ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2016)

10ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Εκπαιδευτική ρομποτική για την υποστήριξη νοητικής άσκησης ασθενών με ήπια νοητική διαταραχή

Θεοδόσιος Σαπουνίδης, Σταύρος Δημητριάδης, Αλέξανδρος Γεροντίδης, Μάγδα Τσολάκη

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σαπουνίδης Θ., Δημητριάδης Σ., Γεροντίδης Α., & Τσολάκη Μ. (2022). Εκπαιδευτική ρομποτική για την υποστήριξη νοητικής άσκησης ασθενών με ήπια νοητική διαταραχή. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 151–158. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3820

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 03/03/2026 00:00:37

Εκπαιδευτική ρομποτική για την υποστήριξη νοητικής άσκησης ασθενών με ήπια νοητική διαταραχή

Θεοδόσιος Σαπουνίδης[1], Σταύρος Δημητριάδης[1], Αλέξανδρος Γεροντίδης[2], Μάγδα Τσολάκη[2]
teo@edlit.auth.gr, sdemetri@csd.auth.gr, alegerond@hotmail.com, tsolakim@med.auth.gr
[1]Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[2]Ιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Το συγκεκριμένο άρθρο παρουσιάζει μια καινοτόμο ερευνητική προσπάθεια η οποία είχε σαν στόχο να αξιολογήσει - αξιοποιήσει δραστηριότητες προγραμματισμού ρομπότ, με χρήση απτικών διασυνδέσεων, για τη νοητική άσκηση (cognitive training) και εκτίμηση (cognitive assessment) ασθενών με μνημονικές διαταραχές (Ήπια Νοητική Διαταραχή, ΗΝΔ). Η ερευνητική αυτή προσπάθεια βρίσκεται στο σημείο σύγκλισης σημαντικών επιστημονικών περιοχών που βρίσκονται μεταξύ του χώρου της νευροψυχολογίας και του χώρου της τεχνολογικά ενισχυόμενης μάθησης.
Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι τέτοιου είδους εργαλεία είναι ικανά να αποτελέσουν μετρητικές διατάξεις για την εκτίμηση της κατάστασης των ασθενών και να βελτιώσουν δείκτες που σχετίζονται με την προσοχή. Παράλληλα αυτή η έρευνα τονίζει την ανάγκη για περεταίρω έρευνα στην συγκεκριμένη ερευνητική περιοχή.

Λέξεις κλειδιά: απτικές διεπαφές χρήστη, απτικός προγραμματισμός, εκπαιδευτική ρομποτική, νοητικές ασκήσεις, νοητικές διαταραχές.

Εισαγωγή

Οι γλώσσες προγραμματισμού, κατά κύριο λόγο, εμφανίζονται στη βιβλιογραφία να οδηγούν στην ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων κυρίως λογικού και μαθηματικού τύπου. Οι εκπαιδευόμενοι μέσα από γλώσσες προγραμματισμού, όπως η Logo, αναπτύσσουν δομημένο και ιεραρχικό τρόπο σκέψης, ο οποίος μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση προβλημάτων και εκτός υπολογιστή (Μικρόπουλος, 2000; Ντολιοπούλου, 1998). Για αυτό το λόγο, ο προγραμματισμός και ειδικότερα οι μέθοδοι και τα εργαλεία που επιτρέπουν την εκμάθηση προγραμματιστικών εννοιών σε μικρά παιδιά εμφανίζονται να αποτελούν ένα ευρύ και διαχρονικό πεδίο έρευνας.
Πρόσφατα, η χρήση εναλλακτικών διεπαφών, πέρα από τις γραφικές, έδωσε τη δυνατότητα σε αρχάριους χρήστες να ασχοληθούν με τον προγραμματισμό χωρίς όμως να απαιτείται η γνώση χρήσης υπολογιστή. Τέτοιου είδους διεπαφές είναι οι απτικές (tangibles) και εργασία του Fitzmaurice et al. (1995) ήταν η πρώτη η οποία εισήγαγε την έννοια της απτικής διεπαφής, με τη μορφή καθημερινών αντικειμένων τα οποία μπορεί ο χρήστης να χρησιμοποιήσει για να αλληλεπιδράσει με τον ψηφιακό κόσμο. Οι Ishii και Ulmer (1997) όρισαν τις απτικές διεπαφές σαν διεπαφές χρήστη οι οποίες «προσθέτουν αξία στον φυσικό κόσμο ενσωματώνοντας ψηφιακές πληροφορίες σε καθημερινά αντικείμενα και περιβάλλοντα» (p. 235). Τις επόμενες δεκαετίες ο τομέας των απτικών διεπαφών χρήστη προσέφερε συστήματα τα οποία αξιοποιήθηκαν σε διάφορες εφαρμογές (Kelleher & Pausch, 2005; McNerney, 2004; Sapounidis & Demetriadis, 2009). Ωστόσο, δεν φαίνεται να υπάρχει καμία συστηματική προσπάθεια αξιοποίησης τέτοιων διεπαφών στο χώρο της νευροψυχολογίας.

