



ΨΙΑΚΗΦΑ ΜΕΣΑ ΑΠΑΝΑΡΑΣΗΣΤΑΣ

Χωκίρή αψηντίλη
στις εφογαρμές
Εικοικνής και
Επαυμέξηνης
πραταγιτηκότας

Πολυτεχνείο Κρήτης - Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
Ακαδημαϊκό έτος 2013-2014

Ερευνητική εργασία:

ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΕΣΑ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ

ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΣΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Φοιτήτρια: Σιμιλλίδου Σαββίνα

Επιβλέπων διδάσκοντας: Γιαννούδης Σωκράτης

Επιτροπή: Ουγγρίνης Κωνσταντίνος - Αλκέτας

Παρθένιος Παναγιώτης

Ιούνιος 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ_

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7-12
-----------------	------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι - ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ	13-35
-------------------------------------	-------

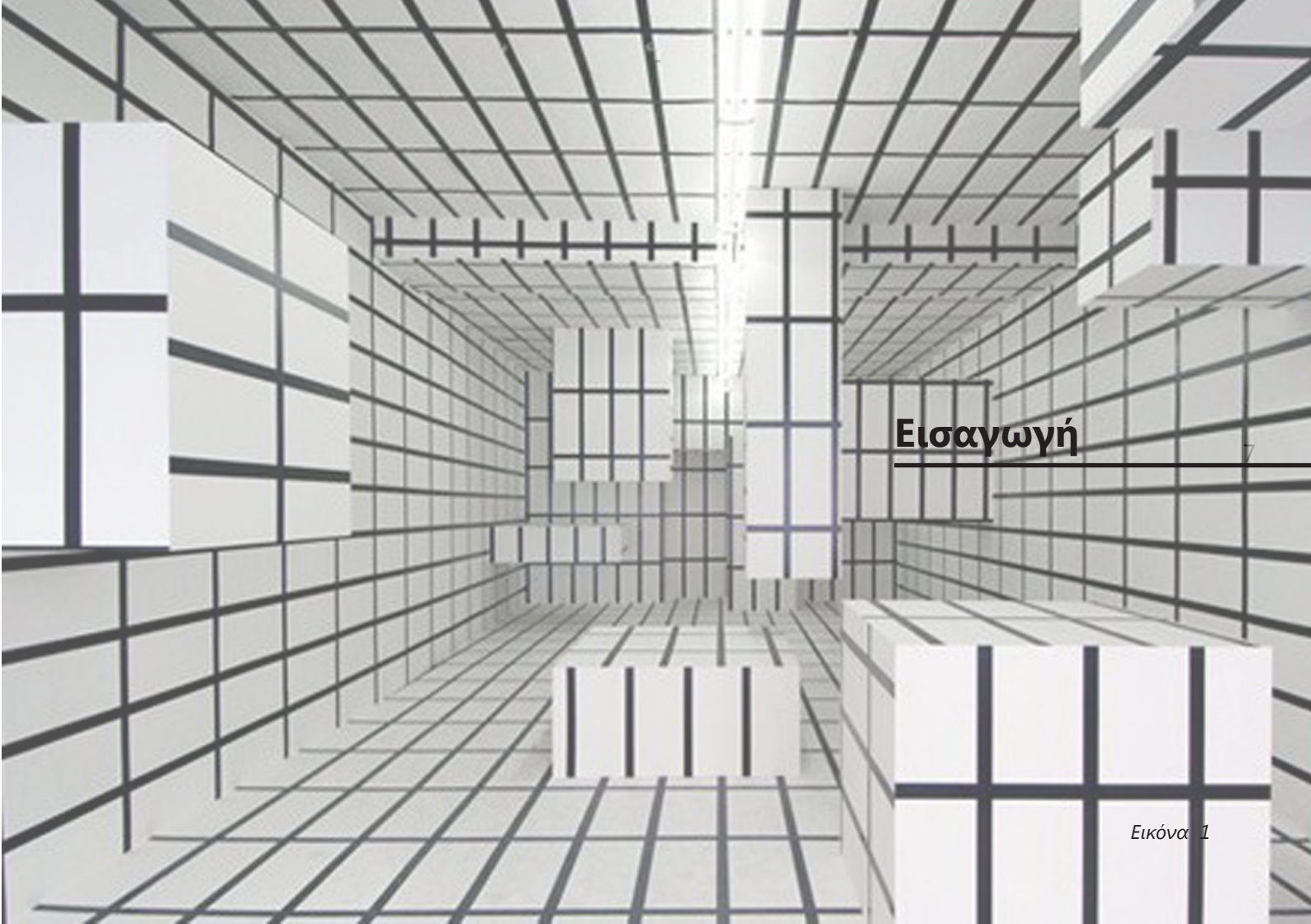
I.I	Θεωρητική ανάλυση της έννοιας της αντίληψης από τη Gestalt μέχρι τη γνωστική ψυχολογία	15-24
I.II	Οπτική αντίληψη	25-26
I.III	Ακοή, κίνηση και χρόνος στην εμπειρία του χώρου	27-31
I.IV	Χωρική ικανότητα	32-35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ - ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ

ΙΙ.Ι ΔΥΝΗΤΙΚΗ - ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΌΤΗΤΑ (virtual reality - VR)	39-78
---	-------

ΙΙ.Ι.Ι	Θεωρητικό πλαίσιο	41-48
ΙΙ.Ι.ΙΙ	Τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας	49-51
ΙΙ.Ι.ΙΙΙ	Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας	
	A. Aspen Movie Map	53-57

	B. UNC Walkthrough project	58-65
	Γ. Cave automatic virtual environment και πείραμα Cave	66-73
II.IV	Εικονικός χώρος – νέα πραγματικότητα	74-78
II.II. ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΚΑΜΤΙΚΟΤΗΤΑ(augmented reality AR)		79-118
II.II.I	Θεωρητικό πλαίσιο	81-86
II.II.II	Τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας	87-91
II.II.III	Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας	92-93
	A. Urban Simulation and the Luminous Planning Table, πείραμα	94-100
	B. ARTHUR system, πείραμα απτών συστημάτων ARTHUR	101-107
	Γ. 555 KUBIK-Hamburg Kunsthalle, πείραμα χρήσης AR συστημάτων	108-113
II.II.IV	Επαυξημένος χώρος - νέα πραγματικότητα	115-118
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III		
ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		119-128
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		130-141



Εισαγωγή

7

Εικόνα 1

Ένας αρχιτέκτονας καλείται να δημιουργήσει ένα έργο το οποίο να ανταποκρίνεται άριστα στις απαιτήσεις του χρήστη. Η πορεία πραγμάτωσης του έργου περνά μέσα από τη φάση του σχεδιασμού όπου ο αρχιτέκτονας καλείται να μεταδώσει το όραμα του και τις σκέψεις του για το έργο στον χρήστη. Ως όχημα αντιμετώπισης της δυσκολίας του χρήστη στο να φανταστεί και να δημιουργήσει στο μυαλό του τρισδιάστατα το χώρο ο οποίος πρόκειται να πραγματοποιηθεί παρουσιάζονται οι νέες εξελίξεις στο χώρο της τεχνολογίας και της αρχιτεκτονικής. Πιο συγκεκριμένα τα νέα μέσα αναπαράστασης της πραγματικότητας αποτελούν ένα νέο εργαλείο στα χέρια του αρχιτέκτονα που μπορεί πλέον να οπτικοποιήσει το έργο του πριν την πραγμάτωση του. Ταυτόχρονα αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για τον χρήστη που μπορεί να δει το χώρο του να κατασκευάζεται ψηφιακά, να έχει μια πολυαισθητηριακή εμπειρία με αυτόν και να επεμβαίνει σε αυτόν αφού θεωρητικά αντιλαμβάνεται το χώρο καλύτερα. Κατά πόσον ισχύει όμως αυτό;

Σε αυτή την ερευνητική εργασία θέτουμε λοιπόν το ερώτημα αν τα ψηφιακά μέσα και συγκεκριμένα τα εικονικά και επαυξημένα περιβάλλοντα μπορούν να υποβοηθήσουν, ενισχύσουν την αντίληψη του χρήστη για το χώρο. Δηλαδή αν μπορούν να βοηθήσουν το χρήστη να κατανοήσει το σχήμα και τη γεωμετρία του χώρου, τα χαρακτηριστικά των επιμέρους στοιχείων και τις σχέσεις που τα διέπουν. Η αντίληψη του θα εξεταστεί κυρίως μέσα από το πλαίσιο των θεωριών της γνωστικής ψυχολογίας.

Για το σκοπό αυτό η εργασία αυτή αναπτύσσεται σε τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια απαραίτητη θεωρητική προσέγγιση και ερμηνεία της χωρικής αντίληψης μέσα

10 από σημαντικές σχολές ψυχολογίας όπως η θεωρία Gestalt, η οικολογική θεωρία του Gibson και η γνωστική ψυχολογία. Για τη συζήτηση αυτή βασιστήκαμε σε σημαντικούς θεωρητικούς όπως ο Rudolf Arnheim (Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye, 1974), ο J.Gibson (A theory of direct Visual Perception, 2002) καθώς και σε θεωρητικούς υποστηρικτές της γνωστικής ψυχολογίας όπως η Barbara Tversky. Μέσα από τη συζήτηση αυτών των θεωριών καταλήγουμε στο να εστιάσουμε στη γνωστική ψυχολογία καθώς οι περισσότεροι θεωρητικοί και ερευνητές που συναντήσαμε στην έρευνα αυτή και έχουν ασχοληθεί με τη χωρική αντίληψη σε σχέση με τα νέα ψηφιακά έχουν εργαστεί πειραματικά μέσα στο πλαίσιο αυτό. Καθώς η εργασία αυτή έχει ως θέμα τη σχέση χωρικής αντίληψης με τα νέα ψηφιακά μέσα εμβαθύνουμε περισσότερο στις θεωρίες περί οπτικής αντίληψης, ακοής, κίνησης και χρόνου και πως αυτές σχετίζονται με την εμπειρία του χώρου. Εντούτοις αν και μιλάμε για αντίληψη του χώρου παρόλαυτα δεν δίνεται ορισμός της έννοιας του, καθώς είναι δύσκολο να οριστεί γιατί είναι ένας πολυσήμαντος όρος, έτσι αναφερόμαστε στο χώρο μόνο ως αποτέλεσμα δράσης των νέων μέσων. Οι θεωρίες αυτές θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε περισσότερο τα θέματα χωρικής αντίληψης και κατόπιν να τα συσχετίσουμε με τα εικονικά και επαυξημένα περιβάλλοντα για να εντοπίσουμε κατά πόσον αυτά επηρεάζουν τη χωρική αντίληψη.

Στο δεύτερο κεφάλαιο προσεγγίζουμε θεωρητικά την έννοια της εικονικής πραγματικότητας και αναφερόμαστε στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. Ακολουθώς παρουσιάζονται συγκεκριμένες αντιπροσωπευτικές εφαρμογές που σχετίζονται με το χώρο όπως Aspen Movie Map, UNC Walk-

through project και Cave automatic virtual environment. Οι εφαρμογές εξετάζονται σε σχέση με το θέμα μας που αφορά τη χωρική αντίληψη μέσα από τη γνωστική ψυχολογία. Η συζήτηση για τη σχέση αυτή εμπλουτίζεται με έρευνες και πειράματα που έχουν γίνει με σημείο εστίασης τη χωρική αντίληψη μέσα από εικονικά περιβάλλοντα. Συγκεκριμένα για το σύστημα CAVE γίνεται παρουσίαση και συζήτηση γύρω από πειράματα που έγιναν από τους Schnabel, M.A. et al (2003, Spatial understanding in Immersive Virtual Environments) και Mullins (2006, Interpretation of simulations in interactive VR environments: depth perception in CAVE and Panorama). Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται μια ανασκόπηση των συμπερασμάτων στα οποία καταλήξαμε σχετικά με τις εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας και της νέας πραγματικότητας που δημιουργείται μέσα από εικονικά περιβάλλοντα. 11

Στο τρίτο κεφάλαιο ακολουθούμε παρόμοια πορεία αλλά αυτή τη φορά μελετώντας τις θεωρίες γύρω από την επαυξημένη πραγματικότητα και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε αυτήν. Εξετάζουμε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας όπως το Urban Simulation and the Luminous Planning Table και το ARTHUR system τις οποίες εξετάζουμε θεωρητικά για τη σχέση τους με τη χωρική αντίληψη. Σημαντική για την ερευνητική μας είναι η ύπαρξη πειραμάτων -όπως τα πειράματα αυτά των Brett E. Shelton και Nicholas R. Hedley(Exploring a Cognitive Basis for Learning Spatial Relationships with Augmented Reality, 2004) και Mi Jeong Kim και Mary Lou Maher (2006, The impact of tangible user interface on designers, spatial cognition)- που έχουν γίνει για αυτές τις εφαρμογές και τη σχέση τους με τη χωρική αντίληψη καθώς μας επιτρέπουν να εξάγουμε κάποια πιο συγκεκριμένα συμπεράσματα για το ερευνητικό μας ερώτημα. Ακόμα αναφερόμαστε και

στο 555 KUBIK-Hamburg Kunsthalle το οποίο μας οδηγεί σε συζήτηση και συμπεράσματα σχετικά με τη χωρική αντίληψη αλλά και τα νέα δεδομένα πραγματικότητας που προκύπτουν.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας αυτής γίνεται μια σύνοψη των όσων συμπερασμάτων εξάχθηκαν από αυτήν και ο συσχετισμός τους με τις θεωρίες που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της εργασίας σε σχέση με τη χωρική αντίληψη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ I

ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ

Για να μπορέσουμε να εξετάσουμε κατά πόσον η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα βοηθούν στην ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης πρέπει πρώτα να ξεκαθαρίσουμε τι σημαίνουν οι όροι χωρική αντίληψη και χωρική ικανότητα.

I.I Θεωρητική ανάλυση της έννοιας αντίληψης από την Gestalt στη γνωστική ψυχολογία_

Η θεωρητική σχολή της Gestalt, ή αλλιώς Μορφολογική ψυχολογία ασχολήθηκε εκτενώς με το ζήτημα της χωρικής αντίληψης. Κύριοι εκπρόσωποι της ήταν οι Wertheimer, Koffka και Köhler, οι οποίοι προσέγγισαν την οπτική αντίληψη από φαινομενολογική άποψη δίνοντας έμφαση στον τρόπο που εμφανίζονται τα πράγματα. Η γερμανική λέξη Gestalt μεταφράζεται ως «μορφή», και αναφέρεται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα του οποίου τα τμήματα είναι δυσδιάκριτα το ένα από το άλλο. Είναι μια συνθήκη που βοηθά την αντίληψη καταστάσεων ως ολότητες. Ο Rudolf Arnheim, μαθητής των Wertheimer και Köhler στο πανεπιστήμιο του Βερολίνου και υποστήρικτης της μορφολογικής αντίληψης, τόνισε ότι οργανώνουμε τις αντιλήψεις σε δομές και μορφές, έτσι, ώστε να τις καταλαβαίνουμε και συχνά κάνουμε αναφορές στη περιγραφή αντικειμένων σε σχέση με το γύρω περιβάλλον τους. Ό,τι και να βλέπουμε γύρω μας, το μυαλό μας δεν το αντιλαμβάνεται μεμονωμένα αλλά πάντα σε σχέση με το δίπλα και ό,τι άλλο εμπεριέχεται στο χώρο. Κατά τον Arnheim, όταν βλέπει κάτι ο άνθρωπος, αρχικά, προσδιορίζει κάποιες σημαντικές ιδιότητες του αντικειμένου όπως: θέση, μέγεθος, απόσταση, φωτεινότητα, δομή και την ουσία του, πάντα σε συνάρτηση με το χώρο και τον χρόνο. Έτσι η αίσθηση είναι η διαδικασία μέσω της οποίας το σώμα συλλέγει πληροφορίες

για το περιβάλλον του και αποτελεί συνέπεια των ιδιοτήτων που παρατηρεί ο άνθρωπος, παρά εργαλείο εξερεύνησης. Ως εκ τούτου η αντίληψη, κατά τον Arnheim, είναι η λειτουργία της οργάνωσης σε δομές και μορφές και ερμηνείας της αισθητήριας πληροφορίας. Άρα η αντίληψη του ανθρώπου στηρίζεται σε κάτι πιο σύνθετο από μια φωτογραφική λήψη των ερεθισμάτων. (Rudolf Arnheim, 1974, *Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye*, University of California Press, σελίδα 2,3,12). Ένας άνθρωπος δεν αντιλαμβάνεται απλώς μια παράταξη αντικειμένων, χρωμάτων, σχημάτων, κινήσεων και μεγεθών αλλά πρώτα από όλα μια αλληλενέργεια κατευθυντήριων τάσεων, οποίες αντισταθμίζονται κάνοντας τα πάντα συμμετρικά. Κατά τον Arnheim για να κατανοήσουμε 16 | κάτι πρέπει να το αντιμετώπισουμε ως ολότητα, και η σύνθεση να είναι ισορροπημένη. Έτσι η όραση δεν αποτελεί απλά μια παθητική λήψη εικόνων, αλλά ο άνθρωπος κινείται προς τα αντικείμενα, τα περιστρέφει και επεξεργάζεται την υλικότητα τους (R.Arnheim, σελ28). Τα τρισδιάστατα αντικείμενα αποτελούνται από δυσδιάστατες όψεις και αυτές με τη σειρά τους από απλές γραμμές. Έτσι όταν τα μάτια βλέπουν μια όψη, αυτή δεν είναι αντιπροσωπευτική του αντικειμένου, αλλά για να την κατανοήσουμε, πρέπει να δούμε και τις υπόλοιπες όψεις. Εκτός αυτού, σύμφωνα με τον Arnheim η πραγματική 'όραση' (αντίληψη) ενός αντικειμένου προϋποθέτει ένα πλήθος πληροφοριών και πιο συγκεκριμένα μια γνώση αυτού του αντικειμένου. Αυτή αντλείται από την παρελθούσα εμπειρία μας και δεν περιορίζεται μόνο στην αίσθηση της όρασης αλλά αντίθετα αναμιγνύονται και οι υπόλοιπες αισθήσεις μας. Έτσι, τα αντικείμενα είναι πολύ περισσότερα από τα οπτικά ερεθίσματα αλλά στην ουσία έχουν παρελθόν και μέλλον και έτσι, γίνονται ενσαρκώσεις γνώσης. (Rudolf Arnheim, σελ32).



Εικόνα 2: Η αντίληψη κατά τον , Arnheim, Gestalt

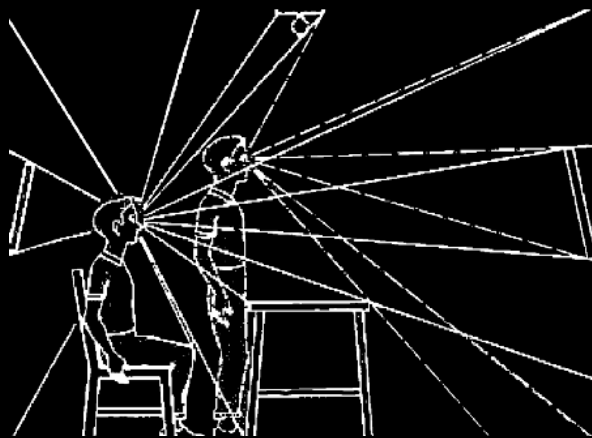
Σε αντίθεση με τη θεωρία Gestalt, ο Gibson το 1950 ασχολήθηκε με την αντίληψη που αφορά τη λήψη πληροφοριών που αντλούνται από το περιβάλλον χωρίς ενδιάμεσες και έμμεσες διεργασίες. Στη θεωρία του περιέγραψε την αντίληψη σαν αποκλειστικά άμεση και διαφώνησε με το ότι για να δώσουμε νόημα στα πράγματα που κοιτάμε απαιτείται να χρησιμοποιήσουμε κάποιες από τις προηγούμενες γνώσεις μας κάτι το οποίο θέτει η θεωρία Gestalt. Τη θεωρία του αυτή την ονόμασε 'οικολογική θεωρία' της αντίληψης, εξαιτίας της έμφασης που δίνει στην αντίληψη για το ό,τι αυτή λαμβάνει χώρα στην καθημερινή ζωή σε ένα πραγματικό πλαίσιο. Θεωρούσε ότι δεν μπορούμε να ξεχωρίσουμε την κίνηση και τη δράση από την αντίληψη. Η ικανότητα να κινούμαστε, να κοιτάζουμε 18 τα πράγματα από μια διαφορετική γωνιά και να ερμηνεύουμε πληροφορίες με όρους της δικής μας κίνησης είναι μια κρίσιμη πλευρά της όρασης. Υποστήριξε ότι το σύνολο της οπτικής διάταξης περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με επιφάνειες: οι διαφορετικές διαβαθμίσεις του φωτός και της υφής που γίνονται άμεσα αντιληπτές και χωρίς καμιά διεργασία. Τα αντικείμενα ξεχωρίζουν από το βάθος, εν μέρει από τα χαρακτηριστικά των επιφανειών τους και εν μέρει από τον τρόπο που αλληλοτέμνονται τα όρια τους, για παράδειγμα, ένα πιο κοντινό κτίριο προς εμάς θα αποκρύπτει



μέρος του βάθους ενός πιο μακρινού. Η διαβάθμιση της υφής καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτή αλλάζει όταν κινούμαστε, προσφέρει ένα σύνολο περιβαλλοντικών σημάτων τα οποία γίνονται άμεσα αντιληπτά. Υποστήριξε ότι στην καθημερινή μας ζωή, υπάρχουν αρκετές πληροφορίες στην οπτική μας διάταξη που μας βοηθούν να αντιληφθούμε το χώρο, ενώ επιπλέον προσθέτουμε και άλλες πληροφορίες και μέσα από τις ενέργειες μας. Αυτές οι πληροφορίες γίνονται άμεσα αντιληπτές και το νευρικό μας σύστημα είναι τέλεια εναρμονισμένο προς αυτές, καθώς προσέχουμε αυτόματα τις δυνατότητες και τις επιπτώσεις των σχετικών αλλαγών στην οπτική διάταξη και ως εκ τούτου στο χώρο. Το 1979 εξέφρασε την άποψη του για τη σπουδαιότητα της κίνησης και υποστήριξε ότι χωρίς αυτή δε θα ήταν δυνατή η αντίληψη του πραγματικού κόσμου. Αυτό το διευκρίνισε αναφέροντας 19 ότι αν είμαστε εμείς σε κίνηση τότε υπάρχει ροή και αλλαγή στο σύνολο της οπτικής διάταξης, εάν η μετακίνηση αφορά αντικείμενα θα υπάρχουν συστηματικές αλλαγές στα όρια και στην υφή της οπτικής διάταξης. (J.Gibson, A theory of direct Visual Perception, 2002, Vision and mind – selected Readings in Philosophy or Perception, σελ 77-80).



Εικόνα 3: σκηνές από βίντεο για την αντίληψη του χώρου μέσω κίνησης, χρωμάτων και διαβαθμίσεις φωτός,
<https://www.youtube.com/watch?v=GRAOsOdCOW0>



Εικόνα 4: Οπτική διάταξη και διακύμανση μετά από τη μετατόπιση του θεατή (Gibson 1979)

Στον αντίποδα της θεωρίας του Gibson βρίσκεται η γνωστική ψυχολογία η οποία ασχολήθηκε εκτεταμένα με την υπολογιστική προσέγγιση της αντίληψη. Παρόλο που το ουσιώδες ζήτημα της προσοχής στην αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος της θεωρίας του Gibson, βρήκε αρκετούς υποστηρικτές ακόμα και από το χώρο της σύγχρονης γνωστικής ψυχολογίας, εντούτοις οι θεωρίες διαφοροποιούνται κάθετα στο βασικό σημείο ότι, σύμφωνα με τη γνωστική ψυχολογία η αντίληψη είναι μια σύνθετη ψυχολογική διαδικασία με την οποία το άτομο αντιλαμβάνεται ένα ερέθισμα, το συσχετίζει με προηγούμενες εμπειρίες και το ερμηνεύει. Έτσι η αντίληψη στήριζεται στις λειτουργίες μνήμης, προσοχής, αντίληψης και αναπαράστασης της γνώσης (Hayes Nicky, 1998, σελ. 161). Σύμφωνα με τους γνωστικούς ψυχολόγους η αντίληψη συνδέεται με τα εξωτερικά ερεθίσματα του περιβάλλοντος και αποτελεί προϋπόθεση

για όλες τις άλλες διεργασίες του γνωστικού μας συστήματος.

Έτσι η μελέτη της αντίληψης αφορά το πώς δίνουμε νόημα στις πληροφορίες που λαμβάνουμε διαμέσου των αισθητήριων οργάνων του σώματος, τα οποία θεωρούνται μέσα συλλογής πληροφοριών και απόκτησης εμπειριών για το περιβάλλον που ζούμε. Επομένως το άτομο γίνεται δέκτης πληροφοριών αφού δέχεται εξωτερικά ερεθίσματα-πληροφορίες. Ακολούθως γίνεται αποκωδικοποίηση από τον εγκέφαλο του και νοηματοδότηση των πληροφοριών των οποίων λαμβάνονται έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν ή και να αποθηκευτούν στη μνήμη. Εδώ παρουσιάζεται και χρησιμοποιείται ο όρος αναπαράσταση που αναφέρεται στον τρόπο κωδικοποίησης των πληροφοριών που χρησιμοποιούνται στις νοητικές διεργασίες (Hayes Nicky, 1998, Εισαγωγή στη Ψυχολογία, Ελληνικά Γράμματα, σελ 27). Σύμφωνα με την Hayes (1998) η υιοθέτηση διαφόρων τρόπων αναπαράστασης απορρέουν από την ανάγκη μας να αποθηκεύουμε πιο σύνθετους τύπους πληροφοριών όσο μεγαλώνουμε. Ένας από τους τύπους αναπαράστασης ονομάστηκε σαν εικονική και περιλάμβανε την αποθήκευση πληροφοριών με τη μορφή αισθητήριων εικόνων. Η εικονική αναπαράσταση απαιτεί τη χρήση νοερής αναπαράστασης για την αναπαράσταση αντικειμένων στη μνήμη καθώς οι πληροφορίες αποθηκεύονται στη μνήμη ως «νοητικές εικόνες» (Hayes N., 1998, σελ.300). Αυτές οι νοητικές εικόνες στο μέλλον ανακαλούνται έτσι ώστε να ενισχύσουν την αντίληψη μας.

Η Barbara Tversky (2003) αναφέρεται επίσης στις νοητικές αναπαραστάσεις του χώρου θέτωντας τις ως απαραίτητες για να μπορέσει ο άνθρωπος να δράσει αποτελεσματικά στο χώρο.

Παρόλα αυτά, οι νοητικές αυτές αναπαραστάσεις δεν είναι βασικές, ενιαίες και μετρικές όπως συμβαίνει στη φυσική ή στη γεωμετρία. Αυτό συμβαίνει γιατί σύμφωνα με τη Tversky (2003) κάθε χώρος έχει τα δικά του στοιχεία και διαφορετικές χωρικές σχέσεις μεταξύ των στοιχείων αυτών οι οποίες και τον προσδιορίζουν. Καθώς αλληλεπιδρούμε με διαφορετικούς χώρους, έτσι, ο κάθε χώρος από αυτούς αναπαρίσταται σχηματικά, αναλόγως με τα στοιχεία και τις χωρικές σχέσεις που τον διέπουν. Συνεπώς κάθε χώρος αναπαρίσταται σχηματικά με διαφορετική νοητική δομή. Ο σχηματισμός αυτός των νοητικών αναπαραστάσεων σύμφωνα πάντα με τη Tversky (2003) μειώνει το φορτίο μνήμης του ανθρώπου και επιτρέπει την ενσωμάτωση διαφορετικών πληροφοριών ενώ παράλληλα εισάγει συνθήκες οι οποίες δημιουργούν και λάθη. Έτσι για το λόγο ότι οι χώροι αντιπροσωπεύονται σχηματικά και επειδή τα στοιχεία τους, όπως και οι χωρικές σχέσεις ποικίλουν από χώρο σε χώρο, δεν μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ότι είναι συνεπείς και συνεκτικοί, είτε από μόνοι τους είτε μεταξύ τους. Συνεπώς, κάποτε η γνώση ενός χώρου, των στοιχείων του και των χωρικών



Εικόνα 5: Ερεθίσματα, πληροφορίες



Εικόνα 5: Ερεθίσματα, πληροφορίες

σχέσεων που τον διέπουν είναι ολοκληρωμένη και συνεκτική και κάποτε όχι. (Barbara Tversky, 2003, Structures of Mental Spaces, Stanford University, USA).

Όπως φαίνεται ανάλογα με τη θεωρητική σχολή του κάθε ερευνητή, έχουμε και διαφορετικούς τρόπους ορισμού της αντίληψης. Στην εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με τη χωρική αντίληψη όπως αυτή αναλύεται επιστημονικά μέσα τον τομέα της γνωστικής ψυχολογίας. Την επιλογή της γνωστικής ψυχολογίας ως πλαίσιο αναφοράς της εργασίας ενίσχυσε το γεγονός ότι οι έρευνες και οι εφαρμογές που μελετούμε σε αυτή την εργασία αντλούν μέσα από το πλαίσιο της γνωστικής ψυχολογίας, αφορούν τις ανθρώπινες διεργασίες και ικανότητες για κατά αίσθηση αντίληψη και λαμβάνουν υπόψη τις



Εικόνα 6: Μηχανισμοί επεξεργασίας

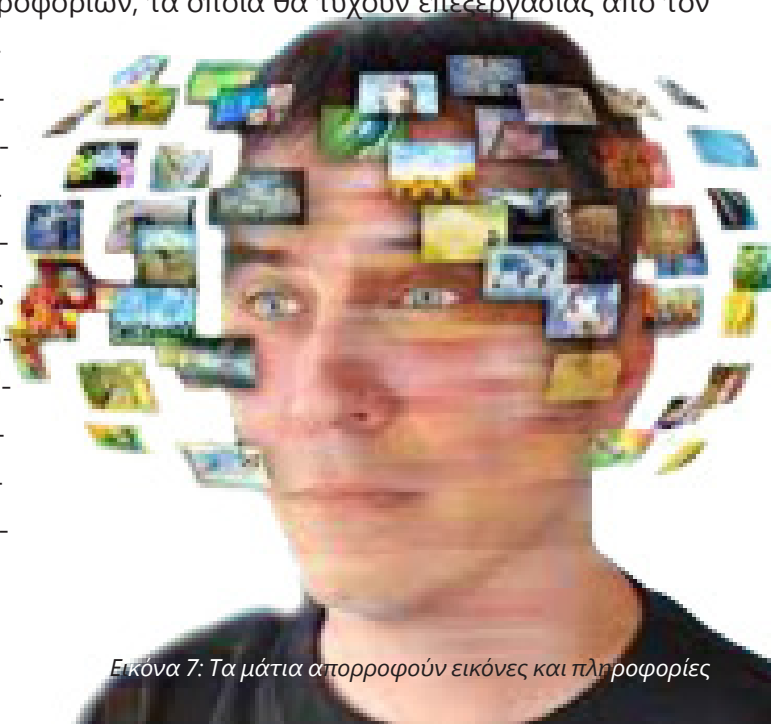
24 | βασικές ικανότητες απόκτησης πληροφορίας που σχετίζονται με τη γνωστική ψυχολογία (δηλαδή την ικανότητα αναπαράστασης, την ικανότητα χειρισμού αλλαγών των αναπαραστάσεων και την ικανότητα αξιοποίησης των αποτελεσμάτων της γνωστικής διαδικασίας). (Βοσνιάδου Σ., 2002, Εισαγωγή στη ψυχολογία, Αθήνα, Gutenberg). Έτσι μέσα στο πλαίσιο της γνωστικής ψυχολογίας, δεχθήκαμε τον καθορισμό του ανθρώπινου σώματος ως δέκτη πληροφοριών με μηχανισμούς συλλογής ερεθισμάτων από το περιβάλλον οι οποίοι καθορίζονται από το αισθητήριο όργανο που δέχεται το ερέθισμα και οι οποίοι σχετίζονται με άλλες νοητικές διεργασίες. Στα ψηφιακά περιβάλλοντα, τα οποία θα ερευνήσουμε, οι περισσότερες πληροφορίες λαμβάνονται και ερμηνεύονται κυρίως από την οπτική αντίληψη, την ακουστική και την κιναισθητική και για αυτό πιο κάτω εστιάζουμε περισσότερο σε αυτά με μια ανάλυση που γίνεται, όπως αναφέραμε, υπό το πρίσμα της γνωστικής ψυχολογίας.

