

# Μελέτη της Σχέσης Αλληλεπίδρασης και Αίσθησης Παρουσίας σε Εκπαιδευτικά Εικονικά Περιβάλλοντα

Χρυσούλα Μπίνα<sup>2</sup>, Γιάννης Μεσσήνης<sup>1</sup>, Παναγιώτης Πιντέλας<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

<sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Πατρών

chrisoula\_b@yahoo.gr, mebako@otenet.gr, pintelas@math.upatras.gr

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αίσθηση παρουσίας θεωρείται ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας. Ένα σημαντικό ερώτημα που τίθεται είναι το κατά πόσο η αλληλεπίδραση επηρεάζει την αίσθηση της παρουσίας σε ένα εικονικό περιβάλλον. Η παρούσα εργασία διερευνά αυτή τη σχέση της αίσθησης παρουσίας και της αλληλεπίδρασης σε εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα, μέσα από τη συγκέντρωση και τη μελέτη ερευνητικών έργων που έχουν υλοποιηθεί μέχρι σήμερα. Γίνεται μια καταγραφή αντιπροσωπευτικών εκπαιδευτικών εικονικών περιβαλλόντων και δίνονται συγκεντρωτικά τα ευρήματά τους σε σχέση με την αίσθηση παρουσίας. Τα αποτελέσματα από αυτή τη συγκεντρωτική μελέτη δείχνουν ότι υπάρχει μια θετική συσχέτιση μεταξύ αλληλεπίδρασης και αίσθησης παρουσίας. Δηλαδή, σε ισχυρά αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα, οι συμμετέχοντες παρουσιάζουν αυξημένη αίσθηση παρουσίας. Επίσης, η χρήση εικονικών εκπροσώπων συμβάλει στη δημιουργία της αίσθησης παρουσίας και στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων του εκπαιδευτικού εικονικού περιβάλλοντος.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Εκπαιδευτικό εικονικό περιβάλλον, Αίσθηση παρουσίας, Αλληλεπίδραση

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αρκετοί ορισμοί και θεωρίες έχουν προταθεί από τους ερευνητές στην προσπάθειά τους να περιγράψουν την αίσθηση παρουσίας. Μία θεωρία είναι αυτή που θεωρεί σαν αίσθηση παρουσίας την 'αυταπάτη ότι δεν υπάρχει διαμεσολάβηση', δηλαδή όταν στους χρήστες δεν γίνεται αντιληπτό το τεχνολογικό μέσο (Lombard & Ditton, 1997). Άλλη προσέγγιση διακρίνει τρεις τύπους παρουσίας: α) την προσωπική παρουσία (personal presence), τον βαθμό στον οποίο ο χρήστης αισθάνεται ότι είναι μέρος του εικονικού περιβάλλοντος, β) την κοινωνική παρουσία (social presence), η οποία αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο άλλα όντα (πραγματικά ή εικονικά) βρίσκονται στο εικονικό περιβάλλον και γ) την περιβαλλοντική παρουσία (environmental presence), που αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο το ίδιο το περιβάλλον αναγνωρίζει και αντιδρά στις κινήσεις του χρήστη μέσα στο εικονικό περιβάλλον (Heeter 2000).

Επίσης η εμπειρία της παρουσίας εξαρτάται από το αν το εικονικό περιβάλλον συμπεριφέρεται και είναι δομημένο σύμφωνα με τις πολιτισμικές προο-

δοκίες μας και από το αν το εικονικό περιβάλλον γίνεται αντιληπτό και ερμηνεύεται με τον ίδιο τρόπο και από άλλους μέσα στο εικονικό περιβάλλον (O'Brien, et al. 1998). Η θεωρία της ενσωματωμένης παρουσίας (embodied presence) ισχυρίζεται ότι δεν είναι τόσο η παρουσία των κινήτρων αυτή που προκαλεί την αίσθηση παρουσίας αλλά η αλληλεπίδραση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον, π.χ. η σωματική και γνωστική δραστηριότητα του χρήστη (Schubert et al. 1999).

