της φοροδιαφυγής και της εισφοροδιαφυγής».

«Επιπρόσθετα, θα πραγματοποιείται έρευνα με σκοπό τον εντοπισμό συμπεριφορών υψηλού ρίσκου και μοτίβων που παραπέμπουν σε πιθανά φαινόμενα διαφθοράς. Τα ευρήματα θα οδηγήσουν στη βελτίωση της διαχείρισης των δημόσιων συμβάσεων καθώς και άλλων ευαίσθητων διαδικασιών της Δημόσιας Διοίκησης».

«Παράλληλα, θα αναπτυχθούν λύσεις τεχνητής νοημοσύνης που θα ενισχύουν τις ελεγκτικές υπηρεσίες του Δημοσίου. Για παράδειγμα, θα προωθηθεί η εφαρμογή μεθόδων μηχανικής μάθησης για τη βελτίωση της στόχευσης των ελέγχων, κατευθύνοντας τους επιτόπιους και τους ουσιαστικούς ελέγχους για την αποτελεσματική διερεύνηση περιστατικών απάτης και την αντιμετώπιση του οικονομικού εγκλήματος.

3. Εφαρμογή παρακολούθησης του συστήματος εισροών εκροών στο εμπόριο καυσίμων

Αντικείμενο της παρέμβασης είναι η ανάπτυξη συστήματος αξιοποίησης και παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο των δεδομένων που δημιουργούνται από τα εγκατεστημένα συστήματα εισροών-εκροών με χρήση αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης. Το σύστημα θα μπορεί να παράγει προειδοποιήσεις για μη κανονικές συμπεριφορές, καθώς και να παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για τη λήψη αποφάσεων. Η παρέμβαση θα συμβάλει στην αποτελεσματικότερη εποπτεία της αγοράς καυσίμων και στην υποστήριξη του υγιούς ανταγωνισμού

μέσω στοχευμένων ελέγχων για την αντιμετώπιση του λαθρεμπορίου καυσίμων.

4. Σύστημα υποστήριξης του μηχανισμού είσπραξης δημοσίων εσόδων

Περιλαμβάνει την ανάπτυξη κοινού αποθετηρίου μεταδεδομένων, την προμήθεια κατάλληλων λύσεων λογισμικού και την ανάπτυξη τεχνικών και εργαλείων μηχανικής μάθησης, ώστε να υποστηρίζονται οι διαδικασίες ελέγχου ως προς την είσπραξη οφειλών.

5. Έργο για την αυτόματη κωδικοποίηση της Νομοθεσίας με χρήση τεχνολογιών επεξεργασίας φυσικής γλώσσας».

«Στόχος είναι να αυτοματοποιηθεί ή να διευκολυνθεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό η συγκέντρωση και κωδικοποίηση νομοθετημάτων, προκειμένου να μπορεί ο κάθε πολίτης να γνωρίζει τις ισχύουσες διατάξεις σε σχέση με ένα νομοθετικό πλαίσιο. Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν τεχνικές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Process-NLP) που θα εφαρμοστούν έτσι ώστε να συνδράμουν στο οριζόντιο έργο «Κωδικοποίηση και Αναμόρφωση της Ελληνικής Νομοθεσίας», το οποίο περιγράφεται στο Κεφάλαιο 8 «Οριζόντια Ψηφιακά Έργα Μετασχηματισμού της Δημόσιας Διοίκησης», προκειμένου να αυτοματοποιηθεί ο εντοπισμός των αναφορών, παραπομπών και τροποποιήσεων σε ένα νομοθέτημα και να διευκολυνθεί και να αυτοματοποιηθεί η κωδικοποίησή του».

«Επίσης, στόχο αποτελεί η αυτοματοποίηση της διαδικασίας παρακολούθησης των ΦΕΚ που περιέχουν ρυθμίσεις που επηρεάζουν τις διαδικασίες του Εθνικού Μητρώου Διαδικασιών. Το αποτέλεσμα της επεξεργασίας θα μπορεί να αξιοποιηθεί από τους συντάκτες του ΕΜΔ, ειδοποιώντας τους για την επικαιροποίηση διαδικασιών που τροποποιούνται.

6. *Εισαγωγή τεχνολογιών Αυτοματοποίησης Ρομποτικών Διαδικασιών (Robotic Process Automation) για τη μείωση των επαναλαμβανόμενων διοικητικών εργασιών».*

«Η Αυτοματοποίηση Ρομποτικών Διαδικασιών - RPA είναι μια τεχνολογία αυτοματοποίησης επιχειρηματικών διαδικασιών η οποία επιτρέπει την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων χειρωνακτικών εργασιών που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε κανόνες. Στόχος είναι η εισαγωγή συστημάτων RPA που θα βοηθήσουν δημόσιους οργανισμούς να εξοικονομήσουν χρόνο και χρήματα αυτοματοποιώντας χειροκίνητα και επαναλαμβανόμενα καθήκοντα, βελτιώνοντας την ακρίβεια και μειώνοντας τον κίνδυνο ανθρώπινου σφάλματος. Με τη χρήση τους οι υπάλληλοι μπορούν να επικεντρωθούν σε εργασίες υψηλότερης αξίας, αυτοματοποιώντας επαναλαμβανόμενες εργασίες, ενώ μπορεί να επιτευχθεί και σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων μέσω της επέκτασης του χρόνου ζωής παλαιότερων (legacy) πληροφοριακών συστημάτων».

