



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ – ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»

ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΚΙΝΗΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ

Η Διπλωματική Εργασία παρουσιάστηκε
ενώπιον του Διδακτικού Προσωπικού
του Πανεπιστημίου Αιγαίου

Σε Μερική Εκπλήρωση
των Απαιτήσεων για
το Μεταπτυχιακό Δίπλωμα του
Μηχανικού Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων

Μπαρμπάτσαλου Κωνσταντία
Φέκας Δημήτριος
ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ:
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΑΣ ΜΠΑΡΜΠΑΤΣΑΛΟΥ
ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΦΕΚΑ

Δρόσος Δημήτριος, Επιβλέπων
Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών
Συστημάτων

Κοκολάκης Σπύρος, Μέλος
Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών
Συστημάτων

Μαραγκουδάκης Εμμανουήλ, Μέλος
Τμήμα Μηχανικών Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών
Συστημάτων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012

Πίνακας Περιεχομένων

Πινάκας Εικόνων	5
1. Εισαγωγή	6
1.1 Αφορμές και Κίνητρα για την Παρούσα Διπλωματική.....	6
1.2 Σκοπός και στόχοι.....	7
1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	7
2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση	7
2.1 Εισαγωγή	7
2.2 Μέθοδος.....	8
2.3 Ανάπτυξη της επικρατούσας άποψης στη βιβλιογραφία	10
2.4 Εννοιολογική προσέγγιση	15
3. Κινητή Επαυξημένη Πραγματικότητα	19
3.1 Ιστορική αναδρομή	19
3.2 Βασικές έννοιες της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας	22
3.3 Χαρακτηριστικά ενός συστήματος κινητής επαυξημένης πραγματικότητας	24
3.4 Δομή των Συστημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	25
3.4.1 Βασικές Τεχνολογίες Επαυξημένης Πραγματικότητας	26
3.4.1.1 Γεννήτρια σκηνής (Scene Generator).....	27
3.4.2 Ανίχνευση - Σύστημα Εντοπισμού(tracking)	27
3.4.3 Καταχώρηση.....	29
3.4.4 Απεικόνιση.....	30
3.4.5 Παραγωγή των γραφικών στοιχείων.....	32
3.5 Επαυξημένη πραγματικότητα σε εξωτερικά περιβάλλοντα	33
3.5.1 Επιστημονικά Θέματα	33
3.5.2 Μελέτη Τεχνικών Χαρακτηριστικών των Συστημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας σε εξωτερικά περιβάλλοντα	34
3.5.2.1 Συσκευές χειρός	35
3.5.2.2 Εύρεση σημείου θέσης σε εξωτερικό περιβάλλον	35
3.5.2.3 Συστήματα Ανίχνευσης.....	35
3.5.2.4 Ασύρματη Επικοινωνία	36
3.6 Υπάρχοντα είδη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας	36
3.7 Browsers κινητής επαυξημένης πραγματικότητας	45
Πλεονεκτήματα των AR Browsers	46

Ανατομία ενός browser	47
3.7.1 AR Browsers – Αξιολόγηση.....	51
3.7.2 Κριτήρια Αξιολόγησης Browsers	52
3.7.3 Συμπεράσματα Αξιολόγησης AR Browsers	57
4. Σχεδίαση μιας εφαρμογής κινητής επαυξημένης πραγματικότητας	58
Μέρος Α΄.....	58
4.1 Διεπαφές εφαρμογών	58
4.1.1 Ορισμός της διεπαφής	58
4.1.1.1 Περί ευχρηστίας	59
4.1.2 Αρχές διεπαφών	59
4.1.3 Αρχές διεπαφών στην κινητή επαυξημένη πραγματικότητα	60
Το πλαίσιο στις κινητές συσκευές.....	62
4.2 Γενικές Σχεδιαστικές οδηγίες Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας	63
4.2.1 Σχεδιαστικές Οδηγίες Κατά Gabbard	64
4.2.1.1 Guidelines για χρήστες εικονικών περιβαλλόντων	64
4.2.1.2 Guidelines για τις δραστηριότητες χρηστών εικονικών περιβαλλόντων.....	65
4.2.1.3 Guidelines για την περιήγηση και την πλοήγηση.....	65
Guidelines: επιλογή αντικειμένων	65
4.2.1.4 Guidelines: μεταχείριση αντικειμένων	65
4.2.1.5 Guidelines: Παρουσίαση πληροφορίας.....	66
4.2.1.6 Guidelines: Ο εικονικός περίγυρος.....	66
4.2.1.7 Guidelines: Το σύστημα εικονικού περιβάλλοντος και η πληροφορία εφαρμογής	67
4.2.1.8 Guidelines: Ο εντοπισμός της θέσης και του προσανατολισμού του χρήστη .	68
4.2.1.9 Guidelines: Ανατροφοδότηση οπτικής πληροφορίας.....	69
4.2.2 Τεκμηρίωση τήρησης συνόλου σχεδιαστικών οδηγιών ανά Browser AR	70
Μέρος Β΄.....	72
4.3 Μοντέλο Σχεδιασμού Βάσει Ευχρηστίας	72
4.3.1 Προσχέδιο	73
4.3.1.1 Πληθυσμιακό Δείγμα	73
4.3.1.2 Περιορισμοί.....	74
4.3.1.2.1 Τεχνολογικοί περιορισμοί.....	74
4.3.1.2.2 Περιορισμοί από πλευράς χρηστών	75
4.3.1.3 Ανάλυση Απαιτήσεων Χρηστών	75

4.3.1.4	Ανάλυση Απαιτήσεων Τεχνολογίας	76
4.4	Υλοποίηση	77
4.4.1	Κατασκευή μοντέλου υλοποίησης	77
4.4.2	Επιλογή πλατφόρμας	78
4.4.3	Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης	79
5.	Αξιολόγηση	84
6.	Μελλοντικές Κατευθύνσεις και Προκλήσεις	85
6.1	Επαυξημένη Πραγματικότητα και Marketing	86
6.2	Η επαυξημένη πραγματικότητα και πως οδηγεί στην αύξηση των πωλήσεων	90
6.2	Κινητή Επαυξημένη Πραγματικότητα και Ασφάλεια	97
	Παράρτημα 1	98
	Ερωτηματολόγιο Ανάλυσης Απαιτήσεων Χρηστών	98
	Ερωτηματολόγιο Τελικής Αξιολόγησης της Εφαρμογής «Πάμε Πανεπιστήμιο»	101
	Βιβλιογραφία	104

Πινάκας Εικόνων

Εικόνα 1	- Το εννοιολογικό πεδίο της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας	16
Εικόνα 2	- Ελεύθερη οπτική ανίχνευση	28
Εικόνα 3	- Οπτική ανίχνευση με χρήση συμβόλων ανίχνευσης	28
Εικόνα 4	- Optical See Through	31
Εικόνα 5	- Video See Through	31
Εικόνα 6	- Monitor Based AR	32
Εικόνα 7	- Projector Based AR	32
Εικόνα 8	- Ε.Π. στην Ιατρική, Πηγή http://www.cs.unc.edu/Research/us/	37
Εικόνα 9	- Image guided surgery	38
Εικόνα 10	- Ε.Π. σε αγώνα αυτοκινήτων	39
Εικόνα 11	- Ε.Π. σε ηλεκτρονικά παιχνίδια	39
Εικόνα 12	- Ε.Π. στη διαφήμιση	40
Εικόνα 13	- Επαυξημένος διαφημιστικός κατάλογος	40
Εικόνα 14	- Ε.Π. στην άμυνα	41
Εικόνα 15	- Ε.Π. στη βιομηχανία	42
Εικόνα 16	- Η εφαρμογή KARMA	42
Εικόνα 17	- Ερευνητικό πρόγραμμα ARVIKA, πηγή: http://www.arvika.de/www/pdf/flyer_e.pdf	43
Εικόνα 18	- Magic Book	43
Εικόνα 19	- Ε.Π. στη μηχανική σχεδίαση	44

Εικόνα 20 - Ανατομία ενός Browser	47
Εικόνα 21 - Junaio AR Browser	49
Εικόνα 22 - Layar AR Browser	49
Εικόνα 23 - Sekai Camera AR Browser	50
Εικόνα 24 - WikitudeWorlds Browser.....	51
Εικόνα 25 - LibreGeoSocial	51
Εικόνα 26 - Διάγραμμα συμπεριφοράς AR Browsers	57
Εικόνα 27 - Επίγνωση του πλαισίου	61
Εικόνα 28 - Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης 1.....	80
Εικόνα 29- Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης 2.....	80
Εικόνα 30 - Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης (Καρτέλα General).....	81
Εικόνα 31 - Παράδειγμα προβολής ως προς την καρτέλα General	81
Εικόνα 32- Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης (Καρτέλα Assets)	82
Εικόνα 33- Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης (Καρτέλα Actions)	82
Εικόνα 34 - Παράδειγμα προβολής ως προς τις καρτέλες Assets και Actions.....	83
Εικόνα 35 - Καταχώρηση του Hoppala Link στο API του Layar	84
Εικόνα 36 - 4P's της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας	86
Εικόνα 37 – Ψυχολογικοί παράγοντες που εφάπτονται στην επαυξημένη πραγματικότητα	91
Εικόνα 38- Παιχνίδι K'Nex	93

1. Εισαγωγή

1.1 Αφορμές και Κίνητρα για την Παρούσα Διπλωματική

Η αφορμή για τη μελέτη του θέματος της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας και την υλοποίηση μιας εφαρμογής οφείλεται σε τρεις καίριους παράγοντες. Ο ένας από αυτούς είναι η ανάγκη για τον εμπλουτισμό της ορολογίας και κατά συνέπεια του ορισμού της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας στη βιβλιογραφία. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ανάγκης αυτής είναι τα αποτελέσματα που εξήχθησαν μετά το πέρας του Workshop «Augmented Reality on the Web», τον Ιούνιο του 2010, όπου υποστηρίζεται πως «η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι καινούρια και η ορολογία αρκετά φτωχή, ώστε να χρειάζεται επαναδιατύπωση» (W3C, 2010). Δεύτερος και εξίσου σημαντικός παράγοντας είναι η ανάγκη δημιουργίας μιας εφαρμογής η οποία να έχει ως άξονα τους ορισμούς που διατυπώθηκαν. Τέλος, σημαντικό παράγοντα αποτελεί και η συσχέτιση της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας και των εφαρμογών της με την επιστήμη του marketing και των ευκαιριών που μπορούν να παρουσιαστούν μέσω της συσχέτισης αυτής.

1.2 Σκοπός και στόχοι

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η προσεκτική μελέτη του πεδίου της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, με σκοπό τη δημιουργία ενός ορισμού που να αποτελείται από τα βασικά της συστατικά και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευέλικτα σε μελλοντικές χρήσεις, είτε αυτές είναι πρακτικές εφαρμογές, είτε βιβλιογραφικές μελέτες. Δεύτερος στόχος είναι η υλοποίηση μίας εφαρμογής οδηγού σπουδών και πλοηγού για τους φοιτητές της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου, με βασικό άξονα τον επαναδιατυπωμένο ορισμό και σκοπό την ικανοποίηση των χρηστών ως προς τις ανάγκες τους και την εξοικείωσή τους με εφαρμογές κινητής επαυξημένης πραγματικότητας. Τελικός στόχος είναι η συσχέτιση και η προετοιμασία του πεδίου της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας με τις έννοιες του marketing και τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την εκμετάλλευση επιχειρηματικών ευκαιριών σε αυτό το μέσο.

1.3 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Μετά την εισαγωγή, στο δεύτερο κεφάλαιο λαμβάνει χώρα η βιβλιογραφική επισκόπηση, στην οποία εξετάζεται η βιβλιογραφία και συντίθεται ο τελικός ορισμός της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας. Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθενται οι τεχνολογίες της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της εφαρμογής. Το τέταρτο κεφάλαιο περιέχει τη μεθοδολογία σχεδιασμού σε θεωρία και πράξη, καθώς επίσης και τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν. Στο ίδιο κεφάλαιο παρατίθεται και η υλοποίηση. Στο πέμπτο κεφάλαιο λαμβάνει χώρα η αξιολόγηση της εφαρμογής, ενώ στο έκτο κεφάλαιο παρατίθενται οι συσχετίσεις μιας εφαρμογής κινητής επαυξημένης πραγματικότητας με την επιστήμη του marketing.

2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα αναλύεται ο τομέας της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας και των εφαρμογών της. Πρόκειται για έναν τομέα της επιστήμης ο οποίος έχει παρουσιάσει εκθετική ανάπτυξη έπειτα από την ευρεία διάδοση των κινητών τηλεφώνων τρίτης γενιάς στην αγορά. Από επιστημονική άποψη, η κινητή επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί παρακλάδι του πεδίου της επαυξημένης

πραγματικότητας, θεωρείται ένας αναπτυσσόμενος κλάδος που βρίσκεται σε πρωταρχικό στάδιο εξέλιξης και έχει δυνατότητες βελτιστοποίησης κλάδων όπως η αρχιτεκτονική, ο τουρισμός και ιατρική με χρήσεις αναπαράστασης κτιρίων, πληροφοριών αξιοθέατων και αποτύπωσης του ανθρώπινου σώματος κατά τη διάρκεια εγχειρήσεων αντίστοιχα. Επιπλέον, βοηθά στην εξέλιξη, μέσω της παρατήρησης, των τεχνολογιών που έχουν μέχρι τώρα υλοποιηθεί στον τομέα αυτό. Σε επίπεδο χρηστών, παρέχει διευκόλυνση καθημερινών δραστηριοτήτων και αλληλεπίδραση με τον περιβάλλοντα χώρο. Στόχος της ενότητας αυτής είναι να γίνει κατανοητή κάθε εννοιολογική έκφραση και να δοθεί ο περιεκτικός της ορισμός. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται μελέτη των ήδη υπάρχουσών εφαρμογών, παρουσίαση της εφαρμογής που θα υλοποιηθεί και σύγκρισή της με αυτές.

2.2 Μέθοδος

Η αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών διεκπεραιώθηκε μέσω των ψηφιακών βιβλιοθηκών στις οποίες παρέχεται πρόσβαση από την ιστοσελίδα της βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του HEAL-Link. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι: Springer, IEEE, ACM. Επίσης, έγινε χρήση των ψηφιακών βάσεων τεκμηρίων CiteSeerX, Scopus, openarchives.gr και του Google Scholar. Ως οδηγοί της αναζήτησης χρησιμοποιήθηκαν λέξεις – κλειδιά, όπως το θέμα της διπλωματικής εργασίας και όροι που αναφέρθηκαν με μεγάλη συχνότητα στα αποτελέσματα αναζήτησης. Πέραν των βιβλιογραφικών πηγών που περιγράφουν την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας, χρησιμοποιήθηκαν άρθρα και αναφορές από το 2004 και μετά, καθώς σκοπός της έρευνας είναι η ενημέρωση πάνω σε επίκαιρα δεδομένα. Από την έρευνα αποκλείστηκαν πηγές των οποίων το αντικείμενο αφορούσε μαθηματικές μελέτες αλγορίθμων αναζήτησης τοποθεσίας ή γραφικών αναπαραστάσεων, καθώς η μελέτη δεν εμβαθύνει στους παράγοντες αυτούς. Αντίθετα, προτιμήθηκαν πηγές οι οποίες πραγματεύονται διεπαφές χρηστών και θέματα επικοινωνίας ανθρώπου – υπολογιστή, καθώς είναι χρήσιμα στην ανάπτυξη της εφαρμογής.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των αναζητήσεων, διαχωρισμένες ανά βιβλιογραφική πηγή.