T. A. Mikropoulos, N. Papachristos, A. Tsiara, P. Chalki (eds.), *Proceedings of the 10th Pan-Hellenic and International Conference "ICT in Education"*, Ioannina: HAICTE. 23-25 September 2016. ISSN 2529-0916, ISBN 978-960-88359-8-6.

Η παρούσα έρευνα εμπλέκει ενήλικες με ήπια νοητική διαταραχή σε ασκήσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής με απτική διεπαφή και προσφέρει στοιχεία τα οποία στηρίζουν την άποψη ότι η χρήση απτικών διεπαφών σε δραστηριότητες νοητικής άσκησης μπορεί: (α) να προσφέρει ένα εργαλείο εκτίμησης της κατάστασης των ασθενών και (β) να έχει ουσιαστική θετική επίδραση στην κατάσταση ασθενών με ΗΝΔ σε σχέση με τη λειτουργία της προσοχής, έτσι όπως η λειτουργία αυτή καταγράφεται από τα νευροψυχολογικά τεστ TEA (Robertson et al., 1994).

Η ήπια νοητική διαταραχή

Οι διαταραχές της μνήμης αποτελούν ένα ενδιαφέρον πεδίο έρευνας τόσο για τη γνωστική ψυχολογία, όσο και για την κλινική νευροψυχολογία (Lezak, 2004; Ravdin & Katzen, 2012). Η άνοια θεωρείται ως μία σοβαρή απώλεια της γενικής νοητικής ικανότητας, σε προηγουμένως υγιή ηλικιωμένα άτομα, πέρα από αυτό που αναμένεται κατά τη διαδικασία της φυσιολογικής γήρανσης. Η άνοια εξελίσσεται και επιδεινώνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια αρκετών ετών, με πρόκληση σταδιακών αλλαγών στους νευρώνες του εγκεφάλου, αλλά κυρίως με πρόκληση μη αναστρέψιμων απωλειών της λειτουργίας αυτών των κυττάρων. Στον ηλικιωμένο, λοιπόν, πληθυσμό (δηλαδή για άτομα άνω των 65 ετών), η μεγάλη πλειονότητα των περιπτώσεων άνοιας οφείλονται σε νόσο Alzheimer, αγγειακή άνοια ή και τα δύο.

Εξαιρετικά διαδεδομένη στο γενικό πληθυσμό των ηλικιωμένων ατόμων είναι η Ήπια Νοητική Διαταραχή (Mild Cognitive Impairment, MCI, ΗΝΔ), η οποία ουσιαστικά είναι μία ενδιάμεση κατάσταση ανάμεσα στο φυσιολογικό γήρας και την άνοια. Εξαιτίας της ετερογένειας της Ήπιας Νοητικής Διαταραχής η εξέλιξή της μπορεί να ποικίλλει, καθώς η παρακολούθηση περιπτώσεων ασθενών ΗΝΔ για 3 χρόνια έδειξε ότι το 12% βελτιώθηκαν, το 53% παρέμειναν σε σταθερό επίπεδο και το 35% εξελίχθηκαν σε άνοια. Επομένως, όλοι οι ασθενείς με ΗΝΔ δεν εξελίσσονται σε άνοια, τουλάχιστον όχι άμεσα, σε διάστημα μερικών χρόνων (Τσολάκη, 2007).