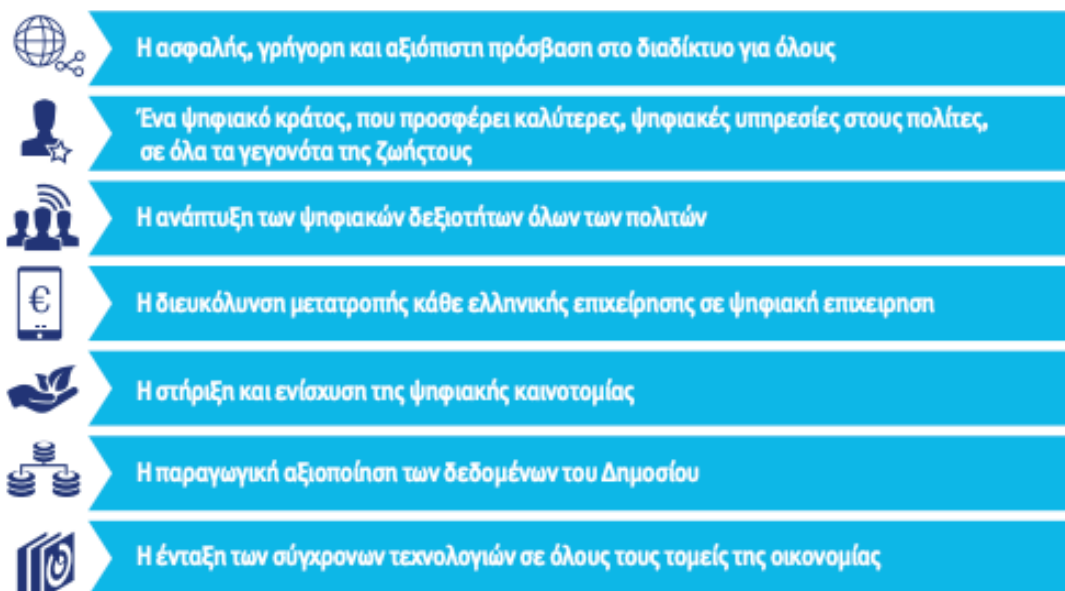
7. *Σύστημα εντοπισμού οικοδομικών αυθαιρεσιών σε δασικές περιοχές και στον αιγιαλό*

«Σύστημα που θα χρησιμοποιεί αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης προκειμένου να εντοπίσει οικοδομικές αυθαιρεσίες σε προστατευόμενες περιοχές, δάση και αιγιαλούς».

Για να γίνει, λοιπόν, το όνειρο της τεχνητής νοημοσύνης πραγματικότητα πρέπει να αξιοποιηθούν οι ευκαιρίες της ψηφιακής επανάστασης. Αυτό θα κρίνει σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας και την ευημερία της κοινωνίας. Δεν αρκεί πλέον να ακολουθούνται οι εξελίξεις. Έχει έρθει πλέον η στιγμή να διαμορφωθεί το δικό μας αναπτυξιακό πρότυπο εν μέσω της 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης, δίνοντας έμφαση στις ανθρώπινες δεξιότητες και στην επιχειρηματικότητα με την υποστήριξη των ψηφιακών υποδομών και ενός ψηφιακού κράτους.

Σύμφωνα με τον Βίβλο Ψηφιακού Μετασχηματισμού 2020-2025 υπάρχουν 7 (επτά) στόχοι της νέας εθνικής στρατηγικής, τους οποίους βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα:

Εικόνα 15: Οι 7 (επτά) στόχοι της νέας εθνικής στρατηγικής της Βίβλου Ψηφιακού Μετασχηματισμού 2020-2025 (πηγή: https://digitalstrategy.gov.gr/website/static/website/assets/uploads/digital_strategy.pdf)



Η ελληνική κυβέρνηση αποφάσισε την υλοποίηση της Εθνικής Στρατηγικής για την Τεχνητή Νοημοσύνη, μέσω της οποίας θα καθοριστούν οι μηχανισμοί σχεδιασμού και πραγματοποίησης δράσεων τεχνητής νοημοσύνης στο πλαίσιο του νέου ΕΣΠΑ, οι τρόποι προσέλκυσης επενδύσεων και οι απαιτούμενες παρεμβάσεις για την υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) σε ώριμους τομείς πολιτικής.

Ειδικότερα, στις 26 Αυγούστου 2021 το υπουργείο Ψηφιακής Διακυβέρνησης προκήρυξε Ανοικτό Ηλεκτρονικό Διαγωνισμό για την Ανάδειξη Αναδόχου στο πλαίσιο του Έργου «Μελέτη ωρίμανσης έργου για την υλοποίηση της Εθνικής Στρατηγικής για την Τεχνητή Νοημοσύνη». Ο Διαγωνισμός πραγματοποιήθηκε ηλεκτρονικά με χρήση της πλατφόρμας του Εθνικού Συστήματος Ηλεκτρονικών Δημοσίων Συμβάσεων (Ε.Σ.Η.ΔΗ.Σ.), μέσω της διαδικτυακής πύλης www.promitheus.gov.gr. Ως ημερομηνία έναρξης υποβολής των προσφορών ορίστηκε η 27/08/2021, ώρα: 13:00 και ως καταληκτική ημερομηνία υποβολής των προσφορών: 13/09/2021, ώρα: 13:00.

Μία πρωτοβουλία με σκοπό να εξασφαλιστεί η καλύτερη κατανόηση της τεχνητής νοημοσύνης και ο σχεδιασμός της προς όφελος των ανθρώπων με την ονομασία «1000 Πρωτοπόροι για την Τεχνητή Νοημοσύνη στην Ελλάδα», έχει ήδη ξεκινήσει στην Ελλάδα από τον βραβευμένο Μη Κερδοσκοπικό Οργανισμό Science For You (SciFY), σε συνεργασία με το aheadd - Digital Innovation Hub του ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» και με την υποστήριξη της Πρεσβείας των Η.Π.Α. στην Αθήνα.

Ο Δρ. Γιώργος Γιαννακόπουλος, Συνιδρυτής της SciFY & Συνεργαζόμενος Ερευνητής Τεχνητής Νοημοσύνης στο ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος» σε μία συνέντευξη που έδωσε στην δημοσιογράφο Λήδα Αρνέλλου της εφημερίδας «Αυγή» ανέφερε ότι *«Στόχος της σύμπραξης αυτής είναι να δημιουργηθεί μια ενεργή κοινότητα ανθρώπων που θα πρωτοπορήσουν στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης συνδιαμορφώνοντας μια ανθρωποκεντρική τεχνητή νοημοσύνη και αξιοποιώντας την τεχνητή νοημοσύνη για την καινοτομία. Πιστεύουμε ότι η κοινότητα αυτή θα μπορέσει να κινητοποιήσει δυνάμεις και συνεργασίες σε νευραλγικούς τομείς της οικονομίας και της κοινωνίας αξιοποιώντας τις πλέον πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις»*.