Λέξεις κλειδιά	Τίτλος
*Mobile augmented reality user interfaces. *Mobility definition. *User interface requirements for augmented reality systems.	Antoniac, P. (2005). <i>Augmented reality based user interface for mobile applications and services</i> . Oulu, Finland: University of Oulu.
*Properties of Mobile	Hollerer, T. (2004). <i>User Interfaces for Mobile Augmented</i>

augmented reality Interfaces * Mobile augmented reality user interface Management	Reality Systems. <i>PhD Thesis</i> . Columbia University.
*Mobility and Location-Based Services *Dimensions of Mobility	B'Far, R. (2005). <i>Mobile computing principles: designing and developing mobile applications with UML and XML</i> . Cambridge University Press.
*Augmented reality programming *Junaio-Layar point of interests programming *Smartphones *Mobile Phones	Butchart, B. (2011). <i>Augmented Reality for Smartphones</i> . JISC Observatory.
*Augmented reality *Wearable computing *Mobile computing *Hypermedia *User interfaces	Hollerer, T., Feiner, S., Terauchi, T., Rashid, G., & Hallaway, D. (1999). Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System. 23 (6), pp. 779-785.
*Augmented Reality *Geographic navigation *heuristic evaluation	Moore, A. (2006). A Tangible Augmented Reality Interface to Tiled Street Maps and its Usability Testing. In A. Moore, <i>Progress in Spatial Data Handling</i> (pp. 511-528). New Zealand: University of Otago.
*Augmented reality applications	Yu, D., Jin, J. S., Luo, S., Lai, W., & Huang, Q. (2010). A Useful Visualization Technique: A Literature Review for Augmented Reality and its Application, limitation & future direction. In D. Yu, J. S. Jin, S. Luo, W. Lai, & Q. Huang, <i>Visual Information Communication</i> (pp. 311-337).
*Augmented reality *Virtual world	Bimber, O., & Ramesh, R. (2005). <i>Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds</i> . A. K. Peters LTD.
*Augmented Reality	Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. <i>Teleoperators and Virtual Environments</i> 6 , 355-385.
*Mobile Augmented Reality	Billinghurst, M., & Henrysson, A. (2009). <i>Mobile Architectural Augmented Reality</i> . New Zealand: University of Canterbury.
*Location-based applications *Augmented Reality	Chang, W., & Tan, Q. (2010). Augmented Reality System Design and Scenario Study for Location - based Adaptive Mobile Learning. <i>13th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering</i> , 20-27.
*Augmented Reality *Virtual Reality	Ekengren, B. (2009). <i>Mobile Augmented Reality. Master of Science Thesis</i> . Stockholm, Sweden: KTH Computer Science and Communication.

<p>*Augmented reality systems *Mobile augmented reality *scene capture *scene identification *scene processing *scene visualization architecture</p>	Lopez, H., Navarro, A., & Relano, J. (2010). An Analysis of Augmented Reality Systems. <i>Fifth International Multi-conference on Computing in the Global Information Technology</i> , 245-250.
*Future of mobile augmented reality	Montgomery, J. (2009, December 1). <i>The Future Of Mobile Augmented Reality</i> . Retrieved November 22, 2011, from MobileMarketingWatch: http://www.mobilemarketingwatch.com/the-future-of-mobile-augmented-reality-4612/
*Augmented Reality *Mobile	Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2000). Mobile Collaborative Augmented Reality. Vienna, Austria: Vienna University of Technology.
*Future of mobile augmented reality	Walsh, M. (2009, November 30). <i>Augmented Reality To Ramp On Mobile</i> . Retrieved November 22, 2011, from MOBlog cutting through the static: http://www.mediapost.com/publications/article/118173/
*Augmented reality 2011	Schmalstieg, D., Langlotz, T., & Billinghurst, M. (2011). <i>Augmented Reality 2.0. Evolution</i> .
(Βιβλίο)	Madden, L. <i>Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones: Programming for junaio, Layar and Wikitude</i> .
(Βιβλίο)	Haller, M., Billinghurst, M., & Bruce, T. <i>Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design</i> .
(Βιβλίο)	Furht, B. <i>Handbook of Mobile Augmented Reality</i> .
(Βιβλίο)	Alem, L., & Huang, W. <i>Recent Trends of Mobile Collaborative Augmented Reality Systems</i> .

Πίνακας 1 - Λέξεις - κλειδιά και οι πηγές τους

2.3 Ανάπτυξη της επικρατούσας άποψης στη βιβλιογραφία

Έπειτα από τη συγκέντρωση των λέξεων – κλειδιών ακολούθησε προσεκτική μελέτη της βιβλιογραφίας. Η διαδικασία ανάδειξης της επικρατούσας βιβλιογραφικής άποψης αποτελείται από δύο στάδια.

α) Μελέτη του abstract με σκοπό το γενικό προσανατολισμό στον ορισμό της (κινητής) επαυξημένης πραγματικότητας.

Ο Azuma ερευνά το πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας, στο οποίο τα τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα ενσωματώνονται στο περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Περιγράφει τις εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί σε όλους τους τομείς. Παραθέτει τα χαρακτηριστικά των συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας και προτείνει λύσεις για να ξεπεραστούν προβλήματα που παρουσιάζονται, όπως λάθη στην πραγματική καταγραφή τοποθεσίας και στο σύστημα των αισθητήρων. Η συγκεκριμένη μελέτη χαρακτηρίζεται ως «το σημείο αναφοράς για όποιον θέλει να ασχοληθεί περαιτέρω με την επαυξημένη πραγματικότητα» (Azuma R. T., 1997). Στη διδακτορική του διατριβή, ο Hollerer παρουσιάζει τα συστήματα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, τις υπηρεσίες που αυτά παρέχουν και τις αλληλεπιδράσεις των χρηστών διαμέσου υλικού και λογισμικού. Αναπτύσσει μια σειρά εφαρμογών οι οποίες θέτουν βάση προτυποποίησης για τον τομέα της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας. Παραθέτει αποτελέσματα περιπτώσεων χρήσης αυτού του είδους των εφαρμογών και συντάσσει μια ταξινομική κατηγοριοποίηση των εξαρτημάτων και των ιδιοτήτων των διεπαφών (Hollerer, *User Interfaces for Mobile Augmented Reality Systems*, 2004). Η έννοια των κινητών συσκευών, σε μια πιο πρόωπη μορφή αναφέρεται από τους Reitmayr, και Schmalstieg, που δίνουν έναν ορισμό της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας ως το συνδυασμό της επαυξημένης πραγματικότητας και της κινητής υπολογιστικής σε ένα σύστημα (Reitmayr & Schmalstieg, 2000). Σε μια πιο συγκεκριμένη μελέτη, αναπτύσσεται ένα πειραματικό σύστημα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας (MARS) (Hollerer, Feiner, Terauchi, Rashid, & Hallaway, 1999) το οποίο διαθέτει διαφορετικού είδους διεπαφές για τους χρήστες εσωτερικών και εξωτερικών χώρων αντίστοιχα. Οι χρήστες εξωτερικού χώρου μπορούν να συμμετέχουν σε πολυμεσικές παρουσιάσεις χρησιμοποιώντας μια οθόνη που φοριέται και έναν υπολογιστή με μορφή στυλό. Οι χρήστες εσωτερικού χώρου έχουν μια γενική εποπτεία του εξωτερικού χώρου και επικοινωνούν με τους χρήστες εξωτερικού χώρου διαμέσου μιας διεπαφής σταθερού υπολογιστή. Μία άλλη εφαρμογή κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, ο Tangible Augmented Street Map (TASM) (Moore, 2006) αποτελεί μια διεπαφή σε γεωγραφικά αντικείμενα, όπως χάρτες χωρισμένοι σε τετράγωνα οδών πόλεων. Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιεί παράθεση ψηφιακών στοιχείων στα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου, με σκοπό τον εμπλουτισμό της εμπειρίας των χρηστών. Επιπλέον, προτείνεται μια σειρά ερευνών πάνω στην επαυξημένη πραγματικότητα (Yu, Jin, Luo, Lai, & Huang, 2010) η οποία δύναται να καθοδηγήσει ερευνητές που αποσκοπούν να πραγματοποιήσουν έρευνες στο πεδίο αυτό. Τον ίδιο ρόλο παίζει και η αναφορά των Lopez, Navarro και Relano, οι οποίοι αναπτύσσουν σε βάθος τις συνιστώσες υλικού και λογισμικού ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας (Lopez, Navarro, & Relano, 2010). Οι Bimber και Ramesh παρουσιάζουν μια εξειδικευμένη εκδοχή της επαυξημένης πραγματικότητας, τη χωρική επαυξημένη πραγματικότητα, η οποία «περιλαμβάνει τον τομέα της επαυξημένης

πραγματικότητας που συμπεριλαμβάνει κινητές συσκευές» (Bimber & Ramesh, 2005). Υπάρχουν άρθρα στο χώρο που πραγματεύονται την έννοια της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας σε μία συγκεκριμένη επιστήμη, όπως η αρχιτεκτονική (Billinghamurst & Henrysson, *Mobile Architectural Augmented Reality*, 2009) και παρουσιάζουν την πρόοδο στον τομέα αυτό. Σε παρόμοιο κλίμα, αλλά για το χώρο της εκπαίδευσης κινούνται οι Chang και Tan, που αναπτύσσουν μια εφαρμογή σε κινητές συσκευές. Παραθέτουν τη λειτουργία της, καθώς επίσης και στοιχεία σχεδιασμού των αντίστοιχων διεπαφών (Chang & Tan, 2010). Τέλος, σαν εξέλιξη της επαυξημένης πραγματικότητας, παρουσιάζεται η επαυξημένη πραγματικότητα 2.0, που πραγματεύεται το σχεδιασμό μιας πλατφόρμας επαυξημένης πραγματικότητας η οποία εκμεταλλεύεται τα χαρακτηριστικά του Web 2.0 (Schmalstieg, Langlotz, & Billinghamurst, 2011).

β) Καταγραφή αριθμού εξωτερικών αναφορών για κάθε άρθρο.

Για την εκπόνηση της τελευταίας διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε η εκτεταμένη αναζήτηση του Google Scholar, με επιλεγμένη την επιλογή των αναφορών (citations). Η πηγή που έχει λάβει το μεγαλύτερο αριθμό αναφορών, θεωρείται και η επικρατέστερη άποψη στη σχετική βιβλιογραφία. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται κάθε άρθρο με τις αναφορές που έχει λάβει.

Πηγή	Αριθμός αναφορών
Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. <i>Teleoperators and Virtual Environments 6</i> , 355-385.	2430
Hollerer, T. (2004). User Interfaces for Mobile Augmented Reality Systems. <i>PhD Thesis</i> . Columbia University.	20
B'Far, R. (2005). <i>Mobile computing principles: designing and developing mobile applications with UML and XML</i> . Cambridge University Press.	56
Hollerer, T., Feiner, S., Terauchi, T., Rashid, G., & Hallaway, D. (1999). Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System. <i>23</i> (6), pp. 779-785.	302
Moore, A. (2006). A Tangible Augmented Reality Interface to Tiled	4

Street Maps and its Usability Testing. In A. Moore, <i>Progress in Spatial Data Handling</i> (pp. 511-528). New Zealand: University of Otago.	
Yu, D., Jin, J. S., Luo, S., Lai, W., & Huang, Q. (2010). A Useful Visualization Technique: A Literature Review for Augmented Reality and its Application, limitation & future direction. In D. Yu, J. S. Jin, S. Luo, W. Lai, & Q. Huang, <i>Visual Information Communication</i> (pp. 311-337).	6
Bimber, O., & Ramesh, R. (2005). <i>Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds</i> . A. K. Peters LTD	246
Billingham, M., & Henrysson, A. (2009). Mobile Architectural Augmented Reality. New Zealand: University of Canterbury.	1
Chang, W., & Tan, Q. (2010). Augmented Reality System Design and Scenario Study for Location - based Adaptive Mobile Learning. <i>13th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering</i> , 20-27.	2
Lopez, H., Navarro, A., & Relano, J. (2010). An Analysis of Augmented Reality Systems. <i>Fifth International Multi-conference on Computing in the Global Information Technology</i> , 245-250.	-
Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2000). Mobile Collaborative Augmented Reality. Vienna, Austria: Vienna University of Technology.	88
Schmalstieg, D., Langlotz, T., & Billingham, M. (2011). Augmented Reality 2.0. <i>Evolution</i> .	9

Πίνακας 2 - Αναφορές για κάθε πηγή

Ο ορισμός της επαυξημένης πραγματικότητας που έχει λάβει τις περισσότερες αναφορές είναι αυτός του Azuma, που αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο για όσους ερευνητές επιθυμούν να ασχοληθούν με τον τομέα της επαυξημένης πραγματικότητας. «Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) είναι μια παραλλαγή του

εικονικού περιβάλλοντος, κοινώς γνωστού ως εικονική πραγματικότητα. Οι τεχνολογίες της εικονικής πραγματικότητας βυθίζουν τελείως το χρήστη σε ένα τεχνητό περιβάλλον. Όταν ο χρήστης βρίσκεται εκεί, δε μπορεί να δει τον πραγματικό κόσμο γύρω του. Αντίθετα, η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει στο χρήστη να βλέπει τον πραγματικό κόσμο, με τα εικονικά στοιχεία να παρουσιάζονται ενσωματωμένα σε αυτόν. Η επαυξημένη πραγματικότητα ενισχύει την πραγματικότητα αντί να την αντικαθιστά. Ιδεατά, φαίνεται στο χρήστη ότι τα πραγματικά και τα εικονικά στοιχεία συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο» (Azuma R. T., 1997).

Επιπλέον, έχει δημιουργηθεί μία λίστα απαιτήσεων οι οποίες συμβάλλουν στην κατάταξη μιας εφαρμογής σε αυτή την κατηγορία.

1. Συνδυασμός εικονικού και πραγματικού: Ο πραγματικός κόσμος και τα στοιχεία που παρατίθενται συνυπάρχουν στο χρόνο και στο χώρο.
2. Διαδραστικότητα σε πραγματικό χρόνο: Οι χρήστες μπορούν να παρατηρήσουν και να δράσουν με τα παραγόμενα στοιχεία.
3. Καταγεγραμμένα στις τρεις διαστάσεις: Τα παραγόμενα στοιχεία έχουν τρισδιάστατη υπόσταση.

Οι υπόλοιποι ορισμοί παρατίθενται παρακάτω, με φθίνουσα σειρά των αναφορών που έχουν λάβει.

«Η επαυξημένη πραγματικότητα γίνεται ένα φιλόξενο περιβάλλον διεπαφής για εφαρμογές που γνωρίζουν τοποθεσίες. Εξοπλισμένες με αισθητήρες τοποθεσίας και προσανατολισμού, και με ένα μοντέλο του περιβάλλοντος χρήστη, οι συσκευές μπορούν να ενισχύσουν την οπτική γωνία του χρήστη πάνω στο φυσικό χώρο» (Hollerer, Feiner, Terauchi, Rashid, & Hallaway, 1999).

«Επαυξημένη πραγματικότητα είναι η ενσωμάτωση τεχνητής πληροφορίας στο πραγματικό περιβάλλον» (Bimber & Ramesh, 2005).

«Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) ενισχύει την αντίληψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο με οντότητες που έχουν παραχθεί από ηλεκτρονικό υπολογιστή» (Reitmayr & Schmalstieg, 2000).

«Η ιδέα της επαυξημένης πραγματικότητας σχετίζεται με την έννοια της εικονικής πραγματικότητας. Η εικονική πραγματικότητα προσπαθεί να δημιουργήσει έναν πλασματικό κόσμο στον οποίο ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει και να εξερευνήσει τα στοιχεία του διαμέσου των αισθήσεων της όρασης, της ακοής, κ.λπ. Η επαυξημένη πραγματικότητα δημιουργεί μία πιο διαδραστική εμπειρία, αλλά στοχεύει στον εμπλουτισμό του πραγματικού κόσμου, αντί για τη δημιουργία ενός νέου» (Hollerer, User Interfaces for Mobile Augmented Reality Systems, 2004).

«Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένα πεδίο έρευνας που σκοπό έχει να εμπλουτίσει τον πραγματικό κόσμο με παρατιθέμενα δεδομένα που έχουν παραχθεί από ηλεκτρονικό υπολογιστή» (Schmalstieg, Langlotz, & Billinghurst, 2011).