Όσον αφορά στην αλληλεπίδραση οι πρώτοι ορισμοί αφορούσαν στην ικανότητα του χρήστη να μεταβάλλει το εικονικό περιβάλλον. Σαν αλληλεπίδραση θεωρείτο ο βαθμός στον οποίο οι παράμετροι του εικονικού περιβάλλοντος μπορούν να μεταβληθούν την παρούσα στιγμή (Zeltzer 1992) ή ο βαθμός στον οποίο οι χρήστες μπορούσαν να συμμετάσχουν στη μεταβολή της μορφής και του περιεχομένου ενός εικονικού περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο (Steuer 1992). Άλλοι ερευνητές επίσης βλέπουν την αλληλεπίδραση ως την ικανότητα του συμμετέχοντα να κινείται και να αλλάζει τον κόσμο, δηλαδή αυτό που λέμε πλοήγηση και χειρισμό (Slater & Usoh, 1994a). Αυτός ο ορισμός της αλληλεπίδρασης είναι και ο επικρατέστερος στην έρευνα της εικονικής πραγματικότητας σήμερα. Οι τρόποι με τους οποίους οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν και να χειριστούν ένα εικονικό περιβάλλον ονομάζονται τεχνικές αλληλεπίδρασης. Τεχνική αλληλεπίδρασης είναι μια μέθοδος που βοηθά στην εκπλήρωση κάποιων αποστολών (Vince 1999). Συνηθισμένες αποστολές σε εικονικά περιβάλλοντα αποτελούν η πλοήγηση, η επιλογή, ο χειρισμός και ο έλεγχος συστήματος (αλλαγή κατάστασης του συστήματος από το χρήστη και αναγνώριση αυτών των ενεργειών από το σύστημα).

### **ΣΧΕΣΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΣΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ**

Αρκετές μελέτες έχουν ερευνήσει τη σχέση μεταξύ της αλληλεπίδρασης και της αίσθησης παρουσίας. Κάποιες από αυτές έδειξαν ότι η αλληλεπίδραση όταν συγκριθεί με τη μη ύπαρξη αλληλεπίδρασης, αυξάνει την αίσθηση παρουσίας (Welch et al. 1996).

Σύμφωνα με ερευνητική μελέτη ο τύπος της συσκευής εισόδου που χρησιμοποιεί ο χρήστης για να αλληλεπιδράσει με το εικονικό περιβάλλον δεν επηρεάζει σημαντικά την παρουσία, συγκρίνοντας το τριών βαθμών ελευθερίας χειριστήριο με το τριών βαθμών ελευθερίας τρισδιάστατο ποντίκι (Schubert et al. 2000). Σημαντικά θετική έχει βρεθεί η επιρροή του στεροσκοπικού κράνους (Hendrix & Barfield, 1996) καθώς επίσης και ότι περισσότερη κίνηση του σώματος μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερη αίσθηση παρουσίας (Slater et al. 1998). Αρκετοί ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι κύρια και πρωταρχική αιτία της παρουσίας είναι η ικανότητα αλληλεπίδρασης με το μέσο που παρέχει το εικονικό περιβάλλον (Lombart & Ditton 1997, Slater et al. 1998).

Στον αντίποδα υπάρχουν και έρευνες που κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μπορεί να υπάρξει αίσθηση παρουσίας σε εικονικά περιβάλλοντα χωρίς αυτά να είναι ιδιαίτερα αλληλεπιδραστικά και αυτό μπορεί να είναι αποτέλεσμα της ελεύθερης πλοήγησης και της εμπειρίας πρώτου προσώπου (Mikropoulos 2006). Σε άλλο αλληλεπιδραστικό εικονικό περιβάλλον, στο οποίο γίνεται εξερεύνηση

Πορτογαλικού κάστρου η αίσθηση παρουσίας δεν επηρεάστηκε από την αλληλεπίδραση (Goncalves 2005). Σύμφωνα με τους Schuemie M. και Mast C. (1999) ο αριθμός και η ποικιλία εισόδων αλληλεπίδρασης δεν αυξάνει πάντοτε τα επίπεδα παρουσίας. Ο Snow εξ' άλλου ισχυρίζεται ότι η παρουσία δεν επηρεάζεται από τον αριθμό των αλληλεπιδράσεων οι οποίες είναι δυνατές σε ένα εικονικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, η αίσθηση παρουσίας του συμμετέχοντα δεν επηρεάζεται από αλληλεπιδράσεις που δεν έχουν σχέση με την αποστολή που πρέπει να φέρει εις πέρας στο εικονικό περιβάλλον (Snow 1996). Όπως επίσης άλλη ερευνητική μελέτη έχει δείξει ότι μόνο η πιθανότητα αλληλεπίδρασης δεν είναι η ικανή να αυξήσει την αίσθηση παρουσίας γιατί αν οι χρήστες μπορούν να μεταβάλλουν την σχολιά παρατήρησης αλλά δεν γνωρίζουν πώς, αυτό είναι πιθανόν να μειώσει την αίσθηση παρουσίας (Schubert et al. 2000).

