

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Εικονικά Περιβάλλοντα και Αντίληψη Χώρου σε άτομα με Ειδικές
Εκπαιδευτικές Ανάγκες/Αναπηρίες**

**Virtual Environments and Spatial Ability to People With Special Educational
Needs (SEN)/Disabilities**

Φοιτήτρια: Αικατερίνη Νιαβή

- ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:**
1. Καραγιαννίδης Χαράλαμπος (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)
Αναπληρωτής Καθηγητής, ΠΤΕΑ
 2. Βαβουγιός Διονύσιος
Καθηγητής-Πρόεδρος ΠΤΕΑ
 3. Παρασκευόπουλος Στέφανος
Καθηγητής, ΠΤΕΑ

ΒΟΛΟΣ, Ιούνιος 2016

Βαθμολογία	Αριθμητικά	
	Ολογράφως	

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Εικονικά Περιβάλλοντα και Αντίληψη Χώρου σε άτομα με Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες/Αναπηρίες» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η ΔΗΛΩΝ/-ΟΥΣΑ

Νιαβή Αικατερίνη

Ημερομηνία

Υπογραφή

Ευχαριστίες

Η παρούσα μελέτη έγινε στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ειδική Αγωγή» στο Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής (ΠΤΕΑ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, με έδρα τον Βόλο.

Επιβλέπων της έρευνας ήταν ο κ. Χαράλαμπος Καραγιαννίδης, αναπληρωτής καθηγητής του ΠΤΕΑ, τον οποίο ευχαριστώ θερμά για τις πολύτιμες συμβουλές που μου προσέφερε καθ'όλη τη διάρκεια της μελέτης. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Βαβουγιό Διονύσιο, καθηγητή και πρόεδρο του ΠΤΕΑ, αλλά και τον κ. Παρασκευόπουλο Στέφανο, καθηγητή του ΠΤΕΑ, για τη γόνιμη συνεργασία, απαραίτητη για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	6
Abstract	7
1. Εισαγωγή και Θεωρητικό Πλαίσιο	8
1.1. Στόχος	8
1.2. Σπουδαιότητα μελέτης	8
1.3. Μεθοδολογία	9
1.4. Διασαφήνιση Ορισμών.....	10
2. Περιγραφή Εικονικών Περιβαλλόντων και Προσομοιωτών ανά κατηγορία Ειδικών Εκπαιδευτικών Αναγκών και Αναπηριών	16
2.1. Προβλήματα Όρασης/Τύφλωση	16
2.2. Κινητικές αναπηρίες	40
2.3. Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές (ΔΑΔ)	50
2.4. Μαθησιακές Δυσκολίες (ΜΔ)/ΔΕΠ-Υ/Δυσλεξία	55
2.5. Νοητικές αναπηρίες	58
2.6. Βαρηκοΐα/Κώφωση.....	63
3. Επίλογος.....	66
3.1. Συμπεράσματα	66
Συνεισφορά Εικονικής Πραγματικότητας για άτομα με Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες και Αναπηρίες	69
3.2. Περιορισμοί της μελέτης	75
3.3. Μελλοντικές Προεκτάσεις/Κατευθύνσεις	76
Βιβλιογραφία	78

Περίληψη

Στόχος της μελέτης είναι να περιγράψει τα εικονικά περιβάλλοντα, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους (μελέτη χώρου, τύπος ανατροφοδότησης, συσκευή εισόδου δεδομένων), τα γνωστικά οφέλη που παρουσιάζουν ως προς την αντίληψη χώρου και να τονίσει τη συμβολή της εικονικής πραγματικότητας για τα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες τόσο σε πρακτικό όσο και σε εκπαιδευτικό επίπεδο. Οι ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες που παρουσιάζονται είναι τα προβλήματα όρασης/τύφλωση, οι κινητικές αναπηρίες, οι διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές, οι μαθησιακές δυσκολίες, οι νοητικές αναπηρίες και η βαρηκοΐα/κώφωση. Τα συμπεράσματα αυτής της διερεύνησης είναι τα ακόλουθα: τα περισσότερα εικονικά περιβάλλοντα μελετούν εξωτερικό χώρο, το πιο συχνό είδος ανατροφοδότησης είναι η οπτική, οι κύριες συσκευές εισόδου δεδομένων είναι το πληκτρολόγιο και το τηλεχειριστήριο και τα γνωστικά οφέλη που σημειώνονται αφορούν στον προσανατολισμό και την κινητικότητα για τις περισσότερες αναπηρίες, παρά μόνο στα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση καταγράφεται και η δημιουργία γνωστικού χάρτη. Τα εικονικά περιβάλλοντα προσομοιάζουν με τον πραγματικό κόσμο, παρέχουν άμεση αλληλεπίδραση στους χρήστες με το περιβάλλον, το καθιστούν προσβάσιμο μέσω της εκάστοτε ανατροφοδότησης που ταιριάζει στις δυσκολίες των χρηστών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες, προσφέρουν ασφάλεια και επαναληψιμότητα των δραστηριοτήτων, παρουσιάζουν παραστατικά αφηρημένες έννοιες και τέλος δίνουν ενίοτε τη δυνατότητα στους χρήστες ανακατασκευής του δομικού πλαισίου του εικονικού περιβάλλοντος, βάσει των αναγκών τους. Η παρούσα εργασία επισημαίνει την ανάγκη εκπόνησης νέων και βελτιωμένων ερευνών για να δοθεί απάντηση σε πολλά αναπάντητα ερωτήματα.

Λέξεις-Κλειδιά: Εικονικό Περιβάλλον, Αντίληψη Χώρου, Προσανατολισμός και Κινητικότητα, Γνωστικός Χάρτης, Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες/Αναπηρίες

Abstract

The aim of this study is to describe the virtual environments, their specific characteristics (what space, type of feedback, input devices), the cognitive benefits they have as far as spatial ability and integration and emphasize the contribution of virtual reality to people with special educational needs/disabilities both in practice and in education. The special educational needs and disabilities which are included in this study are the following: vision problems/blindness, physical disabilities, autistic spectrum disorders, learning disabilities, intellectual disabilities and hearing loss/deafness. The conclusions of this investigation are stated below. Most of the virtual environments study the exterior, the most common type of feedback is the optical, the most important input devices are the keyboard and the joystick and the most popular cognitive benefits concern the Orientation and Mobility for the majority of special educational needs. It is worth noting that people with vision problems/blindness tend to create cognitive maps too. Virtual environments are similar to the real world, provide to the users direct interaction with the environment, they make it accessible through the appropriate feedback depending on their difficulties, they offer safety and repeatability of activities, they present abstract meanings vividly and finally, they give the possibility to the users of the reconstruction of the framework, under their needs. The present study points out the need for the development of new and improved research so as to give answer to unanswered questions.

Key-Words: Virtual Environment, Spatial Ability, Orientation & Mobility, Cognitive Map, Special Educational Needs (SEN)/Disabilities

1. Εισαγωγή και Θεωρητικό Πλαίσιο

1.1. Στόχος

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί να:

- περιγράψει τα εικονικά περιβάλλοντα που αφορούν στην αντίληψη χώρου, τα ιδιαίτερα εσωτερικά/κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους (π.χ. τι χώρο μελετούν και τι ανατροφοδότηση παρέχουν στον χρήστη για να τον βοηθήσουν) και τα εξωτερικά χαρακτηριστικά (π.χ. τι συσκευές εισόδου δεδομένων διαθέτουν)
- να καταγράψει τα γνωστικά οφέλη από τη χρήση τους σε άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες και
- να τονίσει τη συμβολή της εικονικής πραγματικότητας τόσο σε πρακτικό όσο και σε εκπαιδευτικό επίπεδο για τα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες.

Να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται παραπάνω «εξάγονται» ξεκάθαρα από τη μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας για τα εικονικά συστήματα. Έτσι, τίθενται τα παρακάτω ερωτήματα προς διερεύνηση:

1. Ποια είναι τα συστήματα που υπάρχουν ως προς την αντίληψη χώρου για τα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες, μία-μία ξεχωριστά;
2. Τι χώρο μελετούν;
3. Τι είδους ανατροφοδότηση παρέχουν;
4. Πώς εισάγονται τα δεδομένα στο σύστημα από τον χρήστη; Με ποιες συσκευές;
5. Ποια είναι τα γνωστικά οφέλη από την εφαρμογή εικονικών περιβαλλόντων για άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες;
6. Τι το καινούριο φέρνουν τα εικονικά περιβάλλοντα στην εκπαίδευση ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες;

1.2. Σπουδαιότητα μελέτης

Η συμβολή της εργασίας είναι μεγάλη, καθώς συγκεντρώνει στο κύριο σώμα της τις απόψεις διαφόρων επιστημόνων και ερευνητών για το παρόν θέμα. Η μελέτη αυτή συγκεντρώνει πλούσιες και πρόσφατες ερευνητικές πηγές, συνδυάζει δεδομένα και στοιχεία και καταλήγει να φέρνει στο φως σημαντικά ευρήματα που απαντούν στα ερωτήματα που τέθηκαν πρωτύτερα. Τονίζεται ότι είναι η μόνη μελέτη που

επεξεργάζεται 6 κατηγορίες ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών/αναπηριών συγχρόνως (Προβλήματα Όρασης/Τύφλωση, Κινητικές Αναπηρίες, Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές, Μαθησιακές Δυσκολίες, Νοητικές Αναπηρίες και Κώφωση/Βαρηκοΐα) γεγονός που την καθιστά άκρως σημαντική και πρωτοπόρα. Είναι γενικά αποδεκτό ότι στη βιβλιογραφία συναντώνται κι άλλες ανασκοπήσεις για εικονικά περιβάλλοντα και οφέλη στην Ειδική Αγωγή, όχι όμως σε τέτοια έκταση, δηλαδή όχι τόσο πολυεπίπεδη όσο η παρούσα. Έχουν προηγηθεί, δηλαδή, παρόμοιες ανασκοπήσεις, αλλά ο συνδυασμός 6 κατηγοριών ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών/αναπηριών και μάλιστα σε πολλαπλά επίπεδα επιτυγχάνεται μόνο στην παρούσα μελέτη. Ακόμη, στη μελέτη αυτή αντιπαρατίθεται η εικονική πραγματικότητα με τα συμβατικά μέσα διδασκαλίας και παρουσιάζονται τα οφέλη που αποκομίζουν τα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες σε πρακτικό και εκπαιδευτικό επίπεδο.

1.3. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εύρεση της βιβλιογραφίας είναι αυτή της ανασκόπησης και αναζήτησης πηγών σε βάσεις δεδομένων. Βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ακόλουθες: EBSCOhost, SCOPUS, ERIC, MedLINE και PsycINFO. Αρχικά, έγινε αναζήτηση άρθρων και ερευνών σχετικά με τα εικονικά περιβάλλοντα, τα γνωρίσματά τους και τα γνωστικά τους οφέλη ως προς την αντίληψη χώρου. Ορίστηκαν, για αυτόν τον σκοπό, συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά στην αναζήτηση, όπως: virtual environment (εικονικό περιβάλλον), 3D environment (τρισεπίπεδο περιβάλλον), virtual environment characteristics (εικονικά περιβάλλοντα και χαρακτηριστικά), virtual environment cognitive benefits/advantages (εικονικά περιβάλλοντα και γνωστικά οφέλη) και virtual environments spatial ability/integration (εικονικά περιβάλλοντα και αντίληψη χώρου). Υπογραμμίζεται ότι για την επιλογή του τελικού «σώματος» των ερευνών και την αυστηρή διαλογή χρησιμοποιήθηκαν ορισμένα κριτήρια: το έτος δημοσίευσης της έρευνας, το πού έχει δημοσιευτεί καθεμιά και το είδος του συστήματος που μελετάται. Ως προς το έτος δημοσίευσης, επιλέχθηκαν οι έρευνες μετά το 1998, ώστε να είναι πρόσφατες και ως προς το πού έχει δημοσιευτεί κάθε έρευνα, το ενδιαφέρον στράφηκε τόσο στα αναγνωρισμένα περιοδικά, όσο και στα ευρωπαϊκά και διεθνή συνέδρια. Ως προς το σύστημα που μελετάται, επιλέχθηκαν οι έρευνες με σύστημα

που παρέχει μερική ή πλήρη εμπύθιση (βλ. ορισμό για εικονικό περιβάλλον). Το τελικό νούμερο ερευνών που συμπεριλήφθησαν στην ανασκόπηση είναι 86.

Αξίζει να αναφερθεί, επίσης, ότι αποκλείστηκαν άρθρα και έρευνες σχετικά με ψυχολογικά προβλήματα, π.χ. φοβίες, άγχος, όπως επίσης και άρθρα που αναφέρονται σε επίκτητες εγκεφαλικές βλάβες. Δόθηκε βαρύτητα μόνο στις έρευνες των 6 συγκεκριμένων κατηγοριών ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών και αναπηριών. Πριν αναφερθούν περισσότερα στοιχεία, είναι δόκιμο να ξεκαθαριστούν κάποιες βασικές έννοιες και να παρατεθούν μερικοί ορισμοί για τα εικονικά περιβάλλοντα, τον χώρο, αλλά και τις ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες που μελετώνται στην εργασία αυτή.

1.4. Διασαφήνιση Ορισμών

1) **Εικονικό Περιβάλλον (Virtual Environment):** συντίθεται από έναν εικονικό τρισδιάστατο κόσμο και χτίζεται με τη χρήση δυναμικών αντικειμένων στο σκηνικό και τη δράση των χαρακτήρων-ηρώων. Τα δυναμικά αντικείμενα πλαισιώνονται από γραφικά και ακουστικά ερεθίσματα και οι ενέργειες των χαρακτήρων-ηρώων βασίζονται σε μια προκαθορισμένη ή μη πλοκή που ονομάζεται διαδραστική υπεριστορία. Το πρόθεμα «υπέρ» παραπέμπει στον τρόπο οργάνωσης των πληροφοριών, όπου τμήματα παραπέμπουν αυτόματα σε άλλους σχετιζόμενους συνδέσμους με τη βοήθεια του ποντικιού, διαμορφώνοντας, έτσι, ένα δίκτυο πληροφοριών. Ο χρήστης ανακαλύπτει το εικονικό περιβάλλον, αλληλεπιδρώντας με τις διεπιφάνειες χρήσης, αποκτώντας, με αυτόν τον τρόπο, πληροφορίες για το σύστημα. Καθώς «πλοηγείται», νιώθει ότι συμμετέχει ο ίδιος στο εικονικό σκηνικό, ότι αποτελεί συστατικό στοιχείο του περιβάλλοντος· με άλλα λόγια ότι «βυθίζεται» στον εικονικό κόσμο-εμπύθιση (Lumbreras & Sanchez, 1999 στο Baloian, Luther, & Sánchez, 2002). Για την αποτελεσματικότερη εμπύθιση χρησιμοποιούνται ορισμένες φορές τρισδιάστατα γυαλιά και κράνη στο κεφάλι. Επίσης, το εικονικό περιβάλλον δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να συνεργαστεί με άλλους χρήστες και να ανταλλάξει δεδομένα (Dillenbourg, Schneider, & Synteta, 2002; Gan & Zhu, 2007).

2) **Πλοήγηση (Navigation):** η ελεύθερη κίνηση στον εικονικό χώρο χωρίς περιορισμούς και δυσκολίες (Sánchez & Sáenz, 2006).

3) **Προσομοιωτής (Simulator)**: μηχανήμα αναπαράστασης πραγματικών συνθηκών και καταστάσεων, ώστε να επιτρέπεται στον χρήστη η ρεαλιστική εκμάθηση αυτών (Baloian, Luther, & Sánchez, 2002).

4) **Χωρική ικανότητα-αντίληψη χώρου (spatial ability - spatial integration)**: η ανακατασκευή της δομής του χώρου σαν σύνολο. Αποτελείται από:

α) το επίπεδο της τοπολογίας: ο προσδιορισμός μόνο των χωρικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων, π.χ. θέσεις.

β) το επίπεδο της γεωμετρίας: η εισαγωγή του μετρικού στοιχείου για την ποσοτικοποίηση των χωρικών σχέσεων, π.χ. αποστάσεις.

γ) το γνωστικό επίπεδο: η θέαση των χωρικών σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων με κάποιο νόημα για την εκτέλεση ενός δοθέντος έργου.

Η αντίληψη του χώρου περιλαμβάνει τις διαστάσεις του προσανατολισμού και της κινητικότητας, αλλά και της κατασκευής γνωστικών χαρτών (Fontaine, Tatur, & Pissaloux, 2007).

5) **Προσανατολισμός και Κινητικότητα (Orientation and Mobility - O&M)**: η ικανότητα του ατόμου να περιηγείται μόνο του στο περιβάλλον χωρίς λάθη, να κινείται αυτόνομα και να εντοπίζει τις θέσεις των αντικειμένων στον χώρο (Blasch et al., 1997 στο Lahav, 2012).

6) **Γνωστικός χάρτης (Cognitive Map)**: η νοερή αναπαράσταση ενός μέρους σε μορφή εικόνας που περιλαμβάνει γνώση για τις χωρικές σχέσεις του μέρους αυτού (Kitchin, 1994 στο Gedalevitz et al., 2013). Τα στάδια δημιουργίας ενός γνωστικού χάρτη είναι τέσσερα:

α) καταχώρηση δεδομένων: το άτομο μαθαίνει βασικές χωρικές έννοιες για την οργάνωση του χώρου, αναπτύσσει μικρή αυτονομία και αυτοπεποίθηση, οι νοερές αναπαραστάσεις του είναι ακόμα ανολοκλήρωτες και ασαφείς και το επίπεδο ελέγχου του χρήστη στον χώρο είναι αρκετά χαμηλό.

β) εξοικείωση: η νοερή αναπαράσταση γίνεται πιο εμπεριστατωμένη, αλλά της λείπουν λεπτομέρειες και το επίπεδο ελέγχου του χρήστη είναι μέτριο.

γ) προσαρμογή: η νοερή αναπαράσταση διαθέτει λεπτομέρειες, είναι πολύπλοκη και το επίπεδο ελέγχου του χρήστη είναι υψηλό.

δ) αφομοίωση: το άτομο έχει κατανοήσει και χαρτογραφήσει τον χώρο στο 100%, το επίπεδο ελέγχου του χρήστη είναι το ανώτατο και το άτομο είναι σε θέση να αναπαραστήσει τον χώρο με εξαιρετική ακρίβεια και πιστότητα, χρησιμοποιώντας συμπαγή υλικά.

7) **Προβλήματα Όρασης – Τύφλωση:** η μειωμένη ικανότητα όρασης στον βαθμό που προκαλεί βλάβες, μη επιδιορθώσιμες με χρήση γυαλιών. Ως πρόβλημα όρασης ορίζεται η οπτική οξύτητα που είναι μικρότερη από 20/60. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να δει κάποιος πέρα από 20 μέτρα, τη στιγμή που ένα άτομο με φυσιολογική όραση βλέπει στα 60 μέτρα. Ως τύφλωση ορίζεται η ολική ή η σχεδόν ολική απώλεια όρασης, με οπτική οξύτητα ίση ή μικρότερη από 6/60 (Maberley et al., 2006).

8) **Κινητική αναπηρία:** οποιαδήποτε αλλοίωση της κίνησης, λόγω απώλειας ή βλάβης. Μπορεί να έχει συνέπειες στην καθημερινή ζωή του ατόμου, όπως στην περιποίηση εαυτού, την αυτοφροντίδα, τη μάθηση, το επάγγελμα, τη διασκέδαση και τις κοινωνικές συναναστροφές (Jones, Morgan, Shelton & Thorogood, 2007).

9) **Εγκεφαλική παράλυση ή νόσος του Little:** είναι πάθηση του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ, δηλαδή εγκέφαλος, νωτιαίος μυελός και παρεγκεφαλίδα) και προέρχεται από βλάβη αυτών. Εκδηλώνεται με διάφορες κινητικές διαταραχές, όπως σπαστικότητα, αθέτωση, αταξία, δυσκαμψία, ατονία και μερικές φορές, όχι πάντα, συνοδεύεται και από νοητική καθυστέρηση (William Little, 1860 στο Bax et al., 2005)

10) **Δισχιδής ράχη:** είναι μία δυσμορφία του ΚΝΣ. Πιο συγκεκριμένα, προέρχεται από το ατελές κλείσιμο του νευρικού σωλήνα στην πρώτη περίοδο της εμβρυογένεσης. Στο 80% των περιπτώσεων, η δισχιδής ράχη συνοδεύεται και από υδροκεφαλία, δηλαδή αύξηση του όγκου του εγκεφαλονωτιαίου υγρού με μετέπειτα αύξηση της πίεσης στο κρανίο. Ανάλογα με το σημείο του ατελούς κλεισίματος, τα άτομα με δισχιδή ράχη παρουσιάζουν μέτρια ή σοβαρή κινητική αναπηρία (Sandler, 2010).

11) **Μυϊκή δυστροφία:** μία ομάδα κληρονομούμενων μυοπαθειών, που αποδυναμώνουν τους μυς (Muscular Dystrophy Campaign, 2007 στο Emery, 2002). Οι μυοπάθειες αυτές χαρακτηρίζονται από προοδευτική αδυναμία των σκελετικών μυών, από βλάβη στις μυϊκές πρωτεΐνες και από τον θάνατο μυϊκών κυττάρων και ιστού (Emery, 2002).

12) **Νωτιαία μυϊκή ατροφία:** η διαταραχή χαρακτηρίζεται από εκφυλισμό των πρόσθιων κεράτων των ακινητικών νευρώνων του νωτιαίου μυελού και έχει ως αποτέλεσμα μια συμμετρική μυϊκή αδυναμία που καταλήγει στην εκφύλιση των κινητικών μυών και, εν τέλει, στην κινητική αναπηρία του ατόμου (Scheffer et al., 2001).

13) **Φάσμα αυτισμού/ΑΑΔ**: ο όρος περιλαμβάνει διάφορες υποκατηγορίες, όπως: αυτισμός, σύνδρομο Asperger και διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή μη ορισμένη αλλιώς. Οι δυσλειτουργίες αυτές τοποθετούνται κάτω από τον όρο-ομπρέλα «Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές» (American Psychiatric Association, 2000). Σύμφωνα με το διαγνωστικό εργαλείο DSM IV, οι διαταραχές αυτές χαρακτηρίζονται από την παρουσία βασικών ελλειμμάτων σε 3 τομείς: επικοινωνία, κοινωνική αλληλεπίδραση και συμπεριφορά (με στερεοτυπικές μορφές και μειωμένα ενδιαφέροντα).

14) **Μαθησιακές Δυσκολίες**: ο όρος αναφέρεται σε μια ανομοιογενή ομάδα διαταραχών που εκδηλώνονται με σημαντικές δυσκολίες στην πρόσκτηση και χρήση ικανοτήτων ακρόασης, ομιλίας, ανάγνωσης, γραφής, συλλογισμού ή μαθηματικών ικανοτήτων. Οι διαταραχές αυτές είναι εγγενείς στο άτομο και αποδίδονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος. Μπορεί να υπάρχουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου. Προβλήματα συμπεριφοράς ή κοινωνικής αλληλεπίδρασης μπορεί να συνυπάρχουν, αλλά δε συνιστούν από μόνα τους μαθησιακές δυσκολίες (Hammill, 1990).

15) **Διάσπαση Προσοχής/Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ)**: μια διαταραχή στη συμπεριφορά του ατόμου από την πρώτη νηπιακή ηλικία που περιλαμβάνει ελλιπή προσοχή και συγκέντρωση, παρορμητικότητα και υπερβολική κινητικότητα, συγκριτικά με τα δεδομένα της ηλικίας (American Psychiatric Association, 2000).

16) **Δυσλεξία**: η μεγάλη απόκλιση της αναγνωστικής επίδοσης του ατόμου από τον δείκτη ευφυΐας του, όταν λαμβάνει βέβαια επαρκή εκπαίδευση (Ramus et al., 2003 στο Kalyvioti & Mikropoulos, 2013). Έτσι, η δυσλεξία θεωρείται ότι επηρεάζει την αναγνωστική ικανότητα του ατόμου που φαίνεται να είναι ευφυές, με κίνητρο για μάθηση και χωρίς λοιπά αισθητηριακά προβλήματα ή χαμηλό κοινωνικοοικονομικό επίπεδο (World Health Organization, 1993; Critchley, 1970 στο Kalyvioti & Mikropoulos, 2013). Έχει νευροβιολογική βάση και διαρκεί εφ' όρου ζωής.

17) **Νοητική Αναπηρία/Νοητική Καθυστέρηση (ΝΚ)**: χαρακτηρίζεται από σημαντικούς περιορισμούς τόσο στη νοητική λειτουργία, όσο και στην προσαρμοστική συμπεριφορά σε διάφορους τομείς της κοινωνικής ζωής του ατόμου και της καθημερινότητάς του. Η νοητική καθυστέρηση ξεκινά πριν την ηλικία των 18 ετών και κυμαίνεται από ήπια έως βαριά (American Association on Intellectual and Developmental Disabilities, 2010). Τα άτομα με νοητική καθυστέρηση έχουν δυσκολία στην αντίληψη χωρικών σχέσεων, αποστάσεων και ακολουθιών, στη λογική

σκέψη, την επίλυση προβλημάτων, την απομνημόνευση πληροφοριών και την κατανόηση αφηρημένων εννοιών (Westwood, 2009; Little, 2009 στο de Oliveira Malaquias et al., 2013).

18) **Σύνδρομο Ντάουν/Down Syndrome (DS)**: είναι μία νευροαναπτυξιακή διαταραχή με αναλογία 5 στις 10.000 γεννήσεις και είναι αποτέλεσμα της τρισωμίας στο χρωμόσωμα 21. Τα άτομα με DS παρουσιάζουν νοητική καθυστέρηση από ήπια έως βαριά. Αξίζει να αναφερθεί ότι στο DS υπάρχουν γενικά δυσκολίες στις λεκτικές δραστηριότητες με λίγο υψηλότερη επίδοση στις οπτικοχωρικές (Chapman, 1995; Purser & Jarrold, 2005 στο Purser et al., 2014).

19) **Σύνδρομο Γουίλιαμς/Williams Syndrome (WS)**: νευροαναπτυξιακή διαταραχή με αναλογία 1 στις 20.000 γεννήσεις. Είναι αποτέλεσμα της μικροδιαίρεσης 28 γονιδίων στο ένα αντίγραφο του 7^{ου} χρωμοσώματος (Ewart, Morris, Atkinson, Jin, Sternes, Spallone, Stock, Leppert & Keating, 1993 στο Purser et al., 2014). Συνοδεύεται από νοητική καθυστέρηση. Το γνωστικό προφίλ ενός ατόμου με WS είναι αντίθετο με αυτό στο DS. Παρουσιάζει σοβαρά ελλείμματα στον οπτικοχωρικό τομέα, ενώ υπερτερεί στον λεκτικό (Howlin, Davies, & Udwin, 1998 στο Purser et al., 2014).

20) **Βαρηκοΐα/Κώφωση**

Ελαφριά: Υπάρχει απώλεια ακοής 21-40dB. Υπάρχει κατανόηση της ομιλίας στα 4-6 μέτρα. Η ακουστική οξύτητα μπορεί να βελτιωθεί με χρήση ακουστικού, εάν η απώλεια ακοής πλησιάζει τα 40dB.

Μέση: Υπάρχει ακουστική απώλεια 41-70dB. Υπάρχει κατανόηση της ομιλίας του συνομιλητή, όταν αυτός δεν απέχει περισσότερο από 1-2 μέτρα.

Υψηλή: Υπάρχει ακουστική απώλεια 71-90dB. Ένα άτομο με υψηλή βαρηκοΐα ενδεχομένως να ακούει μόνο δυνατή φωνή, που δεν απέχει περισσότερο από 0.25 μέτρα.

Κώφωση: Υπάρχει ακουστική απώλεια από 91dB και πάνω. (Κρουσταλάκης, 2005).

Η παρουσίαση των κεφαλαίων που θα αναπτυχθούν ακολουθεί την πορεία των ερωτημάτων που τέθηκαν· παρουσιάζονται μία-μία οι ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και τα συστήματα που καταγράφονται διεθνώς για αυτές και εκτίθενται τα αποτελέσματα των ερευνών ως προς 4 επίπεδα: μελέτη χώρου, τύπος ανατροφοδότησης, συσκευή εισόδου και γνωστικό όφελος. Στο τέλος παρατίθενται τα

συμπεράσματα στον επίλογο, εξαίρονται οι περιορισμοί της έρευνας και προτείνονται μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις.

2. Περιγραφή Εικονικών Περιβαλλόντων και Προσομοιωτών ανά κατηγορία Ειδικών Εκπαιδευτικών Αναγκών και Αναπηριών

2.1. Προβλήματα Όρασης/Τύφλωση

Η έρευνα σχετικά με τον προσανατολισμό και τη δημιουργία γνωστικών χαρτών των ατόμων με προβλήματα όρασης/τύφλωση έχει καταδείξει ότι τα άτομα αυτά χρειάζονται υποστήριξη σε 2 επίπεδα: την αντίληψη και την απόκτηση εννοιών. Για τον αντιληπτικό τομέα, η έλλειψη της όρασης αντισταθμίζεται σχετικά από τις υπόλοιπες αισθήσεις (ακοή, αφή και γενικά κιναισθηση). Τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση αποκτούν κιναισθητικές πληροφορίες από το λευκό τους μαστούνι (για το άμεσο περιβάλλον), τα δάχτυλα και τους καρπούς τους (για αναγνώριση αντικειμένων, υφής) και τα πόδια τους (για αναγνώριση εδάφους). Το ακουστικό κανάλι προσθέτει συμπληρωματικές πληροφορίες για γεγονότα, ή παρουσία άλλων ανθρώπων και ζώων (Hill et al., 1993 στο Lahav & Mioduser, 2003). Για την απόκτηση εννοιών, στόχος είναι η ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών για την αποτελεσματική χαρτογράφηση του χώρου και την κατασκευή «γνωστικών χαρτών». Οι στρατηγικές αυτές είναι δύο: το γραμμικό μοντέλο πορείας (το ένα αντικείμενο μετά το άλλο σε σειρά) και το μοντέλο του «όλου» ή «χάρτη», με ολιστική απεικόνιση του χώρου και πολλαπλές προοπτικές (Fletcher, 1980; Kitchin & Jacon, 1997 στο Lahav & Mioduser, 2003). Το γραμμικό μοντέλο πορείας ορίζεται με πλαίσιο αναφοράς το ίδιο το άτομο (εγωκεντρικό πλαίσιο αναφοράς) και το μοντέλο του «όλου» με αλλοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς. Πιο συγκεκριμένα, στο εγωκεντρικό πλαίσιο αναφοράς, οι τοποθεσίες αναπαρίστανται σύμφωνα με την οπτική του ίδιου του ατόμου, σύμφωνα με το ίδιο το άτομο ως σημείο αναφοράς, ενώ στο αλλοκεντρικό (ή εξωκεντρικό) πλαίσιο αναφοράς, τα δεδομένα που συλλέγονται είναι ανεξάρτητα από τη θέση και τον προσανατολισμό του ατόμου και σχηματίζουν έναν χάρτη (Miller, 1994 στο Simonnet et al., 2009). Για να καταφέρει να περιηγηθεί στον χώρο, ένα άτομο με προβλήματα όρασης/τύφλωση πρέπει να μάθει να συντονίζει σωστά αυτά τα δύο πλαίσια αναφοράς.

