

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΜΕ

Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Μελέτη και Υλοποίηση Εφαρμογής με Χρήση
Αναπτυξιακών Πακέτων

Σπηλιώτη Παναγιώτα
Τσιμπίδη Αικατερίνη

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΤΡΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Πύργος, 2015

Περιεχόμενα

Εικόνες	4
Πίνακες.....	6
Ευχαριστίες	7
Περίληψη	8
Abstract.....	8
Κεφάλαιο 1 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα	9
1.1 Εισαγωγή.....	9
1.2 Γενική Θεώρηση.....	10
1.2.1 Η Τεχνολογία AR σήμερα.....	10
1.2.2 Ιστορικό υπόβαθρο.....	11
1.3 Η Τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας	14
1.3.1 Hardware και συσκευές Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	14
1.3.1.1 Συσκευές απεικόνισης	14
1.3.1.2 Συσκευές εισόδου.....	23
1.3.1.3 Συσκευές ανίχνευσης.....	24
1.3.1.4 Υπολογιστής	26
1.3.2 Μέθοδοι και τεχνικές Επαυξημένης Πραγματικότητας	27
1.3.2.1 Μέθοδοι επέαυξης της πραγματικότητας	27
1.3.2.2 Είδη διεπαφών επαυξημένης πραγματικότητας.....	29
1.3.2.3 Οπτικοποίηση και επαυξημένη πραγματικότητα	32
Κεφάλαιο 2 Τομείς εφαρμογής	34
2.1 Εισαγωγή.....	34
2.2 Εκπαίδευση.....	34
2.3 Ψυχαγωγία - Πολιτισμός	39
2.4 Ψυχολογία	42
2.5 Media - Διαφήμιση	45
2.6 Ελληνικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας.....	48
Κεφάλαιο 3 Εργαλεία κατασκευής εφαρμογών AR	52
3.1 Εισαγωγή.....	52
3.1.1 Εργαλεία ανοικτού λογισμικού.....	52

3.1.2	Εργαλεία μη ανοικτού λογισμικού	57
Κεφάλαιο 4	Συμπεράσματα – Προοπτικές.....	59
Αναφορές	62

Εικόνες

Εικόνα 1.1 Το σύστημα The Sword of Damocles του Ivan Sutherland	11
Εικόνα 1.2 Το Videoplace του Myron Krueger	12
Εικόνα 1.3 Ο Louis Rosenberg δοκιμάζει το Virtual Fixtures.....	12
Εικόνα 1.4 Το συνεχές της μικτής πραγματικότητας των Milgram και Kishino	13
Εικόνα 1.5 Ο 2D δείκτης του Jun Rekimoto.....	13
Εικόνα 1.6 Οπτική συσκευή απεικόνισης Azuma 1997	15
Εικόνα 1.7 Βιντεοσυσκευή απεικόνισης Azuma 1997.....	15
Εικόνα 1.8 Τα διάσημα Google Glasses με σκελετό γυαλιών οράσεως.....	16
Εικόνα 1.9 Έξυπνα τηλέφωνα και επαυξημένη πραγματικότητα	17
Εικόνα 1.10 Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για PDA.....	18
Εικόνα 1.11 Υποόγιστες tablet και επαυξημένη πραγματικότητα	18
Εικόνα 1.12 Παραδείγματα χωρικής επαύξεσης μέσω οθόνης με χρήση βιντεο-οπτικής	20
Εικόνα 1.13 Παράδειγμα εφαρμογής χωρικής οπτικής απεικόνισης με διάφανη και ολογραφική οθόνη	20
Εικόνα 1.14 Παραδείγματα χωρικών απεικονίσεων με προβολέα.....	22
Εικόνα 1.15 Διάφορες συσκευές εισόδου.....	23
Εικόνα 1.16 Τρισδιάστατες συσκευές εισόδου.....	24
Εικόνα 1.17 Τρόπος λειτουργίας ανίχνευσης με δείκτες	25
Εικόνα 1.18 Αριστερά marker-based AR και δεξιά markerless AR.....	27
Εικόνα 1.19 Επαυξημένη πραγματικότητα βάσει περιγράμματος	28
Εικόνα 1.20 Επαυξημένη πραγματικότητα βάσειθέσης.....	28
Εικόνα 1.21 Παραδείγματα επαυξημένης πραγματικότητας σε επιφάνεια	29
Εικόνα 1.22 Στην εφαρμογή VOMAR (Kato et al.) τα έπιπλα μετακινούνται με τη χρήση ενός κουπιού	30
Εικόνα 1.23 Το Studierstube (tugraz) σύμφωνα με τους δημιουργούς του χρησιμοποιεί συνεργατική AR για να γεφυρώσει πολλαπλές διαστάσεις διεπαφών χρηστών	30
Εικόνα 1.24 Το WUW (MIT) παρέχει πληροφορίες που προβάλλονται σε διάφορες επιφάνειες μέσω φυσικών χειρονομιών.....	31
Εικόνα 2.1 Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση των πλανητών	35
Εικόνα 2.2 Σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση της γεωμετρίας	36
Εικόνα 2.3 Η εφαρμογή ARVolkano	40
Εικόνα 2.4 Αναπαράσταση από την εφαρμογή Archeoguide	41
Εικόνα 2.5 Εφαρμογή AR για την αντιμετώπιση της ακροφοβίας	44
Εικόνα 2.6 Ο επαυξημένος κατάλογος του IKEA	46
Εικόνα 2.7 Το Lego Digital Box.....	47
Εικόνα 2.8 Εικόνα από το βιβλίο	48
Εικόνα 2.9 Καρτέλα της εφαρμογής που αναφέρεται στη λέξη ούζο.....	49
Εικόνα 2.10 Η εφαρμογή Greek Museums.....	50
Εικόνα 2.11 Ένα από τα «έξυπνα» τετράδια της SKAG	50
Εικόνα 2.12 Το XO Radar	51
Εικόνα 3.1 Το NyARToolKit	53
Εικόνα 3.2 Το Atomic Authoring Tool.....	55
Εικόνα 3.3 Το project GRATF	55
Εικόνα 3.4 Το Blender.....	56
Εικόνα 3.5 Το Google SketchUp.....	57

Εικόνα 3.6 Το Vuforia58

Πίνακες

Πίνακας 1.1 Συγκεντρωτικά τα είδη των συσκευών απεικόνισης.....	22
Πίνακας 2.1 Παραδοσιακή θεραπεία έναντι AR και VR θεραπειών (Botella et al.).....	43

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς, τους καθηγητές μας και ιδιαίτερα τον κύριο Κούτρα για τη στήριξη τους.

Περίληψη

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι μια πολλά υποσχόμενη, νέα τεχνολογία που στοχεύει στον αβίαστο συνδυασμό του περιβάλλοντος του χρήστη με εικονικά αντικείμενα όπως εικόνες, ήχος και βίντεο. Ο σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνήσει την τεχνολογία, το υλικό, τα πεδία εφαρμογής καθώς και τα πακέτα ανάπτυξης λογισμικού που αφορούν την Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Abstract

Augmented Reality is a promising, emerging technology that aims in effortlessly combining the user's real environment with virtual objects such as imagery, sound and video. The purpose of this thesis is to explore the technology, the hardware, the areas of application as well as the software development kits involving Augmented Reality.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα

1.1 Εισαγωγή

Με τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αναφερόμαστε στην προσθήκη εικονικών πληροφοριών στο περιβάλλον το οποίο γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο μέσω των αισθητηρίων οργάνων του, με τη χρήση κατάλληλων συσκευών. Με τη διαδικασία αυτή ο πραγματικός κόσμος δεν υποβαθμίζεται αντιθέτως, ενισχύεται ή αλλιώς «επαυξάνεται» με πληροφορία παραγόμενη από υπολογιστή η οποία συνδυάζεται με την εικόνα του κόσμου όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από τις αισθήσεις μας [Νικολαΐδης 2003]. Η επαυξημένη πραγματικότητα δίνει δηλαδή τη δυνατότητα στο χρήστη, ενώ αυτός βλέπει τον πραγματικό κόσμο, ταυτόχρονα να βλέπει και εικονικά αντικείμενα ή/και πληροφορίες τα οποία βρίσκονται τοποθετημένα επάνω στον πραγματικό κόσμο ή είναι σύμμεικτα με αυτόν. Γενικότερα μπορεί να θεωρηθεί επαυξημένη πραγματικότητα οποιοδήποτε σύστημα συνδυάζει το εικονικό στοιχείο με το πραγματικό, έχει τη δυνατότητα της διάδρασης σε πραγματικό χρόνο και τοποθετείται σε τρεις διαστάσεις [Azuma 1997].

Με τη χρήση λοιπόν της τεχνολογίας AR μπορούμε να πούμε ότι η εμπειρία του φυσικού κόσμου ενισχύεται υπό την έννοια ότι δεν δημιουργείται ένα διαφορετικό και αποκομμένο περιβάλλον που αντικαθιστά το πραγματικό (βλέπε παρακάτω αναφορά σε VR) αλλά ότι απλά γίνεται πρόσθεση πληροφοριών σε αυτές που ήδη επεξεργαζόμαστε μέσω των αισθήσεών μας [Wasson 2015].

Με γνώμονα τα παραπάνω βλέπουμε ότι, σκοπός της τεχνολογίας AR είναι να παρέχει στο χρήστη μια επαυξημένη οπτική του περιβάλλοντος του, συνδυάζοντας πληροφορία που δεν υπάρχει με φυσικό και άμεσο τρόπο με τον πραγματικό κόσμο όσο το δυνατόν πιο απρόσκοπτα. Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να γίνει αυτή η ενίσχυση καλύπτεται από ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων. Από την απλούστερη απεικόνιση των πληροφοριών με γράμματα απευθείας στο οπτικό πεδίο του χρήστη έως την ενσωμάτωση τρισδιάστατων, διαδραστικών, γραφικών σκηνικών σε πραγματικά περιβάλλοντα [Mullen 2011]. Γίνεται τελικά αντιληπτό ότι η AR στοχεύει στο να κάνει τη ζωή του χρήστη πιο απλή, εισάγοντας χρήσιμη ή ενδιαφέρουσα για αυτόν πληροφορία τόσο στο άμεσο περιβάλλον του όσο και σε οποιαδήποτε έμμεση προβολή του πραγματικού κόσμου, όπως παραδείγματος χάριν η ζωντανή ροή βίντεο [Carmigniani 2011].

Για την πληρέστερη αντίληψη της συλλογιστικής και του εύρους δυνατοτήτων της AR θα πρέπει να την εξετάσουμε σε ένα πλαίσιο σύγκρισης με την τεχνολογία της οποίας αποτελεί τμήμα που δεν είναι άλλη από την Εικονική Πραγματικότητα (VR).

Η συμβατικά αποδεκτή άποψη για ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας (VR) είναι εκείνη κατά την οποία ο χρήστης είναι απόλυτα βυθισμένος και σε θέση να αλληλεπιδρά με έναν εντελώς συνθετικό κόσμο [Milgram 1994]. Φαίνεται ότι παρά το γεγονός ότι πρόκειται για συναφείς τομείς (αφού και οι δύο τεχνολογίες «παίζουν» με το πεδίο αντίληψης του χρήστη), η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα είναι δύο διαφορετικές έννοιες. Ενώ λοιπόν η επαυξημένη πραγματικότητα τοποθετείται επάνω στην υπαρκτή πραγματικότητα με σκοπό την ωφέλιμη για το χρήστη αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο, στην εικονική πραγματικότητα ο χρήστης αποκόβεται εντελώς από τον πραγματικό κόσμο και αλληλεπιδρά αποκλειστικά και μόνο με το εικονικό αλλά ταυτόχρονα ρεαλιστικό περιβάλλον που δημιουργείται από υπολογιστή [Νικολαΐδης 2003]. Είναι ξεκάθαρο επομένως ότι το βασικό πεδίο στο οποίο κινείται η AR είναι ο πραγματικός κόσμος ενώ για τη VR ένα ελεγχόμενο δημιουργημένο από υπολογιστή περιβάλλον.

1.2 Γενική Θεώρηση

1.2.1 Η Τεχνολογία AR σήμερα

Η τεχνολογία AR έχει τις δυνατότητες να βρει εφαρμογή σε πλήθος πεδίων της σύγχρονης επιστήμης και ζωής και τα τελευταία χρόνια τόσο το ακαδημαϊκό όσο και το εμπορικό ενδιαφέρον φαίνεται να γιγαντώνεται για τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας. Δεν είναι λίγες οι εφαρμογές που ήδη υπάρχουν για κινητά τηλέφωνα, με χαρακτηριστικά παραδείγματα όπως Layar, Google Goggles, Aurasma και τα νέα βιντεοπαιχνίδια που κάνουν χρήση της τεχνολογίας αυτής (Ingress, PulzAR κ.α.) Στο χώρο της διαφήμισης επίσης δημιουργούνται νέοι τρόποι προώθησης με τη συμβολή της τεχνολογίας AR (Ray Ban Virtual Mirror, Virtual Fantasy Collection Oxette) ωθώντας το σύγχρονο marketing σε άλλα επίπεδα. Ακόμα στον τομέα της ιατρικής και ιδιαίτερα της χειρουργικής παρατηρούνται επαναστατικές εφαρμογές που αφορούν τη χρήση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας, με χαρακτηριστικές τις «στερεοτακτικές επεμβάσεις» όπως αποκαλούνται, οι οποίες χρησιμοποιούν εδώ και χρόνια την επαυξημένη πραγματικότητα. Στον βιομηχανικό τομέα η τεχνολογία AR φέρνει λύσεις στα πεδία της συντήρησης, των επισκευών αλλά και στο πεδίο του ανθρώπινου δυναμικού (Daqri Smart Helmet). Στον τομέα της στρατιωτικής άμυνας η τεχνολογία AR βρίσκει εφαρμογή μεταξύ άλλων σε σενάρια εξάσκησης ή/και επιχειρήσεις εδάφους (BARS Battlefield Augmented Reality System) και στην άμεση παροχή πληροφορίας στο πεδίο της μάχης χωρίς ο χρήστης να χρειάζεται να αποσπά την προσοχή του από το πραγματικό περιβάλλον. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα Head-Up Displays (HUDs) των μαχητικών αεροσκαφών.

Σήμερα περισσότερο από ποτέ η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας ξεπερνά τη στερεοτυπική εικόνα που τη θέλει να περιορίζεται στον τομέα της

ψυχαγωγίας, ανοίγοντας νέους δρόμους σε τομείς όπως χειρουργική, βιομηχανία και στρατιωτική άμυνα.

1.2.2 Ιστορικό υπόβαθρο

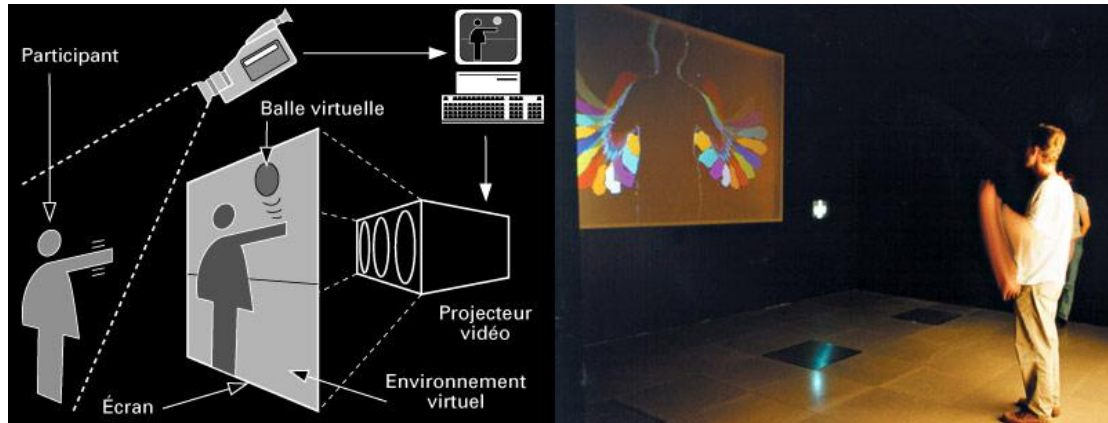
Η επαυξημένη πραγματικότητα μέρα με τη μέρα εξελίσσεται με μια προοδευτική τάση με τη συμβολή των νέων κάθε τόσο τεχνολογικών επιτευγμάτων και βρίσκει νέους τρόπους για να επεκταθεί σε όλο και περισσότερους τομείς. Παρόλα αυτά οι ιδέες προπομποί των σημερινών επιτευγμάτων υπήρξαν πολλές δεκαετίες παλιότερα. Αξίζει να γίνει μια ιστορική αναδρομή για την επαυξημένη πραγματικότητα ώστε να γνωστοποιηθούν οι σημαντικές για την τεχνολογία αυτή στιγμές.

Η πρώτη φορά που κάποιος υπαινίσσεται την ιδέα της επαυξημένης πραγματικότητας εντοπίζεται το 1901 όταν ο L. Frank Baum περιγράφει στο μυθιστόρημά του "The Master Key" το αποκαλούμενο "character marker" . Πρόκειται για ένα ζευγάρι διόπτρες που υπερθέτουν έναν χαρακτηρισμό στο μέτωπο όσων βρίσκονται στο οπτικό πεδίο του ήρωα, καθώς αυτός τις φορά [Wikipedia 2014] [Βερυκόκου 2013]. Πολύ αργότερα, το 1962, ο Morton Heilig δημιουργεί το πρωτότυπο του Sensorama, μιας συσκευής προπομπού του ηλεκτρονικού υπολογιστή και της εικονικής πραγματικότητας (VR) [Furht 2011]. Το 1966 ο Ivan Sutherland εφευρίσκει την οθόνη κεφαλής – Head-Mounted Display και δύο χρόνια αργότερα (1968) δημιουργεί το πρώτο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, ένα πρωτοποριακό για την εποχή σύστημα με την ονομασία «Δαμόκλειος Σπάθη» (The Sword of Damocles) με σκοπό την πρόσθεση τρισδιάστατων πληροφοριών στο οπτικό πεδίο του χρήστη με τη βοήθεια μιας οπτικής διάφανης οθόνης κεφαλής (optical see-through head-mounted display).



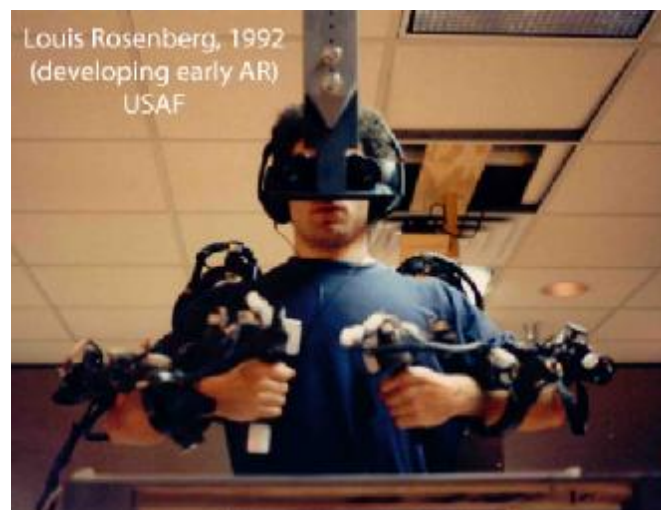
Εικόνα 1.1 Το σύστημα "The Sword of Damocles" του Ivan Sutherland

Στη συνέχεια, το 1975 ο Myron Krueger δημιουργεί το Videoplace το πρώτο σύστημα που εισάγει το στοιχείο της αλληλεπίδρασης με εικονικά αντικείμενα.