I.II Οπτική αντίληψη_

Σύμφωνα με την γνωστική ψυχολογία, το σπουδαιότερο κομμάτι της αντίληψης αφορά την οπτική αντίληψη, καθώς ένα από τα βασικότερα αισθητήρια όργανα για τον άνθρωπο είναι τα μάτια. Τα μάτια μας απορροφούν εικόνες και πληροφορίες για τα αντικείμενα γύρω μας, το περιβάλλον και το χώρο σε πολύ μεγαλύτερο ποσοστό από ό,τι οποιοδήποτε άλλο αισθητήριο όργανο. Οι πληροφορίες που μεταδίδονται κατά την επεξεργασία των διάφορων οπτικών ερεθισμάτων από το χώρο, οργανώνονται σε μονάδες με νόημα και σε ένα σύνολο αντιληπτικών αρχών (νόμοι του νοήματος *Pragnanz*) (N.Hayes,1998, σελ.144). Σύμφωνα με τον Roy Kalawsky (1993). 25 Υπάρχουν κάποια χαρακτηριστικά του οπτικού συστήματος τα οποία, έχουν σχέση με τα εικονικά περιβάλλοντα τα οποία θα μελετήσουμε. Αυτά, αφορούν την προσαρμοστικότητα του ματιού στη φωτεινή ευαισθησία, την ικανότητα του ματιού να διακρίνει αντικείμενα σε απόσταση από 6 μέτρα ως το άπειρο (βάθος πεδίου), το πεδίο όρασης του ματιού (120ο κατακόρυφα και 150ο οριζόντια), η οξύτητα στερεοσκοπίας, η οποία αφορά την αναλυτική ικανότητα να διαχωρίζουμε τις αποστάσεις αντικειμένων σε μικρή απόσταση μεταξύ τους και η οποία επηρεάζεται από τη φωτεινότητα, το πεδίο όρασης και την οπτική αντίληψη κίνησης, δηλαδή την αντιληπτική ικανότητα να διακρίνουμε αντικείμενα καθώς εμείς κινούμαστε σε ένα χώρο, την παράλλαξη κίνησης, τη χρωματική αντίληψη, καθώς και τη χρονική αναγωγή (αντίδραση του ματιού σε δυναμικές αλλαγές ερεθισμάτων. (Roy Kalawsky, 1993, *The Science of virtual reality and virtual reality and virtual environments*, Ch.3, Addison-

Wesley, σελ44-84). Τα χαρακτηριστικά του οπτικού συστήματος, επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης αντιλαμβάνεται τα εξωτερικά ερεθίσματα ενός πραγματικού περιβάλλοντος, αλλά και ταυτόχρονα τα ερεθίσματα-πληροφορίες ενός εικονικού περιβάλλοντος, στα οποία επικεντρώνεται και η εργασία αυτή. Παρόλα αυτά, η όραση δεν είναι το μόνο όργανο το οποίο μας βοηθά να αντιληφθούμε καθώς, όπως αναφέραμε ήδη, κάθε αισθητήριο όργανο του σώματος μπορεί να γίνει δέκτης εξωτερικών ερεθισμάτων, δηλαδή πληροφοριών, τα οποία θα τύχουν επεξεργασίας από τον εγκέφαλο και θα συμβάλλουν στην πιο ολοκληρωμένη αντίληψη του περιβάλλοντος. Ο Ju-

26 | hani Palasmaa, σε ένα πιο φαινομενολογικό πλαίσιο που προσεγγίζει περισσότερο την οικολογική θεωρία του Gibson, αναφέρει ότι η όραση δεν πρέπει να απομονώνεται από τις άλλες αισθήσεις, καθώς αυτό συνεπάγεται τον περιορισμό της εμπειρίας του γύρω μας κόσμου. Αυτή η απομόνωση βάζει φραγμούς στο αντιληπτικό μας σύστημα και μειώνει τις δυνατότητες μας στο να αντιληφθούμε καλύτερα ένα αρχιτεκτονικό χώρο (The eyes of the skin, 2005, Architecture and the senses, Κεφ.2,σελ 39).



Εικόνα 7: Τα μάτια απορροφούν εικόνες και πληροφορίες

I.III Ακοή, κίνηση και χρόνος στην εμπειρία του χώρου_

Παρόλο που η όραση είναι πολύ σημαντική συνιστώσα στην αντιληπτική διαδικασία του χώρου εντούτοις, οι νοητικές εικόνες δε σχηματίζονται μόνο από τα μάτια αλλά από το σύνολο των αισθητηρίων μας οργάνων σε συνεργασία με το μυαλό μας. Σύμφωνα με τη γνωστική ψυχολογία οι λεπτομέρειες ενός οπτικού σκηνικού εισέρχονται στον εγκέφαλο όπου εκεί το μυαλό τις επεξεργάζεται, τις ξεκαθαρίζει και απομνημονεύει μόνο όσες θεωρεί αναγκαίες ενώ τις υπόλοιπες τις διαγράφει ή τις περνάει σε κατώτερες και βαθύτερες αποθήκες μνήμης. Το μάτι σαν μηχανισμός αποτύπωσης και καταγραφής εικόνων είναι σημαντικός, αλλά η αντίληψη μας προκύπτει από τον συνδυασμό 27 των αντιλήψεων πολλών αισθήσεων και όχι από μια αίσθηση μόνο. Αυτό που ουσιαστικά βλέπει ο χρήστης είναι ένα περιβάλλον δομημένο από επιφάνειες, στερεά σχήματα και κενό χώρο. Η χωρική αντίληψη περιγράφεται μέσω μιας αλληλουχίας μεταβαλλόμενων εικόνων και έτσι μέσω της οπτικής, ακουστικής και κιναισθητικής διάστασης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα συγκρότησης συνεχόμενων χωρικών εμπειριών που οδηγούν σε μια ορθότερη άποψη για τη σχέση του χωροχρόνου. Ο συνδυασμός της κοινής λογικής, όλων των αισθήσεων και η απορρόφηση των δεδομένων από τα γύρω στοιχεία, δημιουργούν μια ενιαία και πιο ολοκληρωμένη εικόνα και εμπειρία του χώρου.

Έτσι, φαίνεται ότι παρόλο που η αντιληπτική διαδικασία συνδέεται άρρηκτα με την οπτική ικανότητα, ζωτικής σημασίας αποτελεί και η ακοή. Θεωρείται η δεύτερη πιο σημαντική από τις υπόλοιπες αισθήσεις, γιατί και με αυτήν γίνεται άμεσα αντιληπτός ο εξωτερικός χώρος. (R. Kalawsky, 1993, σελ 69).

Η ακοή έχει άμεση σχέση με την τρισδιάστατη αντίληψή του χώρου. Αυτό γίνεται μέσω του τριγωνισμού, όπου η σύγκριση των ακουσμάτων από τα δύο αφτιά βοηθάει στον εντοπισμό του είδους, της πηγής τους, αλλά και τον υπολογισμό της απόστασής των ακουσμάτων. Σύμφωνα με αυτήν τη μέθοδο, που χρησιμοποιείται και σε επιστήμες, όπως η τοπογραφία, υπάρχει ένα νοητό τρίγωνο που ορίζεται από τα δύο αφτιά και το αντικείμενο. Γνωρίζοντας την απόσταση των αφτιών και τις κατευθύνσεις από τις οποίες τα αφτιά ακούν το αντικείμενο, μπορούμε να υπολογίσουμε την απόσταση του αντικειμένου από το σώμα μας. Συνεπώς κατανοούμε ότι η ακοή συνεισφέρει στην αντίληψη του χώρου και συμπληρώνει την όραση, ενώ μπορεί και να την αντικαταστήσει

28 | ικανοποιητικά στους τυφλούς. Αυτό φαίνεται και μέσα από μια έρευνα που έγινε από τους Cornoldi, Cortesi, και Preti (1991) (Ελένη Βασιλάκη, Σεμινάριο: Θέματα γνωστικής ψυχολογίας, Νοερή Απεικόνιση, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Σχολή Επιστημών Αγωγής) οι οποίοι επιβεβαίωσαν τη δυσκολία των τυφλών ατόμων στις τρισδιάστατες αναπαραστάσεις, αλλά βρήκαν επιπλέον ότι όταν η τρισδιάστατη αναπαράσταση εμπεριείχε και εμπλοκή άλλων αισθήσεων, όπως της ακοής, καθώς τα άτομα με όραση έκαναν τα ίδια λάθη με τα τυφλά άτομα και δεν υστερούσαν από αυτά. Συνεπώς μέσα από τα αποτελέσματα του πειράματος φαίνεται πόσο σημαντικές είναι οι δεξιότητες των άλλων αισθήσεων πέραν της οπτικής, με τις οποίες γίνεται ακόμα πιο άμεση η αλληλεπίδραση τους με το χώρο, όπως για παράδειγμα η αίσθηση της ακοής και της κιναισθησης. Όπως αναφέρει και ο Σ.Κοντοράτος η αντίληψη του χώρου είναι αλληλένδετη με την ιδιότυπη εμπειρία του σωματικού σχήματος¹ ως

1 Το σωματικό σχήμα είναι η συνείδηση της ενότητας του σώματος, η δυναμική των αισθήσεων που μας επιτρέπουν να αντιληφθούμε τη θέση των μελών του σώματός μας. Το σωματικό σχήμα είναι η αναπαράσταση που έχει το κάθε άτομο για το ίδιο του το σώμα.

δυναμικού και συνεργικού αισθητικοκινητικού συστήματος.(Κονταράτος Σ. , 1983, Η Εμπειρία του Αρχιτεκτονημένου Χώρου και το Σωματικό Σχήμα, Εκδόσεις Καστανιώτη, σελ.64). Μέσα από αυτό, αντιλαμβανόμαστε τη σπουδαία σημασία της κιναισθητικής αντίληψης στην αντίληψη του χώρου. Κιναισθησία, είναι η αντίληψη των κινήσεων (ρυθμός και κατεύθυνση) και των σχετικών θέσεων των διαφορετικών μελών του σώματος. Η αντίληψη αυτή συντίθεται από μυσικά και απτικά δεδομένα μέσω αισθητήρων στις αρθρώσεις, στο δέρμα και στους μύες σε συνεργασία με τα οπτικά δεδομένα (R. Kalawsky, 1993, σελ 44-84).

Σύμφωνα με την B. Tversky (2005), το σώμα, μέσα από τη δράση του στο χώρο και μέσα από τις αισθήσεις, αποκτά μια δικιά του αντίληψη για το χώρο. Με την ανθρώπινη δραστηριότητα μέσω της κίνησης του σώματος μας μέσα στο χώρο, πράγματα που βρίσκονται σε αυτόν προσκρούονται πάνω μας. Ο άνθρωπος για να μπορέσει να ερμηνεύσει αυτές τις προσκρούσεις και να ερμηνεύσει το χώρο συνδυάζει την κίνηση του με τη γνώση. Ο χώρος γύρω από το σώμα, είναι εκεί όπου το σώμα δρα και περιέχει στοιχεία, με τα οποία μπορεί το σώμα να δράσει ή να αποφύγει. Ουσιαστικά ο χώρος από μόνος του μπορεί άμεσα να μας επηρεάσει και έτσι να διαμορφώσει την αντίληψη μας για αυτόν. (Barbara Tversky,2005, Functional Significance of Visuospatial Representations, σελίδα 6,7).

Έτσι όσον αφορά τον τομέα της αρχιτεκτονικής και την καλύτερη κατανόηση του χώρου, επιτυγχάνεται καλύτερα μέσα από την εμπειρία της ανθρώπινης κίνησης στο χώρο (κιναισθητική διάσταση). Η κίνηση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για το σχηματισμό χωρικής αντίληψης, εφόσον αποκαλύπτει σχέσεις και ποιότητες χώρων και αυτό φαίνεται από την τάση να αντιλαμβανόμαστε καθαρότερα την οργάνωση του χώρου όταν έχουμε προηγουμένως κινηθεί σε αυτόν.

Η εμπειρία του χώρου μέσω της κίνησης είναι σωματική, αλλά και νοητική, την αισθανόμαστε σε όλα μας τα κύτταρα. Αφού χωρίς την κίνηση, δε θα ήταν δυνατή η αντίληψη του πραγματικού κόσμου. Όπως αναφέρει και ο Gibson (1979), ο σχεδιασμός αρχιτεκτονικού χώρου προϋποθέτει μια κινητική εμπειρία, ένα καλό σχεδιασμό των κινήσεων. Οι κινήσεις αυτές, μπορούν να αναπαραχθούν μέσα από τα τρισδιάστατα μοντέλα και να είναι μιμητικές των ανθρώπινων κινήσεων στην πραγματική εμπειρία του χώρου, να προσομοιάζουν το ανθρώπινο μάτι που περιηγείται στο χώρο ή ακόμα να είναι και νοητικές κινήσεις όπου, το ανθρώπινο σώμα αιωρείται μέσα στο χώρο ανακαλύπτοντας τον. Έτσι, οι ποιότητες και οι σχέσεις των χωρικών στοιχείων, μπορούν να εξερευνηθούν μέσω της βιωματικής εμπειρίας με το χώρο ή μέσω της δυναμικής προσομοίωσης της χωρικής εμπειρίας (μέσω των νέων ψηφιακών μέσων).

Γενικότερα, γνωρίζουμε το χώρο και τα αντικείμενα σε αυτόν με το να βλέπουμε, να ακούμε, να τα αγγίζουμε, να τα φανταζόμαστε ακόμα και από την περιγραφή τους (Barbara Tversky, 2003, Structures of Mental Spaces, Stanford University, USA).

Έτσι κάθε εμπειρία στην αρχιτεκτονική είναι πολυαισθητηριακή, ζητήματα του χώρου μετριούνται ισότιμα από όλα τα αισθητηριακά όργανα, από τους μύες και τα οστά μας (J.Palasmaa, 2005, σελ.42). Φαίνεται πως ενεργοποιώντας πολλές από τις αισθήσεις μας, μπορούμε να πετύχουμε πολυαισθητηριακές χωρικές εμπειρίες και έτσι να μπορέσουμε να αντιληφθούμε το χώρο πιο ολοκληρωμένα, με ένα διαφορετικό και ίσως πιο άμεσο τρόπο. Αυτό είναι πολύ σημαντικό στη συζήτηση μας για τη χωρική αντίληψη και τα νέα ψηφιακά μέσα τα οποία μας παρέχουν αυτές τις εμπειρίες.

Εικόνα 8: Κολλάζ από βίντεο που παρουσιάζει χωρική εμπειρία σε εικονικό περιβάλλον. Συνδυάζει ήχο, κίνηση, χρόνο και όραση. Βίντεο: <https://www.youtube.com/watch?v=VrgWH1KUDt4>

I.IV Χωρική ικανότητα_

Χωρική ικανότητα είναι μία από τις δεξιότητες που έχει αναπτύξει ο άνθρωπος στη προσπάθεια του να επιτύχει την καλύτερη προσαρμογή στο περιβάλλον στο οποίο ζει και αναπτύσσεται, γιατί και κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί διάφορες θεωρίες γύρω από την χωρο-αντιληπτική ικανότητα στο πλαίσιο της γνωστικής ψυχολογίας. Ξεκινώντας την αναδρομή μας στο θεωρητικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε γύρω από τη χωρική ικανότητα, συναντάμε το Lohman (1979), ο οποίος πρότεινε ένα μοντέλο σύμφωνα με το οποίο η χωροαντιληπτική ικανότητα περιλαμβάνει τρεις διαστάσεις, Σ.Ν.Ε 32 : η διάσταση σχηματισμού νοερής εικόνας η οποία αφορά την ικανότητα του ατόμου να χειρίζεται νοερά την κίνηση αντικειμένων (visualization-Σ.Ν.Ε), η διάσταση χωρικού προσανατολισμού, η οποία αφορά την ικανότητα ενός ατόμου να φαντάζεται ένα τρισδιάστατο αντικείμενο από διαφορετικές οπτικές γωνίες (spatial orientation-Χ.Π), καθώς και μια τρίτη διάσταση, η διάσταση των χωρικών σχέσεων, η οποία αφορά την ικανότητα του ατόμου να περιστρέφει ένα τρισδιάστατο αντικείμενο νοερά (spatial relations- Χ.Σ). (Lohman, 1979, Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature, (Tech. Rep No 8), Stanford C.A: Stanford University, Aptitude Research Project, School of Education, σελ 126).

Αργότερα, πολλοί άλλοι εξέφρασαν παρόμοιες θεωρίες, όπως ο Alan J.Bishop, ο οποίος υπέδειξε ότι η ανάπτυξη της ικανότητας αντίληψης των εννοιών του χώρου, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που συνδέεται άμεσα με τη γεωμετρική αντίληψη (Alan J.Bishop, 1980, Spatial abilities and

Mathematics: Education Review, σελ 259,265). Η συγκράτηση, καθώς και η αναγνώριση των οπτικών ερεθισμάτων, οδηγούν στην καλύτερη αντίληψη του χώρου: τις ιδιότητες ενός αντικειμένου ως προς το μέγεθος, τη μορφή και το σχήμα, καθώς και τον προσανατολισμό. Ενώ, σύμφωνα με τους Eliot και Smith (1983, An international Directory of spatial tests) η χωρική ικανότητα προσδιορίζει την αντίληψη και τη διατήρηση των οπτικών μορφών, το νοητικό χειρισμό και την ανακατασκευή οπτικών σχημάτων. Κατά τους Linn και Petersen (1985) χωρική ικανότητα είναι μια γενική ικανότητα για αναπαράσταση, μετατροπή, συμβολική αναπαραγωγή και ανάκληση στη μνήμη, μιας μη λεκτικής πληροφορίας. Οι Clements και Batista αναφέρονται στην ικανότητα αυτή με τον όρο χωρο-αντιληπτικός συλλογισμός, ο οποίος περιλαμβάνει νοητικές δεξιότητες με τη βοήθεια των οποίων δημιουργούνται και ελέγχονται νοητικές αναπαραστάσεις χωρικών αντικειμένων, σχέσεων και μετασχηματισμών (Clements D.H. , Battista M. T, 1992, Geometry and spatial reasoning).

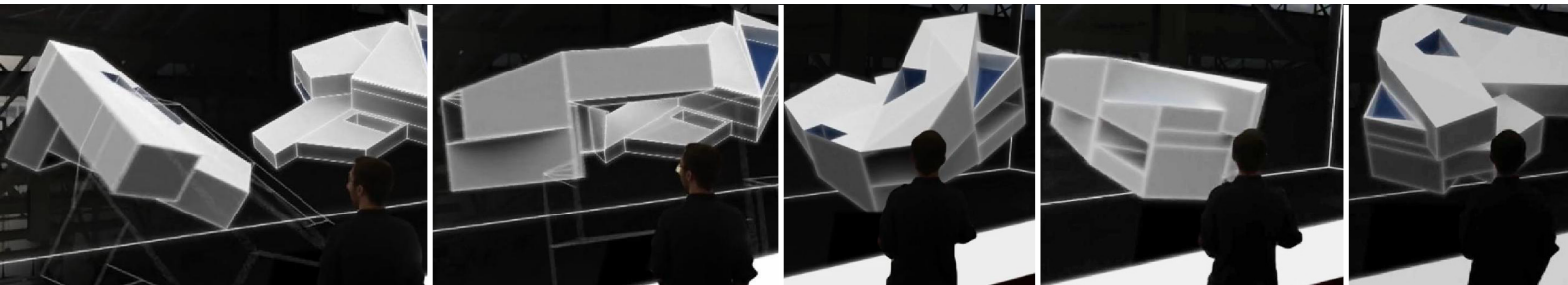
Φτάνοντας σε πιο πρόσφατες θεωρίες, παρατηρείται μια περεταίρω προσπάθεια να οριοθετηθούν οι χωρικές ικανότητες. Έτσι οι Lee και Bednarz κατηγοριοποιούν τις χωρικές ικανότητες σε τρεις κατηγορίες: χωρική οπτικοποίηση, χωρικός προσανατολισμός και χωρικές σχέσεις (Lee J., Bednarz R., 2009, Effect of GIS learning on Spatial Thinking, σελ 183-198). Σύμφωνα και με τον Karwoski (2010) η χωρο-αντιληπτική ικανότητα (spatial ability), είναι δύσκολο να οριστεί, καθώς ο όρος αποτελεί μια ομπρέλα για πολλές χωρικές δεξιότητες. Παρόλα αυτά, τις συνδέει και αυτός με την οπτικοποίηση, την ικανότητα δημιουργίας και χειρισμού ενός νοητού αντικειμένου καθώς και τη δεξιότητα αντίληψης και προσδιορισμού της θέσης αντικειμένων (Waldemar Karwowski, 2010, Inter

national Encyclopedia of Ergonomics and Human factors, Volume 1, Taylor and Francis Group,σελ 759).

34 Σε μια σύμπτυξη των πιο πάνω θεωριών, καταλήγουμε στο γεγονός ό,τι χωρική ικανότητα σημαίνει, να μπορούμε να δούμε νοερά το σχήμα των πραγμάτων τρισδιάστατα, την κίνηση τους και τη γεωγραφική τους θέση. Σημαίνει επίσης, ότι μπορούμε να στρέψουμε νοερά ένα αντικείμενο στο χώρο, να βρούμε το δρόμο μας σε μια διαδρομή με εμπόδια και να βλέπουμε τα πράγματα τρισδιάστατα η προοπτικά. Η αντίληψη του σημείου που βρισκόμαστε στο χώρο, εξαρτάται από τη χωρική μας ικανότητα. Πιο κάτω, θα εξετάσουμε αν τα νέα ψηφιακά μέσα μπορούν να υποβοηθήσουν στο να αντιληφθεί ο χρήστης το χώρο και με ποιο τρόπο μπορεί να επιτευχθεί αυτό. Αυτό θα γίνει μέσα από μελέτη συγκεκριμένων εφαρμογών που θεωρήθηκαν πιο αντιπροσωπευτικές για το σκοπό της εργασίας αυτής, καθώς αποτέλεσαν πρωτοπόρα συστήματα και σημεία αναφοράς για μετέπειτα εφαρμογές, πειραματισμό και έρευνες που είχαν ως θέμα την σχέση της χωρικής αντίληψης με τα νέα ψηφιακά.

Η επανάσταση της τεχνολογίας και παράλληλα της πληροφορίας και της εικόνας έφεραν δραστικές αλλαγές στο χώρο της αρχιτεκτονικής. Ο αρχιτέκτονας καλείται πλέον να συνδυάσει παραδοσιακές και νεώτερες τεχνολογίες αναπαράστασης στη σχεδιαστική διαδικασία δημιουργώντας, νέα καθεστώτα οπτικής συνείδησης και αντίληψης του χώρου. Τα νέα ψηφιακά μέσα και η χρήση τους στην αρχιτεκτονική δίνουν τη δυνατότητα ευέλικτου χειρισμού του χώρου, ενώ παράλληλα επιτρέπουν την κίνηση, την αλλαγή και τη διάδραση με αυτό. Αυτά άλλαξαν την αντίληψη των χωρικών δομών και σχέσεων και παράλληλα επαναπροσδιόρισαν τη λογική των

ορίων του χώρου. Συνεπώς, οι δράσεις και οι τάσεις του σημερινού αρχιτέκτονα με την είσοδο του Η/Υ στο σχεδιασμό, εισέρχονται σε ένα νέο επίπεδο εικονικής πραγματικότητας (Θ. Δούνας, 2013, άρθρο- Εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα – Η επέκταση της αρχιτεκτονικής πέρα από τη φυσική πραγματικότητα).



Εικόνα 9: Οπτικοποίηση και περιστροφή αντικειμένου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΕΣΑ ΚΑΙ ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ



II.I Δυνητική και Εικονική Πραγματικότητα

Εικόνα 10

II.I.I Θεωρητικό πλαίσιο_

Ο όρος Virtual reality επινοήθηκε και εκφράστηκε για πρώτη φορά το 1989 από τον Jaron Lanier ο οποίος αναφέρει ότι ένα εικονικό περιβάλλον είναι ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να "εμβυθιστεί." Ο όρος Virtual χρησιμοποιείται σε μια σειρά από διαφορετικές καταστάσεις, για να εκφράσει το μη πραγματικό ή το εν δυνάμει πραγματικό. Στην ουσία, Εικονικό πραγματικότητα ή αλλιώς Δυνητική, είναι μια μέθοδος οπτικοποίησης και επεξεργασίας πολύπλοκων δεδομένων και αλληλεπίδρασης με ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Παρόλα αυτά, ο όρος Δυνητικό χρησιμοποιείται κυρίως από τον Levy και αφορά ένα 41 μη υπαρκτό χώρο που δημιουργείται μέσω των διεπαφών ανθρώπου-υπολογιστή, η αλληλεπίδραση των οποίων, μπορεί να οδηγήσει σε απρόβλεπτες μορφές. Ενώ το εικονικό αναφέρεται στον υπαρκτό ψηφιακό χώρο, ο οποίος αναπαριστά το πραγματικό. Ως εκ τούτου, στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί ο όρος εικονική πραγματικότητα καθώς μιλάμε για αντίληψη πραγματικών χώρων -ψηφιακών και μη-. Στην περίπτωση μας, το μοντέλο μπορεί να είναι ένα χωρικό αρχιτεκτονικό μοντέλο το οποίο ο χρήστης χρησιμοποιεί και έχει τη δυνατότητα να επέμβει σε αυτό με τμήματα του περιβάλλοντος που μεταβάλλονται από πραγματικά στοιχεία.

Η εικονική πραγματικότητα έγινε δυνατή λόγω των εξελίξεων στο χώρο της τεχνολογίας, των υπολογιστών και της ανάπτυξης του Κυβερνοχώρου, ο οποίος αποτελεί μια παγκόσμια δικτύωση, προσβάσιμη από όλους, πολυδιάστατη και τεχνητή όπου η πληροφορία μετατρέπεται σε

εικονική πληροφορία. Ο υπολογιστής αποτελεί ένα παράθυρο όπου μπορείς να δεις, να ακούσεις και να προσομοιώσεις φυσικούς χώρους και αντικείμενα τα οποία δημιουργήθηκαν από δεδομένα και πληροφορίες. Οι πληροφορίες αυτές, απορρέουν από συμβάντα φυσικού κόσμου είτε από τη διακίνηση ανθρώπινης πληροφορίας (Benedikt, Michael, 1991, "Cyberspace: Some Proposals", στο βιβλίο Cyberspace: First Steps, Cambridge: The MIT Press).

42 Υπάρχουν απόψεις θεωρητικών όπως ο Benedikt(1991), που υποστηρίζουν πως τα νέα ψηφιακά μέσα θα γεφυρώσουν το χάσμα της επιστημονικής φαντασίας και της πραγματικότητας. Αντίθετα ο Baudrillard εκφράζει φόβους για τις αλλαγές αυτές. Όπως αναφέρει, η εικονική πραγματικότητα είναι αυτό που αρπάζει και κλέβει την πραγματικότητα. «Η πραγματικότητα δημιούργησε την Εικονική ως ένα είδος αυτοκαταστροφικού παράγοντα. Η πραγματικότητα έχει γίνει έρμαιο της εικονικής πραγματικότητας. Η συνέπεια της διαδικασίας αυτής που ξεκίνησε με την αφαίρεση της αντικειμενικής πραγματικότητας καταλήγει σε μια integral reality.» Πιστεύει πως προχωρήσαμε πέρα της αντικειμενικής πραγματικότητας, ζούμε σε κάτι νέο, ένα είδος υπερ-πραγματικότητας (hyperreality) που βάζει τέλος στην πραγματικότητα και στη ψευδαίσθηση. Η αδυναμία που παρατηρείται στην hyper-reality, της ανακάλυψης της πραγματικότητας, συγκαταλέγεται στο ίδιο επίπεδο αδυναμίας επίτευξης της ψευδαίσθησης. «Η ψευδαίσθηση δεν είναι πλέον δυνατή γιατί η πραγματικότητα δεν είναι πλέον δυνατή.» (Baudrillard, 1999, Simulacra and simulation, Ann Arbor: University of Michigan Press σελίδα 19). Ο υπερρεαλισμός, που χαρακτηρίζει τη νέα πραγματικότητα είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια αδυναμία της συνείδησης να διακρίνει ή και να αντιληφθεί

την πραγματικότητα από μια προσομοίωση της πραγματικότητας, σε τεχνολογικά προηγμένες κοινωνίες.

Είναι μια κατάσταση, κατά την οποία ό, τι είναι πραγματικό και ότι είναι φαντασία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα και αναμειγμένα, έτσι ώστε δεν υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ του ορίου που διαχωρίζει το πραγματικό με τη φαντασία. Επιτρέπει την συνεύρεση της φυσικής πραγματικότητας με την εικονική πραγματικότητα και της ανθρώπινης νοημοσύνης με την τεχνητή νοημοσύνη. Ο Baudrillard αναφέρει πως ζώντας σε αυτή την υπερρεαλιστική κοινωνία, ο άνθρωπος πρέπει να απαλλαγεί από την τεχνητή εξουσία, καθώς πολλοί ασχολούνται περισσότερο με το εικονικό παρά με το φυσικό. Φέρνει σαν παράδειγμα της "integral reality" την "integral μουσική", της οποίας η απόδοση γίνεται μέσω προγραμματισμού σε υπολογιστή. Είναι μια άψογη μουσική, με έλλειψη φαντασίας, και το ερώτημα για τον Baudrillard είναι, αν αυτό μπορούμε να το πούμε μουσική. Θεωρώντας πως τα πάντα, ακόμα και ο άνθρωπος και οι αισθήσεις μας χειρίζονται, τροποποιούνται και διορθώνονται μέσω αυτών των κλειστών κυκλωμάτων (προγραμμάτων, τεχνητής νοημοσύνης), ο Baudrillard θεωρεί πως το πραγματικό απορροφάται από την εικονική πραγματικότητα και χάνεται. Έτσι, οι εικόνες, τα ομοιώματα και τα τεχνάσματα έχουν εξαφανίσει το πραγματικό. (Jean Baudrillard. "Violence of the Virtual and Integral Reality." in: Dr. Marilyn Lambert-Drache (Translator). IJBS. Volume 2, Number 2, July 2005).