«Βασικά, η επαυξημένη πραγματικότητα είναι η συγχώνευση εικονικών στοιχείων παραγόμενων από υπολογιστές με την πραγματική όψη του περιβάλλοντος, με σκοπό τη δημιουργία της επαυξημένης εικόνας. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να

κάνει το χρήστη να αλληλεπιδρά με τα εικονικά στοιχεία» (Yu, Jin, Luo, Lai, & Huang, 2010).

«Η επαυξημένη πραγματικότητα περιλαμβάνει σύνθετα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό της πραγματικής σκηνής όπως την αντιλαμβάνονται οι χρήστες και της εικονικής σκηνής, όπως αυτή αναπαράγεται από έναν υπολογιστή, επαυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την πραγματική σκηνή με επιπρόσθετη πληροφορία» (Moore, 2006).

Οι Chang και Tan αναπαράγουν τον ορισμό του Azuma, προσθέτοντας ότι «απαιτείται ακριβής ανίχνευση θέσης και προσανατολισμού, που, παρέχει μια ισχυρή διεπαφή χρήστη» (Chang & Tan, 2010).

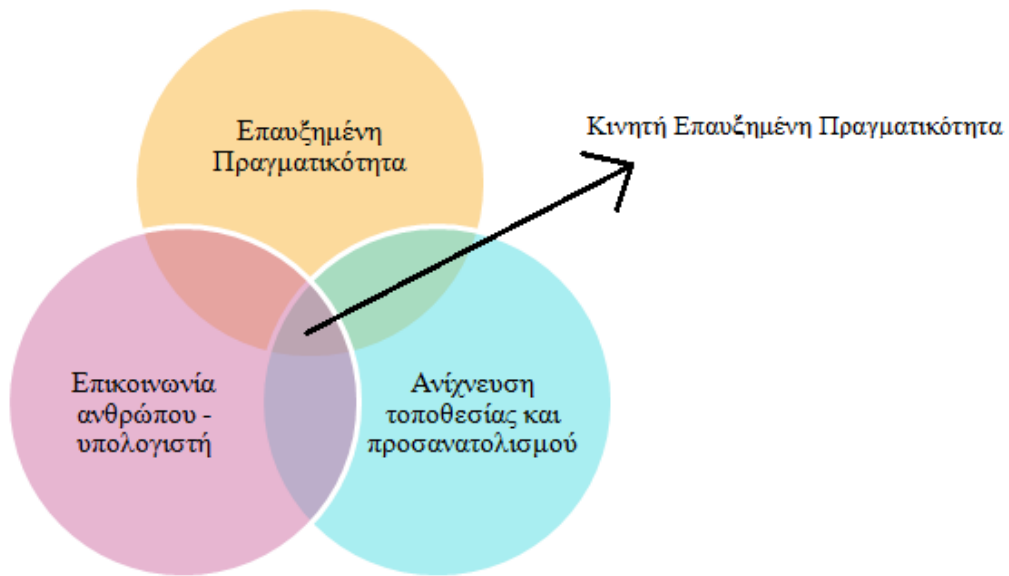
«Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι η επικάλυψη του πραγματικού κόσμου με εικονικά, παραγόμενα από ηλεκτρονικό υπολογιστή στοιχεία» (Billinghurst & Henrysson, Mobile Architectural Augmented Reality, 2009).

«Τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας αναμιγνύουν στοιχεία της πραγματικότητας με ηλεκτρονικά στοιχεία που παράγονται από έναν υπολογιστή. Οι χρήστες, με αυτό τον τρόπο μπορούν να σουν πραγματικά στοιχεία εμπλουτισμένα με ηλεκτρονική πληροφορία» (Lopez, Navarro, & Relano, 2010).

Εύκολα γίνεται σαφές ότι οι ορισμοί που αφορούν την επαυξημένη πραγματικότητα αναπαράγουν ή διαφοροποιούνται ελάχιστα από αυτόν του Azuma. Εμπλουτίζονται ή απλοποιούνται ανάλογα με το αντικείμενο της εκάστοτε μελέτης. Στην επόμενη ενότητα αποσαφηνίζονται οι έννοιες οι οποίες δημιουργούν τον όρο της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας.

2.4 Εννοιολογική προσέγγιση

Ένας τρόπος κατανόησης της έννοιας της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας είναι η οριοθέτηση του εννοιολογικού πλαισίου γύρω από αυτή. Όταν ένας τομέας αποτελείται από πολλά επιστημονικά πεδία, είναι δεδομένο ότι θα υπάρξει σύγχυση αν δεν προσδιοριστεί ο ρόλος που παίζει το καθένα από αυτά. Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει σαφής οριοθέτηση, είναι ο ορισμός των σχεδιαστικών προτεραιοτήτων για την κάθε υλοποίηση. Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται ο σχεδιασμός μιας εφαρμογής αλληλεπίδρασης χρηστών σε εξωτερικό χώρο, με σκοπό την αναζήτηση πληροφοριών. Συνεπώς, οι έννοιες που συνιστούν τον κορμό της έρευνας είναι οι εξής: επαυξημένη πραγματικότητα, επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή και ανίχνευση τοποθεσίας και προσανατολισμού. Μπορούν να υπάρχουν από μόνες τους ως πεδία έρευνας, αλλά επίσης έχουν πολλά επικαλυπτόμενα στοιχεία. Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα της προσέγγισης αυτής.



Εικόνα 1 - Το εννοιολογικό πεδίο της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας

- **Επαυξημένη πραγματικότητα**

Κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής της βιβλιογραφικής έρευνας, όπως αναφέρεται και στην προηγούμενη ενότητα, συγκεντρώθηκε ένας σημαντικός αριθμός ορισμών πάνω στην έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας. Κάθε ένας από αυτούς είχε διαφορετική προσέγγιση. Παρακάτω, παρατίθενται αναφορικά τα χαρακτηριστικά που σημειώθηκαν σε κάθε ορισμό.

- A. Παραλλαγή εικονικού περιβάλλοντος (VE)
- B. Απεικόνιση σε δύο και τρεις διαστάσεις
- C. Ανάμειξη πραγματικών στοιχείων και ηλεκτρονικής πληροφορίας
- D. Ανίχνευση θέσης και προσανατολισμού
- E. Επέκταση ικανοτήτων αντίληψης
- F. Χρήση κινητών συσκευών
- G. Αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο

Έπειτα, σύμφωνα με την παραπάνω κατάταξη, σημειώνονται οι όροι που αναφέρθηκαν σε κάθε βιβλιογραφική πηγή.

Όρος	A	B	C	D	E	F	G
Πηγή							
“A Survey of Augmented Reality”, Azuma R.T.	X	X	X				
“Augmented reality registration algorithm based on nature feature recognition”, Jing C., YongTian W., JunWei G., Wei L., JingDun L., Kang X., Yue L. & GangYi D.	X	X	X		X		X
“Mobile Augmented Reality (chapter 9)”, Höllerer T.H. & Feiner S.K.	X		X				X

“A Useful Visualization Technique: A Literature Review for Augmented Reality and its Application, limitation & future direction”, Yu D., Sheng J.J. , Luo S. , Lai W. & Huang Q.		X					X
“Mobile Architectural Augmented Reality”, Billingham, M., & Henrysson, A.			X	X	X		X
“Augmented Reality for Smartphones”, Butchart B.	X		X			X	
“Augmented Reality System Design and Scenario Study for Location - based Adaptive Mobile Learning”, Chang, W., & Tan, Q.		X	X	X			X
“Mobile Augmented Reality. <i>Master of Science Thesis</i> ”, Ekengren, B.		X	X				X
“Mobile Augmented Reality, an Advanced Tool for the Construction Sector”, Izkara, J. L., Perez, J., Basogain, X., & Borro, D.			X		X	X	X
“An Analysis of Augmented Reality Systems”, Lopez, H., Navarro, A., & Relano, J.	X	X	X				
“Mobile Collaborative Augmented Reality”, Reitmayr, G., & Schmalstieg, D.		X				X	
“Mobile Collaborative Augmented Reality: the Augmented Stroll”, Renevier, P., & Nigay, L.			X	X			
“Mobile Phones as a Platform for Augmented Reality”, Schmalstieg, D., & Wagner, D.		X			X	X	
Σύνολο	5	8	10	3	4	4	7

Πίνακας 3- Κατανομή όρων ανά βιβλιογραφική πηγή

Από τις αναφορές που μελετήθηκαν, η επαυξημένη πραγματικότητα κινείται κυρίως γύρω από τους άξονες της «ανάμειξης πραγματικών στοιχείων και ηλεκτρονικής πληροφορίας», «εγγεγραμμένης σε δύο ή τρεις διαστάσεις», με «αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο». Παρ’ όλα αυτά, δεν υπάρχει ορισμός που να εμπεριέχει όλες τις έννοιες και, ανάλογα με το πεδίο μελέτης, η περιεκτικότητα του ορισμού σε έννοιες αλλάζει. Για παράδειγμα, σε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για την πραγματοποίηση χειρουργικών επεμβάσεων, η χρήση των κινητών συσκευών δε βρίσκεται στο πεδίο ενδιαφέροντος των ερευνητών, σε αντίθεση με μια εφαρμογή μεσιτικού γραφείου, με αναζήτηση σπιτιών προς ενοικίαση. Στο σύστημα που υλοποιήθηκε και οι επτά προαναφερόμενες συνιστώσες έχουν την ίδια βαρύτητα.

- **Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή**

Με τον όρο «επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή» σε ευρεία έννοια, εννοούμε τη «μελέτη της αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών» (Booth, 1989). Καθώς η επιστήμη των υπολογιστών παρεισφρεί σε άλλους τομείς της επιστήμης όπως η χρήση των κινητών τηλεφώνων τρίτης γενιάς, η ανάπτυξη εφαρμογών σε αυτές απαιτεί καινούριες νόρμες στην κατηγορία της επικοινωνίας ανθρώπου – υπολογιστή. Οι κινητές συσκευές δεν έχουν ούτε την υπολογιστική ισχύ, ούτε την ανάλυση οθόνης ενός υπολογιστή γραφείου. «Έτσι, η πληροφορία που παρουσιάζεται στο χρήστη πρέπει να οργανώνεται προσεκτικά» (Tesoriero, Gallud, Lozano, & Penichet, 2007). Σε ένα σύστημα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, υπάρχουν τρεις παράγοντες οι οποίοι καταλογίζονται ως πλεονεκτήματα σχεδίασης.

- **Βελτίωση της διαθεσιμότητας της πληροφορίας σε φυσικούς χώρους:** Η πληροφορία που δεν είναι διαθέσιμη σε φυσική μορφή μπορεί να αναπαραχθεί ψηφιακά
- **Παροχή φυσικού νοήματος στην πληροφορία:** Η πληροφορία αφομοιώνεται πιο γρήγορα όταν υπάρχει και η φυσική υπόσταση που την περιγράφει έμμεσα.
- **Ανανέωση της πληροφορίας:** Η πληροφορία ανανεώνεται ευκολότερα σε εικονική μορφή.

Επιπρόσθετα, υπάρχει μια σειρά προκλήσεων που οι σχεδιαστές καλούνται να λάβουν υπόψη πριν την ανάπτυξη μιας κινητής εφαρμογής (Dunlop & Brewster, 2002).

- **Σχεδιασμός για χρήση εν κινήσει:** Εφ' όσον οι χρήστες βρίσκονται σε κίνηση, δεν έχουν πληθώρα πόρων που μπορούν να υποστηρίξουν τη δουλειά που κάνουν (π.χ. σημειώσεις) και χρησιμοποιούν κατά κόρον μικρές σε μέγεθος συσκευές. Το περιβάλλον γύρω τους αλλάζει δραστικά καθώς αυτοί κινούνται.
- **Σχεδιασμός για εκτεταμένο εύρος πληθυσμού:** Οι δυνητικοί χρήστες δεν έχουν λάβει εκπαίδευση πάνω στις συσκευές που χρησιμοποιούν, καθ' ότι θεωρούνται σαν αντικείμενα καθημερινής χρήσης και όχι σα σταθμοί εργασίας.
- **Σχεδιασμός για περιορισμένες λειτουργίες εισόδου/εξόδου:** Οι οθόνες των κινητών συσκευών έχουν βελτιωθεί σε ανάλυση και υποστήριξη χρωμάτων, αλλά θα είναι πάντα μικρές εξ' αιτίας της ανάγκης για φορητότητα. Η ποιότητα του ήχου εξόδου είναι συνήθως αρκετά χαμηλή και διαθέτει περιορισμένες δυνατότητες αναγνώρισης φωνής και εισόδου ήχου. Τα πληκτρολόγια είναι περιορισμένα σε μέγεθος και ο αριθμός των πλήκτρων κάνουν δύσκολη τη χρήση τους καθώς κανείς κινείται.
- **Σχεδιασμός για (ανολοκλήρωτες και ποικιλόμορφες) πληροφορίες περιβάλλοντος:** Οι κινητές συσκευές μπορούν να έχουν γνώση του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκονται (GPS), πόσο μάλλον για εφαρμογές κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, που αυτό αποτελεί αυτοσκοπό. Αυτό δίνει νέες πληροφορίες στο σύστημα, αλλά δημιουργεί προβλήματα στις εργασίες που διεκπεραιώνουν οι

χρήστες, που ποικίλουν από λανθασμένες πληροφορίες των αισθητήρων μέχρι κακή κάλυψη.

- ο **Σχεδιασμός για multitasking**: Το multitasking και επιτυχημένη παύση λειτουργίας ενός προγράμματος για την εκτέλεση ενός άλλου είναι μέγιστος παράγοντας επιτυχίας για μια κινητή συσκευή, καθ' ότι κάτι τέτοιο λαμβάνει χώρα πολύ συχνά, όπως στην περίπτωση μιας εισερχόμενης κλήσης ενώ ο χρήστης ασχολείται με κάτι άλλο.

- **Ανίχνευση τοποθεσίας και προσανατολισμού:**

Οι συσκευές εντοπισμού τοποθεσίας και οι διαδικασίες που επιτελούν συμπεριλαμβάνονται στις υπηρεσίες βάσει θέσης. Οι υπηρεσίες βάσει θέσης είναι υπηρεσίες IT για παροχή υπηρεσιών που έχουν δημιουργηθεί, επιλεγεί ή φιλτραριστεί λαμβάνοντας υπόψη την τρέχουσα τοποθεσία των χρηστών ή κινητών αντικειμένων (Kupper, 2005). Πρόκειται για εφαρμογές που ενσωματώνουν γεωγραφική πληροφορία (π.χ. συντεταγμένες χώρου) με τη γενική αντίληψη των υπηρεσιών (Schiller & Voisard, 2004). Η πλειονότητα των κινητών τηλεφώνων τρίτης γενιάς διαθέτει ενσωματωμένες συσκευές αισθητήρων τοποθεσίας και προσανατολισμού. Οι κύριες συσκευές που εντοπίζονται είναι το GPS (ή A-GPS), η πυξίδα και το επιταχυνσιόμετρο. Σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, η ύπαρξη τέτοιων συσκευών είναι απαραίτητη, καθώς συμβάλλουν στη σωστή τοποθέτηση των ψηφιακών στοιχείων στο χώρο.

3. Κινητή Επαυξημένη Πραγματικότητα

3.1 Ιστορική αναδρομή

Η έρευνα στο πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας διευρύνεται συνεχώς. Ωστόσο στην πλειονότητα των διατρίβων και δημοσιεύσεων που μελετήθηκαν δεν υπάρχει μια ιστορική προσέγγιση που να αφορά το τομέα τις κινητής επαυξημένης πραγματικότητας. Σε αυτό το μέρος θα παρουσιαστούν οι μείζονες παράγοντες που οδήγησαν στην επαυξημένη πραγματικότητα τόσο από τεχνολογικής άποψης όσο και από διαφορετικά ερευνητικά πεδία. Ουσιαστικά πρόκειται για μια αλληλουχία από

τεχνολογίες και καινοτομίες που οδήγησαν σταδιακά στην εξάπλωση της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας με την μορφή που έχει σήμερα.