Εικόνα 1.2 Το Videoplace του Myron Krueger

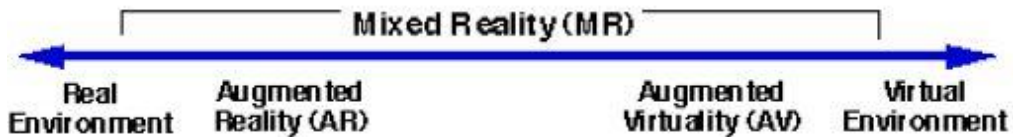
Το 1992 οι Tom Caudell και David Mizell ερευνητές της εταιρίας Boeing επινοούν τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality) καθώς συναρμολογούν καλωδιώσεις για τη βελτίωση κατασκευής αεροσκαφών. Υπέδειξαν μάλιστα τα πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας (VR) σε σχέση με την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality όρος που αποδίδεται στον Jason Lanier 1989) παρατηρώντας ότι η AR είναι λιγότερο ενεργοβόρα καθώς απαιτούνται λιγότερα εικονοστοιχεία για απεικόνιση. Την ίδια χρονιά, αναπτύσσεται το Virtual Fixtures από τον Louis B. Rosenberg, ένα από τα πρώτα λειτουργικά συστήματα AR, που αποσκοπούσε στη βελτίωση της απόδοσης των χρηστών σε απομακρυσμένες εργασίες.



Εικόνα 1.3 Ο Louis Rosenberg δοκιμάζει το Virtual Fixtures

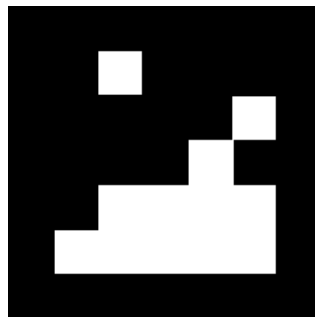
Στο μεταξύ, οι Steven Feiner, Blair MacIntyre και Doree Seligmann παρουσιάζουν το πρώτο άρθρο για το σύστημα KARMA (Knowledge-based Augmented Reality Maintenance Assistance) το οποίο κάνει χρήση μιας οθόνης κεφαλής (Head-

Mounted Display). Το 1994 ορίζεται από τους Paul Milgram και Fumio Kishino το συνεχές πραγματικότητας-εικονικότητας (reality virtuality continuum) μαζί με την έννοια της μικτής πραγματικότητας – Mixed Reality (MR). Πρόκειται για ένα συνεχές που εκτίνεται από το πραγματικό ως το εικονικό περιβάλλον και στο ενδιάμεσο αυτού τοποθετείται η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) που βρίσκεται πιο κοντά στο πραγματικό περιβάλλον και η επαυξημένη εικονικότητα (AV) που είναι πιο κοντά στην εικονική πραγματικότητα.



Εικόνα 1.4 Το συνεχές της μικτής πραγματικότητας των Milgram και Kishino

Το 1994 είναι επίσης η χρονιά κατά την οποία η AR θα εισέλθει στην τέχνη καθώς η Julie Martin δημιουργεί την πρώτη «θεατρική παραγωγή επαυξημένης πραγματικότητας» με το “Dancing in Cyberspace” το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το Συμβούλιο Τέχνης της Αυστραλίας και αναμεταδόθηκε επίσης από την τηλεόραση. Το 1995 αναπτύσσεται το NaviCam, το πρώτο φορητό AR σύστημα χειρός από τον Jun Rekimoto, το οποίο βασίζεται σε έγχρωμους δείκτες (markers). Το 1996 ο ίδιος αναπτύσσει το CyberCode, το οποίο βασίζεται σε ασπρόμαυρους τετράγωνους δείκτες δύο διαστάσεων που χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα.



Εικόνα 1.5 Ο 2D δείκτης του Jun Rekimoto

Το 1997 ο Ronald Azuma γράφει την πρώτη έρευνα για την AR, παρέχοντας έτσι έναν ευρέως αποδεκτό ορισμό προσδιορίζοντας την ως οποιοδήποτε σύστημα συνδυάζει το εικονικό με το πραγματικό, είναι διαδραστικό σε πραγματικό χρόνο και σε τρεις διαστάσεις [Azuma 1997]. Το επόμενο έτος (1998) αναπτύσσεται το οπτικό σύστημα πλοήγησης “Map-in-hat” από τους Bruce Thomas et al. το οποίο αργότερα εξελίσσεται στο σύστημα Tinmith. Δύο χρόνια αργότερα, το 2000, οι Bruce Thomas et al. αναπτύσσουν το πρώτο παιχνίδι εξωτερικού χώρου για κινητές συσκευές, το ARQuake το οποίο παρουσιάζεται στο Διεθνές Συμπόσιο Φορετών Υπολογιστών (ISWC). Το 1999 ο Hirokazu Kato αναπτύσσει το ARToolKit μια βιβλιοθήκη εφαρμογών AR ανοιχτού κώδικα που αποτελεί βάση πολλών μετέπειτα

εφαρμογών και χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα. Έκτοτε με την έλευση του 21^{ου} αιώνα και την παράλληλη κυριαρχία της ψηφιακής επανάστασης η εξέλιξη στον τομέα της AR καταγράφεται ανοδική με ένα πλήθος νέων ιδεών, εφαρμογών και συστημάτων και το πρώτο Διεθνές Συνέδριο Μικτής και Επαυξημένης Πραγματικότητας – International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) να λαμβάνει χώρα το 2002 στο Darmstadt της Γερμανίας. Μερικά μόνο παραδείγματα είναι ο πρώτος AR περιηγητής Real-World Wide Web από τους Bob Kooper και Blair MacIntyre το 2001, το iLamps το 2003 που χρησιμοποιεί φορητό προβολέα και η εισαγωγή της AR στα κινητά τηλέφωνα με εφαρμογές όπως το πρόγραμμα MARA (Mobile Augmented Reality Applications project) της Nokia το 2006 και σύγχρονες εφαρμογές όπως το Wikitude (2008) και το Layar (2009).

1.3 Η Τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η αναντίρρητη εξέλιξη στον κόσμο της τεχνολογίας φέρνει πιο κοντά στον μέσο χρήστη τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας εξυπηρετώντας έτσι ευκολότερα, γρηγορότερα και με ενδιαφέροντα τρόπο τις ανάγκες του. Πως όμως λειτουργεί η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας; Σε αυτή την ενότητα θα μελετηθούν τόσο οι κατηγορίες των συσκευών (hardware) όσο και οι μέθοδοι και οι τεχνικές που απαιτούνται για την επίτευξη λειτουργικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας.

1.3.1 Hardware και συσκευές Επαυξημένης Πραγματικότητας

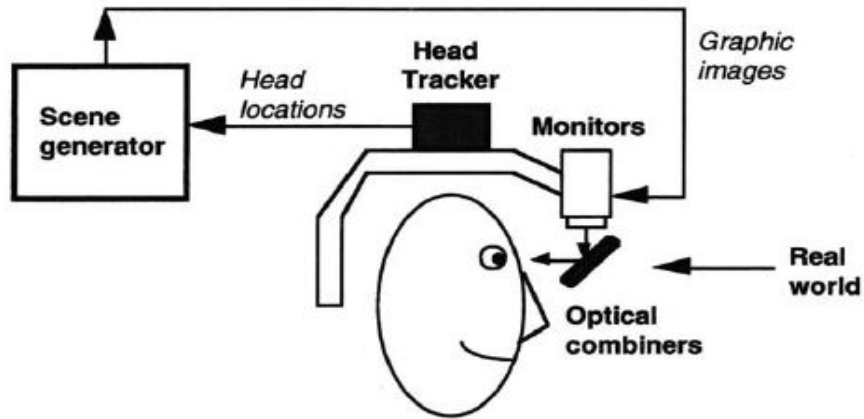
Οι βασικές συσκευές που απαιτούνται για την επαυξημένη πραγματικότητα είναι: οι συσκευές απεικόνισης, οι συσκευές εισόδου, οι συσκευές ανίχνευσης και ο υπολογιστής. Ακολουθεί αναφορά στις συσκευές και στις κατηγορίες αυτών.

1.3.1.1 Συσκευές απεικόνισης

Οι συσκευές απεικόνισης αποτελούν εξαιρετικά σημαντικές συσκευές για την επαυξημένη πραγματικότητα καθώς είναι αυτές που θα παρουσιάσουν στο χρήστη τα εκάστοτε αποτελέσματα και πληροφορίες που θα ζητηθούν. Όσον αφορά τις συσκευές αυτές υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες: Οι φορετές συσκευές απεικόνισης (Head-Mounted Displays), οι συσκευές απεικόνισης χειρός (Handheld displays) και οι χωρικές (spatial displays).

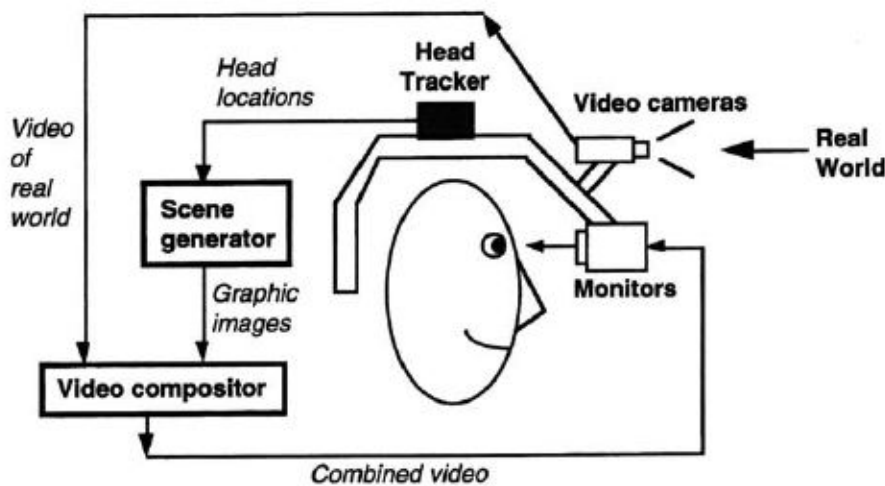
Οι φορετές συσκευές απεικόνισης (HMD) μπορούν να είναι είτε οπτικές (optical see-through displays) είτε βιντεοσυσκευές απεικόνισης (video see-through displays) και μπορούν να έχουν μονό σύστημα οθόνης-οπτικού (monocular) ή σύστημα οθόνης-οπτικού για κάθε μάτι (binocular). Οι οπτικές συσκευές απεικόνισης χρησιμοποιούν

ημιανακλαστικό κάτοπτρο το οποίο ανακλά αλλά και μεταδίδει το φως έτσι ώστε ενώ η εικόνα του πραγματικού κόσμου περνάει, ταυτόχρονα να τοποθετείται πάνω σε αυτή γραφική πληροφορία. [Νικολαΐδης 2003] [Carmigniani 2011]



Εικόνα 1.6 Οπτική συσκευή απεικόνισης Azuma 1997

Οι βιντεοσυσκευές απεικόνισης βασίζονται στη χρήση κάμερας καθώς βιντεοσκοπούν τον πραγματικό κόσμο και συνδυάζουν το βίντεο με την επιπρόσθετη γραφική πληροφορία. Το αποτέλεσμα προβάλλεται σε πραγματικό χρόνο στο οπτικό πεδίο του χρήστη μέσω των οθονών που βρίσκονται μπροστά στα μάτια του. [Βερυκόκου 2013]



Εικόνα 1.7 Βιντεοσυσκευή απεικόνισης Azuma 1997

Ενώ φαίνεται λοιπόν ότι και στα δύο αυτά συστήματα το ζητούμενο είναι να συνδυαστεί ο πραγματικός κόσμος με την πληροφορία που παράγεται από υπολογιστή, είναι αναγκαίο να διασαφηνιστεί ότι το κάθε σύστημα εξυπηρετεί διαφορετικές περιπτώσεις χρήσης λόγω των διαφορών που υπάρχουν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, η οπτική συσκευή απεικόνισης είναι οικονομικότερη και κατασκευαστικά απλούστερη. Ακόμα, με τη χρήση αυτής αποφεύγεται το

φαινόμενο της μετατόπισης οπτικού πεδίου αφού στις βιντεοσυσκευές η θέση της κάμερας αναπόφευκτα δεν ταυτίζεται ακριβώς με τη θέση των ματιών του χρήστη. Στις οπτικές συσκευές επίσης έχουμε καλύτερη ανάλυση γιατί ο αμφιβληστροειδής του ματιού ξεπερνά την ανάλυση των συσκευών απεικόνισης (όπως συμβαίνει στις βιντεοσυσκευές), όπως επίσης και μεγαλύτερη ασφάλεια καθώς σε περίπτωση βλάβης ο χρήστης μιας βιντεοσυσκευής καθίσταται πρακτικά τυφλός. Αντίθετα, οι βιντεοσυσκευές απεικόνισης προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία όσον αφορά τη σύνθεση του πραγματικού με το εικονικό και παράγουν αρτιότερα αποτελέσματα όσον αφορά τον συντονισμό (*registration*), την αντίθεση και τη φωτεινότητα όπου οι οπτικές συσκευές υστερούν λόγω διαφοράς δυναμικού (*dynamic registration*) με αποτέλεσμα να μην φαίνονται τα εικονικά αντικείμενα. Επιπλέον, έχουν λιγότερες χρονικές καθυστερήσεις αφού γίνεται ταυτόχρονη και συγχρονισμένη προβολή εικονικού και πραγματικού. Τέλος, και στα δύο συστήματα μπορεί να επιτευχθεί στερεοσκοπική¹ όραση με την ύπαρξη ξεχωριστού για κάθε μάτι συστήματος οθόνης – οπτικών (*binocular*). [Νικολαΐδης 2003]



Εικόνα 1.8 Τα διάσημα Google Glasses με σκελετό γυαλιών οράσεως

Οι συσκευές απεικόνισης χειρός (*Handheld displays*) ή αλλιώς φορητές, είναι συσκευές μικρού μεγέθους που διαθέτουν οθόνη μέσα από την οποία ο χρήστης που τις κρατά στο χέρι του είναι σε θέση να παρατηρήσει την επαύξηση του εκάστοτε περιβάλλοντος. [Βερυκόκου 2013]. Το έτερο βασικό χαρακτηριστικό αυτών των συσκευών είναι η ενσωματωμένη κάμερα μέσω της οποίας βιντεοσκοπείται το πραγματικό περιβάλλον ώστε, εν συνεχεία, συνηθέστερα μέσω βιντεο-οπτικών τεχνικών να επαυξηθεί με γραφική πληροφορία προτού παρουσιαστεί στον χρήστη. Για να επιτευχθεί αυτή η διαδικασία οι φορητές

¹ Στερεοσκοπικός: που σχετίζεται ή που δηλώνει μια διαδικασία με την οποία οι δύο φωτογραφίες του ίδιου αντικειμένου που λαμβάνονται από ελαφρώς διαφορετικές γωνίες να ενωθούν μαζί, δημιουργώντας μια αίσθηση βάθους και στερεότητας. [Wikipedia]

συσκευές απεικόνισης κάνουν χρήση ποικίλων αισθητήρων όπως: ψηφιακές πυξίδες και GPS για τους αισθητήρες ανίχνευσης 6 βαθμών ελευθερίας² (6 degrees of freedom) που διαθέτουν, συστήματα δεικτών (fiducial marker systems) όπως το ARToolKit και μέθοδοι υπολογιστικής όρασης όπως το SLAM. Καταγράφονται τρεις κατηγορίες φορητών συσκευών απεικόνισης που διατίθενται εμπορικά: τα ευρέως διαδεδομένα έξυπνα τηλέφωνα (smartphones), οι σπάνια πλέον χρησιμοποιούμενοι προσωπικοί ψηφιακοί οδηγοί PDAs (Personal Digital Assistants) και οι υπολογιστές tablet (Tablet PCs). [Carmigniani 2011]

Αδιαμφισβήτητα η πιο διαδεδομένη κατηγορία είναι τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones) καθώς ακόμα και πριν την επαναστατική έλευσή τους υπήρχε πλήθος εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για τους προκατόχους τους, τα απλούστερα κινητά τηλέφωνα. Η σταθερή επικράτηση στην προτίμηση του καταναλωτικού κοινού καθώς και η αυξανόμενη τεχνολογική υπεροχή τους, καθιστούν τα smartphones την κυρίαρχη πιθανότητα πλατφόρμα εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Με έγχρωμες οθόνες αφής, ισχυρές ενσωματωμένες κάμερες, γρηγορότερους από ποτέ επεξεργαστές και ακόμη και εξειδικευμένα τσιπ τρισδιάστατων γραφικών (3D graphics chips), ενσωματωμένα συστήματα GPS και πυξίδες στερεάς κατάστασης³ τα smartphones εξυπηρετούν την ευχρηστία στην ασύρματη, κινητή χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. [Henrysson 2007] [Bimber 2005]



Εικόνα 1.9 Έξυπνα τηλέφωνα και επαυξημένη πραγματικότητα

² Οι 6 βαθμοί ελευθερίας αντιστοιχούν σε: μετατόπιση μπρος/πίσω, πάνω/κάτω, αριστερά/δεξιά (3 βαθμοί) και περιστροφή ως προς τρεις κάθετους άξονες του αντικειμένου (3 βαθμοί). Έτσι επιτυγχάνεται η κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις. [Wikipedia]

³ Solid state compasses: μικρές πυξίδες μέσα σε ρολόγια, κινητά τηλέφωνα και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές που συνήθως αποτελούνται από 2 ή 3 αισθητήρες μαγνητικού πεδίου που παρέχουν δεδομένα σε έναν μικροεπεξεργαστή. Η σωστή σχετική κατεύθυνση της πυξίδας υπολογίζεται μέσω της τριγωνομετρίας. [Wikipedia]

Αναφορικά με τα PDAs, διαθέτουν κατά βάση τα ίδια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα με τα smartphones όμως τείνουν να εκλείψουν από το καταναλωτικό τοπίο κυρίως λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων που αφορούν τα smartphones. [Carmigniani 2011]



Εικόνα 1.10 Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για PDA

Οι υπολογιστές tablet διαθέτουν όλα τα χαρακτηριστικά των smartphones αλλά υπερτερούν σε υπολογιστική ισχύ. Συγκριτικά, οι υπολογιστές tablet παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυνατότητες από τα smartphones τα οποία λόγω φόρτου του επεξεργαστή και της μνήμης – ιδιαίτερα σε συσκευές μεσαίας και χαμηλής κατηγορίας – μπορεί να παρουσιάσουν καθυστέρηση στην εκτέλεση της εφαρμογής και κατά συνέπεια χαμηλό ρυθμό ανανέωσης στιγμιότυπων (frame rate) [Βερυκόκου 2013]. Από την άλλη, το μέγεθος, το βάρος και το κόστος δεν είναι τόσο ευνοϊκά για τους υπολογιστές tablet όσο για τα smartphones. [Carmigniani 2011].