Νοητική άσκηση - εκτίμηση

Η νοητική (ή γνωστική) άσκηση (cognitive training) αφορά την εκτέλεση διαφόρων νοητικών έργων, τα οποία θεωρούνται ότι πιθανώς μπορούν να έχουν ευεργετική επίδραση στην αποτροπή-καθυστέρηση της εμφάνισης οποιασδήποτε μορφής άνοιας. Μέχρι στιγμής με βάση ευρήματα διαφόρων ερευνητών που έχουν κάνει σχετικές μελέτες (πχ. (Buiza et al., 2009)) υπάρχουν ενδείξεις ότι η νοητική άσκηση, όπως η ανάγνωση ή το να ασχοληθεί κάποιος με ένα πάζλ (σε συνδυασμό πιθανώς με την κοινωνικοποίηση που επάγεται από την άσκηση), δεν εμποδίζουν τόσο την εμφάνιση άνοιας αλλά μάλλον καθυστερούν την αρχική εμφάνιση και πορεία της νόσου. Οι έρευνες αυτές στηρίζονται στην επίδραση που έχουν διάφορες δραστηριότητες στον εγκέφαλο είτε μέσω της τροποποίησης της συναπτικής συνδετικότητας των εγκεφαλικών νευρώνων, οι οποίοι δημιουργούν νέες συνάψεις με μη ατροφικούς νευρώνες και παράλληλα αλλάζει η γενικότερη νευρωνική δικτύωση, είτε μέσω της υποκατάστασης της δεξιότητας, δηλαδή με την αντικατάσταση της λειτουργίας των νευρωνικών κυκλωμάτων που έχουν υποστεί βλάβη από γειτονικά (Nudo et al., 1996; Arkin, 2007).

Σήμερα οι τρεις κυριότερες νοητικές παρεμβάσεις αφορούν τη νοητική ενδυνάμωση, τη νοητική εκπαίδευση και τη νοητική αποκατάσταση. Μέχρι στιγμής έχουν προταθεί πλήθος πρωτότυπων νοητικών ασκήσεων που αφορούν την προσοχή, τη μνήμη, το λόγο, τη σκέψη και τις εκτελεστικές δεξιότητες (Συλλογικό έργο, 2012) όλα βασιζόμενα στην ιδέα ότι οι

δραστηριότητες που διεγείρουν τον εγκέφαλο συμβάλλουν ουσιαστικά στη δημιουργία ενός συνθετότερου δικτύου συνδέσεων μεταξύ των νευρώνων (γνωστικό απόθεμα).
Η νοητική (ή γνωστική) εκτίμηση (cognitive assessment) είναι η επιστημονική προσπάθεια να μελετηθεί και αποτιμηθεί η κατάσταση των νοητικών ικανοτήτων του ατόμου και η εξ αυτών προκύπτουσα συμπεριφορά (Meichenbaum & Cameron, 1981). Ουσιαστικά η μέθοδος της εκτίμησης βασίζεται στην ιδέα ότι ο εξεταζόμενος θα πρέπει να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις ενός νοητικού έργου και να αποτιμηθεί-εκτιμηθεί η επίδοσή του με βάση συγκεκριμένες μετρήσιμες παραμέτρους. Προφανώς η μέθοδος μέτρησης/αποτίμησης που θα εφαρμοστεί θα πρέπει να είναι αξιόπιστη (δηλ. να παράγει τα ίδια αποτελέσματα με συνέπεια σε διαφορετικές περιπτώσεις εφαρμογής) και έγκυρη (δηλ. να μετρά πράγματι τα μεγέθη/παραμέτρους που υποτίθεται πως μετρά) (Rizzo & Buckwalter, 1997). Ακόμη θα πρέπει να είναι ευαίσθητη (στις αλλαγές στο μέγεθος που μετρά), ασφαλής και να προσφέρει πλήρη έλεγχο στον ερευνητή κατά τη διαδικασία συλλογής δεδομένων (Schultheis & Rizzo, 2001). Τέλος, ένα ακόμη σημαντικό χαρακτηριστικό είναι πως τη μέθοδο θα πρέπει να την χαρακτηρίζει οικολογική εγκυρότητα (ecological validity) (δηλ. θα πρέπει να εμπλέκει τον ασκούμενο σε ασκήσεις παραπλήσιες με τις καθημερινές του δραστηριότητες) (Rizzo & Buckwalter, 1997).

