

Πτυχιακή Εργασία



Σχολή Επιστήμης της Πληροφορίας και Πληροφορικής

Τμήμα Πληροφορικής

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Στοιχεία Φοιτητή:
Αθανάσιος Βλάχος Π2019239

Επιβλέπων
καθηγητής:
Θεόδωρος Ανδρόνικος

Επιτροπή:
Θεμιστοκλής Έξαρχος
Μιχαήλ Στεφανιδάκης

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	4
1. Εισαγωγή	5
2. Θεωρητικό Πλαίσιο	9
2.1. Τεχνητή νοημοσύνη και η σημασία της στην εκπαίδευση	9
2.2. Η ειδική αγωγή και η σημασία της	12
2.3. Αξιοποίηση της ΤΝ στην ειδική αγωγή	14
3. Εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση	19
4. Η τεχνητή νοημοσύνη στην ειδική αγωγή	35
4.1. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη δυσλεξία	41
4.2. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ)	47
4.3. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη διαταραχή του αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ)	56
4.4. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη νοητική αναπηρία (νοητική υστέρηση)	62
4.5. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης σε άτομα με προβλήματα ακοής	66
4.6. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης σε άτομα με πολλαπλές αναπηρίες	70
5. Συμπεράσματα	74
Αναφορές	75

Περίληψη

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα μας ενδιαφέρει κυρίως η βαθμίδα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Γυμνάσιο - Λύκειο) και η εφαρμογή της TN σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (ειδική αγωγή). Αρχικά αναφερθήκαμε στη σημασία της TN στην εκπαίδευση, στη σημασία της ειδικής αγωγής και στην αξιοποίηση της TN στην ειδική αγωγή καθώς και τα οφέλη που αυτή προσφέρει. Ακολούθως παρουσιάσαμε μια ανασκόπηση της πολύ πρόσφατης επιστημονικής αγγλόφωνης βιβλιογραφίας στα αντικείμενα της χρήσης της TN στη γενική εκπαίδευση και της χρήσης της TN στην ειδική αγωγή. Στη συνέχεια επικεντρωθήκαμε σε έρευνες που ασχολούνται με την εφαρμογή της TN σε κάποιες συγκεκριμένες κατηγορίες μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, όπως: δυσλεξία, ΔΕΠΥ, αυτισμό, νοητική αναπηρία, προβλήματα ακοής και πολλαπλές αναπηρίες. Σχεδόν όλες οι έρευνες είναι πολύ πρόσφατες και με πολύ ελπιδοφόρα αποτελέσματα το οποίο σημαίνει ότι η έρευνα έχει ακόμα πολύ και ουσιαστικό δρόμο μπροστά της τα αμέσως επόμενα χρόνια.

Abstract

The present work focuses on the application of artificial intelligence (AI) in education. More specifically, we are mainly interested in the secondary education level and the application of AI to students with special educational needs (special education). At first, we discussed the importance of AI in education, the importance of special education and the use of AI in special education and its benefits. We then presented a review of quite recent scientific literature written in English in the areas of AI in general education and AI in special education. After that we focused on research dealing with the application of AI to some specific categories of students with special educational needs, such as: dyslexia, ADHD, autism, intellectual disability, hearing impairment and multiple disabilities. Almost all the research papers presented are very recent and with some very promising results which brings substantial hope that research has a long way ahead to go in the coming years.

1. Εισαγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη (TN) αναφέρεται στη δημιουργία αλγορίθμων και υπολογιστικών μοντέλων που επιτρέπουν στις μηχανές να εκτελούν εργασίες που συνήθως απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη. Αυτό περιλαμβάνει λειτουργίες όπως η μάθηση, η συλλογιστική, η επίλυση προβλημάτων, η αντίληψη και η γλωσσική κατανόηση.

Η ειδική αγωγή είναι μια διδακτική μέθοδος και διαδικασία που ανταποκρίνεται στις μοναδικές ανάγκες και ικανότητες των μαθητών με αναπηρίες ή μαθησιακές δυσκολίες. Περιλαμβάνει εξατομικευμένες διδακτικές προσεγγίσεις, εξειδικευμένο υλικό και άλλες παρεμβάσεις που αποσκοπούν στο να βοηθήσουν αυτούς τους μαθητές να επιτύχουν ένα υψηλότερο επίπεδο προσωπικής αυτότητας και επιτυχίας στο σχολείο και την κοινότητα από ό,τι θα πετύχαιναν με μια τυπική εκπαίδευση στην τάξη.

Ο συνδυασμός της TN και της ειδικής αγωγής, επομένως, περιλαμβάνει την εφαρμογή τεχνολογιών και αρχών TN για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας των πρακτικών ειδικής αγωγής. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση προσαρμοστικών συστημάτων μάθησης που προσαρμόζουν την εκπαίδευση στις ανάγκες των μεμονωμένων μαθητών, την ανάπτυξη υποστηρικτικών τεχνολογιών που προσαρμόζονται σε συγκεκριμένες αναπηρίες και την αξιοποίηση της ανάλυσης δεδομένων για την αξιολόγηση και τη βελτίωση των μεθόδων και στρατηγικών διδασκαλίας για τους μαθητές ειδικής αγωγής.

Το θέμα της πτυχιακής ενσωματώνει μια διασταύρωση της τεχνολογίας αιχμής και μιας ανθρωποκεντρικής προσέγγισης της εκπαίδευσης, και ειδικότερα πιθανών μεθόδων με τις οποίες μπορεί να παρέχεται η ειδική αγωγή, ιδιαίτερα σε μια εποχή όπου η τεχνολογική καινοτομία αναδιαμορφώνει την παραδοσιακή εκπαιδευτική πρακτική.

Η σημασία του θέματος έγκειται στη δυνατότητά της TN να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο παρέχεται η ειδική αγωγή και στην ικανότητά της να βελτιώσει δραματικά τα μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Παρακάτω γίνεται μια πρώτη αναφορά μερικών τομέων εφαρμογής της καθώς και της επίπτωσης που μπορεί να

έχει σε μαθητές και εκπαιδευτικούς.

1. Προσωποποιημένη μάθηση: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να παρέχει εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, προσαρμόζοντας το περιεχόμενο και τον ρυθμό σύμφωνα με τις ατομικές ανάγκες, τα δυνατά σημεία και τις αδυναμίες κάθε μαθητή. Αυτή η ικανότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική στην ειδική αγωγή, όπου οι μαθητές έχουν συχνά μοναδικές μαθησιακές ανάγκες που απαιτούν μια ιδιαίτερα εξατομικευμένη προσέγγιση.

2. Βοηθητική τεχνολογία: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενσωματωθεί σε εργαλεία υποστηρικτικής τεχνολογίας για την καλύτερη υποστήριξη μαθητών με αναπηρίες. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λογισμικό αναγνώρισης ομιλίας για μαθητές με δυσλεξία ή δυσκολίες γραφής ή σε εφαρμογές οπτικών βοηθημάτων για μαθητές με προβλήματα όρασης.

3. Αυξημένη δέσμευση: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αυξήσει τη δέσμευση και τα κίνητρα για τους μαθητές ειδικής αγωγής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Τα διαδραστικά συστήματα ΤΝ μπορούν να δημιουργήσουν ένα πιο ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον, το οποίο μπορεί να είναι ιδιαίτερα επωφελές για τους μαθητές που δυσκολεύονται με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.

4. Πληροφορίες με βάση τα δεδομένα: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναλύει δεδομένα επιδόσεων μαθητών για να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τα μαθησιακά πρότυπα, να εντοπίζει τομείς δυσκολίας και να προτείνει παρεμβάσεις. Αυτό μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας στην ειδική αγωγή, όπου ο έγκαιρος εντοπισμός προβλημάτων και η άμεση παρέμβαση μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα μαθησιακά αποτελέσματα.

5. Υποστήριξη των εκπαιδευτικών: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να υποστηρίξει τους εκπαιδευτικούς αναλαμβάνοντας διοικητικά καθήκοντα, όπως η βαθμολόγηση και ο προγραμματισμός, επιτρέποντάς τους περισσότερο χρόνο για να επικεντρωθούν στον διδακτικό σχεδιασμό και στον ατομικό χρόνο με τους μαθητές. Η ΤΝ μπορεί επίσης να παρέχει στους εκπαιδευτικούς πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την πρόοδο των μαθητών και τις αποτελεσματικές στρατηγικές διδασκαλίας.

6. Ισότιμη πρόσβαση στην εκπαίδευση: Η ΤΝ μπορεί να διευκολύνει την πιο ισότιμη πρόσβαση στην εκπαίδευση για τους μαθητές με αναπηρία, ανεξάρτητα από τη γεωγραφική τους θέση. Για παράδειγμα, οι διαδικτυακές πλατφόρμες μάθησης με βάση την ΤΝ μπορούν να παρέχουν εξατομικευμένη, υψηλής ποιότητας εκπαίδευση σε μαθητές που μπορεί να μην έχουν

πρόσβαση σε εξειδικευμένα σχολεία ή πόρους στην περιοχή τους.

Στην ουσία, η ενσωμάτωση της ΤΝ στην ειδική αγωγή στο πλαίσιο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ενέχει τεράστιες δυνατότητες για την αντιμετώπιση των ποικίλων μαθησιακών αναγκών των μαθητών, καθιστώντας την εκπαίδευση πιο προσιτή, εξατομικευμένη και αποτελεσματική.

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία θα προσπαθήσουμε να καλύψουμε όσο το δυνατόν περισσότερες πτυχές του θέματος. Πιο συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στους ακόλουθους τομείς:

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στο γενικότερο θεωρητικό πλαίσιο. Πιο συγκεκριμένα, στην ΤΝ και τη σημασία της στην εκπαίδευση, όπου θα γίνει και μια περιορισμένη αναφορά στην εξέλιξη της ΤΝ στην εκπαίδευση. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στην ειδική αγωγή και τη σημασία της, ενώ θα κλείσουμε αυτό το κεφάλαιο με την αξιοποίηση της ΤΝ στην ειδική αγωγή.

Ακολούθως στο τρίτο κεφάλαιο θα ξεκινήσουμε την μελέτη της ερευνητικής βιβλιογραφίας από την εφαρμογή της ΤΝ στην εκπαίδευση. Εδώ θα παρουσιάσουμε συνοπτικά πάνω από δεκαπέντε (15) ερευνητικές μελέτες. Στη πλειοψηφία τους ανασκοπήσεις του ερευνητικού πεδίου και μάλιστα σύγχρονες. Οι περισσότερες με ημερομηνία δημοσίευσης μετά από το 2018, δηλαδή της τελευταίας πενταετίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα ακολουθήσει η ανασκόπηση της ερευνητικής βιβλιογραφίας της εφαρμογής της ΤΝ στην ειδική αγωγή. Εδώ μελετήθηκαν οκτώ (8) δημοσιεύσεις στη πλειοψηφία τους πρόσφατες.

Μετά και σε ξεχωριστές ενότητες στο ίδιο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε την εφαρμογή της ΤΝ σε κατηγορίες μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες όπως:

- δυσλεξία,
- ΔΕΠΥ,
- αυτισμό,
- νοητική αναπηρία,
- προβλήματα ακοής και
- πολλαπλές αναπηρίες.

Και αυτές οι μελέτες είναι πρόσφατες και λόγω του γεγονότος ότι το αντικείμενο της έρευνας είναι νέο υπάρχει σχετικά περιορισμένος αριθμός επιστημονικών δημοσιεύσεων. Αυτό μας οδήγησε στην απόφαση να συμπεριλάβουμε στην έρευνα και κάποιες μελέτες που εξετάζουν και άλλες βαθμίδες εκπαίδευσης (πρωτοβάθμια, τριτοβάθμια) ή και συνδυασμό αυτών.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο έχουμε τα συμπεράσματα αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, καθώς και κάποιες εκτιμήσεις για τις μελλοντικές κατευθύνσεις του ερευνητικού αντικειμένου.

Μελετώντας τους παραπάνω τομείς, θα γίνει μια προσπάθεια η βιβλιογραφική ανασκόπηση να παρέχει μια διεξοδική, ολοκληρωμένη διερεύνηση του θέματος, ρίχνοντας φως στην τρέχουσα κατάσταση της ΤΝ στην ειδική αγωγή στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1. Τεχνητή νοημοσύνη και η σημασία της στην εκπαίδευση

Τεχνητή νοημοσύνη (TN)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναφέρεται στον κλάδο της επιστήμης των υπολογιστών που στοχεύει στη δημιουργία συστημάτων ικανών να εκτελούν εργασίες που κανονικά απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη. Αυτές οι εργασίες περιλαμβάνουν τη μάθηση από την εμπειρία, την κατανόηση της φυσικής γλώσσας, την αναγνώριση μοτίβων, την επίλυση προβλημάτων, τη λήψη αποφάσεων και την ερμηνεία οπτικών εικόνων. Η τεχνητή νοημοσύνη περιλαμβάνει μια ποικιλία επιμέρους πεδίων, όπως η μηχανική μάθηση (όπου οι υπολογιστές προγραμματίζονται να μαθαίνουν από δεδομένα), η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (πώς να επεξεργάζονται την ανθρώπινη γλώσσα), η όραση υπολογιστών (πώς να ερμηνεύουν οπτικά δεδομένα) και η ρομποτική.

Εξέλιξη της TN στην εκπαίδευση

Η εμπλοκή της TN στην εκπαίδευση άρχισε σοβαρά τη δεκαετία του 1960 και του 1970 με την ανάπτυξη της διδασκαλίας με τη βοήθεια υπολογιστή (CAI) και των ευφυών συστημάτων διδασκαλίας (ITS).

1. Η δεκαετία του 1960: Μια από τις πρώτες περιπτώσεις TN στην εκπαίδευση ήταν το σύστημα PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations), που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις τη δεκαετία του 1960. Το PLATO δεν ήταν σύστημα TN, αλλά έθεσε τα θεμέλια για τη διδασκαλία με τη βοήθεια υπολογιστή.

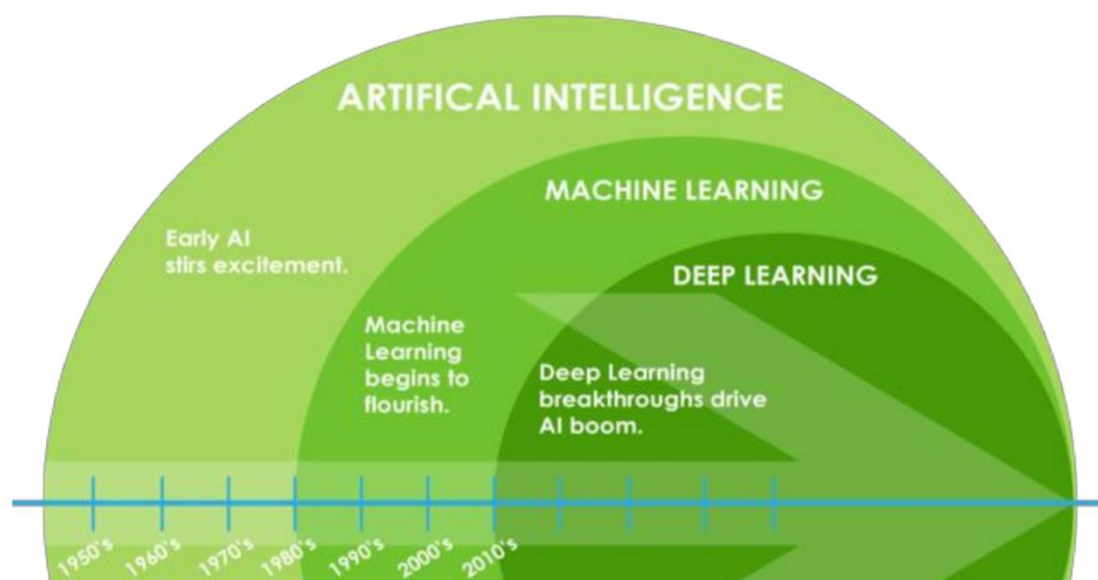
2. Η δεκαετία του 1970: Σε αυτή τη δεκαετία, οι ερευνητές άρχισαν να δημιουργούν το πρώτο "ευφύες" εκπαιδευτικό λογισμικό. Για παράδειγμα, το σύστημα SCHOLAR του Carbonell (1970) σχεδιάστηκε για να εμπλέκει τους μαθητές σε συνομιλίες σε φυσική γλώσσα στον τομέα της γεωγραφίας.

3. Η δεκαετία του 1980: Η δεκαετία του '80 έφερε συστήματα όπως το Geometry Tutor, το οποίο ήταν σε θέση να παρέχει στους μαθητές εξατομικευμένη διδασκαλία και ανατροφοδότηση. Η

δεκαετία αυτή χαρακτηρίστηκε από την ανάπτυξη ευφυών συστημάτων διδασκαλίας (ITS) που προσπάθησαν να αναπαράγουν την ατομική διδασκαλία από άνθρωπο, η οποία θεωρείται η πιο αποτελεσματική μορφή διδασκαλίας.

4. Οι δεκαετίες του 1990 - 2000: Κατά τη διάρκεια αυτών των ετών, η τεχνητή νοημοσύνη συνέχισε να σημειώνει πρόοδο στην εκπαίδευση με την εμφάνιση τεχνολογιών προσαρμοστικής μάθησης και διδασκαλίας βάσει δεδομένων. Η τεχνητή νοημοσύνη άρχισε να χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικά παιχνίδια, προσομοιώσεις και επίλυση προβλημάτων.

5. Η δεκαετία του 2010: Με την άνοδο της μηχανικής μάθησης και της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας, η ΤΝ απέκτησε κεντρικότερο ρόλο στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Οι εφαρμογές ΤΝ επεκτάθηκαν και συμπεριέλαβαν πλατφόρμες προσαρμοστικής μάθησης, έξυπνους εικονικούς βοηθούς και προγνωστικές αναλύσεις για τις επιδόσεις των μαθητών.



Σχήμα 1: Η σχέση ανάμεσα σε Τεχνητή Νοημοσύνη, Μηχανική Μάθηση και Deep Learning (Bozkurt et al., 2021)

6. Η δεκαετία του 2020 έως και σήμερα: Η ΤΝ χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για εξατομικευμένη μάθηση, βαθμολόγηση, ανατροφοδότηση, ανίχνευση συναισθημάτων για την ενίσχυση της ευημερίας των μαθητών και παροχή πληροφοριών στους εκπαιδευτικούς σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών. Χρησιμοποιείται επίσης στην ειδική εκπαίδευση για την προσβασιμότητα, την εξατομικευμένη διδασκαλία και τις υποστηρικτικές τεχνολογίες.

Παρά τις εξελίξεις αυτές, η τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση

εξακολουθεί να είναι ένας αναπτυσσόμενος τομέας, με δυνατότητες για πολύ μεγαλύτερο αντίκτυπο και πρόοδο. Είναι ζωτικής σημασίας να συνεχίσουμε να βελτιώνουμε αυτά τα συστήματα με έμφαση στην ηθική χρήση, τις ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και να διασφαλίσουμε ότι η τεχνολογία χρησιμοποιείται για να επαυξηθεί και όχι να αντικαταστήσει το κρίσιμο ανθρώπινο στοιχείο στην εκπαίδευση.

Σύνδεση της ΤΝ και της εκπαίδευσης

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει σημαντική συνάφεια και δυνατότητες στον τομέα της εκπαίδευσης, μετασχηματίζοντας τον τρόπο με τον οποίο παρέχεται και λαμβάνεται η εκπαίδευση. Ακολουθούν μερικοί τρόποι με τους οποίους κάνει τη διαφορά:

1. Προσωποποιημένη μάθηση: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες των μεμονωμένων μαθητών, εξατομικεύοντας την παροχή περιεχομένου με βάση τον μαθησιακό ρυθμό, τα δυνατά σημεία, τις αδυναμίες και το στυλ του μαθητή. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ευφυών συστημάτων διδασκαλίας και τεχνολογιών προσαρμοστικής μάθησης που αξιολογούν συνεχώς την απόδοση ενός μαθητή και προσαρμόζουν τη διδασκαλία αναλόγως.
2. Έξυπνα συστήματα διδασκαλίας: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να μιμηθεί την εμπειρία της ατομικής διδασκαλίας παρέχοντας εξατομικευμένη καθοδήγηση και ανατροφοδότηση στους μαθητές. Τα συστήματα αυτά μπορούν να εντοπίζουν κενά στις γνώσεις και να προσφέρουν στοχευμένους πόρους ή ασκήσεις για την αντιμετώπιση αυτών των κενών.
3. Αυτοματοποίηση διοικητικών καθηκόντων: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει στην αυτοματοποίηση χρονοβόρων διοικητικών εργασιών, όπως η βαθμολόγηση και ο προγραμματισμός. Αυτό όχι μόνο εξοικονομεί πολύτιμο χρόνο για τους εκπαιδευτικούς, αλλά μειώνει και την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους.
4. Αναλύσεις μάθησης: Η ΤΝ μπορεί να αναλύσει τεράστιες ποσότητες δεδομένων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι μαθητές, βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν γνώσεις σχετικά με τις μαθησιακές συμπεριφορές και να εντοπίσουν περιοχές για βελτίωση. Αυτό μπορεί να δώσει πληροφορίες για την ανάπτυξη αποτελεσματικότερων στρατηγικών διδασκαλίας και παρεμβάσεων.
5. Εικονική πραγματικότητα και επαυξημένη πραγματικότητα: Η τεχνητή νοημοσύνη συμβάλλει επίσης στην πρόοδο της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας

(AR) στην εκπαίδευση, προσφέροντας καθηλωτικές, διαδραστικές μαθησιακές εμπειρίες που μπορούν να ενισχύσουν την κατανόηση και τη διατήρηση της γνώσης.

6. Βοηθητικές τεχνολογίες: Η τεχνητή νοημοσύνη ενσωματώνεται σε υποστηρικτικές τεχνολογίες για την υποστήριξη μαθητών με ειδικές ανάγκες. Για παράδειγμα, τα εργαλεία μετατροπής ομιλίας σε κείμενο με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να βοηθήσουν μαθητές με δυσλεξία ή προβλήματα ακοής.

7. Καθοδήγηση σταδιοδρομίας: Τα συστήματα με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να παρέχουν στους μαθητές εξατομικευμένη επαγγελματική καθοδήγηση, συνιστώντας μαθήματα και εξωσχολικές δραστηριότητες με βάση τα ενδιαφέροντα, τις δεξιότητες και τις επαγγελματικές φιλοδοξίες των μαθητών.

Προσφέροντας εξατομικευμένες, αποτελεσματικές και ελκυστικές μαθησιακές εμπειρίες, η ΤΝ έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά τα εκπαιδευτικά αποτελέσματα και την ισότητα. Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ωστόσο, ότι θα πρέπει να ληφθούν προσεκτικά υπόψη ηθικά ζητήματα, όπως το απόρρητο των δεδομένων και το ψηφιακό χάσμα, ώστε να διασφαλιστεί ότι τα οφέλη της ΤΝ στην εκπαίδευση θα είναι πλήρως αξιοποιήσιμα και ευρέως προσβάσιμα.

2.2. Η ειδική αγωγή και η σημασία της

Ειδική αγωγή

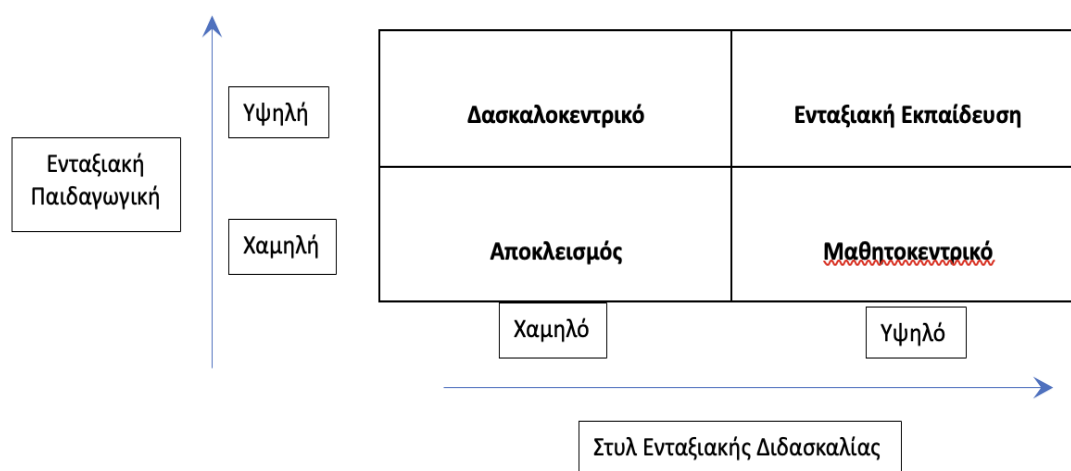
Η ειδική αγωγή αναφέρεται σε ένα σύνολο εκπαιδευτικών υπηρεσιών, διδακτικών στρατηγικών και μεθόδων διδασκαλίας ειδικά σχεδιασμένων για να καλύψουν τις μοναδικές ανάγκες των μαθητών με αναπηρίες ή μαθησιακές δυσκολίες. Οι ανάγκες αυτές μπορεί να συνδέονται με μια σειρά από καταστάσεις, όπως γνωστικές διαταραχές, σωματικές αναπηρίες, αισθητηριακές διαταραχές, συναισθηματικές και συμπεριφορικές διαταραχές και ειδικές μαθησιακές δυσκολίες όπως η δυσλεξία ή η δυσαριθμησία.

Η ειδική αγωγή αποσκοπεί στο να διασφαλίσει ότι οι μαθητές αυτοί έχουν ίσες ευκαιρίες να μάθουν, να συμμετέχουν και να ευδοκιμήσουν στο σχολείο, προωθώντας έτσι τη συμμετοχικότητα στην εκπαίδευση. Μπορεί να περιλαμβάνει μια σειρά από υποστηρίξεις και τροποποιήσεις, όπως:

1. Εξατομικευμένα εκπαιδευτικά προγράμματα (ΙΕΡ): Πρόκειται για προσαρμοσμένα διδακτικά σχέδια που έχουν σχεδιαστεί για να καλύπτουν τις μοναδικές ανάγκες κάθε μαθητή. Ένα τέτοιο πρόγραμμα περιγράφει τους μαθησιακούς στόχους ενός μαθητή, την υποστήριξη που θα λάβει και τον τρόπο με τον οποίο θα αξιολογείται η πρόοδός του.

2. Τάξεις με ενταξιακό χαρακτήρα: Όπου είναι δυνατόν, οι μαθητές με ειδικές ανάγκες μπορούν να εκπαιδεύονται στις τάξεις της γενικής εκπαίδευσης μαζί με τους συνομηλίκους τους. Αυτή η συμπερίληψη (inclusion) μπορεί να διευκολύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση αλλά και την ψυχολογική ωρίμανση και εξέλιξη όλων των μαθητών.

3. Βοηθητικές τεχνολογίες: Πρόκειται για συσκευές ή λογισμικό που βοηθούν τους μαθητές να ξεπεράσουν τις προκλήσεις που σχετίζονται με τις παθήσεις τους. Για παράδειγμα, το λογισμικό μετατροπής κειμένου σε ομιλία μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές με δυσκολίες ανάγνωσης, ενώ τα προσβάσιμα σε αναπηρικό αμαξίδιο θρανία μπορούν να εξυπηρετήσουν τους μαθητές με αναπηρίες.



Σχήμα 2: Ενταξιακή παιδαγωγική και στυλ διδασκαλίας που προωθεί την ενταξιακή εκπαίδευση

Σημασία της Ειδικής Αγωγής

Η σημασία της ειδικής αγωγής έγκειται στη δέσμευσή της να διασφαλίζει το δικαίωμα κάθε παιδιού στην εκπαίδευση, ανεξάρτητα από τις ικανότητες ή τις αναπηρίες του. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι βασικότεροι από τους λόγους για τους οποίους η ειδική αγωγή είναι ζωτικής σημασίας:

1. Προωθεί τις ίσες ευκαιρίες: Η ειδική αγωγή συμβάλλει στην

εξίσωση των όρων ανταγωνισμού, παρέχοντας στους μαθητές με αναπηρίες την υποστήριξη που χρειάζονται για να έχουν πρόσβαση και να επιτύχουν στην εκπαίδευση.

2. Εξατομικευμένη μάθηση: Η ειδική αγωγή αναγνωρίζει ότι κάθε μαθητής είναι μοναδικός και μαθαίνει με διαφορετικούς τρόπους. Προωθεί την εξατομικευμένη μάθηση, προσαρμόζοντας τη διδασκαλία στις ανάγκες κάθε μαθητή.

3. Κοινωνική ενσωμάτωση: Η συμπερίληψη στην εκπαίδευση μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές με αναπηρία να νιώσουν μέρος της κοινότητας, προωθώντας τις κοινωνικές δεξιότητες και την ένταξη.

4. Προετοιμάζει για την ενηλικίωση: Η ειδική αγωγή δεν εστιάζει μόνο στις ακαδημαϊκές δεξιότητες αλλά και στις δεξιότητες ζωής. Βοηθά στην προετοιμασία των μαθητών για την ενηλικίωση, συμπεριλαμβανομένης της απασχόλησης και της αυτόνομης διαβίωσης.

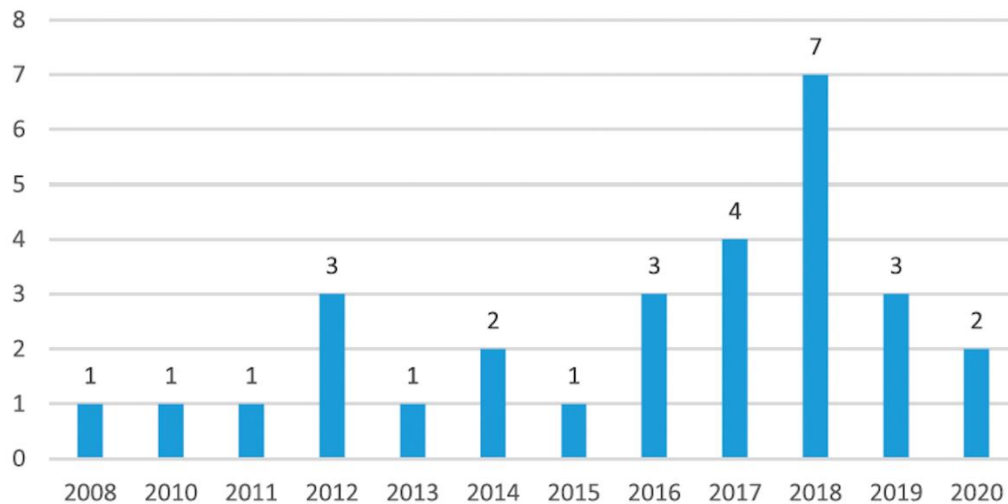
5. Λόγοι Ισονομίας: Σε πολλές χώρες, η ειδική αγωγή αποτελεί νομική απαίτηση, διασφαλίζοντας ότι οι μαθητές με αναπηρία λαμβάνουν τις κατάλληλες εκπαιδευτικές υπηρεσίες.