Ο ίδιος ερευνητικός προβληματισμός μπορεί να υπάρξει και για την αλληλεπίδραση με εικονικούς εκπροσώπους (E.E.). Οι E.E. παρέχουν το αμεσότερο, διαισθητικά και φυσικά μέσο για την ενίσχυση της αίσθησης παρουσίας σε ένα συνεργατικό περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας (Slater et al. 1994a,b). Επίσης, χρησιμοποιούνται από τους χρήστες ως μέσο πλοήγησης σε ένα εικονικό περιβάλλον, ως μέσο αναγνώρισης συμμετεχόντων σε ένα συνεργατικό εικονικό περιβάλλον, ως μέσο επικοινωνίας και έκφρασης ιδιαίτερης ταυτότητας. Όσο πιο ανθρωπομορφικοί οι E.E. τόσο πιο φυσική και αβίαστη η αλληλεπίδραση των συμμετεχόντων (Reeves & Nass 1996, Sproull et al. 1996).

Έχοντας υπ' όψη όλες τις απόψεις των ερευνητών που εκθέσαμε πιο πάνω, στόχος της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τη σχέση της αίσθησης παρουσίας και της αλληλεπίδρασης σε εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα (E.E.Π.), όπως επίσης και τη σχέση αίσθησης παρουσίας και μάθησης, μέσα από την αναλυτική μελέτη ερευνητικών εργασιών που έχουν υλοποιηθεί και έχουν δημοσιευθεί.

### **ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΣΗΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΣΕ Ε.Ε.Π.**

Η εικονική πραγματικότητα είναι ένα εργαλείο που μπορεί να εμπλουτίσει τους μαθητές με εμπειρίες και μάλιστα εμπειρίες πρώτου προσώπου. Περιλαμβάνει προσομοιώσεις με αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, και είναι πολύ κοντά στην άμεση εμπειρία καθώς δίνεται η δυνατότητα ελεύθερης περιήγησης και εξερεύνησης χώρων που δεν είναι προσιτοί με άλλους τρόπους. Συγχρόνως επιτρέπει αλληλεπιδράσεις μέσα από πολλαπλά κανάλια αισθήσεων, προσφέροντας έτσι πολλές και διαφορετικές εμπειρίες που ξεπερνούν τα όρια των συνηθισμένων. Βασικό χαρακτηριστικό για την ενίσχυση ή απόκτηση νέων εμπειριών στα εικονικά περιβάλλοντα αποτελεί η αίσθηση της παρουσίας του χρήστη. Πολλοί παράγοντες συμβάλλουν στη δημιουργία του αισθήματος της παρουσίας, συμπεριλαμβανομένων εισόδων από μερικά ή από όλα τα αισθητήρια κανάλια (Στρουμπούλης & Μικρόπουλος, 2002). Στη βιβλιογραφία παρατηρείται ομοφωνία απόψεων όσον αφορά στην σπουδαιότητα της αίσθησης της παρουσίας, η οποία όταν υπάρχει σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει στη μάθηση (Dede et al. 1999, Salzman et al. 1998, Winn et al. 2001). Η συ-

νεισφορά της αλληλεπίδρασης στη μάθηση υπογραμμίζεται από την εποικοδομητική και εμπειρική προσέγγιση της μάθησης (Nicaise & Crane 1991, Papert 1991). Για να υπάρξει η ικανότητα αλληλεπίδρασης, οι χρήστες πρέπει να επικεντρώσουν την προσοχή τους (Norman 1998). Με αυτόν τον τρόπο, η αλληλεπίδραση με οντότητες ή αντικείμενα στο εικονικό περιβάλλον μπορεί να ενδυναμώσει την προσοχή και γενικά να οδηγήσει τους χρήστες να εμπλακούν ακόμα περισσότερο με αλληλεπιδράσεις στο εικονικό περιβάλλον.