Στο σημείο αυτό, ακολουθεί ανασκόπηση των ευρημάτων σχετικά με τις ιδιότητες των εικονικών περιβαλλόντων για άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωσης και στα δύο πλαίσια αναφοράς. Έχουν καταγραφεί συνολικά 27 συστήματα. Η ανασκόπηση χωρίζεται σε 4 επίπεδα σύγκρισης και αξιολόγησης:

- 1) μελέτη εσωτερικού ή εξωτερικού (υπαίθριου) χώρου

- 2) τύπος ανατροφοδότησης του συστήματος για αντίληψη χώρου
- 3) τύπος συσκευής εισόδου πληροφοριών για αντίληψη χώρου
- 4) γνωστικό όφελος ως προς την αντίληψη χώρου

Αρχικά, ως προς τη μελέτη εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου, καταγράφονται στη βιβλιογραφία 9 εικονικά περιβάλλοντα που μελετούν εσωτερικό χώρο, 5 εξωτερικό και 13 εσωτερικό και εξωτερικό (μεταξύ αυτών και ορισμένοι προσομοιωτές).

Αναλυτικότερα, ως προς τον εσωτερικό χώρο, το AudioVida προσφέρει ένα εικονικό περιβάλλον προσομοίωσης μέσα σε λαβύρινθο με σύνθετους διαδρόμους (Sánchez & Sáenz, 2006) και το AudioHapticMaze (AHM) ένα παρόμοιο περιβάλλον με διαδρόμους, εμπόδια και ανίχνευση αντικειμένων (Sánchez & de Borja Campos, 2013). Το περιβάλλον MaxMSP χρησιμοποιεί δύο διαδρόμους ενός εργαστηρίου, που λειτουργούν ως προσομοίωση του αληθινού πλαισίου (Picinali et al., 2014) και το Audio-Based Environment Simulator (AbES) περιλαμβάνει 23 δωμάτια, 3 εισόδους, 2 σκάλες και μια σειρά από διαδρόμους, σχεδιασμένα έτσι, ώστε κάθε βήμα στο εικονικό περιβάλλον να μοιάζει με βήμα στο ρεαλιστικό πλαίσιο (Connors et al., 2014). Στο Simulated Environment for acoustic 3D Software (SiFASo), στη συνέχεια, ο χρήστης περιηγείται μεταξύ λαβυρίνθων, οι οποίοι αποτελούνται από διάφορα κελιά με πάτωμα, τοίχους και ταβάνι (Ohuchi et al., 2006) και στο Multisensory-virtual-learning-environment (MVLE) παρέχονται δωμάτια και διάδρομοι με εμπόδια για εύρεση των αντικειμένων-στόχων (Mioduser & Lahav, 2004). Ακόμη, το σύστημα Virtual Choreographer (VirChor) αποτελείται από ένα δωμάτιο με 6 αντικείμενα στο εσωτερικό του (Afonso et al., 2005) και το AUXie παρέχει ένα περιβάλλον για εικονική περιήγηση σε ένα μουσείο με πολλές αίθουσες, πολλαπλά εκθέματα και πολύπλοκους διαδρόμους (Dulyan & Edmonds, 2010). Στο MOVA3D, ο χρήστης πρέπει να πλοηγηθεί στον λαβύρινθο του παιχνιδιού, με σκοπό να βρει έναν συγκεκριμένο αριθμό ρολογιών τσέπης. Όταν βρει ένα ρολόι, πρέπει να το κρατήσει για 30 δευτερόλεπτα, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να αποφύγει τους εχθρούς που προσπαθούν να του το κλέψουν (Sánchez & Rodriguez, 2010).

Ως προς τη μελέτη εξωτερικού χώρου, έπειτα, το AudioDoom βασίζεται σε μια φανταστική υπερστορία σχετικά με την εισβολή εξωγήινων στη γη. Ο χρήστης πρέπει να σώσει τον πλανήτη, προκειμένου να λήξει αισίως η ιστορία. Ο εικονικός κόσμος του AudioDoom ορίζεται ως ένα σύνολο δικτύων που αναπαριστούν διάφορα πραγματικά περιβάλλοντα ανά τον πλανήτη. Κάθε δίκτυο περιλαμβάνει μια

τοποθεσία και μια προβληματική κατάσταση, για την οποία αναζητείται λύση (Sánchez & Lumbreras, 1999). Το AudioChile περιλαμβάνει κι αυτό 3 υπερστορίες, καθεμία από τις οποίες έχει σχέση με μια περιπέτεια εξερεύνησης μιας γεωγραφικής περιοχής της Χιλής. Οι γεωγραφικές περιοχές είναι 3 πόλεις της Χιλής. Κάθε πόλη (εικονική) περιλαμβάνει λαβυρίνθους με αντιπροσωπευτικά μέρη των πόλεων αυτών (Sánchez & Sáenz, 2006). Το SeaTouch, ύστερα, αποτελεί με τη σειρά του ένα περιβάλλον προσομοίωσης ενός θαλάσσιου χώρου για διευκόλυνση της πορείας των ναυτικών με προβλήματα όρασης/τύφλωση. Ο χάρτης, διαστάσεων 30 X 40 εκ, περιλαμβάνει ένα μικρό τμήμα ξηράς, ένα μεγάλο τμήμα θάλασσας και 6 προεξέχοντα αντικείμενα μέσα στη θάλασσα (Simonnet et al., 2009; 2010; Simonnet & Ryall, 2013). Το σύστημα ReachIn API παρουσιάζει ένα περιβάλλον πόλης και διατίθεται για εκμάθηση των δρόμων και της κυκλοφορίας σε περιοχές με κίνηση. Το εικονικό περιβάλλον περιλαμβάνει 484 αντικείμενα, π.χ. αυτοκίνητα, ποδήλατα, λεωφορεία κλπ (Magnusson & Rassmus-Grohn, 2005). Το AudioPolis, παρομοίως, είναι ένα εικονικό περιβάλλον μιας πόλης με δρόμους, υπαίθριους χώρους και κτίρια, όπως πολυκατοικίες, τράπεζες, νοσοκομείο, εστιατόρια, μαγαζιά, πανεπιστήμια, ξενοδοχεία, σούπερ-μάρκετ και δημόσιες υπηρεσίες (Sánchez et al., 2014).

Ως προς τη μελέτη εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, τώρα, το BlindAid παρέχει ένα εικονικό περιβάλλον προσομοίωσης, τόσο σε εσωτερικό όσο και σε υπαίθριο χώρο, για εξάσκηση δεξιοτήτων χρήσης λευκού μπαστουνιού και προσανατολισμού. Περιλαμβάνει πλατφόρμες εσωτερικού χώρου και πλατφόρμες κίνησης σε εξωτερικούς δρόμους (Lahav et al., 2012; Lahav, Schloerb, & Srinivasan, 2013; 2015). Ανάλογες πλατφόρμες εσωτερικού και εξωτερικού χώρου υπάρχουν και στο σύστημα MoVE για την κατασκευή γνωστικών χαρτών από τον χρήστη (Semwal, 2001). Ο προσομοιωτής NavBelt, στη συνέχεια, φοριέται γύρω από τη μέση του χρήστη, παρέχοντάς του, με αυτόν τον τρόπο, έναν φορητό H/Y με 8 αισθητήρες στο μπροστινό τμήμα του προσομοιωτή, που σκανάρουν περιοχή 120°, τόσο σε εσωτερικό, όσο και σε εξωτερικό χώρο (Shoval & Borenstein, 1998). Ο προσομοιωτής TactiPad χρησιμοποιείται για απεικόνιση και εσωτερικού και υπαίθριου χώρου σε μορφή Braille με συγκεκριμένο σύστημα κωδικοποίησης. Επιτρέπει τη χαρτογράφηση πολυποίκιλων χώρων με βάση είτε το εγωκεντρικό είτε το αλλοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς που παρέχονται στο TactiPad (Fontaine, Tatur, & Pissaloux, 2007). Με τον προσομοιωτή Sonic Path Finder, στη συνέχεια, ο χρήστης συλλέγει πληροφορίες για πολλαπλούς χώρους και αντικείμενα, ώστε να εντοπίσει τις

θέσεις τους (Gonzalez-Mora et al., 1999). Ανάλογη πλατφόρμα προσομοίωσης ρεαλιστικών πλαισίων (π.χ. δωμάτιο σπιτιού ή δρόμος με φανάρια) και εντοπισμού θέσης/εγγύτητας είναι και η Simulation Performance Platform (Inman, Loge, & Cram, 2000). Στο Wacom Space, ακόμη, ο χρήστης περιηγείται στο εικονικό περιβάλλον που είναι χαρτογραφημένο στην οθόνη του tablet Wacom, με στόχο να βρει 10 απομακρυσμένα σημεία-ορόσημα σε οποιονδήποτε χώρο- εσωτερικό και εξωτερικό (Lutz, 2006) και στο Wiimote, ο χρήστης πλοηγείται τόσο σε εσωτερικό χώρο (ένα δωμάτιο με καναπέδες και τραπέζια), αλλά και σε υπαίθριο χώρο (Evelt et al., 2008; Gedalevitz et al., 2013). Στο σύστημα Terraformers, με την εφαρμογή GPS που παρέχει, ο χρήστης μαθαίνει τις ακριβείς θέσεις των αντικειμένων σε διάφορους χώρους-εσωτερικούς και εξωτερικούς-αλλά και τη θέση του ίδιου του χρήστη (άβαταρ) στο εικονικό περιβάλλον (Westin, 2004). Ο προσομοιωτής VIDA (Virtual Information Delivery Assistant) ανιχνεύει την κίνηση του χεριού του χρήστη προς οποιαδήποτε κατεύθυνση σε οποιονδήποτε χώρο και υπολογίζει την κατεύθυνση που δείχνει το δάχτυλο του χεριού από 2 διαστάσεις στην αρχή (2D) σε 3 διαστάσεις στη συνέχεια (3D). Η διαδικασία αυτή διευκολύνεται μέσω ενσωματωμένης κάμερας, η οποία ανιχνεύει πιθανά εμπόδια στον χώρο-εσωτερικό και εξωτερικό (Kim, Kim, & Lee, 2014). Οι προσομοιωτές Virtual Eye και Virtual Eye-Cane είναι παρόμοιοι. Το σύστημα Virtual Eye έχει σχεδιαστεί για να «αισθάνεται» ένα στατικό ή μη αντικείμενο σε απόσταση από 1 μέχρι 10 μέτρα σε οποιονδήποτε χώρο. Πρόκειται για ένα κινούμενο μπαστούνι με ενσωματωμένη μια μικροσκοπική κάμερα (Vaitheswaran, 2007; Sharma & Shimi, 2015). Το Virtual Eye-Cane ανιχνεύει επίσης εμπόδια από 1 μέχρι 5 μέτρα (Maidenbaum et al., 2013). Τέλος, ο προσομοιωτής DIGEYE με ενσωματωμένο υπολογιστή λαμβάνει την τοποθεσία του χρήστη οπουδήποτε βρίσκεται αυτός (εσωτερικός ή εξωτερικός χώρος) και μέσω ασύρματων σημάτων τον ενημερώνει για εμπόδια στους χώρους που επισκέπτεται (Campus et al., 2012).

Ακολουθεί ένας πίνακας που συνοψίζει τα παραπάνω:

Είδος Χώρου Σύστημα	Εσωτερικός	Εξωτερικός
AudioDoom		✓
AudioChile		✓
AudioVida	✓	
AudioHapticMaze (AHM)	✓	

MaxMSP	✓	
BlindAid	✓	✓
AbES	✓	
SiFASo	✓	
MVLE	✓	
SeaTouch		✓
MoVE	✓	✓
NavBelt	✓	✓
TactiPad	✓	✓
Sonic Path Finder	✓	✓
Simulation Performance Platform	✓	✓
WaCom	✓	✓
WiiMote	✓	✓
MOVA3D	✓	
VirChor	✓	
Terraformers	✓	✓
VIDA	✓	✓
Virtual Eye	✓	✓
Virtual Eye-Cane	✓	✓
AUXie	✓	
DIGEYE	✓	✓
ReachIN API		✓
AudioPolis		✓

Στη συνέχεια, ως προς την ανατροφοδότηση του συστήματος για πληρέστερη αντίληψη του χώρου, διακρίνονται από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας 3 τύποι: ο ακουστικός τύπος ανατροφοδότησης, ο απτικός και ο οπτικός (για άτομα με λιγοστή όραση). Κυρίαρχος τύπος ανατροφοδότησης των εικονικών περιβαλλόντων είναι ο ακουστικός. Τα 12 από τα 27 συστήματα που καταγράφονται εδώ χρησιμοποιούν μόνο ακουστικά σήματα και ηχητικές ενδείξεις για την άμεση ανατροφοδότηση του ατόμου με προβλήματα όρασης/τύφλωση, 3 μόνο απτική ανατροφοδότηση, 8 και ακουστική και απτική, 2 ακουστική και οπτική και 2 συστήματα περιλαμβάνουν και τους 3 τύπους ανατροφοδότησης.

Ειδικότερα, ως προς την ακουστική ανατροφοδότηση, στο AudioDoom κάθε εμφάνιση καινούριας οντότητας συνοδεύεται από συγκεκριμένο ήχο, που βοηθά τον χρήστη να φανταστεί τον χώρο στον οποίο βρίσκεται. Σε κάθε πλατφόρμα του AudioDoom συναντώνται ήχοι για την περιγραφή της ατμόσφαιρας και του πλαισίου, πολύ βοηθητικοί στην αντίληψη του χώρου και την πλοήγηση σε αυτόν (Sánchez & Lumbreras, 1999). Στη συνέχεια, το AudioChile διαθέτει εσωτερικευμένους ήχους για ευκολότερη πλοήγηση και αποτελεσματικότερη εμπύθιση. Οι ήχοι αυτοί παρέχονται

όταν ο χρήστης έρχεται αντιμέτωπος με εμπόδια, όπως λοιπά αντικείμενα. Υπάρχουν, ακόμη, ο ήχος του λάθους, όταν ο χρήστης πάει να εκτελέσει μία μη επιτρεπόμενη ενέργεια και ο ήχος για τα 4 σημεία του ορίζοντα, κατά την πλοήγηση στον χώρο (Sánchez & Sáenz, 2006). Στο MaxMSP έχουν προστεθεί ήχοι (κλικάρισμα στο πληκτρολόγιο, καζανάκι τουαλέτας, ανθρώπινες φωνές που συζητούν) και ηλεκτρονικές μουσικές για εμπλουτισμό του ηχοτοπίου, ανίχνευση πιθανών εμποδίων από τον χρήστη και πληρέστερη αντίληψη του χώρου (Picinali et al., 2014). Στο Audio-Based Environment Simulator (AbES) παρέχονται ηχητικές ενδείξεις που ταιριάζουν στο εγωκεντρικό πλαίσιο αναφοράς. Για παράδειγμα, εάν μια πόρτα βρίσκεται στη δεξιά πλευρά του χρήστη, ακούγεται ένας ήχος σαν χτύπημα πόρτας στο δεξί αυτί του χρήστη μέσω ακουστικών, εάν η πόρτα είναι ευθεία μπροστά του, ο ήχος ακούγεται και στα 2 αυτιά του, κ.ο.κ. Ο προσανατολισμός του χρήστη επιτυγχάνεται με οδηγίες βάσει των τεσσάρων σημείων του ορίζοντα. «Ομιλούν» κείμενο χρησιμοποιείται για να ενημερώσει τον χρήστη του συστήματος σχετικά με τη θέση και την κατεύθυνσή του (π.χ. «είστε στον διάδρομο, στον πρώτο όροφο με φορά στη Δύση»), αλλά και την ταυτότητα των αντικειμένων – εμποδίων που συναντά ο χρήστης (π.χ. «αυτός είναι τοίχος»). Οι ήχοι γίνονται όλο και πιο δυνατοί, καθώς ο χρήστης πλησιάζει σ' ένα εμπόδιο (Sánchez et al., 2010; Merabet et al., 2012; Connors et al., 2013; Connors et al., 2014). Στον προσομοιωτή NavBelt, στη συνέχεια, ένα ακουστικό σύστημα ανατροφοδότησης παρέχεται, μέσω ακουστικών πάντα, στον χρήστη για την ευκολότερη πλοήγηση στον χώρο. Τα ακουστικά ηχητικά σήματα καθοδηγούν το άτομο με προβλήματα όρασης/τύφλωση προς τον επιθυμητό στόχο και τον πληροφορούν για πιθανά εμπόδια (Shoval & Borenstein, 1998). Παρομοίως και στον προσομοιωτή Sonic Path Finder, ο χρήστης ενημερώνεται μέσω ηχητικών σημάτων για διάφορα αντικείμενα στον χώρο, για τις ιδιότητες αυτών των αντικειμένων (χρώμα, υφή), αλλά και για τις θέσεις τους στον χώρο (Gonzalez-Mora et al., 1999). Το σύστημα Simulation Performance Platform (SPP), έπειτα, διαθέτει πλατφόρμες προσομοίωσης ρεαλιστικών πλαισίων (δρόμοι και φανάρια) και μία ευρεία γκάμα ηχητικών ενδείξεων και πληροφοριών για τη διευκόλυνση του χρήστη στην πλοήγησή του στις πλατφόρμες αυτές και την υποστήριξή του για το πού βρίσκεται και τι συναντά στην πορεία του. Λεπτομερέστερα, ακούγονται τα βήματά του για να καταλάβει πόσο γρήγορα κινείται και χαρακτηριστικοί ήχοι για να αντιληφθεί σε τι υλικό δαπέδου περπατά (Inman, Loge, & Cram, 2000). Στο Wacom Space, ο χρήστης ανατροφοδοτείται, κατά την εξερεύνησή του, με ηχητικές οδηγίες

μέσω ακουστικών (και στα 2 αυτιά). Πέρα από τις ηχητικές οδηγίες, περιλαμβάνονται και ψηφιοποιημένοι ήχοι, καθώς και «ομιλούν» κείμενο (Lutz, 2006). Στο σύστημα Virtual Choreographer (VirChor) ο χρήστης ενημερώνεται με ηχητικά σήματα για όλα τα δομικά στοιχεία του περιβάλλοντος, καθώς και για τις υφές των υλικών και τις αποστάσεις μεταξύ των αντικειμένων, με σκοπό τον καλύτερο προσανατολισμό του χρήστη και τη δημιουργία νοερών απεικονίσεων/γνωστικών χαρτών. Οι ήχοι που έρχονται από συγκεκριμένη κατεύθυνση αποκωδικοποιούνται και μεταφέρονται στο αντίστοιχο ακουστικό – από δεξιά στο δεξί αυτί, από αριστερά στο αριστερό και κεντρικά και στα δύο αυτιά (Afonso et al., 2005). Στο σύστημα Virtual Eye, η κάμερα αρχικά «τραβά» τις εικόνες του περιβάλλοντος χώρου με τα αντικείμενα-εμπόδια, έπειτα οι εικόνες αυτές επεξεργάζονται και μετά παράγεται ένα «ομιλούν» κείμενο για το είδος του αντικειμένου και την απόστασή του από τον χρήστη. Το «ομιλούν» κείμενο, τέλος, μεταφέρεται στον χρήστη μέσω ακουστικών (Vaitheswaran, 2007; Sharma & Shimi, 2015). Στο Virtual Eye-Cane ο χρήστης ακούει μια σειρά από κοφτούς ήχους· όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα των ήχων, τόσο πιο κοντά βρίσκεται το εμπόδιο (Maidenbaum et al., 2013). Στο AUXie χρησιμοποιούνται ηχητικά σήματα με μουσική για τα εκθέματα του μουσείου, αλλά και συνθετική ομιλία για την αλλαγή του χώρου (μόλις ο χρήστης μπαίνει σε διαφορετική αίθουσα του εικονικού μουσείου). Για κάθε έκθεμα χρησιμοποιείται διαφορετική μουσική σύνθεση. Η έξοδος από κάθε χώρο, ακόμα, γίνεται αισθητή με ήχο σαν φύσημα του αέρα. Επίσης, όταν ο χρήστης βρίσκεται σε απόσταση 2 βημάτων από κάποιο έκθεμα, μπορεί να ζητήσει λεπτομερή περιγραφή του εκθέματος με συνθετική ομιλία (Dulyan & Edmonds, 2010).

Ως προς την απτική ανατροφοδότηση, ύστερα, το MoVE παρέχει στον χρήστη δονήσεις στην άκρη του δακτύλου του, όταν αυτός προσκρούει σε ένα αντικείμενο, δείχνοντάς του την ακριβή θέση του αντικειμένου στον χώρο. Η ένταση των δονήσεων εξαρτάται από τον αριθμό των προσκρούσεων και από τη δυσκολία του εδάφους – λείο ή τραχύ (Semwal, 2001). Όμοια και στον προσομοιωτή VIDA (Virtual Information Delivery Assistant), μετά τον εντοπισμό ενός αντικειμένου στον χώρο, στέλνονται απτικά σήματα στον χρήστη με δονήσεις στις άκρες των δακτύλων του. Τα απτικά σήματα εκπέμπονται σε ποικίλες συχνότητες· όσο υψηλότερη η συχνότητα των δονήσεων, τόσο πιο κοντινό το αντικείμενο και τόσο μεγαλύτερη η ανάγκη άμεσης αντίδρασης του χρήστη (Kim, Kim, & Lee, 2014). Ακόμη, το σύστημα DIGEYE στέλνει ασύρματα σήματα στον ελεγκτή κίνησης και

μέσω αυτού παράγονται απτικά σήματα που μεταβιβάζονται στον χρήστη με δονήσεις. Έτσι, με τα απτικά σήματα, ο χρήστης προσπαθεί να σχηματίσει έναν γνωστικό χάρτη του χώρου (Campus et al., 2012).

Ως προς την ακουστική και απτική ανατροφοδότηση, το Audio Haptic Maze (AHM) διαθέτει και ακουστικές και απτικές πλατφόρμες στο παιχνίδι διαφυγής από λαβύρινθο. Στις ακουστικές πλατφόρμες, ο χρήστης λαμβάνει ηχητικές οδηγίες με ακουστικά, σχετικά με την περιρρέουσα ατμόσφαιρα (διάδρομοι, εμπόδια, αντικείμενα, πόρτες κλπ). Όλες οι ενέργειες συνδέονται μ' έναν συγκεκριμένο ήχο. Για παράδειγμα, εάν ο χρήστης περπατάει, ακούγονται ήχοι βημάτων. Άλλες πιθανές ενέργειες είναι να προσκρούσει σ' ένα αντικείμενο, να στρίψει σε άλλη κατεύθυνση, να συλλέξει κάτι κ.ά. Η διαδικασία αυτή βοηθά τους χρήστες να εγκαθιδρύσουν σημεία αναφοράς στον χώρο, ως προς τη θέση των αντικειμένων και τη συνολική διαρρύθμιση του χώρου. Στις απτικές πλατφόρμες τώρα, ο χρήστης χρησιμοποιεί έναν τρισδιάστατο δρομέα (ένα σημείο στην οθόνη που δείχνει πού βρίσκεται). Εδώ, όλα γίνονται με την αφή. Εάν, δηλαδή, ο χρήστης ακουμπήσει σ' έναν τοίχο με τον δρομέα, η ανατροφοδότηση που θα λάβει είναι διαφορετική από εκείνη που θα λάβει, όταν ακουμπήσει σε μια πόρτα. Παρέχονται κάποιες δονήσεις ανάλογα με το πού κατευθύνεται ο χρήστης, π.χ. εάν προχωρήσει αριστερά, θα υπάρξει μια δόνηση στο αριστερό του χέρι. Έτσι, εδώ, η εμβύθιση γίνεται μέσω της κιναισθησης –βοηθά η συσκευή Novint Falcon που λειτουργεί ως τρισδιάστατος δρομέας (Sánchez & Tadres, 2010; Sánchez & de Borja Campos, 2013). Στο BlindAid οι χρήστες ενημερώνονται για υφή, σκληρότητα, απαλότητα υλικών και προσβασιμότητα εδάφους, μέσω απτικής ανατροφοδότησης (δονήσεις), από τη συσκευή Phantom. Όταν, λόγου χάρη, οι χρήστες αλληλεπιδρούν εικονικά με ένα μαρμάρινο πάτωμα, το άκρο της συσκευής παράγει μια δόνηση που παραπέμπει σε αίσθηση απαλότητας κ.ο.κ. Ακόμη, με τη βοήθεια των στερεοφωνικών ήχων του συστήματος, τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση πληροφορούνται για τη θέση και την κατεύθυνση των εικονικών αντικειμένων. Παράλληλα, παίζουν και οι ήχοι background κάθε φορά που ο χρήστης του συστήματος επισκέπτεται κάποια περιοχή, π.χ. ήχοι από μηχανές παραγωγής καφέ όταν το άβαταρ εισέλθει σε μια καφετέρια, για να ενημερωθεί ο χρήστης για την αλλαγή του χώρου (Lahav, Schloerb, & Srinivasam, 2013;2015; Lahav et al., 2012). Στο Simulated Environment for acoustic 3D Software (SiFASo) ο χρήστης λαμβάνει και ακουστική και απτική, μέσω δονήσεων, ανατροφοδότηση, κάθε φορά που προσκρούει σ' ένα αντικείμενο. Σε κάθε κελί μπορεί να επιλεγεί ένα

ηχητικό ορόσημο για την αναγνώριση του περιβάλλοντος (ήχοι ζώων ή καθημερινοί ήχοι – αυτοκίνητα, μηχανές, τρένα κλπ). Επίσης, ενσωματώνονται ήχοι στην αφετηρία και τον τερματισμό των κελιών και προσομοιώνονται μέχρι και οι ήχοι της αντήχησης από το πάτωμα και τους τοίχους για την καλύτερη αντίληψη του περιβάλλοντος από το άτομο με προβλήματα όρασης/τύφλωση. Ακόμη, δίνονται οδηγίες σχετικά με τα 4 σημεία του ορίζοντα (Ohuchi et al., 2006). Στο Multisensory-Virtual-Learning-Environment (MVLE) ο χρήστης με προβλήματα όρασης/τύφλωση περιηγείται μέσω απτικής/κιναισθητικής ανατροφοδότησης (από τηλεχειριστήριο) για τις ενέργειες του ίδιου (περπάτημα, συλλογή αντικειμένων) ή για εξερεύνηση των δομικών στοιχείων του περιβάλλοντος (πόρτες, παράθυρα, τοίχοι κλπ). Στο ίδιο εικονικό περιβάλλον υπάρχει και ακουστική ανατροφοδότηση, όπως ήχοι background σε κάθε πλαίσιο, ηχητικά σήματα για τ' αντικείμενα που συναντά ο χρήστης και την τοποθεσία τους και ηχητική βοήθεια σχετικά με το πόσο κοντά βρίσκονται τα αντικείμενα ή εάν πρέπει να στρίψει κάπου ο χρήστης (Lahav & Mioduser, 2002;2003;2004;2008). Στο SeaTouch, επιπροσθέτως, υπάρχει απτική ανατροφοδότηση από τη συσκευή Phantom Omni, όταν «αγγίζουν» τα αντικείμενα στον θαλάσσιο χώρο· για παράδειγμα η ξηρά αποδίδεται με πιο τραχιά υφή. Παράλληλα με την απτική ανατροφοδότηση, υπάρχει και η ακουστική. Όταν ο χρήστης βρίσκεται στη θάλασσα, ακούγονται ήχοι νερού, όταν πατά την ακτογραμμή ακούγονται θαλασσοπούλια, ενώ, όταν βρίσκεται στην ξηρά ακούγονται ήχοι πουλιών ξηράς. Ακόμη, με τη ρύθμιση «Acapela», παρέχεται η δυνατότητα παρουσίας των ονομάτων των αντικειμένων με ψηφιοποιημένη φωνή, π.χ. «αυτό είναι βράχος, αλλάζτε πορεία» (Simonnet et al., 2009;2010; Simonnet & Ryall, 2013). Στο TactiPad, έπειτα, τοποθετείται μικροκαψουλικό χαρτί με αναπαράσταση ενός χώρου σε μορφή Braille. Πιο συγκεκριμένα, η παρουσία ενός εμποδίου κωδικοποιείται με τον αριθμό 1, η απουσία του και η απρόσκοπτη διέλευση με τον αριθμό 0. Η θέση του χρήστη αναπαρίσταται με μία εγκοπή στην άκρη της απτικής διεπαφής. Ακόμη, στο TactiPad, παρέχεται και ακουστική ανατροφοδότηση (ηχητική βοήθεια), σε περίπτωση που πάθει σύγχυση ο χρήστης (Fontaine, Tatur, & Pissaloux, 2007). Το ReachIn παρέχει κι αυτό ακουστική και απτική/κιναισθητική ανατροφοδότηση. Ο χρήστης κινείται με την απτική συσκευή Phantom και δέχεται δονήσεις ανάλογα με το υλικό του αντικειμένου που συναντά (στις πιο τραχιές επιφάνειες δέχεται δονήσεις, σε αντίθεση με τους τοίχους που είναι ολισθηροί για να ξεχωρίζουν). Ακόμη, δονήσεις δέχεται το άτομο σε περίπτωση πρόσκρουσης σε ένα

αυτοκίνητο ή άλλο αντικείμενο της πλατφόρμας. Και οι τοίχοι όμως και τα αντικείμενα περιέχουν συγκεκριμένους ήχους που ενεργοποιούνται κάθε φορά που τα αγγίζει η «μύτη» της συσκευής Phantom. Σε περίπτωση σύγκρουσης του άβαταρ με ένα δυναμικό αντικείμενο (π.χ. αμάξι που κινείται), το αντικείμενο σταματά αμέσως και ακούγεται ήχος σύγκρουσης. Τα ποδήλατα δεν παράγουν ήχο ενώ κινούνται, μόνο έναν ήχο κουδουνιού, όταν η συσκευή Phantom τα ακουμπά. Τα φανάρια, έπειτα, παράγουν έναν χαρακτηριστικό ήχο, όταν επιτρέπουν στον πεζό να περάσουν απέναντι τον δρόμο (Magnusson & Rassmus-Grohn, 2005). Στο Audiopolis, τέλος, ο χρήστης αναγνωρίζει τις επιφάνειες και τα πιθανά εμπόδια μέσω ακουστικών και απτικών μηνυμάτων. Το σύστημα παρέχει 3 διεπιφάνειες χρήσης-πλατφόρμες: μία ακουστική, μία απτική και μία ακουστική και απτική. Στην ακουστική πλατφόρμα, ο χρήστης ανατροφοδοτείται με ηχητικά σήματα για τα σχήματα των αντικειμένων που συναντά το άβαταρ, αλλά και για είσοδο-έξοδο από κάποιον χώρο. Στην απτική πλατφόρμα, ο χρήστης περιηγείται με τη συσκευή Novint Falcon, «νιώθει» με δονήσεις τις υφές των αντικειμένων, αναγνωρίζει απτικά σχήματα και μορφές. Στην πλατφόρμα με ακουστική και απτική ανατροφοδότηση, συνδυάζονται όλα τα παραπάνω (Sánchez et al., 2014).