6. Οφέλη για όλους: Οι αρχές της ειδικής αγωγής, όπως η εξατομικευμένη μάθηση και οι πρακτικές χωρίς αποκλεισμούς, ωφελούν το σύνολο των μαθητών, όχι μόνο εκείνους με ειδικές ανάγκες. Προάγουν μια κοινωνία, με ενσωμάτωση όλων των παιδιών για μια συμπεριληπτική κοινωνία με ενσυναίσθηση.

Γενικότερα, η ειδική αγωγή έχει μεγάλη σημασία στη δημιουργία ενός συμπεριληπτικού και ισότιμου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, στο οποίο κάθε μαθητής έχει την ευκαιρία να μάθει, να καλλιεργήσει και να αξιοποιήσει πλήρως τις δυνατότητές του.

2.3. Αξιοποίηση της ΤΝ στην ειδική αγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη (ΤΝ) προσφέρει συναρπαστικές δυνατότητες για την εξέλιξη και βελτίωση της ειδικής αγωγής. Άλλωστε όπως προκύπτει και από το σχήμα 3 οι έρευνες που μελετούν την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Ειδική Αγωγή παρουσιάζουν μια αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια.



Σχήμα 3: Έρευνες TN στην ΕΑ ανά έτος (Horcan et al., 2022)

Παρακάτω ακολουθεί μια σύντομη αναφορά στους διάφορους τρόπους που μπορεί να αξιοποιηθεί η Τεχνητή Νοημοσύνη στον τομέα της ειδικής αγωγής:

1. Προσωποποιημένη μάθηση: Η TN μπορεί να παρέχει εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες που ανταποκρίνονται στις ατομικές ανάγκες κάθε μαθητή. Μέσω προσαρμοστικών συστημάτων μάθησης, η TN μπορεί να προσαρμόζει το περιεχόμενο και τον ρυθμό σύμφωνα με τα δυνατά σημεία, τις αδυναμίες και τον ρυθμό μάθησης κάθε μαθητή. Για παράδειγμα, μια πλατφόρμα μάθησης βασισμένη στην TN μπορεί να παρέχει επιπλέον προβλήματα εξάσκησης για έναν μαθητή που δυσκολεύεται με μια συγκεκριμένη μαθηματική έννοια, ενώ μπορεί να προχωρήσει σε πιο προχωρημένα θέματα για έναν μαθητή που έχει κατακτήσει την ίδια έννοια.
2. Βοηθητικές τεχνολογίες: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις δυνατότητες των υποστηρικτικών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται από μαθητές με ειδικές ανάγκες. Για παράδειγμα, η αναγνώριση ομιλίας με τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει μαθητές με δυσλεξία ή άλλες δυσκολίες γραφής ενώ τα οπτικά βοηθήματα με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να υποστηρίξουν μαθητές με προβλήματα όρασης.
3. Learning Analytics: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση ενός τεράστιου όγκου δεδομένων σχετικά με τις μαθησιακές συμπεριφορές των μαθητών, βοηθώντας τους εκπαιδευτικούς να αποκτήσουν γνώσεις και να εντοπίσουν τομείς στους οποίους οι μαθητές μπορεί να χρειάζονται πρόσθετη υποστήριξη. Για παράδειγμα, η TN θα μπορούσε να αναλύσει μοτίβα στις επιδόσεις ενός μαθητή

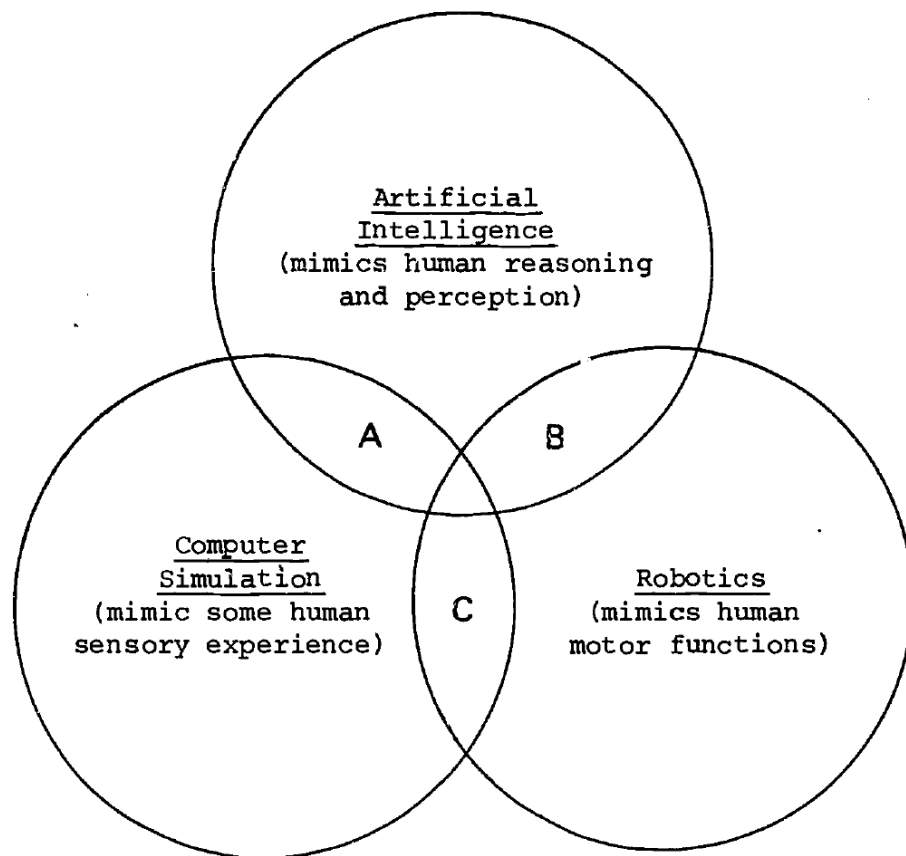
για να εντοπίσει αν δυσκολεύεται στην κατανόηση γραπτού λόγου, στα μαθηματικά ή σε οποιοδήποτε άλλο μάθημα, επιτρέποντας στοχευμένες παρεμβάσεις.

4. Έξυπνα συστήματα διδασκαλίας: Τα συστήματα διδασκαλίας με βάση την ΤΝ μπορούν να παρέχουν ατομική διδασκαλία, καθοδήγηση και υποστήριξη προσαρμοσμένη στις ατομικές μαθησιακές ανάγκες των μαθητών με αναπηρίες. Μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών σε πραγματικό χρόνο, να παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση και να προσαρμόζουν ανάλογα τις στρατηγικές διδασκαλίας τους.

5. Βελτίωση της προσβασιμότητας: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει να γίνει το εκπαιδευτικό υλικό πιο προσβάσιμο για μαθητές με ειδικές ανάγκες. Για παράδειγμα, η ΤΝ μπορεί να μετατρέψει το κείμενο σε ομιλία για μαθητές με προβλήματα όρασης ή να δημιουργήσει μια απομαγνητοφώνηση των προφορικών λέξεων για μαθητές με προβλήματα ακοής.

6. Κοινωνική-συναισθηματική μάθηση: Τα εργαλεία που βασίζονται στην ΤΝ μπορούν να βοηθήσουν στην υποστήριξη της κοινωνικο-συναισθηματικής μάθησης για μαθητές με ειδικές ανάγκες. Για παράδειγμα, οι εικονικοί πράκτορες (virtual agents) ή τα ρομπότ με τεχνητή νοημοσύνη (AI Robots) μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές με διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές (ΔΑΔ) να βελτιώσουν τις δεξιότητές τους στην κοινωνική αλληλεπίδραση.

7. Υποστήριξη των εκπαιδευτικών: Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς ειδικής αγωγής αναλαμβάνοντας διοικητικά καθήκοντα, όπως η βαθμολόγηση ή ο προγραμματισμός, επιτρέποντάς τους περισσότερο χρόνο για να επικεντρωθούν στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και την ατομική εργασία με τους μαθητές. Η ΤΝ μπορεί επίσης να παρέχει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τις αποτελεσματικές στρατηγικές και προσεγγίσεις διδασκαλίας, διευκολύνοντας τη συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη.



Examples of Overlapping Technologies

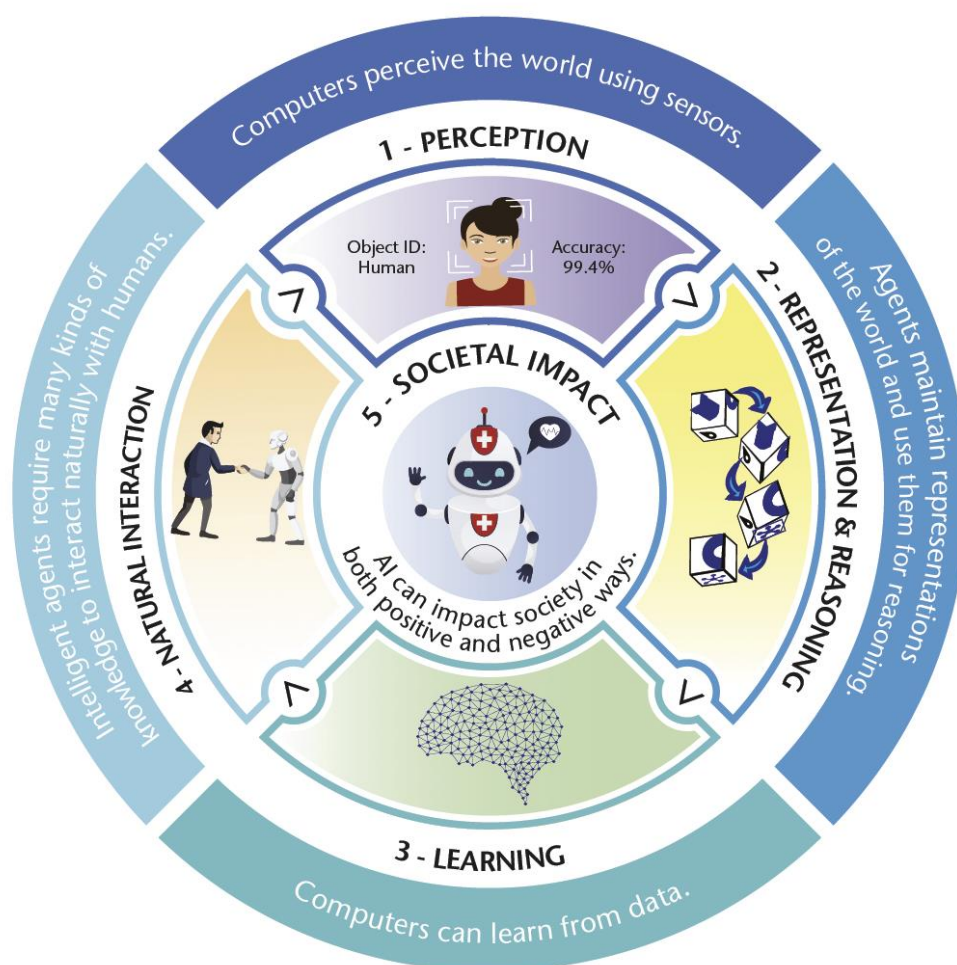
- A = "Intelligent," interactive simulation
- B = Robot driven by visually guided (AI) system
- C = Computer simulation of a robot's activities

Σχήμα 4: Πως έβλεπαν οι επιστήμονες το συνδυασμό ΤΝ,
Ρομποτικής και προσομοίωσης υπολογιστή στην ειδική αγωγή
από το 1985 (Moore et al., 1985)

Είναι σημαντικό να θυμόμαστε ότι ενώ η ΤΝ προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για την ειδική αγωγή, δεν αποτελεί πανάκεια. Η ΤΝ θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως υποστηρικτικό εργαλείο σε συνδυασμό με υψηλής ποιότητας, εξατομικευμένη διδασκαλία. Επιπλέον, παράγοντες όπως η προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, η τεχνολογική πρόσβαση και ο τεχνολογικός αλφαριθμητισμός θα πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά για να διασφαλιστεί η ηθική και αποτελεσματική χρήση της ΤΝ στην ειδική αγωγή.

Στα επόμενα κεφάλαια της πτυχιακής θα παρουσιάσουμε σύγχρονες έρευνες που ασχολήθηκαν αντίστοιχα: με την ΤΝ στην εκπαίδευση (Κεφάλαιο 3), με την ΤΝ και την ειδική αγωγή (Κεφάλαιο 4).

Ακόμα στο κεφάλαιο 4 θα ασχοληθούμε με την εφαρμογή της ΤΝ σε κατηγορίες μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες όπως: δυσλεξία, ΔΕΠΥ, αυτισμό, νοητική αναπηρία, προβλήματα ακοής και πολλαπλές αναπηρίες. Οι μελέτες είναι στη πλειονότητα τους από το 2018 έως και σήμερα με ελάχιστες εξαιρέσεις που προστέθηκαν για συγκεκριμένους λόγους.

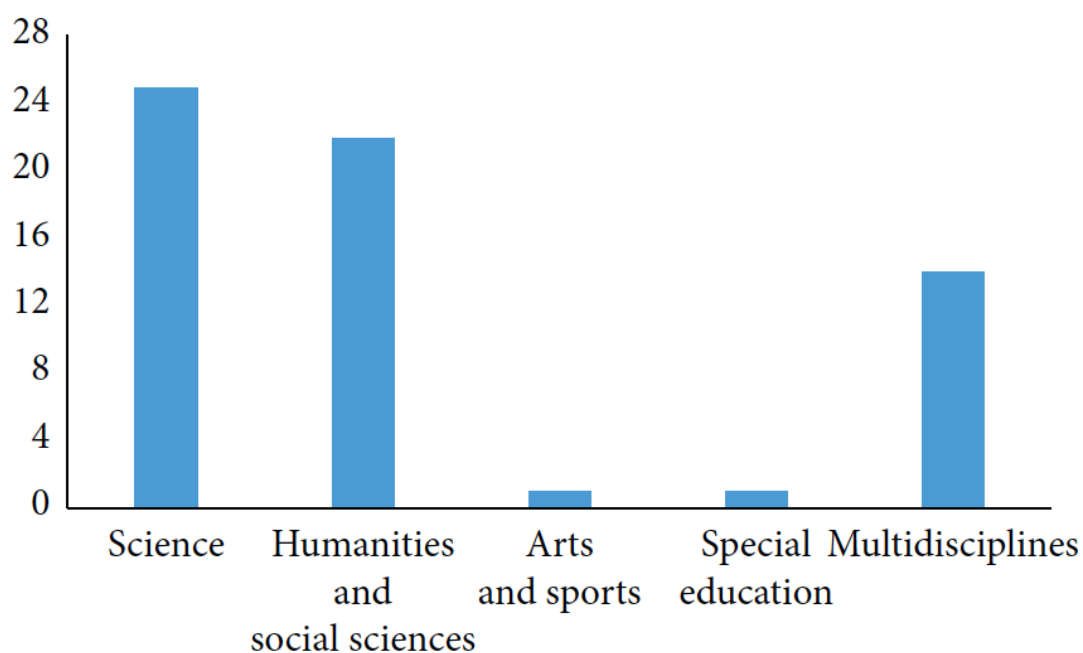


Σχήμα 5: Πέντε τομείς εφαρμογής της ΤΝ (Touretzky et al., 2019)

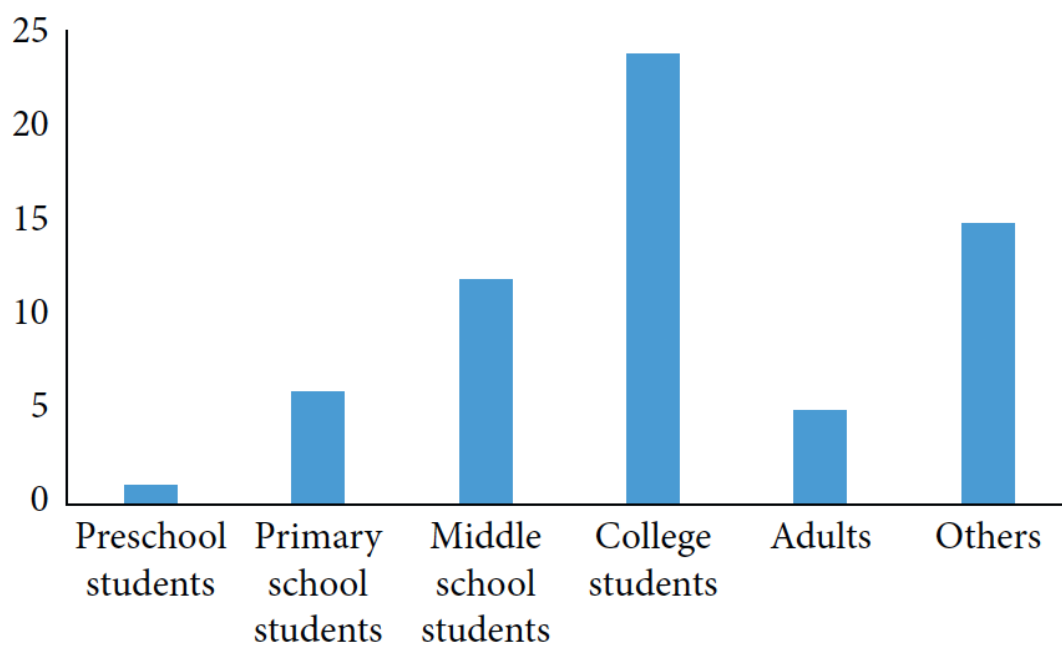
3. Εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται συνοπτικά έρευνες που ασχολούνται με εφαρμογές ΤΝ στην τυπική εκπαίδευση.

Στην μελέτη των Zhai et al. (2021), αναλύθηκε η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) στην εκπαίδευση και εξετάστηκαν οι πιθανές ερευνητικές τάσεις και προκλήσεις. Μελετήθηκαν 100 εργασίες από το 2010 έως το 2020, συμπεριλαμβανομένων εμπειρικών εργασιών και αναλυτικών εργασιών. Η ανάλυση περιεχομένου αποκάλυψε ότι οι ερευνητικές ερωτήσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε επίπεδο ανάπτυξης, εφαρμογής και ολοκλήρωσης. Τέσσερις ερευνητικές τάσεις, όπως το Internet of Things, η ΤΝ, η βαθιά μάθηση και η νευροεπιστήμη, προτάθηκαν για περαιτέρω διερεύνηση. Επιπλέον, αναφέρθηκαν και ορισμένες προκλήσεις όπως η ακατάλληλη χρήση των τεχνικών ΤΝ, η αλλαγή των ρόλων των εκπαιδευτικών και των μαθητών, καθώς και ηθικά και κοινωνικά ζητήματα. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης παρέχουν πληροφορίες για την εφαρμογή της ΤΝ στην εκπαίδευση και προσφέρουν μια υποσχόμενη προοπτική για περαιτέρω συνεργατική έρευνα σε αυτόν τον τομέα. Στο σχήμα 6 παρουσιάζεται το πλήθος των δημοσιεύσεων ανά εκπαιδευτικό αντικείμενο όπου και παρατηρούμε ότι σχεδόν οι μισές δημοσιεύσεις που μελετήθηκαν στην έρευνα αφορούν τις θετικές και τις ανθρωπιστικές επιστήμες. Ενώ στο σχήμα 7 παρουσιάζεται το πλήθος των δημοσιεύσεων ανά βαθμίδα εκπαίδευσης. Εδώ υπερσχύουν οι φοιτητές ακολουθούμενοι από τους μαθητές μέσης εκπαίδευσης.



Σχήμα 6: Ο αριθμός των δημοσιεύσεων που μελετήθηκαν ανά εκπαιδευτικό αντικείμενο (Zhai et al. 2021)



Σχήμα 7: Ο αριθμός των δημοσιεύσεων που μελετήθηκαν ανά εκπαιδευτική βαθμίδα (Zhai et al. 2021)

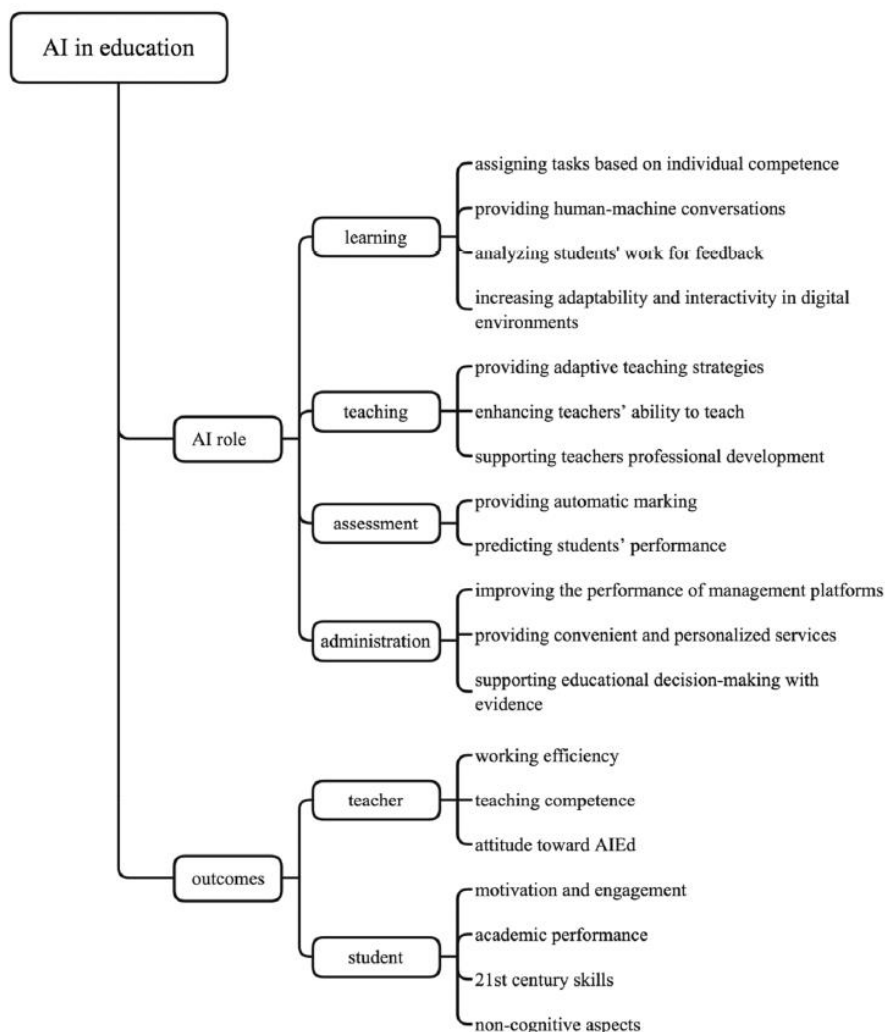
Ακολουθώντας η μελέτη των Zafari et al. (2022) θεωρεί ότι η

εκπαίδευση αλλάζει ραγδαία χρόνο με τον χρόνο και η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της. Πιο συγκεκριμένα εξετάζει τον τρόπο ενσωμάτωσης της TN στην εκπαίδευση K-12 και αναδεικνύει τη σημαντική επίδρασή της. Η εκπαίδευση K – 12 είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται περισσότερο στις Η.Π.Α. και περιλαμβάνει τόσο την πρωτοβάθμια όσο και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, δηλαδή μαθητές από 5 έως 17 ετών. Η εφαρμογή της TN σε διάφορα μέρη της εκπαίδευσης, όπως η απόδοση των μαθητών, ο τρόπος διδασκαλίας και η επιλογή συμπεριφοράς, εξετάστηκε και κατατάχθηκε σε κατηγορίες. Οι πιο συνηθισμένες προσεγγίσεις TN ήταν η μηχανική μάθηση (ML) και το ευφυές σύστημα διδασκαλίας (ITS). Συγκεκριμένα, τα λύκεια και τα μαθήματα STEM ήταν πεδία εστίασης για την εφαρμογή της TN. Η έρευνα επίσης αποκάλυψε τις δυνατότητες που προσφέρει η TN στην εκπαίδευση K-12 και προτείνει μελλοντικές έρευνες για την εξερεύνηση και άλλων παιδαγωγικών προσεγγίσεων. Συνολικά, η χρήση της TN στην εκπαίδευση K-12 έχει μεγάλη δυναμική και μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη εκπαιδευτικών συστημάτων βασισμένων σε αυτήν.

Στη συνέχεια η έρευνα των Park και Kwon (2023) αναπτύχθηκε με σκοπό την εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού προγράμματος με χρήση τεχνητής νοημοσύνης (TN) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της Νότιας Κορέας. Η μελέτη επίσης εξέτασε την αποτελεσματικότητα του προγράμματος και τη σημασία της τεχνολογικής εκπαίδευσης. Η μελέτη αυτή χρησιμοποίησε τρία βήματα: προετοιμασία, ανάπτυξη και βελτίωση, και ανέπτυξε ένα πρόγραμμα διδασκαλίας συνολικής διάρκειας 16 ωρών. Οι μαθητές συμμετείχαν σε pretest και posttest και τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν σημαντική αύξηση του μέσου όρου και των δύο δομών στο "ενδιαφέρον για την τεχνολογία" και στις "φιλοδοξίες σταδιοδρομίας στην τεχνολογία". Τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαίωσαν ότι το πρόγραμμα TN που αναπτύχθηκε ήταν αποτελεσματικό στην τεχνολογική εκπαίδευση και την εξερεύνηση σταδιοδρομίας. Αυτά τα ερευνητικά αποτελέσματα προσφέρουν ένα θετικό μήνυμα για την περαιτέρω εισαγωγή της TN στην τεχνολογική εκπαίδευση.

Πολλές οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση (AIEd) που εμφανίζονται και είναι νέες τόσο για τους ερευνητές όσο και για τους επαγγελματίες. Η έρευνα των Chiu et al. (2023) εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογίες TN έχουν ενσωματωθεί σε καθέναν από τους τέσσερις βασικούς εκπαιδευτικούς τομείς: της μάθησης, της διδασκαλίας, της αξιολόγησης και της διοίκησης. Ακόμα οι σχέσεις μεταξύ των

τεχνολογιών και των μαθησιακών αποτελεσμάτων για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς. Η έρευνα των Chiu et al. (2023) συνιστά μια πλήρη και εμπειριστατωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση που αποσκοπεί στην κατανόηση των ευκαιριών και των προκλήσεων της AIEd, μιας και εξετάζει τη βιβλιογραφία των τελευταίων 10 ετών (2012-2021). Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν την τρέχουσα εστίαση της έρευνας AIEd προσδιορίζοντας 13 ρόλους των τεχνολογιών ΤΝ στους βασικούς εκπαιδευτικούς τομείς καθώς και 7 μαθησιακά αποτελέσματα του AIEd, που παρουσιάζονται συνολικά στο σχήμα 8. Η ανασκόπηση αυτή παρέχει επίσης προτάσεις για τις μελλοντικές κατευθύνσεις της έρευνας AIEd.

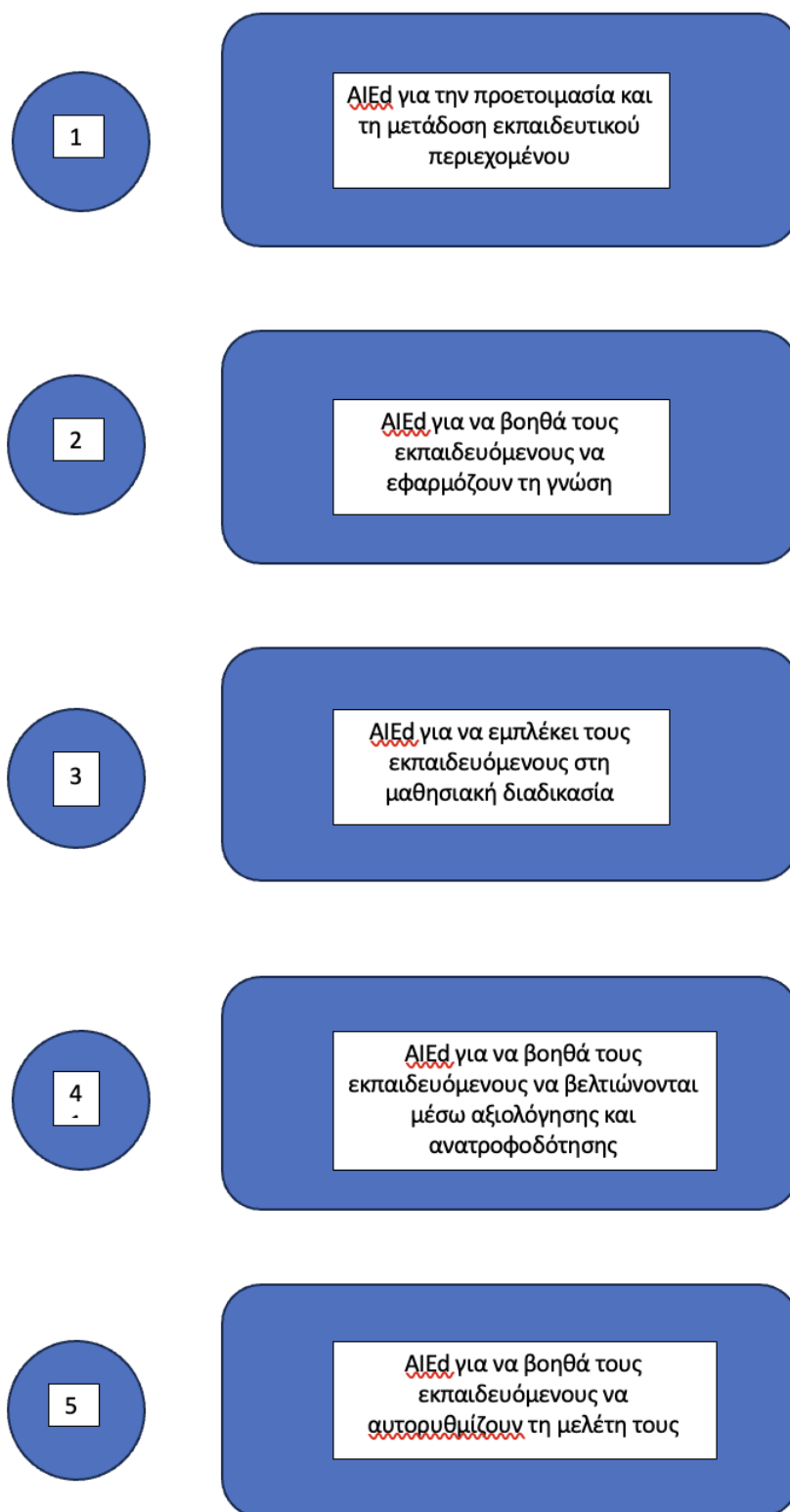


Σχήμα 8: Οι ρόλοι και τα αποτελέσματα των εφαρμογών ΤΝ στην εκπαίδευση (Chiu et al., 2023)

Και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή της Ε.Ε. με την έκθεση Tuomi (2018) αποδεικνύει το έντονο ενδιαφέρον που έχει για το

συγκεκριμένο χώρο και περιγράφει την τρέχουσα κατάσταση της τεχνητής νοημοσύνης (TN) και τις πιθανές επιπτώσεις της στη μάθηση, τη διδασκαλία και την εκπαίδευση. Ασχολείται με την πολιτική, την έρευνα και τις μελλοντικές δραστηριότητες και αναφέρεται στις ευκαιρίες και στις προκλήσεις που δημιουργούνται από τις πρόσφατες εξελίξεις στην TN. Η έκθεση απευθύνεται σε φορείς χάραξης πολιτικής, αλλά έχει επίσης συνεισφορές που ενδιαφέρουν τους προγραμματιστές τεχνολογίας TN και τους ερευνητές που μελετούν τον αντίκτυπο της TN στην οικονομία, την κοινωνία και το μέλλον της εκπαίδευσης και της μάθησης.