Η ύπαρξη της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) αρχίζει ουσιαστικά να εμφανίζεται τη δεκαετία του '60, σχεδόν ταυτόχρονα με την εικονική πραγματικότητα. Το 1965, ο Sutherland περιέγραψε το όραμα του για την απόλυτη εμπειρία προσομοίωσης, με στόχο την ανάπτυξη συστημάτων που μπορούν να δημιουργήσουν τεχνητά ερεθίσματα και να δώσει σε έναν άνθρωπο την εντύπωση ότι η εμπειρία που ζει-αντιλαμβάνεται είναι πραγματικά αληθινή. Εκείνη την εποχή δημοσίευσε ένα από τα βασικότερα άρθρα στον τομέα της Ε.Π με τίτλο "The ultimate display" (Sutherland I., The Ultimate Display, 1965) στο οποίο περιέγραφε ένα δωμάτιο στο οποίο όλα μπορούν να ελέγχονται πλήρως από έναν υπολογιστή, επιτρέποντας στους χρήστες που βρίσκονται μέσα στο δωμάτιο να βιώσουν οποιοδήποτε ερέθισμα συνοψίζοντας πως η οθόνη ενός υπολογιστή θα είναι απλά ένα δωμάτιο εντός του οποίου ο υπολογιστής θα μπορεί να ελέγχει την ίδια την ύπαρξη της ύλης. Στην διάρκεια αυτού του χρόνου ο Sutherland σε συνεργασία με τον συμφοιτητή του Bob Sproull (Sutherland I.), (Fuchs, 2008) κατασκεύασε την πρώτη φορητή συσκευή κεφαλής HMD (Head-Mounted Display) απεικόνισης εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Η συσκευή κατασκευάστηκε ώστε να φοριέται στο κεφάλι και να απεικονίζει σε κάθε μάτι μια δυσδιάστατη στερεοσκοπική εικόνα, ώστε ο εγκέφαλος να συνδυάσει και τις δυο σε μια τρισδιάστατη προοπτική. Καθώς ο χρήστης κινείται, ανιχνεύονται τόσο η θέση όσο και ο προσανατολισμός του κεφαλιού του και μεταβάλλεται αντίστοιχα η προβαλλόμενη εικόνα παρέχοντας την απολυτή ελευθερία κινήσεων (Sutherland I., A Head-Mounted Three-Dimensional Display, 1965).

Το 1975, ακολούθησε ο Myron Krueger, (Krueger) δημιουργώντας το «Videoplace» το οποίο έδωσε για πρώτη φορά την δυνατότητα αλληλεπίδρασης των χρηστών με εικονικά αντικείμενα.

Το 1982 δημιουργήθηκε ο πρώτος φορητός υπολογιστής Grid Compass 1100 ο οποίος μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για σχεδιασμό. Το Grid Compass 1100 ενσωμάτωνε έναν επεξεργαστή Intel 8086, 350 Kbytes της μνήμης και μια οθόνη με ανάλυση 320x240 pixels, παρέχοντας ένα εξαιρετικά ισχυρό συνδυασμό για την εποχή. Ωστόσο, το βάρος των 5kg αποτέλεσε τροχοπέδη στην έννοια της φορητότητας, αλλά παρόλα αυτά ήταν το πιο σημαντικό βήμα στον τομέα των φορητών H/Y (GRiD Compass 1101).

Το 1992 ο Tom Caudel και ο David Mizell στο άρθρο τους "An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes" όρισαν τον όρο της επαυξημένης πραγματικότητας σαν την τεχνολογία που χρησιμοποιεί εικονικό υλικό και παρουσιάζεται πάνω στο πραγματικό περιβάλλον. Σε αυτό το άρθρο οι συγγραφείς συγκρίνουν τις τεχνολογίες τις εικονικής και τις επαυξημένης πραγματικότητας καταλήγοντας ότι η τελευταία είναι αυτή που υπερισχύει για τον λόγο ότι χρειάζεται λιγότερη επεξεργαστική ισχύς από άποψη υπολογιστή και

λιγότερα pixels από άποψη απεικόνισης (Caudell & Mizell, 1992). Παράλληλα εκείνη την εποχή έκανε και την εμφάνιση του το πρώτο smartphone το οποίο λειτουργούσε σαν τηλέφωνο αλλά και σαν αριθμομηχανή ,fax , agenda και δεχόταν email (IBM Simon Personal Communicator, 1992).

Τον Δεκέμβριο του 1993 το Global Positioning System (GPS, επίσημη ονομασία "NAVSTAR-GPS") δημιουργήθηκε. Παρόλο ότι ξεκίνησε ως μια στρατιωτική υπηρεσία, σήμερα εκατομμύρια άνθρωποι μπορούν να το χρησιμοποιούν για την πλοήγηση τους καθώς και άλλες εργασίες, όπως η geo-caching ή Augmented Reality (Global Positioning System). Με την εμφάνιση του GPS έγινε και αυτόματα η εμφάνιση εφαρμογών , δημοσιεύσεων και καινοτομιών . Στον τομέα των συστημάτων που οδήγησαν στη σημερινή μορφή της επαυξημένης πραγματικότητας αξίζει να αναφερθούν το σύστημα των J. Loomis, R. Golledge and R. Klatzky οι όποιοι δημιούργησαν ένα σύστημα πλοήγησης σε εξωτερικό περιβάλλον συνδυάζοντας ένα notebook με GPS και σαν συσκευή απεικόνισης είχαν ένα HUD το οποίο εμφάνιζε στον χριστή μια ψηφιακή πυξίδα (Loomis, Golledge, & Klatzky, 1993).

Το 1994, ο Paul Milgram όρισε το "συνεχές πραγματικότητας- εικονικότητας" και την έννοια της Μεικτής Πραγματικότητας (Mixed Reality, MR) (Milgram, 1994).

Το 1995 οι Jun Rekimoto και Katashi Nagao δημιούργησαν το navicam το οποίο ήταν μια συσκευή χειρός η οποία είχε μια τοποθετημένη κάμερα στην οθόνη του που χρησιμοποιείται για την οπτική παρακολούθηση. Ο υπολογιστής ανίχνευε την χρωματική κωδικοποίηση από διαφόρους markers από το περιβάλλον μέσω της κάμερας και εμφάνιζε στην οθόνη του χρήστη διάφορες πληροφορίες για αντικείμενα (Nagao & Rekimoto, 1995). Ένα χρόνο μετά ο Rekimoto δημοσίευσε ένα άρθρο στο οποίο παρουσίασε τα 2D matrix markers (barcode από τετράγωνα) το οποίο ήταν η πρώτη καινοτομία που υποστήριζε την εν λόγω τεχνική δίνοντας στον χριστή την δυνατότητα να ανιχνεύει αντικείμενα από διαφορετικές οπτικές γωνίες σε ένα επαυξημένο περιβάλλον (Rekimoto, 1996).

Το 1997, ο Ronald Azuma δημοσίευσε ένα άρθρο με τίτλο: "A Survey of Augmented Reality" (Azuma R. T., 1997) που οριοθετεί τον χώρο και συγκεντρώνει τα μέχρι τότε επιτεύγματα καθώς και τα προβλήματα που προέκυπταν . Δίνεται ο ορισμός της Επαυξημένης Πραγματικότητας ως ένα συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο από τον Ronald Azuma. Περιγράφει αρκετά προβλήματα που υπήρχαν σε αυτόν τον καινούργιο επιστημονικό κλάδο και συγκεντρώνει όλες τις προσπάθειες ανάπτυξης που είχαν γίνει μέχρι τότε. Έτσι του δίνεται η ευκαιρία να δημοσιεύσει μια έρευνα. Την συγκεκριμένη έρευνα συμβουλευονται μέχρι και σήμερα πολλοί developers και designers AR εφαρμογών. Παράλληλα ο Steve Feiner παρουσίασε το Touring Machine, το πρώτο κινητό σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας (MARS). Αποτελούνταν από ένα σακίδιο που περιείχε έναν υπολογιστή, GPS, ψηφιακό ραδιόφωνο και ασύρματη πρόσβαση στο διαδίκτυο και παρείχε πλοήγηση στους χριστές (Feiner, Mac Intyre, Hollerer, & Webster, 1997). Ο Thad Starner ήταν ο πρώτος που δημιούργησε ένα κοινωνικό δίκτυο της τότε εποχής που αποτελούνταν

από χριστές με φορητούς συσκευές που αντάλλασαν δεδομένα μέσω του διαδικτύου σε ένα επαυξημένο περιβάλλον (Startner, και συν., 1997).

Στα τέλη της δεκαετίας του 90 γίνεται μια έκρηξη στην έρευνα γύρω από την επαυξημένη πραγματικότητα και στην τεχνολογία των κινητών συσκευών. Τα κινητά τηλεφώνά γίνονται μικρότερα ελαφρύτερα και εξοπλίζονται με ενσωματωμένη κάμερα. Στο πεδία της κινητής ΕΠ αξίζουν να αναφερθεί η έρευνα του Steve Feiner. Πάνω στα User Interfaces για ΚΕΠ, καθώς και η εξέλιξη που έκανε πάνω στην συσκευή του Feiner η οποία ονομάστηκε Touring Machine του Tobias Höllerer (Hollerer, Feiner, Terauchi, Rashid, & Hallaway, 1999), ο οποίος δημιούργησε μια παρόμοια συσκευή αλλά η οποία υποστήριζε και πλοήγηση σε εσωτερικό χώρο. Πλέον το πεδία της ΚΕΠ διευρύνεται στα πεδία των παιχνιδιών, της ιατρικής, της διαφήμισης, της αρχιτεκτονικής, του βιομηχανικού σχεδιασμού και σε πολλούς άλλους τομείς. Βασικό ρόλο σε αυτή τη εξάπλωση έπαιξε το λογισμικό ARToolKit των Hirokazu Kato και Mark Billinghurst (Billinghurst & Kato, Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system, 1999) το οποίο προσέφερε στους χριστές μια openGL βιβλιοθήκη και έναν εύκολο τρόπο ανάπτυξης AR εφαρμογών η συνέχεια της ανάπτυξης του υποστηρίζεται από το Εργαστήριο Τεχνολογίας Διεπαφής-Ανθρώπου (Human Interface Technology Laboratory) (HIT Lab) στο Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον, (HIT Lab NZ) στο Πανεπιστήμιο Canterbury στην Νέα Ζηλανδία και στο ARToolworks, Inc στο Σιάτλ των ΗΠΑ (Billinghurst & Kato, Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system, 1999). Το έτος 2000 το πρώτο παιχνίδι εξωτερικού χώρου αναπτύσσεται με το όνομα ARQuake. Το 2008 το φορητό λειτουργικό σύστημα Android φιλοξενεί μία εφαρμογή τη Wikitude AR Travel guide. Όπως και το Wikitude Drive ένα σύστημα πλοήγησης βοηθούμενο από την επαυξημένη πραγματικότητα. Τέλος στο κοντινό 2009 η Adobe κάνει την κίνηση να ενσωματώσει στο Adobe Flash το FLARToolkit ένα Add-on με το οποίο το Flash παίζει και στο χώρο της επαυξημένης πραγματικότητας.

Τέλος, στα μέσα του 2010 κάνουν την εμφάνιση τους οι AR Browsers οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία διαφόρων εφαρμογών παρέχοντας πολύ μικρά περιθώρια λάθους. Με την πάροδο του χρόνου, η επαυξημένη πραγματικότητα εξελίχθηκε σε επιστημονικό πεδίο με τη δική της ορολογία και κανόνες.

3.2 Βασικές έννοιες της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας

Για να προσδιοριστεί καλύτερα το πεδίο της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας κρίνεται επιβεβλημένο να σημειωθούν τα πιο καίρια σημεία της ορολογίας της. Αποτελούν τη «σπονδυλική στήλη» (backbone) για την περαιτέρω κατανόηση του πεδίου.

Reality View

Αναφέρεται στη ροή του βίντεο που παράγεται από την κάμερα του κινητού. Αποτελεί την ίδια ακριβώς λειτουργικότητα όπως μια κλασική κάμερα κινητού . Μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας λαμβάνει ως εισροές δεδομένων εικόνες από το περιβάλλον μέσω της κάμερας και ως εκροές αποδίδει εικονικά αντικείμενα πάνω στο περιβάλλον μέσω της διεπαφής του χρήστη με το κινητό του.

Registration and Tracking (Καταχώρηση και Εντοπισμός):

Περιλαμβάνει την διαδικασία της ευθυγράμμισης και εναρμόνισης ενός εικονικού αντικείμενου με έμφαση τις 3 διαστάσεις του πραγματικού περιβάλλοντος. Επίσης για εφαρμογές κινητών ο εντοπισμός ενός αντικείμενου μπορεί περιλαμβάνει τεχνολογίες όπως το GPS, την ψηφιακή πυξίδα και το επιταχυνσιόμετρο για διαφόρους εντοπισμούς θέσης , μια εικόνα του μπορεί να αναγνωριστεί ή ένα συνδυασμό και των δυο.

Point of Interest (POI) (Σημεία ενδιαφέροντος)

Είναι ένα μεμονωμένο είδος των δεδομένων που συνήθως συνδέεται με τη γεωγραφική θέση (γεωγραφικό μήκος, πλάτος, υψόμετρο) ή ένα οπτικό πρότυπο (marker σε ένα βιβλίο) που μπορεί να εμφανιστεί σε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας. Τα δεδομένα παρέχουν μια περιγραφή της τοποθεσίας η της εικόνας τα όποια χρησιμεύουν στην ανίχνευση και καταχώριση των δεδομένων στην οθόνη του χρηστή.

Εικονικό αντικείμενο

Είναι ένα είδος του ψηφιακού περιεχομένου που εμφανίζεται από την εφαρμογή AR και τοποθετείτε πάνω από το περιβάλλον του χρήστη μέσω του γραφικού περιβάλλοντος της οθόνης. Συνήθως περιλαμβάνει μοντέλα 3D, 2D, εικόνες και κείμενο.

Channels, Layers and Worlds (Κανάλια, Επίπεδα και Κόσμοι)

Πρόκειται για δεδομένα που αποτελούν βασικά μέρη προγραμμάτων περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας και σχετίζονται κυρίως με δεδομένα του τύπου σημεία ενδιαφέροντος.

Ανίχνευση Βάσει Τοποθεσίας (Location-based tracking)

Αναφέρεται στην ανίχνευση που βασίζεται σε πληροφορίες γεο-τοποθεσίας που ανακτώνται από τους αισθητήρες τοποθεσίας της συσκευής (γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, υψόμετρο, μετρήσεις επιταχυνσιόμετρου). Αυτός ο όρος χρησιμοποιήθηκε για να γίνει η διάκριση μεταξύ των συστημάτων που βασίζονται μόνο σε αισθητήρες τοποθεσίας και των συστημάτων που μπορούν να ανιχνεύσουν αντικείμενα χρησιμοποιώντας τεχνικές αναγνώρισης εικόνας.

Έξι Βαθμοί Ελευθερίας (Six Degrees of Freedom – 6DoF)

Πρόκειται για την ικανότητα του συστήματος ανίχνευσης να διατηρεί την ευθυγράμμιση ενός αντικειμένου του πραγματικού κόσμου στον τρισδιάστατο χώρο. Για μία τυπική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας σε ένα κινητό τηλέφωνο τρίτης γενιάς, οι έξι βαθμοί ελευθερίας είναι πολύ πιθανό να υπάρχουν. Οι αισθητήρες τοποθεσίας (GPS) είναι ικανοί να παρέχουν τα: μπροστά/πίσω, δεξιά/αριστερά, πάνω/κάτω. Η πυξίδα παρέχει την απόκλιση, ενώ το επιταχυνσιόμετρο μπορεί να έχει ενδείξεις της αλλαγής ύψους και βάθους και της κύλισης του αντικειμένου (pitch and roll). (Butchart, 2011)

Οι εφαρμογές κινητής επαυξημένης πραγματικότητας που αναπτύχθηκαν βασίζονται εξ ολοκλήρου ή τμηματικά στην προαναφερθείσα ορολογία.