Απτικές διασυνδέσεις ως εργαλεία νοητικής άσκησης και εκτίμησης

Αν και η υπάρχουσα έρευνα δημιουργεί την προσδοκία πως οι απτικές διασυνδέσεις μπορεί να διακρίνονται από ιδιαίτερα πλεονεκτήματα, υπάρχει μικρός αριθμός ερευνών που αξιολογεί τη χρήση απτικών διασυνδέσεων σε δραστηριότητες νοητικής εκτίμησης. Στην έρευνα των Sharlin et al. (2004) χρησιμοποιείται το σύστημα Νοητικοί Κύβοι (Cognitive Cubes) για να οργανωθεί μια σειρά νοητικών ασκήσεων με τρισδιάστατες κατασκευές. Οι ερευνητές υποστηρίζουν την άποψη ότι οι κατασκευαστικές λειτουργίες και διαταραχές μπορούν να συνδεθούν με βλάβες του μη-λεκτικού, δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου και τις πρώιμες διαταραχές της νόσου Alzheimer – μπορούν δε να είναι χρήσιμες για την εκτίμησή τους (Lezak, 1983; Groth-Marnat, 1997). Η έρευνα τέλος καταλήγει στο συμπέρασμα πως μια εξειδικευμένη τεχνολογία απτικής διασύνδεσης σε συνδυασμό με μια κατάλληλη εφαρμογή λογισμικού μπορεί να προσφέρει ουσιαστικά οφέλη σε σχέση με τις υπάρχουσες λύσεις και να οδηγήσει σε εντελώς καινοτόμες μεθοδολογίες στην περιοχή της νοητικής εκτίμησης.
Στην έρευνα των Sharlin et al. (2009) οι ερευνητές εφαρμόζοντας παρόμοια μεθοδολογία όπως προηγουμένως εξετάζουν τη νοητική ικανότητα προσανατολισμού στο χώρο και εύρεσης πορείας (way finding), τονίζοντας πως πρόκειται για μια ουσιαστική νοητική ικανότητα απολύτως απαραίτητη στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Η έρευνα παρουσιάζει την τεχνολογία νοητικής χαρτογράφησης ακίδας (Cognitive Map Probe ή CMP) όπου γίνεται χρήση απτικής διασύνδεσης για τη διαχείριση αναπαραστάσεων του περιβάλλοντος στο οποίο «ταξιδεύει» νοητικά ο χρήστης. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζει η μελέτη καταδεικνύουν πως η εμπειρία χρήσης της τεχνολογία Cognitive Map Probe (CMP), όπου γίνεται χρήση απτικής διασύνδεσης, που αξιοποιείται σε άσκησης στη νοητική χαρτογράφηση, μπορεί να είναι ευαίσθητη σε παράγοντες που είναι γνωστό πως επηρεάζουν τη νοητική αυτή λειτουργία και επομένως θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως τεχνολογικό εργαλείο νοητικής εκτίμησης της νοητικής κατάστασης των χρηστών (με έμφαση φυσικά στη λειτουργία της νοητικής χαρτογράφησης).

Ερευνητικό πλαίσιο

Ερευνητικά εργαλεία

Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένα υποσύστημα της πλατφόρμας PROTEAS (PROgramming TangiblE Activity System) η οποία είναι μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα εκμάθησης και εξοικείωσης με τον προγραμματισμό. Για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε το υποσύστημα απτικού (TUI) προγραμματισμού (T_ ProRob) το οποίο προγραμματίζει ένα Lego Mindstorms NXT ρομπότ χρησιμοποιώντας κύβους (Sapounids & Demetriadis, 2011; Sapounids & Demetriadis, 2013).

Σχήμα 1. Ασκήσεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής των ασθενών

Συμμετέχοντες και διαδικασία

Το πρόγραμμα νοητικής άσκησης υλοποιήθηκε στο Κέντρο Ημερήσιας Φροντίδας "Άγιος Ιωάννης" (της Ελληνικής Εταιρίας Νόσου Alzheimer και Συγγενών Διαταραχών). Στην ομάδα πειραματισμού συμμετείχαν 25 ασθενείς (22 γυναίκες και 3 άνδρες) και στην ομάδα ελέγχου 20 ασθενείς προερχόμενοι από την ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Οι συμμετέχοντες επιλέγονταν από ένα γενικότερο πληθυσμό υποψήφιων ασκουμένων μέσω μηχανισμού τυχαιοποίησης. Η πρώτη επαφή με την ομάδα πειραματισμού περιελάμβανε τη συλλογή δημογραφικών τους στοιχείων αλλά και την αρχική του εξοικείωση με το απτικό σύστημα προγραμματισμού (στη συνέχεια απλά: «το σύστημα»). Μετά την αρχική εξοικείωση οι ασθενείς ξεκινούσαν συνεδρίες νοητικής άσκησης σε 2 φάσεις: αρχικά την «Φάση Εκτίμησης» και στη συνέχεια τη «Φάση Παρέμβασης».

