



ΧΡΗΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΡΟΜΠΟΤ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΑΥΤΙΣΤΙΚΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ

Καρακιάζης Κ.¹, Παπακίτσος Ε.Χ.¹, Παπουτσιδάκης Μ.¹

¹Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης & Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) είναι μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή που επηρεάζει τα άτομα σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους και χαρακτηρίζεται από ελλείμματα στην κοινωνική επικοινωνία, την κοινωνική αλληλεπίδραση και από επαναλαμβανόμενες ή περιορισμένες συμπεριφορές, ενδιαφέροντα ή δραστηριότητες. Ειδικά τα τελευταία χρόνια όπου παρατηρείται αυξημένος επιπολασμός της ΔΑΦ στον μαθητικό πληθυσμό, η ανάγκη υλοποίησης παρεμβάσεων από μικρή ηλικία θεωρείται επιβεβλημένη. Η Κοινωνική Ρομποτική αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου τεχνολογίες της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θεραπευτικούς σκοπούς, όπως η βελτίωση κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με ΔΑΦ. Στην έρευνα για παιδιά με ΔΑΦ έχει χρησιμοποιηθεί ποικιλία ρομπότ με διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως τα: KASPAR, PARO, NAO και TEO. Τα θετικά αποτελέσματα από τις παρεμβάσεις που έχουν υλοποιηθεί υποδηλώνουν ένα νέο ελπιδοφόρο πεδίο έρευνας. Με σκοπό οι παρεμβάσεις με ρομπότ για παιδιά με ΔΑΦ να μπορούν να υλοποιηθούν πέραν από το ερευνητικό εργαστήριο προτείνεται μεταξύ άλλων: τυποποίηση και βελτιστοποίηση της αρχιτεκτονικής των παρεμβάσεων και της τεχνολογίας, παραμετροποίηση και αναγνώριση του πολυπαραγοντικού χαρακτήρα της ΔΑΦ, καθώς και ενσωμάτωση των παρεμβάσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η ανάπτυξη της νευροεπιστήμης και ο συνδυασμός Ρομποτικής με τεχνολογίες όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη και η Μηχανική Εκμάθηση μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων των παιδιών με ΔΑΦ.

Λέξεις Κλειδιά: Κοινωνικά Ρομπότ, Κοινωνική Ρομποτική, Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ), Ανάπτυξη Κοινωνικών Δεξιοτήτων, Τεχνολογίες 4ης Βιομηχανικής Επανάστασης



USE OF SOCIAL ROBOTS AND SUGGESTIONS TO IMPROVE THE SOCIAL SKILLS OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER

Karakiozis K.¹, Papakitsos E.C.¹, Papoutsidakis M.¹

¹Department of Industrial Design & Production Engineering, University of West Attica

ABSTRACT

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder that affects individuals throughout their lives and is characterized by deficits in social communication, social interaction, and repetitive or limited behaviors, interests, or activities. Especially in recent years, where there is an increased prevalence of ASD in the pupils' population, the need for interventions from an early age is considered imperative. Social Robotics is a typical example, where technologies of the 4th Industrial Revolution can be used for therapeutic purposes, such as improving the social skills of children with ASD. In the research for children with ASD, a variety of robots with different characteristics have been used, such as: KASPAR, PARO, NAO and TEO. The positive results from the interventions that have been implemented indicate a new promising field of research. In order for robotic interventions for children with ASD to be implemented beyond the research laboratory, it is proposed, among other things: standardization and optimization of the architecture of interventions and technology, parameterization and recognition of the multifactorial character of ASD, as well as integration of interventions in the educational procedure. The development of neuroscience and the combination of Robotics with technologies such as Artificial Intelligence and Machine Learning can make a significant contribution to improving the social skills of children with ASD.

Key words: Social Robots, Social Robotics, Autism Spectrum Disorder (ASD), Development of Social Skills, Technologies of the 4th Industrial Revolution

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (εφεξής ΔΑΦ) αποτελεί μια σύνθετη νευροαναπτυξιακή διαταραχή. Βασικό γνώρισμα του αυτισμού και γενικότερα της ΔΑΦ αποτελεί (Lyll et al., 2017) η εξασθενημένη κοινωνική αλληλεπίδραση και ικανότητα επικοινωνίας, σε συνδυασμό με περιορισμένα και επαναλαμβανόμενα πρότυπα συμπεριφοράς ή ενδιαφέροντα. Σύμφωνα με την πλέον πρόσφατη (5η) έκδοση του Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-V) της Αμερικανικής Ψυχιατρικής Ένωσης (American Psychiatric Association, 2013) τα άτομα με ΔΑΦ εμφανίζουν:

- επίμονα ελλείμματα στην κοινωνική επικοινωνία και την κοινωνική αλληλεπίδραση, σε πληθώρα παισίων (δυσκολίες στην κοινωνική-συναισθηματική αμοιβαιότητα, συμπεριφορές μη λεκτικής επικοινωνίας στην προσπάθεια για κοινωνική αλληλεπίδραση, στην ανάπτυξη, διατήρηση και κατανόηση των σχέσεων), καθώς και
- περιορισμένες και επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές, ενδιαφέροντα ή δραστηριότητες (δυσκολίες σε στερεότυπη ή επαναλαμβανόμενη κίνηση, χρήση αντικειμένων ή ομιλίας, επιμονή στη ντροπαλότητα, τελετουργικές συνήθειες, αναστάτωση στις αλλαγές και τις μεταβάσεις, ανέλικτη τήρηση ρουτινών, ακαμψία σκέψης, περιορισμένα και απόλυτα δομημένα εντονότατα ενδιαφέροντα, δυσκολίες στην αισθητηριακή επεξεργασία, υπέρ ή υποδιέγερσης από αισθητηριακά ερεθίσματα, ασυνήθιστο ενδιαφέρον σε αισθητηριακά στοιχεία του περιβάλλοντος).

Ο όρος ΔΑΦ αποτελεί όρο ομπρέλα με σκοπό να καλύψει ένα ευρύ φάσμα παιδιών που διαγιγνώσκονται με αυτισμό και περιλαμβάνει υψηλά επίπεδα ετερογένειας, όσον αφορά την παρουσίαση των συμπτωμάτων και τη σοβαρότητα τους (Grzadzinski et al., 2013. Ismail et al., 2019). Τα παιδιά με ΔΑΦ αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον τομέα της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και ειδικότερα στην οπτική επαφή, τη μίμηση και την κοινωνική συμπεριφορά (Amran et al., 2018). Γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες θεωρείται πως συμβάλλουν στη ΔΑΦ, η αιτιολογία όμως της διαταραχής δεν έχει πλήρως διερευνηθεί, αν και η έρευνα έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο την τελευταία δεκαετία (Lyll et al., 2017).