3.3 Χαρακτηριστικά ενός συστήματος κινητής επαυξημένης πραγματικότητας

Η κινητή επαυξημένη πραγματικότητα παρουσιάζει έναν ένα νέο τρόπο αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή ο οποίος διαφέρει ριζικά από το κλασικό περιβάλλον διεπαφής ενός υπολογιστή γραφείου. Η διαφορά έγκειται τόσο στην παρούσα τεχνολογία όσο και σε παρεμφερείς με την επαυξημένη πραγματικότητα (όπως η εικονική πραγματικότητα) αλλά και όσον αφορά τις διάφορες συσκευές εισόδου (HUDS) παρ' όλο που μπορεί να μοιράζεται αρκετά χαρακτηριστικά από αυτές. Το βασικότερο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας AR είναι ότι το κύριο περιβάλλον διεπαφής της είναι ο πραγματικός κόσμος. Τα εικονικά και τα πραγματικά αντικείμενα αποτελούν το περιβάλλον διεπαφής με το χρήστη και επηρεάζουν ανάλογα το είδος των πληροφοριών. Ωστόσο αυτό εγείρει διάφορα ζητήματα, που αναλύονται παρακάτω :

Έλεγχος: Σε ένα αυτόνομο desktop UI, ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον διεπαφής μέσω διαφόρων προκαθορισμένων τεχνικών με αποτέλεσμα να μην έχει μεγάλα περιθώρια λάθους στην ενέργεια που εκτελεί. Σε ένα σύστημα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας πρέπει να ληφθεί υπόψη η μεταβολή του πραγματικού κόσμου τόσο σε τεχνητούς, όσο και σε φυσικούς παράγοντες.

Δυναμικές σκηνές: Σε ένα σύστημα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας το γραφικό περιβάλλον που λαμβάνουμε ως εκροές είναι κατά πολύ περισσότερο δυναμικό από τον πραγματικό κόσμο και αυτό οφείλεται στην επαύξησή του με επιπλέον στοιχεία . Ωστόσο πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι εισροές των δεδομένων του πραγματικού κόσμου παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη μεταβλητότητα που μπορεί να επηρεάσει το αποτέλεσμα που βλέπει ένας χρήστης στην οθόνη του.

Αναγκη για σωστη πληροφοριση : Στις εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας το εικονικό υλικό ενσωματώνεται με ένα διαδραστικό τρόπο πάνω στο περιβάλλον του χρήστη για να δώσουν επιπλέον πληροφορίες για το αντικείμενο που απεικονίζεται. Η πληροφορία αυτή πρέπει να δομηθεί σωστά έτσι ώστε να μην υπάρχει πιθανότητα λάθους και κατά συνέπεια και παραπληροφόρησης.

Πανταχού παρών εντοπισμός και φορητότητα συστήματος: Ο αιώτερος στόχος μιας εφαρμογής κινητής επαυξημένης πραγματικότητας είναι το σύστημα εντοπισμού του να υποστηρίζει την ακριβή καταγραφή, σε οποιοδήποτε απροετοίμαστο περιβάλλον, σε εσωτερικό ή σε εξωτερικό χώρο. Για να επιτρέπονται τα AR συστήματα να εφαρμόζονται σε οποιοδήποτε χώρο απαιτούνται φορητά συστήματα που να είναι άνετα και διακριτικά.

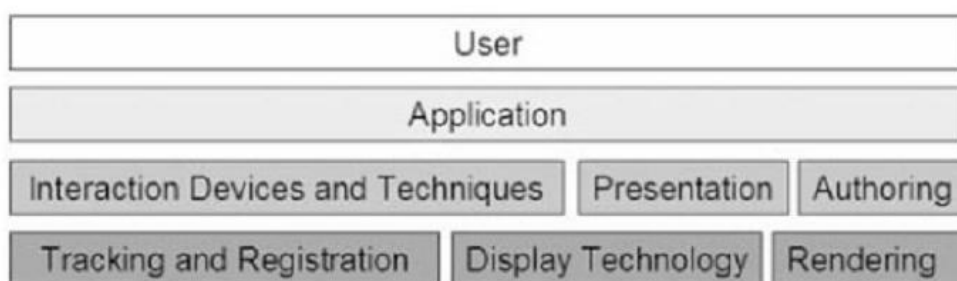
Ευκολία εγκατάστασης και χρήσης: Τα περισσότερα AR συστήματα σήμερα απευθύνονται σε χρήστες με ειδική τεχνογνωσία (συνήθως στους σχεδιαστές του συστήματος). Εάν οι εφαρμογές AR έχουν σκοπό να διαδοθούν στο ευρύ κοινό, τότε τα εκάστοτε συστήματα θα πρέπει να αναπτυχθούν ώστε να μπορεί να τα χειριστεί και ένας μη ειδικός χρήστης. Αυτό απαιτεί πιο ισχυρά συστήματα που να αποφεύγουν ή να ελαχιστοποιούν τις συνεχείς αναβαθμίσεις και τις απαιτήσεις εγκατάστασης.

Χώρος απεικόνισης : Στην επαυξημένη πραγματικότητα ο χώρος εμφάνισης των εικονικών στοιχείων είναι ένα πεδίο το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει από μόνο του ένα ξεχωριστό πεδίο έρευνας. Αυτό έγκειται στον λόγο ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η εικονική πληροφορία που εμφανίζεται στον χρήστη είναι υπερβολικά μεγάλη για ένα τόσο μικρό μέγεθος οθόνης που υπάρχει σε μια κινητή συσκευή. Η πληροφορία πηγάζει με βάση το μέρος που βρίσκεται ο χρήστης , την κατεύθυνση καθώς και τις προσωπικές του προτιμήσεις. Συνεπώς εγκείτε η ανάγκη για αποτελεσματική διαχείριση των σημείων εμφάνισης πάνω στον πραγματικό κόσμο με αποτέλεσμα πολλές φορές να έχουμε λιγότερη πληροφορία από ότι χρειαζόμαστε. (Hollerer, User Interfaces for Mobile Augmented Reality Systems, 2004)

3.4 Δομή των Συστημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας

Για να τεθεί η επαυξημένη πραγματικότητα σε λειτουργία, υπάρχουν ορισμένες βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να καλυφθούν. Ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας είναι μια διεπαφή που αποτελεί το σημείο όπου συναντιούνται η εικονική πληροφορία με αυτήν του πραγματικού περιβάλλοντος. Και τα δύο περιβάλλοντα παίζουν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία της εφαρμογής, καθώς ο συνδυασμός τους οδηγεί στην επίτευξη μιας νέας μορφής αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το σύστημα.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται σε μια σειρά επιπέδων τα βασικά στοιχεία που συντελούν ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, από μια σειρά θεμελιακών τεχνολογιών μέχρι την τελική διάδραση με τον χρήστη. (Oliver Bimber)



Εικόνα 1 - Δομή ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας

Στο πρώτο επίπεδο βρίσκονται οι βασικές τεχνολογίες που είναι η ανίχνευση, η καταχώριση η απεικόνιση και η παραγωγή των γραφικών στοιχείων. Στην συνέχεια πρέπει να παρέχονται τρόποι αλληλεπίδρασης και τεχνικές παρουσίασης της πληροφορίας, καθώς και η αξιοποίηση λογισμικών εργαλείων για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Στο τρίτο επίπεδο, αυτό της εφαρμογής, παρέχεται η διεπαφή του συστήματος με τον χρήστη. Ενώ τα άλλα, βασικά επίπεδα παρέχουν την τεχνολογική υποστήριξη της εφαρμογής, μόνο μέσω της τελευταίας μπορούν να αξιοποιηθούν από τον χρήστη οι καινοτομίες στην αλληλεπίδραση που προσφέρει η επαυξημένη πραγματικότητα. Αντίστροφα, μέσω της σχεδίασης της διεπαφής αξιοποιείται και ο στόχος με τον οποίον γίνεται η χρήση της τεχνολογίας, ανάλογα με τον προβληματικό χώρο που προορίζεται να καλύψει.

Ακολουθεί ανάλυση των πιο σημαντικών χαρακτηριστικών που συνθέτουν ένα σύστημα κινητής επαυξημένης πραγματικότητας.

3.4.1 Βασικές Τεχνολογίες Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η σύνδεση των δύο περιβαλλόντων, πραγματικού και εικονικού, ξεκινάει με την καταγραφή πληροφορίας από το υπολογιστικό σύστημα. Με την επεξεργασία της

πληροφορίας αυτής γίνεται ο προσδιορισμός του υπολογιστικού συστήματος στο χώρο, μια διαδικασία που ονομάζεται ανίχνευση (tracking). Μόλις συμβεί αυτό, είναι αναγκαία η καταχώριση (Registration), δηλαδή η σωστή τοποθέτηση των δεδομένων ως προς την θέση και την κατεύθυνση στην οποία πρέπει να αναπαριστώνται, σε κάθε χρονική στιγμή. Τέλος, το υπολογιστικό σύστημα χρειάζεται να προσφέρει την απεικόνιση των εικονικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο.

3.4.1.1 Γεννήτρια σκηνής (Scene Generator)

Η γεννήτρια σκηνής είναι η συσκευή ή το λογισμικό που είναι υπεύθυνο για την απόδοση της σκηνής-εικόνας. Η απόδοση της σκηνής δεν είναι επί του παρόντος από τα μεγαλύτερα προβλήματα στην AR, επειδή λίγα είναι τα εικονικά αντικείμενα που πρέπει να σχεδιαστούν, και συχνά για την επίτευξη του σκοπού της εφαρμογής δεν χρειάζεται να είναι και απόλυτα ρεαλιστικός ο σχεδιασμός τους.

3.4.2 Ανίχνευση - Σύστημα Εντοπισμού(tracking)

Τα αντικείμενα του πραγματικού και εικονικού κόσμου πρέπει να είναι «ευθυγραμμισμένα», με σεβασμό το ένα προς το άλλο, αλλιώς η ψευδαίσθηση ότι οι δύο κόσμοι συνυπάρχουν τίθεται σε κίνδυνο. Για να λειτουργήσει μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας σε πραγματικό χρόνο, και να συσχετίζεται η πληροφορία του πραγματικού περιβάλλοντος με εικονικό περιεχόμενο, όλες οι διαδικασίες του συστήματος πρέπει να είναι διαρκώς συγχρονισμένες με την συχνότητα πλάνων (frame rate) της καταγραμμένης εικόνας. Κατά την διάρκεια της ανίχνευσης, γίνεται ουσιαστικά ο συσχετισμός ενός μέρους της γεωμετρίας του πραγματικού περιβάλλοντος με αυτήν του εικονικού, όπως και το σημείο αναφοράς του χρήστη σε αυτό. Μόνο με την καταγραφή αυτής της πληροφορίας μπορεί ο H/Y να τοποθετήσει εικονικά αντικείμενα, να προσδιορίσει τα τμήματα υπερκάλυψης (occlusion culling), την ανίχνευση σημείων σύγκρουσης (collision detection), και πολλά άλλα οπτικά εφέ ή προσομοιώσεις. την πάροδο του χρόνου έχουν δημιουργηθεί πολλά είδη αισθητήρων και συσκευών εισόδου, με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η καταγραφή στοιχείων όπως η τοποθεσία, η κατεύθυνση, ο φωτισμός και η θερμοκρασία ενός περιβάλλοντος. Με βάση τα εισαγόμενα δεδομένα, ο υπολογιστής δημιουργεί ένα εσωτερικό μοντέλο κόσμου που υπηρετεί σαν μια αφηρημένη εικονική αναπαράσταση του πραγματικού περιβάλλοντος που έχει εντοπίσει. Το σύστημα εντοπισμού είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα στα συστήματα AR κυρίως λόγω του προβλήματος καταγραφής. Για τη βιομηχανία, πολλές εφαρμογές απαιτούν ακριβή καταγραφή, ειδικά για τα ιατρικά συστήματα. Στον τομέα της Κινητής Επαυξημένης πραγματικότητας η ανίχνευση υπάγεται κυρίως στη οπτική. Ωστόσο έχει την δυνατότητα προέκτασης σε ακουστική – μηχανική – και μαγνητική ανίχνευση.

Ωστόσο για τον λόγο ότι αναφερόμαστε σε κινητές συσκευές θα εστιάσουμε στην οπτική ανίχνευση η οποία μπορεί να έχει 2 μορφές.

- **Ελεύθερη Οπτική Ανίχνευση:** Η συγκεκριμένη τεχνική ανίχνευσης βασίζεται στην εισροή των δεδομένων από τον περιβάλλοντα χώρο χωρίς την χρήση προκαθορισμένων συμβόλων ανίχνευσης.

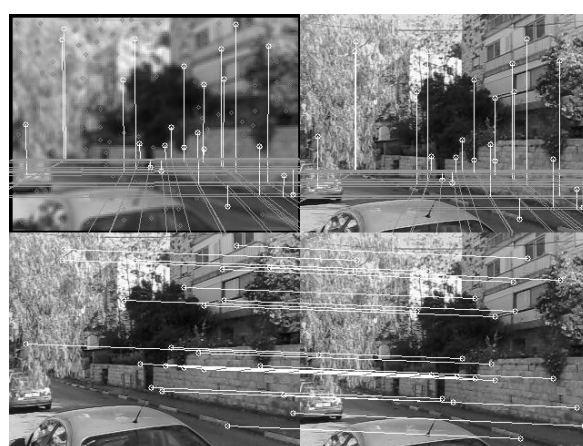
Για τον λόγο αυτόν, παραμένει η πιο απαιτητική αλλά και περισσότερο υποσχόμενη μέθοδος ανίχνευσης για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (Bimber & Ramesh, 2005). Ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να κάνει ελεύθερη οπτική ανίχνευση με 2 τρόπους.

Ο **πρώτος** είναι να συσχετιστεί το εισερχόμενο δεδομένο με ήδη υπάρχοντα εικονικά στοιχεία που υπάρχουν σε μια βάση δεδομένων αναγνωρίζοντας συγκεκριμένα γεωμετρικά στοιχεία μέσα στην εισερχόμενη εικόνα της κάμερας.



Εικόνα 2 - Ελεύθερη οπτική ανίχνευση

Ο **δεύτερος τρόπος** είναι να γίνει συσχέτιση μιας εικόνας μέσω ενός συστήματος οπτικής ροής πολλαπλών εικόνων. Δηλαδή να γίνει η σύγκριση δυο διαδοχικών εικόνων, και έπειτα η εύρεση της μεταβολής των pixel μεταξύ τους βασισμένη στον υπολογισμό της κατεύθυνσης και της ταχύτητας των στοιχείων της εικόνας.



Εικόνα 3 - Οπτική ανίχνευση με χρήση συμβόλων ανίχνευσης

- **Οπτική Ανίχνευση Με Την Χρήση Συμβόλων Ανίχνευσης:**

Στην συγκεκριμένη προσέγγιση, το σύστημα αναγνωρίζει ορισμένα στοιχεία που ονομάζονται σύμβολα ανίχνευσης (marker). Τα σύμβολα αυτά μπορούν να εκτυπωθούν και να τοποθετηθούν στο περιβάλλον. Η διαδικασία που ακολουθείται από το σύστημα είναι ο εντοπισμός γωνιών και πλευρών από τις εισερχόμενες εικόνες που μεταδίδονται μέσω μιας κάμερας, ώστε να αναγνωριστεί ο στόχος. Σε περίπτωση που ανιχνευθεί το εικονικό στοιχείο, υπολογίζεται η απόσταση, η κλίση, και ο προσανατολισμός του προς την κάμερα. Συνήθως είναι εφικτή και η ανίχνευση πολλαπλών στόχων ταυτόχρονα. Μέχρις στιγμής, αυτή η τεχνική είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη λόγω του χαμηλού κόστους, και της ευκολίας υλοποίησής της.