Στα εικονικά περιβάλλοντα χρησιμοποιούνται συχνά Ε.Ε. για να μπορούν να εξωτερικεύουν τα ερεθίσματα του χρήστη μέσω της εικόνας του σώματος. Εφόσον ο Ε.Ε. υπάρχει μέσα στο εικονικό περιβάλλον αυτό οδηγεί σ' ένα πιστεύω ότι και ο εαυτός μας υπάρχει στο εικονικό περιβάλλον (Slater et al. 1993). Στη περίπτωση αυτή, ο χρήστης πρέπει συνεχώς να βλέπει τις κινήσεις του Ε.Ε. και πρέπει να υπάρχει μια υψηλή συσχέτιση μεταξύ των κινήσεων του χρήστη και των κινήσεων του εικονικού χαρακτήρα (Barfield et al. 1995).

Στη διάρκεια των χρόνων που η εικονική πραγματικότητα έχει εξελιχθεί σε ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο, έχουν σχεδιαστεί, αναπτυχθεί και υλοποιηθεί αρκετά Ε.Ε.Π. Διαλέξαμε να μελετήσουμε και να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα τέτοιων περιβαλλόντων. Η επιλογή έγινε με την ακόλουθη φιλοσοφία. Διαλέξαμε περιβάλλοντα που έχουν αναπτυχθεί και από Ελληνικές ερευνητικές ομάδες και από ερευνητικές ομάδες της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας. Κριτήριο ήταν η συνεπής και μακρόχρονη ενασχόλησή τους με εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας. Η θεματική των Ε.Ε.Π. κάλυψε ένα ευρύ φάσμα ειδικοτήτων (μαθηματικά, φυσική, ιατρική, περιβαλλοντικές επιστήμες κλπ). Επίσης επιλέχθηκαν περιβάλλοντα με διαφορετικά είδη μέσων παρουσίασης (Desktop, HMD, Cave). Περιβάλλοντα με χρήση ή μη χρήση Ε.Ε. Και τέλος περιβάλλοντα με διαφορετικό βαθμό αλληλεπίδρασης.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Αποτέλεσμα της διερεύνησης είναι ο πίνακας 1 από όπου προκύπτει η σχέση αλληλεπίδρασης και αίσθησης παρουσίας στα Ε.Ε.Π. και η σχέση της αίσθησης παρουσίας με την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων των περιβαλλόντων. Επίσης λήφθηκε υπόψη στην διερεύνηση και η χρήση Ε.Ε. (έχουν τοποθετηθεί παύλες στον πίνακα είτε στις περιπτώσεις που δεν αναφέρεται στις αντίστοιχες μελέτες ο βαθμός αλληλεπίδρασης ή αν γίνεται χρήση Ε.Ε., είτε στην περίπτωση που δεν υπάρχουν αποτελέσματα ως προς την επίτευξη του στόχου).

Σε ισχυρά αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα, οι συμμετέχοντες παρουσίαζαν αυξημένη αίσθηση παρουσίας (Kameas et al. 2000 (ΕΙΚΩΝ), Banos et al. 2000 (Claustrophobic scenarios-Spider World)), με τελικό αποτέλεσμα την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων του εικονικού περιβάλλοντος (Στρουμπούλης & Μικρόπουλος 2002 (Αρχαία πόλη Κασσιώπης (2)), Wong & Chee 2004 (iHABS), Παδιώτης 2006 (Παραγωγική διαδικασία γάλακτοβιομηχανίας), Blas & Poggi 2007 (Learning@Europe), Naeve A. 2001 (Cybermath), Nikolou et al. 1999 (Plant Cell), Hoffman et al. 2001 (Pain Control)). Προκύπτει επίσης ότι η

