

ΤΕΧΝΗΤΗ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ: ΒΙΟΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ

Περίληψη: Τό τελευταίο διάστημα γινόμαστε μάρτυρες μιᾶς ταχείας υιοθέτησης τῆς Τεχνητῆς Νοημοσύνης (TN) σέ ἕνα εὐρύ πεδίο ἐφαρμογῶν μέ στόχο τήν προσφορά καινοτόμων ὑπηρεσιῶν πού θά βοηθήσουν στή βελτίωση τῆς καθημερινότητας τῶν ἀνθρώπων καί ὄχι μόνο. Ἡ TN οὐσιαστικά προσπαθεῖ νά προσομοιώσει τήν ἀνθρώπινη νοημοσύνη ἔτσι, ὥστε ἐργασίες πού παραδοσιακά ἐκτελοῦνταν ἀπό ἀνθρώπους νά ἐκτελοῦνται πλέον ἀπό τίς μηχανές (ἠλεκτρονικούς ὑπολογιστές). Γίνεται ἀντιληπτό πῶς οὐσιαστικά αὐτή τή στιγμή ἔχουμε δύο εἶδη νοημοσύνης πού πορεύονται καί ἀναπτύσσονται παράλληλα καί ἴσως θά πρέπει νά δοῦμε τίς ὁμοιότητες καί διαφορές τους, ὥστε νά διαπιστώσουμε τόν χῶρο στόν ὁποῖο θά πρέπει νά κινηθεῖ ἡ υιοθέτηση τῆς TN στίς δραστηριότητές μας. Σέ αὐτό τό ἄρθρο, προσπαθοῦμε συνοπτικά νά ἀποτυπώσουμε τίς βασικές ἀρχές λειτουργίας τῆς τεχνητῆς καί τῆς ἀνθρώπινης νοημοσύνης καί νά ἀναδείξουμε τίς ὁμοιότητες, τίς διαφορές τους, τά πιθανά ζητήματα ἠθικῆς ἀλλά καί τίς μελλοντικές προκλήσεις. Μέ αὐτό τόν τρόπο θά ἀποκτήσουμε μιᾶ πρώτη εἰκόνα στό πῶς ἡ TN θά μπορούσε νά προσφέρει τίς κατάλληλες ὑπηρεσίες πρὸς ὄφελος τῆς ἀνθρωπότητας.

Λέξεις-Κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, Ἀνθρώπινη Νοημοσύνη, Μάθηση

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στίς μέρες μας, μπορεῖ κάποιος νά παρατηρήσει μιᾶ ἔντονη δραστηριότητα γιά τήν ἐφαρμογή τῆς Τεχνητῆς Νοημοσύνης (TN) – Artificial Intelligence (AI) σέ ὅλους τοὺς τομεῖς τῆς ἀνθρώπινης δραστηριότητας ἀντικαθιστώντας ἐργασίες πού παραδοσιακά πραγματοποιοῦνταν ἀπό ἀνθρώπους. Γίνεται εὐκόλα

άντιληπτό πώς η χρήση εφαρμογών ΤΝ θα αυξήσει την ποιότητα των υπηρεσιών, αφού οι άνθρωποι δεν μπορούν να χειριστούν εύκολα μεγάλους όγκους δεδομένων και να προσφέρουν αποτελέσματα σε μικρό χρονικό διάστημα. Στην πραγματικότητα, οι περισσότεροι άνθρωποι πλέον αντιμετωπίζουν την ΤΝ με τον ένα ή τον άλλο τρόπο σχεδόν καθημερινά, χωρίς αυτό να γίνεται αντιληπτό τις περισσότερες φορές, ιδιαίτερα από ανθρώπους που δεν έχουν τις απαραίτητες τεχνικές γνώσεις. Για παράδειγμα, πόσοι από εμάς δεν χρησιμοποιούμε το έξυπνο κινητό μας καθημερινά ή πόσοι από εμάς δεν χρησιμοποιούμε τις υπηρεσίες εταιρειών προσφοράς διαδικτυακού περιεχομένου, τό όποιο μās εμφανίζει προτεινόμενες ταινίες με βάση τις προτιμήσεις μας; Σύμφωνα με μελέτη της Statista, η παγκόσμια αγορά ΤΝ μέχρι τό 2020 αυξανόταν έως και 54% κάθε χρόνο, φτάνοντας σε αξία τά 22.6 δισεκατομμύρια δολάρια¹.

Ίστορικά, η ΤΝ δημιουργήθηκε για να προσομοιώσει την ανθρώπινη νοημοσύνη/ευφυΐα (γι' αυτό και η χρήση του όρου *Τεχνητή*) σε μηχανές (στούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές) για να μπορέσουν να εκτελέσουν έργαίες τις όποίες συνήθως εκτελούν οι άνθρωποι. Όπως προαναφέρθηκε, οι άνθρωποι όμως δεν είναι σε θέση να συλλέγουν και να επεξεργάζονται εύκολα και γρήγορα μεγάλους όγκους δεδομένων και πολύπλοκες διαδικασίες θά ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθούν (τουλάχιστον σε εύλογο χρονικό διάστημα). Ένθ τά ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τών μοντέλων ΤΝ ποικίλουν, η βασική αρχή περιστρέφεται γύρω από την επεξεργασία τών διαθέσιμων δεδομένων και την εξαγωγή κάποιου είδους γνώσης. Τά συστήματα ΤΝ μαθαίνουν και βελτιώνονται μέσω της επεξεργασίας τεραστίων όγκων δεδομένων, έντοπίζοντας πρότυπα (patterns) και συσχετίσεις σε αυτά, τά όποια μπορεί να μίν είναι ίκανοί να αναγνωρίσουν οι άνθρωποι. Η διαδικασία τεχνητής μάθησης πάνω από τά διαθέσιμα δεδομένα περιλαμβάνει μαθηματικά μοντέλα, αλγόριθμους, καθώς και σύνολα κανόνων ή όδηγιών που όδηγούν στην ανάλυσή τους, αλλά και την υποστήριξη τελικά της λήψης διαφόρων αποφάσεων. Στή μηχανική μάθηση (machine learning), που αποτελεί ένα υποπεδίο/υποσύνολο της ΤΝ, οι προτεινόμενοι αλγόριθμοι εκπαιδεύονται σε σύνολα δεδομένων που μπορεί να συνοδεύονται από έτικέτες ή όχι (οί έτικέτες αυτές άποτυπώνουν τί σωστή κατηγοριοποίηση τών δεδομένων ανάλογα με τό φαινόμενο της πραγματικής ζωής τό όποιο παρακολουθούμε) ώστε, έν τέλει, να είναι σε θέση να προβλέπουν μελλοντικές καταστάσεις ή να καπι-

¹ <https://www.statista.com/statistics/607960/worldwide-artificial-intelligence-market-growth/>

γοριοποιούν πληροφορίες πού τούς δίνονται. Η βαθιά μάθηση (deep learning), πού αποτελεί μιά επιπλέον εξειδίκευση τής μηχανικής μάθησης, χρησιμοποιεί τά λεγόμενα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (artificial neural networks) γιά τήν επεξεργασία πληροφοριών, μιμούμενα τί δομή καί τί λειτουργία του ανθρώπινου έγκεφάλου. Μέσω τής συνεχούς μάθησης καί προσαρμογής, τά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης γίνονται όλοένα καί πιό ικανά στήν εκτέλεση συγκεκριμένων έργασιών, από τήν αναγνώριση εικόνων έως τί μετάφραση γλωσσών καί όχι μόνο.

Η ανθρώπινη νοημοσύνη βρίσκεται στά όρια μεταξύ ενός επιστημονικού καί ενός επιστημονικού πεδίου εντός του πεδίου εφαρμογής τής ψυχολογικής επιστήμης (Sternberg, 1999). Αυτό γίνεται διότι ή μελέτη καί ή μέτρησή της είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σέ κοινωνικοπολιτικά χαρακτηριστικά, αλλά καί επειδή οί εμπειρικές αποτιμήσεις τών θεωριών τής νοημοσύνης πολύ συχνά κυμαίνονταν από ανεπαρκείς έως άνυπαρκτες. Γενικά, κανείς μπορεί νά δει ότι δύο προσεγγίσεις υπάρχουν στή μελέτη τής νοημοσύνης. Στή μιά πλευρά βρίσκονται οί θεωρητικοί επιστήμονες πού έστιάζουν στή γενική ανθρώπινη ικανότητα, οί όποιοι έχουν συλλέξει μεγάλους όγκους δεδομένων γιά νά δοκιμάσουν τί θεωρία τής γενικής νοημοσύνης/εύφυίας **‘παράγοντας g’**. Δυστυχώς, οί συγκεκριμένες μελέτες συχνά χρησιμοποιούν περιορισμένο εύρος συμμετεχόντων, ύλικά ή περιστασιακά πλαίσια αναφοράς. Επίσης, υπάρχει μιά τάση νά περιορίζουν τίς μεθόδους άνάλυσης δεδομένων τους (π.χ. σέ διερευνητική παραγοντική άνάλυση - exploratory factor analysis). Στήν άλλη πλευρά οί επιστήμονες πού ύποστηρίζουν νέες προσεγγίσεις, πολλαπλά πλαίσια νοημοσύνης, τών όποιων όμως οί θεωρίες έχουν ύποβληθει σέ λίγες ή καθόλου εμπειρικές αποτιμήσεις. Ίσως, νά χρειάζεται νά έστιάσουμε σέ μιά μέση λύση πού νά αναγνωρίζει καί νά χιτίζει στό πλαίσιο τής πολυποίκιλης φύσης τής ανθρώπινης νοημοσύνης καί τίς αντιλήψεις τών ανθρώπων γι' αυτήν, αλλά πού επίσης ύποβάλλεται σέ άυστηρές εμπειρικές δοκιμές. Συνήθως, ή ανθρώπινη νοημοσύνη μετρείται μέ συγκεκριμένα τέστ νοημοσύνης, πού έχουν σάν άποτέλεσμα μιά τιμή IQ πού εκφράζει τήν αντίληψη τών ανθρώπων σέ διαφορετικά περιεχόμενα (π.χ. όπτικό-χωρικό, πρακτικό, άριθμητικό) (Roth & Dicke, 2012). Μιά δημοφιλής διάκριση τής ανθρώπινης νοημοσύνης προτείνεται από τόν Cattell (1963) πού τί διακρίνει σέ ρευστή καί κρυσταλλωμένη νοημοσύνη. Η ρευστή νοημοσύνη θεωρείται ότι σχετίζεται στενά μέ τί γενική νοημοσύνη ‘g’ καί άποτυπώνεται σάν μιά εύρεία ικανότητα λογικής, διαμόρφωσης έννοιών,

επίλυσης προβλημάτων, χρήσης άγνωστων πληροφοριών ή καινοτόμων διαδικασιών, ενώ ή κρυσταλλωμένη νοημοσύνη περιλαμβάνει τό εύρος και τό βάθος τής αποκτηθείσας γνώσης ενός ατόμου, τίν ήκανότητα να επικοινωνεί κανείς τί γνώση του και να συλλογίζεται χρησιμοποιώντας προηγούμενες εμπειρίες.

