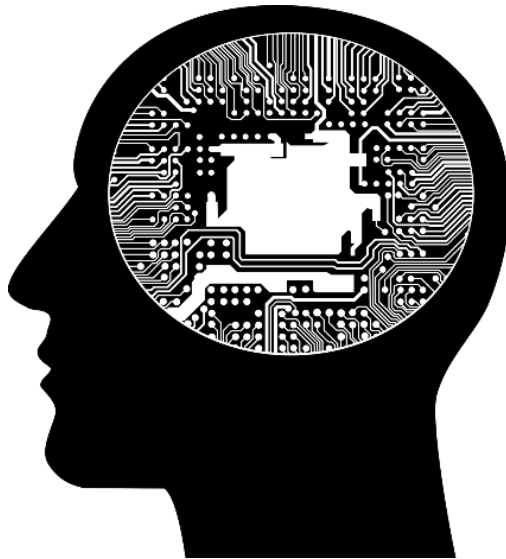


Δημήτριος Ι. Γκορίλας

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ



ISBN: 978-618-00-2914-7

Το παρόν ψηφιακό βιβλίο διανέμεται ελεύθερα
στο διαδίκτυο από τον δημιουργό του, υπό την
ακόλουθη άδεια Creative Commons:



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες.....	4
Αφιέρωση.....	5
Πρόλογος.....	6
Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη.....	7
Η ιστορία της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	9
Η τεχνική υποδομή για την Τεχνητή Νοημοσύνη σήμερα.....	24
Τεχνητή Νοημοσύνη και Ιατρική.....	27
Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στον κλάδο της Χειρουργικής.....	30
Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στον κλάδο της Διαγνωστικής Ιατρικής.....	35
Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Νοσηλευτική.....	43
Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Φαρμακευτική.....	46
Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στο σύστημα υγείας.....	50
Προβληματισμοί που προκύπτουν από τις εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	53
Τεχνητή Νοημοσύνη και Ιατρική Ηθική.....	59
Τεχνητή Νοημοσύνη και Ιατρική Ηθική – Το ιατρικό απόρρητο.....	60
Τεχνητή Νοημοσύνη και Ιατρική Ηθική – Πνευματική ιδιοκτησία.....	63
Τρανσουμανισμός.....	66
Οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στο μέλλον.....	69
Χρήσιμες διευθύνσεις.....	73
Βιβλιογραφία και αναφορές.....	75
Λίγα λόγια για τον συγγραφέα.....	79

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη διαρκή στήριξη που μου προσφέρει.

Επίσης, θερμές ευχαριστίες οφείλω σε όλους τους φίλους και συναδέλφους από τον τομέα της υγείας που με παρότρυναν και με ενέπνευσαν να προχωρήσω στη συγγραφή αυτού του βιβλίου.

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Το βιβλίο αυτό είναι αφιερωμένο στους διασώστες, τους νοσηλευτές, τους γιατρούς και όλους εκείνους που με περίσσεια αγάπης δίνουν αξία στην ανθρώπινη ζωή βάζοντας σε προτεραιότητα την ανάγκη του συνανθρώπου για ανακούφιση από τον ψυχικό και σωματικό πόνο.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Περνώντας το κατώφλι της μεταβιομηχανικής εποχής, η βιομηχανική κοινωνία άρχισε να μετασχηματίζεται σε κοινωνία της πληροφορίας, όπου κεντρικό ρόλο διαδραματίζουν οι εκθετικές τεχνολογικές εξελίξεις.

Μία από τις σημαντικότερες, είναι η πρόοδος της Πληροφορικής στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Με τα οφέλη να είναι πολλαπλά και σημαντικά, γρήγορα αναπτύχθηκαν εξειδικευμένες ιατροτεχνολογικές εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης με τα αποτελέσματα να είναι εντυπωσιακά.

Σε αυτό το βιβλίο, παρουσιάζεται το πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης και αποσαφηνίζεται ο ρόλος της στην Ιατρική. Γίνεται αναφορά στις εφαρμογές της σε κλάδους της Ιατρικής και αναλύονται οι προβληματισμοί που προκύπτουν από την ανάπτυξη και χρήση της.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Πριν ορισθεί η Τεχνητή Νοημοσύνη θα πρέπει να γίνει κατανοητός ο ορισμός της νοημοσύνης. Αν και δεν υφίσταται ομοφωνία των επιστημόνων σχετικά με τον ακριβή ορισμό της, έχουν γίνει ανά καιρούς αποδεκτές αρκετές διατυπώσεις.

Σύμφωνα με τους επιστήμονες Sternberg & Salter, νοημοσύνη καλείται η συμπεριφορά που προσαρμόζεται δυναμικά προς επίτευξη ενός στόχου. Σε άλλη διατύπωση, οι επιστήμονες Snyderman & Rothman ορίζουν τη νοημοσύνη ως την ικανότητα χειρισμού αφηρημένων εννοιών, επίλυσης προβλημάτων και μάθησης.

Σε γενικές γραμμές, είναι ευρέως αποδεκτή η διατύπωση σύμφωνα με την οποία, νοημοσύνη είναι το σύνολο των γνωστικών ικανοτήτων του ανθρώπου, το οποίο περιλαμβάνει την αντίληψη, τη μνήμη, τις συνειρμικές σκέψεις, τη φαντασία, την προσοχή, τη διανόηση, την ικανότητα προσαρμογής σε νέες καταστάσεις καθώς και την ικανότητα αντίληψης ομοιοτήτων, διαφορών και σχέσεων.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι από τις πρώτες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα άρχισαν να διατυπώνονται για πρώτη φορά θεωρίες που αναφέρονται στην παράλληλη ύπαρξη πολλών ειδών νοημοσύνης. Την αρχή έκανε το 1930 ο ψυχολόγος Louis Leon Thurstone με σχετικό ισχυρισμό, ενώ το 1983 ο Howard Gardner στο βιβλίο του με τίτλο «Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences» υποστήριξε ότι η νοημοσύνη διαχωρίζεται σε γλωσσική, λογικομαθηματική, μουσική ευφυΐα, ευφυΐα του χώρου, ενδοπροσωπική ευφυΐα, διαπροσωπική ευφυΐα, φυσιολογική ευφυΐα, σωματική - κιναισθητική ευφυΐα και υπαρξιακή ευφυΐα.

Κατανοώντας λοιπόν την έννοια της νοημοσύνης, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη αποτελεί την υλοποίηση υπολογιστικών συστημάτων που μιμούνται στοιχεία των παραπάνω γνωστικών ικανοτήτων του ανθρώπου, με βάση τα οποία μπορούν και

εκφράζουν έστω βασική προσαρμοστικότητα, εξαγωγή συμπερασμάτων, κατανόηση από συμφραζόμενα και επίλυση προβλημάτων.

Αναλόγως με την αλγοριθμική προσέγγιση, η τεχνητή νοημοσύνη διακρίνεται σε συμβολική, η οποία βασίζεται σε σύμβολα και κανόνες για να προσομοιώσει αλγοριθμικά την ανθρώπινη νοημοσύνη και σε υπολογιστική, η οποία μιμείται τη βιολογική λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου μέσω των τεχνητών νευρικών δικτύων, των γενετικών αλγόριθμων, των έμπειρων συστημάτων και των ασαφών συστημάτων τα οποία θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

Άλλες δύο βασικές κατηγορίες της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι η «Αδύναμη Τεχνητή Νοημοσύνη» (Weak Artificial Intelligence) και η Ισχυρή Τεχνητή Νοημοσύνη (Strong Artificial Intelligence).

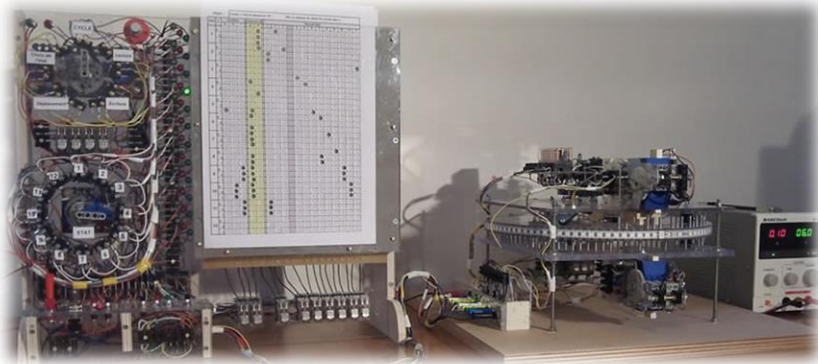
Στην πρώτη κατηγορία, η λειτουργία της Τεχνητής Νοημοσύνης πλαισιώνεται σε εκ των προτέρων προγραμματισμένη συμπεριφορά. Δηλαδή, η ανταπόκριση των γνωστικών ικανοτήτων του νοήμονος συστήματος στηρίζεται αποκλειστικά στο σύνολο των εντολών και των παραμέτρων που έχει θέσει εξαρχής στον κώδικα ο προγραμματιστής.

Η δεύτερη κατηγορία αποτελεί τον απώτερο σκοπό των ερευνητών. Περιλαμβάνει τους αλγόριθμους που ακόμα δεν έχουν αναπτυχθεί και υπόσχονται συστήματα με ευφυΐα στα πρότυπα της ανθρώπινης όσον αφορά την αυτοσυνείδηση και γενικά όλες εκείνες τις αρχές που αναπαράγουν την ανθρώπινη νοημοσύνη.

Συστήματα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία προβλέπεται από τους επιστήμονες να αναπτυχθούν όχι νωρίτερα από το 2030 ~ 2045.

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Η ιδέα για την κατασκευή μηχανών με νοημοσύνη υλοποιήθηκε για πρώτη φορά τον Οκτώβριο του 1950, όταν ο Άγγλος μαθηματικός, καθηγητής της λογικής, κρυπτογράφος και θεωρητικός βιολόγος Alan Matheson Turing (1913-1954) πραγματοποίησε τη δοκιμή που είναι γνωστή ως «Turing Test». Κατά τη δοκιμή αυτή, ένας άνθρωπος υποβάλλει ερωτήσεις τόσο σε έναν άλλο άνθρωπο, όσο και σε μια μηχανή χωρίς να γνωρίζει εκ των προτέρων αν αυτός που απαντά είναι ο άνθρωπος ή η μηχανή. Αν στο τέλος, ο άνθρωπος που υποβάλλει τα ερωτήματα δεν καταφέρει να ξεχωρίσει τον άνθρωπο από τη μηχανή, τότε η μηχανή θεωρείται ευφυής. Η δοκιμή Turing χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα για την αξιολόγηση της μηχανικής ευφυΐας. Δικαιολογημένα ο Alan Turing χαρακτηρίζεται προπάτορας της Επιστήμης των Υπολογιστών, θεμελιώνοντας ένα νέο και πολλά υποσχόμενο πεδίο στην επιστήμη της Πληροφορικής.



Πειραματική πρωτότυπη μηχανή τύπου Turing

Το 1956 αναπτύχθηκε από τους Allen Newell, Cliff Shaw και Herbert A. Simon στην εταιρεία RAND Corporation (Research and Development) η γλώσσα προγραμματισμού IPL (Information Processing Language). Ήταν χαμηλού επιπέδου, που σημαίνει ότι ο προγραμματιστής έπρεπε να έχει πολύ καλές γνώσεις της αρχιτεκτονικής κατασκευής της μηχανής ώστε να κατανοεί και να χρησιμοποιεί τη γλώσσα μηχανής. Δηλαδή, τις ακολουθίες που αποτελούνται από τα ψηφία «0» και «1» τα οποία αντιστοιχούν στο δυαδικό σύστημα (binary system). Μπορούσε να υλοποιήσει πολλές εργασίες, εκ των οποίων μερικές ήταν η δυναμική διαχείριση μνήμης, η αναγνώριση τύπων δεδομένων (Real, integer, boolean) και η υπό συνθήκες εκτέλεση αυτοματοποιημένου κώδικα. Η χρήση αυτής της γλώσσας ενίσχυσε σημαντικά το ερευνητικό πεδίο και έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη νέων αλγορίθμων.

Το καλοκαίρι της ίδιας χρονιάς, ο Αμερικανός προγραμματιστής John McCarthy οργάνωσε ένα συνέδριο στο κολλέγιο του Dartmouth των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, όπου υιοθετήθηκε για πρώτη φορά ο όρος «Τεχνητή Νοημοσύνη» (Artificial Intelligence) για να περιγράψει μηχανές που είναι ικανές να μιμηθούν στοιχεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς, τα οποία υποδηλώνουν έστω και στοιχειώδη ευφυΐα. Αυτό θα αποτελούσε και το επίσημο όνομα που χρησιμοποιούμε μέχρι και σήμερα για να περιγράψουμε το συγκεκριμένο πεδίο της Πληροφορικής. Μέχρι τότε, η αναφορά στο συγκεκριμένο πεδίο γινόταν με τους όρους «thinking machines», «cybernetics», «automata theory» και «complex information processing». Στο συνέδριο διάρκειας οχτώ εβδομάδων (18 Ιουνίου – 17 Αυγούστου) συμμετείχαν τουλάχιστον δέκα επιστήμονες κυρίως από τους κλάδους των Μαθηματικών και της Πληροφορικής. Ανάμεσά τους ήταν ο Αμερικανός επιστήμονας Marvin Lee Minsky (1927-2016), ο πρωτοπόρος των υπολογιστών Nathaniel Rochester (1919-2001) και ο Αμερικανός μαθηματικός, ηλεκτρολόγος μηχανικός, και κρυπτογράφος, γνωστός ως «ο πατέρας της θεωρίας της

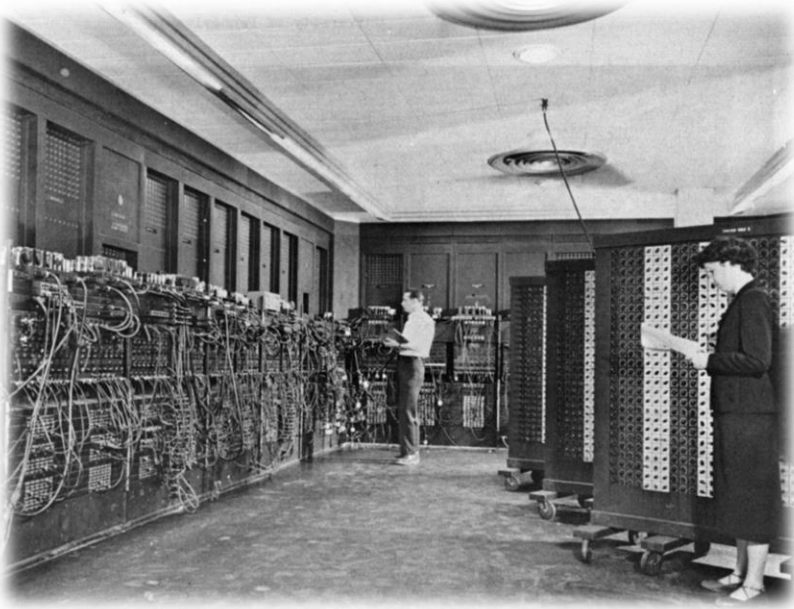
πληροφορίας» Claude Elwood Shannon (1916-2001). Κατά τη διάρκεια του συνεδρίου αναλύθηκαν εκτενώς όλες οι παράμετροι ανάπτυξης και λειτουργίας της Τεχνητής Νοημοσύνης καθώς και η επίδρασή της στην ανθρωπότητα.

Σημαντικό γεγονός που έλαβε χώρα στο συνέδριο, ήταν η παρουσίαση του πρώτου προγράμματος Τεχνητής Νοημοσύνης με το όνομα «Logic Theorist». Υπήρξε αποτέλεσμα συνεργασίας των επιστημόνων Herbert Simon, Allen Newell και John Shaw, οι οποίοι τότε εργάζονταν στην εταιρεία Rand Corporation της Santa Monica στην California. Το «Logic Theorist» ήταν σχεδιασμένο να μιμείται τον ανθρώπινο τρόπο σκέψης και έφερε χαρακτηριστικά της ανθρώπινης λογικομαθηματικής ευφυΐας, καθιστώντας το ικανό να αποδεικνύει μαθηματικά θεωρήματα. Τα αποτελέσματα της υλοποίησης του προγράμματος ήταν άκρως εντυπωσιακά. Το πρόγραμμα ήταν ικανό όχι μόνο να αποδείξει επιτυχώς τα δοσμένα μαθηματικά θεωρήματα, αλλά σε πολλές περιπτώσεις κατάφερε ακόμα και να τα βελτιώσει. Πολύ λίγοι πίστευαν ότι τόσο θαυμαστά αποτελέσματα θα ήταν εφικτά και μάλιστα σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα.

Σε αυτή τη μεγάλη επιτυχία συνέτελεσε η εξέλιξη του υλικού των υπολογιστικών συστημάτων. Το χρονικό διάστημα από το 1940 μέχρι και το 1956, αποτέλεσε την πρώτη γενιά υπολογιστών. Τα συστήματα εκείνης της γενιάς ήταν εξαιρετικά ογκώδη και με περιορισμένες δυνατότητες.

Αντιπροσωπευτικό σύστημα της πρώτης γενιάς ήταν ο ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) ή Ηλεκτρονικός Αριθμητικός Ολοκληρωτής και Υπολογιστής) που αποτέλεσε και το πρώτο ηλεκτρονικό υπολογιστικό σύστημα μεγάλης κλίμακας. Διέθετε περισσότερες από 18.000 λυχνίες κενού, 1.500 ηλεκτρονόμους (relay), 5.000.000 κολλήσεις, 10.000 πυκνωτές, 20.000 αντιστάσεις και 7.200 διόδους. Για τον προγραμματισμό του ο χειριστής έπρεπε να ανοιγοκλείνει χειροκίνητα 6.000 διακόπτες πολλαπλών θέσεων, βραχυκυκλώνοντας τις υποδοχές με συνδετικά καλώδια. Κατανάλωνε

140 kilowatt ηλεκτρικής ενέργειας και το βάρος του ανερχόταν στους 30 τόνους. Ο χώρος που καταλάμβανε ήταν συνολικής έκτασης 163 τετραγωνικών μέτρων.