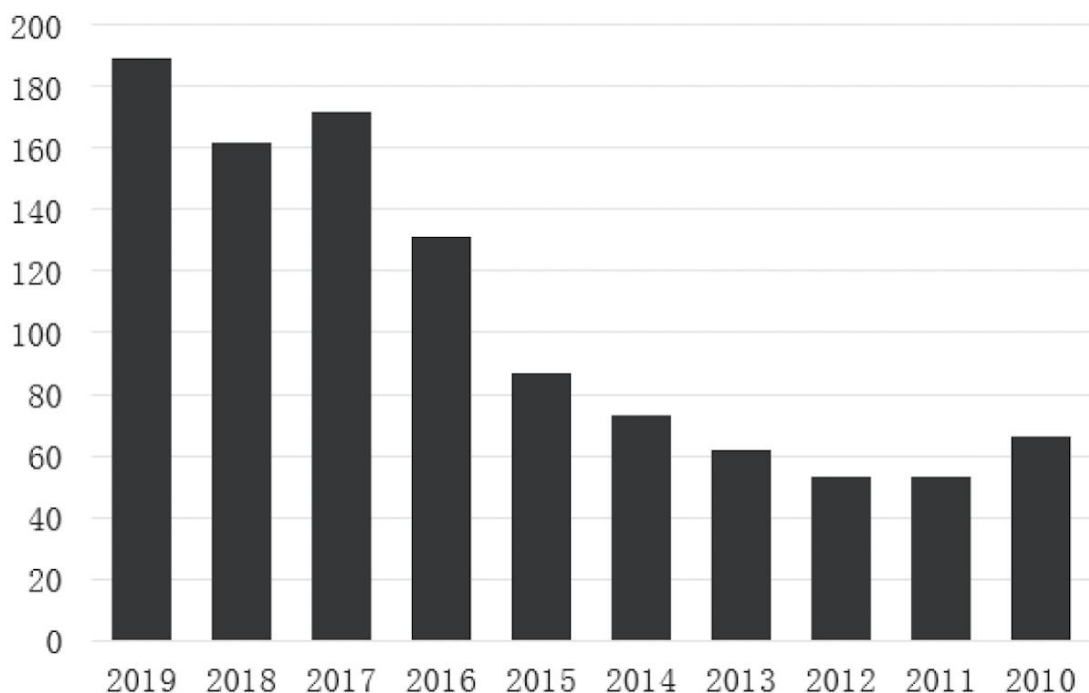
Στη συνέχεια η ανασκόπηση των Lamerias και Arnab (2021) ασχολείται με τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Τα βασικά ευρήματα που προκύπτουν από αυτήν την ανασκόπηση περιλαμβάνουν την ταξινόμηση των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης και τις συναφείς πρακτικές διδασκαλίας και μάθησης. Επίσης, περιγράφεται ένα πλαίσιο που βοηθά τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν δεξιότητες και ικανότητες σχετικά με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης. Ακόμα, αναφέρονται οι συνέπειες για τη δεοντολογική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και γίνονται προτάσεις για την υλοποίηση της διδασκαλίας και της μάθησης με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας. Η ανασκόπηση αυτή συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου που η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενισχύσει τον ρόλο των εκπαιδευτικών στη σχεδίαση και υλοποίηση της διδασκαλίας και μάθησης, προωθώντας παράλληλα την ανάπτυξη των συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης που βασίζονται σε αξιόπιστα δεδομένα και παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την εκπαίδευση, το δυναμικό των μαθητών και τα πρότυπα τους.



Σχήμα 9: Οι πέντε απόψεις διδασκαλίας και μάθησης με την TN (Lameras και Arnab 2021)

Μετά σειρά έχει η μελέτη των Chen et al. (2020) η οποία εστίαζε στον αντίκτυπο της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση. Πραγματοποίησαν μια βιβλιογραφική

ανασκόπηση, στην οποία διαπίστωσαν ότι η ΤΝ έχει ενσωματωθεί εκτενώς στην εκπαίδευση, με εφαρμογές σε διοίκηση, διδασκαλία και μάθηση. Η μελέτη διαπίστωσε ότι η τεχνητή νοημοσύνη έχει υιοθετηθεί και χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην εκπαίδευση, ιδίως από τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, σε διάφορες μορφές. Αρχικά, η ΤΝ εφαρμόστηκε μέσω υπολογιστών και σχετικών τεχνολογιών, μεταβαίνοντας σε διαδικτυακά και διαδικτυακά ευφυή εκπαιδευτικά συστήματα και καταλήγοντας στη χρήση ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων, ανθρωποειδών ρομπότ και διαδικτυακών ρομπότ συνομιλίας (chatbots) για την εκτέλεση καθηκόντων και λειτουργιών των εκπαιδευτών ανεξάρτητα ή μαζί με τους εκπαιδευτές. Αυτές οι πλατφόρμες επιτρέπουν στους εκπαιδευτές να εκτελούν διάφορες διοικητικές λειτουργίες, καθώς και να εξατομικεύουν το περιεχόμενο και τη διδακτέα ύλη σύμφωνα με τις ανάγκες των μαθητών. Αυτό βελτιώνει την εμπειρία των μαθητών και τη συνολική ποιότητα της μάθησης. Ωστόσο, η μελέτη υπογραμμίζει επίσης τη σημασία της προσεκτικής αξιολόγησης και επαγρύπνησης σχετικά με τους δυνητικούς κινδύνους και παραβιάσεις της προσωπικής απορρήτου και αυτονομίας των μαθητών. Συνολικά, η μελέτη αποδεικνύει ότι η ΤΝ έχει θετικό αντίκτυπο στην εκπαίδευση, βελτιώνοντας την απόδοση και την αφομοίωση της γνώσης από τους μαθητές. Στο παρακάτω σχήμα 10 παρουσιάζονται οι έρευνες των τελευταίων 10 ετών που περιέχουν τις λέξεις κλειδιά “AI” και “Education”, ενώ στον πίνακα 1 οι λειτουργίες που μπορεί να προσφέρει η ΤΝ στην εκπαίδευση στους τομείς της μάθησης, της διοίκησης και της καθοδήγησης.



Σχήμα 10: Δημοσιεύσεις των τελευταίων 10 ετών στο Web of Science και στο Google Scholar με τις λέξεις κλειδιά “AI” και “Education” (Chen et al., 2020)

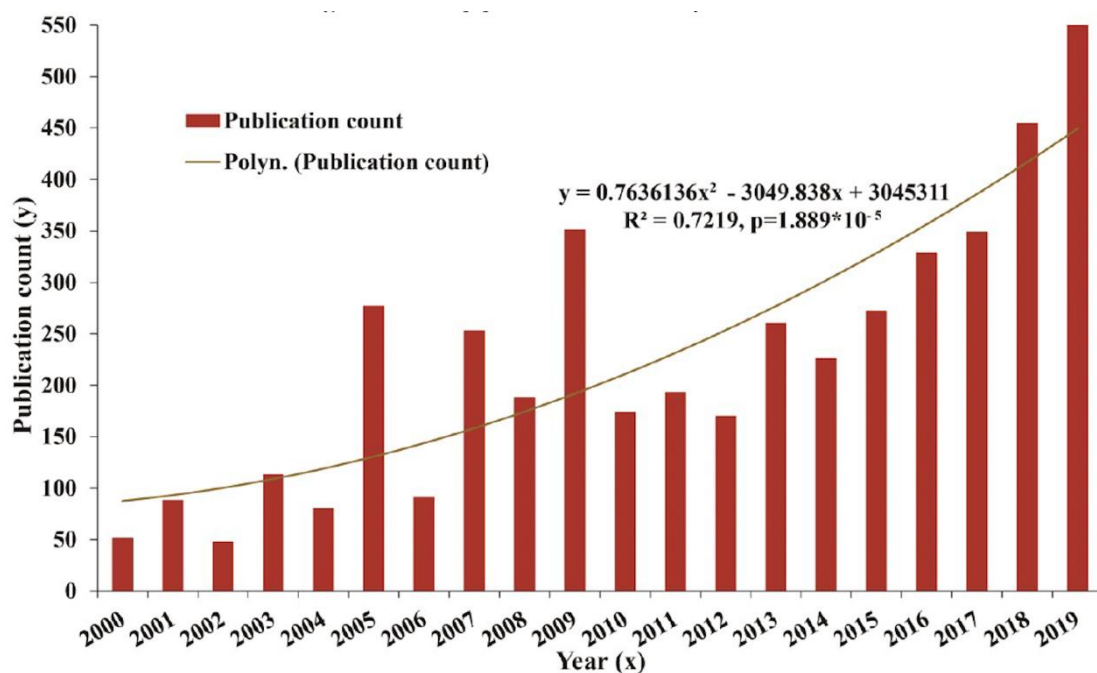
	The work AI can do in education
Administration	● Perform the administrative tasks faster that consume much of instructors' time, such as grading exams and providing feedback. ● Identify the learning styles and preferences of each of their students, helping them build personalized learning plan. ● Assist instructors in decision support and data-driven work. ● Give feedback and work with student timely and directly.
Instruction	● Anticipate how well a student exceed expectations in projects and exercises and the odds of dropping out of school. ● Analyze the syllabus and course material to propose customized content. ● Allow instruction beyond the classroom and into the higher-level education, supporting collaboration. ● Tailor teaching method for each student based on their personal data. ● Help instructors create personalized learning plans for each student.
Learning	● Uncover learning shortcomings of student and address them early in education. ● Customize the university course selection for students. ● Predict the career path for each student by gathering studying data ● Detect learning state and apply intelligent adaptive intervention to students.

Πίνακας 1: Οι λειτουργίες που μπορεί να προσφέρει η TN στην εκπαίδευση (Chen et al., 2020)

Ακολουθεί η μελέτη των González-Calatayud et al. (2021) η οποία είναι μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που ασχολήθηκε με χρήση της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση στο τομέα της αξιολόγησης των μαθητών. Αναλύθηκαν 22 εργασίες που ανακτήθηκαν από τις βάσεις Scopus και Web of Science, και παρουσιάστηκαν κάποια κύρια ευρήματα. Παρατηρήθηκε ότι σε πολλές μελέτες δεν αποδίδεται ιδιαίτερη σημασία στην παιδαγωγική προσέγγιση της εκπαίδευσης. Επιπλέον, η αξιολόγηση βασίζεται κυρίως στη διαμόρφωση της εκπαίδευσης και υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την αυτόματη βαθμολόγηση των μαθητών. Οι μελέτες αποκαλύπτουν επίσης διαφορές μεταξύ της χρήσης και της μη χρήσης της TN στην αξιολόγηση, και προτείνουν την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και περαιτέρω έρευνα για τις δυνατότητες της τεχνητής νοημοσύνης σε άλλες εκπαιδευτικές βαθμίδες εκτός της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης, τονίζεται η ανάγκη για περισσότερες έρευνες που επικεντρώνονται στις πτυχές της εκπαίδευσης, πέρα από την τεχνική ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης.

Στη δημοσίευση τους οι Chen et al. (2022) ξεκινούν από το δεδομένο ότι η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση έχει αυξηθεί και με αυτό αυξάνεται και ο αριθμός των δημοσιευμένων μελετών στον τομέα. Η ανασκόπηση τους

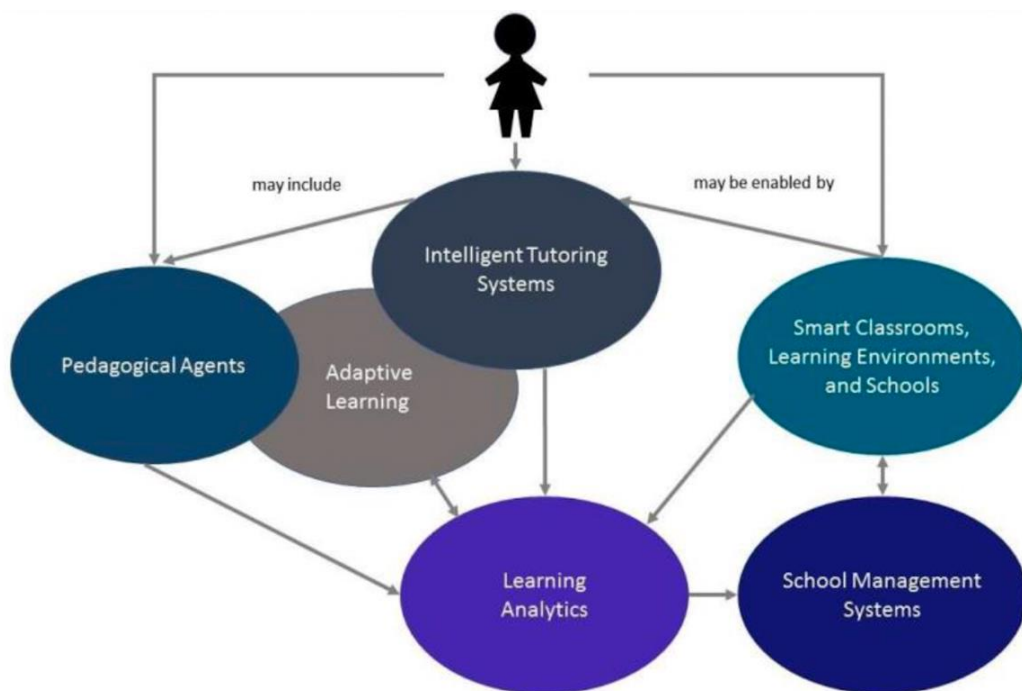
βασίζεται σε 4.519 δημοσιεύσεις από το 2000 έως το 2019 και επιχειρεί να εντοπίσει τις τάσεις και τα θέματα που σχετίζονται με τις εφαρμογές της ΤΝ στην εκπαίδευση (AIEd). Τα αποτελέσματα της αποκαλύπτουν ότι υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση της ΤΝ σε εκπαιδευτικούς σκοπούς από την ακαδημαϊκή κοινότητα. Οι κύριες έρευνες εστιάζονται σε θέματα όπως ευφυή συστήματα διδασκαλίας για την ειδική εκπαίδευση, επεξεργασία φυσικής γλώσσας για τη γλωσσική εκπαίδευση, εκπαιδευτικά ρομπότ για την εκπαίδευση με την ΤΝ, εξόρυξη εκπαιδευτικών δεδομένων για την πρόβλεψη επιδόσεων, ανάλυση λόγου στην υποστηριζόμενη από υπολογιστή συνεργατική μάθηση, νευρωνικά δίκτυα για την αξιολόγηση της διδασκαλίας, συναισθηματική υπολογιστική για την ανίχνευση συναισθημάτων των μαθητών και συστήματα συστάσεων για εξατομικευμένη μάθηση. Επιπλέον, συζητούνται οι προκλήσεις και οι μελλοντικές κατευθύνσεις της AIEd.



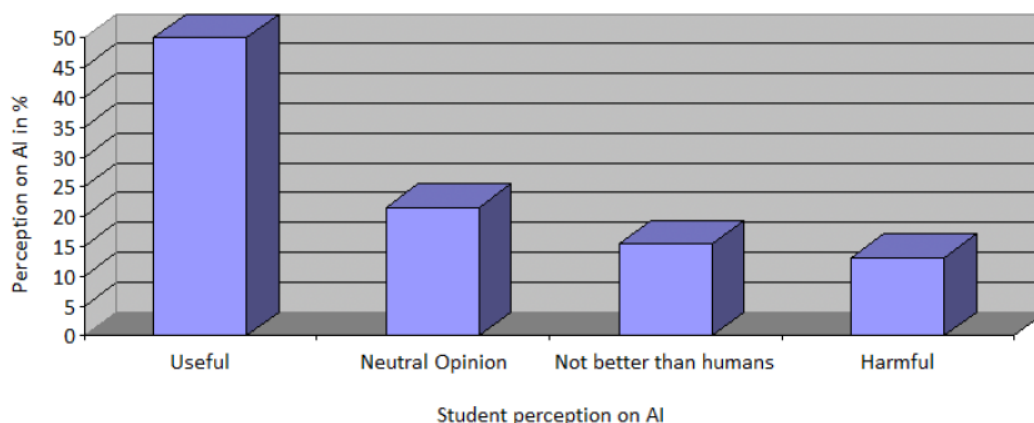
Σχήμα 11: Αριθμός δημοσιεύσεων AIEd ανά έτος (Chen et al. 2022)

Η μελέτη των Joshi et al. (2021) και αυτή με τη σειρά της διαπιστώνει ότι η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) έχει επεκταθεί σε όλους τους τομείς της ζωής μας. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια ακμάζουσα τεχνολογία που μεταμορφώνει όλες τις πτυχές της κοινωνικής μας αλληλεπίδρασης. Πιστεύουν δε ότι στην εκπαίδευση, η ΤΝ μπορεί να ενισχύσει τη διδασκαλία και τη μάθηση με νέες τεχνολογικές λύσεις. Ειδικά στις αναπτυσσόμενες χώρες οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη ΤΝ για να βελτιώσουν συνολικά την εκπαίδευση. Η μελέτη αυτή εξετάζει τις αντιλήψεις των

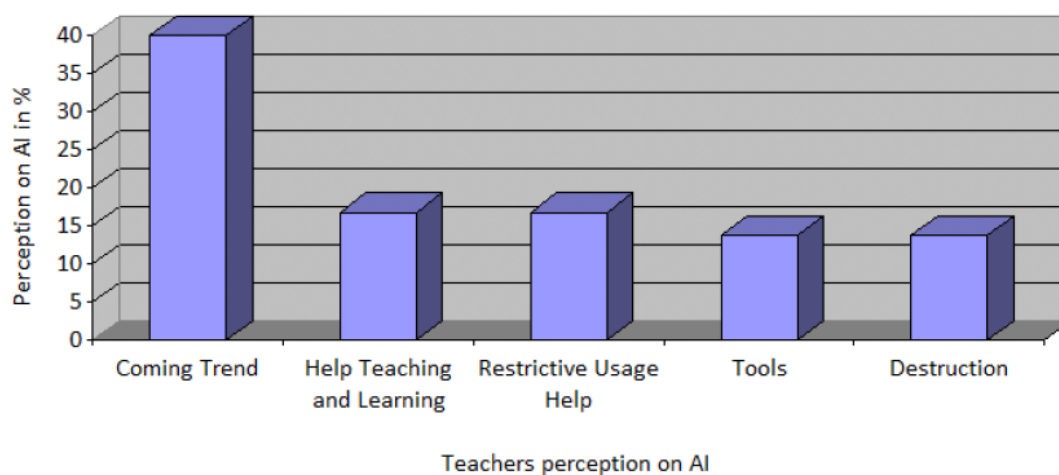
εκπαιδευτικών και των μαθητών για τη χρήση και την αποτελεσματικότητα της ΤΝ στην εκπαίδευση. Παρά την ανησυχία για την αντικατάσταση των ανθρώπων, η ΤΝ έχει θετικό πρόσημο και θεωρείται ωφέλιμη, τόσο από εκπαιδευτικούς όσο και από μαθητές. Ωστόσο, φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί είναι πιο προσαρμοσμένοι στις νέες τεχνολογίες από τους μαθητές. Θεωρούν ότι περαιτέρω έρευνα σχετικά με τις διαφορές στις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και των μαθητών για την ΤΝ μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματικότερη χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση (AIEd). Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 12) παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική ενός συστήματος ΤΝ στην εκπαίδευση, ενώ στα σχήματα 13 και 14 παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών και των εκπαιδευτικών για τη χρήση της ΤΝ στην εκπαίδευση. Όπως φαίνεται οι μαθητές είναι πιο θετική στην ΤΝ μιας και τη θεωρούν χρήσιμη στη πλειοψηφία τους. Από την άλλη μεριά οι εκπαιδευτικοί σε ποσοστό 40% τη θεωρούν «αναγκαίο κακό» και μόλις ένα ποσοστό κοντά στο 20% πιστεύει ότι βοηθά στη μάθηση και στη διδασκαλία.



Σχήμα 12: Αρχιτεκτονική συστήματος ΤΝ στην εκπαίδευση (AIEd) (Joshi et al., 2021)



Σχήμα 13: Η αντίληψη των μαθητών για την ΤΝ (Joshi et al., 2021)



Σχήμα 14: Η αντίληψη των εκπαιδευτικών για την ΤΝ (Joshi et al., 2021)

Η τεχνητή νοημοσύνη και η ανθρώπινη νοημοσύνη συνυπάρχουν στον σημερινό κόσμο και έχουν αντίκτυπο σε όλους τους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης. Η έρευνα των Paek και Kim (2021) προσπάθησε να εξετάσει τις επιπτώσεις και να προβλέψει τις μελλοντικές επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Επίσης, διερεύνησε τις ερευνητικές τάσεις και τη συνεργασία ανά χώρα στην τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση. Και αυτή η έρευνα διαπίστωσε ότι ο αριθμός των εργασιών για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση αυξάνεται δραματικά τα τελευταία χρόνια, απόρροια του αυξημένου ερευνητικού ενδιαφέροντος. Η έρευνα χωρίστηκε σε οκτώ θέματα, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στο περιεχόμενο της διδασκαλίας και της μάθησης. Η μελέτη καταλήγει ότι η έρευνα πρέπει να είναι πιο θεματικά διαφοροποιημένη και να εφαρμόζουν περισσότεροι

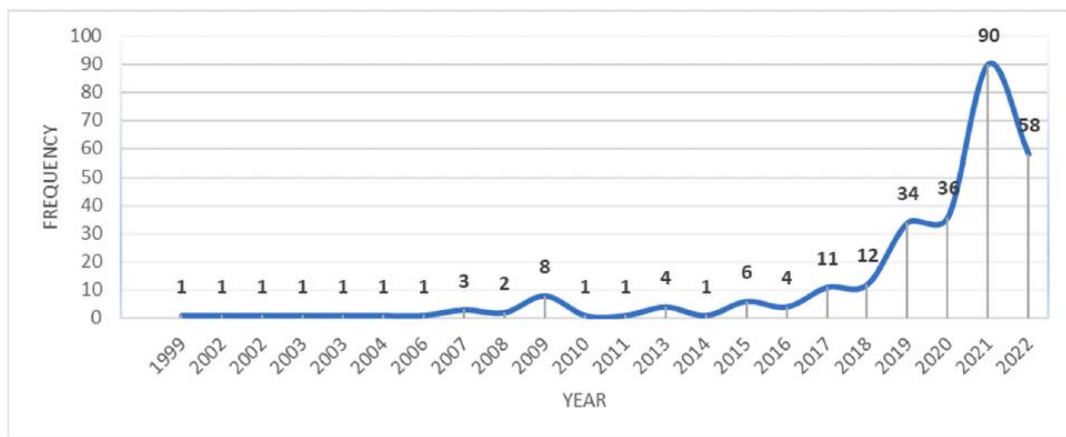
αλγόριθμοι και τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση. Η μελέτη παρέχει μια αφηγηρία για μελλοντικές έρευνες στην τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση.

Ακολούθως η ανασκόπηση που πραγματοποίησαν οι Bozkurt et al. (2021) εξετάζει την επίδραση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση τα τελευταία 50 χρόνια. Η έρευνα αναγνωρίζει τρεις κύριες ομάδες έρευνας που ενδιαφέρονται για την τεχνητή νοημοσύνη στην εκπαίδευση: α) τεχνητή νοημοσύνη, β) παιδαγωγικά και γ) τεχνολογικά ζητήματα. Επιπλέον, προτείνονται πέντε ευρύτερα ερευνητικά θέματα, όπως η προσαρμοστική μάθηση και εξατομίκευση της εκπαίδευσης με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, η βαθιά μάθηση και οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης για διαδικτυακές διαδικασίες μάθησης, η εκπαιδευτική αλληλεπίδραση ανθρώπου-τεχνητής νοημοσύνης, η εκπαιδευτική χρήση δεδομένων που παράγονται από την τεχνητή νοημοσύνη και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Τέλος, η μελέτη τονίζει ότι η ηθική στις ερευνητικές μελέτες της τεχνητής νοημοσύνης είναι ένας παραγνωρισμένος τομέας που απαιτεί περαιτέρω αυξημένη προσοχή και ενδιαφέρον.

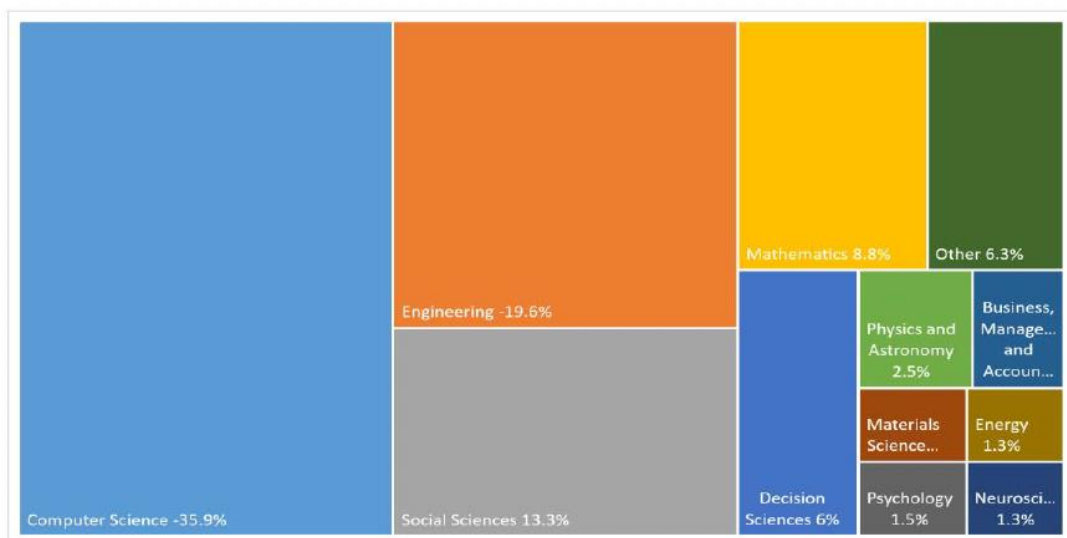
Μετά στο επιστημονικό άρθρο του Reiss (2021) εξετάζονται οι πτυχές της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση και η επίδρασή της στην ηθική. Η TN έχει τη δυνατότητα να εμπλουτίσει τη διαδικασία της μάθησης και να συμπληρώσει το έργο των εκπαιδευτικών, χωρίς να τους υποκαθιστά. Πρέπει, όμως, να βρεθεί ισορροπία για να αποφευχθεί η απομάκρυνση της μάθησης από την κοινωνική επαφή. Επίσης, η TN έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για να ξεπεραστούν παραδοσιακές διαχωριστικές γραμμές, όπως εκπαίδευση στο σχολείο και εκπαίδευση στο σπίτι. Υπάρχουν πολλά που μπορούμε να μάθουμε από προηγούμενες εισαγωγές νέων τεχνολογιών στο σχολείο για να βοηθήσουμε στην αξιοποίηση της TN στην εκπαίδευση. Επίσης, η TN μπορεί να έχει ιδιαίτερα ισχυρή επίδραση στην εκπαίδευση, ειδικά για τους μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.

Η μελέτη των Dogan et al. (2023) εξετάζει τη χρήση των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση μέσω διαδικτύου. Μελετήθηκαν συνολικά 276 δημοσιεύσεις, και οι αναλύσεις έδειξαν ότι η χρήση τους αυξάνεται σταθερά, με την Κίνα, την Ινδία και τις Ηνωμένες Πολιτείες να είναι οι κορυφαίες χώρες στην έρευνα για την TN στην ηλεκτρονική μάθηση και εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στο σχήμα 15 παρατηρούμε ότι η συντριπτική πλειοψηφία των δημοσιεύσεων είναι μετά το έτος 2017, με μέγιστη τιμή τις 90 δημοσιεύσεις το 2021. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 16 οι ερευνητικοί τομείς της πληροφορικής και της μηχανικής απασχολούν τις περισσότερες

δημοσιεύσεις, ακολουθούμενοι από τις κοινωνικές επιστήμες. Η ανάλυση αποκάλυψε τρεις κυρίαρχες θεματικές τάσεις: τη χρήση της ΤΝ στις διαδικτυακές διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης, τη χρήση αλγορίθμων για την αναγνώριση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς των μαθητών και την προσαρμοστική και εξατομικευμένη μάθηση που ενισχύεται μέσω των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης. Επιπλέον, αναδείχθηκαν τρία ευρύτερα ερευνητικά θέματα: εξόρυξη εκπαιδευτικών δεδομένων και ανάλυση για προσαρμοστική και εξατομικευμένη μάθηση, αλγοριθμικοί χώροι μάθησης στο διαδίκτυο, ηθική και ανθρώπινη δράση και διαδικτυακή μάθηση μέσω ανίχνευσης, ταυτοποίησης, αναγνώρισης και πρόβλεψης.