Μέ βάση τά παραπάνω, θά ήταν καλό και θά είχε αξία να διαπιστώσουμε:

1. ποιά ή σχέση τής ΤΝ με τίν ανθρώπινη νοημοσύνη/εύφυία και τί προσπαθούμε να προσομοιώσουμε τελικά,

2. πώς ή ΤΝ θά μπορέσει να βοηθήσει τίν ανθρώπινη στο να βελτιώσει τις παρεχόμενες υπηρεσίες/εφαρμογές στο μέλλον με προφανή στόχο τί βελτίωση τής ποιότητας τής ζωής των ανθρώπων, και

3. ποιές είναι οι προκλήσεις τής εφαρμογής τής ΤΝ στην καθημερινότητά μας.

Αυτή είναι και ή στόχευση του παρόντος άρθρου, στο οποίο παρουσιάζουμε με άπλά λόγια τά κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων ΤΝ καθώς και τής ανθρώπινης νοημοσύνης παρέχοντας σύντομα τις προκλήσεις που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε, ώστε ή ΤΝ να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για τί βελτίωση τής ποιότητας τής ζωής μας.

Τό υπόλοιπο άρθρο οργανώνεται ως ακόλουθως. Στην Ένότητα II παρουσιάζουμε τις βασικές πληροφορίες μάθησης στα συστήματα ΤΝ ενώ στην Ένότητα III παρέχουμε πληροφορίες για τίν ανθρώπινη νοημοσύνη/εύφυία και τί διαδικασία μάθησης που συσχετίζεται σε πολλές περιπτώσεις με τίν νοημοσύνη/εύφυία. Στην Ένότητα IV προσπαθούμε να προσφέρουμε μιά συγκριτική αποτίμηση μεταξύ των δύο, ώστε να αποτυπώσουμε τις ομοιότητες και διαφορές τους, ενώ στην Ένότητα V συζητούμε συνοπτικά τά ζητήματα ήθικης που προκύπτουν. Τέλος, στην Ένότητα VI, παρουσιάζουμε τις μελλοντικές προκλήσεις στη διαχείριση των δύο ειδών νοημοσύνης.

II. ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

A. Βασικά Μοντέλα

Πρίν περάσουμε στην παρουσίαση των βασικών μοντέλων ΤΝ, θά ήταν καλό να δώσουμε ένα ξεκάθαρο όρισμό αυτής. Και αποφασίσαμε να ρωτήσουμε ένα γνωστό σύστημα ΤΝ για αυτό, όπως είναι τό ChatGPT². Ο λόγος είναι ότι τό τελευταίο διάστημα έχει δημιουργηθεί στο Διαδίκτυο μεγάλος ντόρος γύρω από τίν εξέλιξη εφαρμογών ΤΝ, όπως είναι τό ChatGPT και οι άμετρη-

² <https://openai.com/chatgpt/>

τες άλλες εφαρμογές που βασίζονται στην ίδια τεχνολογία. Τό GPT (Generative Pretrained Transformer), τό όποιο αναπτύχθηκε από τόν έρευνητικό όργανισμό OpenAI, ξεκίνησε σάν ένας τύπος TN που είναι σέ θέση νά δημιουργεί κείμενο που μοιάζει σάν νά γράφτηκε από άνθρωπο. Πολλοί τό έχουν ήδη χαρακτηρίσει ως τήν εφαρμογή που θά αντικαταστήσει σύντομα τούς δημιουργούς περιεχομένου πάσης φύσεως, τούς προγραμματιστές, και πολλούς άλλους. Στην έρώτησή μας για τό τί είναι ή TN, τό συγκεκριμένο εργαλείο απάντησε τά έξής:

Η TN αναφέρεται στην προσομοίωση της ανθρώπινης νοημοσύνης σέ μηχανές που έχουν σχεδιαστεί για νά σκέφτονται, νά μαθαίνουν και νά εκτελούν εργασίες που συνήθως απαιτούν ανθρώπινη γνώση. Αυτές οι εργασίες μπορεί νά περιλαμβάνουν συλλογισμό, επίλυση προβλημάτων, κατανόηση της φυσικής γλώσσας, αναγνώριση προτύπων, εκμάθηση από τήν έμπειρία και προσαρμογή σέ νέες εισόδους. Τά συστήματα TN μπορεί νά κυμαίνονται από άπλους αλγόριθμους που αυτόματοποιούν επαναλαμβανόμενες εργασίες έως προηγμένα συστήματα ικανά νά μιμούνται τήν πολύπλοκη ανθρώπινη συμπεριφορά.

Στή συνέχεια ρωτήσαμε τό ίδιο εργαλείο για τό τί είναι ή ανθρώπινη νοημοσύνη και μās απάντησε τά ακόλουθα:

Η ανθρώπινη νοημοσύνη αναφέρεται στίς γνωστικές ικανότητες που επιτρέπουν στους ανθρώπους νά μαθαίνουν, νά κατανοούν, νά συλλογίζονται, νά λύνουν προβλήματα και νά προσαρμοστούν σέ νέες καταστάσεις. Περιλαμβάνει διάφορες δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένου του λογικού συλλογισμού, της συναισθηματικής νοημοσύνης, της δημιουργικότητας και της ικανότητας μάθησης από εμπειρίες. Η ανθρώπινη νοημοσύνη μετριέται συχνά μέσω τέσσι IQ και άλλων αξιολογήσεων, αλλά περιλαμβάνει επίσης κοινωνικές και πρακτικές δεξιότητες που υπερβαίνουν τά παραδοσιακά Ακαδημαϊκά μέτρα. Ουσιαστικά, έχει νά κάνει μέ τό πώς επεξεργαζόμαστε πληροφορίες, αλληλεπιδρούμε μέ τό περιβάλλον μας και αντιμετωπίζουμε περίπλοκες καταστάσεις.

Από τούς παραπάνω όρισμούς, παρατηρούμε ξεκάθαρα τί στόχευση της TN που σχετίζεται μέ τήν ανάγκη νά έχουμε ψηφιακά εργαλεία, τά όποια θά αντιδρούν άκρως όπως και οι άνθρωποι, εκμεταλλευόμενοι τό γεγονός της ταχύτητας της επεξεργασίας πολύπλοκων δεδομένων για τήν προσφορά άποδοτικών λύσεων. Γενικά, τά βασικά στοιχεία της TN άποτυπώνονται στά ακόλουθα:

- **Μάθηση.** Η μάθηση (μηχανική) επιτρέπει στά συστήματα αυτά νά μαθαίνουν από δεδομένα και νά βελτιώνουν τήν άπόδοσή τους χωρίς νά προ-

γραμματίζονται ρητά από τούς ανθρώπους. Για παράδειγμα, ή μηχανική μάθηση μπορεί νά έρθει από ανακάλυψη προτύπων μέσα στά δεδομένα ένισχύοντάς την μέ τί χρήση μιās πιθανής ανατροφοδότησης (π.χ. στην ένισχυτική μάθηση μέσω ανταμοιβών για κάθε σωστή κίνηση πού έκτελει τό λογισμικό).

- **Συλλογισμός και Λήψη Αποφάσεων.** Τά συστήματα TN μπορούν νά χρησιμοποιήσουν λογικούς κανόνες, πιθανολογικά μοντέλα και αλγόριθμους, για νά βγάλουν συμπεράσματα και νά λάβουν αποφάσεις. Στην αντιμετώπιση προβλημάτων, τά μοντέλα TN θά πρέπει νά αναπτύξουν κάποιου είδους συλλογιστική για νά παράγουν αποδοτικά αποτελέσματα.

- **Επίλυση προβλημάτων.** Η επίλυση προβλημάτων στην TN είναι παρόμοια μέ τί συλλογιστική και τί λήψη αποφάσεων, αφού τά συστήματα TN λαμβάνουν δεδομένα, τά χειρίζονται και τά εφαρμόζουν για νά δημιουργήσουν μία λύση για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα.

- **Αντίληψη.** Η αντίληψη αναφέρεται στην TN πού χρησιμοποιεί διαφορετικά πραγματικά ή τεχνητά αισθητήρια όργανα (π.χ. αισθητήρες πού καταγράφουν δεδομένα από τό περιβάλλον τους). Τό σύστημα μπορεί νά λάβει δεδομένα και νά αντιληφθεί τά πραγματικά αντικείμενα μέ ψηφιακό τρόπο και νά κατανοήσει τί φυσική σχέση του μοντέλου TN μέ τά έν λόγω αντικείμενα. Παραδείγματα αποτελούν ή αναγνώριση εικόνας, ή αντίχνευση αντικειμένων στό χώρο μας, ή ανάλυση βίντεο, κ.λπ.

Γενικά, τά μοντέλα πού αναπτύσσονται στην TN αποτελούν μαθηματικά πλαίσια ή υπολογιστικά συστήματα πού στίς μηχανές έκτελούν έργασίες πού απαιτούν συνήθως ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως ή κατανόηση τής φυσικής γλώσσας, ή αναγνώριση προτύπων, ή λήψη αποφάσεων και ή επίλυση σύνθετων προβλημάτων. Ακολουθεί μία σύντομη επισκόπηση όρισμένων κοινών τύπων μοντέλων TN:

- **Συστήματα πού βασίζονται σέ κανόνες:** Αποτελούν τήν απλούστερη μορφή συστημάτων τά όποια μπορούν νά έξαχθούν από μοντέλα μηχανικής μάθησης (π.χ. δένδρα αποφάσεων). Στά συστήματα αυτά, ένα σύνολο κανόνων υιοθετείται για νά ληφθούν αποφάσεις πάνω από τά δεδομένα πού συλλέγονται και εισάγονται πρός 'κρίση' στό μοντέλο TN.

- **Μοντέλα μηχανικής μάθησης:** Όπως έχει αναφερθεί, ή μηχανική μάθηση αποτελεί ύποπεδίο τής TN και σέ αυτή τήν περιοχή διακρίνουμε τίς ακόλουθες κατηγορίες:

- *Εποπτευόμενη μάθηση ή μάθηση υπό επίβλεψη (supervised learning):* Τά

μοντέλα αυτά μαθαίνουν από δεδομένα εκπαίδευσης στά όποια έχει καταχωρηθεί μιά έτικέτα πού δείχνει τίν κατηγορία στήν όποία ανήκουν.

- *Μάθηση χωρίς επίβλεψη (unsupervised learning)*: Τά μοντέλα αυτά υιοθετούνται γιά νά προσδιορίσουμε μοτίβα καί σχέσεις στά δεδομένα (π.χ. αναγνώριση ομάδων δεδομένων-συσταδοποίηση) καί στά όποια δέν έχει ανατεθεί μιά έτικέτα.

- *Ήμι-έποπτευόμενη μάθηση*: Συνδυάζει τίς δύο προηγούμενες κατηγορίες καί χρησιμοποιεί δεδομένα τόσο μέ έτικέτα όσο καί χωρίς έτικέτα, γιά νά βελτιώσει τί λειτουργικότητα καί τίν ακρίβεια.

- *Ένισχυτική μάθηση (reinforcement learning)*: Τά στοιχεία λογισμικού (πράκτορες) μαθαίνουν νά λαμβάνουν άποφάσεις άλληλεπιδρώντας μέ τό περιβάλλον τους καί λαμβάνουν άνατροφοδότηση μέ τί μορφή άνταμοιβών ή ποινών.