Παράλληλα και ο Heim (1998) ασχολήθηκε με τους όρους πραγματικό-εικονικό εκφράζοντας την άποψη ότι "η εικονική πραγματικότητα είναι ένα γεγονός που είναι αληθινό στις επιδράσεις

του αλλά όχι στην πραγματικότητα” δηλώνοντας έτσι και αυτός το δισταγμό του, για το κατά πόσο ένα εικονικό περιβάλλον είναι πραγματικό. Αυτό το αποκάλεσε “ουσία της εικονικής πραγματικότητας”, η οποία συνοψίζεται στα εξής: η εικονική πραγματικότητα είναι μια διαδραστική προσομοίωση η οποία λαμβάνει χώρο σε δίκτυα, επιτρέποντας επικοινωνία μέσω μακρινής παρουσίας και η οποία οδηγεί σε εμπύθιση σε τεχνητούς κόσμους, που μπορούν να επαυξήσουν την πραγματικότητα μας και να την αλλάξουν (Michael Heim, 1993, *The Metaphysics of Virtual Reality, The essence of VR*, σελ 109-128) . Έτσι εξήχθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά μιας εικονικής πραγματικότητας με βάση το Heim τα οποία είναι: η εμπύθιση (immersion) ,η διαδραστικότητα (interactivity) και η ένταση πληροφοριών 44| (information intensity) (Michael Heim, 1998, *Virtual Realism*). Ο δισταγμός του Heim για το αν το εικονικό είναι πραγματικό διακατέχει και την Brenda Laurel (researcher, interface designer and VR artist), η οποία αποδέχεται πως το εικονικό δεν είναι πραγματικό και πως δεν αποτελεί μια πλήρη αισθητήρια εμπειρία, καθώς όπως εξηγεί, το εικονικό δημιουργεί περιβάλλοντα και πραγματικότητες τα οποία δεν έχουν απαραίτητα φυσικό συστατικό. Τέλος προτείνει μια διαφορετική σκοπιά του όρου, όπου ψηφιακή πραγματικότητα αποτελεί μια εμπειρία όπου ο χρήστης παίρνει κάποιο υποσύνολο των αισθήσεων σου σε ένα άλλο περιβάλλον. (M.Lister, J.Dovey,2003,σελ. 120)

Κοντά στην άποψη του Heim (1993) βρίσκεται και η προσέγγιση του Lev Manovitch για την εικονική πραγματικότητα, σύμφωνα με την οποία ο χρήστης έχει τη ψευδαίσθηση του να είναι παρόν σε ένα προσομοιωμένο κόσμο. Όμως, σύμφωνα με το Manovitch η εικονική πραγματικότητα

προσθέτει μια νέα δυνατότητα: αφήνει το χρήστη να δράσει αλλάζοντας αυτό τον κόσμο. Με λίγα λόγια, στο χρήστη δίνεται η δυνατότητα αλλαγής ενός ψεύτικου κόσμου που στην πραγματικότητα αποτελείται μόνο από δεδομένα στη μνήμη ενός υπολογιστή. Έτσι συμβαίνει και στην αρχιτεκτονική, όπου ο χρήστης μπορεί να επέμβει σε ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο που αποτελείται από δεδομένα που ο αρχιτέκτονας εισάγει στον υπολογιστή (Lev Manovitch, 2001, *The language of new media*). Έτσι μέσα από την εικονική πραγματικότητα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει, να αλληλεπιδράσει, να πλοηγηθεί και να έχει εμπειρία με το αρχιτεκτονικό έργο πριν αυτό να πραγματωθεί, καθώς οι πληροφορίες που βρίσκονται στο χαρτί μετουσιώνονται με την εικονική αναπαράσταση¹.

1 Η ιστορία της εικονικής αναπαράστασης, ξεκινά από τις πρώτες στιγμές που ο άνθρωπος θέλησε να εκφραστεί, περίπου 15000 χρόνια π.Χ., με τις προϊστορικές ζωγραφίες σε σπηλιές, σε τοίχους και αργότερα σε διάφορα θρησκευτικά τελετουργικά προσπαθώντας να διεγείρουν τις ανθρώπινες αισθήσεις. Ένα άλλο παράδειγμα αναπαράστασης αποτελούν τα σκηνικά σε δραματικές παραστάσεις στην αρχαία Ελλάδα. Ο Αγάθαρχος ένας από τους σημαντικότερους σκηνογράφους της αρχαίας Ελλάδας, έγραψε για τη χρήση της τεχνικής της προοπτικής σύγκλισης στα σκηνικά. Εκτός από τους Έλληνες και Ρωμαίοι ζωγράφοι έφταναν σε ένα πολύ υψηλό επίπεδο τρισδιάστατου ρεαλισμού στα έργα τους. Το 14ο αιώνα, στη Φλωρεντία, ο Giotto di Bondone ανακάλυψε την προβολή τρισδιάστατης προοπτικής σε μια δισδιάστατη επιφάνεια, όπως είναι ο καμβάς. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην οργάνωση των αντικειμένων και των σχέσεων τους σαν να υπάρχει ένα μοναδικό σημείο θέασης, πράγμα που δίνει την αίσθηση βάθους. Το 1778 ακολουθεί η εξέλιξη του Σκωτσέζου ζωγράφου Robert Barker, που ζωγράφισε μια άποψη της πόλης του Εδιμβούργου σε 360 μοίρες. Ο καμβάς ύψους περίπου 3 μέτρων τοποθετήθηκε σε ένα κυκλικό δωμάτιο. Οι θεατές εισέρχονταν στο κέντρο του δωματίου και βρίσκονταν περικυκλωμένοι από τη σκηνή. Ο όρος αυτής της τεχνικής είναι το πανόραμα. Αργότερα στα μέσα του 18ο αιώνα η νέα τεχνολογία της φωτογραφίας δίνει στον άνθρωπο τη δυνατότητα για πρώτη φορά να βγάζει πιστά αντίγραφα εικόνων, άλλων τόπων, ανθρώπων ή γεγονότων.

46 | Στις δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας να βρει λύσεις εστιάζει περισσότερο ο Levy, ο οποίος ορίζει την εικονική πραγματικότητα ή αλλιώς δυνητικότητα σαν ένα κόμπος τάσεων ή δυνάμεων που συνοδεύει μια κατάσταση, ένα γεγονός, ένα αντικείμενο ή μια οντότητα και η οποία προκαλεί μια διαδικασία επίλυσης: πραγμάτωσης (Levy Pierre, 1998, *Becoming Virtual, Reality in the Digital age*). Ο Levy, επηρεασμένος από το βιβλίο *Difference and Repetition* του Deleuze (1968) κάνει ένα διαχωρισμό μεταξύ δυνατότητας (realization), η οποία είναι η μετατροπή του δυνατού σε κάτι στατικό, -όπου το δυνατό θα πραγματοποιηθεί χωρίς να αλλάξει κάτι από τη φύση του- και πραγμάτωσης (actualization) η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή νέων ιδεών η οποία τροφοδοτεί με τη σειρά της το δυνητικό. Αυτό το εξηγά αναφέροντας χαρακτηριστικά, ότι όπως το δέντρο υπάρχει εν δυνάμει στο σπόρο, εντούτοις η τελική μορφή του, θα είναι αποτέλεσμα συν-παρουσίας ποικίλων δυνάμεων.

Έτσι, έχουμε την πραγματικότητα η οποία είναι κάτι στατικό ενώ η εικονική πραγματικότητα μπορεί να πάρει πολλά μονοπάτια και να παρουσιάσει νέες δυνατότητες και λύσεις στα προβλήματα. Σε αυτή την περίπτωση, ο μηχανισμός έγκειται στο ότι δημιουργούμε κάτι τεχνητό το οποίο μας επιτρέπει να απομακρυνθούμε από το άμεσο εδώ και τώρα, προς μια κατεύθυνση στην οποία διανοίγονται άλλες προοπτικές. Παρόλο που ο Levy δέχεται ότι αυτές οι αλλαγές θα προκαλέσουν επανάσταση, εντούτοις και αντίθετα με τον Baudrillard εκφράζει αισιοδοξία, καθησυχάζοντας με την άποψη του, ότι το εικονικό υπήρξε από πάντοτε ένα συστατικό του ανθρώπινου μυαλού. Όσον αφορά τη διαδραστικότητα την οποία αναφέρει ο Heim (1998) ως ένα βασικό χαρακτηριστικό

της εικονικής πραγματικότητας, ο Levy (2001) ισχυρίζεται ότι αυτός είναι ένας ασαφής όρος ο οποίος έχει περισσότερο να κάνει με την εύρεση λύσης σε ένα πρόβλημα, με την ανάγκη ανάπτυξης νέων τρόπων παρατήρησης, σχεδιασμού και αξιολόγησης. Ακόμα αναφέρει ότι η διαδραστικότητα είναι η ενεργή συμμετοχή ενός δικαιούχου σε μια συναλλαγή πληροφοριών, τονίζοντας πώς ο δέκτης των πληροφοριών δεν μπορεί να είναι παθητικός γιατί εφόσον λαμβάνει πληροφορίες, τις επεξεργάζεται και τις ερμηνεύει (Levy Pierre, 2001, *Cyberculture, Interactivity*, Ch. 4, σελ 61-65).

Μέσα από την αναφορά διαφορετικών θεωριών γύρω από την εικονική πραγματικότητα αντιλαμβανόμαστε, πως είναι δύσκολο να διακρίνεις τα όρια της σε σχέση με τη φυσική πραγματικότητα. Παρόλα αυτά, εκείνο που κρατάμε ως σημαντικό για τους σκοπούς της εργασίας | 47 αυτής μέσα από όλες αυτές τις θεωρήσεις, είναι η ενίσχυση της πραγματικότητας με ψηφιακά δεδομένα, η δυνατότητα επέμβασης σε πραγματικό χρόνο του εικονικού χώρου καθώς και η διαδραστικότητα που προσφέρεται στο χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον. Η διαδραστικότητα δεν επιτρέπει μόνο τη χειραγωγή των αντικειμένων, αλλά προωθεί και την δημιουργία ενδιαφέροντων νέων μοντέλων. Άλλωστε, η διαδραστικότητα είναι αυτό που διαφοροποιεί και κάνει σημαντικά τα συστήματα της VR, γιατί στη τελική αυτό που ενισχυεί την αντιληψη μας είναι η αλληλεπίδραση με τις πληροφορίες και η εμπειρία που αποκτάμε.



Εικόνα 11: εμπύθιση στον εικονικό κόσμο

II.I.II Τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας_

Οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας είναι αυτές που επιτρέπουν στην ουσία στους χρήστες να βλέπουν ένα τρισδιάστατο εικονικό κόσμο στις συσκευές εξόδου και να μπορούν ν' αλληλεπιδράσουν με αυτόν μέσω συσκευών εισόδου. Ένα σύστημα απεικόνισης (viewer), περιέχει μια τρισδιάστατη σκηνή η οποία αποτελείται από τρισδιάστατα μοντέλα και η οποία περιέχει όλη την πληροφορία που η εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας πρόκειται να δείξει στο χρήστη. Το μοντέλο του περιβάλλοντος περιγράφει το τοπίο σε τρισδιάστατη μορφή και η μηχανή απεικόνισης το παρουσιάζει.

Στα συστατικά στοιχεία ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας εμπεριέχονται:

1. τα τρισδιάστατα μοντέλα του πραγματικού κόσμου,
2. το τρισδιάστατο μοντέλο εδάφους ή βάσης του συνολικού μοντέλου
3. οι συσκευές εισόδου VR
 - Υπάρχουν αρκετές συσκευές που χρησιμοποιούνται για πλοήγηση, χειρισμό εικονικών χειριστηρίων και αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα. Όλες τους υποστηρίζουν την κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις και την περιστροφή με τρεις δυνατούς τρόπους: το τρισδιάστατο ποντίκι (spacemouse), τη μπίλια (spaceball), το ραβδί, το χειριστήριο (joystick) και
 - Το γάντι δεδομένων (dataglove), είναι μια συσκευή εισόδου, στην οποία χρησιμοποιούνται αισθητήρες για ανίχνευση των πραγματικών κινήσεων του χεριού και των δακτύλων του χρήστη. Τα δεδομένα που προκύπτουν από την ανίχνευση χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της εικονικής

αναπαράστασης του χεριού και των κινήσεων του μέσα στον εικονικό κόσμο.



50

1. spacemouse

2. spaceball

3. joystick

4. dataglove

Εικόνα 12: συστήματα εισόδου

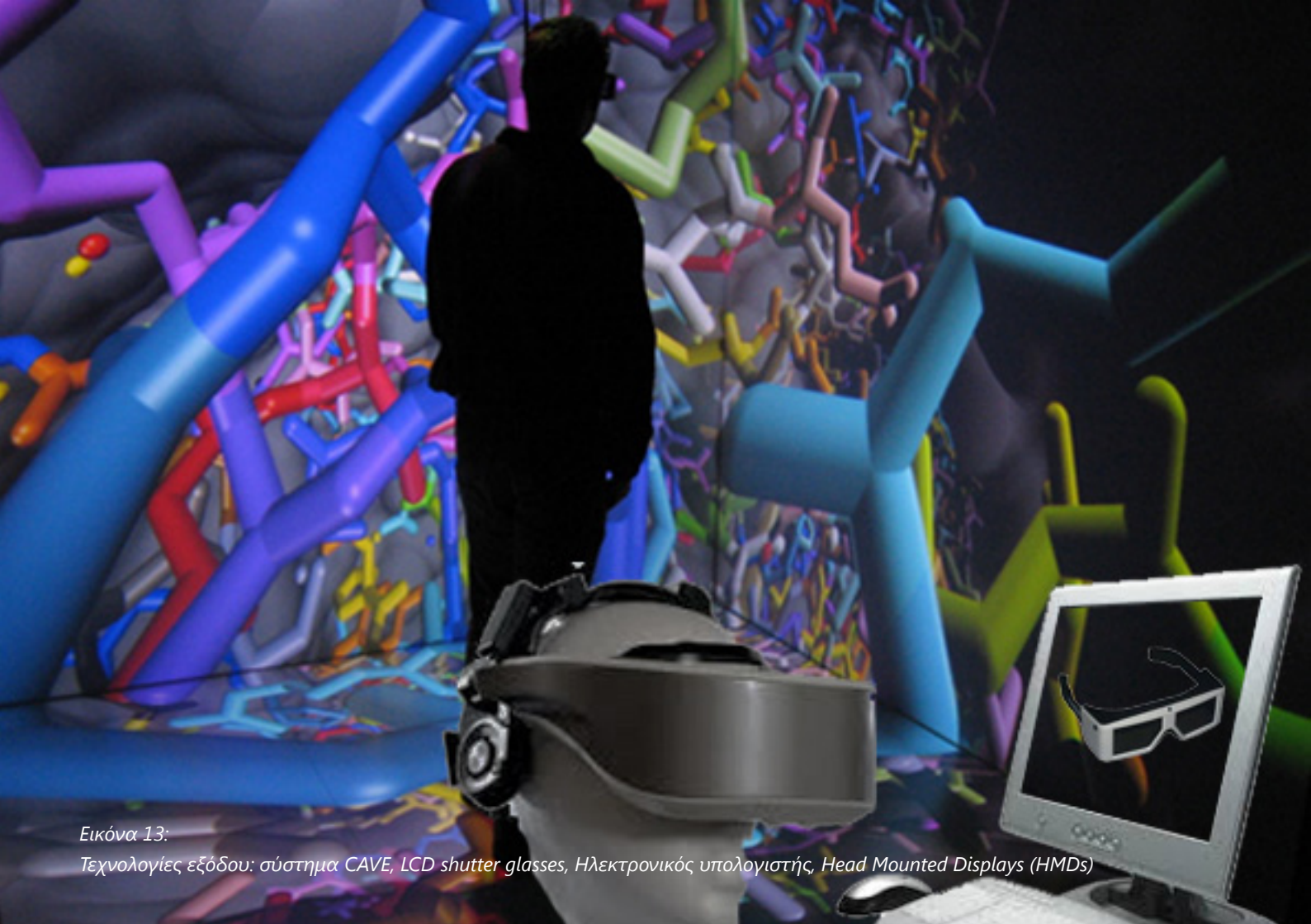
1. οι συσκευές εξόδου VR:

- Head Mounted Displays (HMDs): απομονώνουν την οπτική επαφή με τον πραγματικό κόσμο. Ένα τυπικό HMD, περιλαμβάνει 2 μικρές οθόνες προβολής και ένα οπτικό σύστημα το οποίο εκπέμπει τις εικόνες από τις οθόνες στα μάτια καταφέροντας να παρουσιάσει μια σταθερή όψη ενός κόσμου εικονικής πραγματικότητας. Ο χρήστης εισέρχεται στο εικονικό περιβάλλον. Επίσης, υπάρχει και ένας ανιχνευτής κινήσεως (motion tracker), που μετράει την τοποθεσία και τον προσανατολισμό του κεφαλιού του χρήστη και που επιτρέπει να προσαρμόσει την εικόνα που αναπαράγεται από τον υπολογιστή βασισμένος στην περιστροφή του κεφαλιού του. Έτσι, ο χρήστης μπορεί να εξερευνήσει τον κόσμο εικονικής πραγματικότητας, αλλάζοντας οπτικές γωνίες.

- Τρισδιάστατα γυαλιά (LCD shutter glasses), τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως με μονοσκοπικές αλλά και στερεοσκοπικές οθόνες και παρέχουν την αίσθηση του βάθους στις δισδιάστατες οθόνες.

Ανάλογα με τη συσκευή οπτικής απεικόνισης που χρησιμοποιείται, μπορεί κανείς να κατατάξει τους τύπους της VR στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές, με δυνατότητα υποστήριξης πλοήγησης στον τρισδιάστατο εικονικό χώρο και χρήσης στερεοσκοπικών γυαλιών.
- Συστήματα εμβύθισης (Immersion VR). Σε αυτά ο χρήστης αποκόπτεται από τον πραγματικό κόσμο με τη χρήση κράνους (HMD - Head Mounted Display) στο οποίο προβάλλεται το εικονικό περιβάλλον.
- Συστήματα προσομοιωτών ή εξομοιωτών με χαρακτηριστικά παραδείγματα τους εξομοιωτές πτήσης.
- Συστήματα CAVE. Αποτελούνται από ένα δωμάτιο όπου στους τοίχους, στο δάπεδο και στην οροφή του προβάλλονται εικόνες που αναπαριστούν απόψεις του εικονικού περιβάλλοντος. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να βαδίζει στο δωμάτιο και να έχει την αίσθηση της παρουσίας του στον εικονικό κόσμο. (Αμαλία Γιαννακά, 2006, Εικονική Πραγματικότητα, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Επιστήμη της Πληροφορίας,



Εικόνα 13:

Τεχνολογίες εξόδου: σύστημα CAVE, LCD shutter glasses, Ηλεκτρονικός υπολογιστής, Head Mounted Displays (HMDs)

II.I.III Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας_

Πιο κάτω, γίνεται αναφορά σε τρία συγκεκριμένα συστήματα VR, τα οποία παρόλο που δεν είναι τα πιο σύγχρονα εντούτοις, αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα συστημάτων που σχετίζονται με το ερώτημα που θέσαμε στην αρχή. Μερικά από τα συστήματα αποτέλεσαν 'παραδείγματα' για τη δημιουργία άλλων συστημάτων πιο σύγχρονων, παρόλα αυτά σκόπος της εργασίας δεν είναι να εξετάσει την εξέλιξη τους αλλά τη σχέση τους με τη χωρική αντίληψη.

II.I.III.A Aspen Movie-map (MIT)_

53

Ένα από τα πρώτα εφαρμόσιμα παραδείγματα εικονικής περιήγησης, αποτελεί η εφαρμογή που σχεδιάστηκε το 1978 στο MIT Architecture Machine Group, με επικεφαλή τον Νικόλας Νεγκροπόντε. Αυτή αναγνωρίζεται ως η πρώτη δημόσια εφαρμογή που έδωσε τη δυνατότητα εικονικής περιήγησης του χρήστη διαδραστικά σε υπαρκτό χώρο, αλλά και ως το πρώτο πρόγραμμα υπερμέσων. Η εφαρμογή αυτή είχε ως έναυσμα τη χρηματοδότηση από τον οργανισμό ARPAS, ο οποίος υπόκειτο σε στρατιωτικές απαιτήσεις. Το Aspen movie-map ήταν μια εφαρμογή που προοριζόταν για στρατιωτική χρήση, με σκοπό την εκμάθηση του νέου εδάφους στους στρατιώτες.. Με την εφαρμογή αυτή, δημιουργούσαν προσομοιώσεις των εχθρικών περιβάλλοντων με χαμηλότερο κόστος και σε λιγότερο χρόνο. (Borko Furht, 2011, Handbook of Augmented Reality, Aspen movie map, σελίδα 677)

Το Aspen Movie Map ήταν ένας προσομοιωτής και ως εκ τούτου ένα πρότυπο πλοήγησης και εμπειρία της πραγματικής ζωής. Ο χρήστης βρισκόταν σε κίνηση καθώς η περιήγηση γινόταν σε ένα αυτοκίνητο. Στο Aspen Movie Map χρησιμοποιήθηκαν εικόνες-φωτογραφίες οι οποίες λήφθηκαν από απόσταση τριών μέτρων οπότε αποτελούν ένα καλό δείγμα τρισδιάστατου χώρου.

Το Aspen movie-map δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να περιηγηθεί εικονικά, μέσα στη πόλη του Κολοράντο στην Αμερική. Η ταινία αποτελεί μια ασυνεχή παράθεση εικόνων από τη πόλη ανά μπλοκ. Τα δεδομένα αποθηκεύονται μέσα σε δίσκο μαζί με μια δισδιάστατη απεικόνιση του αστικού δικτύου, δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να επιλέγει αυθαίρετες διαδρομές με περιορισμό, ότι μόνο 54 | τέσσερις διαφορετικές οπτικές μπορεί να παρακολουθήσει τα κτήρια. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό της χρήσης αυτού του προγράμματος, αποτελεί η παράθεση πληροφοριών καθώς και εσωτερικών λήψεων για κτήρια που μπορεί να ενδιαφέρουν τον εικονικό περιηγητή. Σε ένα μετέπειτα στάδιο, η εφαρμογή προσφέρει σε κάθε πλαίσιο εικόνας χωρικά δεδομένα που αφορούν αυτό που βλέπεις για καλύτερη και αμεσότερη αντίληψη του τι υπάρχει. Βασικά, η εφαρμογή προσφέρει μια αφηρημένη απόδοση της πόλης σε πραγματικό χρόνο. Αποτελεί μια αφήγηση, ένα αρχιτεκτονικό περίπατο μέσα στη πόλη (Aubrey Anable, Οκτώμβρης, 2011, The Architecture Machine Group's Aspen Movie Map : Mediating the Urban Crisis in the 1970s, Television & New Media). Σε μεταγενέστερο χρόνο, υπήρξε η δημιουργία και άλλων τέτοιων εικονικών περιηγήσεων, όπως για παράδειγμα εικονική προσομοίωση και περιήγηση σε πόλη αποτελεί η Legible City (1988-1991) του Jeffery Shaw's κατά τον οποίο ο χώρος μιας ψηφιακής αναπαράστασης μπορεί να ειπωθεί και ως

ο χώρος μιας διαδραστικής εγκατάστασης(www.jeffrey-shaw.net – works- The Distributer Legible City – Network Installation – 1998). Η πόλη αυτή όπως και η πόλη στο Aspen movie-map αποτελούν φυσικά μέρη του ψηφιακού κόσμου, είναι «dematerialized space» όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, κάτι που συναντάμε επίσης στην αρχιτεκτονική ταινιών όπου η κίνηση στο χώρο γίνεται μέσω μιας φωτογραφικής μηχανής και αποτελεί μια απεικόνιση της πραγματικότητας και του φυσικού κόσμου(Lev Manovich,1998 Άρθρο: Navigable space). Η χαρτογράφηση δημιουργεί οπτικές μεταφορές στην αναπαράσταση της πληροφορίας. Για καλύτερη αντίληψη ενός χώρου παίρνουμε τα πραγματικά δεδομένα και τα αναπαριστούμε οπτικά-εικονικά. Το αποτέλεσμα της διεπαφής αυτής είναι η προσομοίωση της κίνησης σε πραγματικό χώρο και έτσι η επίτευξη απόκτησης χωρικών εμπειριών.



Εικόνα 14: Legible City_Jeffrey Shaw's



Εικόνα 15: Aspen Movie Map

Παράλληλά με την χωρική εμπειρία που προσφέρει στο χρήστη, το Aspen Movie-Map του δίνει τη δυνατότητα απόκτησης της προοπτικής διαδρομής, όπως αυτή αναφέρεται από την Barbara Tversky (2001). Η Barbara Tversky (2001) σχολιάζει τη χωρική αντίληψη ξεφεύγοντας από το πλαίσιο της όρασης ενός αντικειμένου και μεγαλώνει την κλίμακα του χώρου αντίληψης. Μια από τις έννοιες με τις οποίες συσχετίζει τη χωρική αντίληψη, είναι η προοπτική διαδρομής. Την ορίζει ως την περιγραφή του χώρου μέσω μιας γραμμικής πορείας μέσα στο χώρο και αντίληψης των αντικειμένων σε ακολουθία όπως αυτά εμφανίζονται στο οπτικό μας πεδίο. Για παράδειγμα, στην περιπλάνηση μας στο αστικό τοπίο, τα κτήρια προσφέρονται στην αντίληψη μας τμηματικά, διαδοχικά και από διάφορες γωνίες και αποστάσεις, ενώ κινούμαστε στο χώρο που αυτά ορίζουν. Αυτό συμβαίνει κατά τη διάρκεια του εικονικού μας αρχιτεκτονικού περιπάτου στο Aspen Movie-Map αλλά και σε άλλες παρόμοιου τύπου εφαρμογές.

Έτσι, ο χρήστης μέσα από την κίνηση του στον εικονικό χώρο του Aspen Movie-Map και άλλων παρόμοιων εφαρμογών, μπορεί να δει νοερά το σχήμα και το μέγεθος των κτιρίων, δηλαδή να οπτικοποιήσει τα κτίρια, να αντιληφθεί τη γεωγραφική τους θέση και τις μεταξύ τους χωρικές σχέσεις. Επίσης είναι σημαντικό, το γεγονός ότι του δίνεται η δυνατότητα να περιηγηθεί εικονικά μέσα σε ένα τοπίο με αυθαίρετες διαδρομές και να δει τα κτίρια με διαφορετικές οπτικές. Όλα αυτά είναι στοιχεία της έννοιας της χωρική ικανότητας όπως αυτή ορίστηκε από τους Lohman (1979) καθώς και από τους Lee και Bednarz (2009), τα οποία αναφέραμε στη θεωρητική μας ανάλυση και τα οποία υποβοηθούν το χρήστη να σχηματίσει μια άποψη για το χώρο.

II.I.III.B UNC Walkthrough project_

Στα επόμενα χρόνια, κατά την μελέτη των γραφικών μέσων σε εικονικό περιβάλλον, ο Fred Brooks (1986) δημιούργησε ένα νέο εργαλείο τόσο για τον αρχιτέκτονα όσο και για το χρήστη με το οποίο μπορούν να περιηγηθούν εικονικά (walk through) μέσα σε κτίρια, τα οποίοι έχουν μεν σχεδιαστεί αλλά δεν έχουν υλοποιηθεί. Το εργαλείο αυτό, είχε σκοπό στο να δώσει τη ευκαιρία σε αρχιτέκτονα και χρήστη να εξερευνήσουν το κτίριο πριν την ανέγερση του, να περιηγηθούν εικονικά σε αυτό και να εντοπίσουν χαρακτηριστικά του με σκοπό την τροποποίηση και βελτίωση του.

58 | Από το 1986 μέχρι και σήμερα μια μικρή ομάδα στο UNC-CH έχει σχεδιάσει μια διαδοχή από διαδραστικά γραφικά υπολογιστή, ικανά να προσφέρουν στον θεατή μια προσομοίωση της κίνησης και εμπειρίας σε ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο. Γενικότερος στόχος του project, ήταν να επιτευχθεί η ρεαλιστική κίνηση του ώστε ο ρυθμός και η καθυστέρηση μεταξύ της κίνησης του θεατή και τη συνακόλουθη αλλαγή στην οπτική του εικόνα που του παρουσιάζεται, να είναι αμελητέα ώστε να δίνεται η ψευδαίσθηση της πραγματικής παρουσίας. Στην ιδανικότερη περίπτωση για να πετύχουν τη φυσικότερη περιήγηση μέσα στο κτίριο, έπρεπε η εφαρμογή να έχει να δίνει στο θεατή/χρήστη τα πιο κάτω χαρακτηριστικά όπως: να μπορεί να περπατήσει εξωτερικά γύρω από κτήρια, να μπορεί να κοιτάξει προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, να μπορεί να προσανατολιστεί μέσα στον εικονικό χώρο, οι τοίχοι να αποτελούν όρια για το χρήστη, να μην μπορεί να τους διαπεράσει, επίσης για να μεταφερθεί σε πιο πάνω επίπεδο να πρέπει να ανέβει τις σκάλες, να ανοιγοκλείνουν οι πόρτες, τα φώτα και το

νερό να μπορούν να σβήνουν και τέλος ο χρήστης να μετακινεί τα έπιπλα και τα σκεύη όπως θα έκανε στη καθημερινότητα του (Brooks Frederick, 1986, Walkthrough: A dynamic Graphics system for Simulating Virtual Buildings).

Πράγματι, η σωματική κίνηση βοηθά δυναμικά την ψευδαίσθηση της παρουσίας και όταν ο χρήστης περπατήσει μέσα στο χώρο αυτό, του επιτρέπει να αισθανθεί κιναισθητικά το μέγεθος του χώρου. Αν και ακόμα η εφαρμογή του UNC είναι μακριά από το ιδανικό της φυσικής κίνησης, έχει γίνει μεγάλη πρόοδος προς την επίτευξη της.