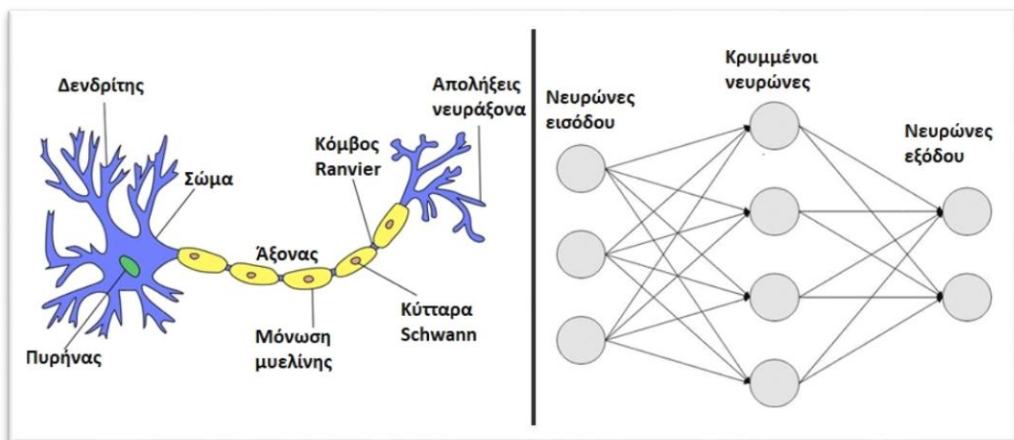
Ένα τμήμα του υπολογιστή ENIAC

Παρά τις περιορισμένες δυνατότητες και τη γενικότερη δυσχρησία που χαρακτήριζε τα συστήματα της πρώτης γενιάς, η τότε μικρή αλλά αρκετά ενεργή επιστημονική κοινότητα τα αξιοποίησε στο έπακρο για να διεξάγει έρευνες στην προσπάθειά της να αναπτύξει τεχνικές που θα επέτρεπαν την ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Μεγάλο βοήθημα για την επίτευξη αυτού του στόχου αποτέλεσαν οι έρευνες μέσω των οποίων ο νευροφυσιολόγος McCulloch και ο δεκαοχτάχρονος τότε πρωτοετής φοιτητής

μαθηματικών Pitts παρουσίασαν το 1943 ένα μοντέλο νευρωνικού δικτύου που βασιζόταν σε ένα σύνολο συνδεδεμένων νευρώνων. Επιπρόσθετες έρευνες όπως αυτή του Καναδού ψυχολόγου Donald O. Hebb οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι όσο πιο πολύ χρησιμοποιούνται οι νευρωνικές συνδέσεις, τόσο πιο πολύ αυτές ενισχύονται με αποτέλεσμα το νευρωνικό δίκτυο να οδηγηθεί τελικά στη μάθηση του δοσμένου προτύπου. Καθώς το ερευνητικό πεδίο εμπλουτιζόταν με νέα δεδομένα, τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα άρχισαν να κεντρίζουν το ενδιαφέρον όλο και περισσότερων επιστημόνων.

Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks) αποτελούν ένα αλγοριθμικό μοντέλο επίλυσης προβλημάτων όπου προσομοιώνεται με μαθηματικό τρόπο η λειτουργία των βιολογικών νευρωνικών δικτύων του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού.

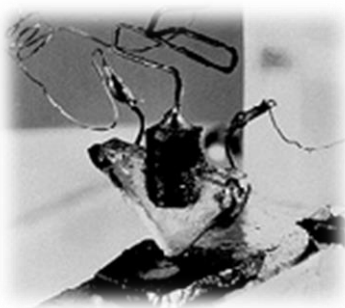


Σύγκριση βιολογικού νευρώνα (αριστερά) και Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (δεξιά)

Αναλογικά με τους βιολογικούς νευρώνες, τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα συντίθενται από υπολογιστικούς κόμβους (processing units) που καλούνται νευρώνες, οι οποίοι αλληλεπιδρούν μέσω πολλαπλών συνδέσεων που ονομάζονται συνάψεις (synapses). Διαμέσου αυτών των συνάψεων οι νευρώνες μπορούν να δεχθούν αριθμητικές εισόδους (νευρώνες εισόδου), να επιτελέσουν υπολογισμούς (υπολογιστικοί ή κρυμμένοι νευρώνες) και να διαθέσουν τις τελικές αριθμητικές εξόδους (νευρώνες εξόδου).

Οι συνθήκες για την υλοποίηση του πρώτου Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου έγιναν ιδανικές το 1951, όταν ο Marvin Minsky με χρηματοδότηση από το Γραφείο Επιστημονικής Έρευνας της Αμερικανικής Πολεμικής Αεροπορίας και την πολύτιμη βοήθεια του Dean S. Edmonds που τότε φοιτούσε στο πανεπιστήμιο του Princeton, ανέπτυξε το SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator). Κάνοντας χρήση πολλών αναλογικών, ηλεκτρικών και μηχανικών στοιχείων εκείνης της εποχής αναπτύχθηκαν συνολικά σαράντα νευρώνες.

Καθώς το υλικό εξελισσόταν, τα συστήματα μετέβαιναν στη δεύτερη γενιά υπολογιστών, η οποία χρονολογείται από το 1956 μέχρι και το 1963.



Το πρώτο transistor (1947)

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της γενιάς υπολογιστών ήταν η αντικατάσταση των τριόδων λυχνιών από κρυσταλλοτρίόδους (κρυσταλλολυχνίες) που είναι γνωστοί και ως transistors. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση του όγκου των μηχανών με

ταυτόχρονη ελάττωση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, η ταχύτητα αυξήθηκε σε βαθμό που επέτρεπε την εκτέλεση έως και 200.000 εντολών/δευτερόλεπτο ενώ αυξήθηκε και η χωρητικότητα της κεντρικής μνήμης σε 32.000 χαρακτήρες. Τα αναβαθμισμένα υπολογιστικά συστήματα έθεσαν τη βάση για περαιτέρω υλοποιήσεις στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης. Αξιοσημείωτη υλοποίηση αποτέλεσε το πρόγραμμα GPS.

Το GPS (General Problem Solver) αναπτύχθηκε το 1959 από τους Allen Newell, Cliff Shaw και Herbert A. Simon. Μπορούσε να επεξεργάζεται δεδομένα και να δίνει λύσεις σε γενικού τύπου προβλήματα, εφόσον έχουν καταχωρηθεί τα δεδομένα υπό τη σωστή φόρμουλα.

Η λειτουργία των πιο πολλών προγραμμάτων εκείνης της χρονικής περιόδου αποσκοπούσε στην απόδειξη μαθηματικών θεωρημάτων. Ωστόσο, αρκετές από τις υλοποιήσεις είχαν ψυχαγωγικό χαρακτήρα. Και στις δύο περιπτώσεις η ανάπτυξη των αλγόριθμων στηριζόταν στην τεχνική υπαναχώρησης που είναι γνωστή και ως τεχνική οπισθοδρόμησης (backtracking). Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, η λύση ενός προβλήματος πραγματοποιείται προσομοιώνοντας την επαγωγική συλλογιστική πορεία. Δηλαδή, ο αλγόριθμος βασιζόμενος σε μία μερική λύση που του διατίθεται εξ αρχής, εξελίσσει το πεδίο των τιμών του κατάλληλα, ώστε να επιτευχθεί η πλήρης λύση. Σε κάθε περίπτωση εσφαλμένης τιμής, ο αλγόριθμος υπαναχωρεί στην τελευταία τιμή που έχει επιβεβαιωθεί ως σωστή και συνεχίζεται από εκείνο το σημείο η διαδικασία προς την ολική λύση του προβλήματος.

Η λειτουργία του παραπάνω αλγόριθμου ανήκει στην τεχνική επίλυσης προβλημάτων που είναι γνωστή ως MEA (Means-ends Analysis). Αυτή η τεχνική χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα όχι μόνο στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης, αλλά και στον τομέα της μηχανικής ως εργαλείο ανάπτυξης. Άλλο παράδειγμα χρήσης αυτής της τεχνικής είναι η κατανόηση της καταναλωτικής συμπεριφοράς πελατών.

Η ανάπτυξη ακόμα πιο περίπλοκων αλγόριθμων προήχθη από την έρευνα και ανάπτυξη νέων γλωσσών προγραμματισμού υψηλού επιπέδου (high-level programming language). Αυτές οι γλώσσες αποτελούνται από εντολές που είναι εύκολο να κατανοηθούν από τους προγραμματιστές, αφού προσεγγίζουν τη φυσική γλώσσα.

Το 1958 ο John McCarthy σε συνεργασία με τους προγραμματιστές Steve Russell, Timothy P. Hart, και Mike Levin, ανέπτυξε τη γλώσσα προγραμματισμού LISP (LISt Processor). Το όνομα της γλώσσας ήταν χαρακτηριστικό της οργάνωσης δεδομένων του πηγαίου κώδικα, η οποία γινόταν σε λίστες που συνδέονταν μεταξύ τους γραμμικά. Ήταν η δεύτερη κατά σειρά γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου που αναπτύχθηκε, η οποία χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα. Μερικές από τις λειτουργίες της είναι η δυναμική διαχείριση μνήμης, η αναγνώριση του τύπου των δεδομένων, η αυτόματη εκτέλεση κώδικα ανάλογα με τις ισχύουσες συνθήκες καθώς και η δυνατότητα χρήσης της γλώσσας για περαιτέρω ανάπτυξη μέσα από το ίδιο προγραμματιστικό περιβάλλον της. Η γλώσσα χρησιμοποιήθηκε αρχικά για την αναπαράσταση μαθηματικών συναρτήσεων και εννοιών μέσω συμβόλων στις φυσικές επιστήμες, τα οικονομικά και τα μαθηματικά. Γρήγορα όμως κατέστη από τις πιο δημοφιλείς επιλογές στην ευρύτερη κοινότητα των προγραμματιστών.

Τον ίδιο χρόνο ο θεωρητικός φυσικός Richard Friedberg εισήγαγε την τεχνική των εξελικτικών αλγόριθμων (evolutionary algorithms). Γνωστοί και ως Γενετικοί Αλγόριθμοι (genetic algorithms) βοήθησαν στην ανάπτυξη συστημάτων επίλυσης προβλημάτων με γνώμονα τις αρχές της Γενετικής Εξέλιξης και της Κληρονομικότητας.

Το 1959 ιδρύθηκε στη Μασαχουσέτη από τους John McCarthy και Marvin Minsky το ινστιτούτο έρευνας MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory. Εκεί διεξήχθησαν σημαντικές



Joseph Weizenbaum
(8 January 1923 – 5 March 2008)

έρευνες που συντέλεσαν στην ανάπτυξη ακόμα πιο σύνθετων προγραμμάτων. Ένα από αυτά τα προγράμματα ήταν το Eliza. Αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Joseph Weizenbaum και αποτέλεσε το πρώτο πρόγραμμα της κατηγορίας chatterbot. Η ανάπτυξή του διήρκεσε τρία χρόνια (1964-1966) και ο κώδικάς του ήταν γραμμένος στη γλώσσα SLIP (Symmetric List Processor) η οποία επίσης

δημιουργήθηκε από τον Joseph Weizenbaum. Παράδειγμα συζήτησης με την Eliza φαίνεται παρακάτω:

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU: Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU: They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU: Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU: He says I'm depressed much of time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU: It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?

Ο τρόπος λειτουργίας του προγράμματος βασιζόταν στην αναγνώριση συγκεκριμένων λέξεων ή φράσεων, με βάση τις οποίες ανταποκρινόταν με ανάλογες λεκτικές απαντήσεις δημιουργώντας την

ψευδαίσθηση μιας συνομιλίας με νοήμον σύστημα. Το Eliza ήταν ένα από τα πρώτα chatterbots και ένα από τα πρώτα προγράμματα που προσέγγιζαν με επιτυχία το «Turing test», επιδεικνύοντας χαρακτηριστικά γνωστικής λειτουργίας.

Γραμμένος στη γλώσσα LISP ήταν και ο κώδικας του Shakey.

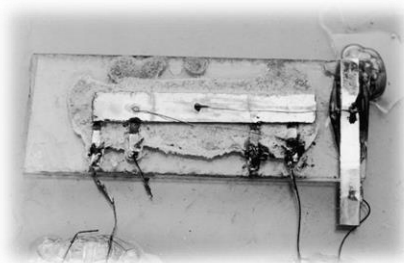


Το Shakey ήταν το πρώτο κινητό ρομπότ γενικής χρήσης με ευφυΐα που μπορούσε να αναλύει εντολές και να οδηγείται συμπερασματικά στην εκτέλεση της επόμενης κίνησής του. Η ανάπτυξη του Shakey διήρκεσε έξι χρόνια (1966-1972) και πραγματοποιήθηκε στο Κέντρο Τεχνητής Νοημοσύνης του Ινστιτούτου Ερευνών του Stanford (σήμερα έχει την ονομασία SRI International) από ομάδα αρκετών επιφανών επιστημόνων της εποχής, με επικεφαλής τον πατέρα της Τεχνητής Νοημοσύνης Charles Rosen (1917–2002). Το Shakey αναπτύχθηκε με χρηματοδότηση από την Υπηρεσία Αμυντικών Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων (DARPA) που υπάγεται στο υπουργείο άμυνας των Η.Π.Α.

Το 1964 σηματοδότησε την έναρξη της τρίτης γενιάς υπολογιστών, η οποία μέχρι και το 1971 χαρακτηριζόταν από συστήματα που έφεραν προηγμένα για την εποχή τεχνικά

χαρακτηριστικά, εκ των οποίων το κυριότερο ήταν το ολοκληρωμένο κύκλωμα.

Γνωστό και ως IC (Integrated Circuit), ή microchip όταν αναφέρεται σε διαστάσεις της κλίμακας μικρομέτρων, ήταν ένα φύλλο ημιαγωγού πυριτικής σύστασης που ενσωμάτωνε στην επιφάνειά του πολλά ηλεκτρονικά στοιχεία όπως διόδους, transistors και άλλα. Η τεχνολογική επανάσταση που επέφεραν οι υπολογιστές τρίτης γενιάς αποτέλεσε μεγάλη πρόκληση για τους προγραμματιστές, αφού πλέον υπήρχε η βάση για την ανάπτυξη ακόμα πιο πολύπλοκων προγραμμάτων.



Το πρώτο chip κατασκευάστηκε το 1950 από τους Jack Kilby και Robert Noyce, οι οποίοι εργάζονταν στις εταιρείες κατασκευής ημιαγωγών Texas Instruments και Fairchild Semiconductor αντίστοιχα.

Αντιπροσωπευτικό δείγμα της προόδου εκείνης της περιόδου ήταν η έρευνα που ξεκίνησε το 1965 ο επιστήμονας Edward Feigenbaum. Η έρευνα διάρκειας δέκα ετών είναι γνωστή ως Dendral και εστίαζε σε λογισμικό που θα μπορούσε να συμπεράνει τη μοριακή δομή οργανικών ενώσεων χρησιμοποιώντας ενδείξεις επιστημονικών οργάνων. Δικαιολογημένα ο Edward Feigenbaum χαρακτηρίστηκε ως πατέρας των Έμπειρων Συστημάτων, αφού το Dendral είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη συστημάτων με πρωτόγνωρα για την εποχή χαρακτηριστικά Τεχνητής Νοημοσύνης που τους επέτρεπαν να μιμούνται την ικανότητα ενός εμπειρογνώμονα στη λήψη αποφάσεων και να εξελίσσουν το γνωστικό τους πεδίο μέσω της Μηχανικής

Μάθησης (Machine Learning). Αυτά τα συστήματα ονομάστηκαν Έμπειρα Συστήματα (Expert Systems). Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα όπου η επίλυση ενός προβλήματος ήταν αποτέλεσμα διαδικασίας προδιαγεγραμμένων βημάτων που είχε καθορίσει ο προγραμματιστής, στα έμπειρα συστήματα η επίλυση ενός προβλήματος ήταν αποτέλεσμα συλλογιστικής, βασιζόμενη στο διαθέσιμο γνωστικό τους πεδίο. Οι συλλογισμοί βασιζόνταν στην έκφραση της φυσικής ανθρώπινης γλώσσας. Ένα παράδειγμα τέτοιου συλλογισμού είναι: ΑΝ η ηλικία ενός ανθρώπου είναι μεγαλύτερη από δεκαοχτώ χρονών, ΤΟΤΕ αυτός θεωρείται ενήλικος.

Σημαντικό χαρακτηριστικό των Έμπειρων Συστημάτων ήταν η αυξημένη αλληλεπίδραση με τον άνθρωπο. Χρησιμοποιώντας κάποιο διαδραστικό μέσο όπως ένα πληκτρολόγιο, ο χειριστής μπορούσε να καταχωρεί ερωτήματα και να λαμβάνει ανάλογες απαντήσεις, επιτυγχάνοντας ολοκληρωμένους διαλόγους.

Στα πλεονεκτήματα των Έμπειρων Συστημάτων συγκαταλέγεται ο γρήγορος προγραμματισμός, αφού ο προγραμματιστής καταχωρούσε τον κώδικα σε γλώσσα που ήταν πολύ πιο κοντά στη φυσική του γλώσσα παρά στη γλώσσα μηχανής. Επιπλέον, η λειτουργία τους βασιζόταν σε κανόνες που αναλάμβαναν τη διαχείριση της γνώσης ανεξαρτήτως του μεγέθους αυτής. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την εύκολη επεκτασιμότητά τους καθώς ήταν αρκετό να προστεθούν νέοι κανόνες, αλλά και να αφαιρεθούν κάποιοι από τους υπάρχοντες, ή να τροποποιηθούν.

Επίσης, το 1965 ο επιστήμονας Lotfi Aliasker Zadeh (1921-2017) διατύπωσε τη Θεωρία Ασαφών Συνόλων (Fuzzy Set Theory), μέσω της οποίας εισήγαγε στον επιστημονικό χώρο την Ασαφή Λογική (Fuzzy Logic). Η Ασαφής Λογική αποτελεί μια γενικευμένη εκδοχή της κλασσικής λογικής, κατά την οποία υιοθετούνται ποιοτικά κριτήρια αντίληψης και όχι ποσοτικά δεδομένα, ώστε μέσω προσεγγιστικού συλλογισμού (approximate reasoning) και εξαγωγής συμπερασμάτων (decision making) να περιγραφεί η ασάφεια του

πραγματικού κόσμου. Τα συστήματα των οποίων η λειτουργία βασίζεται στην ασαφή λογική, ονομάζονται Ασαφή Συστήματα (Fuzzy Systems).