«Ήδη από τον Μάιο του 2018 η Ελλάδα έχει υπογράψει Διακήρυξη Συνεργασίας στην Τεχνητή Νοημοσύνη (Declaration on Cooperation on Artificial Intelligence) ως ένδειξη ισχυρής βούλησης να ενώσει τις δυνάμεις της με το σύνολο των χωρών της Ε.Ε. και να συμμετάσχει σε μια ευρωπαϊκή προσέγγιση για την Τεχνητή Νοημοσύνη» (Moschou, 2021).

«Τον Δεκέμβριο του 2018 η Ε.Ε. δημοσίευσε το «Συντονισμένο Σχέδιο για την Τεχνητή Νοημοσύνη», προσκαλώντας τα κράτη-μέλη να το εφαρμόσουν, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης εθνικών στρατηγικών τεχνητής νοημοσύνης έως τα μέσα του 2019, περιγράφοντας τα επίπεδα επενδύσεων, τα μέτρα εφαρμογής και τους νομοθέτες να δρομολογήσουν άμεσα τις νομοθετικές πρωτοβουλίες που είναι απαραίτητες για την επιτυχία της ευρωπαϊκής στρατηγικής Artificial Intelligence (AI), συμπεριλαμβανομένων των προτάσεων που υποβάλλονται στο πλαίσιο του επόμενου πολυετούς δημοσιονομικού πλαισίου» (Moschou, 2021).

«Τον Απρίλιο 2019 η συσταθείσα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Ιούνιο του 2018, Ομάδα Εμπειρογνομώνων Υψηλού Επιπέδου για την Τεχνητή Νοημοσύνη, εξέδωσε τις «Κατευθυντήριες γραμμές δεοντολογίας για αξιόπιστη Τεχνητή Νοημοσύνη», στις οποίες καταγράφονται οι βάσεις και οι τρόποι υλοποίησης αξιόπιστης Τεχνητής Νοημοσύνης» (Moschou, 2021).

«Τον Φεβρουάριο 2020, η Ε.Ε. δημοσίευσε και έθεσε σε δημόσια διαβούλευση το «WHITE PAPER on Artificial Intelligence - A european approach to excellence and trust», με στόχο την προώθηση ενός ευρωπαϊκού οικοσυστήματος αριστείας και εμπιστοσύνης στην τεχνητή νοημοσύνη, προτείνοντας μέτρα που θα εξορθολογήσουν την έρευνα, θα ενθαρρύνουν τη συνεργασία μεταξύ των κρατών μελών και θα αυξήσουν τις επενδύσεις στην ανάπτυξη και ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης και παράλληλα τις επιλογές πολιτικής για ένα μελλοντικό κανονιστικό πλαίσιο της Ε.Ε. για την Τεχνητή Νοημοσύνη, με ιδιαίτερη έμφαση στις εφαρμογές υψηλού κινδύνου» (Moschou, 2021).

Επίσης, «τον Φεβρουάριο του 2020 δημοσιεύτηκε το κείμενο «AI Watch - Εθνικές Στρατηγικές Τεχνικής Νοημοσύνης - Η Ευρωπαϊκή Προοπτική για το 2019», που συγκεντρώνει τις δράσεις των κ.μ. στο πλαίσιο ορισμού των εθνικών στρατηγικών σε κάθε περίπτωση. Το κείμενο αυτό ορίζει συγκεκριμένους άξονες για το πλαίσιο πολιτικής για την Τεχνητή Νοημοσύνη (policy framework on AI) οι οποίοι είναι οι παρακάτω (Moschou, 2021):

- α) Ανθρώπινο Κεφάλαιο,
- β) Από το εργαστήριο στην αγορά,
- γ) Δικτύωση,
- δ) ρυθμιστικό πλαίσιο και
- ε) Υπολογιστικές Υποδομές».

«Ήδη μια πληθώρα κρατών μελών έχει αναπτύξει και εφαρμόζει Εθνική Στρατηγική για την Τεχνητή Νοημοσύνη ενώ η πλειοψηφία των υπολοίπων έχει δρομολογήσει την κατάρτισή της, μεταξύ αυτών και η Ελλάδα» (Moschou, 2021).

«Όπως αναφέρεται στην προκήρυξη το παραπάνω πλαίσιο, αναδεικνύει την ανάγκη να δημιουργηθούν οι κατάλληλες οργανωτικές δομές και ροές εργασιών στο πλαίσιο της νέας Προγραμματικής Περιόδου 2021-2027, προκειμένου να είναι σε θέση οι φορείς της δημόσιας διοίκησης να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν έργα που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη. Λόγω της φύσης των εν λόγω τεχνολογιών και της ταχύτητας με την οποία αυτές αναπτύσσονται, καθίσταται προφανές πως το πλαίσιο του συστήματος διαχείρισης των συγχρηματοδοτούμενων προγραμμάτων, αλλά και το ευρύτερο πλαίσιο των δημοσίων συμβάσεων, πρέπει να προσαρμοστεί καταλλήλως ώστε να είναι σε θέση να ανταποκριθεί στους στόχους της ευρωπαϊκής και εθνικής πολιτικής για την ΤΝ» (Moschou, 2021).

«Επιπλέον, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη να καθοριστούν προτεραιότητες σε τομείς πολιτικής προκειμένου να είναι εκείνοι οι πρώτοι στους οποίους θα υλοποιηθούν σχετικά προγράμματα. Εν ολίγοις, ο τρόπος οργάνωσης και διαχείρισης των έργων καθώς και η προτεραιοποίηση των έργων που θα υλοποιηθούν πρέπει να είναι καλά σχεδιασμένη και να αντικατοπτρίζει τους στόχους και τις επιδιώξεις, ώστε να υπάρχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα» αναφέρει η προκήρυξη (Moschou, 2021).