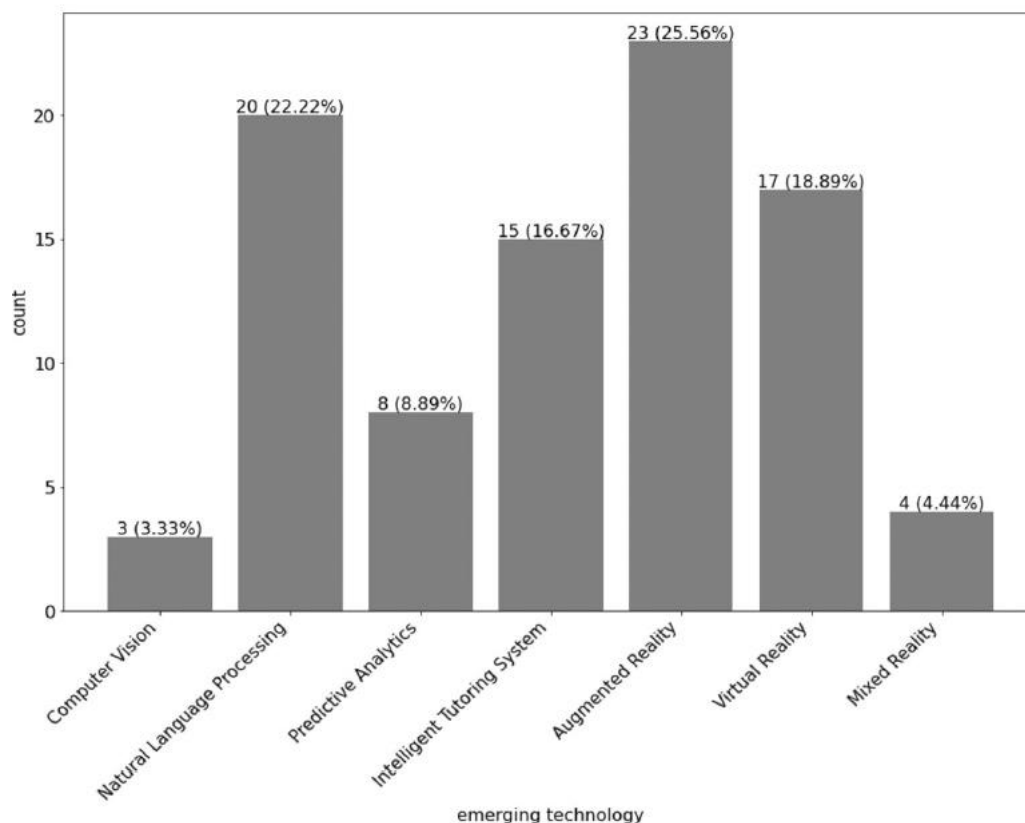


Σχήμα 15: Δημοσιεύσεις ανά έτος σε εφαρμογές ΤΝ στην εκπαίδευση μέσω διαδικτύου (Dogan et al., 2023)

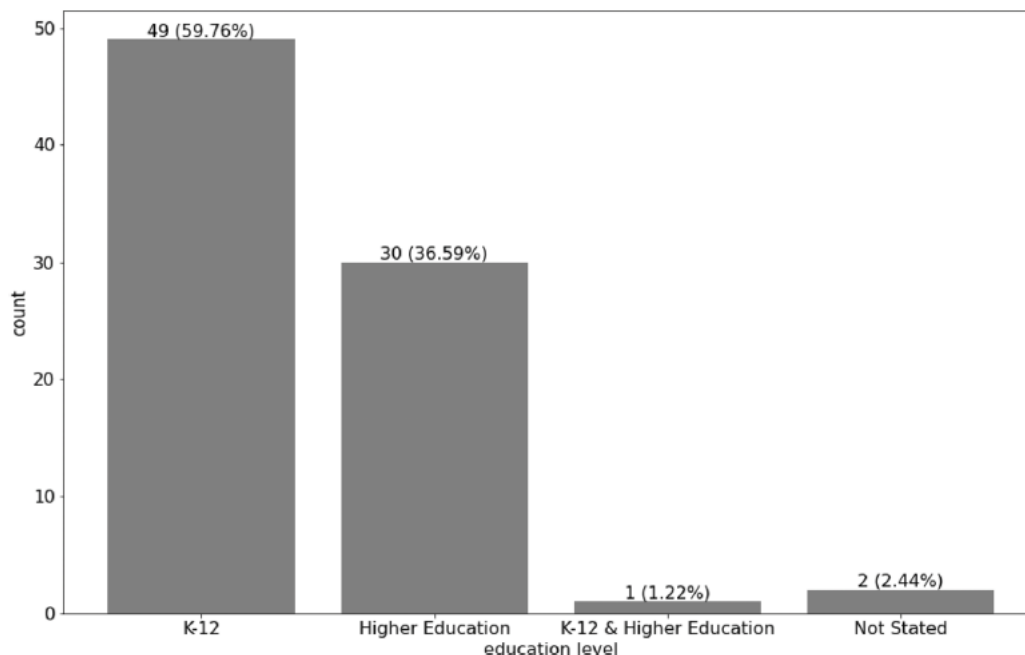


Σχήμα 16: Ερευνητικά αντικείμενα των δημοσιεύσεων σε εφαρμογές ΤΝ στην εκπαίδευση μέσω διαδικτύου (Dogan et al., 2023)

Στην έρευνα των Chng et al. (2023), γίνεται μια προσπάθεια παρουσίασης της εφαρμογής των αναδυόμενων τεχνολογιών στην εκπαίδευση STEM. Μελετήθηκαν 82 έργα σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη και άλλες τεχνολογίες εμπύθισης που χρησιμοποιούνται για τη διευκόλυνση της μάθησης. Στο σχήμα 17 προκύπτει ότι οι τεχνολογίες που εφαρμόζονται συχνότερα είναι η επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality) και η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (natural language processing). Αυτές οι τεχνολογίες βοήθησαν στην εννοιολογική κατανόηση και την ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών στις φυσικές επιστήμες. Οι λιγότερο δημοφιλείς τεχνολογίες είναι η μικτή πραγματικότητα (mixed reality) και η όραση υπολογιστών (computer vision), πιθανώς λόγω της χαμηλής ωριμότητάς τους. Επιπλέον, οι κοινωνικές πτυχές της επιστημονικής εκπαίδευσης αντιμετωπίζονται λιγότερο συχνά μέσω αυτών των τεχνολογιών. Επιπλέον, το 58,9% των τεχνολογικών εφαρμογών μετασχημάτισε τη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών επιστημών μέσω εξατομικευμένων τρόπων παροχής ανατροφοδότησης. Τέλος, όπως προκύπτει και από το σχήμα 18 σχεδόν οι μισές έρευνες αφορούν την εκπαίδευση K-12, δηλαδή τις ηλικίες 5-17 ετών.



Σχήμα 17: Κατανομή αναδυόμενων τεχνολογιών (οργανωμένες από TN ακολουθούμενη από τεχνολογίες εμπύθισης (immersive technologies)) (Chng et al., 2023)



Σχήμα 18: Κατανομή του εκπαιδευτικού επιπέδου (Chng et al., 2023)

Η εκπαίδευση είναι αναγκαία για τη ζωή μας, καθώς δημιουργεί τις βάσεις για το μέλλον μας και την ανεξαρτησία μας. Βοηθάει στην ανάπτυξη μιας χώρας και ενός έθνους. Με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι άνθρωποι έχουν αλλάξει τον τρόπο ζωής τους και τη χρήση των νέων τεχνολογιών, όπως ρομπότ και τεχνητή νοημοσύνη, στην εκπαίδευση. Οι Xuanzhang et al. (2022) στην έρευνα τους επιχείρησαν μια ανασκόπηση των μελετών σχετικά με τα εκπαιδευτικά ρομπότ που αποκαλύπτει ότι έχουν επιρροή στη δημιουργικότητα και τα κίνητρα μάθησης των μαθητών, καθώς και στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η έρευνα αυτή κατηγοριοποιείται σε δύο θέματα, την επίδραση των εκπαιδευτικών ρομπότ στην κρίση και τη σκέψη των μαθητών, καθώς και στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η έρευνα δείχνει ότι η ρομποτική έχει μοναδικό ρόλο στην εκπαίδευση και ότι οι μέθοδοι της έρευνας, καθώς και τα αποτελέσματα της μελέτης, έχουν επιτευχθεί. Συνολικά, καταλήγουν ότι η εκπαίδευση πρέπει να προσαρμοστεί στην τεχνολογική εξέλιξη και τα ρομπότ τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο σε αυτήν τη διαδικασία.

Τέλος, οι Chassignol et al. (2018) στην έρευνα τους υλοποιούν μια ανασκόπηση για το πώς η τεχνητή νοημοσύνη θα επηρεάσει τη διαδικασία της μάθησης. Η πεποίθησή τους είναι ότι θα παρατηρηθούν αλλαγές σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

προσαρμοσμένο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, καινοτόμες μέθοδοι διδασκαλίας, αξιολόγηση ενισχυμένη από τεχνολογία και επικοινωνία μεταξύ φοιτητή και διδάσκοντα. Μέσω της τεχνητής νοημοσύνης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παράσχουν εξατομικευμένες εκπαιδευτικές εμπειρίες, οι φοιτητές μπορούν να αξιοποιήσουν καινοτόμες μεθόδους μάθησης και να λάβουν άμεση ανατροφοδότηση για την πρόοδό τους, ενώ η επικοινωνία μεταξύ φοιτητή και διδάσκοντα μπορεί να βελτιωθεί μέσω της τεχνολογίας. Παρόλα αυτά, πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι προκλήσεις που μπορεί να εμφανιστούν κατά την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών, όπως η εξασφάλιση της ιδιωτικότητας και η αξιολόγηση της ακαδημαϊκής ποιότητας.

Συνολικά, από τις παραπάνω δημοσιεύσεις προκύπτει ότι η τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να έχει σημαντική επίδραση στην εκπαίδευση στο μέλλον. Τα τελευταία χρόνια οι έρευνες που ασχολούνται με το θέμα είναι όλο και περισσότερες. Αναμένουμε ότι όσο η τεχνολογία εξελίσσεται αλλά και οι χρήστες (μαθητές και εκπαιδευτικοί) εξοικειώνονται με αυτή να γίνεται όλο και πιο συνηθισμένη η χρήση εφαρμογών ΤΝ στη τάξη.

4. Η τεχνητή νοημοσύνη στην ειδική αγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αρχικά μια ανασκόπηση ερευνητικών άρθρων που έχουν ως αντικείμενο την εφαρμογή τεχνολογιών ΤΝ στην ειδική αγωγή.

Ακολούθως θα μας απασχολήσουν έρευνες που έχουν ως θέμα την εφαρμογή ΤΝ στην εκπαίδευση μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και πιο συγκεκριμένα: δυσλεξία, ΔΕΠΥ, αυτισμό, νοητική αναπηρία, προβλήματα ακοής και πολλαπλές αναπηρίες.

Αρχικά η δημοσίευση των Xia et al., (2022) μας πληροφορεί ότι ο πληθυσμός των ατόμων με αναπηρία στην Κίνα αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα 40 χρόνια. Η ανάπτυξη της ειδικής εκπαίδευσης βοηθάει στο να παρέχονται ίσες ευκαιρίες εκπαίδευσης στα παιδιά με αναπηρίες. Η τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) μπορεί να βοηθήσει στην ειδική εκπαίδευση, και η δημοσίευση εξετάζει την εφαρμογή της ΤΝ στην εκπαίδευση στην Κίνα. Αρχικά, παρουσιάζεται η τρέχουσα κατάσταση των ατόμων με αναπηρία και της εκπαίδευσης στη χώρα. Στη συνέχεια, εξετάζεται ο ρόλος της ΤΝ στην ειδική εκπαίδευση, περιλαμβανομένης της στήριξης τόσο των εκπαιδευτικών όσο και των μαθητών στην μάθηση, καθώς και των γονέων. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν την ανάγκη για εφαρμογή της ΤΝ στην ειδική εκπαίδευση, προκειμένου να καθοριστεί η σοβαρότητα της αναπηρίας και να βελτιωθεί η χρήση της εφαρμογής ΤΝ στην εκπαίδευση.

Στη συνέχεια, η έρευνα των Hu και Wang (2021) υποστηρίζει ότι η συμμετοχή σε μαθήματα χορού χωρίς αποκλεισμούς μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα για άτομα με ειδικές ανάγκες, όπως άτομα με κινητικά προβλήματα. Επίσης εξετάζει την φυσική ανάπτυξη και τις κινητικές δεξιότητες μαθητών με αναπτυξιακές διαταραχές του μυοσκελετικού συστήματος σε διάφορα στάδια των μαθημάτων χορού χωρίς αποκλεισμούς. Στην έρευνα συμμετείχαν 30 άτομα τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, και ως αποτέλεσμα προέκυψε ότι οι μαθητές που είχαν παρακολουθήσει περισσότερα μαθήματα είχαν βελτιωμένη φυσική κατάσταση σε σύγκριση με τους μαθητές που είχαν παρακολουθήσει λιγότερα μαθήματα. Τα μαθήματα χορού χωρίς αποκλεισμούς βοηθούν στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και του συνολικού συντονισμού των κινήσεων των μαθητών.

Ακολούθως, η δημοσίευση των Bah και Artaria (2020) υποστηρίζει ότι η έλλειψη καλά εκπαιδευμένων εκπαιδευτικών, ιδίως στην ειδική εκπαίδευση, είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα

που αντιμετωπίζουμε. Στο πλαίσιο των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, θα ήταν χρήσιμο να χρησιμοποιήθουν ρομποτικές μέθοδοι για να λυθεί αυτό το πρόβλημα, καθώς έχει σοβαρές συνέπειες για το μέλλον των παιδιών με αναπηρία και ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Η παροχή εκπαίδευσης πρέπει να γίνει καινοτόμα, παρέχοντας περισσότερες ευκαιρίες για μάθηση. Στη έρευνα μελετήθηκε η υπάρχουσα βιβλιογραφία και διαπιστώθηκε ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει τη μάθηση αυτών των παιδιών και να αντιμετωπίσει προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην πρόσβαση σε ποιοτική εκπαίδευση. Τα ευρήματα της έρευνας αποκάλυψαν σημαντικά επιτεύγματα αλλά και δυνατότητες για ακόμη μεγαλύτερη βελτίωση, με την εφαρμογή κατάλληλων τεχνολογιών ΤΝ τόσο στα σχολεία όσο και στα σπίτια των μαθητών.

Στη μελέτη τους οι Garg και Sharma (2020) χρησιμοποίησαν ποιοτική έρευνα για να αναλύσουν την επίδραση της ΤΝ στην εκπαίδευση μαθητών με ειδικές ανάγκες. Στο πλαίσιο αυτό, συλλέχθηκαν δεδομένα από εκπαιδευτικούς και μαθητές με ειδικές ανάγκες, καθώς και από άλλες μελέτες. Η μελέτη επικεντρώθηκε στον αντίκτυπο της ΤΝ στην εκπαίδευση ειδικών αναγκών και στο πώς η ΤΝ βοηθά τους εκπαιδευτικούς να προωθήσουν την εκπαίδευση ειδικών αναγκών. Τα αποτελέσματα της μελέτης τους έδειξαν ότι η ΤΝ στην εκπαίδευση για μαθητές με ειδικές ανάγκες αυξάνει την προσβασιμότητα και την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας για άτομα με οπτική, ακουστική, κινητική και νοητική αναπηρία.

Μετά, ακολουθεί η δημοσίευση των Neeharika και Riyazuddin (2023), σύμφωνα με την οποία η ΤΝ μπορεί να βελτιώσει την εμπύχωση αυτών των μαθητών και να βοηθήσει τους εκπαιδευτές να προωθήσουν την Ειδική Αγωγή. Η έρευνα επικεντρώθηκε στην ανάλυση σχετικής βιβλιογραφίας και σε συνεντεύξεις για να προσφέρει ένα περιεκτικό πλαίσιο για την εκπαίδευση των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Η έρευνα έδειξε ότι η εφαρμογή της ΤΝ έχει θετική επίδραση τόσο στους μαθητές όσο και στα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Επιπλέον, η μελέτη προτείνει τη χρήση μιας προσέγγισης με βάση συγκεκριμένα δεδομένα για την ταξινόμηση των μαθητών με διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές (ΔΑΔ) και των μαθητών με τυπική ανάπτυξη. Συνολικά, η μελέτη αναδεικνύει τη σημασία της ΤΝ στην εκπαίδευση των μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και προτείνει περαιτέρω έρευνα για να ενισχυθεί η χρήση αυτής της τεχνολογίας στον τομέα της ειδικής αγωγής.

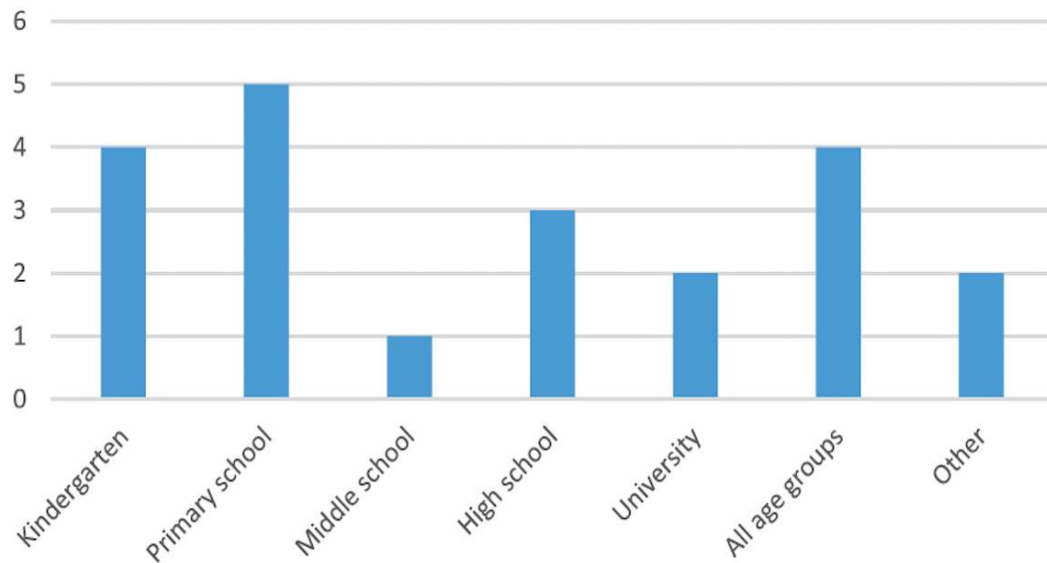
Στη δημοσίευση των Salas-Pilco et al. (2022) εξετάζεται ένα παρεμφερές θέμα. Σε αυτή τονίζεται ότι η τεχνητή νοημοσύνη και οι νέες τεχνολογίες έχουν μεγάλο αντίκτυπο στις κοινωνίες μας και είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς μπορούν να

χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη της εκπαίδευσης χωρίς αποκλεισμούς, ιδίως για τους μαθητές των μειονοτήτων. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήσαν διαπιστώνει ότι η τεχνητή νοημοσύνη και οι νέες τεχνολογίες έχουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως τη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών και τον ενθουσιασμό τους για την STEM εκπαίδευση. Ωστόσο, υπάρχουν και προκλήσεις όπως η τεχνική προσαρμογή, οι περιορισμοί στα δεδομένα και οι πολιτισμικές διαφορές. Η ανασκόπηση προτείνει λύσεις σε αυτές τις προκλήσεις σε παιδαγωγικό, τεχνολογικό και κοινωνικοπολιτισμικό επίπεδο, και εξετάζει πτυχές της εκπαίδευσης που είναι σημαντικές για την κοινωνικοπολιτισμική ποικιλομορφία των μαθητών. Τα ευρήματα και οι επιπτώσεις αυτής της έρευνας θα βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς και τους υπεύθυνους στη λήψη αποφάσεων σχετικών με την εκπαίδευση να κάνουν αποτελεσματική τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και των νέων τεχνολογιών για την κοινωνική ένταξη στην εκπαίδευση.

Ακολουθεί η έρευνα των Drigas και Ioannidou (2012) η οποία θεωρεί ότι η τεχνολογία της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) έχει αναπτύξει εργαλεία υπολογιστών για την εκτέλεση μιας σειράς εργασιών, προσομοιώνοντας τον ευφυή τρόπο επίλυσης προβλημάτων από τον άνθρωπο. Επιπλέον, οι τεχνικές TN έχουν αναγνωριστεί ως μία από τις πιο πολύτιμες εφαρμογές στον τομέα των ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών (ΕΑΕ). Στόχος αυτών των εργαλείων είναι να βελτιώσουν τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους, ώστε να προωθήσουν τη μάθηση και να εμπλουτίσουν την καθημερινή τους ζωή. Λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών, η διάγνωση αποτελεί ζήτημα μείζονος σημασίας. Ταυτόχρονα, οι στρατηγικές παρέμβασης πρέπει να είναι ιδιαίτερα εξατομικευμένες για να είναι αποτελεσματικές. Στην έρευνα παρουσιάζονται μερικές από τις πιο αντιπροσωπευτικές μελέτες της δεκαετίας (2001-2010), οι οποίες χρησιμοποιούν μεθόδους TN για την ακριβή διάγνωση και την άμεση παρέμβαση.

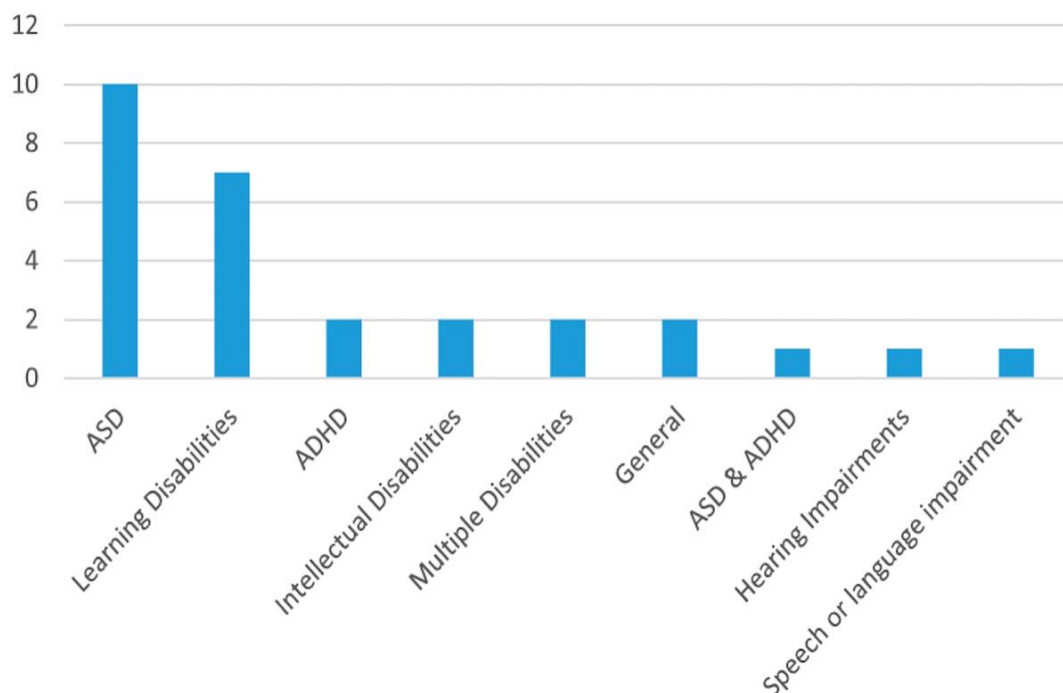
Τέλος, η δημοσίευση των Horcan et al. (2022) αναφέρεται στις πρόσφατες τάσεις στην έρευνα για τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην ειδική αγωγή. Η διεξαγωγή αυτής της μελέτης έγινε με τη χρήση της μεθόδου της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, διερευνώντας 29 μελέτες που δημοσιεύθηκαν ανάμεσα στα έτη 2008 και 2020. Η πλειονότητα των μελετών αφορά ποσοτικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες και εστιάζουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων γνώσης και συναισθηματικής νοημοσύνης. Οι έρευνες έγιναν σε σχολικά περιβάλλοντα με μαθητές από διάφορα υπόβαθρα, αν και οι περισσότεροι φοιτούσαν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, όπως

φαίνεται και στο σχήμα 19.

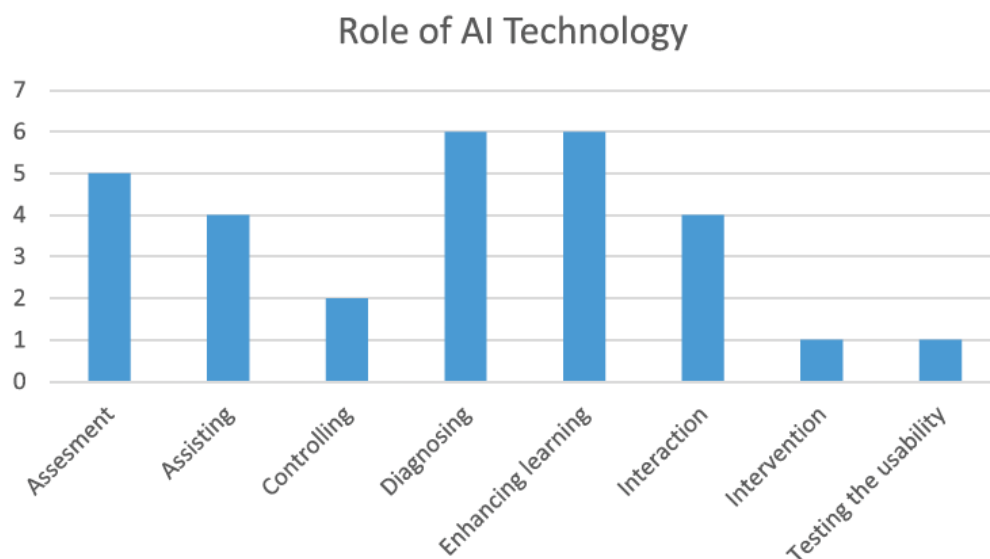


Σχήμα 19: Σχολική βαθμίδα των συμμετεχόντων στις έρευνες (Horcan et al., 2022)

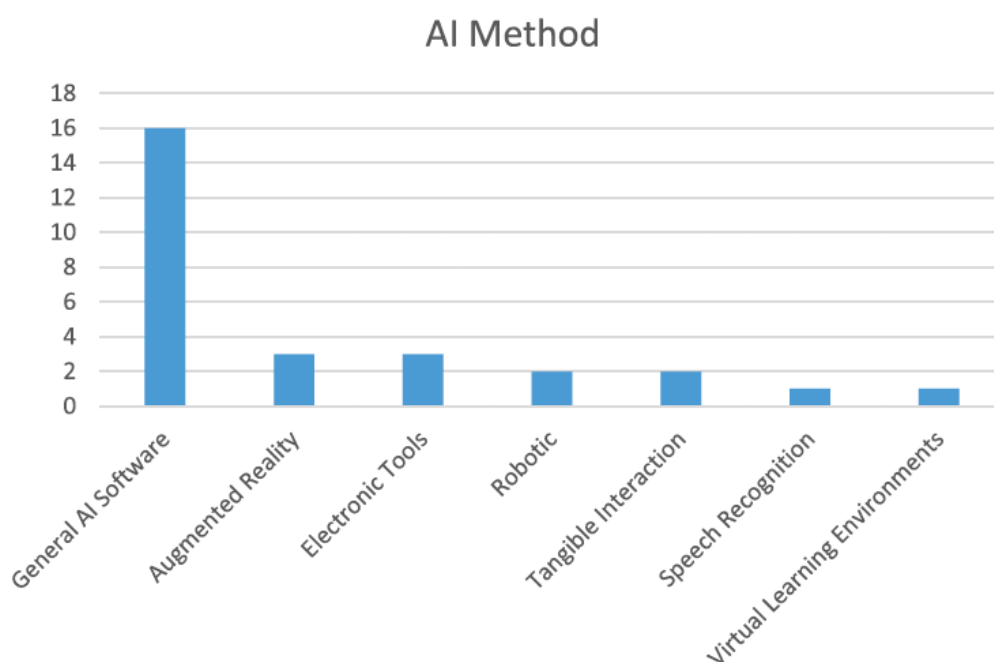
Όπως φαίνεται και στο σχήμα 20 ο κύριος τύπος αναπηρίας στον οποίο μελετήθηκε η εφαρμογή της ΤΝ ήταν οι διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές (ΔΑΔ), ενώ ακολουθούν οι μαθησιακές δυσκολίες.



Σχήμα 20: Τύπος αναπηρίας και μαθησιακής δυσκολίας που απασχόλησε τις έρευνες που μελετήθηκαν (Horcan et al., 2022)



Σχήμα 21: Η χρήση της τεχνολογίας ΤΝ στα επιστημονικά άρθρα που μελετήθηκαν (Horcan et al., 2022)



Σχήμα 22: Μέθοδοι ΤΝ που χρησιμοποιήθηκαν (Horcan et al., 2022)

Στο σχήμα 21 παρατηρούμε ότι οι κύριες χρήσεις της τεχνολογίας ΤΝ στην ειδική αγωγή είναι εξίσου για διάγνωση αλλά και βελτίωση της μάθησης. Ενώ στο σχήμα 22 παρουσιάζονται οι μέθοδοι ΤΝ που χρησιμοποιήθηκαν στις δημοσιεύσεις που μελέτησαν οι Horcan et al..

Όπως είναι προφανές η παραπάνω μελέτη παρέχει πολύ ενδιαφέρουσες πληροφορίες που αφορούν την εξέλιξη της εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης στην ειδική αγωγή.

Από τις ημερομηνίες δημοσίευσης των ερευνών (σχεδόν όλες μετά το 2020) προκύπτει ότι οι εφαρμογές τεχνολογιών ΤΝ στην ειδική αγωγή είναι ένας πολύ νέος επιστημονικός κλάδος και αναμένουμε με την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας να γνωρίσει μεγαλύτερη άνθηση.