Ο επιπολασμός (η συχνότητα εμφάνισης και η εξάπλωση σ' ένα ορισμένο διάστημα) των ΔΑΦ έχει αυξηθεί σταθερά τα τελευταία χρόνια. Τις προηγούμενες δεκαετίες, ο αυτισμός θεωρούνταν μια σπάνια διαταραχή με πολύ χαμηλή συχνότητα εμφάνισης (Fombonne, 2018. Lyll et al., 2017) μεταξύ 4-6,5 ανά 10.000 παιδιά (Karakiozis et al., 2020. Moldin & Rubenstein, 2006). Αντίθετα, τα τελευταία χρόνια η αναλογία αυξάνεται και υπολογίζεται μεταξύ 1,48% - 1,68% (ή 1 ανά 67 ή 59 παιδιά), με αναλογία 4 προς 1 για τα αγόρια (Karakiozis et al., 2020. Fombonne, 2018. Lyll et al., 2017). Οι διαφορές στα αριθμητικά δεδομένα επιπολασμού οφείλονται σε μεγάλο βαθμό (Volkmar & McPartland, 2014):

- στην εξέλιξη και διεύρυνση των διαγνωστικών κριτηρίων,
- στην ευαισθητοποίηση του κοινού, και
- σε μεγαλύτερη αναγνώριση της διαταραχής του φάσματος του αυτισμού (ΔΑΦ).

Κοινωνικά ρομπότ

Η τεχνολογία μπορεί να προσφέρει σε όλους τους μαθητές νέες δυνατότητες μάθησης και εκπαίδευσης, συμβάλλοντας στη βελτίωση των γνωστικών και κοινωνικών τους δεξιοτήτων και εν γένει στο να τους βοηθήσει ώστε να ανακαλύψουν τις δυνατότητες τους (Karna-Lin et al., 2006). Χαρακτηριστικό παράδειγμα από τη χρήση τεχνολογίας «Industry 4.0», και ειδικότερα κυβερνο-φυσικών συστημάτων στην παροχή υπηρεσιών, αποτελούν τα κοινωνικά ρομπότ (Pachidis et al., 2018). Στην πράξη, η ρομποτική σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things), το Deep Learning (DL) και τους αλγόριθμους Μηχανικής Εκμάθησης (Machine Learning) μπορούν να συμβάλλουν στην καταγραφή και ανάλυση της επικοινωνίας (λεκτικής και μη λεκτικής) μεταξύ ανθρώπου και ρομπότ (Hosseinzadeh et al., 2021). Οι μελέτες για τα κοινωνικά ρομπότ βασίζονται κυρίως στα πεδία της μηχανικής και της κλινικής ψυχολογίας και τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν κυρίως ποιοτικές παρατηρήσεις των αλληλεπιδράσεων ρομπότ-παιδιού (Sartorato et al., 2017).

Βιβλιογραφικά παρατηρείται μεγάλος αριθμός ερευνών που εστιάζουν στη θεραπεία της ΔΑΦ με τη χρήση κοινωνικών ρομπότ, μέσω της αλληλεπίδρασης και της ενίσχυσης κοινωνικών

δεξιότητων και επικοινωνίας (Bonarini, Garzotto, et al., 2016. Cabibihan et al., 2013. Diehl et al., 2012. Huijnen, Lexis, & de Witte, 2017. Richardson et al., 2018. Sartorato et al., 2017, Shamsuddin et al., 2012a. Shamsuddin et al., 2012b. Simut et al., 2016. Wainer et al., 2014. Wood et al., 2017). Οι παρεμβάσεις με ρομπότ αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο στην εκπαίδευση ή τη θεραπεία για παιδιά με ΔΑΦ. Το γεγονός πως η ΔΑΦ αποτελεί μια διαταραχή εφ' όρου ζωής και η ανάγκη διερεύνησης θεραπευτικών λύσεων από πολύ μικρή ηλικία, π.χ., 3 ετών (Hosseinzadeh et al., 2021. Huijnen, Lexis & de Witte, 2017), αναδεικνύουν την ιδιαίτερη αξία που έχει η έρευνα με την χρήση ρομπότ και η προσαρμογή των παρεμβάσεων στις ανάγκες του κάθε παιδιού. Οι τομείς όπου χρησιμοποιούνται συχνότερα ρομπότ για παιδιά με ΔΑΦ είναι (Huijnen, Lexis & de Witte, 2017): «οι κοινωνικές ή διαπροσωπικές αλληλεπιδράσεις και σχέσεις», «το παιχνίδι» και «η επικοινωνία».

Τα ρομπότ θεωρείται πως μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με ΔΑΦ, γιατί έχουν τη δυνατότητα να (Cabibihan et al., 2013):

- προκαλούν συμπεριφορές, συνήθως μέσα από ευχάριστες δραστηριότητες για τα παιδιά,
- λειτουργούν ως κοινωνικοί διαμεσολαβητές μεταξύ παιδιού και θεραπευτή, με σκοπό τη διερεύνηση συμπεριφορών,
- λειτουργούν ως κοινωνικοί ηθοποιοί, δημιουργώντας κατάλληλες συμπεριφορές και κοινωνικές καταστάσεις,
- λειτουργούν ως προσωπικοί θεραπευτές.

Παραμένει όμως σε μεγάλο βαθμό άγνωστος ο αντιληπτικός μηχανισμός που διέπει τα οφέλη από τις παρεμβάσεις ενδυνάμωσης κοινωνικών δεξιοτήτων (Sartorato et al., 2017). Παράλληλα έχουν αναπτυχθεί παρεμβάσεις ρομποτικής με σκοπό τη διάγνωση της ΔΑΦ, συνήθως όχι αυτόνομα αλλά λειτουργώντας υποστηρικτικά σε μια μεθοδολογία διάγνωσης (Karakiozis et al., 2020. Scassellati, 2007. Tapus et al., 2007. Petric & Kovacic, 2020).

Ένα πλαίσιο αρχιτεκτονικής για παρεμβάσεις σε παιδιά με ΔΑΦ μέσω της χρήσης ρομπότ περιλαμβάνει (Katsanis & Moulitanitis, 2021):

- το πεδίο της μελέτης, δηλαδή τις συγκεκριμένες δεξιότητες του παιδιού που

επιδιώκεται να αναπτυχθούν κατά τη διάρκεια μιας αλληλεπίδρασης (π.χ., συγκεκριμένες κοινωνικές/συναισθηματικές δεξιότητες, μίμηση, επικοινωνία),