Σημειώνεται, ότι στη νεότερη βιβλιογραφία τα Ασαφή Συστήματα, τα Έμπειρα Συστήματα, οι Γενετικοί Αλγόριθμοι και τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα αναφέρονται στο πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης που είναι γνωστό ως Υπολογιστική Νοημοσύνη.

Σημαντικό γεγονός που συνέβαλλε στην πρόοδο της Τεχνητής Νοημοσύνης ήταν η ίδρυση του Εργαστηρίου Μηχανικής Νοημοσύνης το 1966 στο Εδιμβούργο, το οποίο αποτέλεσε την αρχή για την ίδρυση παρόμοιων εγκαταστάσεων από τον Βρετανό ερευνητή Donald Michie και άλλους επιστήμονες.

Η νέα τεχνική υποδομή είχε θετικό αντίκτυπο στην έρευνα και ανάπτυξη νέων προγραμμάτων. Ένα από αυτά ήταν το SHRDLU, που αναπτύχθηκε το 1968 από τον Terry Winograd. Κύριο χαρακτηριστικό του ήταν ο υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης.

Το 1971 αποτέλεσε τη μεταβατική χρονιά για το πέρασμα στην τέταρτη γενιά υπολογιστών που χρονολογείται από το 1971 μέχρι και σήμερα. Η τέταρτη γενιά χαρακτηρίζεται από πολύ σημαντικές εξελίξεις στο υλικό των υπολογιστών. Οι κυριότερες από αυτές, αφορούν την ενσωμάτωση έως και αρκετών χιλιάδων ηλεκτρονικών στοιχείων στην επιφάνεια ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος και η δυνατότητα παράλληλης επεξεργασίας.

Με τα νέα συστήματα να είναι ταχύτερα και μικρότερα, έκαναν την εμφάνισή τους στο εμπόριο οι πρώτοι υπολογιστές οικιακής χρήσης. Δύο από τους πιο πετυχημένους είναι ο 5150 που κατασκευάστηκε το 1981 από την IBM και ο Macintosh που κατασκευάστηκε το 1984 από την



Apple. Σημαντικές καινοτομίες αυτών των συστημάτων ήταν ο έλεγχός τους μέσω διαδραστικών μέσων όπως το ποντίκι και η αλληλεπίδραση του χρήστη με τον υπολογιστή μέσω γραφικού περιβάλλοντος (GUI). Επίσης, την ίδια χρονική περίοδο έκαναν την εμφάνισή τους και οι πρώτοι φορητοί υπολογιστές (portable computers) όπως ο Compaq Portable που κατασκευάστηκε το 1982.

Με τους μικροεπεξεργαστές να εκτοξεύουν την επεξεργαστική ισχύ σε δισεκατομμύρια υπολογισμούς ανά δευτερόλεπτο, τα συστήματα ήταν ικανά να εκτελέσουν νέο λογισμικό με άνευ προηγούμενου δυνατότητες. Το γεγονός αυτό επέτρεψε να εξελιχθεί ραγδαία το πεδίο της Τεχνητής Νοημοσύνης και να αναπτυχθούν τα πρώτα νοήμονα ρομποτικά συστήματα.

Τα πρώτα πειραματικά ρομποτικά συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης ενσωμάτωναν οπτικούς αισθητήρες για αναγνώριση γραφιστικών μοτίβων και παρείχαν τη δυνατότητα επαναπρογραμματισμού για εκτέλεση νέων εργασιών. Τα πιο αξιόλογα ήταν τα Freddy (1969–1971) και Freddy II (1973–1976). Λίγα χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα το 1979 κατασκευάστηκε το Stanford Cart. Το Stanford Cart ήταν το πρώτο μη επανδρωμένο, αυτόνομο όχημα που αναπτύχθηκε στο Stanford AI Lab, το οποίο αποτέλεσε τη βάση για την υλοποίηση προηγμένων αυτόνομων οχημάτων σήμερα. Περαιτέρω εφαρμογή προγραμμάτων Τεχνητής Νοημοσύνης περιλαμβάνει την κατασκευή του υπολογιστή Deep Blue της IBM από τον οποίο ηττήθηκε ο παγκόσμιος πρωταθλητής Garry Kasparov στο σκάκι.

Ήταν πλέον σαφές ότι θα γινόταν προσπάθεια να διεισδύσει η Τεχνητή Νοημοσύνη σε κάθε πιθανό τομέα. Στον τομέα της ψυχαγωγίας, χαρακτηριστικό παράδειγμα ήταν το 1999 η κατασκευή του πρώτου αυτόνομου παιχνιδιού τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο είχε το όνομα AIBO και αποτέλεσε την αρχή από μια σειρά ρομποτικών κατοικίδιων.

Πιο πρόσφατα παραδείγματα Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελούν οι αλγόριθμοι web crawlers που χρησιμοποιούνται από τις μηχανές αναζήτησης για να φιλτράρουν το περιεχόμενο του παγκόσμιου ιστού. Άλλο παράδειγμα είναι το αυτόνομο όχημα Opportunity που κατασκευάστηκε για εξερεύνηση της επιφάνειας του πλανήτη Άρη. Επιπλέον, η Microsoft ανέπτυξε την τεχνολογία Kinect, η οποία ενσωματώνεται στην παιχνιδομηχανή Xbox 360 για να αναγνωρίζει τις ανθρώπινες κινήσεις.

Από τις πιο πρόσφατες και διαδεδομένες εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης, είναι το Google Assistant που αναπτύχθηκε το 2017. Πρόκειται για πρόγραμμα που προορίζεται για χρήση κυρίως σε smartphones, tablets, καθώς και άλλες έξυπνες μικροσυσκευές για «έξυπνα» σπίτια. Το πρόγραμμα αποτελεί εξέλιξη του Google Now, το οποίο υστερούσε στη δυνατότητα επίτευξης διαλόγου με τον άνθρωπο. Η αλληλεπίδραση επιτυγχάνεται μέσω φωνητικών εντολών ή πληκτρολόγησης. Στις δυνατότητές του, περιλαμβάνονται η αναζήτηση πληροφοριών στο Internet, ο προγραμματισμός ραντεβού, αλλά και πιο σύνθετες, όπως για παράδειγμα η αγορά και η πληρωμή προϊόντων από ηλεκτρονικές αγορές.

Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΣΗΜΕΡΑ

Είναι γεγονός ότι η ανθρωπότητα βιώνει σήμερα μία από τις μεγαλύτερες αλλαγές στην ιστορία της. Τα πάντα έχουν επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και σχεδόν σε κάθε περίπτωση εξαρτώνται από αυτή. Ο ρόλος της γίνεται όλο και πιο ενεργός στη ζωή μας, με τις απαιτήσεις να μεγαλώνουν όχι μόνο από την πλευρά του ανθρώπου προς τη μηχανή, αλλά και από την πλευρά της μηχανής προς τον άνθρωπο καθώς μεταβαίνουμε στην πέμπτη γενιά υπολογιστών που χρονολογείται από το σήμερα μέχρι το άγνωστο «αύριο».

Τα βελτιωμένα συστήματα της τρέχουσας γενιάς χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά υψηλή ταχύτητα επεξεργασίας που αγγίζει τους διακοσίους τετράκις εκατομμύρια υπολογισμούς ανά δευτερόλεπτο (200.000.000.000.000 calculations/sec). Συγκεκριμένα, την πρωτιά αυτή κατέχει ο ισχυρότερος υπερυπολογιστής παγκοσμίως, ο οποίος εξυπηρετεί σήμερα τις ανάγκες του υπουργείου ενέργειας των Η.Π.Α. Είναι αξιοσημείωτο, ότι τα πρωτεία στην ταχύτητα τα επωμίζεται διαφορετικός υπερυπολογιστής ανά τακτά χρονικά διαστήματα, αφού η τεχνολογική εξέλιξη χαρακτηρίζεται από άκρως εντυπωσιακούς ρυθμούς και ο ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών ανάπτυξης υπερυπολογιστικών συστημάτων είναι μεγάλος.

Εκτός από μεγάλη ταχύτητα, τα σημερινά εξελιγμένα συστήματα διαθέτουν και τεράστια χωρητικότητα μνήμης, οι οποίες μπορούν να μετρηθούν σε κλίμακες της τάξης των petabytes (1 petabyte = 1000 terabytes ή ένα τετράκις εκατομμύρια bytes). Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτές οι μνήμες είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν και συνδυαστικά, με μεθόδους που πολλαπλασιάζουν είτε την ταχύτητα προσπέλασης, είτε τη χωρητικότητα.

Ένα ακόμα προηγμένο χαρακτηριστικό της σημερινής γενιάς υπολογιστών είναι η δυνατότητα επεξεργασίας πληροφοριών σε μοριακό, ατομικό και υποατομικό επίπεδο της ύλης. Αυτή η δυνατότητα χαράζει εντελώς νέους δρόμους στην εξέλιξη της τεχνολογίας, με την κατασκευή των κβαντικών υπολογιστών να μεταβαίνει από το πειραματικό στάδιο στην πολυαναμενόμενη υλοποίηση. Αυτού του είδους τα συστήματα αξιοποιούν τις κβαντομηχανικές ιδιότητες της ύλης για την αναπαράσταση και δόμηση δεδομένων καθώς και το γεγονός ότι μπορούν να κατασκευαστούν μηχανισμοί βασισμένοι στην κβαντομηχανική για την επεξεργασία τους. Αξίζει να αναφερθεί ότι στους συμβατικούς υπολογιστές η στοιχειώδης μονάδα πληροφορίας είναι το bit, ενώ στους κβαντικούς υπολογιστές το qubit. Η βασική τους διαφορά έγκειται στο ότι το bit μπορεί να πάρει τις τιμές «0» ή «1», ενώ το qubit μπορεί να βρίσκεται και στις δύο καταστάσεις ταυτόχρονα.

Στη λογική αυτή βασίζεται και το φαινόμενο της υπέρθεσης, όπου δύο κβαντικές καταστάσεις προστίθενται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να συνυπάρχουν την ίδια χρονική στιγμή. Το γεγονός αυτό, σημαίνει ότι οι κβαντικοί υπολογιστές μπορούν να είναι απείρως ταχύτεροι από τους συμβατικούς.

Εταιρείες που πρωτοπορούν στην κατασκευή κβαντικών συστημάτων είναι η Google και η IBM, ενώ όλο και περισσότερες όπως η Microsoft και η Alibaba επενδύουν σε αυτό τον τομέα και θα αναλυθούν περαιτέρω σε επόμενο κεφάλαιο.

Συνεπώς, το αναβαθμισμένο υλικό των σημερινών συστημάτων είναι ικανό να φιλοξενήσει λογισμικό που μπορεί να αξιοποιήσει μια ευρεία γκάμα νέων δυνατοτήτων, μέσα από σύνθετους αλγόριθμους που φέρουν αρκετά υψηλό επίπεδο τεχνητής νοημοσύνης.

Εφαρμογές αυτών των αλγορίθμων πλέον συναντάμε στους περισσότερους τομείς της κοινωνίας. Μάλιστα, η χρήση τους είναι τόσο διαδεδομένη, ώστε πολλές φορές ο τελικός χρήστης να τις χρησιμοποιεί στην καθημερινή του ζωή χωρίς να το αντιλαμβάνεται.

Σε αυτό συμβάλλει και το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις ο αλγόριθμος μπορεί να χαρακτηρίζεται από αδύναμη τεχνητή νοημοσύνη, δημιουργώντας έτσι αυτό που είναι γνωστό ως Φαινόμενο Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence Effect).

Μία από τις πιο απλές εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης που συναντάμε στην καθημερινή ζωή, βρίσκεται στα smartphones. Μερικά παραδείγματα είναι η αναγνώριση φωνής για εκτέλεση συγκεκριμένων προγραμμάτων, η οπτική αναγνώριση χαρακτηριστικών του προσώπου για ξεκλείδωμα της συσκευής, η λήψη φωτογραφιών με επεξεργασία που περιλαμβάνει περίπλοκες λειτουργίες σε πραγματικό χρόνο και άλλα πολλά.

Ωστόσο, η πολυπλοκότητα των αλγόριθμων πολλές φορές εντυπωσιάζει με το επίπεδο της Τεχνητής Νοημοσύνης, η οποία κάνει την παρουσία της ιδιαίτερα αισθητή. Αυτό συμβαίνει σε πολλές εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Ιατρική και τους κλάδους της.

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΗ



Οι σημερινές ανάγκες της Ιατρικής κάνουν ακόμα και τους πιο αυστηρούς σκεπτικιστές να εξοικειωθούν με την ιδέα υιοθέτησης πιο εξελιγμένων ιατροτεχνολογικών συστημάτων με ανεπτυγμένη Τεχνητή Νοημοσύνη που θα μπορούν να δώσουν λύσεις στα πολύπλοκα και κρίσιμα προβλήματα που δημιουργούνται από τις αυξανόμενες απαιτήσεις στον τομέα της υγείας. Όλα δείχνουν πως αυστηροποιείται η ανάγκη για εναρμόνιση της συμβατικής Ιατρικής με τις σύγχρονες ανάγκες που επιτάσσει ο τομέας της υγείας.

Η ανάγκη για υιοθέτηση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης που ανταπεξέρχονται στις ανάγκες της εξελισσόμενης Ιατρικής δεν

είναι κάτι καινούριο. Η χρησιμότητα της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Ιατρική άρχισε να αναδεικνύεται από το 1959. Τότε, ο Αμερικανός καθηγητής φυσιολογίας και βιοφυσικής Robert Steven Ledley (1926–2012) έγραψε δύο άρθρα τα οποία θα παρότρυναν τους μελλοντικούς ερευνητές να εστιάσουν το ενδιαφέρον τους σε αυτό το πεδίο.

Τόσο στο άρθρο «Reasoning Foundations of Medical Diagnosis» που έγραψε με τη βοήθεια του γιατρού Lee B. Lusted, όσο και στο άρθρο «Digital Electronic Computers in Biomedical Science», ο Robert Steven Ledley υποστήριξε ότι η Τεχνητή Νοημοσύνη θα μπορούσε να συντελέσει σημαντικά στην εξέλιξη των διαγνωστικών διαδικασιών.

Σήμερα, η επιρροή της επιστήμης της Πληροφορικής και των πεδίων της με σημαντικότερο την Τεχνητή Νοημοσύνη είναι χαρακτηριστικά εμφανής στην Ιατρική.

Η επιρροή μπορεί να διακριθεί σε πολλά σημεία. Μερικά από αυτά είναι η άνθιση της Ιατρικής Πληροφορικής και κλάδων της όπως είναι η Νευροπληροφορική (Computational Neuroscience), η αξιοσημείωτη πρόοδος σε εφαρμογές της Τηλεϊατρικής (Telemedicine), η ραγδαία εξέλιξη νεωτεριστικών τεχνολογιών Βιοϊατρικής (Biomedicine), η ανάδειξη της πολύτιμης βοήθειας που προσφέρει η χρήση νοημόνων συστημάτων σε εφαρμογές της Βιοπληροφορικής (Bioinformatics), η αποτελεσματικότερη προσέγγιση σε ζητήματα ανάλυσης βιολογικών δεδομένων μέσω της Υπολογιστικής Βιολογίας (Bioinformatics), η γενικότερη αναβάθμιση της μεθοδολογίας έρευνας και κλινικών μελετών καθώς και η εκπόνηση αυτοματοποιημένων μοντέλων πρόγνωσης, διάγνωσης και αντιμετώπισης ασθενειών.

Με τις υφιστάμενες πολυάριθμες εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης να αποτελούν όλο και πιο δημοφιλή επιλογή στην έρευνα και ανάπτυξη υπολογιστικών τεχνολογιών, νέοι πόροι επενδύονται συνεχώς με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη ακόμα πιο εξελιγμένων ιατροτεχνολογικών προϊόντων και υπηρεσιών. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι το 2016 το μεγαλύτερο μέρος των επενδύσεων

στην έρευνα της Τεχνητής Νοημοσύνης πραγματοποιήθηκε στον τομέα της υγείας.

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗΣ

Αξιοσημείωτη είναι η επίδραση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη χειρουργική, με όρους όπως «Ρομποτική Χειρουργική» και «Ρομποτική Τηλεχειρουργική» να περιγράφουν ένα σύγχρονο πεδίο στον κλάδο της Ιατρικής που είναι στενά συνδεδεμένο με ευφυή ρομποτικά συστήματα. Αυτά τα συστήματα προς το παρόν επιτελούν κυρίως επικουρικό ρόλο. Είναι ικανά να συνδράμουν με υψηλή αποτελεσματικότητα στις χειρουργικές επεμβάσεις και μάλιστα σε κλίμακες ακριβείας που ο άνθρωπος αδυνατούσε να πετύχει πιο πριν.

Η ρομποτικά υποβοηθούμενη χειρουργική δεν είναι κάτι καινούριο στο χώρο της Ιατρικής. Την αρχή έκανε το ρομποτικό σύστημα PUMA 560, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για μία πολύπλοκη νευροχειρουργική βιοψία σε μία μη-λαπαροσκοπική εγχείρηση που έλαβε χώρα το έτος 1985.