Αναφορικά με την ακουστική και οπτική ανατροφοδότηση, καταγράφονται τα συστήματα AudioVida και Terraformers. Στο AudioVida το άβαταρ περιηγείται στον λαβύρινθο με τη βοήθεια ηχητικών οδηγιών που κάνουν αναφορά στις διασταυρώσεις, τους τοίχους, τις πόρτες, τα υπόλοιπα αντικείμενα, καθώς και τους διαθέσιμους διαδρόμους, για να ενημερώνεται ο χρήστης για αλλαγές στο περιβάλλον με διακύμανση της έντασης του ήχου. Παρέχονται, ακόμα, ηχητικές πληροφορίες, όταν συναντώνται εικονικά τρόφιμα στον λαβύρινθο για επιπρόσθετους πόντους στο παιχνίδι, σχετικά με τα λίπη, τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες κάθε τροφής. Πέρα από την ακουστική ανατροφοδότηση, οι πλατφόρμες διαθέτουν διαφορετικά χρώματα σε διάφορα σημεία για τα άτομα με υπολειμματική όραση (Sánchez & Sáenz, 2006). Στο εικονικό περιβάλλον - παιχνίδι Terraformers, το σύστημα ενημερώνει τον χρήστη με ηχητικές ενδείξεις σχετικά με τα είδη των αντικειμένων και τις αποστάσεις μεταξύ τους. Επίσης, παρέχεται δυνατότητα υψηλής αντίθεσης (μαύρο φόντο με άσπρες μορφές) για άτομα με χαμηλή όραση. Όλα τα αντικείμενα διαθέτουν ηχητική ανατροφοδότηση, καθώς και έντονα γραφικά για άτομα με υπολειμματική όραση. Ακόμη, άλλοι περιβαλλοντικοί ήχοι ενισχύουν την αντίληψη του χώρου από τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση, όπως πατήματα ποδιών

σε διαφορετικά υλικά και λεκτικές περιγραφές για την υφή των υλικών (Westin, 2004).

Τέλος, ως προς τα συστήματα που διαθέτουν και τους 3 τύπους ανατροφοδότησης (ακουστική, απτική και οπτική), υπογραμμίζονται στη βιβλιογραφία 2 εικονικά περιβάλλοντα: το WiiMote και το MOVA3D. Στο WiiMote ηχητικά σήματα ειδοποιούν τον χρήστη για είσοδο ή έξοδο από κάποιον καινούριο χώρο ή για την επαφή του χρήστη με κάποιο αντικείμενο (έπιπλο, τοίχος, πόρτα κλπ), καθώς και για τις αποστάσεις μεταξύ των αντικειμένων. Επίσης, απτική/κιναισθητική ανατροφοδότηση για τα αντικείμενα και τις ονομασίες τους λαμβάνει ο χρήστης πατώντας ορισμένα πλήκτρα στο τηλεχειριστήριο. Το σύστημα, επιπλέον, διαθέτει έντονα γραφικά για άτομα με υπολειμματική όραση (Evelt et al., 2008; Gedalevitz et al., 2013). Το MOVA3D ενσωματώνει στερεοφωνικό ήχο, αλλά και ελκυστικά γραφικά, αντιπροσωπευτικά του έξω κόσμου, για χρήστες με χαμηλή όραση. Οι ήχοι χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν τον χρήστη στην ανίχνευση στοιχείων στο περιβάλλον. Διαφορετικοί ήχοι, ήτοι, απευθύνονται σε διαφορετικά αντικείμενα (τοίχοι, πόρτες), διαφορετικούς χαρακτήρες (π.χ. εχθροί) και διαφορετικές ενέργειες (περπάτημα, στροφή δεξιά-αριστερά, άνοιγμα πόρτας, ανέβασμα σκάλας κ.ά.). Επίσης, παρέχεται και απτική ανατροφοδότηση για την αναγνώριση του εδάφους που περπατά ο χρήστης, μέσω της απτικής/κιναισθητικής συσκευής Digital Clock Carpet.

Παρακάτω, εκτίθεται ένας πίνακας για πιο παραστατική απεικόνιση των όσων προηγήθηκαν:

Ανατροφοδότηση 3D	Ακουστική	Απτική/ Κιναισθητική	Οπτική
AudioDoom	✓		
AudioChile	✓		
AudioVida	✓		✓
Audio Haptic Maze (AHM)	✓	✓	
MaxMSP	✓		
BlindAid	✓	✓	
Audio-Based Environment Simulator (AbES)	✓		
Simulated Environment for acoustic 3D software (SiFASo)	✓	✓	

Multisensory-Virtual-Learning Environment (MVLE)	✓	✓	
SeaTouch	✓	✓	
MoVE		✓	
NavBelt	✓		
TactiPad	✓	✓	
Sonic Path Finder	✓		
Simulation Performance Platform (SPP)	✓		
WaCom Space	✓		
WiiMote	✓	✓	✓
MOVA 3D	✓	✓	✓
Virtual Choreographer (Vir Chor)	✓		
Terraformers	✓		✓
Virtual Information Delivery Assistant (VIDA)		✓	
Virtual Eye	✓		
Virtual Eye-Cane	✓		
AUXie	✓		
DIGEYE		✓	
ReachIN	✓	✓	
Audiopolis	✓	✓	

Ως προς τον τύπο συσκευής εισόδου πληροφοριών για πληρέστερη αντίληψη του χώρου, διακρίνονται από τη διεθνή βιβλιογραφία 4 τύποι συσκευών: το πληκτρολόγιο, το τηλεχειριστήριο, το ποντίκι και η απτική/κιναισθητική συσκευή. Ειδικότερα, 4 συστήματα χρησιμοποιούν μόνο πληκτρολόγιο ως συσκευή εισόδου πληροφοριών στο σύστημα, 6 μόνο τηλεχειριστήριο, 7 μόνο απτική συσκευή, 1 πληκτρολόγιο και τηλεχειριστήριο, 2 πληκτρολόγιο και ποντίκι, 3 πληκτρολόγιο και απτική συσκευή και 2 συστήματα χρησιμοποιούν πληκτρολόγιο, τηλεχειριστήριο και ποντίκι.

Αρχικά, στο AudioChile και στο AudioVida, ο χρήστης εισάγει δεδομένα μόνο με το πληκτρολόγιο. Υπάρχει, ακόμη, η δυνατότητα εντοπισμού της θέσης ενός αντικειμένου μεταξύ των λαβυρίνθων με τον ίδιο τρόπο (Sánchez & Sáenz, 2006). Στο Audio-Based Environment Simulator (AbES), όλες οι ενέργειες του άβαταρ εκτελούνται με τη χρήση ενός κλασικού πληκτρολογίου, όπου συγκεκριμένα πλήκτρα

χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένες ενέργειες. Πιο αναλυτικά, με το SPACE κινείται μπροστά, με το γράμμα L κινείται δεξιά, με το K ανοίγει πόρτες και με το F μπορεί να ανιχνεύσει τη θέση που βρίσκεται κάθε φορά (Sánchez et al., 2010; Connors et al., 2014). Τα ίδια πλήκτρα για τις ίδιες ενέργειες χρησιμοποιούνται και στο σύστημα AUXie (Dulyan & Edmonds, 2010).

Στο Multisensory-Virtual-Learning-Environment (MVLE), ο χρήστης περιηγείται με τη βοήθεια του τηλεχειριστηρίου για να περπατήσει και να ανακαλύψει τα αντικείμενα του χώρου (Lahav & Mioduser, 2003). Στο NavBelt, επίσης, παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να ελέγξει την περιήγησή του στον χώρο και να ορίσει ο ίδιος τον επιθυμητό-στόχο με τη χρήση τηλεχειριστηρίου. Η θέση του στόχου επιλέγεται ανάλογα με τα κουμπιά του. Εάν, δηλαδή, ο χρήστης επιθυμεί να στρίψει πλάγια, πατάει τα κουμπιά του τηλεχειριστηρίου προς τα πλάγια (Shoval & Borenstein, 1998). Πρέπει να υπογραμμιστεί εδώ ότι και στο Simulation Performance Platform, SPP (Inman, Loge, & Cram, 2000) και στο MaxMSP (Picinali et al., 2014) και στο Virtual Choreographer, VirChor (Afonso et al., 2005), η πλοήγηση επιτυγχάνεται με τα κουμπιά του τηλεχειριστηρίου, όπως και στα προηγούμενα συστήματα. Στο Simulated Environment for acoustic 3D Software (SiFASo), ο χρήστης περιηγείται με το τηλεχειριστήριο, πρώτα όμως, πρέπει να στρίψει το σώμα του προς την επιθυμητή κατεύθυνση και μετά να πατήσει το κουμπί του τηλεχειριστηρίου για να αλλάξει κατεύθυνση. Δεν μπορεί να αλλάξει κατεύθυνση μόνο με τα κουμπιά (Ohuchi et al., 2006).

Στο SeaTouch, παρέχεται η απτική συσκευή Phantom Omni, με την οποία τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση εξερευνούν το εικονικό περιβάλλον μέσω ενός δρομέα (cursor). Ακόμη, «αγγίζουν» διαφορετικά αντικείμενα και εντοπίζουν τη θέση τους, με το πάτημα του πρώτου κουμπιού της συσκευής (Simonnet & Ryall, 2013). Η ίδια συσκευή Phantom χρησιμοποιείται και στο σύστημα MoVE, για την αντίληψη ορισμένων αντικειμένων στον εικονικό χώρο (Semwal, 2001). Στο Wacom Space, διατίθεται επίσης παρόμοιος δρομέας, με τον οποίο ο χρήστης περιηγείται στον χώρο και αντιλαμβάνεται πιθανά εμπόδια (Lutz, 2006). Στο MOVA3D, παρέχεται η απτική συσκευή Digital Clock Carpet. Η συσκευή χρησιμοποιεί το σύστημα του ρολογιού για τον προσανατολισμό του χρήστη στην πλοήγηση. Αυτό σημαίνει ότι ο χώρος γύρω από τον χρήστη διαιρείται σε τμήματα 30° το καθένα για παράδειγμα, εάν ο χρήστης θέλει να στρίψει κατά 90°, τότε πρέπει να σταθεί στον αριθμό 3 του ρολογιού (δηλαδή στις 3 η ώρα), ενώ αν θέλει να στρίψει κατά 210°,

πρέπει να σταθεί στις 7 η ώρα κ.ο.κ (Sánchez & Rodriguez, 2010). Στο σύστημα DIGEYE, ο χρήστης χρησιμοποιεί την απτική συσκευή TAMO, με την κίνηση της οποίας, περιηγείται στον χώρο (Campus et al., 2012) και στο Audiopolis τη Novint Falcon για τον ίδιο σκοπό (Sánchez et al., 2014).

Στο σύστημα Terraformers, ο χρήστης εξοπλίζεται και με τηλεχειριστήριο και με πληκτρολόγιο. Πατώντας τα κουμπιά στο τηλεχειριστήριο, ενημερώνεται για το ποια αντικείμενα παρέχονται στον χώρο, αλλά και για την παρουσία εχθρών. Με το αριθμημένο πληκτρολόγιο, προσανατολίζεται προς 8 κατευθύνσεις στον ορίζοντα, π.χ. βόρεια, βορειοανατολικά, νότια, νοτιοδυτικά, κλπ (Westin, 2004). Το Virtual Eye και το Virtual Eye-Cane εφοδιάζουν τον χρήστη με πληκτρολόγιο και ποντίκι, για ευκολότερη πλοήγηση (Vaitheswaran, 2007; Sharma & Shimi, 2015; Maidenbaum et al., 2013). Στο Audio Haptic Maze (AHM), η αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον γίνεται μέσω του πληκτρολογίου και της απτικής συσκευής Novint Falcon (Sánchez & de Borba Campos, 2013), ενώ στο BlindAid χρησιμοποιείται μεν πληκτρολόγιο για να εκτελέσει ο χρήστης βασικές ενέργειες, αλλά διατίθεται και η απτική συσκευή Desktop Phantom (Lahav et al., 2012). Τις ίδιες συσκευές (πληκτρολόγιο και Phantom) συναντά κανείς και στο σύστημα ReachIn (Magnusson & Rassmus – Grohn, 2005).

Τέλος, καταγράφονται 2 συστήματα που περιέχουν πληκτρολόγιο, τηλεχειριστήριο και ποντίκι και αυτά είναι το AudioDoom (Sánchez & Lubreras, 1999) και το Wiimote (Evet et al., 2008).

Ακολουθεί συνοπτικός πίνακας των παραπάνω:

Συσκευή εισόδου 3D	Πληκτρολ.	Τηλεχειρ.	Ποντίκι	Απτική Συσκευή
AudioDoom	•	•	•	
AudioChile	•			
AudioVida	•			
Audio Haptic Maze (AHM)	•			•
MaxMSP		•		
BlindAid	•			•
AbES	•			
Simulated Environment for acoustic 3D Software (SiFASo)		•		
Multisensory Virtual Learning Environment (MVLE)		•		

SeaTouch				•
MoVE				•
NavBelt		•		
Simulation Performance Platform (SPP)		•		
WaCom Space				•
Wiimote	•	•	•	
MOVA3D				•
Virtual Choreographer (VirChor)		•		
Terraformers	•	•		
Virtual Eye	•		•	
Virtual Eye-Cane	•		•	
AUXie	•			
DIGEYE				•
ReachIN	•			•
Audiopolis				•

Τελικά, σχετικά με τα γνωστικά οφέλη ως προς την αντίληψη χώρου από τη χρήση εικονικών περιβαλλόντων σε άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση, η βιβλιογραφία αναφέρει αφενός τον τομέα της βελτίωσης του προσανατολισμού και της κινητικότητας και αφετέρου αυτόν της κατασκευής γνωστικών χαρτών και της νοερής απεικόνισης των χώρων που μελετώνται από τα εικονικά περιβάλλοντα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα 11 από τα 27 συστήματα προωθούν τη βελτίωση του προσανατολισμού και της κινητικότητας, 7 την κατασκευή γνωστικών χαρτών και 9 επιφέρουν οφέλη και στους δύο τομείς.

Πιο συγκεκριμένα, ως προς τη βελτίωση του προσανατολισμού και της κινητικότητας, έχει διαπιστωθεί από την έρευνα σε παιδιά με δυσκολίες όρασης/τύφλωση ότι το AudioVida συμβάλλει στην αναγνώριση διαφορετικών δρόμων κατά την πλοήγηση στο εικονικό περιβάλλον, την ανάπτυξη στρατηγικών μείωσης του χρόνου περιήγησης στο περιβάλλον και την εύρεση καινούριων διαδρομών για την επίτευξη του στόχου (Sánchez & Sáenz, 2006). Παρόμοια ευρήματα έχουν καταγραφεί και με τη χρήση του συστήματος Terraformers, π.χ. εύρεση εναλλακτικής πορείας στο εικονικό περιβάλλον, μέχρι τον τελικό προορισμό (Westin, 2004). Πέρα από οφέλη αποκλειστικά στο εικονικό σύστημα, όμως, έχει σημειωθεί γνωστικό όφελος και στο αληθινό πλαίσιο. Με το Audio-Based Environment Simulator (AbES), για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση παρουσιάζουν υψηλή επίδοση, όχι μόνο κατά την

πλοήγηση στο εικονικό περιβάλλον, αλλά και σε ασκήσεις περιήγησης στο αληθινό πλαίσιο (μετά από χρήση του εικονικού περιβάλλοντος που αποτελεί προσομοίωση του αληθινού χώρου), π.χ. ακολουθία μιας προκαθορισμένης πορείας όπως και στο εικονικό περιβάλλον και έξοδος από το αληθινό πλαίσιο με επιλογή της συντομότερης οδού. Πιο συγκεκριμένα, έχειδειχθεί ότι η απρόσκοπτη αυτοκατευθυνόμενη χρήση του AbES και του βιντεοπαιχνιδιού που αυτό παρέχει, οδηγεί σε γρηγορότερη έξοδο από το αληθινό πλαίσιο, σε αντίθεση με την υπό επίβλεψη και κατευθυνόμενη χρήση του AbES από βλέποντα συνοδό (ακολουθώντας προκαθορισμένες διαδρομές και πορείες, όμοιες με αυτές ενός τυπικού μαθήματος προσανατολισμού και κινητικότητας από επαγγελματία), που οδηγεί σε μεγαλύτερο χρόνο για την έξοδο από το αληθινό πλαίσιο (Merabet et al., 2012; Connors et al., 2013)· το γεγονός αυτό δηλώνει ότι επισυμβαίνει μεταφορά της μάθησης από το εικονικό περιβάλλον στον αληθινό χώρο και στις δύο συνθήκες (αν και με κάποιες διαφορές στις επιδόσεις). Τα παραπάνω έρχεται να επιβεβαιώσει πρόσφατη έρευνα, σύμφωνα με την οποία, ομάδα ελέγχου, με πανομοιότυπα χαρακτηριστικά, μετά από αυτοκατευθυνόμενη εξάσκηση στο AbES δεν έφερε εις πέρας τις ασκήσεις περιήγησης στο ρεαλιστικό πλαίσιο, το οποίο, όμως, ήταν διαφορετικό από αυτό που παρουσιαζόταν στο AbES· αυτό φανερώνει ότι είναι αναγκαία η ταύτιση των χώρων (στο εικονικό περιβάλλον και στην πραγματικότητα), ώστε να επιτευχθεί γνωστικό όφελος και μεταφορά της χωρικής γνώσης (Connors et al., 2014). Μεταφορά γνώσης σημειώνεται και στο AudioPolis, καθώς άτομα με ολική τύφλωση έχουν καταφέρει, μετά από χρήση του συστήματος, να κινηθούν αποτελεσματικά στο πραγματικό πλαίσιο, κάνοντας εφαρμογή νέων στρατηγικών ανακάλυψης του χώρου, όπως αυτές της οπισθοπορείας και της περιστροφής, αντί μόνο της περιμετρικής εξερεύνησης (Sánchez et al., 2014). Με το ReachIn API, ακόμα, παρουσιάζονται παρόμοια αποτελέσματα, καθώς άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση έχουν καταφέρει να δείξουν την κατάλληλη πορεία στο εικονικό περιβάλλον και να ακολουθήσουν την ίδια πορεία στο πραγματικό, με ελάχιστες εξαιρέσεις ατόμων, τα οποία, έχοντας επισκεφθεί ξανά το πραγματικό πλαίσιο, τείνουν να χαρακτηρίζουν το εικονικό περιβάλλον ελάχιστα διαφοροποιημένο σε κάποια σημεία (Magnusson & Rassmus-Grohn, 2005). Είναι αξιοσημείωτο, όμως, ότι στα παραπάνω συστήματα απαιτείται πρώτα μια εξοικείωση με το εικονικό περιβάλλον και ύστερα η εφαρμογή της γνώσης που αποκτήθηκε στο ρεαλιστικό πλαίσιο. Η διεθνής βιβλιογραφία κάνει αναφορά σε ορισμένους προσομοιωτές, η χρήση των οποίων επιφέρει σημαντικά οφέλη για τα

άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση σε πραγματικό χρόνο, χωρίς δηλαδή καμία προεργασία. Με τον προσομοιωτή NavBelt, αρχικά, είναι σήμερα γνωστό από έρευνες ότι άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση μπορούν να αντιλαμβάνονται εύκολα τον προσανατολισμό και να περιηγούνται απευθείας σε χώρους με μικρή πυκνότητα εμποδίων. Ο συγκεκριμένος προσομοιωτής, βέβαια, φαίνεται να είναι ανεπαρκής σε πιο σύνθετα και πολύπλοκα περιβάλλοντα, γεγονός που μετριάξει την αξιοπιστία του και καθιστά επιτακτική τη χρήση ενός πιο ολοκληρωμένου συστήματος (Shoval & Borenstein, 1998). Για παράδειγμα, με τη χρήση του συστήματος Sonic Path Finder, έχει σημειωθεί μεγαλύτερο όφελος για τα άτομα με προβλήματα όρασης, καθώς έχει βρεθεί ότι τα βοηθά να κινηθούν σχετικά γρήγορα σε άγνωστους χώρους (άρα δεν απαιτείται πρότερη εξοικείωση με το σύστημα) και να εντοπίζουν τις θέσεις των αντικειμένων του περιβάλλοντος χώρου, με βάση το αζιμούθιο (τη γωνία σε μοίρες που σχηματίζεται από την κατεύθυνση του Βορρά και τη διεύθυνση κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού). Οι επιδόσεις μάλιστα των ατόμων με προβλήματα όρασης από τη χρήση του Sonic Path Finder, φαίνεται να είναι υψηλότερες από αυτές των βλέπόντων, καθώς είναι γεγονός ότι είναι σε θέση να αναγνωρίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις αποστάσεις στον χώρο και να προσδιορίζουν πλάτη και ύψη, κάτι στο οποίο υστερούν οι βλέποντες (Gonzalez-Mora et al., 1999). Οφέλη σε πραγματικό χρόνο έχει φέρει στο φως και το Wacom Space, με το οποίο τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση έχουν τη δυνατότητα να βρουν την πορεία τους, κάνοντας «κτήμα» τους τον χώρο κι όλα αυτά τη στιγμή που τα χρειάζονται (Lutz, 2006). Με το Virtual Eye, επίσης, που λειτουργεί σαν κινούμενο μπαστούνι «ανίχνευσης» αντικειμένων, είναι γεγονός πλέον ότι τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση αισθάνονται άνεση με τη χρήση του σε οποιονδήποτε χώρο και είναι ικανά να περιηγούνται αμέσως σε αυτόν χωρίς τη βοήθεια δεύτερου ατόμου (Vaitheswaran, 2007). Με το Simulation Performance Platform, ομοίως, έχει βρεθεί ότι τα άτομα με προβλήματα όρασης είναι σε θέση να εντοπίζουν θέσεις αντικειμένων στον χώρο και να χρησιμοποιούν το σύστημα αυτό απευθείας, καθώς παρέχει εφαρμογή κατευθυνόμενης πλοήγησης, μέχρι να αποκτήσει το άτομο ανεξαρτησία και να είναι σε θέση να κινηθεί μόνο του (Inman, Loge, & Cram, 2000). Τέλος, με τον προσομοιωτή Virtual Information Delivery Assistant (VIDA) και τη δυνατότητα ανίχνευσης της κίνησης του χεριού που παρέχει, υπολογίζονται οι αποστάσεις μεταξύ των αντικειμένων στον χώρο και η εγγύτητά τους από τον χρήστη του συστήματος. Το μειονέκτημα της συσκευής είναι ότι έχει

εφαρμοστεί μόνο σε βλέποντες με δεμένα μάτια και όχι σε άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση. Σίγουρα, όμως, παρέχει ένα ακόμη ελπιδοφόρο εργαλείο για την εξυπηρέτηση και διευκόλυνση των ατόμων με προβλήματα όρασης/τύφλωση (Kim, Kim, & Lee, 2014).

Ως προς την κατασκευή γνωστικών χαρτών και νοερών απεικονίσεων για αντίληψη χώρου, είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι με το AudioDoom τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση θυμούνται με ακρίβεια τη δομή του περιβάλλοντος στο οποίο εξοικειώνονται και δημιουργούν μια εμπεριστατωμένη νοερή απεικόνιση του χώρου που μελετούν. Απόδειξη αποτελεί ο γνωστικός χάρτης που «κατασκευάζουν» τα άτομα με τουβλάκια LEGO μετά από χρήση του AudioDoom, υπό συγκεκριμένες οδηγίες, π.χ. τα μεγάλα τουβλάκια αναπαριστούν τους διαδρόμους, οι μικροί κύβοι τα εμπόδια κ.ο.κ. (Sánchez & Lumbresas, 1999). Τουβλάκια LEGO έχουν χρησιμοποιηθεί και για την απεικόνιση του περιβάλλοντος του MaxMSP, με τα οποία οι χρήστες, με τύφλωση κυρίως, σχηματίζουν έναν αξιόπιστο γνωστικό χάρτη ως προς τον χώρο που μελετούν με το σύστημα. Καλούνται, ειδικότερα, να αναπαραστήσουν τις θέσεις των αντικειμένων που συναντούν στο εικονικό περιβάλλον, τα πατώματα, τα παράθυρα, τις πόρτες και τα εμπόδια. Πρόσφατη έρευνα μάλιστα έχει καταδείξει ότι το περιβάλλον του MaxMSP μπορεί να παρέχει οφέλη στους χρήστες ίσης αξίας με αυτά που προσφέρει το πραγματικό πλαίσιο (Picinali et al., 2014). Το Simulated Environment for acoustic 3D Software (SiFASo), ύστερα, είναι σήμερα διαπιστωμένο ότι κι αυτό βοηθά τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση να δημιουργήσουν γνωστικούς χάρτες του περιβάλλοντος. Αναλυτικότερα, έχει ζητηθεί από συμμετέχοντες σε πείραμα να απομνημονεύσουν τις θέσεις των οροσήμων που συναντούν στα κελιά του εικονικού συστήματος και, έπειτα, να ανασκευάσουν το χωροταξικό σχέδιο του εικονικού περιβάλλοντος, καταλήγοντας σε έναν «απτικό γνωστικό χάρτη» με μαγνητάκια σε ασπροπίνακα. Τα αποτελέσματα έχουν δείξει σημαντική μεταφορά της γνώσης από τη χρήση του συστήματος, καθώς οι συμμετέχοντες στο πείραμα έχουν πετύχει την ομαλή περιήγηση και στο αληθινό πλαίσιο, του οποίου την προσομοίωση είχαν «διδασθεί» με το SiFASo (Ohuchi et al., 2006). Με το SeaTouch, στη συνέχεια, έχει γίνει αξιολόγηση της πλοήγησης του χρήστη με προβλήματα όρασης/τύφλωση τόσο στο εγωκεντρικό όσο και στο αλλοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς και έχει ζητηθεί από τους χρήστες να σχεδιάσουν τον θαλάσσιο χώρο και τα αντικείμενα που τον συναποτελούν και για τα δύο πλαίσια. Υπενθυμίζεται σε αυτό το σημείο ότι,

σύμφωνα με το εγωκεντρικό πλαίσιο αναφοράς, το εικονικό περιβάλλον λειτουργεί ως λευκό μπαστούνι, το πλοίο δεν κινείται, αλλά ο χάρτης περιστρέφεται, με βάση τις κινήσεις του χρήστη. Στο αλλοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς, το πλοίο κινείται με ορόσημο τον Βορρά πάντα (ένα «έξω από τον χρήστη» ορόσημο). Έχει βρεθεί, λοιπόν, ότι οι νοερές αναπαραστάσεις των χρηστών με το αλλοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς στον χώρο παρουσιάζουν μεγαλύτερη ακρίβεια σε σχέση με το εγωκεντρικό, γεγονός άκρως σημαντικό, καθώς το αλλοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς συνδέεται με την αποθήκευση των πληροφοριών στη μακρόχρονη μνήμη (Simonnet & Ryall, 2013). Αυτή η γνωστική διεργασία φαίνεται να είναι ίδια και στους βλέποντες (Rodes & Gugerty, 2012 στο Simonnet & Ryall, 2013). Στο AudioChile, ύστερα, έχειδειχθεί ότι οι χρήστες, με τύφλωση κυρίως, σχηματίζουν στον νου τους μια σχεδόν πανομοιότυπη απεικόνιση του χώρου με αυτόν που περιγράφεται στο εικονικό περιβάλλον· το γεγονός αυτό επιβεβαιώνουν ευρήματα από λεκτικοποίηση του AudioChile σχετικά με τη διαρρύθμιση του χώρου (Sánchez & Sáenz, 2006). Λεκτικοποίηση, επίσης, του περιβάλλοντος έχει σημειωθεί και από χρήστες του συστήματος MoVE, η εφαρμογή του οποίου έχει αποδείξει ότι συμβάλλει στον σχηματισμό γνωστικών χαρτών και μάλιστα με διάφορες στρατηγικές, για παράδειγμα top-down και bottom-up· η στρατηγική top-down ξεκινά από το γενικό στο ειδικό (π.χ. από το εξωτερικό ενός κτιρίου στο εσωτερικό του) και η bottom-up ανάποδα, δηλαδή από το ειδικό στο γενικό (Semwal, 2001). Μία δεύτερη έρευνα σχετικά με το SeaTouch (συγκεκριμένα μελέτη περίπτωσης), έχει προβάλει κι αυτή με τη σειρά της παρόμοια οφέλη, καθώς ο χρήστης του φάνηκε να έχει τη δυνατότητα να απαντήσει σε ερωτήσεις, αναφορικά με την κατεύθυνση και την τοποθεσία των αντικειμένων στον χάρτη του εικονικού περιβάλλοντος που μελέτησε, τόσο με το εγωκεντρικό όσο και με το αλλοκεντρικό πλαίσιο αναφοράς. Ένα παράδειγμα ερώτησης ήταν το ακόλουθο: «βρίσκεσαι στον πιγκουίνο και κοιτάς τον βράχο, πού είναι η σημαδούρα;» κ.ά (Simonnet et al., 2009). Τέλος, με το σύστημα DIGEYE, έχει καταγραφεί για άλλη μία φορά η επιτυχημένη προσπάθεια των ατόμων με προβλήματα όρασης/τύφλωση να σχηματίσουν νοερές αναπαραστάσεις των χώρων που εξετάζουν, συγκεκριμένα, σε νευροβιολογικό επίπεδο, καθώς το σύστημα DIGEYE διαθέτει πολύγραφο νευροαπεικονιστικής τεχνικής για προβολή της δραστηριότητας των χρηστών στις εκάστοτε περιοχές του εγκεφάλου και συσχέτιση αυτής της έντονης δραστηριότητας (όπως έχει διαπιστωθεί) με την κατασκευή γνωστικών χαρτών (Campus et al., 2012).