Εικόνα 1.11 Υπολογιστές tablet και επαυξημένη πραγματικότητα

Γενικότερα, οι φορητές συσκευές απεικόνισης αποτελούν μια πολύ καλή εναλλακτική και μέχρι στιγμής πιο καταναλωτικά αποδεκτή επιλογή αντί των φορητών συσκευών απεικόνισης (HMDs), όμως παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα σε σχέση με αυτές όπως: το περιορισμένο μέγεθος οθόνης τους που περιορίζει την κάλυψη οπτικού πεδίου, δεν παρέχουν τη δυνατότητα λειτουργίας χωρίς τη χρήση χεριών [Bimber 2005] και εντέλει λόγω του ότι το επαυξημένο

αποτέλεσμα προβάλλεται στην οθόνη της συσκευής ο χρήστης αδυνατεί να «εμβυθιστεί» σε αυτό και μπορεί μόνο να το παρατηρήσει στην οθόνη που κρατά στο χέρι του. [Νικολαΐδης 2003]

Η χωρική επαυξημένη πραγματικότητα *SAR (Spatial Augmented Reality)* ονομάζεται έτσι γιατί πρόκειται για μια πρακτική απεικόνισης που χρησιμοποιεί μεγάλα σε μέγεθος οπτικά στοιχεία που είναι ευθυγραμμισμένα σε ένα χωρικό πλαίσιο. Τέτοια εξαρτήματα είναι κατοπτρικοί συνδυαστές δέσμης (mirror beam combiners), διάφανες οθόνες, ή ολογράμματα (holograms)⁴, ετικέτες ραδιοσυχνοτήτων (radio frequency tags) και βιντεοπροβολείς. [Bimber 2005]. Οι χωρικές απεικονίσεις μπορούν να εφαρμοστούν για παραπάνω από έναν χρήστες ταυτόχρονα, εισάγοντας την έννοια της συνεργασίας μεταξύ των χρηστών. Αυτό συμβαίνει επειδή οι χωρικές απεικονίσεις αποσπούν το μεγαλύτερο μέρος της τεχνολογίας από τον χρήστη και το ενσωματώνουν στο περιβάλλον. Η εικονική πληροφορία εμφανίζεται απευθείας πάνω στα πραγματικά αντικείμενα και ο χρήστης αποδεσμεύεται από το να φορά ή να μεταφέρει οθόνες. [Carmigniani 2011]. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες χωρικής απεικόνισης AR ανάλογα με τον τρόπο που επαυξάνουν το περιβάλλον: Με τη χρήση βιντεο-οπτικής (video see-through), με τη χρήση οπτικής (optical see-through) ή μέσω απευθείας επαύξεσης (direct augmentation).

Στις απεικονίσεις μέσω οθόνης με τη χρήση βιντεο-οπτικής (screen based video see-through) ή εναλλακτικά γνωστές και ως «παράθυρο στον κόσμο», χρησιμοποιούνται μίξεις βίντεο και οι συγχωνευθείσες εικόνες εμφανίζονται σε μια συνηθισμένη οθόνη. Αυτού του είδους η επαύξηση αποτελεί συνηθισμένη τεχνική σε περιπτώσεις που δεν απαιτείται η υποστήριξη κινητής εφαρμογής ή οπτικής επαύξεσης. Επιπλέον, είναι μια πολύ αποδοτική οικονομικά προσέγγιση της AR αφού ο αναγκαίος εξοπλισμός για την εφαρμογή της περιορίζεται σε έτοιμο hardware και έναν συνηθισμένο υπολογιστή. Από την άλλη πλευρά, στην επαύξηση με οθόνη, το οπτικό πεδίο του χρήστη είναι ανάλογο με το μέγεθος της οθόνης και για αυτό το λόγο περιορισμένο. Ακόμα, τόσο η χωρική ευθυγράμμιση όσο και η απόσταση είναι σχετικές προς τον παρατηρητή. Ένα ακόμη μειονέκτημα που είναι χαρακτηριστικό γενικότερα για την βιντεο-οπτική τεχνολογία είναι η περιορισμένη ανάλυση στην εικόνα τόσο των εικονικών αντικειμένων όσο και του πραγματικού περιβάλλοντος. [Bimber 2005]

⁴ Ολογράμματα (ή ολογραφήματα) πρόκειται για τρισδιάστατες απεικονίσεις που δημιουργούνται με τη βοήθεια λέιζερ και μπορούν να παρατηρηθούν από διάφορες γωνίες [Βερυκόκου]



Εικόνα 1.12 Παραδείγματα χωρικής επαύξεσης μέσω οθόνης με χρήση βιντεο-οπτικής

Οι χωρικές οπτικές απεικονίσεις (spatial optical see-through displays) αντίθετα με τις φορητές και φορητές συσκευές οπτικής απεικόνισης, παράγουν εικόνες που ευθυγραμμίζονται εντός του πραγματικού περιβάλλοντος με τη χρήση χωρικών οπτικών συνδυαστών όπως επίπεδοι ή καμπύλοι κατοπτρικοί συνδυαστές δέσμης (mirror beam combiners), διάφανες οθόνες ή οπτικά ολογράμματα. Με αυτόν τον τρόπο επαύξεσης διευκολύνεται η προσαρμογή και σύγκλιση των ματιών, δίνεται δυνατότητα υψηλότερης και κλιμακούμενης ανάλυσης όπως επίσης και ευκολότερης και σταθερότερης βαθμονόμησης με αποτέλεσμα καλύτερα ελεγχόμενο περιβάλλον σχετικά με την ανίχνευση (tracking), το φωτισμό κλπ. Συνεπώς, οδηγούμαστε σε ρεαλιστικότερα επαυξημένα περιβάλλοντα. Όσον αφορά τα μειονεκτήματα της μεθόδου, οι χωρικές οπτικές απεικονίσεις δεν υποστηρίζουν κινητές εφαρμογές αλλά ούτε και αμοιβαία επικάλυψη (occlusion) μεταξύ πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, εμποδίζεται η διαδραστική χειραγώγηση με εικονικά και πραγματικά αντικείμενα που βρίσκονται πίσω από τους οπτικούς συνδυαστές. Ακόμα, το περιορισμένο μέγεθος των οθονών και των οπτικών συνδυαστών προκαλεί το φαινόμενο της «παραβίασης του παραθύρου» που σημαίνει ότι τα εικονικά αντικείμενα που βρίσκονται εκτός της περιοχής απεικόνισης παρουσιάζουν αφύσικη περικοπή. [Bimber 2005]



Εικόνα 1.13 Παράδειγμα εφαρμογής χωρικής οπτικής απεικόνισης με διάφανη και ολογραφική οθόνη

Οι χωρικές απεικονίσεις μέσω προβολέα (projection based spatial displays) χρησιμοποιούν εμπρόσθια προβολή για την ομαλή προβολή εικόνων απευθείας επάνω στις επιφάνειες πραγματικών αντικειμένων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ποικίλων τύπων προβολών όπως: ενιαίοι, στατικοί ή κατευθυνόμενοι και πολλαπλοί, η ποικιλομορφία των οποίων εξυπηρετεί την αύξηση της δυνατής περιοχής απεικόνισης και την ενίσχυση της ποιότητας της εικόνας. Στην περίπτωση που με την υπέρθεση εικόνων αλλάζουν μόνο οι ιδιότητες της επιφάνειας των πραγματικών αντικειμένων (π.χ. χρώμα, φωτισμός, υφή) τότε δεν είναι απαραίτητη η στερεοσκοπική προβολή αφού η σωστή αντίληψη βάθους παρέχεται από το πραγματικό βάθος των επιφανειών των αντικειμένων. Στερεοσκοπική προβολή που εξαρτάται από την οπτική για τις άλλες πλάγιες οθόνες απεικόνισης είναι απαραίτητη εφόσον τρισδιάστατα γραφικά πρόκειται να απεικονιστούν μπροστά ή πίσω από τις επιφάνειες των αντικειμένων. Οι προβολικές χωρικές απεικονίσεις παρουσιάζουν βελτιωμένη εργονομία, θεωρητικά απεριόριστο οπτικό πεδίο, κλιμακούμενη ανάλυση και ευκολότερη προσαρμογή των ματιών – επειδή τα εικονικά αντικείμενα παρουσιάζονται κοντά στην πραγματική τους θέση στο περιβάλλον – εν αντιθέσει με τις φορητές συσκευές απεικόνισης.

Τα προβλήματα που αφορούν αυτή την προσέγγιση είναι τα εξής: Το φαινόμενο σκιάς που προέρχεται από τα πραγματικά αντικείμενα και από τους χρήστες που αλληλεπιδρούν προκαλείται από τη χρήση εμπρόσθιας προβολής. Ακόμα, λόγω του μεγέθους, του σχήματος και του χρώματος των επιφανειών των πραγματικών αντικειμένων προκύπτουν περιορισμοί του χώρου απεικόνισης (π.χ. δεν μπορούν να απεικονιστούν γραφικά μεταξύ των επιφανειών των αντικειμένων αν δεν υπάρχει κάποια επιφάνεια). Επιπλέον, όταν τα εικονικά αντικείμενα εμφανίζονται με μη μηδενική παράλλαξη⁵ οι χρήστες περιορίζονται σε έναν. Τα αναφερθέντα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη χρήση πολλαπλών προβολών και προβολών πολλαπλών χρηστών αντίστοιχα. Όμως, με την αύξηση των χρησιμοποιούμενων προβολών γίνονται πολυπλοκότερες τόσο η ορθή γεωμετρική ευθυγράμμιση όσο και η βαθμονόμηση των χρωμάτων. Τέλος, μπορεί να εμφανιστεί θόλωση κατά την προβολή εικόνων σε επιφάνειες μη επίπεδες και αυτό γιατί οι συμβατικοί προβολείς εστιάζουν μόνο σε ένα εστιακό επίπεδο σε σταθερή απόσταση. Μια κατάσταση που όμως δεν υφίσταται για τους προβολείς λέιζερ. [Bimber 2005]

⁵ Παράλλαξη: η αλλαγή θέσης δύο στατικών σημείων, που οφείλεται στην κίνηση του παρατηρητή. [Wikipedia]



Εικόνα 1.14 Παραδείγματα χωρικών απεικονίσεων με προβολέα

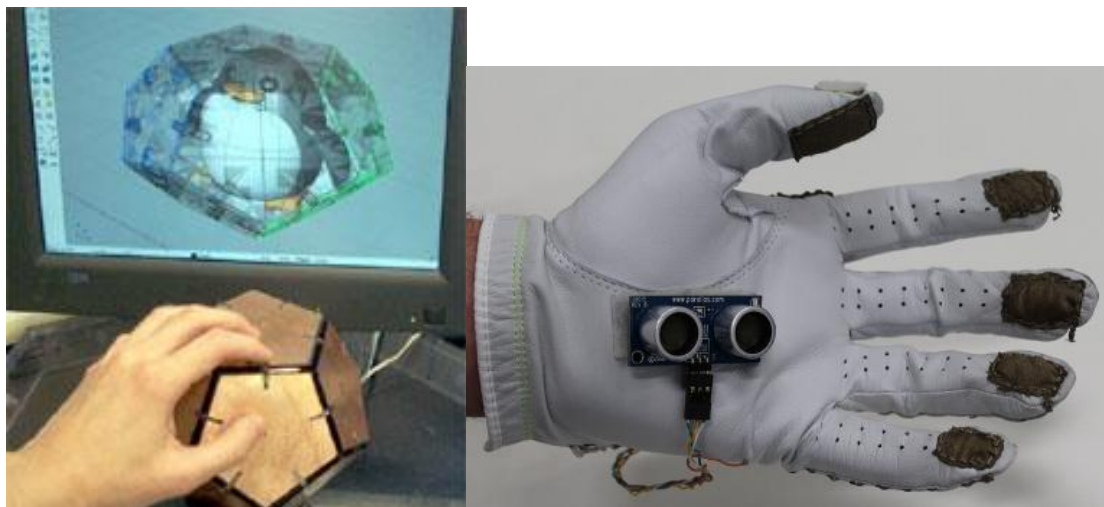
Συσκευές απεικόνισης		
Φορητές συσκευές απεικόνισης (Head-Mounted Display)	Φορητές ή συσκευές απεικόνισης χειρός (Handheld Displays)	Χωρικές συσκευές απεικόνισης (Spatial Displays)
Οπτικές συσκευές απεικόνισης (optical see-through)	Έξυπνα τηλέφωνα (smartphones)	Βίντεο-οπτική απεικόνιση μέσω οθόνης (screen based video see-through)
Βιντεοσυσκευές απεικόνισης (video see-through)	Προσωπικοί ψηφιακοί οδηγοί PDAs (Personal Digital Assistants)	Χωρική οπτική απεικόνιση (spatial optical see-through display)
	Υπολογιστές tablet (Tablet PCs)	Απευθείας επαύξηση (direct augmentation) δηλαδή Χωρική απεικόνιση μέσω προβολέα (projection based spatial display)

Πίνακας 1.1 Συγκεντρωτικά τα είδη των συσκευών απεικόνισης

1.3.1.2 Συσκευές εισόδου

Η έννοια της αλληλεπίδρασης είναι σημαντική για λειτουργικές εφαρμογές που αφορούν όλους τους τύπους επαυξημένης πραγματικότητας. Βασική πτυχή της αλληλεπίδρασης είναι η διαχείριση του λογισμικού από το χρήστη. Αυτή επιτυγχάνεται μέσω των συσκευών εισόδου. [Marnier et al. 2011].

Υπάρχει μια πληθώρα ειδών συσκευών εισόδου που οφείλεται στο γεγονός ότι τα αντικείμενα και οι συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αυτό το σκοπό αυξάνονται παράλληλα με τη γενικότερη τεχνολογική εξέλιξη. Τα είδη συσκευών εισόδου ποικίλουν, ξεκινώντας από τα συμβατικά όπως ποντίκι και πληκτρολόγιο, προχωρώντας σε γάντια δεδομένων (data gloves), trackballs, πληκτρολόγια τοποθετημένα στο σώμα (body mounted keyboards), ασύρματα βραχιόλια, μέχρι λογισμικά αναγνώρισης φωνής, συστήματα αλληλεπίδρασης μέσω του βλέμματος και υπερσύγχρονες τρισδιάστατες συσκευές εισόδου (3D input devices). [Carmigniani 2011] [Ferreira 2011].

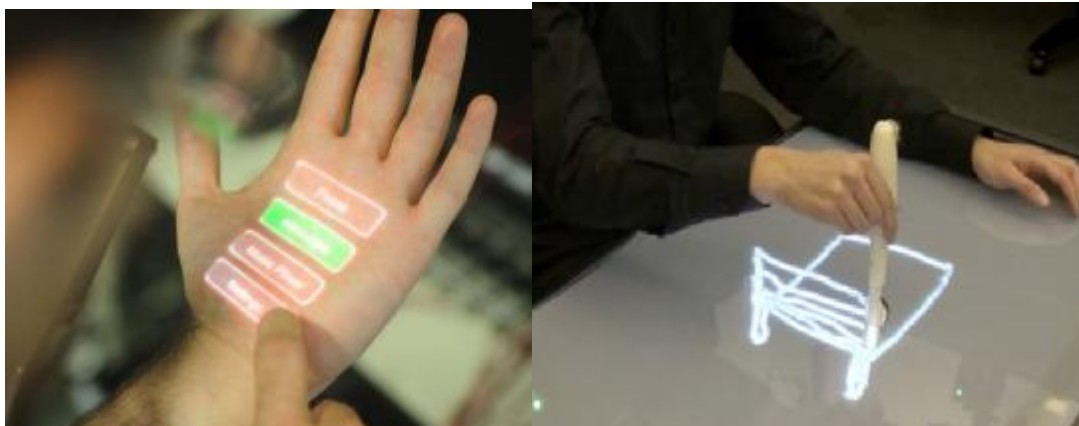


Εικόνα 1.15 Διάφορες συσκευές εισόδου

Η εκάστοτε επιλογή μιας συσκευής εισόδου εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τον τύπο της εφαρμογής για την οποία προορίζεται και σε κάποιες περιπτώσεις και από τον τρόπο απεικόνισης που επιλέχθηκε. Για παράδειγμα για μια εφαρμογή AR που χρησιμοποιεί φορητή συσκευή απεικόνισης και συγκεκριμένα smartphone, το ίδιο το τηλέφωνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συσκευή κατάδειξης (pointing device) στρέφοντας το προς την κατάλληλη κατεύθυνση, όπως επίσης και η οθόνη αφής που διαθέτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα. [Carmigniani 2011]

Το πλήθος και η διαφορετικότητα των συσκευών εισόδου εξυπηρετούν τις επίσης πολλές και διαφορετικές απαιτήσεις της επαυξημένης πραγματικότητας όπως παραδείγματος χάριν στο πεδίο της χωρικής επαύξεσης ο τρισδιάστατος χαρακτήρας της οποίας μπορεί να γίνει πληρέστερα εκμεταλλεύσιμος από τις τρισδιάστατες συσκευές εισόδου. [Marner et al. 2011].

Η βασική πρόκληση είναι να χρησιμοποιούνται κατάλληλες συσκευές εισόδου έτσι ώστε ο χειρισμός και η αλληλεπίδραση του χρήστη με τα αντικείμενα να γίνεται όσο το δυνατό πιο απρόσκοπτα και αποτελεσματικά. Κατά συνέπεια, η διακριτικότητα, η ακρίβεια και η ευκολία στη χρήση είναι βασικοί, κοινοί παράγοντες όσον αφορά τον σχεδιασμό όλων των συσκευών εισόδου. [Ferreira 2011].



Εικόνα 1.16 Τρισδιάστατες συσκευές εισόδου

1.3.1.3 Συσκευές ανίχνευσης

Στην επαυξημένη πραγματικότητα είναι σημαντικό τα εικονικά αντικείμενα να συνυπάρχουν ομαλά με το περιβάλλον του χρήστη και να συμπεριφέροντε όπως τα πραγματικά αντικείμενα. Οι ανιχνευτικές συσκευές είναι αυτές που θα επιτρέψουν στο σύστημα να καταγράψει με ακρίβεια τη χωροταξία αυτού που βλέπει ο χρήστης στον πραγματικό κόσμο ώστε να επιτευχθεί η ομαλή συγχώνευση εικονικού και πραγματικού. Ένα σύστημα ανίχνευσης 6 βαθμών ελευθερίας (6 DoF) μπορεί να δώσει μια ορθή εκτίμηση της οπτικής του χρήστη σε σχέση με το σύστημα συντεταγμένων του εικονικού περιεχομένου. [Herling 2011]. Ως συσκευές

ανίχνευσης μπορούν να οριστούν διάφορα εξαρτήματα που λειτουργούν σε ποικίλα επίπεδα ακρίβειας όπως: ψηφιακές κάμερες, GPS, επιταχυνσιόμετρα, πυξίδες στερεάς κατάστασης, ασύρματοι αισθητήρες κ.α. Σε γενικότερα πλαίσια, σύμφωνα με τους Li et al. η τεχνολογία ανίχνευσης της AR μπορεί να είναι μηχανική, μαγνητικών αισθητήρων, GPS, υπερήχων, αδράνειας και οπτικής. [Carmigniani 2011]. Ένα σύστημα ανίχνευσης μπορεί να βασισμένο σε αισθητήρες (sensor based) και να κάνει χρήση συσκευών όπως αισθητήρες αδράνειας ή μαγνητικούς, γυροσκόπια, υπέρηχους κ.α. ή να είναι βασισμένο στην υπολογιστική όραση (Computer Vision) και έτσι να πρόκειται είτε για ανίχνευση με δείκτες (marker based) όπου δείκτες αναφοράς (fiducial markers) τοποθετούνται πάνω στα προς επαύξηση αντικείμενα, είτε για ανίχνευση χωρίς δείκτες (markerless) όπου το σύστημα βασίζεται στις φυσικές φόρμες και δομές των οντοτήτων που πρόκειται να επαυξηθούν. [Herling 2011].