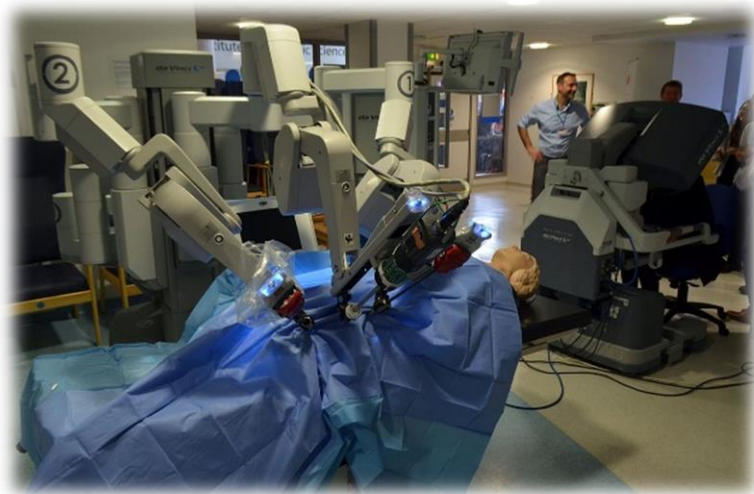


Το σύστημα PUMA 560 σε εγχείρηση διουρηθρικής προστατεκτομής.
Διακρίνεται ο ξαπλωμένος ασθενής με τα πόδια ανοιχτά, ανάμεσα στα οποία στερεώθηκε το ρομποτικό σύστημα, ενώ ο χειρουργός παρακολουθεί την επέμβαση.



Το χειρουργικό πεδίο
του Da Vinci.

Σημερινό
αντιπροσωπευτικό
παράδειγμα ρομποτικά
υποβοηθούμενης
χειρουργικής, αποτελεί το
σύστημα Da Vinci, το οποίο
αναπτύχθηκε το 2000 από
την εταιρεία Intuitive
Surgical. Ανάλογα με την
έκδοση του συστήματος,
διαθέτει τρεις ή τέσσερις
ρομποτικούς βραχίονες
στις άκρες των οποίων
προσαρμόζονται
χειρουργικά εργαλεία,
όπως λαβίδες και νυστέρια.



Οι ρομποτικοί βραχίονες του Da Vinci.

Το χειρισμό του Da Vinci αναλαμβάνει ένας ιατρός μέσω ειδικής κονσόλας διαχείρισης, ενώ είναι δυνατός και ο προγραμματισμός αυτοματοποιημένων διαδικασιών. Η κονσόλα διαχείρισης αποτελείται από τα χειριστήρια που ελέγχουν τους ρομποτικούς βραχίονες και μία οθόνη υψηλής ευκρίνειας που προβάλλει το χειρουργικό πεδίο μεγεθυμένο και μάλιστα σε τρεις διαστάσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χειρισμός γίνεται εξ αποστάσεως, ενώ η αυξημένη διασυνδεσιμότητα και το Διαδίκτυο Των Πραγμάτων (Internet Of Things) που επέφερε η εξέλιξη του διαδικτύου επιτρέπει στον ιατρό να χειρίζεται απροβλημάτιστα το σύστημα ανεξαρτήτως της απόστασης που μεσολαβεί.

Χαρακτηριστικά, τη δυνατότητα αυτή προσπαθεί να εκμεταλλευθεί ο αμερικανικός στρατός για να χειρουργούνται τραυματισμένοι στρατιώτες στο πεδίο της μάχης, από κάποιο ιατρό που βρίσκεται σε ένα απομακρυσμένο και ασφαλές σημείο. Συναφώς, η NASA διεξάγει έρευνες για να αξιοποιήσει αυτή τη δυνατότητα προκειμένου αστροναύτες να χειρουργούνται στο διάστημα, από ιατρούς που βρίσκονται στη γη.

Ανάμεσα στα πολλά πλεονεκτήματα του Da Vinci συγκαταλέγεται και η εκτέλεση εξαιρετικά λεπτών κινήσεων, οι οποίες συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση μικροχειρουργικών τεχνικών και κατά συνέπεια των κλινικών αποτελεσμάτων του ασθενή.

Δεδομένου ότι το Da Vinci επιτρέπει να γίνονται επεμβάσεις στον ασθενή μέσα από τομές λίγων χιλιοστών, προκύπτουν μεγάλα οφέλη τόσο για τον ασθενή και τον ιατρό, όσο και για το ίδιο το σύστημα υγείας. Ενδεικτικά, ελαχιστοποιούνται οι τραυματισμοί των φυσικών ιστών με ακόλουθο αποτέλεσμα να μειώνεται η απώλεια αίματος αλλά και οι πιθανότητες μόλυνσης. Επιπλέον, ο μετεγχειρητικός πόνος είναι μικρότερος και η ανάρρωση ταχύτερη, η οποία συνεπάγεται νοσηλεία μικρότερης διάρκειας και κατ' επέκταση εξοικονομούνται και πόροι στους ιατρικούς σχηματισμούς.

Τα οφέλη είναι πολλά και για τον ιατρό, αφού για πρώτη φορά έχει τη δυνατότητα να εκτελεί απόλυτα σταθερές κινήσεις με ακρίβεια χιλιοστού, ενώ μπορεί να προσεγγίσει ακόμα και σημεία τα οποία μέχρι σήμερα θεωρούνταν απρόσιτα.



Η κονσόλα διαχείρισης του Da Vinci.

Αν και το Da Vinci προς το παρόν δεν είναι πλήρως αυτόνομο, αναμένεται να διατεθούν βελτιωμένες εκδόσεις στο εγγύς μέλλον που θα επιτρέπουν την εκτέλεση χειρουργικών μικροεπεμβάσεων χωρίς να μεσολαβεί ο ανθρώπινος παράγοντας, ή θα έχει ελάχιστο επεμβατικό ρόλο. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2017 πραγματοποιήθηκαν 200.000 εγχειρήσεις από το Da Vinci. Συνολικά, κατασκευάστηκαν 4.271 συστήματα και εγκαταστάθηκαν σε πολλά νοσοκομεία ανά τον κόσμο. Στην Ελλάδα μπορούμε να συναντήσουμε το Da Vinci σε νοσοκομεία όπως το «Υγεία» στην Αθήνα και το «Παπαγεωργίου» στη Θεσσαλονίκη.

Άλλα ρομποτικά συστήματα με παρόμοιες λειτουργίες που προορίζονται για εκτέλεση χειρουργικών επεμβάσεων με ελάχιστη ανθρώπινη υποβοήθηση είναι τα Minerva, neuroArm και NeuroMate που αφορούν επεμβάσεις κυρίως νευροχειρουργικής, το Probot που σχεδιάστηκε ειδικά για την αφαίρεση του προστάτη, καθώς και τα ROBODOC και Acrobot που χρησιμοποιούνται σε χειρουργικές επεμβάσεις ορθοπαιδικής. Παράδειγμα ρομποτικού συστήματος στον τομέα της ενδοσκόπησης αποτελεί το EasyEndo που αναπτύχθηκε από τη νοτιοκορεατική EasyEndo Surgical. Η χρησιμότητα του συστήματος φαίνεται τόσο στη διαγνωστική διαδικασία, όσο και στη θεραπευτική. Κατά τη διαγνωστική ενδοσκόπηση παρέχει τη δυνατότητα σαφούς απεικόνισης, λεπτομερούς εξέτασης και καταγραφής εικόνων και βίντεο. Κατά τη θεραπευτική ενδοσκόπηση το σύστημα επιτελεί πιο παρεμβατικό ρόλο πραγματοποιώντας πολυεκτομές, τοποθέτηση εμφυτευμάτων, έλεγχο αιμορραγίας και αφαίρεση ξένου σώματος.

Παράλληλα, υπάρχουν και αρκετές αξιόλογες υλοποιήσεις που αφορούν τη λειτουργία αυτόνομων ρομποτικών συστημάτων, όπως το σύστημα που αναπτύχθηκε από την Ιατρική Σχολή του Στρατιωτικού Πανεπιστημίου της Κίνας σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο Beihang στο Πεκίνο. Η έρευνα για την ανάπτυξή του διήρκησε τέσσερα έτη. Το σύστημα σχεδιάστηκε για να ολοκληρώνει οδοντιατρικές εγχειρήσεις χωρίς καθοδήγηση από τον άνθρωπο.

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ



Η αξία των εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα των ιατρικών διαγνώσεων άρχισε να γίνεται αντιληπτή από πολύ νωρίς. Ήδη, από το 1984 στο Εργαστήριο της Επιστήμης των Υπολογιστών του Γενικού Νοσοκομείου της Μασαχουσέτης άρχισε να αναπτύσσεται το σύστημα DXplain, του οποίου η πρώτη ολοκληρωμένη έκδοση διατέθηκε προς χρήση το 1986.

Το DXplain αποτέλεσε ένα από τα πρώτα συστήματα που ανήκουν στην κατηγορία CDSS (Clinical decision support system), τα οποία παρέχουν σημαντική βοήθεια στους ιατρούς κατά τη διαγνωστική διαδικασία. Ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό, έγκειται στην αξιοποίηση των διαθέσιμων πληροφοριών που είναι αποθηκευμένες στη βάση δεδομένων του συστήματος και στην ανάλυση των πληροφοριών που αφορούν την κλινική κατάσταση της υγείας του ασθενή. Αυτό επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων που

σχετίζονται με πιθανή διάγνωση, περιλαμβανομένων και ανάλογων πληροφοριών αιτιολογίας και παθολογίας.



**Αυτόματος υπολογισμός της ηλικίας των οστών
μέσω ακτινογραφίας**

Σήμερα, η επίδραση της Τεχνητής Νοημοσύνης στις σύγχρονες διαγνωστικές μεθόδους είναι θαυμαστική. Τα σημερινά συστήματα είναι δυνατό να πραγματοποιούν ταχύτατα ολοκληρωμένες διαγνώσεις, βασιζόμενα σε τεχνολογίες όπως αυτή της οπτικής αναγνώρισης και κάνοντας χρήση τεραστίων μεγεθών βάσεων δεδομένων. Ενδεικτικά, ένας ασθενής έπειτα από εγχείρηση μπορεί να διαθέσει μία φωτογραφία και το σύστημα θα προτείνει περαιτέρω ενέργειες ιατροφαρμακευτικής φροντίδας.

Αντιπροσωπευτική υλοποίηση στον τομέα των διαγνώσεων αποτελεί το λογισμικό που μπορεί και αναγνωρίζει σπάνιες ασθένειες έγκαιρα και με ακρίβεια. Το συγκεκριμένο λογισμικό συνδυάζει την οπτική αναγνώριση σημείων του σώματος συμπεριλαμβανομένων και των εκφράσεων του προσώπου, με την τεχνική Machine Learning προκειμένου να μαθαίνει από τις εμπειρίες του, βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο την ποιότητα των διαγνώσεων με την πάροδο του χρόνου.

Άλλο παράδειγμα υλοποίησης αποτελεί το σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης που είναι αποτέλεσμα συνεργασίας των εταιρειών IBM και Pfizer. Το σύστημα προορίζεται για ανίχνευση της αφανούς εμφάνισης της νόσου Αλτσχάιμερ. Η λειτουργία του βασίζεται σε αλγόριθμους επεξεργασίας και ανάλυσης γλώσσας. Συγκεκριμένα, το σύστημα αναλύει φωνητικά αποσπάσματα που συλλέγονται από ανθρώπους στους οποίους υποβάλλεται ένα απλό γνωστικό τεστ και στη συνέχεια ανιχνεύει πιθανά γραμματικά και συντακτικά λάθη στην ομιλία, τα οποία υποδηλώνουν αρχόμενη άνοια. Η ακρίβεια στη διάγνωση της νόσου αγγίζει το 70%.

Ένας ακόμη πετυχημένος αλγόριθμος Τεχνητής Νοημοσύνης της IBM, είναι ο «Watson» που αναπτύχθηκε το 2016. Το σύστημα πρωτοπορεί στη μάχη κατά του καρκίνου καθώς κατάφερε να αναλύσει περισσότερα από 20.000.000 ογκολογικά αρχεία και να εντοπίσει επιτυχώς μία πολύ σπάνια μορφή λευχαιμίας.

Αξιοσημείωτος είναι και ο αλγόριθμος Τεχνητής Νοημοσύνης που αναπτύχθηκε στο Πολυτεχνικό Ινστιτούτο Ρενσιλιάρ της Νέας Υόρκης, ο οποίος είναι ικανός να προβλέπει ποιοι ασθενείς που νοσούν από τον ιό SARS-CoV-2 θα χρειαστεί να νοσηλευτούν σε μονάδα εντατικής θεραπείας. Η λειτουργία του βασίζεται στην ανάλυση αποτελεσμάτων από αξονικές τομογραφίες και άλλες εργαστηριακές εξετάσεις.

Σε άλλη περίπτωση, αλγόριθμος Τεχνητής Νοημοσύνης ανιχνεύει τη νόσο του ιού SARS-CoV-2 σχεδόν δέκα φορές γρηγορότερα και με ακρίβεια 1% έως 6% μεγαλύτερη σε σχέση με ακτινολόγους εξειδικευμένους στις ακτινογραφίες θώρακα. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος είναι γνωστός ως DeepCOVID-XR και αναπτύχθηκε από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Northwestern του Ιλινόις, με επικεφαλής τον Έλληνα καθηγητή Αγγελο Κατσάγγελο.

Εντυπωσιακές είναι και οι δυνατότητες που προσφέρει η NVIDIA Clara στο χώρο της ακτινοδιαγνωστικής. Πρόκειται για μια πλατφόρμα που αναπτύχθηκε από την εταιρεία NVIDIA και η οποία πήρε το όνομά της προς τιμή της Αμερικανίδας νοσοκόμας Clarissa Harlowe Barton, ιδρύτριας του Αμερικανικού Ερυθρού Σταυρού. Η NVIDIA Clara αποτελεί ένα προγραμματιστικό περιβάλλον στο οποίο μπορούν να βασιστούν οι προγραμματιστές για να αναπτύξουν και να διαχειριστούν αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης που σχετίζονται με διάφορες απεικονιστικές μεθόδους στη Διαγνωστική Ιατρική. Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της πλατφόρμας είναι αρκετά. Μερικά από αυτά είναι η αυτοματοποίηση διαδικασιών διάγνωσης, η ταχύτατη επεξεργασία δεδομένων που συντελεί στη λήψη διαγνώσεων χωρίς καθυστερήσεις και η εξαιρετικά υψηλή ανάλυση των ακτινογραφιών.

Βασισμένη σε αυτή την πλατφόρμα, η εταιρεία ImFusion που εδρεύει στο Μόναχο της Γερμανίας ανέπτυξε έναν αλγόριθμο που επεξεργάζεται δεδομένα τα οποία συλλέγονται από υπερήχους και στη συνέχεια σε πραγματικό χρόνο τα μετατρέπει σε τρισδιάστατες εικόνες.

Η ανάπτυξη αυτού του αλγορίθμου έδωσε στην Ιατρική κοινότητα ένα τεράστιο πλεονέκτημα. Σε αντίθεση με τις απεικονιστικές μεθόδους της Υπολογιστικής Τομογραφίας (CT) και Μαγνητικής Τομογραφίας (MRI) οι οποίες για πρακτικούς λόγους δεν μπορούν να εφαρμοσθούν κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης, ο νέος αλγόριθμος για πρώτη φορά έδωσε αυτή τη δυνατότητα.

Επιπλέον, έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Λος Άντζελες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός ακόμα εντυπωσιακού αλγορίθμου που βρίσκει εφαρμογή στην ιστοπαθολογία κατά τη μέθοδο του ανοσοφθορισμού για τη διάγνωση πολλών ασθενειών. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος λαμβάνει

μέσω μικροσκοπίου φωτογραφίες από μη χρωματισμένες τομές ιστών. Έπειτα, τις επεξεργάζεται και αξιοποιώντας τις υπάρχουσες φυσικές φθορίζουσες χρωστικές ουσίες που βρίσκονται στους ιστούς προχωρά στον κατάλληλο χρωματισμό προκειμένου να ολοκληρωθεί η διάγνωση.

Μέσω αυτής της εφαρμογής παρακάμπτονται περιορισμοί που ισχύουν στις παραδοσιακές μεθόδους ανοσοφθορισμού, ενώ ταυτόχρονα παρέχονται και νέες δυνατότητες. Για παράδειγμα, μία *in vitro* μέτρηση υπόκειται σε χρονικό περιορισμό που αφορά τη συντήρηση του ιστού που χρησιμοποιείται ως δείγμα. Με το νέο αλγόριθμο Τεχνητής Νοημοσύνης παρακάμπτεται αυτός ο περιορισμός, αφού η μέτρηση είναι *in vivo*. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται περαιτέρω οφέλη, όπως εξοικονόμηση χρόνου και άλλων πόρων, αφού δεν απαιτείται ούτε η απασχόληση προσωπικού όπως είναι οι τεχνολόγοι ιατρικών εργαστηρίων, αλλά ούτε και η χρήση πλήθους άλλων διαγνωστικών οργάνων.

Στο πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Σαν Ντιέγκο μία επιστημονική ομάδα ανέπτυξε αλγόριθμο που επιτρέπει την πραγματοποίηση διαγνώσεων για ένα πλήθος ασθενειών με ακρίβεια που κυμαίνεται από 90% έως 97%. Η εκπαίδευση του αλγόριθμου βασίστηκε στο ιστορικό από 1,3.000.000 ασθενείς που νοσηλεύθηκαν σε μεγάλο ιατρικό κέντρο στην πόλη Guangzhou της Κίνας.

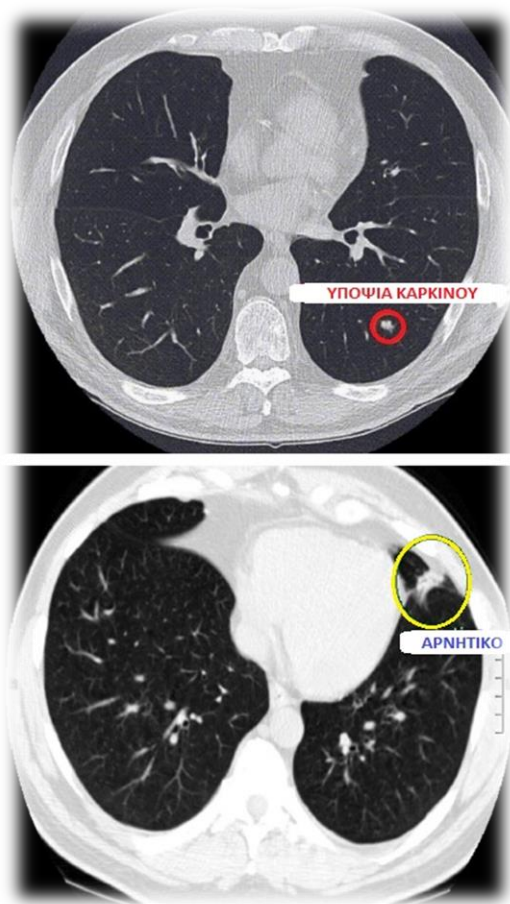
Τον Απρίλιο του 2018 η Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (U.S. Food and Drug Administration) ενέκρινε έναν αλγόριθμο Τεχνητής Νοημοσύνης που διαγιγνώσκει ασθενείς με ρετινοβλάστωμα αναλύοντας φωτογραφίες που λαμβάνονται από το πίσω μέρος του ματιού. Η εφαρμογή του αλγόριθμου είναι τόσο πετυχημένη, που τα ποσοστά ακρίβειας φτάνουν το 89,5% χωρίς τη μεσολάβηση ιατρού.