Ως προς τα οφέλη και στους δύο τομείς (βελτίωση προσανατολισμού, κινητικότητας και παράλληλα κατασκευή γνωστικών χαρτών), έχει επιβεβαιωθεί ερευνητικά ότι με το Audio Haptic Maze (AHM) τα άτομα με προβλήματα όρασης βοηθούνται όχι μόνο στην περιήγηση στον χώρο, αλλά και στην αναγνώριση απλών γεωμετρικών σχημάτων του χώρου, στον οποίο βρίσκονται (Sánchez & Tadres, 2010). Ακόμη, με το Audio Haptic Maze (AHM) επισυμβαίνει βελτίωση στον υπολογισμό της απόστασης μεταξύ των αντικειμένων, τον προσδιορισμό της κατεύθυνσης με βάση ένα σημείο αναφοράς, την αναγνώριση των διαδρομών και λοιπών αντικειμένων με ηχητική και απτική ανατροφοδότηση, την περιγραφή της πορείας που ακολουθεί ο χρήστης, καθώς και την επίλυση ενός προβλήματος, π.χ. το άνοιγμα μιας πόρτας. Γενικά, έχει δειχθεί βελτίωση στις οπτικοχωρικές δεξιότητες των ατόμων με προβλήματα όρασης. Είναι αξιοσημείωτο, όμως, ότι το Audio Haptic Maze (AHM) βοηθά και στη δημιουργία «πιστών» νοερών απεικονίσεων των χώρων, όπως έχει δειχθεί μετά από γραφικές αναπαραστάσεις (που δημιούργησαν οι χρήστες) του περιβάλλοντος του AHM με αντιπροσωπευτικό υλικό του συστήματος - για να ελεγχθεί εάν η νοητική «εικόνα» του χρήστη συμπίπτει με αυτή του εικονικού περιβάλλοντος (Sánchez & de Borja Campos, 2013). Το BlindAid, στη συνέχεια, έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει τις στρατηγικές περιήγησης και κινητικότητας στον χώρο α) περιμετρικά, β) στο εσωτερικό ενός χώρου, γ) γύρω από τα αντικείμενα και δ) αντικείμενο προς αντικείμενο, με κυριότερη βέβαια τη χρήση της περιμέτρου. Ως προς την κατασκευή γνωστικού χάρτη με το BlindAid, τόσο οι αναπαραστάσεις με χαρτί και μολύβι, όσο και οι κατασκευές με τουβλάκια LEGO και οι λεκτικές περιγραφές των χρηστών (τριπλή δοκιμασία), έχουν καταδείξει σημαντικά οφέλη ως προς τη μεταφορά της γνώσης (Lahav et al., 2012). Μεταγενέστερη έρευνα με το BlindAid έχει φέρει στην επιφάνεια πιο πρόσφατα και εξελιγμένα ευρήματα. Λεπτομερέστερα, έχει γίνει σύγκριση ανάμεσα στα οφέλη της κλασικής εξάσκησης στον προσανατολισμό από επαγγελματία με τα οφέλη από το συνδυαστικό μοντέλο-κλασική εξάσκηση και χρήση του BlindAid. Υπογραμμίζεται ότι οι χρήστες που εφάρμοσαν το συνδυαστικό μοντέλο φάνηκαν να κατευθύνονται κατευθείαν προς τον στόχο τους, να επιλέγουν μακρύτερες διαδρομές, να χρησιμοποιούν και τα δυο τους χέρια στην ανακάλυψη του χώρου και να εφαρμόζουν περισσότερες από μία στρατηγικές στο αληθινό (γνωστό) πλαίσιο και μόνο την περίμετρο σε άγνωστα πλαίσια, σε αντίθεση με τους συμμετέχοντες στο πείραμα που ακολούθησαν την κλασική διδασκαλία του προσανατολισμού και της κινητικότητας, οι οποίοι φάνηκαν

να μπερδεύονται στις ασκήσεις αλλαγής κατεύθυνσης και περιστροφής, να χάνουν περισσότερο χρόνο μέχρι να βρουν τον στόχο τους, να επιλέγουν μικρές και γνωστές διαδρομές, να χρησιμοποιούν μόνο το ένα τους χέρι στην εξερεύνησή τους και, τέλος, να εφαρμόζουν αποκλειστικά τη στρατηγική «σταματώ και σκέφτομαι», stop & think, στα γνωστά πλαίσια, ενώ στα άγνωστα σημείωσαν σύγχυση (Lahav, Schloerb, & Srinivasam, 2015). Αξίζει να τονιστεί ότι η συγκεκριμένη έρευνα είναι η μοναδική που έχει αξιοποιήσει άγνωστες τοποθεσίες για να ελεγχθεί η γενίκευση της γνώσης, η εφαρμογή, με άλλα λόγια, της ήδη αποκτηθείσας γνώσης σε νέα, ανοίκεια περιβάλλοντα. Όλα τα παραπάνω έρχονται σε αντίθεση με όσα είχε καταδείξει παλιότερη έρευνα των Munro, Breau, Patrey και Sheldon (2002 στο Lahav, Schloerb, & Srinivasam, 2015), όπου είχαν σημειωθεί δυσκολίες στις ασκήσεις προσανατολισμού και κινητικότητας από τη χρήση του BlindAid σε ομάδα ατόμων με προβλήματα όρασης σε πραγματικά (γνωστά) πλαίσια. Μεταφορά γνώσης στο ρεαλιστικό πλαίσιο ως προς τον προσανατολισμό και οφέλη ως προς την κατασκευή γνωστικών χαρτών (με λεκτικοποίηση του περιβάλλοντος) έχουνδειχθεί και με τη χρήση του MOVA3D από άτομα με τύφλωση και με μερική όραση (Sánchez & Rodriguez, 2010). Στο Virtual Eye-Cane, κατά τον ίδιο τρόπο, έχουν σημειωθεί πλεονεκτήματα στην ευθεία πορεία και στο εικονικό και στο πραγματικό περιβάλλον, με τοποθέτηση του χρήστη στο εγωκεντρικό πλαίσιο αναφοράς και λήψη πληροφοριών για τις αποστάσεις που μεσολαβούν μεταξύ των αντικειμένων (Maidenbaum et al., 2013). Το Multisensory-virtual-learning-environment (MVLE), έπειτα, είναι αλήθεια ότι συμβάλλει στην κινητικότητα του χρήστη με προβλήματα όρασης κατευθύνει προς τον επιθυμητό στόχο, τη γρήγορη πλοήγησή του στο εικονικό περιβάλλον (πρώτα περιμετρικά και ύστερα στο εσωτερικό του χώρου) και την άμεση εξερεύνηση του ρεαλιστικού πλαισίου χωρίς προβλήματα και δισταγμούς και μάλιστα με χρήση όλων των οροσίων-σημείων αναφοράς που περιλαμβάνονται στο εικονικό περιβάλλον. Ακόμη, έχει ζητηθεί από τους χρήστες του MVLE να κατασκευάσουν φυσικά μοντέλα αναπαράστασης με εναλλακτικά αντικείμενα (λάστιχα, χαρτάκια, πλαστικά κλπ), ώστε να ελεγχθεί η «πιστότητα» του γνωστικού χάρτη που δημιουργείται νοερά, γεγονός που επαληθεύεται με μεγάλη επιτυχία (Lahav & Mioduser, 2003). Επόμενη έρευνα με χρήση του MVLE έχει φέρει στο φως αποτελέσματα από τη σύγκριση δύο ομάδων της πειραματικής ομάδας που έκανε χρήση μόνο του MVLE και της ομάδας ελέγχου που εξερεύνησε απευθείας το αληθινό πλαίσιο. Στις ασκήσεις προσανατολισμού, λοιπόν, που ακολούθησαν, η

πειραματική ομάδα χρησιμοποίησε πέρα από τη στρατηγική της περιμέτρου και αυτή της εξερεύνησης του εσωτερικού χώρου, περπάτησε μεγαλύτερη απόσταση και έκανε περισσότερες παύσεις για αναστοχασμό (ενίσχυση μεταγνωστικών δεξιοτήτων, δηλαδή δεξιοτήτων αναθεώρησης της ίδιας της γνώσης). Η ομάδα ελέγχου, αντίθετα, έμεινε στην περίμετρο και διέσχισε πιο μικρή απόσταση. Ως προς τη δημιουργία, τώρα, γνωστικών χαρτών, φυσικά μοντέλα που κατασκευάστηκαν με πλαστικά αντικείμενα και αυτοκόλλητα velcro επιβεβαίωσαν ότι η πειραματική ομάδα απέδωσε με εξαιρετική ακρίβεια όλα τα δομικά μέρη του χώρου του MVLE και τα αντικείμενά του (7 στο σύνολο), ενώ κανείς από την ομάδα ελέγχου δεν τοποθέτησε σωστά και τα 7 αντικείμενα. Επίσης, η πειραματική ομάδα απέδωσε τον χώρο πιο ολιστικά, με τη μορφή χάρτη (map model), ενώ η ομάδα ελέγχου πιο γραμμικά-route model (Lahav & Mioduser, 2004; 2008). Παρόμοια σύγκριση έχει γίνει και με το Wiimote ανάμεσα στην πειραματική ομάδα που χρησιμοποίησε το εικονικό περιβάλλον και την ομάδα ελέγχου που επισκέφτηκε αμέσως το αληθινό πλαίσιο. Τα αποτελέσματα ήταν κι εδώ υπέρ της πειραματικής ομάδας, η οποία ναι μεν χρειάστηκε περισσότερο χρόνο για την πλοήγηση από την ομάδα ελέγχου, αλλά εφάρμοσε τη στρατηγική «αντικείμενο προς αντικείμενο», σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που εφάρμοσε αυτή της περιμέτρου. Επίσης, στα ρεαλιστικά πλαίσια η πειραματική ομάδα χρησιμοποίησε τα ορόσημα που είχε εγκαθιδρύσει από το εικονικό περιβάλλον και περιηγήθηκε με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση, με αποτέλεσμα οι διαδρομές της να είναι πιο σύντομες, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου που αποπροσανατολίστηκε. Αναφορικά με την κατασκευή γνωστικών χαρτών, έχει γίνει λεκτικοποίηση του περιβάλλοντος του Wiimote από τους συμμετέχοντες με ημιδομημένες συνεντεύξεις, κατά τις οποίες η πειραματική ομάδα φαίνεται να χρησιμοποιεί το ολιστικό μοντέλο χάρτη και να περιγράφει τον χώρο με περισσότερη λεπτομέρεια, ενώ η ομάδα ελέγχου φαίνεται να χρησιμοποιεί το γραμμικό μοντέλο περιγραφής και τη λεκτική λίστα αντικειμένων για όσα αντικείμενα μπορούν να ανακαλέσουν, με σκόρπια σειρά (Evet et al., 2008; Gedalevitz et al., 2013). Σε αντίθεση με τα παραπάνω, όμως, σε πειράματα με το VirChor, έχουν καταγραφεί περισσότερα οφέλη από την ενεργή εξερεύνηση του ρεαλιστικού πλαισίου, σε σχέση με την απλή χρήση του συστήματος. Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες που εξερεύνησαν αμέσως το ρεαλιστικό πλαίσιο επέδειξαν καλύτερη επίδοση στον εντοπισμό της θέσης των αντικειμένων στον χώρο από αυτούς που εφάρμοσαν αποκλειστικά το VirChor, χωρίς βέβαια να αναιρείται η χρησιμότητα του συστήματος για άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση (Afonso et al., 2005). Με τη

χρήση του TactiPad, ύστερα, έχει καταγραφεί επιτυχία σε επίπεδο τοπολογίας, δηλαδή τον εντοπισμό των θέσεων στο εικονικό περιβάλλον, σε επίπεδο γεωμετρίας, δηλαδή τον υπολογισμό των αποστάσεων και σε γνωστικό επίπεδο, δηλαδή τη σχεδίαση γνωστικών χαρτών. Τα προηγούμενα, βέβαια, πρέπει να αντιμετωπίζονται με κάποια δυσπιστία, καθώς δεν έχουν επαληθευτεί από εφαρμογή σε ρεαλιστικά πλαίσια (Fontaine, Tatur, & Pissaloux, 2007). Έλλειψη επαλήθευσης σε ρεαλιστικό πλαίσιο σημειώνεται τέλος και κατά τη χρήση του AUXie, αν και η ανταπόκριση των υποκειμένων με ολική τύφλωση στο σύστημα φαίνεται να είναι εκπληκτικά θετική με ανάλογα επακόλουθα στην απόκτηση προσανατολισμού κατά την πλοήγηση στο εικονικό περιβάλλον και απόκτηση γνωστικών χαρτών (Dulyan & Edmonds, 2010).

Τα παραπάνω συνοψίζονται στον πίνακα που έπεται:

3D \ Γνωστικό όφελος	Προσανατολισμός και Κινητικότητα	Κατασκευή Γνωστικών Χαρτών
AudioDoom		•
AudioChile		•
AudioVida	•	
Audio Haptic Maze (AHM)	•	•
MaxMSP		•
BlindAid	•	•
AbES	•	
SiFASo		•
MVLE	•	•
SeaTouch		•
MoVE		•
NavBelt	•	
TactiPad	•	•
Sonic Path Finder	•	
Wacom Space	•	
Wiimote	•	•
MOVA3D	•	•
VirChor	•	•
Terraformers	•	
VIDA	•	
Virtual Eye	•	
Virtual Eye-Cane	•	•
AUXie	•	•
DIGEYE		•
AudioPolis	•	
ReachIN API	•	

Simulation Performance Platform	•	
---------------------------------	---	--

Εν κατακλείδι, παρατίθεται ένας ανακεφαλαιωτικός πίνακας με το σύνολο των ιδιοτήτων των εικονικών περιβαλλόντων/προσομοιωτών για άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση:

Εικονικό Περιβάλλον	Τύπος Ανατροφοδότησης	Συσκευή Εισόδου	Μελέτη Χώρου	Γνωστικό Όφελος
AudioDoom	Ακουστικός	Πληκτρολόγιο/ Τηλεχειριστήριο/ Ποντίκι	Εξωτερικός	Γνωστικός Χάρτης
AudioChile	Ακουστικός	Πληκτρολόγιο	Εξωτερικός	Γνωστικός Χάρτης
AudioVida	Ακουστικός/Οπτικός	Πληκτρολόγιο	Εσωτερικός	Προσανατολισμός
AHM	Ακουστικός/Απτικός	Πληκτρολόγιο/ Απτική Συσκευή	Εσωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
MaxMSP	Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός	Γνωστικός Χάρτης
BlindAid	Ακουστικός/Απτικός	Πληκτρολόγιο/ Απτική Συσκευή	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
AbES	Ακουστικός	Πληκτρολόγιο	Εσωτερικός	Προσανατολισμός
SiFASo	Ακουστικός/Απτικός	Τηλεχειριστήριο/ Απτική Συσκευή	Εσωτερικός	Γνωστικός Χάρτης
MVLE	Ακουστικός/Απτικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
SeaTouch	Ακουστικός/Απτικός	Απτική Συσκευή	Εξωτερικός	Γνωστικός Χάρτης
MoVE	Απτικός	Απτική Συσκευή	Εσωτερικός Εξωτερικός	Γνωστικός Χάρτης
NavBelt	Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατολισμός
TactiPad	Ακουστικός/Απτικός	-	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
Sonic Path Finder	Ακουστικός	-	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατολισμός
Simulation Performance Platform	Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατολισμός
WaCom Space	Ακουστικός	Απτική Συσκευή	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατολισμός

Wiimote	Ακουστικός/Απτικός/ Οπτικός	Πληκτρολόγιο/ Τηλεχειριστήριο/ Ποντίκι	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
MOVA3D	Ακουστικός/Απτικός/ Οπτικός	Απτική Συσκευή	Εσωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
VirChor	Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
Terraformers	Ακουστικός/Οπτικός	Πληκτρολόγιο Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός
VIDA	Απτικός	-	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός
Virtual Eye	Ακουστικός	Πληκτρολόγιο Ποντίκι	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός
Virtual Eye- Cane	Ακουστικός	Πληκτρολόγιο Ποντίκι	Εσωτερικός Εξωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
AUXie	Ακουστικός	Πληκτρολόγιο	Εσωτερικός	Προσανατ/ Γνωστικός Χάρτης
DIGEYE	Απτικός	Απτική Συσκευή	Εσωτερικός Εξωτερικός	Γνωστικός Χάρτης
AudioPolis	Ακουστικός/Απτικός	Απτική Συσκευή	Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός
ReachIN API	Ακουστικός/Απτικός	Πληκτρολόγιο Απτική Συσκευή	Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός

2.2. Κινητικές αναπηρίες

Έχουν καταγραφεί συνολικά 10 συστήματα για άτομα με κινητικές αναπηρίες.

Η ανασκόπηση χωρίζεται και εδώ σε 4 επίπεδα σύγκρισης και αξιολόγησης:

- 1) μελέτη εσωτερικού ή εξωτερικού (υπαίθριου) χώρου
- 2) τύπος ανατροφοδότησης του συστήματος για αντίληψη χώρου
- 3) τύπος συσκευής εισόδου πληροφοριών για αντίληψη χώρου
- 4) γνωστικό όφελος ως προς την αντίληψη χώρου

Αρχικά, ως προς τη μελέτη εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου, καταγράφονται στη βιβλιογραφία 6 εικονικά περιβάλλοντα που μελετούν εσωτερικό χώρο, 3 εξωτερικό και 1 εσωτερικό και εξωτερικό (μεταξύ αυτών και ορισμένοι προσομοιωτές).

Αναλυτικότερα, ως προς τον εσωτερικό χώρο, το HabITest διαθέτει δύο πλατφόρμες. Η πρώτη παρουσιάζει δωμάτια σπιτιού με α) εγωκεντρική προβολή (δηλαδή από την οπτική του ίδιου του χρήστη), β) προβολή με τα μάτια ενός πουλιού

και γ) προβολή με τα μάτια ενός τρίτου προσώπου. Στη δεύτερη πλατφόρμα, παρουσιάζεται ένα μεγάλο κεντρικό γραφείο και 3 μικρότερα που ενώνονται με πόρτες με το κεντρικό. Το HabiTTest δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες με κινητικά προβλήματα να περιηγηθούν αυτόνομα στον χώρο, να εντοπίσουν πιθανά εμπόδια στην κίνησή τους και να εκτελέσουν διάφορες ενέργειες (Palmon et al., 2004). Το Three-Tiered VE, στη συνέχεια, περιλαμβάνει το εσωτερικό ενός τριώροφου κτιρίου, όπου τα δωμάτια είναι κάθετα ευθυγραμμισμένα. Στη μέση του πατώματος σε κάθε δωμάτιο υπάρχει ένα ασανσέρ, που συνδέει και τα τρία πατώματα. Στο Three-Tiered VE εξετάζεται η απόκτηση χωρικής γνώσης από άτομα με κινητική αναπηρία ως προς την κάθετη διάσταση (Stanton et al., 2002; Wilson et al., 2004). Το Virtual Royal Hospital, έπειτα, παρέχει 2 πλατφόρμες. Η μία δείχνει έναν μεγάλο χώρο σε ένα νοσοκομείο με τραπέζια και καρέκλες και η δεύτερη έναν χώρο αποκατάστασης με 4 δωμάτια κι ένα καθιστικό, εργαστήρια H/Y και τέχνης, κουζίνα εργοθεραπείας και ένα δωμάτιο για ατομική θεραπεία. Το Virtual Royal Hospital ενδείκνυται για την εκμάθηση χρήσης του μηχανοκίνητου (ή ηλεκτρικού) αμαξιδίου, την αύξηση της δεξιοτεχνίας του χρήστη στον χειρισμό του και την εύρεση πορείας μέσα σε ένα κτίριο με τη βοήθεια ενός τέτοιου αμαξιδίου (Harrison et al., 2000). Το μηχανοκίνητο αμαξίδιο υπογραμμίζεται ότι είναι απαραίτητο για άτομα που δεν μπορούν να κινήσουν το συμβατικό, καθώς το δεύτερο απαιτεί περισσότερη ενέργεια. Το Virtual Environment Mobility Simulator, έπειτα, περιλαμβάνει ένα σπίτι: μία κρεβατοκάμαρα, ένα μπάνιο, ένα καθιστικό, ένα γραφείο και μια κουζίνα με διαδρόμους και προσφέρεται για εξάσκηση στη χρήση ενός απλού αμαξιδίου (Adelola, Cox, & Rahman, 2002). Τέλος, το Virtual School αποτελεί προσομοίωση ενός πραγματικού σχολείου με έναν φαρδύ διάδρομο και 9 περιφερειακές τάξεις και αξιοποιείται για τον έλεγχο της μεταφοράς της χωρικής γνώσης από το εικονικό στο πραγματικό πλαίσιο για άτομα με κινητική αναπηρία (Foreman et al., 2003).

Ως προς τον εξωτερικό χώρο, το WheelchairNet αρχικά διαθέτει 3 εικονικές πλατφόρμες: δύο για ανεξάρτητη εξερεύνηση και ανακάλυψη και μία για εκμάθηση δεξιοτήτων περιήγησης στην πόλη με αμαξίδιο, π.χ. πλησιάζω τη διάβαση, πατάω το κουμπί στο φανάρι, περιμένει ώσπου να ανάψει πράσινο, διασχίζω τον δρόμο και στρίβω το αμαξίδιο στο απέναντι πεζοδρόμιο (Inman et al., 2011). Το Virtual Town, στη συνέχεια, αποτελείται από έναν λαβύρινθο σε περιβάλλον πόλης με 6 κύριους δρόμους και 3 παρακλάδια σε κάθε κύριο δρόμο (2 από τα οποία οδηγούν σε αδιέξοδο). Μόνο μία πορεία οδηγεί στον τερματισμό. Για να φτάσουν στο τέρμα του

λαβυρίνθου, οι χρήστες πρέπει να ακολουθήσουν συγκεκριμένη ακολουθία στροφών δεξιά ή αριστερά. Το Virtual Town χρησιμοποιείται για την εύρεση πορείας (Wiedenbauer & Jansen-Osmann, 2006). Το Computer Maze Simulator, ακόμα, παρέχει ένα περιβάλλον λαβυρίνθου ανοιχτού χώρου, όπου τα άτομα με κινητική αναπηρία μαθαίνουν πώς να κινούν ένα ηλεκτρικό αμαξίδιο (Hasdai, Jessel, & Weiss, 1998).

Ως προς τη μελέτη εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, στο Virtual House το άτομο με κινητική αναπηρία μαθαίνει τα απαραίτητα για την καθημερινή του ζωή, ξεκινώντας από το περιβάλλον ενός σπιτιού (σταματώ/ξεκινώ, περνάω πόρτες και διαδρόμους) και συνεχίζοντας στο περιβάλλον ενός δρόμου, όπου το άτομο καλείται να λύσει μία προβληματική συνθήκη. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην πλατφόρμα του σπιτιού (Desbonnet, Cox, & Rahman, 1998). Τέλος, το Recreation Center VE παρουσιάζει αθλητικές εγκαταστάσεις, διάφορα πάρκα αναψυχής και στοχεύει στην υποβοήθηση του ατόμου με κινητική αναπηρία, ώστε να αποκτήσει πρόσβαση στις ευρύτερες δράσεις της κοινότητας (Germann, Kaufman Broida, & Broida, 2003).

Ακολουθεί ένας πίνακας που συνοψίζει τα παραπάνω:

Είδος Χώρου Σύστημα	Εσωτερικός	Εξωτερικός
HabiTest	✓	
Three-tiered VE	✓	
WheelchairNet		✓
Virtual Royal Hospital	✓	
Virtual House	✓	✓
Virtual Environment Mobility Simulator	✓	
Recreation Center VE	✓	✓
Virtual School	✓	
Virtual Town		✓
Computer Maze Simulator		✓

Στη συνέχεια, ως προς την ανατροφοδότηση του συστήματος για πληρέστερη αντίληψη του χώρου, τα 2 από τα 10 συστήματα που καταγράφονται εδώ χρησιμοποιούν μόνο ακουστικά σήματα και ηχητικές ενδείξεις, 3 μόνο οπτική ανατροφοδότηση, 2 και ακουστική και οπτική, 1 οπτική και κιναισθητική και 2 περιλαμβάνουν και τους 3 τύπους ανατροφοδότησης (ακουστική, οπτική και απτική/κιναισθητική).

Αρχικά, ως προς την ακουστική ανατροφοδότηση, στο Recreation Center VE παρέχονται ηχητικές πληροφορίες για τη μεταφορά του ατόμου στις εγκαταστάσεις, την πρόσβαση στις δραστηριότητες, την κίνηση στον χώρο, τον εξοπλισμό και λοιπές υπηρεσίες (Germann, Kaufman Broida, & Broida, 2003). Στο Computer Maze Simulator, αργότερα, ακούγονται ήχοι σε περίπτωση σύγκρουσης μέσα στον λαβύρινθο (Hasdai, Jessel, & Weiss, 1998).

Ως προς την οπτική ανατροφοδότηση, στο Three-tiered VE, το πάτωμα και το ταβάνι κάθε δωματίου είναι βαμμένα με ξεχωριστά χρώματα σε κάθε δωμάτιο, για τη διευκόλυνση του χρήστη· το χαμηλότερο δωμάτιο με πράσινο χρώμα, το μεσαίο με ροζ και το υψηλότερο με μπλε. Επίσης, στα δωμάτια υπάρχουν οπτικές ενδείξεις-ορόσημα 6 αντικειμένων-παιχνιδιών (Stanton et al., 2002; Wilson et al., 2004). Στο Virtual Town, επίσης, υπάρχουν οι οπτικές ενδείξεις 18 διαφορετικών παιχνιδιών με τη μορφή ζώων που λειτουργούν ως ορόσημα, τοποθετημένα σε διάφορες θέσεις στον λαβύρινθο με περιβάλλον πόλης (Wiedenbauer & Jansen-Osmann, 2006). Στο Virtual School, τώρα, όλα τα δωμάτια περιέχουν οπτικά ορόσημα, π.χ. στην αποθήκη κουτιά, σε μια τάξη γωνιά με θρανία, στη βιβλιοθήκη ράφια με βιβλία, στο γραφείο υπολογιστές κ.ά και κιναισθητική ανατροφοδότηση από τη συσκευή χειρός που διατίθεται στον χρήστη. Σημειώνεται ότι το Virtual School προβάλλεται από την οπτική ενός αναπηρικού αμαξιδίου και τα «μπράτσα» του καροτσιού είναι ορατά χαμηλά στην οθόνη (Foreman et al., 2003).

Ως προς την οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση, στο Virtual Royal Hospital η εύρεση πορείας στον χώρο του νοσοκομείου διευκολύνεται από οπτικές ενδείξεις στην οθόνη και ακουστικά σήματα (Harrison et al., 2000; 2002) και στο Virtual Environment Mobility Simulator παρέχεται τόσο ορατό σύστημα βαθμολόγησης- αύξησης πόντων για την εύρεση των σωστών αντικειμένων στον χώρο και την εκτέλεση των σωστών ασκήσεων με το αμαξίδιο- όσο και ακουστική επιβράβευση (Adelola, Cox, & Rahman, 2002).

Ως προς την οπτική και κιναισθητική ανατροφοδότηση, το Virtual House παρέχει από τη μια κιναισθητική ανατροφοδότηση στον χρήστη, καθώς το τηλεχειριστήριο συνδέεται με το αμαξίδιο του ατόμου και, έτσι, το αμαξίδιο «φορτώνεται» στην πλατφόρμα και από την άλλη, διαθέτει και συσκευή κεφαλιού σαν κράνος για οπτική ανατροφοδότηση (Desbonnet, Cox, & Rahman, 1998).

Ως προς τη μελέτη και των 3 τύπων ανατροφοδότησης, στο WheelchairNet, στην προσπάθειά τους οι χρήστες να οδηγήσουν ένα εικονικό αμαξίδιο στον χώρο,

φορούν μια συσκευή στο κεφάλι σαν κράνος (όπως και στο Virtual House), στην οποία είναι ενσωματωμένες 2 οθόνες (μία για κάθε μάτι) που ενισχύουν την τρισδιάστατη απεικόνιση του περιβάλλοντος. Ακόμη, το κράνος διαθέτει ακουστικά, τα οποία παρέχουν στερεοφωνικό ήχο και, τέλος, είναι συνδεδεμένο και με το σύστημα ανίχνευσης της κίνησης του κεφαλιού, ώστε η προοπτική του περιβάλλοντος να αλλάζει και να ανταποκρίνεται στην κίνηση του κεφαλιού. Έτσι, καθώς ο χρήστης κινείται δεξιά-αριστερά-πάνω-κάτω, η εικόνα αλλάζει, δείχνοντας ό,τι θα έβλεπε κανείς, εάν οδηγούσε πραγματικό αμαξίδιο (Inman et al., 2011). Το συγκεκριμένο εικονικό περιβάλλον παρέχει και ακουστική ανατροφοδότηση για την αποφυγή συγκρούσεων, αλλά και απτική/κιναισθητική ανατροφοδότηση, μέσω της δόνησης κατά την πρόσκρουση σε ένα εμπόδιο που είναι αισθητή στο τηλεχειριστήριο του χρήστη (Palmon et al., 2004).

Παρακάτω, εκτίθεται ένας πίνακας για πιο παραστατική απεικόνιση των όσων προηγήθηκαν:

Ανατροφοδότηση 3D	Ακουστική	Απτική/ Κιναισθητική	Οπτική
HabiTest	✓	✓	✓
Three-tiered VE			✓
WheelchairNet	✓	✓	✓
Virtual Royal Hospital	✓		✓
Virtual House		✓	✓
Virtual Environment Mobility Simulator	✓		✓
Recreation Center VE	✓		
Virtual School			✓
Virtual Town			✓
Computer Maze Simulator	✓		

Ως προς τον τύπο συσκευής εισόδου πληροφοριών για πληρέστερη αντίληψη του χώρου, διακρίνονται από τη διεθνή βιβλιογραφία 4 τύποι συσκευών: το πληκτρολόγιο, το τηλεχειριστήριο, το ποντίκι και η συσκευή χειρός. Ειδικότερα, 6 συστήματα χρησιμοποιούν μόνο τηλεχειριστήριο ως συσκευή εισόδου πληροφοριών στο σύστημα, 1 μόνο ποντίκι, 1 ποντίκι και πληκτρολόγιο, 1 ποντίκι και τηλεχειριστήριο και 1 ποντίκι, πληκτρολόγιο και συσκευή χειρός.