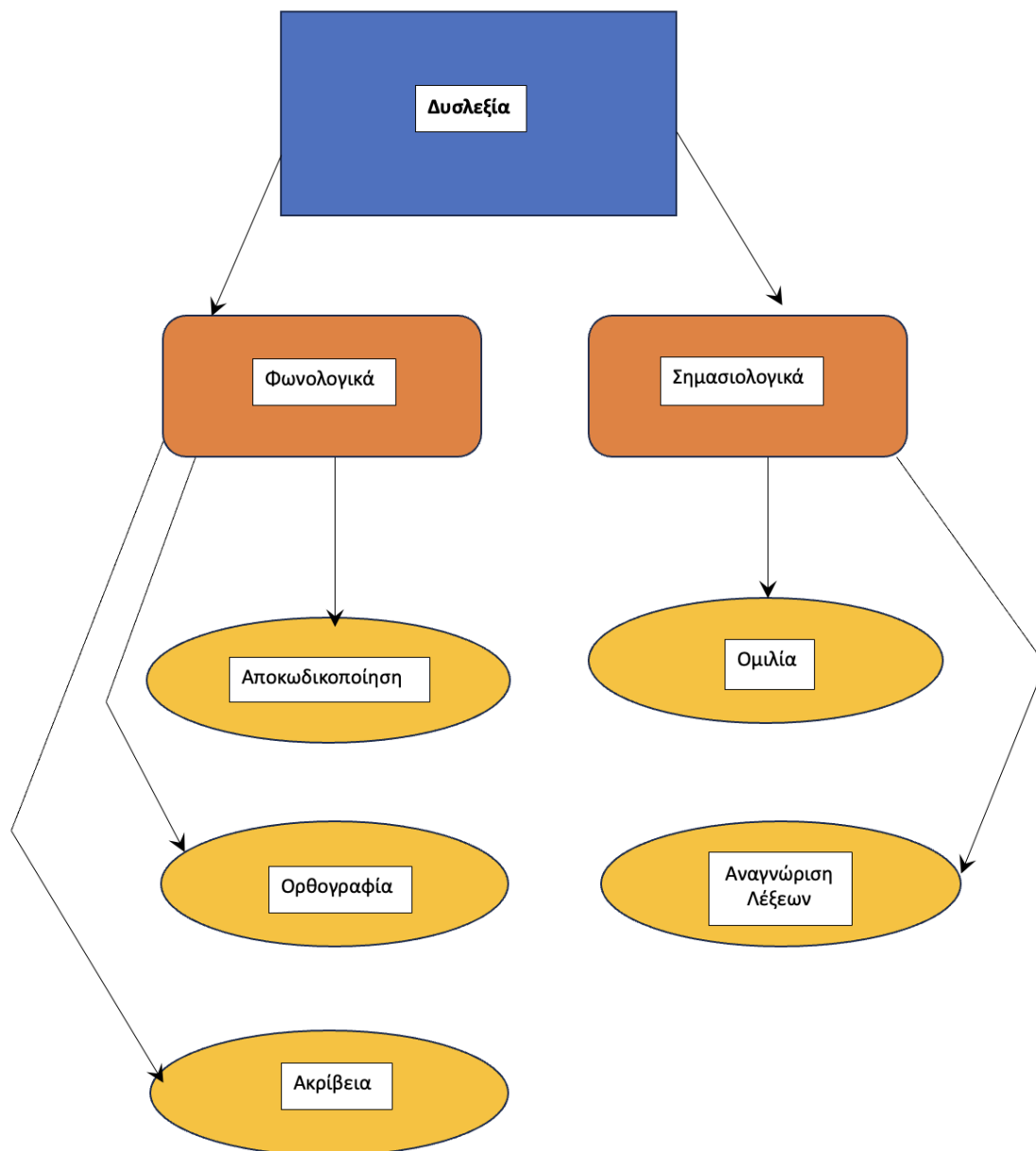
4.1. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη δυσλεξία

Σε αυτή την ενότητα επιχειρείται μια ανασκόπηση των ερευνών που ασχολούνται με την εφαρμογή της ΤΝ στις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και πιο συγκεκριμένα τη δυσλεξία.

Οι ειδικές μαθησιακές δυσκολίες είναι οι παρακάτω:

- διαταραχή της ανάγνωσης (δυσλεξία),
- διαταραχή των μαθηματικών (δυσαριθμησία),
- διαταραχή της γραπτής έκφρασης (δυσγραφία) και
- μαθησιακή διαταραχή που δεν προσδιορίζεται αλλιώς. Σ' αυτήν εμπίπτουν εκείνες οι περιπτώσεις στις οποίες τα διάφορα διαγνωστικά κριτήρια δεν πληρούνται σε τόσο ξεκάθαρο βαθμό ώστε να ισχύει μία από τις 3 πρώτες κατηγορίες.

Η δυσλεξία είναι μια νευρολογική διαταραχή που επηρεάζει την ανάγνωση, την κατανόηση, τη μνήμη και τη γραφή. Οι άνθρωποι με δυσλεξία συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα αυτοεκτίμησης και άγχους, καθώς δεν μπορούν να επικοινωνήσουν με τον ίδιο τρόπο με τους άλλους. Η δυσλεξία είναι ένα πρόβλημα που συχνά διαγιγνώσκεται στην παιδική ηλικία. Τα προβλήματα που σχετίζονται με αυτή αναπαρίστανται σχηματικά παρακάτω στο σχήμα 23.



Σχήμα 23: Προβλήματα που σχετίζονται με τη δυσλεξία

Ξεκινάμε από τη δημοσίευση των Palacios et al. (2010) στην οποία για τη διάγνωση της δυσλεξίας, οι ερευνητές χρησιμοποιούν γραφικές δοκιμασίες αντί για τη γραφή. Ωστόσο, η αυτόματη βαθμολόγηση αυτών των δοκιμασιών με τεχνητή νοημοσύνη είναι πολύπλοκη, λόγω της αβεβαιότητας και των διαφορετικών απόψεων των ερευνητών. Το πρόβλημα επιδεινώνεται ακόμα περισσότερο από το γεγονός ότι ορισμένα συμπτώματα ταιριάζουν σε περισσότερες από μία διαταραχές. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, πρότειναν ένα αλγόριθμο που θα είναι μέρος μιας αυτοματοποιημένης εφαρμογής προ-ελέγχου που θα εντοπίζει τα συμπτώματα. Η εφαρμογή αυτή θα βοηθήσει στην πρόληψη και την πρόωμη

διάγνωση της δυσλεξίας στα παιδιά.

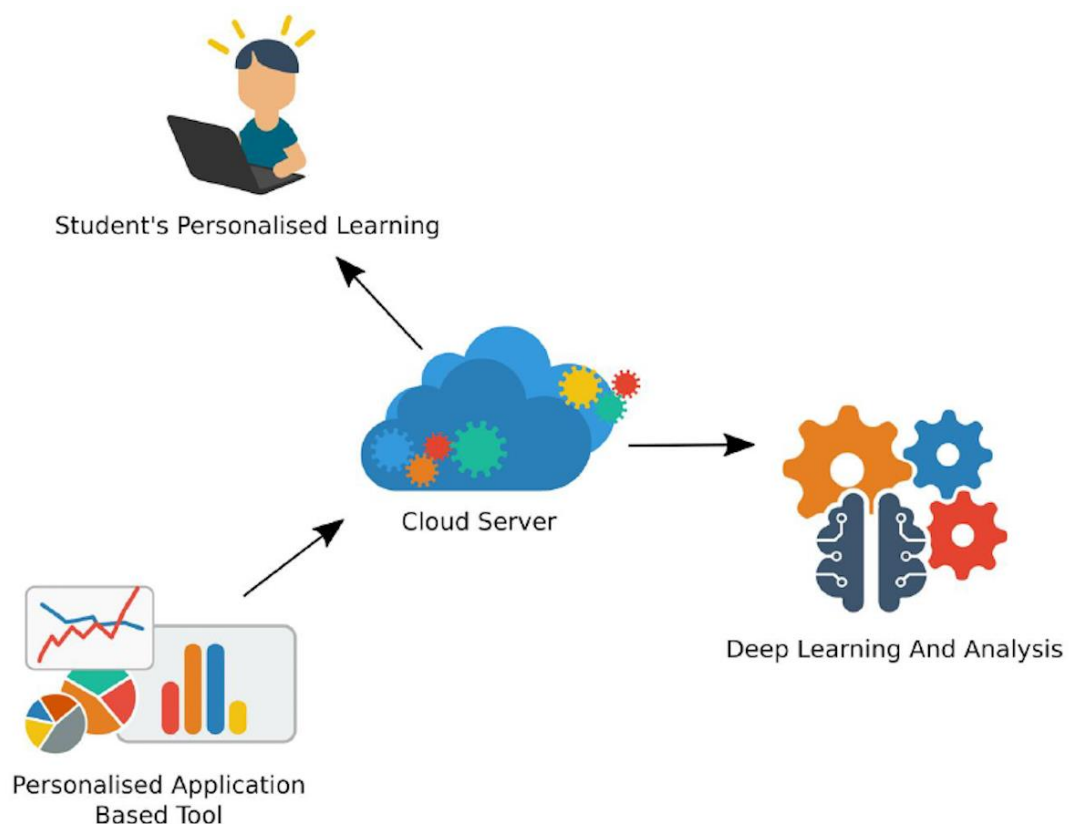
Στη συνέχεια οι Richard και Serrurier (2020) υποστηρίζουν στη δημοσίευσή τους ότι η αξιολόγηση των μαθησιακών δυσκολιών όπως η δυσλεξία και η δυσγραφία μπορεί να γίνει με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης. Έχοντας συλλέξει ένα σύνολο δεδομένων από εικόνες χειρόγραφων κειμένων και ηχογραφήσεις, προχώρησαν στην εκπαίδευση ενός μοντέλου που μπορεί να αναγνωρίσει τις διαφορές ανάμεσα σε δυσλεξικά/δυσγραφικά παιδιά και τυπικούς αναγνώστες/γραφείς. Το μοντέλο αναλύει τα χαρακτηριστικά των εικόνων και των αρχείων ήχου για να κατανοήσει τις ικανότητες και τις δυσκολίες των παιδιών. Αυτή η προσέγγιση θα μπορούσε να απλοποιήσει και να επιταχύνει την αξιολόγηση αυτών των διαταραχών στα παιδιά σε μικρότερες ηλικίες. Με αυτό το τρόπο η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αποτελέσει ένα ισχυρό εργαλείο για τη βοήθεια των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες και τη βελτίωση των επιτευγμάτων τους.

Μετά, οι Ahire et al. (2022) στην δημοσίευσή τους χρησιμοποιούν δεδομένα από ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) το οποίο είναι η κύρια τεχνική που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της λειτουργίας του εγκεφάλου, καθώς μπορεί να ανιχνεύσει κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, να εξετάσει την εγκεφαλική δραστηριότητα και να παρακολουθήσει την ανάπτυξη του εγκεφάλου. Πιο συγκεκριμένα αναφέρουν ότι η χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης μπορεί να βοηθήσει στον ακριβή προσδιορισμό και ταξινόμηση της δυσλεξίας μέσω των σημάτων ΗΕΓ. Η πρόοδος σε αυτόν τον τομέα μπορεί να οδηγήσει σε πιο ακριβή διαγνωστικά μέσα και αποτελεσματικές θεραπευτικές προσεγγίσεις για τη διαχείριση της δυσλεξίας.

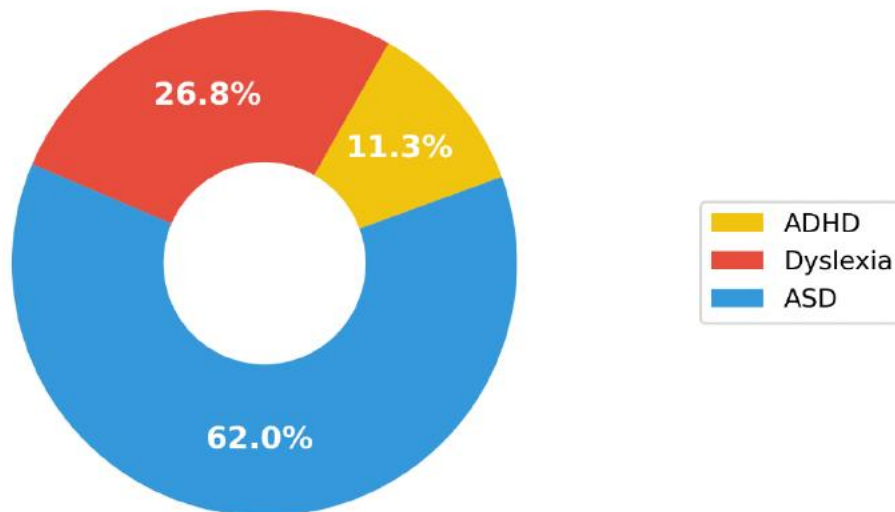
Ακολουθεί η δημοσίευση των Rajapakse et al. (2018) οι οποίοι πρότειναν μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα που βοηθά τους δυσλεκτικούς να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες ανάγνωσης στην πραγματική ζωή. Αυτή η εφαρμογή δημιουργήθηκε για να αναγνωρίζει τα κείμενα και να τα διαβάσει δυνατά για να επιτρέψει στο χρήστη να τα κατανοήσει καλύτερα. Επίσης, επιτρέπει την προσαρμογή της κύλισης και της επισήμανσης των λέξεων ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Επιπλέον, η μελέτη εξετάζει μια προσέγγιση μηχανικής μάθησης για τη βελτίωση της εκμάθησης σύνθετων λέξεων από δυσλεκτικούς.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση των Barua et al. (2022) επισημαίνει τη σημασία της παροχής έγκαιρων και αποτελεσματικών παρεμβάσεων για παιδιά με ψυχικές διαταραχές, όπως νοητική αναπηρία, μαθησιακές δυσκολίες, διαταραχή ελλειμματικής προσοχής – υπερκινητικότητα, διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές, καθώς και αγχώδεις,

καταθλιπτικές και ψυχωτικές διαταραχές. Παγκοσμίως, έχει σημειωθεί αύξηση στη διάγνωση των ψυχικών διαταραχών σε παιδιά, με την επίπτωση των μαθησιακών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν τα παιδιά να επηρεάζει την ικανότητά τους να μαθαίνουν αποτελεσματικά. Τα εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης έχουν αναπτυχθεί για την υποστήριξη της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και της εκπαίδευσης των παιδιών με ψυχικές διαταραχές, και στην ανασκόπησή τους οι Barua et al. παρουσιάζουν την αποτελεσματικότητα αλλά και τους περιορισμούς αυτών των εργαλείων. Παρέχονται επίσης συστάσεις για τη βελτίωση των εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης με έμφαση στην εξατομίκευση της μάθησης για άτομα με ψυχικές διαταραχές.



Σχήμα 24: Εξατομικευμένη μάθηση βασισμένη σε εργαλεία ΤΝ (Barua et al. 2022)



Σχήμα 25: Απεικόνιση των ποσοστών εφαρμογής διαφόρων εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν σε μαθητές με ΔΕΠΥ, δυσλεξία και ΔΑΔ (Barua et al. 2022)

Στη συνέχεια, η εργασία των Wang et al. (2021) αρχικά επισημαίνει τις πολλαπλές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με δυσλεξία στην καθημερινή ζωή τους, κυρίως στον κοινωνικό τομέα. Οι ερευνητές διακρίνουν λοιπόν ότι η υποστηριζόμενη επικοινωνία μέσω επαυξημένης πραγματικότητας (AR) αποδεικνύεται χρήσιμη για την αποτελεσματική μάθηση αυτών των μαθητών. Στη συνέχεια προτείνουν μια καινοτόμο προσέγγιση που συνδυάζει την υποστηριζόμενη επικοινωνία με βάση την τεχνητή νοημοσύνη για τη βελτίωση των μαθησιακών δεξιοτήτων των μαθητών με δυσλεξία. Η προτεινόμενη εφαρμογή παρέχει καλύτερη ταξινόμηση εικονογραμμάτων και αυξάνει την αποτελεσματικότητα και την ταχύτητα της επικοινωνίας, μειώνοντας την προσπάθεια και τον χρόνο που απαιτούνται. Αυτή η προσέγγιση έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει σημαντικά την ακαδημαϊκή απόδοση και την κοινωνική ένταξη των μαθητών με δυσλεξία.

Τέλος, οι Usman et al. (2021) στην ανασκόπησή τους μελετούν διάφορες μεθόδους μηχανικής μάθησης για την ανίχνευση της δυσλεξίας, εξετάζουν αυτές τις μεθόδους και συζητούν τις προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την αποδοχή των μεθόδων αυτών. Γενικότερα έχουν εφαρμοστεί διάφορες μέθοδοι μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης (deep learning) για την ταξινόμηση της δυσλεξίας με μεγάλη ακρίβεια. Ωστόσο, υπάρχουν προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως η έλλειψη ερμηνεύσιμων βιοδεικτών, η ιδιωτικότητα των δεδομένων και η επιλογή των παραμέτρων. Η έρευνα αναλύει 22 επιλεγμένα άρθρα και παρέχει ένα πλαίσιο για τις

μελλοντικές έρευνες και προκλήσεις στον τομέα της δυσλεξίας.

Από τις παραπάνω δημοσιεύσεις μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα ότι με περαιτέρω έρευνα σε αυτό το νέο σχετικά ερευνητικό πεδίο θα μπορεί να πραγματοποιείται τόσο έγκαιρη διάγνωση της δυσλεξίας όσο και ικανοποιητική υποστήριξη των ατόμων με δυσλεξία.

4.2. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ)

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μια ανασκόπηση ερευνών που ασχολούνται με την εφαρμογή της ΤΝ στη διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ).

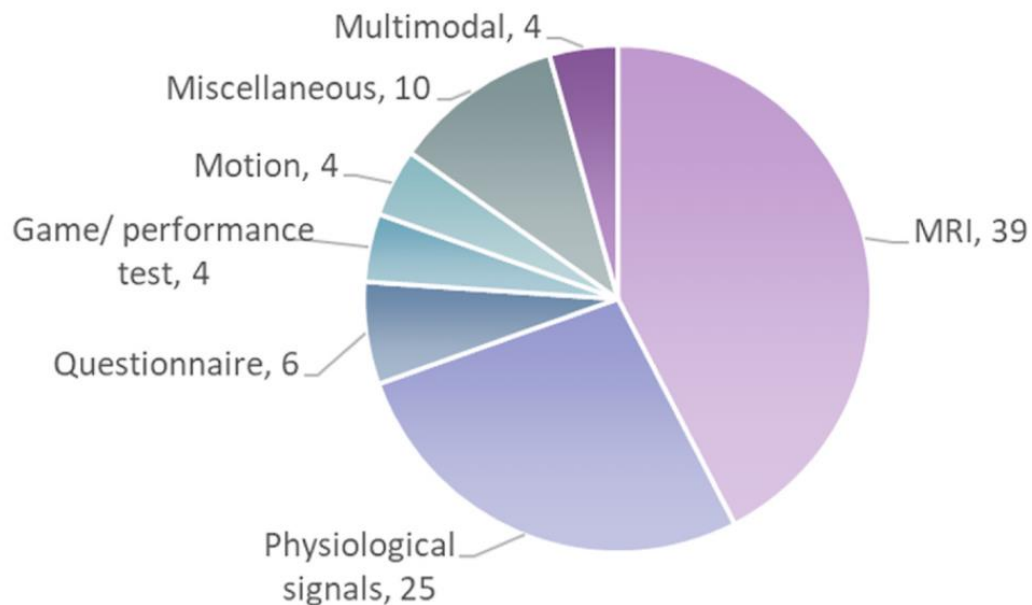
Η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ) χαρακτηρίζεται από την παρουσία ενός συνόλου χρόνιων και επιβαρυντικών προτύπων συμπεριφοράς που εμφανίζουν μη φυσιολογικά επίπεδα:

- ελλειμματική προσοχή (δυσκολία συγκέντρωσης),
- παρορμητικότητα,
- υπερκινητικότητα,
- ή και συνδυασμό αυτών.

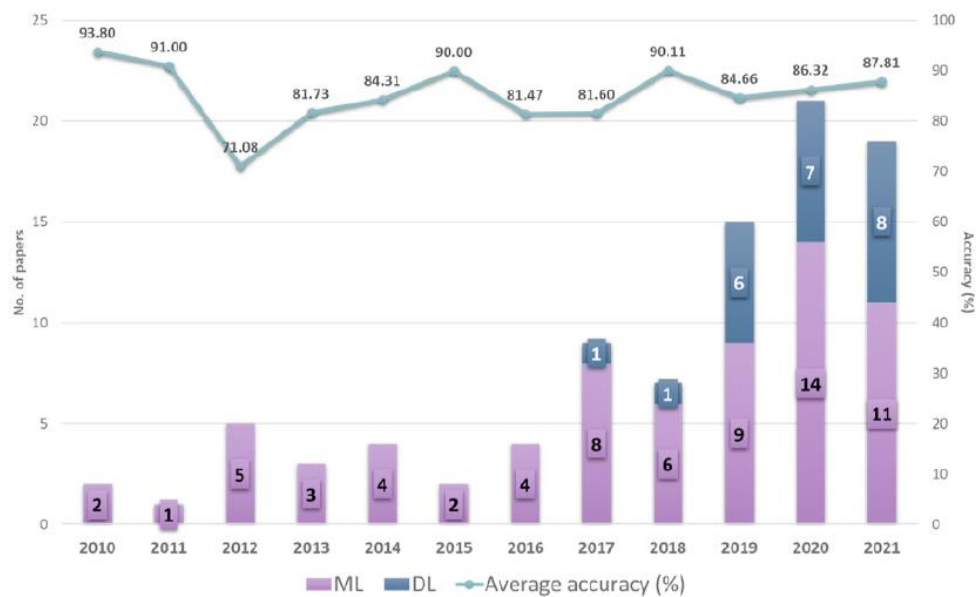
Δεδομένου ότι τα περισσότερα άτομα, ιδίως τα παιδιά, εμφανίζουν αυτές τις συμπεριφορές κάποιες χρονικές περιόδους, είναι δύσκολο να διαφοροποιηθούν οι συμπεριφορές που αντικατοπτρίζουν τη ΔΕΠΥ από εκείνες που αποτελούν φυσιολογικό μέρος της ενηλικίωσης, γεγονός που καθιστά τη διάγνωση δύσκολη υπόθεση. Ακόμα θα πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι σε παραπάνω από τα 2/3 των περιπτώσεων συνεχίζεται αυτή η συμπεριφορά και στην ενήλικη ζωή του ατόμου ως ΔΕΠΥ ενηλίκων.

Ξεκινάμε από την έρευνα των Loh et al. (2022) όπου ασχολήθηκε με την αυτοματοποιημένη διάγνωση ΔΕΠΥ. Η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ) είναι μια ετερογενής διαταραχή που έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στη νευροανάπτυξη του εγκεφάλου. Με έγκαιρη θεραπεία και διάγνωση, υπάρχει δυνατότητα τροποποίησης των νευρωνικών συνδέσεων και βελτίωσης των συμπτωμάτων. Ωστόσο, η ετερογενής φύση της ΔΕΠΥ, σε συνδυασμό με τις συννοσηρότητές της και την παγκόσμια έλλειψη κλινικών διαγνωστικών ιατρών, σημαίνει ότι η διάγνωση της ΔΕΠΥ συχνά καθυστερεί. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα της διάγνωσης και να βοηθήσει στην αξιολόγηση με μηχανική μάθηση. Σε αυτή την έρευνα, εξετάστηκε η σύγχρονη βιβλιογραφία σχετικά με μελέτες μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ και προσδιορίστηκαν τα διάφορα διαγνωστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται. Στη συνέχεια, κατηγοριοποιήθηκαν αυτές οι μελέτες ανάλογα με το

διαγνωστικό τους εργαλείο ως απεικόνιση μαγνητικού τομογράφου του εγκεφάλου (MRI), ερωτηματολόγια, προσομοιωτή παιχνιδιών και τεστ απόδοσης. Ωστόσο, υπάρχουν κενά στην έρευνα, όπως η έλλειψη δημόσιων βάσεων δεδομένων και η έλλειψη εστίασης στη χρήση δεδομένων από φορητές συσκευές για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ. Οι ερευνητές της συγκεκριμένης έρευνας θεωρούν ότι απαιτείται η δημιουργία περισσότερων δημόσιων συνόλων δεδομένων και έρευνα και με άλλα διαγνωστικά εργαλεία για τη ΔΕΠΥ, προκειμένου να βελτιωθεί η υποστήριξη κλινικών αποφάσεων και η διάγνωση της ΔΕΠΥ.



Σχήμα 26: Διάγραμμα των εργαλείων ανίχνευσης που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση ΔΕΠΥ από έρευνες TN (Loh et al., 2022)

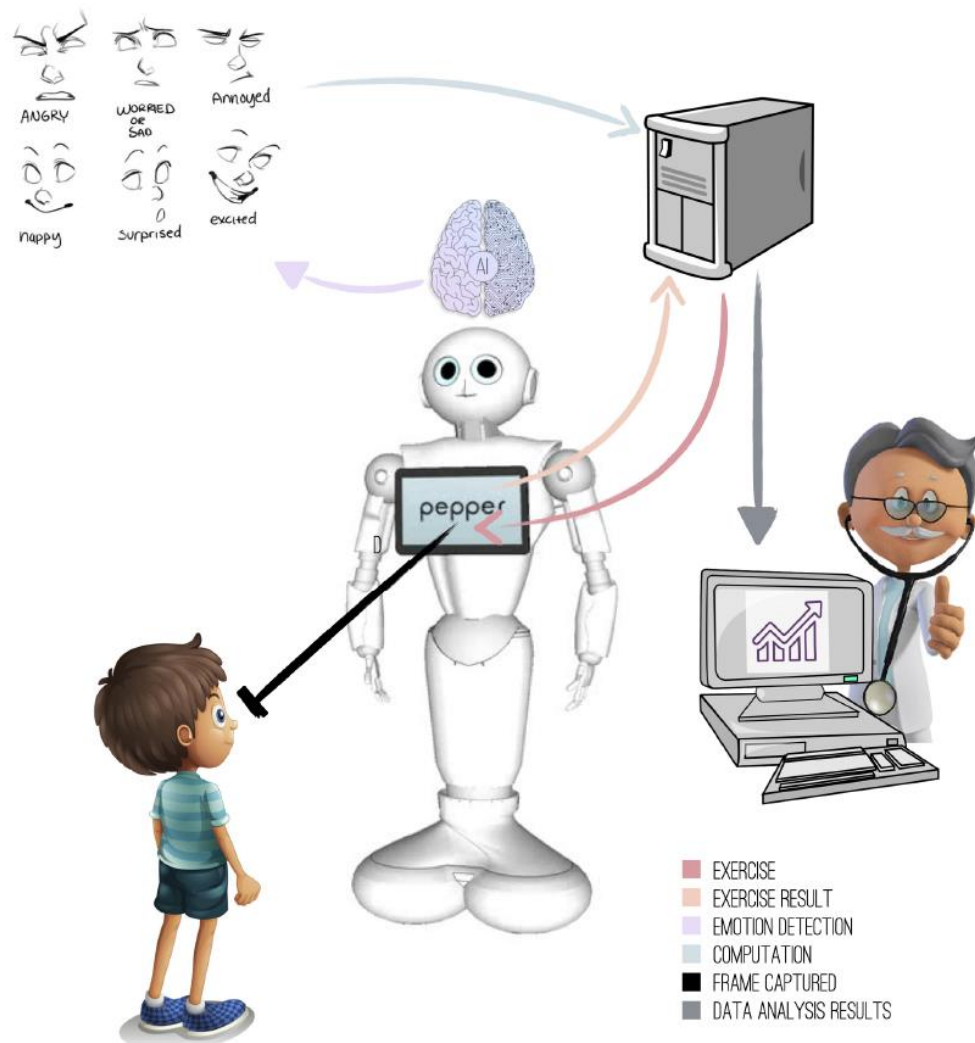


Σχήμα 27: Διάγραμμα απεικόνισης των ερευνών TN στη διάγνωση ΔΕΠΥ από το 2010 έως το 2021. Το γραμμικό διάγραμμα απεικονίζει την ακρίβεια των μοντέλων ανα έτος (Loh et al., 2022)

Ακολουθώντας θα αναφερθούμε σύντομα στην μελέτη των Khanna & Das (2020). Η ΔΕΠΥ είναι η πιο διαδεδομένη νευροαναπτυξιακή διαταραχή μεταξύ παιδιών και εφήβων. Ωστόσο, η τρέχουσα κλινική διάγνωση είναι ανακριβής, αναποτελεσματική και απρόσιτη στις αναπτυσσόμενες χώρες, γεγονός που εμποδίζει τη χορήγηση κατάλληλων θεραπευτικών σχημάτων. Οι κλινικές αξιολογήσεις βασίζονται σε ποιοτικές παρατηρήσεις της αντιλαμβανόμενης συμπεριφοράς. Είναι χρονοβόρες και δαπανηρές, εμποδίζοντας τις μειονότητες και τις κοινωνικοοικονομικά μειονεκτούσες ομάδες να αποκτήσουν την υποστήριξη που χρειάζονται για να επιτύχουν ακαδημαϊκά, κοινωνικά και επαγγελματικά. Μια πιο ακριβής και προσιτή μέθοδος ανίχνευσης είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι όλα τα παιδιά μπορούν να διαγνωστούν και να λάβουν τα κατάλληλα θεραπευτικά σχήματα. Στην έρευνα τους προτείνουν μια νέα μέθοδο βασισμένη στη μηχανική μάθηση για την ανάλυση δεδομένων δυναμικής της κόρης του ματιού ως αντικειμενικό βιοδείκτη για τον χαρακτηρισμό της ΔΕΠΥ. Συγκεκριμένα αναπτύχθηκε ένας αλγόριθμος ταξινόμησης, ο οποίος απέδωσε τα βέλτιστα σε ένα σύνολο δεδομένων. Αυτό το μοντέλο υλοποιήθηκε σε μια διαδικτυακή εφαρμογή που καταγράφει βιομετρικά στοιχεία της κόρης του ματιού σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η εφαρμογή είναι η πρώτη που χρησιμοποιεί τη δυναμική του μεγέθους της κόρης του ματιού ως βιοδείκτη και προσφέρει μια αποδοτική ως προς το χρόνο,

ακριβή και προσιτή προσέγγιση για τη διάγνωση της ΔΕΠΥ στις αναπτυσσόμενες χώρες.