Επίσης εντυπωσιακό, είναι ότι σύμφωνα με διαφορετικό αλγόριθμο που ανέπτυξε η εταιρεία Google για διάγνωση του καρκίνου του προστάτη, η ακρίβεια αγγίζει το 72%.

Ακόμα ένα παράδειγμα εφαρμογής Τεχνητής Νοημοσύνης στην Διαγνωστική Ιατρική αφορά αλγόριθμο που ειδικεύεται στη διάγνωση του καρκίνου των πνευμόνων. Ο αλγόριθμος αναπτύχθηκε επίσης από την Google και οι επιδόσεις του είναι εντυπωσιακές.

Αντιπροσωπευτικό χαρακτηριστικό του επιπέδου της νοημοσύνης του αλγόριθμου, είναι το γεγονός ότι κατάφερε να ξεπεράσει σε επιδόσεις, έξι ακτινολόγους ιατρούς που έφεραν εμπειρία οχτώ χρόνων στην ειδικότητά τους, αφού οι διαγνώσεις παρείχαν κατά μέσο όρο 5% πιο μεγάλη ακρίβεια συγκριτικά με τις αντίστοιχες που πραγματοποίησαν οι ιατροί. Στην πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου δύο χρόνια μετά τη χρήση κάποιας ακτινολογικής μεθόδου, ο αλγόριθμος

επέστρεψε αποτελέσματα των οποίων η ακρίβεια ήταν μεγαλύτερη κατά 9,5% από αυτά των ιατρών. Η εκπαίδευση του αλγόριθμου



βασίστηκε στη Μηχανική Μάθηση και περιλάμβανε περισσότερες από 42.000 υπολογιστικές τομογραφίες από περίπου 15.000 ασθενείς.

Αν και οι περισσότεροι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν την ισχύ να αποδίδουν διαγνωστικά αποτελέσματα με μεγάλη επιτυχία, υστερούν στο γεγονός ότι δεν παρέχουν επαρκείς πληροφορίες για το πώς εξήγαγαν τα αποτελέσματά τους. Δηλαδή, εκφράζουν τα συγκεκριμένα αποτελέσματα που απαιτούνται, αλλά χωρίς να είναι ικανά να δώσουν εξηγήσεις σε ενδεχόμενο ερώτημα σχετικά με το σκεπτικό και την πορεία συμπερασμάτων που ακολούθησαν για να φτάσουν στο τελικό αποτέλεσμα.

Αυτό το πρόβλημα είναι γνωστό στον τομέα της Μηχανικής Μάθησης και γίνεται αναφορά σε αυτό με τον όρο «μαύρο κουτί». Χαρακτηριστικό αυτού του προβλήματος είναι ότι ακόμα και οι ίδιοι οι προγραμματιστές που σχεδίασαν τους αλγόριθμους αδυνατούν να προσδιορίσουν τους παράγοντες που συνέβαλλαν στην εξαγωγή του τελικού αποτελέσματος. Όπως είναι αναμενόμενο, το γεγονός αυτό δυσχεραίνει τη δημιουργία σχέσεων εμπιστοσύνης μεταξύ ανθρώπων και μηχανών.

Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα έρχεται να δώσει η «Επεξηγούμενη Τεχνητή Νοημοσύνη» ή «Ερμηνεύσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη» (Explainable artificial intelligence). Σύμφωνα με αυτή, τα συστήματα μπορούν να παρέχουν εύληπτες εξηγήσεις σχετικά με τους λόγους που τα οδήγησαν να εξαγάγουν ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Καθώς αυξάνεται η διαφάνεια των μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή αποτελεσμάτων, αυξάνεται και η εμπιστοσύνη των χρηστών απέναντι στα συστήματα.

Η αυξανόμενη εμπιστοσύνη απέναντι στα ιατροτεχνολογικά συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης δρα καταλυτικά στην έρευνα και ανάπτυξη των αλγόριθμων. Αξιοσημείωτο είναι ότι σύμφωνα με την αμερικανική εταιρεία ερευνών Gartner, πάνω από το 70% των απεικονιστικών μεθόδων στην ακτινολογία χρησιμοποιεί ήδη

αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης, ενώ μέχρι το 2025 αναμένεται το 65% όλων των αυτοματοποιημένων ιατρικών διαδικασιών να ενσωματώνουν στοιχεία Τεχνητής Νοημοσύνης.

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΝΟΣΗΛΕΙΑ

Στον εκσυγχρονισμένο τομέα της υγείας είναι αισθητή η επίδραση της Τεχνητής Νοημοσύνης και στη νοσηλευτική φροντίδα που παρέχεται τόσο ενδονοσοκομειακά, όσο και εντός του οικιακού χώρου του ασθενή. Το γεγονός αυτό προδίδουν πολυάριθμες εφαρμογές, οι οποίες μέσω προηγμένων χαρακτηριστικών προσφέρουν υψηλής ποιότητας υπηρεσίες προς όφελος τόσο της υγείας του ασθενή, όσο και του υγειονομικού προσωπικού. Παράλληλα, αναβαθμίζουν το σύστημα υγείας.

Μία από αυτές τις εφαρμογές αφορά λογισμικό που μπορεί και αξιολογεί την κλινική εικόνα ενός ασθενή σύμφωνα με τα αναφερόμενα συμπτώματα και συστήνει ενέργειες, ώστε να προληφθεί επιδείνωση των προβλημάτων υγείας. Παραδείγματα αυτού του είδους λογισμικού, αποτελούν το chatterbot της εταιρείας Babylon Health που εδρεύει στο Ηνωμένο Βασίλειο και το chatterbot Ada που αναπτύχθηκε στο Βερολίνο.

Σε άλλη περίπτωση, η φαρμακευτική αγωγή ενός ατόμου μπορεί να εφαρμοστεί με μεγάλη επιτυχία υπό την επίβλεψη λογισμικού Τεχνητής Νοημοσύνης που έχει την ικανότητα να κατανοεί το δοσοληπτικό σχήμα των φαρμάκων καθώς και κατά πόσο αυτό τηρείται από τον ασθενή, ώστε αυτό να είναι αποτελεσματικό.

Άλλη μία εφαρμογή, αφορά το σύστημα SmartCare/PS (Pressure Support) που αναπτύχθηκε από τη γερμανική εταιρεία Dräger Medical. Το συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιείται από το 2003 στις μονάδες εντατικής θεραπείας και παρέχει μέσω πρωτοκόλλων, διαχείριση της μηχανικής υποστήριξης της αναπνοής. Η λειτουργία του συστήματος διακρίνεται σε τρία βασικά στάδια. Αρχικά, σταθεροποιεί τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος του ασθενή και έπειτα μειώνει σταδιακά τη μηχανική υποστήριξη

ελέγχοντας το επίπεδο αναπνευστικής ικανότητας του ασθενή. Τέλος, υπολογίζει τις επικρατούσες συνθήκες για να διαπιστωθεί αν είναι εφικτή η αποδιασωλήνωση του ασθενή.

Μεγάλη πρόοδος έχει σημειωθεί και στις συσκευές παρακολούθησης της κατάστασης υγείας των ασθενών. Εταιρείες όπως η Apple, Fitbit, Garmin και πολλές άλλες, διαθέτουν στο εμπόριο μικροσυσκευές όπως έξυπνα ρολόγια και ειδικές ζώνες μέσης που ενσωματώνουν αισθητήρες για την παρακολούθηση της κατάστασης της υγείας. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τις συσκευές, επεξεργάζονται από λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης και στη συνέχεια παρέχονται πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση της υγείας καθώς και την προτεινόμενη σωματική δραστηριότητα.

Μία ακόμα εταιρεία που ανέπτυξε λογισμικό για χρήση σε υπηρεσίες νοσηλευτικής φροντίδας ασθενών είναι και η Nuance Communications. Το 2017 ανέπτυξε λογισμικό Τεχνητής Νοημοσύνης, το οποίο ενσωματώνει τεχνολογίες όπως αναγνώριση φωνής και βιομετρικά χαρακτηριστικά. Το συγκεκριμένο λογισμικό αναλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ ασθενή νοσηλευτή, απαντώντας σε βασικά ερωτήματα σχετικά με τη διάγνωση ή την κατάσταση υγείας του ασθενή. Επιπρόσθετο πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι δεν απαιτείται η φυσική παρουσία και των δύο στον ίδιο χώρο.

Παρόμοια εφαρμογή που είναι συμβατή με τις περισσότερες φορητές συσκευές όπως είναι τα smartphones και τα tablets, αποτελεί η εικονική ιατρός με το όνομα Molly. Πρόκειται για λογισμικό που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Sensely. Η αλληλεπίδραση με τη Molly επιτυγχάνεται μέσω φωνής, επιτρέποντας έτσι τη λεκτική ανταπόκριση σε ερωτήματα που σχετίζονται με την κατάσταση της υγείας του ασθενή. Η λειτουργία της βασίζεται σε τεχνολογία παρόμοια με αυτή των chatterbots, τα οποία βασίζονται στην ανάπτυξη διαλόγου. Το πρόγραμμα αναλαμβάνει μέσω ερωτημάτων που θέτει στον ασθενή να συλλέξει και να αναλύσει

όλες τις πληροφορίες που του παρέχονται, ώστε να θέσει την κατευθυντήρια γραμμή για μια αξιόπιστη διάγνωση.

Στον ίδιο χώρο απευθύνεται και το πρόγραμμα που αναπτύχθηκε το 2017 από την εταιρεία Scanadu. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα με το όνομα doc.ai, λαμβάνει αποτελέσματα εξετάσεων από ιατρικά εργαστήρια και τα ερμηνεύει σε γλώσσα που δεν περιέχει εξεζητημένους ιατρικούς όρους, ώστε να γίνονται εύκολα κατανοητά από τους ασθενείς. Το doc.ai είναι συμβατό με συσκευές που έχουν εγκατεστημένο το λειτουργικό σύστημα iOS.

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ



Είναι προφανές ότι ο αντίκτυπος της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι ιδιαίτερα αισθητός και στον κλάδο της Φαρμακευτικής. Νέοι αλγόριθμοι ενισχύουν σημαντικά τις δυνατότητες της Φαρμακευτικής σε όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων της, περιλαμβανομένων της έρευνας, της παραγωγής και της εμπορικής εκμετάλλευσης φαρμακευτικών σκευασμάτων.

Συνήθως, για την παραγωγή νέων φαρμάκων οι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης βασίζονται σε έναν αριθμό φαρμακευτικών σκευασμάτων εστιάζοντας στην ανάλυση της συγκεκριμένης δράσης τους και βασιζόμενοι στα χαρακτηριστικά της χημικής τους δομής συμπεραίνουν ποια από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι χρήσιμα για τη συγκεκριμένη δράση. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα αξιολογούνται

προκειμένου να δημιουργηθούν εκείνες οι ενώσεις που θα επιφέρουν την επιθυμητή δράση. Κάνοντας χρήση των αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης, ελαχιστοποιείται το χρονικό διάστημα που απαιτείται για έρευνα και παραγωγή νέων φαρμάκων καθώς επίσης και το κόστος.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η πρόσφατη παραγωγή φαρμακευτικού σκευάσματος από τη βρετανική Exscientia και την ιαπωνική φαρμακευτική Sumitomo Dainippon Pharma. Το συγκεκριμένο σκεύασμα που βασίζεται στο μόριο DSP-1181, προορίζεται για τη Μανιοπαρορμητική Διαταραχή (Obsessive–compulsive disorder-OCD). Είναι χαρακτηριστικό ότι το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για την παραγωγή του ήταν μόλις ένα έτος. Σύμφωνα με τις συμβατικές μεθόδους, αυτό το εγχείρημα θα διαρκούσε τουλάχιστον πέντε έτη. Αντίστοιχα, το κόστος για την παραγωγή του σκευάσματος ήταν εξαιρετικά μειωμένο σε σύγκριση με το κόστος που θα σχετιζόταν με τις παραδοσιακές μεθόδους.

Το συγκεκριμένο φάρμακο αποτέλεσε το πρώτο σκεύασμα που αναπτύχθηκε πλήρως από αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης ενώ πολλά ακόμα αναμένεται να παραχθούν χάρη στο πολλά υποσχόμενο παράγοντα της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ο διευθύνων σύμβουλος της Exscientia, καθηγητής Άντριου Χόπκινς, χαρακτηριστικά ανέφερε ότι πρόκειται για «ορόσημο-κλειδί στην ανακάλυψη φαρμάκων».

Ένα ακόμα σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης που βοηθά στην παραγωγή φαρμάκων είναι το AlphaFold, το οποίο αναπτύχθηκε από τη βρετανική εταιρεία DeepMind, θυγατρική της Google. Αυτό το σύστημα είναι σε θέση να προβλέπει έγκαιρα και έγκυρα πώς θα αναδιπλωθούν οι πρωτεΐνες, ποιο τρισδιάστατο σχήμα θα πάρουν και συνεπώς ποια θα είναι η λειτουργία τους. Είναι αναμενόμενο ότι σε αυτό το σύστημα θα βασιστούν πολλές έρευνες για την παραγωγή φαρμάκων προ της αντιμετώπισης ποικίλων ασθενειών.

Το BenevolentAI είναι ένα ακόμα σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης που ειδικεύεται στη δημιουργία νέων φαρμάκων. Ο

αλγόριθμός του, επιτρέπει να αφομοιώνονται μεγάλοι όγκοι επιστημονικής βιβλιογραφίας και βιοϊατρικής έρευνας προκειμένου να ανευρίσκεται η σχέση μεταξύ των γενετικών και βιολογικών ιδιοτήτων των ασθενειών και της σύνθεσης και δράσης των φαρμάκων.

Άξιο αναφοράς είναι και το σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης SELSER που αναπτύχθηκε από μία ερευνητική ομάδα με επικεφαλής τους καθηγητές ψυχιατρικής Μαντουκάρ Τριβέντι του Ιατρικού Κέντρου του Πανεπιστημίου UT Southwestern του Τέξας, και Αμίτ Έτκιν της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Στάνφορντ της Καλιφόρνιας. Το σύστημα SELSER (Sparse EEG Latent Space Regression) προβλέπει ποιοι ασθενείς μπορούν να ωφεληθούν από θεραπευτική αγωγή με αντικαταθλιπτικά φάρμακα. Ο αλγόριθμος αναλύει τη δραστηριότητα στα εγκεφαλογραφήματα ενός ασθενή που πάσχει από κατάθλιψη και στη συνέχεια κάνει πρόγνωση για την αποτελεσματικότητα της φαρμακευτικής θεραπείας. Το αποτέλεσμα είναι ο ασθενής να μη χρειάζεται να βάλει την υγεία του σε ρίσκο λαμβάνοντας φάρμακα που όχι μόνο δε θα τον ωφελήσουν, αλλά θα επιβαρύνουν και την υγεία του με ενδεχόμενες παρενέργειες. Επιπρόσθετο πλεονέκτημα είναι ότι καθώς ελαχιστοποιούνται οι κλινικές δοκιμές των φαρμάκων, μειώνεται δραματικά και το κόστος.

Μία ακόμα εταιρεία που έχει επενδύσει στην Τεχνητή Νοημοσύνη είναι η BioXcel Therapeutics. Τα συστήματά της χρησιμοποιούν αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης προκειμένου να οδηγηθούν στην παραγωγή νέων φαρμάκων, και όχι μόνο. Αυτά τα συστήματα βασίζονται σε φάρμακα που ήδη κυκλοφορούν για να εντοπίσουν νέες θεραπευτικές προσεγγίσεις του καρκίνου μέσω ανοσο-ογκολογικών αγωγών.

Στο Hong Kong οι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης της εταιρείας Insilico Medicine εκμεταλλεύονται τεράστιες βάσεις δεδομένων για να οδηγηθούν μέσω αναλύσεων σε συνδυασμούς μορίων ικανούς να εμποδίσουν την εξάπλωση του ιού SARS-CoV-2.

Ταυτόχρονα, προσπαθούν να δημιουργήσουν φάρμακα που θα βελτιώσουν το ανοσοποιητικό σύστημα των ηλικιωμένων, ώστε να αναπτύξουν αποτελεσματικότερες θεραπευτικές μεθόδους.

Είναι σαφές ότι οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι ικανές να ανακαλύψουν νέα φάρμακα, αλλά και να οδηγήσουν σε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με τον κατάλληλο συνδυασμό των κυκλοφορόντων φαρμάκων για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση ασθενειών.

Αυτό ακριβώς έγινε και στο Εθνικό Πανεπιστήμιο Σιγκαπούρης (National University of Singapore-NUS) όπου ερευνητές έκαναν χρήση του συστήματος «IDentif.AI» προκειμένου να βρεθεί ο καλύτερος δυνατός συνδυασμός διαθέσιμων φαρμάκων για την αντιμετώπιση του ιού SARS-CoV-2. Το σύστημα εξέτασε τα δώδεκα υποψήφια φάρμακα ρεμδεσιβίρη, φαβιπιραβίρη, λοπιναβίρη, ριτοναβίρη, οσελταμιβίρη, υδροξυχλωροκίνη, χλωροκίνη, αζιθρομυκίνη, λοσαρτάνη, τεικοπλανίνη, ριμπαβιρίνη και δεξαμεθαζόνη, σε περισσότερους από 530.000 πιθανούς συνδυασμούς. Σε χρονικό διάστημα μόλις δύο εβδομάδων το σύστημα κατάφερε να εξάγει το συμπέρασμα ότι ο καλύτερος θεραπευτικός συνδυασμός βασίζεται στα φάρμακα ρεμδεσιβίρη, ριτοναβίρη και λοπιναβίρη, σε συγκεκριμένο δοσολογικό σχήμα.