- **Μοντέλα βαθιάς μάθησης**: Ή βαθιά μάθηση εΐναι μιά έξειδικευμένη μορφή μηχανικής μάθησης πού χρησιμοποιεί τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μέ πολλαπλά έπίπεδα. Αύτά τά δίκτυα μπορούν νά μάθουν τίς ιεραρχικές άναπαραστάσεις τών διαθέσιμων δεδομένων.

- **Μοντέλα Έπεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing - NLP)**: Τά μοντέλα NLP έχουν σχεδιαστεί γιά νά κατανοούν καί νά δημιουργούν τίν ανθρωπίνη γλώσσα. Παραδείγματα άποτελούν ή ταξινόμηση κεκμενου, ή άνάλυση συναισθημάτων, ή μετάφραση γλώσσας, καθώς καί ή άνάπτυξη chatbots.

- **Μοντέλα όρασης ύπολογιστών (Computer Vision)**: Αύτά τά μοντέλα έπιτρέπουν στά μηχανήματα νά έρμηνεύουν καί νά κατανοούν όπτικές πληροφορίες άπό τόν κόσμο, όπως εικόνες καί βίντεο.

Ή έπιλογή του μοντέλου TN έξαρτάται άπό τί συγκεκριμένη έργασία ή τό πρόβλημα πού έπιθυμούμε νά λύσουμε ένψ τά διαφορετικά μοντέλα έχουν διαφορετικά πλεονεκτήματα καί άδυναμίες καί ή έπιλογή συχνά καθορίζεται άπό τί φύση τών δεδομένων καί τούς στόχους τής έφαρμογής.

Β. Διαδικασία Έκπαίδευσης

Έφόσον τά μοντέλα TN βασίζονται σέ μαθηματικές παραστάσεις καί φορμαλισμούς γίνεται άντιληπτό ότι θά πρέπει οί άγνωστες παράμετροι τών παραστάσεων αυτών νά άποτυμηθούν μέ χρήση τών διαθέσιμων δεδομένων. Άν αυτό συμβεί, τότε τό μοντέλο TN θά εΐναι σέ θέση νά χρησιμοποιηθεί στήν πρόβλεψη, τίν κατηγοριοποίηση άγνωστων δεδομένων (δεδομένα τά όποια

δέν έχουμε ακόμη στή διάθεσή μας) και έν γένει στή λήψη αποφάσεων. Για παράδειγμα, άν θέλουμε νά έχουμε ένα μοντέλο TN τό όποιο θά προβλέπει τίν πιθανότητα έναρξης μιάς πυρκαγιιάς, τότε θά πρέπει νά δώσουμε δεδομένα στό μοντέλο πού νά υποδηλώνουν καταστάσεις πυρκαγιιάς ή φυσιολογικές καταστάσεις και τό μοντέλο νά μάθει νά ξεχωρίζει τό πότε συμβαίνει μιά φωτιά. Έτσι λοιπόν, ή διαδικασία τής τεχνητής μάθησης περιλαμβάνει τό στάδιο τής εκπαίδευσης, τό όποιο είναι απαραίτητο ιδιαίτερα στά σχήματα τής έποπτευόμενης μηχανικής μάθησης.

Στό σημείο αυτό θεωρούμε πώς θά είναι χρήσιμο νά αναδείξουμε τί γενική διαδικασία εκπαίδευσης μοντέλων TN, ώστε ό αναγνώστης νά άντιληφθεί τί σημασία τής, καθώς και τί σημασία τών δεδομένων μέ τά όποια τροφοδοτούμε τά σχήματα TN. Τά βήματα λοιπόν τής εκπαίδευσης είναι τά ακόλουθα:

- *Προετοιμασία τών δεδομένων.* Πρέπει νά συλλέξουμε και νά προ-επεξεργαστούμε τά δεδομένα, ώστε νά έχουν ύψηλή ποιότητα πριν εκπαιδύσουμε τό μοντέλο TN. Προσοχή χρειάζεται στό νά συλλέξουμε τά δεδομένα τά όποια περιγράφουν έπακριβώς ένα φαινόμενο τό όποιο θέλουμε νά χειριστούμε. Για παράδειγμα, τά δεδομένα πρέπει νά έχουν όσο τό δυνατόν περισσότερο τί στατιστική περιγραφή τών δεδομένων πού παρατηρούμε στό περιβάλλον γύρω από ένα φαινόμενο, νά μίν υπάρχουν έλλιπείς τιμές, κ.λπ. Θά μπορούσαμε νά παραγάγουμε συνθετικά δεδομένα μέ τί χρήση κατάλληλων αλγορίθμων πού προσομοιώνουν καταστάσεις και φαινόμενα τής πραγματικής ζωής.

- *Έπιλογή τού μοντέλου TN.* Όπως είπαμε, κάθε ένα μοντέλο TN έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ένψ άνήκει σέ μιά συγκεκριμένη κατηγορία (π.χ. κατηγοριοποίηση – classification, συσταδοποίηση – clustering, παλινδρόμηση – regression, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα – artificial neural networks, κ.λπ.). Γενικά, ή έπιλογή τού κατάλληλου μοντέλου περιλαμβάνει τίν εξέταση παραγόντων, όπως τό μέγεθος και ή δομή τού συνόλου δεδομένων, οι διαθέσιμοι υπολογιστικοί πόροι, τό είδος και ή πολυπλοκότητα τού προβλήματος πού θέλουμε νά λύσουμε. Μερικά από τά πιο κοινά μοντέλα εκπαίδευσης TN περιλαμβάνουν τά ακόλουθα: Η γραμμική παλινδρόμηση προσδιορίζει τί σχέση μεταξύ μιάς έξαρτημένης μεταβλητής και μιάς ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών, τά δένδρα απόφασης διαχωρίζουν τά δεδομένα σέ κλάδους για νά υποστηρίξουν προβλέψεις μέ βάση τίς τιμές κάποιων χαρακτηριστικών, τά νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν στρώματα διασυνδεδεμένων κόμβων για νά μάθουν πολύπλοκα πρότυπα.

- *Έπιλογή τής τεχνική εκπαίδευσης:* Η έπιλογή τής σωστής τεχνητής

μάθησης περιλαμβάνει τή στάθμιση όλων τών παραγόντων όπως στο βήμα επιλογής μοντέλου.

- *Έκπαιδευση του μοντέλου*: Τροφοδοτούμε τά διαθέσιμα δεδομένα στό μοντέλο γιά νά χτιστεί τό μαθηματικό υπόβαθρο καί νά έντοπίσουμε πιθανά σφάλματα κάνοντας τίς απαραίτητες προσαρμογές γιά νά αύξήσουμε τήν ακρίβεια.

- *Έπικύρωση του μοντέλου*: Έπικυρώνουμε τήν επίδοση του μοντέλου αξιολογώντας τήν απόδοσή του σέ ένα ξεχωριστό καί συχνά πιο σύνθετο σύνολο δεδομένων πού δέν χρησιμοποιείται κατά τή διαδικασία τής εκπαίδευσης.

- *Δοκιμή του μοντέλου*: Τό τελευταίο βήμα είναι νά δοκιμάσουμε τό μοντέλο σέ ένα ανεξάρτητο σύνολο δεδομένων, γιά νά αξιολογήσουμε τήν εφαρμογή του στόν πραγματικό κόσμο.

Άρκετές προκλήσεις μπορεί νά συναντήσει κανείς κατά τή διαδικασία τής εκπαίδευσης τών μοντέλων TN. Κάποιες από αυτές σχετίζονται μέ τήν απόκτηση καί διατήρηση επαρκών καί ύψηλης ποιότητας δεδομένων, τήν εξασφάλιση του άπορρήτου καί ασφάλειας τών δεδομένων, τήν κατανόηση τών έσωτερικών λειτουργιών των μοντέλων πού θά όδηγήσει στήν έπεξηγησιμότητα τών αποτελεσμάτων πού έξάγουν, τήν κάλυψη σημαντικών ύπολογιστικών πόρων πού άπαιτούνται καθώς καί τή συμμόρφωση μέ ρυθμιστικούς νόμους, όπως τό GDPR, καί άλλα κανονιστικά πλαίσια.

C. Λήψη Αποφάσεων

Άς φανταστούμε ένα πρόγραμμα ύπολογιστή πού υίοθετεί TN καί μπορεί νά αναλύσει τεράστιες ποσότητες δεδομένων κάνοντας τίς καλύτερες επιλογές γιά έμάς. Σέ αυτό τό σημείο, άποτυπώνεται ή δύναμη τής λήψης αποφάσεων μέ χρήση τής TN. Τά συστήματα αυτά αναλύουν πληροφορίες, όπως κείμενο, εικόνες ή ακόμα καί αναγνώσεις αίσθητήρων εφαρμόζοντας αλγορίθμους πού μπορούν νά έξάγουν συμπεράσματα. Μαθαίνοντας από προηγούμενες έμπειρίες (δεδομένα καί αποτελέσματα), τά συστήματα TN μπορούν νά βελτιώνουν συνεχώς τίς ικανότητές τους στή λήψη αποφάσεων.

Άς συγκρίνουμε τώρα τήν TN μέ τίς παραδοσιακές ανθρώπινες διαδικασίες. Αυτές, άπαιτούν πλήρη δεδομένα, μορφοποιημένα μέ συγκεκριμένο τρόπο καί προσεκτικά συγκεντρωμένα, ώστε νά ύποστηριχθεί ή παραδοσιακή ανάλυση, ή όποία στηρίζεται σέ μεγάλο βαθμό στήν ανθρώπινη τεχνογνωσία καί χειρωνακτικές διαδικασίες. Οι αναλυτές πρέπει νά συλλέγουν δεδομένα, νά τά προ-

ετοιμάζουν και στή συνέχεια να χρησιμοποιούν στατιστικές μεθόδους, για να εξάγουν τά κατάλληλα συμπεράσματα. Η διαφορά είναι ότι τά μοντέλα ΤΝ μπορούν να επανεξετάσουν γρήγορα μεγάλες ποσότητες δεδομένων και να παρουσιάσουν σαφείς, πραγματικές πληροφορίες. Μπορούν, επίσης, να προτείνουν αποφάσεις στους ανθρώπους χρησιμοποιώντας προγνωστικές αναλύσεις. Γενικά, ό κύριος στόχος είναι ή αυτοματοποίηση των διαδικασιών των αναλύσεων αυτών για να ενισχυθεί ή ταχύτητα, επεκτασιμότητα και συνέπεια στή λήψη αποφάσεων.