**Πίνακας 1:** Συγκριτική μελέτη των εικονικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων

Περιβάλλοντα / (Σύστημα)	Αλληλεπίδραση	Αίσθηση Παρουσίας	Επίτευξη στόχου	Χρήση Ε.Ε
<b>Αρχαία πόλη Κασσιώπης (1)</b> (HMD)	Πολύ Υψηλή	Πολύ Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
<b>Αρχαία πόλη Κασσιώπης (2)</b> (Desktop)	Υψηλή	Πολύ Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
<b>Plant Cell</b> (Desktop, με υποστήριξη HMD)	Υψηλή	Πολύ Υψηλή	Πλήρης	Όχι
<b>Παραγωγική διαδικασία γάλακτοβιομηχανίας</b> (Desktop)	Υψηλή	Υψηλή	Πλήρης	Όχι
<b>Project Lake</b> (Desktop)	Μέτρια	Μέτρια	Πλήρης	Όχι
<b>Cybermath</b> (Desktop, υποστηρίζει CAVE, HMD)	Υψηλή	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
<b>Round Earth Project</b> (Cave)	Πολύ Υψηλή	Υψηλή	Περιορισμένη	Ναι
<b>iHABS</b> (HMD)	Πολύ Υψηλή	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
<b>NICE</b> (Cave)	Πολύ Υψηλή	Πολύ Υψηλή	Περιορισμένη	Ναι
<b>FearNot!</b> (Desktop)	Υψηλή	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
<b>Learning@Europe</b> (Desktop)	Πολύ Υψηλή	Πολύ Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
<b>EMMA</b> (Desktop)	Υψηλή	Υψηλή	Πλήρης	Ναι
<b>Pain Control</b> (VR Helmet)	Υψηλή	Μέτρια	Πλήρης	Όχι
<b>EIKΩN</b> (Desktop)	Υψηλή	Υψηλή	-	Όχι
<b>Claustrophobic scenarios-Spider World</b> (HMD)	Υψηλή	Υψηλή	-	-
<b>Learning Community</b> (Desktop)	-	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι
<b>INVITE</b> (Desktop)	-	Υψηλή	Ικανοποιητική	Ναι

χρήση Ε.Ε βοηθά στη δημιουργία της αίσθησης παρουσίας (Wong & Chee 2004 (iHABS)), και στην επίτευξη των στόχων του εκπαιδευτικού εικονικού περιβάλλοντος (Mikropoulos 2006 (Αρχαία πόλη Κασσιώπης (1)), Στρομπούλης & Μικρόπουλος 2002, Αρχαία πόλη Κασσιώπης (2), Koubek & Müller 2002 (INVITE)). Μάλιστα, η αντιπροσωπευτική επιλογή Ε.Ε. οδηγεί σε υψηλότερη αίσθηση παρουσίας και εκτέλεση της εκπαιδευτικής δραστηριότητας (Annetta & Holmes, 2006 (Learning Community)). Επιπλέον, τα έντονα συναισθήματα προς έναν Ε.Ε. μπορούν να δημιουργήσουν δέσμευση άρα και αίσθηση παρουσίας (Hall et al. 2005 (Fear Not!)). Ένα αλληλεπιδραστικό περιβάλλον, το οποίο δημιουργεί συναισθήματα και αλλάζει τη διάθεση του χρήστη μπορεί να αυξήσει την αίσθηση παρουσίας του στον εικονικό κόσμο (Banos et al. 2004 (EMMA)).

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα επισκόπηση εστίαστηκε στη συγκριτική μελέτη των εικονικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων όσον αφορά στην αίσθηση παρουσίας του χρήστη και τη σχέση της με την αλληλεπίδραση.

Στις περισσότερες έρευνες παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ αλληλεπίδρασης και αίσθησης παρουσίας. Παρατηρήθηκε όμως σε ορισμένες ερευνητικές εργασίες ότι, ενώ υπάρχει υψηλή αίσθηση παρουσίας, είτε η έντονη κοινωνική αλληλεπίδραση, που επιτυγχάνεται με τους εικονικούς εκπροσώπους (Roussos et al. 1999 (NICE)), είτε η έντονη αλληλεπίδραση με το περιβάλλον (Johnson et al. 1999 (Round Earth Project)), είναι πιθανό να αποπροσανατολίσει το μαθητή από το στόχο του, δηλαδή τη μάθηση. Επιπροσθέτως μπορεί να υπάρχει αίσθηση παρουσίας και μάθηση και σε ένα εικονικό εκπαιδευτικό περιβάλλον χωρίς αυτό να είναι ιδιαίτερα αλληλεπιδραστικό, και αυτό είναι αποτέ-

λεσµα της ελεύθερης πλοήγησης και της εμπειρίας πρώτου προσώπου (Mikropoulos 2006 (Project Lake)).