Εικόνα 1.17 Τρόπος λειτουργίας ανίχνευσης με δείκτες

Η χρήση της κάμερας ως αισθητήρα ανίχνευσης αυξάνεται λόγω κυρίως του χαμηλού κόστους και τις αυξανόμενης παροχής της στους υπολογιστές όπως επίσης λόγω των όλο και υψηλότερων δυνατοτήτων που προσφέρει. Από την άλλη πλευρά, ο συνηθέστερος τύπος συστήματος ανίχνευσης για κινητά συστήματα είναι η υβριδική ανίχνευση δηλαδή ο συνδυασμός διαφόρων τεχνικών ώστε να αλληλοκαλύπτονται τα μειονεκτήματα αλλά και να συμπεριλαμβάνονται τα πλεονεκτήματά τους. Πιο συγκεκριμένα, για υπαίθρια συστήματα ανίχνευσης χρησιμοποιούνται κυρίως το GPS και η τεχνική ανίχνευσης αδράνειας μαζί με ανίχνευση μέσω υπολογιστικής όρασης. Έτσι επιτυγχάνεται καλύτερη εκτίμηση της θέσης και κατεύθυνσης του χρήστη μέσω του συνδυασμού του ελλειπούς ως προς την ακρίβεια, συστήματος GPS με αισθητήρες αδράνειας. Αντίθετα, όσον αφορά συστήματα εσωτερικού χώρου όπου είναι αδύνατη η χρήση GPS, χρησιμοποιούνται από κοινού τεχνικές οπτικής ανίχνευσης και αδράνειας. Σε αυτή την περίπτωση το καλύτερο αποτέλεσμα πηγάζει και πάλι μέσα από το συνδυασμό καθώς οι τεχνικές

οπτικής ανίχνευσης λειτουργούν καλύτερα για κινήσεις χαμηλής συχνότητας αλλά για γρήγορη κίνηση της κάμερας (όπως συμβαίνει στις φορητές συσκευές) πιθανότατα θα αποτύχουν. Παράλληλα, οι αισθητήρες ανίχνευσης αδράνειας λειτουργούν καλύτερα για κινήσεις υψηλής ταχύτητας ενώ στις αργές αποτυγχάνουν να παράγουν καλά αποτελέσματα. Σε πολλές περιπτώσεις που αφορούν συστήματα εσωτερικού χώρου, με άλλα λόγια ελεγχόμενου περιβάλλοντος, χρησιμοποιείται υπολογιστική οπτική (Computer Vision). [Carmigniani 2011].

Συμπερασματικά, η επιλογή συσκευών και τεχνικών ανίχνευσης εξαρτάται από τον τύπο, τον σκοπό, το περιβάλλον λειτουργίας και τις απαιτήσεις ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας. Επίσης πρέπει να είναι αντιληπτό ότι υπάρχουν περιορισμοί στην ακρίβεια με την οποία μπορούν να αποδώσουν οι διάφορες συσκευές ανίχνευσης. Παραδείγματος χάριν, με τη χρήση ενός GPS ακρίβειας 50 εκατοστών μπορούν να ανιχνευθούν αντικείμενα της τάξεως μερικών μέτρων όπως είναι ένα αυτοκίνητο, αλλά με τη χρήση ενός μαγνητικού ανιχνευτή του 1 χιλιοστού μπορούν να ανιχνευτούν πολύ μικρότερα αντικείμενα όπως ένα κουτάκι αναψυκτικού. [Piekarski 2007]. Όλα αυτά πρέπει να ληφθούν υπόψη και να διερευνηθούν ώστε να επιλεγθούν η κατάλληλη συσκευή ανίχνευσης ή ο συνδυασμός αυτών που θα εξυπηρετήσουν πληρέστερα τις ανάγκες ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας.

1.3.1.4 Υπολογιστής

Η επεξεργασία και ανάλυση εικόνας που εκτελούν τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας απαιτούν ισχυρούς υπολογιστές όπως επίσης και σημαντικό μέγεθος μνήμης RAM.

Μέχρι πρότινος για εφαρμογές AR σε φορητά υπολογιστικά συστήματα χρησιμοποιούνταν ένας φορητός υπολογιστής (laptop) διαμορφωμένος ως σακίδιο πλάτης. Σήμερα, όπως προέβλεψε η Carmigniani (2011), η επαναστατική αύξηση της επεξεργαστικής ισχύος στον τομέα των φορητών συσκευών με την έλευση των smartphones και των υπολογιστών tablet φέρνει το απαραίτητο υπόβαθρο ώστε οι δυνατότητες των κινητών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας να γίνουν πληρέστερα εκμεταλλεύσιμες και παράλληλα τα συστήματα να είναι διακριτικότερα και πιο ραφιναρισμένα. Κάτι που επιβεβαιώνεται από την εκτόξευση του αριθμού των εφαρμογών που δημιουργούνται για κινητές συσκευές.

Ο ρόλος της υπολογιστικής μονάδας παραμένει σημαντικός για τα σταθερά συστήματα, ενώ οι μεγάλες δυνατότητες ακόμα και των κοινών καταναλωτικών υπολογιστών καθιστούν τις εφαρμογές AR πιο προσιτές από ποτέ στον μέσο χρήστη ιδιαίτερα σε τομείς όπως διασκέδαση και διαφήμιση.

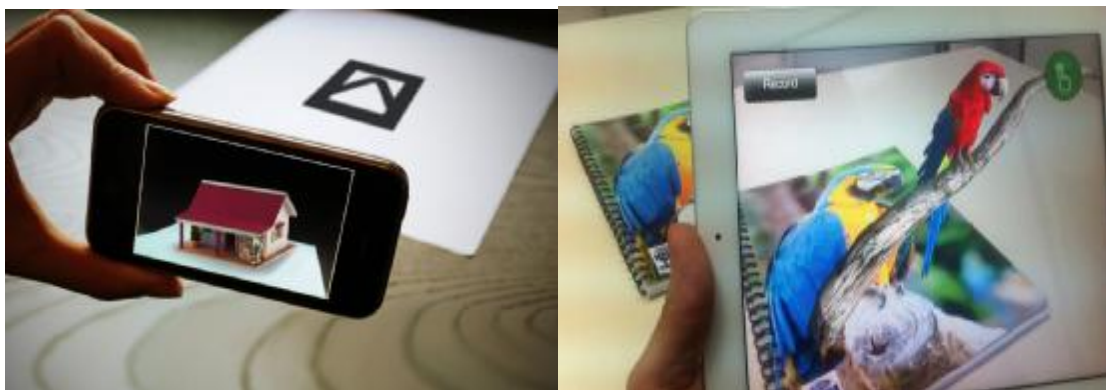
1.3.2 Μέθοδοι και τεχνικές επαυξημένης πραγματικότητας

Πέρα από τις συσκευές που χρησιμοποιούνται από την επαυξημένη πραγματικότητα, είναι σημαντική η αναφορά των τεχνικών που υπάρχουν και ο διαχωρισμός σε μεθόδους για την καλύτερη διερεύνηση του πεδίου της AR. Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν τόσο οι μέθοδοι επαυξημένης πραγματικότητας όσο και οι τύποι διεπαφών και τεχνικές οπτικοποίησης. [Kipper 2013]

1.3.2.1 Μέθοδοι επαύξησης της πραγματικότητας

Ανάλογα με τον τύπο ανίχνευσης που χρησιμοποιείται για τα προς επαύξηση αντικείμενα οι κατηγορίες επαύξησης που καταγράφονται είναι οι ακόλουθες: AR βάσει προτύπου (pattern), AR βάσει περιγράμματος (outline), AR βάσει θέσης (location), AR βάσει επιφάνειας (surface).

Η επαυξημένη πραγματικότητα βάσει προτύπου (pattern) είναι ο τύπος επαύξησης που γίνεται με τη χρήση ενός προτύπου που αναγνωρίζεται από το σύστημα. Το πρότυπο αυτό είναι είτε ένας δείκτης (marker) ο οποίος είναι συνήθως επίπεδος, τετράγωνος και ασπρόμαυρος και τοποθετείται εντός της πραγματικής σκηνής (marker-based AR), είτε μια εικόνα ορισμένη από το σύστημα ως πρότυπο η οποία προέρχεται από το πραγματικό σκηνικό (markerless AR). Το σύστημα και στις δύο περιπτώσεις αναγνωρίζει το πρότυπο (δείκτης ή εικόνα πραγματικού αντικειμένου) και στη συνέχεια επαυξάνει την πραγματική σκηνή ή αντικείμενο με διάφορα εικονικά στοιχεία όπως γραφική πληροφορία, τρισδιάστατα μοντέλα ή βίντεο και ήχος. Στην περίπτωση χρήσης δεικτών, το σύστημα είναι ταχύτερο και αποτελεσματικότερο απέναντι σε αλλαγές φωτισμού αλλά στην περίπτωση που ο δείκτης έχει επικαλυφθεί από κάτι, αποτυγχάνει. Επιπλέον, η απαραίτητη χρήση του δείκτη σημαίνει την εκτύπωση του και την τοποθέτησή του στο περιβάλλον κάτι που μπορεί να είναι αρκετά δεσμευτικό.



Εικόνα 1.18 Αριστερά marker-based AR και δεξιά markerless AR

Η επαυξημένη πραγματικότητα βάσει περιγράμματος (*outline*) αναγνωρίζει και επαυξάνει κάποιο μέρος του σώματος όπως χέρια, πρόσωπο ή ακόμα και ολόκληρο το σώμα. Σε αυτή την περίπτωση γίνεται αλληλεπίδραση του χρήστη με τα εικονικά αντικείμενα καθώς αυτά μπορούν να ακολουθήσουν φυσικές κινήσεις του όπως κούνημα χεριού ή κεφαλιού. Η επαύξηση βάσει περιγράμματος χρησιμοποιείται ευρέως για διαφημιστικούς σκοπούς.



Εικόνα 1.19 Επαυξημένη πραγματικότητα βάσει περιγράμματος

Η επαυξημένη πραγματικότητα βάσει θέσης (*location*) κάνει χρήση δεδομένων που προέρχονται από GPS ή χρησιμοποιεί τριγωνισμό (για παράδειγμα μια κινητή συσκευή που είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο και βρίσκεται εντός δικτύου μπορεί να εντοπιστεί μέσω συνδυασμού σημάτων wifi και κεραιών κινητής τηλεφωνίας) για να τοποθετήσει εικονικά στοιχεία σε πραγματικό περιβάλλον. Τα δεδομένα αυτά συνδυάζονται με εκείνα που παρέχουν και άλλοι αισθητήρες όπως γυροσκόπια, πυξίδες και επιταχυνσιόμετρα και έτσι το σύστημα είναι σε θέση να γνωρίζει σε πραγματικό χρόνο την ακριβή τοποθεσία και προσανατολισμό και έτσι να προβαίνει σε ορθή προβολή των εικονικών στοιχείων στο πραγματικό περιβάλλον. Όπως γίνεται αντιληπτό η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε κινητά τηλέφωνα για εφαρμογές εξωτερικού χώρου και περιηγητές (*browsers*) AR.



Εικόνα 1.20 Επαυξημένη πραγματικότητα βάσει θέσης

Η επαυξημένη πραγματικότητα σε επιφάνεια (*surface*) χρησιμοποιεί επιφάνειες όπως οθόνες, πατώματα ή τοίχους για να δώσουν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης στους χρήστες. Οι επιφάνειες παρουσιάζουν εικονικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο ανταποκρινόμενες σε αγγίγματα είτε ανθρώπων είτε αντικειμένων. [Βερυκόκου 2013]



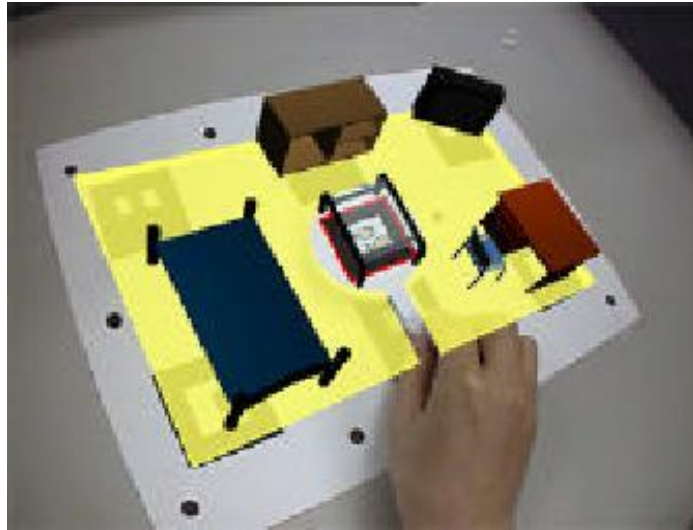
Εικόνα 1.21 Παραδείγματα επαυξημένης πραγματικότητας σε επιφάνεια

1.3.2.2 Είδη διεπαφών επαυξημένης πραγματικότητας

Για να μπορεί μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας να θεωρηθεί επιτυχημένη, ανάμεσα στα στοιχεία που πρέπει να προσεχθούν, θα πρέπει να είναι και ο τρόπος με τον οποίο η εφαρμογή θα «επικοινωνήσει» με το χρήστη, δηλαδή η διεπαφή χρήστη που θα επιλεγεί να χρησιμοποιηθεί. Καταγράφονται τέσσερις βασικοί τρόποι αλληλεπίδρασης: Απτές διεπαφές (*Tangible interfaces*), Συνεργατικές διεπαφές (*Collaborative interfaces*), Υβριδικές διεπαφές (*Hybrid interfaces*) και Πολυτροπικές διεπαφές (*Multimodal interfaces*). [Carmigniani 2011]

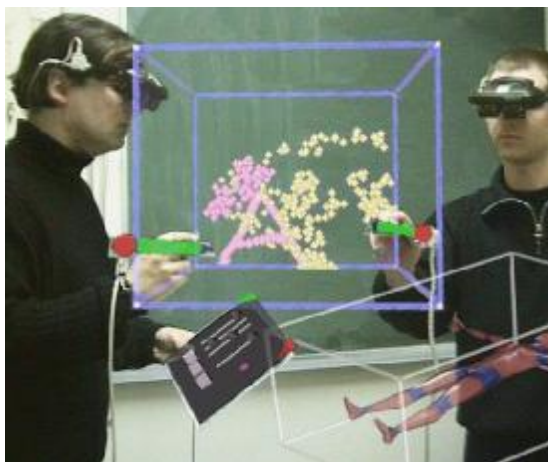
Στις απτές (*tangible*) διεπαφές επαυξημένης πραγματικότητας γίνεται χρήση πραγματικών αντικειμένων και εργαλείων και έτσι παρέχεται άμεση αλληλεπίδραση του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο. Αυτού του τύπου οι εφαρμογές λόγω του ότι χρησιμοποιούν αντικείμενα αντί για λέξεις-κλειδιά, μπορούν να παρακάμψουν τυπικά εμπόδια που πηγάζουν από τη χρήση της γλώσσας όπως ανάγκη μετάφρασης. Παρόλα αυτά μπορούν και αυτές να γίνουν κάπως ασαφείς λόγω διαφοροποιήσεων των χρηστών και της ερμηνείας που μπορεί να δώσουν στην κάθε ενέργεια που απαιτείται. Το βασικότερο πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι η διεπαφή θα πρέπει να πληροφορήσει το χρήστη για το πώς θα χρησιμοποιήσει το αντικείμενο ώστε να μπορέσει να αλληλεπιδράσει με την εφαρμογή αποτελεσματικά. Μια πιθανή λύση σε αυτό το πρόβλημα κατά τους White et al.

είναι να δίνονται στο χρήστη οδηγίες για τη χρήση των αντικειμένων μέσα από εικόνες.



Εικόνα 1.22 Στην εφαρμογή VOMAR (Kato et al.) τα έπιπλα μετακινούνται με τη χρήση ενός κουπιού

Στις συνεργατικές (*collaborative*) διεπαφές επαυξημένης πραγματικότητας ο σκοπός είναι η διευκόλυνση πολλαπλών και εξ αποστάσεως δραστηριοτήτων και για αυτό χρησιμοποιούνται πολλαπλές απεικονίσεις. Στο διαμοιρασμό πολλαπλών τοποθεσιών (*co-located sharing*) χρησιμοποιούνται τρισδιάστατες διεπαφές με σκοπό να βελτιωθεί ο πραγματικός, συνεργατικός χώρος εργασίας. Στον απομακρυσμένο διαμοιρασμό η επαυξημένη πραγματικότητα στοχεύει στην ενίσχυση των τηλεδιασκέψεων μέσω της αβίαστης ενσωμάτωσης πολλαπλών συσκευών με πολλαπλές τοποθεσίες. Οι διαπαφές αυτού του τύπου μπορούν να βρουν εφαρμογή σε ιατρικές εφαρμογές με σκοπό την εκτέλεση διαγνώσεων, χειρουργικών επεμβάσεων ή και συντήρησης ρουτίνας.



Εικόνα 1.23 Το Studierstube (tugraz) σύμφωνα με τους σχεδιαστές του χρησιμοποιεί συνεργατική AR για να γεφυρώσει πολλαπλές διαστάσεις διεπαφών χρήση

Οι υβριδικές (*hybrid*) διεπαφές χρησιμοποιούν πολλές διαφορετικές, συμπληρωματικές διεπαφές συνδυαστικά όπως επίσης και διάφορες συσκευές αλληλεπίδρασης. Οι εφαρμογές αυτού του τύπου παρέχουν μια ευέλικτη πλατφόρμα με τη δυνατότητα προγραμματίστης και καθημερινής χρήσης και εξυπηρετούν περιπτώσεις όπου δεν είναι από πριν γνωστό ποιος τύπος απεικόνισης ή συσκευή διεπαφής θα χρησιμοποιηθεί. Ένα παράδειγμα τέτοιου είδους διεπαφής αποτελεί το σύστημα των Sandor et al. όπου χρησιμοποιείται φορητή συσκευή απεικόνισης εντοπισμού κεφαλής (*head-tracked, see-through, head-worn display*) ώστε μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας να παρέχεται τόσο οπτική όσο και ακουστική ανάδραση (*feedbacks*). Έπειτα, το σύστημα εφαρμόζεται ώστε να υποστηρίξει τους τελικούς χρήστες στην ανάθεση συσκευών αλληλεπίδρασης σε διεργασίες και των αντίστοιχων εικονικών αντικειμένων και στην αναδιάρθρωση των μεταξύ τους αντιστοιχίσεων καθώς ο χρήστης αλληλεπιδρά με το σύστημα.

