



## ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

### **Μελέτη Τεχνολογικών Εφαρμογών για την Υποστήριξη των Κοινωνικών και Συναισθηματικών Δεξιοτήτων Ατόμων με Διαταραχές του Αυτιστικού Φάσματος**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

**Επιβλέπων :** Δημήτριος – Διονύσιος Κουτσούρης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2019





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ  
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Μελέτη Τεχνολογικών Εφαρμογών για την Υποστήριξη  
των Κοινωνικών και Συναισθηματικών Δεξιοτήτων  
Ατόμων με Διαταραχές του Αυτιστικού Φάσματος**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**Επιβλέπων :** Δημήτριος – Διονύσιος Κουτσούρης  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Πέμπτη, 14 Μαρτίου 2019

.....  
Δ.-Δ. Κουτσούρης

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Γ. Ματσόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Π. Τσανάκας

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2019

.....

## **ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Κωνσταντίνος Ε. Ανδρούτσος, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

## Περιεχόμενα

Ευρετήριο Πινάκων .....	1
Ευρετήριο Εικόνων .....	1
Περίληψη.....	2
Abstract .....	3
Ευχαριστίες.....	4
Κεφάλαιο 1: Το Φάσμα του Αυτισμού .....	5
1.1 Εισαγωγή .....	5
1.2 Ιστορική Αναδρομή .....	6
1.3 Συμπτώματα .....	9
1.4 Αίτια.....	11
1.5 Διάγνωση.....	12
1.6 Επιδημιολογία .....	13
1.7 Θεραπεία - Αντιμετώπιση .....	13
Κεφάλαιο 2: Η Θεωρία των Συναισθημάτων .....	15
2.1 Εισαγωγή .....	15
2.2 Περιφερικές και κεντρικές θεωρίες συναισθήματος.....	15
2.3 Εξελικτικές θεωρίες.....	16
2.3.1 Η θεωρία του Δαρβίνου .....	16
2.3.2 Η θεωρία του Paul Ekman .....	17
2.3.3 Η θεωρία του Robert Plutchik .....	17
2.4 Σωματικές θεωρίες.....	19
2.4.1 Η υπόθεση σωματικού δείκτη (somatic marker hypothesis).....	19
2.5 Γνωστικές θεωρίες.....	20
2.5.1 Η θεωρία των δύο παραγόντων .....	20
2.5.2 Η θεωρία εκτίμησης / αξιολόγησης (appraisal theory) .....	21
2.5.3 Η θεωρία των δικτύων .....	22
2.5.4 Η θεωρία βασικής συγκίνησης (core affect) .....	22
2.5.5 Η θεωρία των Ortony, Clore και Collins .....	23

2.6 Κοινωνιολογικές θεωρίες συναισθήματος .....	23
Κεφάλαιο 3: Εφαρμογές της συναισθηματικής υπολογιστικής στο φάσμα του αυτισμού ...	26
3.1 Συναισθηματική υπολογιστική.....	26
3.1.1 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω εκφράσεων του προσώπου .....	27
3.1.2 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω κινήσεων του σώματος.....	28
3.1.3 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω του λόγου.....	28
3.1.4 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω μέτρησης φυσιολογικών παραμέτρων .....	29
3.1.5 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω κειμένου.....	30
3.2 Εφαρμογές της συναισθηματικής υπολογιστικής στον αυτισμό.....	31
3.2.1 Εφαρμογές βασισμένες στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.....	32
3.2.2 Εφαρμογές βασισμένες στη χρήση κινητού τηλεφώνου και τάμπλετ .....	40
3.2.3 Εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας.....	44
3.2.4 Εφαρμογές βασισμένες στη ρομποτική .....	49
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα.....	63
Βιβλιογραφία .....	67

## Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Μελέτες βασισμένες στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή .....	38
Πίνακας 2: Μελέτες που βασίζονται στην εικονική πραγματικότητα .....	48
Πίνακας 3: Μελέτες που βασίζονται στην ρομποτική .....	61

## Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Ο Τροχός Συναισθημάτων του Plutchik .....	19
Εικόνα 2: Το παιδί κατά τη χρήση της εφαρμογής [93] .....	42
Εικόνα 3: Η αρχιτεκτονική του συστήματος της μελέτης [99] .....	45
Εικόνα 4: Το περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας half-CAVE[101] .....	47
Εικόνα 5: Αλληλεπίδραση παιδιών με τα ρομπότ του AURORA [109] .....	54
Εικόνα 6: Το ρομπότ FACE [118] .....	55
Εικόνα 7: Το ρομπότ KeepOn [119].....	57
Εικόνα 8: Το ρομπότ KiliRo [124].....	61

## Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη τεχνολογικών εφαρμογών που έχουν υλοποιηθεί ή προταθεί για την υποστήριξη των κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων ατόμων με διαταραχές του αυτιστικού φάσματος.

Οι διαταραχές του αυτιστικού φάσματος είναι ένα σύνολο αναπτυξιακών διαταραχών που εμφανίζονται στην βρεφική και παιδική ηλικία. Έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την ταυτόχρονη ύπαρξη δυσλειτουργιών στην κοινωνική αναγνώριση, την κοινωνική επικοινωνία και την κοινωνική φαντασία και κατανόηση, η οποία περιλαμβάνει απουσία ή μειωμένη ικανότητα ενσυναίσθησης και αδυναμία κατανόησης και έκφρασης συναισθημάτων. Από τη στιγμή που δεν υπάρχει θεραπευτική αγωγή για τις αυτιστικές διαταραχές, η αντιμετώπιση τους επικεντρώνεται στην άμβλυση των δυσλειτουργιών μέσω εκπαίδευσης.

Στη διαδικασία εκπαίδευσης, και ειδικά στο κομμάτι της βελτίωσης της ενσυναίσθησης των αυτιστικών ατόμων, παρατηρείται τα τελευταία χρόνια η αυξανόμενη χρήση της τεχνολογίας. Σε αυτό έχει συμβάλει και η παρατήρηση του ενδιαφέροντος των αυτιστικών ατόμων για τις ηλεκτρονικές συσκευές, γεγονός που τα καθιστά πιο δεκτικά στην εκπαίδευση μέσω αυτών.

Στην παρούσα διπλωματική παρουσιάζεται μια επισκόπηση μελετών που αφορούν τεχνολογικές εφαρμογές που αναπτύχθηκαν για το σκοπό αυτό και κάνουν χρήση της συναισθηματικής υπολογιστικής. Πρόκειται για τεχνικές που στοχεύουν στην ανίχνευση της συναισθηματικής κατάστασης και συγκεκριμένα την αναγνώριση συναισθήματος μέσω εκφράσεων του προσώπου, κινήσεων του σώματος, ομιλίας ή μέτρησης φυσιολογικών παραμέτρων. Οι εφαρμογές παρουσιάζονται ανά μέθοδο που χρησιμοποιείται: σταθερό υπολογιστή, έξυπνα κινητά τηλέφωνα ή τάμπλετ, εικονική πραγματικότητα και ρομποτική.

Τέλος παρουσιάζονται τα συμπεράσματα από τη συγκριτική μελέτη των ερευνών και η κατεύθυνση μελλοντικών ερευνών με βάση αυτά.

Λέξεις - Κλειδιά: Αυτισμός, Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές, Εκπαίδευση, Συναισθηματική Αναγνώριση, Έξυπνα Κινητά, Τάμπλετ, Εικονική Πραγματικότητα, Ρομποτική



## Abstract

The purpose of this diploma thesis is the study of technological applications which have been developed or suggested for the support of the social and emotional abilities of persons with autistic spectrum disorders.

Autistic spectrum disorders are a group of development disorders that appear during infancy and childhood. They have as a common characteristic, the simultaneous occurrence of impairments in social recognition, social communication and social imagination and understanding which includes missing or reduced ability for empathy and inability of understanding and expressing emotions. Since there is no curative treatment for autistic disorders, their management is focused in reducing the impairments through training.

During the last years, an increasing use of technology is observed in this training and especially in the part of maximizing the ability of autistic person for empathy. The fact that it has been observed that autistic persons show interest in electronic devices and are more receptive to training through them, has contributed to the emergence of this trend.

This diploma thesis presents a review of studies that deal with technological applications which were developed for this purpose and make use of affective computing, that is techniques which aim to the detection of the emotional state and specifically the emotion recognition through facial expressions, body language, speech or measurement of physiological parameters. Applications are presented in groups based on the method that is used: pc, smart phones or tablet, virtual reality and robotics.

Finally the conclusions from the comparative study of the researches, are presented, along with the direction of further research that can be derived from them.

Keywords: Autism, Pervasive Development Disorders, Training, Emotion Recognition, Smart phones, Tablet, Virtual Reality, Robotics

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Βιοιατρικής Τεχνολογίας της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Δημήτριο Κουτσούρη για το ενδιαφέρον θέμα που μου ανέθεσε καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε ώστε να ασχοληθώ εμπειριστατωμένα με αυτό.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά την Ουρανία Πετροπούλου για την εξαιρετική συνεργασία που είχαμε, για τον πολύτιμο χρόνο και τις σημαντικές συμβουλές που μου προσέφερε και για τη συνολική ουσιαστική συμβολή της στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ πάρα πολύ την αδερφή μου Θέλμα για την αμέριστη βοήθειά της και την υπομονή της.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ την Μαρίκα και την οικογένειά μου για τη στήριξή τους και την υπομονή τους.

# Κεφάλαιο 1: Το Φάσμα του Αυτισμού

## 1.1 Εισαγωγή

Ο Αυτισμός, η πιο σωστά το Φάσμα του Αυτισμού είναι μια ομάδα διαταραχών στην ψυχολογική και συναισθηματική ανάπτυξη του ατόμου και χαρακτηρίζονται από δυσλειτουργίες [1]:

- στις κοινωνικές συναλλαγές
- στη διαπροσωπική επικοινωνία
- στην ενσυναίσθηση και
- στη συμπεριφορά (περιορισμένα και επαναλαμβανόμενα μοτίβα συμπεριφοράς)

Οι διαταραχές αυτές, σύμφωνα με τα ταξινομητικά εγχειρίδια ICD-10<sup>1</sup> (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Tenth Revision) του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας και DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition) [2] της Αμερικανικής Ψυχιατρικής Ένωσης, περιγράφονται με τον όρο Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές και αναλύονται στις παρακάτω υποκατηγορίες:

1. **Αυτισμός της παιδικής ηλικίας - Σύνδρομο Kanner** : Διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή που ορίζεται: α) από την ηλικία εκδήλωσης της διαταραχής, συγκεκριμένα πριν την ηλικία των τριών ετών και β) την ταυτόχρονη ύπαρξη δυσλειτουργίας στις περιοχές: 1) των κοινωνικών συναλλαγών, 2) της διαπροσωπικής επικοινωνίας και 3) της συμπεριφοράς (περιορισμένη, στερεότυπη και επαναλαμβανόμενη). Επιπλέον συνηθισμένη είναι η εμφάνιση και άλλων προβλημάτων όπως φοβίες, εκρήξεις οργής και διαταραχές ύπνου και λήψης τροφής.
2. **Άτυπος αυτισμός - Νοητική καθυστέρηση με αυτιστικά χαρακτηριστικά**: Διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή που διαφέρει από τον αυτισμό της παιδικής ηλικίας, είτε στην ηλικία εκδήλωσης (μετά την ηλικία των τριών ετών), είτε στην αδυναμία απόδειξης δυσλειτουργίας ταυτόχρονα και στα τρία πεδία της ψυχοπαθολογίας, που απαιτούνται για τη διάγνωση του αυτισμού (κοινωνικές συναλλαγές, διαπροσωπική επικοινωνία, συμπεριφορά). Εμφανίζεται πολύ συχνότερα σε άτομα με βαριά νοητική καθυστέρηση ή/και σοβαρή ειδική αναπτυξιακή διαταραχή της ομιλίας.
3. **Σύνδρομο Rett**: Διαταραχή που έχει παρατηρηθεί μόνο σε άτομα θηλυκού γένους, εκδηλώνεται αρχικά συνήθως μεταξύ του 7ου και 24ου μηνός της ζωής του ατόμου και χαρακτηρίζεται από τη διακοπή της φυσιολογικής ανάπτυξης με επιβράδυνση της ανάπτυξης του κρανίου και μερική ή ολική απώλεια της ομιλίας και των δεξιοτήτων λεπτών

<sup>1</sup> <https://www.who.int/classifications/icd/factsheet/en/>

κινητικών χειρισμών. Παράλληλα διακόπτεται η κοινωνική ανάπτυξη, χωρίς όμως απώλεια του κοινωνικού ενδιαφέροντος, και καταλήγει στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων σε βαριά νοητική καθυστέρηση.

4. **Άλλη αποδιοργανωτική διαταραχή της παιδικής ηλικίας - Βρεφική άνοια - Σύνδρομο Heller:** Διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από διακοπή της φυσιολογικής ανάπτυξης με απώλεια σε διάστημα λίγων μηνών των δεξιοτήτων που είχαν αποκτηθεί μέχρι τότε. Παράλληλα εμφανίζονται δυσλειτουργίες παρόμοιες με του αυτισμού, στα τρία χαρακτηριστικά πεδία ψυχοπαθολογίας (κοινωνικές συναλλαγές, επικοινωνία, συμπεριφορά) και απώλεια του ενδιαφέροντος για το περιβάλλον.
5. **Διαταραχή υπερδραστηριότητας συνδεδεμένη με νοητική καθυστέρηση και στερεότυπες κινήσεις:** Διαταραχή που δεν είναι σαφώς ορισμένη και αμφισβητείται η νοσολογική εγκυρότητά της. Αφορά παιδιά με σοβαρή νοητική καθυστέρηση που εμφανίζουν σοβαρά προβλήματα υπερδραστηριότητας και στερεότυπες συμπεριφορές. Οι διαφορές με την περίπτωση των παιδιών με φυσιολογική νοημοσύνη που εμφανίζουν τα ίδια προβλήματα έγκεινται στην αναποτελεσματικότητα της θεραπείας με ψυχοδιεγερτικά φάρμακα και στην αντικατάσταση της υπερδραστηριότητας με υποδραστηριότητα κατά τη διάρκεια της εφηβείας.
6. **Σύνδρομο Asperger - Αυτιστική ψυχοπάθεια:** Διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή επίσης αβέβαιης νοσολογικής εγκυρότητας, που εμφανίζει τις ίδιες ποιοτικές διαταραχές στις κοινωνικές συναλλαγές, την διαπροσωπική επικοινωνία με τον αυτισμό χωρίς όμως διαταραχές στην γλωσσική ανάπτυξη ή την ανάπτυξη των γνωστικών λειτουργιών. Συνοδεύεται από περιορισμένο, στερεότυπο επαναλαμβανόμενο φάσμα ενδιαφερόντων και δραστηριοτήτων, αδεξιότητα και σοβαρά προβλήματα ενσυναίσθησης που διατηρούνται στην εφηβεία και την ενήλικη ζωή.

Αυτές οι κατηγορίες καλύπτουν όλο το αυτιστικό φάσμα, με το σύνδρομο Kanner (η πιο βαριά μορφή) και το σύνδρομο Asperger τα δύο άκρα του [2],[3].

## 1.2 Ιστορική Αναδρομή

Παρ' ότι ο αυτισμός υπάρχει ως καθορισμένο, ξεχωριστό σύνδρομο τα τελευταία 70 χρόνια, περιπτώσεις αυτιστικών ατόμων μπορούν να βρεθούν αιώνες πιο πριν εξετάζοντας ιστορικές πηγές με τις σημερινές γνώσεις μας για αυτόν.

Μία τέτοια, είναι η περίπτωση του Hugh Blair, γιου ενός Σκωτσέζου γαιοκτήμονα. Ο Hugh Blair το 1746 σε ηλικία 38 ετών παντρεύτηκε την κόρη ενός γιατρού. Τον επόμενο χρόνο, το 1747, ο αδερφός του, ο οποίος είχε δέκα χρόνια πριν οριστεί δικαστικός του συμπαραστάτη, προσέφυγε στο δικαστήριο του Εδιμβούργου και κατάφερε να ακυρώσει το γάμο. Στα πρακτικά της δίκης υπάρχουν εκτενής αναφορές για την διανοητική κατάσταση, την κοινωνική συμπεριφορά και τις καθημερινές συνήθειες του Hugh. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι αυτός είχε εμμονικές και επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές, όπως να συλλέγει φτερά και κλαδιά, να φοράει συνεχώς τα ίδια ρούχα, να κάθεται πάντα στην ίδια καρέκλα στην εκκλησία και να μην επιτρέπει στο σπίτι του την μετακίνηση των αντικειμένων από την καθορισμένη θέση τους. Επίσης είχε προβλήματα στην ομιλία, επαναλαμβάνοντας συνεχώς απλές φράσεις και επαναλαμβάνοντας πρώτα την ερώτηση όταν έδινε κάποια απάντηση. Τέλος ήταν άγαρμος και αμήχανος στις κοινωνικές του συναναστροφές και είχε άγνοια των κοινωνικών συμβάσεων, κοιτάζοντας επίμονα για παράδειγμα τους άλλους ή κάνοντας απροειδοποίητες επισκέψεις σε ακατάλληλες ώρες. Βάσει αυτών των στοιχείων η αναπτυξιακή ψυχολόγος Uta Firth έχει επιχειρηματολογήσει ότι ο Hugh Blair ήταν αυτιστικός [4].

Μία άλλη περίπτωση είναι αυτή του Victor, του άγριου παιδιού της Aveyron, όπως έχει μείνει γνωστό. Ο Victor βρέθηκε το 1798 μόνος του σε ένα δάσος στην περιοχή Aveyron της Γαλλίας, γυμνός και γεμάτος γρατσουνιές. Πιστεύεται ότι ήταν 11 ή 12 ετών. Ένας γιατρός, ο Jean Itard, ο οποίος τον είχε ξαναδεί πριν 6 χρόνια αλλά δεν είχε καταφέρει να τον πιάσει, ανέλαβε να τον φροντίσει και να τον εκπαιδεύσει για πέντε χρόνια. Σύμφωνα με τις λεπτομερείς περιγραφές του Itard, ο Victor είχε απλανές και ασταθές βλέμμα, έβγαζε μόνο άναρθρες κραυγές, δεν αντιδρούσε στους ήχους, δεν μιμούνταν, ενδιαφερόταν μόνο για αντικείμενα που ήθελε και ταλαντευόταν συνεχώς μπροστά-πίσω. Επίσης ήταν λαίμαργος αλλά αρχικά έτρωγε μόνο πατάτες και ωμά κάστανα. Τέλος η έντονη μελαγχολική διάθεση που τον χαρακτήριζε διακόπτονταν από εκρήξεις γέλιου [5]. Οι περιγραφές αυτές οδήγησαν την ψυχίατρο Lorna Wing να ισχυριστεί ότι «δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο Victor ήταν αυτιστικός» [6]. Μετά από πέντε χρόνια φροντίδας και εκπαίδευσης από τον Itard, ο Victor είχε μάθει να ξεχωρίζει τα συναισθήματα του συνομιλητή του με βάση τον τόνο της φωνής, είχε γίνει τρυφερός και εξυπηρετικός με τους ανθρώπους, μπορούσε να αναγνωρίζει αντικείμενα διαβάζοντας την ονομασία τους αλλά και να τα ζητάει χρησιμοποιώντας βασικές γνώσεις γραφής, αλλά δεν ανέπτυξε ποτέ γλωσσικές ικανότητες [7].

Το 1908, ο Αυστριακός εκπαιδευτής Theodor Heller δημοσίευσε μια μελέτη όπου περιέγραφε τις περιπτώσεις έξι παιδιών που παρουσίασαν σφοδρή επιδείνωση των κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων τους μετά από τα πρώτα 3-4 φυσιολογικά χρόνια ανάπτυξης. Η πάθηση που περιέγραψε ονομάστηκε Βρεφική Άνοια ή Σύνδρομο Heller [8].

Το 1943 δημοσιεύτηκε η κλασική μελέτη του Αυστριακού ψυχιάτρου Leo Kanner, η οποία είναι αυτή που όρισε τον Αυτισμό ως σύνδρομο [9]. Σε αυτή τη μελέτη ο Kanner παρουσίασε τα συμπεράσματά του από τις περιπτώσεις 11 παιδιών που παρακολούθησε στην κλινική του στο νοσοκομείο John Hopkins της Βαλτιμόρης των ΗΠΑ από το 1938. Για κάθε περίπτωση παρείχε λεπτομερή αναφορά για την υγεία, τα συμπτώματα, το οικογενειακό υπόβαθρο, τα αποτελέσματα των διαγνωστικών εξετάσεων και την εξέλιξη του παιδιού. Ως καθοριστικά συμπτώματα του νέου συνδρόμου περιέγραψε μία «ακραία αυτιστική μοναξιά», προβλήματα στην ομιλία με παρουσία ηχολαλίας, αδυναμία να καταλάβει το υποκείμενο τις προθέσεις και τον τόνο της φωνής του συνομιλητή του και μονότονες επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές. Τόνισε το συναισθηματικό υπόβαθρο του συνδρόμου, παρατηρώντας ότι τα παιδιά αυτά ήταν ανίκανα να δημιουργήσουν φυσιολογικές συναισθηματικές επαφές με τους συνανθρώπους τους. Επίσης υπονόησε την πιθανή κληρονομικότητα του συνδρόμου, περιγράφοντας τους γονείς των παιδιών ως ανθρώπους έξυπνους, με επιστημονικά ή καλλιτεχνικά ενδιαφέροντα αλλά με λίγο ενδιαφέρον για τους άλλους ανθρώπους. Ο Kanner πίστευε ότι το σύνδρομο που περιέγραψε ήταν σπάνιο και συγγέονταν παλαιότερα με τη νοητική υστέρηση ή τη σχιζοφρένεια.

Ανεξάρτητα από τον Kanner, το 1944 ο Αυστριακός παιδίατρος Hans Asperger, δημοσίευσε τη μελέτη του «Αυτιστική ψυχοπάθεια στην παιδική ηλικία» [10]. Σε αυτή περιέγραψε 4 περιπτώσεις παιδιών και τα χαρακτηριστικά και άλλων παρόμοιων περιπτώσεων. Τα παιδιά αυτά σύμφωνα με τον Asperger ήταν έξυπνα, μερικά με εξαιρετικές ικανότητες στα μαθηματικά ή τις φυσικές επιστήμες, αλλά οι κοινωνικές και συναισθηματικές τους σχέσεις ήταν εξαιρετικά φτωχές. Ήταν υπερευαίσθητα, είχαν απουσία ενσυναίσθησης και είχαν περιορισμένα ενδιαφέροντα στα οποία απορροφούνταν πλήρως και στερεοτυπική συμπεριφορά. Η ομιλία τους ήταν φυσιολογική αλλά είχαν φτωχή γλώσσα του σώματος και ήταν αδέξια. Η εργασία του Asperger, αντίθετα με του Kanner, έμεινε σχετικά στην αφάνεια μέχρι τη δεκαετία του '80 όταν και αναγνωρίστηκε το αντίστοιχο σύνδρομο.

Το 1979 οι ψυχίατροι Lorna Wing και Judith Gould στην επιδημιολογική μελέτη που δημοσίευσαν [11], πρότειναν ότι τα αυτιστικά χαρακτηριστικά δεν περιορίζονται στο σύνδρομο Kanner, αλλά αφορούν ένα σύνολο διαταραχών μέρος των οποίων είναι και το σύνδρομο Kanner. Αυτή ήταν η μελέτη που εισήγαγε την θεωρία του Αυτιστικού Φάσματος. Επιπλέον η Wing με τη μελέτη που δημοσίευσε το 1981 [12], έφερε ξανά στο προσκήνιο το έργο του Asperger και πρότεινε την ύπαρξη του συνδρόμου Asperger ως ξεχωριστής διαταραχής και μέρος του Αυτιστικού Φάσματος.

### 1.3 Συμπτώματα

Το κύριο σύμπτωμα του αυτισμού, όπως έχουμε αναφέρει και στον ορισμό του, είναι η δυσλειτουργία στην κοινωνική αλληλεπίδραση, η έλλειψη στην έμφυτη ικανότητα που έχουν τα φυσιολογικά βρέφη να αλληλεπιδρούν με τους γύρω τους. Η δυσλειτουργία αυτή χωρίζεται σε τρεις ξεχωριστές αλλά στενά σχετιζόμενες κατηγορίες, οι οποίες καλούνται "τριάδα δυσλειτουργιών στην κοινωνική αλληλεπίδραση" ή απλώς "τριάδα" για λόγους συντομίας [13] και οι οποίες είναι:

- **Δυσλειτουργία της Κοινωνικής Αναγνώρισης:** Αφορά την ικανότητα να αναγνωρίζει κάποιος τους άλλους ανθρώπους, ως τα πιο ενδιαφέροντα και "χρήσιμα" στοιχεία του περιβάλλοντός του και η οποία εμφανίζεται στις πρώτες εβδομάδες ζωής του βρέφους. Το μέγεθος της δυσλειτουργίας στα αυτιστικά άτομα ποικίλει και μπορεί να εκφραστεί ως (με φθίνουσα σειρά έντασης):
  - Απόσταση και αδιαφορία για τους άλλους ανθρώπους. Είτε πλήρη αδιαφορία για κάθε κοινωνική και φυσική επαφή με άλλους, είτε επιδίωξη επαφής μόνο όταν εξυπηρετεί την ανάγκη απόκτησης κάποιου αντικειμένου και επιστροφή στην αδιαφορία όταν ικανοποιηθεί η ανάγκη.
  - Απουσία αυθόρμητης έναρξης κοινωνικής επαφής από το αυτιστικό άτομο. Το αυτιστικό άτομο δεν ξεκινάει το ίδιο την κοινωνική επαφή, αλλά δεν αποθαρρύνει και δεν απορρίπτει την κοινωνική επαφή όταν ξεκινάει από άλλους.
  - Επιδίωξη μονομερούς κοινωνικής επαφής. Το αυτιστικό άτομο ξεκινάει την κοινωνική επαφή αλλά αποκλειστικά για να εξυπηρετήσει τα δικά του ενδιαφέροντα, αδιαφορώντας για τις ανάγκες ή την προθυμία του άλλου μέρους.
  - Αδεξιότητα στην κοινωνική επαφή. Το αυτιστικό άτομο φαίνεται να αγνοεί τους πιο λεπτούς κανόνες των κοινωνικών συναναστροφών, η ικανότητα του για κοινωνική επαφή δίνει την εντύπωση ότι είναι επίκτητη και όχι έμφυτη.
- **Δυσλειτουργία της Κοινωνικής Επικοινωνίας:** Αφορά την ικανότητα λεκτικής, μη λεκτικής ή προλεκτικής κοινωνικής επικοινωνίας, η οποία εμφανίζεται μετά τους πρώτους δύο-τρεις μήνες ζωής του βρέφους. Περιλαμβάνει την ευχαρίστηση του ατόμου από τη συζήτηση με άλλους ή και την ικανότητα και επιθυμία για συζήτηση σχετικά με τα συναισθήματα των συνομιλητών. Οι μορφές που μπορεί να πάρει η δυσλειτουργία (με φθίνουσα σειρά έντασης) είναι:
  - Πλήρης απουσία επιθυμίας για επικοινωνία με τους άλλους
  - Επικοινωνία μόνο για την έκφραση αναγκών

- Έκφραση του αυτιστικού ατόμου αλλά σε πλαίσιο άσχετο με την περίσταση και χωρίς να είναι μέρος κοινωνικής συναναστροφής
- Συμμετοχή του αυτιστικού ατόμου στη συζήτηση αλλά με τη μορφή μονολόγου, χωρίς να λαμβάνει υπόψη τις απαντήσεις και τη διάθεση του συνομιλητή
- **Δυσλειτουργία της Κοινωνικής Φαντασίας και Κατανόησης:** Αφορά την ικανότητα της ενσυναίσθησης, η οποία εμφανίζεται μετά τα πρώτα δύο-τρία χρόνια ζωής του ατόμου. Δηλαδή την ικανότητα του παιδιού όχι απλώς να μιμείται τους άλλους αλλά να μπορεί να βάζει τον εαυτό του στη θέση τους και να καταλαβαίνει τα κίνητρά τους, τις σκέψεις τους και τα αισθήματά τους. Στα φυσιολογικά παιδιά, η ικανότητα αυτή καλλιεργείται μέσω παιχνιδιών μίμησης, με τα οποία αναλαμβάνουν ρόλους (πχ πατέρας, μητέρα) και συμπεριφέρονται ανάλογα. Οι εκφάνσεις της δυσλειτουργίας (με φθίνουσα σειρά έντασης) είναι:
  - Πλήρης απουσία μίμησης
  - Μηχανική μίμηση. Το αυτιστικό παιδί μιμείται πράξεις επειδή βλέπει άλλα παιδιά να το κάνουν αλλά χωρίς να καταλαβαίνει το σκοπό και το νόημα του ρόλου
  - Επαναλαμβανόμενη, στερεοτυπική μίμηση ενός ρόλου αλλά χωρίς ποικιλία ή ενσυναίσθηση
  - Αντίληψη ύπαρξης της συναισθηματικής κατάστασης του άλλου, αλλά αδυναμία διάκρισης της φύσης της
  - Ικανότητα αναγνώρισης των αισθημάτων των άλλων σε νοητικό επίπεδο μόνο και όχι σε συναισθηματικό

Η τριάδα αυτή που αποτελεί τον πυρήνα των συμπτωμάτων του αυτισμού και είναι απαραίτητη για τη διάγνωσή του συνοδεύεται συνήθως και από άλλα, ικανά αλλά μη αναγκαία, συμπτώματα:

- **Επαναλαμβανόμενα Μοτίβα Συμπεριφοράς:** Τα αυτιστικά άτομα εμφανίζουν συνήθως επαναλαμβανόμενα και περιορισμένα σε ποικιλία μοτίβα συμπεριφοράς που παίρνουν τη θέση της κανονικής αυθόρμητης συμπεριφοράς που θα είχαν φυσιολογικά. Αυτά τα μοτίβα μπορούν να κατανεμηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:
  - Πλήρης απουσία αυθόρμητης συμπεριφοράς και τάση για την υιοθέτηση πάντα της ίδιας στάσης σώματος και συχνά στο ίδιο μέρος. Μπορεί να συνοδεύεται από μικρές επαναλαμβανόμενες κινήσεις του σώματος
  - Απλές επαναλαμβανόμενες κινήσεις όπως βηματισμός, κούνημα κτλ ή/και εμμονή με βασικά αισθητήρια ερεθίσματα.