Αναλυτικότερα, στο HabiTest, η φιγούρα (άβαταρ) του εικονικού περιβάλλοντος διαθέτει χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά του χρήστη, π.χ. κάθεται σε αναπηρικό αμαξίδιο. Ο έλεγχος του άβαταρ γίνεται με τηλεχειριστήριο (LogiTech's Wingman). Το HabiTest, βέβαια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με άλλες συσκευές, π.χ. ποντίκι, αλλά το τηλεχειριστήριο είναι το πιο δημοφιλές. Υπογραμμίζεται, επίσης, ότι το τηλεχειριστήριο στο HabiTest παρέχει και τη δυνατότητα ενεργοποίησης του «εικονικού χεριού» με το πάτημα ενός απλού κουμπιού. Το εικονικό αυτό χέρι βοηθά τον χρήστη να συλλέξει αντικείμενα στον χώρο, να τα επεξεργαστεί και να τα επιστρέψει στη θέση του (Palmon et al., 2004). Στο WheelchairNet, επίσης, οι χρήστες του συστήματος χρησιμοποιούν τηλεχειριστήριο για να κινήσουν το εικονικό αμαξίδιο και να εκτελέσουν κινήσεις δεξιά-αριστερά-μπροστά-πίσω (Inman et al., 2011). Στο Virtual Royal Hospital, έπειτα, η αλληλεπίδραση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον γίνεται με αληθινά χειριστήρια αμαξιδίων που συνδέονται στον H/Y, ενισχύοντας την αίσθηση του «πραγματικού» (Harrison et al., 2000;2002). Κάτι παρόμοιο γίνεται και στο Virtual House, αφού το τηλεχειριστήριο συνδέεται με το πραγματικό αμαξίδιο του χρήστη και το αμαξίδιο «ανεβαίνει» στον H/Y (Desbonnet, Cox, & Rahman, 1998). Στο Virtual Town, ακόμη, αξιοποιείται και εδώ το τηλεχειριστήριο για να οδηγηθεί ο χρήστης στο τέρμα του λαβυρίνθου-πόλης (Wiedenbauer & Jansen-Osmann, 2006). Τέλος, στο Computer Maze Simulator, για την οδήγηση ηλεκτρικού αμαξιδίου χρησιμοποιείται για άλλη μια φορά το τηλεχειριστήριο, με στόχο να κινηθεί ο χρήστης από την αφετηρία του λαβυρίνθου έως τον τερματισμό, χωρίς να χτυπήσει σε τοίχους ή λοιπά εμπόδια (Hasdai, Jessel, & Weiss, 1998).

Στο Recreation Center VE χρησιμοποιείται ως συσκευή εισόδου πληροφοριών το ποντίκι (Germann, Kaufman Broida, & Broida, 2003) και στο Three-tiered VE το ποντίκι και το πληκτρολόγιο. Στο πληκτρολόγιο χρησιμοποιούνται τα βελάκια· τα πάνω-κάτω για κίνηση μπροστά-πίσω, τα δεξιά-αριστερά για ανάλογη κίνηση (Wilson et al., 2004). Στο Virtual Environment Mobility Simulator, έπειτα, για την κίνηση του άβαταρ σε αμαξίδιο χρησιμοποιούνται τόσο το ποντίκι, όσο και το τηλεχειριστήριο (Adelola, Cox, & Rahman, 2002) και στο Virtual School χρησιμοποιούνται και οι 3 συσκευές εισόδου πληροφοριών· το πληκτρολόγιο με τα βελάκια, το ποντίκι για την ενεργοποίηση διαδραστικών αντικειμένων (π.χ. πόρτες) και μια συσκευή χειρός για την εκτίμηση της κατεύθυνσης της τοποθεσίας του στόχου, που αποτελείται από ένα μοιρογνωμόνιο κι ένα «χέρι» με εύκολη περιστροφή

και μια κόκκινη ένδειξη στην άκρη του. Οι χρήστες με τη συσκευή αυτή μπορούν να περιστρέψουν το περιβάλλον έως 360° προς όλες τις κατευθύνσεις για να δείξουν αντικείμενα στον χώρο (Foreman et al., 2003).

Ακολουθεί συνοπτικός πίνακας των παραπάνω:

3D \ Συσκευή εισόδου	Πληκτρολ.	Τηλεχειρ.	Ποντίκι	Απτική Συσκευή
HabiTest		•		
Three-tiered VE	•		•	
WheelchairNet		•		
Virtual Royal Hospital		•		
Virtual House		•		
Virtual Environment Mobility Simulator		•	•	
Recreation Center VE			•	
Virtual School	•		•	•
Virtual Town		•		
Computer Maze Simulator		•		

Τελικά, σχετικά με τα γνωστικά οφέλη ως προς την αντίληψη χώρου από τη χρήση εικονικών περιβαλλόντων σε άτομα με κινητικές αναπηρίες, η βιβλιογραφία αναφέρει κι εδώ αφενός τον τομέα της βελτίωσης του προσανατολισμού και της κινητικότητας και αφετέρου αυτόν της κατασκευής γνωστικών χαρτών και της νοερής απεικόνισης των χώρων που μελετώνται από τα εικονικά περιβάλλοντα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα 8 από τα 10 συστήματα προωθούν τη βελτίωση του προσανατολισμού και της κινητικότητας, 2 επιφέρουν οφέλη και στους 2 τομείς, ενώ 1 τελευταίο φαίνεται να μην προσφέρει κανένα γνωστικό όφελος στους χρήστες.

Ως προς τη βελτίωση του προσανατολισμού και της κινητικότητας, το HabiTest έχει δειχθεί από την έρευνα ότι βοηθά την περιήγηση ατόμων με κινητική αναπηρία στους χώρους ενός καθημερινού σπιτιού (με εξαίρεση τους μικρούς και στενούς χώρους, όπου η πρόσβαση με αναπηρικό αμαξίδιο είναι δύσκολη), την ανίχνευση εμποδίων και δυσκολιών, αλλά και την υπέρβασή τους (Palmon et al., 2004). Στο Three-tiered VE, έχει ζητηθεί από άτομα με εκ γενετής παραμόρφωση της σπονδυλικής στήλης ή των κάτω άκρων, με εγκεφαλική παράλυση και χρήση αμαξιδίου να περιηγηθούν σε ένα τριώροφο κτίριο, να θυμηθούν τις θέσεις των αντικειμένων που συναντούν και να τις εντοπίσουν ξανά είτε στο ίδιο εικονικό περιβάλλον εκ νέου (χωρίς όμως τα αντικείμενα) είτε στο πραγματικό πλαίσιο με

χρήση συσκευής χειρός. Το Three-tiered VE σίγουρα βοηθάει τον προσανατολισμό του χρήστη, αν και παρατηρούνται καλύτερες επιδόσεις (ως προς την ανάκληση θέσης αντικειμένων και τον προσανατολισμό) στο χαμηλότερο πάτωμα και χειρότερες στα υψηλότερα επίπεδα, γεγονός που δείχνει την υπεροχή του οριζόντιου πλαισίου και την κάθετη ασυμμετρία που σημειώνονται στην ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης στα άτομα με κινητική αναπηρία (Stanton et al., 2002; Wilson et al., 2004). Στο WheelchairNet, έχει παρατηρηθεί στατιστική σημαντική διαφορά υπέρ της πειραματικής ομάδας (που έκανε χρήση του εικονικού περιβάλλοντος) έναντι της ομάδας ελέγχου (που παρατήρησε απλά ένα DVD για το πώς χειρίζεται κάποιος ένα αμαξίδιο), στις δεξιότητες «οδηγώ ευθεία» και «σταματώ». Γενικά, το εικονικό περιβάλλον WheelchairNet φαίνεται να ενισχύει περισσότερο το κίνητρο για ενασχόληση και εξάσκηση, σε σχέση με το απλό DVD. Επίσης, με την εφαρμογή του WheelchairNet έχει παρατηρηθεί μεταφορά της γνώσης στο ρεαλιστικό πλαίσιο, καθώς οι χρήστες με κινητική αναπηρία, έχουν εκτελέσει με επιτυχία ενέργειες με το αμαξίδιο και έχουν βελτιώσει την κινητικότητά τους και στο πραγματικό περιβάλλον (Inman et al., 2011). Στο Virtual House, έπειτα και από μεταέλεγχο, έχει αναφερθεί επιτυχία των ατόμων με κινητικές αναπηρίες στο να προσανατολιστούν, να περιηγηθούν στον χώρο, αλλά και στο να κατευθύνουν το αμαξίδιο, σίγουρα βέβαια με ορισμένες δυσκολίες. Δεν έχει ελεγχθεί, όμως, εάν συμβαίνει μεταφορά της γνώσης από το εικονικό στο ρεαλιστικό πλαίσιο (Desbonnet, Cox, & Rahman, 1998). Στο Virtual Environment Mobility Simulator έχει ζητηθεί από εκπαιδευόμενους στη χρήση αναπηρικού αμαξιδίου να φέρουν εις πέρας έναν συνδυασμό απλών ενεργειών-ασκήσεων με ηλεκτρικό αμαξίδιο που συνθέτουν ένα σενάριο, π.χ. κινούμαι εμπρός, κάνω αναστροφή, στρίβω δεξιά-αριστερά, ανταποκρίνομαι σε αλλαγές με ταχύτητα και σταματώ για να αποφύγω μια σύγκρουση. Με τη χρήση του συγκεκριμένου προσομοιωτή, έχει υπογραμμιστεί η ανταπόκριση των χρηστών με κινητική αναπηρία στις ασκήσεις αυτές, γεγονός που εξαίρει τη συμβολή του στη βελτίωση του προσανατολισμού τους, αλλά και την εκμάθηση μιας πορείας-σεναρίου (Adelola, Cox, & Rahman, 2002). Το Recreation Center VE, στη συνέχεια, έχει δειχθεί ότι βοηθά στη βελτίωση του προσανατολισμού των ατόμων με κινητική αναπηρία (παροχή πολύτιμων πληροφοριών για τον χώρο, στον οποίο πρόκειται να μεταφερθούν), αλλά και στη μείωση του άγχους για το άγνωστο, όπως έχει καταδείξει η μέτρηση του καρδιακού παλμού και της κορτιζόλης στα άτομα αυτά, μετά την εφαρμογή του συγκεκριμένου εικονικού περιβάλλοντος (Germann, Kaufman Broida,

& Broida, 2003). Στο Virtual Town, έπειτα, έχει σημειωθεί η χρησιμότητά του σε άτομα με δισχιδή ράχη, καθώς τα βοηθά να βελτιώσουν τον προσανατολισμό τους και να εμπλουτίσουν τη χωρική τους γνώση, μόνο, όμως, ως προς την εκμάθηση οροσήμων, γεγονός που καθιστά αναγκαίο τον εμπλουτισμό ενός περιβάλλοντος με ορόσημα για τα παιδιά με δισχιδή ράχη, όταν αυτά καλούνται να αντιληφθούν έναν χώρο και να προσπαθήσουν να μάθουν μια πορεία σε αυτόν. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα της έρευνας των Cohen & Schuepfer, ήδη από το 1980 (Wiedenbauer & Jansen-Osmann, 2006). Με το Computer Maze Simulator, έχει παρατηρηθεί σημαντική βελτίωση της επίδοσης των νέων χρηστών ηλεκτρικού αμαξιδίου με μυϊκή δυστροφία ή εγκεφαλική παράλυση στην κινητικότητα τους στον χώρο και την εκμάθηση πορείας σε αυτόν. Αξίζει, φυσικά, να αναφερθεί ότι ο προσομοιωτής αυτός στοχεύει μόνο στην προετοιμασία του ατόμου για τη χρήση του αμαξιδίου και σε καμία περίπτωση δεν αντικαθιστά το πραγματικό (Hasdai, Jessel, & Weiss, 1998).

Ως προς τα οφέλη και στους 2 τομείς, στο Virtual School έχει αναφερθεί βελτίωση του προσανατολισμού των ατόμων με κινητική αναπηρία (εκμάθηση πορείας), ενίσχυση της χωρικής τους μνήμης (ελάχιστα μόνο λάθη στην ανάκληση της θέσης των αντικειμένων στον χώρο), αλλά και μεταφορά της γνώσης στο ρεαλιστικό πλαίσιο. Επίσης, η χρήση του Virtual School σε άτομα με μυϊκή δυστροφία και νωτιαία μυϊκή ατροφία, φαίνεται ότι ενισχύει τη δημιουργία μιας νοερής αναπαράστασης του χώρου του σχολείου, όπως έφεραν στο φως αυτοσχέδια σκίτσα σε χαρτιά A4 και φυσικά μοντέλα από τουβλάκια LEGO (Foreman et al., 2003).

Τέλος, αξίζει να υπογραμμιστεί ότι στο Virtual Royal Hospital δεν έχει καταγραφεί κάποιο όφελος ως προς την αντίληψη της χωρικής γνώσης από τη χρήση του εικονικού περιβάλλοντος, διότι έχει φανεί ότι το εικονικό του αμαξίδιο δεν μπορεί να «τρέξει» τόσο γρήγορα όσο το πραγματικό, γεγονός που προκαλεί αύξηση του χρόνου που χρειάζεται για την ολοκλήρωση των ασκήσεων στο εικονικό περιβάλλον και αύξηση των συγκρούσεων στο περιβάλλον, λόγω της δυσκολίας χειρισμού του αμαξιδίου. Επίσης, το περιβάλλον αυτό δεν έχει καταδείξει οφέλη και ως προς την εκμάθηση πορείας σε έναν χώρο (Harrison et al., 2000;2002).

Τα παραπάνω συνοψίζονται στον πίνακα που έπεται:

3D \ Γνωστικό όφελος	Προσανατολισμός και Κινητικότητα	Κατασκευή Γνωστικών Χαρτών
HabiTest	•	
Three-tiered VE	•	
WheelchairNet	•	
Virtual Royal Hospital	-	-
Virtual House	•	
Virtual Environment Mobility Simulator	•	
Recreation Center VE	•	
Virtual School	•	•
Virtual Town	•	
Computer Maze Simulator	•	

Στο σημείο αυτό, παρατίθεται ένας ανακεφαλαιωτικός πίνακας με το σύνολο των ιδιοτήτων των εικονικών περιβαλλόντων/προσομοιωτών για άτομα με κινητικές αναπηρίες:

Εικονικό Περιβάλλον	Τύπος Ανατροφοδότησης	Συσκευή Εισόδου	Μελέτη Χώρου	Γνωστικό Όφελος
HabiTest	Ακουστικός/Οπτικός/Απτικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός	Προσανατολισμός
Three-tiered VE	Οπτικός	Πληκτρολόγιο/Ποντίκι	Εσωτερικός	Προσανατολισμός
Wheelchair Net	Ακουστικός/Οπτικός/Κινησθητικός	Τηλεχειριστήριο	Εξωτερικός	Προσανατολισμός
Virtual Royal Hospital	Οπτικός/Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός	Δεν παρατηρείται όφελος
Virtual House	Οπτικός/Κινησθητικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός/Εξωτερικός	Προσανατολισμός
Virtual Environment Mobility Simulator	Οπτικός/Ακουστικός	Ποντίκι/Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός	Προσανατολισμός
Recreation Center VE	Ακουστικός	Ποντίκι	Εσωτερικός/Εξωτερικός	Προσανατολισμός
Virtual School	Οπτικός/Κινησθητικός	Πληκτρολόγιο/Ποντίκι/Συσκευή χειρός	Εσωτερικός	Γνωστικός Χάρτης/Προσανατολ.
Virtual Town	Οπτικός	Τηλεχειριστήριο	Εξωτερικός	Προσανατολισμός
Computer Maze Simulator	Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εξωτερικός	Προσανατολισμός

2.3. Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές (ΔΑΔ)

Για τα άτομα με Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές ή διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού έχουν καταγραφεί συνολικά 7 συστήματα. Η ανασκόπηση χωρίζεται κι εδώ στα ίδια 4 επίπεδα σύγκρισης και αξιολόγησης, όπως και πρωτύτερα.

Αρχικά, ως προς τη μελέτη εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου, καταγράφονται στη βιβλιογραφία 4 εικονικά περιβάλλοντα που μελετούν εξωτερικό χώρο, 1 εσωτερικό, 1 εσωτερικό και εξωτερικό και 1 τελευταίο που μελετά έναν χώρο σε αφηρημένη μορφή.

Ως προς τη μελέτη εξωτερικού χώρου, το Virtual Garden απεικονίζει την αυλή και τον κήπο ενός σπιτιού για να εξοικειωθεί ο χρήστης με ΔΑΔ στην κίνηση στον κήπο, το περπάτημα και το ανέβασμα της σκάλας (Fornasari et al., 2013). Στη συνέχεια, το Neuro VR 2.0 (City Version) περιγράφει το περιβάλλον μιας πόλης, όπου έχουν προστεθεί φανάρια, διαβάσεις, σήματα και λοιπά ερεθίσματα, π.χ. αμάξια, πεζοί, σκύλοι κι έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την κινητικότητα του χρήστη με ΔΑΔ στην πολύβουη και απαιτητική πόλη (Saiano et al., 2015). Στο Virtual Morris Water Maze, έπειτα, αναπαρίσταται τρισδιάστατα το περιβάλλον μιας πισίνας και ο χρήστης με ΔΑΔ καλείται να μάθει και να ανακαλέσει τη θέση μιας κρυμμένης τοποθεσίας (Edgin & Pennington, 2005 στο Smith, 2015). Τέλος, στο Virtual Island προβάλλεται ένα νησί, με στόχο την εξερεύνηση του χώρου από τους χρήστες, την απομνημόνευση του χωροταξικού σχεδίου και την ανακάλυψη ενός κρυμμένου αντικειμένου (Lind et al., 2013 στο Smith, 2015).

Ως προς τη μελέτη εσωτερικού χώρου, στο Virtual Café παρουσιάζεται το περιβάλλον μιας καφετέριας, όπου οι χρήστες μαθαίνουν τόσο τον εξοπλισμό όσο και το πώς να κινηθούν στον χώρο της (Parsons et al., 2004 στο Bellani et al., 2011).

Ως προς τη μελέτη εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, στο Blue Room διατίθενται 2 πλατφόρμες: μία ενός σχολικού διαδρόμου με δύο εκδοχές (άδειος-γεμάτος) και μία ενός δρόμου με πεζούς να περπατάνε στο πεζοδρόμιο και αυτοκίνητα να κινούνται στον δρόμο (Wallace et al., 2010).

Ως προς τη μελέτη του χώρου σε αφηρημένη μορφή, στο εικονικό περιβάλλον Passages, ο χρήστης προκαλεί ο ίδιος με μια ράβδο φωσφορίζοντα ίχνη μέσα σε έναν τρισδιάστατο χώρο. Καθώς ο χρήστης κινεί τη ράβδο, πολύχρωμες φωτεινές γραμμές δημιουργούνται. Έτσι, ο χρήστης δημιουργεί «αρχιτεκτονικά επιτεύγματα» από φως

και χρώμα που πάντα κινούνται ανάλογα με την «προοπτική» του χρήστη (Ghedini et al., 2008).

Ακολουθεί ένας πίνακας που συνοψίζει τα παραπάνω:

Είδος Χώρου Σύστημα	Εσωτερικός	Εξωτερικός
Virtual Garden		✓
Passages	- (αφηρημένη τέχνη)	- (αφηρημένη τέχνη)
Blue Room	✓	✓
Neuro VR 2.0 (City Version)		✓
Virtual Café	✓	
Virtual Morris Water Maze		✓
Virtual Island		✓

Στη συνέχεια, ως προς την ανατροφοδότηση του συστήματος, τα 3 από τα 7 συστήματα που καταγράφονται εδώ χρησιμοποιούν μόνο οπτικά σήματα για την άμεση ανατροφοδότηση του ατόμου με ΔΑΔ, 3 οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση και 1 διαθέτει και τους 3 τύπους ανατροφοδότησης (οπτική, ακουστική και κιναισθητική).

Ξεκινώντας, ως προς την οπτική ανατροφοδότηση, στο Virtual Garden εμφανίζονται εικόνες-αντικείμενα στην οθόνη κατά την ελεύθερη εξερεύνηση του χώρου από τον χρήστη και κατά την αναζήτηση του «κρυμμένου θησαυρού» στον εικονικό κήπο (Fornasari et al., 2013). Συνεχίζοντας, στο Passages, παρέχεται ανατροφοδότηση οπτικά από το φως και τα χρώματα που «μπερδεύονται» στον χώρο, δημιουργώντας ίχνη και σύνολα (Ghedini et al., 2008). Στο Virtual Café, εμφανίζονται ενδείξεις στην οθόνη, για να μάθει ο χρήστης του συστήματος την πορεία περιήγησης στον χώρο (Bellani et al., 2011).

Ως προς την οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση, στο Blue Room εμφανίζονται αφενός διαδραστικά αντικείμενα για αλληλεπίδραση στην οθόνη αφής και αφετέρου υπάρχει συνοδή μουσική για την υποστήριξη του ατόμου με ΔΑΔ (Wallace et al., 2010). Στο Virtual Morris Water Maze, ύστερα, εμφανίζονται ορόσημα στην οθόνη για διευκόλυνση ανάκλησης της θέσης μιας κρυμμένης τοποθεσίας και παράλληλα ακούγονται ήχοι νερού (Edgin & Pennington, 2005 στο

Smith, 2015). Στο Virtual Island, επίσης, παρέχεται ακριβώς η ίδια ανατροφοδότηση-χρήση οροσήμων και ακουστική βοήθεια (Lind et al., 2013 στο Smith, 2015).

Ως προς τη μελέτη και των 3 τύπων ανατροφοδότησης, τέλος, στο Neuro VR 2.0 (City Version), ο χρήστης ακολουθεί σήματα και βέλη στην οθόνη για να διευκολυνθεί στην κίνησή του. Σε περίπτωση λανθασμένης ενέργειας (π.χ. περνά με κόκκινο ένα φανάρι), ακούγονται προειδοποιητικοί ήχοι. Ακόμη, στο σύστημα παρέχεται και κιναισθητική ανατροφοδότηση, καθώς καταγράφονται οι κινήσεις του χρήστη στον τρισδιάστατο χώρο μέσω μιας κιναισθητικής συσκευής. Έτσι, είναι δυνατή η «ανακατασκευή» των κινήσεων του χρήστη (κεφάλι, δεξί χέρι, αριστερό πόδι κ.ά.) σε πραγματικό χρόνο (Saiano et al., 2015).

Παρακάτω, εκτίθεται ένας πίνακας για πιο παραστατική απεικόνιση των όσων προηγήθηκαν:

Ανατροφοδότηση 3D	Ακουστική	Απτική/ Κιναισθητική	Οπτική
Virtual Garden			✓
Passages			✓
Blue Room	✓		✓
Neuro VR 2.0 (City Version)	✓	✓	✓
Virtual Café			✓
Virtual Morris Water Maze	✓		✓
Virtual Island	✓		✓

Ως προς τον τύπο συσκευής εισόδου πληροφοριών για πληρέστερη αντίληψη του χώρου, 2 συστήματα χρησιμοποιούν μόνο ποντίκι ως συσκευή εισόδου πληροφοριών στο σύστημα, 2 μόνο τηλεχειριστήριο, 2 μόνο απτική/κιναισθητική συσκευή και 1 διαθέτει οθόνη αφής και τηλεχειριστήριο.

Αρχικά, στο Virtual Garden, με την κίνηση του ποντικιού δεξιά-αριστερά, ο χρήστης με ΔΑΔ έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τον προσανατολισμό στο εικονικό περιβάλλον, ενώ με πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού και «σύρσιμό» του μπροστά-πίσω, μπορεί να ενεργοποιήσει τη μετακίνησή του εντός του εικονικού περιβάλλοντος (Fornasari et al., 2013). Ποντίκι χρησιμοποιείται επίσης ως συσκευή εισόδου πληροφοριών και στο Virtual Café (Parsons et al., 2004 στο Bellani et al., 2011).

Ως προς τη χρήση τηλεχειριστηρίου, καταγράφονται 2 εικονικά περιβάλλοντα: το Virtual Morris Water Maze (Edgin & Pennington, 2005 στο Smith, 2015) και το Virtual Island (Lind et al., 2013 στο Smith, 2015).

Ως προς τη χρήση κιναισθητικής συσκευής, στη συνέχεια, στο Passages, ο χρήστης κουνά μια ράβδο για να προκαλέσει τα «ίχνη» στον τρισδιάστατο χώρο (Ghedini et al., 2008) και στο Neuro VR 2.0 (City Version) αξιοποιείται η κιναισθητική συσκευή Microsoft Kinect, τοποθετημένη κάτω από την οθόνη, για να καταγράφει τις κινήσεις του χρήστη και να τις ανακατασκευάζει, με στόχο τη δημιουργία ενός «λεξικού χειρονομιών και κινήσεων» για «αποκρυπτογράφηση» της αλληλεπίδρασης του υποκειμένου με το εικονικό περιβάλλον (Saiano et al., 2015).

Τέλος, στο Blue Room, χρησιμοποιούνται η οθόνη αφής και το τηλεχειριστήριο για εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα (Wallace et al., 2010).

Ακολουθεί συνοπτικός πίνακας των παραπάνω:

3D Συσκευή εισόδου	Οθόνη Αφής	Τηλεχειρ.	Ποντίκι	Απτική Συσκευή
Virtual Garden			•	
Passages				•
Blue Room	•	•		
Neuro VR 2.0 (City Version)				•
Virtual Café			•	
Virtual Morris Water Maze		•		
Virtual Island		•		

Τελικά, σχετικά με τα γνωστικά οφέλη ως προς την αντίληψη χώρου από τη χρήση εικονικών περιβαλλόντων σε άτομα με ΔΑΔ, η βιβλιογραφία αναφέρει οφέλη μόνο στον τομέα της βελτίωσης του προσανατολισμού και της κινητικότητας και καθόλου σε αυτόν της κατασκευής γνωστικών χαρτών και της νοερής απεικόνισης των χώρων που μελετώνται από τα εικονικά περιβάλλοντα.

Ειδικότερα, στο Virtual Garden, έχειδειχθεί ότι τα παιδιά με ΔΑΔ, αν και παρουσιάζουν κάποιες δυσκολίες στην ελεύθερη εξερεύνηση στον χώρο, τελικά τα καταφέρνουν ικανοποιητικά σε δραστηριότητες προσανατολισμού στον χώρο και εύρεσης του «κρυμμένου θησαυρού» και μάλιστα με ενισχυμένο κίνητρο και μειωμένες στερεοτυπίες (Fornasari et al., 2013). Στο Passages, ύστερα, έχει φανεί η επίδραση της αισθητικής φύσης του συστήματος και η θεραπευτική του ισχύς στην

αβίαστη εξερεύνηση του χώρου από άτομα με ΔΑΔ και στη βελτίωση της χωρικής τους αντίληψης. Εικάζεται ότι η προσωπική εμπλοκή του χρήστη τον βοηθά να ανακαλέσει με ευκολία το χωροταξικό σχέδιο και να προσανατολιστεί (Ghedini et al., 2008). Από τη χρήση του Blue Room, έχει δειχθεί η βελτίωση της κινητικότητας του χρήστη με ΔΑΔ στην πόλη (Wallace et al., 2010) και από το Neuro VR 2.0 (City Version) η εκμάθηση εναλλαγής του χρώματος στο φανάρι (σταματώ-ξεκινώ), η αύξηση της ταχύτητάς τους κατά την κίνηση στην πόλη και η εύρεση σωστής πορείας μέχρι τον τελικό προορισμό του (Saiano et al., 2015). Στο Virtual Café, όπως ήδη αναφέρθηκε, έχει σημειωθεί η συνεισφορά του συστήματος στη βελτίωση της κίνησης του ατόμου με ΔΑΔ μέσα σε καφετέρια (Parsons et al., 2004 στο Bellani et al., 2011), στο Virtual Morris Water Maze έχουν καταδειχθεί οφέλη ανάκλησης του χωροταξικού σχεδίου από εύρεση κρυμμένων τοποθεσιών στον χώρο (Edgin & Pennington, 2005 στο Smith, 2015) και στο Virtual Island, τοιουτοτρόπως, οφέλη εύρεσης χαμένων αντικειμένων σε ένα έρημο νησί, που σηματοδοτεί τη βελτίωση του προσανατολισμού από άτομα με ΔΑΔ (Lind et al., 2013 στο Smith, 2015).

Τα παραπάνω συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα:

3D	Γνωστικό όφελος	Προσανατολισμός και Κινητικότητα	Κατασκευή Γνωστικών Χαρτών
	Virtual Garden	•	
	Passages	•	
	Blue Room	•	
	Neuro VR 2.0 (City Version)	•	
	Virtual Café	•	
	Virtual Morris Water Maze	•	
	Virtual Island	•	

Στο σημείο αυτό, παρατίθεται ένας ανακεφαλαιωτικός πίνακας με το σύνολο των ιδιοτήτων των εικονικών περιβαλλόντων για άτομα με αυτισμό/ΔΑΔ:

Εικονικό Περιβάλλον	Τύπος Ανατροφοδότησης	Συσκευή Εισόδου	Μελέτη Χώρου	Γνωστικό Όφελος
Virtual Garden	Οπτικός	Ποντίκι	Εξωτερικός	Προσανατολισμός
Passages	Οπτικός	Κινησθητική/ Ράβδος	Αφηρημένης Μορφής	Προσανατολισμός

Blue Room	Οπτικός/Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο/ Οθόνη Αφής	Εσωτερικός/ Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός
Neuro VR 2.0 (City Version)	Οπτικός/Ακουστικός/ Κιναισθητικός	Κιναισθητική Microsoft Kinect	Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός
Virtual Café	Οπτικός	Ποντίκι	Εσωτερικός	Προσανατο- λισμός
Virtual Morris Water Maze	Οπτικός/Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός
Virtual Island	Οπτικός/Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εξωτερικός	Προσανατο- λισμός

2.4. Μαθησιακές Δυσκολίες (ΜΔ)/ΔΕΠ-Υ/Δυσλεξία

Στο σημείο αυτό, ακολουθεί ανασκόπηση των ευρημάτων σχετικά με τις ιδιότητες των εικονικών περιβαλλόντων για άτομα με ΜΔ/ΔΕΠ-Υ/Δυσλεξία. Έχουν καταγραφεί συνολικά 4 συστήματα. Η ανασκόπηση χωρίζεται και εδώ σε 4 επίπεδα σύγκρισης και αξιολόγησης: α) μελέτη χώρου, β) τύπος ανατροφοδότησης, γ) συσκευή εισόδου πληροφοριών και δ) γνωστικά οφέλη.

Αρχικά, ως προς τη μελέτη χώρου, υπάρχουν 3 συστήματα που μελετούν εξωτερικό χώρο και ένα εσωτερικό. Στο Virtual Transport ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να φύγει από το σπίτι του, να διασχίσει τον δρόμο, να βρει τη στάση για το σωστό λεωφορείο και να κατέβει από το λεωφορείο στη σωστή στάση (Standen et al., 2000). Το Virtual City περιγράφει το περιβάλλον μιας πόλης με καφετέρια, σούπερ-μάρκετ, σταθμό συγκοινωνιών και εργοστάσιο. Οι χρήστες του πρέπει να εντοπίσουν τις σωστές διαβάσεις για να περάσουν απέναντι τους δρόμους, να πατήσουν τα κουμπιά στα φανάρια και να διασχίσουν, εν τέλει, τη διάβαση (Standen et al., 2002). Το Virtual Road, έπειτα, αποτελείται από έναν μακρύ κι επίπεδο δρόμο, ένα φανάρι, ένα δέντρο, γρασίδι και 11 οχήματα. Ο δρόμος είναι σημαδεμένος με συνεχόμενες λευκές γραμμές στην άκρη και στο κέντρο, ώστε να χωρίζεται σε 2 λωρίδες τριών μέτρων καθεμία. Οι χρήστες του συγκεκριμένου συστήματος εξασκούνται στο να περπατούν στον χώρο και στο να μαθαίνουν να διασχίζουν σωστά έναν δρόμο όταν πλησιάζει ένα εικονικό όχημα (Clancy, Rugklidge, & Owen, 2006). Τέλος, το Virtual Bungalow απεικονίζει 4 συνδεδεμένα δωμάτια σε ένα χαμηλό οίκημα (bungalow) μία κρεβατοκάμαρα, ένα σαλόνι, μία κουζίνα κι ένα δωμάτιο μουσικής. Οι χρήστες καλούνται να βρουν μια πορεία διαμέσου των

δωματίων στο εικονικό bungalow και να ψάξουν για ένα αυτοκινητάκι-παιχνίδι (Rose, Brooks, & Attree, 2002).