Επίσης, στις 29 Σεπτεμβρίου 2021 ο υπουργός Ψηφιακής Διακυβέρνησης Κυριάκος Πιερρακάκης συμμετείχε στη συζήτηση-γεύμα με τίτλο «Δημοκρατία και Τεχνολογία: Πιάσε με αν μπορείς», που διεξήχθη στο πλαίσιο του Athens Democracy Forum από το Democracy & Culture Foundation σε συνεργασία με τους New York Times. Τόνισε ότι *«Η Ελλάδα είναι έτοιμη να παρουσιάσει το Εθνικό Σχέδιο για την Τεχνητή Νοημοσύνη»*, και συμπλήρωσε πως η χώρα μας *«είναι έτοιμη να ανταποκριθεί στην πρόκληση να μην «χάσει το τρένο» της 4ης βιομηχανικής επανάστασης»*.

Κατά την τοποθέτησή του, ανέφερε ότι έμπνευση για τον ίδιο και την κυβέρνηση αποτέλεσε το άρθρο του πασίγνωστου ιστορικού και συγγραφέα Yuval Noah Harari *«Ο κόσμος μετά τον κορωνοϊό»*, στο οποίο ο συγγραφέας τόνισε ότι *«οι κυβερνήσεις πρέπει να είναι πολύ προσεκτικές ποιες μεταρρυθμίσεις και πολιτικές προωθούν, ειδικά σε ότι αφορά σε ψηφιακές*

μεταρρυθμίσεις... Η κυβέρνηση επέλεξε να ακολουθήσει τον δρόμο της ενδυνάμωσης της κοινωνίας, προωθώντας την πλατφόρμα gov.gr, που δόθηκε στο κοινό την εποχή του πρώτου lockdown της πανδημίας. Τα βήματα που έχουν γίνει από την έναρξη της προσπάθειας ψηφιοποίησης του κράτους από το 2018 έως και σήμερα, είναι με εκθετικό ρυθμό», συμπλήρωσε.

Στη συνέχεια επισήμανε ότι «Προσπαθήσαμε να επανασχεδιάσουμε την πολιτική μας χρησιμοποιώντας την τεχνολογία και ως ένα μέσο για την καταπολέμηση της πανδημίας. Ένα παράδειγμα ενός μέσου που εισαγάγαμε στις ζωές των πολιτών ήταν το sms 13033, που στην ουσία ήταν μία άσκηση αυτο-ελέγχου, μία άσκηση συμπεριφορικών οικονομικών».

Ακολούθως συμπλήρωσε ότι «Πιστεύουμε ότι η τεχνολογία δεν είναι ουδέτερη, έχει τη δύναμη να βοηθήσει στην καταπολέμηση της γραφειοκρατίας, μπορεί να περιορίσει τις ανισότητες και να βοηθήσει άτομα με αναπηρίες να έχουν ίση πρόσβαση σε δημόσιες υπηρεσίες, μπορεί να ενισχύσει την εμπιστοσύνη πολιτών στην διαφάνεια υπηρεσιών αλλά και να φέρει πιο κοντά στο κράτος πολίτες που κατοικούν στο εξωτερικό» (capital.gr, 2021).

«Επιπροσθέτως, ο ιστορικός και συγγραφέας, Yuval Noah Harari, η Dubravka Suica, αντιπρόεδρος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής - επίτροπος για θέματα Δημοκρατίας και Δημογραφίας, καθώς και ο Υπουργός Ψηφιακής Διακυβέρνησης συμμετείχαν σε μία συζήτηση για τις επιπτώσεις και τις προκλήσεις της τεχνολογίας. Τη συζήτηση συντόνισε ο διπλωματικός συντάκτης για την Ευρώπη της εφημερίδας New York Times, Steven Erlanger» (capital.gr, 2021).

Είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι τον Σεπτέμβριο του 2021 το επιστημονικό περιοδικό «Nature» εξέτασε μια περίπτωση, όπου η τεχνητή νοημοσύνη έπαιξε καθοριστικό ρόλο: ένα σύστημα ονόματι EVA, το οποίο αναπτύχθηκε από τις ελληνικές αρχές για να βρουν ποιοι από τους εισερχόμενους ταξιδιώτες πρέπει να εξεταστούν για τον κορονοϊό. Αυτό ήταν ιδιαίτερα σημαντικό επειδή η κυβέρνηση διέθετε μόνο περιορισμένη δυνατότητα τεστ και έπρεπε να τα χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά.

Ο Eric Topol, αμερικανός καρδιολόγος, επιστήμονας και συγγραφέας, που πιστεύει ακράδαντα στη θετική επίδραση που θα μπορούσε να έχει η τεχνητή νοημοσύνη στην ιατρική και ταυτόχρονα κορυφαίος επικριτής μεγάλου μέρους της σημερινής υπάρχουσας ιατρικής τεχνητής νοημοσύνης, δήλωσε στο Twitter ότι το ελληνικό σύστημα *«μπορεί να αντιπροσωπεύει την πιο σημαντική επιτυχημένη εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην πανδημία»*. Αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο λίγες εφαρμογές είναι στη λίστα.

Το σύστημα, λοιπόν, με την ονομασία EVA «αναπτύχθηκε σε 40 αεροδρόμια, λιμάνια και χερσαίες συνοριακές διαβάσεις από τον Αύγουστο έως τον Νοέμβριο του 2020. Οι αφικνούμενοι επιβάτες ομαδοποιήθηκαν σε κατηγορίες ανάλογα με τη χώρα από την οποία έφταναν, την περιοχή της χώρας στην οποία είχαν βρεθεί, το φύλο και την ηλικία τους. Στη συνέχεια, με βάση το προηγούμενο μοτίβο των θετικών εξετάσεων για τον κορονοϊό για την εν λόγω κατηγορία επιβατών, το σύστημα αποφάσιζε αν θα έπρεπε να διενεργηθεί εξέταση, επιδιώκοντας την επίτευξη δύο στόχων: την μεγιστοποίηση του αριθμού των μολυσμένων ασυμπτωματικών ταξιδιωτών που εντοπίζονται και την κατανομή αρκετών τεστ σε κατηγορίες ταξιδιωτών για τις οποίες το σύστημα δεν είχε υψηλή εμπιστοσύνη στα δεδομένα του, προκειμένου να βελτιώσει τις εν λόγω εκτιμήσεις» (Kahn, 2021).