Μιά πρόσφατη μελέτη³ ανέδειξε τά κύρια στοιχεία πού οδηγούν τίν υιοθέτηση τής ΤΝ στή διαδικασία λήψης αποφάσεων. Όσον αφορά στά επίπεδα εμπιστοσύνης στά συστήματα λήψης αποφάσεων πού χρησιμοποιούν ΤΝ, αυτά διαφέρουν αρκετά σέ όλο τόν κόσμο. Για παράδειγμα, στήν Ίνδία τό 75% των ανθρώπων είναι πρόθυμοι να εμπιστευτούν τέτοιου είδους συστήματα ενώ στή Φινλανδία μόνο τό 15% θά τό έκανε. Στήν Ίαπωνία τό ποσοστό αυτό είναι 23%. Προφανώς, ή εμπιστοσύνη επηρεάζει τό πόσο γρήγορα θά υιοθετηθούν αυτά τά συστήματα αλλά και τίν αποδοχή τους από τό ευρύ κοινό. Επιπλέον, τό αν τά συστήματα ΤΝ θά είναι ανοιχτά πρός όλους ή κλειστά (μόνο για λίγους), θά επηρεάσει τή διάδοσή τους και τίν παροχή ευφυών υπηρεσιών στους ανθρώπους. Τέλος, ή υιοθέτηση ενός ξεκάθαρου σχεδίου εισαγωγής συστημάτων λήψης αποφάσεων ή υποστήριξης αποφάσεων πού βασίζονται στήν ΤΝ θά επηρεάσει τή δυνατότητα αποτελεσματικής χρήσης των συστημάτων αυτών και τή συμμετοχή σέ στρατηγικές αποφάσεις για τή βελτίωση τής ποιότητας τής ζωής των ανθρώπων.

III. ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

A. Εισαγωγή

Η σύνδεση τής μάθησης μέ τή μνήμη αποτελεί ένα θεμελιώδες ζήτημα στή γνωστική ψυχολογία και τς νευροεπιστήμες. Η μνήμη είναι ή διαδικασία, κατά τίν όποια ό έγκέφαλος αποθηκεύει και ανακτά πληροφορίες, ενώ ή μάθηση είναι ή διαδικασία μέσω τής οποίας οι γνώσεις, δεξιότητες και συμπεριφορές αλλάζουν ή ενισχύονται ως αποτέλεσμα τής εμπειρίας. Η σχέση αυτών των δύο διαδικασιών είναι άλληλένδετη και έχει μελετηθεί έκτενως, μέ

³ <https://www.weforum.org/agenda/2023/09/how-artificial-intelligence-will-transform-decision-making/>

τή μνήμη να θεωρείται αναπόσπαστο κομμάτι της διαδικασίας μάθησης.

Η κλασική θεωρία της διπλής μνήμης, που πρότεινε ο Atkinson και ο Shiffrin (1968) διακρίνει τή μνήμη σε τρία μέρη: τήν αισθητηριακή μνήμη, τή βραχύχρονη μνήμη και τή μακρόχρονη μνήμη. Η αισθητηριακή μνήμη διατηρεί πληροφορίες για πολύ σύντομα χρονικά διαστήματα, επιτρέποντας τή μεταφορά τους στη βραχύχρονη μνήμη, όπου η πληροφορία μπορεί να διατηρηθεί από λίγα δευτερόλεπτα έως και μερικά λεπτά. Μέσω της επανάληψης και άλλων διαδικασιών, όπως η κωδικοποίηση, οι πληροφορίες μεταφέρονται στη μακρόχρονη μνήμη, όπου μπορούν να αποθηκευτούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα (Atkinson & Shiffrin, 1968). Σημαντική όμως, είναι η εργασία του Baddeley και συνεργατών που στο προαναφερθέν μοντέλο προστέθηκε η εργαζόμενη μνήμη. Πρόκειται για ένα μοντέλο ανθρώπινης μνήμης που προτάθηκε με σκοπό να παρουσιάσει ένα περισσότερο ακριβές και αναλυτικό μοντέλο της βραχύχρονης μνήμης. Σύμφωνα με αυτή τή θεωρία, η εργαζόμενη μνήμη χωρίζει τήν πρωτογενή μνήμη σε πολλαπλά συστατικά, αντί να τή θεωρεί ως ένα ενιαίο και αδιαίρετο κατασκευάσμα (Baddeley & Hitch, 2000).

Τό αρχικό μοντέλο των Baddeley & Hitch αποτελούνταν από τρία κύρια συστατικά: τό κεντρικό εκτελεστικό σύστημα, τό οποίο λειτουργεί ως έποπτικό σύστημα και έλέγχει τή ροή των πληροφοριών από και προς τά εξαρτημένα του συστήματα, τόν φωνολογικό βρόχο και τό όπτικοχωρικό σημειωματάριο. Ο φωνολογικός βρόχος αποθηκεύει λεκτικό περιεχόμενο, ενώ τό όπτικοχωρικό σημειωματάριο ασχολείται με όπτικοχωρικά δεδομένα. Και τά δύο εξαρτημένα συστήματα λειτουργούν μόνο ως κέντρα βραχυπρόθεσμης αποθήκευσης (Baddeley & Hitch, 2019).

Η έπιχειρηματολογία των Baddeley και Hitch, η οποία βασίστηκε σε πειραματικά παραδείγματα διπλών εργασιών, όδήγησε στη διάκριση δύο έξειδικευμένων συστημάτων, που προστέθηκαν στο παλαιότερο μοντέλο. Η απόδοση σε δύο ταυτόχρονες εργασίες που απαιτούν τή χρήση δύο διαφορετικών αντιληπτικών πεδίων (π.χ. μία όπτική και μία λεκτική εργασία) είναι σχεδόν τόσο άποδοτική, όσο η εκτέλεση των εργασιών μεμονωμένα. Αντίθετα, όταν ένα άτομο προσπαθεί να εκτελέσει δύο ταυτόχρονες εργασίες που χρησιμοποιούν τό ίδιο αντιληπτικό πεδίο, η απόδοση είναι λιγότερο άποδοτική από τήν εκτέλεση των εργασιών μεμονωμένα (Martin, Carlson, & Buskist, 2010). Ένα τέταρτο συστατικό στο μοντέλο του Baddeley προστέθηκε για να συμπληρώσει τό κεντρικό εκτελεστικό σύστημα. Ονομάστηκε έπεισοδιακός συγ-

κεντρωτής (episodic buffer). Θεωρείται ένα σύστημα περιορισμένης χωρητικότητας που παρέχει προσωρινή αποθήκευση πληροφοριών, συνδυάζοντας πληροφορίες από τα εξαρτημένα συστήματα και τη μακροπρόθεσμη μνήμη, σε μία ενιαία επεισοδιακή αναπαράσταση (Baddeley, Hitch & Allen, 2021).

Οι προσεγγίσεις αυτές άσκησαν σημαντική επίρροή στη μελέτη της μάθησης, καθώς υποδηλώνουν ότι η μάθηση είναι μία διαδικασία που βασίζεται στην αποθήκευση πληροφοριών στη μακρόχρονη μνήμη. Οι μετέπειτα έρευνες προχώρησαν πέρα από αυτά τα μοντέλα, εξετάζοντας τις διαφορετικές μορφές μνήμης, όπως η δηλωτική (άπαιτεί συνειδητή ανάκληση πληροφοριών) και η μη δηλωτική μνήμη (αναφέρεται σε δεξιότητες και συνήθειες, που δεν απαιτούν συνειδητή ανάκληση).

Σε νευροεπιστημονικό επίπεδο, η μάθηση και η μνήμη σχετίζονται στενά με την πλαστικότητα (ευπλαστικότητα) του εγκεφάλου, δηλαδή την ικανότητα του εγκεφάλου να αλλάζει και να προσαρμόζεται με βάση νέες εμπειρίες. Η μακροχρόνια ενίσχυση και η μακροχρόνια καταστολή είναι δύο σημαντικές διαδικασίες πλαστικότητας, που επιτρέπουν την ενίσχυση ή την αποδυνάμωση των συνάψεων μεταξύ νευρώνων, οδηγώντας στη διατήρηση ή τη λήθη πληροφοριών (Xin & Chan, 2020). Αυτές οι διαδικασίες θεωρούνται κρίσιμες για την κωδικοποίηση και αποθήκευση νέων πληροφοριών στον εγκέφαλο, υποδηλώνοντας την ουσιαστική σχέση της μάθησης με τη μνήμη.

B. Η συμβολή της μάθησης και της μνήμης στη νοημοσύνη

Η σύνδεση της νοημοσύνης με τη μάθηση και τη μνήμη είναι ιδιαίτερα ισχυρή. Η νοημοσύνη επηρεάζει τη διαδικασία μάθησης, καθώς τα άτομα με υψηλότερο δείκτη νοημοσύνης τείνουν να μαθαίνουν πιο γρήγορα και να αποθηκεύουν πληροφορίες πιο αποτελεσματικά. Επίσης, η εργαζόμενη μνήμη, ή όποια θεωρείται ένα σημαντικό συστατικό της νοημοσύνης, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην ικανότητα μάθησης και στη διαχείριση πολλαπλών πληροφοριών ταυτόχρονα (Gong, Miao, Liu, Luo, Yu & Chen, 2023).

Αναλυτικότερα, η νοημοσύνη αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου να κατανοεί, να αναλύει, να προβλέπει και να επιλύει γνωστικά προβλήματα. Ενώ υπάρχουν πολλές θεωρίες για τη νοημοσύνη, μία κοινή άποψη είναι ότι αποτελείται από διάφορες διαστάσεις, όπως η λογική σκέψη, η αναλυτική ικανότητα, η ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών και η δημιουργικότητα κ.ά. (Sternberg, 1985).

Η μάθηση, η μνήμη και η νοημοσύνη αλληλοεπιδρούν με σύνθετους τρό-

πους. Για παράδειγμα, η μάθηση απαιτεί την αποτελεσματική χρήση της μνήμης για την αποθήκευση και ανάκτηση πληροφοριών, ενώ η νοημοσύνη ενισχύει αυτή τη διαδικασία μέσω της ταχείας και ακριβούς επεξεργασίας των πληροφοριών. Επιπλέον, η νοημοσύνη επιτρέπει την ανάπτυξη στρατηγικών μάθησης που βελτιστοποιούν τη χρήση της μνήμης, όπως η σύνδεση νέων πληροφοριών με ήδη υπάρχουσες γνώσεις (Sternberg, 2019).

Οι περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στη μνήμη, όπως ο ιππόκαμπος, αλλά και αυτές που σχετίζονται με την εκτελεστική λειτουργία και τη νοημοσύνη, όπως ο προμετωπιαίος φλοιός, λειτουργούν σε συνεργεία για να διευκολύνουν τη μάθηση (Duncan, Assem & Shashidhara, 2020).

Η κατανόηση της σύνδεσης μεταξύ μάθησης, μνήμης και νοημοσύνης έχει σημαντικές επιπτώσεις για την εκπαίδευση. Η βελτίωση της εργαζόμενης μνήμης, μέσω συγκεκριμένων εκπαιδευτικών πρακτικών, μπορεί να ενισχύσει τις δυνατότητες μάθησης και την απόδοση των μαθητών (Striftou, Zygoouris, Vlachos, Patrikelis & Messinis, 2024). Επίσης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσαρμόσουν τις μεθόδους διδασκαλίας τους, για να μεγιστοποιήσουν την αποτελεσματικότητα της μάθησης με βάση τα άτομικά επίπεδα νοημοσύνης των μαθητών τους. Η έρευνα για τη σχέση αυτών των τριών παραγόντων συνεχίζεται, με σκοπό να βρεθούν νέοι τρόποι βελτίωσης της μάθησης και της γνωστικής ανάπτυξης μέσω της κατανόησης των βασικών μηχανισμών που εμπλέκονται.