Στις πιο πρόσφατες πολυτροπικές (*multimodal*) διεπαφές χρησιμοποιείται συνδυασμός εισόδου από πραγματικά αντικείμενα με στοιχεία όπως ομιλία, αφή, βλέμμα ή φυσικές χειρονομίες. Αυτές οι διεπαφές υποστηρίζουν τη δυνατότητα του χρήστη να συνδυάζει λειτουργίες και μπορούν να μεταβούν από μια πηγή εισόδου σε άλλη ανάλογα με το σκηνικό ή την εργασία όπως επίσης και να μεταβάλλουν τον τύπο διεπαφής που θα χρησιμοποιηθεί σύμφωνα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Αυτός ο τύπος διεπαφής αναμένεται να προτιμηθεί (ιδιαίτερα για τα διάχυτα (*pervasive*) συστήματα δημόσιων χώρων) καθώς αποτελεί μια φιλικότερη προς το χρήστη διάδραση ανθρώπου-μηχανής αφού είναι αποτελεσματική, εκφραστική και σε μεγάλο βαθμό κινητή. [Carmigniani 2011]



Εικόνα 1.24 Το WUW (MIT) παρέχει πληροφορίες που προβάλλονται σε διάφορες επιφάνειες μέσω φυσικών χειρονομιών

1.3.2.3 Οπτικοποίηση και Επαυξημένη Πραγματικότητα

Ο σκοπός της επαυξημένης πραγματικότητας είναι ο εμπλουτισμός του περιβάλλοντος του χρήστη με εικονική πληροφορία οποιασδήποτε μορφής σε τέτοιο βαθμό ώστε η εφαρμογή να παρακάμπτει τους περιορισμούς του φυσικού κόσμου. Πολύ σημαντική για την επίτευξη του σκοπού αυτού είναι η οπτικοποίηση των εικονικών στοιχείων που θα παρουσιαστούν με την επαύξηση. Σύμφωνα με τους Azuma et al. εκτός των άλλων, τα εικονικά στοιχεία των εφαρμογών AR πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένα (συντονισμένα – registered) με τις δομές του πραγματικού περιβάλλοντος όπου παρουσιάζονται. Στον ορθό συντονισμό των εικονικών πληροφοριών παίζει σημαντικό ρόλο η τεχνική ανίχνευσης που ακολουθεί κάποιο σύστημα. Εν συνεχεία, μέσω υπέρθεσης (overlay) το συντονισμένο τρισδιάστατο στοιχείο μοιάζει να «στέκεται» πάνω σε κάποιο αντικείμενο του πραγματικού περιβάλλοντος (πιθανότατα πάνω σε δείκτη – marker ή σε κάποια προκαθορισμένη από το σύστημα επιφάνεια). Έτσι δημιουργείται μια τεχνική οπτικοποίησης για την ενίσχυση του πραγματικού περιβάλλοντος. Οι οπτικοποιήσεις μπορούν να επηρεάσουν με διάφορους τρόπους αυτό που ο χρήστης αντιλαμβάνεται ως πραγματικότητα. Για παράδειγμα, η επαύξηση με πληροφορίες κειμένου αποδίδει σημασιολογικά στοιχεία (semantics) σε τοποθεσίες ή και αντικείμενα στο περιβάλλον του χρήστη, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα να εμφανιστούν και σχετικές πληροφορίες από υπολογιστή. Επιπλέον, οι απεικονίσεις επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να παρουσιάσουν διάφορες μη φυσικές επιδράσεις στο πραγματικό περιβάλλον λόγω του ότι δεν υπόκεινται στους περιορισμούς των φυσικών νόμων του αληθινού κόσμου. Έτσι παρέχονται μεγάλες δυνατότητες για τη δημιουργία εντυπωσιακών σεναρίων παιχνιδιών που ενσωματώνουν παραδείγματος χάριν έναν φανταστικό χαρακτήρα στο πραγματικό περιβάλλον, καθώς και για διάφορες άλλες χρηστικές εφαρμογές μέσω της εμφάνισης κρυμμένων δομών εντός της πραγματικότητας.

Είναι από την άλλη σημαντικό να τονιστεί η σημασία του προσεκτικού και μελετημένου χειρισμού των γραφικών στοιχείων στο πλαίσιο μιας απεικόνισης επαυξημένης πραγματικότητας γιατί η απλή ένωση της εικονικής με την πραγματική εικόνα πιθανότατα θα επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα. Παρακάτω περιγράφονται μερικά σημεία που πρέπει να προσεχθούν.

Η ανεξάρτητη από την πραγματική ορατή πληροφορία, παραγωγή γραφικών δεν θα επιφέρει πιθανώς το επιθυμητό οπτικό αποτέλεσμα. Ακόμα, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πληροφορία που είναι πιθανό να αφαιρεθεί με την εφαρμογή της επαύξησης καθώς ένα τέτοιο φαινόμενο μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στην αντίληψη βάθους (depth perception). Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί ότι το ανθρώπινο γνωστικό σύστημα βασίζεται στις λεγόμενες ενδείξεις βάθους (depth cues) προκειμένου να προσδιορίσει χωρικά τα τρισδιάστατα αντικείμενα στο

περιβάλλον. Συνεπώς, η εμφάνιση ενός αντικειμένου χωρίς να υπάρχουν ενδείξεις επικάλυψης (occlusion) θα εξαλείψει τις χωρικές σχέσεις μεταξύ των εικονικών και πραγματικών αντικειμένων και θα δυσχεράνει την αντίληψη της σειράς με την οποία βρίσκονται τοποθετημένα τα αντικείμενα στο σκηνικό. Άλλες ενδείξεις βάθους όπως μέγεθος και λεπτομέρειες αντικειμένου δεν είναι αρκετές για να γίνει αντιληπτή η σειρά. Επιπλέον, πρέπει να προσεχθεί η αντικατάσταση τμημάτων των εικόνων του πραγματικού κόσμου για να αποφευχθεί η απόκρυψη σημαντικών δομών. Επίσης, παραπλανητικές αλληλεπιδράσεις στα χρώματα και τις σκιές που αντιπροσωπεύουν τα πραγματικά αντικείμενα μπορεί να δημιουργηθούν λόγω μιας μη προσεγμένης παραγωγής απεικόνισης σε περιβάλλον AR. Θα πρέπει ακόμα για να ταιριάζουν εμφανισιακά τα τρισδιάστατα γραφικά με το πραγματικό περιβάλλον, η οπτικοποίηση να αποτελείται από αβίαστα διακριτά στοιχεία. Τέλος, θα πρέπει το ίδιο το σύστημα και οι περιορισμοί του να μελετηθούν καθώς αφενός, συχνά οι οπτικοποιήσεις χρειάζεται να δημιουργηθούν με βάση ατελή δεδομένα όπως ελλείψεις περιγραφές του περιβάλλοντος είτε εσφαλμένα ή μη συγχρονισμένα δεδομένα ανίχνευσης, αφετέρου συχνά προκύπτουν περιορισμοί υλικού (hardware) όπως μικρό μέγεθος οθόνης, περιορισμένο οπτικό πεδίο καθώς και περιορισμοί που προκύπτουν από τις ίδιες τις απεικονίσεις.

Είναι επομένως σαφές ότι πρέπει να γίνει προσεκτικός συνδυασμός της εικονικής και της πραγματική εικόνας όπως επίσης και να ληφθούν υπόψη όλες οι παράμετροι ώστε η σύνθεση να μπορέσει να μεταφέρει την πρόθεση της οπτικοποίησης. [Kalkofen 2011]

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Τομείς εφαρμογής

2.1 Εισαγωγή

Ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα περιγράφει όλες εκείνες της τεχνολογίες που επιτρέπουν το συγκερασμό του πραγματικού χρόνου και του πραγματικού περιβάλλοντος με ένα παραγμένο από έναν υπολογιστή περιβάλλον [Haller et al. 2007]. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί επίσης να χαρακτηριστεί και ως υπέρθεση των ψηφιακών δεδομένων επάνω στα πραγματικά δεδομένα που είναι αντιληπτά στο περιβάλλον. Σε ότι αφορά το υπολογιστικό κομμάτι αυτή συνδέεται άρρηκτα με φορητούς υπολογιστές αλλά και οθόνες που προσαρμόζονται στο κεφάλι. Πολλοί είναι εκείνοι που υποστηρίζουν ότι η επαυξημένη πραγματικότητα που κάνει χρήση ακριβούς υλικού απαιτεί και ιδιαίτερες επεξεργαστικές δυνατότητες τις οποίες μπορεί κανείς να συναντήσει μόνο στην έρευνα ή σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα όπως για παράδειγμα ένα πιλοτήριο [Owen et al. 2011].

Βέβαια, στις μέρες μας, είναι πολλές οι εναλλακτικές που προτείνονται σε σχέση με την επαυξημένη πραγματικότητα όπως για παράδειγμα ένα laptop, ένα PDA, μία web camera ή ακόμη και ένα smartphone. Τα τελευταία χρόνια με τις δραματικές εξελίξεις τόσο των ασύρματων όσο και των κινητών τεχνολογιών έφεραν την επαυξημένη πραγματικότητα σε επαφή με πολλές και ακριβές εφαρμογές και μάλιστα σε ένα ευρύ φάσμα πολλών και διαφορετικών τομέων. Στις ενότητες που ακολουθούν θα γίνει αναφορά σε κάποιους από αυτούς τους τομείς.

2.2 Εκπαίδευση

Στον τομέα της εκπαίδευσης, υπήρξε ιδιαίτερα σημαντική έρευνα γύρω από την επαυξημένη πραγματικότητα για την οποία μάλιστα έχουν αρχίσει να γίνονται δοκιμές και σε πραγματικές αίθουσες [Owen et al. 2011]. Η χρήση αυτής στο χώρο διδασκαλίας δίνει τη δυνατότητα συνδυασμού πραγματικών και εικονικών αντικειμένων αλλά και την προσθήκη ουσιαστικής πληροφορίας στον περιβάλλοντα χώρο. Επιπλέον, οι νέοι τομείς της επαυξημένης πραγματικότητας κάνουν δυνατή τη σύγκλιση της εκπαίδευσης με τη διασκέδαση δημιουργώντας νέες ευκαιρίες για την υποστήριξη της εκπαίδευσης αλλά και της διδασκαλίας τόσο σε επίσημο όσο και σε ανεπίσημο πλαίσιο [Balog et al. 2007].



Εικόνα 2.1 Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση των πλανητών

Φυσικά φαινόμενα, ιστορικά γεγονότα και χαρακτήρες, ανακατασκευασμένα μνημεία ή αρχαιολογικοί χώροι μπορούν τόσο να προσομοιωθούν όσο και να επαυξηθούν στον πραγματικό κόσμο. Η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί μία ιδιαίτερα καινοτόμα και υπό διαρκή εξέλιξη τεχνολογία που κερδίζει όλο και περισσότερο τους ερευνητές που ασχολούνται με τον τομέα της διάδρασης ανθρώπου υπολογιστή HCI (Human Computer Interaction) [Balog et al. 2007]. Το γεγονός αυτό επιτρέπει τη δημιουργία ουσιαστικών εκπαιδευτικών εμπειριών και δραστηριοτήτων που βασίζονται σε συγκεκριμένο εκπαιδευτικό τομέα και εστιάζουν στη νοητική και συναισθηματική ανάπτυξη του μαθητή. Έτσι λοιπόν, με βάση τα παραπάνω, τα περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας έχουν τη δυνατότητα να προσθέτουν αξία τόσο στην εκπαίδευση όσο και στη διασκέδαση [Kauffman, 2003].

Οι παλαιότερες έρευνες σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα είχαν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι αυτή μπορεί να προσφέρει σημαντική δυναμική στην εκπαίδευση. Πολλά είναι εκείνα τα παραδείγματα των εφαρμογών που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση. Ένα από τα πιο γνωστά είναι το Construct3D που χρησιμοποιείται για την μάθηση και την κατανόηση της γεωμετρίας (Construct3D). Το εν λόγω εργαλείο, κάνει χρήση λογισμικού CAD, το οποίο και συνδυάζει με την επαυξημένη πραγματικότητα ώστε να δημιουργήσει μία αλληλεπίδραση ανάμεσα στο διαμοιρασμένο χρόνο επιτρέποντας την ίδια στιγμή την άμεση επικοινωνία ανάμεσα στους χρήστες. Το Construct3D χρησιμοποιήθηκε κυρίως σε πειραματικό στάδιο απαιτώντας από το προσωπικό που το χρησιμοποιούσε να είναι υπεύθυνο τόσο για τη συντήρηση όσο και για την τεχνική υποστήριξή του. Ένα βασικό στοιχείο του συγκεκριμένου προγράμματος ήταν ότι για να λειτουργήσει αποτελεσματικά η εφαρμογή θα έπρεπε το περιβάλλον να είναι

διάφανο και χωρίς διαλείψεις επιτρέποντας έτσι στο χρήστη να ασχοληθεί με το αντικείμενο της εφαρμογής και όχι με την ίδια την εφαρμογή.



Εικόνα 2.2 Σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση της γεωμετρίας

Η κατασκευαστική θεωρία της μάθησης υποστηρίζει ότι είναι καλό για τους μαθητές να έχουν τη δυνατότητα να ανακαλύπτουν το αντικείμενο της μάθησης μόνοι τους ή σε συνδυασμό με άλλους, υπό κάποια καθοδήγηση βέβαια όταν και όπου αυτή απαιτείται. Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω, οι έρευνες που έγιναν σχετικά με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στο χώρο μάθησης έδειξαν ότι οι μαθητές λειτουργούν πολύ καλύτερα εάν αυτοί διαμοιράζονται ένα κοινό χώρο εργασίας, κάτι το οποίο καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολο με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας [Owen et al. 2011]. Η χρήση όμως των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζονται στη χρήση των φυσικών αντικειμένων επιτρέπουν στους μαθητές να ελέγχουν το περιβάλλον διαισθητικά, να συνεργάζονται και να επικοινωνούν με ένα φυσικό τρόπο μέσα στο ίδιο το φυσικό περιβάλλον [Kauffman, 2003].

Ένα βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από αυτό είναι ότι ερευνητές και εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να συνεργαστούν ώστε να ανακαλύψουν νέες και καινοτόμες εφαρμογές των τεχνολογιών αυτών στις οποίες η «οπτικοποίηση του αόρατου» θα μπορούσε να αποτελέσει το επίκεντρο της έρευνας ώστε να επεξηγηθούν πολλά και διαφορετικά φαινόμενα [Owen et al. 2011].

Το Human Interface Technology Laboratory στη Νέα Ζηλανδία έχει προβεί στη δημιουργία ενός μεγάλου αριθμού εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας έχοντας ως στόχο αυτές να χρησιμοποιηθούν σε ένα ερευνητικό κέντρο [Owen et al. 2011]. Η μελέτη που έγινε σχετικά με τη χρήση των εφαρμογών αυτών οδήγησε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ένας ιδιαίτερα σημαντικός αριθμός πλεονεκτημάτων που μπορούν να προέλθουν από τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην

εκπαίδευση. Ανάμεσα σε αυτά συγκαταλέγονται η ασφαλής και φθηνή αναπαραγωγή των εφαρμογών, η άμεση απόκρισή τους στις κινήσεις του χρήστη, η δυνατότητα μετατροπής τους, η δυνατότητα συνδυασμού τους με άλλα μέσα αλλά και το γεγονός ότι δεν περιορίζονται σε καμία περίπτωση από τους νόμους της φυσικής [Larsen et al. 2012]. Στον αντίποδα ανάμεσα στα μειονεκτήματα συμπεριλαμβάνονται η έλλειψη της εξοικείωσης με τη χρήση τέτοιων εφαρμογών και τα όποια τεχνικά προβλήματα μπορεί να προκύψουν από τις συσκευές ή και το ίδιο το περιβάλλον [Larsen et al. 2012].

Στη Μεγάλη Βρετανία, το project LearnAR (LearnAR) δημιούργησε ένα πακέτο εφαρμογών για 10 διαφορετικούς τομείς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από δασκάλους και μαθητές σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Οι έως τώρα χρήσεις της επαυξημένης πραγματικότητας έχουν γίνει με έναν ιδιαίτερα ευέλικτο τρόπο ώστε να επιτρέπουν στο δάσκαλο να κάνει διάφορα είδη αναπαραστάσεων σε μία ολόκληρη τάξη. Η ίδια τεχνολογία φυσικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί από φοιτητές σε πολλές φορητές συσκευές είτε αυτοί βρίσκονται στο χώρο του πανεπιστημίου είτε στα σπίτια τους. Το σημαντικό είναι ότι δεν απαιτείται κάποιος επιπλέον εξοπλισμός παρά μόνο πρόσβαση στο διαδίκτυο και κάποιες φορές ένας εκτυπωτής [Larsen et al. 2012].

Τον ίδιο στόχο με τα παραπάνω projects, έχει και το project ARiSE το οποίο συνδυάζει τα φυσικά και τα εικονικά αντικείμενα επιτρέποντας τους χρήστες να συνεργαστούν σε κοντινή μεταξύ τους απόσταση ώστε να εκμαιεύσουν από τα αντικείμενα αυτά όποια πληροφορία αφορά το πολιτιστικό τους περιβάλλον [Pemberton & Winter, 2009]. Στο project αυτό εντοπίστηκαν διάφορες πλευρές της επαυξημένης πραγματικότητας και μάλιστα εξήχθη το συμπέρασμα ότι αυτή χρησιμοποιήθηκε και υιοθετήθηκε ιδιαίτερα εύκολα από φοιτητές και μαθητές. Μάλιστα, θεωρήθηκε ένα ιδιαίτερα αξιόπιστο εργαλείο για τη συνεργατική μάθηση.

Συμπερασματικά και με όσα περιγράφηκαν παραπάνω θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει για την επαυξημένη πραγματικότητα ότι :

- Υποστηρίζει συνεργατικές θεωρίες μάθησης και θεωρίες μάθησης που βασίζονται σε ερωτήματα
- Μπορεί να εισάγει τη διασκέδαση στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες και έτσι να αυξήσει το κίνητρο των συμμετεχόντων ώστε να λάβουν μέρος στην εκπαιδευτική διαδικασία
- Είναι κατάλληλη για την παρουσίαση θεμάτων που αφορούν στο χώρο και το χρόνο και εισάγει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα παραδοσιακά μέσα

- Έχει τη δυνατότητα να προσφέρει πλεονεκτήματα σε σχέση με το πλαίσιο καθώς είναι σε θέση να συγκρίνει διαφορετικά αντικείμενα που μπορούν να υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει την κατασκευαστική θεωρία καθώς επιτρέπει στους μαθητές να ανακαλύψουν πληροφορία σχετική με τον περιβάλλοντα χώρο και να κατασκευάσουν τη δική τους μάθηση σχετικά με αυτόν

Ο συνδυασμός των φυσικών και των υπολογιστικών μέσων επιτρέπει την κινούμενη αλληλεπίδραση μακριά και πέρα από τον οθόνη του υπολογιστή και εισάγει νέες ευκαιρίες σε ότι αφορά την αλληλεπίδραση ανάμεσα στο φυσικό και το εικονικό περιβάλλον με καινοτόμους τρόπους. Ένα μοναδικό πλεονέκτημα που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ότι δίνεται η δυνατότητα διαφορετικής σκέψης και αντίληψης για τον κόσμο από ότι θα δινόταν από εικονικές μόνο αναπαραστάσεις ή από την άμεση φυσική επαφή με αυτόν.