Το «έξυπνο» σύστημα τεχνητής νοημοσύνης Eva «που εφάρμοσε σε όλα τα σύνορα της η Ελλάδα - πιθανότατα η μόνη στην Ευρώπη που έκανε κάτι τέτοιο - για τον έλεγχο Covid-19 των εισερχόμενων ταξιδιωτών το καλοκαίρι του 2020, υπήρξε πολύ πιο αποτελεσματικό από ό,τι αν τα τεστ είχαν γίνει στην τύχη. Αυτό βοήθησε τη χώρα μας να διατηρήσει ανοικτά τα σύνορά της με μεγαλύτερη ασφάλεια και, επιπλέον, της επέτρεψε να αποτελέσει ένα πρωτοποριακό παράδειγμα διεθνώς» (Kahn, 2021).

«Τα παραπάνω προκύπτουν από την αξιολόγηση του συστήματος και του αντίστοιχου αλγόριθμου ενισχυτικής μάθησης, που έγινε σε νέα δημοσίευση στο περιοδικό «Nature» και την οποία συνυπογράφουν, μεταξύ άλλων, ο βασικός δημιουργός του EVA Κίμων Δρακόπουλος (Πανεπιστήμιο Νότιας Καλιφόρνιας - Λος Άντζελες) και οι καθηγητές Σωτήρης Τσιόδρας, Γκίκας

Μαγιορκίνης, Δημήτρης Παρασκευής, Παγώνα Λάγιου και Χρήστος Χατζηχριστοδούλου (της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών οι τέσσερις πρώτοι και της Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ο τελευταίος). Οι ερευνητές αναφέρουν ότι το EVA - που επέτρεψε πιο στοχευμένους ελέγχους με βάση συγκεκριμένα κριτήρια - εντόπισε σχεδόν διπλάσιους ασυμπτωματικούς ταξιδιώτες μολυσμένους με κορονοϊό (1,85 φορές περισσότερους) από ό,τι αν οι έλεγχοι στα σύνορα είχαν γίνει τελείως στην τύχη. Αν οι έλεγχοι είχαν γίνει τυχαία, εκτιμάται ότι θα είχε εντοπιστεί περίπου το 54% των κρουσμάτων που το «έξυπνο» σύστημα ανίχνευσε» (Kahn, 2021).

Ακόμη, «το EVA εντόπισε 1,25 έως 1,45 φορές περισσότερους ασυμπτωματικούς μολυσμένους ταξιδιώτες από όσους θα είχαν βρεθεί αν η πολιτική των τεστ είχε βασιστεί σε επιδημιολογικά μόνο κριτήρια, όπως έκαναν οι άλλες χώρες. Μάλιστα στην κορύφωση της τουριστικής περιόδου εντόπισε δύο έως τέσσερις φορές περισσότερους ασυμπτωματικούς από το αναμενόμενο» (Kahn, 2021).

Κλείνοντας, είναι γεγονός ότι το οικονομικό σύστημα ευνοεί κάποια συγκεκριμένα είδη εφαρμογών, όχι όμως απαραίτητα όλα εκείνα που έχουν μεγάλη κοινωνική σημασία. Δυστυχώς μεγάλο μέρος επιστημόνων απεικονίζει την τεχνητή νοημοσύνη με τρόπο που δεν είναι καθόλου αντιπροσωπευτικός. Τα υπάρχοντα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης είναι πολύ μακριά από την ευφυΐα του ανθρώπινου επιπέδου. Υπάρχει μία μικρή τάση να εναποτίθεται υπερβολική εμπιστοσύνη ή να υπάρχει εξαιρετικά μεγάλη προσδοκία από τα συστήματα της τεχνητής νοημοσύνης στη σημερινή τους μορφή.

Το ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει και θα συνεχίσει να έχει ανοδική πορεία είναι το μόνο σίγουρο. Είμαστε, όμως εμείς έτοιμοι να την καλοδεχθούμε; Η απάντηση είναι αρνητική. Δυστυχώς, χωρίς να υποτιμάται κανείς, δεν διαθέτουμε ατομική και συλλογική σοφία ώστε να διασφαλίσουμε ότι οι πολύ ισχυρές τεχνολογίες, όπως είναι και η τεχνητή νοημοσύνη, θα χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με τις αξίες μας. Ότι, δηλαδή, θα

χρησιμοποιηθούν με τρόπο που θα ωφελήσει την ανθρωπότητα και δεν θα δημιουργηθούν καταστροφικά επακόλουθα.

Εάν η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιηθεί με τρόπους που οι περισσότεροι άνθρωποι θα αρχίσουν να εκλαμβάνουν ως ύποπτους και κακούς, παραδείγματος χάριν ότι θα παρακολουθούνται ή ακόμη χειρότερα ότι θα ελέγχονται και θα χειραγωγούνται, όπως λόγου χάριν αισθάνονται οι αρνητές του εμβολίου κατά του κορωνοϊού, τότε είναι δεδομένο ότι οι άνθρωποι θα απορρίψουν την τεχνολογία και την επιστήμη.

Η τεχνητή νοημοσύνη δεν αντικαθιστά ούτε απαραίτητα ακυρώνει θέσεις εργασίας. Μπορεί να ενισχύσει και να δημιουργήσει ευκαιρίες για νέες θέσεις εργασίας και ως εκ τούτου καλύτερες ευκαιρίες για τους εργαζόμενους. Όπως είναι λογικό, οι εργαζόμενοι ανησυχούν ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα εξαλείψει την υπάρχουσα θέση εργασίας τους. Ωστόσο, με σωστή εφαρμογή, μπορεί να αποτελέσει μια στρατηγική για τη βελτίωση των υπηρεσιών, την οργάνωση και την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων ποιότητας. Τα τμήματα και οι οργανισμοί μπορεί να είναι καλύτερα τοποθετημένα για να εξυπηρετούν τους πελάτες τους με τον χρόνο που διαθέτουν οι εργαζόμενοι να ολοκληρώσουν τις ευθύνες τους.