- Πιο πολύπλοκες επαναλαμβανόμενες κινήσεις όπως αναδιάταξη και συλλογή αντικειμένων ή/και εμμονή με πιο πολύπλοκα ερεθίσματα, όπως με μια συγκεκριμένη μουσική
- Εμμονή σε μια επαναλαμβανόμενη αλληλουχία πράξεων και μια αυστηρά καθορισμένη καθημερινή ρουτίνα
- Εμμονές σε πιο υψηλό νοητικό επίπεδο, όπως με την επαναλαμβανόμενη ανάγνωση ενός συγκεκριμένου βιβλίου ή την απομνημόνευση συγκεκριμένων γνώσεων που ακολουθούν κάποια ταξινόμηση (πχ δρομολόγια τρένων)
- **Δυσλειτουργία στην ομιλία:** Συνήθως στην περίπτωση των αυτιστικών ατόμων παρατηρείται καθυστέρηση στην ανάπτυξη των γλωσσικών ικανοτήτων και σε κάποιες περιπτώσεις βαριάς μορφής μπορεί να υπάρχει και απουσία τους. Συχνά παρατηρούνται συγκεκριμένες γλωσσικές δυσλειτουργίες όπως ηχολαλία, λάθος χρήση του συντακτικού, αδυναμία κατανόησης του μεταφορικού λόγου κ.α.
- **Συντονισμός κινήσεων:** Υπάρχει μεγάλη ποικιλία στις δυσλειτουργίες του συντονισμού των κινήσεων που μπορούν να παρουσιάσουν τα αυτιστικά άτομα. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν αδεξιότητα στην κίνηση, υπερκινητικότητα, αδυναμία συνδυασμού κινήσεων, αδυναμία στόχευσης κ.α.
- **Αντίδραση σε αισθητήρια ερεθίσματα:** Η αντίδραση στα αισθητήρια ερεθίσματα επίσης ποικίλει έντονα στα αυτιστικά άτομα. Έτσι μπορεί να υπάρχει αδιαφορία ή υπερευαισθησία στους ήχους, εμμονή με λαμπερά αντικείμενα ή αντικείμενα που κάνουν επαναλαμβανόμενες κινήσεις (πχ σβούρες) κ.α.
- **Γνωστικές ικανότητες:** Σημαντικό ποσοστό των αυτιστικών ατόμων παρουσιάζει νοητική υστέρηση και η συντριπτική πλειοψηφία παρουσιάζει δυσλειτουργίες ποικίλου μεγέθους στις γνωστικές ικανότητες. Σε μια μειοψηφία των περιπτώσεων, το αυτιστικό άτομο μπορεί να παρουσιάζει άνω του μετρίου ή ακόμα και εξαιρετική ικανότητα σε γνωστικά πεδία που δεν απαιτούν κοινωνική αντίληψη ή επικοινωνία (πχ αριθμητική, μουσική). Η ικανότητα αυτή πολλές φορές συνοδεύεται και με υψηλή ικανότητα απομνημόνευσης.

#### 1.4 Αίτια

Ο προσδιορισμός του Αυτισμού ως συνδρόμου συνέπεσε με την μεγάλη εξάπλωση και επιρροή των θεωριών της ψυχανάλυσης τα τελευταία χρόνια του μεσοπολέμου και τα πρώτα μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Έτσι παρ' ότι ο Kanner στη μελέτη του είχε προτείνει την κληρονομικότητα ως πιθανό αίτιο για τον αυτισμό, αρχικά επικράτησε η άποψη (με σύμφωνο και τον Kanner) ότι

η εμφάνιση του αυτισμού στα παιδιά ήταν αποτέλεσμα του συναισθηματικού τραυματισμού τους κατά την ανατροφή τους από ψυχρούς, απρόσωπους, τελειομανείς απόμακρους γονείς [6]. Το αποτέλεσμα αυτής της θεωρίας ήταν καταστροφικό. Οικογενειακά δράματα εκτυλίχτηκαν με γονείς να κατηγορούν ο ένας τον άλλο για τον αυτισμό του παιδιού. Όλες οι προσπάθειες για βοήθεια των αυτιστικών παιδιών αναλώθηκαν σε ψυχαναλυτικές συνεδρίες και αν προϊόντος του χρόνου δεν παρουσιαζόταν βελτίωση στην κατάσταση του παιδιού κατηγορούνταν οι γονείς. Και φυσικά τα μεγαλύτερα θύματα ήταν τα αυτιστικά παιδιά που δεν λάμβαναν την εκπαίδευση και τη βοήθεια που χρειαζόνταν. Μία άλλη θεωρία υποστήριζε ότι ο αυτισμός είναι μια πρώιμη μορφή σχιζοφρένειας, αλλά μελέτες από τις αρχές της δεκαετίας του '70 [14], απέδειξαν ότι αυτισμός και σχιζοφρένεια είναι ξεχωριστές παθήσεις.

Τη δεκαετία του '60 σημειώθηκε αλλαγή στην κατεύθυνση αναζήτησης των αιτιών του αυτισμού από τον συναισθηματικό πεδίο στο πεδίο των φυσικών αιτιών. Καταλύτης για αυτή τη στροφή ήταν αφενός η δημιουργία σε όλο τον κόσμο ενώσεων γονέων αυτιστικών παιδιών (με πρώτη την British Society for Autistic Children στη Μεγάλη Βρετανία) που πίεσαν προς αυτή την κατεύθυνση και αφετέρου η διενέργεια και δημοσίευση των πρώτων αναλυτικών επιστημονικών ερευνών που δεν περιορίζονταν στην περιγραφή κλινικών περιπτώσεων όπως μέχρι τότε, καθώς και των πρώτων επιδημιολογικών μελετών. Έτσι απεδείχθη η σύνδεση συγκεκριμένων μορφών αυτισμού με νευρολογικές ασθένειες [15], ή με γονιδιακά αίτια.

Σήμερα δεν είναι γνωστά τα αίτια όλων των διαταραχών του αυτιστικού φάσματος, αλλά είναι γενικά παραδεκτή η προέλευση γονιδιακού ή φυσιολογικού χαρακτήρα.

### 1.5 Διάγνωση

Δεν υπάρχουν ιατρικές εξετάσεις για τη διάγνωση των αυτιστικών διαταραχών. Ποσοτικά και ποιοτικά τεστ με σκοπό την μέτρηση γνωστικών και κοινωνικών ικανοτήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην διάγνωση του αυτισμού αλλά η καλή επίδοση σε αυτά δεν μπορεί να αποκλείσει την ύπαρξή του. Έχει παρατηρηθεί ότι παιδιά με αυτιστικές διαταραχές στο ελεγχόμενο περιβάλλον των ψυχολογικών τεστ δεν δείχνουν κανένα από τα εμφανή σημάδια του αυτισμού, τα οποία παρουσιάζουν όταν παρατηρηθούν στο καθημερινό τους περιβάλλον ανάμεσα στους συνομήλικούς τους [1].

Η διάγνωση του αυτισμού γίνεται καταρτώντας ένα λεπτομερές αναπτυξιακό ιστορικό του παιδιού από τη γέννησή του, με έμφαση στην παρουσία της τριάδας των δυσλειτουργιών της κοινωνικής αλληλεπίδρασης που είναι αναγκαία συνθήκη για την ύπαρξη αυτισμού και της παρουσίας επαναλαμβανόμενων, στερεοτυπικών συμπεριφορών.

## 1.6 Επιδημιολογία

Η επιδημιολογία του αυτισμού έχει δώσει και συνεχίζει να δίνει ένα μεγάλο εύρος αποτελεσμάτων. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στη διαχρονική αλλαγή των ταξινομικών συστημάτων του αυτισμού, ξεκινώντας από τον αρχικό στενό ορισμό του Συνδρόμου Kanner και καταλήγοντας στον σημερινό ευρύ ορισμό του Αυτιστικού Φάσματος, όπως περιγράφεται στα ταξινομητικά εγχειρίδια ICD-10 και DSM-5, αλλά και στο είδος των διαγνωστικών εργαλείων που χρησιμοποιεί κάθε επιδημιολογική μελέτη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα 43 επιδημιολογικών ερευνών που έχουν γίνει από το 1966 έως το 2009 σε 17 χώρες, ο επιπολασμός των διάφορων διαταραχών που αποτελούν το αυτιστικό φάσμα μπορεί να εκτιμηθεί ως [16]:

- **Αυτισμός της παιδικής ηλικίας:** Ο μέσος επιπολασμός είναι 20,6/10000. Η μέση αναλογία αρσενικών και θηλυκών παιδιών είναι 4,2:1
- **Σύνδρομο Rett:** Πολύ σπάνια διαταραχή με μέσο επιπολασμό 2/100000
- **Σύνδρομο Asperger:** Λόγω της σχετικά πρόσφατης αναγνώρισης του συνδρόμου Asperger ως ξεχωριστής διαταραχής, υπάρχουν ελάχιστες επιδημιολογικές μελέτες για αυτό, με ανεπαρκή στατιστικά δείγματα. Έτσι ο πιο ασφαλής, αλλά όχι απόλυτα ακριβής τρόπος να συναχθεί ο μέσος επιπολασμός του συνδρόμου, είναι μέσω της αναλογίας των ατόμων με σύνδρομο Asperger σε σχέση με αυτά με αυτισμό της παιδικής ηλικίας στις έρευνες που αφορούν όλες τις διαταραχές του αυτιστικού φάσματος. Αυτή η αναλογία υπολογίζεται περίπου σε 1:3 με 1:4, οπότε ο μέσος επιπολασμός για το σύνδρομο Asperger μπορεί να υπολογιστεί σε 6/10000
- **Άλλες διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές:** Ο μέσος επιπολασμός των υπόλοιπων διάχυτων αναπτυξιακών διαταραχών υπολογίζεται σε 37,1/10000

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω μέσες τιμές, ο μέσος επιπολασμός για το σύνολο του αυτιστικού φάσματος υπολογίζεται σε 63,7/10000. Η τιμή αυτή συμφωνεί με τη μέση τιμή επιπολασμού (63,5/10000) όπως προκύπτει από 19 πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες που αφορούσαν το σύνολο των διαταραχών του αυτιστικού φάσματος.

## 1.7 Θεραπεία - Αντιμετώπιση

Δεν υπάρχει μέχρι στιγμής θεραπευτική αγωγή για τις αυτιστικές διαταραχές. Η φαρμακευτική αντιμετώπιση αφορά όχι τον ίδιο τον αυτισμό, αλλά σχετιζόμενες με αυτόν κλινικές καταστάσεις, όπως επιληπτικές κρίσεις.

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να βοηθηθούν τα παιδιά με αυτισμό είναι μέσω ειδικά διαμορφωμένης εκπαίδευσης που λαμβάνει υπόψη τις δυσλειτουργίες και τις ειδικές ικανότητες τους, με στόχο την άμβλυνση των

δυσλειτουργιών της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και την καλλιέργεια των κοινωνικών και άλλων ικανοτήτων τους. Σε αυτή ακριβώς την εκπαίδευση, μπορεί να είναι σημαντικός ο ρόλος των νέων τεχνολογιών και η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τεχνολογικές εφαρμογές που έχουν σχεδιαστεί για το σκοπό αυτό.

## Κεφάλαιο 2: Η Θεωρία των Συναισθημάτων

### 2.1 Εισαγωγή

Τα συναισθήματα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες που επιχειρούν να ανιχνεύσουν και να μετρήσουν τα ανθρώπινα συναισθήματα, κυρίως στον τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου μηχανής. Για παράδειγμα, έχουν γίνει προσπάθειες για την καταγραφή των συναισθημάτων των ατόμων που παρακολουθούν κάποιο διαδικτυακό μάθημα, μέσω της ανάλυσης της ομιλίας και των εκφράσεων του προσώπου τους. Επίσης, στοιχεία από τη δραστηριότητα του εγκεφάλου παικτών ηλεκτρονικών παιχνιδιών έχουν εξαχθεί κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού για τον εντοπισμό της συναισθηματικής τους κατάστασης.

Ωστόσο, το ζήτημα του κατά πόσο οι συναισθηματικές καταστάσεις μπορούν να μετρηθούν εμπειρικά είναι αμφιλεγόμενο, καθώς δεν υπάρχει ένας σαφής και καθολικά αποδεκτός ορισμός του συναισθήματος. Εφόσον δεν υπάρχει η δυνατότητα άμεσης μέτρησης των συναισθημάτων, η ερευνητική προσπάθεια έχει επικεντρωθεί στη μέτρηση των χαρακτηριστικών που τα περικλείουν.

Για να παρουσιαστούν, όμως, οι διάφορες μέθοδοι ανίχνευσης και μέτρησης του συναισθήματος είναι αναγκαίο πρώτα να παρατεθεί η ιστορία της θεωρίας των συναισθημάτων, η οποία μετράει πάνω από έναν αιώνα (1800 μέχρι σήμερα).

Η αδυναμία ενός ακριβή και καθολικά αποδεκτού ορισμού για το συναίσθημα και κατ' επέκταση η μεγάλη ποικιλία και πολυπλοκότητα των θεωριών των συναισθημάτων καθιστά δύσκολη την ύπαρξη μιας σαφούς κατηγοριοποίησης. Οι θεωρητικοί που ασχολήθηκαν με το θέμα κατηγοριοποιούν και αναλύουν σε γενικές γραμμές τα συναισθήματα με βάση δύο κριτήρια [17]:

- Την ψυχοφυσιολογία των συναισθημάτων, δηλαδή τη μελέτη των φυσιολογικών βάσεων των ψυχολογικών τους διαδικασιών, βάσει της οποίας οι θεωρίες χωρίζονται σε περιφερικές και κεντρικές.
- Την αιτία δημιουργίας των συναισθημάτων, βάσει της οποίας οι θεωρίες χωρίζονται σε Σωματικές, Εξελικτικές, Γνωστικές και Κοινωνιολογικές.

### 2.2 Περιφερικές και κεντρικές θεωρίες συναισθήματος

Η κατηγοριοποίηση των θεωριών συναισθημάτων σε κεντρικές και περιφερικές, με βάση το αν το φυσιολογικό ερέθισμα για την πρόκληση του συναισθήματος διέρχεται από το κεντρικό ή το περιφερικό νευρικό σύστημα, ήταν από τις πρώτες που μελετήθηκαν και αναλύθηκαν.

Σύμφωνα με τις περιφερικές θεωρίες, το φυσιολογικό ερέθισμα διέρχεται από το περιφερικό νευρικό σύστημα, το οποίο συνδέει όλα τα σημεία του σώματος

με τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό μέσω των εγκεφαλικών και νωτιαίων νεύρων. Η πρώτη και πιο αντιπροσωπευτική θεωρία αυτής της κατηγορίας είναι η θεωρία James-Lange [18]. Σύμφωνα με αυτή, τα συναισθήματα είναι η εμπειρία των φυσιολογικών απαντήσεων σε ερεθίσματα του εξωτερικού περιβάλλοντος. Οι σωματικές ή κινητικές αντιδράσεις προηγούνται της αίσθησης του συναισθήματος. Με άλλα λόγια, πρώτα αντιδρούμε σε ένα ερέθισμα και μετά μεταφράζουμε την αντίδραση αυτή σε συναίσθημα. Τα στάδια, λοιπόν, για τη δημιουργία ενός συναισθήματος είναι η αντίληψη ενός ερεθίσματος, η εμφάνιση σωματικών αντιδράσεων με βάση αυτό και η ανατροφοδότηση που παράγει την εμπειρία του συναισθήματος.

Αν και επικρατούσα για αρκετό καιρό, η θεωρία αυτή δέχτηκε κριτική αργότερα από πολλούς θεωρητικούς. Στον αντίποδα των περιφερικών θεωριών, οι κεντρικές θεωρίες συναισθήματος που διαμορφώθηκαν, υποστήριξαν ότι τα συναισθήματα παράγονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα που αποτελείται από τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό. Η πιο αντιπροσωπευτική θεωρία αυτής της κατηγορίας είναι η θεωρία των Cannon-Bard, γνωστή και ως Θαλαμική Θεωρία [18], [19]. Σύμφωνα με αυτή, οι αισθητηριακές πληροφορίες μεταφέρονται μέσω νευρικών ώσεων στη θαλαμική περιοχή του εγκεφάλου, όπου το μήνυμα διαχωρίζεται. Ένα μέρος πηγαίνει στον εγκεφαλικό φλοιό, όπου δημιουργείται μια υποκειμενική εμπειρία, ενώ το υπόλοιπο μέρος καταλήγει στον υποθάλαμο, όπου θα καθοριστούν τα συμπτώματα που πρόκειται να εμφανιστούν. Οι Walter Cannon και Philip Bard ουσιαστικά αμφισβήτησαν τη θεωρία James-Lange λόγω έλλειψης υποστηρικτικών εμπειρικών στοιχείων και πρότειναν μία εναλλακτική θεωρία στην οποία δηλώνουν ότι η φυσιολογική αντίδραση στο ερέθισμα του συναισθήματος και η ίδια η εμπειρία του συναισθήματος συμβαίνουν ταυτόχρονα και ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Στήριξαν τη θεωρία τους με πειράματα όπου έγινε πλήρης διαχωρισμός των εσωτερικών οργάνων από το κεντρικό νευρικό σύστημα κάποιων πειραματόζων και αυτό δεν είχε επίδραση στη συναισθηματική τους αντίδραση.

### 2.3 Εξελικτικές θεωρίες

Οι εξελικτικές θεωρίες συναισθήματος βασίζονται στην υπόθεση ότι τα συναισθήματα αποτελούν έμφυτες αποκρίσεις σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα και έχουν προκύψει από την προσαρμογή των οργανισμών με σκοπό την επιβίωση. Παρακάτω παρουσιάζονται οι κυριότερες εξελικτικές θεωρίες:

#### 2.3.1 Η θεωρία του Δαρβίνου

Ο Δαρβίνος ήταν ο πρώτος που μελέτησε την έκφραση των συναισθημάτων. Στο βιβλίο του «Η έκφραση των συγκινήσεων στον Άνθρωπο και τα ζώα» [20], που αποτελεί μέρος του έργου του για την εξελικτική θεωρία, διατυπώνει τη θέση ότι οι συναισθηματικές εκφράσεις κληρονομούνται, συνηθίζονται και αντανakλούν τη νοητική κατάσταση του ατόμου. Συγκεκριμένα, υποστηρίζει ότι οι εκφράσεις του ανθρώπινου προσώπου είναι βιολογικά προκαθορισμένες και η εμφάνισή



τους χαρακτηρίζει δώδεκα βασικά συναισθήματα. Η έκφραση αυτών των βασικών συναισθημάτων είναι αναγκαία για την εξέλιξη και επιβίωση του είδους. Επιπλέον, τονίζει ότι η συναισθηματική έκφραση παρέχει μία κοινωνική λειτουργία που χρησιμεύει ως ένα σημαντικό επικοινωνιακό εργαλείο. Αν και οι θέσεις του βασίζονταν σε μεγάλο βαθμό σε παρατηρήσεις και ανέκδοτα στοιχεία, διαμόρφωσαν σε μεγάλο βαθμό τη σύγχρονη έρευνα περί συναισθημάτων.

### 2.3.2 Η θεωρία του Paul Ekman

Ο Αμερικάνος ψυχολόγος Paul Ekman, υποστηρίζοντας τη θεωρία του Δαρβίνου θέλησε να αποδείξει την οικουμενικότητα των βασικών συναισθημάτων [21]. Το 1971, κατά τη διάρκεια μιας έρευνάς του ήρθε σε επαφή με άτομα της φυλής Παπούα της Νέας Γουινέας και τους ζήτησε να αναγνωρίσουν και να ονομάσουν συναισθήματα από τις φωτογραφίες ανθρώπων με συγκεκριμένες εκφράσεις προσώπου. Οι απαντήσεις που δόθηκαν από τα μέλη της φυλής ταυτίστηκαν με αυτές ατόμων του Δυτικού πολιτισμού, χωρίς να έχει υπάρξει επαφή μεταξύ τους. Συνεπώς, ο Ekman απέδειξε ότι κάποιες εκφράσεις προσώπου είναι παγκόσμια συσχετισμένες με συναισθήματα, άρα και έμφυτες. Κατέληξε στον ισχυρισμό της ύπαρξης έξι βασικών συναισθημάτων ενώ κατέληξε ότι κάθε ένα από αυτά εκδηλώνεται με διαφορετικές φυσιολογικές απαντήσεις.

### 2.3.3 Η θεωρία του Robert Plutchik

Το 1980 ο Robert Plutchik [22], επηρεασμένος από την εξελικτική ψυχολογία, υποστήριξε ότι υπάρχουν οχτώ βασικά συναισθήματα: ο θυμός, ο φόβος, η λύπη, η απέχθεια, η έκπληξη, η προσμονή, η εμπιστοσύνη και η χαρά. Απέδειξε τον ισχυρισμό του δείχνοντας ότι κάθε ένα από τα προαναφερθέντα συναισθήματα πυροδοτεί μια υπερφορά με μεγάλη αξία επιβίωσης, όπως για παράδειγμα ο φόβος πυροδοτεί την αντίδραση πάλης ή φυγής (flight-or-fight response).

Η θεωρία του Plutchik περί βασικών συναισθημάτων βασίζεται σε δέκα αξιώματα [23]:

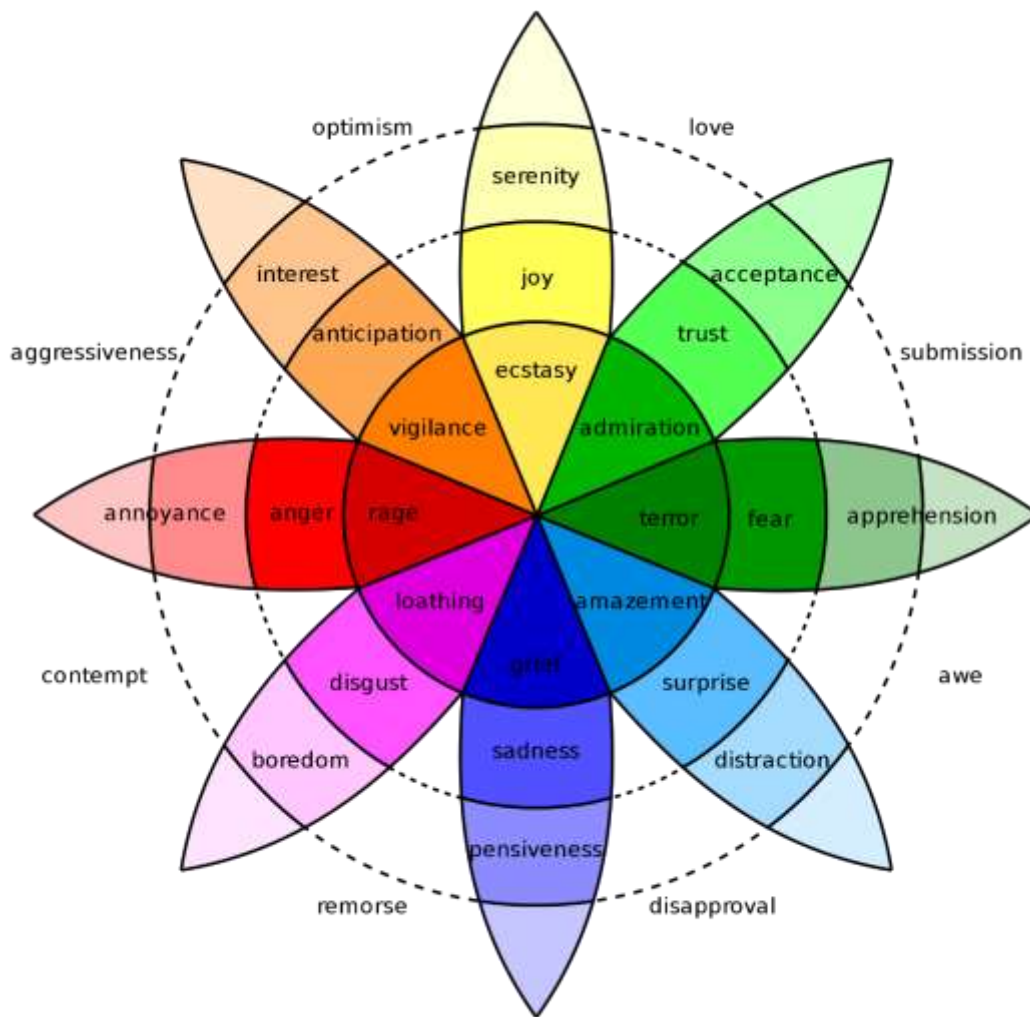
1. Η έννοια του συναισθήματος έχει ισχύ σε όλα τα εξελικτικά επίπεδα και για όλα τα ζώα, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου.
2. Τα συναισθήματα ακολουθούν μία πορεία εξέλιξης και έχουν λάβει διάφορες μορφές έκφρασης σε διαφορετικά είδη.
3. Τα συναισθήματα είχαν προσαρμοστικό ρόλο, βοηθώντας τους οργανισμούς να ανταπεξέλθουν σε θέματα επιβίωσης που προήλθαν από το περιβάλλον τους.
4. Παρά τις διάφορες μορφές με τις οποίες εκφράζονται τα συναισθήματα στα διάφορα είδη, υπάρχουν κάποια κοινά στοιχεία και μοτίβα που μπορούν να προσδιοριστούν.
5. Υπάρχει ένας μικρός αριθμός βασικών, πρωταρχικών συναισθημάτων.
6. Όλα τα άλλα συναισθήματα είναι μίξεις και παράγωγα των βασικών συναισθημάτων.

7. Τα βασικά συναισθήματα είναι υποθετικά κατασκευάσματα ή ιδεατές καταστάσεις, των οποίων οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά μπορούν να συναχθούν μόνο από διάφορα είδη αποδεικτικών στοιχείων.
8. Τα βασικά συναισθήματα μπορούν να εννοηθούν και ως ζεύγη αντίθετων πόλων.
9. Όλα τα συναισθήματα ποικίλουν ως προς το βαθμό ομοιότητάς τους το ένα με το άλλο.
10. Κάθε συναίσθημα μπορεί να υπάρχει σε ποικίλους βαθμούς έντασης και σε ποικίλα επίπεδα διέγερσης.

Βασισμένος στα δέκα αυτά αξιώματα, ο Plutchik δημιούργησε και μία γραφική απεικόνιση της θεωρίας του, γνωστή ως ο «Τροχός Συναισθημάτων». Αρχικά, όπως αναφέρεται και στο όγδοο αξίωμα της θεωρίας του, δημιούργησε τέσσερα ζεύγη διπόλων ανάμεσα στα βασικά συναισθήματα. Τα ζεύγη αυτά είναι: Χαρά – Λύπη, Προσμονή – Έκπληξη, Θυμός – Φόβος, Εμπιστοσύνη – Απέχθεια. Στη συνέχεια, κατέγραψε αρκετά ενδιαμέσα συναισθήματα μέσω του συνδυασμού των οχτώ βασικών συναισθημάτων ανά δύο, ορίζοντας έτσι πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς δυάδες. Στις πρωτογενείς δυάδες, τα συναισθήματα είναι γειτονικά πάνω στον τροχό συναισθημάτων. Στις δευτερογενείς δυάδες υπάρχει παρεμβολή ενός άλλου συναισθήματος ενώ στις τριτογενείς παρεμβάλλονται δύο. Οι πρωτογενείς δυάδες παρουσιάζονται πιο συχνά από τις δευτερογενείς και τριτογενείς.

Ο Plutchik πρότεινε τον τροχό αυτό ως το δισδιάστατο ανάπτυγμα ενός τρισδιάστατου κωνικού μοντέλου απεικόνισης των συναισθημάτων, το οποίο εμπεριέχει και χρωματισμούς. Στο κυκλικό ανάπτυγμα φαίνεται η σχέση και η ομοιότητα μεταξύ διαφορετικών συναισθημάτων. Τα συναισθήματα που βρίσκονται αντιδιαμετρικά και αποτελούν ζεύγος διπόλων έχουν συμπληρωματικά χρώματα. Η κάθετη διάσταση του μοντέλου εκφράζει την ένταση του συναισθήματος και εκφράζεται με διαφορές στη φωτεινότητα του χρώματος.





Εικόνα 1: Ο Τροχός Συναισθημάτων του Plutchik

## 2.4 Σωματικές Θεωρίες

Σύμφωνα με τις σωματικές θεωρίες συναισθημάτων, η ανθρώπινη συμπεριφορά και η λήψη αποφάσεων καθοδηγούνται από τις συνασθηματικές διαδικασίες που συντελούνται στον οργανισμό. Οι θεωρίες αυτές δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στις σωματικές αποκρίσεις, υποστηρίζοντας ότι εκφράζονται με διαφορετικό συνδυασμό για κάθε διαφορετικό συναίσθημα.

### 2.4.1 Η υπόθεση σωματικού δείκτη (somatic marker hypothesis)

Σύμφωνα με την υπόθεση σωματικού δείκτη, το μοναδικό φυσικό αποτύπωμα ενός συναισθήματος (αλλαγές στον καρδιακό ρυθμό, την αναπνοή, τις ορμόνες, την έκφραση του προσώπου κ.λπ.) είναι ένας «σωματικός δείκτης»: μια πηγή πληροφοριών που χρησιμοποιεί ο εγκέφαλος για να λαμβάνει αποφάσεις. Ο υποστηρικτής της θεωρίας Damasio [24] γράφει ότι ένα συναίσθημα (συμπεριλαμβανομένου του θυμού, της αηδίας, του φόβου, της λύπης, της

χαράς, της ντροπής, της περιφρόνησης, της υπερηφάνειας, της συμπόνιας και του θαυμασμού) είναι ένα «πρόγραμμα δράσης» που ενεργοποιεί μια βιολογικά προκαθορισμένη και πολύ συγκεκριμένη σωματική αντίδραση και έκφραση του προσώπου (δηλαδή, ένα αποτύπωμα συναισθημάτων). Το σώμα στέλνει αισθητηριακές πληροφορίες για αυτά τα συγκεκριμένα σωματικά μοτίβα στον εγκέφαλο, όπου εκεί αντιπροσωπεύονται ως "σωματικοί δείκτες" που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων. Αυτές οι σωματικές αλλαγές μπορούν επίσης να γίνουν αντιληπτές συνειδητά ως συναισθήματα. Το συναίσθημα και η συναισθηματική εμπειρία είναι διαφορετικά φαινόμενα [25].

Οι βασικές ιδέες της υποθέσης σωματικού δείκτη είναι εντυπωσιακά παρόμοιες με τη θεωρία του φιλόσοφου John Dewey, ο οποίος υποστήριξε ότι ένα συναίσθημα είναι σαν ένα αντικείμενο και η εμπειρία ενός συναισθήματος είναι ξεχωριστή από το ίδιο το συναίσθημα. Είναι διαφορετικά φαινόμενα και είναι δυνατόν να έχουμε ένα (το συναίσθημα) χωρίς το άλλο (την εμπειρία) [26].

## 2.5 Γνωστικές θεωρίες

Με την άνοδο της γνωστικής ψυχολογίας τη δεκαετία του 1950, οι γνωστικές θεωρίες του συναισθήματος έγιναν ολοένα πιο δημοφιλείς, αντικαθιστώντας τις συμπεριφοριστικές [27]. Σήμερα οι γνωστικές θεωρίες είναι ευρέως αποδεκτές, αν και παρουσιάζονται σε πολλές παραλλαγές. Σύμφωνα με αυτές, η συναισθηματική διεργασία είναι πολυσύνθετη και η διαδικασία της σκέψης διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο σε αυτή. Το συναίσθημα εμπεριέχει τόσο γνωστικές όσο και συγκινησιακές διαδικασίες. Το ερώτημα είναι πως και με ποια ιδιότητα η γνωστική λειτουργία επηρεάζει ολόκληρη τη συναισθηματική εμπειρία ή μεμονωμένα τμήματα αυτής.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες από τις επικρατέστερες γνωστικές θεωρίες του συναισθήματος:

### 2.5.1 Η θεωρία των δύο παραγόντων

Η θεωρία των δύο παραγόντων προτάθηκε από τους Stanley Schachter και Jerome Singer και συνδυάζει στοιχεία των δύο θεωριών James-Lange και Cannon-Bard [28]. Υιοθετεί την άποψη της κοινωνικής ψυχολογίας, η οποία ορίζει τα συναισθήματα ως συνδυασμό της φυσιολογικής διέγερσης και της γνωστικής ερμηνείας. Η φιλοσοφία της συνοψίζεται στη θέση ότι υπάρχουν δύο βήματα για το συναίσθημα. Το πρώτο βήμα είναι η φυσιολογική συνιστώσα, όπως είναι οι αποκρίσεις του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος. Το δεύτερο βήμα, γνωστό και ως γνωστική εκτίμηση, περιλαμβάνει τη μετάφραση αυτών των αποκρίσεων, δεδομένων των συνθηκών που περιβάλλουν το άτομο, μέσω της συλλογιστικής, της εκλογίκευσης ή της ανάκλησης της μνήμης. Συνεπώς, προκειμένου να βιώσουμε ένα συναίσθημα πρέπει πρώτα να υπάρξει σωματική διέγερση και στη

συνέχεια γνωστική ερμηνεία της διέγερσης. Η διέγερση αυτή είναι ίδια για όλα τα συναισθήματα.