Ο σκοπός για τον οποίο υφίσταται η παροχή αυτής της πολλαπλής αναπαράστασης είναι η παροχή μίας σύνδεσης ανάμεσα στα αφηρημένα δεδομένα και τη φυσική δραστηριότητα που προκύπτει από τη συλλογή αυτών με τρόπο τέτοιο που βοηθά τους μαθητευόμενους να αντιληφθούν πώς οι διαφορετικοί συνδυασμοί διαφόρων μεταβλητών ή αντικειμένων που έχουν μελετήσει θα τους οδηγήσει στη μάθηση [Kauffman, 2003]. Η οπτικοποίηση των δεδομένων αυτών οδηγεί ακόμη και στη δημιουργία μιας προσωπικής «σχέσης» με τα δεδομένα.

Το παραπάνω μπορεί να διευκολύνει τη δυνατότητα των μαθητών να ανακαλέσουν πληροφορία που έλαβαν από τα διάφορα σημεία ή αντικείμενα που τους παρουσιάστηκαν και να τη συνδέσουν με την εμπειρία ή την παρατήρησή τους. Η δημιουργία μιας πιο άμεσης σχέσης με τα αφηρημένα δεδομένα οδηγεί στην παραγωγή σύνθετων εννοιών που σχετίζονται άμεσα με τη σύνθετη μάθηση [Larsen et al. 2012].

Φυσικά, για να αφομοιωθούν πλήρως οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας και να υιοθετηθούν από την εκπαίδευση θα πρέπει η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί να είναι τέτοια στην οποία θα μπορεί να ανταπεξέλθει ιδιαίτερα εύκολα και ο εκπαιδευτικός [Pemberton & Winter, 2009]. Πολλές από τις ήδη υπάρχουσες εφαρμογές απαιτούν ιδιαίτερα σύνθετη εκπαίδευση και ενδεχομένως να είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν στα σχολεία. Φυσικά αυτό αναμένεται να αλλάξει στο εγγύς μέλλον καθώς ο ρυθμός με τον οποίο εξελίσσεται η τεχνολογία είναι καταγιστικός ενώ οι φορητές συσκευές που προσφέρουν ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα ευχρηστίας έχουν ήδη αρχίσει να χρησιμοποιούνται ευρέως.

2.3 Ψυχαγωγία – Πολιτισμός

Ο τομέας της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα ιδιαίτερα ευρύ πεδίο εφαρμογών καθώς αποτελεί μία ιδιαίτερα καινοτόμα τεχνολογία που τώρα έχει αρχίσει να επεκτείνεται ευρέως και να κερδίζει συνεχώς έδαφος. Ένας από τους τομείς στον οποίο έχει αρχίσει να κυριαρχεί είναι και αυτός της διασκέδασης. Δεν είναι πλέον λίγα τα παιχνίδια αυτά που κάνουν εκτενή χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας παρέχοντας έτσι τη μοναδική δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο τόσο με πραγματικά όσο και με εικονικά αντικείμενα καθιστώντας το περιεχόμενό τους ιδιαίτερα ενδιαφέρον για το χρήστη και το ευρύτερο κοινό. Ο συνδυασμός υπολογιστών, κινητών τηλεφώνων, HMD και διαφόρων άλλων περιφερειακών συσκευών προσφέρει μοναδική εμπειρία στο χρήστη και τον μεταφέρει από τη στείρα επαφή με μία απλή οθόνη σε ένα τρισδιάστατο πραγματικό και εικονικό περιβάλλον γεμάτο ερεθίσματα και νέες εικόνες για αυτόν.

Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα, η επαυξημένη πραγματικότητα τείνει να συνδυάζει τη διασκέδαση με την εκπαίδευση ώστε διαμέσου του συνδυασμού αυτού να αναπτύξει τη μάθηση. Ιδιαίτερα γνωστή εφαρμογή είναι το ARVolcano, με χρήση της οποίας τα παιδιά μπορούσαν να μάθουν ιδιαίτερα σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τα ηφαίστεια. Η AR πρόσφερε επίσης γνώση σχετική με την οργανική ή την ανόργανη χημεία. Στο πανεπιστήμιο της Βαλένθια έχουν δημιουργηθεί διάφορες εφαρμογές σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα. Ιδιαίτερα γνωστή είναι μία εφαρμογή αφήγησης ιστοριών στην οποία τα παιδιά μπορούσαν να παρέμβουν και να αποφασίσουν τόσο για την εξέλιξη της ιστορίας όσο και για το τέλος της. Η εφαρμογή αυτή βασίζεται στην ιστορία του Βασιλιά των Λιονταριών και έχει οκτώ διαφορετικά ενδεχόμενα για το τέλος αποτελούμενα από video με λιοντάρια που επιτρέπουν στο παιδί να δημιουργήσει μία διαφορετική ιστορία για το βασιλιά των λιονταριών [Juan et al. 2008].



Εικόνα 2.3 Η εφαρμογή ARVolkano

Πέραν των παιχνιδιών, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει καταφέρει να εισχωρήσει και στο χώρο των βιβλίων. Πολλά είναι πλέον όλα εκείνα τα βιβλία αλλά και τα κόμικς στα οποία παρουσιάζονται τρισδιάστατες οι σκηνές της ιστορίας καθιστώντας έτσι πολύ πιο ενδιαφέρουσα την εμπειρία του διαβάσματος [Βερυκόκου 2013].

Φυσικά, μια πολύπλευρη έννοια όπως είναι η επαυξημένη πραγματικότητα δεν θα μπορούσε να μη βρει εφαρμογή στο πεδίο της Τέχνης και του Πολιτισμού. Πολλές είναι στις μέρες μας οι εφαρμογές εκείνες, κυρίως για κινητά, οι οποίες χρησιμοποιούνται σε μουσεία και αρχαιολογικούς χώρους ώστε να παραστήσουν τη συνολική εικόνα αλλά και κρυμμένες πτυχές των διασωθέντων έργων. Στο μουσείο μοντέρνας τέχνης της Νέας Υόρκης, πραγματοποιήθηκε μία από τις μεγαλύτερες εκθέσεις επαυξημένης πραγματικότητας που έδινε τη δυνατότητα στον επισκέπτη με χρήση διάφορων οπτικών και ακουστικών μέσων να λάβει την πλήρη πληροφορία σχετικά με τα εκθέματα του χώρου [Turbulence, 2010].

Παράλληλα με τα μουσεία σημαντική είναι και η βοήθεια που προσφέρουν οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας στην απεικόνιση και στην προσπάθεια της ανακατασκευής των αρχαίων μνημείων βοηθώντας έτσι αρχαιολόγους και συντηρητές να αναπαράγουν συνθήκες και μνημεία ιστορικών περιόδων σαν να ζούσαν πραγματικά στην εποχή εκείνη [Fritz et al. 2005]. Είναι προφανές ότι οι εφαρμογές που αφορούν τον τομέα αυτό θα πρέπει να πληρούν τελείως διαφορετικές προϋποθέσεις όπως η φιλικότητα προς το χρήστη, η επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων αλλά και η παγκόσμια διαθεσιμότητα.

Εικάζεται ότι στο εγγύς μέλλον θα υπάρχει η δυνατότητα προσπέλασης ενός εκθεσιακού χώρου ή ενός ιστορικού μνημείο χωρίς τη βοήθεια ή την καθοδήγηση ενός ανθρώπου.

Ένα από τα πλέον σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρει η επαυξημένη πραγματικότητα στον τομέα αυτό είναι η διάχυση της πολιτιστικής κληρονομιάς και η δυνατότητα της αναπαράστασης των αρχαιολογικών χώρων ως ένα σύνολο πραγματικών και φανταστικών εικόνων [Fritz et al. 2005]. Το γεγονός αυτό φυσικά έχει μία ιδιαίτερα σημαντική επιρροή στη γνώση της ιστορίας αλλά και στον τρόπο με τον οποίο αυτή διαμόρφωσε την εξέλιξη της ανθρωπότητας.

Μία από τις πλέον γνωστές εφαρμογές είναι και η *Augmented Walks*, με χρήση της οποίας οι χρήστες τοποθετούνται σε ένα πραγματικό περιβάλλον και έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθούν τόσο τον πραγματικό κόσμο όσο και την τρισδιάστατη αναπαράσταση διαφόρων μνημείων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση οθονών που κάνουν λήψη της πραγματικής σκηνής με τη χρήση κάμερας και σε αυτήν προσθέτουν τρισδιάστατα μοντέλα ή με τη χρήση HMD με τις οποίες οι χρήστες μπορούν να διασχίζουν το πραγματικό περιβάλλον και να βλέπουν εικονικά αντικείμενα [Fritz, et al. 2005].

Ακόμη μία γνωστή εφαρμογή είναι και το *Archeoguide*. Πρόκειται για ένα ευρωπαϊκό project που δίνει και αυτό τη δυνατότητα στον επισκέπτη ενός αρχαιολογικού χώρου να παρατηρεί τον πραγματικό χώρο και να δημιουργεί τρισδιάστατες αναπαραστάσεις των μνημείων, λαμβάνοντας έτσι επιπλέον πληροφορία κατά την επίσκεψή του στο χώρο διαμέσου ενός πολυμεσικού οπτικού οδηγού [Glehue et al. 2001].



Εικόνα 2.4 Αναπαράσταση από την εφαρμογή Archeoguide

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί μία σοβαρή προσπάθεια που έγινε τόσο από Έλληνες όσο και από ξένους επιστήμονες και αφορούσε στον αρχαιολογικό χώρο της Ολυμπίας [Βερυκόκου, 2013]. Οι επισκέπτες, εξοπλισμένοι με μία HMD και ένα tablet ή ένα pc έχουν τη δυνατότητα της τρισδιάστατης απεικόνισης των μνημείων όπως αυτά ήταν στο παρελθόν τους, αλλά και της απεικόνισης αθλητών να συμμετέχουν στα τότε γνωστά αγωνίσματα [Vlahakis, et al. 2002].

Στον τομέα των έργων τέχνης ιδιαίτερα γνωστή εφαρμογή είναι η Konstruct, που έχει κατασκευαστεί για κινητά τηλέφωνα και δίνει τη δυνατότητα αναπαράστασης με τεχνικές επαυξημένης πραγματικότητας, ενός έργου τέχνης στην οθόνη ενός κινητού τηλεφώνου (Konstruct).

2.4 Ψυχολογία

Η ψυχολογία αποτελεί και αυτή έναν από τους τομείς στους οποίους έχει εισαχθεί ιδιαίτερα επιτυχώς η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και έχει ως στόχο στην υποβοήθηση της αντιμετώπισης των διαφόρων φοβιών αλλά και των διαφόρων άλλων ψυχολογικών προβλημάτων.

Ακριβώς όπως η εικονική πραγματικότητα, έτσι και η επαυξημένη πραγματικότητα αναμένεται να αποδειχθεί σωτήρια σε ότι αφορά στην αντιμετώπιση διαφόρων ψυχολογικών προβλημάτων. Η επαυξημένη πραγματικότητα αναμένεται ότι θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσει ακόμη και τις ψυχικές διαταραχές καθώς αυτή έχει μία άμεση σχέση με την πραγματικότητα και ενισχύει την κριτική ικανότητα. Ο ασθενής είναι σε θέση να αλληλεπιδρά με στοιχεία τα οποία είναι πραγματικά. Ακόμη, χρησιμοποιεί τα μέλη του όπως τα χέρια ή τα πόδια και σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα δεν προσομοιώνει απλά την εμπειρία. Έτσι λοιπόν η επαυξημένη πραγματικότητα παρουσιάζεται κατάλληλη για περιπτώσεις όπου [Botella et al.]:

- Οι ασθενείς μπορούν να χρησιμοποιήσουν πραγματικά στοιχεία όπως τα χέρια ή τα πόδια τους για να αλληλεπιδράσουν με την εφαρμογή
- Είναι δυνατή η χρήση ή η αναπαραγωγή του πραγματικού περιβάλλοντος ή η χρήση ενός εναλλακτικού περιβάλλοντος

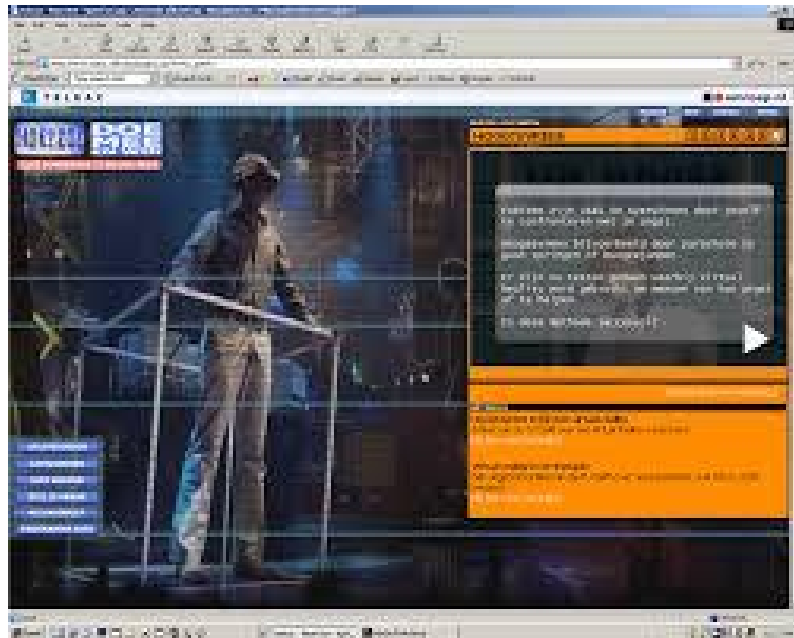
Εάν δεν ικανοποιούνται οι παραπάνω συνθήκες προτιμάται η εικονική πραγματικότητα. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της εικονικής και της επαυξημένης πραγματικότητας στην αντιμετώπιση των ψυχικών διαταραχών σε σχέση πάντα με τις παραδοσιακές μεθόδους.

Παραδοσιακή Μέθοδος	AV & AR αντιμετώπιση
<p>Το μέρος στο οποίο λαμβάνει χώρα η θεραπεία είναι πραγματικό όπως και τα στοιχεία τα οποία τρομάζουν τον ασθενή. Έτσι τα στοιχεία μπορεί να μην έχουν τη συμπεριφορά που αναμένει ο ψυχοθεραπευτής</p>	<p>Τα στοιχεία που φοβίζουν τον ασθενή είναι εικονικά και έτσι δεν μπορούν να τον πειράξουν</p>
<p>Ενδεχομένως να χρειαστεί επίσκεψη στο χώρο που τρομάζει τον ασθενή ή αναπαραγωγή αυτού. Η πρόσβαση στο χώρο ίσως να είναι περίπλοκη και να απαιτεί αρκετές συνεδρίες.</p>	<p>Στην περίπτωση των AV & VR τα εικονικά αντικείμενα μπορούν να εμφανιστούν παντού και οποιαδήποτε στιγμή. Η πρόσβαση στο χώρο είναι εύκολη και γίνεται απλά με την εκτέλεση του προγράμματος</p>
<p>Η σειρά με την οποία παράγονται τα ερεθίσματα δεν εξαρτάται από τον θεραπευτή</p>	<p>Η παραγωγή των ερεθισμάτων ελέγχεται από τον θεραπευτή και μάλιστα μπορεί να επαναληφθεί όσες φορές χρειαστεί. Ακόμη, μπορεί να ελεγχθεί και η σειρά με την οποία θα εμφανιστούν τα εικονικά στοιχεία. Τέλος, ο θεραπευτής μπορεί να ξεκινήσει ή να σταματήσει το πρόγραμμα οποιαδήποτε στιγμή</p>
<p>Ο θεραπευτής δεν μπορεί να διασφαλίσει την πλήρη ασφάλεια του ασθενούς κατά τη διάρκεια της θεραπείας</p>	<p>Τα εικονικά στοιχεία δεν είναι πραγματικά που σημαίνει ότι δεν υπάρχει και πραγματικός κίνδυνος για τον ασθενή</p>
<p>Το πραγματικό μέρος μπορεί να είναι δημόσιο και ο ασθενής να πάθει κρίση πανικού κατά τη διάρκεια της θεραπείας</p>	<p>Το μέρος στο οποίο εκτελείται το πρόγραμμα επιλέγεται από το θεραπευτή ώστε να είναι και σε θέση να ελέγξει όλες τις πιθανότητες</p>

Πίνακας 2.1 Παραδοσιακή θεραπεία έναντι AR και VR θεραπειών (Botella et al.)

Ιδιαίτερα γνωστή είναι η συμβολή της επαυξημένης πραγματικότητας στην αντιμετώπιση της ακροφοβίας αλλά και στην αντιμετώπιση μιας άλλης ιδιαίτερα γνωστής φοβίας, της αραχνοφοβίας.

Ο όρος ακροφοβία αναφέρεται στην έντονη φοβία που μπορεί να νιώθει κάποιος σε σχέση με τα ύψη. Οι άνθρωποι που αντιμετωπίζουν προβλήματα ακροφοβίας αναγνωρίζουν ότι η φοβία τους αυτή ουσιαστικά δεν έχει λόγο ύπαρξης παρόλα αυτά όμως αισθάνονται φόβο σε κάθε κατάσταση η οποία περιλαμβάνει ύψος ακόμη και όταν συντροφεύονται από άλλους ανθρώπους. Μία από τις πρακτικές που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της ακροφοβίας είναι η σταδιακή έκθεση σε πραγματικές συνθήκες. Στην πρακτική αυτή ο άνθρωπος που αντιμετωπίζει το εν λόγω πρόβλημα εκτίθεται σταδιακά σε μία ιεραρχία ερεθισμάτων. Με το πέρασμα του χρόνου έρχεται η συνήθεια και ο φόβος μειώνεται σταδιακά [Fuhrt, 2011].



Εικόνα 2.5 Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για την αντιμετώπιση της ακροφοβίας

Το πρώτο γνωστό σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιήθηκε για την αντιμετώπιση της φοβίας απέναντι στα πολύ μικρά ζώα όπως οι κατσαρίδες και οι αράχνες. Το σύστημα χρησιμοποιούσε ένα δείκτη το κέντρο του οποίου αποτελούσε και το σημείο εμφάνισης των ζώων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα επιλογής του αριθμού των ζώων που θα εμφανιζόταν ανάλογα πάντα από τη διάθεση που υπήρχε για την αντιμετώπιση της φοβίας [Botella et al.2005]. Το σύστημα αυτό έχει 5 διαφορετικές επιλογές σχετικά με την εμφάνιση των ζώων όπως αυτές που παρουσιάζονται παρακάτω [Botella et al. 2005]:

- Εμφάνιση ενός ζώου
- Εμφάνιση και εξαφάνιση τριών ζώων

- Εμφάνιση και εξαφάνιση είκοσι ζώων

Το σύστημα έχει επίσης τη δυνατότητα αύξησης και μείωσης του μεγέθους των επιλεγμένων ζώων.