Ακολουθεί ένας πίνακας που συνοψίζει τα παραπάνω:

Είδος Χώρου Σύστημα	Εσωτερικός	Εξωτερικός
Virtual Transport		✓
Virtual City		✓
Virtual Road		✓
Virtual Bungalow	✓	

Ως προς τον τύπο ανατροφοδότησης των συστημάτων για άτομα με ΜΔ ή ΔΕΠ-Υ, σημειώνονται 2 εικονικά περιβάλλοντα με οπτική μόνο ανατροφοδότηση, 1 περιβάλλον με ακουστική μόνο και 1 που συνδυάζει και οπτική και ακουστική ανατροφοδότηση. Ως προς την οπτική ανατροφοδότηση, στο Virtual Bungalow, κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης του χώρου, οι χρήστες βλέπουν όλα τα αντικείμενα του σπιτιού. Επίσης, οι κινήσεις που εκτελούν στον χώρο αποθηκεύονται από το σύστημα σε μορφή σχεδιαγράμματος για να μπορούν να τις μελετήσουν αργότερα (Rose, Brooks, & Attree, 2002). Στο Virtual Transport, στη συνέχεια, παρουσιάζονται βέλη για σωστή πορεία στον χώρο και εύρεση της σωστής στάσης του λεωφορείου (Standen et al., 2000). Ως προς την ακουστική ανατροφοδότηση, ύστερα, στο Virtual Road ακούγονται προειδοποιητικοί ήχοι κόρνας εάν πλησιάσει το αμάξι απειλητικά τους χρήστες, καθώς και ήχοι πρόσκρουσης, αν τελικά οι «πεζοί» συγκρουστούν με τα εικονικά αμάξια (Clancy, Rucklidge, & Owen, 2006). Τέλος, στο Virtual City υπάρχει και οπτική ανατροφοδότηση -προβολή αντικειμένων στην οθόνη- και ακουστική -συγκεκριμένοι ήχοι σε κάθε χώρο (Neale, Cobb, & Wilson, 2000).

Παρακάτω, εκτίθεται ένας πίνακας για πιο παραστατική απεικόνιση των όσων προηγήθηκαν:

Ανατροφοδότηση 3D	Ακουστική	Οπτική
Virtual Transport		✓
Virtual City	✓	✓
Virtual Road	✓	
Virtual Bungalow		✓

Ως προς τη συσκευή εισόδου δεδομένων, αναφέρονται 2 συστήματα με χρήση τηλεχειριστηρίου μόνο και 2 με χρήση ποντικιού και τηλεχειριστηρίου παράλληλα. Πιο συγκεκριμένα, το Virtual Bungalow και το Virtual Road διαθέτουν μόνο τηλεχειριστήριο, ενώ το Virtual City και το Virtual Transport έχουν ποντίκι και τηλεχειριστήριο.

Ακολουθεί συνοπτικός πίνακας των παραπάνω:

3D \ Συσκευή εισόδου	Τηλεχειρ.	Ποντίκι
Virtual Transport	•	•
Virtual City	•	•
Virtual Road	•	
Virtual Bungalow	•	

Τέλος, ως προς τα γνωστικά οφέλη που σημειώνονται από τα εικονικά περιβάλλοντα για άτομα με ΜΔ ή ΔΕΠ-Υ, υπογραμμίζεται ότι στα 2 από τα 4 συστήματα έχει αναφερθεί βελτίωση τόσο του προσανατολισμού όσο και της κινητικότητας, στο 1 μόνο του προσανατολισμού και στο τελευταίο μόνο της κινητικότητας στον χώρο. Αναλυτικότερα, στο Virtual City έχει παρατηρηθεί ικανοποιητική περιήγηση στον χώρο από 20 άτομα που έχουν μέτριες ΜΔ και δυσλεξία με αύξηση του προσανατολισμού και βελτίωση της κινητικότητάς τους κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων του εικονικού συστήματος (Standen et al., 2002). Στο Virtual Transport, επίσης, 9 χρήστες με μέτριες έως σοβαρές ΜΔ έχουν δείξει οφέλη στην περιήγηση της πλατφόρμας με τη δημόσια συγκοινωνία (λεωφορείο), καθώς έχουν καταφέρει να διασχίσουν τον δρόμο, να βρουν τον δρόμο για τη σωστή στάση, αλλά και να κατέβουν στη σωστή στάση του προορισμού τους (Standen et al., 2000). Στο Virtual Bungalow έχει δειχθεί όφελος ως προς την αναγνώριση του χωροταξικού σχεδίου του συστήματος (ταύτιση σχήματος δωματίου με την ανάλογη κάρτα) από 65 μαθητές με ΜΔ και την εύρεση πορείας για την ανακάλυψη ενός αντικειμένου, αλλά όχι ως προς την ανάκληση των αντικειμένων που περιέχουν τα δωμάτια. Επίσης, από τη χρήση του Virtual Bungalow έχει παρατηρηθεί μεταφορά της χωρικής γνώσης και στο πραγματικό πλαίσιο (Rose, Brooks, & Attree, 2002). Στο Virtual Road, τελικά, αν και έχουν σημειωθεί για αρχή περισσότερα λάθη από την ομάδα με ΔΕΠ-Υ ενώ διασχίζουν τον δρόμο, λόγω του ότι τα άτομα με ΔΕΠ-Υ δεν μπορούν να εκτιμήσουν με ακρίβεια τις συσχετίσεις μεταξύ

της διάρκειας, της ταχύτητας και της απόστασης και λόγω της γενικότερης δυσκολίας τους με την αίσθηση του χρόνου, έχει παρατηρηθεί αντ' αυτού μία σχετική βελτίωση της επίδοσης των εφήβων με ΔΕΠ-Υ με συνεχόμενες δοκιμές και προσπάθειες στο εικονικό περιβάλλον, π.χ. μειωμένα λάθη στις διαβάσεις και πληρέστερη κινητικότητα (Clancy, Rucklidge, Owen, 2006).

Τα παραπάνω συνοψίζονται στον πίνακα που έπεται:

3D	Γνωστικό όφελος	Προσανατολισμός και Κινητικότητα	Κατασκευή Γνωστικών Χαρτών
Virtual Transport		•	
Virtual City		•	
Virtual Road		•	
Virtual Bungalow		•	

Ακολούθως, παρατίθεται ένας ανακεφαλαιωτικός πίνακας με το σύνολο των ιδιοτήτων των εικονικών περιβαλλόντων για άτομα με ΜΔ ή ΔΕΠ-Υ:

Εικονικό Περιβάλλον	Τύπος Ανατροφοδότησης	Συσκευή Εισόδου	Μελέτη Χώρου	Γνωστικό Όφελος
Virtual Transport	Οπτικός	Τηλεχειριστήριο Ποντίκι	Εξωτερικός	Προσανατ. Κινητικότητα
Virtual City	Ακουστικός Οπτικός	Τηλεχειριστήριο Ποντίκι	Εξωτερικός	Προσανατ. Κινητικότητα
Virtual Road	Ακουστικός	Τηλεχειριστήριο	Εξωτερικός	Κινητικότητα
Virtual Bungalow	Οπτικός	Τηλεχειριστήριο	Εσωτερικός	Προσανατολισμός

2.5. Νοητικές αναπηρίες

Στη διεθνή έρευνα αναφέρονται 4 εικονικά περιβάλλοντα για άτομα με νοητική αναπηρία/νοητική καθυστέρηση ως προς την αντίληψη χώρου (κι εδώ αξιοποιούνται τα επίπεδα: μελέτη χώρου, τύπος ανατροφοδότησης, συσκευή εισόδου δεδομένων και γνωστικά οφέλη).

Ως προς τη μελέτη του χώρου, καταγράφονται 4 συστήματα που μελετούν εξωτερικό χώρο. Το Virtual Town με χρήση prop on a board προβάλλει ένα περιβάλλον πόλης με διάφορα κτίρια. Ο χρήστης μαθαίνει να κινείται μεταξύ των κτιρίων στο πλαίσιο της εικονικής πόλης, έρχεται σε επαφή με το ταχυδρομείο, το

σούπερ-μάρκετ και βιώνει τον πολύπλοκο κόσμο της μεγαλούπολης. Περιηγείται ελεύθερα με σκοπό να προσανατολιστεί μόνος του (Groenewegen et al., 2008). Το Virtual Mat αποτελείται από μια πόλη, όπου υπάρχουν διάφορα σπίτια, κτίρια, αυτοκίνητα και σούπερ-μάρκετ. Ο χρήστης είναι σε θέση να προετοιμάσει λίστες με ψώνια, να περιηγηθεί στην πόλη, να βρει το σούπερ-μάρκετ, να συλλέξει τα ψώνια του από τα κατάλληλα ράφια, να επιστρέψει στο σπίτι και να τα τοποθετήσει στη σωστή τους θέση. Αναφορικά με την αντίληψη χώρου, το Virtual Mat πραγματεύεται τις έννοιες της θέσης (μέσα, έξω, δίπλα κ.ά.) και της κατεύθυνσης (μπροστά, πίσω, αριστερά, δεξιά) για τη βελτίωση του προσανατολισμού του ατόμου με νοητική αναπηρία. Διαθέτει 5 επίπεδα κλιμακούμενης δυσκολίας, για να είναι συμβατό με τις ανάγκες του ατόμου από απλή περιήγηση στο εσωτερικό του σπιτιού μέχρι τον περίπατο στην πόλη, την αγορά των προϊόντων και την επιστροφή στο σπίτι (de Oliveira Malaquias, 2013). Στο Second Life προσφέρονται διάφορες δραστηριότητες στην ύπαιθρο, όπως χόκεϊ, ποδόσφαιρο και ελεύθερη πτώση. Επίσης, οι χρήστες του Second Life επισκέπτονται και διάφορες τοποθεσίες, όπως παραλίες, λούνα παρκ και γήπεδα γκολφ. Η μετάβαση από τη μία τοποθεσία στην άλλη γίνεται με τηλεμεταφορά. Ο χρήστης καλείται να αναγνωρίσει σημεία στον χώρο (ορόσημα) για να πραγματοποιηθεί η τηλεμεταφορά (Stendal et al., 2011). Τελευταίο στη σειρά είναι το Virtual Maze. Πρόκειται για έναν λαβύρινθο που παίρνει διάφορες μορφές: η μία είναι με δρόμους πόλης, ψηλούς τοίχους και σημεία αναφοράς (ορόσημα) στον χώρο, όπως αμάξια, στάσεις λεωφορείου, λάμπες, αγάλματα, παγκάκια, δέντρα, πεζοδρόμια, φανάρια και πινακίδες σήμανσης και η άλλη με τρισδιάστατη απεικόνιση τοίχων και διαδρόμων με 6 διασταυρώσεις, σε καθεμία από τις οποίες υπάρχουν μία σωστή πορεία που οδηγεί στην επόμενη διασταύρωση ή στο τέρμα και μία λανθασμένη που οδηγεί σε αδιέξοδο (Mengue-Topio et al., 2011; Farran et al., 2012). Οι χρήστες στο σύστημα αυτό έχουν τη δυνατότητα να μάθουν συγκεκριμένες διαδρομές από ένα σημείο στο άλλο και να βρουν τη συντομότερη πορεία προς έναν προορισμό με 5 συνεχόμενες δοκιμές. Ακολουθεί πίνακας που συνοψίζει τα παραπάνω:

Είδος Χώρου Σύστημα	Εσωτερικός	Εξωτερικός
Virtual Town		✓
Virtual Mat		✓
Second Life		✓
Virtual Maze		✓

Ως προς την ανατροφοδότηση που παρέχουν τα συστήματα στους χρήστες με νοητική αναπηρία, το Virtual Town συνοδεύεται από μια βάση (board), όπου ο χρήστης κινεί ένα χειριστήριο με τη μορφή μιας ξύλινης κούκλας (prop) και εκτελεί ενέργειες με το πάτημα ενός κουμπιού στο καπέλο της κούκλας, π.χ. πέρασμα πόρτας. Για να βοηθηθεί ο χρήστης στην κίνησή του, το σύστημα παρέχει ορισμένες διευκολύνσεις, π.χ. χωρισμός της βάσης σε «τμήματα» για να κινηθεί η φιγούρα στους στενούς δρόμους της πόλης ή τοποθέτηση ξύλινων «ορίων» στη βάση για να ανέβει ο χρήστης σκάλες και σε περίπτωση λάθους παρέχει οπτικές ενδείξεις για ανατροφοδότηση (Groenewegen et al., 2008). Στο Virtual Mat, έπειτα, παρέχεται οπτική ανατροφοδότηση (εικονικός βοηθός) και ακουστική σε περίπτωση λάθους (de Oliveira Malaquias, 2013). Στο Second Life παρέχεται οπτική ανατροφοδότηση (συννεφάκια με μηνύματα, βελάκια στην άμμο για κατεύθυνση στον χώρο), αλλά και ακουστική ήχοι κυμάτων, ήχοι βημάτων και ξεχωριστές μουσικές σε κάθε χώρο (Stendal et al., 2011) και στο Virtual Maze χρησιμοποιείται το χρώμα ως βασικό «κλειδί» για ανατροφοδότηση, καθώς το χρώμα είναι το προεξέχον γνώρισμα σε ένα περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, το αρχικό μονοπάτι στον λαβύρινθο έχει γκρι χρώμα και μετά από κάθε διασταύρωση το χρώμα αλλάζει. Επίσης, στο Virtual Maze χρησιμοποιούνται 2 πλατφόρμες-συνθήκες: μία με βασικά χρώματα (π.χ. κόκκινο, πράσινο, μπλε) και μία με δευτερεύοντα, δηλαδή μίξη κόκκινου, πράσινου και μπλε χρώματος που αποδίδονται περιφραστικά (Mengue-Torpio et al., 2011). Τα παραπάνω συνοψίζονται ακολούθως:

3D \ Ανατροφοδότηση	Ακουστική	Οπτική
Virtual Town		✓
Virtual Mat	✓	✓
Second Life	✓	✓
Virtual Maze		✓

Ως προς τη συσκευή εισόδου πληροφοριών, στο Virtual Town, όπως προαναφέρθηκε, χρησιμοποιείται η ξύλινη κούκλα για την εκτέλεση ενεργειών (Groenewegen et al., 2008). Στο Virtual Mat οι συσκευές εισόδου πληροφοριών που χρησιμοποιούνται είναι το πληκτρολόγιο (βελάκια) για περιήγηση και το ποντίκι για τη συλλογή αντικειμένων από το σούπερ-μάρκετ και την τοποθέτησή τους στα ράφια

(de Oliveira Malaquias, 2013). Στο Second Life ο χειρισμός του εικονικού περιβάλλοντος και η εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα γίνεται με τα βελάκια στο πληκτρολόγιο (περιήγηση στον χώρο) και με το ποντίκι (για να δείξει ο χρήστης το σημείο, στο οποίο επιθυμεί να κατευθυνθεί και να επιλέξει το «πέταγμα» - τηλεμεταφορά (Stendal et al., 2011). Στο Virtual Maze, τέλος, για την εισαγωγή των δεδομένων, χρησιμοποιούνται το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, αλλά και το τηλεχειριστήριο (Mengue-Topio et al., 2011). Ακολουθεί πίνακας που συγκεντρώνει τα παραπάνω:

3D \ Συσκευή εισόδου	Τηλεχειρ.	Ποντίκι	Πληκτρολόγιο
Virtual Town	•		
Virtual Mat		•	•
Second Life		•	•
Virtual Maze	•	•	•

Ως προς τα γνωστικά οφέλη, στο Virtual Town έχει καταγραφεί βελτίωση τόσο του προσανατολισμού όσο και της κινητικότητας ατόμων με νοητική καθυστέρηση από τη χρήση της ξύλινης κούκλας – prop (Groenewegen et al., 2008). Στο Virtual Mat έχει παρατηρηθεί αύξηση του προσανατολισμού και της κινητικότητας σε μαθητές με νοητική καθυστέρηση και σύνδρομο Down, όπως έδειξαν οι υψηλές βαθμολογίες των μαθητών από τους δασκάλους τους στους αντίστοιχους τομείς μετά από εφαρμογή του Virtual Mat για περίοδο 3 μηνών (de Oliveira Malaquias et al., 2013). Ως προς τα γνωστικά οφέλη του Second Life, αν κι έχει παρατηρηθεί δυσκολία από άτομα με νοητική καθυστέρηση κατά την εκτέλεση της τηλεμεταφοράς, έχει σημειωθεί αντ’αυτού βελτίωση του προσανατολισμού - αναγνώριση οροσήμων - και της κινητικότητας στον χώρο. Σύμφωνα με τους Siegel και White (1975 στο Mengue-Topio et al., 2011), η αναγνώριση οροσήμων είναι το πρωταρχικό στάδιο για την εκμάθηση μιας πορείας στον χώρο, έπεται η εκμάθηση της κατεύθυνσης και της απόστασης και η ενσωμάτωση πολλαπλών διαδρομών σε ένα αλλοκεντρικό πλαίσιο (έξω από το άτομο) πλαίσιο αναφοράς (γνωστικός χάρτης). Αξίζει να τονιστεί ότι η δημιουργία γνωστικού χάρτη με την εφαρμογή του Second Life δεν έχει γίνει εφικτή από άτομα με νοητική καθυστέρηση (Stendal et al., 2011). Τέλος, από τη χρήση του Virtual Maze, έχει καταγραφεί η εύρεση της συντομότερης πορείας ήδη από την πρώτη δοκιμή με ποσοστό επιτυχίας 77% μεταξύ ατόμων με

νοητική αναπηρία. Η δεξιότητα τού να βρει κανείς τη συντομότερη οδό ανάμεσα σε 2 σημεία θεωρείται μια συμπεριφοριστική απόδειξη για την κατασκευή της γνώσης του 3^{ου} σταδίου χωρικής γνώσης, του αλλοκεντρικού (Poucet, 1993; Stanton, Wilson, & Foreman, 2003 στο Mengue-Torpio, 2011), οπότε θεωρείται ότι η πλειονότητα των ατόμων με νοητική καθυστέρηση κατόρθωσε να «αγγίξει» το τελικό στάδιο γνώσης. Είναι αλήθεια, όμως, ότι υπάρχει έλλειμμα στην κατάκτηση αφηρημένης γνώσης από τα άτομα με νοητική αναπηρία. Γι'αυτόν τον λόγο οι χρήστες με νοητική αναπηρία ή κάποιο άλλο σύνδρομο τείνουν να εφαρμόζουν εναλλακτικές στρατηγικές για να προσανατολιστούν στον χώρο και να αντισταθμίσουν τα ελλείμματά τους στις οπτικοχωρικές δεξιότητες. Για τα άτομα με WS έχει αναφερθεί ότι, δεδομένης της υπεροχής τους στον λεκτικό τομέα, συνηθίζουν να λεκτικοποιούν μη λεκτικές πληροφορίες (π.χ. χρώμα) προκειμένου να εξερευνήσουν έναν χώρο και να προσανατολιστούν (Farran et al., 2012). Το εύρημα αυτό είναι παρόμοιο με τα αποτελέσματα της μελέτης της Farran και των συνεργατών της (2010), όπου χρησιμοποιήθηκε επίσης η στρατηγική της λεκτικής κωδικοποίησης οπτικών πληροφοριών, αυτή τη φορά για αντικείμενα που δε γνώριζαν κι όχι για χρώμα. Για τα άτομα με WS έχει γίνει επίσης γνωστό από τη διεθνή έρευνα ότι διαμορφώνουν αναπαραστάσεις των χώρων, με τη βοήθεια των οροσήμων κατά την εκμάθηση μιας πορείας σε ένα περιβάλλον, όχι όμως γνωστικούς χάρτες (Farran et al., 2012). Όσο προσοδοφόρα, βέβαια, είναι η χρήση οροσήμων για τα άτομα με WS, άλλο τόσο μη ωφέλιμη αποδεικνύεται για άτομα με DS. Φαίνεται ότι τα άτομα με DS αξιοποιούν διαφορετικές στρατηγικές, π.χ. ελεύθερη περιήγηση, απομνημόνευση ακολουθίας κινήσεων, «πρόσθεση» διαδρομών που μαθαίνουν αντί να «κόψουν» δρόμο, αλλά για να επιβεβαιωθεί το γεγονός αυτό απαιτείται μελλοντική έρευνα. Το σίγουρο είναι ότι ούτε τα άτομα με DS αναπτύσσουν μια «σφαιρική» αναπαράσταση του χώρου, όπως και τα υπόλοιπα άτομα με νοητική αναπηρία (Courbois et al., 2013). Τα παραπάνω έρχονται να επιβεβαιώσουν δύο ακόμη έρευνες της Farran και των συνεργατών της (2014;2015), όπου το μεγαλύτερο έλλειμμα στην εκμάθηση πορείας παρουσιάστηκε σε άτομα με DS (ίσως λόγω δυσκολιών και στον λεκτικό και στον οπτικοχωρικό τομέα), ενώ σε άτομα με WS υπογραμμίστηκε ξανά η λεκτική κωδικοποίηση ως αντιστάθμισμα. Επίσης, ελέγχθηκε και η σημασία της θέσης των οροσήμων στο Virtual Maze (2συνθήκες: κοντινά-απομακρυσμένα ορόσημα) και μάλιστα η ομάδα με το WS έδειξε καλύτερη επίδοση στη συνθήκη με τα απομακρυσμένα ορόσημα, χωρίς όμως να είναι γνωστό το γιατί (Farran et al., 2015). Το μόνο που μπορεί να

λεχθεί με σιγουριά είναι ότι τα άτομα με νοητική αναπηρία βασίζονται αποκλειστικά στο μοντέλο πορείας για την περιήγηση και εκμάθηση στον χώρο και όχι στο μοντέλο του «γνωστικού χάρτη», καθώς το δεύτερο απαιτεί καλά αναπτυγμένη αφαιρετική σκέψη. Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω συνοψίζονται στον επόμενο πίνακα:

3D \ Γνωστικό όφελος	Προσανατολισμός και Κινητικότητα	Κατασκευή Γνωστικών Χαρτών
Virtual Town	•	
Virtual Mat	•	
Second Life	•	
Virtual Maze	•	

Εν κατακλείδι, παρατίθεται ένας ανακεφαλαιωτικός πίνακας με το σύνολο των ιδιοτήτων των εικονικών περιβαλλόντων/προσομοιωτών για άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση:

Εικονικό Περιβάλλον	Τύπος Ανατροφοδότησης	Συσκευή Εισόδου	Μελέτη Χώρου	Γνωστικό Όφελος
Virtual Town	Οπτικός	Prop-Ξύλινη Κούκλα	Εξωτερικός	Προσανατ. Κινητικότητα
Virtual Mat	Οπτικός Ακουστικός	Πληκτρολόγιο Ποντίκι	Εξωτερικός	Προσανατ. Κινητικότητα
Second Life	Οπτικός Ακουστικός	Πληκτρολόγιο Ποντίκι	Εξωτερικός	Προσανατ. Κινητικότητα
Virtual Maze	Οπτικός	Πληκτρολόγιο Ποντίκι Τηλεχειριστήριο	Εξωτερικός	Προσανατ. Εκμάθηση πορείας

2.6. Βαρηκοΐα/Κώφωση

Για τα άτομα με βαρηκοΐα/κώφωση, καταγράφονται 2 εικονικά περιβάλλοντα στη διεθνή βιβλιογραφία: το VRTetris και το SMILE για την ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης. Ακολουθεί η περιγραφή τους και πάλι στα 4 επίπεδα: μελέτη χώρου, τύπος ανατροφοδότησης, συσκευή εισόδου δεδομένων και γνωστικά οφέλη.

Στο VRTetris προβάλλεται ένας τρισδιάστατος κύβος με μικρότερα τετραγωνάκια διαφόρων σχημάτων. Ο παίκτης πρέπει να τοποθετήσει τα τετραγωνάκια που πέφτουν στη σωστή θέση στον χώρο και με συγκεκριμένη ταχύτητα, προκειμένου να συγκεντρώσει υψηλό σκορ. Για να το πετύχει, χρειάζεται να περιστρέψει κατάλληλα τα τετραγωνάκια που πέφτουν, ώστε να τα φέρει στο

σωστό σχήμα και να τα ακουμπήσει στις σωστές θέσεις. Υποστηρίζεται, γενικά, ότι οι βαρήκοοι/κωφοί έχουν καλύτερη επίδοση στην περιστροφή από τους υπόλοιπους με φυσιολογική ακοή, καθώς επικοινωνούν στη νοηματική, όπου συναντάται συχνά η περιστροφή· ο «αποστολέας» του μηνύματος αντιστρέφει τις χειρομορφές και ο «παραλήπτης» πρέπει να τις προσαρμόσει στη δική του οπτική γωνία, ώστε να αντιληφθεί το μήνυμα. Σε αντίθεση με τους κωφούς, ένας ακούων δε βιώνει κάτι ανάλογο και δεν εξαρτάται η κατανόησή του από τη χωρική του θέση, σε σχέση με τον συνομιλητή του (Emmorey, Kosslyn, & Bellugi, 1993 στο Passig & Eden, 2001). Στο VRTetris παρέχεται οπτική ανατροφοδότηση με έντονα χρώματα στα τετραγωνάκια και φωτεινές ενδείξεις για προβολή του σκορ. Η εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα (για την περιστροφή) γίνεται με χρήση του πληκτρολογίου του Η/Υ (βελάκια). Αξίζει να υπογραμμιστεί ότι με την εφαρμογή του VRTetris έχει σημειωθεί σημαντική διαφορά στην επίδοση προσανατολισμού και περιστροφής υπέρ των κωφών/βαρηκόων έναντι μιας ομάδας ελέγχου με φυσιολογική ακοή. Μία πιθανή αιτία αυτής της υπεροχής είναι ο ενεργός ρόλος των βαρηκόων/κωφών κατά την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον, γεγονός που βοηθά την «εμβύθισή» τους στον εικονικό κόσμο (Passig & Eden, 2001).

Το εικονικό περιβάλλον SMILE περιλαμβάνει μια φανταστική πόλη που «κατοικείται» από τρισδιάστατες μορφές (άβαταρ), τα οποία επικοινωνούν με τον χρήστη σε γραπτή γλώσσα και στην Αμερικάνικη Νοηματική Γλώσσα. Ο βαρήκοος/κωφός χρήστης μπορεί να εξερευνήσει την πόλη, να μπει στα κτίρια, να επιλέξει αντικείμενα και να αλληλεπιδράσει με τις μορφές ελεύθερα. Στόχος του από την αρχή μέχρι το τέλος είναι να «αποκαταστήσει» το χαμένο χαμόγελο στην πόλη Smileville. Κάθε δραστηριότητα έχει αυτόν τον σκοπό, να κάνει τους «κατοίκους» της πόλης να χαμογελάσουν ξανά. Ο συγκεκριμένος εικονικός κόσμος έχει μορφή κινουμένων σχεδίων. Τα στοιχεία-κλειδιά στον σχεδιασμό του κόσμου που παρέχουν οπτική ανατροφοδότηση είναι τα έντονα και ποικίλα χρώματα και ο έντονος φωτισμός με απαλή σκίαση. Η επιλογή των έντονων χρωμάτων βασίζεται στο εύρημα της διεθνούς βιβλιογραφίας περί θετικής επίδρασης του χρώματος στην ψυχοσύνθεση του ατόμου και στην ευρύτερη μάθησή του (Engelbrecht, 2003; Duke, 1998 στο Adamo-Villani & Wright, 2007). Για την αλληλεπίδραση με το σύστημα χρησιμοποιείται μια επιφάνεια χορού (dance mat) κι ένα ζευγάρι γάντια, που τα φορά ο χρήστης και διευκολύνεται τόσο στη συλλογή αντικειμένων, όσο και στη δημιουργία των χειρομορφών στη νοηματική γλώσσα. Ως προς τα γνωστικά οφέλη,

έπειτα, έχει παρατηρηθεί βελτίωση του προσανατολισμού και της κινητικότητας σε βαρήκοα/κωφά άτομα από τις εφαρμογές της ελεύθερης περιήγησης στον χώρο, του πετάγματος και της τηλεμεταφοράς που προσφέρει το σύστημα (Adamo-Villani & Wright, 2007).

Ακολουθεί ένας πίνακας που συγκεντρώνει τα μέχρι σήμερα δεδομένα για τα εικονικά περιβάλλοντα που απευθύνονται σε βαρήκοα/κωφά άτομα:

Εικονικό Περιβάλλον	Τύπος Ανατροφοδότησης	Συσκευή Εισόδου	Μελέτη Χώρου	Γνωστικό Όφελος
VRTetris	Οπτικός	Πληκτρολόγιο	Τρισδιάστατος Κύβος	Προσανατολισμός Περιστροφή
SMILE	Οπτικός	Επιφάνεια χορού Γάντια	Εξωτερικός	Προσανατολισμός Κινητικότητα

3. Επίλογος

3.1. Συμπεράσματα

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να περιγράψει τόσο τις ιδιότητες των εικονικών περιβαλλόντων που αφορούν στην αντίληψη χώρου, όσο και τα γνωστικά οφέλη από την εφαρμογή τους σε άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες. Παρακάτω, εκτίθενται τα συμπεράσματα αυτής της ανάλυσης.