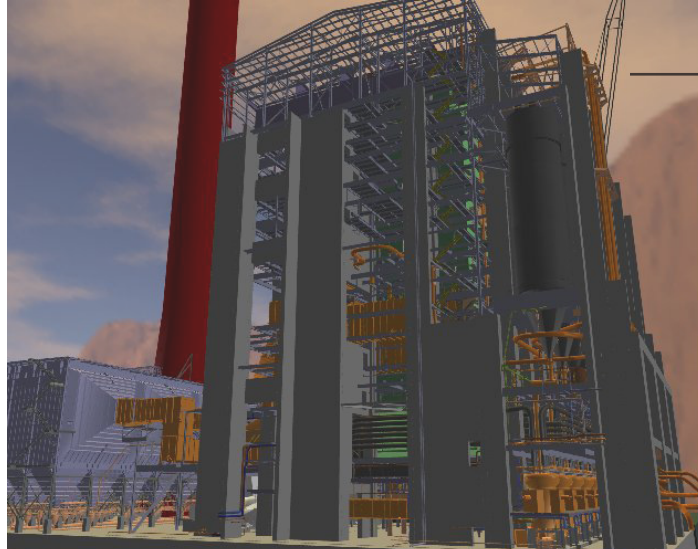
Κάθε ισορροπημένο έργο εικονικού περιβάλλοντος απαιτεί την εξέλιξη σε τέσσερις διαστάσεις. Πρώτα για ένα δυναμικό περιβάλλον η ψευδαίσθηση της κίνησης αποτελεί ζωτική σημασία στη συνολική εμπειρία. Μια καλή κίνηση με σχεδόν οποιαδήποτε εικόνα που έχει σωστή προοπτική και σκίαση θα γίνει αντιληπτή ως μια περιδιάβαση στο χώρο. Αντίθετα, μια κακή κίνηση, άσχετα με το πόσο πλούσια είναι οπτικά μια εικόνα μπορεί να χάσει τη ψευδαίσθηση της κίνησης. Το πρωτότυπο της κίνησης Walkthrough δεν λειτουργεί ως μια συνεχόμενη κίνηση αλλά ως μια σειρά από στιγμιότυπα. Δεύτερη διάσταση αποτελεί το όμορφο αισθητικά αποτέλεσμα. Καθώς το εικονικό χρησιμοποιείται για περιδιάβαση μέσα σε ένα χώρο, είναι αναγκαίο ο χώρος αυτός να είναι οπτικά πειστικός και αισθητικά ικανοποιητικός. Το Walkthrough project αντιπροσωπεύει ένα αρκετά ικανοποιητικό αποτέλεσμα όχι μόνο οπτικά αλλά και ακουστικά. Τρίτο τα εικονικά περιβάλλοντα θα πρέπει να είναι εύχρηστα για τον καθένα. Το Walkthrough απευθύνεται σε δύο ομάδες, στους χρήστες αλλά και στους ερευνητές που παρακολουθούν τη συμπεριφορά του χρήστη. Όσον αφορά το χρήστη, πρέπει

να υπάρχουν τα ακόλουθα εργαλεία εισόδου:

1. έναν τρόπο προσδιορισμού προσανατολισμού του χρήστη,
2. χρήση ενός χάρτη πλοήγησης, για να δείχνει τη τοποθεσία του χρήστη καθώς και τη κατεύθυνση του οπτικού του πεδίου και
3. ένα εργαλείο, που να προσδιορίζει τα χέρια του χρήστη σε σχέση με τον εικονικό χώρο.

Είναι σημαντικό ότι με τη βοήθεια της εφαρμογής αυτής, ο χρήστης που εισάγεται σε ένα εικονικό περιβάλλον του δημιουργείται η αίσθηση ότι μπαίνει σε πραγματικό χώρο. Η προσομοίωση του μοντέλου πρέπει να προσεγγίζει όλο και περισσότερο το πραγματικό κτίριο και το φυσικό περιβάλλον, με την πειστική οπτική απόδοση, αλλά και δίνοντας τη δυνατότητα κίνησης που μοιάζει με τη φυσική κίνηση.

Με την αλληλεπίδραση χρήστη και εικονικού περιβάλλοντος, αυξάνεται η διαίσθηση και αντίληψη του χώρου η οποία δεν προκύπτει μόνο από την παρατήρηση των πραγμάτων αλλά και από τις ενέργειες του χρήστη σε σχέση με αυτά. Είναι δηλαδή αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των αντικειμενικών σχέσεων που διέπουν τα πράγματα και τις ενέργειές μας, η οποία επιτυγχάνεται με την εικονική αυτή περιήγηση και διάδραση. Έτσι ο χρήστης αποκτά εμπειρία του χώρου καθώς αντιμετωπίζει περισσότερες δυσκολίες από ότι ο αρχιτέκτονας στο να οραματιστεί και να οπτικοποιήσει το έργο πριν την ανέγερση του. Όπως είπε και ο Greenberg (1974) ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι ο χώρος: ο εσωτερικός χώρος ενός κτιρίου, ο εξωτερικός του χώρος και η θέση του στο χώρο. Όμως δεν μπορείς να αντιληφθείς



το χώρο μέσα από μια στατική θέση όπως όταν κάποιος ζωγραφίζει. Για να κατανοήσει κάποιος βαθύτερα ένα χώρο, είναι αναγκαίο να κινηθεί μέσα σε αυτόν και να βιώσει νέες οπτικές γωνιές και όψεις καθώς και να εξερευνήσει τις πολύπλοκες χωρικές σχέσεις (Greenberg D, 1974, Computer graphics in Architecture, Scientific American, vol.230, no. 5).



Μετά από βελτιώσεις και εξελίξεις που έγιναν σε αυτό το γραφικό μέσο εικονικού περιβάλλοντος (UNC Walkthrough project), η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορες μορφές, τόσο από αρχιτέκτονες, κατασκευαστικές εταιρείες, κτηματομεσιτικές εταιρείες καθώς επίσης και από μουσεία, τα οποία έχουν δημιουργήσει εικονικές περιηγήσεις στους χώρους τους. 61

Οι εφαρμογές Aspen Movie-map (MIT) και UNC Walkthrough project, προσφέρουν στον χρήστη ένα ρόλο ταξιδιώτη, όπου κινείται μέσα σε αρχιτεκτονικούς χώρους, τους εξερευνά και έχει ποικιλία χωρικών εμπειριών. Όπως αναφέρει ο Le Corbusier στα πέντε σημεία της αρχιτεκτονικής, για τη καλύτερη κατανόηση ενός κτιρίου, πρέπει, να κινηθείς μέσα στον ίδιο το χώρο, δηλαδή ως ένας αρχιτεκτονικός περίπατος, ο οποίος επιτυγχάνεται μέσω του ψηφιακού περιβάλλοντος των εφαρμογών. Το γεγονός αυτό, ότι σε εφαρμογές τύπου Aspen Movie-map (MIT) και UNC Walkthrough project δημιουργείται μια χρονική ακολουθία στο μυαλό του χρήστη είναι πολύ σημαντικό. Οι B. Tversky και J. M. Zacks (2001) εξηγούν ότι τα 'συμβάντα' μπορούν πιο εύκολα να γίνουν αντιληπτά από τον άνθρωπο μέσω μιας χρονικής ακολουθίας. Σύμφωνα με αυτούς τα 'συμβάντα' είναι αντικείμενα στις τρεις διαστάσεις του χώρου, διαφοροποιούνται όμως από αυτά λόγω της τέταρτης διάστασης, του χρόνου (B. Tversky, J. M. Zacks, 2001 Άρθρο: Event Structure in perception and conception). Ο παρατηρητής αναγνωρίζει τα αντικείμενα από το σχήμα, το χρώμα, τα υλικά, την υφή αλλά και τη κίνηση. Ενώ στην αντίληψη των συμβάντων παίζουν ρόλο όλα τα πιο πάνω χαρακτηριστικά, καθώς και ο χρόνος που αυτά λαμβάνουν δράση. Όπως τα αντικείμενα έχουν χωρικά όρια, δηλαδή ένα τραπέζι καταλαμβάνει ένα συγκεκριμένο τμήμα του συνολικού χώρου, αντίστοιχα τα συμβάντα έχουν χρονικά όρια, καταλαμβάνοντας ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Για την ευκολότερη οπτική αντίληψη, ο ανθρώπινος νους τείνει να διασπά τα αντικείμενα σε μικρότερα τμήματα ώστε να τους προσδίδει κάποια χαρακτηριστικά τα οποία μετά τον βοηθούν να τα κρατήσει ευκολότερα στη μνήμη του ως πληροφορία.

Έτσι κατά τη διάρκεια της εικονικής περιήγησης, ο χρήστης περνά μέσα από το χώρο, τα κτίρια, τα αντικείμενα διαδοχικά μέσα στο χρόνο. Έτσι μαζί με τα συμβάντα και με άλλες πηγές πληροφοριών, υπάρχει αλληλεπίδραση η οποία επηρεάζει την αντίληψη, τη δράση και τη κατανόηση μας (B. Tversky και J. M. Zacks, 2001).

Γενικά και οι δύο εφαρμογές, παρέχουν στο χρήστη ένα εικονικό χώρο πλοήγησης, με σκοπό να τον βοηθήσουν όσο και τον αρχιτέκτονα στη βίωση του χώρου. Μέσα από την οπτικοποίηση του χώρου και την κίνηση μέσα σε αυτόν, ο χρήστης τον αντιλαμβάνεται από διαφορετικές γωνιές, και μπορεί να παρατηρήσει τις χωρικές σχέσεις που διέπουν τα αντικείμενα, εφαρμόζοντας το θεωρητικό πλαίσιο που αναφέραμε πιο πάνω για την αντίληψη του χώρου. Μέσα από τέτοιες εφαρμογές η αρχιτεκτονική αποτελεί κινούμενη θέαση μέσα στο ψηφιακό περιβάλλον, χαρτογραφώντας παράλληλα μια χωρική αφήγηση (Bruno J., 1997, Άρθρο: Site-seeing: Architecture and the Moving Image).

Σύμφωνα με το Lev Manovich, η πλοήγηση στον εικονικό χώρο, όπως στα δυο αυτά εικονικά συστήματα, μπορεί να αποτελέσει όχι μόνο μια βάση εξαγωγής πληροφοριών αλλά προσδίδει μια μοναδικότητα στα νέα ψηφιακά μέσα, αφού πλέον ο χώρος με την αναπαράσταση του σε τρισδιάστατο χώρο καθίσταται ένας τύπος μέσου ο οποίος μπορεί αυτόματα να διαβιβαστεί, να αναμορφωθεί, να φιλτραριστεί και με τον οποίο μπορείς να αλληλεπιδράσεις (Manovich L., 1998, Navigable space). Ο Manovich αναφέρει ακόμα, ότι μέσω της κίνησης και πλοήγησης του χρήστη σε ένα εικονικό χώρο, δηλαδή μέσω των χωρικών διαδρομών σε 3D χώρο, αποκαλύπτεται η γεωμετρία του, η τυπολογία,

η λογική του και τα μυστικά του χώρου στο χρήστη (L. Manovich, 2008, Άρθρο: New Media takes command). Ενισχύεται έτσι η άποψη, πως τελικά τα εικονικά συστήματα μπορούν να βοηθήσουν στην αντίληψη του χώρου.



II.I.III.Γ Cave automatic virtual environment_

Πρόκειται για μια άλλη εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας η οποία όμως σχετίζεται με την εμπύθιση του χρήστη στον εικονικό χώρο. Το CAVE (CAVE Automatic Virtual Environment), παρουσιάστηκε το 1992 και αποτελεί ένα σύστημα απεικόνισης εικονικής πραγματικότητας και επιστημονικής οπτικοποίησης μέσω της βύθισης. Προβάλλει στερεοσκοπικές εικόνες στους τοίχους ενός δωματίου σε όλες τις πλευρές σαν να βρίσκεσαι μέσα σε ένα κύβο, όπου ο χρήστης πρέπει να φορά γυαλιά LCD επικάλυψης. Η προσέγγιση αυτή εξασφαλίζει ανώτερη ποιότητα και ανάλυση των 66 | εικόνων, καθώς και ευρύτερο οπτικό πεδίο. Το όνομα προκύπτει από την αλληγορία της σπηλιάς του Πλάτωνα που έχει γράψει στη Πολιτεία(αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος). Ο Πλάτωνας κάνει αναφορά στην ψευδαίσθηση και στην αντίληψη της πραγματικότητας, αναφέροντας πως υπάρχει ο πραγματικός κόσμος και ο κόσμος μέσα στο σπήλαιο, ο οποίος εκφράζει την εμμονή στα "αισθητά πράγματα", δηλαδή όσων μπορούν οι άνθρωποι να αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους. Μέσα στο σπήλαιο αλλάζει η έννοια και η αντίληψη του χώρου όπως τη γνωρίζουμε στον πραγματικό κόσμο, με την όραση των αληθινών ιδεών υπό το φως του ήλιου και αναπτύσσεται η ψευδαίσθηση. Στην περίπτωση της εφαρμογής αυτής παραλληλίζεται το CAVE με το σπήλαιο, έτσι το CAVE αποτελεί τον αισθητό χώρο, εκεί όπου οι αισθήσεις μας απομονώνονται και διεγείρονται με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιληφθούμε συγκεκριμένα πράγματα, οπότε δημιουργείται μια ψευδαίσθηση της πραγματικότητας και αντίστοιχα ο φυσικός χώρος που αποτελεί και την πραγματικότητα.(Νίκος Κουτρούμπας,

δοκίμιο, Η αλληγορία του Σπηλαίου, ερμηνευτική προσέγγιση, σελίδα 12).

Το project CAVE αποτελεί ένα διαδραστικό θέατρο μέσα σ' ένα δωμάτιο όπου ο κάθε τοίχος ακόμα και το πάτωμα αποτελούν οθόνες προβολής. Η ποιότητα ανάλυσης της εικόνας είναι πολύ ψηλή λόγω της μικρής απόστασης θέασης και καθώς υπάρχει ανάγκη της διατήρησης της ψευδαίσθησης της πραγματικότητας. Ο χρήστης μπαίνοντας στο δωμάτιο φοράει 3D γυαλιά και μέσω αυτών μπορεί να βλέπει αντικείμενα που αιωρούνται μέσα στο χώρο, να περπατήσει ανάμεσα τους και να αντιληφθεί πως αυτά μπορεί να μοιάζουν στη πραγματικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται πλέον μέσω υπέρυθρων καμερών. Οι κινήσεις του χρήστη παρακολουθούνται από αισθητήρες συνδεδεμένους με τα 3D γυαλιά και ταυτόχρονα και με τους υπολογιστές, έτσι ώστε το βίντεο να προσαρμόζεται 67 συνεχώς με τη προοπτική θέασης του χρήστη. Επίσης, ένα άλλο βοήθημα καλύτερης αντίληψης του χώρου αποτελεί και ο ήχος ο οποίος τρέχει παράλληλα με τη προβολή του βίντεο. Όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω, η χωρική αντίληψη επαυξάνεται με τη βοήθεια όχι μόνο της όρασης αλλά και των υπόλοιπων αισθήσεων και συγκεκριμένα με τη βοήθεια του ήχου.

Σύμφωνα με τον Juhaní Palasmaa (σελ. 49), η ακοή συνθέτει και δομεί την εμπειρία κατανόησης του χώρου. Έτσι, παρόλο που συχνά αγνοούμε τη σημαντικότητα της ακοής στην χωρική εμπειρία, αυτή προσφέρει χρονική συνέχεια στις οπτικές μας εντυπώσεις. Έτσι, η σωστή εκτίμηση της απόστασης και του μεγέθους ενός αντικειμένου βελτιώνεται σημαντικά με τη παρουσία και των δύο αισθητηριακών μηχανισμών (όρασης και ακοής). Η πλήρης εμπύθιση στο εικονικό περιβάλλον με την χρήση οπτικοακουστικών μηχανισμών βοηθά στην επίτευξη μιας σειράς ψυχοσωματικών

απαιτήσεων, όπως είναι η ορθή κατανόηση των χαρακτηριστικών των αντικειμένων, σχήμα, απόσταση, αναλογίες. Αυτό δεν αποτελεί ασήμαντο επίτευγμα καθώς είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το κύριο στόχο των εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας που είναι η απόδοση ρεαλισμού (R. Rossi A. Faria et al., 2005, Άρθρο: Improving spatial perception through sound field simulation in VR).

68 | Η χωρική αντίληψη στον ακουστικό τομέα είναι αρκετά απλή βιωματική εμπειρία, αλλά μάλλον είναι δύσκολο στο να τη διακρίνεις και να τη ταξινομήσεις. Ο ήχος διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη χαρτογράφηση χωρικών αντιλήψεων καθώς μπορεί να διαφοροποιήσει καταστάσεις ώστε να είναι ικανά συγκρίσιμες. Στις εφαρμογές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας και συγκεκριμένα στο CAVE η ακουστική πρέπει να είναι άκρως ρεαλιστική αφού σκοπός της εφαρμογής είναι η πλήρη βιωματική εμπειρία σε ένα μεικτό κόσμο και η καλύτερη απόδοση ρεαλιστικότητας. Ο κύβος του CAVE περιέχει οχτώ LANDO ηχεία τα οποία τοποθετούνται σε διαφορετικές θέσεις πίσω από τις οθόνες και γύρω από την κεντρική ακουστική περιοχή. Αυτά με τη σειρά τους αποτρέπουν οποιαδήποτε ηχητική παρεμβολή από τον έξω κόσμο. Η ηχητική στο CAVE είναι πολύ σημαντική και στην ενίσχυση της χωρικής αντίληψης, αφού όπως διατυπώνει και ο Kalawsky (1993 , σελ 69,), η ακοή έχει άμεση σχέση στην τρισδιάστατη αντίληψή του χώρου. Με αυτό φαίνεται να συμφωνεί και οι Rossi, Faria et al (2005) που αναφέρει ότι πλέον η σωστή αξιολόγηση ενός εικονικού περιβάλλοντος, γίνεται εκτός από την οπτική απόδοση αλλά και από την επιτυχία αναπαραγωγής ήχων που να ανταποκρίνονται άριστα στις τρισδιάστατες απεικονίσεις(R. Rossi A. Faria et al., 2005, Άρθρο: Improving spatial perception through sound field simulation in VR) .

Έτσι ενώ οι εφαρμογές, Aspen movie-map και UNC Walkthrough project αποτελούνται από οπτικές απεικονίσεις περιλαμβάνοντας κίνηση, το CAVE πέρα από τα οπτικά ερεθίσματα διαφοροποιείται από αυτά με την προσθήκη του ήχου. Οι δύο πρώτες εφαρμογές εστιάζουν στην επιτυχία διέγερσης της όρασης του χρήστη και μέσω της προσομοίωσης της κίνησης μέσα στον εικονικό χώρο και έχουν ως στόχο να τον παρουσιάσουν τριασδιάστατα σε συνάρτηση με το χρόνο.

Κινούμενοι εικονικά είτε ο χρήστης είτε ακόμη και ο αρχιτέκτονας, μπορούν να κατανοήσουν τμηματικά και να αντιληφθούν καλύτερα τις ποιότητες χώρου. Το CAVE όμως ίσως εξελικτικά πλέον έρχεται να μεταφέρει αυτή την διαδικασία σε ένα άλλο επίπεδο διέγερσης περισσότερων αισθήσεων. Εκτός από τον ήχο που προαναφέρθηκε πιο πάνω, ο χρήστης εισερχόμενος στο κύβο αυτό και 69 φορώντας τα διαδραστικά γυαλιά, και κινούμενος μόνος του πλέον χωρίς τη χρήση mouse, joystick ή keyboard έρχεται σε πιο άμεση επαφή με το εικονικό περιβάλλον, γεγονός πολύ σημαντικό αφού όπως αναφέρει και ο Palasmaa (σελ. 42) κάθε εμπειρία στην αρχιτεκτονική είναι πολυαισθητηριακή. Έτσι, το CAVE αφού διεγείρει και την αίσθηση της ακοής δεν ανταποκρίνεται μόνο σε άτομα με την ικανότητα όρασης αλλά και σε άλλες ομάδες ατόμων με κάποιο πρόβλημα. Αυτό επιτυγχάνεται καθώς ο χώρος που προσφέρεται μέσα από τη ψηφιακή αναπαράσταση μπορεί να ειδωθεί και ως ο χώρος μιας διαδραστικής εγκατάστασης όπου ο θεατής μπορεί να αλληλεπιδράσει με το χώρο που τον περικλείει καθώς και να τον αντιληφθεί καλύτερα (Παπακωνσταντίνου Γ. , Τροβά Β. ,2006, σελίδα 74). Αυτή η διάδραση η οποία πετυχαίνεται μέσα στο σύστημα CAVE με το χρήστη να κινείται πραγματικά μέσα στον εικονικό χώρο είναι κάτι το οποίο εμπλουτίζει περισσότερο

τη χωρική εμπειρία από τις προηγούμενες εφαρμογές, όπου ο χρήστης δεν είχε πραγματική κίνηση στο χώρο παρά μόνο εικονική κίνηση μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Έτσι αυτό που φαίνεται ιδιαίτερα μέσα από την εφαρμογή του CAVE, είναι η δυνατότητα της εικονικής πραγματικότητας να προσφέρει διαδραστικές και χωρικές εμπειρίες σε αυτούς τους μεταφορικούς τόπους και χώρους που δημιουργούνται από τα δίκτυα επικοινωνίας και τις νέες τεχνολογίες προσομοίωσης. Στο χρήστη δίνεται η ευκαιρία να δράσει σε ένα περιβάλλον δομημένο, μέσα από τα γραφικά του υπολογιστή με τη χρήση 3d γυαλιών και LCD οθονών, προωθείται μια πιο απτή ανάδραση και τοποθέτηση του χρήστη (Martin Lister, Jon Dovey, S.Giddings, I.Grant και K.Kelly,2003, New Media: A crtitical In-
70| trodution, σελίδα 35). Αν οι προσομοιώσεις χωρικών εμπειριών αυξάνουν την κατανόηση του αναπαριστάμενου χώρου επιτρέποντας στο χρήστη να δει τους χώρους, να προσανατολιστεί σε ένα χώρο όπου εντάσσεται και η σωστή κλίμακα, τότε, το διαδραστικό σύστημα CAVE θεωρητικά προσφέρει μια καλύτερη οπτικοποίηση του χώρου και ο χρήστης είναι σε θέση να βιώσει το χώρο και να αντιληφθεί τις χωρικές σχέσεις των αντικειμένων και την κλίμακα τους. Την άποψη αυτή ενισχύει και ο Gibson, (1979) παρόλο που εδώ μιλάμε για εργαστηριακό περιβάλλον και όχι πραγματικό –ο Gibson μιλά για πραγματικούς χώρους - . Η διαδραστικότητα του συστήματος CAVE μετατρέπει το χρήστη σε ενεργητικό δέκτη, και του δίνει τη δυνατότητα να δράσει με τα αντικείμενα γύρω του και έτσι να τα κατανοήσει(affordances¹). Προχωρώντας ένα βήμα παρακάτω ο Don Norman ο οποίος

1 Οι σχέσεις που διέπουν το δίπολο άνθρωπος-αντικείμενο, οι προσφερόμενες δηλαδή δυνατότητες χρήσης που μας δίνει ένα αντικείμενο, στο φυσικό κόσμο.

βασίστηκε στις θεωρίες του Gibson αναφέρθηκε στη διαδραστικότητα και στις δυνατότητες χρήσης των εικονικών αντικειμένων και της δράσης του χρήστη με αυτά. Ο Don Norman¹ έθεσε το ζήτημα ότι για την κατανόηση ενός αντικειμένου βοηθά η εμφάνιση του και οι ιδιότητες του, οι οποίες με τη σειρά τους βοηθούν το χρήστη να οικειοποιηθεί με το χώρο και να τον αντιληφθεί ("perceived affordances"). (Don Norman, Μάης 1999, Affordance, Conventions and Design, Issue of Interactions, σελίδες 38-43).

Τα αποτελέσματα ενός πειράματος του πανεπιστημίου Aalborg, που έγινε το 2006 παρουσιάζουν αρκετό ενδιαφέρον όσον αφορά τη συζήτηση μας. Το πείραμα αυτό ασχολήθηκε με πτυχές της χωρικής αντίληψης και συγκεκριμένα για το πως αντιλαμβανόμαστε τα τρισδιάστατα αντικείμενα και τις χωρικές τους σχέσεις σε τρία διαφορετικά περιβάλλοντα. Για τις ανάγκες του πειράματος λοιπόν πραγματοποιήθηκαν δοκιμασίες σε φυσικό περιβάλλον και στα εικονικά περιβάλλοντα CAVE και Panorama. Για την υλοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα τρισδιάστατο μοντέλο του VRMedia Lab, το οποίο προσαρμόστηκε στο CAVE και στο Panorama. Ο Mullins (2006) αναφέρεται με ενδιαφέρον στην έρευνα των Scnabel et al (Scnabel, M.A. et al, 2003, Spatial understanding in Immersive Virtual Environments) οι οποίοι συμπέραναν ότι τα εικονικά περιβάλλοντα εμβύθισης πρόσφεραν πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των χωρικών ποιοτήτων του αντικειμένου, ακριβώς γιατί είναι οι χωρικές ποιότητες που διαβιβάζονται σε τέτοια περιβάλλοντα. Έτσι αναφέρει ο Mullins, εφόσον η προσομοίωση της χωρικής εμπειρίας αυξάνει την κατανόηση του χρήστη για το χώρο τότε

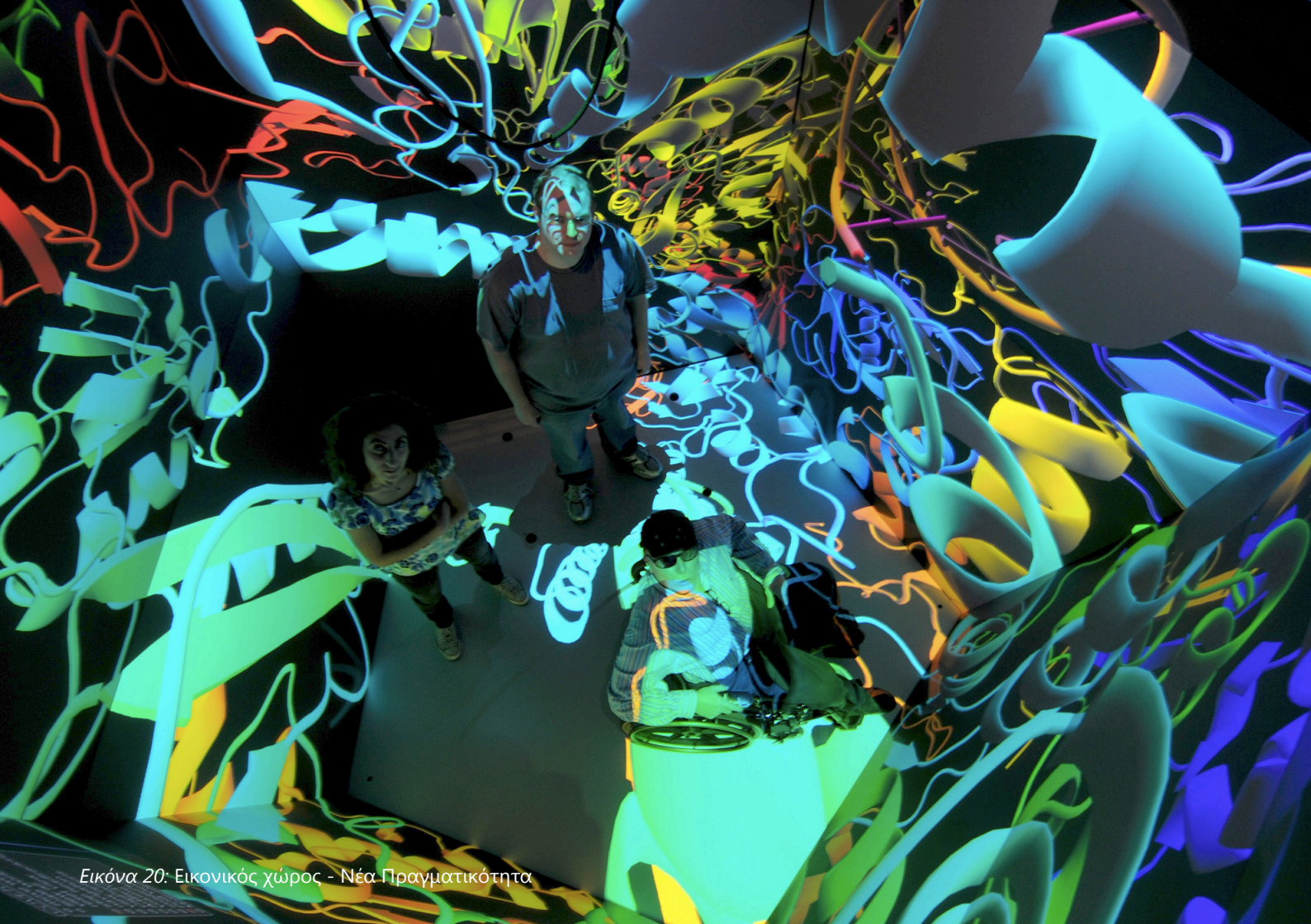
1 Ακαδημαϊκός στο τομέα της γνωστικής επιστήμης και σχεδιαστής εύχρηστων αντικειμένων.

και εφαρμογές όπως το Cave θα έπρεπε θεωρητικά να προσφέρουν καλύτερη αρχιτεκτονική και χωρική αναπαράσταση μειώνοντας λάθη και παρεξηγήσεις για το χώρο που αναπαριστούν.

Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα του πειράματος ήταν διαφορετικά. Ενώ οι αντιλήψεις στη δοκιμασία με τις θέσεις και το σχήμα των αντικειμένων, μεταξύ φυσικού και εικονικού περιβάλλοντος CAVE ήταν σχεδόν στο ίδιο επίπεδο, τα αποτελέσματα του CAVE έδειξαν τις αξιοσημείωτες διαφορές στο τρόπο με τον οποίο το βάθος και το σχήμα γίνονται αντιληπτά σε σχέση με το Panorama, υποδεικνύοντας ότι το ποσοστό της εμβύθισης είναι μια σημαντική μεταβλητή στην εικονική αναπαράσταση. Παράλληλα, η ακρίβεια της αντίληψης του βάθους ήταν μεγαλύτερη 72| στους συμμετέχοντες που έδρασαν σε φυσικό περιβάλλον παρά σε περιβάλλον εικονικής εμβύθισης δείχνοντας ότι η αντίληψη του βάθους στα εικονικά περιβάλλοντα είναι πιο δύσκολο να επιτευχθεί. Είναι αξιοσημείωτο ότι κατά τη διάρκεια του πειράματος φάνηκε ότι εκεί που οι συμμετέχοντες είχαν βιώσει προηγουμένως το φυσικό χώρο και μετά εισήλθαν στον εικονικό είχαν πιο ακριβή αποτελέσματα αντίληψης των ποιοτήτων του χώρου. Ο Mullins συζητώντας τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε αναφέρει το παράδοξο που παρουσιάζουν τα μέσα εικονικής πραγματικότητας σε σχέση με την εικόνα, ότι δηλαδή η εικόνα μπορεί να μοιάζει με τον κόσμο αλλά ο κόσμος δε μοιάζει με την εικόνα. Έτσι ναι μεν τα εικονικά περιβάλλοντα είναι βοηθητικά στην βελτίωση αντίληψης του χώρου, και ιδιαίτερα όταν προϋπάρξει κάποια εμπειρία του χρήστη στο φυσικό χώρο, παρόλα αυτά δεν παύουν να αποτελούν νέα χωρικά δεδομένα, δημιουργώντας μια διαφορετική πραγματικότητα. (Mullins, 2006, Interpretation of simulations in interactive VR environments: depth perception in CAVE and Panorama, Journal of Architecture and Planning Research, vol 23, nr 4, s 328-340).