C. Μέτρηση νοημοσύνης και παιδική ηλικία

Η κατανόηση της νοημοσύνης στα παιδιά έχει αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας, με πολλούς ψυχολόγους να προτείνουν διάφορες θεωρίες και εργαλεία για τη μέτρησή της. Δύο από τους σημαντικότερους ερευνητές σε αυτόν τον τομέα είναι ο David Wechsler και ο John C. Raven. Παρ' όλο που και οι δύο ανέπτυξαν ψυχομετρικά εργαλεία για την αξιολόγηση της νοημοσύνης, οι προσεγγίσεις τους διαφέρουν σημαντικά ως προς το πώς χωρίζουν και κατηγοριοποιούν τη νοημοσύνη.

Ο Wechsler είναι γνωστός για την ανάπτυξη της σειράς δοκιμασιών μέτρησης νοημοσύνης Wechsler Intelligence Scales, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση της νοημοσύνης σε παιδιά και ενήλικες (Watkins & Canivez, 2022). Στηριζόμενος στην ιδέα ότι η νοημοσύνη δεν είναι μία ενιαία ικανότητα, αλλά μία σύνθεση πολλαπλών γνωστικών λειτουργιών, ο Wechsler

χώρισε τί νοημοσύνη σέ διάφορους τομείς, πού μποροῦν νά μετρηθοῦν μέσῳ διαφορετικῶν ἐπί μέρους δοκιμασιῶν.

Ἡ κλίμακα νοημοσύνης τοῦ Wechsler γιά παιδιά, γνωστή ὡς Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC), ἀποτελεῖται ἀπό πολλαπλές ὑποδοκιμασίες πού ἀξιολογοῦν δύο τύπους νοημοσύνης: (α) τί λεκτική νοημοσύνη, ἡ ὁποία ἀξιολογεῖ τίν ἱκανότητα τοῦ παιδιοῦ νά χρησιμοποιεῖ καί νά κατανοεῖ τί γλῶσσα. Ὁ συγκεκριμένος τύπος νοημοσύνης περιλαμβάνει ὑποδοκιμασίες ὅπως οἱ γενικές πληροφορίες, ἡ κατανόηση, ἡ ἀριθμητική, οἱ ὁμοιότητες καί τό λεξιλόγιο. Σέ ἐπίπεδο γνωστικῶν λειτουργιῶν οἱ δεξιότητες πού μετρῶνται ἐδῶ σχετίζονται μέ τί λεκτική κατανόηση, τί λογική, τίν ἱκανότητα ἐπίλυσης προβλημάτων μέσῳ τῆς γλώσσας καί τίν ἐλευθερία ἀπό περίσπαση. Ἡ δεύτερος τύπος νοημοσύνης πού ἀξιολογεῖ ὁ Wechsler εἶναι ἡ μί λεκτική νοημοσύνη (β). Αὐτός ὁ τύπος νοημοσύνης ἀξιολογεῖ τίς ἱκανότητες τοῦ παιδιοῦ σέ ἐργασίες πού δέν ἀπαιτοῦν λεκτικές δεξιότητες. Περιλαμβάνει ὑποδοκιμασίες ὅπως ἡ συναρμολόγηση ἀντικειμένων, ἡ σειροθέτηση σχημάτων, τά σχέδια μέ κύβους, τά σύμβολα καί ἡ συμπλήρωση εἰκόνων. Ὁ Wechsler ἐξετάζει τίν ἱκανότητα τοῦ παιδιοῦ νά κατανοεῖ καί νά χειρίζεται μί λεκτικές πληροφορίες καί σέ ἐπίπεδο γνωστικῶν λειτουργιῶν ἀξιολογεῖ ἱκανότητες, ὅπως τίν ἀναγνώριση μοτίβων καί τίν ὀπτική καί χωρική ἀντίληψη.

Ἡ σύνθεση αὐτῶν τῶν δύο τύπων νοημοσύνης, λεκτικῆς καί μί λεκτικῆς, προσφέρει μιά συνολική εἰκόνα τῆς νοημοσύνης τοῦ παιδιοῦ, γνωστή ὡς συνολική νοημοσύνη. Ὁ Wechsler ὑποστήριξε ὅτι ἡ νοημοσύνη εἶναι μιά πολυδιάστατη ἱκανότητα, πού δέν μπορεῖ νά μετρηθεῖ ἀποτελεσματικά μέ μιά μόνο δοκιμασία (Wechsler, 2003; Wechsler, 2008).

Ὁ John C. Raven, ἀπό τίν ἄλλη πλευρά, εἰσήγαγε μιά διαφορετική προσέγγιση στή μέτρηση τῆς νοημοσύνης, ἐπικεντρωμένη κυρίως στή μί λεκτική νοημοσύνη. Τό τέστ πού ἀνέπτυξε, γνωστό ὡς Raven's Progressive Matrices, ἀξιολογεῖ τίν ἱκανότητα τοῦ παιδιοῦ νά ἀναγνωρίζει μοτίβα καί νά ἐπιλύει προβλήματα χωρίς τί χρήση τῆς γλώσσας (Raven, 2008).

Ὁ Raven θεωροῦσε τί νοημοσύνη ὡς τί γενική γνωστική ἱκανότητα, συχνά ἀναφερόμενη ὡς g, ἡ ὁποία εἶναι ὑπεύθυνη γιά τίν ἐπίλυση προβλημάτων καί τίν κατανόηση σύνθετων ἰδεῶν. Τό τέστ του διαφέρει ἀπό αὐτά πού ἀνέπτυξε ὁ Wechsler, στό γεγονός ὅτι ἐστιάζει στή μί λεκτική νοημοσύνη ἐφόσον ἀποτελεῖται ἀπό μιά σειρά σχημάτων πού ἀκολουθοῦν ἕνα συγκεκριμένο μοτίβο, μέ τό παιδί νά πρέπει νά ἐπιλέξει τό ἐπόμενο σχῆμα στή σειρά. Κρίνεται

σημαντικό να τονιστεί το γεγονός ότι η έλλειψη λεκτικών οδηγίων καθιστά το τεστ πιο προσιτό σε άτομα με διαφορετικές γλωσσικές και πολιτισμικές καταβολές, καθώς και το γεγονός ότι είναι απλό και ομοιογενές, με όλες τις εργασίες να ακολουθούν την ίδια βασική μορφή. Σε επίπεδο νοημοσύνης το τεστ του Raven στοχεύει να μετρήσει την γενική ικανότητα ενός ατόμου να αντιλαμβάνεται σχέσεις και να κατανοεί αφηρημένες έννοιες. Σύμφωνα με τον Raven αυτό το είδος νοημοσύνης είναι κεντρικό στην επίλυση προβλημάτων και μπορεί να λειτουργήσει ως πρόβλεψη για την επιτυχία σε διάφορες γνωστικές δραστηριότητες.

Συμπερασματικά, παρά τις διαφορές τους, τόσο ο Wechsler όσο και ο Raven συνέβαλαν σημαντικά στην κατανόηση της νοημοσύνης στα παιδιά. Ο Wechsler παρουσίασε μία πολυδιάστατη προσέγγιση, αναγνωρίζοντας τη σημασία, τόσο της λεκτικής όσο και της μη λεκτικής νοημοσύνης, ενώ ο Raven επικεντρώθηκε στη ρευστή/γενική νοημοσύνη, που έχει το παιδί ανεξάρτητα από τη σχολική φοίτηση. Η επιλογή μεταξύ αυτών των δύο προσεγγίσεων εξαρτάται συχνά από τον σκοπό της αξιολόγησης και τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού που εξετάζεται. Οι δύο αυτές προσεγγίσεις προσφέρουν πολύτιμες γνώσεις και εργαλεία για την αξιολόγηση της νοημοσύνης στα παιδιά, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη της εκπαιδευτικής και ψυχολογικής επιστήμης.

D. Έρευντικά αποτελέσματα

Στο εργαστήριο Ψηφιακής Νευροψυχολογικής Αξιολόγησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας διεξήχθη μία έρευνα με σκοπό να εντοπιστούν οι διαφορές στην εγκεφαλική δραστηριότητα μεταξύ παιδιών με εξαιρετικά υψηλή νοημοσύνη, με ανώτερη νοημοσύνη και με τυπική νοημοσύνη. Η βιβλιογραφία έχει καταδείξει ότι η γενική νοημοσύνη συχνά χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη του δυναμικού και της ικανότητας των παιδιών για ακαδημαϊκή επιτυχία. Η αξιολόγηση του συγκεκριμένου τύπου νοημοσύνης απαιτεί σκόπιμες νοητικές διεργασίες για την επίλυση νέων προβλημάτων, που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω απλής απομνημόνευσης. Επιπλέον, η σύνδεση της ρευστής νοημοσύνης με την ικανότητα μάθησης, ως δείκτη νοητικής ικανότητας, υποδηλώνει πιθανές εφαρμογές στις εκπαιδευτικές μεθόδους. Πιστεύεται ότι τα παιδιά με ιδιαίτερες νοητικές ικανότητες διαθέτουν πιο αποδοτικές νευρικές λειτουργίες, οι οποίες τους επιτρέπουν να υπερέχουν σε βασικές γνωστικές δοκιμασίες σε σύγκριση με τους συνομηλίκους τους, καθώς και να παρουσιά-

ζουν ανώτερες επιδόσεις σε γνωστικές δοκιμασίες έλέγχου που περιλαμβάνουν εκτελεστικό έλεγχο και αναστολή. Συνεπώς, η νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει ως προγνωστικός δείκτης της απόδοσης των παιδιών σε δοκιμασίες έλέγχου των γνωστικών λειτουργιών.

Τά αποτελέσματα προτείνουν ότι τά παιδιά με έξαιρετικά ύψηλή νοημοσύνη και ανώτερη νοημοσύνη παρουσίασαν ταχύτερη έγκεφαλική δραστηριότητα σε σύγκριση με τά παιδιά τυπικής εύφυιας, καταδεικνύοντας τις ανώτερες σε επίπεδο μνήμης και προσοχής ικανότητές τους. Έπιπλέον, τά αποτελέσματα κατέδειξαν ότι τά παιδιά με έξαιρετικά ύψηλή και ανώτερη νοημοσύνη παρουσίασαν μικρότερο χρόνο αντίδρασης στην αποκωδικοποίηση ενός λεκτικού έρεθίσματος. Ό μικρότερος χρόνος αντίδρασης αντικατοπτρίζει καλύτερες γνωστικές λειτουργίες σε επίπεδο προσοχής και μνήμης, καθώς προτείνεται ότι η ικανότητα των παιδιών με ύψηλότερες νοητικές ικανότητες στό να αναστέλλουν αντιδράσεις, βελτιώνεται σημαντικά, καθώς άπαντων με περισσότερη αυτόπεποίθηση. Έπιπλέον, ό χρόνος αντίδρασης θεωρείται ότι παρακολουθεί τις ικανότητες αυτόρρυθμησης. Ό μικρότερος χρόνος αντίδρασης μπορεί να άποτελεί άποδειξη ότι τά παιδιά με ύψηλή νοημοσύνη παρουσιάζουν καλύτερες ικανότητες και στρατηγικές αυτόρρυθμησης της συμπεριφοράς. Συνδυάζοντας τά εύρήματα σε επίπεδο έγκεφαλικής δραστηριότητας με τά αντίστοιχα σε συμπεριφορικό επίπεδο μπορεί να ύποστηριχθεί περαιτέρω ότι τά παιδιά με ύψηλή νοημοσύνη διαθέτουν πιο άποδοτικές και ώριμες νευρωνικές λειτουργίες στην εκτέλεση γνωστικών διεργασιών (Zygouris, et al., 2015; Zygouris & Dermutzaki, 2024).