Στην αρχική φάση «Φάση Εκτίμησης» έγινε μια συνεδρία διάρκειας 45-60 λεπτών (ανάλογα με την κατάσταση των ασθενών). Σε αυτή οι ασκούμενοι πραγματοποιούσαν ορισμένο αριθμό αποστολών σύμφωνα με το πρωτόκολλο εκτίμησης ώστε να εκτιμηθεί το σημείο δυσκολίας ασκήσεων στο οποίο μπορούσαν να φτάσουν και να καταγραφούν οι χρόνοι εκτέλεσης των ασκήσεων. Στην επόμενη φάση «Φάση Παρέμβασης» οι ασθενείς κλήθηκαν να υλοποιήσουν 60 αποστολές κλιμακούμενης δυσκολίας. Μετά την ολοκλήρωση των 60 αποστολών οι ασκούμενοι επανέλαβαν την ίδια ακριβώς φάση παρέμβασης για άλλη μία φορά. Στο τέλος της φάσης οι ασκούμενοι υποβάλλονταν στον νευροψυχολογικό μετα-έλεγχο (post-test).

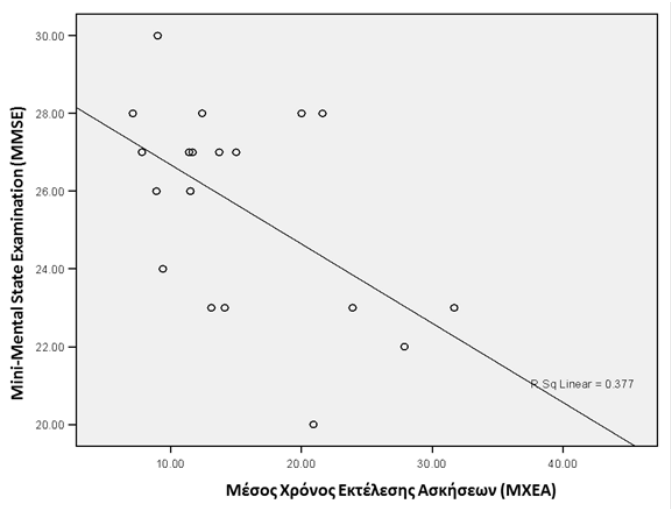
Ολόκληρη η διαδικασία (φάσεις εκτίμησης και παρέμβασης) διήρκησε 8-10 εβδομάδες, ενώ μαζί με την προ- (pre-test) και μετα- νευροψυχολογική αξιολόγηση (post-test) είχε μέσο όρο διάρκειας 8,86 μήνες (ΜΟ = 8.86, ΤΑ = 4.23).

Μετρήσεις

Οι μετρήσεις που ελήφθησαν από την ομάδα πειραματισμού στην φάση της εκτίμησης ήταν οι μέσοι χρόνοι εκτέλεσης των ασκήσεων (ΜΧΕΑ). Ο ΜΧΕΑ υπολογίστηκε ως ο μέσος χρόνος που απαιτήθηκε προκειμένου οι ασκούμενοι να ολοκληρώσουν τις 10 πρώτες ασκήσεις του πρωτοκόλλου παρέμβασης. Η υπο-ομάδα αυτή των ασκήσεων επελέγη καθώς παρατηρήθηκε ότι τις ασκήσεις αυτές όλοι οι ασκούμενοι τις ολοκλήρωσαν χωρία λάθη αλλά σε διαφορετικούς χρόνους. Παράλληλα, και οι δυο ομάδες ασθενών (πειραματισμού/ελέγχου) ταυτόχρονα πριν και μετά από οποιαδήποτε εμπλοκή τους πέρασαν από κλασικά νευροψυχολογικά τεστ όπως τα MMSE, CDR, FUCAS, FRSSD, IADL, TEA, TMT, ROCF, RAVLT, RBMT, NPI, GDS και το τεστ «Δοκιμασία Κατηγορικής-Λεκτικής Ευχέρειας». Τα τεστ που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια είναι αυτά που παρουσίασαν διαφοροποιήσεις και τα σχετικά ερευνητικά ερωτήματα διατυπώθηκαν ως εξής: (*ΕΕ1*) "Μπορεί το τεχνολογικό σύστημα απτικής διεπαφής να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο νοητικής εκτίμησης στην περίπτωση ασθενών με ΗΝΔ"; (*ΕΕ2*) "Ποια είναι η επίδραση της νοητικής άσκησης στην κατάσταση των ασκουμένων ασθενών";

Αποτελέσματα

Για να απαντηθεί το πρώτο ερευνητικό ερώτημα (*ΕΕ1*) υπολογίστηκε η τιμή του συντελεστή συσχέτισης ανάμεσα στον δείκτη Mini-Mental State Examination (MMSE) και τον μέσο χρόνο εκτέλεσης των ασκήσεων (ΜΧΕΑ). Η στατιστική ανάλυση ανέδειξε ότι υπάρχει ικανή συσχέτιση Spearman's rho: rs = -.541, p = .006. Η διαγραμματική αναπαράσταση της συσχέτισης των τιμών MMSE και ΜΧΕΑ φαίνεται στο γράφημα που ακολουθεί και η ευθεία ελαχίστων τετραγώνων που προσεγγίζει την κατανομή δίνεται από το σχέση «MMSE= -0.204 x ΜΧΕΑ + 28.718».