Εικόνα 19: Σύστημα CAVE_εμβύθιση σε εικονικό περιβάλλον



Εικόνα 20: Εικονικός χώρος - Νέα Πραγματικότητα

II.I.IV Εικονικός χώρος - νέα πραγματικότητα_

Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις αποτελούν το χωροχρονικό μοντέλο της αρχιτεκτονικής ιδέας, αφού ο αρχιτέκτονας αλλά και ο χρήστης αποκτούν εμπειρία του χώρου κινούμενοι σε συνάρτηση με το χρόνο. Ο χρήστης δε χρειάζεται να φανταστεί το χώρο αλλά του δίνεται η δυνατότητα να μπει και να βιώσει το κτίριο σε ένα εικονικό περιβάλλον. Μέσα στο ψηφιακό χώρο, ο περιηγητής, ανταποκρίνεται πιο εύκολα στο ρυθμό του χώρου και τολμά κινήσεις που δεν τις επιχειρεί στο πραγματικό περιβάλλον. Γενικά η εικονική πραγματικότητα μέσω των animation μας δίνει την ευκαιρία να προσεγγίσουμε την πραγματική αρχιτεκτονική εμπειρία, όχι για να αξιολογείται εκ των προτέρων το αρχιτεκτονικό έργο αλλά να δίνεται η δυνατότητα να μεταθέσουμε τη προσοχή μας από το αντικείμενο στην εμπειρία του αντικειμένου και να ξανασκεφτούμε την αρχιτεκτονική ως το σχεδιασμό αρχιτεκτονικών εμπειριών» (Bermudez, Παπακωνσταντίνου, Τροβά σελίδα 104). Από τη μελέτη όμως των πιο πάνω εφαρμογών, φάνηκε ότι εξέλιξη της εικονικής πραγματικότητας δεν αφορά μόνο την αλλαγή στα σχεδιαστικά εργαλεία και τις δυνατότητες που προσφέρει στο χρήστη και τον αρχιτέκτονα να αντιληφθούν βιωματικά το χώρο. Αφορά και την πραγματικότητα που ζούμε, καθώς αυτή μεταβάλλεται όσο εισέρχονται τα νέα μέσα στη καθημερινότητα μας. Οι προσομοιώσεις αποτελούν από μόνες τους μια άλλη πραγματικότητα διαφορετική από αυτή που ζούμε, έναν νέο χώρο, μια εικονική πραγματικότητα.

Ο Baudrillard μέσα από μια πιο αυστηρή και επιφυλακτική ματιά προς τα νέα ψηφιακά

εκφράζει την άποψη ότι οι προσομοιώσεις της εικονικής πραγματικότητας αποτελούν μια ψευδαίσθηση του πραγματικού, διευρύνοντας την χωρική αντίληψη ή περνώντας απλά τη δικιά τους «άλλη πραγματικότητα». Υποστηρίζει ότι τα ομοιώματα της εικονικής πραγματικότητας δεν είναι αντίγραφα του πραγματικού, αλλά, γίνονται από μόνα τους κάτι το αληθινό, το πραγματικό. Η διαδικασία παραγωγής ομοιωμάτων μπορεί να γίνει με: αντανάκλαση της πραγματικότητας, μετουσίωση της πραγματικότητας, προσποίηση μιας απύσχα πραγματικότητας και με παραγωγή ενός ομοιώματος που δεν έχει καμία σχέση με καμία πραγματικότητα, αλλά αποτελεί ένα δικό του καθαρό ομοίωμα, Jean Baudrillard, (1999, σελίδα 6). Είναι το όλο πρόβλημα που προκύπτει από την 76| προσομοίωση των πραγμάτων. Η προσομοίωση κατά τις θεωρίες του Baudrillard χαρακτηρίζεται από έναν συνδυασμό των όρων «πραγματικότητα» και «εκπροσώπηση», όπου όμως δεν υπάρχει καμία σαφής ένδειξη για τα όρια τους. Συνεχίζει, αναφέροντας ότι η προσομοίωση δεν λαμβάνει χώρα σε μια φυσική σφαίρα αλλά πραγματοποιείται μέσα σε ένα χώρο που δεν κατηγοριοποιείται από τα φυσικά όρια, δηλαδή σε ένα εικονικό χώρο και όχι σε ένα φυσικό, πραγματικό κόσμο. Η προσομοίωση αναφέρεται μεν σε κάτι πραγματικό, αλλά είναι η γενιά με τα μοντέλα του πραγματικού χώρου χωρίς ουσιαστικά να έχουν πραγματική προέλευση (Baudrillard, 1999, σελίδα 20). Έτσι μέσω των σκέψεων του Baudrillard διαφαίνονται κάποιοι κίνδυνοι σύγχυσης του χρήστη που βιώνει το χώρο μέσω εικονικών συστημάτων.

Έτσι παρόλο που μέσω των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας γίνεται προσπάθεια απόδοσης ενός χώρου όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικά έτσι ώστε ο χρήστης να αντιληφθεί τον χώρο

που υπάρχει ή που πρόκειται να υλοποιηθεί (R. Rossi A. Faria et al., 2005), εντούτοις, τα συστήματα αυτά επαυξάνουν την πραγματικότητα, ξεπερνώντας τα συνηθισμένα όρια και περιορισμούς της φυσικής πραγματικότητας.

Όπως φάνηκε όμως από τις εφαρμογές πιο πάνω καταρρίπτεται το καθεστώς της σταθερότητας του φυσικού χώρου και μεταβιβαζόμαστε σε ένα καθεστώς βασισμένο στη πολλαπλότητα, στη μεταμόρφωση και στη συνεχή αλλαγή(Παπακωνσταντίνου Γ., Τροβά Β.,2006, σελίδα 11). Στον χρήστη προσφέρεται ένας άλλος τρόπος για να σκεφτεί το χώρο, όπου προκύπτουν νέα καθεστώτα οπτικής συνείδησης και αντίληψης της πραγματικότητας. Μέσω των συστημάτων VR, τα οποία είναι μηχανισμοί δυνατοποίησης της πληροφορίας, όπως υποστηρίζει ο Levy, γίνεται μια μετάβαση στην εν ενεργεία ύπαρξη, η ενεργοποίηση μιας δυνητικότητας και η μετάβαση από ένα πρόβλημα σε μια λύση. Η αλληλεπίδραση που έχουμε με τα συστήματα αυτά τα οποία παίρνουν δεδομένα και πληροφορίες και μέσω μιας οθόνης προβολής τα αναπαριστούν και τα μετατρέπουν σε γνώση, οδηγούν στη δημιουργία νέων δυνάμεων που μεταβάλουν τον υπαρκτό χώρο ενισχύοντας έτσι την αντίληψη μας. (Pierre Levy,1999, Δυνητική πραγματικότητα, η φιλοσοφία του πολιτισμού και του κυβερνοχώρου, σελίδα 54). Στο σύγχρονο κόσμο ένα μεγάλο τμήμα της γνώσης εκφράζεται μέσω αλληλοδραστικών ψηφιακών προσομοιώσεων όπως οι εφαρμογές που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Ο υπολογιστής αποτελεί ένα μηχανισμό πρόσληψης της πραγματικότητας με έμμεσο τρόπο. Στην ουσία όμως ενισχύει την υπαρκτή πραγματικότητα, με την μετουσίωση των πληροφοριών. Τα δίκτυα των υπολογιστών τροποποιούν βαθιά τη σχέση μας με τον κόσμο, και ιδιαίτερα τις σχέσεις μας με το

χώρο και το χρόνο, έτσι ώστε να γίνεται αδύνατο να αποφασίσουμε αν μετασχηματίζουν τον ανθρώπινο κόσμο ή τον τρόπο μας να τον αντιλαμβανόμαστε (Levy P,1999, σελίδα 123-126). Δηλαδή μέσα από τις απόψεις του Levy καταλαμβάνουμε ότι τα συστήματα VR δεν στοχεύουν πάντα στο ρεαλισμό αλλά και στο εν δυνάμει πραγματικό, δίνοντας διαφορετικές δυνατότητες για κάθε στοιχείο, επαυξάνοντας έτσι την πραγματικότητα μας την οποία ζούμε καθημερινά.

Τελικά, μέσα από τις πιο πάνω θεωρίες καθώς και από τη μελέτη εφαρμογών VR και ιδιαίτερα του συστήματος Cave, φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι ενώ τα εικονικά περιβάλλοντα βοηθούν στην βελτίωση αντίληψης του χώρου, παρόλα αυτά ο εικονικός κόσμος αποκτά υλική υπόσταση, μετακινείται από το περιοριστικό πλαίσιο της οθόνης του υπολογιστή στο ευρύτερο χωρικό περιβάλλον της καθημερινής ανθρώπινης διαβίωσης. Πλέον, η ψηφιακή χωρικότητα δεν περιορίζεται σε μία θεωρητική προσέγγιση, αλλά γίνεται αισθητή ως μία πραγματική, σωματικά αντιληπτή χωρική εμπειρία. Με τις νέες τεχνολογίες, ο άυλος, εικονικός κόσμος αποκτά τη δυνατότητα φυσικής παρουσίας στο χώρο δημιουργώντας μια διαφορετική πραγματικότητα.(Mullins, 2006, σελ 328-340).



II.II Επαυξημένη Πραγματικότητα

II.Π.Ι Θεωρητικό πλαίσιο_

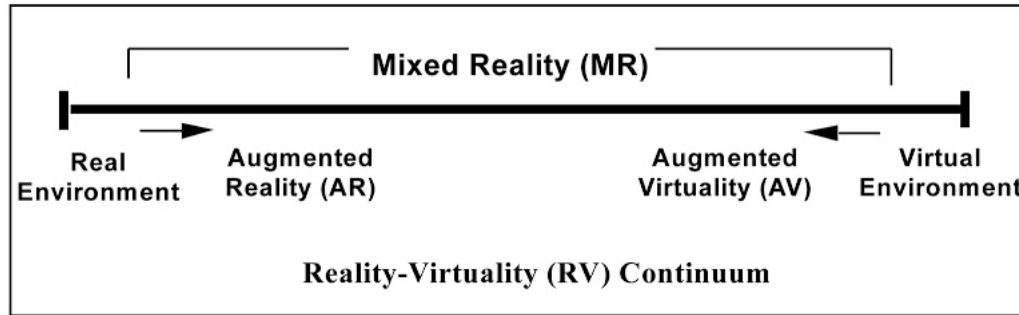
Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 90 άκμασε η εικονική πραγματικότητα, μια πραγματικότητα παράλληλα με τη φυσική, με τη βοήθεια της εξέλιξης των υπολογιστών. Μέσω της διάδοσης του κυβερνοχώρου οι χρήστες του πλήθαιναν και πλέον η χρήση των εικονικών συστημάτων μπορούσε να γίνει και από το σπίτι. Με τη συνεχόμενη αυτή εξέλιξη ο φυσικός μας κόσμος κατακλύστηκε από ηλεκτρονικά δεδομένα και πληροφορίες. Με αποτέλεσμα, σήμερα η ροή των πληροφοριών που παλιότερα συνέβαινε αποκλειστικά μέσα στον κυβερνοχώρο να γίνεται αντιληπτή και στο φυσικό χώρο, καταρρίπτοντας τα όρια μεταξύ των δύο. Έτσι, δημιουργήθηκε ένας νέος φυσικός 81 χώρος ο οποίος επικαλύπτεται δυναμικά με πληροφορίες και δεδομένα: εικόνες, γραφικά σχήματα, σύμμεικτες μορφές. Ο νέος αυτός χώρος ονομάστηκε 'επαυξημένος χώρος'¹ (Lev Manovich, *The poetics of augmented space*, University of California, San Diego, 2002, σελ.219, 223). Ο ορισμός του για τον επαυξημένο χώρο παρουσιάζει έντονο ενδιαφέρον διότι δεν είναι απλώς περιορισμένος από την τεχνολογία αλλά είναι συνδεδεμένος με τα στοιχεία του δημόσιου χώρου, ο οποίος αποτελεί κομμάτι του επαυξημένου περιβάλλοντος. Μια βασική διαφοροποίηση της επαυξημένης από την εικονική πραγματικότητα έγκειται στο ότι σε ένα τυπικό σύστημα εικονικής πραγματικότητας ο χρήστης δρα σε ένα εικονικό χώρο που δεν έχει σχέση με το φυσικό χώρο. (Manovich, 2002, σελ 224). Αντίθετα σε

1 Ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα θεωρείται ότι επινοήθηκε από τον Thomas Caudell, το 1990 ο οποίος εργαζόταν στην εταιρία Boeing.

ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας , το σύστημα είναι άμεσα συνδεδεμένο με το φυσικό περιβάλλον του χρήστη επαυξανόμενο όμως με επιπρόσθετες εικονικές πληροφορίες. Ως εκ τούτου η επαυξημένη πραγματικότητα τείνει να κάνει την εικονική πιο πραγματική. Καταρρίπτει το ενδιάμεσο όριο μεταξύ ψηφιακού και φυσικού που υπάρχει στην εικονική πραγματικότητα. Δηλαδή ενώ η εικονική πραγματικότητα μας απομακρύνει από το φυσικό μας περιβάλλον, βυθίζοντας μας σε μια εξωπραγματική κατάσταση, η επαυξημένη πραγματικότητα εξαρτάται από τα φυσικά αντικείμενα και δίνει επιπλέον νόημα στο πραγματικό χώρο εμπλουτίζοντας τον. Στην ουσία, τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας δεν αναγκάζουν το χρήστη να εισέλθει σε ένα εντελώς εικονικό περιβάλλον καθώς τα εικονικά αντικείμενα τοποθετούνται στο πλαίσιο των πραγματικών χώρων, 82 | συνεπώς η AR θεωρείται ελάχιστα επεμβατική τεχνολογία (Belcher Daniel A., 2008 Thesis: Augmented Reality, Architecture and Ubiquity: Technologies, Theories and Frontiers). Σύμφωνα με το Manovich ο επαυξημένος χώρος δημιουργείται με τη βοήθεια τέτοιων τεχνολογικών συστημάτων που μπορούν είτε να εισάγουν δυναμικά πληροφορίες στο φυσικό χώρο είτε να τις εξάγουν. Η σχέση αυτή εισαγωγής και εξαγωγής πληροφοριών στο φυσικό χώρο είναι πολύ σημαντική γιατί η δυναμική αυτή ροή πληροφοριών αποτελεί την αρχή με την οποία δουλεύουν τα επαυξημένα συστήματα (Lev Manovich, 2002, σελ 222).

Η διάκριση μεταξύ εικονικής, φυσικής και επαυξημένης πραγματικότητας γίνεται πιο φανερή με τη θεωρία των Paul Migram και Fumio Kishino (1994) οι οποίοι όρισαν τη συνέχεια πραγματικότητας-εικονικού ως μια συνέχεια που επεκτείνεται από το πραγματικό στο εικονικό

περιβάλλον. Ένα φυσικό περιβάλλον επαυξημένο με εικονικά αντικείμενα και στοιχεία αποτελεί τη βασική δομή του επαυξημένου περιβάλλοντος.



Εικόνα 23: Milgram P. et al,1994, augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum

Οι Milgram και ο Colquhoun αναφέρουν πως η επαυξημένη πραγματικότητα ορίζεται σε τρεις διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Αρχικά η παραδοσιακή επαύξηση του χώρου επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας εικονογραφικά μέσα, τα οποία καλύπτουν το χώρο με μια στρώση δεδομένων αντιληπτής μέσω των αισθήσεων. Η δεύτερη περίπτωση επαυξημένου χώρου, είναι εκείνη που επιτυγχάνεται μέσω εικονικών στοιχείων και ψηφιακών μέσων, ως αντιστοιχία της αρχικής περίπτωσης. Η τελευταία περίπτωση επαυξημένου χώρου περιλαμβάνει τις περιπτώσεις μίξης φυσικού και εικονικού περιβάλλοντος. Ενώ οι δυο πρώτες περιπτώσεις είναι απολύτως καλυμμένες από τον όρο επαυξημένη πραγματικότητα, η τελευταία περίπτωση έχει την ανάγκη ενός γενικότερου ορισμού. Έτσι ο Milgram και ο Colquhoun δημιούργησαν τον όρο μικτή

πραγματικότητα για να ορίσουν καταστάσεις στις οποίες δεν είναι ξεκάθαρο πιο είναι το πρωταρχικό περιβάλλον, το πραγματικό ή το εικονικό (Milgram P.- Colquhoun H., A taxonomy of real and virtual world integration, 1999, σελ.5-28). Μια άλλη προσέγγιση διατύπωσης του ορισμού της μικτής πραγματικότητας διατυπώθηκε από τον Hiroshi Ishii το 1999, ο οποίος προβλέπει πως η εξέλιξη του προσωπικού υπολογιστή θα γίνει σε δύο κατευθύνσεις, προς αυτήν του σώματος και αυτήν του φυσικού περιβάλλοντος μας. Η ομάδα του Ishii προσπάθησε να γεφυρώσει το κενό μεταξύ του κυβερνοχώρου και του φυσικού περιβάλλοντος δημιουργώντας απτές ψηφιακές πληροφορίες. Με αυτό το σκεπτικό, έδωσε μεγάλη σημασία στη μεταφορά των άυλων στοιχείων του ψηφιακού χώρου στο φυσικό κόσμο. Η προσέγγιση του Ishii πάει τον ορισμό των Milgram και Colquhoun ένα βήμα πιο 84 | μπροστά δίνοντας έμφαση στη φυσικότητα της ψηφιακής πλατφόρμας. (Hiroshi Ishii, Tangible bits: Coupling physicality and virtuality through tangible user interfaces, 1999, σελ.229-246).

Και ο Hamamoto (2011) αναφέρθηκε στον όρο «μικτής πραγματικότητας», η οποία σύμφωνα με αυτόν αποτελεί τη τεχνική συγχώνευσης των δύο πραγματικοτήτων, της εικονικής και της φυσικής. Ως εκ τούτου στη μικτή πραγματικότητα υπάρχουν δύο διαφορετικές τεχνικές επαυξημένης πραγματικότητας, η πρώτη αφορά πραγματικό χώρο όπου με προβολή εικονικών πληροφοριών επαυξάνεται ο φυσικός κόσμος και η δεύτερη αφορά την εικονική πραγματικότητα όπου επαυξάνεται μέσω πληροφοριών από τη φυσική πραγματικότητα (Hamamoto Kazuhiko, 2011, Άρθρο: Virtual reality and environment and its application to architecture). Η μικτή αυτή πραγματικότητα σχετίζεται με ένα πιο γενικό όρο τη «διαμεσολαβημένη πραγματικότητα»(mediated reality), κατά την οποία μια

οπτική της πραγματικότητας τροποποιείται και επαυξάνεται μέσω του υπολογιστή. Η επαύξηση γίνεται τυπικά σε πραγματικό χρόνο και συνδέεται από άποψης περιεχομένου με στοιχεία του περιβάλλοντος, με τη βοήθεια προηγμένης τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (π.χ. προσθέτοντας υπολογιστική όραση και αναγνώριση αντικειμένων). Στην επαυξημένη πραγματικότητα οι πληροφορίες σχετικά με τον περιβάλλοντα χώρο του χρήστη γίνονται διαδραστικές και δίνεται η δυνατότητα να χειραγωγηθούν ψηφιακά. Οι τεχνητές πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον και τα αντικείμενα του μπορούν να σχεδιαστούν πάνω από το πραγματικό κόσμο.

Παρόλο που οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας δεν είναι τόσο διαδεδομένες ακόμη στην αρχιτεκτονική, εντούτοις, ο επαυξημένος χώρος θα αποτελέσει για πολλούς αρχιτέκτονες μια πρόκληση και ευκαιρία επαναπροσδιορισμού της δουλειάς τους, καθώς θα πρέπει να συνδυάσουν διαφορετικούς χώρους για να μπορέσουν να επικαλύψουν το φυσικό χώρο με στρώματα δεδομένων. Μέσω αυτής της πρόκλησης, ο Manovich προβλέπει έτσι, ένα μέλλον στο οποίο ο κτισμένος χώρος και οι αντίστοιχες πληροφορίες θα συνυπάρχουν και θα ορίζουν μια ενιαία χωρική δομή. (Lev Manovich, *The poetics of augmented space: Learning form Prada*, 2002, σελίδα 226).



Εικόνα 25: Υβριδικός χώρος. Ψηφιακά αντικείμενα στο φυσικό χώρο

II.Π.Π Τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας_

Γενικά οι αλληλεπιδράσεις στο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας σύμφωνα με τον Broll et al.(2005) μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερα είδη:

1. Χωρική αλληλεπίδραση(Spatial interaction),
2. Αλληλεπίδραση εντολών(Command-based interaction),
3. Αλληλεπίδραση με το εικονικό(Virtual control interaction) και
4. Αλληλεπίδραση με το φυσικό κόσμο(Physical control interaction)

Η διαφορά των πιο πάνω αλληλεπιδράσεων έγκειται στον προαπαιτούμενο εξοπλισμό, το 87
 τρόπο εισαγωγής των δεδομένων από το μηχάνημα καθώς και την αναπαράσταση ή την εισαγωγή των εικονικών αντικειμένων στο φυσικό περιβάλλον. Στη χωρική αλληλεπίδραση γίνεται χειραγώγηση των χωρικών ιδιοτήτων των φυσικών αντικειμένων που πραγματοποιείται με απτές διεπαφές, οι οποίες επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μέσω των πραγματικών αντικειμένων. Οι αλληλεπιδράσεις εντολών πραγματοποιούνται μέσω χειρών ή κάποιας άλλης μορφής ελέγχου ή μέσω της φωνής, ακούγονται οδηγίες που είναι υπό εκτέλεση. Όσον αφορά την εικονική αλληλεπίδραση είναι το αποτέλεσμα χειρισμού τρισδιάστατων εικονικών αντικειμένων ώστε αυτά να συνδέονται με το μηχάνημα και να παρουσιάζονται στο οπτικό πεδίο του χρήστη. Τέλος, η φυσική αλληλεπίδραση, δηλαδή η σχέση ανθρώπου-μηχανής μέσω πινάκων ελέγχου που επιτρέπουν στη πρόσβαση στο φυσικό περιβάλλον αλλά και τον εικονικό κόσμο στο φυσικό.

Η τεχνολογία της AR χρησιμοποιεί τις λεγόμενες συσκευές "head-mounted displays" και τις "virtual retinal displays" για σκοπούς οπτικοποίησης καθώς και την κατασκευή ελεγχόμενων περιβαλλόντων που περιέχουν αισθητήρες και ενεργοποιητές (Belcher Daniel A., 2008). Πλέον, συναντάμε την επαυξημένη πραγματικότητα στην καθημερινότητα μας αν και ο περισσότερος κόσμος ίσως αγνοεί την ύπαρξη του όρου αυτού. Ένα απλό παράδειγμα της καθημερινότητας είναι οι αθλητικοί αγώνες όπου όταν προβάλλονται αγώνες κολύμβησης εμφανίζεται στις οθόνες νοητές γραμμές που δείχνουν τη κατεύθυνση των κολυμβητών. Ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη δημιουργία εικονικών αντικειμένων σε μουσεία, εκθέσεις και θεματικά πάρκα, όπως ακόμη και σε προβολή θεατρικών παραστάσεων ή συναυλιών μεταβάλλοντας το σκηνικό προβολής.

Η διάδοση της χρήσης των τεχνικών της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να βοηθήσει στη πρακτική της αρχιτεκτονικής και του αστικού σχεδιασμού καθώς και στην εμπειρία του χρήστη στο χώρο. Η επιτυχία των τεχνικών αυτών εξαρτάται συχνά από τη σύζευξη διαφόρων αισθητήρων, μηχανικών αλλά και ανθρώπινων.

Ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας συνίσταται από τα πιο κάτω:

1. Σύστημα λογισμικού και βάσεων δεδομένων (Software System and Databases),
2. Σύστημα θέσης χρήστη (Position-registration System),
3. Σύστημα προσανατολισμού του χρήστη (Orientation-registration System) και
4. Συσκευές προβολής (Display Device) (Soren S. Sorensen, 2006, The development of Augmented Reality as a tool of Architectural and Urban Design, σελ 27)



Εικόνα 26: Συσκευή προβολής, smart phone



Εικόνα 27: Γυαλιά προβολής επαυξημενου χώρου

Τον πυρήνα του συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας αποτελεί το λογισμικό και η βάση δεδομένων σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η βάση δεδομένων περιέχει τα τρισδιάστατα μοντέλα που θα προβληθούν καθώς και τα γεωμετρικές συντεταγμένες τους. Με βάση τα δεδομένα για τη θέση και τον προσανατολισμό του θεατή και του ψηφιακού μοντέλου, καθώς επίσης και το οπτικό του πεδίο, το λογισμικό αποδίδει το συγκεκριμένο εικονικό μοντέλο στη συσκευή προβολής. Όταν ο χρήστης μετακινείται ή αλλάζει προσανατολισμό τα εικονικά αντικείμενα παραμένουν στη θέση τους σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον και αποδίδονται σωστά σε σχέση με την κατεύθυνση του βλέμματος του χρήστη. Όσον αφορά το σύστημα θέσης του χρήστη, σκοπός του είναι να καταχωρεί τη σωστή γεωγραφική θέση του χρήστη ώστε τα εικονικά αντικείμενα να τοποθετούνται σωστά βάσει της θέσης του. Αντίστοιχη λειτουργία έχει

και το σύστημα προσανατολισμού, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη σωστή ενημέρωση της οπτικής γωνίας θέασης του χρήστη ώστε να απεικονίζεται η σωστή προοπτική και να τοποθετούνται σε σωστή απόσταση τα εικονικά αντικείμενα στο χώρο. (Sorensen S. Soren, 2006, σελ 28).

90 Σύμφωνα με τον Lev Manovich, "Κατά πόσο κατανοούμε μια συγκεκριμένη κατάσταση ως εμπύθιση ή επαύξηση είναι απλά θέμα κλίμακας. Ανάλογα με το μέγεθος της οθόνης αλλάζει και η αντίληψη του γύρω περιβάλλοντος. Όταν η οθόνη διαμεσολαβημένης απεικόνισης του πραγματικού είναι μικρή σε μέγεθος, τότε δεν επικαλύπτει τη φαινομενολογική αντίληψη του πραγματικού χώρου και έτσι θεωρείται μέσο επαύξησης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως το μέλλον των συσκευών που θα υποστηρίζουν την Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι πολύ πιθανόν να χαρακτηρίζεται όχι μόνο από το εξαιρετικά μικρό μέγεθος, αλλά και από μία τάση ενσωμάτωσης στο ρουχισμό του ή ακόμα και στο ίδιο το σώμα του χρήστη. Αυτό θα προσφέρει μία αίσθηση ελευθερίας και φυσικότητας στις κινήσεις του χρήστη, διότι πλέον δεν θα χρειάζεται να φέρει μία πρόσθετη 'ενοχλητική' συσκευή μαζί του για να αποκωδικοποιεί το ψηφιακό περιβάλλον." (Lev Manovich, The poetics of augmented space, University of California, San Diego, 2002, σελ.222).



Εικόνα 28 : εφαρμογή AR, επέκταση

II.II.III Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας_

Στην εποχή που ζούμε οι επαυξημένες εφαρμογές έχουν αλλάξει την ανθρώπινη συμπεριφορά και αντίληψη του φυσικού χώρου. Τα ασύρματα δίκτυα και οι φορητές συσκευές έχουν κατακλύσει τους δημόσιους χώρους. Παρόλο που η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια νέα εξέλιξη στο χώρο της τεχνολογίας παρατηρείται μια ευρεία χρήση του με εφαρμογές στα smartphones¹ όπως το Wikitude², το Layar³ και άλλα. Αυτό έχει επηρεάσει και την αρχιτεκτονική όπου η χρήση συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να δώσει τη δυνατότητα να έχουμε αίσθηση και εμπειρία από χώρους που βρίσκονται ακόμα στη φάση του σχεδιασμού και έτσι να λειτουργήσει σαν ένα βοηθητικό όργανο κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού αλλά και της κατασκευής. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να έχει εμπειρία του χώρου ωσάν αυτός να ήταν ήδη κτισμένος (S. Sorensen, 2006, σελ 31). Ακόμα ο αρχιτέκτονας μέσω των εφαρμογών της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να παρέχει ένα δομημένο περιβάλλον στο οποίο εμπλουτίζεται με διάφορες πληροφορίες και έτσι να δίνεται η ευκαιρία στο χρήστη να αντιληφθεί το χώρο διαφορετικά (Matsuda K., 2010 Άρθρο: Domestic city: The disclosed home in augmented space). Γενικότερα η παράθεση πληροφοριών στο χώρο

1 Τα smartphones, αποτελούν την φυσική εξέλιξη των κλασικών συσκευών κινητής τηλεφωνίας. Είναι μια συσκευή τηλεπικοινωνίας, η οποία έχει επιπρόσθετα την δυνατότητα να πραγματοποιήσει κάποιες από τις εργασίες που εκτελούν οι προσωπικοί υπολογιστές.

2 Wikitude Browser World - ένα πρόγραμμα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την προώθηση εναλλακτικών μορφών τουρισμού.

3 ΤοLayar Browser είναι εφαρμογή για κινητά επαυξημένης πραγματικότητας που δείχνει τι είναι γύρω μας με την επίδειξη σε πραγματικό χρόνο των ψηφιακών πληροφοριών, επάνω στην εικόνα της πραγματικότητας.

και η νοηματοδότηση τους από τους χρήστες μπορεί να επιτευχθεί με τις νέες δυνατότητες που παρέχονται μέσα από τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (Manovich,2002).

Από την έρευνα που έχει γίνει για τους σκοπούς αυτής της εργασίας έγινε φανερό ότι παρόλο που υπάρχουν πολλές δυνατότητες χρήσης στο χώρο της αρχιτεκτονικής εντούτοις η χρήση της στο χώρο αυτό, ακόμα είναι περιορισμένη και τη συναντάμε περισσότερο στο πεδίο της αγοράς όπου χρησιμοποιείται σαν εργαλείο τρισδιάστατης οπτικοποίησης αυτού που πρόκειται να αγοραστεί (Ana Regina, Mi zrahy Cuperschmid, Marcia Regina de Freitas, Regina Coeli Ruschel , 2013, Technologies that support Augmented reality applied to Architecture and Construction,σελ 48) .

Πιο κάτω παρουσιάζονται κάποιες από τις εφαρμογές οι οποίες θεωρήθηκαν ως οι πιο 93
αντιπροσωπευτικές και σχετικές με το χώρο της αρχιτεκτονικής έτσι ώστε να μελετηθούν και να δούμε κατά πόσο και με ποιο τρόπο συμβάλουν στην χωρική αντίληψη.