Σε ότι αφορά τώρα στην αντιμετώπιση της ακροφοβίας, κάποιιοι από τους ερευνητές πρότειναν τη χρήση ενός συστήματος που θα έκανε σημαντική εμβάθυνση στη φωτογραφία και θα προσπαθούσε με αυτό τον τρόπο να βοηθήσει στην αντιμετώπιση του προβλήματος [Juan et al.2006]. Στην εξέταση του συστήματος αυτού συμμετείχαν με τη μορφή πειράματος τόσο άνθρωποι που πάσχουν από ακροφοβία όσο και άνθρωποι που δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα σχετικά με το θέμα αυτό. Στους ανθρώπους που δεν έχουν θέμα φοβίας ζητήθηκε να ανέβουν στην κορυφή μιας σκάλας αποτελούμενης από πραγματικό και εικονικό περιβάλλον. Αμέσως μετά, τους δόθηκε ένα σχετικό ερωτηματολόγιο από τις απαντήσεις του οποίου εκμαιεύθηκαν σημαντικές παρατηρήσεις σχετικά με την εικόνα που παρουσίασε η τεχνική της εμβάθυνσης στη φωτογραφία. Στους χρήστες με πρόβλημα ακροφοβίας παρατηρήθηκαν ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα άγχους κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος γεγονός που σημαίνει ότι οι συνθήκες που δημιουργήθηκαν ήταν αποτελεσματικές τόσο σε ότι αφορά στη δημιουργία του περιβάλλοντος όσο και σε ότι αφορά στην υποβοήθηση της αντιμετώπισης του προβλήματος.

2.5 Media - Διαφήμιση

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας δε θα μπορούσε φυσικά να απουσιάσει και από το χώρο του μάρκετινγκ, από το χώρο δηλαδή της επικοινωνίας αλλά και της παρουσίασης ενός προϊόντος με στόχο αυτό να γίνει γνωστό στο ευρύ κοινό και να πουληθεί. Πολλές είναι πλέον εκείνες οι μεγάλες εταιρίες που προσπαθούν με τη βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας να προωθήσουν τόσο τις υπηρεσίες όσο και τα προϊόντα τους. “Η ελπίδα των διαφημιστών είναι ότι η επαυξημένη πραγματικότητα θα προσεγγίσει το κοινό τους πιο βαθιά από τα άλλα μέσα κοινωνικής δικτύωσης όπως τα viral videos, fan σελίδες στο facebook και τα Twitter followings.” [King].

Η επαυξημένη πραγματικότητα έγινε ευρέως γνωστή κυρίως λόγω της φιλικότητάς της προς το χρήστη αλλά και λόγω της ευκολίας με την οποία πλέον μπορούν να κατασκευαστούν τέτοιες εφαρμογές ώστε να βοηθήσουν σε τομείς όπως το μάρκετινγκ και η παροχή των υπηρεσιών. Μάλιστα πολλές από τις εφαρμογές έχουν ως κύριο στόχο τον εντυπωσιασμό του χρήστη [Κουτρελάκος 2012]. Ο Bill Chamberlin, αναλυτής αγοράς του τμήματος εταιρικής στρατηγικής της IBM, υποστήριξε στο προσωπικό του ιστολόγιο ότι η επαυξημένη πραγματικότητα θα αποτελέσει ένα από τα 10 γνωστότερα ψηφιακά μέσα της νέας εποχής σε ότι

αφορά στην προώθηση υπηρεσιών και προϊόντων διαμέσου κινητών τηλεφώνων [Κουτρελάκος 2012]. Αντίστοιχα, σύμφωνα με τον Matt Trubow, διευθύνων σύμβουλο της Hidden, μιας εταιρίας που ειδικεύεται στο Digital & Mobile Marketing το μέλλον για την επαυξημένη πραγματικότητα είναι ατελείωτο [Κουτρελάκος 2012].

Η επαυξημένη πραγματικότητα δίνει τη δυνατότητα σε υποψήφιους πελάτες να οραματιστούν ένα προϊόν ακόμη και εάν δεν έχουν άμεση επαφή με αυτό. Διαμέσου της επαυξημένης πραγματικότητας κάθε πελάτης είναι σε θέση να δει τις πραγματικές διαστάσεις ενός προϊόντος αλλά και τη θέση στην οποία αυτό ανήκει.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στον τομέα του μάρκετινγκ αποτελεί ο κατάλογος του ΙΚΕΑ για το έτος 2013. Επρόκειτο για έναν πλήρως ψηφιακό κατάλογο με ένα μεγάλο αριθμό ψηφιακών μέσων ο οποίος παρουσίαζε στον πελάτη τις διαστάσεις των προϊόντων αλλά και τις πιθανές θέσεις μέσα στο χώρο. Στόχος της ψηφιοποίησης του καταλόγου αλλά και της παρουσιάσής του με τον τρόπο αυτό ήταν η μεγαλύτερη διείσδυσή του στο καταναλωτικό κοινό, προσέλκυση νέων πελατών, η αύξηση των λήψεων αλλά και η αύξηση της προσέλευσης του κόσμου στο κατάστημα (Lord).



Εικόνα 2.6 Ο επαυξημένος κατάλογος του ΙΚΕΑ

Αποτέλεσμα της παραπάνω ενέργειας ήταν ο κατάλογος αυτός να αποτελεί την εφαρμογή με τις περισσότερες λήψεις για το έτος 2012 ενώ κάθε χρήστης περνούσε τουλάχιστον 8 λεπτά από το χρόνο του στην εφαρμογή αυτή. Το ποσοστό των νέων χρηστών έφτασε το 30% ενώ οι εβδομαδιαίες επισκέψεις του καταλόγου αυξήθηκαν τελικά κατά 35% (Lord).

Σε δημιουργία αντίστοιχης εφαρμογής με το όνομα Mitsubishi Electric MeView προέβη και η εταιρία Mitsubishi με στόχο να διαφημίσει τις ηλεκτρικές συσκευές της αλλά και να αυξήσει τις πωλήσεις της. Οι λόγοι για τους οποίους η εταιρία προέβη στη δημιουργία της εφαρμογής αυτής ήταν αρκετά σοβαροί καθώς αντιμετώπιζε προβλήματα σχετικά με την προώθηση των προϊόντων της. Οι έως τώρα πρακτικές που χρησιμοποιούσε ήταν ιδιαίτερα ακριβές και φυσικά δεν ήταν αποτελεσματικές καθώς οι περισσότεροι πελάτες δεν ήταν σε θέση να κατανοήσουν τη φύση των προϊόντων. Στόχος λοιπόν της εταιρίας ήταν να αυξήσει το μερίδιο της αγοράς της αλλά και να εξοπλίσει τους συνεργάτες της με ένα πολύ δυναμικό εργαλείο προώθησης [Lord]. Τα αποτελέσματα από την ενέργεια αυτή ήταν θεαματικά καθώς αυξήθηκαν κατακόρυφα οι πωλήσεις της ενώ την ίδια στιγμή εξαλείφθηκαν τα όποια εμπόδια αντιμετώπιζε το μάρκετινγκ. Ταυτόχρονα, μειώθηκαν τα έξοδά της σε ότι αφορά την έντυπη διαφήμιση κατά εκατομμύρια δολάρια [Lord].

Η πολύ γνωστή σε όλους Lego, ανήκει και αυτή στις εταιρίες οι οποίες χρησιμοποίησαν την επαυξημένη πραγματικότητα με στόχο να κάνουν το προϊόν τους γνωστό στον καταναλωτή. Τα προβλήματα που αντιμετώπιζε η Lego αφορούσαν κυρίως στην αγορά που κινούνταν με αργούς ρυθμούς, στην οικονομία που επιθυμούσαν οι πελάτες αλλά και στις ανταγωνιστικές οικονομικότερες μάρκες [Lord]. Στόχος λοιπόν της Lego ήταν φυσικά να αυξήσει τις πωλήσεις της αλλά και την εμπειρία της αγοράς επωνύμων προϊόντων. Το Lego Digital Box έκανε την εμφάνισή του το 2011 και αύξησε της πωλήσεις κατά 17%. Φυσικά και επηρέασε θετικά την τάση για την αγορά του προϊόντος ενώ την ίδια στιγμή ενίσχυσε την τάση για την παραγωγή αντίστοιχου υλικού.



Εικόνα 2.7 Το Lego Digital Box

Τέλος, οι ταχυδρομικές υπηρεσίες των Η.Π.Α σε συνεργασία με την εταιρία AKQA κατασκεύασαν μία εφαρμογή με το όνομα Virtual Box Simulator που έδινε τη δυνατότητα αποστολής ενός πακέτου με γνώση των κριτηρίων που θέτονται από το

ταχυδρομείο [Κουτρελάκος, 2012]. Η εφαρμογή λειτουργεί μονάχα με τη χρήση ενός φυσικού δείκτη ενώ χρειάζεται έναν υπολογιστή με σύνδεση στο διαδίκτυο, μία κάμερα και έναν εκτυπωτή. Αφού ο χρήστης εκτυπώσει ένα συγκεκριμένο φυσικό δείκτη, που παρέχεται δωρεάν μέσω του διαδικτυακού τόπου της USPS, πρέπει να τον κρατήσει μπροστά στην κάμερα μέχρι να εμφανιστεί ένα ψηφιακό πλαίσιο. Στη συνέχεια μπορεί να συγκρίνει το ψηφιακό κουτί με το πακέτο που θέλει να αποστείλει ούτως ώστε να καταλάβει τι κουτί χρειάζεται να πάρει από το ταχυδρομείο και πόσο αυτό θα κοστίσει [Κουτρελάκος, 2012].

2.6 Ελληνικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα δε θα μπορούσε φυσικά να λείπει και από τον ελληνικό χώρο. Τα τελευταία χρόνια μία σειρά αξιόλογων δουλειών και εφαρμογών έχει γίνει στον τομέα αυτό καθιστώντας την ελληνική έρευνα αντάξια των πανεπιστημίων και των ιδρυμάτων του εξωτερικού. Οι προσπάθειες που έχουν γίνει είναι αρκετά σοβαρές και για το λόγο αυτό άλλωστε έχουν τεράστια απήχηση στο κοινό.

Ιδιαίτερα γνωστό έχει γίνει το πρώτο ελληνικό βιβλίο επαυξημένης πραγματικότητας. Πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό ψηφιακό βιβλίο που συνδυάζει το παραδοσιακό ξεφύλλισμα με την τεχνολογία προσφέροντας άπειρες δυνατότητες από τον σύγχρονο και ελκυστικό κόσμο της επαυξημένης πραγματικότητας. Η ομάδα που δημιούργησε το βιβλίο αυτό αποτελείται από 4 άτομα, δύο προγραμματιστές, έναν υπεύθυνο σχεδιασμού και μία ειδική παιδαγωγό. Με τίτλο «Ο Ντίνος στα ίχνη των δεινοσαύρων» το βιβλίο συνοδεύεται από μία εφαρμογή στην οποία ο χρήστης μπορεί να παρακολουθήσει τους δεινόσαυρους που περιέχονται σε αυτό τρισδιάστατους και ζωντανούς (www.gazetta.gr).



Εικόνα 2.8 Εικόνα από το βιβλίο

Η πρωτοτυπία του βιβλίου αυτού δεν περιορίζεται μόνο στη χρήση της τεχνολογίας αλλά και στην προσθήκη μιας εφαρμογής στο εξώφυλλο η οποία εμφανίζει ένα

μεγάλο δεινόσαυρό στην οθόνη του κινητού με τον οποίο ο χρήστης να βγάλει την δική του ξεχωριστή, selfie σε όποιο μέρος αυτός επιθυμεί. Την ίδια στιγμή δίνεται η δυνατότητα ανεβάσματος της φωτογραφίας αυτής στο livebooks.gr.

Μία άλλη ιδιαίτερα γνωστή εφαρμογή κατασκευασμένη και αυτή από Έλληνες είναι το παιχνίδι λέξεων *It's (not) all greek to me!*. Πρόκειται για ένα παιχνίδι γνώσης λέξεων που αφορά στη γνώση αυτών αλλά και στη γνώση της προέλευσής τους (Makebelieve).



Εικόνα 2.9 Καρτέλα της εφαρμογής που αναφέρεται στη λέξη ούζο

Η εφαρμογή *Greek Museums* αποτελεί μία ιδιαίτερα γνωστή εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας στην οποία περιέχονται περίπου 400 μουσεία σε όλη την ελληνική περιφέρεια (Greek Museums). Πρόκειται για ένα ιδιαίτερα σημαντικό εργαλείο για τον ελληνικό τουρισμό το οποίο παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες αποκλειστικά και μόνο όταν ο χρήστης βρίσκεται στην Ελλάδα.

Στο *Greek Museums* παρουσιάζονται όλα τα κοντινά μουσεία σε σχέση με την τοποθεσία του χρήστη ενώ παρέχεται πληροφορία σχετική με την ακριβή θέση του μουσείου, την απόσταση σε μέτρα από τη θέση του χρήστη, τις ώρες λειτουργίας, τη

διεύθυνση επικοινωνίας, τα τηλέφωνα επικοινωνίας και πολλά άλλα. Την ίδια στιγμή παρέχονται φίλτρα με βάση τα οποία μπορεί να καθοριστεί η απόσταση ή και το αντικείμενο των μουσείων ενδιαφέροντος. Τέλος υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι απεικόνισης των μουσείων, σε λίστα, σε χάρτη ή με κάμερα.



Εικόνα 2.10 Η εφαρμογή Greek Museums

Μια ελληνική εταιρία που εισάγει την τεχνολογία AR στα προϊόντα είναι η SKAG με μια σειρά από «έξυπνα» προϊόντα. Κάθε μια από τις τέσσερις εφαρμογές για smartphone (Wild Animals, Looney Tunes, Tan Tan), μέσω της τεχνολογίας AR, αναπαράγει ήχους και τρισδιάστατες εικόνες που αντιστοιχούν σε αυτό που απεικονίζεται πάνω στο εκάστοτε τετράδιο.



Εικόνα 2.11 Ένα από τα «έξυπνα» τετράδια της SKAG

Το *XO Radar* είναι μια από τις πρώτες εφαρμογές AR για smartphone στην Ελλάδα και γνωστότερη για τους χρήστες iPhone (υποστηρίζει μόνο iOS). Εμφανίζει σε πραγματικό χρόνο και τόπο επιχειρήσεις οι οποίες βρίσκονται στο περιβάλλον του χρήστη. Αυτή η λειτουργία επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης του γεωγραφικού στίγματος, της κάμερας και τις πυξίδας της συσκευής. Ο χρήστης «στοχεύει» γύρω του με την κάμερα και «βλέπει» τις επιχειρήσεις που βρίσκονται κοντά του. Επιλέγοντας κάποια από αυτές έχει τη δυνατότητα να δει πληροφορίες για αυτή καθώς και να του δοθούν οδηγίες με τη μορφή χάρτη για το πώς θα φτάσει εκεί. Η εφαρμογή βραβεύτηκε ως η καλύτερη εφαρμογή AR στο συνέδριο InfoCom World το 2010.



Εικόνα 2.12 Το XO Radar

Τέλος, το Ionian University in Corfu Greece-AR Guide (Layar) αποτελεί τον πρώτο οδηγό επαυξημένης πραγματικότητας ελληνικού πανεπιστημίου. Πρόκειται για το Ιόνιο Πανεπιστήμιο. Οι χρήστες καθοδηγούνται για να προσανατολιστούν σχετικά με τις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου και τους δίνονται επιπρόσθετες πληροφορίες επικοινωνίας. Η εφαρμογή είναι ένα layer της εφαρμογής Layar. Κάνοντας αναζήτηση τα αντίστοιχα key words (ionio, Ionian, Greece κλπ) μπορεί κάποιος να κατεβάσει το συγκεκριμένο layer.

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Εργαλεία κατασκευής εφαρμογών AR

3.1 Εισαγωγή

Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας τείνουν να εισχωρούν σε πολλούς από τους τομείς της καθημερινότητας κατακλύζοντας τους και την ίδια στιγμή προσφέροντας μία μοναδική εμπειρία χρήσης στο χρήστη. Η ανάπτυξη των εφαρμογών αυτών μπορεί να γίνει με πολλά και διαφορετικά εργαλεία αλλά και διαφορετικές τεχνολογίες. Πολλές από αυτές ανήκουν στην κατηγορία του ελεύθερου λογισμικού ενώ αρκετές από αυτές αποτελούν εμπορικές εφαρμογές. Παρακάτω θα γίνει μία προσπάθεια περιγραφής κάποιων από τις εφαρμογές ανάλογα με το εάν αυτές αποτελούν ελεύθερο ή εμπορικό λογισμικό.

3.1.1 Εργαλεία ανοικτού λογισμικού

Ο *Argon* αποτελεί έναν διαδικτυακό περιηγητή (web browser) στον οποίο μπορούν να κατασκευαστούν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Στόχος του είναι να καταστήσει την επαυξημένη πραγματικότητα προσβάσιμη σε μεγάλο αριθμό επαγγελματιών αλλά και χρηστών διαμέσου μιας πλατφόρμας που θα έχει ως επίκεντρο τον ιστό. Κάνει χρήση τεχνολογιών όπως η html5, το css3, η javascript και πολλές άλλες. Τα τρισδιάστατα γραφικά παρέχονται από ένα ενσωματωμένο σε αυτόν framework το three.js. Για να δημιουργηθεί μία AR εφαρμογή χρειάζεται απλά η χρήση ενός html αρχείου σε συνδυασμό με όλα τα media, javascript και css αρχεία και το ανέβασμά τους στον web browser. Στα βασικά του χαρακτηριστικά συμπεριλαμβάνονται :

- AR υποστήριξη : Video, gps και εντοπισμός προσανατολισμού
- Placemarks : Γεωγραφικές τοποθεσίες ανά τον κόσμο με δεδομένα σχετικά με αυτούς
- Τρισδιάστατα γραφικά
- Πανοραμικές αναπαραστάσεις : Υποστήριξη φωτογραφιών 360 μοιρών
- Διδιάστατα γραφικά και web design : Html και javascript για στοιχεία που μπορούν να αναπτυχθούν και να χρησιμοποιηθούν σε web kit web browsers.

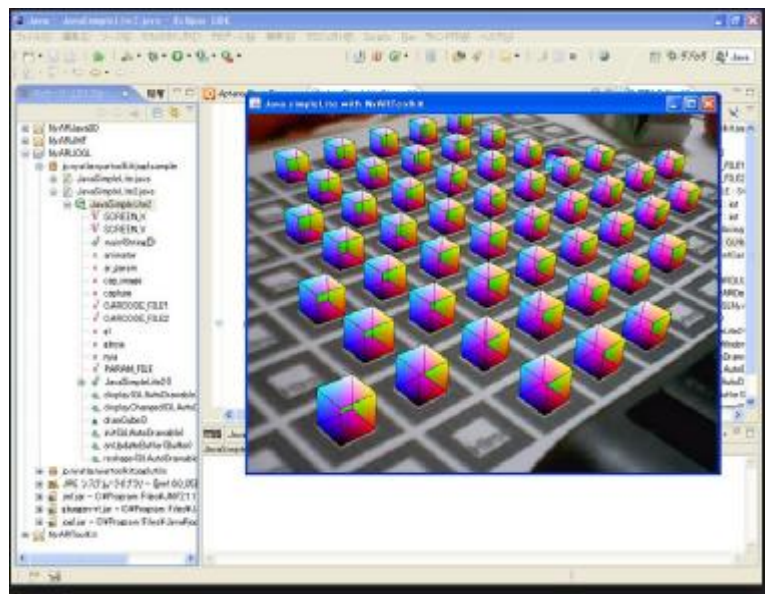
Το *ARToolKit* είναι μία βιβλιοθήκη που αφορά την δημιουργία ισχυρών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας που συνδυάζουν την εικονική πραγματικότητα με τον πραγματικό κόσμο. Για να επιτευχθεί αυτό, το *ARToolKit*, χρησιμοποιεί τεχνικές εντοπισμού με βίντεο που υπολογίζουν την πραγματική θέση της κάμερας και τον προσανατολισμό αυτής σε σχέση με τον πραγματικό χρόνο. Από τη στιγμή που θα

γίνει γνωστή η θέση της πραγματικής κάμερας, μπορεί να τοποθετηθεί αυτόματα και η εικονική κάμερα στο ακριβώς ίδιο σημείο ώστε να ξεκινήσει η αναπαράσταση των τριδιάστατων γραφικών [Wikipedia].