Η θεωρία των δύο παραγόντων, αν και υιοθετεί την υπόθεση της θεωρίας James-Lange περί βίωσης του συναισθήματος μέσω της αντίληψης της σωματικής διέγερσης, αντιμετωπίζει το ζήτημα των παρόμοιων αποκρίσεων του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος σε διαφορετικά συναισθήματα, το οποίο δεν είχε αντιμετωπίσει αντίστοιχα η δεύτερη. Επίσης, συμφωνεί με τη θεωρία Cannon-Bard στο ότι οι ίδιες σωματικές διεγέρσεις μπορούν να προκαλέσουν διαφορετικά συναισθήματα αλλά παράλληλα αντιτίθεται στο ότι διατηρεί τη σύνδεση μεταξύ των σπλαχνικών αντιδράσεων και της συναισθηματικής εμπειρίας [29].

#### 2.5.2 Η θεωρία εκτίμησης / αξιολόγησης (appraisal theory)

Η θεωρία εκτίμησης/αξιολόγησης υποστηρίζει ότι τα συναισθήματα εξάγονται από τις αξιολογήσεις γεγονότων που προκαλούν συγκεκριμένες αντιδράσεις σε διαφορετικούς ανθρώπους. Ουσιαστικά, η εκτίμησή μας για μια κατάσταση προκαλεί μια συναισθηματική αντίδραση που πρόκειται να βασιστεί σε αυτή την εκτίμηση [30]. Η σημαντική πτυχή της θεωρίας αξιολόγησης είναι ότι αντιπροσωπεύει την ατομική μεταβλητότητα των συναισθηματικών αντιδράσεων στο ίδιο γεγονός.

Οι θεωρίες που βασίζονται σε αυτή τη φιλοσοφία δηλώνουν ότι τα συναισθήματα προκύπτουν από τις ερμηνείες των ανθρώπων και τις εξηγήσεις για τις περιστάσεις, ακόμη και αν δεν υπάρχει φυσιολογική διέγερση [31]. Ελλείψει φυσιολογικής διέγερσης, το άτομο αποφασίζει πως να νιώσει για μια κατάσταση μετά την ερμηνεία και εξήγηση των φαινομένων. Έτσι, η ακολουθία των γεγονότων έχει ως εξής: γεγονός, σκέψη και στη συνέχεια ταυτόχρονη εμφάνιση της διέγερσης και του συναισθήματος. Οι κοινωνικοί ψυχολόγοι έχουν χρησιμοποιήσει αυτή τη θεωρία για να εξηγήσουν και να προβλέψουν τους μηχανισμούς αντιμετώπισης και τα συναισθηματικά μοτίβα των ανθρώπων.

Αυτή η κατηγορία θεωρίας συναισθημάτων προτάθηκε από τη Magda Arnold, η οποία χρησιμοποίησε τον όρο εκτίμηση/αξιολόγηση και διευκρίνησε ότι αποτελεί το πρώτο βήμα της συναισθηματικής εμπειρίας [32]. Η θεωρία της διαφέρει από τη θεωρία των δυο παραγόντων στο ότι η αξιολόγηση πραγματοποιείται πριν από τις σπλαχνικές και κινητικές αποκρίσεις, οι οποίες με τη σειρά τους συμβαίνουν ως αποτέλεσμα της. Η ασυνείδητη εκτίμηση, που ονομάζεται διαισθητική εκτίμηση, αξιολογεί κατά πόσο η κατάσταση είναι θετική ή αρνητική, η οποία στη συνέχεια ενεργοποιεί μια κινητήρια τάση ή μια τάση δράσης, είτε προσέγγισης είτε αποφυγής.

Ένας άλλος πρωτοπόρος της θεωρίας της εκτίμησης είναι ο Richard Lazarus, ο οποίος πρότεινε ένα δομικό μοντέλο αξιολόγησης πολλαπλών επιπέδων [33]. Υπάρχει η πρωταρχική εκτίμηση που περιλαμβάνει τις άμεσες αντιδράσεις στην κατάσταση και τη σημασία της και η δευτεροβάθμια εκτίμηση, στην οποία το

άτομο αξιολογεί τους τρόπους αντιμετώπισης της κατάστασης. Η δευτεροβάθμια εκτίμηση χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: άμεση δράση (φυσικοί τρόποι για να αλλάξει η κατάσταση όπως το τρέξιμο) και γνωσιακή επανεξέταση (μεταβολή στον τρόπο που αισθάνεται κάποιος για την κατάσταση, επαναξιολογώντας την κατάσταση από διαφορετική οπτική γωνία).

Οι πιο πρόσφατες και κυρίαρχες θεωρίες εκτίμησης/αξιολόγησης περιλαμβάνουν τη θεωρία ετοιμότητας-δράσης του Nico Frijda και τη θεωρία του Klaus Scherer. Η θεωρία ετοιμότητας-δράσης, όπως υποδηλώνει το όνομα της, ορίζει το συναίσθημα ως συνειδητοποίηση της ετοιμότητας της κατάστασης δράσης [34]. Παρόμοια με τη θεωρία της Magda, ο πυρήνας της συναισθηματικής εκτίμησης αξιολογεί την κατάσταση κατά μήκος του άξονα της ευχαρίστησης ή δυσαρέσκειας που προκαλεί μια τάση δράσης, ωστόσο, επεκτείνει αυτήν την τάση πέρα από την προσέγγιση ή την αποφυγή. Σύμφωνα με το μοντέλο του Scherer, το συναίσθημα ορίζεται ως ένα επεισόδιο αλληλοσυνδεόμενων συγχρονισμένων αλλαγών στις καταστάσεις όλων ή των περισσότερων από τα πέντε υποσυστήματα του οργανισμού, ως ανταπόκριση στην αξιολόγηση ενός εξωτερικού ή εσωτερικού συμβάντος διέγερσης σχετικού με τις κύριες ανησυχίες του οργανισμού. Έτσι, τα πέντε συναισθηματικά συστατικά είναι η γνωστική, η νευροφυσιολογική, η κινητήρια, η κινητικά εκφραστική και η υποκειμενική αίσθηση. Ο Scherer αναλύει περαιτέρω τα συναισθήματα ως γεγονότα που επικεντρώνονται στο γεγονός, καθοδηγούνται από την εκτίμηση και είναι σε θέση να προκαλέσουν μια συγχρονισμένη απόκριση των υποσυστημάτων του οργανισμού για να το διαφοροποιήσουν από άλλα συναισθηματικά φαινόμενα. Προτείνει ότι για να μετρηθεί το συναίσθημα, είναι απαραίτητη η εκτίμηση κάθε συστατικού [35].

### 2.5.3 Η θεωρία των δικτύων

Η θεωρία των δικτύων είναι ένας κλάδος της ψυχολογίας συναισθημάτων που προτάθηκε από τον Gordon Bower στη δεκαετία του 1980 και επικεντρώνεται στα σύνθετα νευρολογικά δίκτυα που σχετίζονται με τη μνήμη. Πιστεύει ότι τα συναισθήματα υπάρχουν ως κόμβοι στον ανθρώπινο εγκέφαλο [36]. Κατά τη διάρκεια συναισθηματικών επεισοδίων, πραγματοποιούνται συνδέσεις μεταξύ του συναισθήματος και των συγκεκριμένων κόμβων που σχετίζονται με το ερέθισμα, τις τάσεις δράσης και τις αποκρίσεις στο γεγονός. Τα μοτίβα αυτά διαμορφώνονται συνεχώς και τελικά σχηματίζονται δίκτυα γύρω από κάθε κόμβο συναισθήματος. Όταν ξαναβιωθεί αυτό το συναίσθημα, ενεργοποιείται το υπάρχον δίκτυο αποκρίσεων και η νέα εμπειρία προστίθεται στο δίκτυο. Οι παραλλαγές αυτού του κλάδου θεωριών ασχολούνται με τους συγκεκριμένους τρόπους που σχηματίζονται οι συνδέσεις μεταξύ αυτών των κόμβων και με το αν οι κόμβοι των συναισθημάτων είναι εγγενώς ή όχι διαμορφωμένοι.

### 2.5.4 Η θεωρία βασικής συγκίνησης (core affect)

Η θεωρία βασικής συγκίνησης θέτει την ανθρώπινη κατάσταση σε μια διασδιάστατη ή τρισδιάστατη κλίμακα βαθμού διέγερσης (υψηλή ή χαμηλή

ένταση), πολικότητας (θετική ή αρνητική), και μερικές φορές τάσης κινητοποίησης (προσέγγιση ή αποφυγή). Ο James Russell, ο οποίος πρότεινε τη συγκεκριμένη θεωρία, υποστήριξε ότι η κατανόησή μας για τις βασικές συγκινήσεις είναι απλώς μια επισήμανση των περιοχών των βασικών συναισθημάτων / «θυμικών» (affect) [37]. Η Lisa Barrett συνέβαλε σε αυτή τη θεωρία δίνοντας έμφαση στην κατηγοριοποίηση των βασικών συναισθημάτων, μια διαδικασία που ονόμασε «εννοιολογική πράξη» [38]. Πιστεύει ότι το συναίσθημα διαμορφώνεται από προηγούμενες εμπειρίες και κοινωνικοποίηση. Στις πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις της, περιγράφει την αντίληψη του συναίσθηματος ως εννοιολογικό συγχρονισμό μεταξύ δύο ή περισσότερων ατόμων. Επιπλέον, υποστηρίζει ότι η γλώσσα και ο πολιτισμός διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κατηγοριοποίηση των συναισθημάτων, δηλαδή ότι οι άνθρωποι με παρόμοιο υπόβαθρο είναι πιθανότερο να αντιλαμβάνονται τα συναισθήματα με τον ίδιο τρόπο. Τα τελευταία χρόνια, η Barrett έχει κάνει πολλή δουλειά στην προώθηση μιας πιο εξατομικευμένης προσέγγισης στην αναγνώριση συναισθημάτων [39].

#### 2.5.5 Η θεωρία των Ortony, Clore και Collins

Αποτελεί μία από τις πιο γνωστές θεωρίες και το περιεχόμενό της αναπτύχθηκε με σκοπό τη μοντελοποίηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς μέσω υπολογιστικών μοντέλων [40]. Σύμφωνα με αυτή, τα συναισθήματα αναπτύσσονται ως συνέπεια συγκεκριμένων γνωστικών διεργασιών και ερμηνειών, οι οποίες καθορίζονται από τρεις παραμέτρους: τα γεγονότα, τα αντικείμενα και τα άτομα. Οι άνθρωποι αντιδρούν σε ερεθίσματα μέσω των συναισθημάτων θετικά ή αρνητικά, ανάλογα με τις αντιλήψεις που έχουν για τον κόσμο. Οι αντιδράσεις αυτές είναι αποτέλεσμα γνωστικής αξιολόγησης. Η θεωρία αυτή δίνει έμφαση στη θέση ότι τα συναισθήματα ερευνούνται μέσα από την επεξεργασία στην οποία εμπλέκονται τα άτομα, όταν τα βιώνουν. Το σημαντικό, λοιπόν, είναι να εξεταστεί η διαδικασία αυτής της επεξεργασίας που προκαλεί και τις ατομικές διαφορές στη συμπεριφορά.

#### 2.6 Κοινωνιολογικές θεωρίες συναίσθηματος

Οι κοινωνιολογικές θεωρίες συναίσθηματος εμφανίστηκαν αργότερα από άλλα είδη θεωριών και δίνουν έμφαση στα πολιτιστικά χαρακτηριστικά των συναισθημάτων, υποστηρίζοντας ότι η παράβλεψή τους οδηγεί σε ατελείς εξηγήσεις των συναισθηματικών χαρακτηριστικών, μορφών και λειτουργιών. Επίσης, ερευνούν το κατά πόσο τα ανθρώπινα συναισθήματα είναι κοινωνικά κατασκευάσιμα και σε ποιο βαθμό [41]. Σε αντίθεση με τις φυσιοκρατικές θεωρίες, που υποστηρίζουν ότι τα συναισθήματα εξαρτώνται μόνο από τις φυσικές διαδικασίες, οι θεωρίες κοινωνικής κατασκευής των συναισθημάτων θεωρούν ότι αυτά επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις κοινωνικές συνθήκες.

Πολλοί θεωρητικοί έχουν υποστηρίξει κατά καιρούς ότι οι βιολογικές βάσεις των συναισθημάτων είναι τόσο διάχυτες και ασαφείς ώστε όλα τα συναισθήματα



είναι κοινωνικά κατασκευασμένα. Κάποιοι από αυτούς, αγνόησαν στις θέσεις τους τη βιολογία και τη σύνδεση των συναισθημάτων με το ανθρώπινο σώμα [42]. Για παράδειγμα, ο Steven Gordon το 1981 υποστήριξε ότι η προέλευση των συναισθημάτων δεν έχει τη βάση της στην ανθρώπινη βιολογία αλλά στον πολιτισμό [43]. Τα μέλη μιας κοινωνίας κοινωνικοποιούνται σε μια κουλτούρα και μαθαίνουν ένα λεξιλόγιο συναισθημάτων, ιδιαίτερα με τη χρήση γλωσσικών ετικετών για εκφραστικές συμπεριφορές, αποκρίσεις του αυτόνομου νευρικού συστήματος και τύπους κοινωνικών σχέσεων. Τα συναισθήματα είναι, συνεπώς, εγγενώς κοινωνικά και έχουν νόημα μόνο όταν ορίζονται με «ταμπέλες» που παρέχονται από τον εκάστοτε πολιτισμό.

Κάποιες λιγότερο ακραίες κοινωνιολογικές θεωρίες τονίζουν ότι οι κοινωνίες διαθέτουν μια κουλτούρα ιδεολογιών, κανόνων, λεξιλογίων και άλλων συμβολικών στοιχείων που καθορίζουν τι πρέπει να αισθάνονται τα άτομα σε συγκεκριμένους τύπους καταστάσεων και πώς αναμένεται να εκφράζουν τα συναισθήματά τους [44], [45]. Όμως, οι υποστηρικτές αυτής της επιχειρηματολογίας αναγνωρίζουν ότι πάντα υπάρχει μια βιολογική βάση συναισθημάτων, ότι κάποια συναισθήματα εμφανίζονται καθολικά και ότι ακόμη και κάποιες εκφράσεις συναισθημάτων μπορεί να είναι καθολικές. Αυτό που τονίζουν είναι ότι όποια και αν είναι η βιολογική βάση των συναισθημάτων, ο πολιτισμός και η εκάστοτε κουλτούρα περιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τα συναισθήματα που οι άνθρωποι αναμένεται να αισθάνονται και να εκφράζουν. Ο Ratner στη θεωρία δραστηριότητας (activity theory) [46] κατέληξε ότι τα συναισθήματα στηρίζονται σε ένα βιολογικό υπόστρωμα το οποίο ενισχύει ένα ευρύ φάσμα συναισθηματικών αντιδράσεων αλλά δεν καθορίζει αυστηρά κανένα από αυτά. Οι κοινωνικά οργανωμένοι τρόποι με τους οποίους οι άνθρωποι ενεργούν, σκέπτονται και αντιμετωπίζονται στις πολιτιστικές τους δραστηριότητες - π.χ. οι ευθύνες, τα δικαιώματα, οι υποχρεώσεις, τα πρότυπα συμπεριφοράς, οι ευκαιρίες, οι ανταμοιβές – διεγείρουν την ανάπτυξη των συναισθημάτων, αντικατοπτρίζονται στα χαρακτηριστικά των συναισθημάτων και είναι η τελική λειτουργία αυτών.

Σύμφωνα με τον κοινωνικό κονστρουκτιβισμό, υπάρχουν δύο γενικές κλάσεις ανθρώπινων συναισθημάτων. Η μία κλάση έχει φυσικά ανάλογα σε ζώα και βρέφη. Η χαρά, η θλίψη, ο φόβος και η ζήλια είναι παραδείγματα. Ακόμη και αυτά τα συναισθήματα, ωστόσο, χάνουν τη φυσική τους, αυθόρμητη βάση στους ενήλικες ανθρώπους και διαμορφώνονται από την κοινωνική συνείδηση. Αν και τα φυσικά ανάλογα σε αυτά τα συναισθήματα είναι ενδιαφέροντα και υποδεικνύουν μια πρωτότυπη φυσική βάση, τα «φυσικά» συναισθήματα στους ενήλικες είναι ποιοτικά διαφορετικά από τα αντίστοιχα τους σε οργανισμούς που στερούνται κοινωνικής συνείδησης. Επομένως, η αναλογία μεταξύ τους είναι εξαιρετικά ανακριβής. Για παράδειγμα, η "ζήλια" των ζώων ή των βρεφών είναι μια αυθόρμητη επιθυμία να αποκτήσουν ένα επιθυμητό αντικείμενο, η οποία έχει ρίζες σε μια πρωτόγονη, ενστικτώδη τάση επιβίωσης. Για τον ενήλικα, η ανθρώπινη ζήλια, αντίθετα, προϋποθέτει μια έννοια αποκλειστικής

ιδιοκτησίας. Το γεγονός ότι η ενήλικη ανθρώπινη ζήλια κατασκευάζεται από κοινωνικές έννοιες σημαίνει ότι οι πολιτισμοί που στερούνται αυτών των εννοιών δεν θα πρέπει να βιώνουν ζήλια. Αυτή η κατάσταση χαρακτηρίζει για παράδειγμα τους Εσκιμώους που δέχονται εξωσυζυγικές σεξουαλικές σχέσεις χωρίς ζήλια [47].

Εκτός από τα συναισθήματα που έχουν φυσικά ανάλογα, υπάρχει μια άλλη κλάση συναισθημάτων που δεν έχουν. Για παράδειγμα, ο θυμός προϋποθέτει την έννοια της εκ προθέσεως ευθύνης για ένα αδίκημα. Εάν πιστεύω ότι μία πράξη δεν ήταν λάθος ενός ατόμου (ή μιας ομάδας ατόμων), δεν θα αισθανθώ θυμό απέναντί του. Μπορεί να ενοχληθώ για το γεγονός ότι συνέβη το αδίκημα, αλλά δεν θα αισθανθώ θυμό. Ολόκληροι πολιτισμοί, όπως ο Εσκιμώοι, δεν έχουν αίσθηση του θυμού, σύμφωνα με τον Solomon [48], επειδή δεν κατηγορούν τα άτομα για τις πράξεις τους. Αισθάνονται ενοχλημένοι και μάλιστα ενεργούν βίαια, όμως αυτό δεν ισοδυναμεί με θυμό. Ο Solomon επισημαίνει ότι οι Εσκιμώοι δεν καταπιέζουν το αίσθημα του θυμού αλλά προφανώς δεν το αισθάνονται. Τα ζώα και τα ανθρώπινα βρέφη επίσης δεν αισθάνονται το θυμό, επειδή δεν έχουν την έννοια της προσωπικής ευθύνης. Μπορούν να αισθάνονται αναστατωμένα, ενοχλημένα και επιθετικά, αλλά να μην θυμώνουν σε κάποιον για κάτι που έκανε.

## Κεφάλαιο 3: Εφαρμογές της συναισθηματικής υπολογιστικής στο φάσμα του αυτισμού

### 3.1 Συναισθηματική υπολογιστική

Η συναισθηματική υπολογιστική είναι ένα αναδυόμενο πεδίο έρευνας που στοχεύει στο σχεδιασμό «έξυπνων» υπολογιστικών συστημάτων με την ικανότητα να αναγνωρίζουν, να αισθάνονται και να ερμηνεύουν τα ανθρώπινα συναισθήματα. Πρόκειται για ένα διεπιστημονικό πεδίο που εκτείνεται από την επιστήμη των υπολογιστών έως την ψυχολογία και την κοινωνική και γνωστική επιστήμη. Ο τομέας της συναισθηματικής υπολογιστικής εμπεριέχει τα πεδία της ανάλυσης συναισθήματος (sentiment analysis) και της αναγνώρισης συναισθήματος (emotion recognition) [49].

Η συναισθηματική υπολογιστική είναι το σύνολο των τεχνικών που στοχεύουν στην ανίχνευση της συναισθηματικής κατάστασης από δεδομένα που βρίσκονται σε διαφορετικές μορφές και κλίμακες. Η ανάλυση συναισθήματος, για παράδειγμα, εκτελεί αδρομερή (coarse-grained) ανίχνευση, καθώς αφορά συνήθως μια εργασία δυαδικής ταξινόμησης (θετική-αρνητική), ενώ η αναγνώριση συναισθημάτων εκτελεί λεπτή (fine-grained) ανίχνευση, καθώς σκοπεύει στην ταξινόμηση δεδομένων σύμφωνα με ένα μεγάλο σύνολο «ετικετών» συναισθημάτων.

Η ανίχνευση συναισθηματικών πληροφοριών ξεκινά με αισθητήρες οι οποίοι λαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τη φυσική κατάσταση ή τη συμπεριφορά του χρήστη, χωρίς όμως να ερμηνεύουν την είσοδο. Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι ανάλογα με τις νύξεις (cues) που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι για να αντιλαμβάνονται τα συναισθήματα των άλλων ανθρώπων. Για παράδειγμα, μια βιντεοκάμερα μπορεί να καταγράψει τις εκφράσεις του προσώπου, τη στάση του σώματος και τις χειρονομίες κάποιου, ενώ ένα μικρόφωνο μπορεί να καταγράψει την ομιλία. Άλλοι αισθητήρες ανιχνεύουν ενδείξεις της συναισθηματικής κατάστασης με απευθείας μέτρηση φυσιολογικών δεδομένων, όπως είναι η θερμοκρασία του δέρματος και η γαλβανική αντίσταση [50].

Η αναγνώριση συναισθηματικών πληροφοριών απαιτεί την εξαγωγή προτύπων από τα συγκεντρωμένα δεδομένα. Αυτό γίνεται με τεχνικές μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιούν ένα σύνολο διαφορετικών λειτουργιών όπως αναγνώριση ομιλίας, επεξεργασία φυσικής γλώσσας ή ανίχνευση έκφρασης προσώπου, και παράγουν αποτέλεσμα είτε με τη μορφή «ετικέτας» (π.χ χαρούμενος) είτε με τη μορφή συντεταγμένων σε έναν ορισμένο συναισθηματικό χώρο (π.χ δισδιάστατος χώρος διέγερσης-σθένους).

Ένας από τους σημαντικότερους τομείς στο πλαίσιο της συναισθηματικής υπολογιστικής είναι ο σχεδιασμός υπολογιστικών συστημάτων που έχουν τη δυνατότητα είτε να παρουσιάζουν έμφυτες συναισθηματικές δυνατότητες είτε



να πείθουν πειστικά ότι διαθέτουν συναισθήματα. Τα συστήματα αυτά εμφανίζονται σε ένα πλήθος εφαρμογών που διευκολύνουν την αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής και εμπεριέχουν συνήθως την ανάπτυξη πρακτόρων (agents) [51]. Οι πράκτορες είναι συστήματα λογισμικού που έχουν σχεδιαστεί ώστε να ερμηνεύουν αλλά και να εκφράζουν συναισθήματα. Παρουσιάζονται στο χρήστη τις περισσότερες φορές με ανθρωπόμορφη γραφική μορφή και αλληλεπιδρούν μαζί του με τρόπο που προσομοιάζει τις κοινωνικές επαφές του πραγματικού κόσμου, αναβαθμίζοντας την ποιότητα της επικοινωνίας και την αποτελεσματικότητα πιθανών παρεχόμενων υπηρεσιών.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι κυριότεροι τομείς, των οποίων χαρακτηριστικά εξάγονται και χρησιμοποιούνται στις τεχνικές συναισθηματικής υπολογιστικής:

### 3.1.1 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω εκφράσεων του προσώπου

Οι εκφράσεις του προσώπου είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό κομμάτι της ανθρώπινης επικοινωνίας, εκπροσωπώντας ουσιαστικά σε ένα μεγάλο βαθμό το μη λεκτικό κομμάτι της. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν πολύ το πρόσωπο και τα χαρακτηριστικά του για να εκφράσουν αυτό που αισθάνονται αλλά και για να ερμηνεύσουν τα συναισθήματα, τη στάση και τη διάθεση του συνομιλητή τους. Τον πιο κυρίαρχο ρόλο σε αυτό παίζουν οι μύες του προσώπου, η σύσπαση των οποίων οδηγεί στη δημιουργία μιας μεγάλης ποικιλίας εκφράσεων. Επίσης, ο προσανατολισμός της κεφαλής, το χρώμα του δέρματος, οι ρυτίδες έκφρασης και οι θέσεις των οφθαλμών αποτελούν χαρακτηριστικά που συμβάλουν στην επικοινωνία και την έκφραση της συναισθηματικής κατάστασης [52].

Οι εκφράσεις του προσώπου έχουν συνδεθεί τόσο με τα βασικά συναισθήματα, όπως χαρά, λύπη, θυμό, φόβο, έκπληξη, απέχθεια όσο και με συναισθήματα που προκύπτουν από το συνδυασμό τους και μπορούν να εκφραστούν με διαφορετική ένταση και σε διαφορετικές εκφάνσεις. Οι κυριότερες περιοχές του προσώπου που περιγράφουν τις εκφράσεις είναι τα μάτια, τα φρύδια και η περιοχή του στόματος. Για παράδειγμα, στην έκφραση της έκπληξης, το στόμα είναι ανοιχτό και τα φρύδια υψωμένα. Στο φόβο, τα μάτια είναι πολύ ανοιχτά ενώ στη λύπη τα είναι σφιχτά κλεισμένα με τα φρύδια να είναι κυρτά.

Η μέτρηση των εκφράσεων του προσώπου μπορεί να πραγματοποιηθεί από συστήματα που αναλύουν τις αλλαγές στη δραστηριότητα των μυών του. Προκειμένου, όμως, να μετρηθούν και λιγότερο παρατηρήσιμες αλλαγές, χρησιμοποιείται η μέθοδος του ηλεκτρομυογραφήματος [53]. Το ηλεκτρομυογράφημα καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα των μυών με την τοποθέτηση ηλεκτροδίων είτε στο δέρμα είτε απευθείας πάνω στο μυ. Η μέθοδος αυτή έχει επιτρέψει την καλύτερη κατανόηση της σύνδεσης μεταξύ συναισθημάτων και της κίνησης συγκεκριμένων μυών του προσώπου.

Τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί ερευνητικά στην ανάπτυξη μεθόδων για την αυτόματη αναγνώριση του προσώπου και των εκφράσεών του μέσω εικόνων ή ακολουθιών εικόνων. Οι πρώτες προσπάθειες στον τομέα αυτό

στηρίχτηκαν σε ένα σύστημα ταξινόμησης ανθρώπινων εκφράσεων που προτάθηκε από τους Paul Ekman και Wallace V. Friesen (Facial Action Coding System-FACS) [54]. Η κεντρική ιδέα του FACS είναι ο χωρισμός του προσώπου σε μονάδες δράσης (action units) και η σύνδεση του κάθε συναισθήματος με την κίνηση συγκεκριμένων μονάδων. Έχει αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη αρκετών σύνθετων συστημάτων αναγνώρισης συναισθήματος μέσω προσώπου. Οι τεχνικές της όρασης υπολογιστών για την αυτόματη αναγνώριση της έκφρασης του προσώπου βασίζονται στην επεξεργασία τους είτε σε μία εικόνα, είτε σε μια σειρά εικόνων που δείχνουν την εξέλιξη της έκφρασης. Μια τρίτη κατηγορία αποτελούν οι τεχνικές που βασίζονται στη σύγκριση μεταξύ εικόνων ουδέτερης έκφρασης και έκφρασης συναισθήματος. Η υλοποίηση των τεχνικών πραγματοποιείται κυρίως από μεθόδους στατιστικής και μηχανικής μάθησης, όπως Μαρκοβιανά μοντέλα και νευρωνικά δίκτυα.

### 3.1.2 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω κινήσεων του σώματος

Παρά το γεγονός ότι στην επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων συχνά χρησιμοποιείται μια ποικιλία τμημάτων του σώματος (π.χ. τα χέρια, τα φρύδια, τα πόδια, ολόκληρο το σώμα κλπ.), οι περισσότεροι ερευνητές στην όραση υπολογιστών χρησιμοποιούν τον όρο «αναγνώριση μέσω κινήσεων» για να περιγράψουν την ανάλυση που βασίζεται μόνο στις χειρονομίες.

Οι ψυχολογικές μελέτες της επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων περιγράφουν τις χειρονομίες ως τον κρίσιμο σύνδεσμο μεταξύ της ικανότητάς μας να συλλαμβάνουμε μια σκέψη και της ικανότητας να την εκφράσουμε λεκτικά [55]. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν μια πολύ μεγάλη ποικιλία χειρονομιών που κυμαίνονται από απλές ενέργειες χρήσης του χεριού για να δείξουν κάποιο αντικείμενο, σε πιο πολύπλοκες ενέργειες που εκφράζουν συναισθήματα και επιτρέπουν την επικοινωνία με άλλους. Επομένως, οι χειρονομίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αυτόματη ανίχνευση της συναισθηματικής κατάστασης [56], [57], καθώς φαίνεται να είναι εγγενείς στη φυσική αλληλεπίδραση μεταξύ του ανθρώπου και της ελεγχόμενης από υπολογιστή διεπαφής σε πλήθος εφαρμογών. Οι εφαρμογές αυτές κυμαίνονται από εικονικά περιβάλλοντα και περιβάλλοντα «έξυπνης» παρακολούθησης [58], μέχρι εφαρμογές απομακρυσμένης συνεργασίας.

Έχουν προταθεί πολλές μέθοδοι για την ανίχνευση των χειρονομιών του ανθρώπινου σώματος. Κάποιες από αυτές χρησιμοποιούν δεδομένα από εικόνες και βίντεο για άμεση ερμηνεία ενώ άλλες βασίζονται σε τρισδιάστατα δεδομένα, δίνοντας έμφαση σε παραμέτρους όπως τη γωνία των αρθρώσεων ή τη θέση της παλάμης [59].

### 3.1.3 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω του λόγου

Ο λόγος αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων. Μέσα από αυτόν εκφράζουν τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους. Η συναισθηματική κατάσταση του ατόμου, όμως, δεν μπορεί να εξαχθεί μόνο από το περιεχόμενο του λόγου του αλλά και από τα ακουστικά χαρακτηριστικά

αυτού, τα οποία επηρεάζονται από τις αλλαγές που συντελούνται στο Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα του οργανισμού. Ορισμένα προσωδιακά χαρακτηριστικά, όπως οι μεταβλητές του τονικού ύψους και ο ρυθμός ομιλίας έχουν αναλυθεί ως υποψήφια για την ανίχνευση συναισθήματος, μέσω της μεθόδου της αναγνώρισης προτύπων [60]. Επίσης, παράμετροι που περιγράφουν τις λαρυγγικές διαδικασίες στην ποιότητα της φωνής λήφθηκαν υπόψη από κάποιους ερευνητές [61]. Όσον αφορά τη σύνθεση συναισθηματικού λόγου, έχουν γίνει ερευνητικές προσπάθειες για την προσθήκη συναισθηματικών παραμέτρων ελέγχου στη βάση μεθόδων συντονισμού, γεγονός που οδήγησε σε υψηλότερη απόδοση της φωνητικής σύνθεσης [62]. Η ανάλυση του λόγου για την ανίχνευση της συναισθηματικής κατάστασης, αν και είναι λιγότερο αποτελεσματική από άλλες μεθόδους, όπως η ανάλυση εκφράσεων του προσώπου και η μέτρηση φυσιολογικών παραμέτρων, παρουσιάζει μεγάλη ακρίβεια που ξεπερνάει πολλές φορές και την αντίστοιχη ανθρώπινη ακρίβεια [63].