Σχήμα 2. MMSE vs ΜΧΕΑ για την ομάδα ασθενών νοητικής άσκησης

Για να απαντηθεί το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα (*ΕΕ2*) έγιναν έλεγχοι στατιστικής σημαντικότητας των νευροψυχολογικών μετρήσεων προ- και μετα- ελέγχου των ασθενών των δύο ομάδων πειραματισμού και ελέγχου. Τα αποτελέσματα του ελέγχου ANCOVA για συσχέτιση των μετρήσεων μετα-ελέγχου (post-test) των δύο ομάδων, με συμμεταβλητή τις αντίστοιχες επιδόσεις τους στον προ-έλεγχο (pre-test) απεικονίζονται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

Ταυτόχρονα, προκειμένου να διερευνήσουμε τις κατευθύνσεις των αλλαγών στις δυο ομάδες (ΟΠ και ΟΕ) εφαρμόστηκαν στατιστικοί έλεγχοι ως εξής:

1. Έλεγχος ANCOVA για συσχέτιση των μετρήσεων μετα-ελέγχου (post-test) των δύο ομάδων, με συμμεταβλητή τις αντίστοιχες επιδόσεις τους στον προ-έλεγχο (pre-test) (Πίνακας 1, εμφανίζονται μόνον επιλεγμένα στοιχεία).
2. Έλεγχος paired t-test στις επιδόσεις της ΟΠ για συσχέτιση των μετρήσεων προ- και μετα-ελέγχου της ομάδας (Πίνακας 2, εμφανίζονται μόνον επιλεγμένα στοιχεία).
3. Έλεγχος paired t-test στις επιδόσεις της ΟΕ για συσχέτιση των μετρήσεων προ- και μετα-ελέγχου της ομάδας (Πίνακας 3, εμφανίζονται μόνον επιλεγμένα στοιχεία).

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ελέγχου ANCOVA των pre- και post-test των ΟΠ και ΟΕ

Νευροψυχολογική Δοκιμασία	F	Sig
Rey Auditory Verbal Learning Test A	2.893	0.098*
Test of EveryDay Attention E	4.816	0.036**
Verbal Fluency Task	3.048	0.090*

Πίνακας 2. Αποτελέσματα ελέγχου paired t-test των μετρήσεων pre- και post-test της ΟΠ

Νευροψυχολογική Δοκιμασία	t	df	Sig
Test of EveryDay Attention E	-1.757	20	0.094*
Verbal Fluency Task	-1.971	16	0.066*

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ελέγχου paired t-test των μετρήσεων pre- και post-test της ΟΕ

Νευροψυχολογική Δοκιμασία	t	df	Sig
Geriatric Depression Scale	-2.675	17	0.016**

* Στατιστική τάση σε επίπεδο $p < .1$

** Στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο $p < .05$

Συζήτηση

Σε ότι αφορά το ερώτημα του κατά πόσο μπορεί το απτικό σύστημα να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο νοητικής εκτίμησης στην περίπτωση ασθενών με ΗΝΔ, τα στοιχεία που προκύπτουν από τη συσχέτιση MMSE και ΜΧΕΑ δείχνουν ότι υπάρχει ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων. Δηλ. ο μέσος χρόνος εκτέλεσης του επιλεγμένου υπο-συνόλου ασκήσεων αυξάνει καθώς μειώνεται ο δείκτης MMSE του ασθενούς. Επομένως η γενική νοητική κατάσταση του ασθενούς (όπως αποτυπώνεται στο δείκτη MMSE) επηρεάζει σημαντικά την ικανότητά του να εκτελέσει γρήγορα απλές ασκήσεις προγραμματισμού με το συγκεκριμένο τεχνολογικό σύστημα. Αντίστροφα, αν διαθέτουμε μια μέτρηση του ΜΧΕΑ μπορούμε να κάνουμε μια γενική εκτίμηση του δείκτη MMSE του

ασθενούς. Βεβαίως, το μικρό δείγμα ασθενών που συμμετείχαν είναι ένας παράγοντας ο οποίος από μόνος του αποτελεί ένα περιορισμό της συγκεκριμένης έρευνας που δεν επιτρέπει αξιόπιστη γενίκευση των συμπερασμάτων.