Η σχέση αλληλεπίδρασης και αίσθησης παρουσίας χρειάζεται να διερευνηθεί ακόµα περισσότερο στο µέλλον τόσο στον τοµέα της εκπαίδευσης, ώστε να δημιουργηθούν εικονικά περιβάλλοντα που θα είναι κατάλληλα για τη σωστή κατασκευή της γνώσης και την απόκτηση εµπειριών, όσο και σε άλλους τοµείς, όπως την ιατρική, την ψυχολογία, την τέχνη, την ψυχαγωγία, τον αρχιτεκτονικό και βιομηχανικό σχεδιασµό.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Annetta L.A., Holmes S. (2006), Creating Presence and Community in a Synchronous Virtual Learning Environment Using Avatars, *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, August 2006, Volume 3 1550-6908.
- Banos, R.M., Botella, C., Garcia-Palacios, A., Villa, H., Perpina, C. and Alcaniz, M., (2000), Presence and Reality Judgment in Virtual Environments: A Unitary Construct?, *Cyberpsychology & Behavior* Volume 3, Number 3, 2000.
- Banos R., Botella C., Liano V, Guerrero B, Rey B., Alcañiz M., (2004) Sense of Presence in Emotional Virtual Environments, *Presence* 2004.
- Barfield W and T. Furness (eds) Virtual Environments and Advanced Interface Design, (1995) *New York, Oxford University Press*, pp.473-514.
- Dede, C., Salzman, M. C., Loftin, R. B., Sprague, D. (1999). Multisensory Immersion as a Modeling Environment for Learning Complex Scientific Concepts. In *Computer Modeling and Simulation in Science Education: Springer-Verlag*.
- Goncalves, N., (2005), Educational use of 3D virtual environments: primary teachers visiting a romanesque castle, *Proceedings Book of the 3rd International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education 2005*
- Hall L, Woods S, Aylett R, Newall L, (2005), Achieving empathic engagement through affective interaction with synthetic characters, (*ACII 05*), Beijing, China.
- Heeter, C. (2000), Interactivity in the Context of Designed Experiences, *Journal of Interactive Advertising* 2000, vol.1, no.1
- Hendrix, C. and Barfield, W. (1996). Presence within virtual environments as a function of visual display parameters. *Presence*, 4:274-289.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Carrougher, G.J., & Sharar, S. (2001). The effectiveness of virtual reality based pain control with multiple treatments. *Clinical Journal of Pain*, 17, 229-235.
- Johnson, A., Moher, T., Ohlsson, S. & Gillingham, M. (1999), The Round Earth Project: Deep Learning in a Collaborative Virtual World, *Proceedings of IEEE VR99, Houston TX, March 13-17, 1999*, pp. 164-171.