Είναι έκδηλο ότι συνεχώς γίνονται βήματα προκειμένου η τεχνητή νοημοσύνη να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην καθημερινότητα των ανθρώπων και να γίνουν όλοι κοινωνοί αυτής της πολλά υποσχόμενης νέας εποχής, η οποία είναι εδώ και το μέλλον θα δείξει εάν τελικά είμαστε έτοιμοι να την υποδεχτούμε σαν έναν ευπρόσδεκτο «ξένο» ή σαν μία παγκόσμια εισβολή την οποία θα αντιμετωπίσουμε με πολλή επιφύλαξη ή ακόμα και με απόρριψη για τα ενδεχόμενα δεινά που θα μας προξενήσει. Είναι, άραγε, στο χέρι μας να επιλέξουμε το πως θα την αντιμετωπίσουμε;

Βιβλιογραφία

- Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη, Ε. (2008). *ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ*. ITF (Διεθνές Φόρουμ Μεταφορών). Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μας βοηθήσει να καταπολεμήσουμε τον κορονοϊό. (χ.χ.).
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (χ.χ.). Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μας βοηθήσει να καταπολεμήσουμε τον κορονοϊό.
- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. (2019). Applications of artificial intelligence in transport: An overview.
- Agarwal, P., Gurjar, J., Agarwal, A., & Birla, R. (2015). Application of Artificial Intelligence for Development of Intelligent Transport System in Smart Cities. *International Journal of Transportation Engineering and Traffic System*, 20–30.
- Agrawal. (2018).
- Agrawal. (2018).
- Alimadadi, A., Aryal, S., Manandhar, I., Munroe, P., Joe, B., & Cheng, X. (2020, April 3). Ανάκτηση από American Physiological Society: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physiolgenomics.00029.2020>
- Allen & Overy, L. (2017). Autonomous and Connected Vehicles: Navigating the Legal Issues; *Allen & Overy LLP: London, UK*, σσ. 2–17.
- Alstom. (2022, January 7). Ανάκτηση από https://www-alstom-com.translate.google/company?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=el&_x_tr_hl=el
- Amanatidis, N., Kiriakos, D., Misthou, S., Paliouras, A., & Papadopetraki, E. (2021, May). Teaching Artificial Intelligence in Primary, Secondary and Post-Secondary Public Education in Greece. *i-Teacher (Διαδικτυακό Εκπαιδευτικό Περιοδικό)*, I.S.S.N. : 1792 - 4146(28ο).
- Angus. (2020).
- Anwar. (2019).
- Bathae, Y. (2018). The artificial intelligence black box and the failure of intent and causation. *Harvard Journal of Law & Technology, Volume 31*.
- Baylor. (2014).
- Baylor&Kim. (2004).
- Bogoch, I., Watts, A., Thomas-Bachli, A., Huber, C., Kraemer, M., & Khan, K. (2020, March 13). Potential for global spread of a novel coronavirus from China. *National library of medicine*.
- Bouhadada. (2009).
- Boyd, D., & Crawford, K. (2012, May 2012). Critical questions for big data. *Taylor & Francis Online*, 662-679.
- capital.gr. (2021, May 17). (ΑΜΠΕ) Ανάκτηση January 2022, από <https://www.capital.gr/epikairota/3546202/summetoxi-ellinikon-f-16-stin-askisi-nato-tiger-meet-2021>
- Cars Electric Team. (2022, January 2). *carselectric.gr*. Ανάκτηση 2022 January, από <https://carselectric.gr/waymo-kai-geely-anaptyssoun-stolo-me-amigos-ilektrika-aftonoma-taxi/>
- Castiglioni, I., Rundo, L., Codari, M., Di Leo, G., Salvatore, C., Interlenghi, M., . . . Sardanelli, F. (2021, March). AI applications to medical images: From machine learning to deep learning. *Elsevier, Volume 83*, 9-24.
- Chan. (2019).
- Chavanel, C. (2021). *Artificial intelligence - Case of the railway sector - State of play and perspectives*. Paris, France: International Union of Railways (UIC).

- Clark. (2012).
- Cohen, T., & Cavoli, C. (2019). Automated vehicles: Exploring possible consequences of government (non)intervention for congestion and accessibility. *Transp. Rev.*, 39, 129–151.
- Cohen, T., Stilgoe, J., & Cavoli, C. (2018). Reframing the governance of automotive automation: Insights from UK stakeholder workshops. *J. Responsib. Innov.*, 1–23.
- Costanza-Kunz-Fjeld. (2009).
- Crusiger. (2016).
- Cuccaro-Alamin. (2017).
- Daecher. (2018).
- Dashenko. (2020).
- Desouza, K. (2019). *Delivering artificial intelligence in government*.
- deutschebahn.com. (2021, December 23). Ανάκτηση από <https://www.deutschebahn.com/>
- Di Claudio, M., Fantechi, A., Martelli, G., Menabeni, S., & Paolo, N. (2014, August). Model-based development of an Automatic Train Operation component for Communication Based Train Control. *ResearchGate*.
- Diaz. (2019).
- Ding. (2016).
- economico.gr. (2021, April 12). *Η Ρωσία «βρυχάται»: Εξοπλίζει το MiG-35 με τεχνητή νοημοσύνη και «έξυπνο σύστημα στόχευσης»*. (<https://economico.gr/>, Παραγωγός) Ανάκτηση January 2022, από <https://economico.gr/i-rosia-vrychatai-exoplizei-to-mig-35-me-techniti-noimosyni-kai-exypno-systima-stochefsis-photos/>
- England, J. R., & Cheng, P. M. (2019, March). Artificial Intelligence for Medical Image Analysis: A Guide for Authors and Reviewers. *American Journal of Roentgenology*(Volume 212).
- Engstrom. (2020).
- Engstrom. (2020).
- Engstrom, D., Ho, D., Sharkey, C., & Cuellar, M.-F. (2020). *Government by algorithm: Artificial intelligence in federal administrative agencies*. Stanford Law School. Stanford Law School.
- ethnos.gr. (2020, November 16). Ανάκτηση January 2022, από <https://www.ethnos.gr/technology/article/132515/htexnhthnohmosynhsthnyphr-esiatonpyrgonelegxoyenaeriaskykloforias>
- European Centre for the Development of Vocational Training. (2021, December 23). Ανάκτηση December 2021, από www.cedefop.europa.eu/en.
- Fagnant, D., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. *Transp. Res.*(Part A), 77, 167–181.
- Françoise, S.-F. (2019). Key priorities and timescales for artificial intelligence to help improve aviation performance. *Skyway Magazine*.
- Garcia, R. (2019, Autumn/Winter). Head of Artificial Intelligence, ATM business unit, INDRA. *Skyway Magazine*.
- Gizelis. (2020).
- globalrailwayreview. (2021, May 27). Ανάκτηση από <https://www.globalrailwayreview.com/>
- Goldhaber-Fiebert, J., & Prince, L. (2019, March). mpact Evaluation of a Predictive Risk Modeling Tool for Allegheny County’s Child Welfare Office. *Impact*