- το περιβάλλον όπου λαμβάνει χώρα η αλληλεπίδραση (π.χ., κλινικό περιβάλλον, σπίτι, σχολείο),
- το είδος αλληλεπίδρασης, δηλαδή οι διαφορετικοί τρόποι αλληλεπίδρασης στη σχέση παιδιού, ρομπότ και θεραπευτή (όπου το κάθε μέρος της τριαδικής σχέσης μπορεί να ακολουθεί διαφορετικό ρόλο, ενεργητικό ή παθητικό, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης),
- η εμφάνιση του ρομπότ και οι διαφορετικοί τύποι ρομπότ που μπορεί να χρησιμοποιούνται σε μια παρέμβαση (π.χ., ανθρωπομορφική εμφάνιση, να μοιάζουν με ζώα, με περισσότερα μηχανικά μέρη, ή να επιτρέπουν μεγάλη εξατομίκευση),
- οι διαφορετικοί ρόλοι που πιθανώς αναλαμβάνει το ρομπότ κατά τη διάρκεια της παρέμβασης (π.χ., ως ενεργό υποκείμενο που προκαλεί αντίδραση ή ως παρατηρητής που μόνο καταγράφει αντιδράσεις),
- οι διαφορετικοί τρόποι αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιεί ένα ρομπότ κατά τη διάρκεια μιας παρέμβασης (π.χ., ομιλία/ήχος/φωνητικά στοιχεία, οπτικά χαρακτηριστικά και κίνηση σε ένα πλαίσιο που ενθαρρύνει την πολυτροπικότητα, δηλαδή τον συνδυασμό δύο ή περισσότερων τρόπων αλληλεπίδρασης),
- οι διαφορετικοί ρόλοι που μπορεί να αναλαμβάνει ο θεραπευτής,
- τα διαφορετικά στάδια/φάσεις κατά τη διάρκεια μιας παρέμβασης, συνήθως με τέσσερις φάσεις: εισαγωγής (ο θεραπευτής εξηγεί στο παιδί την παρέμβαση), εξοικείωσης (το παιδί γνωρίζει το ρομπότ κατά την πρώτη συνάντηση μεταξύ παιδιού και ρομπότ), αλληλεπίδρασης (το παιδί αλληλεπιδρά άμεσα με το ρομπότ), και αποτελέσματος (τελικό στάδιο αξιολόγησης των αποτελεσμάτων από τον ειδικό), και
- οι πιθανοί κίνδυνοι (ψυχολογικοί και φυσικοί) που ενδέχεται να προκύψουν κατά τη διάρκεια μιας παρέμβασης με ρομπότ, λόγω μορφολογικών/σχεδιαστικών αστοχιών του ρομπότ (π.χ., φόβος, άγχος,

απειλή, δυσφορία, απόσπαση της προσοχής, καθώς και λόγω ατυχήματος από πιθανή σύγκρουση με το ρομπότ).

Οι πειραματικές συνθήκες βάσει των οποίων ελέγχεται η ανάπτυξη δεξιοτήτων με τη χρήση ρομπότ μπορεί να περιλαμβάνουν (Cabibihan et al., 2013):

- διαφορετικό αριθμό επαναλήψεων του πειράματος (μια ή πολλές φορές),
- δομημένη αλληλεπίδραση με παρουσία θεραπευτή ή ελεύθερη αλληλεπίδραση χωρίς την παρουσία θεραπευτή, και
- πειράματα σε μεμονωμένα άτομα ή με ομάδες ατόμων.

Είδη ρομπότ

Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά κάποιων ρομπότ που έχουν χρησιμοποιηθεί σε παρεμβάσεις για παιδιά με ΔΑΦ. Επισημαίνεται πως τα περισσότερα από τα ρομπότ που χρησιμοποιούνται στην έρευνα για παιδιά με ΔΑΦ κατασκευάζονται κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς και μικρός αριθμός διατίθεται στα εμπόριο (Huijnen, Lexis & de Witte, 2017. Pennisi et al., 2016).

Το ρομπότ Kaspar

Το ρομπότ Kaspar (“Kinesics and Synchronization in Personal Assistant Robotics”) είναι ένα ανδρικού τύπου με τη μορφή μικρού αγοριού (Dautenhahn et al., 2009. Karakosta et al., 2019. Wainer et al., 2014. Wood et al. 2017; 2019). Σχεδιάστηκε από το τμήμα ASRG (Adaptive Systems Research Group) του πανεπιστημίου του Hertfordshire και ως έργο ξεκίνησε το 2005. Έως τώρα έχουν αναπτυχθεί 5 γενιές του ρομπότ Kaspar, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί ως θεραπευτικό αλλά και ως ερευνητικό εργαλείο για τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-ρομπότ. Το πρώτο Kaspar (K1) κατασκευάστηκε από χειροποίητα μεταλλικά μέρη, εξοπλισμένα με ελάχιστη ικανότητα ανίχνευσης, και μπορούσε να ελεγχθεί από απόσταση κατά την αλληλεπίδραση των παιδιών με το ρομπότ, βάσει σεναρίου. Αντίθετα η πιο πρόσφατη γενιά Kaspar (K5) έχει κατασκευαστεί με τεχνολογία εκτύπωσης 3D (σχεδιασμός με CAD) και είναι εξοπλισμένο με προηγμένο υλικό και λογισμικό που επιτρέπει

αξιόπιστες και επαναλαμβανόμενες ημι-αυτόνομες αλληλεπιδράσεις παιδιών-ρομπότ.

Στην 5^η έκδοση του ρομπότ Kaspar, K5 (Wood et al. 2017; 2019), με διαστάσεις περίπου 56 εκατοστά ύψος, 34 πλάτος και 40 βάθος, παρήχθησαν 20 ρομπότ με το πρόγραμμα σχεδιασμού CAD, με εκτύπωση 3D και κοπή με λέιζερ (Εικ. 1). Το K5 διαθέτει 22 βαθμούς ελευθερίας, με 3 βαθμούς ελευθερίας σε κάθε μάτι/βλέφαρο, 2 βαθμούς στο στόμα, 3 βαθμούς στο λαιμό, 5 βαθμούς σε κάθε βραχίονα και 1 βαθμό στον κορμό. Χρησιμοποιεί 15 αισθητήρες FSR για τη διευκόλυνση της αφής αλληλεπίδρασης που τοποθετούνται ως εξής: 2 σε κάθε χέρι με έναν στην παλάμη και άλλον στο πίσω μέρος του χεριού, 1 σε κάθε ένα από τα χέρια, 2 σε κάθε ένα από τα πόδια, 1 στο στήθος και 4 στο πρόσωπο του ρομπότ. Επίσης έχει συνδεσιμότητα Ethernet και Wi-Fi, τροφοδοτείται από δύο μπαταρίες 12v 7Ah LithiumIron Phosphate που μπορούν να διαρκέσουν έως και 7 ώρες, με χρόνο φόρτισης 6 ώρες. Ο σχεδιασμός του K5 έχει τη λογική ενός ισχυρού ρομπότ, όπου οι βραχίονες και οι αρθρώσεις είναι καλυμμένες μέσω εκτύπωσης CAD και 3D. Έχει δοκιμαστεί και χρησιμοποιηθεί σε διάφορα σενάρια, τόσο σε ειδικά σχολεία όσο και σε σχολεία γενικής παιδείας σε πραγματικές συνθήκες. Το K5 μπορεί να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον, να λαμβάνει αποφάσεις (με βάση τα παρατηρούμενα κοινωνικά δεδομένα) και να αλληλεπιδρά με χειρονομίες σώματος, εκφράσεις προσώπου και μέσω φωνητικής επικοινωνίας. Μελέτες έδειξαν ότι ο Kaspar μπορεί να συνεισφέρει σε παρεμβάσεις σχετικές με παιχνίδι, προσχολικές δραστηριότητες και τη συναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών. Αυτό υποδηλώνει πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τη βελτίωση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και την επικοινωνία όσο και σε εκπαιδευτικούς στόχους για παιδιά με αυτισμό (Karakosta et al., 2019. Wainer et al., 2014. Wood et al. 2017; 2019).