IV. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ

Στήν παρούσα ένότητα, άφοϋ έχουμε παρουσιάσει τά βασικά στοιχεία για τήν τεχνητή και τήν ανθρώπινη νοημοσύνη, θά επιχειρήσουμε να αναδείξουμε τις όμοιότητες και τις διαφορές τους, προσπαθώντας να συγκρίνουμε τά δύο είδη.

Γενικά, και τά δύο είδη νοημοσύνης στοχεύουν στην κατανόηση των δεδομένων που καταγράφονται και τους περιορισμούς που τά διέπουν, με άπώτερο στόχο τή λήψη άποφάσεων. Ό άνθρωπος μαθαίνει μέσα από τις παρατηρήσεις, έμπειρίες και τήν εκπαίδευση που λαμβάνει δίνοντάς μας τή δυνατότητα να κατανόησουμε τό περιβάλλον μας, τήν κατάστασή του, τή δική μας κατάσταση, ώστε να προσαρμοστοϋμε υίοθετώντας διάφορες δραστηριότητες. Η ΤΝ μαθαίνει μέσα από τήν έπεξεργασία τεραστίων ποσοτήτων δεδομένων

χρησιμοποιώντας μαθηματικά και στατιστικά μοντέλα καθώς και αποδοτικούς αλγόριθμους για τήν εξαγωγή τεχνητής γνώσης. Γίνεται αντιληπτό πώς ενῶ οἱ ἄνθρωποι εἶναι σέ θέση νά κατανοήσουν ἀφηρημένες ἔννοιες, ἡ TN δυσκολεύεται νά τό κάνει (φυσικά ἔχουν προταθεῖ διάφορες λύσεις πρὸς αὐτή τήν κατεύθυνση).

Ὁ ἄνθρωπος ἐγκεφάλος εἶναι ἀνώτερος ἀπό τά συστήματα TN στή διάσταση τῆς ἄμεσης ἐκμάθησης νέων πληροφοριῶν βλέποντάς τις μόνο μία φορά, ἐνῶ τά τεχνητά συστήματα πρέπει νά ἐκπαιδεύονται ἀρκετές φορές μέ τίς ἴδιες πληροφορίες γιά νά τίς μάθουν. Ἡ διαδικασία μάθησης τοῦ ἀνθρώπινου ἐγκεφάλου εἶναι περίπλοκη καί περιλαμβάνει ἔμφυτες ἰκανότητες, βιωματική μάθηση καί κοινωνικές ἀλληλεπιδράσεις. Οἱ ἄνθρωποι ἐπιδεικνύουν μιὰ ἀξιοσημείωτη ἰκανότητα νά μαθαίνουν ἀπό ἐλάχιστα καί πολύ ἐνδιάμεσα δεδομένα, νά γενικεύουν τή γνώση σέ ὅλους τοὺς τομεῖς καί νά προσαρμόζονται σέ νέες καταστάσεις. Τά συστήματα TN δέν ἔχουν τήν ἐγγενῆ προσαρμοστικότητα τοῦ ἀνθρώπινου ἐγκεφάλου, ὁ ὁποῖος μπορεῖ νά μεταβαίνει ἀπρόσκοπτα μεταξύ διαφόρων ἐργασιῶν. Οἱ ἄνθρωποι διαθέτουν γνωστική εὐελιξία, ἐπιτρέποντάς τους νά ἐφαρμόζουν τή γνώση ἀπό τόν ἕνα τομέα στόν ἄλλο, νά συμμετέχουν σέ ἀφηρημένο συλλογισμό καί νά λύνουν προβλήματα δημιουργικά.

Ἐπιπλέον, οἱ ἄνθρωποι ἔχουν τήν ἰκανότητα νά δημιουργοῦν νέες ἔννοιες, μουσική καί τέχνη μέσῳ μιᾶς καινοτόμου σκέψης καί δημιουργικότητας. Ἀπό τήν ἄλλη πλευρά, ἡ TN μπορεῖ νά δημιουργήσει νέα δεδομένα ἀπό τά ὑπάρχοντα, νέες προσεγγίσεις μέ βάση τις ὑπάρχουσες τάσεις καί δεδομένα, ἀλλά θά ἔλεγε κανεῖς πώς ἡ ὁποιαδήποτε καινοτομία εἶναι 'ἐλεγχόμενη' καί 'καθοδηγούμενη' ἀπό τόν ἀνθρώπινο παράγοντα, ὁ ὁποῖος θέτει τοὺς περιορισμούς καί τά κριτήρια γιά τήν εξαγωγή τῶν ἀποτελεσμάτων. Γιά παράδειγμα, ἡ TN νομοσύνη μπορεῖ νά δημιουργήσει μουσική καί τέχνη, ἀλλά πάντα πάνω ἀπό τά δεδομένα πού τῆς παρέχονται στή διαδικασία τῆς ἐκπαίδευσης. Ὑπό αὐτό τό πρίσμα ἡ δημιουργικότητα τῶν μοντέλων αὐτῶν εἶναι σχετικά περιορισμένη. Σέ σχέση μέ τίς λαμβανόμενες ἀποφάσεις, οἱ ἄνθρωποι βασίζονται κυρίως στή λήψη ὑποκειμενικῶν ἀποφάσεων καί ἐπηρεάζονται ἀπό παράγοντες πέρα ἀπό δεδομένα, ὅπως συναισθήματα, προσωπικές πεποιθήσεις καί τό κοινωνικό πλαίσιο πρᾶγμα, τό ὁποῖο δέν συμβαίνει στά συστήματα TN. Στήν TN ἡ ἐρμηνεία τῶν ἀποφάσεων πού βασίζονται σέ δεδομένα εἶναι ἔντονα ἀντικειμενική καί μέ βάση τά δεδομένα πού τῆς προσφέρονται.

Ἡ κατανόηση τῶν ὁμοιοτήτων καὶ τῶν διαφορῶν μεταξύ τῆς ΤΝ καὶ τοῦ ἀνθρώπινου ἐγκεφάλου εἶναι ζωτικῆς σημασίας γιὰ τὴν ἀξιοποίηση τῶν δυνατοτήτων καὶ τῶν δύο πρὸς ὄφελος τοῦ κοινωνικοῦ συνόλου. Ἐνῶ ἡ ΤΝ συνεχίζει νὰ φέρνει ἐπανάσταση στὶς ἐπιχειρήσεις καὶ νὰ αὐξάνει τὶς ἀνθρώπινες ἱκανότητες, εἶναι ἀπαραίτητο νὰ ἀναγνωρίσουμε τὶς μοναδικές ἰδιότητες καὶ τὴν πολυπλοκότητα τοῦ ἀνθρώπινου ἐγκεφάλου. Στὴν πρόοδο τῆς ΤΝ, οἱ ἐρευνητὲς προσπαθοῦν γιὰ μιὰ ὑπεύθυνη ἀνάπτυξη, διασφαλίζοντας ἠθικὰ κριτήρια, διαφάνεια καὶ ἀνθρωποκεντρικὲς ἀξίες στὰ συστήματα ΤΝ. Συμπερασματικά, ἐνῶ ἡ ΤΝ ἔχει σημειώσει σημαντικὴ πρόοδο σὲ διάφορους τομείς καὶ ἔχει τὴ δυνατότητα νὰ φέρει ἐπανάσταση σὲ πολλές πτυχές τῆς ζωῆς μας, δὲν εἶναι ἀκόμη σὲ θέση νὰ ἀναλάβει ἢ νὰ νικήσει ἐντελῶς τὴν ἀνθρώπινη νοημοσύνη ὑπὸ τὸ πρίσμα τῆς ποιοτικῆς διάστασης τῶν ἀποφάσεων. Ἡ τεχνητὴ καὶ ἡ ἀνθρώπινη νοημοσύνη ἔχουν τὰ ἀντίστοιχα δυνατὰ σημεῖα καὶ περιορισμούς καὶ ἡ συνύπαρξή τους εἶναι ζωτικῆς σημασίας γιὰ τὴν συνεχῆ πρόοδο καὶ τὴν καινοτομία. Καθὼς ἡ τεχνολογία τῆς ΤΝ προχωρᾷ, εἶναι σημαντικό νὰ ἀντιμετωπιστοῦν οἱ ἠθικὲς καὶ πρακτικὲς ἀνησυχίες πού σχετίζονται μὲ τὴν ἀνάπτυξή της.

V. ΖΗΤΗΜΑΤΑ ἨΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Εἶναι σαφές πὼς ἡ ταχεία ἀνοδος τῆς ΤΝ ἔχει δημιουργήσει πολλές εὐκαιρίες γιὰ καινοτομία παγκοσμίως σὲ πεδία ἐφαρμογῆς πού ποικίλουν ἀπὸ τὴ διευκόλυνση ἰατρικῶν διαγνώσεων στὸν τομέα τῆς υγείας, στὴ διευκόλυνση τῶν ἀνθρώπινων συνδέσεων μέσω τῶν κοινωνικῶν δικτύων καὶ στὴ δημιουργία ἀποδοτικότητας μέσω αὐτοματοποιημένων ἐργασιῶν. Ὅμως, δὲν μποροῦμε νὰ ἀρνηθοῦμε πὼς ἡ συλλογὴ καὶ ἐπεξεργασία τεραστίων ὄγκων δεδομένων δὲν δημιουργεῖ ζητήματα ἠθικῆς καὶ προκαλεῖ ἀνησυχία καὶ προβληματισμό. Ὁ προβληματισμός ἐνισχύεται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι τὰ συστήματα ΤΝ ὑπάρχει πιθανότητα νὰ ἐνσωματώσουν προκαταλήψεις πού ἤδη ὑπάρχουν στοὺς ἀνθρώπους ἢ πρέπει νὰ δημιουργήσουν γνώση πάνω ἀπὸ ἑλλιπῆ δεδομένα. Ἡ 'προκατάληψη' στὴ μηχανικὴ μάθηση εἶναι μιὰ μορφὴ συστημικοῦ σφάλματος πού ἐμφανίζεται, ὅταν τὰ δεδομένα πού χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν ἐκπαίδευση ἢ τὴ λειτουργία ἑνὸς μοντέλου παραμορφώνουν τὴν ἔξοδο, ὀδηγώντας τὴ μακριὰ ἀπὸ τὴν ἀναμενόμενη τιμὴ της. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι τὸ μοντέλο δὲν μπορεῖ νὰ ἀναπαραστήσει μὲ ἀκρίβεια τὸν πληθυσμὸ στὸν ὁποῖο ὑποτίθεται ὅτι θὰ λειτουργήσει, ὀδηγώντας σὲ ἀνακριβεῖς προβλέψεις, σφάλ-