3.4.3 Καταχώρηση

Το εσωτερικό αυτό μοντέλο του κόσμου που έχει παραχθεί από την τεχνική της Ανίχνευσης λειτουργεί σαν ένα πλαίσιο αναφοράς για την εμφάνιση εικονικών αντικειμένων σε σωστή τοποθεσία και κατεύθυνση. Η ευθυγράμμιση αυτή μεταξύ των δύο περιβαλλόντων ονομάζεται και registration. Εκτός από την χωρική αυτή συσχέτιση παίζει και μεγάλο ρόλο η χρονική συσχέτιση, δηλαδή η καταχώρηση σε πραγματικό χρόνο. Χωρίς το τελευταίο το σύστημα υπόκειται σε λάθη και η αλληλεπίδραση μπορεί να καταστεί και αδύνατη. Η μέθοδος αυτή για το καθορισμό του σημείου παρατήρησης του χρήστη προϋποθέτει ένα σαφή αριθμό από βαθμονομημένες εικόνες αναφοράς αναπροσαρμοζόμενες στις χωρικές συντεταγμένες και αποθηκευμένες μέσα στη Βάση Δεδομένων. Οι περιοχές από όπου αυτές οι εικόνες αναφοράς έχουν συλλεχθεί (βιντεοσκοπηθεί), συνθέτουν τις λεγόμενες «επιλεγμένες περιοχές» ή απλά τα «επαυξημένα σημεία θέασης». Οι περιοχές αυτές επιλέχθηκαν προσεκτικά για κάθε χώρο εγκατάστασης του συστήματος για την απόδοση μιας ορθής συνολικής αίσθησης του χώρου. Η μέθοδος ύστερα κάνει μια σύγκριση ανάμεσα στις εικόνες που ο χρήστης βλέπει μέσω της κάμερας που είναι ενσωματωμένη στη συσκευή απεικόνισης, και έναν αριθμό των εικόνων αναφοράς μέσα στη Βάση Δεδομένων, προσαρμοσμένες στις συντεταγμένες που παρέχονται από τη συσκευή GPS και τις συσκευές πυξίδας. Το ταίριασμα αποδίδεται σύμφωνα με την εικόνα ως «όλον» (ολική μέθοδος) αντί την αναγνώριση οροσήμου σε κάθε εικόνα (τοπική μέθοδος). Όταν οι εικόνες που συγκρίνονται επικαλύπτουν το 30-40% ή και περισσότερο της περιοχής, η μέθοδος υπολογίζει το μετασχηματισμό στρέβλωσης της μια εικόνας ως προς την άλλη. Ο μετασχηματισμός αυτός (αντιστρέψιμος) χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τη παροχή ακριβούς εκτίμησης θέσης κεφαλιού από τη στιγμή που οι συντεταγμένες της εικόνας στη Βάση Δεδομένων είναι γνωστές.

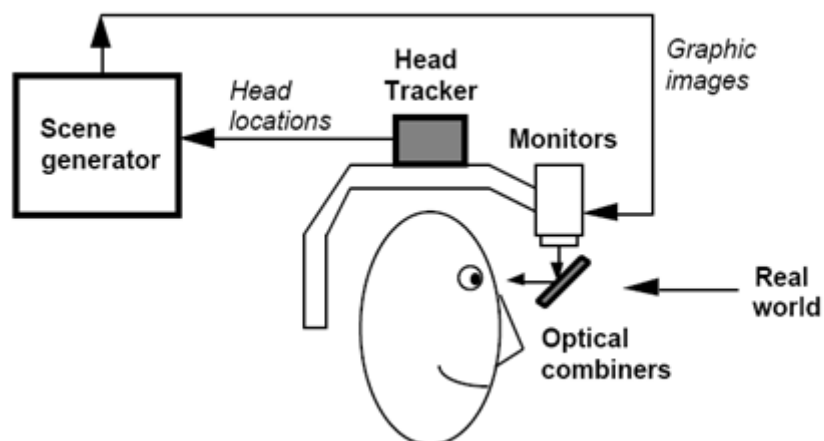
3.4.4 Απεικόνιση

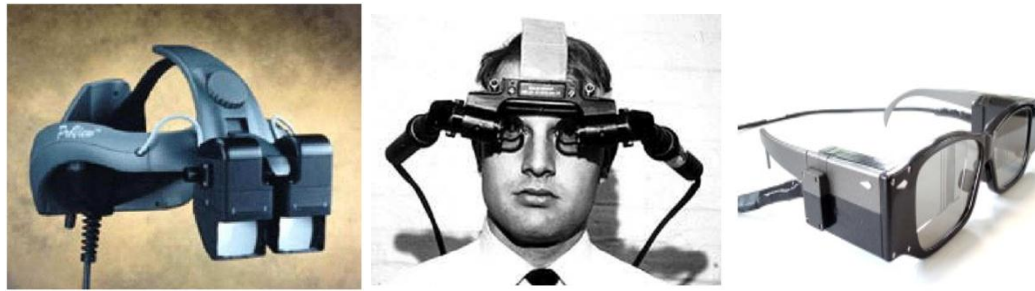
Το υπολογιστικό σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να παρουσιάζει άμεσα στον χρήστη την οπτική πληροφορία της διεπαφής. Εφόσον η απαιτούμενη πληροφορία περιέχει στοιχεία του εικονικού και του πραγματικού κόσμου, παρουσιάζονται ζητήματα όπως η επικάλυψη πληροφορίας (occlusion), η άμεση επεξεργασία δεδομένων (rendering) και η τεχνική παρουσίασης. Όταν συνδυάζεται ο πραγματικός και ο εικονικός κόσμος δύο βασικές επιλογές είναι διαθέσιμες: η **οπτική** και η τεχνολογία **βίντεο**. Κάθε μία από αυτές κάνει διάφορους συμβιβασμούς, οι οποίοι εξαρτώνται από παράγοντες όπως, την ευελιξία, το οπτικό πεδίο και τη στρατηγική καταγραφής.

Οι AR συσκευές μπορούν να διακριθούν σε τέσσερις κύριες κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο display τους:

- **Την οπτική-εικόνα (optical see through)**

Οι οπτικές συσκευές απεικόνισης έχουν μια διάφανη οθόνη και επιτρέπουν στον χρήστη να βλέπει το πραγματικό περιβάλλον όπως είναι, προβάλλοντας τα εικονικά αντικείμενα πάνω σε αυτήν την οθόνη. Λειτουργεί με την τοποθέτηση οπτικών συνδυαστικών κυκλωμάτων (optical combiners), μπροστά στα μάτια του χρήστη. Οι optical combiners-«συνδυαστές» είναι μερικώς «μεταδόσιμοι», έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να δει απευθείας τον πραγματικό κόσμο μέσα από αυτούς. Οι optical combiners είναι επίσης μερικώς αντανακλαστικοί, έτσι ώστε ο χρήστης να βλέπει τα εικονικά αντικείμενα, τα οποία αντανακλώνται από τις Head Mounted οθόνες πάνω σ' αυτούς.

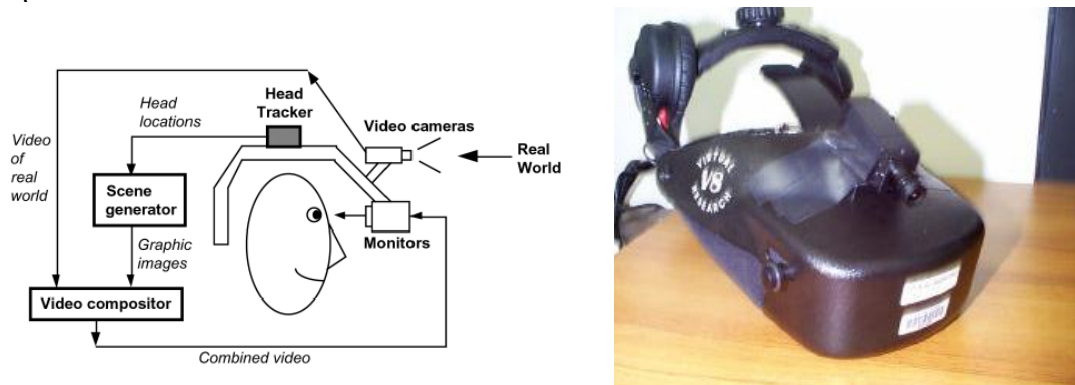




Εικόνα 4 - Optical See Through

- **Τη βίντεο-εικόνα (Video See Through)**

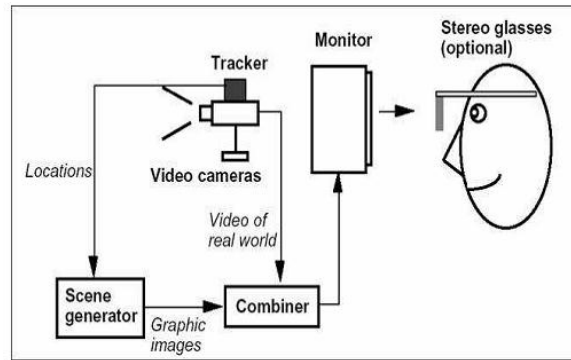
Συνδυάζει την εικόνα από μια κάμερα που φέρει ο χρήστης και γραφικά που παράγονται από έναν υπολογιστή. Το πραγματικό περιβάλλον καταγράφεται από την κάμερα, ψηφιοποιείται, υφίσταται επεξεργασία από τον υπολογιστή (με την προσθήκη/απόκρυψη αντικειμένων) και τελικά παράγεται μια επαυξημένη εικόνα του περιβάλλοντος. Η συνδυασμένη εικόνα παρουσιάζεται σε μια αδιαφανή οθόνη που φέρει ο χρήστης στο κεφάλι του. Αν η κάμερα τοποθετηθεί σε κάποιο κοντινό σημείο ως προς το μάτι του χρήστη, τότε η βιντεοσκοπημένη εικόνα του κόσμου θα προσεγγίζει τη συνηθισμένη οπτική γωνία του χρήστη. Όπως και στις οπτικές συσκευές, αν υπάρχει ξεχωριστό σύστημα (κάμερα-οθόνη) για κάθε μάτι, τότε ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα στερεοσκοπικής όρασης, όπως και στην κανονική του ζωή.



Εικόνα 5 - Video See Through

- **Την AR βασισμένη σε οθόνη (Monitor Based AR)**

Οι βίντεο-κάμερες της συσκευής αποτυπώνουν τον περιβάλλοντα χώρο και το βίντεο του πραγματικού κόσμου και οι εικόνες που έχουν παραχθεί από μία γεννήτρια εικόνων απεικονίζονται σε μια οθόνη η οποία βρίσκεται μπροστά από το χρήστη, χωρίς αυτός να χρειάζεται να φοράει κάποια συσκευή απεικόνισης. Οι κάμερες μπορεί να είναι στατικές ή κινούμενες.



Εικόνα 6 - Monitor Based AR

- **Την AR βασισμένη σε προτζέκτορα (Projector Based AR).**
Χρησιμοποιεί αληθινά αντικείμενα για το εικονικό περιβάλλον στο οποίο γίνεται η προβολή . Στην απλούστερη περίπτωση, η πληροφορία προβάλλεται πάνω στο αντικείμενο από ένα συνηθισμένο προβολικό μηχάνημα.



Εικόνα 7 - Projector Based AR

3.4.5 Παραγωγή των γραφικών στοιχείων

Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την άμεση αναπαράσταση εικονικών στοιχείων, είναι η έγκαιρη παραγωγή της εικονικής πληροφορίας. Το ζήτημα αυτό

είναι άμεσα εξαρτημένο από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος όπως η διαθέσιμη επεξεργαστική ισχύ, συνδέσεις επεξεργαστών και άλλα

3.5 Επαυξημένη πραγματικότητα σε εξωτερικά περιβάλλοντα

Μία από τις πιο σημαντικές υποκατηγορίες της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, και αυτή που χρειάζεται να μελετηθεί εκτεταμένα για την εφαρμογή που παρουσιάζεται στην παρούσα διπλωματική, είναι η επαυξημένη πραγματικότητα σε εξωτερικά περιβάλλοντα. Έχει διαφορετικά στοιχεία και συμπεριφορά από την επαυξημένη πραγματικότητα σε εσωτερικό περιβάλλον, όπως επίσης και πολλούς αστάθμητους παράγοντες που παίζουν ρόλο στην τελική ανάπτυξη μιας εφαρμογής του είδους.

Ο στόχος ενός συστήματος Επαυξημένης Πραγματικότητας σε εξωτερικό περιβάλλον, είναι να επιτρέπεται στον άνθρωπο-χειριστή να κινείται ελεύθερα χωρίς κανένα περιορισμό μέσα στο περιβάλλον αυτό, να παρατηρεί και να αλληλεπιδρά σε πραγματικό χρόνο με γεω-κωδικοποιημένα δεδομένα (Aran) μέσω κινητών ασύρματων συσκευών. Για τον παραπάνω στόχο απαιτούνται νέες τεχνολογίες για τρισδιάστατο εντοπισμό, οπτικοποίηση και τρισδιάστατη αλληλεπίδραση.

Το παραπάνω σύστημα θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένο σε συνθήκες εργασίας περιβάλλοντος εξωτερικού χώρου (διακύμανση φωτεινότητας, χαρακτηριστικά συσκευών που χρησιμοποιούνται, κλπ). Η ανάπτυξη ενός συστήματος ΕΠ εξωτερικού χώρου παρουσιάζει πραγματικές προκλήσεις στη τεχνολογία, τη μεθοδολογία ή τη βιομηχανία

3.5.1 Επιστημονικά Θέματα

Τα επιστημονικά θέματα που σχετίζονται με την ΕΠ σε εξωτερικούς χώρους συνίστανται στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στους τομείς του εντοπισμού, της τρισδιάστατης οπτικοποίησης και της αλληλεπίδρασης με συσκευές χειρός. Η κινητικότητα του χειριστή-χρήστη σε ένα απεριόριστο και απρόβλεπτο περιβάλλον έχει ως αποτέλεσμα τη δυσκολία στη διαδικασία ανίχνευσης. Συνήθως, συνδυάζεται μια απόλυτη τοποθεσία με ένα σχετικό εντοπισμό για τη βελτίωση του συνεχούς εντοπισμού του χειριστή-χρήστη. Η απόλυτη τοποθεσία έγκειται στην εκτίμηση θέσης χρησιμοποιώντας ένα απλό GPS. Η σχετική τοποθεσία χρησιμοποιεί αισθητήρες κίνησης, όπως π.χ. επιταχυνσιόμετρα ή γυροσκόπια, για την εκτίμηση της σχετικής μετατόπισης του χειριστή σχετικά με την

θέση αναφοράς. Τα τρισδιάστατα μοντέλα του περιβάλλοντος χρησιμοποιούνται τυπικά για την προετοιμασία της διαδικασίας εντοπισμού. Το πρόβλημα ταυτόχρονου ακριβούς εντοπισμού σε ένα φυσικό περιβάλλον και σε μια τρισδιάστατη εικονική αναπαράσταση παραμένει ένα ανοικτό πεδίο έρευνας.

Οι εφαρμογές ΕΠ σε εξωτερικά περιβάλλοντα στηρίζονται στην τρισδιάστατη ρεαλιστική αναπαράσταση του πραγματικού περιβάλλοντος. Τα τρισδιάστατα μοντέλα χρησιμοποιούνται για εκτίμηση της κατεύθυνσης μέσα από μία δισδιάστατη-τρειςδιάστατη προσαρμοσμένη προβολή. Η ανακατασκευή απλών και εμπλουτισμένων τρισδιάστατων μοντέλων είναι μια μεγάλη πρόκληση για την ΕΠ.

Η διαθέσιμη πληροφορία προς το χειριστή-χρήστη στο έδαφος είναι συχνά ογκώδης. Προβάλλοντας τα δεδομένα αυτά σε πραγματικό χρόνο σε συσκευές χειρός οι οποίες έχουν περιορισμένη δύναμη επεξεργασίας και περιορισμένο σκληρό δίσκο αποθήκευσης είναι ένα άλλο πρόβλημα που προκύπτει στην κινητή ΕΠ. Οι εφαρμογές ΕΠ θα πρέπει να επιτρέπουν το χειρισμό και την αλληλεπίδραση με τα τρισδιάστατα δεδομένα που προβάλλονται στο χειριστή-χρήστη. Οι εφαρμογές ΕΠ εξωτερικού χώρου εισάγουν νέες προκλήσεις δημιουργίας κατάλληλων διεπαφών με νέες φορητές συσκευές χρήσης (Κράνη Απεικόνισης, PDA, κινητά τηλέφωνα).