#### 3.1.4 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω μέτρησης φυσιολογικών παραμέτρων

Κάποιες φυσιολογικές παράμετροι του ανθρώπινου οργανισμού μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστες ενδείξεις της συναισθηματικής κατάστασης ενός χρήστη, μέσα από την παρακολούθηση και την ανάλυσή τους. Οι τρεις βασικότερες φυσιολογικές μετρήσεις που μπορούν να αναλυθούν και συνδέονται περισσότερο με το συναίσθημα είναι ο όγκος αιματικού παλμού (blood volume pulse), η γαλβανική απόκριση του δέρματος, η ηλεκτρομυογραφία του προσώπου.

##### *Γαλβανική απόκριση δέρματος*

Η γαλβανική απόκριση του δέρματος (Galvanic Skin Response - GSR) είναι ένα μέτρο αγωγιμότητας του δέρματος, το οποίο εξαρτάται από την υγρασία του δέρματος. Καθώς οι αδένες ιδρώτα που παράγουν αυτή την υγρασία ελέγχονται από το νευρικό σύστημα του σώματος, υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ της GSR και της κατάστασης διέγερσης του σώματος. Όσο μεγαλύτερη διέγερση δέχεται ένα υποκείμενο, τόσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα του δέρματος και η ανάγνωση GSR [64]. Μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας δύο μικρά ηλεκτρόδια χλωριούχου αργύρου τοποθετημένα κάπου στο δέρμα και εφαρμόζοντας μια μικρή τάση μεταξύ τους. Η αγωγιμότητα μετράται με τη χρήση αισθητήρα. Για τη μεγιστοποίηση της άνεσης του ατόμου που δέχεται τη μέτρηση καθώς και της μείωσης του ερεθισμού, τα ηλεκτρόδια μπορούν να τοποθετηθούν στα πόδια, γεγονός που αφήνει τα χέρια ελεύθερα για την εκτέλεση δραστηριοτήτων.

##### *Όγκος αιματικού παλμού*

Ο όγκος αιματικού παλμού μπορεί να μετρηθεί με μια διαδικασία που ονομάζεται φωτοπληθυσμογραφία, η οποία ανιχνεύει τη μεταβολή του όγκου του αίματος σύμφωνα με τις διακυμάνσεις στις δέσμες μεταδιδόμενης και

ανακλώμενης ακτινοβολίας και παράγει ένα γράφημα που υποδεικνύει τη ροή αίματος [64]. Οι κορυφές των κυμάτων δείχνουν έναν καρδιακό κύκλο όπου η καρδιά έχει αντλήσει αίμα στα άκρα. Αν το άτομο αισθάνεται φόβο ή ξαφνιαστεί, η καρδιά του συνήθως «πηδάει» και χτυπά γρήγορα για κάποιο χρονικό διάστημα, προκαλώντας αύξηση του εύρους του καρδιακού κύκλου. Αυτό μπορεί να φανεί καθαρά σε ένα φωτοπληθυσμογράφο με την παρατήρηση της μείωσης της απόστασης μεταξύ της κοιλότητας και της κορυφής του κύματος. Καθώς το άτομο ηρεμεί ο εσωτερικός πυρήνας του σώματος επεκτείνεται, αφήνοντας περισσότερο αίμα να επιστρέψει στα άκρα ενώ ο καρδιακός κύκλος θα επανέλθει στο φυσιολογικό. Κατά τη διάρκεια της φωτοπληθυσμογραφίας, υπέρυθρο φως φωτίζεται στο δέρμα με ειδικό αισθητήρα και στη συνέχεια μετρείται η ποσότητα του ανακλώμενου φωτός. Η ποσότητα του ανακλώμενου και του μεταδιδόμενου φωτός συσχετίζεται με τον όγκο αιματικού παλμού καθώς το φως απορροφάται από την αιμοσφαιρίνη που βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα στη ροή του αίματος. Παρ' αυτά, η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα. Είναι δύσκολο αρκετές φορές να εξασφαλιστεί ότι ο αισθητήρας που εκπέμπει την υπέρυθη ακτινοβολία και παρακολουθεί το ανακλώμενο φως δείχνει πάντα στο ίδιο άκρο, ειδικά όταν τα άτομα συχνά τεντώνονται ή αναπροσαρμόζουν τη θέση τους κατά τη χρήση. Επίσης, δεδομένου ότι η μέθοδος αφορά μέτρηση ροής αίματος μέσω των άκρων, αν το άτομο αισθάνεται ζεστό ή ιδιαίτερα κρύο, τότε το σώμα του μπορεί να επιτρέπει περισσότερο ή λιγότερο αίμα να ρέει στα άκρα ανεξάρτητα από τη συναισθηματική του κατάσταση. Το γεγονός αυτό μπορεί να επηρεάσει την αξιοπιστία των συμπερασμάτων [65].

#### *Ηλεκτρομυογραφία προσώπου*

Η ηλεκτρομυογραφία του προσώπου είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας των μυών του προσώπου μέσω της ενίσχυσης των μικρών ηλεκτρικών παρορμήσεων που δημιουργούνται από τις μυϊκές ίνες όταν συστέλλονται. Οι μύες του προσώπου παρουσιάζουν μεγάλη κινητικότητα, ωστόσο, υπάρχουν κάποιες μυϊκές ομάδες του προσώπου που μελετώνται συνήθως περισσότερο για να ανιχνεύσουν συναισθήματα [66]. Ο επισκύνιος μυς (*corrugator supercilli*), ο οποίος είναι ένας μικρός μυς που βρίσκεται στην έσω μοίρα του υπερόφρουου τόξου, χρησιμοποιείται στην ανίχνευση αρνητικών συναισθηματικών αποκρίσεων, καθώς τότε κινεί τα φρύδια δημιουργώντας συνοφρύωμα. Ο ζυγωματικός μείζων μυς, από την πλευρά του, είναι υπεύθυνος για το τράβηγμα των γωνιών του στόματος πίσω όταν χαμογελάμε και επομένως είναι ο μυς που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση θετικών συναισθηματικών αποκρίσεων.

#### *3.1.5 Ανίχνευση συναισθηματικής κατάστασης μέσω κειμένου*

Η κατηγορία αυτή αφορά μεθόδους ανίχνευσης συναισθημάτων, όπως είναι ο θυμός, η χαρά, η έκπληξη, ο φόβος, η αηδία και η θλίψη, τα οποία εκφράζονται ρητά ή σιωπηρά σε μορφή κειμένου [67]. Οι προσεγγίσεις για την αναγνώριση συναισθημάτων και διάθεσης με βάση το κείμενο βασίζονται κυρίως σε τεχνικές

βασισμένες σε κανόνες και σε μοντέλα σάκου λέξεων (bag of words), χρησιμοποιώντας είτε ένα μεγάλο λεξιλόγιο συναισθημάτων [68] είτε στατιστικές προσεγγίσεις που προϋποθέτουν τη διαθεσιμότητα μεγάλου συνόλου δεδομένων επισημασμένου με «ετικέτες» συναισθημάτων.

Αν και οι πιο κυρίαρχες μέθοδοι για τη δημιουργία συστημάτων ανίχνευσης συναισθήματος μέσω κειμένου ανήκουν στην επιβλεπόμενη μηχανική μάθηση [53], στη βιβλιογραφία μπορεί να βρεθεί και ένας αριθμός μη επιβλεπόμενων μεθόδων, όπως είναι τα γλωσσικά πρότυπα [69]. Θεωρητικά, η δομή της φράσης είναι το κλειδί για την πραγματοποίηση ανάλυσης συναισθημάτων, καθώς μια απλή αλλαγή στη σειρά λέξεων μπορεί να μεταβάλει την πολικότητα μιας φράσης. Τα γλωσσικά πρότυπα αποσκοπούν στην καλύτερη κατανόηση της διάρθρωσης της φράσης, ιδιότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της πολικότητας των αισθήσεων.

### 3.2 Εφαρμογές της συναισθηματικής υπολογιστικής στον αυτισμό

Η ενσυναίσθηση ορίζεται ως η ικανότητα των ανθρώπων να αντιλαμβάνονται την ψυχική κατάσταση των άλλων και αντίστοιχα να αντιδρούν σε αυτή εκφράζοντας τα δικά τους συναισθήματα [70]. Αποτελείται από δύο συνιστώσες: τη γνωστική συνιστώσα που αφορά την αναγνώριση της ψυχικής κατάστασης ενός άλλου ατόμου, γνωστή και ως «θεωρία του νου» [71], και τη συναισθηματική συνιστώσα που αφορά τη συναισθηματική απόκριση στην ψυχική κατάσταση ενός άλλου ατόμου.

Τα παιδιά με διαταραχές του αυτιστικού φάσματος για νευρολογικούς και γενετικούς λόγους δεν έχουν αναπτύξει επαρκώς την ικανότητα της ενσυναίσθησης και συνεπώς δυσκολεύονται να μούνε στη θέση του άλλου και να ανταποκριθούν σε πραγματικό χρόνο στα συναισθήματά του. Επίσης, δεν μπορούν πολλές φορές να εκφράσουν τα δικά τους συναισθήματα με τρόπο κατανοητό στους γύρω τους [72].

Σε αντίθεση, όμως, με το συναισθηματικό έλλειμμα που παρουσιάζουν τα παιδιά με αυτισμό, υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν ότι παρουσιάζουν ενισχυμένες ικανότητες συστηματοποίησης (systemizing). Η συστηματοποίηση είναι η ώθηση για την ανάλυση ή την κατασκευή συστημάτων, επιτρέποντας σε κάποιον να προβλέψει τη συμπεριφορά τους και να τα ελέγξει. Σημαντικό κομμάτι της συστηματοποίησης είναι η ικανότητα ανίχνευσης προτύπων ή κανόνων με τη μορφή «αν α, τότε β». Η θεωρία συστηματοποίησης του αυτισμού υποστηρίζει ότι τα παιδιά με αυτή τη νευροαναπτυξιακή διαταραχή εμφανίζουν καλύτερη επίδοση σε σχέση με άλλα παιδιά σε διεργασίες που απαιτούν την ανάπτυξη ή κατανόηση συστημάτων και την παρατήρηση λεπτομερειών [73].

Δεδομένων των παραπάνω, ο τομέας της συναισθηματικής υπολογιστικής μπορεί να παρέχει πλήθος εφαρμογών προορισμένων για παιδιά με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Ένα παράδειγμα ενίσχυσης αυτής της θέσης είναι η



θεραπεία με τουβλάκια Lego® που προτάθηκε από τον Owens [74] και στο οποίο παιδιά με αυτισμό ενθαρρύνονται στο να κατασκευάσουν μοντέλα Lego® σε ομάδες των τριών, αποκτώντας έτσι ευκαιρίες για κοινωνική αλληλεπίδραση. Το κύριο κίνητρο για τα παιδιά που οδήγησε και στην αποτελεσματικότητα της παρέμβασης αυτής ήταν ότι τα Lego® εμπεριέχουν συστηματικές κατασκευές. Τα Lego® μπορούν να συναρμολογηθούν σε προβλέψιμες και επαναλαμβανόμενες ακολουθίες, όπως και οι υπολογιστές, και συνεπώς αν και δε σχετίζονται άμεσα με τη συναισθηματική υπολογιστική αποτελούν ενθαρρυντικό δείγμα ότι εφαρμογές της τελευταίας θα έχουν τα ίδια αποτελέσματα. Με τη βοήθεια, λοιπόν, της τεχνολογίας και των προηγμένων τεχνικών που παρέχει η συναισθηματική υπολογιστική, μπορεί να ενισχύσει τις κοινωνικές και συναισθηματικές δεξιότητες των αυτιστικών παιδιών, εξασκώντας την αναγνώριση και την έκφραση συναισθήματος. Εκτός αυτού, μπορεί να οδηγήσει στην όλο και καλύτερη κατανόηση της συναισθηματικής κατάστασής τους, ανοίγοντας το δρόμο για μια πιο ολιστική κατανόηση και αποτελεσματική προσέγγιση της διαταραχής του αυτισμού.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι κυριότερες εφαρμογές της συναισθηματικής υπολογιστικής που απευθύνονται σε παιδιά με διαταραχές του αυτιστικού φάσματος. Η κατηγοριοποίηση των εφαρμογών και συστημάτων γίνεται με βάση τη μέθοδο που χρησιμοποιείται.

### 3.2.1 Εφαρμογές βασισμένες στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή

Η αρχή στην οποία βασίζεται η ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών είναι ότι τα άτομα με αυτισμό μπορεί να μην μαθαίνουν εύκολα να αναγνωρίζουν συναισθηματικές εκφράσεις σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια πραγματικών κοινωνικών συναναστροφών, διότι τα συναισθήματα είναι φευγαλέα και δεν επαναλαμβάνονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, γεγονός που μπορεί να μειώσει τον αριθμό ευκαιριών για συστηματική μάθηση από την επανάληψη. Η τοποθέτηση συναισθημάτων σε ένα μαθησιακό περιβάλλον βασισμένο στον υπολογιστή επιτρέπει την αναπαραγωγή και την επανάληψη των συναισθημάτων με τον ίδιο τρόπο έτσι ώστε ο εκπαιδευόμενος να μπορεί να ελέγχει την ταχύτητα και τον αριθμό των εκθέσεων που χρειάζονται για να αναλύσει και να απομνημονεύσει τα χαρακτηριστικά του κάθε συναισθήματος [75].

Μία εφαρμογή που βασίζεται στην ενίσχυση των συναισθηματικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτισμό με τη χρήση DVD είναι το DVD Mindreading [76]. Περιλαμβάνει εκπαιδευτικό λογισμικό που σχεδιάστηκε για να είναι ένας διαδραστικός, συστηματικός οδηγός για τα συναισθήματα. Αναπτύχθηκε για να βοηθήσει τα άτομα με αυτισμό να μάθουν να αναγνωρίζουν τόσο βασικά όσο και σύνθετα συναισθήματα και ψυχικές καταστάσεις μέσω βίντεο κλιπ εκφράσεων του προσώπου και ηχογραφήσεων φωνητικών εκφράσεων. Καλύπτει 412 διαφορετικά συναισθήματα και ψυχικές καταστάσεις, τα οποία οργανώνονται και ταξινομούνται ώστε να είναι ελκυστικά για ένα άτομο που

μαθαίνει καλύτερα μέσω συστηματοποίησης. Επιπλέον, καθώς τα συναισθήματα ποικίλλουν ανάλογα με το ποιος τα εκφράζει, στον πραγματικό κόσμο μπορεί να είναι δύσκολο να δούμε τι καθορίζει κάθε συγκεκριμένο συναίσθημα. Το Mindreading βοηθά τους χρήστες του να ξεπεράσουν αυτό το πρόβλημα έχοντας κάθε ένα από τα 412 συναισθήματα που απεικονίζονται από έξι διαφορετικούς ηθοποιούς (άνδρες και γυναίκες, ηλικιωμένους και νέους, άτομα διαφορετικών εθνικοτήτων), για να διευκολύνουν την αναγνώριση συναισθημάτων ανεξάρτητα από την ταυτότητα του ατόμου που τα εκφράζουν. Χρησιμοποιώντας το Mindreading σε μια παρέμβαση διάρκειας 10 εβδομάδων με χρήση 2 ωρών την εβδομάδα, τα άτομα με αυτιστικές διαταραχές βελτίωσαν την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν μια σειρά σύνθετων συναισθημάτων και ψυχικών καταστάσεων. Ένα χρόνο μετά την ολοκλήρωση της περιόδου παρέμβασης, τα άτομα που χρησιμοποίησαν το Mindreading ανέφεραν μια βελτιωμένη ικανότητα να σχηματίζουν φιλίες και σχέσεις καθώς και αυξημένη συνειδητοποίηση της σημασίας των συναισθηματικών εκφράσεων στην καθημερινή ζωή, βελτιώνοντας την κατανόησή τους για τα συναισθήματα και τις αντίστοιχες εκφράσεις τους, και επηρεάζοντας την ικανότητά τους να λειτουργούν κοινωνικά.

Μία άλλη παρέμβαση βασισμένη στην παρακολούθηση DVD είναι το Transporters DVD [75]. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε βασίστηκε στην υπόθεση ότι ο λόγος για τον οποίο τα παιδιά με αυτισμό, σύμφωνα με αναφορές των γονιών τους, αγαπούν να παρακολουθούν ταινίες με οχήματα μπορεί να είναι επειδή έχουν ροπή προς τη συστηματοποίηση, δηλαδή ελκύνονται από προβλέψιμα συστήματα βασισμένα σε κανόνες, είτε αυτά είναι επαναλαμβανόμενα μαθηματικά και ηλεκτρικά πρότυπα (π.χ. διακόπτες φωτός) είτε επαναλαμβανόμενα μοτίβα σε φιλμ. Οι πρώτες περιγραφές του αυτισμού εστίασαν στα χαρακτηριστικά που περιγράφονται από «ανάγκη για ομοιομορφία» και «αντίσταση στην αλλαγή» [77]. Συνεπώς, ο πυρήνας του αυτισμού μπορεί να είναι μια ικανότητα να αντιμετωπίζονται αβίαστα τα συστήματα, επειδή δεν αλλάζουν και παράγουν το ίδιο αποτέλεσμα κάθε φορά και ταυτόχρονα μια δυσκολία αντιμετώπισης του κοινωνικού κόσμου επειδή αλλάζει πάντα απρόβλεπτα και το αποτέλεσμα είναι διαφορετικό κάθε φορά.

Η σειρά παιδικών κινουμένων σχεδίων The Transporters βασίζεται σε περίπου οκτώ χαρακτήρες που είναι όλοι οχήματα και κινούνται σύμφωνα με κίνηση βασισμένη σε κανόνες. Πάνω σε αυτά τα οχήματα απεικονίζονται πραγματικά πρόσωπα ηθοποιών με εκφράσεις συναισθημάτων. Σκοπός είναι η δημιουργία ενός φιλικού προς τον αυτισμό πλαισίου προβλέψιμης μηχανικής κίνησης ώστε οι συναισθηματικές εκφράσεις του προσώπου να γίνουν περισσότερο κατανοητές, αυξάνοντας το κίνητρο για μάθηση. Το DVD αποτελείται από μια σειρά τρισδιάστατων παιδικών κινουμένων σχεδίων υψηλής ποιότητας και περιλαμβάνει 15 πεντάλεπτα επεισόδια, κάθε ένα από τα οποία επικεντρώνεται σε ένα βασικό συναίσθημα ή ψυχική κατάσταση. Η χρήση πραγματικών προσώπων ήταν ένα χαρακτηριστικό σχεδιασμού που επιλέχθηκε για να

μεγιστοποιήσει τη γενίκευση στον πραγματικό κοινωνικό κόσμο. Στα οχήματα απεικονίζονται 15 βασικά συναισθήματα. Αυτά τα συναισθήματα επιλέχθηκαν επειδή τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά αναγνωρίζουν και κατανοούν αυτά μεταξύ 2 και 7 ετών [78]. Στη μελέτη συμμετείχαν ομάδες παιδιών με και χωρίς διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού και σε κάθε συνεδρία εξετάστηκε το επίπεδο του συναισθηματικού τους λεξιλογίου και της ικανότητάς τους να ταιριάζουν μια συναισθηματική κατάσταση με την αντίστοιχη κατάλληλη έκφραση του προσώπου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση του DVD ώθησε τα παιδιά με αυτισμό να βελτιώσουν σημαντικά την κατανόηση των συναισθημάτων τους και τις δεξιότητες αναγνώρισης συναισθημάτων.

Στη μελέτη [79] παρουσιάστηκε η ανάπτυξη και προκαταρκτική αξιολόγηση ενός προγράμματος με βάση τον υπολογιστή για την εκπαίδευση της αναγνώρισης συναισθημάτων του προσώπου σε άτομα με αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας. Ο στόχος αυτού του προγράμματος είναι η διάγνωση και η υποστήριξη της ανάπτυξης των κοινωνικο-επικοινωνιακών δεξιοτήτων μέσω της αξιολόγησης και εκπαίδευσης της στοιχειώδους αντίληψης και ερμηνείας των συναισθημάτων. Για τη δημιουργία των ασκήσεων του προγράμματος χρησιμοποιήθηκε ένα αποθετήριο εικόνων με εκφράσεις προσώπων. Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν τη χρησιμότητα του προγράμματος για τη δοκιμή και τη διδασκαλία της ικανότητας ανίχνευσης της συναισθηματικής κατάστασης μέσω του προσώπου. Ωστόσο, όσον αφορά το εκπαιδευτικό μοντέλο του προγράμματος, καθώς δεν ήταν δυνατό να εντοπιστεί οποιαδήποτε σημαντική τροποποιημένη συμπεριφορά πέρα από το συγκεκριμένο καθήκον που προωθήθηκε, κρίθηκε αρκετά δύσκολο οι βελτιώσεις που παρατηρήθηκαν να γενικευθούν αξιοσημείωτα στον πραγματικό κόσμο. Από την άλλη πλευρά, δεν αποκλείεται η καλύτερη αντίληψη του εκφρασμένου από το πρόσωπο συναισθηματικού χαρακτήρα στη δοκιμαστική κατάσταση του προγράμματος να μεταφέρεται και στην καθημερινή ζωή.

Στη μελέτη [80] οκτώ διαφορετικά κοινωνικά προβλήματα παρουσιάστηκαν μέσω προγράμματος στον υπολογιστή, μαζί με μία λίστα από πιθανές λύσεις για επιλογή καθώς και τη δυνατότητα για παραγωγή εναλλακτικών λύσεων. Οκτώ παιδιά προσχολικής ηλικίας με αυτισμό και οκτώ χωρίς κάποια διαταραχή παρακολούθησαν 10 εκπαιδευτικές συνεδρίες που στη συνέχεια ακολουθήθηκαν από άλλες 6 συνεδρίες. Τα παιδιά κλήθηκαν να δώσουν λύσεις σε σκηνές κοινωνικών προβλημάτων σε όλες τις συνεδρίες. Στις πρώτες 10 συνεδρίες, σε αντίθεση με αυτές που ακολούθησαν, οι λύσεις των προβλημάτων επεξηγήθηκαν αρχικά λεπτομερώς από τον εκπαιδευτή. Στη συνέχεια, αυτές οι εξηγήσεις απεικονίστηκαν χρησιμοποιώντας δυναμικές εικόνες των λύσεων. Αν και τα παιδιά με αυτισμό παρήγαγαν σημαντικά λιγότερες εναλλακτικές λύσεις σε σύγκριση με τους χωρίς αυτισμό συνομηλίκους τους, παρατηρήθηκε μια σταθερή αύξηση σε όλες τις συνεδρίες για την αυτιστική ομάδα. Η συχνότητα των νέων ιδεών προβλεπόταν άμεσα από τη διαγνωστική κατηγορία του αυτισμού. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι τα μικρά παιδιά με αυτισμό



μπορούν να διδαχθούν στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων με τη βοήθεια διεπαφών ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Η μελέτη [81] είχε σκοπό τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας του Προγράμματος Εκπαίδευσης Νέων Ντετέκτιβ (The Junior Detective Training Program): μιας πολυπαραγοντικής παρέμβασης για την κοινωνική ενίσχυση των παιδιών με σύνδρομο Asperger. Αυτό το πρόγραμμα διάρκειας 7 εβδομάδων περιλάμβανε ένα παιχνίδι ηλεκτρονικών υπολογιστών, μικρές ομαδικές συνεδρίες, περιόδους άσκησης γονέων και αναφορές εκπαιδευτικών. Τα παιδιά που προσλήφθηκαν για να συμμετάσχουν ανατέθηκαν τυχαία σε ομάδα παρέμβασης και ομάδα αναμονής. Σε σχέση με τα παιδιά στην ομάδα αναμονής, οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα παρουσίασαν μεγαλύτερες βελτιώσεις στις κοινωνικές δεξιότητες κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, όπως δείχνουν οι μετρήσεις των αναφορών των γονέων. Τα στοιχεία των αναφορών των εκπαιδευτικών επιβεβαίωσαν επίσης ότι τα παιδιά που έλαβαν την παρέμβαση προχώρησαν σε σημαντικές βελτιώσεις στην κοινωνική λειτουργία μετά απ' αυτήν. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα παρέμβασης ήταν σε καλύτερη θέση να προτείνουν κατάλληλες στρατηγικές διαχείρισης συναισθημάτων για τους χαρακτήρες μιας ιστορίας μετά την παρέμβαση, παρά πριν από την παρέμβαση, ενώ οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου δεν ήταν. Ωστόσο, δεν υπήρξε διαφορά στις βελτιώσεις που επέφεραν τα παιδιά στις ομάδες παρέμβασης και ελέγχου όσον αφορά την αναγνώριση των εκφράσεων του προσώπου και της στάσης του σώματος. Τα στοιχεία παρακολούθησης της διάρκειας των αποτελεσμάτων υποδηλώνουν ότι τα οφέλη από τη θεραπεία διατηρήθηκαν από τα παιδιά 5 μήνες μετά την παρέμβαση, ενώ συνολικά το πρόγραμμα φαίνεται να ήταν αποτελεσματικό στην ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων και της συναισθηματικής κατανόησης των παιδιών με σύνδρομο Asperger.

Στη μελέτη [82] εξετάστηκε η δυνατότητα ανάπτυξης ενός καινοτόμου συστήματος ανίχνευσης συναισθημάτων του προσώπου και των εκφράσεων του προσώπου και παροχής ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο σχετικά με αυτές τις διαδικασίες. Το σύστημα σχεδιάστηκε ώστε να είναι μη επεμβατικό, χαμηλού κόστους και εύκολο στη μεταφορά. Παρουσιάζει οπτικοακουστικά ερεθίσματα σε ένα παιδί για να προκαλέσει ορισμένες επιδείξεις συναισθημάτων. Χρησιμοποιώντας ένα μικρό αισθητήρα Kinect, τοποθετημένο στην οθόνη, καταγράφει τις τρισδιάστατες απεικονίσεις του προσώπου του παιδιού. Το λογισμικό εντοπίζει αυτόματα το συναίσθημα που εκφράζεται δυναμικά και παρέχει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο στο παιδί, σε ένα περιβάλλον που μοιάζει με παιχνίδι. Η μέθοδος ανίχνευσης συναισθημάτων προσώπου αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τεχνικές μηχανικής μάθησης. Το προτεινόμενο σύστημα δοκιμάστηκε σε παιδιά με αυτισμό και παιδιά που αναπτύσσονται κανονικά. Συνολικά, οι βαθμολογίες ικανοποίησης των συμμετεχόντων ήταν υψηλές ενώ τα παιδιά με αυτισμό ανέφεραν ότι απολάμβαναν την αλληλεπίδραση με το σύστημα περισσότερο από ότι τα κανονικά αναπτυσσόμενα παιδιά.

Το πρόγραμμα “Let’s Face It!” [83] αναπτύχθηκε και προτάθηκε με σκοπό την ενίσχυση των ικανοτήτων αναγνώρισης προσώπων των παιδιών με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Το πρόγραμμα αποτελείται από επτά διαδραστικά παιχνίδια υπολογιστή που στοχεύουν στις ειδικές δυσκολίες ανάγνωσης και ερμηνείας του προσώπου που σχετίζονται με τον αυτισμό, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης της ταυτότητας στις αλλαγές εικόνας της έκφρασης, την οπτική γωνία και τα χαρακτηριστικά, τις αναλυτικές και ολιστικές στρατηγικές επεξεργασίας προσώπου και την προσοχή στις πληροφορίες στην περιοχή των ματιών. Τα παιδιά που συμμετείχαν χωρίστηκαν στην ομάδα παρέμβασης και την ομάδα αναμονής και το κύριο συμπέρασμα μετά την εφαρμογή του προγράμματος ήταν ότι τα παιδιά της πρώτης ομάδας, σε σχέση με αυτά της δεύτερης, έδειξαν αξιόλογες βελτιώσεις στην αναλυτική αναγνώριση των χαρακτηριστικών του στόματος και της ολιστικής αναγνώρισης ενός προσώπου με βάση τα χαρακτηριστικά των ματιών. Τα συνολικά αποτελέσματα του προγράμματος δείχνουν ότι ένα σχετικά βραχυπρόθεσμο πρόγραμμα παρέμβασης μπορεί να παράγει μετρήσιμες βελτιώσεις στις δεξιότητες αναγνώρισης προσώπου παιδιών με αυτισμό.

Το πρόγραμμα TeachTown είναι ένα πρόγραμμα διδασκαλίας παιδιών με τη βοήθεια υπολογιστή, το οποίο περιλαμβάνει αυτόματη συλλογή δεδομένων και δημιουργία αναφορών, ένα σύστημα επικοινωνίας με την ομάδα του παιδιού και συμπληρωματικές δραστηριότητες εκτός υπολογιστή. Χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε οκτώ παιδιά (τέσσερα με αυτισμό και τέσσερα με άλλες αναπτυξιακές αναπηρίες) προκειμένου να διερευνηθεί κατά πόσο μπορεί να ενισχύσει τις κοινωνικές και γνωστικές τους ικανότητες [84]. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε μια σημαντική αλλαγή (53% αύξηση) στις βαθμολογίες των τεστ των παιδιών πριν και μετά τη χρήση του προγράμματος. Επίσης, τα παιδιά με αυτισμό αύξησαν σε αρκετά μεγάλο βαθμό (105%) τις γλωσσικές και κοινωνικές ικανότητές τους. Συγκεκριμένα, τα παιδιά χρησιμοποίησαν πιο αυθόρμητα σχόλια, κοιτούσαν τους γονείς τους περισσότερο, έδειχναν μεγαλύτερη απόλαυση όταν δούλευαν στον υπολογιστή ενώ παράλληλα η ακατάλληλη γλώσσα και συμπεριφορά μειώθηκαν. Σε δεύτερη φάση, το πρόγραμμα δοκιμάστηκε σε σχολικό περιβάλλον όπου μαθητές προσχολικής ηλικίας με αυτισμό χωρίστηκαν σε ομάδες εφαρμογής του προγράμματος και αναμονής [85]. Σε σχέση με τους δεύτερους, οι πρώτοι παρουσίασαν μεγαλύτερη συνολική πρόοδο σε γλωσσικά και γνωστικά θέματα. Επιπλέον, οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το TeachTown κατέδειξαν σημαντική συνολική πρόοδο στη χρήση λογισμικού ενώ όσοι χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παρουσίασαν μεγαλύτερα οφέλη.