ματα και χαμηλότερη απόδοση. Τά συστήματα TN λαμβάνουν αποφάσεις με βάση τὰ δεδομένα στα όποια εκπαιδεύονται και, εάν αυτά τὰ δεδομένα περιέχουν προκαταλήψεις ή αντικατοπτρίζουν ανήθικες πρακτικές, μπορεί να τὰ διαωρίσουν. Άς δοϋμε ένα παράδειγμα. Σύμφωνα με έρευνα τής Deloitte⁴ οί γυναίκες αντιπροσώπευαν λιγότερο από τό 25% τών θέσεων εργασίας με τεχνικό ρόλο τό 2020. Αυτό δέν βοηθήθηκε από τό αυτοματοποιημένο σύστημα πρόσληψης τής Amazon, τό όποιο είχε σκοπό να αξιολογήσει τούς αιτούντες με βάση τήν καταλληλότητά τους για διάφορους ρόλους. Τό σύστημα έμαθε πώς να κρίνει εάν κάποιος ήταν κατάλληλος για έναν ρόλο κοιτάζοντας βιογραφικά από προηγούμενους υποψηφίους. Δυστυχώς, υπήρξε προκατάληψη κατά τών γυναικών στή συγκεκριμένη διαδικασία. Προφανώς αυτό συνέβη αφού οί γυναίκες είχαν 'υποεκπροσωπηθεί' στό παρελθόν σέ τεχνικούς ρόλους, όποτε τὰ δεδομένα δέν ήταν αρκετά και τό σύστημα TN εκπαιδεύτηκε στό να θεωρεί ότι οί άνδρες υποψήφιοι πρέπει να προτιμώνται. Κατά συνέπεια, 'τιμώρησε' βιογραφικά από γυναίκες υποψήφιας. Παρά τίσ αλλαγές, δέν ήταν έκπληξη τό γεγονός ότι ή Amazon τελικά έγκατέλειψε τήν πρωτοβουλία για αυτοματοποιημένες προσλήψεις. Τέτοιοι κίνδυνοι έχουν ήδη αρχίσει να επιδεινώνονται πέρα από τίσ υπάρχουσες πραγματικές ανισότητες, με αρνητικές επιπτώσεις σέ ομάδες πού δέν εκπροσωποϋνται ισχυρά στα διαθέσιμα δεδομένα. Η διασφάλιση ότι τά συστήματα TN αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται με ήθικό και υπεύθυνο τρόπο είναι ζωτικής σημασίας για τή διατήρηση τής εμπιστοσύνης του κοινού.

Έπίσης, ανησυχίες για τό απόρρητο τών δεδομένων προκύπτουν καθώς τά συστήματα TN συλλέγουν και αναλύουν τεράστιες ποσότητες προσωπικών δεδομένων αρκετές φορές χωρίς περαιτέρω έλεγχο. Η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ τών πληροφοριών πού βασίζονται σέ δεδομένα και τών ατομικών δικαιωμάτων απόρρητου είναι μιá πρόκληση πού πρέπει να αντιμετωπιστεί. Η διαφάνεια στους αλγόριθμους TN και τίσ διαδικασίες λήψης αποφάσεων είναι επίσης ζωτικής σημασίας για τή διασφάλιση τής λογοδοσίας και τόν μετριασμό τών προκαταλήψεων, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω.

Έπιπλέον, οί συζητήσεις γύρω από τίσ πιθανές επιπτώσεις τής TN στήν άπασχόληση, τήν κοινωνικοοικονομική ανισότητα και τήν εκτόπιση όρισμένων

⁴ <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2022/statistics-show-women-in-technology-are-facing-new-headwinds.html>

ρόλων εργασίας είναι απαραίτητες. Πρέπει να ληφθούν προληπτικά μέτρα για να αντιμετωπιστούν αυτές οι ανησυχίες και να διασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση σε ένα μέλλον με γνώμονα την ΤΝ που προσφέρει υψηλού επιπέδου υπηρεσίες προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της ζωής των ανθρώπων. Η ευρεία υιοθέτηση της ΤΝ και του αυτοματισμού εγείρει ανησυχίες σχετικά με την εκτόπιση θέσεων εργασίας. Ενώ η ΤΝ μπορεί να δημιουργήσει νέους ρόλους και ευκαιρίες, υπάρχει ο κίνδυνος όρισμένες θέσεις εργασίας να καταστούν παρωχημένες. Η προετοιμασία του εργατικού δυναμικού για αυτήν την τεχνολογική αλλαγή μέσω προγραμματικών αναβάθμισης δεξιοτήτων είναι ζωτικής σημασίας για τον μεταρισμό των επιπτώσεων αυτών.

Η Unesco θέτει τις βασικές αρχές⁵ γύρω από τη διαχείριση των ζητημάτων ηθικής σχετικά με τη χρήση της ΤΝ, ώστε αυτή να λειτουργεί για το καλό της ανθρωπότητας:

- Ανθρώπινα δικαιώματα και ανθρώπινη αξιοπρέπεια με σεβασμό, προστασία και προαγωγή των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, των θεμελιωδών ελευθεριών και της ανθρωπίνης αξιοπρέπειας.

- Ειρηνική διαβίωση με στόχευση σε δίκαιες και αλληλένδετες κοινωνίες.
- Διασφάλιση της διαφορετικότητας και της ενσωμάτωσης.
- Προστασία και άνηση του περιβάλλοντος και του οικοσυστήματος.

Στην ίδια μελέτη, καθορίζονται οι δέκα βασικές αρχές για μία προσέγγιση με επίκεντρο τα ανθρώπινα δικαιώματα στα ζητήματα ηθικής της ΤΝ.

- *Αναλογικότητα και η αρχή του να μίν βλάβεις.* Η χρήση συστημάτων ΤΝ δεν πρέπει να υπερβαίνει τα αναγκαία όρια για την επίτευξη ενός θεμιτού στόχου. Η αξιολόγηση κινδύνου θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την πρόληψη των βλαβών που μπορεί να προκύψουν από τέτοιες χρήσεις.

- *Ασφάλεια.* Οι ανεπιθύμητες βλάβες καθώς και οι ευπάθειες σε επιθέσεις (κίνδυνοι ασφαλείας) θα πρέπει να αποφεύγονται και να αντιμετωπίζονται από τους φορείς της ΤΝ.

- *Δικαίωμα άπορηίτου και προστασίας δεδομένων.* Το άπορητο πρέπει να προστατεύεται και να προωθείται σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του συστήματος ΤΝ. Πρέπει επίσης να δημιουργηθούν τα κατάλληλα πλαίσια προστασίας δεδομένων.

- *Πολυμετοχική και Προσαρμοστική Διακυβέρνηση & Συνεργασία.* Το Διε-

⁵ <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence/recommendation-ethics>

θνές δίκαιο και η Έθνική κυριαρχία πρέπει να γίνονται σεβαστά κατά τη χρήση των δεδομένων. Επιπλέον, η συμμετοχή διαφορετικών ενδιαφερομένων είναι απαραίτητη για αποδοτικές προσεγγίσεις στη διακυβέρνηση της ΤΝ.

- *Υπευθυνότητα.* Τά ΤΝ θα πρέπει να είναι ελεγχόμενα και ανιχνεύσιμα. Θα πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί έποπτείας, εκτίμησης επιπτώσεων, έλεγχου και επίμελεια για την αποφυγή συγκρούσεων με τους κανόνες των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και πιθανές απειλές για την περιβαλλοντική ευημερία.

- *Διαφάνεια και Έπεξήγηση.* Η ηθική ανάπτυξη συστημάτων ΤΝ εξαρτάται από τη διαφάνεια και την επεξήγηση τους. Το επίπεδο επεξήγησης θα πρέπει να είναι κατάλληλο για το πλαίσιο αναφοράς και το πεδίο του προβλήματος που καλούμαστε να λύσουμε.

- *Ανθρώπινη Επίβλεψη και Αποφασιστικότητα.* Τά Κράτη θα πρέπει να διασφαλίζουν ότι τα συστήματα ΤΝ δεν εκτοπίζουν την τελική ανθρώπινη ευθύνη και λογοδοσία.

- *Βιωσιμότητα.* Οί τεχνολογίες ΤΝ θα πρέπει να αξιολογούνται σε σχέση με τις επιπτώσεις τους στην 'αειφορία', που νοείται ως ένα σύνολο συνεχώς εξελισσόμενων στόχων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που ορίζονται στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ.

- *Ευαίσθητοποίηση & Ψηφιακός Γραμματισμός.* Η κατανόηση της ΤΝ και των δεδομένων από το κοινό θα πρέπει να προωθηθεί μέσω της ανοιχτής και προσβάσιμης εκπαίδευσης, της συμμετοχής στα κοινά, της εκπαίδευσης σε ψηφιακές δεξιότητες και ηθικής της ΤΝ.

- *Δικαιοσύνη και μί διάκριση.* Οί φορείς της ΤΝ θα πρέπει να προωθούν την κοινωνική δικαιοσύνη, τη δικαιοσύνη και τη μί διάκριση, ακολουθώντας παράλληλα μιά προσέγγιση χωρίς αποκλεισμούς για να διασφαλίσουν ότι τά όφελι της ΤΝ είναι προσβάσιμα από όλους.

VI. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

A. Συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης

Τό μέλλον του κλάδου της ΤΝ εξαρτάται από την υπέρβαση των διαφόρων προκλήσεων. Στρατηγικές, όπως η βελτιωμένη μέθοδος τεχνητής μάθησης, όπου τά δεδομένα τροφοδοτούνται σε μοντέλα με συγκεκριμένο τρόπο για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας, δείχνουν υποσχόμενες, αλλά δεν έχουν ακόμη αποδειχθεί σε γενικές γραμμές αποτελεσματικές. Η βελτιστοποίηση της διαδικασίας εκπαίδευσης στην ΤΝ έχει σαν στόχο τά εξυπνότερα μοντέλα ΤΝ

πού εκπαιδεύονται με λιγότερα δεδομένα, δίνοντας προτεραιότητα σε πληροφορίες υψηλής ποιότητας. Ωστόσο, η πρακτική εφαρμογή έχει δείξει ανάμεικτα αποτελέσματα, υποδεικνύοντας την ανάγκη για περαιτέρω βελτίωση και καινοτομία. Η βιωσιμότητα του κλάδου εξαρτάται από την εύρεση καινοτόμων λύσεων για την έλλειψη δεδομένων (έδω υπάρχει μιá αντίφαση: έχουμε μεγάλους όγκους δεδομένων στη διάθεσή μας, αλλά χρειαζόμαστε ποιοτικά και χωρίς προκαταλήψεις σύνολα για την εκπαίδευση των συστημάτων ΤΝ πού είναι λίγα σχετικά). Δεδομένα κακής ποιότητας ή μεροληπτικά δεδομένα μπορεί να οδηγήσουν σε έσφαλμένες εξόδους και να ενισχύσουν τις υπάρχουσες προκαταλήψεις. Η διασφάλιση της ποιότητας των δεδομένων και η αντιμετώπιση της αλγοριθμικής μεροληψίας είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή μεροληπτικών ή ανακριβών αποφάσεων. Ορισμένοι ειδικοί προτείνουν νέες μεθόδους συλλογής δεδομένων, πιό αποτελεσματικές τεχνικές χρήσης των δεδομένων ή εντελώς νέες προσεγγίσεις στην εκπαίδευση των σχημάτων ΤΝ πού μειώνουν την εξάρτηση από τεράστια σύνολα δεδομένων. Ωστόσο, ο χρόνος και η φύση τέτοιων ανακαλύψεων παραμένουν άβεβια προς τό παρόν.