3.5.2 Μελέτη Τεχνικών Χαρακτηριστικών των Συστημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας σε εξωτερικά περιβάλλοντα

Το κυριότερο πρόβλημα των συστημάτων ΕΠ εξωτερικού χώρου είναι συνήθως ο εξοπλισμός. Ο εξοπλισμός που ο χρήστης έπρεπε να φορά μέχρι και πριν από μερικά χρόνια ήταν:

1. Βαρύς
2. Σε χαμηλό εργονομικό επίπεδο
3. Με υψηλό κόστος

Νέος εξοπλισμός διατίθεται στην αγορά, αλλά ο μεγαλύτερος αριθμός συσκευών αναπτύσσεται για το σκοπό άλλων εφαρμογών (εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας, Υπηρεσίες Βάσης Τοποθεσίας LBS, πλοήγηση κ.λπ.). Πρακτικά, δεν υπάρχει διανομέας κατασκευασμένου εξοπλισμού για περιβάλλοντα εξωτερικού χώρου ΕΠ. (Hollerer, User Interfaces for Mobile Augmented Reality Systems, 2004)

3.5.2.1 Συσκευές χειρός

Το εμπορικό ενδιαφέρον κινείται στη βελτίωση των συσκευών χειρός (σε κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές τσέπης και άλλες συσκευές), αναπτύσσοντας λογισμικό για την προβολή δισδιάστατων και τρισδιάστατων γραφικών, εργαλεία διαχείρισης και εξοπλισμού GPS συνδέσεων για τον καθορισμό της θέσης. Το λειτουργικό σύστημα διαφέρει σημαντικά από συσκευή σε συσκευή με αποτέλεσμα τη δυσκολία στην ανάπτυξη. Έχουν καταγραφεί πολλές προσπάθειες για χρήση των συσκευών χειρός με πλοήγηση μέσω τρισδιάστατων εικονικών κόσμων αλλά οι έρευνες είναι σε πρώιμο στάδιο. Γενικά η οθόνη των συσκευών χειρός είναι σχετικά μικρή με αποτέλεσμα να υπάρχουν περιορισμοί στη ποιότητα, την ανάλυση και το μέγεθος της προβολής.

3.5.2.2 Εύρεση σημείου θέσης σε εξωτερικό περιβάλλον

Οι συσκευές GPS είναι ικανές να συνεισφέρουν το πιο ακριβές σημείο θέσης του χρήστη. Το κυριότερο πρόβλημα είναι η περιορισμένη διαθεσιμότητα του δορυφόρου, ιδιαίτερα σε αστικές περιοχές πόλεων. Το δεύτερο πρόβλημα έγκειται στη συλλογή της γεωγραφικής πληροφορίας από το GPS και την αποστολή στον εξυπηρετητή. Τα δυο παραπάνω προβλήματα έχουν μερικές λύσεις που προσφέρονται από πλατφόρμες υλικού και λειτουργικών συστημάτων. Το μέγεθος και το βάρος των δεκτών GPS δεν αποτελούν πρόβλημα. Τα συστήματα αυτά γίνονται ολοένα και περισσότερο συμβατά και ικανά για ενσωμάτωση σε κάθε συσκευή χειρός δίνοντας στους χρήστες την δυνατότητα αξιοποίησης ενός δορυφορικού συστήματος για τον εντοπισμό της γεωγραφικής τους θέσης.

3.5.2.3 Συστήματα Ανίχνευσης

Η ανίχνευση στα εξωτερικά περιβάλλοντα αποτελεί πρόκληση. Η θέση, η ταχύτητα κίνησης, και η πρόθεση της κατεύθυνσης δεν είναι δυνατόν να καθοριστούν χωρίς την απαιτούμενη ακρίβεια. Τα τρέχοντα συστήματα απαιτούν εκτεταμένη βαθμονόμηση-ρύθμιση (το λεγόμενο καλιμπράρισμα) όλων των αισθητήρων.

Οι δέκτες GPS για την ανάκτηση θέσης έχουν δυο μειονεκτήματα στα συστήματα ΕΠ εξωτερικού χώρου: η ακρίβεια είναι χαμηλή και η ορατότητα του δορυφόρου σε αστικές περιοχές είναι περιορισμένη. Τα παραπάνω απαιτούν χρησιμοποίηση διαφορικών DGPS (που αυξάνει το κόστος του συστήματος) ή την ανάπτυξη ενός επιπροσθέτου συστήματος οπτικής, ή τη χρήση άλλων εναλλακτικών προσεγγίσεων για ανίχνευση τοποθεσίας. Η ακρίβεια των

ασύρματων δικτύων είναι ακόμα χαμηλότερη σε σύγκριση με τα συστήματα GPS.

Τοπικά και παγκόσμια δίκτυα ή σύνδεση με άλλες συσκευές (π.χ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές) σε μικρή απόσταση, είναι μια εναλλακτική λύση για τον καθορισμό της θέσης. Τα ασύρματα δίκτυα δύσκολα παρέχουν βέλτιστη ακρίβεια 100 μέτρων. Το ενδιαφέρον για πιο ακριβή θέση είναι υψηλό και είναι λογική η προσδοκία για μια λειτουργική λύση-πρότυπο (σε συνδυασμό με το GPS ή κάποιο λογισμικό ικανό για ανίχνευση) στα επόμενα χρόνια.

3.5.2.4 Ασύρματη Επικοινωνία

Οι ασύρματες επικοινωνίες αναπτύσσονται ραγδαία χρησιμοποιώντας όλο και περισσότερο πρωτόκολλα επικοινωνίας του διαδικτύου. Ο αριθμός χρηστών κινητής τηλεφωνίας αυξήθηκε μέχρι το 2010 σε 1700 εκατομμύρια ενώ μεγάλη είναι η αύξηση ευρυζωνικών συνδέσεων. Οι τάσεις αυτές έχουν μεγάλη επίδραση στις υπηρεσίες και στις εφαρμογές. Νέες αρχιτεκτονικές αναπτύσσονται για να ενσωματωθούν στις υπάρχουσες ευρυζωνικές τεχνολογίες (εφαρμογές και υπηρεσίες) και στην ανοικτή αρχιτεκτονική για την ασύρματη ευρυζωνική διαδικτυακή πρόσβαση

3.6 Υπάρχοντα είδη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας

Το πεδίο εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να αφορά πολλούς τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, αλλά και της καθημερινής ζωής. Ορισμένοι παρατηρητές μάλιστα διερωτώνται μήπως πρόκειται για την εφαρμογή που θα αλλάξει τη ζωή μας ("killer application") και τον τρόπο που έχουμε συνηθίσει να χρησιμοποιούμε τους υπολογιστές. Τόσο στο πεδίο τις κινητής όσο και στην κλασικής επαυξημένης πραγματικότητας υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες εφαρμογών. Αυτές είναι εσωτερικού χώρου (indoor) και εξωτερικού χώρου (outdoor). Υπάρχουν προφανώς διαφορές ανάμεσα στις δύο αυτές κατηγορίες αφού η φύση τους είναι τέτοια. Στις εφαρμογές εσωτερικού χώρου τις περισσότερες φορές υπάρχει μια συσκευή με υπολογιστική ισχύ η οποία είναι σταθερή και μερικές φορές αρκετά μεγάλη και οι επιδόσεις της είναι συνήθως υψηλές καθώς δεν υπάρχει πρόβλημα τροφοδοσίας. Από την άλλη πλευρά οι εφαρμογές οι οποίες λειτουργούν σε εξωτερικά περιβάλλοντα δεν έχουν σε ικανοποιητικό βαθμό μεν τα παραπάνω θετικά στοιχεία αλλά μπορούν να δώσουν περισσότερη ελευθερία στον χρήστη, λειτουργικότητα και άνεση. Στη

συνέχεια θα δούμε μερικούς τομείς που μπορεί να εφαρμοστεί η επαυξημένη πραγματικότητα καθώς επίσης θα αναφερθούν έρευνες και εφαρμογές για διάφορα καθημερινά προβλήματα.

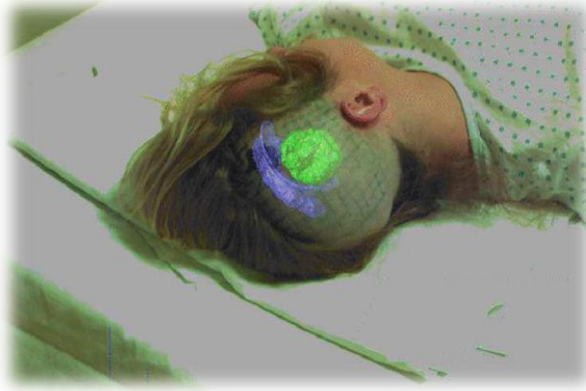
- **Ιατρική**

Οι περισσότερες προσπάθειες εφαρμογής στον χώρο της ιατρικής στρέφονται στην υποβοήθηση των εγχειρήσεων. Εικόνες από ακτινογραφίες ή αξονικές/μαγνητικές τομογραφίες θα μπορούν να προβάλλονται στο σωστό σημείο του ασθενούς καθώς η εγχείρηση θα βρίσκεται σε εξέλιξη.. Εικονικές οδηγίες μπορούν να τον καθοδηγούν στα απαιτούμενα στάδια ενώ εικονικά αντικείμενα θα μπορούν να εξομοιώνουν όργανα και να καθορίζουν τη θέση τους αποφεύγοντας τυχόν διαταραχές. Στο Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καλιφόρνιας στο Chapel Hill, μια ομάδα ερευνητών έχει διεξάγει δοκιμές στις οποίες ο γιατρός θα μπορεί να βλέπει μια τρισδιάστατη απεικόνιση ενός εμβρύου, πάνω στην κοιλιά της εγκύου, που θα έχει δημιουργηθεί με τη χρήση υπερήχων. Η εικόνα θα εμφανίζεται σαν να μπορούσε να δει ο γιατρός μέσα στην κοιλιά και θα αλλάζει κατάλληλα καθώς θα την παρατηρεί από διαφορετικές γωνίες.



Εικόνα 8 - Ε.Π. στην Ιατρική, Πηγή <http://www.cs.unc.edu/Research/us/>

Γενικότερα η τεχνολογία απεικόνισης έχει άμεση ανταπόκριση στον ιατρικό τομέα, συνεπώς δεν είναι καθόλου περίεργο ότι ο τομέας αυτός θεωρείται ως ένας από τους πιο σημαντικούς για τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας. Οι περισσότερες από τις ιατρικές εφαρμογές καθοδηγούνται σύμφωνα με την εικόνα χειρουργικής επέμβασης (image guided surgery).



Εικόνα 9 - Image guided surgery

Οι προ-εγχειρητικές, απεικονιστικές εξετάσεις του ασθενούς, όπως η αξονική ή η μαγνητική τομογραφία, παρέχουν στον χειρουργό την εικόνα της εσωτερικής ανατομίας του ασθενή. Από αυτές τις εικόνες, καθοδηγείται η προγραμματισμένη χειρουργική επέμβαση. Η οπτικοποίηση της περιοχής-στόχου (όπως ένας όγκος που πρέπει να αφαιρεθεί) γίνεται από τη δημιουργία ενός 3D μοντέλου, σχεδιασμένου σύμφωνα με τα δεδομένα των προεγχειρητικών εξετάσεων. Το 3D μοντέλο προβάλλεται πάνω από την επιφάνεια του στόχου για να βοηθήσει τη χειρουργική διαδικασία.

Ψυχαγωγία

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει ήδη εφαρμοστεί από τα τηλεοπτικά studio στα δελτία καιρού. Οι χάρτες που βλέπουμε είναι όλοι ψηφιακοί, ο παρουσιαστής στέκεται μπροστά σε μια μπλε ή πράσινη οθόνη και το σύστημα συνδυάζει κατάλληλα το πραγματικό με το ψηφιακό ώστε να έχουμε μια «ζωντανή» πρόγνωση με σύννεφα που αλλάζουν χρώμα, περιοχές που προβάλλονται πιο έντονα από τις υπόλοιπες κλπ. Αυτή η μπλε οθόνη, στην ουσία «επαυξάνεται» από τους ηλεκτρονικούς χάρτες, για την υλοποίηση των οποίων χρησιμοποιείται μια τεχνική που ονομάζεται chroma-keying. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα επαυξημένης προβολής αθλητικών γεγονότων. Μέσω της κάμερας προβάλλεται ένας αγώνας αυτοκινήτων ενώ συγχρόνως παρουσιάζονται πάνω από κάθε αυτοκίνητο ψηφιακές πληροφορίες για το όνομα του οδηγού, τη μέχρι τώρα κατάταξη κλπ



Εικόνα 10 -Ε.Π. σε αγώνα αυτοκινήτων

Τα παιχνίδια σε υπολογιστές είναι ένας ακόμα τομέας στον οποίο η επαυξημένη πραγματικότητα θα μπορεί προσφέρει ένα άλλο επίπεδο ρεαλισμού, όπου πραγματικοί παίκτες και εικονικοί κόσμοι θα συνδυάζονται σε μια σκηνή.



Εικόνα 11 - Ε.Π. σε ηλεκτρονικά παιχνίδια

- **Διαφήμιση**

Ένας άλλος τομέας στον οποίο αξίζει να αναφερθούμε είναι οι εικονικές διαφημίσεις. Οι διαφημιστές μπορούν να εμπλουτίσουν την προβολή βίντεο με εικονικές διαφημίσεις και να αυξήσουν έτσι τις πωλήσεις των εκάστοτε προϊόντων. Η Princeton Electronic Billboard έχει αναπτύξει ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, που επιτρέπει στους ραδιοτηλεοπτικούς σταθμούς να τοποθετήσουν διαφημίσεις σε συγκεκριμένες περιοχές της εικόνας μετάδοσης . Για παράδειγμα, ενώ μεταδίδεται ένας αγώνας μπίτζμπολ, αυτό το σύστημα είναι σε θέση να τοποθετήσει ένα διαφημιστικό μήνυμα π.χ. πάνω σε κάποιον εξωτερικό τοίχο του σταδίου. Για τον παραπάνω σκοπό απαιτείται να έχουν συλλεχθεί από την ομάδα υλοποίησης του έργου στοιχεία ,όπως φωτογράφιση των διαφορετικών οπτικών γωνιών του γηπέδου,ώστε στην τελική υλοποίηση του χάρτη του

γηπέδου στον υπολογιστή να είναι ρεαλιστικές οι συντεταγμένες που θα τοποθετηθούν τα διαφημιστικά μηνύματα.



Εικόνα 12 - Ε.Π. στη διαφήμιση

Στον τομέα της διαφήμισης υπάρχουν επιπλέον εφαρμογές κατάλογων προϊόντων επαυξημένοι με εικονική πληροφορία. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα τέτοιο παράδειγμα. Ο πελάτης φοράει μία συσκευή απεικόνισης και καθώς διαβάζει τον κατάλογο εμφανίζονται μπροστά του τα προϊόντα σε τρισδιάστατη μορφή.



Εικόνα 13 - Επαυξημένος διαφημιστικός κατάλογος

- **Άμυνα**

Η εφαρμογή των HUD αποτελεί ένα από τα πρώτα παραδείγματα επαυξημένης πραγματικότητας. Εφοδιάζοντας τους μελλοντικούς στρατιώτες με ειδικά κράνη επαυξημένης πραγματικότητας, αυτοί θα μπορούν να βλέπουν τις κρύπτες των εχθρών, οι οποίες θα έχουν εντοπιστεί πιο πριν από κατασκοπευτικά αεροσκάφη.