II.II.III.A Urban Simulation and the Luminous Planning Table_

Η εφαρμογή αυτή έχει σκοπό να γεφυρώσει το κενό μεταξύ του ψηφιακού και του απτικού. Το Urban Simulation and the Luminous Planning Table δημιουργήθηκε στο εργαστήριο του MIT και αποτελεί από τα πρώτα πρωτότυπα που προσφέρουν απτική διεπαφή με τον ψηφιακό χώρο. Η χρησιμότητα αυτών των πλατφορμών είναι η ικανότητα τους να συνδυάζουν και να ενημερώνουν ψηφιακά και απτά δεδομένα για την ενίσχυση διαδικασίας του σχεδιασμού, της επικοινωνίας με το κοινό καθώς και της καλύτερης κατανόησης των χωρικών σχέσεων. Η χρήση αυτού του συστήματος είναι μοναδική στον σχεδιασμό και την παρουσίαση. Είναι μια διαδικασία στην οποία, 94 | η δραστηριότητα της προβολής φυσικών μοντέλων και η προβολή των κινουμένων σχεδίων και ηλεκτρονικών προσομοιώσεων είναι ξεχωριστά. Αυτή η δυνατότητα συμμετοχής και των δύο φύσεων, προσφέρει ένα ολοκληρωμένο μέσο για την παροχή πληροφοριών και η κατανόηση του αντικειμένου είναι πολλά υποσχόμενη. Αυτά τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν όχι μόνο ως εργαλεία σχεδιασμού για τους αρχιτέκτονες αλλά και ως μια διαδραστική εφαρμογή για να εμπλουτίσουν την επικοινωνία και τη μάθηση στη διαδικασία σχεδιασμού. Σκοπός των συστημάτων αυτών, είναι η ανάγκη των σχεδιαστών για ανάπτυξη νέων τύπων και εικόνων, για οπτικοποίηση και προσομοίωση τα οποία θα οδηγήσουν στην καλύτερη κατανόηση των χώρων που έχουν σχεδιάσει για το κοινό. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να πάρει στα χέρια του το τρισδιάστατο μοντέλο, να το στρέψει και να το παρατηρήσει. Μπορεί να κατανοήσει τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του και

να αλληλεπιδράσει μαζί του. Η διαδραστικότητα που παρέχει το σύστημα αυτό είναι ένα υπέρ στην καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου και η οικειοποίηση του με το εικονικό αντικείμενο. (Eran Ben-Joseph, Hiroshi Ishii, John Underkoffler, Ben Piper, & Luke Yeung, 2001, Urban Simulation and the Luminous Planning Table, Journal of Planning Education and Research, Association of Collegiate Schools of Planning, σελίδα 196-203). Σκεφτόμενοι τις δυνατότητες σχηματισμού νοερής εικόνας, χωρικού προσανατολισμού και κατανόησης χωρικών σχέσεων που μας προσφέρει η εφαρμογή αυτή οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι τέτοιου είδους εφαρμογές συμβάλλουν στη χωρική ικανότητα όπως αυτή ορίστηκε από τους Lohman (1979), Lee και Bednarz (2009) και συνεπώς οδηγούμαστε στην ενίσχυση της χωρικής αντίληψης.

95

Για να επιβεβαιωθούν τα πιο πάνω συμπεράσματα, ερευνήθηκε κατά πόσο υπάρχουν πειράματα στα οποία έχει συνδεθεί η χωρική αντίληψη με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας έτσι ώστε να γίνει πιο αντιληπτή και ξεκάθαρη η σχέση τους.

Σύμφωνα λοιπόν με μελέτες που έγιναν από τους Shelton και Hedley (2004) μέσω των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας οι χρήστες αποκτούν γνώσεις για τις χωρικές σχέσεις (τις οποίες ονόμασαν χωρικές γνώσεις) με προβολή 3D αντικειμένων ή τοπίων κρατώντας τα στα χέρια τους, περιστρέφοντας τα και φέρνοντας τα πιο κοντά για καλύτερη ανάγνωση, όπως συμβαίνει στην εφαρμογή Urban Simulation and the Luminous Planning Table. Οι 'χωρικές γνώσεις' βασίζονται στην αφή και την κίνηση του σώματος, στις πληροφορίες που προσφέρονται οπτικά και στο συνδυασμό πολλαπλών πληροφοριών και εμπειριών που συντίθενται σε μια χρονική περίοδο. Έτσι οι 'χωρικές

γνώσεις' που παρέχει η AR είναι οι ακόλουθες:

1. Procedural knowledge, η οποία επιτρέπει τη κίνηση σε ένα χώρο και παρέχει πληροφορίες βάση των οποίων γίνεται η περιπλάνηση στο χώρο,
2. Declarative knowledge, αφορά απλά γεγονότα που γίνονται στο χώρο και τις οντότητες που αυτός περικλείει και
3. Configurationally knowledge, η οποία δίνει τη δυνατότητα δημιουργία ενός γεωγραφικού χάρτη, ο οποίος περιέχει πληροφορίες για τις θέσεις, κατευθύνσεις, αποστάσεις και χωρικές σχέσεις των οντοτήτων του φυσικού χώρου.

96

(Brett E. Shelton, Nicholas R. Hedley, Exploring a Cognitive Basis for Learning Spatial Relationships with Augmented Reality, Utah State University, ITLS Faculty Publications, 2004, σελίδα 324-333)

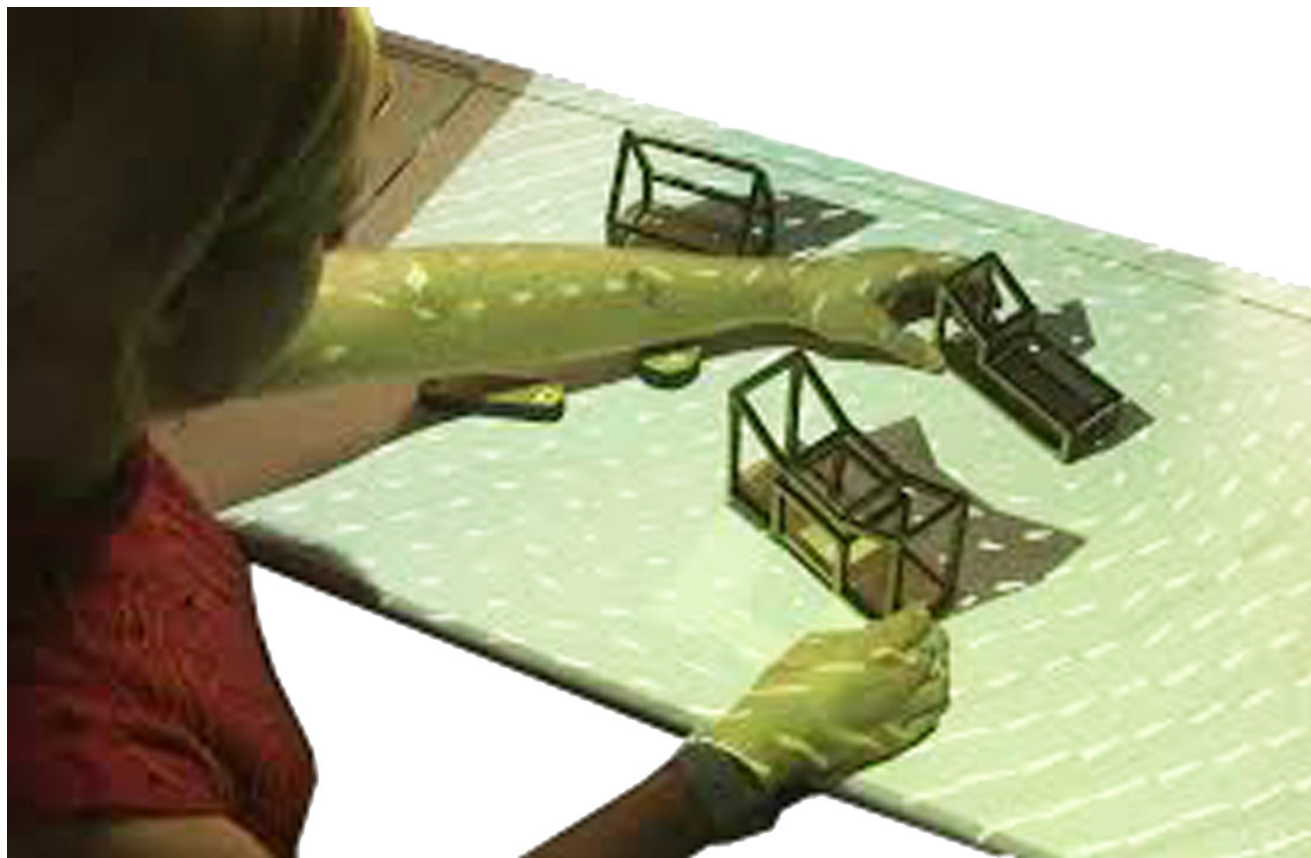
Σύμφωνα με τους Shelton και Hedley (2004) το πλεονέκτημα που παρουσιάζουν τα AR interfaces (διεπαφές) σε σχέση με τα εικονικά συστήματα είναι ότι επιτρέπουν στους χρήστες να βλέπουν τρισδιάστατες απεικονίσεις σε οικεία και καθημερινά δεδομένα χωρίς τον αποπροσανατολισμό και την εμβύθιση σε εικονικά περιβάλλοντα. Αυτό επιτυγχάνεται φορώντας στο κεφάλι μια οθόνη υγρών κρυστάλλων , HMD , που προσφέρει θέα στο πραγματικό κόσμο, ενισχυμένο με εικονικά στοιχεία. Παράλληλα ένα από τα μειονεκτήματα της εμβύθισης σε εικονικά περιβάλλοντα είναι η αίσθηση που προκαλείται του αποπροσανατολισμού και η δυσκολία της κίνησης, καθώς ο χρήστης βρίσκεται σε ένα χώρο όπου υπάρχουν μόνο εικονικά αντικείμενα. Ενώ στον επαυξημένο χώρο ο χρήστης έχει

τη δυνατότητα να συνδυάσει το 3D αντικείμενο με διαφορετικές οπτικές θέασης χωρίς να χάσει τα πλεονεκτήματα της κίνησης του αντικειμένου είτε της ατομικής κίνησης μέσα στο χώρο, η οποία δημιουργεί τα συμβάντα, έτσι ώστε να διεγείρονται όλες οι αισθήσεις για την απόκτηση της χωρικής γνώσης.

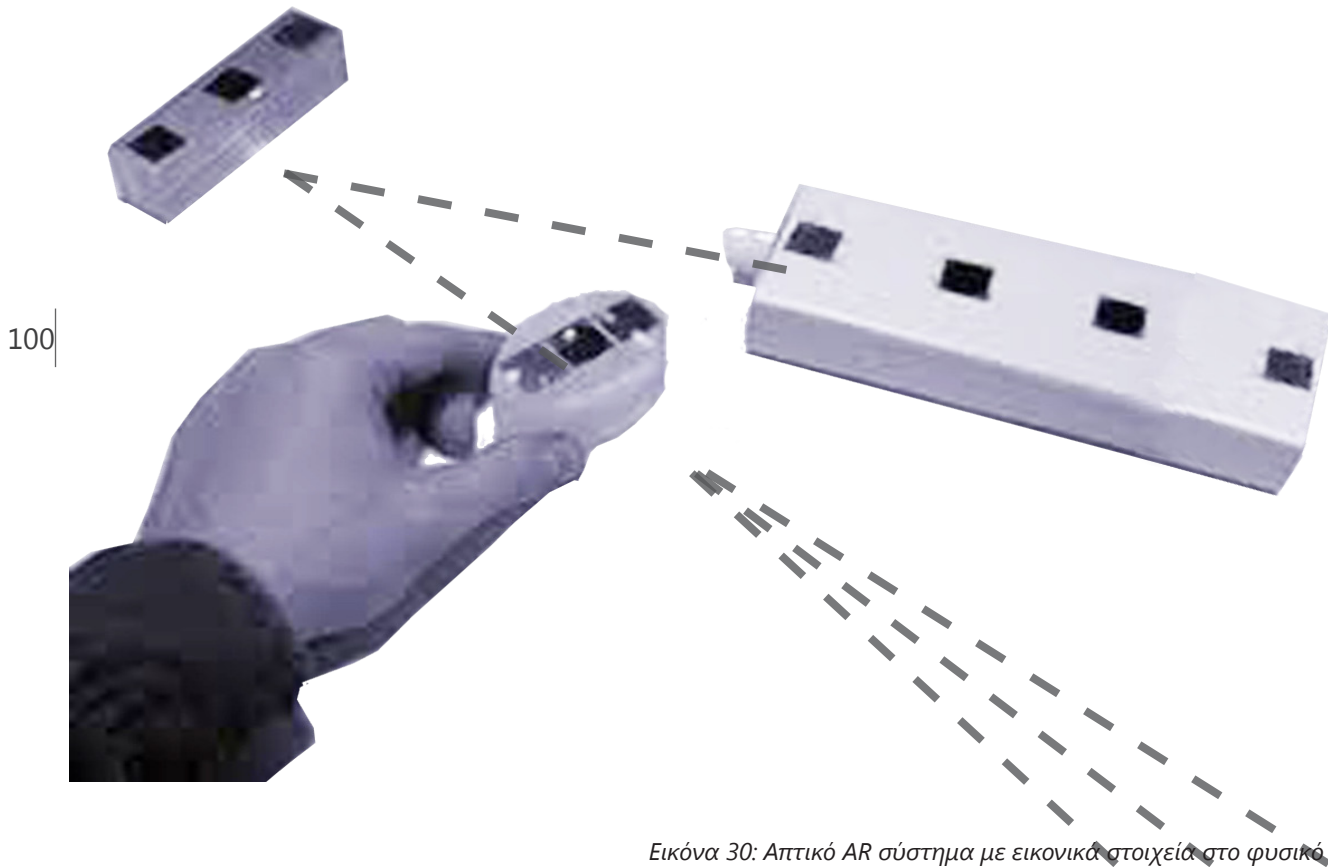
Οι ερευνητές του πανεπιστημίου για να μπορέσουν εμπειρικά να υποστηρίξουν τις πιο πάνω θεωρίες τους, πέρασαν σε κάποια πειράματα. Στο πρώτο πείραμα συμμετείχαν 20 άτομα τα οποία αρχικά έπρεπε να κάνουν κάποιες εργασίες που περιλάμβαναν βασικά τρισδιάστατα μοντέλα. Οι εργασίες αυτές είχαν ως στόχο την κατανόηση του ρόλου των οπτικών και χωρικών στοιχείων στην οπτικοποίηση. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να κρίνουν τις χωρικές σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων και να τα περιστρέψουν σε συγκεκριμένες γωνίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι συμμετέχοντες ανέπτυξαν τη χωρική τους ικανότητα, καθώς έμαθαν και κατανόησαν καλύτερα τις χωρικές σχέσεις, διαχειριζόμενοι με φυσικό τρόπο τα εικονικά αντικείμενα μέσα στο φυσικό χώρο. Το επόμενο πείραμα αφορούσε 100 άτομα, δύο ομάδες των 50 αντίστοιχα, τα οποία κλήθηκαν να δουλέψουν σε αντιληπτικές εργασίες, δηλαδή να λύσουν χωρικά προβλήματα και να απομνημονεύσουν απεικονίσεις. Η διαφορά των ομάδων ήταν ο τρόπος αλληλεπίδρασης τους με τα εικονικά αντικείμενα. Η πρώτη ομάδα χρησιμοποίησε τεχνολογίες VR ενώ η δεύτερη τεχνολογίες AR. Το αποτέλεσμα κρίθηκε από τη σύγκριση ταυτόσημων δραστηριοτήτων των δύο ομάδων. Πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πείραμα, μετρήθηκε η χωρική ικανότητα και η χωρική αντίληψη όλων των συμμετεχόντων. Απέδειξαν πως η χρήση AR έχει ευεργετική επίδραση στη χωρική αντίληψη

καθώς οι χαμηλότερες αποδόσεις χρηστών της AR ήταν αντίστοιχες με τις ψηλότερες αποδόσεις χρηστών της VR. Σημαντικό ρόλο στην AR έπαιξε η οπτικοποίηση του περιεχομένου και ο φυσικός χειρισμός των στοιχείων στο πραγματικό χώρο και χρόνο σε σχέση με τον εικονικό χειρισμό μπροστά από την οθόνη ενός υπολογιστή (Shelton, Hedley, 2004, σελίδα 336-341).

Εκτός από την οπτική και αισθητικοκινητική τροφοδότηση από τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας ένα άλλο προτέρημα τους σε σχέση με τα εικονικά συστήματα είναι ότι οι διεπαφές γίνονται σε ένα οικείο χωρικό και οπτικό περιεχόμενο για τους χρήστες. Αυτός ο συνδυασμός παρέχει μια πιο άμεση σχέση μεταξύ των χρηστών και των χωρικών απεικονίσεων. Οι έρευνες της 98 | AR προσθέτουν στοιχεία στην ολοκλήρωση της θεωρίας της οπτικής αντίληψης της γνωστικής ψυχολογίας για τα νέα αυτά συστήματα. Όπου εξετάζουν πως ο άνθρωπος λαμβάνει αποφάσεις βάση το νέο φυσικό και χωρικό του περιβάλλον (Shelton, Hedley, 2004, σελίδα 353). Επομένως και με βάση το πιο πάνω πείραμα το οποίο βασίστηκε σε απτικές τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας θα μπορούσαμε να πούμε ότι εφαρμογές σαν το Urban Simulation and the Luminous Planning Table μπορούν να αποτελέσουν βοηθήματα για την καλύτερη κατανόηση των αντικειμένων και των χωρικών σχέσεων που τα διέπουν και συνεπώς συμβάλλουν στην αντίληψη του χώρου.



Εικόνα 29: Urban Simulation and the Luminous Planning Table
βιντεο πως λειτουργεί η εφαρμογή στο <https://www.youtube.com/watch?v=ssuH2KICJpo>



Εικόνα 30: Απτικό AR σύστημα με εικονικά στοιχεία στο φυσικό χώρο

II.ΙΙ.ΙΙΙ.Β. Augmented Round Table for Architecture and Urban Planning The Arthur system_

Οι Broll et al (Broll et al, 2004, ARTHUR: A collaborative augmented environment for architectural design and urban planning, London Uk) δημιούργησαν το σύστημα ARTHUR (Augmented Round Table for Architecture and Urban Planning) το οποίο είναι ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας το οποίο διαθέτει το περιβάλλον και τα εργαλεία στον αρχιτέκτονα αλλά και στο χρήστη να συνεργαστούν κατά τη διάρκεια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Βασικός σκοπός του προγράμματος είναι να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου. Το σύστημα 101 αυτό προσπαθεί να διατηρήσει τη φυσική επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των χρηστών ενώ έρχονται σε επαφή με εικονικά αντικείμενα. Το σύστημα αυτό δημιουργεί ένα επαυξημένο περιβάλλον έτοιμο να χρησιμοποιηθεί από διαφορετικούς χρήστες εύκολά και σε πραγματικό χρόνο. Το Arthur system μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς τομείς όπου χρειάζεται συνεργασία αλλά απευθύνεται κυρίως σε αρχιτέκτονες. Το σύστημα αυτό βασίζεται στο πλαίσιο AR MORGAN, σε επαυξημένες επιδείξεις , σε μηχανισμούς υποδοχής του υπολογιστή ερεθισμάτων που παρέχει ο χρήστης αλλά και στη διαμόρφωση γραφικής διεπαφής του χρήστη. Μέσω του πλαισίου AR MORGAN ο χρήστης χρησιμοποιεί Head Mounted displays ή άλλες συσκευές υποδοχής που του επιτρέπουν να οραματιστεί τρισδιάστατα τα 'σενάρια' ARTHUR. Η επάυξηση στο σύστημα γίνεται μέσω της οπτικής παρεμβολής του 3D-αντικειμένου στο πραγματικό περιβάλλον. Ο τρισδιάστατος οραματισμός βασίζεται σε μια

102 γραφική αρχιτεκτονική σκηνή στην οποία ενώ μέσω γραφικών επιχειρείται η απόδοση της πραγματικότητας παράλληλα εισάγονται και άλλα εξωτερικά γραφικά για να διατηρηθούν οι δομές του σκηνικού. Το σκηνικό αυτό των γραφικών μπορεί να στηρίξει εισαγωγή βίντεο και δημιουργία ανύπαρκτων αντικειμένων αλλά ταυτόχρονα σου δίνει τη ευκαιρία διαδραστικότητας μέσω επιλογής και επισήμανσης αντικειμένων καθώς και ανίχνευσης σχέσεων μέσα στο σκηνικό αυτό. Καθώς για κάθε χρήστη παρέχεται ένας μηχανισμός τρισδιάστατου οραματισμού, κάθε αλλαγή που γίνεται από κάθε χρήστη συγχρονίζεται αυτόματα με τις αλλαγές που μπορεί να κάνει κάποιος άλλος. Παράλληλα το πλαίσιο MORGAN παρέχει τους μηχανισμούς διανομής και επικοινωνίας οι οποίοι χρειάζονται έτσι ώστε να αναγνωρίζονται από το σύστημα ο εντοπισμός του χρήστη, οι κινήσεις του κεφαλιού καθώς και οι χειρονομίες του, όπως επίσης παρέχει και βασικά στοιχεία όπως το πληκτρολόγιο ή το ποντίκι. Τα βασικά στοιχεία διεπαφής του συστήματος αυτού τα οποία αναγνωρίζονται από το σύστημα του υπολογιστή είναι αντικείμενα (Placeholder objects-PHO) τα οποία μπορεί ο χρήστης να τα πάρει στα χέρια του , να τα μετακινήσει και να τα περιστρέψει καθώς επίσης και τα ραβδιά-δείκτες τα οποία επιτρέπουν την πλοήγηση στο εικονικό μενού και την επεξεργασία σχήματος των αντικειμένων. Πέραν από αυτό το σύστημα μπορεί να δεκτεί εντολές μέσω χειρονομιών και κινήσεων των δαχτύλων. Για να γίνει αυτό εφικτό το σύστημα χρησιμοποιεί μια γλώσσα γραφικών (GRAIL) που επιτρέπει στους χρήτες να ρυθμίσουν τις σχέσεις μεταξύ μηχανισμών υποδοχής και εικονικών αντικειμένων, δηλαδή για παράδειγμα πως 'μεταφράζεται' κάθε χειρονομία και τι αντίκτυπο έχει στο εικονικό αντικείμενο (Broll W., Lindt I., et al, ARTHUR: A collaborative augmented environment for

architectural design and urban planning, Sankt Augustin, Germany).

Είναι σημαντικό ότι οι μηχανισμοί επαυξημένης πραγματικότητας που χρησιμοποιούνται που δεν επεμβαίνουν στη φυσικότητα. Έτσι το σύστημα επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να μοιράζονται το ίδιο εικονικό περιβάλλον αλλά ακόμα το σύστημα επιτρέπει να γίνονται αντιληπτές από όλους τους χρήστες οι οποιοσδήποτε επεμβάσεις σε αυτό. Αυτό το γεγονός δημιουργεί την αίσθηση της πραγματικής επέμβασης και διάδρασης στο εικονικό περιβάλλον. (Moeslund T.B, Storrington M., Broll W., Aish F., Liu Y. Granum E., The ARTHUR system: An Augmented Round Table). Αυτό επιτεύχθηκε μέσα από τη δυναμική εμπειρία που τους προσέφερε το σύστημα και όχι μέσα από τη στατικότητα (Broll et al, 2004, σελ 8). Στα αποτελέσματα που αναφέρονται στο σύστημα αυτό τονίζεται ότι τόσο οι αρχιτέκτονες που είχαν εμπειρία του συστήματος όσο και οι χρήστες κατανόησαν περισσότερο τις χωρικές δομές και σχέσεις του περιβάλλοντος (Broll et al, 2004, σελ 9).

Με σκοπό να μελετηθούν οι επιπτώσεις που έχουν απτά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας, όπως το Arthur, στη χωρική αντίληψη στο πανεπιστήμιο του Σύννεϋ στην Αυστραλία το 2006, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα με ερώτημα κατά πόσον μπορεί η παρουσία εικονικών αντικειμένων στον πάγκο σχεδιασμού μπορεί να επηρεάσει τη χωρική αντίληψη. Η πρόβλεψη που έγινε πριν από το πείραμα ήταν ότι θα υπήρχε βελτίωση της χωρικής γνώσης λόγω της απτής παρουσίας εικονικών αντικειμένων.

Η πρόβλεψη αυτή βασίστηκε στο ότι ο άνθρωπος είναι δύσκολο να προβεί σε περίπλοκες συλλογιστικές χωρίς τη βοήθεια γνωστικών εργαλείων. Στη θεωρία του, ο Norman (1991) ορίζει

ως γνωστικά αντικείμενα τα εργαλεία, τα οποία είναι εξωτερικά βοηθήματα για τη βελτίωση των γνωστικών ικανοτήτων. Οι ερευνητές έχοντας στο μυαλό τους ότι η τεχνολογία AR επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ των φυσικών και ψηφιακών κόσμων επικεντρώνεται σε συγκεκριμένες θεωρίες όπως αυτή του Wang et al (2001). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, η φυσική αλληλεπίδραση με ένα αντικείμενο παρέχει απτική αλληλεπίδραση άρα άμεση επαφή με το αντικείμενο όπως επίσης παρέχει άμεση και διαισθητική κατανόηση. Για παράδειγμα όταν ο άνθρωπος πάρει στα χέρια του, το αντικείμενο και το περιστρέψει, τοποθετήσει και παρατηρήσει το μέγεθος και το σχήμα και τη δυνατότητα χρήσης του.

104

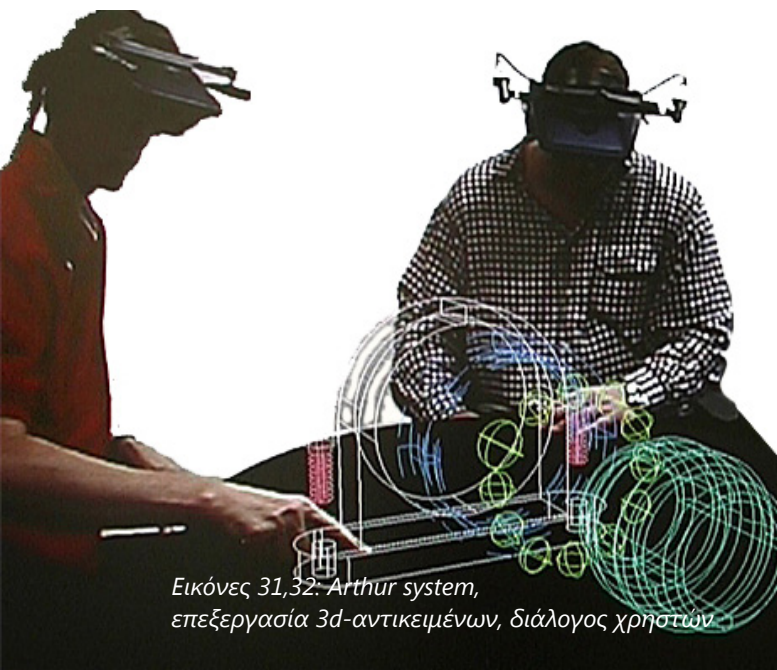
Οι Mi Jeong Kim και Mary Lou Maher (2006, The impact of tangible user interface on designers' spatial cognition, Australia, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney) για τις ανάγκες του πειράματος καθόρισαν την έννοια του χώρου, όπου δε μιλούμε για ένα άδειο χώρο, συσχετίζοντας την με την ταυτότητα και τις σχετικές θέσεις και σχέσεις των αντικειμένων. Έτσι προχώρησαν σε μια ανάλυση του πώς αντιλαμβανόμαστε το χώρο και τα αντικείμενα που βρίσκονται γύρω μας. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αυτό γίνεται μέσω της κιναισθησης και της απτικής σχέσης, αφού μέσω των απτών συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας μας δίνεται η δυνατότητα να κατασκευάσουμε μια χωρική απεικόνιση των αντικειμένων που υπάρχουν στο χώρο. Αναφέρθηκαν ακόμα στο συνδυασμό ομιλίας και χειρονομιών ο οποίος χαρακτηρίζει χωρικές σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων και μπορεί να είναι επωφελής για τη γνωστική επεξεργασία.

Στο πείραμα οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, χρήστες AR και VR συστημάτων

αντίστοιχα. Η ομάδα επαυξημένης χρησιμοποίησε απτά συστήματα όπως το ARTHUR system. Σε όλους τους συμμετέχοντες δόθηκε ένα τρισδιάστατο μοντέλο ενός κτιρίου και τους ζητήθηκε η αποκατάσταση του. Για τις ανάγκες του πειράματος οι γνωστικές δράσεις καταμερίστηκαν σε τέσσερις κατηγορίες από τις οποίες οι τρεις πρώτες ανταποκρίνονται στα επίπεδα με τα οποία επεξεργαζόμαστε τις εισερχόμενες πληροφορίες: α) στις ενέργειες με τα τρισδιάστατα μοντέλα, β) στις αντιληπτικές ενέργειες, αναφέρεται σε δράσεις που αντιστοιχούν στις οπτικο-χωρικές δυνατότητες του αντικειμένου, γ) στις λειτουργικές δράσεις, δηλαδή στη σύλληψη μη οπτικών πληροφοριών και δ) στην επικοινωνία κατά τη διάρκεια σχεδιασμού και στην ανταλλαγή ιδεών. Κατά τη διάρκεια του πειράματος καταγράφηκαν οι συμπεριφορές και οι αντιδράσεις των χρηστών με τα AR και VR συστήματα, καθώς και επιτυχία τους στην ανακάλυψη αντικειμένων και χώρων κατά τη διάρκεια του πειράματος, τα οποία αποτέλεσαν μέτρο των ικανοτήτων σε σχέση με τη χωρική γνώση. Το αποτέλεσμα έδειξε πως οι ομάδες της εικονικής συζήτησαν για πολύ ώρα λεκτικά τις ιδέες τους πριν τις υλοποιήσουν στον υπολογιστή. Αντίθετα οι συμμετέχοντες του Arthur system, από την αρχή τοποθετούσαν αντικείμενα στο χώρο προσδιορίζοντας τις θέσεις και τις χωρικές τους σχέσεις. Ακόμα παρατηρήθηκε ότι στην προσπάθεια να εντοπίσουν της θέση ενός αντικειμένου, οι χρήστες της VR ομάδας συγκεντρώνονταν μόνο στη συγκεκριμένη θέση ενώ αντίθετα οι χρήστες AR συστημάτων προσπαθούσαν να λύσουν το πρόβλημα επεξεργαζόμενοι άμεσα τα αντικείμενα ενώ παράλληλα η χρήση των AR συστημάτων τους επέτρεπε να ανακαλύψουν νέους χώρους και να δημιουργήσουν νέες χωρικές σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Οι χρήστες AR συστημάτων είχαν τη δυνατότητα

να περιστρέψουν τα αντικείμενα, να τα επεξεργαστούν και να επαναπροσδιορίσουν το χώρο, ανακαλύπτοντας έτσι ιδιότητες αντικειμένων και χαρακτηριστικά χώρων με κινήσεις που κανονικά δεν θα τολμούσαν. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα απτά συστήματα AR (όπως το ARTHUR) μπορούν τελικά να υποστηρίξουν δημιουργικές λύσεις οι οποίες είναι σχετικές με τη βελτίωση χωρικών γνώσεων του χρήστη (Mi Jeong Kim and Mary Lou Maher, 2006, Australia, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney). Έτσι συνδέοντας το πείραμα αυτό με το δικό μας ερευνητικό ερώτημα καταλήγουμε στο ότι τα επαυξημένα συστήματα πραγματικότητας μπορούν να υποβοηθήσουν τη χωρική αντίληψη του χρήστη, ο οποίος αντιλαμβάνεται τη γεωμετρία των αντικειμένων και τις μεταξύ τους σχέσεις.