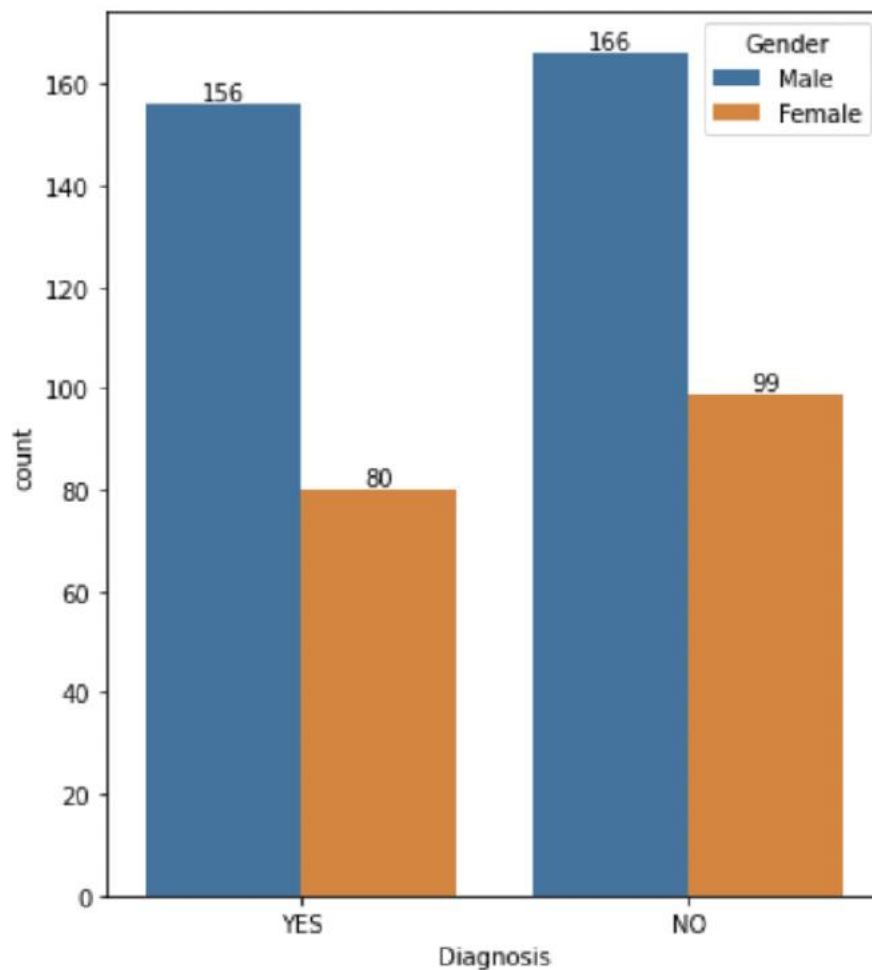
Στη συνέχεια μας απασχόλησε η έρευνα των Amato et al. (2022). Στη συγκεκριμένη εργασία εξετάζεται η αλληλεπίδραση με επίκεντρο τον ασθενή για εφαρμογές θεραπείας με τα ανθρωποειδή ρομπότ Pepper για παιδιά με ελλειμματική προσοχή. Αυτή η νέα θεραπευτική μεθοδολογία δημιουργήθηκε για να υποστηρίξει και να κάνει πιο ελκυστική τη θεραπευτική εργασία. Το ρομπότ Pepper διαθέτει ένα tablet και δύο πανομοιότυπες κάμερες. Το tablet χρησιμοποιείται για να κάνει τους ασθενείς να αλληλεπιδρούν με την εφαρμογή, ενώ οι κάμερες χρησιμοποιούνται για να καταγράφουν τα συναισθήματά τους σε πραγματικό χρόνο για να κατανοήσουν το βαθμό προσοχής και τυχόν δυσκολίες που μπορεί να έχουν. Η αλληλεπίδραση με το tablet πραγματοποιείται μέσω κάποιων ασκήσεων με τη μορφή παιχνιδιών. Οι ασκήσεις που εκτελούνται από τους ασθενείς αναλύονται και συνδυάζονται με τα δεδομένα που λαμβάνονται από τις κάμερες. Ο συνδυασμός αυτών των δεδομένων επεξεργάζεται ώστε να προτείνονται κατάλληλα επίπεδα θεραπευτικής δραστηριότητας. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στην ψηφιοποίηση της θεραπευτικής πορείας των ασθενών, έτσι ώστε να παρακολουθείται κάθε βελτίωση (ή επιδείνωση) και καθιστά το ρομπότ Pepper έναν αξιόπιστο και προβλέψιμο τεχνολογικό διαμεσολαβητή για το παιδί. Το έργο αναπτύχθηκε σε συνεργασία με ένα διαγνωστικό και θεραπευτικό κέντρο, όπου και δοκιμάστηκε. Αλληλεπιδρώντας με ένα ανθρωποειδές ρομπότ, τα παιδιά δείχνουν μεγαλύτερη συμμετοχή, η οποία μπορεί να εξηγηθεί, σύμφωνα με τους ψυχολόγους, από το γεγονός ότι ένα ρομπότ είναι συναισθηματικά λιγότερο πλούσιο από τους ανθρώπους και οι ασθενείς αισθάνονται λιγότερο φοβισμένοι.



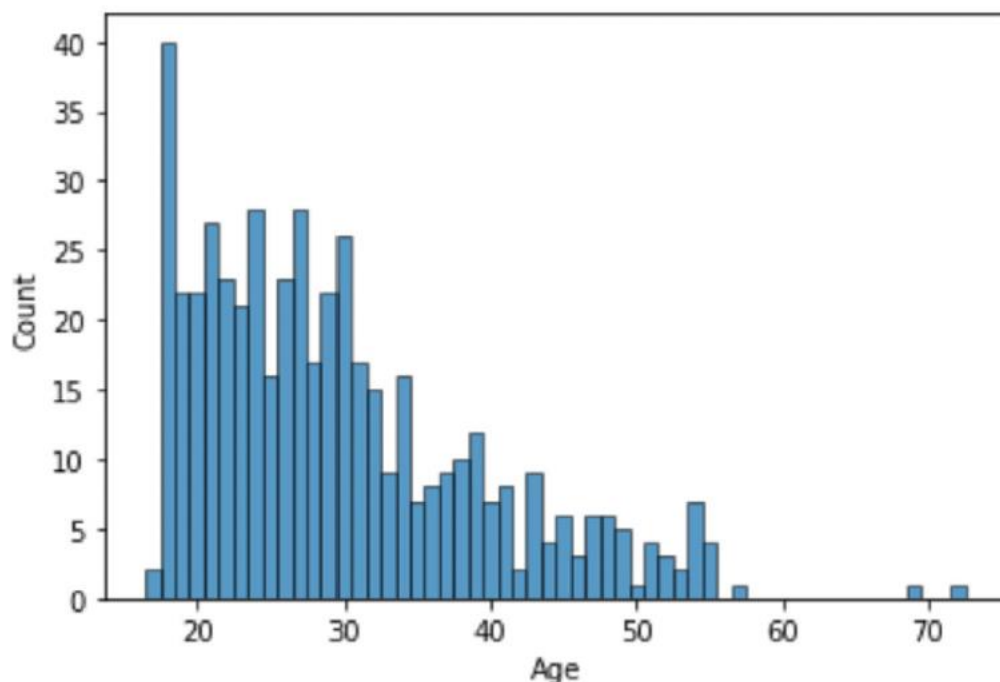
Σχήμα 28: Η δομή του πειράματος με το ανθρωποειδές ρομπότ Pepper (Amato et al., 2021)

Στην έρευνα των Chen et al. (2023) γίνεται διάγνωση ΔΕΠΥ με τη χρήση TN σε ενήλικους στην εθνική υπηρεσία υγείας του Ηνωμένου Βασιλείου (NHS). Πιο αναλυτικά, αναπτύχθηκε ένας υβριδικός αλγόριθμος τεχνητής νοημοσύνης (συνδυασμός ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης και ενός μοντέλου βασισμένου στη γνώση) για την υποβοήθηση της διάγνωσης της ΔΕΠΥ σε ενήλικες. Η κλινική δοκιμή πραγματοποιήθηκε στη μεγαλύτερη δομή της Εθνικής Υπηρεσίας Υγείας (NHS) για ενήλικες με ΔΕΠΥ στο Ηνωμένο Βασίλειο. Πρόσφατα διατέθηκαν περισσότερα δεδομένα έτσι ώστε να υπάρχει μια συνολική συλλογή 501 ανώνυμων εγγραφών τον Ιούλιο του 2022. Αυτό βοήθησε την έρευνα να εξετάσει προσεκτικά το μοντέλο επανεκπαιδευόντας και βελτιστοποιώντας τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης προκειμένου να επικαιροποιηθεί το μοντέλο. Με βάση τη μεγάλη συλλογή δεδομένων μέχρι στιγμής, η έρευνα πιλοτικά παρουσιάζει επίσης μια μελέτη για την

εξέταση της αποτελεσματικότητας άλλων μεταβλητών εκτός από την αξιολόγηση της διαγνωστικής συνέντευξης για τη ΔΕΠΥ σε ενήλικες (DIVA), η οποία είναι χρονοβόρα διαδικασία διαλογής, καθώς βασίζεται σε ειδικά εκπαιδευμένους ανώτερους κλινικούς ιατρούς. Τα αποτελέσματα που αναφέρονται στην έρευνα καταδεικνύουν ότι το πρόσφατα εκπαιδευμένο μοντέλο μηχανικής μάθησης επιτυγχάνει ακρίβεια 75,03% όταν χρησιμοποιούνται όλα τα χαρακτηριστικά- το υβριδικό μοντέλο επιτυγχάνει ακρίβεια 93,61%. Μόνο με τη χρήση ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης παρατηρείται ακρίβεια 65,27% , το αποτέλεσμα αυτό ενθαρρύνει την ανάπτυξη ενός οικονομικώς αποδοτικού μοντέλου στο μέλλον.



Σχήμα 29: Περιπτώσεις ΔΕΠΥ αναλόγως του φύλου του ατόμου (Chen et al., 2023)



Σχήμα 30: Ηλικιακή κατανομή (Chen et al., 2023)

Μετά, στην έρευνα των Nash et al. (2022) διερευνήθηκαν τρέχουσες μεθόδους μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της Διαταραχής Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ). Με τη ΔΕΠΥ να αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες διαταραχές ψυχικής υγείας παγκοσμίως, η μηχανική μάθηση θα μπορούσε να αποτελέσει μια από τις αποτελεσματικές λύσεις για την αντικειμενική υποστήριξη της διάγνωσης στους κλινικούς γιατρούς. Διερεύνησαν τη χρήση της μηχανικής μάθησης με διάφορες τεχνικές ανίχνευσης, όπως η μαγνητική τομογραφία (MRI) και το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ). Επιπλέον, μελέτησαν και άλλες προσεγγίσεις για την ανίχνευση της ΔΕΠΥ, όπως εργασίες που βασίζονται σε ιατρικά ερωτηματολόγια και ιατρικές σημειώσεις. Οι ερευνητές θεωρούν ότι με την ολοένα και αυξανόμενη ευαισθητοποίηση για την ψυχική υγεία, είναι απαραίτητο να γίνει έρευνα της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με τη ΔΕΠΥ για μια αξιόπιστη εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης (TN) βασισμένη στη μηχανική μάθηση. Αυτή θα μπορεί με τη σειρά της να βοηθήσει τους γιατρούς προκειμένου να επιταχυνθεί η διαδικασία διάγνωσης της ΔΕΠΥ.



Σχήμα 31: Μαγνητικός τομογράφος (Nash et al., 2022)



Σχήμα 32: Συσκευή Ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος (Nash et al., 2022)

Τέλος, στην εργασία των Dolon-Poza et al. (2020) προτείνεται ένα ευφυές σύστημα το οποίο θα διευκολύνει τη διαδικασία θεραπείας παιδιών με ΔΕΠΥ. Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στην ανάλυση, το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας ευφυούς αρχιτεκτονικής, η οποία χρησιμοποιεί τεχνικές μηχανικής μάθησης για ένα θεραπευτικό ρομπότ που θα βοηθήσει στην ανάπτυξη νέων δοκιμασιών και άλλων πόρων για την υποστήριξη της θεραπείας της ΔΕΠΥ. Ο γενικός σκοπός του είναι να εντοπίσει κοινά μοτίβα στη συμπεριφορά των παιδιών με ΔΕΠΥ, ηλικίας μεταξύ 6 και 9 ετών, κατά την εκτέλεση των εργασιών για το σπίτι, ώστε να βοηθήσει τον θεραπευτή να διαγνώσει και να προβλέψει τη μελλοντική συμπεριφορά των παιδιών σε αυτόν τον τομέα. Προτάθηκε ένα σύστημα του οποίου η ανάπτυξη και η υλοποίηση πραγματοποιείται από μια πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους, αξιοποιώντας όλα τα πλεονεκτήματά της, όπως η χαμηλή καθυστέρηση, η

απεριόριστη αποθήκευση, οι λειτουργίες για την ανάπτυξη ενός έργου που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη και η ασφάλεια των δεδομένων. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιώντας αυτές τις λειτουργικότητες της πλατφόρμας, αναπτύχθηκε ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης. Αυτό το μοντέλο πραγματοποιεί δυαδική ταξινόμηση, καθώς ομαδοποιεί τα αποτελέσματα ανάλογα με τη διάγνωση (ΔΕΠΥ ή όχι ΔΕΠΥ). Οι κανόνες που συγκρίνουν τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους αισθητήρες του ρομπότ παρέχονται από το μοντέλο. Για την απόκτηση αυτών των κανόνων χρησιμοποιήθηκε ένας αλγόριθμος που αναπτύχθηκε από την εν λόγω πλατφόρμα και ένα σύνολο δεδομένων. Αυτό το πρώτο μέρος της κατασκευής του μοντέλου είναι γνωστό ως εκπαίδευση του μοντέλου. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε ένα άλλο σύνολο δεδομένων για δοκιμή. Σε αυτό το δεύτερο μέρος, το μοντέλο είναι σε θέση να προσδιορίσει αν τα νέα δεδομένα που εισάγονται ταιριάζουν με τα κριτήρια ενός παιδιού με ΔΕΠΥ ή ενός με τυπική ανάπτυξη. Η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε από την πλατφόρμα cloud, προσφέροντας διαθεσιμότητα και προσβασιμότητα των δεδομένων ανά πάσα στιγμή. Τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των λαμβανόμενων δεδομένων και της προβλεπόμενης διάγνωσης έδειξαν αξιοσημείωτα αποτελέσματα.

Από τις εργασίες που συνοπτικά παρουσιάστηκαν παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι σε αυτό το νέο ερευνητικό πεδίο της εφαρμογής ΤΝ στη ΔΕΠΥ υπάρχουν πολλές ακόμα δυνατότητες και επιλογές να μελετηθούν, ιδιαίτερα με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας. Οι περισσότερες έρευνες έως τώρα πάντως ασχολούνται κυρίως με τη διαγνώση της ΔΕΠΥ παρά με την υποστήριξή της.

4.3. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη διαταραχή του αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ)

Σε αυτή την ενότητα πραγματοποιείται μια ανασκόπηση ερευνών που ασχολούνται με την εφαρμογή της ΤΝ στη διαταραχή του αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ).

Οι διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές (ΔΑΔ) είναι μια ευρύτερη κατηγορία νευροαναπτυξιακών διαταραχών που περιλαμβάνει πέντε διαταραχές:

- τον αυτισμό,
- τη διαταραχή Rett,
- το σύνδρομο Asperger,
- την παιδική αποδιοργανωτική διαταραχή και
- την διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή μη προσδιοριζόμενη αλλιώς.

Ο αυτισμός που θα μας απασχολήσει στην ενότητα χωρίζεται σε δύο βασικές υποκατηγορίες:

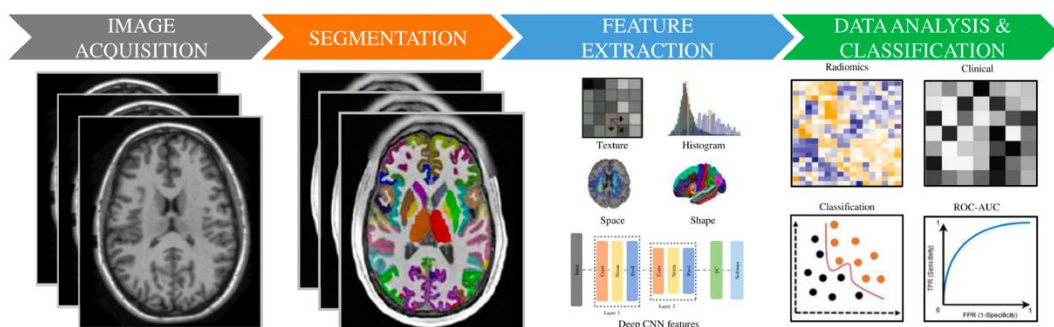
- τον αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας και
- τον αυτισμό χαμηλής λειτουργικότητας.

Στον αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας το άτομο διαθέτει IQ ίσο με 70 ή και ανώτερο. Αυτά τα άτομα δυσκολεύονται στην επικοινωνία, την έκφραση συναισθημάτων και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Στον αυτισμό χαμηλής λειτουργικότητας εκτός των ανωτέρω χαρακτηριστικών και του χαμηλότερου IQ πολλές φορές τα άτομα παρουσιάζουν περίεργη συμπεριφορά, προβλήματα ύπνου και επιθετικότητα. Ακόμα είναι δυνατόν σε ορισμένες περιπτώσεις να παρατηρηθούν και περιπτώσεις αυτοτραυματισμών.

Ξεκινάμε με την βιβλιογραφική ανασκόπηση των Naser et al. (2021). Αυτό το επιστημονικό άρθρο παρουσιάζει μια ευρεία έρευνα για τα καινοτόμα συστήματα παρέμβασης στα άτομα που αντιμετωπίζουν διαταραχή του φάσματος του αυτισμού (ΔΑΦ). Οι προσεγγίσεις που διερευνώνται περιλαμβάνουν, τεχνολογίες υποβοηθούμενες από την όραση του υπολογιστή (CVAT), σύγχρονα συστήματα υποβοηθούμενα από υπολογιστή (CAS) και παρεμβάσεις υποβοηθούμενες από την εικονική πραγματικότητα (VR) ή την τεχνητή νοημοσύνη (AI). Η έρευνα

κατά την προηγούμενη δεκαετία έχει δώσει αρκετές ενδείξεις ότι τα άτομα με ΔΑΦ έχουν έντονο ενδιαφέρον για παρεμβάσεις που βασίζονται στην καινοτομία, οι οποίες είναι πολύτιμες τόσο σε κλινικά περιβάλλοντα όσο και στο σπίτι και στις τάξεις. Όμως οι κλινικοί γιατροί δεν είναι πεπεισμένοι για την ικανότητα αυτών των παρεμβάσεων που βασίζονται στην τεχνολογία και παρουσιάζουν αυξημένο σκεπτικισμό. Μια σημαντική εξήγηση αυτού του σκεπτικισμού είναι ίσως το γεγονός ότι το μεγαλύτερο μέρος των μελετών σχετικά με τις ξεχωριστές μεθοδολογίες παρέμβασης δεν τηρεί μια συγκεκριμένη κατευθυντήρια γραμμή ή ερευνητικό σχεδιασμό. Τα ευρήματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι υπάρχουν αποστάσεις ανάμεσα στην ερευνητική κοινότητα της επιστήμης των υπολογιστών, της ψυχολογίας και των νευροεπιστημών για την προώθηση μιας τεχνολογίας με υποστήριξη ΤΝ για άτομα που βιώνουν ΔΑΦ. Μετά τη βελτίωση μιας τυποποιημένης παρεμβατικής τεχνολογίας υποβοηθούμενης από ΤΝ, θα πρέπει να αναπτυχθεί μια βάση δεδομένων, ώστε να παραχθούν αποτελεσματικοί αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης.

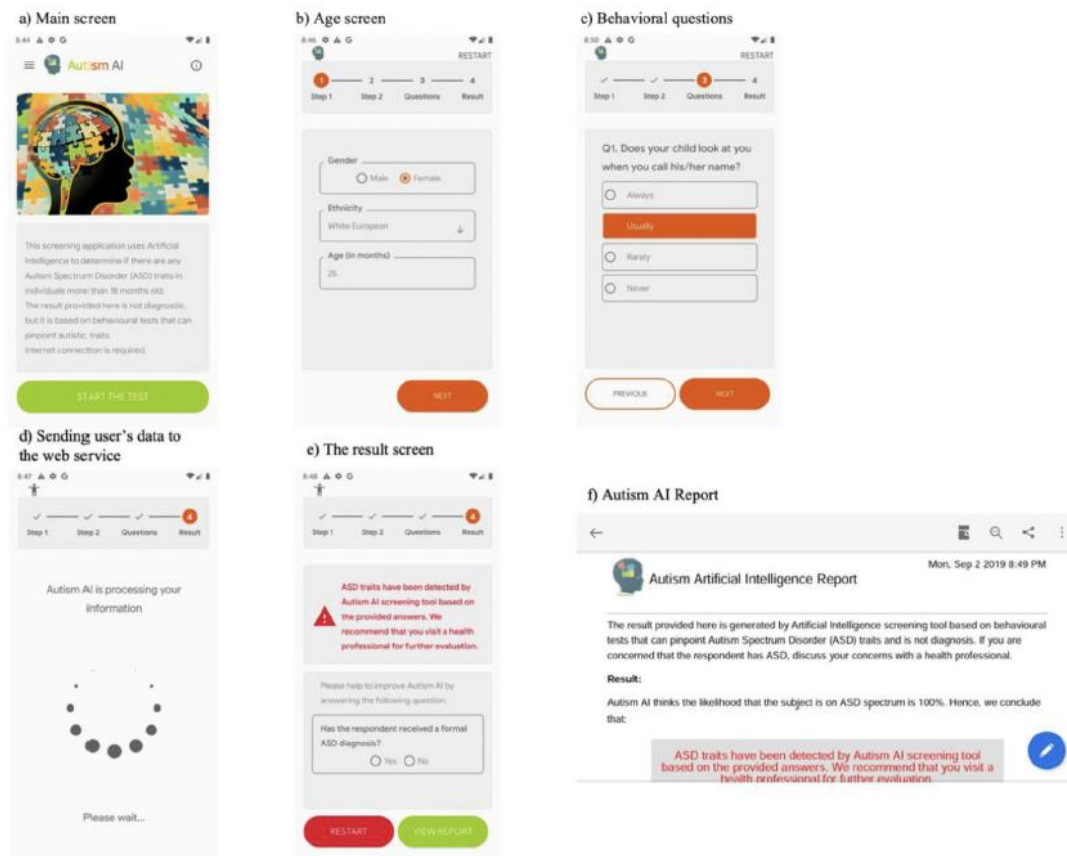
Στη συνέχεια η έρευνα των Chaddad et al. (2021) χρησιμοποιεί χαρακτηριστικά εικόνας (radiomics) με μοντέλα βαθιάς μάθησης μιας και έχει γίνει δημοφιλής στη διάγνωση με τη βοήθεια υπολογιστή και έχει ξεπεράσει τους εμπειρογνώμονες σε πολλές κλινικές εργασίες. Συγκεκριμένα, τα radiomics που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη (AI) χρησιμοποιούν ιατρικά δεδομένα (εικόνες, μοριακά δεδομένα, κλινικές μεταβλητές) για την πρόβλεψη κλινικών εργασιών όπως η διαταραχή του φάσματος του αυτισμού (ASD). Σε αυτή την ανασκόπηση, συνοψίζονται και αναφέρονται τεχνικές βασισμένες σε χαρακτηριστικά εικόνας που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της ASD. Μέχρι τώρα, λίγες εργασίες υπάρχουν που να σχετίζονται με τη διακύμανση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του πάχους του εγκεφάλου και όχι με την ανάλυση της υφής του. Αυτές οι τεχνικές βασίζονται στα χαρακτηριστικά εικόνων απεικόνισης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με προγνωστικά μοντέλα για την πρόβλεψη της ASD. Στην ανασκόπηση διερευνήθηκε η πρόοδος της εξαγωγής χαρακτηριστικών εικόνας με βάση την ASD με μια σύντομη περιγραφή της ASD και της τρέχουσας μη επεμβατικής τεχνικής που χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση μεταξύ ατόμων με ASD και ατόμων τυπικής ανάπτυξης. Με την τεχνητή νοημοσύνη περιγράφονται επίσης νέα μοντέλα radiomics με τη χρήση τεχνικών βαθιάς μάθησης. Για να εξεταστεί η ανάλυση υφής, προτείνεται η ενσωμάτωση περισσότερων ερευνών με πρόσθετα βήματα επικύρωσης σε διάφορες περιοχές μαγνητικής τομογραφίας.



Σχήμα 33: Εξαγωγή χαρακτηριστικών εικόνας για την πρόβλεψη ΔΑΦ (Chaddad et al., 2021)

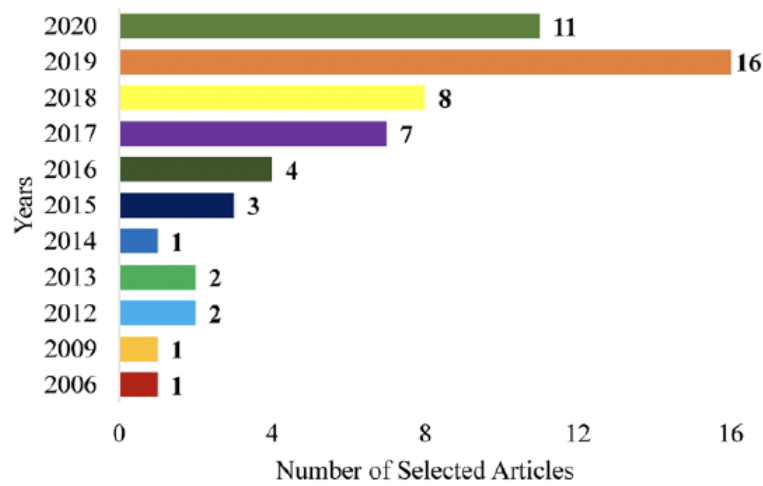
Ακολούθως θα αναφερθούμε στην εργασία των Shahamiri & Thabtah (2020). Η διαταραχή του αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ) είναι μια κατάσταση νευροανάπτυξης που συνήθως συνδέεται με σημαντικές δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης και χρονοβόρες αξιολογήσεις, όπου η έγκαιρη ανίχνευση των χαρακτηριστικών της ΔΑΦ μπορεί να συμβάλει στον περιορισμό της ανάπτυξης της. Οι υπάρχουσες συμβατικές μέθοδοι διαλογής ΔΑΦ περιέχουν μεγάλο αριθμό στοιχείων και βασίζονται σε κανόνες εμπειρογνομόνων του τομέα, οι οποίοι μπορεί να επικριθούν ως χρονοβόροι και υποκειμενικοί. Μια πολλά υποσχόμενη λύση για την αντιμετώπιση των παραπάνω ζητημάτων και την επιτάχυνση των παραπομπών για την αξιολόγηση της ΔΑΦ είναι η ανάπτυξη ευφύων μεθόδων διαλογής με TN που όχι μόνο παρέχουν ακριβείς προ-διαγνωστικές ταξινομήσεις αλλά και βελτιώνουν την αποτελεσματικότητα και την προσβασιμότητα της διαδικασίας διαλογής. Οι ερευνητές στην εργασία τους προτείνουν ένα νέο σύστημα διαλογής αυτισμού που αντικαθιστά τις συμβατικές συναρτήσεις βαθμολόγησης στις κλασικές μεθόδους διαλογής με αλγόριθμους βαθιάς μάθησης. Το σύστημα αποτελείται από μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα που παρέχει τη διεπαφή χρήστη που καταγράφει τα δεδομένα του ερωτηματολογίου, μια έξυπνη διαδικτυακή υπηρεσία ανίχνευσης ASD που διασυνδέεται με ένα συνεπαγωγικό νευρωνικό δίκτυο (CNN) που έχει εκπαιδευτεί με ιστορικά περιστατικά ASD και μια βάση δεδομένων που επιτρέπει στο CNN να μαθαίνει νέες γνώσεις από τους μελλοντικούς χρήστες του συστήματος. Η μέθοδος ταξινόμησης CNN αξιολογήθηκε με βάση ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων αυτισμού που αποτελείται από περιπτώσεις ενηλίκων, εφήβων, παιδιών και νηπίων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το CNN συγκρίθηκαν με άλλους ευφύεις αλγορίθμους στους οποίους ο προτεινόμενος πέτυχε ανώτερες επιδόσεις. Ειδικότερα, το σύστημα ταξινόμησης ASD με βάση το CNN αποκάλυψε υψηλότερη ακρίβεια αλλά και ευαισθησία σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους διαλογής. Αυτό θα είναι

πράγματι ιδιαίτερα επωφελές για πολυάσχολες ιατρικές κλινικές αλλά και τους διαγνώστες και θα μπορούσε ενδεχομένως να αποτελέσει μια νέα κατεύθυνση για την αλλαγή του τρόπου με τον οποίο διεξάγεται η διαδικασία διάγνωσης ASD στο μέλλον.