Σκοπός της μελέτης [86] ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του συνδυασμού Κοινωνικών Ιστοριών (Social Stories) και μοντέλων βίντεο (video models), παρουσιασμένου με τη χρήση υπολογιστή, στις κοινωνικές δεξιότητες επικοινωνίας τριών παιδιών με Αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας ή σύνδρομο Ασπεργκέρ. Οι κοινωνικές ιστορίες είναι εξατομικευμένες σύντομες ιστορίες

γραμμένες από την οπτική γωνία του παιδιού, οι οποίες εξηγούν καθημερινές κοινωνικές καταστάσεις μέσω οπτικών στοιχείων και κειμένων [87]. Ο πρωταρχικός σκοπός μιας Κοινωνικής Ιστορίας είναι να παρέχει περιγραφικές πληροφορίες σχετικά με μια κοινωνική αντίληψη ή κατάσταση, όπως είναι οι εμπλεκόμενοι, η ακολουθία των γεγονότων και οι σκέψεις και τα συναισθήματα των άλλων. Μία λιγότερο σημαντική αλλά πολύτιμη λειτουργία μιας Κοινωνικής Ιστορίας είναι να προσφέρει προτάσεις σχετικά με τον τρόπο ανταπόκρισης σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό σκηνικό ή κατάσταση (π.χ. πώς να παραμείνετε ήρεμοι και να ακολουθείτε τις οδηγίες κατά τη διάρκεια μιας άσκησης πυρκαγιάς). Δηλαδή, μια Κοινωνική Ιστορία παρέχει περισσότερες εξηγήσεις για την κατανόηση και την ερμηνεία του τι αναμένεται ή απαιτείται σε ένα περιβάλλον, αντί να παρέχει άμεση διδασκαλία κοινωνικών δεξιοτήτων. Η αποτελεσματικότητα της χρήσης Κοινωνικών Ιστοριών για τη διδασκαλία των παιδιών με Αυτισμό και σύνδρομο Άσπεργκερ έχει αποδειχθεί σε ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών δεξιοτήτων. Η μοντελοποίηση μέσω βίντεο, από την πλευρά της, περιλαμβάνει την παρακολούθηση μέσω βιντεοκασέτας ενός μοντέλου που καταλήγει σε μια συμπεριφορά-στόχο προς μίμηση από το αυτιστικό παιδί [88]. Με τη μοντελοποίηση των συμπεριφορών-στόχων στη βιντεοταινία με συστηματικό και συχνά διακριτό τρόπο, το παιδί μαθαίνει να απομνημονεύει και να μιμείται αυτές τις συμπεριφορές. Η μοντελοποίηση μέσω βίντεο, που χρησιμοποιείται ως μέσο τροποποίησης, αλλαγής ή διαμόρφωσης συμπεριφοράς, φαίνεται να είναι μια κατάλληλη στρατηγική για χρήση στο σπίτι και το σχολείο. Επιπλέον, μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα των υπάρχοντων προγραμμάτων θεραπείας προσφέροντας πολλαπλά παραδείγματα που είναι απαραίτητα για την αύξηση της γενίκευσης των δεξιοτήτων. Το προτεινόμενο σύστημα της μέλετης παρουσίασε έναν συνδυασμό των Κοινωνικών Ιστοριών και της μοντελοποίησης μέσω βίντεο με σκοπό την ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων αυτιστικών παιδιών. Εφαρμόστηκε σε τρία παιδιά και τα στοιχεία έδειξαν ότι το συνδυαστικό πακέτο θεραπείας ήταν αποτελεσματικό για τη βελτίωση των ποσοστών κοινωνικής επικοινωνίας για τους συμμετέχοντες, αν και χρειάστηκαν τροποποιήσεις για να επιτραπεί η διατήρηση της κοινωνικής ενίσχυσης σε δύο από τις τρεις περιπτώσεις. Επιπλέον, και οι τρεις συμμετέχοντες επέδειξαν διατήρηση των δεξιοτήτων αυτών δύο εβδομάδες μετά την παρέμβαση. Ωστόσο, η γενίκευση των δεξιοτήτων παρατηρήθηκε μόνο για έναν συμμετέχοντα. Αυτή η έρευνα προσθέτει στοιχεία στον ισχύρισμο ότι μια συνδυαστική παρέμβαση μέσω υπολογιστή μπορεί να είναι μια ωφέλιμη μέθοδος για την αποκατάσταση των κοινωνικών δυσκολιών δεξιοτήτων για άτομα με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού.

Κατά την ενηλικίωση, τα πρόσωπα, σε αντίθεση με πολλές άλλες κατηγορίες οπτικών ερεθισμάτων, επεξεργάζονται διαμορφωτικά, πράγμα που σημαίνει ότι για την επεξεργασία τους χρησιμοποιούνται στρατηγικές που λαμβάνουν υπόψη ολόκληρο το πρόσωπο παρά τα απομονωμένα χαρακτηριστικά του (ολιστική

επεξεργασία), καθώς και τον συνολικό προσανατολισμό ενός χαρακτηριστικού (ευαισθησία στις σχέσεις πρώτης τάξης) και τις αποστάσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών (ευαισθησία στις σχέσεις δεύτερης τάξης). Επειδή οι σχέσεις πρώτης τάξης διατηρούνται πολύ καλά, η αναγνώριση και η μνήμη των προσώπων μπορεί να εξαρτάται περισσότερο από τις σχέσεις δεύτερης τάξης [89]. Επίσης, η παρουσίαση των προσώπων ανάποδα είναι πιο μπερδευτική για ένα άτομο από την αντιστροφή ερεθισμάτων που δεν περιλαμβάνουν πρόσωπα, πιθανόν λόγω της διακοπής της διαμορφωτικής επεξεργασίας. Οι παραπάνω δεξιότητες εμφανίζονται μειωμένες σε άτομα με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Σκοπός της μελέτης [90] είναι η υλοποίηση και εφαρμογή μιας παρέμβασης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με στόχο την ενίσχυση των στρατηγικών και ικανοτήτων της επεξεργασίας προσώπων που χρησιμοποιούν αυτιστικά άτομα. Το σύστημα εφαρμόστηκε σε δέκα άτομα που χωρίστηκαν σε ομάδα παρέμβασης και ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα αξιολόγησαν την ολιστική επεξεργασία και την ευαισθησία διαμόρφωσης των ατόμων. Σύμφωνα με αυτά, τα άτομα της ομάδας παρέμβασης παρουσίασαν μεγαλύτερη ευαισθησία στις σχέσεις δεύτερης τάξης αλλά τα μέτρα της ολιστικής τους προσέγγισης δε διέφεραν από αυτά των ατόμων της ομάδας ελέγχου. Συνολικά τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ικανότητα και οι στρατηγικές επεξεργασίας προσώπων μπορούν να βελτιωθούν σημαντικά μέσω εκπαίδευσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μελέτες που βασίζονται στη χρήση υπολογιστή και αναλύθηκαν παραπάνω:

Πίνακας 1: Μελέτες βασισμένες στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή

Συγγραφείς	Συμμετέχοντες	Χρονική διάρκεια παρέμβασης	Αποτελέσματα
S. Baron-Cohen et al. [76]	41 ενήλικες με σύνδρομο Asperger ή αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας (19 σε ομάδα παρέμβασης και 22 σε ομάδα ελέγχου), 24 ενήλικες χωρίς διαταραχή	10-15 εβδομάδες	Τα άτομα της ομάδας ελέγχου παρουσίασαν μεγαλύτερη πρόοδο στις συναισθηματικές δεξιότητες, όχι στοιχεία γενίκευσης
S. Baron-Cohen et al. [75]	39 παιδιά με αυτισμό (20 σε ομάδα παρέμβασης και 19 σε ομάδα ελέγχου), 18	2 συνεδρίες σε διάστημα 4 εβδομάδων	Μεγάλη βελτίωση της ομάδας παρέμβασης στην αναγνώριση και την αντίληψη

	παιδιά χωρίς διαταραχή		των συναισθημάτων, στοιχεία γενίκευσης
S. Bölte et al. [79]	10 ενήλικες με σύνδρομο Asperger ή αυτισμό υψηλής λειτουργικότητας (5 σε ομάδα παρέμβασης και 5 σε ομάδα ελέγχου)	2 ώρες την εβδομάδα για διάστημα 5 εβδομάδων	Βελτίωση της ομάδας παρέμβασης στην αναγνώριση του συναισθήματος, όχι στοιχεία γενίκευσης
V. Bernard-opitz et al. [80]	8 παιδιά προσχολικής ηλικίας με αυτισμό, 8 παιδιά προσχολικής ηλικίας χωρίς διαταραχή	16 συνεδρίες	Και οι δύο ομάδες αύξησαν την ικανότητά τους στην επίλυση προβλημάτων, μικρότερη συνολικά πρόοδος για τα παιδιά με αυτισμό
R. Beaumont and K. Sofronoff [81]	52 παιδιά με αυτισμό (26 σε ομάδα παρέμβασης και 26 σε ομάδα ελέγχου)	7 εβδομάδες	Συνολική βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων, μη παρατηρήσιμες αλλαγές στην αναγνώριση εκφράσεων προσώπου και στάσης σώματος
S. W. White et al. [82]	20 παιδιά με αυτισμό, 20 παιδιά χωρίς διαταραχή (9-12 ετών)	1 συνεδρία διάρκειας 60-90 λεπτών	Μεγαλύτερη δεκτικότητα των παιδιών με αυτισμό στην εκπαίδευση μέσω της αλληλεπίδρασης με υπολογιστή
J. W. Tanaka et al. [83]	79 παιδιά με αυτισμό (42 σε ομάδα παρέμβασης και 37 σε ομάδα ελέγχου)	20 ώρες εκπαίδευσης σε διάστημα 2-4 μηνών	Σημαντική βελτίωση της δεξιότητας της αναγνώρισης εκφράσεων του προσώπου για

			την ομάδα παρέμβασης
C. Whalen et al.[84]	8 παιδιά προσχολικής ηλικίας (4 με αυτισμό και 4 με άλλες αναπτυξιακές διαταραχές)	15 λεπτά κάθε εβδομάδα για διάστημα 8 εβδομάδων	Ενίσχυση των κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων και μείωση των ακατάλληλων κοινωνικά συμπεριφορών
C. Whalen [85]	47 παιδιά με αυτισμό (22 σε ομάδα παρέμβασης και 25 σε ομάδα ελέγχου)	3 μήνες	Βελτίωση των γλωσσικών και γνωστικών δεξιοτήτων
F. J. Sansosti and K. A. Powell-Smith [86]	3 αγόρια 6-8 χρονών με αυτισμό ή σύνδρομο Asperger	1 συνεδρία	Βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων και της επικοινωνίας, μερική γενίκευση
S. Faja et al. [90]	10 άτομα 12-32 χρονών (5 σε ομάδα παρέμβασης και 5 σε ομάδα ελέγχου)	8 συνεδρίες διάρκειας 30min-1h σε διάστημα 3 εβδομάδων	Βελτίωση της ικανότητας επεξεργασίας του προσώπου και ερμηνείας των εκφράσεών του

### 3.2.2 Εφαρμογές βασισμένες στη χρήση κινητού τηλεφώνου και τάμπλετ

Η πρόσφατη και ραγδαία πρόοδος στην τεχνολογία των υπολογιστών όσον αφορά τις κινητές συσκευές έχει ανοίξει τεράστιες δυνατότητες για τη δημιουργία εφαρμογών με σκοπό την υποστήριξη των παιδιών με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Οι κινητές συσκευές χρησιμεύουν ως εναλλακτική μορφή επικοινωνίας «τσέπης» και κερδίζουν συνεχώς δημοτικότητα λόγω του ευέλικτου περιεχομένου και αποθήκευσης πολυμέσων, της φορητότητας, και της προσιτής τιμής που τις χαρακτηρίζουν. Η οθόνης αφής τις καθιστά επίσης ελκυστικές και απλές στη χρήση [91].

Η τεχνολογία των κινητών τηλεφώνων και τάμπλετ μπορεί να προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα στα αυτιστικά παιδιά και τους φροντιστές τους, όπως [92]:

- Πρόσβαση σε εργαλεία παιχνιδιού και επικοινωνίας από οποιοδήποτε μέρος

- Εύκολη πρόσβαση σε παιχνίδια, μουσική και εκπαιδευτικό περιεχόμενο εν κινήσει
- Ο φροντιστής μπορεί εύκολα να προσδιορίσει τι είναι αυτό που αρέσει στο παιδί και να παρακολουθεί την πρόοδό του
- Εύκολη χρήση της κάμερας και του βίντεο
- Πολυτροπική είσοδος/ έξοδος δεδομένων μέσω έξυπνης διεπαφής
- Εύκολη ενσωμάτωση εξωτερικών αισθητήρων για ασύρματη μεταφορά δεδομένων
- Κάθε πράξη (π.χ η λήψη μιας φωτογραφίας) μπορεί να συνοδεύεται με δεδομένα χρόνου, τοποθεσίας κ.λπ.
- Οι κινητές συσκευές περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά που προσφέρουν καλύτερη προσβασιμότητα στα αυτιστικά παιδιά, όπως για παράδειγμα πολύ μεγάλο μέγεθος γραμματοσειράς ή απενεργοποιημένα κουμπιά.

Στη μελέτη [92] παρουσιάζεται η εφαρμογή CaptureMyEmotion που επιτρέπει στα παιδιά με αυτισμό να τραβούν φωτογραφίες και βίντεο ή να καταγράφουν ήχους και ταυτόχρονα ανιχνεύει τη συναισθηματική τους κατάσταση μέσω ασύρματου αισθητήρα. Η εφαρμογή έχει ως σκοπό τη βελτίωση της συναισθηματικής εκπαίδευσης των παιδιών μέσω δικού τους υλικού και την ενίσχυση της δουλειάς των φροντιστών, αποτελώντας ένα συμπληρωματικό εργαλείο στη διαδικασία ανίχνευσης και έκφρασης συναισθημάτων. Το CaptureMyEmotion χρησιμοποιεί τον Q sensor της Affectiva<sup>2</sup>, ο οποίος μετράει φυσιολογικές παραμέτρους όπως θερμοκρασία και αγωγιμότητα του δέρματος και μπορεί να δώσει ενδείξεις για τη συναισθηματική κατάσταση του ατόμου. Οι μετρήσεις αυτές συνδυάζονται με το οπτικοακουστικό υλικό των παιδιών καθώς και με πληροφορίες περιεχομένου, όπως ημερομηνία, ώρα και τοποθεσία. Ο συνδυασμός αυτός καταλήγει στη δημιουργία ενός αρκετά προσωποποιημένου εργαλείου προορισμένου ώστε το παιδί να μάθει και να συζητήσει τα συναισθήματά του. Η εφαρμογή έχει αναπτυχθεί για Android smartphones και τάμπλετ.

Στη μελέτη [93] δημιουργήθηκε μία εφαρμογή τρισδιάστατων κινουμένων σχεδίων με σκοπό την εκπαίδευση αυτιστικών παιδιών σχετικά με την κατανόηση και την αναγνώριση εκφράσεων του προσώπου και συναισθημάτων. Η προβλεψιμότητα, η απλότητα και έννοιες της συστηματοποίησης λήφθηκαν υπόψη κατά τη διαδικασία επιλογής και κατασκευής των σκηνικών. Ο χαρακτήρας κινουμένων σχεδίων που χρησιμοποιήθηκε ήταν από τη γνωστή παιδική ταινία Toy Story<sup>TM</sup> προκειμένου να είναι μια πιο γνώριμη και προσίτη φιγούρα για τα παιδιά. Η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε από εφτά παιδιά, ενώ έξι θεραπευτές συμμετείχαν στη διαδικασία της αξιολόγησής της. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά βρήκαν

---

<sup>2</sup> <https://www.affectiva.com/>

την κινητή τεχνολογία πιο ελκυστική, γεγονός που είναι ενθαρρυντικό για τις δυνατότητες που μπορούν να έχουν οι εφαρμογές αυτού του χώρου. Επίσης, θετικό ήταν και το αντίκτυπο της χρήσης μιας γνώριμης φιγούρας κινουμένων σχεδίων για μεγαλύτερο κίνητρο. Ωστόσο, τα παιδιά έδειξαν μεγάλη δυσκολία στην αναγνώριση των εκφράσεων του προσώπου και δεν προέκυψε κάποιο σαφές συμπέρασμα για το αν η χρήση κινουμένων σχεδίων δημιουργεί ένα καλύτερο περιβάλλον εκπαιδευτικής διαδικασίας πάνω στο ζήτημα.



*Εικόνα 2: Το παιδί κατά τη χρήση της εφαρμογής [93]*

Το Social Compass είναι ένα πρόγραμμα συμπεριφοράς και εκπαίδευσης που χαρακτηρίζεται ως το καλύτερο για την κατάρτιση των κοινωνικών δεξιοτήτων. Χρησιμοποιεί κοινωνικές ιστορίες και οπτικό υποστηρικτικό υλικό για την ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού [94]. Στη μελέτη [95] παρουσιάζεται το MOSOCO, μια εφαρμογή για κινητό που στηρίζεται στο παραπάνω πρόγραμμα και υποστηρίζει κοινωνικές καταστάσεις της πραγματικής ζωής. Παρέχει στα παιδιά με αυτισμό διαδραστικά στοιχεία για να τα ενθαρρύνει να κάνουν επαφή με τα μάτια, να διατηρούν τα κατάλληλα χωρικά όρια, να απαντούν σε πρωτοβουλίες συνομιλιών, να μοιράζονται τα ενδιαφέροντά τους, να αποδεσμεύονται κατάλληλα στο τέλος μιας αλληλεπίδρασης και να εντοπίζουν πιθανούς εταίρους επικοινωνίας. Το MOSOCO λειτουργεί σε Android smartphone που συνδέεται ασύρματα σε ένα διακομιστή. Η εφαρμογή προσπαθώντας να ακολουθήσει το μοτίβο του Social Compass, χρησιμοποιεί τη φωτογραφική μηχανή του smartphone για να προσομοιώσει μια πραγματική κοινωνική κατάσταση με οπτική υποστήριξη. Μετά από κάθε αλληλεπίδραση, τα παιδιά που χρησιμοποιούν την εφαρμογή έχουν τη δυνατότητα να συμπληρώσουν φόρμες αυτοαξιολόγησης. Το MOSOCO δοκιμάστηκε σε δώδεκα μαθητές και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι είναι εύκολο στη χρήση και βοηθά τους μαθητές να ασκούν τις κοινωνικές τους δεξιότητες. Συγκεκριμένα, η χρήση του εργαλείου μείωσε τα θέματα συμπεριφοράς των μαθητών με αυτισμό κατά 98% ενώ αύξησε τον αριθμό των αλληλεπιδράσεων και την ποιότητα τους κατά 52%, τόσο για τα αυτιστικά παιδιά όσο και για τα παιδιά χωρίς κάποια διαταραχή.



Το "World of Kids" [96] είναι μια σειρά εφαρμογών σχεδιασμένων για παιδιά με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού με στόχο να διευκολυνθεί ο σχεδιασμός και η εφαρμογή εκπαιδευτικών παιχνιδιών σε smartphones. Χρησιμοποιεί αλγόριθμους αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω του προσώπου και εργαλεία αναγνώρισης φωνής προκειμένου να καθοδηγήσει τον χρήστη μέσω της διαδικασίας εκμάθησης. Πρώτον, η εφαρμογή πρέπει να αναγνωρίζει τα συναισθήματα αναλύοντας τις εκφράσεις του προσώπου του παιδιού με στόχο να συνθέσει το καταλληλότερο και ευνοϊκότερο παιχνίδι για τον χρήστη. Δεύτερον, το σύστημα στοχεύει στην εισαγωγή μαθησιακών εννοιών μέσω των αγαπημένων παιχνιδιών του χρήστη. Στη συνέχεια, η εφαρμογή μπορεί να πραγματοποιεί μηνιαίες αναλύσεις, οι οποίες πρέπει να παρακολουθούνται από τους γονείς και τους φροντιστές, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η μάθηση και η άνεση του παιδιού. Επιπλέον, επιτρέπει στους γονείς και τους εκπαιδευτικούς να προσθέτουν ή να τροποποιούν σταδιακά τις μαθησιακές έννοιες, αν χρειαστεί. Ο στόχος αυτής της εφαρμογής είναι να παρακινήσει το παιδί και να δημιουργήσει μια αίσθηση αξίας και εκτίμησης στη διαδικασία μάθησης, αναγνωρίζοντας τις διαθέσεις και τα συναισθήματα του χρήστη. Το "World of Kids" εδραιώνει και ενσωματώνει όλες τις ρυθμίσεις και τα στοιχεία εξατομίκευσης των «συναισθηματικών» εφαρμογών. Έχει σχεδιαστεί για συσκευές κινητής τηλεφωνίας και tablet. Χρησιμοποιεί, επίσης έναν Cloud Database Server για το διαμοιρασμό των δεδομένων.

Η εφαρμογή για κινητά "Zirkus Empathico" που παρουσιάζεται στη μελέτη [97] είναι μια προσπάθεια τεχνολογικής υλοποίησης μιας ολιστικής και φυσιοκρατικής θεραπευτικής ιδέας για την ενίσχυση της κοινωνικής και συναισθηματικής ικανότητας των μικρών παιδιών. Ακολουθώντας υπάρχουσες κατευθυντήριες γραμμές, η εφαρμογή αποτελείται από τέσσερις ξεχωριστές ενότητες κατάρτισης που εστιάζουν σε διαφορετικές πτυχές καθώς και μια ενότητα για τη γενίκευση της κοινωνικής γνώσης που αποκτάται κατά την εκπαίδευση στην καθημερινή ζωή. Στην πρώτη ενότητα, η αναγνώριση και η διατύπωση των συναισθημάτων του ατόμου καθιερώνεται ως βάση των εμπειρικών ικανοτήτων, οι οποίες εξετάζονται στις ακόλουθες ενότητες. Οι δύο ενότητες που εστιάζουν στη γνωστική ενσυναίσθηση εκπαιδεύουν την αναγνώριση των συναισθημάτων των άλλων μέσα από τις μαγνητοσκοπημένες εκφράσεις του προσώπου καθώς και από τα βίντεο που δείχνουν το ερέθισμα που προκαλεί το συναίσθημα. Για την ενδυνάμωση της συναισθηματικής ενσυναίσθησης, η τέταρτη ενότητα περιλαμβάνει την περιγραφή των συναισθημάτων του ατόμου σε σχέση με τα συναισθήματα των άλλων. Η δυνατότητα γενίκευσης στην καθημερινή ζωή υποστηρίζεται από τα φυσιολογικά ερεθίσματα σε μορφή βίντεο (εκφράσεις προσώπου και βίντεο περιεχομένου) που υπάρχουν στην εφαρμογή. Ο συνδυασμός της οπτικής και ακουστικής εισόδου ενεργοποιεί τα συναισθήματα των παιδιών σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι η χρήση απλών φωτογραφιών. Όλα τα ερεθίσματα σε μορφή βίντεο επικεντρώνονται στις οπτικές-αντιληπτικές πλευρές της ενσυναίσθησης.

Για την αξιολόγηση της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε μια πιλοτική μελέτη με 11 τυπικά αναπτυγμένα παιδιά και 4 παιδιά με αυτισμό, ηλικίας 7 έως 12 ετών. Τα παιδιά παρακολούθησαν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και απάντησαν σε ερωτήσεις σχετικά με την κατανόηση και την προτίμηση των στοιχείων του παιχνιδιού (π.χ. κουμπιά, οπτική ανατροφοδότηση, οπτικοποίηση συναισθημάτων) καθώς και με το γενικό κίνητρό τους να παίξουν αργότερα. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν ότι η εφαρμογή και τα περιεχόμενά της είναι σαφή και κατανοητά, ενώ η χρήση της δημιουργεί κίνητρο στα παιδιά.

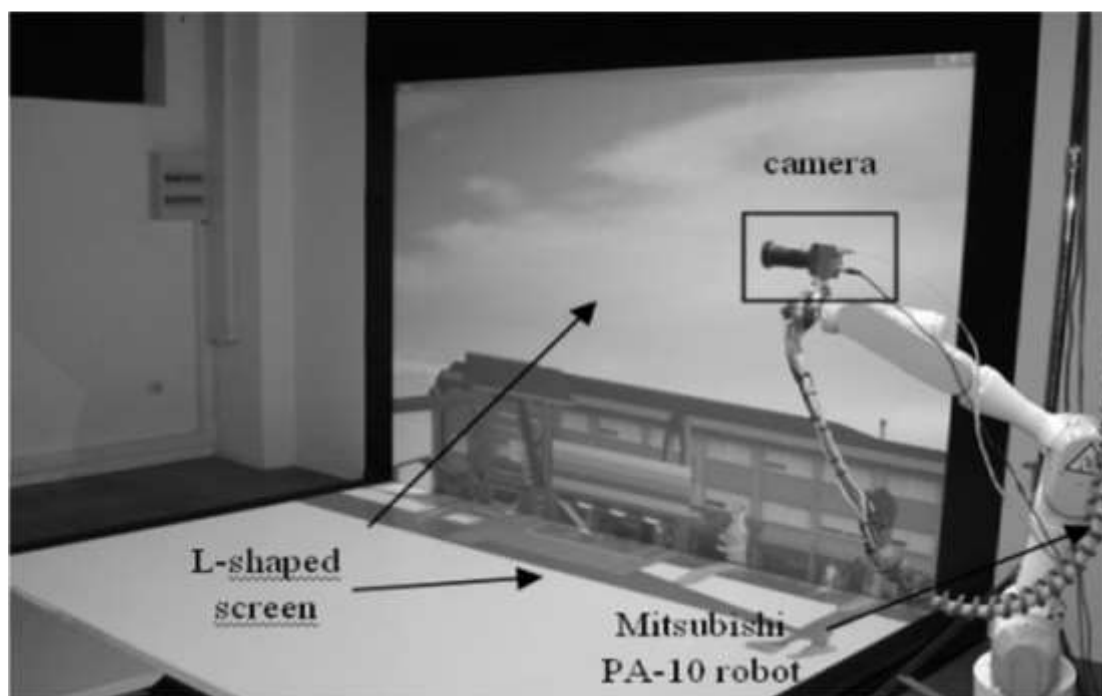
### 3.2.3 Εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας

Όπως και με τις εφαρμογές που έχουν σχεδιαστεί για υπολογιστή, οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας (VR applications) που έχουν μελετηθεί για την υποστήριξη παιδιών με αυτισμό, στοχεύουν κυρίως στην βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων των παιδιών αυτών και συγκεκριμένα των δεξιοτήτων ενσυναίσθησης. Για αυτό το σκοπό εκμεταλλεύονται το πλαίσιο του ελεγχόμενου περιβάλλοντος και της δυνατότητας επανάληψης.

Στη μελέτη [98] εξετάστηκε η χρήση ενός συνεργατικού εικονικού περιβάλλοντος μάθησης - τρισδιάστατου συστήματος ενσυναίσθησης (3D Empathy System-CLVE), για τη βελτίωση της ενσυναίσθησης σε άτομα με αυτισμό. Το πειραματικό μέρος διήρκεσε 5 μήνες και συμμετείχαν τρία άτομα που είχαν διαγνωστεί με αυτιστικές διαταραχές. Στο CLVE, οι συμμετέχοντες είχαν τον έλεγχο ενός τρισδιάστατου εικονικού χαρακτήρα (avatar) σε ένα προσομοιωμένο περιβάλλον ενός εστιατορίου. Η επιλογή του εστιατορίου έγινε επειδή είναι ένα δημόσιο μέρος με πληθώρα κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Ταυτόχρονα με το συμμετέχοντα, χρησιμοποιούσε το CLVE και ένας εκπαιδευτής, με το avatar του οποίου αλληλεπιδρούσε το avatar του συμμετέχοντα. Ο συμμετέχοντας έβλεπε το avatar του να συμμετέχει σε μια σειρά από σενάρια (κάποιος μπαίνει μπροστά στην ουρά για τον φαγητό, κάποιος κάθεται σε μια ελεύθερη θέση στο ίδιο τραπέζι με το συμμετέχοντα, κάποιος γλιστράει σε ποτό που είχε χυθεί και πέφτει) και δεχόταν ερωτήσεις από το avatar του εκπαιδευτή σχετικά με τα ποιά συναισθήματα αντιστοιχούσαν σε κάθε κατάσταση. Ο συμμετέχοντας είχε τη δυνατότητα να απαντήσει γραπτώς ή προφορικώς και να επαναλάβει ή να αλλάξει το σενάριο. Οι συμμετέχοντες έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον για το CLVE και συμμετείχαν με ενθουσιασμό. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση στην ικανότητα ενσυναίσθησης των συμμετεχόντων και εφαρμογή όσων έμαθαν στην καθημερινή τους ζωή.

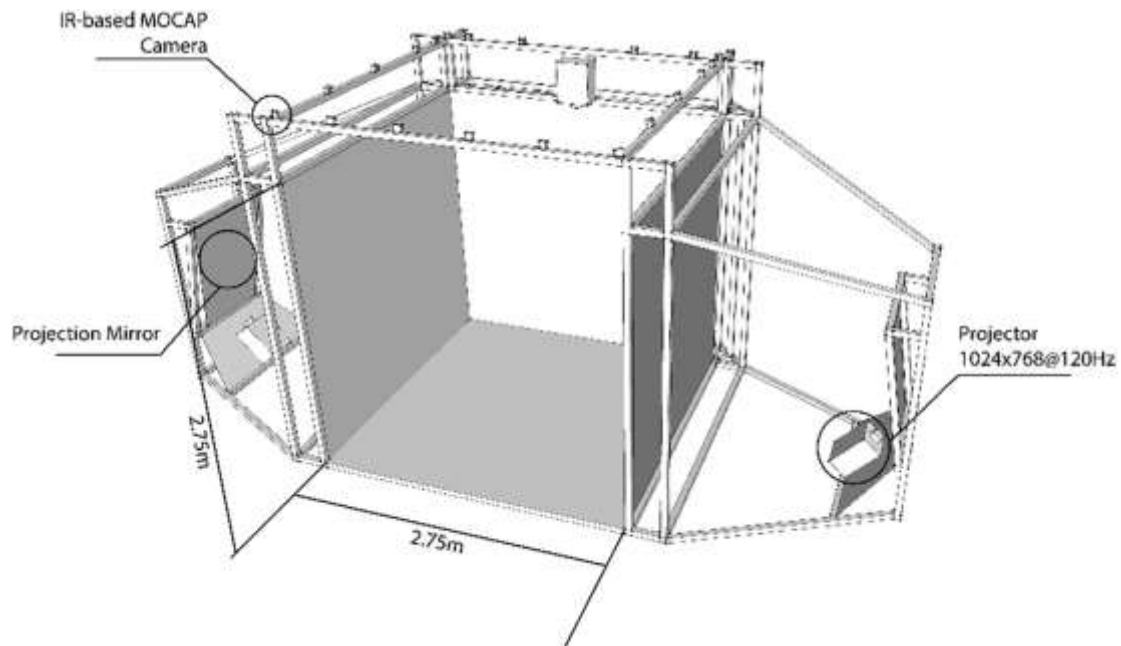
Για τον ίδιο σκοπό, την καλλιέργεια και βελτίωση των συναισθηματικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτιστικές διαταραχές, στην μελέτη [99] εξετάστηκε η χρήση συστήματος εμβυθισμένης εικονικής πραγματικότητας (Immersive Virtual Reality System-IVRS). Το σύστημα αποτελούνταν από οθόνες σχήματος - L (semi-cave displays) και έναν ρομποτικό βραχίονα με ενσωματωμένη κάμερα, η οποία αφενός υπολόγιζε τη στάση σώματος του συμμετέχοντα ώστε να τροποποιείται

ανάλογα το οπτικό πεδίο και αφετέρου να συνάγεται με χρήση του λογισμικού FaceDetect [100], η συναισθηματική έκφραση του συμμετέχοντα. Στη μελέτη συμμετείχαν 40 μαθητές δημοτικού (29 αγόρια και 11 κορίτσια), ηλικίας 7 έως 12 ετών, που είχαν διαγνωστεί με αυτιστικές διαταραχές. Οι 20 από αυτούς (14 αγόρια και 6 κορίτσια) χρησιμοποίησαν το IVRS, ενώ οι υπόλοιποι αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου που χρησιμοποίησε εφαρμογή κλασσικής εικονικής πραγματικότητας (VR - Non Immersive). Το πρόγραμμα αποτελούνταν από 10 σενάρια κοινωνικών καταστάσεων (μια παιδική γιορτή, ένα παιχνίδι σε πάρκο, μια σχολική τάξη κ.α). Τα συναισθήματα που αναγνώριζε το πρόγραμμα και αυτά στα οποία ήταν ο σκοπός του να εκπαιδεύσει τους μαθητές, ήταν τα τέσσερα βασικά συναισθήματα: θυμός, χαρά, λύπη και έκπληξη. Στην πρώτη φάση ο μαθητής με τη βοήθεια ενός εκπαιδευτή, εξοικειώνονταν με την κατάσταση και εξέφραζε τα συναισθήματα που του γεννούσε. Στην δεύτερη φάση ο εκπαιδευτής εξηγούσε στον μαθητή την κατάσταση και ποιό συναίσθημα ταίριαζε σε αυτή. Ο μαθητής προσπαθούσε να δείξει με την έκφρασή του το συναίσθημα, το οποίο αναγνωριζόταν από το πρόγραμμα. Αν το συναίσθημα ήταν το σωστό, οι εικονικοί χαρακτήρες του προγράμματος αντιδρούσαν ανάλογα. Αλλιώς η αντίδραση των εικονικών χαρακτήρων αλλά και ο εκπαιδευτής, υποδείκνυαν το λάθος, ο εκπαιδευτής υπενθύμιζε ποιό ήταν το σωστό συναίσθημα για την κατάσταση και ο μαθητής προσπαθούσε ξανά. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν βελτίωση στην σωστή συναισθηματική έκφραση των μαθητών, μεγαλύτερη με τη χρήση IVRS σε σχέση με non immersive VR, η οποία βελτίωση ήταν εμφανής και στην πραγματική σχολική ζωή των μαθητών.