Οι δυο πιο πάνω εφαρμογές Urban Simulation και The Arthur system αποτελούν απτά εργαλεία AR για τη σχεδιάση αρχιτεκτονικών έργων ενώ επίσης συνεισφέρουν στην κατανόηση των χώρων από το χρήστη. Αυτό γίνεται με την αλληλεπίδραση του χρήστη με τα αντικείμενα και τα στοιχεία του χώρου καθώς επίσης και με το διάλογο που αναπτύσσεται μεταξύ αρχιτέκτονα και χρήστη ενώ συμμετέχουν και οι δυο στο σύστημα AR. Ουσιαστικά οι πληροφορίες που παρέχονται από το σύστημα σε συνδυασμό με την αλληλεπίδραση με τα ψηφιακά αντικείμενα και με τους άλλους συμμετέχοντες (π.χ αρχιτέκτονα) όπως συμβαίνει στα απτά συστήματα AR, είναι αυτό που ουσιαστικά βοηθά το χρήστη να κατανοήσει τα στοιχεία του χώρου, τις σχέσεις που τα διέπουν και να ενισχύσει τη χωρική του αντίληψη.



Εικόνες 31,32: Arthur system,
επεξεργασία 3d-αντικειμένων, διάλογος χρηστών



II.ΙΙ.ΙΙΙ.Γ. 555 KUBIK-Hamburg Kunsthalle_

Πέραν από τις δυο εφαρμογές που αναφέρθηκαν και που αποτελούν μέρος της διαδικασίας του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθούμε και στο κτίριο αυτό το οποίο βασίζεται στην προσθήκη επαυξημένης πραγματικότητας σε ένα υφιστάμενο κτίριο (projection mapping¹) και το οποίο φαίνεται να μετατοπίζει την ήδη υπάρχουσα αντίληψη του χρήστη για το κτίριο. Το κτίριο αυτό αποτελεί ένα διαδραστικό στοιχείο μέσα στη πόλη, που προκαλεί την αισθητική μας , αλλά και τη σχέση μας με το δομημένο περιβάλλον. Αυτό είναι ένα σημείο που αξίζει να αναφερθεί στη
108| συζήτηση μας περί ψηφιακών μέσων και χωρικής αντίληψης.

Η συζήτηση αφορά ένα κτίριο του Oswald Mathias Ungers που λειτουργεί ως μουσείο τέχνης, το Hamburg Kunsthalle , στο Αμβούργο της Γερμανίας .Η σύλληψη του έργου αυτού προέρχεται από την ίδια την αρχιτεκτονική του κτιρίου, δηλαδή από τη θεωρητική σύλληψη και τα οπτικά μοτίβα του υφιστάμενου κτιρίου. Έτσι στην πρόσοψη του κτιρίου η UrbanScreen με τον Daniel Rossa δημιούργησε μια τρισδιάστατη προβολή, μια αφήγηση που βασική της ιδέα ήταν να διαλύσει και να σπάσει την αυστηρή αρχιτεκτονική του υπάρχοντος κτιρίου θέτωντας σαν ερώτημα "How it would be, if a house was dreaming?"

<https://www.youtube.com/watch?v=3h3D6dCLAeo>

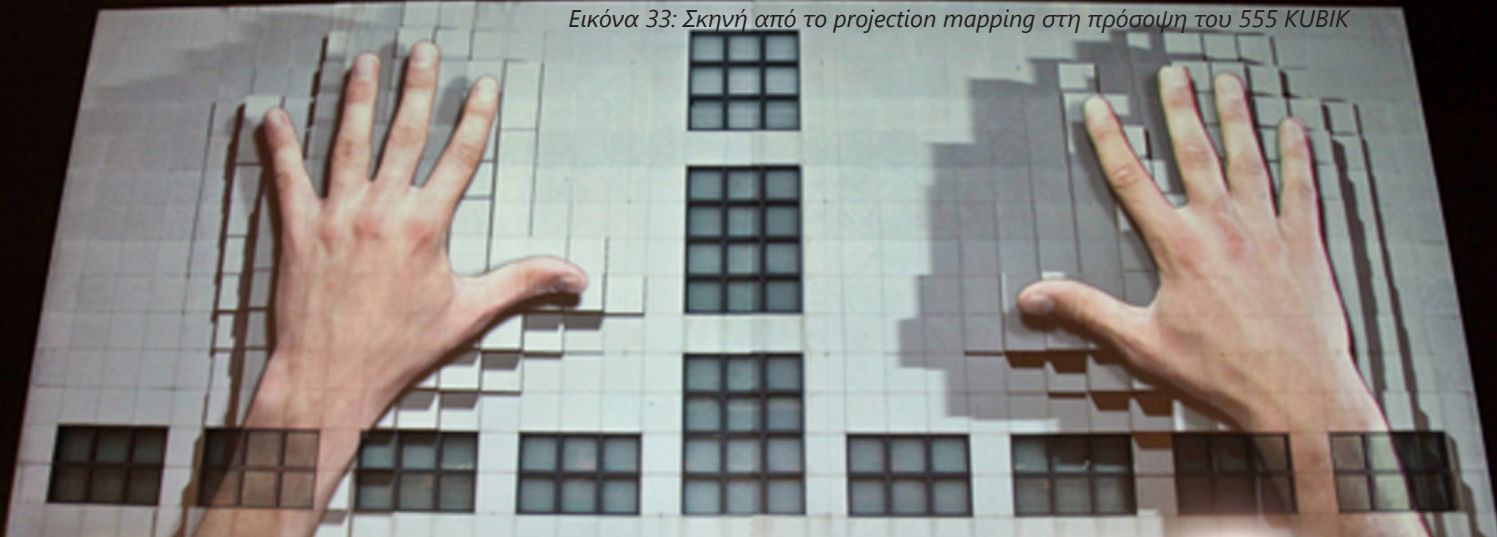
1 Είναι μια τεχνική προβολής AR που χρησιμοποιείται για να μετατρέψει αντικείμενα σε οθόνες προβολής. Η τεχνική αυτή αξιοποιείται από καλλιτέχνες και διαφημιστές θέλοντας να προσθέσουν επιπλέον διαστάσεις στο χώρο , οπτικές ψευδαισθήσεις και να δώσουν κίνηση σε στατικά αντικείμενα.

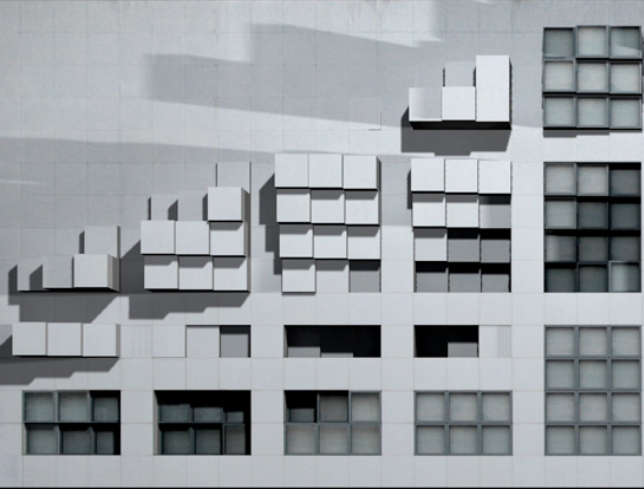
Αυτή η προβολή δημιουργεί την ψευδαίσθηση της κίνησης στο κτίριο όπου φαίνεται σαν οι δομικοί λίθοι που απαρτίζουν το κτίριο, να 'χορεύουν' και να ρέουν σαν να ήταν μέρος ενός κύματος. Έτσι, μέσα από τα γραφικά και την κίνηση γίνονται φανερές διαφορετικές ερμηνείες της γεωμετρίας και της αισθητικής και αυτό γίνεται εφικτό μέσω των νέων μέσων επαυξημένης πραγματικότητας . Οι προβολές που γίνονται πάνω στις τρισδιάστατες ανάγλυφες επιφάνειες του κτιρίου προκαλούν την αίσθηση του ρευστού, του διάτρητου, του μεταβαλλόμενου και εφήμερου, έτσι γίνεται μια σύγκριση του "πραγματικού" και του "εικονικού". Ουσιαστικά, οι προβολές αυτές παίζουν με την αντίληψη του θεατή, βάζοντας τον σε παραπέρα προβληματισμούς για το τι είναι αλήθεια και τι όχι. Ως αποτέλεσμα αυτού, το δυναμικό της πραγματικότητας αυξάνεται, μετατοπίζεται η αίσθηση και η εμπειρία σε άλλες περιοχές με διαφορετικό νόημα. Συνεπώς μέσα από την οπτική ψευδαίσθηση δημιουργείται μια κατάσταση αντανakλαστικότητας η οποία σχετίζεται με τη χωρική αντίληψη του κτιρίου με 'όχημα'- μέσο το ίδιο το κτίριο. Έμμεσα μπορούμε να πούμε ότι βοηθάει στην χωρική αντίληψη του ατόμου αφού αποτελεί ένα γεγονόςς μεγάλης κλίμακας στην πόλη, άρα έχει απήχηση σε πολλά άτομα ταυτόχρονα και το οποίο απελευθερώνει τη φαντασία των θεατών για το χώρο και την πραγματικότητα γενικά δημιουργώντας μια πολυεπίπεδη και δυναμική πραγματικότητα όπου γεφυρώνεται ο φυσικός με τον εικονικό κόσμο σε μια συνεχόμενη πορεία.

Το σημαντικό όμως στο 555 KUBIK-Hamburg Kunsthalle είναι ότι γίνεται φανερό η μετατόπιση της χωρικής αντίληψης του χρήστη και η έννοια της χωρικότητας στην αρχιτεκτονική. Η αρχιτεκτονική όπως και το ανθρώπινο υποκείμενο , ζουν, αναπνέουν και δρουν μέσα σε μια διπλή

χωρικότητα. Η διπλή χωρικότητα αναφέρεται στη διάκριση ανάμεσα σε συνειδητή και ασυνείδητη εμπειρία της χωρικότητας. Η συνειδητή χωρικότητα διέπεται από την αρχή της πραγματικότητας και συγκροτείται με κύριες πτυχές τον συμβατικό χώρο, τη συνάντηση-συνεύρεση-αλληλεπίδραση προσώπων και πραγμάτων, την πρακτικότητα και την αισθητική. Η ασυνείδητη χωρικότητα διέπεται από την αρχή της ηδονής και συγκροτείται με κύριες πτυχές τους δυνητικούς χώρους, τις τελεστικές και εικαστικές παραμέτρους, την απεικονιστική παράσταση πραγμάτων, τον αυστηρά προσωπικό, ακοινώνητο μονόλογο, τη μη-συμμεριστή εμπειρία και τη φαντασίωση (Ν.Σιδέρης, 2006, Διπλή χωρικότητα, Αρχιτεκτονική και ψυχανάλυση: Φαντασίωση και Κατασκευή, σελ3,4). Έτσι μέσα από την επαύξηση της πρόσοψης του κτιρίου ο χρήστης αποκτά μια νέα χωρική αντίληψη.

Εικόνα 33: Σκηνή από το projection mapping στη πρόσοψη του 555 KUBIK





Εικόνες 34,35: Σκηνές από το *projection mapping* στη πρόσοψη του 555 KUBIK, <https://vimeo.com/5595869>

Αυτό αποτέλεσε το έναυσμα του μεταπτυχιακού φοιτητή S.Hofmann(2012) στο πανεπιστήμιο του Rotterdam για την έρευνα του, θέτοντας το πιο κάτω ερώτημα και προσπαθώντας μέσα από το πείραμα του να βρει μια απάντηση για αυτό. «*Ποιες είναι οι επιπτώσεις στη χωρική αντίληψη ενός χρήστη συστήματων επαυξημένης πραγματικότητας;*» (Hofmann S.,2012, *Augmented spaces: the effects of navigational augmented reality apps on their users' perception of space*)

Στο πείραμα συμμετείχαν ειδικοί app developers. Σημαντικό για το πείραμα είναι να αναφερθεί πως η επαυξημένη πραγματικότητα δίνει πληροφορίες στο χρήστη καθώς κινείται σε ένα χώρο ως μέρος μιας αφήγησης και μιας αλλιωτικής χωρικής εμπειρίας. Επομένως, οι τεχνολογίες αυτές δίνουν τη πιθανότητα αλλαγής της αντίληψης των χρηστών για τα αντικείμενα που τους περικλείουν. Οι συμμετέχοντες στο πείραμα μοιράστηκαν σε τέσσερις ομάδες, ανάλογα της συχνότητας χρήσης AR apps, από καθόλου χρήση έως και έντονη καθημερινή χρήση των εφαρμογών. Οι συμμετέχοντες που

επιλέγηκαν, οι οποίοι ήξεραν να χρησιμοποιούν AR apps, χρησιμοποίησαν εφαρμογές όπως οι Wikitude, Junaio¹ και Layar ενώ οι συμμετέχοντες που δεν είχαν την ευχέρεια χρήσης αυτών των εφαρμογών, χρησιμοποίησαν τις πιο απλές εφαρμογές της Google Places², Neighborhoods³ και AroundMe⁴. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας αποτέλεσαν βοηθητικό στοιχείο για τη πλοήγηση των χρηστών και τους βοήθησαν να οικειοποιηθούν με το περιβάλλον τους. Παρόλα αυτά, κάποιοι δήλωσαν πως η υπερφόρτωση του φυσικού χώρου με ψηφιακές πληροφορίες προκάλεσε σύγχυση και πως οι εφαρμογές πρόσφεραν μεν επιπλέον πληροφορίες αλλά χωρίς ουσία. Αντίθετα, κάποιοι άλλοι υποστήριξαν πως αισθάνθηκαν πως 112| πως απόκτησαν μια καλύτερη αίσθηση διάταξης των πραγμάτων μέσα στο χώρο και αυτό οφείλεται στις προβολές των εφαρμογών και θεώρησαν αυτή την άυληση των γνώσεων τους ευεργετική. Ουσιαστικά το πείραμα κατέδειξε ότι παρόλο που τα επαυξημένα συστήματα μπορούν να ενισχύσουν τη χωρική ικανότητα, δημιουργούν μια νέα πραγματικότητα όπου όλα αλλάζουν,

1 Το junaio είναι ο πιο προχωρημένος περιηγητής πραγματικότητας. Παρέχει έναν εύκολο και γρήγορο τρόπο για να ανακαλύψει κάποιος τον κόσμο γύρω του. Βρίσκει γεγονότα, προσφορές και καταχωρήσεις. Ξεκλειδώνοντας το εικονικό περιεχόμενο από εικόνες και αντικείμενα ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει εικονικά.

2 Google places - εφαρμογή για τον ευκολότερο τρόπο διαχείρισης μιας επιχείρησής μέσω των υπηρεσιών της Google. Βοηθά την επιχείρησή να γίνει πιο ορατή στο διαδίκτυο, στην αναζήτηση της Google και τους Χάρτες με διάφορες πληροφορίες.

3 Neighborhood Social App Nextdoor Launches on Android – εφαρμογή για κινητά που αποσκοπεί τη σύνδεση των ανθρώπων σε μικρές, κλειστές κοινότητες.

4 AroundMe App – εφαρμογή για κινητά που επιτρέπει στο χρήστη να βρει γρήγορα πληροφορίες για το περίγυρω του. Εντοπίζει γρήγορα τη θέση του χρήστη και παρουσιάζει μια πλήρη λίστα με όλες τις επιχειρήσεις στη κατηγορία που επιθυμεί ο χρήστης, με την απόσταση από όπου και αν βρίσκεται ο χρήστης.

υπάρχει υπερπληροφόρηση και μια καινούργια χωρική αντίληψη (Sebastian Hofmann, Augmented spaces: the effects of navigational augmented reality apps on their users' perception of space, Erasmus University Rotterdam, 2012). Αυτό συμβαδίζει και με το συμπέρασμα που προέκυψε από τα εικονικά συστήματα περί νέων δεδομένων πραγματικότητας και τα οποία θα συζητήσουμε πιο κάτω.



Εικόνα 36: Augmented city_K.Matsuda, σκηνή από ταινία μικρού μήκους σε Film Festival (Λονδίνο, 2010). Υπερπληροφόρηση



Εικόνα 37: Augmented City

II.II.IV Επαυξημένος χώρος - νέα δεδομένα πραγματικότητας_

Από τη μελέτη των πιο πάνω δεν εξαγάγουμε μόνο συμπεράσματα για τη σχέση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας με τη χωρική αντίληψη, αλλά ταυτόχρονα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα της δημιουργίας μιας νέας πραγματικότητας μέσω της χρήσης αυτών των εφαρμογών. Φαίνεται ότι η δυναμική και άμεση σχέση με το διαδίκτυο των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας, τα οδηγεί περεταίρω στην καθημερινότητα μας. Αυτό συμβαίνει, γιατί μέσω της ψηφιακής επαύξησης του φυσικού χώρου με τρισδιάστατα γραφικά στοιχεία και πολυμέσα και τη δυνατότητα επεξεργασίας των ψηφιακών δεδομένων, ο κάθε χρήστης αποκτά τη δυνατότητα 115 περισσότερων αναγνώσεων του χώρου.

Αυτό γίνεται καθώς μέσα από τον εμπλουτισμό του πραγματικού κόσμου με αισθητηριακές ενισχύσεις στο νέο αυτό πολυδιάστατο επαυξημένο φυσικό χώρο δημιουργούνται νέες χωρικές σχέσεις. Δημιουργείται μια νέα χωρικότητα που περικλείει δύο διαφορετικούς κόσμους. Από τη μια είναι ο φυσικός κόσμος, αυτό που μέχρι στιγμής ξέραμε και βιώναμε και από την άλλη βρίσκεται ο εικονικός κόσμος, όπου τα πάντα πλασιώνονται από κατασκευασμένες εικόνες. Ουσιαστικά πρόκειται για μία νέα χωρική συνθήκη, μια ενιαία οντότητα όπου και τα δύο αυτά είδη χωρικότητας λειτουργούν αλληλοεξαρτόμενα, χωρίς όμως να αλληλοεπικαλύπτονται. Οι κατασκευασμένες αυτές εικόνες διεγείρουν διάφορες αισθήσεις του χρήστη παρασύροντας τον σε διαφορετικούς τόπους και χρόνους. Ο άνθρωπος προσπαθεί να βαδίζει στη νέα πραγματικότητα η οποία έχει κατακλύσει την

καθημερινότητα του, με συνέπεια την εξέλιξη του τρόπου που ζει, αντιλαμβάνεται και δρα στο άμεσο φυσικό χώρο. Ο χρήστης ουσιαστικά εναλλάσσεται από χώρο σε χώρο, από τον υλικό στον φυσικό και αντίστροφα. Ως εκ τούτου, οι ανθρώπινες δραστηριότητες μετακινούμενες από τον πραγματικό χώρο στον εικονικό και στη συνέχεια στον υβριδικό χώρο επαυξημένης πραγματικότητας, οδηγούν στη διαμόρφωση περιβαλλόντων εξαιρετικά περίπλοκων από ότι το φυσικό περιβάλλον, πιο δυσπρόσιτων και δυσνόητων για τον άνθρωπο. Παρόλα αυτά, οι χώροι επαυξημένης πραγματικότητας διαθέτουν μια πολλαπλή ταυτότητα, από τη μία είναι εικονικοί, φανταστικοί ή δυνητικοί όπως θα τους χαρακτήριζε ο Beaudrillard και από την άλλη υλικοί, πραγματικοί, προσβάσιμοι ανά πάσα στιγμή και 116| αποτελούμενοι από μέσα κάθε είδους. (Δούνας Θεόδωρος, εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα – Η επέκταση της αρχιτεκτονικής πέρα από τη φυσική πραγματικότητα. Η επανάκτηση της Αρχιτεκτονικής ως ρυθμιστικός παράγοντας του περιβάλλοντος).

Καθώς οι υβριδικοί χώροι δημιουργούνται από την αλληλεπίδραση του φυσικού - ψηφιακού χώρου, οι χρήστες δεν αντιλαμβάνονται το φυσικό και το ψηφιακό χώρο ως δύο ξεχωριστές αυτόνομες οντότητες. Για παράδειγμα, οι προβολές πάνω σε τρισδιάστατες ανάγλυφες επιφάνειες δημιουργούν σύγχυση μεταξύ του "πραγματικού" και του "εικονικού". Ως αποτέλεσμα, το δυναμικό της πραγματικότητας αυξάνεται, μετατοπίζεται η αίσθηση και η εμπειρία σε άλλες περιοχές με διαφορετικό ή πιο πυκνό νόημα. Πέραν του προφανούς διαχωρισμού μεταξύ ψηφιακού και πραγματικού, μπορούμε να πούμε πως ο υβριδικός χώρος προκύπτει σε μία κατάσταση όπου «ο χρήστης δεν χρειάζεται πλέον να "αποσυνδεθεί" από την πραγματικότητα και τον φυσικό χώρο

για να εισχωρήσει στον ψηφιακό». (Adriana de Souza e Silva, 2006, Mobile technologies as Interfaces of Hybrid Spaces, From Cyber to Hybrid, σελίδα 4). Αυτό φαίνεται ιδιαίτερα στο 555 KUBIK-Hamburg Kunsthalle όπου γίνεται ξεκάθαρο ότι στις ρευστές και διαρκώς μεταβαλλόμενες συνθήκες που διαμορφώνονται, τα όρια μεταξύ των δυο κόσμων είναι δυσδιάκριτα ρευστά και απροσδιόριστα και το ανθρώπινο μυαλό "αναγκάζεται" να προσαρμοστεί σταδιακά σε μια νέα χωρική αντίληψη για να προσαρμοστεί στην νέα υβριδική πραγματικότητα. Το συναίσθημα της "βύθισης" σε ένα άλλο κόσμο, δεν υπάρχει πλέον όπως συνέβαινε την εποχή που ο μόνος τρόπος να έρθεις σε επαφή με τον ψηφιακό κόσμο ήταν να κάτσεις μπροστά από την οθόνη του υπολογιστή και να περιμένεις υπομονετικά να συνδεθείς με το διαδίκτυο, αφού πλέον, οι ψηφιακές πληροφορίες και τα δεδομένα 117 έχουν κατακλύσει την καθημερινότητα μας.

Όπως αναφέρει Manovich, 2002, το γεγονός ότι ο επαυξημένος χώρος είναι ο φυσικός χώρος όπου κάθε σημείο του κατακλύζεται από ψηφιακά δεδομένα που μεταφέρονται συνεχώς, μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι οι τεχνολογίες αυτές προσθέτουν επιπλέον διαστάσεις στον τρισδιάστατο φυσικό χώρο. Ως αποτέλεσμα ο χώρος αυτός, καθώς επαυξάνεται, γίνεται πολυδιάστατος και ενώ οι γεωμετρικές του διαστάσεις θα έπρεπε να ήταν πιο σημαντικές, εντούτοις, σε ένα επαυξημένο χώρο η σημασία των γεωμετρικών διαστάσεων σμικρύνεται και όλες οι διαστάσεις του τείνουν να έχουν την ίδια σημασία. Έτσι, ενώ η κοινωνία οργανώθηκε γύρω από τις ευθείες γραμμές της ανθρώπινης όρασης, δηλαδή τη γεωμετρία του ορατού, αυτό δεν ισχύει πλέον για τη σύγχρονη κοινωνία λόγω της εισδοχής της επαυξημένης πραγματικότητας στην καθημερινότητα μας. Ως αποτέλεσμα των

πιο πάνω, ο Manovich αναφέρει ότι αντί της δυαδικής λογικής του ορατού/αόρατου υπάρχει μια νέα χωρική λογική στην οποία κάθε χωρικό σημείο έχει ιδιαίτερη αξία σε ένα δυνατό συνεχές και η αξία του καθορίζει την ποσότητα, την αμεσότητα και την επιτυχία παράδοσης των πληροφοριών, επισημαίνοντας και αυτός τα νέα δεδομένα στην αντίληψη του χώρου (Manovich L, 2002, *The poetics of Augmented Space*, σελίδα 223) .

Σύμφωνα με την Tversky, η έννοια του χώρου αποτελείται όχι μόνο από τα απτά αντικείμενα που υπάρχουν γύρω μας και δημιουργούν το πραγματικό, φυσικό χώρο, αλλά και από τις διάφορες αναπαραστάσεις του, οι οποίες αντιπροσωπεύουν κάτι άλλο, που είναι όμως μέρος του συνόλου.

118 | Ο άνθρωπος θα προσαρμοστεί άθελα του, καθώς πολλές από αυτές τις εφαρμογές τις συναντάμε στη καθημερινότητα μας δημιουργώντας ένα διαδραστικό περιβάλλον στο οποίο ο άνθρωπος τις οικειοποιείται και στο τέλος τις αποδέχεται. Έτσι, μέσα από την αλληλεπίδραση με τις ψηφιακές εφαρμογές ο ανθρώπινος νους μετατρέπει τις δράσεις σε γεγονότα και τα αντικείμενα σε σκηνές και μπορεί να αντιληφθεί τα αντικείμενα στο χώρο και τις δράσεις στο χρόνο (Barbara Tversky, 2004, σελίδες 380-392). Από την παθητική αντίδραση του περιβάλλοντος στην δράση των ατόμων, περνάμε σε μια νέα φάση ενεργητικής συμμετοχής, αποκτώντας την ικανότητα δράσης απέναντι στο άτομο, περνάμε δηλαδή από το δίπολο ενεργητική –παθητική επικοινωνία, σε μια κατάσταση αμφίπλευρα ενεργητική. Οι AR εφαρμογές προσφέρουν στο χρήστη ένα νέο τρόπο με κατανόησης πληροφοριών έτσι ώστε να αντιλαμβάνεται την πραγματικότητα και τον χώρο διαφορετικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ **III**

ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύνοψη και συμπεράσματα_

Μέσα από αυτή την εργασία μελετήσαμε εφαρμογές ψηφιακών μέσων που αφορούν το χώρο της αρχιτεκτονικής και προσπαθήσαμε να ερευνήσουμε τη σχέση τους με τη χωρική αντίληψη. Η ψηφιακή τεχνολογία, η “επανάσταση της πληροφορίας”, δίνει την ικανότητα δημιουργίας ενός αρχιτεκτονικού χώρου με ψηφιακή ενίσχυση, όπου συμπεριλαμβάνει δεδομένα: φώς, ήχο, κίνηση, τεχνολογικούς αισθητήρες, κατασκευή και τοποθεσία σε ένα εντελώς καινούργιο ψηφιακό, δυνητικό περιβάλλον. Λόγω των εξελίξεων στα ψηφιακά μέσα μπορούμε να αναπαραστήσουμε το έργο μας άμεσα, οικονομικά και με ελαστικότητα στο χρήστη κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού και πριν την κατασκευή. Αλλά μπορούμε ακόμα να τροποποιήσουμε το χώρο μας μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας και να του προσδώσουμε άλλη αισθητική (όπως στην περίπτωση του 555 KUBIK-Hamburg Kunsthalle). Όπως φάνηκε από την εργασία, με τη δυνατότητα που παρέχουν τα ψηφιακά μέσα, να εμπλέξουν κίνηση και χρόνο καθώς και με τη δυνατότητα τους να αναπαραστήσουν το υπό κατασκευή έργο σε μεγάλη κλίμακα μπορούν να προσομοιώσουν την αρχιτεκτονική εμπειρία. Έτσι περάσαμε από το δισδιάστατο στο τρισδιάστατο και στο πολυδιάστατο χώρο και από την προσπάθεια να φανταστεί ο χρήστης, στη δυνατότητα να δει το χώρο και να αλληλεπιδράσει με αυτόν μέσω των ψηφιακών μέσων.

Παρόλο που η εργασία αυτή παρέμεινε σε στάδιο προβληματισμού και συζήτησης και δεν μπήκε σε διαδικασία ποσοτικής έρευνας μπορούμε να αναφερθούμε σε κάποια συμπεράσματα που

εξήχθηκαν σχετικά με τη χωρική αντίληψη και τα νέα ψηφιακά μέσα.

Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι οι εφαρμογές επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας προσφέρουν πολυαισθητηριακές εμπειρίες που αποκτούνται κυρίως μέσα από την όραση , την ακοή, την αφή και την κίνηση. Μέσα από τη μελέτη τους, παρατηρήσαμε ότι οι εικονικές διεπαφές μέσω των ψηφιακών μέσων δεν περιορίζονται μόνο στην όραση και στην εικόνα αλλά μέσω της διαδραστικότητας ο χρήστης έχει την ευκαιρία να ενεργοποιήσει και άλλα αισθητηριακά όργανα. Μέσα από τις εφαρμογές παρατηρήσαμε ότι ο χρήστης μπορεί να περπατήσει μέσα σε ένα εικονικό περιβάλλον, να μιμηθεί την κίνηση που θα έκανε σε ένα φυσικό χώρο, να κάνει χειρονομίες, να πλοηγηθεί, να στρέψει το κεφάλι και να παρατηρήσει κτίρια από διαφορετικές οπτικές γωνίες, να περιηγηθεί μέσα σε αυτά, να ακούσει ήχους, να πάρει αντικείμενα στα χέρια του και να τα περιστρέψει. Μέσω όλων αυτών, είναι φανερό ότι οι θεωρίες του Lohman (1979), των Lee και Bednarz (2009) που μίλησαν για τη χωρική οπτικοποίηση, το χωρικό προσανατολισμό και τις χωρικές σχέσεις, όπως και του Karwoski (2010) που και πάλι αναφέρθηκε στην οπτικοποίηση, στην ικανότητα δημιουργίας και χειρισμού ενός νοητού αντικειμένου καθώς και στη δεξιότητα αντίληψης και προσδιορισμού της θέσης αντικειμένων συσχετίστηκαν πολλές φορές με τις εφαρμογές μας.