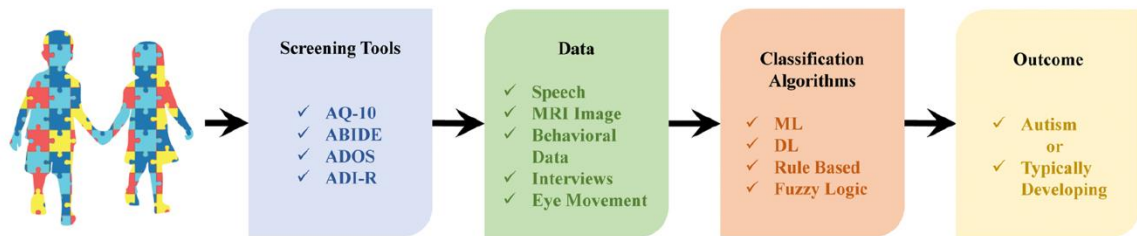


Σχήμα 34: Διεπαφή χρήστη της εφαρμογής Autism AI (Shahamiri & Thabtah, 2020)

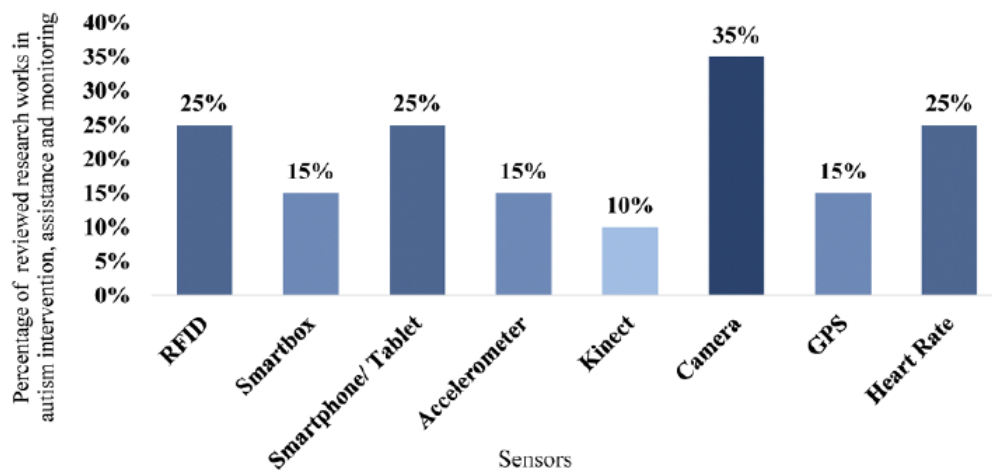
Τέλος, στη δημοσίευση των Ghosh et al. (2021) μελετήθηκαν έρευνες που ασχολούνται με τη διάγνωση και τη διαχείριση του αυτισμού χρησιμοποιώντας τεχνητή νοημοσύνη (AI), μηχανική μάθηση (ML) και Internet of Things (IoT). Επιλέχθηκαν 58 άρθρα που έχουν σημαντική συμβολή στον τομέα αυτό. Τα επιλεγμένα ερευνητικά έργα αναλύθηκαν, παρουσιάστηκαν και συγκρίθηκαν. Τέλος, οι ερευνητές περιέγραψαν την ενσωμάτωση των εγκαταστάσεων αυτισμού σε περιβάλλον έξυπνης πόλης, επισήμαναν ορισμένα ερευνητικά κενά και προκλήσεις και έδωσαν συστάσεις για περαιτέρω ερευνητικές εργασίες.



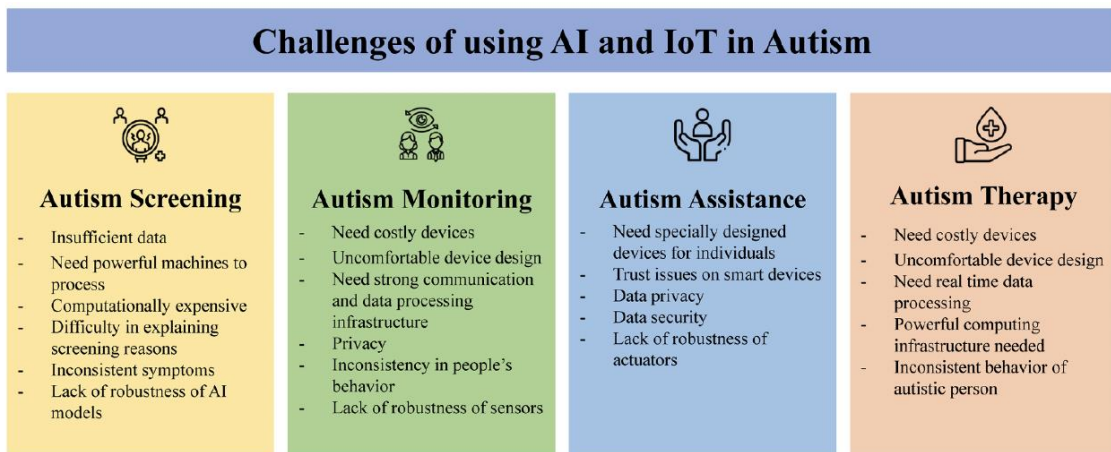
Σχήμα 35: Κατανομή των επιλεγμένων δημοσιεύσεων ανά έτος (Ghosh et al., 2021)



Σχήμα 36: Η διαδικασία διάγνωσης αυτισμού όπου διαφορετικές διαγνωστικές μέθοδοι συλλέγουν και διαφορετικά δεδομένα (Ghosh et al., 2021)



Σχήμα 37: Οι αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν στις μελέτες με τις κάμερες να κατέχουν την πρώτη θέση (Ghosh et al., 2021)



Σχήμα 38: Οι προκλήσεις της χρήσης ΤΝ και ΙοΤ στη διάγνωση και τη διαχείριση του αυτισμού (Ghosh et al., 2021)

Από τις εργασίες που συνοπτικά παρουσιάστηκαν στην ενότητα της εφαρμογής ΤΝ στον αυτισμό διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν πολλές πρόσφατες και αξιόλογες μελέτες. Βέβαια οι περισσότερες έρευνες έως τώρα ασχολούνται κυρίως με τη διάγνωση του αυτισμού παρά με την υποστήριξη των αυτιστικών ατόμων.

4.4. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στη νοητική αναπηρία (νοητική υστέρηση)

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μια ανασκόπηση ερευνών που ασχολούνται με την εφαρμογή της ΤΝ στα άτομα με νοητική αναπηρία (νοητική υστέρηση).

Νοητική αναπηρία είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται όταν ένα άτομο έχει ορισμένους περιορισμούς στη γνωστική λειτουργία και τις δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένων των εννοιολογικών, κοινωνικών και πρακτικών δεξιοτήτων, όπως η γλώσσα, οι κοινωνικές δεξιότητες και οι δεξιότητες αυτοεξυπηρέτησης.

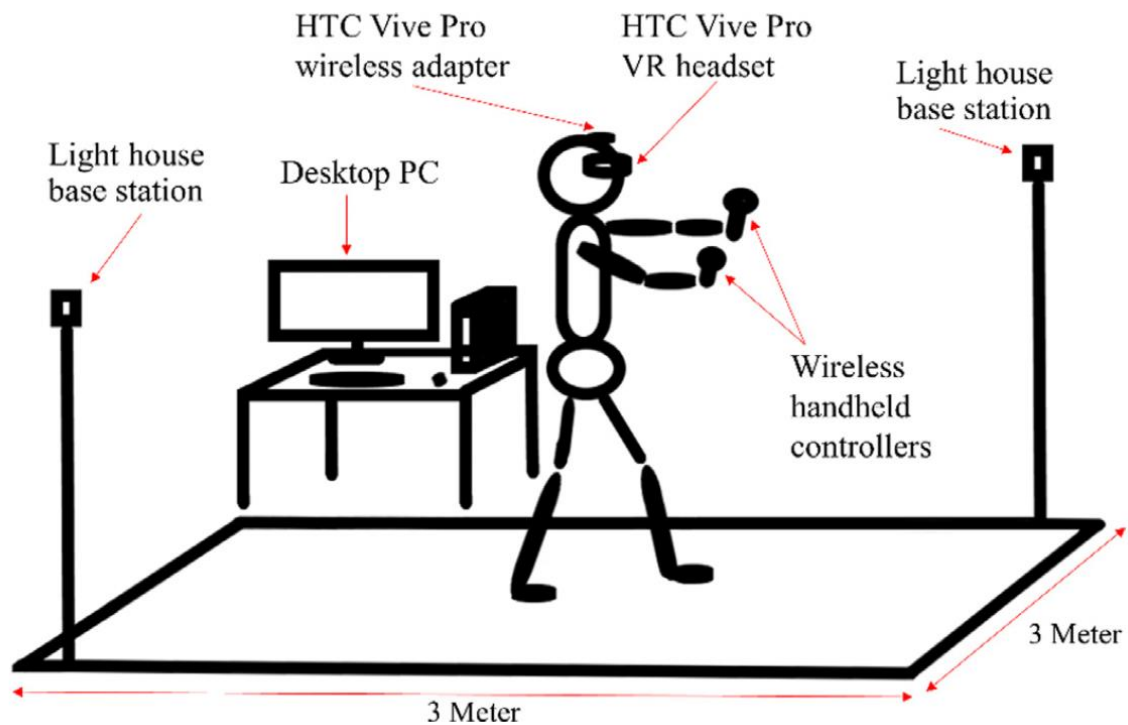
Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες της νοητικής αναπηρίας:

- Ήπια (IQ: 50 – 70),
- Μέτρια (IQ: 35 – 50),
- Σοβαρή (IQ: 20 – 35),
- Βαριά (IQ: Κάτω από 20).

Αρχικά μελετήσαμε την έρευνα των Kharbat et al. (2020). Σε αυτήν οι ερευνητές μας αναφέρουν ότι οι μαθητές με αναπτυξιακές αναπηρίες/διανοητικές αναπηρίες (ΑΔ/ΔΑ) έχουν συχνά και σοβαρά προβλήματα υγείας που απαιτούν πρόσθετη ιατρική φροντίδα και επίβλεψη. Σοβαρά προβλήματα υγείας σημαίνουν επίσης αυξημένη απουσία και πρόσθετη καθυστέρηση στην ακαδημαϊκή επίδοση και στην ανάπτυξη προσαρμοστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων. Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση ενός παιδιού με αναπτυξιακές αναπηρίες/διανοητικές αναπηρίες (ΑΔ/ΔΑ) θα μπορούσε να βελτιώσει τα εκπαιδευτικά, προσαρμοστικά και κοινωνικά κενά δεξιοτήτων που εμφανίζονται ως άμεσο αποτέλεσμα των επίμονων προβλημάτων υγείας. Τα επιστημονικά άρθρα που συλλέχθηκαν σχετικά με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση μαθητών με αναπτυξιακές αναπηρίες/διανοητικές αναπηρίες (ΑΔ/ΔΑ) αναλύθηκαν αναζητώντας διάφορα κενά στον ερευνητικό τομέα. Δεδομένου ότι η πλειονότητα αυτών των μαθητών συχνά έχουν σοβαρές και χρόνιες και συνυπάρχουσες καταστάσεις υγείας, η πιθανή χρήση των πληροφοριών υγείας στην τεχνητή νοημοσύνη είναι ακόμη πιο κρίσιμη. Ως εκ τούτου, υπάρχει σαφής ανάγκη για την ανάπτυξη ενός συστήματος που διευκολύνει την επικοινωνία και την πρόσβαση σε πληροφορίες υγείας για τους μαθητές με ΑΔ/ΔΑ, ενός συστήματος που

παρέχει πληροφορίες στους φροντιστές και τους εκπαιδευτικούς, περιορίζει τα σφάλματα και, ως εκ τούτου, βελτιώνει την εκπαίδευση και την ποιότητα ζωής αυτών των ατόμων. Αυτή η βιβλιογραφική ανασκόπηση αναδεικνύει ένα ερευνητικό κενό σχετικά με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης για την υποστήριξη της εκπαίδευσης των μαθητών με ΑΔ/ΔΑ. Υπάρχει ανάγκη για ένα ευφύες σύστημα σε συνεργασία με τις επικαιροποιημένες πληροφορίες υγείας για τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών που προσφέρονται στα άτομα με νοητική αναπηρία και ως εκ τούτου τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. Ζητούμενο είναι να παρέχεται μια αυτοματοποιημένη ροή πληροφοριών ως λειτουργικό εργαλείο διάγνωσης και παρέμβασης για τους εκπαιδευτικούς, τους φροντιστές και τους γονείς. Θα μπορούσε δυνητικά να βελτιώσει τα εκπαιδευτικά και πρακτικά αποτελέσματα για τα άτομα με ΑΔ/ΔΑ και, τελικά, την ποιότητα ζωής τους.

Στη συνέχεια στην εργασία των Cheung et al. (2022) αναπτύχθηκε μια εκπαίδευση βασικών δεξιοτήτων ζωής βασισμένη στην εικονική πραγματικότητα, η οποία περιλάμβανε ψώνια για το σπίτι, μαγείρεμα και εργασίες καθαρισμού για άτομα με νοητική αναπηρία. Η εκπαίδευση VR μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις μαγειρέματος και καθαρισμού. Ακόμα η εκπαίδευση VR είχε καλύτερη βελτίωση στο εύρος μνήμης συγκριτικά με την παραδοσιακή εκπαίδευση. Η εκπαίδευση στις βασικές δεξιότητες της ζωής είναι απαραίτητη για τα άτομα με νοητική αναπηρία για την απόκτηση της αυτονομίας τους αλλά και της κοινωνικής ένταξης τους. Η εικονική πραγματικότητα (VR) θα μπορούσε να προσφέρει μια εφαρμογή που να είναι πιο ελκυστική και ασφαλής. Ο στόχος της μελέτης ήταν να αξιολογήσει τις εκπαιδευτικές επιδράσεις του προγράμματος κατάρτισης βασικών δεξιοτήτων ζωής με βάση την VR στην απόδοση δεξιοτήτων ζωής, την αυτοαποτελεσματικότητα, τη μνήμη, τις γνωστικές και συμπεριφορικές λειτουργίες. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 145 άτομα με νοητική αναπηρία. Οι εργασίες δεξιοτήτων ζωής περιλάμβαναν 1) ψώνια για το σπίτι, 2) μαγείρεμα και 3) καθαρισμό κουζίνας. Τα αποτελέσματα ήταν βαθμολογίες απόδοσης για τις τρεις εργασίες και η κλίμακα αυτοαποτελεσματικότητας. Η χρήση VR βελτίωσε σημαντικά το μαγείρεμα, τις επιδόσεις καθαρισμού και το εύρος μνήμης, ενώ η παραδοσιακή εκπαίδευση βελτίωσε σημαντικά τις αγορές, το μαγείρεμα και τον καθαρισμό. Το IQ φάνηκε να είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην επίδραση της κατάρτισης. Οι ερευνητές θεωρούν ότι οι μελλοντικές εργασίες θα πρέπει να εξετάσουν την ανάπτυξη τεχνητής νοημοσύνης για την προσαρμογή των προγραμμάτων ανάλογα με το επίπεδο IQ.



Σχήμα 39: Διαμόρφωση του συστήματος και της διαδραστικής ζώνης του συστήματος εικονικής πραγματικότητας (Cheung et al., 2022)



Σχήμα 40: Το πραγματικό (κάτω) και το εικονικό περιβάλλον (πάνω) στα ψώνια (αριστερά), στο μαγείρεμα (κέντρο) και στον καθαρισμό (δεξιά) (Cheung et al., 2022)

Τέλος μας απασχόλησε η εργασία των Conde et al. (2020) που

ασχολείται με την ένταξη ενηλίκων ατόμων με νοητική αναπηρία στον εργασιακό χώρο. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην ένταξή τους στο εργασιακό περιβάλλον, ένα από τα βασικά ζητήματα είναι η εφαρμογή των λύσεων που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες με τη χρήση αυτού που οι ειδικοί αποκαλούν "Τεχνολογίες Υποστήριξης". Η ανάπτυξη ευφών συστημάτων διδασκαλίας (ITS) που βασίζονται σε κινητές πλατφόρμες προσφέρει νέες προοπτικές για την καλύτερη ένταξη των ατόμων με αναπηρία. Το σύστημα LAGUNTXO στοχεύει στην επίτευξη επιδόσεων ισάξιων με αυτών των τυπικών δασκάλων, προχωρώντας ένα βήμα πέρα από τα κλασικά συστήματα διδασκαλίας που εκτελούν οργανωτικά καθήκοντα. Λόγω της μεγάλης ποικιλομορφίας μιας και σχετίζεται με άτομα με αναπηρίες, μια ευφυής δομή μπορεί να επιτύχει μια βολική διαμόρφωση του συστήματος διδασκαλίας για κάθε περίπτωση. Ένας μηχανισμός βασισμένος σε αυτοματισμούς έχει πραγματοποιηθεί για την τεχνολογική προσαρμογή του μεγάλου αριθμού δυνατοτήτων που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων με αναπηρίες, στην εργασία που πρόκειται να γίνει αυτόνομα από τα άτομα αυτά, και των στοιχείων του κινητού συστήματος. Στην εργασία, παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική LAGUNTXO, οι τρόποι λειτουργίας της και διάφορες περιπτώσεις χρήσης.

Από τις εργασίες που συνοπτικά παρουσιάστηκαν στην ενότητα της εφαρμογής ΤΝ στη νοητική αναπηρία διαπιστώνουμε ότι οι περισσότερες μελέτες είναι μετά το 2020. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλο περιθώριο περαιτέρω διερεύνησης και βελτίωσης των μεθόδων και των αποτελεσμάτων τους. Σε αυτή την κατηγορία ατόμων με ειδικές ανάγκες παρατηρούμε ότι οι περισσότερες έρευνες έως τώρα ασχολούνται με την υποστήριξη των ατόμων και όχι με τη διάγνωση.

4.5. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης σε άτομα με προβλήματα ακοής

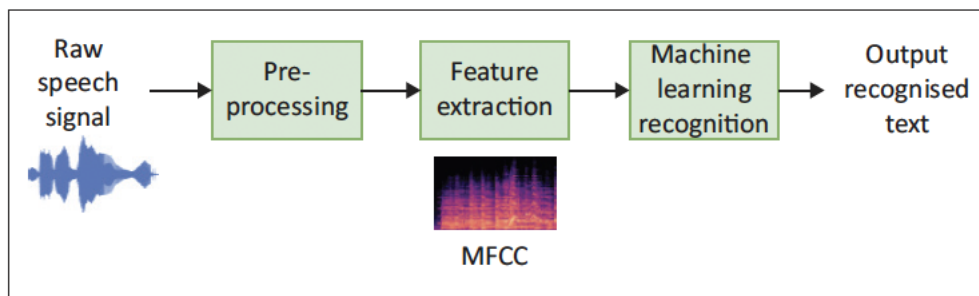
Σε αυτή την ενότητα επιχειρείται μια ανασκόπηση ερευνών που ασχολούνται με την εφαρμογή της TN στα άτομα με προβλήματα ακοής.

Τα άτομα αυτά όταν δεν είναι βαρήκοα ή δεν έχουν κοχλιακά εμφυτεύματα, που παρέχουν στο άτομο την ακοή σε ένα ικανοποιητικό βαθμό, ομιλούν τη νοηματική γλώσσα της χώρας τους. Η νοηματική γλώσσα κάθε χώρας είναι αναγνωρισμένη ως επίσημη γλώσσα ομιλίας των πολιτών της με προβλήματα ακοής.

Η ελληνική νοηματική γλώσσα (ΕΝΓ) έχει αναγνωριστεί νομικά ως επίσημη γλώσσα της κοινότητας των Κωφών για εκπαιδευτικούς σκοπούς στην Ελλάδα από το 2000. Η Ελληνική Νοηματική Γλώσσα εκτιμάται ότι χρησιμοποιείται από περίπου 40.600 νοηματιστές.

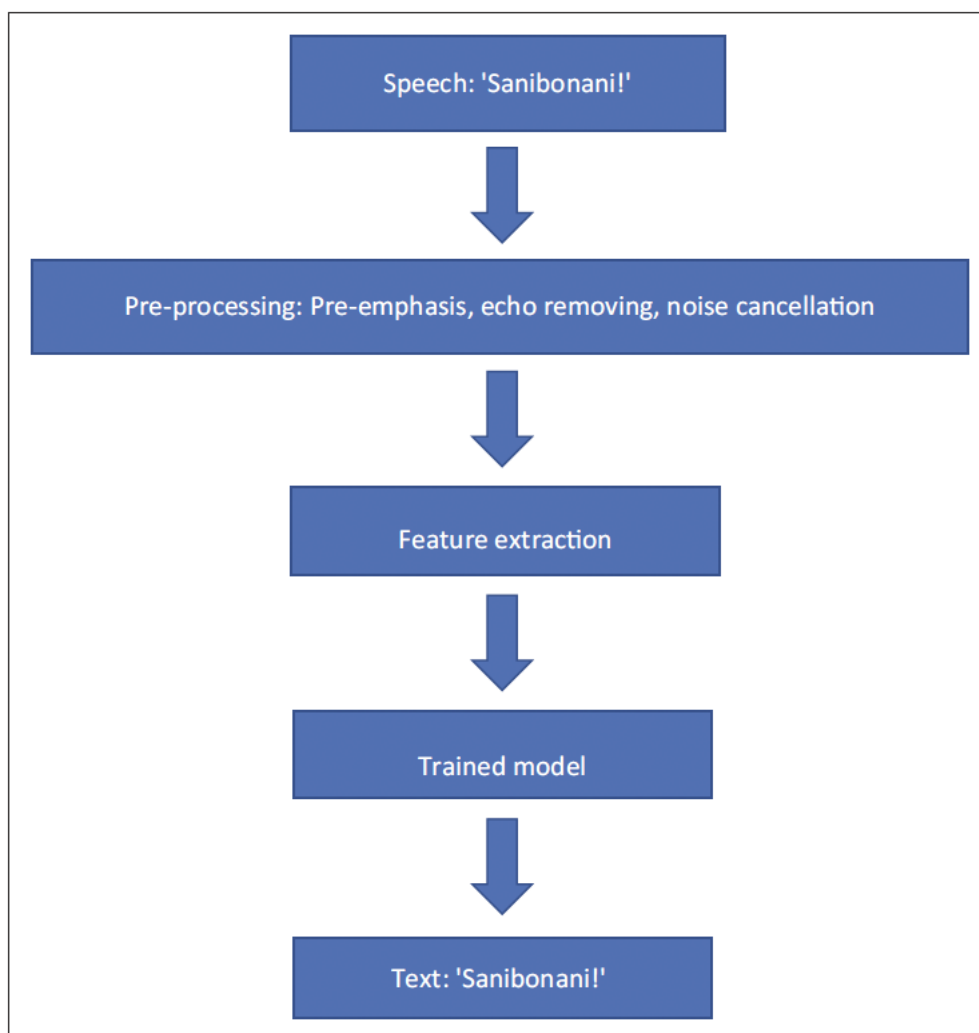
Αρχικά ασχοληθήκαμε με την έρευνα των Madahana et al. (2022). Η εμφάνιση της πανδημίας της νόσου COVID-19 είχε ως αποτέλεσμα να αναδειχθεί η επικοινωνία ως μία από τις κρίσιμες πτυχές της εφαρμογής των παρεμβάσεων. Οι καθυστερήσεις στη διαβίβαση ζωτικών πληροφοριών από τους φορείς χάραξης πολιτικής ενδέχεται να είναι επιζήμιες, ιδίως για τα άτομα με προβλήματα ακοής. Η μελέτη αποσκοπεί στη διενέργεια μιας επισκόπησης σχετικά με την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (AI) για τη μετάφραση σε πραγματικό χρόνο από ομιλία σε κείμενο σε νοηματική γλώσσα και, κατά συνέπεια, στην πρόταση μιας λύσης μετάφρασης σε πραγματικό χρόνο με βάση την AI για τις γλώσσες της Νότιας Αφρικής από ομιλία σε κείμενο σε νοηματική γλώσσα. Στο πλαίσιο της εργασίας διενεργήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σε έρευνες που δημοσιεύθηκαν στην αγγλική γλώσσα μεταξύ 2019 και 2021 και παρείχαν στοιχεία σχετικά με τη μετάφραση από ομιλία σε κείμενο σε νοηματική γλώσσα σε πραγματικό χρόνο με βάση την TN ως λύση για τα άτομα με προβλήματα ακοής. Η ανασκόπηση αποκάλυψε έλλειψη στοιχείων σχετικά με την υιοθέτηση ή/και τη μεγιστοποίηση της TN και της μηχανικής μάθησης (ML) ως πιθανές λύσεις για τα άτομα με προβλήματα ακοής. Οι ερευνητές εντόπισαν σαφής υστέρηση στην κλινική αξιοποίηση και διερεύνηση αυτών των τεχνολογικών εξελίξεων, ιδίως στην αφρικανική ήπειρο. Η υποστηρικτική τεχνολογία που απευθύνεται ειδικά στη νοτιοαφρικανική κοινότητα είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ ατόμων που μπορούν να ακούσουν και ατόμων με

προβλήματα ακοής.



MFCC, mel-frequency cepstral coefficients.

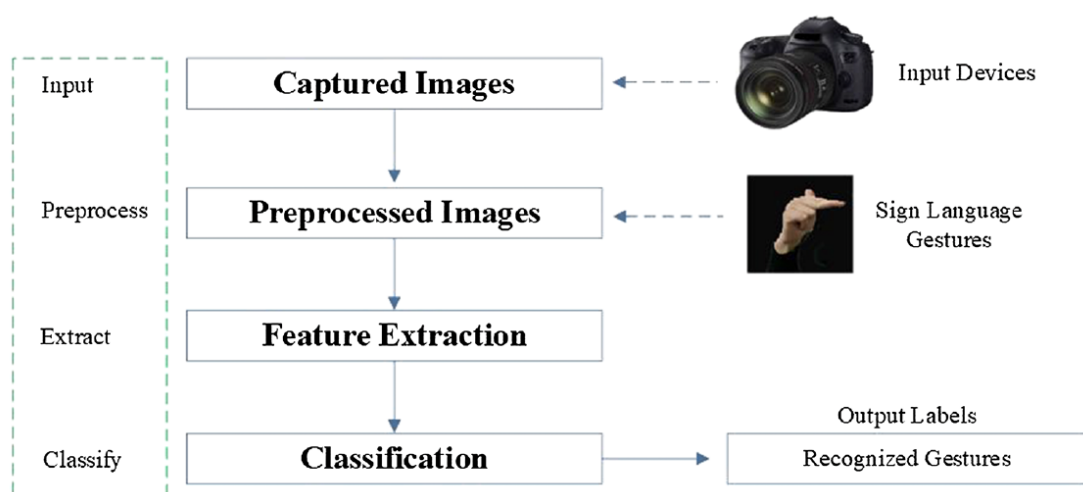
Σχήμα 41: Απεικόνιση της διαδικασίας της αυτόματης αναγνώρισης φωνής (Madahana et al., 2022)



Σχήμα 42: Απεικόνιση του πλάνου υλοποίησης και των αναμενόμενων αποτελεσμάτων (Madahana et al., 2022)

Ακολουθώντας ασχοληθήκαμε με την ερευνητική εργασία των Jiang et al. (2020) Η Κινεζική Νοηματική Γλώσσα (ΚΝΓ)

αποτελεί το κύριο μέσο επικοινωνίας για τα άτομα με προβλήματα ακοής στην Κίνα. Η αναγνώριση της νοηματικής γλώσσας (SLR) μπορεί να μειώσει την απόσταση μεταξύ των ατόμων με προβλήματα ακοής και των υγιών ανθρώπων και να τους βοηθήσει να ενταχθούν στην κοινωνία. Ως εκ τούτου, η SLR έχει γίνει το επίκεντρο της έρευνας για την εφαρμογή της νοηματικής γλώσσας. Με την πάροδο των ετών, η συνεχής ανάπτυξη νέων τεχνολογιών αποτελεί πηγή και κίνητρο για την SLR. Η εργασία αυτή προσπάθησε να καλύψει τις πιο πρόσφατες προσεγγίσεις στην αναγνώριση της κινεζικής νοηματικής γλώσσας (CSLR). Πραγματοποιήθηκε διεξοδική ανασκόπηση των ανώτερων μεθόδων από το 2000 έως το 2019 στις έρευνες CSLR, δηλαδή στην απόκτηση δεδομένων, την προεπεξεργασία, την εξαγωγή χαρακτηριστικών και την ταξινόμηση. Το CSLR συνοψίστηκε από ορισμένες πτυχές ως εξής: μέθοδοι ταξινόμησης και εξαγωγής χαρακτηριστικών, αξιολόγηση ακρίβειας/απόδοσης και μέγεθος δείγματος/σύνολα δεδομένων. Συγκρίθηκαν τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί των διαφόρων προσεγγίσεων CSLR. Διαπιστώθηκε ότι η απόκτηση δεδομένων γίνεται κυρίως μέσω της κάμερας και η εξαγωγή χαρακτηριστικών επικεντρώνεται στο σχήμα του χεριού και σε χωροχρονικούς παράγοντες, αλλά αγνοεί τις εκφράσεις του προσώπου. Λόγω της πολυπλοκότητας της σύγχρονης κινεζικής γλώσσας, η CSLR έχει γενικά χαμηλότερη ακρίβεια από άλλες SLR. Είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα κατάλληλο σύνολο δεδομένων για τη διεξαγωγή συγκρίσιμων πειραμάτων. Πρέπει να επιλυθεί το ζήτημα της μείωσης της ακρίβειας καθώς αυξάνεται το σύνολο δεδομένων. Συνολικά, η μελέτη έδωσε μια ολοκληρωμένη παρουσίαση για την CSLR και την SLR.



Σχήμα 43: Διαδικασία αναγνώρισης της Νοηματικής Γλώσσας με βάση την όραση (Jiang et al., 2020)

Τέλος, η έρευνα των Sreemathy et al. (2022) ασχολείται με την Ινδική Νοηματική Γλώσσα (ISL). Χρησιμοποιώντας το σύστημα διερμηνείας της Ινδικής Νοηματικής Γλώσσας (ISL), τα άτομα με προβλήματα ακοής μπορούν να αλληλεπιδρούν με τους φυσιολογικούς ανθρώπους με τη βοήθεια της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπινου Υπολογιστή (HCI). Η εργασία παρουσιάζει μια μέθοδο για την αυτόματη αναγνώριση των νοημάτων της Ινδικής Νοηματικής Γλώσσας (ISL). Οι τρεις φάσεις αυτής της εργασίας περιλαμβάνουν την προεπεξεργασία, την εξαγωγή χαρακτηριστικών και την ταξινόμηση. Το μοντέλο χρησιμοποιείται για την αναγνώριση των χειρονομιών σε πραγματικό χρόνο, Η συνολική ακρίβεια που επιτεύχθηκε ήταν 89,5%. Η προτεινόμενη τεχνολογία χρησιμοποιείται ως βοηθός διδασκαλίας για άτομα με ειδικές ανάγκες και έχει αποδείξει ότι αυξάνει τη γνωστική ικανότητα των παιδιών κατά 60-70%. Αυτό το σύστημα συνδυάζει την επεξεργασία εικόνας με τη μηχανική μάθηση για την αναγνώριση αλφαβήτων από την ινδική νοηματική γλώσσα. Αυτή με τη σειρά της μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο ΤΠΕ (τεχνολογία πληροφορικής και επικοινωνιών) για την ενίσχυση της γνωστικής τους ικανότητας.



Σχήμα 44: Αποτελέσματα δοκιμών σε πραγματικό χρόνο με μηχανική μάθηση (ML) (Sreemathy et al., 2022)

Από τις εργασίες που συνοπτικά παρουσιάσαμε σε αυτήν την ενότητα διαπιστώνουμε ότι οι περισσότερες μελέτες είναι πολύ πρόσφατες. Ακόμα στα άτομα με προβλήματα ακοής παρατηρούμε ότι οι έρευνες που αναφερθήκαμε αναφέρονται στην υποστήριξη αυτών των ατόμων και όχι στη διάγνωση της αναπηρίας τους.