Εικόνα 3: Η αρχιτεκτονική του συστήματος της μελέτης [99]

Την τεχνολογία εμβυθισμένης εικονικής πραγματικότητας χρησιμοποίησε και η μελέτη [101]. Σε αυτή την περίπτωση όμως χρησιμοποιήθηκε σύστημα στο οποίο οι οθόνες προβολής είναι σε διάταξη κύβου, γνωστό ως Cave Automatic Virtual Environment (CAVE). Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκε διάταξη με 4 οθόνες προβολής (τρεις οπίσθιες και μία εμπρόσθια) με αντίστοιχους 4 στερεοσκοπικούς προβολείς (half-CAVE). Σε επίπεδο λογισμικού, τα σενάρια υλοποιήθηκαν με χρήση της μηχανής Unity3D σε C#. Υλοποιήθηκαν έξι διαφορετικά σενάρια, ένα εισαγωγικό που στόχευε στον έλεγχο των συναισθημάτων και τη χαλάρωση, τέσσερα που αναπαρήγαγαν διάφορες κοινωνικές καταστάσεις και ένα που λειτουργούσε ως ανακεφαλαίωση της διαδικασίας. Συγκεκριμένα στο εισαγωγικό σενάριο, ο μαθητής-συμμετέχων αλληλεπιδρούσε με εικονικά αντικείμενα και έβλεπε περιβάλλοντα σχετικά με τις τέσσερις εποχές του χρόνου, με σκοπό να ηρεμήσει και να συνηθίσει στο περιβάλλον της εικονικής πραγματικότητας. Τα επόμενα σενάρια αναπαριστούσαν καταστάσεις από την καθημερινότητα του μαθητή, ξεκινώντας από το περιβάλλον του σπιτιού και την πρωινή ρουτίνα του μαθητή (σενάριο 1), το περιβάλλον του σχολικού λεωφορείου και της σχολικής τάξης (σενάριο 2), το περιβάλλον της σχολικής βιβλιοθήκης (σενάριο 3) και το περιβάλλον του σχολικού κυλικείου (σενάριο 4). Τέλος το σενάριο ανακεφαλαίωσης και γενίκευσης, στο οποίο ο μαθητής καλούνταν να εφαρμόσει όσα έμαθε στα προηγούμενα σενάρια, εκτυλισσόταν στο περιβάλλον του προαυλίου. Σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, υπήρχε ενεργή συμμετοχή και ενός εκπαιδευτή, ο οποίος καθοδηγούσε το μαθητή και ήταν αυτός που διαμόρφωνε την εξέλιξη των σεναρίων, δηλαδή τις κοινωνικές καταστάσεις που αντιμετώπιζε ο μαθητής. Το ζητούμενο των σεναρίων ήταν ο μαθητής να εκπαιδευτεί στην ρουτίνα και τους κανόνες που θα έπρεπε να ακολουθήσει (π.χ παίρνω πρωινό, βουρτσίζω τα δόντια μου, φτιάχνω την τσάντα μου, χρησιμοποιώ το ασανσέρ για το σενάριο 1, περιμένω το σχολικό λεωφορείο, χαιρετώ το δάσκαλο, συμμετέχω στο μάθημα στο σενάριο 2, τηρώ τους κανόνες ησυχίας στο σενάριο 3, αγοράζω κολατσιό στο σενάριο 4) αλλά και να μάθει να ελέγχει τα συναισθήματα του και να αντιδρά σωστά όταν απρόοπτες καταστάσεις ανατρέπουν αυτήν την ρουτίνα (π.χ το ασανσέρ είναι γεμάτο, το σχολικό λεωφορείο αργεί να έρθει, κάποιος άλλος κάνει φασαρία στη βιβλιοθήκη, κάποιος "κλέβει" τη σειρά στην ουρά στο κυλικείο). Στη μελέτη συμμετείχαν 94 μαθητές (86 αγόρια και 6 κορίτσια), ηλικίας 7 έως 10 ετών που είχαν διαγνωστεί με αυτισμό. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν βελτίωση στην συναισθηματική έκφραση και στις ικανότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης και προσαρμογής, αλλά αμελητέα βελτίωση στην αναγνώριση συναισθημάτων.



Εικόνα 4: Το περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας half-CAVE[101]

Στη μελέτη [102], εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος εικονικής πραγματικότητας για την εκπαίδευση κοινωνικής κατανόησης (Virtual Reality Social Cognition Training- VR-SCT). Το VR-SCT [103] σχεδιάστηκε ώστε να αντιμετωπίσει κάποιους από τους περιορισμούς προηγούμενων υλοποιήσεων εικονικής πραγματικότητας για άτομα με αυτισμό. Τέτοιοι περιορισμοί είναι η έμφαση σε ένα μόνο υποσύνολο κοινωνικών δεξιοτήτων (π.χ αναγνώριση συναισθημάτων, επίλυση προβλημάτων, κοινωνική συναναστροφή), η ελλιπής δυνατότητα γενίκευσης των αποκτημένων γνώσεων στην πραγματική ζωή λόγω του επαναλαμβανόμενου και συγκεκριμένου χαρακτήρα των σεναρίων, η απουσία πρωτοβουλίας του εκπαιδευόμενου (δεν είναι αυτός που ξεκινάει την κοινωνική αλληλεπίδραση αλλά το πρόγραμμα), η απουσία άλλων μη εικονικών "συμπαικτών" και τέλος η απεύθυνση σε συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα και στάδιο ανάπτυξης. Το VR-SCT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικές ηλικιακές ομάδες κρατώντας το ίδιο γενικό πλαίσιο αλλά αλλάζοντας το περιεχόμενο και την πολυπλοκότητα των διαλόγων ώστε να ανταποκρίνεται στο στάδιο ανάπτυξης των συμμετεχόντων. Επίσης το VR-SCT χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από δύο εκπαιδευόμενους, οι οποίοι κατ' αυτόν τον τρόπο έχουν την ευκαιρία να μάθουν ο ένας από τον άλλο. Ως πλατφόρμα του VR-SCT χρησιμοποιήθηκε μια ειδικά διαμορφωμένη έκδοση περιορισμένης πρόσβασης (password protected) του προγράμματος Second Life. Το Second Life είναι ένα πρόγραμμα διαδικτυακού ελεύθερα διαμορφώσιμου κόσμου (online virtual open world), στο οποίο οι χρήστες δημιουργούν ψηφιακούς χαρακτήρες (avatars) τους οποίους ελέγχουν και με αυτούς μπορούν να αλληλεπιδράσουν με άλλους χρήστες και αντικείμενα, να εξερευνήσουν τον ψηφιακό κόσμο, να τον διαμορφώσουν χτίζοντας ή καταστρέφοντας αντικείμενα, να συμμετέχουν σε ατομικές ή ομαδικές δραστηριότητες κ.α. Στην μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικά διαμορφωμένο νησί στον κόσμο του Second Life που περιελάμβανε τις

ακόλουθες τοποθεσίες: μια σχολική τάξη, μια σχολική τραπεζαρία, μια παιδική χαρά, μια κατασκήνωση, έναν στίβο, ένα εστιατόριο, ένα κατάστημα τεχνολογίας, ένα διαμέρισμα, μια καφετέρια, ένα κατάστημα αθλητικών ειδών και ένα πάρκο. Σε κάθε συνεδρία συμμετείχαν δύο εκπαιδευόμενοι και δύο εκπαιδευτές από τους οποίους ο ένας είχε το ρόλο του "καθοδηγητή" και ο άλλος αναλάμβανε διάφορους ρόλους που απαιτούσε το σενάριο. Για το σκοπό αυτό γινόταν χρήση του λογισμικού MorphVox ώστε να αλλάζει και να προσαρμόζεται η φωνή του εκπαιδευτή στο ρόλο. Οι ψηφιακοί χαρακτήρες (avatars) των εκπαιδευόμενων προσαρμόζονταν ώστε να τους μοιάζουν στην ηλικία, το φύλο, το σωματότυπο, το ύψος, το χρώμα μαλλιών και ματιών και την ενδυμασία. Ελέγχονταν μέσω πληκτρολογίου και ποντικιού και μπορούσαν να τρέχουν, να περπατάνε, να πηδάνε και να χρησιμοποιούν μια σειρά από χειρονομίες. Κάθε σενάριο είχε σχεδιαστεί ώστε να εξυπηρετεί ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό στόχο και να αντιστοιχεί σε εμπειρίες της πραγματικής ζωής (γνωριμία με καινούργια πρόσωπα, συμπαράσταση σε ένα φίλο, αντιμετώπιση συγκρούσεων κτλ) με την πολυπλοκότητα να αυξάνει σταδιακά. Η μέτρηση της αποτελεσματικότητας αφορούσε τρεις τομείς:

- Την αναγνώριση συναισθήματος με βάση την έκφραση του προσώπου για την οποία χρησιμοποιήθηκε το τεστ NEPSY-II [104]
- Την αναγνώριση κοινωνικών προθέσεων [105] και
- Την ικανότητα συγκέντρωσης και διατήρησης της προσοχής με χρήση ξανά του NEPSY-II

Στη μελέτη συμμετείχαν 30 άτομα (26 αρσενικά και 4 θηλυκά) διαγνωσμένα με αυτιστικές διαταραχές ηλικίας 7 έως 16 ετών και τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση στην αναγνώριση συναισθημάτων και μερική βελτίωση στην αναγνώριση κοινωνικών προθέσεων.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μελέτες που βασίζονται στη χρήση υπολογιστή και αναλύθηκαν παραπάνω:

*Πίνακας 2: Μελέτες που βασίζονται στην εικονική πραγματικότητα*

Συγγραφείς	Συμμετέχοντες	Χρονική διάρκεια παρέμβασης	Αποτελέσματα
Y. Cheng et al. [82]	3 αγόρια ηλικίας 8-10 ετών, διαγνωσμένα με διαταραχές του Αυτιστικού Φάσματος	5 μήνες	Βελτίωση της ικανότητας ενσυναίσθησης
G. Lorenzo et al. [83]	40 μαθητές δημοτικού (29 αγόρια και 11	3 ακαδημαϊκά έτη συλλογή δεδομένων, 1	Βελτίωση στη συναισθηματική έκφραση,



	κορίτσια) ηλικίας 7-12 ετών, διαγνωσμένα με διαταραχές του Αυτιστικού Φάσματος	χρόνος δημιουργία εφαρμογής, 1 ακαδημαϊκό έτος (10 μήνες) πειραματική μελέτη (4 συνεδρίες το μήνα)	μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σε σχέση με κλασσικές VR υλοποιήσεις
H.H.S.P Ip et al. [85]	72 μαθητές δημοτικού ηλικίας 7-10 ετών, διαγνωσμένοι με αυτισμό, χωρισμένοι σε δύο ισομεγέθεις ομάδες: μια (31 αγόρια και 5 κορίτσια) ομάδα εκπαίδευσης και μια (33 αγόρια και 3 κορίτσια) ομάδα ελέγχου	14 εβδομάδες (2 συνεδρίες την εβδομάδα)	Βελτίωση στην συναισθηματική έκφραση και στις ικανότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης και προσαρμογής
N. Didehbani et al. [86]	30 άτομα (26 αγόρια και 4 κορίτσια) ηλικίας 7-16 ετών, διαγνωσμένα με σύνδρομο Asperger ή άλλη Μη Καθορισμένη Διάχυτη Αναπτυξιακή Διαταραχή	5 εβδομάδες (2 συνεδρίες την εβδομάδα)	Βελτίωση στην αναγνώριση συναισθημάτων και την αναγνώριση κοινωνικών προθέσεων

### 3.2.4 Εφαρμογές βασισμένες στη ρομποτική

Ο τομέας της ρομποτικής χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο στη θεραπεία του αυτισμού, κυρίως με τη μορφή διαδραστικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Ρομποτ με ανθρώπινη ή όχι μορφή έχουν σχεδιαστεί και χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για να βοηθήσουν τα παιδιά με αυτισμό να μάθουν να αναπτύσσουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων είναι πολυτροπική και περιλαμβάνει όχι μόνο τη λεκτική γλώσσα, αλλά και την πλούσια γλώσσα του σώματος, τις

χειρονομίες κ.λπ., πολλές εκ των οποίων εκφράζονται με διακριτικό και ασυνείδητο τρόπο. Η ερμηνεία της ανθρώπινης συμπεριφοράς μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της αντίληψης των στόχων, κινήτρων, προθέσεων και συναισθημάτων που τη διέπουν, δεδομένων πάντα των κοινωνικών και πολιτιστικών κανόνων και συμβάσεων που την επηρεάζουν. Η ανθρώπινη εξέλιξη και ανάπτυξη έχει συντονίσει το αντιληπτικό και γνωστικό μας σύστημα για να αντιλαμβάνεται τα κοινωνικά ερεθίσματα και να ερμηνεύει τις ανθρώπινες συμπεριφορές από τα πρώτα κιόλας χρόνια της ζωής μας. Τα ελλείμματα στις δεξιότητες «ανάγνωσης του νου», όπως έχουν αποδειχθεί σε άτομα με αυτισμό, καθιστούν την κοινωνική συμπεριφορά των ανθρώπων, από την οπτική γωνία ενός ατόμου με αυτισμό, αρκετά απρόβλεπτη. Από την άλλη πλευρά, οι αλληλεπιδράσεις με τα ρομπότ μπορούν να παρέχουν ένα απλοποιημένο, ασφαλές, προβλέψιμο και αξιόπιστο περιβάλλον όπου η πολυπλοκότητα της αλληλεπίδρασης μπορεί να ελεγχθεί και να αυξηθεί σταδιακά [106].

Συνεπώς, για ένα αυτιστικό παιδί, ένα ρομπότ μπορεί να είναι λιγότερο «απειλητικό» και πιο προβλέψιμο από έναν άνθρωπο. Ένα ρομπότ μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να ακολουθεί μια ντετερμινιστική ρουτίνα παιχνιδιού καθώς και να προσαρμόζεται με την πάροδο του χρόνου και να αλλάζει τους τρόπους με τους οποίους ανταποκρίνεται στον κόσμο, δημιουργώντας πιο εξελιγμένες αλληλεπιδράσεις και απρόβλεπτες καταστάσεις που μπορούν να βοηθήσουν στην καταγραφή και τη διατήρηση του ενδιαφέροντος του παιδιού. Τα ρομποτικά παιχνίδια έχουν επίσης το πλεονέκτημα ότι μπορούν να προγραμματιστούν για να ανταποκρίνονται διαφορετικά σε καταστάσεις και γεγονότα με την πάροδο του χρόνου. Αυτή η ευελιξία τους επιτρέπει να εξελίσσονται από απλά μηχανήματα σε συστήματα που επιδεικνύουν περίπλοκα πρότυπα συμπεριφοράς [107].

Οι Michaud et al. [108] μετά από πειράματα που πραγματοποίησαν μελετώντας την αλληλεπίδραση αυτιστικών παιδιών με ρομποτικές συσκευές κατέληξαν σε συμπεράσματα και διατύπωση προδιαγραφών σχετικά με το σχεδιασμό τέτοιων συστημάτων. Σύμφωνα με αυτές, ο σχεδιασμός ενός ρομποτικού παιχνιδιού πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τα αυτιστικά παιδιά:

- Ελλείψεις στην οπτική αντίληψη: Η φυσική εμφάνιση του ρομπότ θα πρέπει από μόνη της να αποτελεί ένα καλό κίνητρο ώστε να προσελκύσει την προσοχή του παιδιού. Συγκεκριμένα, ωραία χρώματα, στρογγυλά σχήματα, φώτα, αντικείμενα που περιστρέφονται ή μηχανικά μέρη είναι παραδείγματα χαρακτηριστικών εμφάνισης που μπορούν να κερδίσουν την προσοχή και να εξάψουν την περιέργεια. Ωστόσο, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση πολύ φωτεινών χρωμάτων, αιχμηρών άκρων και σχοινιών.



- Ελλείψεις στην ακουστική αντίληψη: Στα παιδιά αρέσουν οι συναρπαστικοί ήχοι, η μουσική και τα τραγούδια. Παρολ'αυτά, λόγω ευαισθησίας της ακοής των αυτιστικών παιδιών, πρέπει να αποφεύγονται ο δυνατός θόρυβος και οι ήχοι πολύ ηψηλού ή πολύ χαμηλού τόνου, ώστε να ελκύεται η προσοχή τους χωρίς να φοβούνται.
- Ελλείψεις στην αφή: Για την κατασκευή της εξωτερικής δομής του ρομπότ πρέπει να χρησιμοποιούνται μαλακές, ανθεκτικές, ασφαλείς και πλενόμενες επιφάνειες. Επίσης, η ύπαρξη αποσπώμενων μερών εκτιμάται από τα παιδιά. Όλα όσα δεν πρέπει να αγγίζουν τα παιδιά θα πρέπει να αποκρύπτονται επαρκώς για να προστατεύονται από την τάση τους να εξερευνήσουν και να βάλουν τα πράγματα στο στόμα τους.
- Ελλείψεις στην αντίληψη του χώρου: Τα παιδιά με αυτισμό δυσκολεύονται να παρατηρήσουν τι είναι ιδιαίτερο και τι είναι κοινό σε ένα περιβάλλον. Ίσως ενδιαφέρονται περισσότερο για τους τοίχους παρά για ένα αντικείμενο τοποθετημένο στη μέση ενός δωματίου. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο το ρομπότ πρέπει, με την κίνηση του, τους ήχους και την εμφάνισή του, να σχεδιάζεται έτσι ώστε να συλλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερο την προσοχή του παιδιού.
- Ελλείψεις στη γλώσσα: Η χρήση οπτικών στοιχείων όπως είναι οι εικόνες και οι φωτογραφίες είναι πιο κατάλληλη από την αποκλειστική χρήση λέξεων. Το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται από το ρομπότ πρέπει να είναι πολύ απλό, τα μηνύματα πρέπει να είναι σύντομα (τρία ή λιγότερα) και να επαναλαμβάνονται συχνά. Οι λέξεις πρέπει να αναφέρονται σε συγκεκριμένα πράγματα και όχι σε αφηρημένες έννοιες.
- Ελλείψεις στα συμβολικά παιχνίδια: Τα παιχνίδια με το ρομπότ πρέπει να είναι απλά και εύκολα κατανοητά. Τα παιδιά με αυτισμό δεν παίζουν σαν κανονικά παιδιά. Η μίμηση και η θέληση να μοιραστούν είναι κάτι που δεν τους βγαίνει φυσικά να κάνουν. Το ρομπότ θα πρέπει να σχεδιάζεται για να βοηθήσει τα παιδιά να αναπτύξουν τέτοιες δεξιότητες.
- Ιδιαιτερότητες κάθε παιδιού: Δεδομένου ότι κάθε παιδί είναι ανεξάρτητο με διαφορετικά ενδιαφέροντα και ικανότητες, το ρομπότ πρέπει να προσφέρει διαφορετικά σύνολα παιχνιδιών και δυνατοτήτων που μπορούν να εξελιχθούν με την πάροδο του χρόνου και να προσαρμοστούν στο παιδί. Το ρομπότ πρέπει να ενθαρρύνει και να συγχαίρει το παιδί όταν κάνει κάτι καλά αλλά ταυτόχρονα δεν πρέπει να επικρίνει την εσφαλμένη απάντηση στα αιτήματα που του υποβάλλονται.

### *Aurora project*

Μία από τις πρώτες και πιο σημαντικές προσπάθειες στο χώρο των εφαρμογών βασισμένων στη ρομποτική είναι το προτζεκτ Aurora που αφορά την ανάπτυξη μιας αυτόνομης ρομποτικής πλατφόρμας ως εργαλείο αποκατάστασης για παιδιά με αυτισμό [109]. Από το τέλος του 1998, το έργο Aurora έχει διερευνήσει πώς ένα αυτόνομο κινητό ρομπότ μπορεί να αναπτυχθεί σε ένα εργαλείο αποκατάστασης ώστε να ενθαρρύνει τα παιδιά να εμπλακούν σε μια ποικιλία διαφορετικών αλληλεπιδράσεων σημαντικών για την ανθρώπινη κοινωνική συμπεριφορά. Τέτοιες αλληλεπιδράσεις περιλαμβάνουν: επαφή με τα μάτια, προσοχή, προσέγγιση, αποφυγή, παρακολούθηση, παιχνίδια μίμησης κλπ. Δίνεται έμφαση σε αυτές τις συγκεκριμένες συμπεριφορές αφού, σύμφωνα με την έρευνα για τον αυτισμό, παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη κοινωνική γνώση και ανάπτυξη και μπορούν να μελετηθούν ρεαλιστικά με την τρέχουσα ρομποτική τεχνολογία. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ανθρώπου και ρομποτ στο έργο Aurora, σε αντίθεση με άλλες μεθόδους διδασκαλίας, επιλέγονται σκόπιμα για να είναι παιχνιδιάρικες, χωρίς περιορισμούς και αδόμητες. Συγκεκριμένα, επιτρέπεται στα παιδιά να αλληλεπιδρούν με το ρομπότ σε οποιαδήποτε θέση προτιμούν. Είναι επίσης ελεύθερα να επιλέξουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν με το ρομπότ (αγγίζοντας, πλησιάζοντας, παρακολουθώντας από απόσταση, τραβώντας το κλπ.) [110].

Έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετά ρομποτ στα πλαίσια του Aurora με σκοπό να διδάξουν στα παιδιά βασικές δεξιότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Το πρώτο ρομποτ που σχεδιάστηκε είναι το Labo-1 [111]. Η βασική διάταξη των αισθητήρων του Labo-1 αποτελείται από ενεργούς υπέρυθρους αισθητήρες για αποφυγή εμποδίων και πυροηλεκτρικούς αισθητήρες, οι οποίοι επιτρέπουν την ανίχνευση και την παρακολούθηση των ανθρώπων. Λόγω ενός τετρακύλινδρου τροχού διαφοροποίησης μπορεί να κινείται και να περιστρέφεται πολύ ομαλά. Το ρομπότ μπορεί να διαχειριστεί μερικά κιλά πρόσθετου βάρους, π.χ. όταν τα παιδιά το πιέζουν. Παράγει λέξεις-κλειδιά και απλές φράσεις μέσω μιας συσκευής φωνητικής παραγωγής.

Ένα παράδειγμα ανθρωποειδούς που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου είναι η Robota [112]. Η Robota είναι μία ανθρωποειδής ρομποτική κούκλα ύψους 45 cm. Το κύριο σώμα της κούκλας περιέχει τις ηλεκτρονικές πλακέτες και τους κινητήρες που οδηγούν τα χέρια, τα πόδια και το κεφάλι με ένα βαθμό ελευθερίας. Το ρομπότ έχει επίσης τη δυνατότητα σύνδεσης με διάφορους αισθητήρες, όπως υπέρυθρους πομπούς/δέκτες και ανιχνευτές φωτός. Τα χέρια, τα πόδια και το κεφάλι του ρομπότ είναι πλαστικά μέρη μιας εμπορικά διαθέσιμης κούκλας. Το ρομπότ μπορεί να αντιδράσει στην αφή αν ανιχνεύσει παθητική κίνηση των άκρων και της κεφαλής του (δηλαδή όταν ο χρήστης κινεί τα άκρα του ρομπότ ή το κεφάλι από τη μια θέση στην άλλη κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης). Η Robota συνδέεται μέσω σειριακής σύνδεσης με έναν υπολογιστή και μπορεί να χρησιμοποιήσει τη σύνθεση ομιλίας, την επεξεργασία ομιλίας και την επεξεργασία βίντεο δεδομένων από μια κάμερα.

Χρησιμοποιώντας το σύστημα ανίχνευσης κινήσεων μπορεί να αντιγράψει τις κινήσεις των χεριών του χρήστη και τις πλάγιες κινήσεις του κεφαλιού του όταν αυτός κάθεται κοντά στο ρομπότ. Αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης επιτρέπουν στο ρομπότ να διδάσκεται μια ακολουθία ενεργειών, καθώς και ένα λεξιλόγιο.

Έχουν πραγματοποιηθεί πολλά πειράματα και μελέτες στα πλαίσια του *Auroga*. Ένας βασικός σκοπός των πραγματοποιηθεισών μελετών είναι να διερευνηθεί εάν και πώς τα απλά παιχνίδια μίμησης και εναλλαγής της συνομιλίας με ένα ρομπότ μπορούν να ενθαρρύνουν τις δεξιότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης σε παιδιά με αυτισμό. Συγκεκριμένα, το ρομπότ χρησιμοποιείται ως αντικείμενο κοινής προσοχής, ενθαρρύνοντας την αλληλεπίδραση των αυτιστικών παιδιών με συμμαθητές (άλλα παιδιά με ή χωρίς αυτισμό) και ενήλικες. Για το σκοπό των μελετών έχουν σχεδιαστεί και χρησιμοποιηθεί ρομπότ με ανθρώπινη και μη ανθρώπινη μορφή, ενώ ποσοτικές και ποιοτικές τεχνικές χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των αλληλεπιδράσεών τους με τα παιδιά [113], [114]. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν συγκριτικές μελέτες προκειμένου να συγκριθεί η επίδραση του ρομπότ και ενός μη ρομποτικού παιχνιδιού στα παιδιά [110]. Η στατιστική ανάλυση των παρατηρήσεων συμπεριφοράς αποκάλυψε ότι τα παιδιά με αυτισμό στρέφουν σημαντικά περισσότερο το βλέμμα και την προσοχή τους στο ρομπότ, υποστηρίζοντας την υπόθεση ότι το ρομπότ αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό εργαλείο, κατάλληλο για την ενθάρρυνση της αλληλεπίδρασης. Σε μια μεταγενέστερη μελέτη όπου συμμετείχαν ζευγάρια παιδιών με αυτισμό [115], οι Werry et al. κατέδειξαν την ικανότητα του ρομπότ να γίνεται αντικείμενο της προσοχής των παιδιών. Συγκεκριμένα, ο ρόλος του ρομπότ ως διαμεσολαβητή κατέστη σαφής στον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αλληλεπιδρούσαν με άλλους ανθρώπους που βρίσκονται στην ίδια αίθουσα, συμπεριλαμβανομένων των αλληλεπιδράσεων μεταξύ παιδιών και δασκάλων, παιδιών και ερευνητών και παιδιών μεταξύ τους. Ο πρωταρχικός στόχος του ρόλου του ρομπότ ως διαμεσολαβητή δεν είναι να αντικαταστήσει, αλλά να διευκολύνει την ανθρώπινη επαφή. Οι Robins et al. [116] έδειξαν πώς ένα μικρό ανθρωποειδές ρομπότ μπορεί να προσφέρει ένα ευχάριστο επίκεντρο προσοχής ικανό να αποκαλύψει τις επικοινωνιακές και κοινωνικές ικανότητες των παιδιών με αυτισμό. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το ρομπότ χρησίμευσε ως ένα κυρίαρχο αντικείμενο που διαμεσολαβεί την κοινή προσοχή μεταξύ των παιδιών και ενός ενήλικα. Επιπλέον, το έργο αυτό υπογράμμισε το γεγονός ότι η επιδέξια αλληλεπίδραση των παιδιών δεν εμφανίστηκε απλά και μόνο με την παρουσία του ρομπότ, αλλά αφορούσε ειδικά τα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς του ρομπότ, δηλαδή το αυτόνομο και προβλέψιμο μοτίβο της κίνησης του κεφαλιού και των άκρων. Σε άλλες εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του έργου *Auroga*, έχει εντοπιστεί η ανάγκη για ρομπότ που να αναγνωρίζουν διαφορετικά στυλ αλληλεπίδρασης και να προσαρμόζονται στην ατομική συμπεριφορά των παιδιών [117].



Εικόνα 5: Αλληλεπίδραση παιδιών με τα ρομπότ του AURORA [109]

#### FACE

Η παρούσα μελέτη περιγράφει μια καινοτόμο μέθοδο θεραπείας με ρομπότ που επικεντρώνεται σε βασικές πτυχές της αυτιστικής διαταραχής και συγκεκριμένα την κοινωνική προσοχή και την αναγνώριση των συναισθηματικών εκφράσεων [118]. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στο FACE, ένα αυτοματοποιημένο σύστημα που αποτελείται από ένα πρόσωπο ικανό να εκφράζει και να αναγνωρίζει τα βασικά συναισθήματα. Το FACE λειτουργεί ως διεπαφή μεταξύ του ασθενούς και ενός εκπαιδευμένου θεραπευτή. Μια εξειδικευμένη πειραματική ρύθμιση επιτρέπει τόσο τη δημιουργία προκαθορισμένων κοινωνικών καταστάσεων, όσο και τη δυνατότητα του θεραπευτή να δημιουργήσει γρήγορα εξατομικευμένα σενάρια κατά τη διάρκεια μιας συνεδρίας. Επιπλέον, η ευέλικτη και διαδραστική αρθρωτή αρχιτεκτονική του συστήματος ελέγχου επιτρέπει την καταγραφή, επανάληψη ή τροποποίηση κάθε συνεδρίας. Το FACE θα μπορούσε να έχει μεγαλύτερο οπτικό αντίκτυπο για τους ασθενείς απ' ό,τι άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των κοινωνικών δεξιοτήτων και θα μπορούσε να τις ενισχύσει σε μεγάλο βαθμό. Μπορεί επίσης να καταστήσει δυνατή την κατασκευή πιο σύνθετων και ποικίλων καταστάσεων κατά τη διάρκεια της θεραπείας.

Το ανδροειδές αποτελείται από ένα παθητικό αρθρωτό σώμα, εξοπλισμένο με ανθρωπόμορφο κεφάλι. Η φιλοσοφία και η σχεδιαστική προσέγγιση βασίζονται στην προσομοίωση της βιολογικής συμπεριφοράς χρησιμοποιώντας υλικά, δομές και αλγόριθμους ελέγχου που μπορούν να αναπαράγουν μερικές από τις λειτουργίες και αποκρίσεις των ζωντανών συστημάτων. Η αρχιτεκτονική του προσώπου αποτελείται από ένα ανθρωπόμορφο κεφάλι και μια συσκευή εντοπισμού προσώπου και αναγνώρισης έκφρασης. Η κεφαλή αποτελείται από ένα τεχνητό κρανίο που καλύπτεται από τεχνητό δέρμα που είναι μια λεπτή μάσκα με σιλικόνη, εξοπλισμένη με σύστημα αισθητήρων. Το FACE είναι σε θέση να εκφράζει και να ρυθμίζει τα βασικά συναισθήματα με έναν επαναλαμβανόμενο και ευέλικτο τρόπο, να αναλύει ποσοτικά τις συναισθηματικές αντιδράσεις των ατόμων με οπτική ανάλυση της έκφρασης του προσώπου, να παρακολουθεί ένα ανθρώπινο πρόσωπο με την πάροδο του χρόνου και να αποθηκεύει όλα τα δεδομένα. Ο έλεγχος του FACE μπορεί να γίνει

από εξωτερικό επιβλέποντα ή από αλγόριθμο που εφαρμόζει προκαθορισμένο σχέδιο. Οι προσπάθειές για την ανάπτυξη τεχνητών μυών κατάλληλων για το FACE επικεντρώνονται σε γραμμικούς ενεργοποιητές. Αυτές οι συσκευές σχεδιάζονται ως ψευδομυικοί ενεργοποιητές, παρέχοντας την απαραίτητη μηχανική ενέργεια για την ενεργοποίηση του τεχνητού δέρματος και παρουσιάζοντας στατικά και δυναμικά χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα των βιολογικών μυών.