Το 2009, στο πλαίσιο του ROBOSKIN Project (Billard et al., 2013. Wood et al., 2019) αναπτύχθηκαν κάποια καινοτόμα σενάρια για τις δυνατότητες των ρομπότ στην ανατροφοδότηση αφής, με στόχο τη βελτίωση της ικανότητας αλληλεπίδρασης ανθρώπου-ρομπότ. Το ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε για παιδιά με αυτισμό ήταν ο Kaspar (τρίτη έκδοση, K3) με περιορισμένη αυτονομία, διαστάσεις 50 X 36 X 36, 17 βαθμούς αυτονομίας, σύνδεση USB και διάρκεια μπαταρίας 2 ώρες. Τα παιδιά που πήραν μέρος στην έρευνα ανήκαν σε

διαφορετικές ηλικιακές ομάδες και είχαν διαφορετικές ικανότητες. Υπήρχαν παιδιά νηπιαγωγείου - διαγνωσμένα με αυτισμό, δημοτικού - με μέτριες μαθησιακές δυσκολίες και γυμνασίου - με σοβαρές δυσκολίες μάθησης. Το τηλεχειριζόμενο ρομπότ Kaspar χρησιμοποιήθηκε ως μεσολαβητής, για τη διερεύνηση της γενικής γνωστικής μάθησης, για συγκεκριμένες εκφράσεις (χαράς και λύπης), το κατά πόσον επηρεάζουν τις σχέσεις, καθώς και την ανάπτυξη μηχανισμών συντονισμού, με θετικά αποτελέσματα.

Το ρομπότ PARO

Το ρομπότ PARO (Kang et al., 2019. Hung et al., 2019. Roberts-Yates & Silvera-Tawil, 2019. Roberts & Shore, 2013. Silvera-Tawil & Roberts-Yates, 2018) έχει την εμφάνιση μωρού φώκιας (Εικ. 2), και σχεδιάστηκε από τον Takanoι Shibata του Εθνικού Ινστιτούτου Προηγμένων Βιομηχανικών Επιστημών και Τεχνολογίας της Ιαπωνίας (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology of Japan). Είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες και υπολογιστική νοημοσύνη που του επιτρέπει να προσομοιώνει τους ήχους και τις κινήσεις μιας πραγματικής μικρής φώκιας, ανταποκρίνεται στο άγγιγμα και τον ήχο μετακινώντας την ουρά, το κεφάλι και ανοίγοντας και κλείνοντας τα μάτια του, ενώ προσομοιώνει ήχους παρόμοιους με αυτούς του μωρού. Χρησιμοποιείται με μεγάλη επιτυχία στην περίθαλψη άνοιας στην Ιαπωνία και την Ευρώπη, ως σύντροφος ρομπότ με σκοπό την αύξηση της ποιότητας ζωής, τη μείωση του άγχους, και ως θεραπευτικό εργαλείο για συγκεκριμένες μεμονωμένες παρεμβάσεις (π.χ., αναζωογόνηση αναμνήσεων). Από το 2013, χρησιμοποιείται από το δημόσιο σύστημα υγείας της Μεγάλης Βρετανίας σε οίκους ευγηρίας, με αξιολογικά αποτελέσματα. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί ως μέσο διευκόλυνσης της κοινωνικής επικοινωνίας για παιδιά με αυτισμό, με θετικά αποτελέσματα, ειδικά για μαθητές με χαμηλό λειτουργικό αυτισμό και με περιορισμένο λεξιλόγιο (Silvera-Tawil & Roberts-Yates, 2018).

Το ρομπότ NAO

Το ρομπότ NAO (Roberts-Yates & Silvera-Tawil, 2019. Shamsuddin et al., 2012a. Shamsuddin et al., 2012b. Silvera-Tawil & Roberts-Yates, 2018. Tapus et al., 2012) είναι ένα αυτόνομο ανθρωποειδές ρομπότ (Εικ. 2).

Πρωτοεμφανίστηκε το 2006 και από τότε εξελίσσεται διαρκώς σε υλισμικό (hardware) και σε λογισμικό (software). Έχει ύψος 58 cm και βάρος 4,3 kg, αναπτύχθηκε από την SoftBank Robotics και διατίθεται στο εμπόριο. Ελέγχεται με το NAOqί, ένα λειτουργικό σύστημα που βασίζεται σε Linux και περιλαμβάνει ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας που επιτρέπει στους χρήστες να το προγραμματίζουν, χωρίς να χρειάζεται να γράψουν κώδικα. Διαθέτει μπαταρία λιθίου 48,6 Wh που του δίνει αυτονομία 90 λεπτών και έχει 25 βαθμούς ελευθερίας, χρησιμοποιώντας DC και σερβοκινητήρες, με CPU Intel Atom @ 1.6 GHz. Σε σχέση με τους αισθητήρες διαθέτει: 2 κάμερες HD, 4 μικρόφωνα, 8 αισθητήρες πίεσης, 4 sonar για τον υπολογισμό αποστάσεων, 2 υπέρυθρους αναμεταδότες και δέκτες, αδρανειακή πλατφόρμα και 9 αισθητήρες αφής. Το περιβάλλον του είναι συμβατό με Windows, Mac, OS και Linux και υποστηρίζει τις εξής γλώσσες προγραμματισμού: C++, Python, Java, Matlab, Urbi, C, .net. Τέλος, συνδέεται στο διαδίκτυο με Ethernet και Wi-Fi. Το NAO είναι αρκετά ελκυστικό για την αλληλεπίδραση στα παιδιά με αυτισμό. Διαθέτει αδρανειακό αισθητήρα και ραντάρ που του επιτρέπουν να κατανοεί το περιβάλλον του, με ακρίβεια και σταθερότητα. Χρησιμοποιείται ευρέως για παιδιά με αυτισμό καθώς και για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Στα θετικά αποτελέσματα από την χρήση του NAO περιλαμβάνεται η ενίσχυση συμπεριφορών, όπως η επαφή με τα μάτια, η ενεργή ακρόαση, η κοινωνική αλληλεπίδραση και η επικοινωνία (Silvera-Tawil & Roberts-Yates, 2018).