- Kameas A, Mikropoulos TA, Katsikis A, Emvalotis A, Pintelas P (2000) EIKON: Teaching a high-school technology course with the aid of virtual reality. *Educ Inf Technol* 5(4):305-315.
- Koubek A., Müller K., (2002), Collaborative Virtual Environments for Learning, ACM SIG Proceedings 2002.
- Lombard, M., Ditton, T. (1997), At the heart of it all: The concept of presence, *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2).
- Mikropoulos, T. A. (2006), Presence: A unique characteristic in educational virtual environments, *Virtual Reality 'Using Virtual Reality in Education'*, 10(3-4), 197-206.
- Naeve, A., (2001), The work of Ambjörn Naeve within the field of Mathematics Educational Reform, *CID -110, TRITA-NA-D0104, KTH, Stockholm, 2001*.
- Nicaise M. and Crane M. (1991). Knowledge constructing through hypermedia authoring, *Educational Technology, Research and Development*, 47, pp. 29-50.
- Nikolou E., Tsakalis P., Mikropoulos T.A., Katsikis A. (1999), In - Service teachers' attitudes towards virtual reality learning environments, *International Conference on Technology and Education*, Edinburgh, March 28-31.
- Norman, D.A. (1998). *The Design of Everyday Things*, London: MIT Press, 1998.
- O'Brien, J. Büscher, M., Rodden, T., Trevor, J. (1998). 'Red is behind you': the experience of presence in shared virtual environments, *Workshop on Presence in Shared Virtual Environments*.
- Papert, S., (1991). Situating Constructionism, in I. H. A. S. Papert, ed., *Constructionism, Eds. Norwood: Ablex, NJ*.
- Reeves, B. & Nass, C. (1996) *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Roussos M., Johnson A., Moher T., Leigh J., Vasilakis C., Barnes C. (1999), Learning and Building Together in an Immersive Virtual World, *PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments Journal* 8 (3), *The MIT Press*, pp. 247-263.
- Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R. B., Ash, K. (1998). Using VR's Frames of Reference in Mastering Abstract Information. *3d ICLS, Charlottesville, VA*.
- Schubert, T.W., Friedman, F., & Regenbrecht, H.T. (1999). Embodied presence in virtual environments. In: Paton R, Neilson I (Eds.). *Visual representations and interpretations*. Springer-Verlag, London, pp. 268-278.
- Schubert, T.W.; H.T. Regenbrecht; and F. Friedman. (2000). "Real and Illusory Interaction Enhance Presence in Virtual Environments." presented at the *Presence 2000 workshop*.
- Schuemie M., Mast C. (1999), Presence: Interacting in Virtual Reality?, in: A. Nijholt, O. Donk & B. van Dijk (Eds.) *Proceedings Twente Workshop on Language Technology 15, TWLT 15, ISSN 0929-0672, 1999*, pp. 213-21.

- Slater, M., Steed, A., & Usoh, M. (1993). The virtual treadmill: A naturalistic metaphor for navigation in immersive virtual environments. In: Goebel, M. (ed.), *First Eurographics Workshop on Virtual Reality Environments, Polytechnical University of Catalonia, Sept. 7, 1993*, pp. 71-83.
- Slater, M., Usoh, M. (1994a). Body centered interaction in immersive virtual environments, In Thalmann, N. M., Thalmann, D. (Eds.), *Artificial life and virtual reality, London: Wiley*, pp. 125-48.
- Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994b). Depth of presence in virtual environments. *Presence*, 3:130-144.
- Slater, M., Steed, A., McCarthy, J., Maringelli, F., (1998), The influence of body movement on subjective presence in virtual environments, *Human Factors, Vol.40, No.3*, 469-477.
- Snow, M. P. (1996), Charting presence in virtual environments and its effects on performance, *Unpublished doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University*.
- Sproull, L., Subramani, M., Kiesler, S., Walker, J.H. & Waters, K. (1996) When the interface is a face. *Human-Computer Interaction, 11(2)*, pp. 97-124.
- Steuer, J., (1992). *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence, Journal of Communication, 42(4)*, pp. 72-93.
- Vince, J. (1999). Virtual reality systems.. *England: ACM Press Books*. (pp. 17-23).
- Welch, R.B., Blackmon, T.T. Liu, A., Mellers, B., Stark, L.W., (1996). The Effects of Pictorial Realism, Delay of Visual Feedback, and Observer Interactivity on the Subjective Sense of Presence, *Presence*, vol.5, no.3, pp. 263-73.
- Winn, W., Windschitl, M., Hedly, N., Postner, L. (2001). Learning Science in an Immersive Virtual Environment. Presented at the *Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA*.
- Wong L.K., Chee Y.S. (2004), iHABS: Collaborative Learning in a Networked, Immersive Simulation Environment, In *Proceedings of the Tenth International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM 2004)*.
- Zeltzer, D. (1992). Autonomy, interaction, and presence. *Presence, 1:127-13*.
- Παδιώτης Ι. (2006), Εικονικά Περιβάλλοντα για την υποστήριξη της διδασκαλίας Τεχνικών Μαθημάτων, *1ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο 2006 Ιωάννινα*.
- Στρουμπούλης Β., Μικρόπουλος Τ.Α. (2002), Η Αίσθηση της Παρουσίας σε Εκπαιδευτικά Εικονικά Περιβάλλοντα, *3ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Ρόδος, Σεπτέμβριος 2002*.