Το FACE χρησιμοποιήθηκε σε ελεγχόμενο περιβάλλον για την αλληλεπίδραση με αυτιστικά παιδιά και είχε ως σκοπό την ανάπτυξη των ικανοτήτων τους σε δύο βασικούς τομείς: την ικανότητα συσχετισμού ενός συναισθήματος με την έκφραση του προσώπου του FACE και την ικανότητα επιλογής του κατάλληλου συναισθήματος για το FACE με βάση μια περιγραφόμενη κοινωνική κατάσταση. Τα αποτελέσματα εφαρμογής του συστήματος ήταν ενθαρρυντικά και άνοιξαν το δρόμο για τη διατύπωση της πεποίθησης ότι η έννοια μιας πιστής ανθρωποειδούς απεικόνισης ή ακόμα και κάποιων επιμέρους πτυχών της μπορεί να έχει εκτεταμένες εφαρμογές που θα μπορούσαν ενδεχομένως να καλύψουν μια μεγάλη ποικιλία πεδίων.



*Εικόνα 6: Το ρομπότ FACE [118]*

#### *Οι εφαρμογές στο πανεπιστήμιο του Sherbrooke*

Από το 1998 στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του πανεπιστημίου του Sherbrooke έχει σχεδιαστεί και αναπτυχθεί μια μεγάλη ποικιλία κινητών ρομποτικών παιχνιδιών με στόχο να χρησιμοποιηθούν ως παιδαγωγικά εργαλεία για παιδιά που πάσχουν από αυτισμό ή άλλες αναπτυξιακές διαταραχές. Δεδομένου ότι κάθε παιδί είναι ένα ξεχωριστό άτομο με προτιμήσεις και δυνατότητες, ίσως δεν είναι δυνατό να σχεδιαστεί ένα πλήρες ρομποτικό παιχνίδι που μπορεί να βοηθήσει στην καταγραφή και διατήρηση του ενδιαφέροντος κάθε παιδιού. Έτσι, η στρατηγική των εμπλεκόμενων σε αυτό το έργο ήταν ο σχεδιασμός πολλών διαφορετικών τύπων ρομπότ και η παρατήρηση των πιθανών παραγόντων που μπορεί να

επηρεάσουν το ενδιαφέρον του παιδιού στην αλληλεπίδρασή του με ένα ρομποτικό παιχνίδι όπως το σχήμα, τα χρώματα, οι ήχοι, η μουσική, η φωνή, οι κινήσεις, ο χορός, κ.λπ. Τα πειράματα που χρησιμοποιούν τα πιο υποσχόμενα σχέδια διεξάγονται από το εργαστήριο LABORIUS, το ερευνητικό εργαστήριο για την κινητή ρομποτική και τα ευφυή συστήματα του Πανεπιστημίου του Sherbrooke.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν αποκάλυψαν ότι τα αυτιστικά παιδιά ενδιαφέρονται για τις κινήσεις που κάνουν τα ρομπότ και απολαμβάνουν την αλληλεπίδραση με αυτές τις συσκευές. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι δεν πρέπει ποτέ να αναμένεται ότι ένα παιδί θα παίξει όπως προβλέπεται με το ρομπότ, γεγονός που πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη κατά το στάδιο του σχεδιασμού αυτών των ρομπότ. Από αυτή την άποψη, η στιβαρότητα και ανθεκτικότητα των ρομπότ είναι σίγουρα πολύ σημαντική, καθώς κάποια από τα πιο εύθραυστα σχέδια των πειραμάτων καταστράφηκαν, αλλά κυρίως από το ίδιο παιδί. Η ύπαρξη αφαιρούμενων εξαρτημάτων είναι καλή όσο αυτά είναι αρκετά μεγάλα: πρέπει να αποφεύγονται όλα τα μικρά εξαρτήματα ή το υλικό που μπορεί εύκολα να αφαιρεθεί. Η συμπεριφορά των ρομπότ με συγκεκριμένους τρόπους (όπως χορός, μουσική κ.λπ.) όταν το παιδί αποκρίνεται σωστά στα αιτήματά του, μπορεί να αποτελέσει ισχυρό κίνητρο για το παιδί ώστε να συνεχίσει να παίζει και να αλληλεπιδρά. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η δημιουργία παιχνιδιών που προσφέρουν κάποιο είδος ανταμοιβής και που μπορούν εύκολα να γίνουν κατανοητά από το παιδί λόγω της απλότητας ή επειδή εκμεταλλεύονται τη χρήση εικονογραμμάτων και γεωμετρικών σχημάτων μπορεί να έχει πολύ καλά αποτελέσματα.

#### *Keeron*

Το ρομπότ Keeron [119] δημιουργήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος Communication-Care, που επιδιώκει την πιθανή χρήση διαδραστικών ρομπότ ώστε να βοηθήσουν και να ενθαρρύνουν ανθρώπους, τόσο παιδιά όσο και ηλικιωμένους, με διαταραχές επικοινωνίας να αποκτήσουν και/ή να διατηρήσουν τις ικανότητές τους για διαπροσωπικές επικοινωνίες.

Το ρομπότ Keeron έχει σχεδιαστεί για να εκτελεί συναισθηματική αλληλεπίδραση με ανθρώπους με τον απλούστερο και πιο ολοκληρωμένο τρόπο. Το άνω μέρος του ρομπότ (το κεφάλι) έχει δύο μάτια, καθένα από τα οποία είναι έγχρωμη κάμερα CCD (Charge-coupled Device) με φακό ευρείας γωνίας και μύτη, που είναι στην πραγματικότητα ένα μικρόφωνο. Το κάτω μέρος ("κοιλιά") έχει ένα μικρό αντίζυγο και τέσσερα σύρματα, με τα οποία το σώμα χειρίζεται σαν μαριονέτα. Τέσσερις κινητήρες και δύο πίνακες κυκλωμάτων εγκαθίστανται σε ένα μαύρο κύλινδρο. Δεδομένου ότι το σώμα είναι κατασκευασμένο από καουτσούκ σιλικόνης και το εσωτερικό του είναι σχετικά κοίλο, το κεφάλι και η κοιλιά του Keeron παραμορφώνονται κάθε φορά που αλλάζει τη στάση του σώματος και όταν το αγγίζουν. Οι τέσσερις βαθμοί



ελευθερίας του ρομπότ του επιτρέπου να παράγει δύο ποιοτικά διαφορετικούς τύπους δράσης:

- Δράση προσοχής: Το ρομπότ στρέφει το κεφάλι πάνω/ κάτω και αριστερά/ δεξιά για να προσανατολίζει το πρόσωπο και το σώμα του σε ένα συγκεκριμένο στόχο στο περιβάλλον. Το Keeron φαίνεται να αντιλαμβάνεται τον στόχο και αυτό περιλαμβάνει την επαφή με τα μάτια και την προσοχή.
- Συναισθηματική δράση: Κρατώντας την προσοχή του σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, το Keeron ταλαντώνει το σώμα του από τη μία πλευρά στην άλλη ή πάνω και κάτω, δίνοντας την εντύπωση ότι εκφράζει συναισθήματα, όπως ευχαρίστηση ή ενθουσιασμό, σχετικά με το στόχο.

Το Keeron μπορεί να λειτουργήσει είτε σε αυτόματη λειτουργία είτε να κατευθυνθεί χειροκίνητα. Δοκιμάστηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα σε παιδιά με αυτισμό και άλλες διαταραχές καθώς και σε παιδιά που αναπτύσσονται κανονικά και παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά με δυσκολία στη διαπροσωπική επικοινωνία ήταν σε θέση να προσεγγίσουν το Keeron με περιέργεια και ασφάλεια. Αυτό μάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι το ρομπότ δεν είναι ένα απλό παιχνίδι αλλά παράλληλα δεν εμφανίζει την πολυπλοκότητα των ανθρώπων. Πολλά από τα παιδιά θέλησαν να μοιραστούν την ευχαρίστηση που έβρισκαν κατά την αλληλεπίδρασή τους με το ρομπότ με τρίτα άτομα. Επίσης, κάθε παιδί έδειξε διαφορετικό στυλ αλληλεπίδρασης, το οποίο μάλιστα άλλαζε με την πάροδο του χρόνου, κάτι που έδωσε αρκετές πληροφορίες σχετικά με την ιστορία της προσωπικότητάς του και του αναπτυξιακού του προφίλ. Τα παραπάνω δε θα μπορούσαν να περιγραφούν εξ ολοκλήρου από μια διάγνωστική «ταμπέλα», όπως «Αυτισμός».



Εικόνα 7: Το ρομπότ Keeron [119]

#### *Pleo*

Στη μελέτη [120] εξετάστηκαν και συγκρίθηκαν οι κοινωνικές συμπεριφορές νεαρών παιδιών με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού κατά τη διάρκεια αλληλεπιδράσεων με έναν ενήλικα άνθρωπο, ένα παιχνίδι υπολογιστή με χρήση οθόνης αφής και ένα ρομπότ – δεινόσαυρο, τον Pleo. Ο Pleo τροφοδοτείται με

μπαταρία και έχει 15 βαθμούς μηχανικής ελευθερίας. Για τις ανάγκες της μελέτης το λογισμικό του ρομπότ επεκτάθηκε ώστε αυτό να καταστεί ελεγχόμενο από ένα φορητό τηλεχειριστήριο τηλεόρασης, το οποίο επικοινωνεί με το Pleo μέσω ενός ενσωματωμένου υπέρυθρου δέκτη, επιτρέποντας στο χρήστη κάθε στιγμή να επιλέγει ένα από 13 προσαρμοσμένα και προ-καταγεγραμμένα σενάρια συμπεριφοράς και κίνησης. Ο Pleo έχει τη δυνατότητα, επίσης, να παράγει ήχους μέσα από ένα ηχείο ενσωματωμένο στο στόμα του.

Το ρομπότ Pleo προγραμματίστηκε σε 10 κοινωνικά εκφραστικές συμπεριφορές που περιλαμβάνουν ένα χαιρετισμό, έξι συναισθηματικές εκφράσεις και τρεις εκφράσεις κατεύθυνσης ώστε να κατευθύνεται προς κοντινά αντικείμενα. Όλες οι κοινωνικά εκφραστικές συμπεριφορές αποτελούνται από κινήσεις συγχρονισμένες με φωνητικές εγγραφές σε μορφή ομιλίας. Επίσης, το ρομπότ προγραμματίστηκε και σε τρεις μη κοινωνικές συμπεριφορές.

Οι συνθήκες αλληλεπίδρασης μεταξύ του παιδιού, του ενήλικα και του ρομπότ σχεδιάστηκαν για να προκαλέσουν κοινωνική αλληλεπίδραση. Η αλληλεπίδραση με το παιχνίδι μέσω οθόνης αφής δεν σχεδιάστηκε για να προκαλέσει κοινωνική αλληλεπίδραση και έτσι δεν ακολούθησε τη δομή των προηγούμενων. Η πρόθεσή της μελέτης ήταν η σύγκριση των απαντήσεων των συμμετεχόντων σε δύο νέες, ενδιαφέρουσες τεχνολογίες, οι οποίες προσέφεραν αντιφατικές ποσότητες κοινωνικής ενίσχυσης. Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν ότι τα παιδιά μίλησαν περισσότερο, γενικά, κατά την αλληλεπίδραση με ένα «κοινωνικό» ρομπότ παρά με έναν άλλο ενήλικα ή ένα παιχνίδι υπολογιστή με οθόνη αφής. Φυσικά, δεν πρέπει να προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι το ρομπότ και ο ενήλικας προκαλούσαν μεγαλύτερη λεκτική αλληλεπίδραση από το ηλεκτρονικό παιχνίδι, δεδομένου ότι η κατάσταση αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή δεν σχεδιάστηκε για να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση. Επίσης, τα παιδιά θέλησαν να επικοινωνήσουν τον ενθουσιασμό και την περιέργειά τους για το ρομπότ, κάνοντας ερωτήσεις για τη λειτουργία του.

#### *INSIDE*

Οι πιο πρόσφατες μελέτες που αφορούν το σχεδιασμό και τη χρήση ρομπότ στη θεραπεία του αυτισμού επικεντρώνονται όλο και περισσότερο στη δημιουργία αυτόνομων ρομπότ. Στις προαναφερθείσες προσπάθειες, τις περισσότερες φορές η συμπεριφορά των ρομπότ ήταν αποτέλεσμα του χειρισμού ενός ή περισσότερων ατόμων, θεραπευτών ή τεχνικού προσωπικού. Καθώς, όμως, οι αλληλεπιδράσεις γίνονται ολοένα και πιο πολύπλοκες και πολυπαραγοντικές, αυξάνεται η επιβάρυνση του ανθρώπινου παράγοντα και προκύπτει όλο και πιο επιτακτικά η ανάγκη δημιουργίας αυτόνομων ρομπότ, ειδικά σχεδιασμένων στο να επιτελούν κοινωνικό ρόλο. Για παράδειγμα, στη μελέτη [121] περιγράφεται ένα ρομπότ που αλληλεπιδρά αυτόνομα με ένα αυτιστικό παιδί κατά τη διάρκεια μιας συνεδρίας θεραπείας. Κατά τη διάρκεια των συνεδριών, το παιδί και ο θεραπευτής τοποθετούνται μπροστά στο ρομπότ και αλληλεπιδρούν μαζί του. Η διαδικασία αποτελείται από πολλούς γύρους, όπου ζητείται από το παιδί να



έρθει σε οπτική επαφή ή να ερμηνεύσει συναισθηματικές εκφράσεις, είτε με το ρομπότ είτε με το θεραπευτή. Το ρομπότ αναγνωρίζει με αυτόνομο τρόπο τόσο το παιδί όσο και το θεραπευτή και η δραστηριότητα προχωρά. Σε σενάρια όπως αυτό, τα αυτόνομα ρομπότ έχουν τη δυνατότητα να επιδείξουν δυνατότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης αλλά το πλαίσιο επικοινωνίας συνεχίζει να βασίζεται σε δομημένα πλαίσια, συνήθως ακολουθώντας ένα αυστηρό σενάριο.

Το σύστημα INSIDE [122] ξεχωρίζει από τα προαναφερθέντα μοντέλα καθώς χρησιμοποιεί ρομπότ που λειτουργούν με απόλυτα αυτόνομο τρόπο και παρουσιάζουν δυνατότητες κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Συγκεκριμένα, το ρομπότ προωθεί και εξηγεί τις διάφορες θεραπευτικές δραστηριότητες, παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με το έργο - όπως ενθάρρυνση ή ενίσχυση - και ζητά βοήθεια. Επίσης, φιλοξενεί ένα πλούσιο σύνολο δραστηριοτήτων στο οποίο το παιδί έχει τη δυνατότητα να μετακινείται ελεύθερα γύρω από την αίθουσα θεραπείας. Το αυτόνομο ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια του πρότζεκτ είναι το ASTRO ενώ οι συνεδρείες ακολούθησαν το μοντέλο DIR/Floortime, το οποίο αποτελεί μια ημιδομημένη παρέμβαση που σχεδιάστηκε από Αμερικανούς ψυχιάτρους και έχει σκοπό τη βελτίωση των κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων αυτιστικών παιδιών μέσω διαδραστικών παιχνιδιών [123].

Η βασική ιδέα που βασίζεται μεγάλο μέρος της έρευνας στο INSIDE είναι η έννοια της «συμβιωτικής αυτονομίας». Προκειμένου να αναπτυχθεί μια αυτόνομη πλατφόρμα ρομπότ, ικανή να αλληλεπιδρά με ανθρώπους στο πλαίσιο μιας συγκεκριμένης εργασίας, το ρομπότ πρέπει να μπορεί να δρα σε καταστάσεις όπου ούτε αυτό ούτε ο άνθρωπος είναι σε θέση να ολοκληρώσουν πλήρως ένα έργο χωρίς τη βοήθεια ο ένας του άλλου, λόγω αναπόφευκτων περιορισμών κατά το σχεδιασμό του έργου. Αυτή η έννοια της «συμβιωτικής αυτονομίας» συναντάται σε αρκετά πλάνα θεραπείας αυτιστικών παιδιών. Πολλές από τις δραστηριότητες που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή θεραπεία λαμβάνουν υπόψη ένα σχέδιο «συμβιωτικής αυτονομίας» και αναπτύσσονται για να επικεντρωθούν στις συμπεριφορικές ελλείψεις των παιδιών, όπως είναι η δυσκολία διατύπωσης αιτημάτων βοήθειας ή αντιμετώπισής τους.

Η υποδομή του INSIDE αποτελείται από ένα δικτυωμένο σύστημα ρομπότ. Το δίκτυο περιλαμβάνει ένα σύνολο από 3D κάμερες τοποθετημένες στους τοίχους και την οροφή του θεραπευτικού χώρου, εξασφαλίζοντας πλήρη οπτική κάλυψη του δωματίου. Η ροή από κάθε κάμερα επεξεργάζεται τοπικά, για να αποφευχθεί η υπερφόρτωση του δικτύου. Συνολικά, το δίκτυο κάμερας παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την ανθρώπινη δραστηριότητα στο χώρο (συμπεριλαμβανομένης της ανίχνευσης παιδιών κ.λπ.). Ένα tablet που είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο χρησιμοποιείται για την εκτέλεση ασκήσεων από το παιδί ενώ ένα απομακρυσμένο μικρόφωνο χρησιμοποιείται για να επεξεργαστεί την ομιλία του θεραπευτή που αλληλεπιδρά με το παιδί και το ρομπότ. Οι υπόλοιπες δραστηριότητες της συνεδρίας εξαρτώνται σχεδόν

αποκλειστικά από τους αισθητήρες του ρομπότ. Το ρομπότ ASTRO είναι μια κινητή πλατφόρμα σχεδιασμένη για αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και ρομπότ. Περιλαμβάνει ένα σύνολο λείζερ, που χρησιμοποιούνται για αυτόνομη πλοήγηση και ανίχνευση εμποδίων. Περιλαμβάνει επίσης μια οθόνη LCD (Liquid-crystal Display) στην περιστρεφόμενη κεφαλή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των εκφράσεων του προσώπου και των ενεργειών ομιλίας καθώς και μια οθόνη αφής στο μπροστινό μέρος, που χρησιμοποιείται για αλληλεπιδράσεις αφής. Τέλος, περιλαμβάνει μια αφαιρούμενη θήκη που καλύπτεται από έναν αισθητήρα RFID (Radio-frequency Identification), ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ανιχνεύσει πότε τοποθετούνται συγκεκριμένα αντικείμενα σε αυτή κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

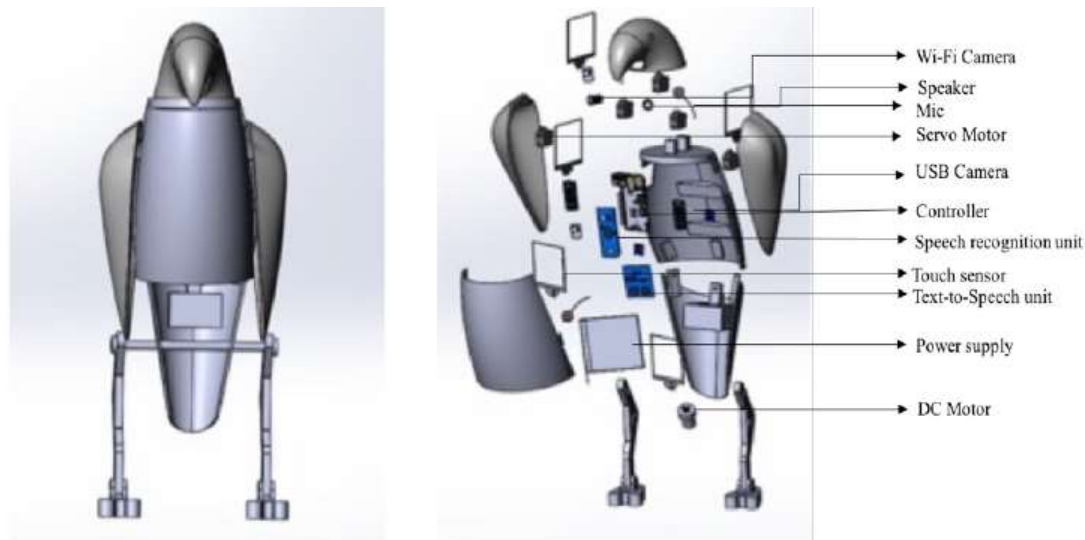
Πραγματοποιήθηκε μια σειρά μελετών για την αξιολόγηση της αυτονομίας και της επίδοσης του συστήματος καθώς και για τη διαπίστωση του αντίκτυπου που έχει η χρήση του στη θεραπεία των παιδιών με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν την ευρωστία και αυτονομία του συστήματος καθώς και τις δυνατότητες που μπορεί να έχει μια τέτοια ευρεία προσέγγιση στη θεραπεία του αυτισμού.

#### *KiliRo*

Στη συγκεκριμένη μελέτη, ένα ρομπότ με τη μορφή παπαγάλου αναπτύχθηκε με σκοπό τη βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτισμό [124]. Είναι μία από τις λίγες προσπάθειες στον τομέα της ρομποτικής που προσπαθεί να προσομοιάσει τα οφέλη της εμπλοκής των ζώων στη θεραπευτική διαδικασία. Οι παπαγάλοι, συγκεκριμένα, έχουν χρησιμοποιηθεί σε διάφορα θεραπευτικά περιβάλλοντα και έχει αναφερθεί ότι παρέχουν οφέλη ψυχολογικής και κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Παρολ' αυτά, η χρήση τους εξακολουθεί να εμπεριέχει κάποιους περιορισμούς και κινδύνους, όπως οποιαδήποτε άλλη υποβοηθούμενη από ζώα θεραπεία, για παράδειγμα τον κίνδυνο της πρόκλησης τραυματισμού ή τη μετάδοση ασθενειών. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα ρομπότ εμπνευσμένο από τον παπαγάλο με σκοπό την ενίσχυση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης των παιδιών με αυτισμό. Το ρομπότ KiliRo αποτελείται από τρία μέρη. Το πάνω μέρος αποτελείται από ένα κεφάλι με δύο μάτια και ράμφος. Εμπεριέχει έναν αισθητήρα αφής, δύο ασύρματες κάμερες, δύο σερβοκινητήρες, ένα μικρόφωνο και ένα ηχείο. Το μεσαίο τμήμα αποτελείται από ένα σώμα με δύο φτερούγες και φιλοξενεί τους ελεγκτές, τη μονάδα σύνθεσης ομιλίας, τη μονάδα κειμένου-ομιλίας, κάμερα USB, έξι αισθητήρες αφής, έναν υπερηχητικό αισθητήρα, τρεις σερβοκινητήρες και έναν κινητήρα DC. Το κάτω μέρος αποτελείται από ένα δίποδο μηχανισμό κίνησης.

Το ρομπότ χρησιμοποιήθηκε σε πειράματα με σκοπό να συγκριθεί η αλληλεπίδραση του με τα αυτιστικά παιδιά σε σχέση με την αντίστοιχη αλληλεπίδραση ενός ενήλικα. Για το σκοπό αυτό, παρατηρήθηκαν δώδεκα τύποι συμπεριφορών των παιδιών κατά τη διάρκεια των συνεδριών. Τα αποτελέσματα

έδειξαν ότι το ενδιαφέρον των παιδιών αυξάνεται κατά την επαφή τους με το ρομπότ και οι κοινωνικές τους δεξιότητες παρουσιάζουν βελτίωση. Ωστόσο, περιορισμό για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων αποτελεί το γεγονός ότι το δείγμα των συμμετεχόντων καθώς και το χρονικό διάστημα πραγματοποίησης των μετρήσεων ήταν σχετικά μικρά.



Εικόνα 8: Το ρομπότ KiliRo [124]

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά και ο σκοπός παρέμβασης των ρομπότ των παραπάνω μελετών:

Πίνακας 3: Μελέτες που βασίζονται στην ρομποτική

Ρομπότ	Χαρακτηριστικά	Σκοπός
Labo-1	Υπέρηθοι αισθητήρες, πυροηλεκτρικοί αισθητήρες, φωνητική παραγωγή, τετρακύλινδρος τροχός κίνησης	Ενίσχυση των κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτισμό
Robota	1 βαθμός ελευθερίας, υπέρηθος πομπός/δέκτης, ανιχνευτής φωτός, αίσθηση της αφής, σύνθεση/επεξεργασία ομιλίας, επεξεργασία δεδομένων βίντεο, ανίχνευση κίνησης	Ενίσχυση των κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτισμό
FACE	Οπτική ανάλυση προσώπου,	Η εκπαίδευση παιδιών στην ικανότητα

	προσομοίωση μυών του προσώπου, αποθήκευση δεδομένων	συσχετισμού έκφρασης-συναισθήματος και στην ικανότητα επιλογής κατάλληλου συναισθήματος με βάση κάποιο σενάριο
KeepOn	Κάμερα CCD, μικρόφωνο, 4 κινητήρες, 2 πίνακες κυκλωμάτων, 4 βαθμοί ελευθερίας	Ενίσχυση της θεραπείας των παιδιών με αυτισμό με στόχο τις κοινωνικές και συναισθηματικές δεξιότητες
Pleo	15 βαθμοί ελευθερίας, ενσωματωμένος υπέρυθρος δέκτης, παραγωγή ήχου	Ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτισμό
ASTRO	Laser για ανίχνευση εμποδίων, LCD οθόνη για δημιουργία εκφράσεων και ομιλίας, οθόνη αφής, αισθητήρας RFID	Ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτισμό
KiliRo	Αισθητήρας αφής, σερβοκινητήρες, μικρόφωνο, ηχείο, κάμερες	Ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών με αυτισμό

## Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

Ο τομέας της συναισθηματικής υπολογιστικής και το μεγάλο εύρος μεθόδων και εφαρμογών που εμπερικλείει μπορούν να συμβάλουν αποφασιστικά στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων με σύνδρομα στο φάσμα του αυτισμού, ενισχύοντας τις συναισθηματικές και κοινωνικές τους δεξιότητες. Από τις προαναφερθείσες μελέτες φαίνεται ότι η τεχνολογία με τα τεράστια μέσα που διαθέτει μπορεί να επιτελέσει επικουρικό έργο σε ήδη υπάρχουσες συμβατικές θεραπείες αλλά και να προτείνει νέες τεχνικές με στόχο την κατανόηση του συναισθηματικού κόσμου των αυτιστικών ατόμων και, συνεπώς, την αποτελεσματικότερη εκπαίδευσή τους.

Έχοντας τη δυνατότητα, πλέον, σε ένα βαθμό να δρουν όχι μόνο ως μηχανές αλλά και σαν άνθρωποι, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό και πολύτιμο μέρος των εκπαιδευτικών τεχνικών, ειδικότερα εκείνων που στοχεύουν στο συναίσθημα και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα αυτιστικά άτομα, ιδίως τα παιδιά, απολαμβάνουν την αλληλεπίδραση με τους υπολογιστές, καθώς τους θεωρούν γενικά "ασφαλείς". Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι οι υπολογιστές, σε αντίθεση με τους ανθρώπους, δε χαρακτηρίζονται από τις προσδοκίες και τις κρίσεις που καθιστούν την κοινωνική αλληλεπίδραση προβληματική για τα αυτιστικά άτομα. Τα συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών αντιπροσωπεύουν ένα ελεγχόμενο περιβάλλον με ελάχιστους ή καθόλου περισπασμούς, το οποίο είναι καθοριστικής σημασίας για την εκπαιδευτική διαδικασία για αυτιστικά παιδιά. Από τις παραπάνω μελέτες φαίνεται ότι σε αλληλεπιδράσεις με ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τα παιδιά με αυτισμό μπορούν να αισθάνονται κάποιο επίπεδο ελέγχου πάνω στο περιβάλλον, το οποίο δεν μπορεί να συμβεί όταν αλληλεπιδρούν με ανθρώπους. Επιπλέον, αυτό το αίσθημα ελέγχου είναι ανεξάρτητο από το είδος της διεπαφής λογισμικού και είναι γενικό σε όλες τις αλληλεπιδράσεις με τους υπολογιστές.

Η πρόσφατη πρόοδος στην τεχνολογία των υπολογιστών σε κινητές συσκευές έχει ανοίξει τεράστιες δυνατότητες για τις εφαρμογές που είναι σχεδιασμένες και προορισμένες για παιδιά με αυτιστικές διαταραχές. Οι μελέτες που εστιάζουν στη χρήση «έξυπνων» κινητών τηλεφώνων και αναλύθηκαν παραπάνω εκμεταλλεύονται χαρακτηριστικά όπως είναι το ευέλικτο περιεχόμενο πολυμέσων, η αποθήκευση, η φορητότητα, η απλή χρήση και το χαμηλό κόστος. Επίσης, παρουσιάζουν μια σαφή εικόνα σχετικά με το πώς ορισμένες από τις παραδοσιακές τεχνικές παρέμβασης μπορούν να εξομοιωθούν με την κινητή τεχνολογία, όπου μπορούν να εφαρμοστούν στρατηγικές υψηλής τεχνολογίας με περισσότερη ευελιξία και φορητότητα. Ωστόσο, οι μέχρι τώρα προσπάθειες σε αυτό το χώρο δεν έχουν τεκμηριώσει επαρκώς τα ευρήματά τους με τη διενέργεια εμπειριστατωμένων και συστηματικών ερευνών. Αν και υπάρχουν αναφορές για βελτίωση της ζωής των ατόμων που τις χρησιμοποιούν, αυτές είναι πολλές φορές ανέκδοτες και ανεπίσημες. Είναι επιτακτική, λοιπόν, η ανάγκη για τεκμηριωμένη, εμπειρική και καλά σχεδιασμένη ανάλυση της αξιοπιστίας των εφαρμογών σε κινητές συσκευές, ώστε να υπάρχει μια ολιστική αντίληψη για τις δυνατότητες που προσφέρουν καθώς και για τις ανάγκες που πρέπει να καλυφθούν κατά το σχεδιασμό τους στο μέλλον.

Υπάρχουν πολλά πιθανά πλεονεκτήματα στη χρήση των ρομπότ για την κοινωνική και συναισθηματική εκπαίδευση ατόμων με αυτισμό. Αυτά περιλαμβάνουν την εγγενή προσέλκυση των αυτιστικών ατόμων στην τεχνολογία, την επαναληπτική ικανότητα των ρομπότ να παράγουν απλές και μεμονωμένες κοινωνικές συμπεριφορές καθώς και το γεγονός ότι μπορούν εύκολα να προγραμματιστούν και να προσαρμοστούν, έτσι ώστε κάθε παιδί να λάμβάνει εξατομικευμένη θεραπεία. Κάποιες μελέτες εξέτασαν τις αποκρίσεις και αντιδράσεις αυτιστικών ατόμων σε χαρακτηριστικά των ρομπότ σε σύγκριση με την αντίδραση σε χαρακτηριστικά άλλων ανθρώπων ή παιχνιδιών. Τα προκαταρκτικά ευρήματα έδειξαν ότι πολλά από αυτά τα άτομα έδειξαν προτίμηση στα πρώτα. Ακόμα, μερικές μελέτες έδειξαν πολλά υποσχόμενα προκαταρκτικά δεδομένα ότι ένα ρομπότ μπορεί να προκαλέσει στερεοτυπικές / επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές ή ακόμα και συμπεριφορές όπως διάθεση για αλληλεπίδραση, κοινή προσοχή και συνεργασία με συνομηλίκους. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν περιπτώσεις πειραμάτων όπου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ενώ οι συμμετέχοντες έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το ρομπότ απ' ό,τι για έναν άνθρωπο, ο δεύτερος τους βοήθησε περισσότερο στην ενίσχυση και βελτίωση μιας δεξιότητας-στόχου.