Το ρομπότ Teo

Το Teo (Bonarini, Clasadonte et al., 2016. Gago et al., 2019. Hernandez-Vicen et al., 2018. Romero et al., 2017) είναι ένα ρομπότ που κατασκευάστηκε από τα τμήματα Μηχανικών Υπολογιστών και Βιομηχανικού Σχεδιασμού του Πολυτεχνείου του Μιλάνου (Εικ. 3). Η ανάπτυξη του ρομπότ ξεκίνησε το 2013 και σχεδιάστηκε σε συνεργασία με μια ομάδα ειδικών στις αναπτυξιακές διαταραχές (ψυχολόγους, θεραπευτές και ειδικούς παιδαγωγούς). Στην 4^η έκδοση, το Teo (Teo-4) έχει ύψος 80cm, βάρος 3,4 κιλά, κοστίζει 600 ευρώ, έχει σχετικά υψηλό επίπεδο αλληλεπίδρασης και τεχνητής νοημοσύνης, μέτριο επίπεδο παραμετροποίησης, μπαταρία 12V 5Ah με διάρκεια 2,5 ώρες και χρώμα μπλε και κίτρινο.

Το Teo-4 χαρακτηρίζεται από σταθερότητα, δυνατή κατασκευή, αξιοπιστία και αποδοτικότητα σε σχέση με την προηγούμενη έκδοση. Με την επανασχεδίαση έχει προστεθεί καπέλο και μπλε ύφασμα ως παντελόνι, και το πρόσωπο έχει όψη περισσότερο ανθρώπινη, κάτι που επιτρέπει πολύ μεγαλύτερη ελευθερία στη δημιουργία εκφράσεων. Χρησιμοποιείται ως μέσο σε θεραπευτικές παρεμβάσεις παιδιών με αναπτυξιακές διαταραχές, όπως είναι οι διαταραχές αυτιστικού φάσματος. Ο σχεδιασμός του Teo στηρίχθηκε σε δύο βασικούς πυλώνες: το σώμα του ρομπότ (μορφή και σχήμα) και την αλληλεπίδραση (με το παιδί). Το ρομπότ Teo θεωρείται πως μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της αλληλεπίδρασης των παιδιών με ΔΑΦ, παρέχοντας τη δυνατότητα ελεύθερης κυκλοφορίας στο χώρο και φυσικές αντιδράσεις, ώστε να προκληθούν νέα ερεθίσματα για τα παιδιά και να βελτιωθεί η κοινωνική και συναισθηματική αλληλεπίδραση μαζί τους (Bonarini, Clasadonte et al., 2016).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για ένα παιδί με ΔΑΦ, η κοινωνική συμπεριφορά είναι πολύ δύσκολη, απρόβλεπτη και μπορεί να φαίνεται απειλητική (Arent et al., 2019). Γι' αυτό η παρακολούθηση της συμπεριφοράς του παιδιού με ΔΑΦ σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση ρομπότ μπορεί να προσφέρει πολύ σημαντικά δεδομένα (Bartlett et al., 2020). Η παρακολούθηση αντικειμένων από ένα ρομπότ επιτυγχάνεται με βάση τα οπτικά δεδομένα με τη χρήση αλγορίθμων (Jia et al., 2014) και μπορεί να περιλαμβάνει την ανίχνευση προσώπου, την αναγνώριση και παρακολούθηση της στάσης κεφαλής, του βλέμματος και εκτίμηση της οπτικής εστίασης της προσοχής. Η υλοποίηση παρεμβάσεων με ρομπότ, με σκοπό τη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με ΔΑΦ, καθώς και η αξιολόγηση ενός παιδιού με ΔΑΦ, μπορεί να περιλαμβάνει τομείς όπως (Bartlett, et al., 2020. Cabibihan et al., 2013): η μίμηση (το παιδί μαθαίνει νέες φυσικές και λεκτικές δεξιότητες και εξερευνά το κοινωνικό του περιβάλλον), οπτική επαφή/παρακολούθηση ματιών (σημαντικό στοιχείο για τη διαπροσωπική αλληλεπίδραση, την αμοιβαία αναγνώριση και παρακολούθηση της προσοχής και του συναισθήματος), ανίχνευση/ανάλυση ομιλίας και ήχου, από κοινού προσοχή (ιδιαίτερα δύσκολη συνθήκη για τα παιδιά με ΔΑΦ, λόγω αδυναμίας στη διατήρηση της εστίασης), εναλλαγή σειράς (με σκοπό να περιμένουν την

απάντηση του άλλου), αναγνώριση συναισθημάτων και εκφράσεων προσώπου (λόγω δυσκολίας να ερμηνεύσουν τις εκφράσεις του προσώπου και τη γλώσσα του σώματος), πρωτοβουλία έναρξης αλληλεπίδρασης και τριαδική αλληλεπίδραση (μεταξύ παιδιού, ρομπότ και τρίτου συμμετέχοντα), παρακολούθηση στάσης και χειρονομίας.

Τα ρομπότ θεωρούνται όλο και περισσότερο ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για θεραπευτικές και εκπαιδευτικές παρεμβάσεις σε παιδιά με ΔΑΦ (Huijnen, Lexis & de Witte, 2017). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι παρεμβάσεις με ρομπότ σε παιδιά με αυτισμό, με σκοπό τη θεραπεία και την ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, έχουν θετικά αποτελέσματα (Boccanfuso, et al., 2017. Pennisi et al., 2016. Sartorato et al., 2017) στην ενθάρρυνση συνεργατικών δεξιοτήτων, στη διεύρυνση του χρονικού διαστήματος προσοχής των παιδιών, στην εκμάθηση της κατάλληλης φυσικής και κοινωνικής αλληλεπίδρασης, στην αυξημένη δέσμευση, αυξημένη προσοχή και σε μειωμένο κοινωνικό άγχος, καθώς και γενικότερα στη βελτίωση της κριτικής επικοινωνίας και των δεξιοτήτων κοινωνικοποίησης. Αν και μπορεί να θεωρείται αντιφατικό, η χρήση ρομπότ για να διδαχθούν παιδιά με ΔΑΦ δεξιότητες, όπως η επικοινωνία και η κοινωνική αλληλεπίδραση, στην πράξη μπορεί να είναι ευκολότερη η αλληλεπίδραση με ένα ρομπότ, γιατί είναι λιγότερο περίπλοκη, περισσότερο προβλέψιμη, απλούστερη και ελκυστική (Huijnen, Lexis & de Witte, 2017). Η παρέμβαση μέσω ρομπότ μειώνει τον κίνδυνο αγχωτικών καταστάσεων εφόσον είναι ελεγχόμενη, επιτρέπει μεγάλο αριθμό επαναλήψεων και παραλλαγών. Επίσης ένα ρομποτικό σύστημα μπορεί να δημιουργήσει επαναλαμβανόμενα και τυποποιημένα ερεθίσματα για να προκαλέσει τις συμπεριφορές παιδιών, κάτι που δεν επιτυγχάνεται με την παραδοσιακή διαδικασία (Ramirez-Duque et al., 2019).

Τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει μια παρέμβαση με ρομπότ (Wood et al., 2017; 2019), με σκοπό τη βελτίωση δεξιοτήτων σε παιδιά με αναπηρία και/ή με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, είναι:

- *Εστίαση στον χρήστη.* Αυτό σημαίνει πως η τεχνολογία αποτελεί το μέσο, τον διαμεσολαβητή σε αυτή την προσπάθεια, και ζητούμενο είναι οι θεραπευτικοί και εκπαιδευτικοί στόχοι και οι ανάγκες των χρηστών.