Σε ότι αφορά το ερώτημα ποια είναι η επίδραση της νοητικής άσκησης στην κατάσταση των ασκουμένων ασθενών, τα αποτελέσματα της ανάλυσης εντοπίζουν στατιστικές τάσεις και σημαντικότητες σε διάφορα επίπεδα και για διάφορες δοκιμασίες. Συγκεκριμένα:

1. Σύγκριση ΟΠ και ΟΕ: Στατιστική σημαντικότητα υπέρ της ΟΠ για τη δοκιμασία Test of EveryDay Attention E και στατιστική τάση υπέρ της ΟΠ για τις δοκιμασίες Verbal Fluency Task και Rey Auditory Verbal Learning Test A.
2. Βελτίωση δεικτών της ΟΠ: Στατιστική τάση για τις δοκιμασίες Test of EveryDay Attention E και Verbal Fluency Task.
3. Χειροτέρευση δεικτών της ΟΕ: Στατιστική σημαντικότητα για τη δοκιμασία Geriatric Depression Scale (GDS).

Με βάση αυτά τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι τουλάχιστον ένας δείκτης της γενικότερης Test of Everyday Attention (TEA) είναι σημαντικά καλύτερος σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, υποδηλώνοντας ότι η νοητική άσκηση προγραμματισμού εκπαιδευτικού ρομπότ είχε μερική θετική επίδραση στις νοητικές λειτουργίες που σχετίζονται με τον δείκτη TEA (κυρίως την προσοχή του ασθενούς σε καθημερινές δραστηριότητες). Μάλιστα το μέγεθος αποτελέσματος (effect size, Cohen's d) υπολογίζεται στην τιμή 0.78. Η τιμή αυτή ανήκει στο εύρος τιμών που δείχνει σημαντική επίδραση του παράγοντα διαφοροποίησης των ομάδων (δηλ. της νοητικής άσκησης) στην εξαρτημένη μεταβλητή (TEA) (d>.5). Επομένως η επίδραση της νοητικής άσκησης είναι όχι μόνον στατιστικά σημαντική αλλά και ουσιαστική όσον αφορά την κατάσταση των ασθενών σε σχέση με τον δείκτη TEA.

Παρόμοια καταγράφεται στατιστική τάση που αφορά βελτιωμένες επιδόσεις της ΟΠ σε άλλες δοκιμασίες μετά την παρέμβαση (Verbal Fluency Task και Rey Auditory Verbal Learning Test A). Εικάζουμε ότι η τάση αυτή θα μπορούσε να φτάσει πιθανώς τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας σε έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα και χωρίς τους περιορισμούς στην προσέλευση των ασθενών για διαγνωστικούς προ- και μετα-ελέγχους. Ακόμη, διαπιστώνουμε στατιστικά σημαντική μείωση του δείκτη GDS για την ομάδα ελέγχου, κάτι που φανερώνει αύξηση της κατάθλιψης σε σχέση με τους ασθενείς που συμμετείχαν στη νοητική άσκηση όπου ο δείκτης παραμένει σταθερός. Θα πρέπει να σημειωθεί πως από τα δεδομένα μας δεν είναι δυνατόν να εξηγήσουμε αν αυτή η σταθερότητα του δείκτη GDS για την ομάδα πειραματισμού μπορεί να οφείλεται αποκλειστικά στη νοητική λειτουργία που επάγει η άσκηση εκπαιδευτικής ρομποτικής ή επηρεάζεται και από την κοινωνική αλληλεπίδραση λόγω της συμμετοχής τους στη δραστηριότητα.

Συνολικά εκτιμούμε ότι καταγράφηκαν αρχικά ενθαρρυντικά στοιχεία που δείχνουν πως οι ασκήσεις προγραμματισμού εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να έχουν θετική επίδραση σε νοητικές λειτουργίες που ενεργοποιούνται κατά την εκτέλεση των ασκήσεων (όπως αυτή της προσοχής που αξιολογείται με τη δοκιμασία TEA). Αυτό, θεωρούμε, επιβεβαιώνει την αρχική υπόθεσή μας πως οι ασκήσεις προγραμματισμού γενικά θα πρέπει να επηρεάζουν θετικά νοητικές λειτουργίες που ενεργοποιούνται κατά την εκτέλεση των ασκήσεων. Η λειτουργία της προσοχής είναι μία τέτοια λειτουργία που προφανώς ενεργοποιείται από τους ασθενείς για την επιτυχημένη εκτέλεση ασκήσεων προγραμματισμού.