Όσον αφορά των τομέα της εικονικής πραγματικότητας, από τη μελέτη της βιβλιογραφίας γίνεται σαφές ότι οι εφαρμογές της αποτελούν ελπιδοφόρα εργαλεία τόσο στην αξιολόγηση των ικανοτήτων των ατόμων με αυτισμό όσο και στη βελτίωση μιας ποικιλίας ενδοπροσωπικών ελλειμμάτων που μπορεί να εκδηλωθούν από τη διαταραχή. Επιτρέποντας τους να δρουν σε περιβάλλοντα που επιτρέπουν την ασφαλή αλληλεπίδραση και σε εξαιρετικά ρεαλιστικές καταστάσεις, τα αυτιστικά άτομα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδρασή τους, να ερμηνεύσουν και να κατανοήσουν τις συναισθηματικές και κοινωνικές ικανότητες που απαιτούνται στην πραγματική ζωή.

Από τα αποτελέσματα των μελετών που αναλύθηκαν προκύπτουν εκτός από τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα και ορισμένοι περιορισμοί. Η βιβλιογραφία παρέχει λίγες πληροφορίες σχετικά με το βαθμό στον οποίο τα άτομα με αυτισμό γενικεύουν τις δεξιότητες που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης σε επιπλέον περιβάλλοντα και στην πραγματική ζωή. Κάποιοι ερευνητές εντόπισαν ότι τα άτομα με αυτισμό δυσκολεύονται να εντοπίσουν κοινωνικές ενδείξεις «in vivo», επειδή ο εντοπισμός των συναισθημάτων και των ψυχικών καταστάσεων σε πραγματικό χρόνο απαιτεί πολυπαραγοντική επεξεργασία πληροφοριών. Για το λόγο αυτό, η εκπαίδευση μέσω τεχνολογικών μέσων μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα των αυτιστικών ατόμων να αποκτήσουν τις δεξιότητες που είναι απαραίτητες για να αναγνωρίσουν τα συναισθήματα, τις ψυχικές καταστάσεις και τα πρόσωπα. Ωστόσο, δεδομένης της δυσκολίας που αντιμετωπίζουν τα άτομα αυτά στη γενίκευση των κοινωνικών συναισθηματικών δεξιοτήτων, η παραδοσιακή διδασκαλία σε περιβάλλοντα πραγματικής ζωής θα συνεχίσει να είναι ουσιαστική. Όπως προτάθηκε σε μερικές από τις μελέτες, οι επαγγελματίες που ασχολούνται με την εκπαίδευση και θεραπεία αυτιστικών ατόμων θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά τα μέσα της τεχνολογίας σε συνδυασμό με μια ομαδική δραστηριότητα ή σε συνεργασία με έναν εκπαιδευτή ενηλίκων για να προωθήσουν τη γενίκευση και τα κίνητρα. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να

περιλαμβάνει μέτρα αξιολόγησης της γενίκευσης των συμπεριφορών ή των δεξιοτήτων στις οποίες στοχεύει η προτεινόμενη κάθε φορά τεχνολογική παρέμβαση, καθώς και να αξιολογεί τα εκπαιδευτικά στοιχεία που μπορούν να διευκολύνουν τη βελτιωμένη γενίκευση και συντήρηση.

Τα αποτελέσματα των ερευνών υποδεικνύουν, επίσης, μια πιθανή συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας εμφάνισης της τεχνολογικής παρέμβασης και της βελτίωσης των επιδόσεων των ατόμων με αυτισμό σχετικά με στοχευμένες δεξιότητες και συμπεριφορές. Συγκεκριμένα, σε κάποιες έρευνες φάνηκε ότι το μέγεθος της βελτίωσης στην αναγνώριση των συναισθημάτων συσχετίστηκε θετικά με το πόσες φορές χρησιμοποιήθηκε το προτεινόμενο πρόγραμμα. Ωστόσο, κάποιες φορές υπάρχει και ο κίνδυνος εμφάνισης υψηλού ποσοστού απόσυρσης των συμμετεχόντων, συνήθως λόγω του χρόνου που απαιτείται για να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα παρέμβασης. Αυτά τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης μιας παρέμβασης μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των αποτελεσμάτων, αλλά απαιτεί προσεκτική και ενδεδειγμένη εξέταση του ημερήσιου χρονοδιαγράμματος και του κινήτρου ενός ατόμου για να συμμετάσχει. Οι μελλοντικές προσπάθειες έρευνας θα πρέπει να εξετάσουν την αποτελεσματικότητα των τεχνολογικών παρεμβάσεων όταν παρέχονται παράλληλα με οδηγίες πρόσωπο με πρόσωπο που στοχεύουν σε κοινωνικές και συναισθηματικές ιδιότητες. Επιπλέον, θα πρέπει να μελετηθεί και να αξιολογηθεί προσεκτικά η μικρότερη δυνατή «δοσολογία» της παρέμβασης που δίνει θετικά αποτελέσματα για ένα άτομο ώστε να αποφευχθεί η τριβή του συμμετέχοντα ή η απόσυρσή του από ένα πρόγραμμα.

Η πλειοψηφία των τεχνολογικών συστημάτων που παρουσιάστηκαν στην παρούσα εργασία σχεδιάστηκαν για να διδάξουν κοινωνικές και συναισθηματικές δεξιότητες σε μικρά παιδιά με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Αυτό το εύρημα δεν προκαλεί έκπληξη, δεδομένης της έμφασης που δίνεται σε ερευνητικό επίπεδο στις παρεμβάσεις σε μικρά παιδιά με αυτισμό. Ωστόσο, τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας, ειδικά οι έφηβοι και οι νέοι ενήλικες που έχουν κάποια μορφή αυτισμού, μπορεί να απαιτούν περιεχόμενο και περιβάλλον εκπαίδευσης αρκετά εξελιγμένα κοινωνικά και συναισθηματικά (π.χ. αποδοχή κριτικής στο χώρο εργασίας, ραντεβού) εκτός από σενάρια που αφορούν βασικές κοινωνικές και συναισθηματικές δεξιότητες (π.χ. η έναρξη μιας συζήτησης). Επιπλέον, η συμπερίληψη σχετικών κοινωνικών καταστάσεων κατάλληλων για την ηλικία του ατόμου στο οποίο απευθύνεται το εκπαιδευτικό πρόγραμμα μπορεί να ενισχύσει το κίνητρό του να συμμετάσχει και να βελτιώσει τη γενίκευση στην καθημερινή ζωή. Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να αξιολογεί τις επιπτώσεις των κατάλληλων και σχεδιασμένων με βάση την ηλικία προγραμμάτων στις κοινωνικές και συναισθηματικές δεξιότητες των εφήβων και των νεαρών ενηλίκων με αυτιστικές διαταραχές.

Ένας άλλος μεθοδολογικός περιορισμός στον οποίο πρέπει να δοθεί έμφαση κατά την αξιολόγηση των παραπάνω μελετών είναι το γεγονός ότι πολλές από αυτές εφάρμοσαν τα συστήματά τους σε μη επαρκή αριθμό ατόμων και σε μη επαρκή χρονικό διάστημα. Επειδή πρόκειται για μια σχετικά νέα περιοχή εξερεύνησης, πολλές από τις προσεγγίσεις που παρουσιάστηκαν στηρίχτηκαν σε προκαταρκτικές μελέτες και όχι σε συστηματικές παρακολουθήσεις εφαρμογής των τεχνολογιών τους. Λόγω του προκαταρκτικού χαρακτήρα τους, τα μεγέθη

των δειγμάτων ήταν μικρά ενώ σε κάποιες από αυτές δεν υπήρξε ανεξάρτητη διαγνωστική επιβεβαίωση που να ακολουθεί θεσμοθετημένους κανόνες και πρότυπα γύρω από την ασθένεια. Λίγες ήταν οι μελέτες που πραγματοποίησαν στατιστικές συγκρίσεις μεταξύ ομάδων ή μεταξύ συνθηκών.

Συμπερασματικά, η εξέλιξη της τεχνολογίας και οι καινούριες δυνατότητες που αυτή προσφέρει, όπως ο τομέας της ρομποτικής και της εικονικής πραγματικότητας, έχει καταλυτικό ρόλο πλέον στη βελτίωση των κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων των ατόμων με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Μέθοδοι που βασίζονται στη χρήση της τεχνολογίας μπορούν να έχουν τα ίδια ή και συνδυαστικά καλύτερα αποτελέσματα από τις παραδοσιακές μεθόδους εκπαίδευσης και συμπεριφορικής θεραπείας. Δεδομένης της πολυπαραγοντικής και πολύπλοκης φύσης της διαταραχής του αυτισμού, πρέπει να γίνεται αρκετά προσεκτική μελέτη από τους επαγγελματίες του χώρου για τις προδιαγραφές που πρέπει να διαθέτει ένα σύστημα τεχνολογικής παρέμβασης καθώς και για τον καθορισμό του πλαισίου στο οποίο θα χρησιμοποιηθεί. Μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να εστιάσουν στη μελέτη της αποτελεσματικότητας των τεχνολογιών σε συνδυασμό με την παραδοσιακή διδασκαλία κοινωνικών δεξιοτήτων, στον εντοπισμό μεμονωμένων χαρακτηριστικών που μπορούν να προβλέψουν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων, στη δημιουργία εξατομικευμένων λύσεων και την ενίσχυση της γενίκευσης των αποτελεσμάτων στην καθημερινή ζωή.



## Βιβλιογραφία

- [1] L. Wing, “The autistic spectrum.” *Lancet*, vol. 350, no. 9093, pp. 1761–1766, 1997.
- [2] A. P. Association, *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Publishing, 2013.
- [3] Π. Ο. Υγείας, *Διεθνής Στατιστική Ταξινόμηση Νόσων Και Συναφών Προβλημάτων Υγείας. Δέκατη Αναθεώρηση*. 2008.
- [4] R. Houston and U. Frith, *Autism in History: The Case of Hugh Blair of Borgue*. Wiley, 2000.
- [5] J.-M. G. Itard, *The wild boy of Aveyron*. East Norwalk, CT, US: Appleton-Century-Crofts, 1962.
- [6] L. Wing, “The history of ideas on autism - Legends, myths and reality,” *Autism*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, 1997.
- [7] S. Wolff, “The history of autism,” *Eur. Child Adolesc. Psychiatry*, vol. 13, no. 4, pp. 201–208, 2004.
- [8] S. E. Mouridsen, “Childhood disintegrative disorder,” *Brain Dev.*, vol. 25, no. 4, pp. 225–228, Jun. 2003.
- [9] L. Kanner, “Autistic disturbances of affective contact.,” *Nerv. Child*, vol. 2, pp. 217–250, 1943.
- [10] H. Asperger, ‘*Autistic psychopathy*’ in *childhood*. 2009.
- [11] L. Wing and J. Gould, “Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–29, Mar. 1979.
- [12] L. Wing, “Asperger’s syndrome: A clinical account,” *Psychol. Med.*, vol. 11, no. 1, pp. 115–129, 1981.
- [13] L. Wing, “The Continuum of Autistic Characteristics,” *Diagnosis Assess. Autism*, pp. 91–110, 2013.
- [14] I. KOLVIN, “Studies in the Childhood Psychoses: Diagnostic Criteria and Classification,” *Br. J. Psychiatry*, vol. 118, no. 545, pp. 381–384, Apr. 1971.
- [15] S. Chess, “Autism in children with congenital rubella,” *J. Autism Child. Schizophr.*, vol. 1, no. 1, pp. 33–47, Jan. 1971.
- [16] E. Fombonne, “Epidemiology of pervasive developmental disorders,” *Pediatr. Res.*, vol. 65, no. 6, pp. 591–598, 2009.
- [17] Α. Βουτυρά, “« Ο ρόλος της έκφρασης συναισθημάτων μέσα στην οικογένεια και της συναισθηματικής νοημοσύνης νεαρών ατόμων στις ακαδημαϊκές τους επιδόσεις »,» 2009.

- [18] W. B. Cannon, "The James-Lange theory of emotions: A critical examination and an alternative theory," *Am. J. Psychol.*, vol. 39, no. 1/4, pp. 106–124, 1927.
- [19] W. B. Cannon, "Again the James-Lange and the thalamic theories of emotion.," *Psychol. Rev.*, vol. 38, no. 4, p. 281, 1931.
- [20] C. Darwin and P. Prodger, *The expression of the emotions in man and animals*. Oxford University Press, USA, 1998.
- [21] P. Ekman, "Facial expressions," *Handb. Cogn. Emot.*, vol. 16, no. 301, p. e320, 1999.
- [22] R. Plutchik and H. Kellerman, *Emotion, theory, research, and experience*. Academic press, 1980.
- [23] R. Plutchik, "A general psychoevolutionary theory of emotion," in *Theories of emotion*, Elsevier, 1980, pp. 3–33.
- [24] A. R. Damasio, "Emotions and feelings," in *Feelings and emotions: The Amsterdam symposium*, 2004, pp. 49–57.
- [25] A. Damasio and G. B. Carvalho, "The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins," *Nat. Rev. Neurosci.*, vol. 14, no. 2, p. 143, 2013.
- [26] J. Dewey, "The theory of emotion.," *Psychol. Rev.*, vol. 2, no. 1, p. 13, 1895.
- [27] T. Thanapattheerakul, K. Mao, J. Amoranto, and J. H. Chan, "Emotion in a Century : A Review of Emotion Recognition," 2018.
- [28] S. Schachter and J. Singer, "Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state.," *Psychol. Rev.*, vol. 69, no. 5, p. 379, 1962.
- [29] R. Reisenzein, "The Schachter theory of emotion: Two decades later.," *Psychol. Bull.*, vol. 94, no. 2, p. 239, 1983.
- [30] K. R. Scherer, A. Schorr, and T. Johnstone, *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*. Oxford University Press, 2001.
- [31] E. Aronson, T. D. Wilson, and R. M. Akert, "Social psychology. 2005," *Instructor*, 2002.
- [32] M. B. Arnold, "Emotion and personality.," 1960.
- [33] R. S. Lazarus, "Progress on a cognitive-motivational-relational theory of emotion.," *Am. Psychol.*, vol. 46, no. 8, p. 819, 1991.
- [34] N. H. Frijda, *The emotions*. Cambridge University Press, 1986.
- [35] K. R. Scherer, "What are emotions? And how can they be measured?," *Soc. Sci. Inf.*, vol. 44, no. 4, pp. 695–729, 2005.
- [36] G. H. Bower, "Mood and memory.," *Am. Psychol.*, vol. 36, no. 2, p. 129, 1981.
- [37] J. A. Russell, "Core affect and the psychological construction of emotion.," *Psychol. Rev.*, vol. 110, no. 1, p. 145, 2003.

- [38] L. F. Barrett, "Solving the emotion paradox: Categorization and the experience of emotion," *Personal. Soc. Psychol. Rev.*, vol. 10, no. 1, pp. 20–46, 2006.
- [39] E. H. Siegel *et al.*, "Emotion fingerprints or emotion populations? A meta-analytic investigation of autonomic features of emotion categories.," *Psychol. Bull.*, vol. 144, no. 4, p. 343, 2018.
- [40] A. Ortony, G. L. Clore, and A. Collins, *The cognitive structure of emotions*. Cambridge university press, 1990.
- [41] J. H. Turner and J. E. Stets, "Sociological Theories of Human Emotions," no. January, 2008.
- [42] J. H. Turner and J. H. Turner, "The Sociology of Emotions : Basic Theoretical Arguments," 2009.
- [43] S. L. Gordon, "The sociology of sentiments and emotion," *Social psychology: Sociological perspectives*. New York: Basic Books, pp. 562–592, 1981.
- [44] C. Clark, "Emotions and micropolitics in everyday life: Some patterns and paradoxes of 'place.,'" *Res. agendas Sociol. Emot.*, pp. 305–333, 1990.
- [45] A. R. Hochschild, "Emotion work, feeling rules, and social structure," *Am. J. Sociol.*, vol. 85, no. 3, pp. 551–575, 1979.
- [46] C. Ratner, "A Cultural-Psychological Analysis of," vol. 6, no. 1, pp. 5–39, 2015.
- [47] C. Ratner, "A social constructionist critique of the naturalistic theory of emotion," *J. Mind Behav.*, pp. 211–230, 1989.
- [48] R. C. Solomon, "Getting angry: The Jamesian theory of emotion in anthropology," *Cult. theory Essays mind, self, Emot.*, pp. 238–254, 1984.
- [49] S. Poria, E. Cambria, R. Bajpai, and A. Hussain, "A review of affective computing : From unimodal analysis to multimodal fusion," *Inf. Fusion*, vol. 37, pp. 98–125, 2017.
- [50] N. Garay, I. Cearreta, J. M. López, and I. Fajardo, "Assistive technology and affective mediation," *Hum. Technol. an Interdiscip. J. Humans ICT Environ.*, 2006.
- [51] D. Heise, "Enculturating agents with expressive role behavior," *Trappl, Robert. Agent Cult. Human-Agent Interact. a Mutlicultural World*. Lawrence Erlbaum Assoc., pp. 127–142, 2004.
- [52] J. Tao and T. Tan, "Affective Computing : A Review," pp. 981–995, 2005.
- [53] F. Sebastiani, "Machine learning in automated text categorization," *ACM Comput. Surv.*, vol. 34, no. 1, pp. 1–47, 2002.
- [54] P. Ekman and W. V Friesen, *Facial action coding system: Investigator's guide*. Consulting Psychologists Press, 1978.

- [55] D. McNeill, *Hand and mind: What gestures reveal about thought*. University of Chicago press, 1992.
- [56] T. Kirishima, K. Sato, and K. Chihara, "Real-time gesture recognition by learning and selective control of visual interest points," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 27, no. 3, pp. 351–364, 2005.
- [57] S. R. Fussell, L. D. Setlock, J. Yang, J. Ou, E. Mauer, and A. D. I. Kramer, "Gestures over video streams to support remote collaboration on physical tasks," *Human-Computer Interact.*, vol. 19, no. 3, pp. 273–309, 2004.
- [58] M. Turk, "Gesture recognition in handbook of virtual environment technology," *Stanney (Ed.)*, 2001.
- [59] V. I. Pavlovic, R. Sharma, and T. S. Huang, "Visual interpretation of hand gestures for human-computer interaction: A review," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, no. 7, pp. 677–695, 1997.
- [60] V. A. Petrushin, "Emotion recognition in speech signal: experimental study, development, and application," in *Sixth International Conference on Spoken Language Processing*, 2000.
- [61] C. Gobl and A. N. Chasaide, "The role of voice quality in communicating emotion, mood and attitude," *Speech Commun.*, vol. 40, no. 1–2, pp. 189–212, 2003.
- [62] S. J. L. Mozziconacci and D. J. Hermes, "Expression of emotion and attitude through temporal speech variations," in *Sixth International Conference on Spoken Language Processing*, 2000.
- [63] F. Dellaert, T. Polzin, and A. Waibel, "Recognizing emotion in speech," in *Proceeding of Fourth International Conference on Spoken Language Processing. ICSLP'96*, 1996, vol. 3, pp. 1970–1973.
- [64] R. W. Picard, *Affective computing*. MIT press, 2000.
- [65] S. Jerritta, M. Murugappan, R. Nagarajan, and K. Wan, "Physiological signals based human emotion recognition: a review," in *2011 IEEE 7th International Colloquium on Signal Processing and its Applications*, 2011, pp. 410–415.
- [66] J. T. Larsen, C. J. Norris, and J. T. Cacioppo, "Effects of positive and negative affect on electromyographic activity over zygomaticus major and corrugator supercilii," *Psychophysiology*, vol. 40, no. 5, pp. 776–785, 2003.
- [67] C. Strapparava and A. Valitutti, "Wordnet affect: an affective extension of wordnet.," in *Lrec*, 2004, vol. 4, no. 1083–1086, p. 40.
- [68] G. Mishne, "Experiments with mood classification in blog posts," in *Proceedings of ACM SIGIR 2005 workshop on stylistic analysis of text for information access*, 2005, vol. 19, pp. 321–327.
- [69] S. Poria, E. Cambria, G. Winterstein, and G.-B. Huang, "Sentic patterns: Dependency-based rules for concept-level sentiment analysis," *Knowledge-*

- Based Syst., vol. 69, pp. 45–63, 2014.
- [70] S. Baron-Cohen and S. Wheelwright, “The empathy quotient: an investigation of adults with Asperger syndrome or high functioning autism, and normal sex differences,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 34, no. 2, pp. 163–175, 2004.
- [71] D. C. Dennett, *The intentional stance*. MIT press, 1989.
- [72] S. Baron-Cohen, *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. MIT press, 1997.
- [73] S. Baron-Cohen, E. Ashwin, C. Ashwin, T. Tavassoli, and B. Chakrabarti, “Talent in autism: hyper-systemizing, hyper-attention to detail and sensory hypersensitivity,” *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 364, no. 1522, pp. 1377–1383, 2009.
- [74] G. Owens, Y. Granader, A. Humphrey, and S. Baron-Cohen, “LEGO® therapy and the social use of language programme: An evaluation of two social skills interventions for children with high functioning autism and Asperger syndrome,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 38, no. 10, p. 1944, 2008.
- [75] S. Baron-cohen, O. Golan, and E. Ashwin, “Can emotion recognition be taught to children with autism spectrum conditions ?,” pp. 3567–3574, 2009.
- [76] S. Baron-Cohen, O. Golan, S. Wheelwright, and J. J. Hill, “Mind Reading: The Interactive Guide to Emotions. 2004,” *Jessica Kingsley, London*.
- [77] L. Kanner, “Autistic disturbances of affective contact,” *Nerv. Child*, vol. 2, no. 3, pp. 217–250, 1943.
- [78] I. Bretherton and M. Beeghly, “Talking about internal states: The acquisition of an explicit theory of mind,” *Dev. Psychol.*, vol. 18, no. 6, p. 906, 1982.
- [79] S. Bölte *et al.*, “The development and evaluation of a computer- based program to test and to teach the recognition of facial affect” vol. 3982, 2002.
- [80] V. Bernard-opitz, N. Sriram, and S. Nakhoda-sapuan, “Enhancing Social Problem Solving in Children with Autism and Normal Children Through Computer-Assisted Instruction,” vol. 31, no. 4, 2001.
- [81] R. Beaumont and K. Sofronoff, “A multi-component social skills intervention for children with Asperger syndrome : The Junior Detective Training Program,” vol. 7, pp. 743–753, 2008.
- [82] S. W. White, N. N. Capriola-hall, and V. Tech, “ScienceDirect Feasibility of Automated Training for Facial Emotion Expression and Recognition in Autism,” *Behav. Ther.*, vol. 49, no. 6, pp. 881–888, 2018.
- [83] J. W. Tanaka *et al.*, “recognition skills to children with autism spectrum disorder : The Let ’ s Face It ! program,” 2010.

- [84] C. Whalen, L. Liden, B. Ingersol, E. Dallaire, and S. Liden, “2006 Behavioral Improvements Associated with Computer-Assisted Instruction for Children with Developmental Disabilities Christina Whalen, Lars Liden, Brooke Ingersol Eric Dallaire, and Sven Liden,” vol. 1, 2006.
- [85] C. Whalen, “Efficacy of TeachTown : Basics computer-assisted intervention for the Intensive Comprehensive Autism Program in Los Angeles Unified School District,” pp. 179–197, 2010.
- [86] F. J. Sansosti and K. A. Powell-smith, “Using Computer-Presented Social Stories and Video Models to Increase the Social Communication Skills of Children With High-Functioning Autism Spectrum Disorders,” pp. 162–178, 2008.
- [87] C. A. Gray, “Social stories and comic strip conversations with students with Asperger syndrome and high-functioning autism,” in *Asperger syndrome or high-functioning autism?*, Springer, 1998, pp. 167–198.
- [88] M. H. Charlop and J. P. Milstein, “Teaching autistic children conversational speech using video modeling,” *J. Appl. Behav. Anal.*, vol. 22, no. 3, pp. 275–285, 1989.
- [89] R. Diamond and S. Carey, “Why faces are and are not special: an effect of expertise,” *J. Exp. Psychol. Gen.*, vol. 115, no. 2, p. 107, 1986.
- [90] S. Faja, E. Aylward, R. Bernier, and G. Dawson, “Becoming a Face Expert : A Computerized Face-Training Program for High-Functioning Individuals With Autism Spectrum Disorders,” vol. 33, no. 1, pp. 1–24, 2008.
- [91] H. S. S. Yee, “Mobile technology for children with Autism Spectrum Disorder: Major trends and issues,” in *2012 IEEE Symposium on E-Learning, E-Management and E-Services*, 2012, pp. 1–5.
- [92] P. Leijdekkers, V. Gay, and F. Wong, “CaptureMyEmotion: A mobile app to improve emotion learning for autistic children using sensors,” in *Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2013, pp. 381–384.
- [93] P. Fergus, B. Abdulaimma, C. Carter, and S. Round, “Interactive Mobile Technology for Children with Autism Spectrum Condition ( ASC ),” pp. 2–5, 2011.
- [94] L. Boyd, C. McReynolds, and K. Chanin, *The social compass curriculum: A story-based intervention package for students with autism spectrum disorders*. Paul H. Brookes Publishing Company, 2013.
- [95] L. Escobedo et al., “MOSOCO : A Mobile Assistive Tool to Support Children with Autism Practicing Social Skills in Real-Life Situations,” pp. 2589–2598, 2012.
- [96] N. Heni and H. Hamam, “Design of Emotional Educational System Mobile Games for Autistic Children,” pp. 631–637, 2016.

- [97] D. Zoerner, J. Schütze, U. Lucke, S. Kirst, and I. Dziobek, “Zirkus Empathico Mobile Training of Socio-Emotional Competences for Children with Autism,” pp. 448–452, 2016.
- [98] Y. Cheng, H. C. Chiang, J. Ye, and L. H. Cheng, “Enhancing empathy instruction using a collaborative virtual learning environment for children with autistic spectrum conditions,” *Comput. Educ.*, vol. 55, no. 4, pp. 1449–1458, 2010.
- [99] G. Lorenzo, A. Lledó, J. Pomares, and R. Roig, “Design and application of an immersive virtual reality system to enhance emotional skills for children with autism spectrum disorders,” *Comput. Educ.*, vol. 98, pp. 192–205, 2016.
- [100] C. Küblbeck and A. Ernst, “Face detection and tracking in video sequences using the modifiedcensus transformation,” *Image Vis. Comput.*, vol. 24, no. 6, pp. 564–572, Jun. 2006.
- [101] H. H. S. Ip et al., “Enhance emotional and social adaptation skills for children with autism spectrum disorder: A virtual reality enabled approach,” *Comput. Educ.*, vol. 117, pp. 1–15, 2018.
- [102] N. Didehbani, T. Allen, M. Kandalajt, D. Krawczyk, and S. Chapman, “Virtual Reality Social Cognition Training for children with high functioning autism,” *Comput. Human Behav.*, vol. 62, pp. 703–711, 2016.
- [103] M. R. Kandalajt, N. Didehbani, D. C. Krawczyk, T. T. Allen, and S. B. Chapman, “Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 43, no. 1, pp. 34–44, 2013.
- [104] B. L. Brooks, E. M. S. Sherman, and E. Strauss, “NEPSY-II: A Developmental neuropsychological assessment, second edition,” *Child Neuropsychol.*, vol. 16, no. 1, pp. 80–101, 2010.
- [105] F. Abell, F. Happé, and U. Frith, “Do triangles play tricks? Attribution of mental states to animated shapes in normal and abnormal development,” *Cogn. Dev.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–16, Jan. 2000.
- [106] A. Billard, “Robotic assistants in therapy and education of children with autism : can a small humanoid robot help encourage social interaction skills?,” pp. 105–120, 2005.
- [107] K. Dautenhahn, A. H. Bond, L. Canamero, and B. Edmonds, *Socially intelligent agents: Creating relationships with computers and robots*, vol. 3. Springer Science & Business Media, 2002.
- [108] A. Duquette and I. Nadeau, “Characteristics of Mobile Robotic Toys for Children with Pervasive Developmental Disorders \*,” 2003.
- [109] K. Dautenhahn, “Robots as social actors: Aurora and the case of autism,” in *Proc. CT99, The Third International Cognitive Technology Conference, August, San Francisco, 1999*, vol. 359, p. 374.

- [110] K. Dautenhahn and I. Werry, "Towards Interactive Robots in Autism Therapy : Background , Motivation and Towards interactive robots in autism therapy," no. June 2014, 2004.
- [111] D. J. Ricks and M. B. Colton, "Trends and considerations in robot-assisted autism therapy," in *2010 IEEE international conference on robotics and automation*, 2010, pp. 4354–4359.
- [112] K. Dautenhahn and A. Billard, "Games children with autism can play with Robota, a humanoid robotic doll," in *Universal access and assistive technology*, Springer, 2002, pp. 179–190.
- [113] K. Dautenhahn and I. Werry, "Issues of robot-human interaction dynamics in the rehabilitation of children with autism," *Proc. From Anim. to Animat.*, vol. 6, pp. 519–528, 2000.
- [114] B. Robins, K. Dautenhahn, R. te Boekhorst, and A. Billard, "Effects of repeated exposure of a humanoid robot on children with autism—Can we encourage basic social interaction skills?," 2003.
- [115] I. Werry, K. Dautenhahn, B. Ogden, and W. Harwin, "Can social interaction skills be taught by a social agent? The role of a robotic mediator in autism therapy," in *Cognitive technology: instruments of mind*, Springer, 2001, pp. 57–74.
- [116] B. Robins, P. Dickerson, P. Stribling, and K. Dautenhahn, "Robot-mediated joint attention in children with autism: A case study in robot-human interaction," *Interact. Stud.*, vol. 5, no. 2, pp. 161–198, 2004.
- [117] T. Salter, R. Te Boekhorst, and K. Dautenhahn, "Detecting and analysing children's play styles with autonomous mobile robots: A case study comparing observational data with sensor readings," in *Proc. The 8th Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-8)*, 2004, pp. 10–13.
- [118] G. Pioggia, R. Igliozzi, M. Ferro, A. Ahluwalia, and F. Muratori, "An Android for Enhancing Social Skills and Emotion Recognition in People With Autism," vol. 13, no. 4, pp. 507–515, 2005.
- [119] H. Kozima, "Interactive Robots for Communication-Care : A Case-Study in Autism Therapy," *Rom. 2005. IEEE Int. Work. Robot Hum. Interact. Commun. 2005.*, pp. 341–346, 2005.
- [120] E. S. Kim *et al.*, "Social Robots as Embedded Reinforcers of Social Behavior in Children with Autism," pp. 1038–1049, 2013.
- [121] S. Yun, H. Kim, J. Choi, and S. Park, "A robot-assisted behavioral intervention system for children with autism spectrum disorders," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 76, pp. 58–67, 2016.
- [122] F. S. Melo *et al.*, "Project INSIDE : towards autonomous semi-unstructured human – robot social interaction in autism therapy," *Artif. Intell. Med.*, no. November 2017, pp. 1–19, 2018.



- [123] K. Pajareya and K. Nopmaneejumruslers, “A pilot randomized controlled trial of DIR/Floortime™ parent training intervention for pre-school children with autistic spectrum disorders,” *Autism*, vol. 15, no. 5, pp. 563–577, 2011.
- [124] J. Bharatharaj, L. Huang, C. Krägeloh, and M. Rajesh, “ScienceDirect ScienceDirect Social engagement of children with autism spectrum disorder in interaction with a parrot-inspired therapeutic robot,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 133, pp. 368–376, 2018.