Σε ό,τι έχει σχέση με τη μελέτη χώρου γενικά, παρατηρείται ότι τα περισσότερα εικονικά περιβάλλοντα (ανεξαρτήτως αναπηρίας) μελετούν εξωτερικό χώρο και, πιο συγκεκριμένα, λαβυρίνθους στην ύπαιθρο ή περιβάλλοντα πόλεων με διαβάσεις, φανάρια, κτίρια και δρόμους. Το συνηθέστερο είδος ανατροφοδότησης είναι η οπτική. Οι κυριότερες συσκευές για εισαγωγή δεδομένων που υπογραμμίζονται, έπειτα, είναι το πληκτρολόγιο και το τηλεχειριστήριο. Ως προς τα γνωστικά πλεονεκτήματα, τώρα, από την εφαρμογή εικονικών περιβαλλόντων, τα περισσότερα οφέλη σημειώνονται στον τομέα του προσανατολισμού και της κινητικότητας για τις περισσότερες κατηγορίες αναπηριών, π.χ. αναγνώριση και χρήση οροσήμων, ανάκληση και εύρεση πορείας, κίνηση στον χώρο. Στα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση, βέβαια, σημειώνεται και η δημιουργία μιας νοερής αναπαράστασης του χώρου (γνωστικού χάρτη) και το γεγονός αυτό φαίνεται να προκύπτει από τον συνδυασμό ακουστικής και απτικής/κινησθητικής ανατροφοδότησης. Ο συνδυασμός ακοής και αφής φαίνεται να βοηθά όχι μόνο την περιήγηση του χρήστη με προβλήματα όρασης/τύφλωση και την αντίληψη χώρου, αλλά και τη δημιουργία γνωστικού χάρτη (Sánchez & Tadres, 2010). Σύμφωνα με τον Sanchez και τους συνεργάτες του (2014), ο συνδυασμός ακουστικής και απτικής πληροφορίας στα εικονικά περιβάλλοντα θεωρείται καινοτόμο στοιχείο και άκρως βοηθητικό για την αντίληψη του χώρου, ως προς το αλλοκεντρικό πλαίσιο, που σχετίζεται με τη δημιουργία γνωστικού χάρτη. Οι Simonnet και Ryall, ειδικότερα, βρήκαν πως με τη χρήση του εικονικού περιβάλλοντος SeaTouch, που συνδυάζει ακουστική και απτική ανατροφοδότηση, οι χρήστες με προβλήματα όρασης/τύφλωση δεν μπόρεσαν να εκτελέσουν τις δραστηριότητες στο εγωκεντρικό πλαίσιο, αλλά τα κατάφεραν αρκετά καλά στο αλλοκεντρικό. Οι νοερές αναπαραστάσεις με το αλλοκεντρικό πλαίσιο ήταν πιο ακριβείς σε σχέση με αυτές του εγωκεντρικού πλαισίου, γεγονός άκρως σημαντικό, καθώς τη γνωστική αυτή διεργασία φαίνεται να την επιδεικνύουν οι βλέποντες (Rodes & Gyerty, 2012 στο Simonnet & Ryall,

2014). Φαίνεται, με άλλα λόγια, ότι το συνταίριασμα ακουστικής και απτικής/κιναισθητικής ανατροφοδότησης για τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση τείνει να υποκαθιστά την έλλειψη της όρασής τους και να συμβάλει επιτυχώς στην κατάκτηση του ανώτερου επιπέδου της χωρικής αντίληψης, αυτού που προάγει το μοντέλο «χάρτη» (Semwal, 2001). Σύμφωνα με τον Sanchez και τον συνεργάτη του Lumbreras (1999), η ακουστική και απτική/κιναισθητική ανατροφοδότηση καθιστά εφικτή την «εμβύθιση» του ατόμου με προβλήματα όρασης/τύφλωση στο εικονικό περιβάλλον, το βοηθά να ανακαλύψει το περιβάλλον από πολλαπλές οπτικές και σημεία αναφοράς και, έτσι, να δημιουργήσει έναν γνωστικό χάρτη. Το ίδιο ακριβώς γεγονός υποστηρίζεται και από μεταγενέστερη έρευνα (Connors et al., 2014). Αυτή η «πολυαισθητηριακή» ανατροφοδότηση εξυπηρετεί τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση, καθώς προσφέρει προσβασιμότητα σε κάθε γωνιά και σε κάθε αντικείμενο και επιτρέπει το «σκανάριασμα» του χώρου με πολλαπλούς τρόπους, ώστε η δομή του χώρου και οι σχέσεις μεταξύ αντικειμένων που βρίσκονται σε αυτόν να αποκτήσουν νόημα (Lahav & Mioduser, 2003). Η αντήχηση, πιο συγκεκριμένα, που δημιουργείται από την ακουστική ανατροφοδότηση, βοηθά στον εντοπισμό των αντικειμένων στον χώρο και, άρα, στη δημιουργία νοερής αναπαράστασης και η απτική/κιναισθητική ανατροφοδότηση χαρίζει την αίσθηση στον χρήστη ότι αποτελεί τμήμα του εικονικού περιβάλλοντος και ότι συμμετέχει ενεργά στα δρώμενα (Picinali et al., 2014). Οι Sánchez και de Borja Campos (2013) υποστηρίζουν ότι η χρήση της κιναισθητικής μόνο φαίνεται να προξενεί ανησυχία στα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση, ιδίως σε αυτούς που δεν είναι εξοικειωμένοι με τις συσκευές χειρός ή τις λοιπές κιναισθητικές συσκευές, ενώ ο συνδυασμός της κιναισθητικής με την ακοή παρέχει πιο πολλές ενδείξεις και κατευθυντήριες οδηγίες, προκειμένου τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση να «χτίσουν» εσωτερικά τον «κόσμο» που απεικονίζεται στο εικονικό περιβάλλον. Σημειώνεται ότι στις υπόλοιπες αναπηρίες τα συνηθέστερα είδη ανατροφοδότησης που συναντώνται είναι η ακουστική και η οπτική, χωρίς όμως να οδηγούν σε δημιουργία γνωστικού χάρτη, παρά μόνο στη βελτίωση του προσανατολισμού και της κινητικότητας.

Ένας επιπρόσθετος αιτιολογικός παράγοντας που έρχεται να εξηγήσει το γιατί μόνο τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση φτάνουν να κατασκευάζουν γνωστικό χάρτη και οι υπόλοιποι όχι, ίσως να είναι το είδος της αναπηρίας αυτής καθαυτής. Πιο συγκεκριμένα, τα προβλήματα όρασης/τύφλωση αποτελούν

αισθητηριακή αναπηρία και δε συνοδεύονται από νοητική αναπηρία (να τονιστεί εδώ ότι και η βαρηκοΐα/κώφωση αποτελεί αισθητηριακή αναπηρία, τα ερευνητικά της δεδομένα, όμως, για τα εικονικά περιβάλλοντα και την αντίληψη χώρου, δεν επαρκούν για να γίνει ανάλογη συζήτηση). Οι υπόλοιπες αναπηρίες «αγγίζουν» τη γνωστική πλευρά της ανάπτυξης (συμπεριλαμβανομένων και των κινητικών αναπηριών, καθώς το μεγαλύτερο δείγμα περιλαμβάνει άτομα με εγκεφαλική παράλυση και μυϊκή δυστροφία). Το γεγονός αυτό συνεπάγεται χαμηλό νοητικό δυναμικό, καθώς και μειωμένη κριτική και αφαιρετική ικανότητα. Να υπενθυμίσουμε στο σημείο αυτό ότι η αφαιρετική σκέψη είναι υψίστης σημασίας για τη δημιουργία γνωστικού χάρτη, καθώς αποτελεί το κορυφαίο στάδιο της απόκτησης χωρικής σκέψης. Το άτομο έχει φτάσει στο στάδιο της αφομοίωσης, που σημαίνει ότι έχει κατανοήσει και χαρτογραφήσει τον χώρο στο 100%, το επίπεδο ελέγχου του χρήστη είναι το ανώτατο και είναι σε θέση να αναπαραστήσει τον χώρο με εξαιρετική ακρίβεια και πιστότητα, χρησιμοποιώντας συμπαγή υλικά. (Kitchin, 1994 στο Gedalevitz et al., 2013). Από τα παραπάνω συμπεραίνει κανείς ότι τα άτομα με κάποια γνωστική αναπηρία, από τη στιγμή που υστερούν ως προς την αφαιρετική σκέψη, επιλέγουν συνήθως το μοντέλο «πορείας» για να προσανατολιστούν στον χώρο που είναι «γραμμικό» και όχι το μοντέλο «χάρτη» που είναι ολιστικό. Ακόμη και αν αγγίζουν το τρίτο και ανώτερο επίπεδο της χωρικής σκέψης, σίγουρα δε θα φτάσουν στο στάδιο της αφομοίωσης. Είναι πιθανό να παρατηρηθεί η δημιουργία απλοϊκών ή ημιτελών γνωστικών χαρτών από άτομα με κάποια γνωστική αναπηρία, στο στάδιο της καταχώρησης δεδομένων, της εξοικείωσης ή της προσαρμογής. Υπενθυμίζουμε εδώ τα 3 στάδια:

α) καταχώρηση δεδομένων: το άτομο μαθαίνει βασικές χωρικές έννοιες για την οργάνωση του χώρου, αναπτύσσει μικρή αυτονομία και αυτοπεποίθηση, οι νοερές αναπαραστάσεις του είναι ακόμα ανολοκλήρωτες και ασαφείς και το επίπεδο ελέγχου του χρήστη στον χώρο είναι αρκετά χαμηλό.

β) εξοικείωση: η νοερή αναπαράσταση γίνεται πιο εμπειρισματομένη, αλλά της λείπουν λεπτομέρειες και το επίπεδο ελέγχου του χρήστη είναι μέτριο.

γ) προσαρμογή: η νοερή αναπαράσταση διαθέτει λεπτομέρειες, είναι πολύπλοκη και το επίπεδο ελέγχου του χρήστη είναι υψηλό (Kitchin, 1994 στο Gedalevitz et al., 2013).

Τα παραπάνω έρχονται να επισφραγίσουν κάποιες διεθνείς μελέτες. Ο Donaldson (1978) διαπίστωσε την έλλειψη αφαιρετικής σκέψης σε άτομα με ΜΔ, η

οποία είναι δύσκολο να κατακτηθεί και συνεπάγεται μειωμένα γνωστικά οφέλη από τη χρήση εικονικών περιβαλλόντων ως προς τη δημιουργία γνωστικού χάρτη (Donaldson, 1978 στο Standen et al., 2000). Στη συνέχεια, έχειδειχθεί ότι τα άτομα με ΔΑΔ ναι μεν παρουσιάζουν καλή επίδοση στον προσανατολισμό και την εύρεση ενός κρυμμένου θησαυρού από τη χρήση εικονικών περιβαλλόντων, αλλά αδυνατούν να κατασκευάσουν γνωστικό χάρτη του περιβάλλοντος που επισκέφθηκαν (Fornasari et al., 2013). Έπειτα, για τα άτομα με νοητική αναπηρία έχει καταγραφεί έλλειμμα στην κατάκτηση αφηρημένης γνώσης. Γι' αυτόν τον λόγο οι χρήστες με νοητική αναπηρία ή κάποιο άλλο σύνδρομο τείνουν να εφαρμόζουν εναλλακτικές στρατηγικές για να προσανατολιστούν στον χώρο και να αντισταθμίσουν τα ελλείμματά τους στις οπτικοχωρικές δεξιότητες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το σύνδρομο Williams και το σύνδρομο Down. Για τα άτομα με WS έχει αναφερθεί ότι συνηθίζουν να κωδικοποιούν λεκτικά οπτικές πληροφορίες για αντικείμενα ή χρώματα, προκειμένου να εξερευνήσουν έναν χώρο και να προσανατολιστούν (Farran et al., 2012). Τα άτομα με DS, από την άλλη, αξιοποιούν διαφορετικές στρατηγικές, π.χ. ελεύθερη περιήγηση, απομνημόνευση ακολουθίας κινήσεων, «πρόσθεση» διαδρομών που μαθαίνουν αντί να «κόψουν» δρόμο, γεγονός που αποδεικνύει την αδυναμία δημιουργίας μιας «σφαιρικής» αναπαράστασης του χώρου, όπως και τα υπόλοιπα άτομα με νοητική αναπηρία (Farran et al., 2015).

Ακολουθεί σε αυτό το σημείο η παρουσίαση των ωφελειών της εικονικής πραγματικότητας για τα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες σε **πρακτικό και εκπαιδευτικό** επίπεδο.

Συνεισφορά Εικονικής Πραγματικότητας για άτομα με Ειδικές Εκπαιδευτικές Ανάγκες και Αναπηρίες

Αναφορικά με τα άτομα με προβλήματα όρασης και τύφλωση, είναι γεγονός ότι η έλλειψη της όρασης τείνει να καθοδηγεί σε εγωκεντρικά πλαίσια αναφοράς, καθώς τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση μαθαίνουν να ανακαλύπτουν τμήμα-τμήμα ένα περιβάλλον **καθώς** περιηγούνται σε αυτό και αδυνατούν να συγκεντρώσουν απευθείας τις πληροφορίες για μια τοποθεσία, όπως συμβαίνει με τα βλέποντα άτομα (Hatwell, 2000 στο Simonnet et al., 2009). Αυτό δε σημαίνει, όμως, ότι τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση δεν αποκτούν χωρική σκέψη. Την κατακτούν, αλλά με δυσκολία. Εδώ και χρόνια, έχουν τεθεί σε εφαρμογή ορισμένα

ψηφιακά μέσα ενημέρωσης του χρήστη με προβλήματα όρασης/τύφλωση για ένα περιβάλλον **ενώ** βρίσκεται σ' αυτό, όπως ενσωματωμένοι αισθητήρες, εφαρμογές κινητών τηλεφώνων με ηχητικά σήματα και GPS, αλλά και μέσα ενημέρωσης του χρήστη για ένα περιβάλλον **πριν** την επίσκεψή του σ' αυτό, όπως οι απτικοί και οι ομιλούμενοι χάρτες (Roentgen et al., 2008 στο Lahav et al., 2012). Τα παραπάνω σίγουρα παρέχουν μια σημαντική βοήθεια για τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση, έχουν, όμως, κάποιες αδυναμίες. Από τη μία πλευρά, σημειώνεται δυσκολία δημοσίευσης των απτικών χαρτών και έλλειψη διαθεσιμότητας των πληροφοριών που παρέχουν, καθιστώντας, ήτοι, δύσκολη την πρόσβαση των ατόμων με προβλήματα όρασης/τύφλωση σε αυτούς. Από την άλλη πλευρά, τα ψηφιακά μέσα συλλογής πληροφοριών στον ίδιο τον χώρο δημιουργούν ένα αίσθημα ανασφάλειας κατά την πρώτη επίσκεψη του χρήστη και βασίζονται κυρίως σε ακουστικά ερεθίσματα, πράγμα πολύ επικίνδυνο, καθώς μπορεί να αποσπάσουν την προσοχή του χρήστη, με αποτέλεσμα να χάσει πολύτιμες ακουστικές πληροφορίες που προσφέρει το ίδιο το περιβάλλον, π.χ. διέλευση αυτοκινήτων, συζητήσεις προσώπων κ.ά. (Lahav et al., 2012).

Η χρήση της εικονικής πραγματικότητας για βελτίωση της αντίληψης του χώρου σε άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση γνωρίζει ιδιαίτερη άνθιση τα τελευταία χρόνια και τείνει να υπερπηδήσει τα εμπόδια των συμβατών και παραδοσιακών μέσων για πολλούς λόγους (Schultheis & Rizzo, 2001 στο Lahav et al., 2012).

Σε **πρακτικό** επίπεδο, ο χρήστης αλληλεπιδρά αυτόνομα με ένα εικονικό περιβάλλον, χωρίς φόβο. Ορισμένες φορές, τα άτομα με προβλήματα όρασης/τύφλωση έχουν την ανάγκη υποστήριξης από ένα δεύτερο άτομο. Με τη χρήση των εικονικών περιβαλλόντων, όμως, το άτομο τείνει να ανεξαρτητοποιείται και να μη χρειάζεται βοήθεια. Σε **εκπαιδευτικό** επίπεδο, ο χρήστης ανατροφοδοτείται άμεσα σε περίπτωση λάθους. Πιο αναλυτικά, όταν ο χρήστης κάνει ένα λάθος και μπλοκάρει, του παρέχεται ακουστική και κιναισθητική ανατροφοδότηση. Η ακουστική ανατροφοδότηση έχει τη μορφή ηχητικών ενδείξεων και η κιναισθητική τη μορφή δονήσεων στο χέρι ή το πόδι του χρήστη μέσω τηλεχειριστηρίου. Να σημειωθεί ότι οι δύο αυτοί τύποι ανατροφοδότησης είναι κατάλληλοι ως προς τις αισθητηριακές δυσκολίες του χρήστη με προβλήματα όρασης/τύφλωση και ταυτόχρονα αποτελούν την τελευταία «λέξη» της τεχνολογίας,

με αποτέλεσμα να τον κινητοποιούν περαιτέρω για την απόκτηση γνώσεων, σε αντίθεση με τους συνηθισμένους απτικούς χάρτες σε μορφή Braille.

Έτσι λοιπόν τα εικονικά περιβάλλοντα παρέχουν τη δυνατότητα στον χρήστη με προβλήματα όρασης/τύφλωση να μάθει καλά έναν χώρο πριν τον επισκεφθεί, με σκοπό να είναι ενήμερος και σίγουρος για το πώς θα κινηθεί στον χώρο.

Σχετικά με τα άτομα με κινητικές αναπηρίες, στη συνέχεια, είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι περιορισμοί στην ελεύθερη κίνηση του ατόμου δημιουργούν προβλήματα αρχικά στην εξερεύνηση και ανακάλυψη του χώρου και μετέπειτα στη νοητική, κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη του ατόμου (McComas, Pivik, & LaFlamme, 1998; Soulodre & McComas, 2001 στο Inman et al., 2011). Τα παιδιά με κινητικές αναπηρίες βιώνουν αυτές τις δυσκολίες, μην έχοντας τη δυνατότητα να γνωρίσουν απρόσκοπτα τον κόσμο ή να ταξιδέψουν ανενόχλητα στα μέρη που επιθυμούν. Έτσι, στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, η αθροιστική επίδραση της παθητικότητας και της περιορισμένης αυτόνομης εξερεύνησης ίσως αποθαρρύνουν το παιδί από το να μάθει νέα περιβάλλοντα και να διαμορφώσει γνωστικούς χάρτες (Foreman et al., 1989 στο Stanton et al., 2000). Η μετάβαση στην ενήλικη ζωή, από την άλλη, περιλαμβάνει πολλές αλλαγές στη ζωή ενός ατόμου με κινητικά ελλείμματα, όπως για παράδειγμα την είσοδο στην αγορά εργασίας (επίσκεψη σε γραφεία ή εταιρείες), την οικονομική ανεξαρτησία, την ικανοποίηση προσωπικών αναγκών, π.χ. αγορά νέων ρούχων (επαφή με μαγαζιά ή πολυώροφα καταστήματα) και την ολοκλήρωση σχέσεων (Stanton et al., 2002). Γι' αυτόν τον λόγο, η θετική αυτοεικόνα και η αυτοεκτίμηση, από τα πρώτα χρόνια ζωής του ατόμου με κινητικά ελλείμματα, αποτελούν παράγοντες καίριας σημασίας για μια ευτυχισμένη ζωή (Eisenman, 2003; Kohler, 2003 στο Inman et al., 2011). Το κλειδί για την επιτυχία στους παραπάνω τομείς είναι η χωρίς εμπόδια περιδιάβαση του ατόμου με κινητικές αναπηρίες σε κάθε χώρο, όσο περίπλοκος κι αν είναι αυτός, π.χ. πολλοί όροφοι αντί για ένας. Επομένως, η χωρική γνώση του ατόμου με κινητική αναπηρία πρέπει να αναπτυχθεί πολυδιάστατα και κάθετα (μεταξύ επιπέδων) κι όχι μόνο οριζόντια σε ένα επίπεδο (Stanton et al., 2002).

Σίγουρα, το σημαντικότερο εργαλείο υποβοήθησης του ατόμου και βελτίωσης της ποιότητας ζωής του είναι το αναπηρικό αμαξίδιο (Davies, de Souza, & Frank, 2003 στο Inman et al., 2011). Το αμαξίδιο, όμως, απαιτεί σκληρή εξάσκηση, ώστε να χρησιμοποιηθεί με ευκολία. Τα παιδιά που μαθαίνουν να χρησιμοποιούν τέτοια αμαξίδια, μηχανοκίνητα ή μη, βρίσκονται σε σύγχυση όταν ξεκινούν, καθώς δεν

έχουν αναπτύξει επαρκή έλεγχο της «καρέκλας», με αποτέλεσμα τη σύγκρουση (Desbonnet et al., 1998 στο Harrison et al., 2000). Χρειάζεται προπόνηση ένας με έναν και αυστηρή επιτήρηση, για να ενισχυθούν και να εδραιωθούν εκείνες οι δεξιότητες που απαιτούνται για την αποφυγή ατυχημάτων (Berg, Hines, & Allen, 2002; Gaebler-Spira & Thornton, 2002 στο Inman et al., 2011). Επίσης, το αναπηρικό αμαξίδιο είναι πολύ ακριβό, γεγονός που καθιστά ανέφικτη την αγορά του. Έπειτα, το να χρησιμοποιεί κάποιος πραγματικό αμαξίδιο μέχρι να εξοικειωθεί πλήρως, εγκυμονεί κάποιους κινδύνους, όπως για παράδειγμα την καταστροφή του αμαξιδίου ή τον τραυματισμό του ατόμου λόγω σύγκυσης. Ακόμη, υπογραμμίζεται η ανάγκη εύρεσης μεγάλου χώρου για εξάσκηση (Desbonnet, Cox, & Rahman, 1998). Το άτομο με κινητική αναπηρία, όμως, πρέπει να γίνει άριστος χρήστης του αμαξιδίου και να μάθει να περιηγείται αβίαστα σε κάθε χώρο, επομένως καλείται να αναζητήσει άλλες λύσεις διεξόδου.

Έτσι λοιπόν, σε **πρακτικό** επίπεδο, η εικονική πραγματικότητα και τα περιβάλλοντα προσομοίωσης προσφέρουν έναν οικονομικό και πρακτικό τρόπο «προπόνησης» του ατόμου με κινητικές αναπηρίες. Σε ένα εικονικό περιβάλλον, είναι αλήθεια ότι μειώνονται οι κίνδυνοι να χτυπήσει και να τραυματιστεί το άτομο. Επίσης, σε **εκπαιδευτικό** επίπεδο, ο χρήστης του εικονικού περιβάλλοντος μπορεί να επαναλάβει όσες φορές θέλει τη διαδικασία χωρίς κανέναν περιορισμό και να τροποποιήσει το περιβάλλον, προσθέτοντας νέα ερεθίσματα (από λιτό δηλαδή σε σύνθετο), αυξάνοντας το επίπεδο δυσκολίας, γεγονός που δεν μπορεί να συμβεί στο ρεαλιστικό πλαίσιο. Τέλος, ας μην ξεχνά κανείς ότι το εικονικό περιβάλλον όχι μόνο μοιάζει με το πραγματικό, αλλά και συνδυάζει παιγνιώδη χαρακτήρα (Desbonnet, Cox, & Rahman, 1998).

Αναφορικά με τα άτομα με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού, ειδικά ως προς την αντίληψη χώρου και την ικανότητα περιήγησης σε ένα περιβάλλον, έχει λεχθεί ότι διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο ατυχημάτων και τραυματισμών, π.χ. όταν διασχίζουν έναν δρόμο. Αυτοί οι κίνδυνοι μπορούν να μετριαστούν με εφαρμογή εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Στην περίπτωση ατόμων με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού, οι παρεμβάσεις αυτές πρέπει να στοχεύουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτόνομης διαβίωσης, όπως η χρήση δημόσιας συγκοινωνίας, η ακολουθία και εφαρμογή σημάτων ώστε να μεταβούν με επιτυχία σε έναν χώρο και η περιδιάβαση των δρόμων με ασφάλεια. Διάφορες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για τη διδασκαλία αυτών των δεξιοτήτων από εκπαιδευτικά βίντεο, επιτραπέζια παιχνίδια, παιχνίδια

ρόλων μέσα στην τάξη, μέχρι πρακτική εξάσκηση σε εικονικά περιβάλλοντα με δρόμους, διασταυρώσεις και διαβάσεις (Dixon, Bergstrom, & Smith, & Tarbox, 2010 στο Saiano et al., 2015). Τα παραπάνω, όμως, άλλοτε δεν επαρκούν και άλλοτε εγκυμονούν κινδύνους.

Η αλληλεπίδραση ατόμων με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού με τα εικονικά περιβάλλοντα παρέχει ένα ασφαλές και ελεγχόμενο περιβάλλον για εξάσκηση που προσομοιάζει στα ρεαλιστικά πλαίσια. Σε **πρακτικό** επίπεδο, η ρεαλιστική αίσθηση των προσομοιώσεων αυξάνει τις πιθανότητες μεταφοράς της διδαχθείσας γνώσης από το εικονικό περιβάλλον στην καθημερινή ζωή του ατόμου με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού (Saiano et al., 2015). Επίσης, τα εικονικά περιβάλλοντα παρέχουν τη δυνατότητα διαφόρων αισθητηριακών τροποποιήσεων στο άτομο με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού (Ghedini et al., 2008). Με άλλα λόγια, προσφέρουν τη μοναδική ευκαιρία τροποποίησης του σκηνικού και των επιφανειών εργασίας, έτσι ώστε πολύπλοκα ή απειλητικά ερεθίσματα του πραγματικού κόσμου (π.χ. θόρυβος, αριθμός ανθρώπων) να μπορούν να ελεγχθούν ή να αφαιρεθούν (Wallace et al., 2010). Επιπρόσθετα, σε **εκπαιδευτικό** επίπεδο, στα εικονικά περιβάλλοντα προσφέρεται η δυνατότητα απεριόριστης επανάληψης χωρίς περιορισμό χρόνου (Saiano et al., 2015).

Για άτομα με Μαθησιακές Δυσκολίες, έπειτα, ή Δυσλεξία και ΔΕΠ-Υ, τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να βοηθήσουν σε μεγάλο βαθμό, καθώς αποτελούν απλές προσομοιώσεις του κόσμου γύρω τους. Σε **εκπαιδευτικό** επίπεδο, τα συστήματα αυτά αναφέρονται σε καθημερινές προβληματικές καταστάσεις περιήγησης σε έναν χώρο, διεγείρουν τη σκέψη του ατόμου και το ωθούν να αναπτύξει δικές του στρατηγικές (Moita, 2007 στο Vasconcelos de Castro et al., 2014). Τα εικονικά περιβάλλοντα, επίσης, δημιουργούν ευκαιρίες στους ανθρώπους με Μαθησιακές Δυσκολίες να μάθουν κάνοντας λάθη, χωρίς ταυτόχρονα να υφίστανται τις επικίνδυνες συνέπειες των λαθών τους (McLellan, 1991 στο Standen et al., 2000). Ακόμη, στα εικονικά περιβάλλοντα οι κανόνες και οι αφηρημένες έννοιες μπορούν να μεταδοθούν χωρίς την αναγκαιότητα της γλώσσας και άλλων συμβολικών συστημάτων· γεγονός άκρως σημαντικό για άτομα με ΜΔ. Τα εικονικά περιβάλλοντα έχουν τη δική τους «φυσική υπεροχή» (Bricken, 1991 στο Standen et al., 2000)· όλα τα αντικείμενα μπορούν να ανακαλυφθούν μέσω άμεσης αλληλεπίδρασης με αυτά, διευκολύνοντας έτσι την απόκτηση εννοιών μέσω πρακτικής εφαρμογής και ξεπερνώντας την ανάγκη για αφηρημένη σκέψη, η οποία

στους ανθρώπους με ΜΔ είναι δύσκολο να κατακτηθεί (Donaldson, 1978 στο Standen et al., 2000). Επίσης, σε **πρακτικό** επίπεδο, τα εικονικά περιβάλλοντα ασκούν την εκμάθηση δεξιοτήτων καθημερινής διαβίωσης, π.χ. περιηγούμαι, βρίσκω τη στάση για να πάρω το λεωφορείο ή διασχίζω έναν δρόμο, που άπτονται του τομέα της χωρικής αντίληψης. Είναι αλήθεια ότι ο πραγματικός κόσμος προσφέρει τόσο πολλά ερεθίσματα που ενίοτε καταντά επικίνδυνος για άτομα με ΜΔ ή ΔΕΠ-Υ, συγκριτικά με τα εικονικά περιβάλλοντα που είναι ελεγχόμενα και προσφέρονται για προσομοίωση και ασφαλέστερη εξάσκηση (Clancy, Rucklidge, & Owen, 2006).

Για τους ανθρώπους με νοητική αναπηρία, ύστερα, τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να προσφέρουν οφέλη με 2 τρόπους: δρώντας είτε ως μέσο αξιολόγησης είτε ως εργαλείο αποκατάστασης (Wade, 1992 στο Standen & Brown, 2005). Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται διάφορα πλεονεκτήματα των εικονικών περιβαλλόντων για άτομα με νοητικές αναπηρίες, συγκριτικά με τα πραγματικά πλαίσια. Αρχικά, σε **πρακτικό** επίπεδο, το άτομο μπορεί να κινηθεί όπου θέλει διατηρώντας την ηρεμία του (Cromby, Standen, & Brown, 1996 στο Standen & Brown, 2005). Ο Η/Υ, σε αντίθεση με ορισμένους ανθρώπους, δεν ενοχλείται, ούτε θυμώνει, όταν το άτομο καθυστερεί ή αδυνατεί να εκτελέσει τις απαιτούμενες ενέργειες (Salem-Darrow, 1995 στο Standen & Brown, 2005). Ακόμη, τα εικονικά περιβάλλοντα μπορούν να δομηθούν όπως επιθυμεί ο χρήστης και να γίνουν όσο πολύπλοκα θέλει αυτός, σε αντίθεση με την πραγματικότητα που παραμένει ως έχει (Brown, Shopland, & Lewis, 2002 στο Standen & Brown, 2005). Τα εικονικά περιβάλλοντα, έπειτα, αν εξετάσει κανείς το **εκπαιδευτικό** επίπεδο, μεταφέρουν έννοιες και αξίες χωρίς να χρησιμοποιηθεί λεξιλόγιο· οι έννοιες ανακαλύπτονται μέσω της άμεσης επαφής του ατόμου με τα αντικείμενα (Bricken, 1991 στο Standen & Brown, 2005). Τέλος, ας μην ξεχνά κανείς ότι οι νέες τεχνολογίες προσφέρουν μία εναλλακτική λύση στα παραδοσιακά μέσα διδασκαλίας, όπως το βιβλίο και ο μαυροπίνακας, ενδυναμώνοντας ταυτόχρονα το κίνητρο του ατόμου με νοητική καθυστέρηση (Westwood, 2011 στο de Oliveira Malaquias et al., 2013).

Τέλος, αναφορικά με τα άτομα με βαρηκοΐα/κώφωση, σε πρακτικό επίπεδο, τα εικονικά περιβάλλοντα παρέχουν ένα σημαντικό εργαλείο υποβοήθησης του ατόμου σε καθημερινές προβληματικές καταστάσεις. Τα εικονικά περιβάλλοντα παρέχουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα στα άτομα με βαρηκοΐα/κώφωση που τείνει να αντισταθμίσει το έλλειμμα ακοής τους. Με χρήση οπτικής ανατροφοδότησης (ενδείξεις στην οθόνη και εικονικοί οδηγοί) και κιναισθητικής (δονήσεις), ο χρήστης

εξυπηρετείται ως προς την αντίληψη χώρων, την εύρεση πορείας και την αποφυγή πιθανών εμποδίων. Σε εκπαιδευτικό επίπεδο, ύστερα, ο χρήστης με βαρηκοΐα/κώφωση έχει το δικαίωμα πολλαπλών λαθών και διόρθωσης αυτών (με την ανατροφοδότηση), καθώς και επαναληψιμότητας των δραστηριοτήτων (Adamo-Villani & Wright, 2007).