- *Ευχρηστία*. Η τεχνολογία θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την ομάδα-στόχο και όχι να επιβαρύνει τους χρήστες.
- *Αξιοπιστία*, κάτι ιδιαίτερα δύσκολο στον τομέα των κοινωνικών/βοηθητικών ρομπότ. Απαιτείται επαναληπτικός έλεγχος, του πώς οι χρήστες θα χρησιμοποιήσουν το σύστημα και ποια λάθη καταγράφονται από προηγούμενες εφαρμογές.
- *Ασφάλεια*. Αποτελεί κορυφαία προτεραιότητα ανεξάρτητα από την ομάδα χρηστών. Απαιτείται έλεγχος, π.χ., πως δεν υπάρχει πιθανότητα ηλεκτροπληξίας ή αιχμηρά σημεία.
- *Προσιτότητα*. Η διασφάλιση χαμηλής τιμής αποτελεί βασικό στοιχείο για την προσβασιμότητα ενός ρομποτικού συστήματος.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι παρεμβάσεις με ρομπότ σε παιδιά με ΔΑΦ πραγματοποιούνται στην πλειοψηφία τους σε ένα δομημένο πειραματικό/κλινικό περιβάλλον. Οπότε αποτελεί ζητούμενο (Brose et al., 2010. Pennisi et al., 2016. Scassellati et al., 2012. Wood et al., 2017; 2019) η διεξαγωγή περισσότερων δοκιμών σε φυσικά περιβάλλοντα. Με σκοπό τη βελτίωση των παρεμβάσεων μέσω ρομπότ σε παιδιά με ΔΑΦ, επίσης προτείνεται:

- Η πολυπαραγοντική ανάλυση (Pennisi et al., 2016. Scassellati et al., 2012) για την κατανόηση της συμπεριφοράς των παιδιών με ΔΑΦ, λαμβάνοντας υπόψη χαρακτηριστικά όπως το φύλο, την ηλικία, τη νοημοσύνη, το επίπεδο κοινωνικών δεξιοτήτων, το είδος του πειράματος, τον βαθμό βαρύτητας του συμμετέχοντα, καθώς και διαφοροποιήσεις με βάση τη διάθεση, την ώρα της ημέρας, και προηγούμενα συμβάντα κατά τη διάρκεια μιας παρέμβασης. Η συνεργασία των μηχανικών με κλινικούς ψυχιάτρους και ψυχολόγους, στο πλαίσιο των ερευνητικών ομάδων, είναι απαραίτητη, με σκοπό οι τεχνικοί-προγραμματιστές των ρομπότ να γνωρίσουν διεξοδικά τη ΔΑΦ και τις πρακτικές που ακολουθούνται, ώστε ο σχεδιασμός των παρεμβάσεων να ενσωματώνει στο μέγιστο βαθμό τις ανάγκες των μαθητών με ΔΑΦ (Huijnen,

Lexis & de Witte, 2017. Scassellati et al., 2012).

- Να χρησιμοποιείται εξαιρετικά ανθεκτικό υλικό χαμηλού κόστους, για να μπορεί να αντέχει, π.χ., στα χτυπήματα, ειδικά εφόσον εμπλέκονται παιδιά, καθώς και η μεγαλύτερη δυνατή αυτονομία και δυνατότητα εξ αποστάσεως ελέγχου του ρομπότ (Brose et al., 2010. Pennisi et al., 2016. Scassellati et al., 2012. Wood et al., 2017; 2019). Συνολικά απαιτείται στιβαρότητα και τυποποίηση, τόσο σε σχέση με το υλικό/εξοπλισμό όσο και με το λογισμικό που χρησιμοποιείται (Pachidis et al., 2018).
- Χρειάζεται κάποιας μορφής τυποποίηση σχετικά με τη μεθοδολογία που ακολουθείται (Fombonne, 2018), μέσω της ανάπτυξης νέων μεθοδολογιών μοντελοποίησης, ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν αξιόπιστες συγκρίσεις (Pachidis et al., 2018). Για παράδειγμα, είναι σημαντική η ποσοτικοποίηση συμπεριφορών, όπως: μοτίβα λεκτικής έκφρασης, σωματική και συναισθηματική εμπλοκή, προτιμήσεις αντικειμένων ή συμβάντων (Ramirez-Duque et al., 2019).
- Η αναγκαιότητα προσαρμογής της τεχνολογίας στις εκπαιδευτικές ανάγκες και η εκπαίδευση του εκπαιδευτικού προσωπικού στη χρήση των ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία (Pachidis et al., 2018). Ο ρόλος των εκπαιδευτικών θεωρείται καίριος, στο βαθμό που οι τελευταίοι παρακινούν, ενθαρρύνουν και επηρεάζουν τους μαθητές με αναπηρία και/ή με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Karna-Lin et al., 2006). Αν και τα ρομπότ δεν έχουν φτάσει ακόμη σε (πολλές) αίθουσες διδασκαλίας, θα ήταν σημαντικό οι παρεμβάσεις σε παιδιά με ΔΑΦ να μπορούν να υλοποιηθούν στο σχολικό πλαίσιο, με σκοπό την ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων και ενδεχομένως να συμβάλουν στη μαθησιακή διαδικασία συγκεκριμένων γνωστικών αντικειμένων (Karakosta, et al., 2019).

Αναμφίβολα, η ανάπτυξη των νευροεπιστημών για τον εντοπισμό, την ανάλυση και την κατανόηση των πολυαισθητηριακών αντιληπτικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε κάθε άτομο αποτελεί το υπόβαθρο για τη χρήση των κοινωνικών ρομπότ στο μέλλον, και τη διεύρυνση της έρευνας στα παιδιά με ΔΑΦ