Γενικά, παρατηρήσαμε ότι η ψηφιακή απεικόνιση προσφέρει πλεονεκτήματα στην αρχιτεκτονική δημιουργία με την προσομοίωση της ανθρώπινης εμπειρίας μέσα στο χωροχρονικό μοντέλο της αρχιτεκτονικής πρότασης, καθώς επίσης δίνει τη δυνατότητα ταυτόχρονου και ευέλικτου χειρισμού των περισσότερων γνώσεων και νέων τρόπων απεικόνισης. Είναι φανερό ότι χωρική

αντίληψη μέσα από ένα τρισδιάστατο μοντέλο σε δυνητικό περιβάλλον, διαφέρει από την αντίληψη και την κατανόηση του ίδιου του κτιρίου μέσω των παραδοσιακών αρχιτεκτονικών σχεδίων. Ο περιηγητής του ψηφιακού χώρου ανταποκρίνεται πιο εύκολα στο ρυθμό του χώρου και τολμά κινήσεις που στο πραγματικό περιβάλλον δεν τις επιχειρεί. Η αντίληψη του χώρου μέσα σε ένα εικονικό περιβάλλον αντιμετωπίζεται ως συνολική εμπειρία (Παπακωνσταντίνου Γ., Τρόβα Β., Μανωλίδης Κ., 2006).

Ειδικότερα για τις εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας Aspen Movie-map και UNC Walk-through project, οι οποίες μέσα από την προσομοίωση της κίνησης σε ένα τρισδιάστατο χώρο ο χρήστης αποκτά μια βιωματική εμπειρία ενώ παράλληλα μπορεί να δει νοερά το σχήμα και το μέγεθος των κτιρίων, δηλαδή να οπτικοποιήσει τα κτίρια εσωτερικά και εξωτερικά ανάλογα με την εφαρμογή, καθώς επίσης και να αντιληφθεί τη γεωγραφική τους θέση και τις μεταξύ τους χωρικές σχέσεις. Έτσι μέσω των χωρικών διαδρομών σε 3D χώρο, αποκαλύπτεται η γεωμετρία του, η τυπολογία, η λογική του και τα μυστικά του χώρου στο χρήστη και έτσι αντιλαμβάνεται το χώρο (L. Manovich, 2008). Όσον αφορά το σύστημα εμβύθισης CAVE, είναι ενδιαφέρον ότι προσφέρει πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των χωρικών ποιτήτων του αντικειμένου, ακριβώς γιατί είναι οι χωρικές ποιότητες που διαβιβάζονται σε τέτοια περιβάλλοντα (Scnabel et al, M.A. et al, 2003, Spatial understanding in Immersive Virtual Environments). Εντούτοις, ο Mullins(2006) στην έρευνα του έδειξε ότι όσον αφορά την κατανόηση των θέσεων και του σχήματος των αντικειμένων το εικονικό περιβάλλον έχει θετικά αποτελέσματα, αλλά αυτό εξαρτάται από το ποσοστό της εμβύθισης. Παράλληλα, η έρευνα του

εντόπισε δυσκολία αντίληψης του βάθους στα εικονικά περιβάλλοντα εμβύθισης.

Ακόμα οι δύο εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (Urban Simulation - Arthur system) και τα πειράματα που σχετίζονται με αυτές μας έδειξαν πώς μέσω της διαδραστικότητας της, της διέγερσης άλλων αισθήσεων πέραν της όρασης και της παροχής χωρικών πληροφοριών μπορεί να βοηθήσει τους χρήστες να δημιουργήσουν και να προεκτείνουν τα όρια μιας νοερής χωρικής αντίληψης σε συνδυασμό με τον πραγματικό χώρο. Είδαμε ότι η αντίληψη του χώρου σχετίζεται με την αντίληψη που σχηματίζει ο άνθρωπος για το ίδιο του το σώμα, ως κέντρο των αισθήσεών του και ως σύστημα δυνητικών κινήσεων και πράξεων. Γενικά, όταν ο άνθρωπος βρεθεί σε ένα καινούργιο περιβάλλον ακόμα και αν αυτό είναι εικονικό μαζεύει και αποθηκεύει χωρικές πληροφορίες στην μνήμη. Μέσω αυτής της αποθήκευσης χωρικών πληροφοριών, ο χρήστης μπορεί να αντιληφθεί καλύτερα το χώρο και να κρίνει για το πώς και αν πρέπει αυτός να αλλάξει (Daniel Henry, 1992). Συγκεκριμένα, αυτό ισχύει στα απτά συστήματα της AR όπως για παράδειγμα το Urban Simulation και το Arthur system δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να εξερευνήσει ψηφιακά τα στοιχεία ενός χώρου, τα αντικείμενα, τη μορφή, το σχήμα τους αλλά και τις μεταξύ τους σχέσεις. Επιπρόσθετα οι εφαρμογές αυτές βοηθούν στη κατανόηση της σχέσης του κτιρίου με το περιβάλλον του. Μέσω του πειράματος των Shelton και Hedley (2004) είδαμε πως μέσω της παροχής πληροφοριών για το χώρο αλλά και μέσω της διαχείρισης των εικονικών αντικειμένων με φυσικό τρόπο μέσα στο φυσικό χώρο οι χρήστες πετυχαίνουν αύξηση των χωρικών τους γνώσεων (όπως αυτές ορίστηκαν από τους Shelton και Hedley) και αυξάνουν την χωρική τους ικανότητα, καθώς κατανοούν καλύτερα τις

χωρικές σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του χώρου. Στα ίδια περίπου συμπεράσματα όπως είδαμε κατέληξαν και οι M.J.Kim and M.Lou Maher (2006) στο πείραμα τους που αφορούσε τα AR συστήματα. Σύμφωνα με αυτούς μέσω της δυνατότητας περιστροφής των εικονικών αντικειμένων, επεξεργασίας τους και επαναπροσδιορισμού του χώρου με μετακινήσεις στοιχείων του οι χρήστες ανακαλύπτουν ιδιότητες και τη γεωμετρία των αντικειμένων και χαρακτηριστικά των χώρων βελτιώνοντας έτσι τις χωρικές τους γνώσεις και τη χωρική τους αντίληψη (M.Jeong and M.L.Maher, 2006)

Ταυτόχρονα μέσα από την έρευνα που έγινε για αυτή την εργασία προέκυψε και μια νέα παραδοχή ότι σε εικονικά και επαυξημένα περιβάλλοντα η αντίληψη της πραγματικότητας αλλάζει, τροποποιείται αφού δημιουργούνται νέα χωρικά δεδομένα και μια νέα πραγματικότητα | 125 καθώς τα ψηφιακά στοιχεία εισχωρούν στο φυσικό χώρο μεταβάλλοντας τον. Αυτό ήταν ιδιαίτερα φανερό από το 555 KUBIK-Hamburg Kunsthalle που προέκυψε μέσω της επίδρασης επαυξημένων συστημάτων. Η τροποποίηση της γεωμετρίας και της αισθητικής του κτιρίου αυτού και η μετατροπή του σε κάτι διαφορετικό έδειξαν με σαφή τρόπο πως η χρήση επαυξημένων συστημάτων αλλάζει την πραγματικότητα την οποία βιώνουμε και την αίσθηση μας για το τι είναι πραγματικό και τι όχι. Έτσι τα νέα ψηφιακά μέσα δημιουργούν μια νέα πραγματικότητα όπου συνυπάρχει το φυσικό-πραγματικό με το ψηφιακό και όπου η φυσική πραγματικότητα ενισχύεται με ψηφιακά στοιχεία. Έτσι αυτό που αντιλαμβανόμαστε όταν παρατηρούμε ένα χώρο με ψηφιακή ενίσχυση διαφοροποιείται από το πραγματικό και ως εκ τούτου αλλάζει ο τρόπος που τον αντιλαμβανόμαστε, δημιουργείται μια νέα χωρική αντίληψη. Αυτό αποτέλεσε και ένα από τα συμπεράσματα που εξήχθηκαν από πειράματα

(που μελετήθηκαν όπως για παράδειγμα του Sebastian Hofmann 2012) και του Mullins (2006) οι οποίοι διενήργησαν έρευνες σχετικές με επαυξημένα και εικονικά συστήματα αντίστοιχα και τις επιπτώσεις τους στη χωρική αντίληψη. Αυτό εκφράζει και ο McLuhan με την άποψη ότι “το μέσο είναι το μήνυμα” εφόσον τα νέα μέσα δημιουργούν δικά τους περιβάλλοντα μεταδίδοντας άλλοτε μηνύματα ευεργετικά και άλλοτε εχθρικά. Σύμφωνα και πάλι με αυτόν «τα νέα μέσα δεν είναι γέφυρες μεταξύ ανθρώπου και φύσης αλλά είναι η ίδια η φύση» McLuhan (1969). Ο ίδιος παρομοιάζει τα τεχνητά, ψηφιακά μέσα με το φως που εκπέμπει το νάτριο και οι υπεριώδεις ακτίνες. Ενώ το νάτριο φωτίζει τα χρώματα και τα διαφοροποιεί με ένα πορτοκαλί, γκρι χρώμα, οι υπεριώδεις ακτίνες κάνουν τα χρώματα να λάμπουν παράξενα. Αν δηλαδή μια ομάδα ανθρώπων έβλεπε κάτω από το φως νατρίου ενώ αντίστοιχα μια άλλη ομάδα φωτιζόταν κάτω από την επιρροή υπεριωδών ακτινών, τότε θα είχαμε δύο διαφορετικές αντιλήψεις τις πραγματικότητας. (McLuhan, 1969). Με τον παραλληλισμό του αυτό ο McLuhan θέλει να δείξει ότι διαφορετικά ψηφιακά μέσα ενισχύουν διαφορετικά το περιεχόμενο του περιβάλλοντος και το αλλάζουν με διαφορετικό τρόπο. Συνεπώς η αντίληψη επηρεάζεται αντίστοιχα από την ύπαρξη και των εικονικών και των επαυξημένων περιβάλλοντων με διαφορετικό όμως τρόπο.

Ως εκ τούτου, από την εξέταση πιο πάνω των εφαρμογών και των πειραμάτων παρατηρήσαμε ότι μέσα από τα εικονικά και τα επαυξημένα περιβάλλοντα μπορεί να υπάρξουν και δυσκολίες χωρικής αντίληψης. Για παράδειγμα, είναι ενδιαφέρον το πείραμα του Mullins (2006) για το σύστημα VR CAVE έδειξε ότι οι συμμετέχοντες κατανόησαν καλύτερα το χώρο αφού πρώτα κινήθηκαν στο

φυσικό περιβάλλον και μετά εισήλθαν στο εικονικό. Γιατί όπως ανέφερε και ο Mullins, το εικονικό μοιάζει στο φυσικό αλλά δεν ισχύει το αντίστροφο. Καταλήγοντας πως το εικονικό αποτελεί από μόνο του μια άλλη πραγματικότητα που πιθανόν να προκαλέσει και σύγχυση στην χωρική αντίληψη αν δεν υπάρξει προηγουμένως επαφή με το φυσικό χώρο. Αυτή η σύγχυση παρατηρήθηκε και στο πείραμα του Sebastian Hofmann (2012) όπου αρκετοί συμμετέχοντες ανέφεραν αδυναμία στη συνειδητοποίηση αντικειμένων, λόγω της υπερπληροφόρησης που επήλθε στο επαυξημένο περιβάλλον. Επομένως σε κάποιες περιπτώσεις τα ψηφιακά μέσα μπορούν να αποτελέσουν και ανατρεπτικούς παράγοντες δημιουργίας χωρικής αντίληψης. Αυτό εξηγείται και από τον Baudrillard (1999) που αναφέρει ότι όταν ο εικονικός κόσμος ξεφεύγει από τις απλές οθόνες προβολής και εισέρχεται στο ευρύτερο χωρικό περιβάλλον, τότε, οι προβολές γίνονται ένα βασικό στοιχειώδες όργανο κατανόησης και οικείωσης του κόσμου. Όμως υπό αυτές τις συνθήκες η κρίση του κόσμου για το τι είναι πραγματικό και τι όχι, είναι υποκειμενική, αφού ανάλογα με τα βιώματα και τις αλληλεπιδράσεις του με το περιβάλλον ο κάθε ένας 'διαβάζει' το χώρο που είναι ψηφιακά ενισχυμένος με διαφορετικό τρόπο. Έτσι, ορισμένοι μπορούν να αποτύχουν στο να αντιληφθούν το χώρο αφού τα νέα δεδομένα που δημιουργούνται με την προσθήκη ψηφιακών στοιχείων στο χώρο κάποιες φορές προκαλούν σύγχυση (όπως είδαμε και στο πείραμα του Hofmann).

Ως εκ τούτου φαίνεται ότι παρόλο που τα ψηφιακά μέσα προσφέρουν μια πολυαισθητηριακή και συνολική βιωματική εμπειρία, εντούτοις δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τη δύναμη ενός σχεδίου ή σκίτσου τα οποία αποτελούν αφαιρετικούς τρόπους αναπαράστασης. Ενώ η δύναμη των

ψηφιακών συστημάτων είναι η προσθήκη δεδομένων και πληροφοριών, η δύναμη των σχεδίων κρύβεται στην αφαίρεση. Όταν υπάρξει μια πρώτη επαφή με τα σχέδια, μπορεί κάποιος να αντιληφθεί τη γεωμετρία του χώρου και τις πραγματικές αποστάσεις ενώ η αλληλεπίδραση με τα ψηφιακά μέσα μπορεί να εμπλουτίσει τη διαδικασία αντίληψης του χώρου αλλά όχι να την αντικαταστήσει. Όπως είδαμε και από τα πειράματα του Mullins (2006) για την εφαρμογή CAVE αλλά και του Sebastian Hoffmann (2012) δεν είναι αρκετή απλά η ψηφιακή εμπύθιση σε ένα χώρο, αλλά ζωτικής σημασίας είναι και η προϋπάρχουσα εμπειρία του χώρου που μπορεί να γίνει μέσω των σχεδίων. Έτσι καταλήγουμε στο ότι για την αντίληψη και κατανόηση του χώρου και των ποιοτήτων του ο χρήστης θα ήταν καλό να έχει έλθει σε επαφή με το έργο μέσω των σκίτσων-σχεδίων του αρχιτέκτονα και ακολούθως να έχει επαφή με ψηφιακά μέσα τα οποία θα ενισχύσουν τη διαδικασία αυτή της αντίληψης του. Ουσιαστικά λειτουργούν συμπληρωματικά τα δύο είδη αναπαράστασης.

Κατά τη διάρκεια της εργασίας αυτής βρεθήκαμε μπροστά σε πολλά διλήμματα και προβληματισμούς σχετικά με τη σχέση ψηφιακών μέσων VR, AR και χωρικής αντίληψης. Καθώς αυτή αποτελεί μια θεωρητική έρευνα τα περισσότερα ζητήματα παρέμειναν σε επίπεδο συζήτησης και προβληματισμού. Υπάρχουν πολλοί θεωρητικοί και ερευνητές που έχουν ήδη ξεκινήσει να ασχολούνται με το ζήτημα που απασχόλησε και εμάς, αλλά οι θεωρίες αυτές και οι πειραματισμοί δεν έχουν ακόμη καταλήξει σε ασφαλή και απόλυτα συμπεράσματα. Ενώ διαφαίνεται σαφής σχέση ανάμεσα σε χωρική αντίληψη και ψηφιακά μέσα εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας αφού επηρεάζεται άμεσα η αντίληψη και η βίωση του χώρου εντούτοις, αυτή η σχέση θα ήταν περισσότερο εποικοδομητική υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις που θα πρέπει να ερευνηθούν.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία_

Διπλωματικές – ερευνητικές_

- Γκότσης Δημήτρης, Πλιάκος Αχιλλέας, 2013, Διαδίκτυο και επαυξημένος χώρος, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- Γιαννακά Αμαλία, 2005, διπλωματική εργασία στην Εικονική Πραγματικότητα, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Επιστήμη της Πληροφορίας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο
- Χριστόπουλος Α., Δημήτριος, 2011, Διπλωματική εργασία: Ανάπτυξη εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας με χρήση τρισδιάστατου βίντεο, Αθήνα

130

Περιοδικά_

- Βενετσιάνου Ο., Μπαζαίου Ν., Περιοδικό του ΣΑΔΑΣ-ΠΕΑ, αφιέρωμα στον κινηματογράφο | τεύχος 53 – περίοδος Β | Σεπτέμβριος/Οκτώβριος 2005
- Δούνας Θ., 2013, άρθρο- Εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα – Η επέκταση της αρχιτεκτονικής πέρα από τη φυσική πραγματικότητα

Ελληνική Βιβλιογραφία και άρθρα_

- Βασιλάκη Ε. , Διάλεξη: Θέματα γνωστικής ψυχολογίας, Νοερή Απεικόνιση, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Σχολή Επιστημών Αγωγής
- Βοσνιαδου Σ., 2002, Εισαγωγή τη ψυχολογία, Αθήνα, Gutenberg
- Γιαννούδης Σωκράτης, Αθήνα 2012, Προσαρμόσιμη Αρχιτεκτονική, Δυνατότητες και παράγοντες σχεδιασμού και μεταβαλλόμενων και "ευφυών" χώρων, Εκδόσεις ΙΩΝ
- Εγκυκλοπαίδεια Britannica
- Hayes Nicky, 1998, Εισαγωγή στη Ψυχολογία, Ελληνικά Γράμματα
- Κονταράτος Σάββας, 1983, Η Εμπειρία του Αρχιτεκτονημένου Χώρου και το Σωματικό Σχήμα, Εκδόσεις Καστανιώτη
- Κουτρούμπας Νίκος, δοκίμιο, Η αλληγορία του Σπηλαίου, ερμηνευτική προσέγγιση
- Levy Pierre, 1999, Δυνητική πραγματικότητα (Realite Virtuelle) - Η φιλοσοφία του πολιτισμού και του κυβερνοχώρου, Εκδόσεις Κριτική
- Ουγγρίνης Αλκέτας – Κωστής, Αθήνα 2012, Μεταβαλλόμενη Αρχιτεκτονική, Κίνηση προσαρμογή ευελιξία, Εκδόσεις ΙΩΝ
- Παπαϊωάννου Τάσης, 2007, Άρθρο: Η ψευδαίσθηση του εικονικού, Αρχιτεκτονικές ματιές
- Παπαλεξόπουλος Δημήτριος, 2008, Ψηφιακός Τοπικισμός, εκδόσεις LIBRO
- Παπακωνσταντίνου Γ., Τροβά Β., Μανωλίδης Κ., 2006, Η αναπαράσταση ως όχημα αρχιτεκτονικής σκέψης, Futura
- Πεπονής Γιάννης, 1997, Χωρογραφίες: Ο αρχιτεκτονικός σχηματισμός του νοήματος, Αλεξάνδρεια

Ξένη Βιβλιογραφία και άρθρα_

- Adriana de Souza e Silva, 2006, Mobile technologies as Interfaces of Hybrid Spaces, From Cyber to Hybrid
- Azuma Ronald, 1997, A survey of Augmented reality
- Baudrillard, 1999, Simulacra and simulation, Ann Arbor: University of Michigan
- Bermudez Julio, 1994, Virtual Architectural Experiences: A First Reading of the Design, Pedagogic, and Interdisciplinary Implications of a Representational Revolution
- Belcher Daniel A., 2008, Thesis: Augmented Reality, Architecture and Ubiquity: Technologies, Theories and Frontiers, University of Washington
- 132 • Benedikt, Michael, 1991, "Cyberspace: Some Proposals", στο βιβλίο Cyberspace: First Steps, Cambridge: The MIT Press
- Bishop A.J., 1980, Spatial abilities and Mathematics: Education Review. Educational studies in Mathematics
- Borko Furht, 2011, Handbook of Augmented Reality, Aspen movie map
- Broll W., Lindt I., et al, ARTHUR: A collaborative augmented environment for architectural design and urban planning, Sankt Augustin, Germany
- Bruno Juliana, 1997, Άπορο: Site-seeing: Architecture and the Moving Image , Ohio University, School of Film

- Brooks P. Fredericks, Jr., June 1992, Final Technical Report, Walkthrough Project
- Brooks Frederick, 1986, Walkthrough: A dynamic Graphics system for Simulating Virtual Buildings, Department of Computer Science, University of North Carolina
- Clements D.H and Battista M. T, 1992, Geometry and spatial reasoning, in D. A Grouws Ed, Handbook of research on Mathematics teaching and learning, New York MacMillan
- Daniel Henry,1992, Spatial Perception in Virtual Environments:Evaluating an Architectural Application, University of Washington
- Don Norman, Μάης 1999, Affordance, Conventions and Design, Issue of Interactions
- Don Norman, 1991, Cognitive artefact, Designing interaction,Cambridge, MA, Cambridge University Press.
- Elliot J. and Smith I.M, 1983, An international Directory of spatial tests, Windsor, UK, NFER- Nelson
- Eran Ben-Joseph, Hiroshi Ishii, John Underkoffler, Ben Piper, & Luke Yeung, 2001, Urban Simulation and the Luminous Planning Table, Journal of Planning Education and Research, Association of Collegiate Schools of Planning
- Friesen Norm, 2011, Vision and "the training of perception:" McLuhan's Medienpädagogik
- Hamamoto Kazuhiko, 2011, 'Αρθρο: Virtual reality and environment and its application to architecture, Tokai University, Japan
- Harry Yoland, 2000, From moving image to moving architecture

- Heim Michael, 1993, *The Metaphysics of Virtual Reality, The essence of VR*, New York: Oxford University Press
- Heim Michael 1998, *Virtual Realism*, New York: Oxford University Press
- Hiroshi Ishii, 1999, *Tangible bits: Coupling physicality and virtuality through tangible user interfaces*
- J.Gibson, 2002, *A theory of direct Visual Perception, Vision and mind – selected Readings in Philosophy or Perception*
- Kalawsky Roy, 1993, *The Science of virtual reality and virtual reality and virtual environments*, Ch.3, Addison-Wesley
- Lee J., Bednarz R., 2009, *Effect of GIS learning on Spatial Thinking*
- Levy Pierre, 1998, *Becoming Virtual, Reality in the Digital age*, New York: Plenum Press
- Linn M. and Petersen A.C, 1985, *Emergence and characterization of sex differences in spatial ability a meta-analysis*, *Child Development*
- Lister Martin, Do vey Jon, Giddings Seth, Grant Iain, Kelly Kieran, 2003, *New media: A critical introduction*
- Manovich L., 1998, *Navigable space*
- Manovich L, 2001, *New Media Technologies and the Arts: A History of Diminishing Options*
- Manovich L, 2001, *The language of new media*, MIT Press
- Manovich L, 2002, *The poetics of Augmented Space: Learning from Prada*, University of California, San Diego

- Manovich L., 2008, Software takes Command, International Texts in Critical Media Aesthetics
- Merleau-Ponty Maurice, 1964, Η φαινομενολογία της αντίληψης, Παρίσι
- Mi Jeong Kim and Mary Lou Maher, 2006, Australia, Key Centre of Design Computing and Cognition University of Sydney
- Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F, 1994, Augmented Reality: A class of displays on the Reality-Virtuality Continuum
- Milgram P.- Colquhoun H., 1999, A taxonomy of real and virtual world integration, University of Toronto
- Moeslund T.B, Storrington M., Broll W. , Aish F., Liu Y. Granum E., 2004, The ARTHUR system: An Augmented Round Table, London UK
- Munday Roderick, January 2003, Marshall McLuhan declared that "the medium is the message." What did he mean and does this notion have any value?
- Olaf Schroth, From information to Participation: Interactive Landscape Visualization as a Tool for Collaborative Planning, σελίδα 41
- Pallasmaa Juhani, 2005, The eyes of the skin, Architecture and the senses, Κεφ.2
- Penz Francois, Thomas Maureen, 1997, Cinema and Architecture: From Historical to Digital
- Picon Antoine, Architecture Science and the Virtual Realm, Princeton Architectural Press, New York, 2003
- Regina Ana, Mizrahy Cuperschmid, Regina Coeliruschel, Marcia Regina De Freitas, 2013, Technologies that support Augmented Reality applied to Architecture and Construction

- Rossi R., Faria A. et al., 2005, Improving spatial perception through sound field simulation in VR, VECIMS
- Rudolf Arnheim, 1974, Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye, University of California Press
- Sareika M., Schmalstieg D., 2007, Urban Sketcher: Mixed reality on site for urban planning and architecture
- Schnabel, M.A and Kvan T., 2003, Spatial understanding in immersive virtual Environments, International Journal of Architectural Computing
- Soren S. Sorensen, 2006, The development of Augmented Reality as a tool of Architectural and Urban Design, Nordic Journal of Architectural research, Vol.19, No.4
- Terzidis Kostas, Taylor & Francis, 2003, Expressive Form: A Conceptual Approach to Computational Design,
- Tversky B., Zacks J.M, 2001, Event Structure in perception and conception
- Tversky B, 2003, Structures of mental spaces: How people think about space, Stanford University
- Tversky, B. 2005, Functional significance of visuospatial representations, Handbook of higher-level visuospatial thinking, Cambridge: Cambridge University Press

Περιοδικά

- Aubrey Anable, Οκτώμβρης, 2011, The Architecture Machine Group's Aspen Movie Map : Mediating the Urban Crisis in the 1970s, Television & New Media
- Baudrillard Jean, Number 2, July 2005 "Violence of the Virtual and Integral Reality." Dr. Marilyn Lambert-Drache (Translator). IJBS. Volume 2
- Greenberg, Donald P., 1974, Computer graphics in Architecture, Scientific American, vol.230, no.5
- Karwowski Waldemar, 2010, International Encyclopedia of Ergonomics and Human factors, Volume 1, Taylor and Francis Group
- Lohman D.F, 1979, Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature, (Tech. Rep No 8), Stanford C.A: Stanford University, Aptitude Research Project, School of Education
- Mullins M., 2006, Interpretation of simulations in interactive VR environments: depth perception in CAVE and Panorama, Journal of Architecture and Planning Research, vol23, nr 4
- Tversky B., 2004, Narrative of space, time and life, Mind and Languages, volume 19, No 4, Stanford University

Διπλωματικές – ερευνητικές_

- Brett E. Shelton, Nicholas R. Hedley, 2004, Exploring a Cognitive Basis for Learning Spatial Relationships with Augmented Reality, Utah State University, ITLS Faculty Publications
- Hofmann Sebastian, 2012, Augmented spaces: the effects of navigational augmented reality apps on their users' perception of space, Erasmus University Rotterdam
- Kim Mi Jeong ,Maher Mary Lou , 2006, The impact of tangible user interface on designers, spatial cognition, Australia, Key Centre of Design Computing and Cognition, University of Sydney
- Matsuda K, 2010, Domestic city: The disclosed home in augmented space

138

Διαδικτυακές πηγές_

- http://cgi.di.uoa.gr/~std02199/Virtual_Reality_History.html
- <http://www.ramnousia.com/2010/05/matrix.html#.Ut0m0dL8InI>
- <http://www.iff.fraunhofer.de/en/business-units/virtual-interactive-training/laboratories/cave.html>
- http://www.medienkunstnetz.de/themes/mapping_and_text/beyond-the-archive/scroll/
- www.jeffrey-shaw.net
- <https://www.youtube.com/watch?v=61I7Y4MS4aU>

Εικονογράφηση

εξώφυλλο: <http://www.taringa.net/posts/imagenes/16066697/MegaPost-Wallpapers-HD>

εικόνα 1 <http://media.designerpapers.com/3rings/tag/spatial-perception/>

εικόνα 2 <http://techwhirl.com/technical-communications-primer-gestalt-theory-and-visual-design/>
<http://chocoladesign.com/o-que-e-gestalt>

εικόνα 3 <https://www.youtube.com/watch?v=GRAOsOdCOw0>

εικόνα 4 <http://frederikkechristiansenpsychology.wordpress.com/2012/09/06/gibsons-bottom-up-theory-of-perception/>

εικόνα 5 <http://www.ancrage-memoriel.fr/article/la-curiosite-et-le-plaisir-permettent-de-mieux-memoriser-une-nouvelle-preuve-2/>

εικόνα 6 <http://www.ancrage-memoriel.fr/article/tag/technique-dapprentissage/>

εικόνα 7 <http://magnesianews.gr/thessalia/.html>

εικόνα 8 <https://www.youtube.com/watch?v=VrgWH1KUDt4>

εικόνα 9 <http://vimeo.com/26047677>

εικόνα 10 <http://www.rawstory.com/rs/2012/02/23/googles-virtual-reality-glasses-coming-in-2012-report/>

εικόνα 11 <http://csrspreadsience.wordpress.com/2013/04/15/the-future-of-virtual-reality-a-road-map-to-losing-yourself/> και <http://www.mechdyne.com/cave.aspx>

εικόνα 12 <http://himanshu-guru.blogspot.gr/2011/09/technology-space-mouse-by-alisha-mishra.html>

<http://himanshu-guru.blogspot.gr/2011/09/technology-space-mouse-by-alisha-mishra.html>

http://onlinemca.com/mca_course/kurukshetra_university/semester5/computergraphics/joy_stick

http://www.roboblock.com/goods/goods_view.htm?ps_goid=605&PHPSESSID=9b647c2679

εικόνα 13 <http://www.rug.nl/science-and-society/centre-for-information-technology/research/hpcv/>

<http://www.diyaudioandvideo.com/TV/3D/Theater> <http://www.buffalocomputerconsulting.com/>

<http://www.worldviz.com/products/head-mounted-displays>

εικόνα 14 <http://niklasgoldbach.blogspot.com/2009/12/legible-city.html>

εικόνα 15 <http://www.inventinginteractive.com/2010/03/18/aspen-movie-map/>

εικόνα 16 <http://gamma.cs.unc.edu/SWITCH/>

εικόνα 17 <http://gamma.cs.unc.edu/research/rendering/>

140 | <http://gamma.cs.unc.edu/research/rendering/>
εικόνα 18 3D-Walkthrough home_ <https://www.youtube.com/watch?v=dIXJeSHPnDk>

εικόνα 19 <http://ellania.pblogs.gr/2012/02/h-anatroph-ths-pragmatikothtas.html>

εικόνα 20 <http://whyfiles.org/2009/scimax-theater/>

εικόνα 21 <http://www.emerce.nl/nieuws/virtual-reality-terug-weggeweest>

εικόνα 22 <http://www.arlab.com/blog/tag/ar/>

εικόνα 23 Milgram P. et al,1994, augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum

εικόνα 24 <http://escanning.wikispaces.com/Augmented+Spaces+-+Short+version>

εικόνα 25 <http://occupationforces.com/main.html>

εικόνα 26 <http://www.arlab.com/blog/markerless-augmented-reality/>

εικόνα 27 <http://jamesprovost.com/technical-illustration/augmented-reality-visor>

εικόνα 28 <http://www.augmentedrealitytrends.com/augmented-reality-retail/seemore-interactive-the-augmented-reality-retail-app.html>

εικόνα 29 <http://tangible.media.mit.edu/project/io-bulb-and-luminous-room/>

εικόνα 30 <http://www.mit.edu/~susannes/generals/physicalpixel.html>

εικόνα 31 <http://www.jvrb.org/past-issues/1.2004/34>

εικόνα 32 <http://www.bartlett.ucl.ac.uk/graduate/research/space/research/round-table>

εικόνα 33,34,35 <http://vimeo.com/5595869>

εικόνα 36 <http://www.theguardian.com/film/2010/jul/10/3d-film-festival-greenwich-indian>

εικόνα 37 <http://www.kurzweilai.net/how-augmented-reality-will-make-boring-cities-beautiful>