- Kleinberg, J., Ludwig, J., Mullainathan, S., & Sunstein, C. R. (2019, April 22). Discrimination in the Age of Algorithms. *Journal of Legal Analysis*(Volume 10), Pages 113–174.
- Kreuzhuber, K. (2020, March 19). *How AI, Big Data and Machine Learning can be used against the Corona virus*. Ανάκτηση January 2022, από Ars Electronica Blog: <https://ars.electronica.art/aeblog/en/2020/03/19/ki-corona-part1/>
- Kulshreshtha, N., & Mishra, A. (2020). 15 Uses of Voice Recognition Software Today.
- Lalla-Ruiz. (2012).
- Lalla-Ruiz. (2012).
- Lathuilière, S., Mesejo, P., Alameda-Pineda, X., & Horaud, R. (2018, March 22). A comprehensive analysis of deep regression. Ανάκτηση January 2022
- Lauabdia-Sellami. (2019).
- Lazer, D., Ryan, K., King, G., & Vespignani, A. (2014, March 14). *The Parable of Google Flu: Traps in Big Data Analysis*. Ανάκτηση January 2022, από science.org: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1248506>
- Lee. (2021).
- Lee, J., & Kockelman, K. (2019). Energy Implications of Self-Driving Vehicles. *Annual Meeting of the Transportation Research Board*. Washington, DC, USA.
- Li, R., Pei, S., Bin, C., Song, Y., Tao, Z., Yang, W., & Shaman, J. (2020, March 16). Substantial Undocumented Infection Facilitates the Rapid Dissemination of Novel Coronavirus (SARSCoV2). *368*(6490), σσ. 489-493. Ανάκτηση από science.org.
- Lieman-Sifry, J., Le, M., Lau, F., Sall, S., & Golden, D. (2017, April 13). Cardiac Segmentation with ENet.
- Linkov, I., Trump, B., Poinsette-Jones, K., & Florin, M.-V. (2018, February). Governance Strategies for a Sustainable Digital World. (*Sustainability* 2018, 10, 440).
- Lip. (2020).
- Louizi, A. (2005, Σεπτέμβριος). Στοιχεία λήψης και επεξεργασίας ιατρικής εικόνας. *B' μέρος*.
- Luengo-Oroz. (2020).
- Luengo-Oroz. (2020).
- Luengo-Oroz. (2020).
- Machuga, T. (2017). *Australian Centre for Robotic Vision website*. Ανάκτηση από PART II: More about deep learning and how it works.
- Maier, B. F., & Brockmann, D. (2020, April 8). *Effective containment explains subexponential growth in recent confirmed COVID-19 cases in China*. Ανάκτηση January 2022, από science.org: <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.abb4557>
- Manolopoulos, C., Sofotassios, D., Spirakis, P. G., & Stamatiou, G. C. (2013). A Framework for Protecting Voters' Privacy In Electronic Voting Procedures. *J. Cases Inf. Technol.* 15(2): 1-33 (2013).
- maxh.com. (2020, August 23). Ανάκτηση January 2022, από Η Τεχνητή Νοημοσύνη κέρδισε σε αερομαχία πιλότο της αμερικανικής Αεροπορίας: <https://www.maxh.com.cy/epsilonpiiotasigmatauetamueta/3713224>
- Mayer, V., & Cukier, K. (2014). *Big Data: A revolution that will transform how we live, work and think*.
- Mayorga-Ruiz. (2019).

- Mesa, Natalia. (2021). Can the criminal justice system's artificial intelligence ever be truly fair? University of Washington, USA.
- Miladenovic, M., Stead, D., Milakis, D., Pangbourne, K., & Givoni, M. (2020). Governance cultures and sociotechnical imaginaries of self-driving vehicle technology: Comparative analysis of Finland, UK and Germany In Policy Implications of Autonomous Vehicles. *Elsevier*, 235-262.
- Milakis, D. (2019). Long-term implications of automated vehicles: An introduction. *Transp. Rev.*, 1–8, 39.
- Milakis, D., Van Arem, B., & Van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *J. Intell. Transp. Syst.*, 21, 324–348.
- Moreno. (2001).
- Moschou, M. (2021, August 27). *Euro2day*. Ανάκτηση January 2022, από <https://www.euro2day.gr/news/economy/article/2093835/h-ellada-ependyei-sthn-tehnhth-nohmosynh-.html>
- Naudé, W. (2020, April 6). Artificial Intelligence Against Covid-19: An Early Review. *SSRN*, 17.
- neuralguard.com. (χ.χ.). Ανάκτηση January 2022, από <https://www.neuralguard.com/how-airports-are-using-ai-to-improve-security/>
- Niestadt, M., Debyser, A., Scordamaglia, D., & Pape, M. (2019). *Artificial intelligence in transport: Current and future developments, opportunities and challenges*. European Parliamentary Research Service. European Parliament.
- Nikitakos, N. (2020). Τεχνητή νοημοσύνη και επισκευές στη ναυτιλία. *Ναυτικά χρονικά* (Δεκέμβριος).
- Patwa, P., Bhardwaj, M., Guptha, V., Kumari, G., Sharma, S., Pykl, S., . . . Chakraborty, T. (2021). Overview of CONSTRAINT 2021 Shared Tasks: Detecting English COVID-19 Fake News and Hindi Hostile Posts. *Springer Link*, 42-53.
- RightEye. (2021, December 23). Ανάκτηση από <https://righteye.com/about/>
- Rizaki, K. (2013). Προβλήματα στην ηλεκτρονική μάθηση λόγω έλλειψης της φυσικής παρουσίας του εκπαιδευτή. Συνεργατική μάθηση. Θεσσαλονίκη.
- Rowan, A. N. (2020). *The Context for the Coronavirus Pandemic*. (WellBeing International) Ανάκτηση January 2022, από [wellbeingintlstudiesrepository.org:](https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/) <https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/wbn/vol2/iss3/2/>
- Sadegh Norouzzadeh, M., Nguyen, A., Kosmala, M., Swanson, A., Palmer, M. S., Packer, C., & Clune, J. (2017, July). Automatically identifying, counting, and describing wild animals in camera-trap images with deep learning. *PNAS*.
- Sarkar, P., Debnath, N., & Reang, D. (2020, August 18). Coupled human-environment system amid COVID-19 crisis: A conceptual model to understand the nexus. *Elsevier Public Health Emergency Collection*.
- Schmitt, M. (2019). *Artificial Intelligence in Medicine*.
- Schwartz, I., York, P., Nowakowski-Sims, E., & Ramos-Hernandez, A. (2017, October 22). *Predictive and prescriptive analytics, machine learning and child welfare risk assessment: The Broward County experience*. Ανάκτηση December 2021, από Elsevier.
- Shaheen. (2021a).
- Shaheen. (2021b).
- Shaheen, M. (2021, September 25). Applications of Artificial Intelligence (AI) i Healthcare: A review.
- Shi. (2019).