Η ταχεία ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης έχει ξεπεράσει τά ρυθμιστικά πλαίσια σε πολλές Χώρες. Η επίτευξη της σωστής ισορροπίας μεταξύ της προώθησης της καινοτομίας και της διασφάλισης έναντι πιθανών κινδύνων είναι μιá πολύπλοκη πρόκληση για τούς υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Απαιτούνται συγκεκριμένοι και έκτενεις κανονισμοί και οδηγίες για την αντιμετώπιση των ανησυχιών πού σχετίζονται με τό απόρρητο των δεδομένων, την ασφάλεια της ΤΝ και τί λογοδοσία.

Καθώς η ΤΝ γίνεται πιό ένσωματωμένη στά κρίσιμα συστήματα και στή λήψη αποφάσεων, αυξάνεται επίσης ο κίνδυνος κυβερνοεπιθέσεων πού στοχεύουν στά μοντέλα αυτά. Τέτοιου είδους επιθέσεις μπορούν να χειραγωγήσουν τά συστήματα ΤΝ, για να παράγουν ανακριβή αποτελέσματα. Η δημιουργία απρόσκοπτων αλληλεπιδράσεων μεταξύ ανθρώπων και συστημάτων ΤΝ είναι απαραίτητη για την εύρεια αποδοχή πέρα από τί διασφάλιση του απόρρητου και της ιδιωτικότητας. Η ΤΝ θά πρέπει να συμπληρώνει τίς ανθρώπινες ικανότητες αντί να τίς αντικαθιστά, ενισχύοντας τί συνεργασία για καλύτερα αποτελέσματα. Η επίτευξη της σωστής ισορροπίας μεταξύ των αυτοματοποιημένων διαδικασιών ΤΝ και της ανθρώπινης επίβλεψης είναι ζωτικής σημασίας για την αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού της τεχνολογίας αυτής.

B. Προκλίσεις στη μέτρηση της ανθρώπινης νοημοσύνης

Ἡ ἀνθρώπινη νοημοσύνη δέν εἶναι μονοδιάστατη, ἀλλά ἀποτελεῖται ἀπό πολλαπλές διαστάσεις ὅπως ἡ λογική σκέψη, ἡ συναισθηματική νοημοσύνη, ἡ δημιουργικότητα, ἡ κοινωνική ἀντίληψη, κ.λπ. Τά παραδοσιακά τέστ μέτρησης νοημοσύνης ἐπικεντρώνονται κυρίως στή λογική καί τήν ἀναλυτική σκέψη, ἀγνοώντας ἄλλες σημαντικές μορφές νοημοσύνης. Ἐπιπρόσθετα, οἱ ἔννοιες τῆς νοημοσύνης διαφέρουν ἀνάλογα μέ τήν πολιτισμική καί κοινωνική προοπτική. Μία δοκιμασία νοημοσύνης πού εἶναι ἔγκυρη σέ ἓνα πολιτισμικό πλαίσιο μπορεῖ νά μὴν εἶναι ἀντίστοιχα ἀποτελεσματική σέ ἄλλη. Ἀξίζει νά σημειωθεῖ τό γεγονός ὅτι τά ἀποτελέσματα τῶν δοκιμασιῶν μέτρησης νοημοσύνης μπορεῖ νά χρησιμοποιηθοῦν μέ τρόπους πού ἐνισχύουν τίς ἀνισότητες ἢ ὁδηγοῦν σέ διακρίσεις, ὅπως στήν ἐκπαίδευση ἢ τήν ἐπαγγελματική ἐξέλιξη. Ἱστορικό παράδειγμα ἀποτελεῖ ἡ κλίμακα Stanford-Binet πού χρησιμοποιήθηκε ἀπό τό Γαλλικό ἐκπαιδευτικό σύστημα μέ ἀναποτελεσματικό τρόπο (Hirt, 1945).

Ἐπιπρόσθετα, τά ἀποτελέσματα τῶν τέστ μπορεῖ νά ὁδηγήσουν στό φαινόμενο τῆς αὐτοεκπληρούμενης προφητείας, εἴτε ἀπό τί μεριά τῶν ἐκπαιδευτικῶν εἴτε ἀπό τί μεριά τῶν μαθητῶν. Χαρακτηριστικό εἶναι τό πείραμα τῶν Rosenthal & Jacobson (1968). Ἀναλυτικότερα, οἱ δύο ἐρευνητές μέ τυχαία διαδικασία ἐπέλεξαν τό 20% τῶν μαθητῶν ἀπό 18 τάξεις καί τοὺς χαρακτηρίσαν ὡς ἐξαίρετικά εὐφυεῖς σύμφωνα μέ τό "The Harvard Test of Inflected Acquisition". Στή συνέχεια, ἐνημερώθηκαν οἱ ἐκπαιδευτικοί ὅτι αὐτά τά παιδιά ἀναμενόταν νά σημειώσουν σημαντική πρόοδο κατά τοὺς ἐπόμενους ὀκτώ μῆνες, μέχρι τήν ὀλοκλήρωση τῆς σχολικῆς χρονιάς, μέ βάση τίς «προβλέψεις» τῆς δοκιμασίας. Ὡστόσο, ἡ διαφορά μεταξὺ αὐτῶν τῶν μαθητῶν καί τῶν ὑπόλοιπων ὑπῆρχε μόνο στήν ἀντίληψη τῶν δασκάλων τους. Ὅταν οἱ ὀκτώ μῆνες πέρασαν, τά τυχαία ἐπιλεγμένα παιδιά ἐξετάστηκαν μέ τό ἴδιο τέστ πού εἶχε χρησιμοποιηθεῖ καί στήν ἀρχή καί βρέθηκε νά ἔχουν κάνει σημαντικότερη πρόοδο. Το γεγονός αὐτό ἐξηγεῖ τόν ρόλο τῶν προσδοκιῶν τοῦ περιβάλλοντος, τῶν ἐκπαιδευτικῶν ἐν προκειμένῳ, στήν νοητική ἀνάπτυξη τῶν παιδιῶν. Οἱ ἐρευνητές ὀνόμασαν αὐτό τό φαινόμενο 'Pygmalion effects in the classroom', δανειζόμενοι τόν μῦθο τοῦ βασιλιά τῆς Κύπρου Πυγμαλίωνα. Ἀξίζει νά τονιστεῖ τό γεγονός ὅτι ἡ ἐπιστημονική συζήτηση γιά τό ἂν ἡ νοημοσύνη εἶναι προϊόν τῆς γενετικῆς προδιάθεσης ἢ τῶν περιβαλλοντικῶν ἐπιδράσεων παραμένει ἀνοιχτή, μέ δεδομένο ὅτι ἡ ἀλληλεπίδραση αὐτῶν τῶν δύο παραγόντων εἶναι περίπλοκη. Τέλος, ἡ νοημοσύνη δέν εἶναι στατική, ἀλλά μπορεῖ νά ἐξε-

λίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Παράγοντες όπως η εκπαίδευση, ή εμπειρία και η πρακτική μπορούν να επηρεάσουν την νοητική ανάπτυξη. Συνολικά, η αξιολόγηση της ανθρώπινης νοημοσύνης είναι μια περίπλοκη διαδικασία που απαιτεί προσεκτική εξέταση όλων αυτών των παραμέτρων, για να διασφαλιστεί ότι οι μετρήσεις είναι δίκαιες, έγκυρες και χρήσιμες για την κοινωνία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968), «Human memory: A proposed system and its control processes». In K. W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 2, pp. 89-195), New York; Academic Press.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2000), «Development of working memory: Should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch models be merged?», *Journal of experimental child psychology*, 77(2), 128-137.

Baddeley, A. D., Hitch, G., & Allen, R. (2021), *A multicomponent model of working memory. Working memory: State of the science*, 10-43.

Cattell, R.B. (1963), «Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment», *Journal of Educational Psychology*, 54 (1963), pp. 1-22.

Duncan, J., Assem, M., & Shashidhara, S. (2020), «Integrated intelligence from distributed brain activity», *Trends in Cognitive Sciences*, 24(10), pp. 838-852.

Gong, Z., Miao, K., Liu, X., Luo, M., Yu, Y., & Chen, Z. (2023), «A positive association between working memory capacity and human creativity: A meta-analytic evidence», *Journal of Intelligence*, 11(1), 15.

Hirt, Z. I. (1945). «Another study of retests with the 1916 Stanford-Binet scale», *The Pedagogical Seminary and Journal of Genetic Psychology*, 66(1), 83-105.

Martin, G. N., Carlson, N. R., & Buskist, W. (2010), *Psychology*, Pearson Education.

Raven, J. (2008), *The Raven progressive matrices tests: their theoretical basis and measurement model. Uses and abuses of Intelligence. Studies advancing Spearman and Raven's quest for non-arbitrary metrics*, 17-68.

Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1968), *Pygmalion in the classroom: Teacher expectation and pupils' intellectual development*. New York, Holt, Reinhart and Winston.

Rosenthal, R., & Jacobson, L. F. (1968), «Teacher expectations for the disadvantaged». *Scientific American*, 218(4), pp. 19-23.

Roth Gerhard & Dicke Ursula (2012), *Evolution of the Primate Brain. Progress in Brain Research*.

Sternberg, R. J. (1985), «Implicit theories of intelligence, creativity, and wisdom», *Journal of personality and social psychology*, 49(3), p. 607.

Sternberg, R. J. (2019), «A theory of adaptive intelligence and its relation to general intelligence», *Journal of Intelligence*, 7(4), p. 23.

Sternberg, Robert J. (1999), «Successful intelligence: finding a balance», *Trends in Cognitive Sciences*.

Striftou, A., Zygouris, N. C., Vlachos, F., Patrikelis, P., & Messinis, L. (2024), «The effectiveness of a reading and cognitive task-based Web delivered intervention program for children with reading difficulties», *Applied Neuropsychology: Child*, 1-12.

Watkins, M. W., & Canivez, G. L. (2022), «Assessing the psychometric utility of IQ scores: A tutorial using the Wechsler intelligence scale for children—fifth edition.», *School Psychology Review*, 51(5), pp. 619-633.

Wechsler, D. (2003), *Wechsler Intelligence Scale for Children*, Fourth Edition, San Antonio, TX Harcourt.

Wechsler, D. (2008), *Wechsler Adult Intelligence Scale*, Fourth Edition, San Antonio, TX: Pearson Assessment.

Xin, W., & Chan, J. R. (2020), «Myelin plasticity: sculpting circuits in learning and memory», *Nature Reviews Neuroscience*, 21(12), pp. 682-694.

Zygouris & Dermutzaki (2024) under review.

Zygouris, N. C., Dermutzaki, I., & Karapetsas, A. V. (2015), «Differences in brain activity of children with higher mental abilities. An Event Related Potentials study using the latency of P300 and N100 waveforms», *International Journal of Developmental Neuroscience*, (47), pp. 118-119.