Αναφορές

Arkin, S. (2007). Language-enriched exercise plus socialization slows cognitive decline in Alzheimer's disease. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 22(1), 62-77.

Buiza, C., Gonzalez, M. F., Facal, D., Martinez, V., Diaz, U., Etxaniz, A., Urdaneta, E., & Yanguas, J. (2009). Efficacy of Cognitive Training Experiences in the Elderly: Can Technology Help?. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Addressing Diversity* (pp. 324-333). Springer Berlin Heidelberg.

Fitzmaurice, G. W., Ishii, H., & Buxton, W. A. S. (1995). Bricks: Laying the foundations for graspable user interfaces. Paper presented at the *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 442-449

Groth-Marnat, G. (1997). Handbook of Psychological Assessment, 3rd. New York: John Wiley & Sons.

Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. Paper presented at the *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Atlanta, Georgia, United States. pp. 234-241.

Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. *ACM Computing Surveys*, 37(2), 83-137.

Lezak, M. D. (Ed.). (2004*). Neuropsychological Assessment* 4 Ed. Oxford University Press.

Lezak, M.D. (Ed.) (1983). *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford UP.

McNerney, T. S. (2004). From turtles to tangible programming bricks: Explorations in physical language design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(5), 326-337.

Meichenbaum, D. and Cameron, R. (1981). Issues in Cognitive Assessment: An Overview. In T.V. Merluzzi, C. R. Glass, and M. Genest, (Eds.), *Cognitive Assessment*, New York, USA: The Guilford Press.

Nudo, R. J., Wise, B. M., Si Fuentes, F., & Milliken, G. W. (1996). *Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct*. Science, 272(5269), 1791-1794.

Ravdin, L. D., & Katzer, H. L. (2012). *Handbook on the Neuropsychology of Aging and Dementia*. New York: Springer.

Rizzo, A. A., & Buckwalter, J. G. (1997). Virtual reality and cognitive assessment and rehabilitation: the state of the art. *Studies in health technology and informatics*, 123-146.

Robertson, I.H., Ward, T., & Ridgeway, V. (1994). *The Test of Everyday Attention*. Flempton: Thames Valley Test Company.

Sapounidis, T., & Demetriadis, S. (2009). Tangible programming interfaces: A literature review. *4th Balkan Conference in Informatics*, Thessaloniki, GREECE. pp. 70-75.

Sapounidis, T., & Demetriadis, S. (2011). *Touch your program with hands: Qualities in tangible programming tools for novice*. Paper presented at the 15th Panhellenic Conference on Informatics (IEEE/PCI), pp. 363-367.

Sapounidis, T., & Demetriadis, S. (2013). Tangible versus graphical user interfaces for robot programming: Exploring cross-age children's preferences. *Personal and Ubiquitous Computing*, 17(8), 1775-1786. doi:10.1007/s00779-013-0641-7

Schultheis, M.T. and Rizzo, A.A. (2001). The Application of Virtual Reality Technology for Rehabilitation, *Rehabilitation Psychology*, 46(3), 296-311.

Sharlin, E., Itoh, Y., Watson, B., Kitamura, Y., Sutphen, S., Liu, L., & Kishino, F. (2004). Spatial tangible user interfaces for cognitive assessment and training. In *Biologically Inspired Approaches to Advanced Information Technology* (pp. 137-152). Springer Berlin Heidelberg.

Sharlin, E., Watson, B., Sutphen, S., Liu, L., Lederere, r., & Frazer, j. (2009). A tangible user interface for assessing cognitive mapping ability. *Int. J. Human-Computer Studies*, 67, 269–278.

Μικρόπουλος, Τ. (2000). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Θέματα σχεδίασης και αξιολόγησης λογισμικού υπερμέσων*. Αθήνα.

Ντολιοπούλου, Ε. (1998). Ο Ηλεκτρονικός υπολογιστής στην προσχολική τάξη. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση* 27

Συλλογικό έργο (2012). *Νοητική άσκηση. Οδηγός για επαγγελματίες υγείας*. University Studio Press.

Τσολάκη, Μ. (2007). Alzheimer: Νέες διαστάσεις στην προσέγγιση της νόσου. *Κοινωνία και υγεία*, τομ. VI, 55-66.