(Sartorato et al., 2017). Η παροχή συνεχούς υποστήριξης και εξατομικευμένης βοήθειας μπορεί να επιτευχθεί με την υλοποίηση ευφυών συστημάτων, με βάση την τεχνητή νοημοσύνη (Ramirez-Duque et al., 2019. Umbrico et al., 2020), τα οποία θα λειτουργούν με ευελιξία και προσαρμοστικότητα σε διαφορετικά περιβάλλοντα και ανάγκες. Επισημαίνεται επίσης η ανάγκη εξειδίκευσης των ρομπότ, ώστε να εστιάζουν στη βελτίωση συγκεκριμένων δεξιοτήτων, και η διδασκαλία διαφορετικών δεξιοτήτων με βάση τις εξατομικευμένες ανάγκες των παιδιών, με σκοπό την προώθηση της αυτο-έκφρασής τους (Karakosta, et al., 2019. Karnalın et al., 2006. Pennisi et al., 2016). Τέλος, η υλοποίηση σχετικών δράσεων θα πρέπει να συμπληρώνεται με βοηθητικές τεχνολογίες και εφαρμογές που θα έχουν ως σκοπό να βελτιώσουν όλο το εύρος της καθημερινότητας των παιδιών με ΔΑΦ (Huijnen et al., 2017).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία καταγράφονται οι δυνατότητες από τη χρήση κοινωνικών ρομπότ, με σκοπό τη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με ΔΑΦ. Η ΔΑΦ αποτελεί όρο ομπρέλα και χαρακτηρίζει ελλείμματα στην κοινωνική αλληλεπίδραση και την επικοινωνία, καθώς και στερεοτυπική και επαναλαμβανόμενη σκέψη. Η χρήση της Ρομποτικής για θέματα εκπαίδευσης και υγείας αποτελεί μια από τις πολλές δυνατότητες της τεχνολογίας στην 4η Βιομηχανική Επανάσταση. Η αναγνώριση του πολυπαραγοντικού χαρακτήρα της ΔΑΦ, η απαίτηση για παραμετροποίηση, εξατομίκευση και τυποποίηση των παρεμβάσεων, η βελτιστοποίηση των διαδικασιών και της τεχνολογίας, καθώς και η ένταξη στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, αποτελούν κάποιες από τις προτάσεις για την ύπαρξη αξιόπιστων και συγκρίσιμων αποτελεσμάτων. Παράλληλα, η διευρυμένη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, της μηχανικής εκμάθησης, καθώς και η ανάπτυξη των νευροεπιστημών, διαμορφώνουν ένα νέο πλαίσιο για περισσότερο αξιόπιστες παρεμβάσεις, ώστε αυτές να μπορούν να πραγματοποιηθούν στο φυσικό περιβάλλον των παιδιών με ΔΑΦ και να βελτιώσουν ουσιαστικά την καθημερινότητά τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Pub.
- Amran, N. A. B., Gunasekaran, S. S., & Mahmoud, M. A. (2018). Investigating the factors that influence the efficiency of using robots as social skills therapy for children with autism spectrum disorder (ASD). *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 10(6S), pp. 1779-1792.
- Arent, K., Kruk-Lasocka, J., Niemiec, T., & Szczepanowski, R. (2019, August). Social robot in diagnosis of autism among preschool children. In *2019 24th International Conference on Methods and Models in Automation*.
- Bartlett, M. E., Costescu, C., Baxter, P., & Thill, S. (2020). Requirements for Robotic Interpretation of Social Signals "in the Wild": Insights from Diagnostic Criteria of Autism Spectrum Disorder. *Information*, 11(2), p. 81.
- Billard, A., Bonfiglio, A., Cannata, G., Cosseddu, P., Dahl, T., Dautenhahn, K., ... & Valle, M. (2013). The roboskin project: Challenges and results. In *Romansy 19-Robot Design, Dynamics and Control*. Vienna: Springer, pp. 351-358.
- Boccanfuso, L., Scarborough, S., Abramson, R. K., Hall, A. V., Wright, H. H., & O'Kane, J. M. (2017). A low-cost socially assistive robot and robot-assisted intervention for children with autism spectrum disorder: field trials and lessons learned. *Autonomous Robots*, 41(3), pp. 637-655.
- Bonarini, A., Clasadonte, F., Garzotto, F., Gelsomini, M., & Romero, M. (2016, December). Playful interaction with Teo, a mobile robot for children with neurodevelopmental disorders. In *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*, pp. 223-231.
- Bonarini, A., Garzotto, F., Gelsomini, M., Romero, M., Clasadonte, F., & Yilmaz, A. N. Ç. (2016, August). A huggable, mobile robot for developmental disorder interventions in a multi-modal interaction space. In *2016, 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*. IEEE, pp. 823-830.
- Brose, S. W., Weber, D. J., Salatin, B. A., Grindle, G. G., Wang, H., Vazquez, J. J., & Cooper, R. A. (2010). The role of assistive robotics in the lives of persons with disability. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 89(6), pp. 509-521.
- Cabibihan, J. J., Javed, H., Ang, M., & Aljunied, S. M. (2013). Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), pp. 593-618.

- Dautenhahn, K., Nehaniv, C. L., Walters, M. L., Robins, B., Kose-Bagci, H., Assif, N., & Blow, M. (2009). KASPAR – a minimally expressive humanoid robot for human-robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics*, 6(3, 4), pp. 369-397.
- Diehl, J. J., Schmitt, L. M., Villano, M., & Crowell, C. R. (2012). The clinical use of robots for individuals with autism spectrum disorders: A critical review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(1), pp. 249-262.
- Fombonne, E. (2018). The rising prevalence of autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 59, pp. 717–720.
- Gago, J. J., Victores, J. G., & Balaguer, C. (2019). Sign language representation by Teo humanoid robot: end-user interest, comprehension and satisfaction. *Electronics*, 8(1), p. 57.
- Grzadzinski, R., Huerta, M., & Lord, C. (2013). DSM-5 and autism spectrum disorders (ASDs): an opportunity for identifying ASD subtypes. *Molecular Autism*, 4(1), pp. 1-6.
- Hernandez-Vicen, J., Martinez, S., Garcia-Haro, J. M., & Balaguer, C. (2018). Correction of visual perception based on neuro-fuzzy learning for the humanoid robot TEO. *Sensors*, 18(4), p. 972.
- Hosseinzadeh, M., Koohpayehzadeh, J., Bali, A. O., Rad, F. A., Souri, A., Mazaherinezhad, A., ... & Bohlouli, M. (2021). A review on diagnostic autism spectrum disorder approaches based on the Internet of Things and Machine Learning. *The Journal of Supercomputing*, 77(3), pp. 2590-2608.
- Huijnen, C. A., Lexis, M. A. S., & de Witte, L. P. (2017). Robots as new tools in therapy and education for children with autism. *International Journal of Neurorehabilitation*, 4, p. 278.
- Huijnen, C. A., Lexis, M. A., Jansens, R., & de Witte, L. P. (2017). How to implement robots in interventions for children with autism? A co-creation study involving people with autism, parents and professionals. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 47(10), pp. 3079-3096.
- Hung, L., Liu, C., Woldum, E., Au-Yeung, A., Berndt, A., Wallsworth, C., ... & Chaudhury, H. (2019). The benefits of and barriers to using a social robot PARO in care settings: a scoping review. *BMC Geriatrics*, 19(1), pp. 1-10.
- Ismail, L. I., Verhoeven, T., Dambre, J., & Wyffels, F. (2019). Leveraging robotics research for children with autism: a review. *International Journal of Social Robotics*, 11(3), pp. 389-410.
- Jia, Y., Shelhamer, E., Donahue, J., Karayev, S., Long, J., Girshick, R., ... & Darrell, T. (2014, November). Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. In *Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia*. ACM, pp. 675-678.
- Kang, H. S., Makimoto, K., Konno, R., & Koh, I. S. (2019). Review of outcome measures in PARO robot intervention studies for dementia care. *Geriatric Nursing*, 41(3), pp. 207-214. DOI: 10.1016/j.gerinurse.2019.09.003
- Karakiozis, K., Papakitsos, E. C., Papoutsidakis, M. (2020). Robotics and Diagnosis of Autism Spectrum Disorder. *Journal on Medical Emphasis Research*, 1(1), pp. 18-31.
- Karakosta, E., Dautenhahn, K., Syrdal, D. S., Wood, L. J., & Robins, B. (2019). Using the humanoid robot Kaspar in a Greek school environment to support children with Autism Spectrum Condition. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 10(1), pp. 298-317.
- Karna-Lin, E., Pihlainen-Bednarik, K., Sutinen, E., & Virnes, M. (2006, July). Can robots teach? Preliminary results on educational robotics in special education. In *Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*. IEEE, pp. 319-321.
- Katsanis, I. A., & Moulitanitis, V. C. (2021). An Architecture for Safe Child–Robot Interactions in Autism Interventions. *Robotics*, 10(1), p. 20.
- Lyll, K., Croen, L., Daniels, J., Fallin, M. D., Ladd-Acosta, C., Lee, B. K., ... & Newschaffer, C. (2017). The changing epidemiology of autism spectrum disorders. *Annual Review of Public Health*, 38, pp. 81-102.
- Moldin, S. O., & Rubenstein, J. L. (Eds.). (2006). *Understanding autism: from basic neuroscience to treatment*. CRC Press.
- Pachidis, T., Vrochidou, E., Kaburlasos, V. G., Kostova, S., Bonković, M., & Papić, V. (2018, June). Social robotics in education: State-of-the-art and directions. In *International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region*. Cham: Springer, pp. 689-700.
- Pennisi, P., Tonacci, A., Tartarisco, G., Billeci, L., Ruta, L., Gangemi, S., & Ploggia, G. (2016). Autism and social robotics: A systematic review. *Autism Research*, 9(2), pp. 165-183.
- Petric, F., & Kovacic, Z. (2020). Design and validation of MOMDP models for child–robot interaction within tasks of robot-assisted ASD diagnostic protocol. *International Journal of Social Robotics*, 12(2), pp. 371-388.
- Ramirez-Duque, A. A., Frizera-Neto, A., & Bastos, T. F. (2019). Robot-Assisted Autism Spectrum Disorder Diagnostic Based on Artificial Reasoning. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 96(2), pp. 267-281.
- Richardson, K., Coeckelbergh, M., Wakunuma, K., Billing, E., Ziemke, T., Gomez, P., ... & Belpaeme, T. (2018). Robot Enhanced Therapy for Children with Autism (DREAM): A Social Model of Autism. *IEEE Technology and Society Magazine*, 37(1), pp. 30-39.