Ανακεφαλαιωτικά, τα εικονικά περιβάλλοντα είναι σύγχρονα μέσα και διαφέρουν από τις υπόλοιπες παραδοσιακές μεθόδους προσανατολισμού σε άγνωστα μέρη, π.χ. χάρτης (Lahav et al., 2015). Ακόμη, διαθέτουν το στοιχείο της «εμβύθισης» και της αίσθησης του «ανήκειν», την ομοιότητα με τον πραγματικό κόσμο, την άμεση αλληλεπίδραση του χρήστη με το περιβάλλον και τη διαδραστικότητα, την προσβασιμότητα με την παροχή ανατροφοδότησης που ταιριάζει στις δυσκολίες του χρήστη με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες, την ασφάλεια και την επαναληψιμότητα των δραστηριοτήτων, την παραστατική παρουσίαση αφηρημένων εννοιών και τέλος τη δυνατότητα ανακατασκευής από τον χρήστη του δομικού πλαισίου σε ορισμένα εικονικά περιβάλλοντα, βάσει των αναγκών του. Έτσι, δε συμμετέχει ενεργά στα δρώμενα, «καταναλώνοντας» μόνο πληροφορίες, αλλά «κατασκευάζει» και νέα γνώση (Dillenbourg, Schneider, & Synteta, 2002; Gan & Zhu, 2007). Το γεγονός αυτό συνάδει με την κονστрукτιβιστική θεωρία μάθησης και τη Ζώνη Εγγύτερης Ανάπτυξης του Vygotsky (Vygotsky, 1978 στο Gan & Zhu, 2007), σύμφωνα με την οποία, το άτομο δεν είναι απλά μέτοχος της γνώσης, αλλά κατασκευαστής της (Kalyvioti & Mikropoulos, 2014).

Ακολούθως, εκτίθενται οι περιορισμοί της παρούσας μελέτης.

3.2. Περιορισμοί της μελέτης

Αρχικά, στους περιορισμούς της παρούσας μελέτης, αξίζει να προστεθεί η μη συμπερίληψη ορισμένων ερευνών, οι οποίες ναι μεν είναι δημοσιευμένες, αλλά δεν επιτρέπουν ελεύθερη πρόσβαση στον αναγνώστη και υποψήφιο ερευνητή, καθώς απαιτείται συνδρομή μέλους στο εκάστοτε επιστημονικό περιοδικό. Ελεύθερη πρόσβαση, έπειτα, δεν παρέχεται ούτε και στα ίδια τα εικονικά περιβάλλοντα, καθώς χρειάζεται αγορά αυτών. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, επομένως, δεν είναι εύκολη η πρακτική εφαρμογή κάποιου εικονικού περιβάλλοντος, γεγονός που αποτελεί τον δεύτερο περιορισμό της μελέτης αυτής.

3.3. Μελλοντικές Προεκτάσεις/Κατευθύνσεις

Επιλογικά, αξιοποιώντας εμπειριστατωμένα στοιχεία και ευρήματα από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, έγινε, στα πλαίσια της εργασίας αυτής, ένα ακόμα εγχείρημα «αποκρυπτογράφησης» του πώς και κατά πόσο τα εικονικά περιβάλλοντα βοηθούν τα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες να αντιληφθούν τον χώρο. Είναι αλήθεια, όμως, ότι η έρευνα παρουσιάζει κάποια κενά. Δεν έχει δώσει απαντήσεις σε πολλά βασικά ερωτήματα. Γι' αυτόν τον λόγο, είναι επιτακτική ανάγκη να σχεδιαστούν μελλοντικές έρευνες, με τον αρτιότερο τρόπο, ώστε να προκύψουν νέα και εμπλουτισμένα δεδομένα.

Αρχικά, είναι σημαντικό να εξεταστούν λεπτομερέστερα οι στρατηγικές χαρτογράφησης του χώρου σε διάφορα πλαίσια και να συγκριθούν τα οφέλη από κάθε στρατηγική (Mioduser & Lahav, 2004). Για παράδειγμα, μπορεί να γίνει σύγκριση ανάμεσα στην ελεύθερη περιήγηση και την προκαθορισμένη πορεία σε ένα εικονικό περιβάλλον και να καταγραφούν τα ευρήματα (Lahav et al., 2012). Ακόμη, είναι ανάγκη να βρεθούν τα στοιχεία εκείνα της χωρικής γνώσης που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της γνώσης από τα εικονικά στα ρεαλιστικά περιβάλλοντα. Πρέπει, δηλαδή, να μελετηθούν σε βάθος οι γνωστικές διεργασίες κάθε χρήστη, να «αποκρυπτογραφηθεί» με άλλα λόγια ο τρόπος με τον οποίο μεταφέρεται η γνώση από το εικονικό στο ρεαλιστικό πλαίσιο (Sánchez & Rodriguez, 2010; Sánchez et al., 2010). Για αυτόν τον σκοπό, καθίσταται αναγκαία η μελέτη και έρευνα των κέντρων του εγκεφάλου που ενεργοποιούνται κατά τη χρήση ενός εικονικού περιβάλλοντος, ώστε να αναζητηθούν οι ακριβείς μηχανισμοί μεταφοράς της γνώσης (Sanchez, 2012). Σε αυτό, βέβαια, θα συμβάλλουν οι νευροαπεικονιστικές τεχνικές, π.χ. μαγνητική τομογραφία για απεικόνιση του εγκεφάλου και προσδιορισμό των μηχανισμών αυτών (Gonzalez-Mora et al., 1999).

Στη συνέχεια, πρέπει να ενσωματωθούν ορισμένα στοιχεία στα εικονικά περιβάλλοντα που ενίοτε απουσιάζουν και να ερευνηθεί η ωφελιμότητα της χρήσης τους σε άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες ως προς την αντίληψη χώρου, π.χ. προσθήκη εικονικών «οδηγών» - virtual tutors – για «ξεμπλοκάρισμα» του χρήστη (Evelt et al., 2008), αύξηση μεγέθους των αντικειμένων στο εικονικό περιβάλλον, ώστε να είναι ευδιάκριτα από τον χρήστη και ευκόλως διαχειρίσιμα (Rose, Brooks, & Attree, 2002) και δυνατότητα επιλογής ίσως της ανατροφοδότησης – ακουστική, οπτική ή κιναισθητική – ανάλογα με τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη,

με σκοπό το ίδιο εικονικό περιβάλλον να είναι προσβάσιμο ταυτόχρονα σε άτομα με ποικίλες και πολλαπλές ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες/αναπηρίες και όχι μόνο σε μία ομάδα ατόμων (Magnusson & Rassmus – Grohn, 2005).

Κάποιοι άλλοι παράγοντες που χρήζουν διεξοδικότερης μελέτης, επίσης, είναι η επίδραση φαρμάκων στην επίδοση των χρηστών, π.χ. σε άτομα με ΔΕΠ-Υ ή Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές (Clancy, Rucklidge, & Owen, 2006) και η «υπεροχή» ορισμένων συνδρόμων, με τα «αντισταθμίσματα» που αυτά παρουσιάζουν, π.χ. το σύνδρομο Williams και η υπεροχή του στο λεξιλόγιο, που επιτρέπει τη λεκτική κωδικοποίηση των ερεθισμάτων (Purser et al., 2014).

Τέλος, ας μην ξεχνά κανείς ότι πέρα από τα οφέλη στο ίδιο το εικονικό περιβάλλον, οι έρευνες που συγκρίνουν τις ωφέλειες του εικονικού με το ρεαλιστικό πλαίσιο αυτό καθαυτό είναι ελάχιστες. Οπότε, έρχεται κι αυτό με τη σειρά του να προστεθεί στη «λίστα» με τις απαιτούμενες μελλοντικές έρευνες, ώστε να ριχθεί φως στο «φαινόμενο» εικονικό περιβάλλον και τα οφέλη του.

Βιβλιογραφία

Adamo-Villani, N., & Wright, K. (2007). A Virtual Learning Environment for Deaf Children: Design and Evaluation. *International Journal of Human and Social Sciences*, 2 (2), 123-128.

Adamo-Villani, N., & Wright, K. (2007). SMILE: an immersive learning game for deaf and hearing children. In: M. Levoy (Ed.), *Proceedings of the Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques Conference (ACM SIGGRAPH 2007)*, 05-09 August 2007 (pp. 1-6). New York: ACM SIGGRAPH 2007.

Adelola, I.A., Cox, S.L., & Rahman, A. (2002). Adaptable virtual reality interface for powered wheelchair training of disabled children. *Proceedings of the 4th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, 18-20 September 2002 (pp. 173-179).

Afonso, A., Katz, B.F.G., Blum, A., Jacquemin, C., & Denis, M. (2005). A Study of Spatial Cognition in an Immersive Virtual Audio Environment: Comparing Blind and Blindfolded Individuals. *Proceedings of the 11th Meeting of the International Conference on Auditory Display (ICAD 2005)*, 6-9 July 2005 (pp. 1-8).

American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev.). Washington, DC: Author.

American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. (2010). *Intellectual Disability: Definition, Classification, and Systems of Support* (11th ed., text rev.). Washington, DC: Author.

Baloian, N., Luther, W., & Sánchez, J. (2002). Modeling Education Software for People with Disabilities: Theory and Practice. In J. Jacko (Ed.), *Proceedings of Fifth Annual ACM Conference on Assistive Technologies*, 8-11 July 2002 (pp. 111-118). New York: ACM Press.

Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., & Leviton, A. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47 (8), 571-576.

Bellani, M., Fornasari, L., Chittaro, L., & Brambilla, P. (2011). Virtual reality in autism: state of the art. *Epidemiology and Psychiatric Sciences*, 20 (3), 235-238.

Campus, C., Brayda, L., De Carli, F., Chellali, R., Fama, F., Bruzzo, C., Lucagrossi, L., & Rodriguez, G. (2012). Tactile exploration of virtual objects for blind and sighted people: the role of beta 1 EEG band in sensory substitution and supramodal mental mapping. *Journal of Neurophysiology*, 107 (10), 2713-2729.

Clancy, T.A., Rucklidge, J.J., & Owen, D. (2006). Road-Crossing Safety in Virtual Reality: A Comparison of Adolescents With and Without ADHD. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 35 (2), 2-3-215.

Connors, E.C., Yazzolino, L.A., Sánchez, J., & Merabet, L.B. (2013). Development of An Audio-based Virtual Gaming Environment to Assist With Navigation Skills in the Blind. *Journal of Visualized Experiments*, 73 (1), 1-15.

Connors, E.C., Chrastil, E.R., Sánchez, J., & Merabet, L.B. (2014). Virtual environments for the transfer of navigation skills in the blind: a comparison of directed instruction vs. videogame based learning approaches. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8 (1), 1-13.

Courbois, Y., Farran, E.K., Lemahieu, A., Blades, M., Mengue-Topio, H., & Sockeel, P. (2013). Wayfinding behaviour in Down syndrome: A study with virtual environments. *Research in Developmental Disabilities*, 34 (5), 1825-1831.

De Oliveira Malaquias, Malaquias, F.F., Fernandes, R., Lamounier, Jr., Edgard, A., & Cardoso, A. (2013). VirtualMat: A serious game to teach logical-mathematical concepts for students with intellectual disability. *Technology and Disability*, 25 (2), 107-116.

Desbonnet, M., Cox, S.L. & Rahman, A. (1998). Development and evaluation of a virtual reality based training system for disabled children. *Proceedings of the 2nd European Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, 10-11 September 1998 (pp. 178-182).

Dillenbourg, P., Schneider, D., & Synteta, P. (2002). Virtual Learning Environments. In A. Dimitracopoulou (Ed.), *Proceedings of the 3rd Hellenic Conference on Information & Communication Technologies in Education*, 26-29 September 2002 (pp. 3-18). Athens: Kastaniotis.

Dulyan, A., & Edmonds, E. (2010). AUXie: Initial Evaluation of a Blind-Accessible Virtual Museum Tour. In: M. Brereton, S. Viller, & B. Kraal (Eds), *Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction (CHISIG 2010)*, 22-26 November 2010 (pp. 272-275). New York: Association for Computing Machinery.

Emery, A.E. (2002). The muscular dystrophies. *Lancet*, 359 (9307), 687-695.

Evet, L., Brown, D., Battersby, S., Ridley, A., & Smith, P. (2008). Accessible virtual environments for people who are blind – creating an intelligent virtual cane using the Nintendo Wii controller. In: P. Sharkey, P. Lopes-dos-Santos, P.L. Weiss, & T. Brooks (Eds), *Proceedings of the 7th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies with ArtAbilitation (ICDVRAT 2008)*, 8-11 September 2008 (pp. 271-278). United Kingdom: The University of Reading.

Farran, E.K., Courbois, Y., Van Herwegen, J., & Blades, M. (2012). How useful are landmarks when learning a route in a virtual environment? Evidence from typical development and Williams syndrome. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111 (4), 571-586.

Farran, E.K., Courbois, Y., Van Herwegen, J., Cruickshank, A.G., & Blades, M. (2012). Colour as an environmental cue when learning a route in a virtual environment: Typical and atypical development. *Research in Developmental Disabilities*, 33 (3), 900-908.

Farran, E.K., Purser, H.R.M., Courbois, Y., Ballé, M., Pascal, S., Mellier, D., & Blades, M. (2015). Route knowledge and configural knowledge in typical and atypical development: a comparison of sparse and rich environments. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 7 (1), 1-16.

Fontaine, E., Tatur, G., & Pissaloux, E. (2007). Experiments in Virtual Navigation as a step in the Development of a Navigation Tool for Blind People. In M.A.Hersh & J. Ohene-Djan (Eds), *Proceedings of the Conference and Workshop on Assistive Technologies for People with Vision and Hearing Impairments: Assistive Technology for All Ages (CVHI-2007), 28-31 August 2007* (pp. 1-7). Aachen: CEUR-WS.org.

Foreman, N., Stanton, D., Wilson, P., & Duffy, H. (2003). Spatial Knowledge of a Real School Environment Acquired From Virtual or Physical Models by Able-Bodied Children and Children With Physical Disabilities. *Journal of Experimental Psychology*, 9 (2), 67-74.

Fornasari, L., Chittaro, L., Ieronutti, L., Cottini, L., Dassi, S., Cremaschi, S., Molteni, M., Fabbro, F., & Brambilla, P. (2013). Navigation and exploration of an urban virtual environment by children with ASD compared to children with typical development. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7 (8), 956-965.

Gan, Y., & Zhu, Z. (2007). A Learning Framework for Knowledge Building and Collective Wisdom Advancement in Virtual Learning Communities. *Educational Technology & Society*, 10 (1), 206-226.

Gedalevitz, H., Lahav, O., Battersby, S., Brown, D., Evett, L., & Merritt, P. (2013). Pre-Planning Navigation with Virtual Environments for People Who Are Blind Using Wii Technology. *Proceedings of the International Conference on Virtual Rehabilitation 2013 (ICVR 2013), 26-29 August 2013* (pp. 229-234). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Germann, C., Kaufman Broida, J., & Broida, J.M. (2003). Using Computer-Based Virtual Tours to Assist Persons With Disabilities. *Educational Technology & Society*, 6 (3), 53-60.

Ghedini, F., Faste, H., Carrozzino, M., & Bergamasco, M. (2008). Passages – a 3D artistic interface for child rehabilitation and special needs. *Proceedings of the 7th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies with ArtAbilitation (ICDVRAT 2008), 8-11 September 2008* (pp. 185-189).

Gonzalez-Mora, J.L., Rodriguez-Hernandez, A., Rodriguez-Ramos, L.F., Diaz-Saco, L., & Sosa, N. (1999). Development of a new space perception system for blind people, based on the creation of a virtual acoustic space. In: J. Mira, V. Juan, & A. Sánchez (Eds), *Engineering Applications of Bio-Inspired Artificial Neural Networks* (pp. 321-330). Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Groenewegen, S.A., Heinz, S., Frohlich, B., & Huckauf, A. (2008). Virtual world interfaces for special needs education based on props on a board. *Computers & Graphics*, 32 (5), 589-596.

Hammill, D.D. (1990). A brief history of learning disabilities. In P. Myers & D.D. Hammill (Eds), *Learning disabilities: Basic concepts, assessment practices and instructional strategies*. Austin, TX: Pro-Ed.

Harrison, A., Derwent, G., Enticknap, A., Rose, F.D., & Attree, E.A. (2000). Application of virtual reality technology to the assessment and training of powered wheelchair users. *Proceedings of the 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, 23-25 September 2000* (pp. 15-22).

Harrison, A., Derwent, G., Enticknap, A., Rose, F.D., & Attree, E.A. (2002). The role of virtual reality technology in the assessment and training of inexperienced powered wheelchair users. *Disability and Rehabilitation*, 24 (11-12), 599-606.

Hasdai, A., Jessel, A.S., & Weiss, P.L. (1998). Use of a Computer Simulator for Training Children With Disabilities in the Operation of a Powered Wheelchair. *The American Journal of Occupation Therapy*, 52 (3), 215-220.

Inman, D.P., Loge, K., & Cram, A. (2000). Teaching Orientation and Mobility Skills to Blind Children Using Computer Generated 3D Sound Environments. *Proceedings*

of the 6th International Conference on Auditory Display (ICAD 2000), 2-5 April 2000 (pp. 1-5).

Inman, D.P., Loge, K., Cram, A., & Peterson, M. (2011). Learning To Drive a Wheelchair in Virtual Reality. *Journal of Special Education Technology*, 26 (3), 21-34.

Jones, M.W., Morgan, E., Shelton, J.E., Thorogood, C. (2007). Cerebral palsy: introduction and diagnosis (part I). *Journal of Pediatric Health Care*, 21 (3), 146-152.

Kalyvioti, K., & Mikropoulos, T.A. (2014). Virtual Environments and Dyslexia: A literature review. *Procedia Computer Science*, 27 (1), 138-147.

Kim, D., Kim, K., & Lee, S. (2014). Stereo Camera Based Virtual Cane System with Identifiable Distance Tactile Feedback for the Blind. *Sensors*, 14 (6), 10412-10431.

Κρουσταλάκης, Γ.Σ. (1994). *Παιδιά με ιδιαίτερες ανάγκες στην οικογένεια και το σχολείο. Ψυχοπαιδαγωγική παρέμβαση για μια συμβουλευτική γονέων και εκπαιδευτικών*. Αθήνα: Λύχνος.

Lahav, O., & Mioduser, D. (2002). Multisensory virtual environments for supporting blind persons' acquisition of spatial cognitive mapping, orientation, and mobility skills. In: P. Sharkey, S. Lanyi, & P.J. Standen (Eds), *Proceedings of the 4th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (ICDVRAT 2002), 18-20 September 2002* (pp. 213-220). United Kingdom: The University of Reading.

Lahav, O., & Mioduser, D. (2003). A blind person's cognitive mapping of new spaces using a haptic virtual environment. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 3 (3), 172-177.

Lahav, O., & Mioduser, D. (2008). Construction of cognitive maps of unknown spaces using a multi-sensory virtual environment for people who are blind. *Computers in Human Behavior*, 24 (3), 1139-1155.

Lahav, O. (2012). Improving orientation and mobility skills through virtual environments for people who are blind: past research and future potential. In P. Sharkey & E. Klinger (Eds), *Proceedings of the 9th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (ICDVRAT 2012), 10-12 September 2012* (pp. 393-398). UK: ICDVRAT University of Reading.

Lahav, O., Schloerb, D.W., Kumar, S., & Srinivasan, M.A. (2012). A Virtual Environment for People Who Are Blind-A Usability Study. *Journal of Assistive Technologies*, 6 (1), 1-21.

Lahav, O., Schloerb, D.W., & Srinivasan, M.A. (2013). Virtual Environment System in Support of a Traditional Orientation and Mobility Rehabilitation Program for People Who Are Blind. *Presence*, 22 (3), 235-254.

Lahav, O., Schloerb, D.W., & Srinivasan, M.A. (2015). Rehabilitation program integrating virtual environment to improve orientation and mobility skills for people who are blind. *Computers & Education*, 80 (1), 1-14.

Lahav, O., Schloerb, D.W., & Srinivasan, M.A. (2015). Virtual Environments for People Who Are Visually Impaired Integrated Into an Orientation and Mobility Program. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 109 (1), 5-16.

Lutz, R.L. (2006). Prototyping and Evaluation of Landcons: Auditory Objects that Support Wayfinding for Blind Travelers. *Proceedings of the 8th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility, 23-25 October 2006* (pp. 8-11).

Maberley, D.A., Hollands, H., Chuo, J., Tam, G., Konkal, J., Roesch, M., Veselinovic, A., Witzigmann, M., & Bassett, K. (2006). The prevalence of low vision and blindness in Canada. *Eye*, 20 (3), 341-346.

Magnusson, C., & Rasmus-Grohn, K. (2005). A Virtual Traffic Environment for People with Visual Impairment. *Visual Impairment Research*, 7 (1), 1-12.

- Maidenbaum, S., Levy-Tzedek, S., Chebat, D.R., & Arnedi, A. (2013). Increasing Accessibility to the Blind of Virtual Environments, Using a Virtual Mobility Aid Based on the “EyeCane”: Feasibility Study. *PLOSone*, 8 (8), 1-7.
- Mengue-Topio, H., Courbois, Y., Farran, E.K., & Sockeel, P. (2011). Route learning and shortcut performance in adults with intellectual disability: A study with virtual environments. *Research in Developmental Disabilities*, 32 (1), 345-352.
- Merabet, L.B., Connors, E.C., Halko, M.A., & Sánchez, J. (2012). Teaching the Blind to Find Their Way by Playing Video Games. *PLOSone*, 7 (9), 1-6.
- Mioduser, D., & Lahav, O. (2004). Anticipatory Cognitive Mapping of Unknown Spaces by People who are Blind Using a Virtual Learning Environment. *Journal of Special Education Technology*, 19 (3), 15-23.
- Neale, H.R., Cobb, S.V.G., & Wilson, J.R. (2000). Designing virtual learning environments for people with learning disabilities: usability issues. In: P. Sharkey, A. Cesarani, L. Pugnetti, & A. Rizzo (Eds), *Proceedings of the 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (ICDVRAT 2000)*, 23-25 September 2000 (pp. 265-272). United Kingdom: University of Reading.
- Ohuchi, M., Iwaya, Y., Suzuki, Y., & Munekata, T. (2006). Cognitive-Map Formation of Blind Persons in a Virtual Sound Environment. *Proceedings of the 12th International Conference on Auditory Display (ICAD 2006)*, 20-23 June 2006 (pp. 1-7).
- Palmon, O., Oxman, R., Shahar, M., & Weiss, P.L. (2004). Virtual environments as an aid to the design and evaluation of home and work settings for people with physical disabilities. *Proceedings of the 5th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, 20-22 September 2004 (pp. 119-124).
- Parsons, S., & Cobb, S. (2011). State-of-the-art of Virtual Reality technologies for children on the autism spectrum. *European Journal of Special Needs Education*, 26 (3), 355-366.

Passig, D., & Eden, S. (2001). Virtual Reality as a Tool for Improving Spatial Rotation among Deaf and Hard-of-Hearing Children. *CyberPsychology & Behavior*, 4 (6), 681-686.

Picinali, L., Afonso, A., Denis, M., & Katz, B.F.G. (2014). Exploration of architectural spaces by blind people using auditory virtual reality for the construction of spatial knowledge. *International Journal of Human-Computer Studies*, 72 (4), 393-407.

Purser, H.R.M., Farran, E.K. Yannick, C., Lemahieu, A., Sockeel, P., Mellier, D., & Blades, M. (2014). The development of route learning in Down syndrome, Williams syndrome and typical development: investigations with virtual environments. *Developmental Science*, 18 (4), 599-613.

Rose, F.D., Brooks, B.M., & Attree, E.A. (2002). An exploratory investigation into the usability and usefulness of training people with learning disabilities in a virtual environment. *Disability and Rehabilitation*, 24 (11-12), 627-633.

Saiano, M., Pellegrino, L., Casadio, M., Summa, S., Garbarino, E., Rossi, V., Dall'Agata, D., & Sanguineti, V. (2015). Natural interfaces and virtual environments for the acquisition of street crossing and path following skills in adults with Autism Spectrum Disorders: a feasibility study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 12 (17), 1-13.

Sánchez, J., & Lumbreras, M. (1999). Virtual Environment Interaction Through 3D Audio by Blind Children. *CyberPsychology & Behavior*, 2 (2), 101-111.

Sánchez, J., & Sáenz, M. (2006). Three-Dimensional Virtual Environments for Blind Children. *CyberPsychology & Behavior*, 9 (2), 200-206.

Sánchez, J., & Sáenz, M. (2006). 3D sound interactive environments for blind children problem solving skills. *Behaviour & Information Technology*, 25 (4), 367-378.

Sánchez, J., & Rodriguez, J.P. (2010). Videogame for improving orientation and mobility in blind children. In: P. Sharkey & J. Sánchez (Eds), *Proceedings of the 8th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (ICDVRAT 2010), 31st August-2nd September 2010* (pp. 299-302). United Kingdom: The University of Reading.

Sánchez, J., Sáenz, M., Pascual-Leone, A., & Merabet, L. (2010). Navigation for the Blind through Audio-Based Virtual Environments. *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI-2010), 12-13 April 2010* (pp. 3409-3414).

Sánchez, J., & Tadres, A. (2010). Audio and Haptic Based Virtual Environments for Orientation and Mobility in People Who are Blind. *Proceedings of the 12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS 2010), 25-27 October 2010* (pp. 237-238).

Sánchez, J., & de Borba Campos, M. (2013). Development of Navigation Skills through Audio Haptic Videogaming in Learners who are Blind. *Journal of Universal Computer Science*, 19 (8), 2677-2697.

Sánchez, J., de Borba Campos, M., Espinoza, M., & Merabet, L.B. (2014). Audio Haptic Videogaming for Developing Wayfinding Skills in Learners Who are Blind. In: T. Kuflik, O. Stock, J. Chai, & A. Kruger (Eds), *Proceedings of the 19th International Conference on Intelligent User Interfaces, 24-27 February 2014* (pp. 199-208). New York: Association for Computing Machinery.

Sandler, A.D. (2010). Children with spina bifida: key clinical issues. *Pediatric Clinics of North America*, 57 (4), 879-892.

Scheffer, H., Cobben, J.M., Matthijs, G., & Wirth, B. (2001). Best practice guidelines for molecular analysis in spinal muscular atrophy. *European Journal of Human Genetics*, 9 (7), 484-491.

Semwal, S.K. (2001). MoVE: Mobility Training in Haptic Virtual Environment. *Proceedings of the ICME Conference Special Session entitled Computers and Systems for Computer Mediated non Verbal Information Processing, 23-25 August 2001* (pp. 1-18).

Sharma, P., & Shimi, S.L. (2015). Design and Development of Virtual Eye for the Blind. *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*, 3 (3), 26-33.

Shoval, S., & Borenstein, J. (1998). The Navbelt- A Computerized Travel Aid for the Blind Based on Mobile Robotics Technology. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 45 (11), 1376-1386.

Simonnet, M., Jacobson, R.D., Vieilledent, S., & Tisseau, J. (2009). Can Virtual Reality Provide Digital Maps to Blind Sailors? A Case Study. In S. Richir (Ed.), *Virtual Reality International Conference (VRIC 2009), 22-24 April 2009* (pp. 1-5). France: IEEE.

Simonnet, M., Vieilledent, S., Jacobson, R.D., & Tisseau, J. (2010). The assessment of non visual maritime cognitive maps of a blind sailor: a case study. *Journal of Maps*, 6 (1), 289-301.

Simonnet, M., & Ryall, E. (2013). Blind Sailor's Spatial Representation Using an On-Board Force Feedback Arm: Two Case Studies. *Advances in Human-Computer Interaction*, 9 (1), 1-6.

Smith, A.D. (2015). Spatial navigation in autism spectrum disorders: a critical review. *Frontiers in Psychology*, 6 (31), 1-8.

Standen, P.J., Brown, D., Blake, R., & Proctor, T. (2000). Effective strategies of tutors teaching adults with Learning Disabilities to use virtual environments. *Proceedings of the 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies, 23-25 September 2000* (pp. 137-143).

Standen, P.J., Brown, D., Horan, M., & Proctor, T. (2002). How tutors assist adults with learning disabilities to use virtual environments. *Disability and Rehabilitation*, 24 (11-12), 570-577.

Standen, P.J., & Brown, D.J. (2005). Virtual reality in the rehabilitation of people with intellectual disabilities: review. *CyberPsychology & Behavior*, 8 (3), 283-288.

Stanton, D., Wilson, P., Foreman, N., & Duffy, H. (2000). Virtual environments as spatial training aids for children and adults with physical disabilities. *Proceedings of the 3rd International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, 23-25 September 2000 (pp. 123-128).

Stanton, D., Foreman, N., Wilson, P., Duffy, H., & Parnell, R. (2002). Use of virtual environments to acquire spatial understanding of real-world multi-level-environments. *Proceedings of the 4th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*, 18-20 September 2002 (pp. 13-18).

Stendal, K., Molka-Danielsen, J., Munkvold, B.E., & Balandin, S. (2011). Initial Experience with Virtual Worlds for People with Lifelong Disability: Preliminary Findings. *Proceedings of the 2011 Norsk konferanse for organisasjoners bruk av informasjonsteknologi*, 21-23 November 2011 (pp. 105-118). Norway: Akademika forlag.

Vaitheswaran, S. (2007). Virtual Eye For the Blind. In: M.N. Hoda (Ed.), *Proceedings of the National Conference (INDIACom-2007)*, 23-24 February 2007 (pp. 1-3). New Delhi: Bharati Vidyapeeth's Institute of Computer Applications and Management.

Vasconcelos de Castro, M., Silva-Bissaco, M.A., Panccioni, B.M., Martini-Rodrigues, S.C., & Domingues, A.M. (2014). Effect of a Virtual Learning Environment on the Development of Mathematical Skills in Children with Dyscalculia. *PLOSone*, 9 (7), 1-16.

Wallace, S., Parsons, S., Westbury, A., White, K., White, K., & Bailey, A. (2010). Sense of presence and atypical social judgements in immersive virtual environments. *Autism, 14* (3), 199-213.

Westin, T. (2004). Game Accessibility case study: Terraformers – a real time 3D graphic game. In: P. Sharkey, R. McCrindle, & D. Brown (Eds), *Proceedings of the 5th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies (ICDVRAT 2004), 20-22 September 2004* (pp. 95-100). United Kingdom: The University of Reading.

Wiedenbauer, G., & Jansen-Osmann, P. (2006). Spatial knowledge of children with spina bifida in a virtual large-scale space. *Brain and Cognition, 62* (2), 120-127.

Wilson, P.N., Foreman, N., Stanton, D., & Duffy, H. (2004). Memory for targets in a multi-level-simulated-environment: A comparison between able-bodied and physically disabled children. *British Journal of Psychology, 95* (3), 325-338.