Το ARToolKit σχεδιάστηκε το 1999 από τον Hirokazu Kato και στις μέρες μας διατηρείται από τις ομάδες του λογισμικού ανοικτού κώδικα έχοντας περισσότερες από 160,000 λήψεις. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι :

- Εντοπισμός θέσης από μία κάμερα
- Κώδικας εντοπισμού που χρησιμοποιεί απλά μαύρα τετράγωνα
- Εύκολος κώδικας συντονισμού της κάμερας
- Υψηλή ταχύτητα όντας εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας πραγματικού χρόνου
- Ελεύθερο και ανοικτό λογισμικό

Το *NyARToolKit* είναι μία βιβλιοθήκη ίδια με την ARToolKit γραμμένη όμως σε γλώσσα προγραμματισμού Java. Είναι λίγο πιο αργή στην εκτέλεσή της, περιέχει όμως πολλές οπτικές συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται για να φτιάξουν τις εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 3.1 Το NyARToolKit

Τα βασικά χαρακτηριστικά της NyARToolKit είναι (Artoolworks) :

- AR εντοπισμός μόνο με φυσικό δείκτη

- Υποστήριξη για ηλεκτρονικούς υπολογιστές και διάφορες πλατφόρμες για συσκευές κινητής τηλεφωνίας
- Βελτιστοποιημένη αναγνώριση φυσικού δείκτη σε σχέση με την ARToolKit

Το *SLARToolKit* είναι μία βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται στην πλατφόρμα ανάπτυξης της Microsoft Silverlight. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιαδήποτε κάμερα υποστηρίζει το Silverlight και από οποιοδήποτε Windows Phone (Artoolworks).

Η βιβλιοθήκη αυτή χρησιμοποιεί ένα μοντέλο διπλής άδειας και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από ελεύθερα όσο και από εμπορικά λογισμικά.

Το *FLARToolKit* είναι μία ακόμη βιβλιοθήκη ανοικτού λογισμικού η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή διαδικτυακών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Η FLARToolKit βιβλιοθήκη λογισμικού αναγνωρίζει ένα οπτικό δείκτη από μια εικόνα και στη συνέχεια υπολογίζει τον προσανατολισμό και τη θέση της κάμερας σε έναν τρισδιάστατο κόσμο. Στη συνέχεια επικαλύπτει την εικόνα του ζωντανού βίντεο με εικονικά φτιαγμένα γραφικά από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αν συνδυαστεί με μια flash 3D μηχανή γραφικών δίνει την δυνατότητα να δημιουργηθούν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας [Κουτρελάκος 2012]. Είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη flash-based AR βιβλιοθήκη με την υποστήριξη μιας μεγάλης κοινότητας προγραμματιστών και πολλών ιστοσελίδων με εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Η FLARToolKit είναι διαθέσιμη με εμπορική άδεια, ή μπορεί κάποιος να την κατεβάσει ελεύθερα και να την χρησιμοποιήσει υπό την άδεια GPL [Κουτρελάκος 2012].

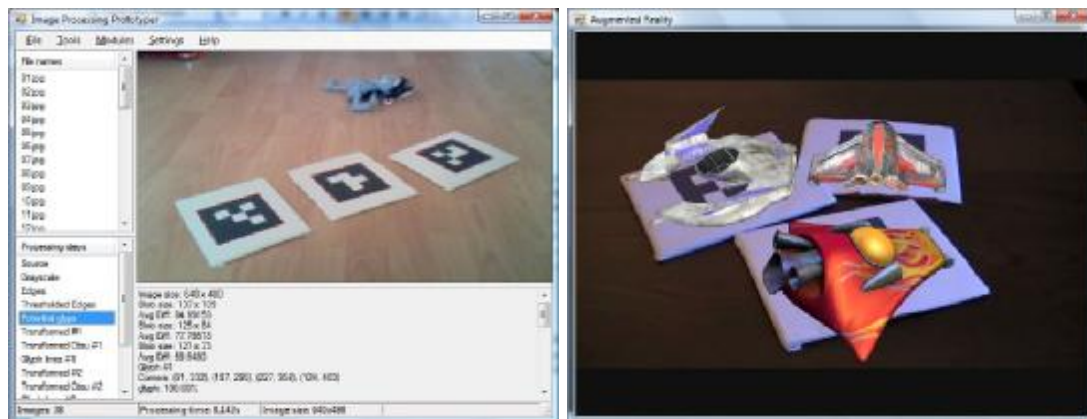
Το *Atomic Authoring Tool* είναι ένα εργαλείο που ενδείκνυται και αυτό για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας αλλά αυτή τη φορά αναφέρεται σε ανθρώπους που δεν ανήκουν στην κατηγορία των προγραμματιστών. Δημιουργήθηκε ως ένας οδηγός για τη βιβλιοθήκη ARToolKit και αφορά σε ανθρώπους που δεν έχουν ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού.

Η γλώσσα στην οποία έχει γραφεί το εργαλείο ονομάζεται Processing και διανέμεται από τον οργανισμό GNU GPL [Wikipedia]. Το Atomic Authoring Tool λειτουργεί σε όλες τις πλατφόρμες λογισμικού ενώ η πρώτη έκδοσή του έγινε το 2008.



Εικόνα 3.2 Το Atomic Authoring Tool

Ο όρος *GRATF* προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων *Glyph Recognition and Tracking Framework*. Πρόκειται για ένα project που έχει ως στόχο την παροχή μιας βιβλιοθήκης που βοηθά στον εντοπισμό, την αναγνώριση και την εκτίμηση της θέσης οπτικών γλυφών σε σταθερές εικόνες και αρχεία βίντεο (*Aforgetnet*). Η βιβλιοθήκη αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε πολλές εφαρμογές ρομποτικής, η πλέον διαδεδομένη χρήση της όμως είναι σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 3.3 Το project GRATF

Το *PTAM (Parallel Tracking and Mapping)* είναι ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που λειτουργεί με τη χρήση κάμερας. Δεν χρειάζεται markers, προκατασκευασμένους χάρτες και αισθητήρες. Απευθύνεται κυρίως σε ερευνητές που ασχολούνται με την επαυξημένη πραγματικότητα καθώς πρόκειται καθαρά για κώδικα ο οποίος πρέπει να τροποποιηθεί και να εκτελεστεί σε πλατφόρμα.

Το *Blender* είναι ένα λογισμικό που αφορά τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων για ταινίες, κινούμενα σχέδια και οπτικά εφέ. Κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1994 επιτρέποντας τη δημιουργία τόσο 2D όσο και 3D μοντέλων [Blendersushi]. Πρόκειται για ένα ελεύθερο λογισμικό το οποίο διανέμεται με άδεια από το φορέα GNU GPL. Απευθύνεται κυρίως σε επαγγελματίες καθώς όπως αναφέρθηκε προηγουμένως χρησιμοποιείται για τη δημιουργία 3D απεικονίσεων σε κινηματογραφικά βίντεο υψηλής ποιότητας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του Blender είναι (Blendersushi) :

- UV mapping (η διαδικασία της 3D μοντελοποίησης της απεικόνισης μιας 2D εικόνας σε ένα 3D μοντέλου)
- Δημιουργία υφών
- Προσομοίωση υγρών και καπνού
- Προσομοίωση σωματιδίων
- Δημιουργία animation
- Rendering
- Δημιουργία και επεξεργασία βίντεο
- Διαθέτει ενσωματωμένη μηχανή γραφικών για ηλεκτρονικά παιχνίδια

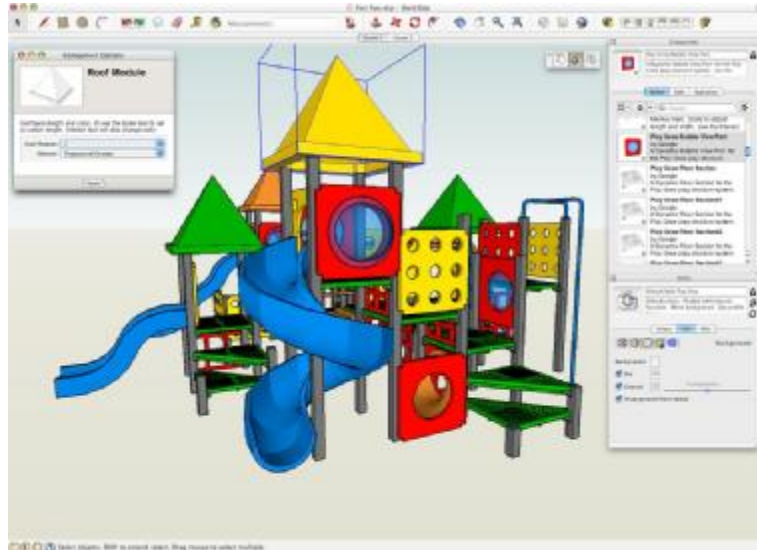


Εικόνα 3.4 Το Blender

3.1.2 Εργαλεία μη ανοικτού λογισμικού

Το *Google SketchUp* είναι ένα πρόγραμμα δημιουργίας 3D μοντέλων που διανέμεται από την εταιρία Google. Αρχικά απευθυνόταν σε αρχιτέκτονες και πολιτικούς μηχανικούς, στην πορεία όμως, και καθώς η Google ανακοίνωσε την

ελεύθερη διανομή του άρχισε να γίνεται διάσημο σε ένα μεγάλο αριθμό χρηστών. Από τη δωρεάν έκδοση του προγράμματος αυτού λείπουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά όπως το Tribble 3D Warehouse. Πρόκειται για μία βάση δεδομένων με διάφορες 3D δημιουργίες που επιτρέπει στο χρήστη να κάνει αναζήτηση, να χρησιμοποιήσει κάποια από τα μοντέλα αλλά και να σχεδιάσει κάποια δικά του.



Εικόνα 3.5 Το Google SketchUp

Το Vuforia είναι ένα kit ανάπτυξης λογισμικού επαυξημένης πραγματικότητας για κινητές συσκευές. Κάνει χρήση του Computer Vision ώστε να αναγνωρίσει και να εντοπίσει εικόνες αλλά και 3D αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο [Wikipedia]. Το γεγονός αυτό διευκολύνει τους προγραμματιστές στο να εντοπίσουν και να κατευθύνουν τα 3D αντικείμενα σε σχέση πάντα με τις εικόνες του πραγματικού κόσμου όπως αυτές συλλαμβάνονται από την κάμερα της κινητής συσκευής.

Το Vuforia υποστηρίζει μία σειρά 2D και 3D τύπων αλλά και μία μορφή marker γνωστή και ως Frame Marker. Στα επιπλέον χαρακτηριστικά του συγκαταλέγονται η τοπική σύγκλιση και ο εντοπισμός με χρήση εικονικών κουμπιών αλλά και η δυνατότητα να δημιουργούνται και να αναπαράγονται οι στόχοι κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης.

Στο λογισμικό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν γλώσσες όπως η C++, η Java και η Objective C αλλά και τεχνολογίες όπως το Net. Έτσι υποστηρίζεται περιβάλλον ανάπτυξης τόσο για iOS όσο και για Android λειτουργικά συστήματα [Wikipedia].



Εικόνα 3.6 Το Vuforia

Τέλος το Wikitude είναι ένα ακόμη λογισμικό ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να προβάλλουν στα κινητά τους πολυμεσικό υλικό, γραφήματα αλλά και διάφορες άλλες πληροφορίες από τα κοινωνικά δίκτυα [Wikipedia]. Η εφαρμογή δημιουργήθηκε από την αυστριακή εταιρία Wikitude GmbH και κυκλοφόρησε τον Οκτώβριο του 2008.

Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα καταγραφής γεωγραφικών στοιχείων από πληροφορίες που δίνονται διαμέσου των κοινωνικών δικτύων. Ακόμη, καταγράφει τις διάφορες ενημερώσεις σε ότι αφορά τις αλλαγές κατάστασης αλλά και τις ενημερώσεις των φωτογραφιών.

Το βασικό περιεχόμενο του Wikitude είναι συγκεκριμένο, μπορεί όμως σε αυτό να προστεθεί υλικό διαμέσου :

- Αρχείων KML (Keyhole Markup Language) : Τα KML είναι μια μορφή αρχείων που χρησιμοποιούνται για προβολή γεωγραφικών πληροφοριών και δεδομένων σε προγράμματα περιήγησης, όπως το Google Earth, Google Maps και Google Maps για κινητά. Στα αρχεία KML μπορούν να οριστούν και να επισημανθούν τοποθεσίες, να προστεθούν εικόνες και άλλα [Wikipedia]
- Αρχείων ARML (Augmented Reality Markup Language) : Τα ARML είναι μια μορφή αρχείων που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν περιεχόμενα που εμφανίζονται σε διάφορα προγράμματα περιήγησης για συσκευές κινητής τηλεφωνίας με δυνατότητα χρήσης προγραμμάτων περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Συμπεράσματα – Προοπτικές

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση και παρουσίαση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας καθώς και των τομέων εφαρμογής της και των εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού που την αφορούν.

Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας βρίσκεται υπό διαρκή εξέλιξη και προσφέρει πλεονεκτήματα και καινοτομίες σε ένα μεγάλο αριθμό τομέων.

Αναφορικά με τις συσκευές που απαιτούνται για την Επαυξημένη Πραγματικότητα, σε μεγάλο βαθμό διαδεδομένες είναι οι κινητές συσκευές και ιδιαίτερα τα smartphones αφού συνδυάζουν μέγεθος και ευελιξία ενώ οι φορητές αναντίρρητα προσφέρουν ολοκληρωμένη εμπειρία και καλύτερα αποτελέσματα ενώ τείνουν να γίνονται διακριτικότερες και πιο εύχρηστες. Από την άλλη πλευρά, οι χωρικές συσκευές μπορούν να συμπεριλαμβάνουν περισσότερους χρήστες και να τοποθετούνται σε δημόσιες τοποθεσίες.

Σχετικά με τις συσκευές εισόδου και ανίχνευσης πρέπει να αναφερθεί ότι είναι σημαντικό να γίνει επιλογή τους με βάση τα χαρακτηριστικά της εφαρμογής που θα δημιουργηθεί καθώς και τους περιορισμούς που προκύπτουν. Και στα δύο αυτά ήδη συσκευών παρατηρείται μεγάλη ποικιλία.

Επιπρόσθετα, τα διάφορα είδη μεθόδων επαύξεσης καθορίζονται συνηθέστερα από τον τρόπο ανίχνευσης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι λόγω της ραγδαίας τεχνολογικής εξέλιξης οι προοπτικές όσον αφορά τις συσκευές που περικλείει η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι εξαιρετικές.

Επιπλέον είναι σημαντική η μελετημένη δημιουργία των επιπρόσθετων εικονικών στοιχείων καθώς και ο προσεκτικός συνδυασμός τους με το πραγματικό περιβάλλον σε ότι αφορά την οπτικοποίηση ώστε να παραχθεί ένα ομαλό και συντονισμένο οπτικό αποτέλεσμα.

Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι ήδη παρατηρείται επιτυχημένη εισαγωγή της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε πολλά και σημαντικά πεδία όπως είναι η Ιατρική, η Ψυχολογία και η Εκπαίδευση, με καινοτόμες εφαρμογές που παρέχουν συγκριτικά πλεονεκτήματα έναντι των παραδοσιακών μεθόδων. Βέβαια και σε τομείς όπως Διασκέδαση και Marketing η Επαυξημένη Πραγματικότητα κάνει εντυπωσιακά αισθητή την παρουσία της.

Αναφορικά με τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού AR παρατηρείται η ύπαρξη πλήθους τόσο ανοιχτού όσο και κλειστού λογισμικού που καλύπτουν τους ποικίλους τύπους εφαρμογών αλλά και τα διάφορα στάδια της δημιουργίας μια εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Είναι ξεκάθαρο επομένως ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία με πολλές προοπτικές και είναι ικανή να ξεπεράσει με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας τα όποια εμπόδια προκύπτουν.

Αναφορές

Ελληνικά

Βερυκόκου, Στυλιανή., 2013. Ανάπτυξη Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας Βάσει Επιπέδου Προτύπου. Διπλωματική. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διαθέσιμο : <dspace.lib.ntua.gr/handle/123456789/38327> [Πρόσβαση: 30-2-2015]

Κουτρελάκος, Νικόλαος., 2012. Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality) και η χρήση της στο Marketing. Τεχνικές και μέθοδοι ανάπτυξης εφαρμογών A.R. Πτυχιακή. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Διαθέσιμο : <nefeli.lib.teicrete.gr/browse/sdo/mk/2012/KoutrelakosNikolaos/document-1350840462-111721-9251.tkl>

Νικολαΐδης, Δημήτρης., 2003. Επαυξημένη Πραγματικότητα Πολλαπλασιάζοντας τις δυνατότητες των αισθήσεων. Περισκόπιο της Επιστήμης, 270

Αγγλικά

Augmented.org, 2015, Augmented.org The Augmented Reality Blog by Tobias Kammann [online] (date of update: 6-5-2015) Available: www.augmented.org [access: 6-5-2015]

Azuma, Ronald., 1997. A Survey of Augmented Reality. Presence, Vol.6, No.4, 355-385

Bimber, Oliver. & Raskar, Ramesh., 2005. Spatial Augmented Reality Merging Real and Virtual Worlds. Wellesley, Massachusetts: A K Peters

Botella, Cristina. et al., 2005. Using Augmented Reality to Treat Phobias. IEEE Computer Graphics and Applications Journal, Volume 25 Issue 6, pages 31-37.

Chang, M. et al., 2011. Edutainment Technologies Educational Games and Virtual Reality/Augmented Reality Applications. Berlin, Heidelberg: Springer

Furht, Borko., 2011. Handbook of Augmented Reality. New York: Springer

Haller, Michael & Billinghurst, Mark. & Thomas, Bruce., 2007. Emerging Technologies of Augmented Reality Interfaces and Design. USA, UK: Idea Group Publishing

ISMAR, 2013, The IEEE International Symposium on Mixed Reality and Augmented Reality [online] (2015) Available: <ismar.net> [access: 5-3-2015]

Kipper, Greg. & Rampolla, Joseph., 2013. Augmented Reality. An Emerging Technologies Guide to AR. USA: Syngress Elsevier

Maad, Soha., 2010. Augmented Reality. India: Intech

Mullen, Tony., 2001. Prototyping Augmented Reality. Indiana, Canada: Wiley

Wikipedia, 2015, Wikipedia The Free Encyclopedia [online] (date of update: 8-3-2015)
Available: < en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality> [access: 10-3-2015]