- Roberts, A. S., & Shore, S. M. (2013). Playing with a Robot: Enhancing Social Communication & Interaction. Poster Presentation at *International Meeting for Autism Research*. <http://www.phoque-paro.fr/wp-content/uploads/2017/04/PARO-poster-BHS.pdf>
- Roberts-Yates, C., & Silvera-Tawil, D. (2019). Better Education Opportunities for Students with Autism and Intellectual Disabilities through Digital Technology. *International Journal of Special Education*, 34(1), pp. 197-210.
- Romero, M., Bonarini, A., Brivio, A., & Rogacheva, K. (2017). Incremental and Radical Innovation: Design in Robotics for Autism. Teo and Riby robots. Evolutionary Development. *The Design Journal*, 20(sup1), pp. S2375-S2388.
- Sartorato, F., Przybylowski, L., & Sarko, D. K. (2017). Improving therapeutic outcomes in autism spectrum disorders: Enhancing social communication and sensory processing through the use of interactive robots. *Journal of Psychiatric Research*, 90, pp. 1-11.
- Scassellati, B. (2007). How social robots will help us to diagnose, treat, and understand autism. In *Robotics Research*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 552-563.
- Scassellati, B., Admoni, H., & Matarić, M. (2012). Robots for use in autism research. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 14, pp. 275-294.
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A., & Zahari, N. I. (2012a). Humanoid robot NAO interacting with autistic children of moderately impaired intelligence to augment communication skills. *Procedia Engineering*, 41, pp. 1533-1538.
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A., & Zahari, N. I. (2012b). Initial response in HRI-a case study on evaluation of child with autism spectrum disorders interacting with a humanoid robot Nao. *Procedia Engineering*, 41, pp. 1448-1455.
- Silvera-Tawil, D., & Roberts-Yates, C. (2018, August). Socially-assistive robots to enhance learning for secondary students with intellectual disabilities and autism. In *2018 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*. IEEE, pp. 838-843.
- Simut, R. E., Vanderfaeillie, J., Peca, A., Van de Perre, G., & Vanderborght, B. (2016). Children with autism spectrum disorders make a fruit salad with Probo, the social robot: an interaction study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(1), pp. 113-126.
- Tapus, A., Mataric, M. J., & Scassellati, B. (2007). Socially assistive robotics [grand challenges of robotics]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 14(1), pp. 35-42.
- Tapus, A., Peca, A., Aly, A., Pop, C., Jisa, L., Pintea, S., ... & David, D. O. (2012). Children with autism social engagement in interaction with Nao, an imitative robot: A series of single case experiments. *Interaction Studies*, 13(3), pp. 315-347.
- Umbrico, A., Cesta, A., Cortellessa, G., & Orlandini, A. (2020). A holistic approach to behavior adaptation for socially assistive robots. *International Journal of Social Robotics*, 12(3), pp. 617-637.
- Volkmar, F. R., & McPartland, J. C. (2014). From Kanner to DSM-5: autism as an evolving diagnostic concept. *Annual Review of Clinical Psychology*, 10, pp. 193-212.
- Wainer, J., Dautenhahn, K., Robins, B., & Amirabdollahian, F. (2014). A pilot study with a novel setup for collaborative play of the humanoid robot KASPAR with children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 6(1), pp. 45-65.
- Wood, L. J., Zarak, A., Robins, B., & Dautenhahn, K. (2019). Developing Kaspar: A Humanoid Robot for Children with Autism. *International Journal of Social Robotics*, 2019, pp. 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00563-6>
- Wood, L. J., Zarak, A., Walters, M. L., Novanda, O., Robins, B., & Dautenhahn, K. (2017, November). The iterative development of the humanoid robot kaspar: An assistive robot for children with autism. In *International Conference on Social Robotics*. Cham: Springer, pp. 53-63.

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1: Τα ρομπότ Kaspar 3 (αριστερά) και Kaspar 5 (δεξιά) (Wood et al., 2019).



Εικόνα 2: Το ρομπότ NAO (αριστερά-δεξιά) και το ρομπότ PARO στη μέση (Silvera-Tawil & Roberts-Yates, 2018. Roberts-Yates & Silvera-Tawil, 2019).



Εικόνα 3: Τα ρομπότ Τεο-1 αριστερά και Τεο-4 δεξιά (Roberts-Yates & Silvera-Tawil, 2019).