Χωρίς καμία αμφισβήτηση, η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη σύγχρονη μεθοδολογία της φαρμακευτικής αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο που μπορεί να αλλάξει ριζικά τον κλάδο της Φαρμακευτικής προσφέροντας πολλαπλά οφέλη, με σπουδαιότερα την ανάπτυξη νέων φαρμάκων αρκετά πιο γρήγορα και με πολύ μικρότερο κόστος.

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΓΕΙΑΣ



Αναμφισβήτητα το σύστημα υγείας διαθέτει βάσεις δεδομένων με τεράστιο όγκο αποθηκευμένων πληροφοριών, ο οποίος αυξάνεται κατά πολύ κάθε στιγμή. Αρκεί να αναλογιστεί κανείς, ότι ο όγκος των ιατρικών δεδομένων διπλασιαζόταν κάθε 73 μέρες κατά τη διάρκεια του έτους 2020.

Εκεί αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την ομαλή λειτουργία του συστήματος υγείας. Αυτές οι συλλογές πληροφοριών μπορούν να περιλαμβάνουν από ατομικά αναμνηστικά ασθενών, μέχρι και πληροφορίες που σχετίζονται με τη διαχείριση όλων των διαθέσιμων νοσοκομειακών πόρων. Παράδειγμα αυτών των τύπων αποτελούν τα διοικητικά δεδομένα, τα βιοδεδομένα, τα κλινικά και εργαστηριακά δεδομένα,

τα επιδημιολογικά δεδομένα, τα δεδομένα αναφοράς, άλλα κωδικοποιημένα δεδομένα καθώς και πολλές ακόμα μορφές.

Ο κρίσιμος παράγοντας του τεράστιου όγκου δεδομένων που περιγράφεται με τον όρο «Big Data» σε συνδυασμό με τον τρόπο οργάνωσής τους ώστε αυτά να είναι προσπελάσιμα και από άλλα συνδεδεμένα συστήματα, και τους ποικίλους τύπους τους, εξαντλεί τις δυνατότητες αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων των κλασσικών υπολογιστικών συστημάτων.

Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα έρχεται να δώσει η Τεχνητή Νοημοσύνη. Οι εξελιγμένοι αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης παρέχουν για πρώτη φορά τη δυνατότητα γρήγορης επεξεργασίας μεγάλου όγκου και διαφορετικών τύπων δεδομένων.



Χώρος όπου φυλάσσεται σε ψηφιακή μορφή μεγάλος όγκος δεδομένων (big data)

Η εκμετάλλευση των Big Data από τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης δίνουν νέα ώθηση στην εξέλιξη της Ιατρικής μέσω πληθώρας εφαρμογών, ενώ δεν είναι λίγες οι εταιρείες που ήδη επενδύουν σε αυτό τον τομέα.

Μία από αυτές, είναι η Tempus η οποία εδρεύει στο Chicago του Illinois. Η Tempus διαθέτει τη μεγαλύτερη βάση δεδομένων με κλινικά και μοριακά δεδομένα στον κόσμο. Μέσω των συστημάτων

Τεχνητής Νοημοσύνης που διαθέτει, βοηθά σε πραγματικό χρόνο τους ιατρούς να λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με το καταλληλότερο θεραπευτικό σχήμα παρέχοντας εξατομικευμένη φροντίδα στους ασθενείς. Για παράδειγμα, τα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης της Tempus μπορούν να αναλύουν δεδομένα DNA, RNA και του πρωτεώματος για να κατανοήσουν τον όγκο ενός ασθενούς σε μοριακό επίπεδο, ώστε στη συνέχεια να επιλεγεί η καταλληλότερη θεραπεία για τον συγκεκριμένο ασθενή.

Άλλη μία εταιρεία που δραστηριοποιείται στον ίδιο χώρο είναι η KenSci που εδρεύει στο Seattle της Washington. Η πλατφόρμα Τεχνητής Νοημοσύνης της KenSci παρέχει ψηφιακές λύσεις υγείας και υγειονομικής περίθαλψης. Αυτό το επιτυγχάνει μέσω προηγμένων αναλύσεων, οι οποίες στηρίζονται στις μεγάλες βάσεις δεδομένων των συστημάτων της. Τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων βοηθούν τους οργανισμούς υγείας να βελτιστοποιήσουν την εμπειρία φροντίδας για τους ασθενείς τους και το τελικό αποτέλεσμα της έκβασης της υγείας τους.

Αξιόλογη θέση ανάμεσα στις εταιρείες που επενδύουν στη χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα της υγείας αξιοποιώντας τα Big Data είναι και η Google. Μέσω του προγράμματος DeepMind Health δίνεται η δυνατότητα σε ιατρούς να ενημερώνονται όταν η κατάσταση της υγείας ενός ασθενούς επιδεινώνεται, αλλά και να καταλήγουν έγκαιρα σε μια αξιόπιστη διάγνωση. Αυτή η δυνατότητα βασίζεται σε αναλύσεις δεδομένων με βάση τα συμπτώματα του ασθενούς.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

*“Μέχρι τώρα ο άνθρωπος εναντιωνόταν στη φύση.
Από εδώ κι εμπρός εναντιώνεται στη φύση του”.
Dennis Gabor*

Κατά γενική παραδοχή, η κοινωνία ωφελείται από την εξέλιξη της τεχνολογίας, η οποία είναι χαρακτηριστικά αλματώδης. Όμως, μέσα από την εντυπωσιακή διεξόδου της τεχνολογίας στην ανθρώπινη κοινωνία προκύπτουν και πολλοί προβληματισμοί.

Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης που πραγματοποιείται από ένα ρομποτικό σύστημα Τεχνητής Νοημοσύνης με έναν ιατρό σε ρόλο επιτηρητή, δεν ήταν σαφές μέχρι πρόσφατα ποιος έχει την ευθύνη σε περίπτωση πρόκλησης τραυματισμού στον ασθενή από ιατρικό λάθος που προκύπτει από χειρισμό του ίδιου του συστήματος.

Είναι προφανές ότι η εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης συνοδεύεται από την ανάγκη κάλυψης τέτοιου είδους κενών. Προκειμένου αυτά να καλυφθούν, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο δεσμεύτηκε ως θεσμικό όργανο να διατυπώσει συστάσεις για τους κανόνες που θα διέπουν την ανάπτυξη και χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Οι κανόνες θα περιλαμβάνουν κάθε είδους φυσική ή ψηφιακή δραστηριότητα Τεχνητής Νοημοσύνης που θα προκαλεί ζημία ή βλάβη στη ζωή, την υγεία, τη σωματική ακεραιότητα, την περιουσία, ή θα προκαλεί σημαντική ηθική βλάβη.

Προς αυτή την κατεύθυνση, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο από το 2020 άρχισε να αναζητά νομοθετικά πλαίσια με δεοντολογικές αρχές και νομικές υποχρεώσεις που θα πρέπει να τηρούνται κατά την

ανάπτυξη και χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης, της Ρομποτικής και συναφών τεχνολογιών.

Μία ακόμα πτυχή της Τεχνητής Νοημοσύνης που δημιουργεί προβληματισμούς, αφορά την προστασία των προσωπικών δεδομένων και συνακολούθως κατά πόσο μπορεί να διατηρηθεί ακέραιο το ιατρικό απόρρητο. Τα συστήματα θα είναι σε θέση να επεξεργάζονται για πρώτη φορά έναν τόσο μεγάλο όγκο δεδομένων. Ένα μεγάλο κομμάτι από αυτά θα αφορά προσωπικά δεδομένα.

Είναι όμως ακόμα νωρίς για να πει κανείς με σιγουριά ότι η επάρκεια της ρυθμιστικής ικανότητας της Τεχνητής Νοημοσύνης από τον ανθρώπινο παράγοντα μπορεί να εγγυηθεί την απαιτούμενη ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων. Μεγάλο εμπόδιο σε αυτό, αποτελεί το γεγονός ότι ακόμα είναι δύσκολο για κάποιον να κατανοήσει τον εσωτερικό τρόπο λειτουργίας, της συλλογιστικής και λήψης αποφάσεων που βασίζεται σε κβαντικούς αλγόριθμους, με αποτέλεσμα να εγείρονται ζητήματα θεμιτής επεξεργασίας.

Ένας άλλος προβληματισμός που προκύπτει από την εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι το κατά πόσο η εκμετάλλευσή της θα είναι προς όφελος ολόκληρης της ανθρωπότητας και όχι ενός κράτους ή οργανισμού. Συνεπώς, θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι δε θα υπάρξει σύγκρουση συμφερόντων που θα οδηγήσει σε αθέμιτες τακτικές μέσω κατευθυνόμενης χρήσης της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Ανάμεσα στους πιο έντονους προβληματισμούς που προκύπτουν από τη χρήση ευφυών συστημάτων είναι και αυτοί που αφορούν τον υπαρξιακό κίνδυνο. Δηλαδή, την αντικατάσταση του ανθρώπινου δυναμικού στον τομέα της υγείας από ιατρονοσηλευτικά συστήματα που ενσωματώνουν Τεχνητή Νοημοσύνη. Είναι γεγονός ότι η αρχή για κάτι τέτοιο έχει ήδη γίνει, με πολλά σενάρια να κάνουν λόγο για θετικές εξελίξεις, χωρίς να λείπουν και όσοι πιστεύουν το αντίθετο. Το μόνο σίγουρο είναι ότι δεν παύει να θίγεται το ζήτημα αν τελικά τα ποσοστά ανθρώπινης απασχόλησης στον ιατρικό τομέα θα είναι υπέρ ή κατά του ανθρώπου.



Βηματοδότης

καρδιομετατροπείς-απινιδωτές και οι βηματοδότες που αντιμετωπίζουν καρδιακές δυσλειτουργίες.

Ακόμα, σε περίπτωση ακρωτηριασμού ενός άκρου, τα βοηθήματα μπορούν να είναι προσθετικά ρομποτικά μέλη, (προθέσεις). Πρόκειται για εφαρμογή ελεγχόμενης από τον ανθρώπινο νου νευροπροσθετικής, η οποία βασίζεται σε διεπαφή εγκεφάλου-μηχανής που αξιοποιεί τα σήματα από τα νεύρα του ασθενούς προκειμένου να τα μεταδώσει με τη βοήθεια αλγόριθμων Τεχνητής Νοημοσύνης στο τεχνητό μέλος ώστε αυτό να επιτελέσει την ανάλογη κίνηση. Το μέλος αυτό, καλείται και βιονικό μέλος.

Αναπόφευκτα ερωτήματα γεννά και το γεγονός ότι προκειμένου να διασφαλιστεί και να βελτιωθεί η υγεία του πληθυσμού, αυξάνεται και ο ρυθμός ανάπτυξης ιατροτεχνολογικών βοηθημάτων που ενσωματώνονται στο ανθρώπινο σώμα. Για παράδειγμα, τα κοχλιακά εμφυτεύματα που αποκαθιστούν την αίσθηση της ακοής, οι αυτόματοι εμφυτεύσιμοι



Βιονικό πόδι

Σε άλλη περίπτωση, τα βοηθήματα αντικαθιστούν την όραση σε τυφλούς ασθενείς, όπως έγινε στη Γερμανία, όπου ιατροί κατάφεραν να αποκαταστήσουν την όραση σε τρεις τυφλούς ασθενείς εμφυτεύοντας μικροεπεξεργαστές στον αμφιβληστροειδή τους.



Αναμφισβήτητα, η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας μας φέρνει πιο κοντά στην ανάπτυξη ακόμα πιο σύνθετων ιατροτεχνολογικών βοηθημάτων που μπορούν να λειτουργούν ακόμα και αυτόνομα, αποκτώντας πιο ενεργό ρόλο μέσα στο ανθρώπινο σώμα είτε ενισχύοντας, είτε αποκαθιστώντας διάφορες λειτουργίες του.

Τέτοιου είδους εμφυτεύματα που βασίζονται στην εξέλιξη της Νανοχειρουργικής, αφορούν νανορομπότ που θα ταξιδεύουν σε οποιοδήποτε σημείο μέσα στον μεγαλοοργανισμό για να αντιμετωπίσουν παθογόνα μικρόβια ή να πραγματοποιήσουν άλλες νανοχειρουργικές επεμβάσεις σε κυτταρικό επίπεδο.

Κάτι τέτοιο μπορεί να ακούγεται σαν μακρινό σενάριο, αλλά όλα δείχνουν πως η επιστημονική κοινότητα απέχει μόνο κάποιες δεκαετίες ή και χρόνια για να το πετύχει. Άλλωστε, σχετικά επιτεύγματα ήδη υλοποιούνται στην πρώιμη μορφή τους. Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αποτελούν οι πρώτοι τεχνητοί νευρώνες. Η ανάπτυξή τους είναι αποτέλεσμα συνεργασίας

ερευνητών από τη Βρετανία, την Ελβετία και τη Νέα Ζηλανδία, με επικεφαλής τον καθηγητή Αλέν Νογκαρέτ του Τμήματος Φυσικής του βρετανικού Πανεπιστημίου του Μπαθ. Οι συγκεκριμένοι βιονικοί νευρώνες ανταποκρίνονται στα ηλεκτρικά σήματα του νευρικού συστήματος όπως οι βιολογικοί νευρώνες και με τη σειρά τους στέλνουν κατάλληλα σήματα σε άλλα νεύρα, στους μυς και στα όργανα του σώματος.

Δεδομένου του τρέχοντος ρυθμού εξέλιξης της τεχνολογίας μέσω της οποίας προσθετικά συστήματα αφομοιώνονται λειτουργικά από τον ανθρώπινο οργανισμό, προκύπτουν πολλά οφέλη αλλά και πολλοί προβληματισμοί σχετικά με την ευπάθεια αυτών των συστημάτων.

Όπως σε κάθε σύστημα, έτσι και σε αυτά, τίθενται θέματα ασφαλείας που μπορούν να έχουν μοιραία έκβαση στην κατάσταση της υγείας ενός ανθρώπου. Το γεγονός αυτό ενισχύεται και από έρευνα της WhiteScore, η οποία ειδικεύεται σε θέματα ασφαλείας. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη έρευνα, εμφυτεύσιμα στην καρδιά ιατροτεχνολογικά βοηθήματα όπως είναι οι βηματοδότες, αποδείχθηκε ότι είναι ευπαθή σε κυβερνοεπιθέσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι η έρευνα βασίστηκε σε βοηθήματα που αναπτύχθηκαν από τις μεγαλύτερες κατασκευάστριες εταιρείες του χώρου, ενώ τα κενά ασφαλείας που καταγράφηκαν ξεπέρασαν τα 8.000.

Τα κενά ασφαλείας μπορούν να περιλαμβάνουν μη εξουσιοδοτημένο απομακρυσμένο έλεγχο των συσκευών και συνεπώς του ίδιου του σώματος, αφού αποτελούν μια προέκτασή του. Εκτός από αυτή την περίπτωση, ένα κενό ασφαλείας μπορεί να αποβεί ακόμα πιο τραγικό, αφού μπορεί να επηρεαστεί η υγεία άμεσα με πρόκληση αιφνίδιου θανάτου από προγραμματισμένη δυσλειτουργία.

Πάντως, προκειμένου να αποφευχθούν δυσάρεστες συνέπειες όπως οι παραπάνω, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο προχώρησε ήδη σε

νομοθετήματα που κάνουν λόγο για αυστηρότερες διαδικασίες εποπτείας και πιστοποίησης ιατροτεχνολογικών προϊόντων.

Οι προβληματισμοί όμως δε σταματούν εδώ. Δε λείπουν και εκείνοι που αφορούν ζητήματα ηθικής φύσεως, οι οποίοι θα αναλυθούν σε επόμενο κεφάλαιο.

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΗ ΗΘΙΚΗ

Οι μεταμορφωτικές εξελίξεις που επιφέρουν οι εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στους κλάδους της Ιατρικής συνοδεύονται αναπόφευκτα από πολλές νέες προκλήσεις. Από αυτές, μεγάλη σημασία έχουν και όσες σχετίζονται με την Ιατρική ηθική, η οποία αποτελεί κλάδο της Βιοηθικής και αναπόσπαστο κομμάτι του ιατρικού λειτουργήματος.

Προκειμένου να κατανοηθεί η φύση των ηθικών προβληματισμών που προκύπτουν από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης, πρέπει πρώτα να κατανοηθεί η σημασία του όρου της Ιατρικής Ηθικής και της Ηθικής της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Στην κατανόηση του όρου της Ιατρικής Ηθικής συμβάλλει ο ορισμός που έδωσε το 1970 ο βιοχημικός Van Rensselaer Potter (27 Αυγούστου, 1911 – 6 Σεπτεμβρίου, 2001) ο οποίος όρισε την Ιατρική Ηθική ως το σύνολο των ηθικών προβληματισμών που προκύπτουν από την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο στο χώρο των βιο-ιατρικών επιστημών. Ο ρόλος της Ιατρικής Ηθικής κατανοείται από τις τέσσερις βασικές αρχές που την καθορίζουν: «Ωφελείν», «Μη βλάπτειν», «Αυτονομία», «Δικαιοσύνη».

Από την άλλη πλευρά, η Ηθική της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι το κομμάτι της τεχνολογίας που αφορά την ηθική χρήση της σε ρομπότ και άλλα συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης. Διακρίνεται σε Ρομποτική Ηθική και Ηθική της Μηχανής. Η Ρομποτική Ηθική αφορά την μέριμνα για την ηθική συμπεριφορά των ανθρώπων όταν σχεδιάζουν, αναπτύσσουν και διαχειρίζονται τεχνητά νοήμονα όντα, ενώ η Ηθική της Μηχανής αφορά την ηθική συμπεριφορά Τεχνητών Ηθικών Παραγόντων/Πρακτόρων (Artificial Moral Agents).