- Shift2Rail. (2022, January 7). Ανάκτηση από https://shift2rail-org.translate.google/about-shift2rail/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=el&_x_tr_hl=el
- SingaporeTeachers. (2015).
- SingaporeTeachers. (2016).
- Slater. (2012).
- Slater. (2012).
- Slater. (2012).
- Slater-Sanchez-Vives. (2016).
- studiousguy.com*. (2021, December 23). Ανάκτηση από <https://studiousguy.com/robotics-examples/>
- Sucharitha&Chary. (2021).
- Sucharitha&Chary. (2021).
- Sun&Medaglia. (2019).
- Taeihagh, A. (2021, June 4). Governance of artificial intelligence.
- Taeihagh, A., & Lim, H. (2018, July 11). Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. *Transport Reviews*.
- Taeihagh, A., & Lim, H. (2018). Governing autonomous vehicles: Emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks. *Transp. Rev.*, 39, 103–128.
- Taylor, A. (2019). Real safety and capacity gains at Heathrow from artificial intelligence initiatives. *Key priorities and timescales for artificial intelligence to help improve aviation performance*.
- The U.S. Department of Homeland Security. (χ.χ.). *The U.S. Department of Homeland Security*. Ανάκτηση December 2021, από <https://www.tsa.gov/themayor.eu>.
- themayor.eu*. (2021, July 2). Ανάκτηση από <https://www.themayor.eu/>
- Threlfall, R. (2020). *Autonomous Vehicles Readiness Index (AVRI)*. Ανάκτηση December 2021, από Available online: <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2020/06/autonomous-vehicles-readiness-index.html>
- Threlfall, R. (2021, December 21). *Autonomous Vehicles Readiness Index*. Ανάκτηση από Available online: <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2019/02/2019-autonomous-vehicles-readiness-index.html> (
- Threlfall, R. (2021, December 21). *Autonomous Vehicles Readiness Index*. Ανάκτηση από Available online: <https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2018/01/2018-autonomous-vehicles-readiness-index.html>
- Thrivani. (2002).
- Thrivani. (2002).
- towardsdatascience.com*. (2018, October 16). Ανάκτηση από Find where to park in real time using OpenCV and Tensorflow - Towards Data Science
- Tsirigotaki, E. (2021, January 7). Γαλλικό startup χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για την εξοικονόμηση καυσίμου και μείωση του χρόνου των πτήσεων. (E. NEWS, Επιμ.)
- Ubaldi, B., Le Fevre, E., Petrucci, E., Marchionni, P., Biancalana, C., Hiltuten, N., . . . Yang, C. (2019). State of the art in the use of emerging technologies in the public sector. *OECD Working Papers on Public Governance* (31).
- Vaithianathan. (2017).
- Vaithianathan, R.; Putnam-Hornstein, E.; Jiang, N.; Nand, P.; Maloney, T. (2017). *Developing predictive models to support child maltreatment hotline screening decisions: Allegheny County methodology and implementation*. Center for Social Data Analytics.

- Vasiljeva, T., Lulle, I., & Kreituss, I. (2021). The Attitude of the Public and Representatives of Various Industries. *Journal of Risk and Financial Management*, vol. 14(issue 8), 1-17.
- Vauquois. (1998).
- Vauquois. (1998).
- Vauquois, B. (1968). *A survey of formal grammars and algorithms for recognition and transformation in mechanical translation*. Published in IFIP Congress.
- Wegerif. (2012).
- Wikipedia. (2021, December 23). Ανάκτηση December 2021, από https://en.wikipedia.org/wiki/Object_detection
- Woo. (2019).
- WP, T. (Επιμ.). (2020). ΗΠΑ: Στρατιωτικό αεροπλάνο πετά για πρώτη φορά με «συγκυβερνήτη» σύστημα τεχνητής νοημοσύνης.
- Xu, H., & Borson, J. E. (2018, October 1). The Future of Legal and Ethical Regulations for Autonomous Robotics. *International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*. Computer Science.
- Zhang, M., Zhang, Q., Lv, Y., Sun, W., & Wang, H. (2018). An AI based High-speed Railway Automatic Train Operation System Analysis and Design. *2018 International Conference on Intelligent Rail Transportation (ICIRT)*. Singapore: IEEE.
- Παπαταξιάρχης Βασίλειος Ε. (2018, Νοέμβριος). *Τεχνολογίες Αναπαράστασης Γνώσης και Συμπερασμού: Η Περίπτωση ενός Έξυπνου Βοηθού Προπονητή Ποδοσφαίρου*. Αθήνα: Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών - Σχολή Θετικών Επιστημών - Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών.
- Γεωργούλη, Κ. (2015). *www.kallipos.gr*. Ανάκτηση Μάιος 2022, από http://repfiles.kallipos.gr/html_books/93/04a-main.html:
http://repfiles.kallipos.gr/html_books/93/04a-main.html