4.6. Η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης σε άτομα με πολλαπλές αναπηρίες

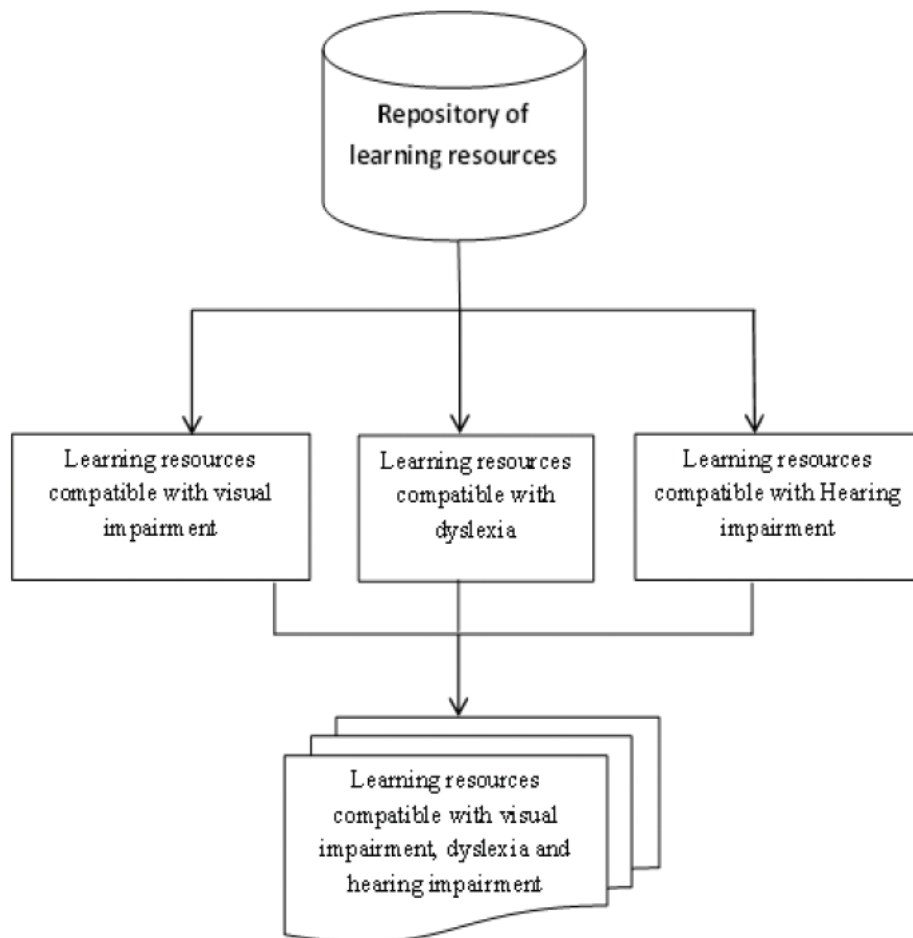
Σε αυτή την τελευταία ενότητα πραγματοποιείται μια ανασκόπηση επιστημονικών δημοσιεύσεων που ασχολούνται με την εφαρμογή της ΤΝ σε άτομα με πολλαπλές αναπηρίες.

Η πολλαπλή αναπηρία αναφέρεται σε συνδυασμό δύο ή περισσότερων αναπηριών που έχουν συνδυασμένες επιπτώσεις στην επικοινωνία, την κινητικότητα και την εκτέλεση καθημερινών καθηκόντων του παιδιού. Για παράδειγμα, ένα παιδί μπορεί να έχει δυσκολίες στη μάθηση, στον έλεγχο των κινήσεων του ή/και στην ακοή και την όραση. Μπορούμε να πούμε ότι όπως κάθε παιδί είναι διαφορετικό, έτσι και κάθε παιδί με πολλαπλές αναπηρίες είναι διαφορετικό. Σε αυτό το σημείο θα ήταν καλό να σημειωθεί ότι το αποτέλεσμα της πολλαπλής αναπηρίας μπορεί να είναι μεγαλύτερο από τον αναμενόμενο συνδυασμό δύο μεμονωμένων αναπηριών.

Στην αρχή μας απασχόλησε η δημοσίευση των Herbuela et al. (2022). Η έρευνα τους παρουσιάζει ένα νέο σύστημα υποστηρικτικής τεχνολογίας για παιδιά με νοητική αναπηρία ή βαθιά νοητική και πολλαπλή αναπηρία. Το σύστημα βασίζεται σε υπολογιστή, μηχανική μάθηση και δεδομένα περιβάλλοντος και χρησιμοποιείται για την ερμηνεία των κινήσεων των παιδιών. Η μελέτη περιελάμβανε εκπαίδευση, δοκιμή και σύγκριση διάφορων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την αναγνώριση κινήσεων σε διάφορες συμπεριφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν μπορούν να επιτύχουν ποσοστά ακρίβειας άνω του 76%, και υπήρξαν στατιστικά σημαντικές επιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών συνδυασμών χαρακτηριστικών και αλγορίθμων. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η προσθήκη δεδομένων περιβάλλοντος, η επιλογή χαρακτηριστικών και η χρήση συγκεκριμένων αλγορίθμων μπορούν να βελτιώσουν την ακρίβεια του συστήματος. Αυτά τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι το νέο σύστημα είναι υποσχόμενο για τη δημιουργία ενός σταθερού συστήματος επικοινωνίας-βοήθειας συμπεριφοράς βασισμένο σε μηχανική μάθηση για παιδιά με πολλαπλές αναπηρίες.

Ακολούθως ασχοληθήκαμε με την εργασία των Nganjì & Brayshaw (2015) οι οποίοι μελέτησαν τις προσπάθειες της συμπερίληψης των φοιτητών με αναπηρίες στη διαδικτυακή τριτοβάθμια εκπαίδευση. Συμπέραναν ότι τα υπάρχοντα μαθησιακά περιβάλλοντα δεν είναι πλήρως συμπεριληπτικά, ιδίως για τα άτομα με πολλαπλές αναπηρίες. Τα περισσότερα

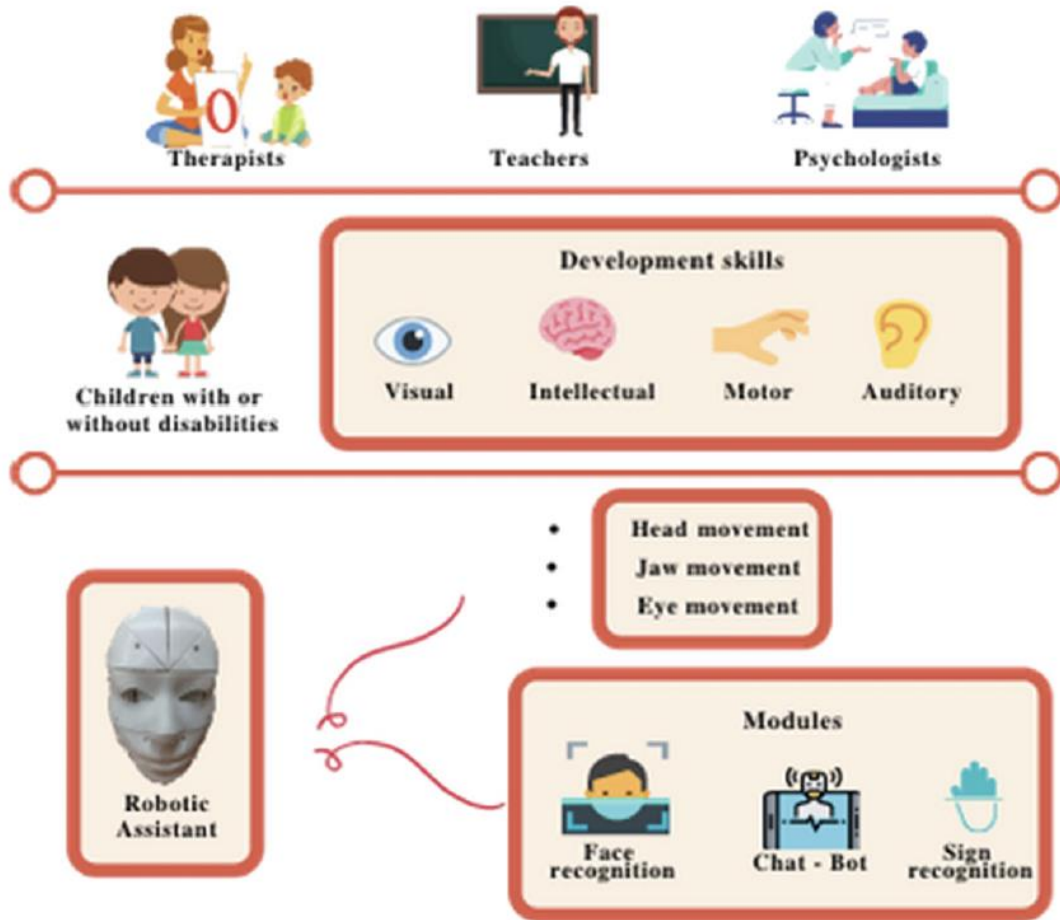
μαθησιακά περιβάλλοντα που έχουν κατασκευαστεί για φοιτητές με αναπηρίες περιορίζονται στην κάλυψη των αναγκών συγκεκριμένων αναπηριών και δεν επιχειρούν να ανταποκριθούν στις δυσκολίες του σχεδιασμού για άτομα με πολλαπλές αναπηρίες. Αυτή η έρευνα επιδιώκει να εξετάσει πώς μπορούν να σχεδιαστούν εικονικά μαθησιακά περιβάλλοντα (ΕΜΠ) ώστε να συμπεριλάβουν τις ανάγκες των μαθητών με πολλαπλές αναπηρίες. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί ΤΝ για να δείξει πώς συγκεκριμένο μαθησιακό υλικό από ένα τεράστιο αποθετήριο μαθησιακού υλικού μπορεί να προταθεί σε εκπαιδευόμενους με διάφορες αναπηρίες. Αυτό καθίσταται εφικτό μέσω της χρήσης τεχνολογίας σημασιολογικού ιστού για τη μοντελοποίηση του μαθητή και των αναγκών του. Συζητούνται τρεις τεχνικές για τον συνδυασμό των απαιτήσεων. Απλοί λογικοί τελεστές, κανόνες βασισμένοι στη γνώση και επαγωγή κανόνων βασισμένη στη μηχανική μάθηση συνδυάζονται σε αυτή την ολοκληρωμένη προσέγγιση. Οι ερευνητές θεωρούν ότι οι προγραμματιστές συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης θα ενθαρρυνθούν από αυτή την προσέγγιση ώστε να σχεδιάσουν εικονικά περιβάλλοντα μάθησης χωρίς αποκλεισμούς.



Σχήμα 45: Ανάκτηση υλικού εκπαίδευσης συμβατού με προβλήματα στην όραση, δυσλεξία και προβλήματα στην ακοή (Nganji & Brayshaw, 2015)

Στη συνέχεια μας απασχόλησε η έρευνα των Dougan et al. (2021) η οποία υποστηρίζει ότι τα άτομα με βαριά νοητική και πολλαπλή αναπηρία είναι δύσκολο να τα κατανοήσουμε στις καθημερινές απαιτήσεις τους, επειδή δεν είναι επαρκής η συμβολική επικοινωνία τους. Η ΤΝ μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην αναγνώριση των μοτίβων συμπεριφοράς με τα οποία εκφράζονται. Έτσι μπορεί να βοηθήσει τους νέους φροντιστές των ατόμων που δεν είναι εξοικειωμένοι με ένα άτομο με βαριά νοητική και πολλαπλή αναπηρία. Οι ερευνητές αναπτύξανε μια προσέγγιση αναγνώρισης προτύπων συμπεριφοράς που ταξινομεί τις προσπάθειες επικοινωνίας ενός ατόμου με βάση τις εκφράσεις του προσώπου, τις χειρονομίες, τις φωνές και τα φυσιολογικά σήματα.

Τέλος, η εργασία των Andrade – Altamirano et al. (2021) ασχολείται με τη δημιουργία του ρομπότ AsiRo-μ που είναι ένα ρομπότ βοηθός το οποίο είναι 3D εκτυπωμένο για κέντρα ειδικής εκπαίδευσης στο Εκουαδόρ. Η τεχνολογία σήμερα μας επιτρέπει το σχεδιασμό και την κατασκευή καινοτόμων ρομποτικών βοηθών χαμηλού κόστους για διαδικασίες εκπαιδευτικής ένταξης στις αναπτυσσόμενες χώρες. Στο Εκουαδόρ δεν υπάρχουν αρκετές υποστηρικτικές τεχνολογίες για τα κέντρα ειδικής εκπαίδευσης, λόγω έλλειψης πόρων. Για αυτούς τους λόγους δημιουργήθηκε το ρομπότ AsiRo-μ το οποίο βασίζεται στο 3D εκτυπωμένο ρομπότ ανοιχτού κώδικα Inmmov. Πραγματοποιεί τις ακόλουθες λειτουργίες: αναγνώριση χειρονομιών, αυτόματη αναγνώριση ομιλίας και λειτουργία μετατροπής κειμένου σε ομιλία καθώς και μίμηση χειρονομιών. Το ρομπότ έχει ως στόχο να διεξάγει διάλογο με τα παιδιά, να τα παρακινεί να εκτελούν τις ασκήσεις/δραστηριότητες. Ακόμα να τα παρακινεί και να τα εμπλέκει στις συνεδρίες θεραπείας (για παιδιά με αναπηρία). Πραγματοποιήθηκε ένα πιλοτικό πείραμα με δύο ομάδες παιδιών. Η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 7 παιδιά με πολλαπλές αναπηρίες (νοητική αναπηρία, σύνδρομο Down, αυτισμό κ.λπ.), ενώ στη δεύτερη συμμετείχαν 30 παιδιά ηλικίας 4 έως 6 ετών (χωρίς αναπηρίες). Κάθε παιδί αλληλεπίδρασε με το ρομπότ και μια ομάδα εμπειρογνομόνων αξιολόγησε τις αντιδράσεις/αντιλήψεις των παιδιών. Τα πρώτα αποτελέσματα αυτής της έρευνας ήταν αρκετά θετικά και ελπιδοφόρα, τόσο στους μαθητές με πολλαπλές αναπηρίες όσο και στο γενικό πληθυσμό, και συνιστούν μια καλή αρχή η οποία θα πρέπει να έχει και αντίστοιχη συνέχεια.



Σχήμα 46: Διάγραμμα της αρχιτεκτονικής του συστήματος (Nganji & Brayshaw, 2015)

Από τις εργασίες που συνοπτικά παρουσιάσαμε σε αυτήν την ενότητα και ασχολούνται με την εφαρμογή της ΤΝ σε άτομα με πολλαπλές αναπηρίες διαπιστώνουμε ότι οι μελέτες είναι αρκετά πρόσφατες. Επιπλέον παρατηρούμε ότι οι περισσότερες έρευνες που αναφερθήκαμε αναφέρονται στην υποστήριξη αυτών των ατόμων και όχι μόνο στη διάγνωση της αναπηρίας τους.

5. Συμπεράσματα

Σε αυτή την πτυχιακή εργασία μελετήσαμε την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (TN) στην εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα την εφαρμογή της TN σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Πραγματοποιήσαμε μια ανασκόπηση της πολύ πρόσφατης επιστημονικής αγγλόφωνης βιβλιογραφίας στα αντικείμενα της χρήσης της TN στη γενική εκπαίδευση και της χρήσης της TN στην ειδική αγωγή. Στη συνέχεια επικεντρωθήκαμε σε έρευνες που ασχολούνται με την εφαρμογή της TN σε κάποιες συγκεκριμένες κατηγορίες μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, όπως: δυσλεξία, ΔΕΠΥ, αυτισμό, νοητική αναπηρία, προβλήματα ακοής και πολλαπλές αναπηρίες. Στις τρεις πρώτες περιπτώσεις (δυσλεξία, ΔΕΠΥ, αυτισμό) είναι περισσότερες οι μελέτες που πραγματοποιούν σχεδόν αποκλειστικά διάγνωση της αναπηρίας. Αντίθετα στις τρεις τελευταίες (νοητική αναπηρία, προβλήματα ακοής, πολλαπλές αναπηρίες) υπερισχύουν αριθμητικά οι έρευνες που ασχολούνται με την υποστήριξη των ατόμων με την αναπηρία. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί και από το γεγονός ότι στις τρεις πρώτες περιπτώσεις η διάγνωση της αναπηρίας είναι πιο δύσκολη και χρονοβόρα από ότι στις 3 τελευταίες. Σε κάθε περίπτωση ένας μεγαλύτερος αριθμός από εφαρμογές υποστήριξης της κάθε αναπηρίας θα παρείχε μεγάλη βοήθεια στα άτομα με τις αναπηρίες αυτές. Η συντριπτική πλειοψηφία των ερευνών που αναφερθήκαμε είναι της τελευταίας ζετίας (από το 2020 και μετά) και με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Κάτι που σημαίνει ότι η έρευνα των εφαρμογών TN στην ειδική αγωγή μπορεί να προσφέρει ακόμα πιο θετικά και ουσιαστικά αποτελέσματα στα αμέσως επόμενα χρόνια.

Αναφορές

1. Ahire, N., Awale, R., Patnaik, S., Wagh, A. (2022). A comprehensive review of machine learning approaches for dyslexia diagnosis. *Multimedia Tools and Applications*. 82. 1-21. 10.1007/s11042-022-13939-0
2. Amato, F., Gregorio, M.D., Monaco, C., Sebillio, M., Tortora, G., & Vitiello, G. (2021). Socially Assistive Robotics combined with Artificial Intelligence for ADHD. 2021 IEEE 18th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), 1-6. DOI:10.1109/CCNC49032.2021.9369633
3. Andrade-Altamirano, J., Parra-Astudillo, A., Robles-Bykbaev, V., Almeida-Soliz, E., Bravo-Buri, S., & Lema-Condo, E. (2021). AsiRo-μ: A Multi-purpose Robotic Assistant for Educational Inclusion of Children with Multiple Disabilities. In: Ahram, T.Z., Karwowski, W., Kalra, J. (eds) *Advances in Artificial Intelligence, Software and Systems Engineering*. AHFE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 271. Springer, Cham. 10.1007/978-3-030-80624-8_25
4. Bah, Y. M., & Artaria, M. D. (2020). Corona virus (COVID-19) and education for all achievement: artificial intelligence and special education needs- achievements and challenges. *COUNS-EDU: The International Journal of Counseling and Education*, 5(2), 64-70. <https://doi.org/10.23916/0020200528630>
5. Barua, P. D., Vicnesh, J., Gururajan, R., Oh, S. L., Palmer, E., Azizan, M. M., Kadri, N. A., & Acharya, U. R. (2022). Artificial Intelligence Enabled Personalised Assistive Tools to Enhance Education of Children with Neurodevelopmental Disorders- A Review. *International journal of environmental research and public health*, 19(3), 1192. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031192>
6. Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldán, A. E., & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial Intelligence and Reflections from Educational Landscape: A Review of AI Studies in Half a Century. *Sustainability*, 13(2), 800. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su13020800>
7. Chaddad, A., Li, J., Lu, Q., Li, Y., Okuwobi, I. P., Tanougast, C., Desrosiers, C., & Niazi, T. (2021). Can Autism Be Diagnosed with Artificial Intelligence? A Narrative

- Review. *Diagnostics* (Basel, Switzerland), 11(11), 2032.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics11112032>
8. Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview, *Procedia Computer Science*, Volume 136, Pages 16-24, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>
 9. Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. DOI:10.1109/ACCESS.2020.2988510
 10. Chen, T., Tachmazidis, I., Batsakis, S., Adamou, M., Papadakis, E., & Antoniou, G. (2023). Diagnosing attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) using artificial intelligence: a clinical study in the UK. *Frontiers in psychiatry*, 14, 1164433. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1164433>
 11. Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two Decades of Artificial Intelligence in Education: Contributors, Collaborations, Research Topics, Challenges, and Future Directions. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28–47. <https://www.jstor.org/stable/48647028>
 12. Cheung, C.-W., Ni, M., Tam, A., Chan, T., Cheung, A., Tsang, O., Yip, C. B., Lam, W.K., Wong, D. (2022). Virtual Reality Based Multiple Life Skill Training for Intellectual Disability: A Multicenter Randomized Controlled Trial. 3. 121-130. [10.1016/j.engreg.2022.03.003](https://doi.org/10.1016/j.engreg.2022.03.003)
 13. Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 4, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
 14. Chng, E., Tan, A.L. & Tan, S.C. (2023). Examining the Use of Emerging Technologies in Schools: a Review of Artificial Intelligence and Immersive Technologies in STEM Education. *Journal for STEM Educ Res*, <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00092-y>
 15. Conde, A. et al. (2009). LAGUNTXO: A Rule-Based Intelligent Tutoring System Oriented to People with Intellectual Disabilities. In: Lytras, M.D., et al. *Visioning and Engineering the Knowledge Society. A Web Science Perspective*. WSKS 2009. *Lecture Notes in Computer*

Science(), vol 5736. Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-04754-1_20

16. Dogan, M. E., Goru Dogan, T., & Bozkurt, A. (2023). The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*, 13(5), 3056. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/app13053056>
17. Dovgan, E., Valič, J., Slapničar, G., & Luštrek, M. (2021). Recognition of Behaviour Patterns for People with Profound Intellectual and Multiple Disabilities. In *Adjunct Proceedings of the 2021 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2021 ACM International Symposium on Wearable Computers (UbiComp-ISWC '21 Adjunct)*, September 21–26, 2021, Virtual, USA. ACM, New York, NY, USA 5 Pages. <https://doi.org/10.1145/3460418.3479370>
18. Drigas, A., & Ioannidou, R. (2012). Artificial intelligence in special education: a decade review. *International Journal of Engineering Education*, 28, 1366-1372.
19. Garg, S. (2020). Impact of Artificial Intelligence in Special Need Education to Promote Inclusive Pedagogy. *International Journal of Information and Education Technology*. 10. 10.18178/ijiet.2020.10.7.1418
20. Ghosh, T., Banna, M.H., Rahman, M.S., Kaiser, M.S., Mahmud, M., Hosen, A.S., & Cho, G. (2021). Artificial intelligence and internet of things in screening and management of autism spectrum disorder. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103189. DOI:10.1016/J.SCS.2021.103189
21. Gilles Richard; Mathieu Serrurier. (2020). Dyslexia and Dysgraphia prediction: A new machine learning approach
22. González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial Intelligence for Student Assessment: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 11(12), 5467. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/app11125467>
23. Han, X., Hu, L., Han, D., Peng, Y., Wang, Y., Yan, C., & Wang, Z. (2022). Research on the Application of Artificial Intelligence in Special Education. In *International Conference on Social Science, Education and Management*
24. Herbuela, V. R. D. M., Karita, T., Furukawa, Y., Wada, Y., Toya, A., Senba, S., Onishi, E., & Saeki, T. (2022). Machine

learning-based classification of the movements of children with profound or severe intellectual or multiple disabilities using environment data features. *PloS one*, 17(6), e0269472. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269472>

25. Hopcan, S., Polat, E., Ozturk, M., Ozturk, L. (2022). Artificial intelligence in special education: a systematic review. *Interactive Learning Environments*. 1-19. 10.1080/10494820.2022.2067186.
26. Hu, M., & Wang, J. (2021). Artificial intelligence in dance education: Dance for students with special educational needs, *Technology in Society*, Elsevier, vol. 67(C). DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101784
27. Jiang, X., Satapathy, S.C., Yang, L., Wang, S., & Zhang, Y. (2020). A Survey on Artificial Intelligence in Chinese Sign Language Recognition. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 45, 9859 - 9894. DOI:10.1007/s13369-020-04758-2
28. Joshi, S., Rambola, R., Churi, P. (2021). Evaluating Artificial Intelligence in Education for Next Generation. *Journal of Physics: Conference Series*. 1714. 012039. 10.1088/1742-6596/1714/1/012039
29. Khanna, S., & Das, W. (2020). A Novel Application for the Efficient and Accessible Diagnosis of ADHD Using Machine Learning (Extended Abstract). 51-54. 10.1109/AI4G50087.2020.9311012
30. Kharbat, F., Alshawabkeh, A., Woolsey, M. L. (2020). Identifying gaps in using artificial intelligence to support students with intellectual disabilities from education and health perspectives. *Aslib Journal of Information Management*. ahead-of-print. 10.1108/AJIM-02-2020-0054
31. Lamer, P., & Arnab, S. (2021). Power to the Teachers: An Exploratory Review on Artificial Intelligence in Education. *Information*, 13(1), 14. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/info13010014>
32. Loh, H. W., Ooi, C. P., Barua, P. D., Palmer, E. E., Molinari, F., & Acharya, U. R. (2022). Automated detection of ADHD: Current trends and future perspective. *Computers in biology and medicine*, 146, 105525. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.105525>
33. Madahana, M. C., Khoza-Shangase, K., Moroe, N.,

- Mayombo, D., Nyandoro, O., & Ekoru, J. (2022). A proposed artificial intelligence-based real-time speech-to-text to sign language translator for South African official languages for the COVID-19 era and beyond: In pursuit of solutions for the hearing impaired. *The South African journal of communication disorders* = *Die Suid-Afrikaanse tydskrif vir Kommunikasieafwykings*, 69(2), e1–e11. <https://doi.org/10.4102/sajcd.v69i2.915>
34. Moore, G.B., Yin, R.K., Lahm, E.A. (1985). *Robotics, Artificial Intelligence, Computer Simulation: Future Applications in Special Education*. Cosmos Corp. ISBN: 0942570154
 35. Mou, X., & Li, R.Y.M. (2022). The Impact of Artificial Intelligence Educational Robots in the Field of Education: a PRISMA Review. 10.1007/978-981-19-0737-1_4
 36. Naser, M., M. Nasr, M., & H. Shehata, L. (2021). Artificial Intelligence (AI) And Autism Spectrum Disorder (ASD) Literature review. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 29(2), 396-415. doi:<http://dx.doi.org/10.52155/ijpsat.v29.2.3811>
 37. Nash, C., Nair R., and Naqvi, S. M. (2022). Machine Learning and ADHD Mental Health Detection - A Short Survey, *25th International Conference on Information Fusion (FUSION)*, Linköping, Sweden, pp. 1-8, doi: 10.23919/FUSION49751.2022.9841277
 38. Neeharika, C. H., & Riyazuddin, Y. M. (2023). Artificial Intelligence in Children with Special Need Education, *International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things (IDCIoT)*, Bengaluru, India, 2023, pp. 519-523, doi: 10.1109/IDCIoT56793.2023.10053420
 39. Nganji, J.T., & Brayshaw, M. (2015). Personalizing learning materials for students with multiple disabilities in virtual learning environments. *2015 Science and Information Conference (SAI)*, 69-76. DOI:10.1109/SAI.2015.7237128
 40. Ojha, S., T. (2022). Artificial Intelligence In Special Education, Id& Cp, *Journal of Positive School Psychology*, Vol. 6, 8341 - 8345
 41. Paek, S., & Kim, N. (2021). Analysis of Worldwide Research Trends on the Impact of Artificial Intelligence in Education. *Sustainability*, 13(14), 7941. MDPI AG. Retrieved

from <http://dx.doi.org/10.3390/su13147941>

42. Palacios, A., Sanchez, L., Couso, I. (2010). Diagnosis of dyslexia with low quality data with genetic fuzzy systems. *International Journal of Approximate Reasoning*. 51. 993-1009. [10.1016/j.ijar.2010.07.008](https://doi.org/10.1016/j.ijar.2010.07.008)
43. Park, W., Kwon, H. (2023). Implementing artificial intelligence education for middle school technology education in Republic of Korea. *Int J Technol Des Educ* <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09812-2>
44. Rajapakse, S., Polwattage, D., Guruge, U., Jayathilaka, I., Edirisinghe, T., Thelijjagoda, S. (2018). ALEXZA: A Mobile Application for Dyslexics Utilizing Artificial Intelligence And Machine Learning Concepts. *3rd International Conference on Information Technology Research (ICITR)*, Moratuwa, Sri Lanka, 2018, pp. 1-6, doi: [10.1109/ICITR.2018.8736130](https://doi.org/10.1109/ICITR.2018.8736130).
45. Reiss, M.J. (2021). The use of AI in education: Practicalities and ethical considerations. *London Review of Education*, 19 (1), 5, 1–14. <https://doi.org/10.14324/LRE.19.1.05>
46. Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Oshima, J. (2022). Artificial Intelligence and New Technologies in Inclusive Education for Minority Students: A Systematic Review. *Sustainability*, 14(20), 13572. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su142013572>
47. Shahamiri, S.R., & Thabtah, F.A. (2020). Autism AI: a New Autism Screening System Based on Artificial Intelligence. *Cognitive Computation*, 1-12. DOI:[10.1007/s12559-020-09743-3](https://doi.org/10.1007/s12559-020-09743-3)
48. Sreemathy, R., Turuk, M., Kulkarni, I., & Khurana, S. (2022). Sign language recognition using artificial intelligence. *Education and Information Technologies* 28, 5 (May 2023), 5259–5278. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11391-z>
49. Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Breazeal, C., Martin, F., Seehorn, D. (2019). A year in K-12 AI Education. *AI Magazine*, 40(4), 88-90. <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i4.5289>
50. Tuomi, I. (2018). The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education Cabrera Giraldez, M., Vuorikari, R. and Punie, Y. editor(s), EUR 29442 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg,

ISBN 978-92-79-97257-7, doi:10.2760/12297

51. Usman, O.L., Muniyandi, R.C., Omar, K.B., & Mohamad, M. (2021). Advance Machine Learning Methods for Dyslexia Biomarker Detection: A Review of Implementation Details and Challenges. *IEEE Access*, 9, 36879-36897.
52. Wang, M., Muthu, B., & Sivaparthipan, C. B. (2021). Smart assistance to dyslexia students using artificial intelligence based augmentative alternative communication. *International Journal of Speech Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10772-021-09921-0>
53. Zafari, M., Bazargani, J. S., Sadeghi-Niaraki, A. et al. (2022). *Artificial Intelligence Applications in K-12 Education: A Systematic Literature Review*. *IEEE Access*, Volume 10, 2022, 10.1109/ACCESS.2022.3179356
54. Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S. et al. (2021). *A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020*. *Hindawi Complexity*, Vol. 2021, Wiley <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>