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΗ ΗΘΙΚΗ ΤΟ ΙΑΤΡΙΚΟ ΑΠΟΡΡΗΤΟ

Ένα από τα πεδία της Ιατρικής Ηθικής που συνδέεται άμεσα με την πρόοδο της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι αυτό του ιατρικού απορρήτου. Γενικά, το ιατρικό απόρρητο συνίσταται στην τήρηση αυστηρής και απόλυτης εχεμύθειας εκ μέρους των ιατρών κατά την άσκηση των καθηκόντων τους, για οποιοδήποτε στοιχείο αφορά τον ασθενή ή τους οικείους του (άρθρο 13 - Νόμος 3418/2005 - Ιατρικό απόρρητο).

Η σημασία του ιατρικού απορρήτου άρχισε να φαίνεται από νωρίς, με πολλές αναφορές να γίνονται σε αυτό τόσο από Ρωμαίους αυτοκράτορες που συνιστούσαν την τήρησή του από τους ιατρούς τους, όσο και από γαλλικά πανεπιστήμια τα οποία όρκιζαν παρομοίως τους ιατρούς τους κατά την ολοκλήρωση της σχολής τους. Φυσικά, δεν θα μπορούσε να παραλειφθεί η αναφορά που γίνεται στον περίφημο όρκο του Ιπποκράτη: «Όμνυμι Απόλλωνα ιητρόν ...α δ' αν εν θεραπείη η ίδω ή ακούσω... σιγήσομαι, άρρητα ηγούμενος είναι τα τοιαύτα...» (Ορκίζομαι στον Απόλλωνα, το γιατρό ...όσα κατά τη θεραπεία δω ή ακούσω... θα τα αποσιωπώ, γνωρίζοντας ότι αυτά είναι μυστικά...). Πιο σύγχρονες αναφορές στο ιατρικό απόρρητο περιγράφονται και στο ελληνικό δίκαιο όπου το ιατρικό απόρρητο προστατεύεται αστικά και ποινικά με διατάξεις (σχετική διάταξη του άρθρου 371ΠΚ και διατάξεις των άρθρων 400 ΚΠολ.-Δ. και 212 ΚΠΔ). Επίσης, σχετική αναφορά γίνεται και στο άρθρο 13 εδαφ.1 του Ν.3418/2005 του Κώδικα Ιατρικής Δεοντολογίας ενώ δε λείπουν και σχετικοί νόμοι με διεθνή ισχύ όπως είναι αυτοί του GDPR (General Data Protection Regulation) για την Ευρώπη και CCPA (California Consumer Privacy Act) για την Αμερική.

Είναι σαφές ότι η σπουδαιότητα τήρησης του ιατρικού απορρήτου είναι όχι μόνο κρίσιμη, αλλά και πιο επίκαιρη από ποτέ

στη σημερινή κοινωνία της πληροφορίας. Δεδομένου ότι όλες οι πληροφορίες οργανώνονται σε ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας που αποθηκεύονται σε πληροφοριακά συστήματα, εγείρεται και η ανάγκη για ισχυρή προστασία αυτών των πληροφοριακών συστημάτων.

Ενδεικτικά, οι συμβατικές μέθοδοι προστασίας περιλαμβάνουν τη χρήση κατάλληλων πρωτοκόλλων επικοινωνίας, σύνθετους αλγόριθμους κρυπτογράφησης δεδομένων και ειδικές συσκευές (hardware) ή λογισμικό (software) τύπου firewall (τοιίχος προστασίας) που επιτρέπουν την επιλεκτική διακίνηση δεδομένων.

Αν και οι υφιστάμενοι πόροι προστασίας των πληροφοριακών συστημάτων παρέχουν ισχυρή προστασία, δεν υπάρχει πάντα εγγύηση για την επάρκειά της, αφού δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις ηλεκτρονικής επίθεσης σε πληροφοριακά συστήματα με σκοπό την διείσδυση σε αυτά και την υποκλοπή ή φθορά των περιεχομένων τους. Τέτοιου είδους επιθέσεις, βασίζονται σε τεχνικές hacking οι οποίες εφαρμόζονται τόσο από μεμονωμένα άτομα, όσο και από οργανωμένες παράνομες ομάδες. Σε πολλές περιπτώσεις, οι επιθέσεις είναι αποτελεσματικές και οι συνέπειες ολέθριες τόσο για την προσωπική ζωή των ασθενών, όσο και για το σύστημα υγείας γενικότερα.

Τη λύση σε αυτό το φλέγον ζήτημα έρχεται να δώσει η ανάπτυξη αλγόριθμων Τεχνητής Νοημοσύνης, οι οποίοι σε διάδραση με πειραματικές τεχνολογίες που στηρίζονται σε κβαντικά συστήματα υπόσχονται να επιφέρουν πρωτόγνωρα επίπεδα ασφαλείας και απόρθητα πληροφοριακά συστήματα.

Ήδη, από το 2019 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε κατευθυντήριες γραμμές για την υιοθέτηση στρατηγικών από αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης προς εξασφάλιση του προσωπικού απορρήτου. Ταυτόχρονα, πολλές εταιρείες επενδύουν στην ασφάλεια των πληροφοριακών συστημάτων με χρήση αλγόριθμων Τεχνητής Νοημοσύνης.

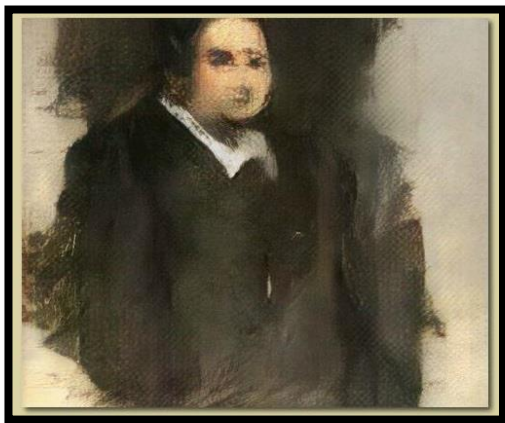
Μπορούμε να δούμε μερικές από τις εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης που εφαρμόζονται σήμερα στον ευαίσθητο τομέα των προσωπικών δεδομένων, σε συστήματα που ενσωματώνουν τεχνολογίες ελέγχου ταυτοπροσωπίας, τα οποία χρησιμοποιούν αλγόριθμους Τεχνητής Νοημοσύνης για να αναλύουν πληροφορίες που εισάγονται από σημεία λήψης βιομετρικών στοιχείων. Για παράδειγμα, ένας ιατρός που επιθυμεί να αποκτήσει πρόσβαση σε πληροφορίες που αφορούν το ατομικό ιστορικό ενός ασθενή, μπορεί ταυτοποιηθεί μέσω δακτυλικού αποτυπώματος, ή ειδικής αναγνωριστικής χειρονομίας, ή του ίδιου του προσώπου.

Μία άλλη περίπτωση που εγείρει ηθικό προβληματισμό, είναι η χρήση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης για παρακολούθηση και έλεγχο του πληθυσμού. Αυτή η μέθοδος υιοθετήθηκε στην Κίνα προς αποφυγή εξάπλωσης ιογενών νοσημάτων όπως είναι ο ιός SARS-CoV-2. Η παρακολούθηση του πληθυσμού γίνεται με αισθητήρες που μετρούν τη θερμοκρασία του σώματος. Μάλιστα, σε ύποπτα δείγματα ειδοποιούνται αυτόματα οι αρμόδιες αρχές.

Σε παρόμοιο πνεύμα, κινούνται οι αρχές στη Σιγκαπούρη. Στα μέτρα πρόληψης της εξάπλωσης της νόσου, οι πολίτες φορούν μια ηλεκτρονική συσκευή παρακολούθησης που μοιάζει με τα βραχιολάκια που έχουν στον αστράγαλο οι φυλακισμένοι όταν τίθενται σε κατ' οίκον περιορισμό. Η χρήση αυτής της συσκευής επιτρέπει στους ασθενείς να μένουν σε καραντίνα στο σπίτι τους αντί να νοσηλεύονται σε κρατικές δομές.

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΗ ΗΘΙΚΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ

Μία άλλη πτυχή της Τεχνητής Νοημοσύνης που απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση από ηθικής πλευράς αφορά την πνευματική ιδιοκτησία που μπορεί να αποκτήσει ένα ευφυές δημιουργικό σύστημα. Αυτά τα συστήματα βασίζονται σε αλγόριθμους που είναι ικανοί να δημιουργούν έργα τέχνης ή επιστήμης.



Το έργο «Πορτρέτο του Edmond Belamy»

Δεν είναι λίγες οι φορές που έχουν παράγει έργα τα ευφυή συστήματα της σημερινής εποχής. Άλλες δημιουργίες αφορούν πίνακες ζωγραφικής, όπως το «Πορτρέτο του Edmond Belamy» που δημοπρατήθηκε από τον οίκο Christie's.

Όμως, η ευφυΐα των δημιουργικών συστημάτων δεν περιορίζεται εκεί. Φυσικό επακόλουθο είναι να γεννιούνται προβληματισμοί σχετικά και με έργα επιστήμης, όπως είναι αυτά που αφορούν την Ιατρική. Παράδειγμα τέτοιων έργων μπορεί να είναι η ανάπτυξη μιας φαρμακευτικής φόρμουλας για τη θεραπευτική αντιμετώπιση μιας νόσου. Αν και τα ερωτήματα που προκύπτουν είναι εύλογα, οι απαντήσεις συχνά είναι ασαφείς ή ανύπαρκτες.

Σύμφωνα με τα διεθνή νομοθετικά και νομολογιακά δεδομένα περί πνευματικής ιδιοκτησίας, ένα έργο χαρακτηρίζεται πνευματικό όταν αποτυπώνει στο φυσικό κόσμο την ιδέα, τη σκέψη ή το συναίσθημα του δημιουργού του. Δηλαδή, το έργο θα πρέπει να είναι προϊόν πνευματικής διεργασίας του δημιουργού του.

Συνεπώς, τα έργα των συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης δε θα μπορούσαν να τύχουν προστασίας, αφού τα συστήματα δύσκολα θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν ως ικανά να έχουν συνείδηση και θέληση για δημιουργία. Αυτό ισχύει ακόμα και στην περίπτωση που ένα έργο αποτελεί ολοκληρωτικό δημιούργημα του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή, ιδιοκτήτης του έργου είναι ο δημιουργός του συστήματος.

Ωστόσο, υπάρχουν αρκετά κενά που σχετίζονται με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Αυτό αναγνωρίζεται και από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στην προσπάθειά του να προβεί σε σχετικές νομοθετικές ρυθμίσεις.

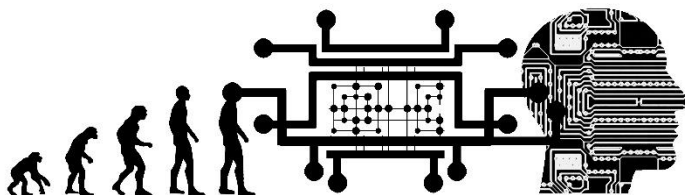
Αντιθέτως, η εικόνα στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι πιο ξεκάθαρη. Εκεί έχει ήδη νομοθετηθεί ρύθμιση που αφορά αποκλειστικά έργα που παράγονται από υπολογιστικά συστήματα: «Computer-generated, in relation to a work, means that the work is generated by computer in circumstances such that there is no human author of the work», ενώ προβλέπεται και ειδική ρύθμιση που αναγνωρίζει τους προγραμματιστές ως δημιουργούς: «In the case of a literary, dramatic, musical or artistic work which is computer-generated, the author shall be taken to be the person by whom the arrangements necessary for the creation of the work are undertaken».

Χαρακτηριστική είναι και η περίπτωση που έλαβε χώρα στην Κίνα, όπου ένα δικαστήριο στη Shenzhen, αποφάνθηκε ότι ένα έργο που παράγεται από Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να προστατεύεται από σχετική νομοθεσία περί πνευματικών δικαιωμάτων.

Σε κάθε περίπτωση, η εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης τόσο γενικά, όσο και ειδικά στον τομέα της Ιατρικής, πρέπει να

θεμελιώνεται με απόλυτη προτεραιότητα στο σεβασμό και την αξιοπρέπεια προς την ανθρώπινη κοινωνία.

ΤΡΑΝΣΟΥΜΑΝΙΣΜΟΣ

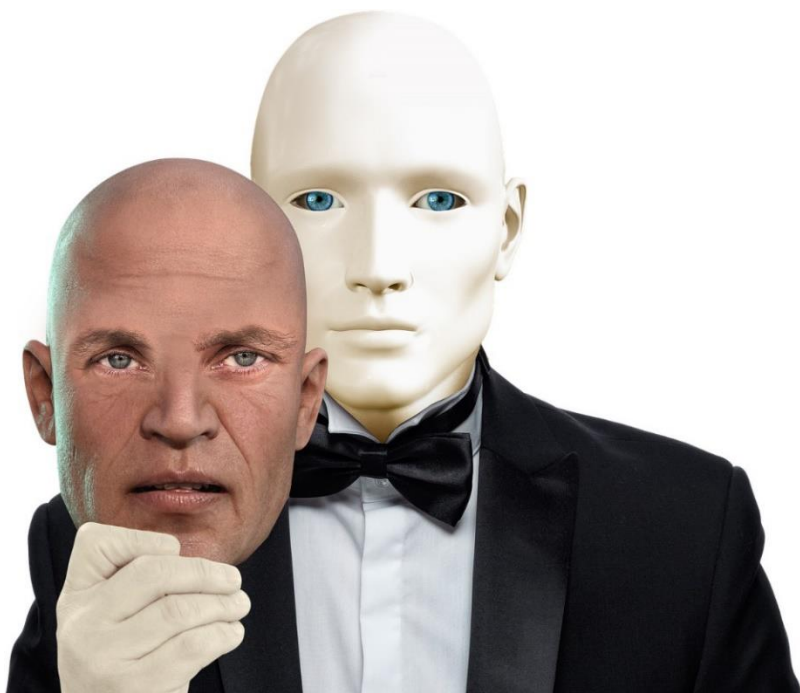


Με την πάροδο του χρόνου οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία κυριαρχεί όλο και περισσότερο στην πορεία της εξέλιξης του ανθρώπινου είδους. Οι προεκτάσεις της Βιοτεχνολογίας στον άνθρωπο εν μέσω της ψηφιακής εποχής που διανύουμε, τον οδηγούν σε χαρτογράφητα εδάφη και δημιουργούν έντονη ανησυχία και προβληματισμό σχετικά με ενδεχόμενο μετασχηματισμό του ανθρώπου σε ένα ον με υπόσταση που προσεγγίζει πιο πολύ τα χαρακτηριστικά ενός υβριδικού ανθρώπου. Δηλαδή, ενός ανθρώπου που θα χαρακτηρίζεται τόσο από ανθρώπινα, όσο και από τεχνητά χαρακτηριστικά.

Αν και αυτό μέχρι πρόσφατα φάνταζε σαν σενάριο επιστημονικής φαντασίας, όλα δείχνουν πως πραγματοποιείται μια στροφή του ανθρώπου προς αυτή την κατεύθυνση. Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, η τεχνολογία προσαρμόζει τα προϊόντα της και τα κάνει βιοσυμβατά, ώστε να ενσωματώνονται στον ανθρώπινο οργανισμό προκειμένου να εξυπηρετεί τους σκοπούς της. Για παράδειγμα, αναφέρθηκε η σύνδεση βιονικών μελών, η εισαγωγή μικροεπεξεργαστών για ενίσχυση των αισθήσεων και φυσικά η λίστα με ανάλογα παραδείγματα μπορεί να είναι πολύ μεγάλη.

Ο όρος που υιοθετήθηκε για να περιγράψει αυτή την τάση του ανθρώπου να στρέφεται προς την τεχνολογία για την εξέλιξή του, είναι ο «Τρανσουμανισμός» ή «Διανθρωπισμός», ή «Τεχνητός Μετανθρωπισμός».

Πιο ειδικά, ο όρος «Τρανσουμανισμός» χρησιμοποιείται για να περιγράψει το φιλοσοφικό κίνημα που υποστηρίζει τον μετασχηματισμό της ανθρώπινης υπόστασης αναπτύσσοντας και καθιστώντας ευρέως διαθέσιμες εξελιγμένες τεχνολογίες προκειμένου να ενισχυθεί η ανθρώπινη διάνοια και φυσιολογία. Ενδεικτικά, οι εξελιγμένες τεχνολογίες θα μπορούσαν να εξαλείφουν το γήρας και να επαυξάνουν κατά πολύ τις ανθρώπινες πνευματικές, σωματικές καθώς και ψυχολογικές ικανότητες.



Το κίνημα του Τρανσουμανισμού αντιπροσωπεύει το υπερανθρωπιστικό όραμα πολλών ατόμων σήμερα. Εκτός όμως από τους υποστηρικτές του, το κίνημα έχει και ανθρώπους που διατηρούν επικριτική στάση απέναντί του. Κάτι τέτοιο είναι απόλυτα λογικό καθώς τίθεται το ζήτημα για καταπάτηση ηθικών φραγμών από τη στιγμή που μεταβάλλεται το δομικό σχήμα της ανθρώπινης φύσης. Αυτό γεννά πολλά ερωτήματα στα οποία προς το παρόν οι στοχαστές και υποστηρικτές του κινήματος δε μπορούν να δώσουν απάντηση. Το μόνο βέβαιο είναι ότι οι κίνδυνοι που ελλοχεύουν από μία τέτοια εξελικτική διαδικασία είναι εξίσου πολλοί με τα εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστούν για να ξεπεραστούν οι θεμελιώδεις ανθρωπίνι περιορισμοί και η προσοχή πρέπει να είναι ανάλογη.

ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

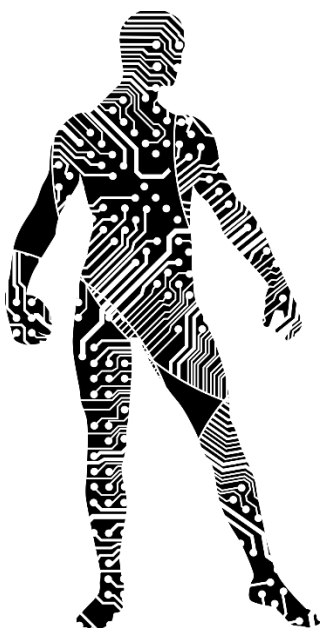
Χαρακτηριστικά εντυπωσιακό είναι το γεγονός ότι οι ρυθμοί ανάπτυξης ολοένα και πιο σύνθετων αλγόριθμων Τεχνητής Νοημοσύνης πραγματοποιείται με ιλιγγιώδεις ρυθμούς. Στην εκθετική εξέλιξη αυτών των συστημάτων συμβάλλουν σημαντικά, νεωτεριστικές τεχνολογίες που αναπτύσσονται προς το παρόν κυρίως σε πειραματικά στάδια. Μια από αυτές τις τεχνολογίες είναι οι κβαντικοί υπολογιστές.

Οι κβαντικοί υπολογιστές είναι συστήματα των οποίων ο θεμελιώδης μηχανισμός υπολογιστικής λειτουργίας βασίζεται στις χαρακτηριστικές ιδιότητες της Κβαντομηχανικής, όπως για παράδειγμα την αρχή της επαλληλίας (ή υπέρθεσης) και της διεμπλοκής καταστάσεων. Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα όπου η στοιχειώδης μονάδα πληροφορίας είναι το δυφίο ή bit (binary digit), στα κβαντικά συστήματα ο φορέας της πληροφορίας είναι τα κβαντοδυφία ή qubits (quantum bits) και η επεξεργασία δεδομένων και εκτέλεση υπολογισμών επιτυγχάνεται μέσω του μαζικού κβαντικού παραλληλισμού, που είναι ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των κβαντικών αλγόριθμων.

Η ανάπτυξη των κβαντικών αλγόριθμων επιτρέπει την ισχύ της Τεχνητής Νοημοσύνης να φτάσει σε πρωτόγνωρα επίπεδα, αφού τα νέα συστήματα γίνονται ακόμα πιο ισχυρά συνδυάζοντας τεράστιες μνήμες, ασύλληπτες ταχύτητες επεξεργασίας δεδομένων καθώς και τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων σε πολυωνυμικό χρόνο, όπου τα μέχρι τώρα υπολογιστικά συστήματα υστερούσαν.

Όπως γίνεται αντιληπτό, οι κβαντικοί αλγόριθμοι σηματοδοτούν την ανατολή μιας νέας ψηφιακής εποχής, όπου η Τεχνητή Νοημοσύνη θα αξιοποιείται σε πλήθος εφαρμογών. Για παράδειγμα, ένας κβαντικός υπολογιστής με Τεχνητή Νοημοσύνη θα

είναι σε θέση να αναλύει ιατρικά δεδομένα και να συμπεραίνει τα κατάλληλα θεραπευτικά σχήματα για ανίατες ασθένειες. Μάλιστα, κάτι τέτοιο θα επιτυγχάνεται σε εξαιρετικά μικρό χρονικό διάστημα. Αξιοποιώντας την κβαντική πληροφορία, τα νέα συστήματα θα συμβάλλουν δραματικά στην εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης, της οποίας ο δείκτης ευφυΐας θα αντιπροσωπεύει συστήματα ικανά να επιλύσουν προβλήματα που ακόμα και οι πιο χαρισματικοί άνθρωποι αδυνατούν. Η αναφορά σε αυτά τα συστήματα ήδη λαμβάνει χώρα σε



ερευνητικά κέντρα, με την επιστημονική κοινότητα να προσδοκά αυτό που σήμερα φαντάζει ως αποκύημα επιστημονικής φαντασίας, «αύριο» να αποτελεί απτή πραγματικότητα. Ο όρος που έχει υιοθετηθεί για να περιγράψει αυτά τα συστήματα, είναι «Τεχνητή Υπερευφυΐα», ή «Τεχνητή Υπερνοημοσύνη» (Superintelligence). Το κύριο χαρακτηριστικό των συστημάτων με Τεχνητή Υπερνοημοσύνη θα είναι η γνωστική τους ικανότητα, η οποία θα υπερβαίνει κατά πολύ την ανθρώπινη.

Ένας ακόμα όρος που περιγράφει την εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης και τα υπερευφυή συστήματα, είναι η «Τεχνολογική Μοναδικότητα» (Technological Singularity). Ο όρος επινοήθηκε από τον σπουδαίο μαθηματικό του εικοστού αιώνα Τζον φον Νόιμαν (János Lajos Neumann, 28 Δεκεμβρίου 1903 – 8 Φεβρουαρίου 1957) για να περιγράψει το φαινόμενο της εκθετικής τεχνολογικής εξέλιξης,

η οποία προκαλεί ενδεχομένως απρόβλεπτο αποτέλεσμα εντός της κοινωνίας. Γενικά, η Τεχνολογική Μοναδικότητα μπορεί να αντιμετωπιστεί ως εκείνο το κομβικό σημείο που η ανθρωπότητα έρχεται αντιμέτωπη με ένα νέο είδος νοημοσύνης, το οποίο αναπτύχθηκε με τεχνητά μέσα και υπερβαίνει την ανθρωπινή.

Δεν είναι λίγοι όμως αυτοί που πιστεύουν ότι η Τεχνολογική Μοναδικότητα δεν είναι εφικτή, αφού τότε όλα τα σενάρια, ακόμα και τα πιο ακραία, θα μπορούσαν να αποτελούν πραγματικά γεγονότα είτε προς όφελος της ανθρωπότητας, είτε όχι. Ωστόσο, υπάρχουν σημεία που υποδηλώνουν ότι η Τεχνολογική Μοναδικότητα είναι απλά θέμα χρόνου για να επιτευχθεί. Δεν είναι τυχαίο ότι σύμφωνα με το νόμο του Moore, ο αριθμός των τρανζίστορ ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος διπλασιάζεται κάθε δύο χρόνια, κάτι που μαρτυρά την αλματώδη φύση της τεχνολογικής προόδου.

Αναφορά στον ερχομό της Τεχνολογικής Μοναδικότητας έχει γίνει από αρκετούς επιστήμονες, ακόμα και δεκαετίες πιο πριν. Το 1965 ο Βρετανός μαθηματικός και κρυπτολόγος I. J. Good έγραψε για μια “έκρηξη ευφυΐας” αναφερόμενος σε μηχανές που υπερβαίνουν την ανθρωπινή διάνοηση και οι οποίες μπορούν να αυτοβελτιώνονται με τρόπους που ο ανθρώπινος νους αδυνατεί να κατανοήσει. Ακόμα, αναφέρεται στις πρώτες αυτοβελτιώσεις των μηχανών, οι οποίες θα είναι μικρές αλλά καθώς οι μηχανές θα γίνονται ευφυέστερες, θα οδηγούνται σε συνεχείς αυτοβελτιώσεις και τελικά σε ραγδαία αύξηση της υπερευφυΐας, δηλαδή της Μοναδικότητας.

Πιο πρόσφατα, ο Διευθυντής μηχανικής της Google, Ray Kurzweil, δήλωσε ότι μέχρι το 2029 η Τεχνητή Νοημοσύνη θα περάσει το Turing Test και κατά συνέπεια θα επιτύχει επίπεδα ανθρωπινής νοημοσύνης. Ακόμα, δήλωσε ότι έχει θέσει ως όριο για τη Μοναδικότητα το 2045, το οποίο θα είναι το έτος που θα επιτευχθεί πολλαπλασιασμός της νοημοσύνης επί ένα δισεκατομμύριο φορές καθώς αυτή θα συνδυαστεί με την Τεχνητή Νοημοσύνη που υπάρχει

ήδη. Τέλος, υποστήριξε ότι μέχρι το 2029 το επίπεδο Τεχνητής Νοημοσύνης θα φτάσει το επίπεδο της ανθρώπινης νοημοσύνης.

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

- <https://www.eetn.gr>
Ελληνική Εταιρεία Τεχνητής Νοημοσύνης (EETN)
- <http://www.helleniccognitivesciencesociety.gr>
Ελληνική Εταιρεία Επιστημών της Γνώσης και της Νόησης
- <https://www.historyofinformation.com>
Χρονολόγιο με την ιστορία της πληροφορίας
- <http://sigai.acm.org>
ACM Special Interest Group on Artificial Intelligence
- <https://www.aaai.org>
Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)
- <https://www.nrl.navy.mil/itd/aic>
U.S. Naval Research Laboratory
Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence
- <https://emerj.com>
AI Research & Advisory Company
- <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/home>
Council of Europe and Artificial Intelligence
- <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence>
European Commission Strategy about AI
- <https://ai.google>
Τεχνητή Νοημοσύνη από την Google
- <https://experiments.withgoogle.com/collection/ai>
Collection of experiments that make it easier for anyone to start exploring machine learning, through pictures, drawings, language, music, and more

- <https://www.edu-links.org/resources/artificial-intelligence-education>
Artificial Intelligence in Education
- <https://www.ucl.ac.uk/ai-centre>
UCL Centre for Artificial Intelligence

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Gardner, H. (1993a) *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books
- Horst, P. (1955). "L. L. Thurstone and the Science of Human Behavior". *Science*. 122 (3183): 1259–60. doi:10.1126/science.122.3183.1259. PMID 13274085
- Crevier, Daniel (1993), *AI: The Tumultuous Search for Artificial Intelligence*, New York, NY: BasicBooks, ISBN 0-465-02997-3
- Dreyfus, Hubert (1979), *What Computers Still Can't Do*, New York: MIT Press, ISBN 978-0-262-04134-8
- Cole, David (Fall 2004), "The Chinese Room Argument", in Zalta, Edward N. (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*
- Andrew S. Tanenbaum *Η Αρχιτεκτονική των Υπολογιστών: Μία δομημένη προσέγγιση, Τέταρτη Αμερικανική Έκδοση, εκδ. Κλειδάριθμος, Αθήνα, 2000*
- William Stallings *Οργάνωση & Αρχιτεκτονική Υπολογιστών, Έκτη Έκδοση, εκδ. Τζιόλα, 2003*
- *Τεχνητή Νοημοσύνη - Γ' Έκδοση, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, Βλαχάδας, Κεφαλάς, Βασιλειάδης, Κόκκορας, Σακελλαρίου, ISBN 978-960-8396-64-7, 2011*
- Nils J. Nilsson (30 October 2009). *The Quest for Artificial Intelligence*. Cambridge University Press. pp. 121–. ISBN 978-1-139-64282-8
- Norvig, Peter (1992). *Paradigms of Artificial Intelligence Programming: Case Studies in Common Lisp*. San Francisco, California: Morgan Kaufmann. pp. 109–149. ISBN 978-1-55860-191-8
- Louis Leon Thurstone *Biography* (LoveToKnow, Corp.)
- Donald E. Knuth (1968). *The Art of Computer Programming*. Addison-Wesley
- Gurari, Eitan (1999). "CIS 680: DATA STRUCTURES: Chapter 19: Backtracking Algorithms"
- *Τεχνητή Νοημοσύνη, μια σύγχρονη προσέγγιση, Stuart Russel και Peter Norvig*
- Sternberg RJ; Salter W (1982). *Handbook of human intelligence*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-29687-8. OCLC 11226466

- Turing, A.M. (1950). *Computing machinery and intelligence*. *Mind*, 59, 433-460, <http://www.turing.org.uk/turing/scrapbook/test.html>
- Russell & Peter Norvig, *Τεχνητή Νοημοσύνη, μια σύγχρονη προσέγγιση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2η εκτύπωση*, <http://aima.uom.gr/>
- Haykin, S. (1999) *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Prentice Hall, ISBN 0-13-273350-1
- <http://cyberneticzoo.com/mazesolvers/1951-maze-solver-minsky-edmonds-american/>
- <https://historyof.ai/snarc/>
- Friedberg, R.M. (1958) *A Learning Machine: Part I*. *IBM Journal of Research and Development*, 2, 2-13.
- <https://news.stanford.edu/news/2011/october/john-mccarthy-obit-102511.html>
- Weizenbaum, Joseph (1976), *Computer power and human reason: from judgment to calculation*, W. H. Freeman and Company, ISBN 0-7167-0463-3
- "The Future of the Healthcare Science Workforce. Modernising Scientific Careers: The Next Steps". 26 November 2008. p. 2. Retrieved 1 June 2011.
- McCorduck, Pamela (2004), *Machines Who Think* (2nd ed.), Natick, MA: A. K. Peters, Ltd., ISBN 1-56881-205-1
- Russell, Stuart J.; Norvig, Peter (2003), *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, ISBN 0-13-790395-2
- Nilsson, Nils (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann. ISBN 978-1-55860-467-4
- Gareth James , Daniela Witten,Trevor Hastie, Robert Tibshirani, *An Introduction to Statistical Learning: with Applications in R*, Publisher: Springer
- "da Vinci Products FAQ". Intuitive Surgical. Retrieved 7 April 2017
- "Prepping Robots to Perform Surgery". *The New York Times*. 4 May 2008
- Beihang University - Flexible Endoscopic Surgery - Robots <https://ev.buaa.edu.cn/info/1014/1692.htm>
- London S. DXplain: a Web-based diagnostic decision support system for medical students. *Med Ref Serv Q*. 1998 Summer;17(2):17-28.
- Feldman MJ, Barnett GO. An approach to evaluating the accuracy of DXplain. *Comput Methods Programs Biomed*. 1991 Aug;35(4):261-6
- <https://blogs.nvidia.com/blog/2019/03/04/how-ai-is-changing-medical-imaging>

- Yair Rivenson et al. *Virtual histological staining of unlabelled tissue-autofluorescence images via deep learning*, *Nature Biomedical Engineering* (2019)
- *Computed tomography LDCT study the National Institutes of Health (NIH) conducted in 2002.*
- <https://www.gartner.com/en>
- <https://www.hygeia.gr/to-iatriko-aporrito/> © hygeia.gr
- <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence>
- *3 Ethics Guidelines for trustworthy AI*, High-Level Expert Group on Artificial Intelligence, 8 April 2019
- <https://news.microsoft.com/innovation-stories/quantum-computing-mri-cancer-treatment/>
- *Superintelligence. Answer to the 2009 EDGE QUESTION: "WHAT WILL CHANGE EVERYTHING?"*
- Ray Kurzweil, *The Singularity is Near*, σσ. 135–136. Penguin Group, 2005
- <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/artificial-intelligence>
- Maher, Derek F.; Mercer, Calvin, επμ. (2009). *Religion and the implications of radical life extension (1st έκδοση)*. New York: Palgrave Macmillan. ISBN 978-0-230-10072-5
- ☐ Cole-Turner, Ronald, επμ. (2011). *Transhumanism and transcendence : Christian hope in an age of technological enhancement*. Washington, D.C.: Georgetown University Press. ISBN 978-1-58901-780-1
- Hansell, Gregory R; Grassie, William, επμ. (2011). *H+/-: Transhumanism & Its Critics*. Philadelphia: Metanexus Institute. ISBN 978-1-45681-567-7
- *"Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, Taxonomies, Opportunities and Challenges toward Responsible AI"*. DeepAI. 2019-10-22. Retrieved 2021-01-13
- *"Explainable Artificial Intelligence (XAI)"*. DARPA. DARPA. Retrieved 17 July 2017
- Dignum, Virginia. «Ethics in artificial intelligence: introduction to the special issue». *Ethics and Information Technology (Springer Netherlands)* 20 (1): 1–3. doi:10.1007/s10676-018-9450-z. ISSN 1572-8439
- Bostrom, Nick; Yudkowsky, Eliezer (2014). «The ethics of artificial intelligence». Στο: Keith Frankish and William M. Ramsey. *The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press. σελίδες 322–323

- Nick Bostrom, Eliezer Yudkowsky, *The Ethics of Artificial Intelligence*. Machine Intelligence Research Institute
- Massaro, Toni M. and Norton, Helen L., *Siri-ously? Free Speech Rights and Artificial Intelligence* (October 4, 2016). 110 Northwestern University Law Review 1169 (2016)
- Asimov, I. (1978) “6.The Machine and the Robot”, in Warrick, P.S., Greenberg, M.H. and Olander, J.D.
- Εφαθ 2932/2006 [Πνευματική ιδιοκτησία] (παρατ. Χ. Τσίγκου) Εφαρμογές Αστικού Δικαίου & Πολιτικής Δικονομίας, Τεύχος 7/2008, Νομική Βιβλιοθήκη, σελ. 794
- Guadamuz, A. (2017), “Artificial intelligence and copyright”
- https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/political-guidelines-next-commission_en.pdf (15-1-2021)

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Cmglee - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39154360>
- Cmglee - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39437443>
- By Marshall Astor from San Pedro, United States - Cropped (by uploader, User:Sanchom) version of Shakey-Robot, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3627201>
- By Cmglee - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=39154360>
- By David Buckley - Shadow Robot Company Ltd. From our contract engineering gallery., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2107342>
- Joseph Weizenbaum (Professor emeritus of computer science at MIT)
- By Ulrich Hansen, Germany (Journalist). - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=138940>
- A laparoscopic robotic surgery machine. Patient-side cart of the da Vinci surgical system
By Nimur at the English language Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3158337>

ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ



Ο Δημήτριος Γκορίλας γεννήθηκε στην Αθήνα το 1986. Από μικρή ηλικία έδειξε μεγάλο ενδιαφέρον για την επιστήμη της Πληροφορικής. Έπειτα από σχετικές σπουδές και πολύχρονη επαγγελματική εμπειρία, το ενδιαφέρον του

επικεντρώθηκε στην επιστήμη της Επείγουσας Ιατρικής. Σε αυτό τον τομέα πλαισιώνονται ολοκληρωμένες σπουδές που περιλαμβάνουν τη σχολή Διασωστών του Ελληνικού Ερυθρού Σταυρού καθώς και τη σχολή επείγουσας προνοσοκομειακής φροντίδας του Εθνικού Κέντρου Άμεσης Βοήθειας.

ΆΛΛΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΟΥ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ



ΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

ISBN: 9786188345034

Εκδόσεις: ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ

Σελίδες: 160

Διαστάσεις: 14Χ21

Ημερομηνία Έκδοσης:

Δεκέμβριος 2017