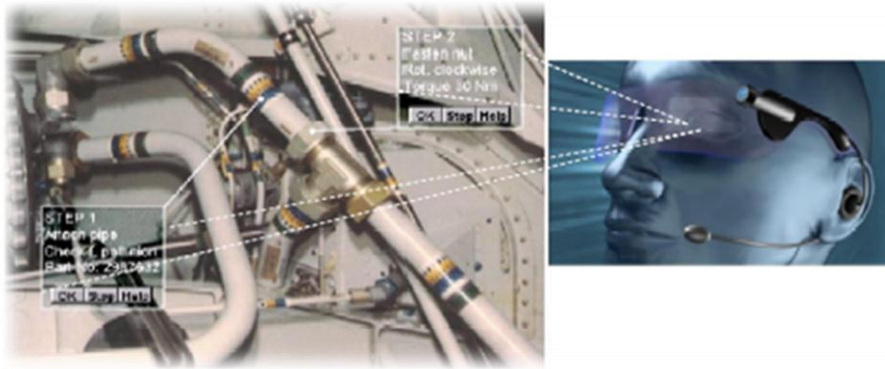


Εικόνα 14 - Ε.Π. στην άμυνα

- **Βιομηχανικός σχεδιασμός, επισκευές και κατασκευές**

Μια ομάδα μηχανικών σε διαφορετικά σημεία του πλανήτη θα μπορούν να εργάζονται πάνω στο ίδιο μοντέλο, βλέποντας ο καθένας μια απεικόνισή του μαζί με τις τροποποιήσεις που προτείνει η ομάδα. Ένας συντηρητής θα μπορεί να βλέπει το ελαττωματικό εξάρτημα μιας μηχανής με έντονο χρώμα, σε σχέση με τα υπόλοιπα, ενώ δίπλα θα εμφανίζονται οι τεχνικές προδιαγραφές του. Όταν ο τεχνικός συντήρησης ενός έργου βρεθεί μπροστά σε ένα νέο ή άγνωστο κομμάτι του συγκεκριμένου εξοπλισμού, αντί να ψάχνει στα εγχειρίδια και να σπαταλάει το χρόνο του για να μάθει τις λεπτομέρειες, θα μπορούσε να εμφανίζε τις νέες αυτές πληροφορίες μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας. Σε αυτήν την απεικόνιση η εικόνα του εξοπλισμού θα επαυξηθεί με σημειώσεις και πληροφορίες που είναι σχετικές με την επισκευή. Για παράδειγμα, η θέση των σημείων σύνδεσης και πρόσδεσης θα είναι τονισμένα στην απεικόνιση αυτή .





Εικόνα 15 - Ε.Π. στη βιομηχανία

Στον τομέα αυτό αξίζει να αναφερθεί μια εφαρμογή η οποία δημιουργήθηκε στο πανεπιστήμιο της Columbia. Πρόκειται για το KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance), το οποίο δείχνει το πώς πρέπει ένας χρήστης να μετακινήσει τη θήκη του χαρτιού σε έναν εκτυπωτή με τη βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 16 - Η εφαρμογή KARMA

Στον τομέα του βιομηχανικού σχεδιασμού, ιδιαίτερα καινοτόμο παρουσιάζεται το ερευνητικό πρόγραμμα ARVIKA, το οποίο στοχεύει στη χρησιμοποίηση τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας στον τομέα της ανάπτυξης, της παραγωγής και των υπηρεσιών αυτοκινήτων. Μετά από ένα crash test ο μηχανικός μπορεί να δει την παραμόρφωση του οχήματος που έχει συμβεί εκείνη τη στιγμή εξαιτίας της σύγκρουσης και συγχρόνως, με τη βοήθεια ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας να φαίνεται η αναμενόμενη παραμόρφωση που περίμεναν οι ερευνητές ότι θα είχε το όχημα μετά τη σύγκρουση. Οι δύο παραμορφώσεις συγκρίνονται και αναλύονται προκειμένου να βελτιωθούν οι προδιαγραφές του οχήματος.



Εικόνα 17 - Ερευνητικό πρόγραμμα ARVIKA, πηγή: http://www.arvika.de/www/pdf/flver_e.pdf

- **Εκπαίδευση**

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας υπόσχεται μέσα από προηγμένες εφαρμογές να μπορεί μια μοναδική εμπειρία . Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν πλέον να έχουν μια σωστή μέθοδο εκπαίδευσης πράττοντας και όχι διαβάζοντας ή ακούγοντας διαλέξεις. Αυτό συμβαίνει για τον λόγο ότι εμπλέκονται περισσότερες αισθήσεις (ήχος, όραση, αφή). Μια εφαρμογή τέτοιου τύπου είναι το Magic Book, το οποίο επιτρέπει στους αναγνώστες του να διαβάσουν με ένα παραδοσιακό τρόπο ένα βιβλίο και παράλληλα, εφόσον το επιθυμούν, να αντλήσουν πληροφορίες σε τρισδιάστατη προβολή.



Εικόνα 18 - Magic Book

- **Μηχανική Σχεδίαση**

Φανταστείτε ότι σε μια ομάδα μηχανικών ο πελάτης, τους έχει αναθέσει τη σχεδίαση του μοντέλου μιας πολύπλοκης συσκευής. Οι σχεδιαστές και οι πελάτες θέλουν να κάνουν μια κοινή επισκόπηση του σχεδιασμού από απομακρυσμένη πρόσβαση. Αν η κάθε μία ομάδα είχε ένα δωμάτιο αναφοράς που ήταν εξοπλισμένο με μία συσκευή απεικόνισης επαυξημένης πραγματικότητας, αυτό θα

μπορούσε να πραγματοποιηθεί. Το πρωτότυπο της συσκευής που έχουν κατασκευάσει οι μηχανικοί εμφανίζεται σε τρισδιάστατη μορφή στο δωμάτιο αναφοράς των πελατών. Οι πελάτες μπορούν να περπατήσουν γύρω από το είδωλο και να μελετήσουν τις διάφορες πτυχές του. Μπορούν επίσης να διεξάγουν συζητήσεις, και να υποδείξουν συγκεκριμένα τμήματα του μοντέλου που πρέπει να ληφθούν υπόψη σύμφωνα με τις απαιτήσεις τους.



Εικόνα 19 - Ε.Π. στη μηχανική σχεδίαση

- **Τέχνη**

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να ενσωματωθεί σε καλλιτεχνικές εφαρμογές που επιτρέπουν στους καλλιτέχνες να δημιουργήσουν έργα τέχνης σε πραγματικό χρόνο πάνω από το πραγματικό έργο τους, όπως τη ζωγραφική, σχέδιο, μοντελοποίηση, κλπ. Ένα τέτοιο παράδειγμα του φαινομένου αυτού ονομάζεται Eyewriter που αναπτύχθηκε το 2009 από τον Zachary Lieberman και μια ομάδα που σχηματίστηκε από τα μέλη της Free Art και Τεχνολογίας (FAT), OpenFrameworks και το Graffiti Research Lab για να βοηθήσει έναν καλλιτέχνη graffiti, ο οποίος έμεινε παράλυτος, να σχεδιάσει και πάλι.

- **Αρχιτεκτονική**

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση προγραμματισμένης κατασκευής έργων το οποίο είναι και το αντικείμενο της εργασίας αυτής. Τέτοιο Project είναι το ARIS, μία ελληνική προσπάθεια όπου ένα αλληλεπιδραστικό υπολογιστικό σύστημα δίνει την δυνατότητα στον τελικό χρήστη να μπορεί εύκολα να ενσωματώσει τα τρισδιάστατα πρότυπα προϊόντων (π.χ. έπιπλα) σε ένα σύνολο από εικόνες του πραγματικού του περιβάλλοντος ενώ υπολογίζεται και ο φωτισμός των μοντέλων σύμφωνα με τον πραγματικό. Ακόμη μπορεί με μία φορητή μονάδα επαυξημένης πραγματικότητας να απεικονίσει

σε έναν πραγματικό χώρο εικονικά μοντέλα για τα οποία θα μπορούν απομακρυσμένα διάφοροι συμμετέχοντες να σχολιάζουν πάνω σε αυτό.

- **Πλοήγηση**

Σε αυτή την κατηγορία εφαρμογών ο χρήστης με την βοήθεια μια υπολογιστικής συσκευής μπορεί να ανακαλύψει και να πλοηγηθεί σε διάφορα σημεία που τον ενδιαφέρουν έχοντας ως περιβάλλον διεπαφής τον πραγματικό κόσμο. Στο Columbia University έχει αναπτυχθεί ένα πειραματικό σύστημα που ονομάζεται «Ταξιδιωτική Μηχανή». Πρόκειται για ένα σύστημα που περιλαμβάνει τους κατάλληλους ανιχνευτές κατεύθυνσης, GPS για τον προσανατολισμό, οπτική συσκευή απεικόνισης και ένα φορητό υπολογιστή. Όλα αυτά είναι συναρμολογημένα σε ένα σακίδιο πλάτης. Η «Ταξιδιωτική Μηχανή» παρουσιάζει στον χρήστη τα ονόματα των κτιρίων που συναντά περπατώντας στους χώρους του πανεπιστημίου, του δείχνει ποια διαδρομή πρέπει να ακολουθήσει για να φτάσει στον προορισμό του και ακόμα προβάλλει ντοκιμαντέρ (τα οποία συνοδεύονται και από ήχο, που ακούει ο χρήστης μέσω ακουστικών), τα οποία σχετίζονται με ιστορικά γεγονότα που συνέβησαν σε συγκεκριμένες τοποθεσίες. (Feiner, Mac Intyre, Hollerer, & Webster, 1997) , (Νικολαϊδής)

3.7 Browsers κινητής επαυξημένης πραγματικότητας

Οι εφαρμογές κινητής επαυξημένης πραγματικότητας γνώρισαν μεγάλη άνθιση .Από το 2010 και μετά είναι οι AR browsers οι οποίοι ανήκουν στην κατηγορία των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας εξωτερικού χώρου.

Με την ανάπτυξη μιας κινητης πλατφόρμας (Browser) ΕΠ:

- Ερευνάται η συνέργεια ανάμεσα στην ΕΠ και τους φορητούς υπολογιστές.
- Αναπτύσσεται μια αρχιτεκτονική (υλισμικό και λογισμικό) κατάλληλη για εξωτερικά περιβάλλοντα.
- Ερευνώνται και αναπτύσσονται νέες τρισδιάστατες μέθοδοι εντοπισμού, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις πραγματικές συνθήκες των εξωτερικών περιβαλλόντων (παραλλαγή στη φωτεινότητα, παρεμβολή εμποδίων-occlusion, κλπ).
- Δίνεται στο χειριστή-χρήστη η πρόσβαση σε πολύπλοκα τεχνικά θέματα.

- Μελετώνται αρχιτεκτονικές ΕΠ που επιτρέπουν την ενσωμάτωση γεω-Εφαρμογών κωδικοποιημένων δεδομένων.
- Αναπτύσσονται νέες μέθοδοι αλληλεπιδράσεων και προσεγγίσεις οπτικοποίησης σε φορητές συσκευές.

Τα θέματα υλοποίησης των εφαρμογών ΕΠ σε εξωτερικά περιβάλλοντα είναι αρκετά σημαντικά, ειδικά στην πολιτισμική κληρονομιά, το περιβάλλον και τον τουρισμό. Η τάση τεχνολογίας για μια εφαρμογή η οποία θα παρέχει ανά πάσα ώρα και στιγμή τα δεδομένα που χρειάζεται ένας χρήστης, κατατάσσει τους AR browsers σε τομέα τεχνολογίας πρώτιστης ανάγκης.

Πλεονεκτήματα των AR Browsers

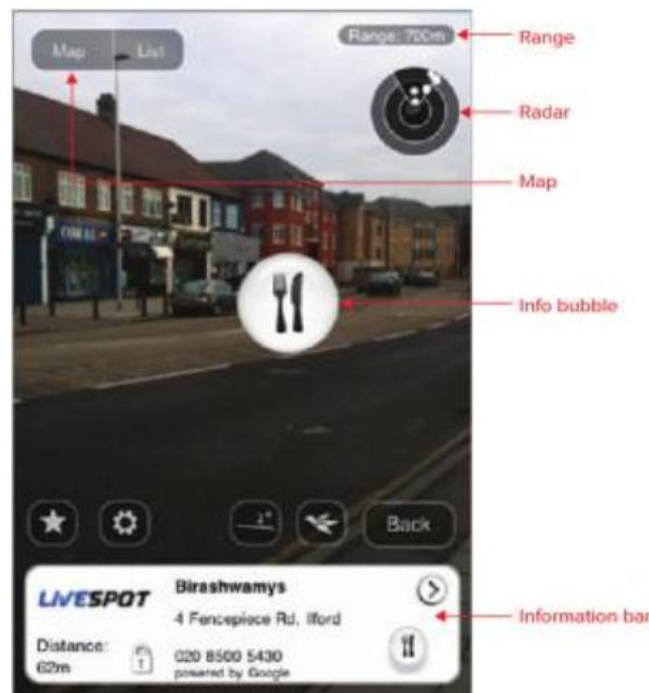
- Είναι ευκολότερο να δημιουργηθεί μια εφαρμογή χωρίς περιπλοκές προγραμματιστικές ικανότητες.
- Η εφαρμογή που δημιουργείτε στοχεύει σε ένα κοινό το οποίο ήδη ενδιαφέρεται για την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας.
- Η εκάστοτε εταιρία που παρέχει τον browser συμμετέχει στην προώθηση της εφαρμογής
- Περιέχουν εμπλουτισμένο περιεχόμενο με την χρήση πολυφασικών εφαρμογών δίνοντας επιπλέον λειτουργίες στην κάθε εφαρμογή
- Ο προγραμματιστής δεν χρειάζεται να ανησυχεί για την σωστή λειτουργία του gps της κάμερας ,καθώς και της διάταξης της οθόνης..
- Μόλις δημιουργηθεί μια εφαρμογή μπορεί να δουλέψει σε όλα τα λειτουργικά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας(android iPhone, Symbian ,windows) που υποστηρίζουν τον browser.
- Η πλειονότητα των κινητών συσκευών παρέχεται τις περισσότερες φορές με ένα προεγκαταστημένο browser στα βασικά της προγράμματα.

Παρόλα τα θετικά που αναφέραμε παραπάνω υπάρχουν και μερικές αρνητικές συνιστώσες στον τομέα των browsers επαυξημένης πραγματικότητας . Το κύριο

πρόβλημα έγκειται στον τομέα της ανακάλυψης της εφαρμογής μέσα στον ίδιο τον browser προκειμένου να πάρει ο εκάστου χρήστης το αποτέλεσμα των πληροφοριών που επιθυμεί. Για παράδειγμα έστω ότι ένας χριστής επιθυμεί να ψάξει μια εφαρμογή για μιας τράπεζας στην γύρω περιοχή που βρίσκεται πρέπει να αναζητήσει στον browser με την ονομασία bank ή τράπεζα κτλ. Στην περίπτωση που υπάρχει μια διαφορετική εφαρμογή με τις επιλεγμένες λέξεις κλειδιά και πραγματοποιεί μια διαφορετική εργασία θα αποδώσει στον χριστή λάθος αποτελέσματα. Για αυτό τον λόγο είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας stand alone εφαρμογής που θα μπορεί να τρέχει παράλληλα αυτόνομα αλλά και σε συνεργασία με τον browser. Ένα ακόμα πρόβλημα είναι ότι ο χριστής όπως και ο προγραμματιστής δεν έχουν τον πλήρη χειρισμό του γραφικού περιβάλλοντος επαφής . Ο τελευταίος ωστόσο με την χρήση καταλλήλου κώδικα μπορεί να τροποποιήσει την πλειονότητα του περιβάλλοντος επαφής.

Ανατομία ενός browser

Προτού ξεκινήσουμε να αναλύουμε τους browsers επαυξημένης πραγματικότητας είναι καλό να παρουσιάσουμε κυρία δομή που έχουν στο γραφικό τους περιβάλλον. Οι λειτουργίες που εκτελούν είναι οι ίδιες μεταξύ του απλά εμφανίζονται με διαφορετικά ονόματα. (Madden)



Εικόνα 20 - Ανατομία ενός Browser

•Radar : Το radar παρέχει μια οπτική τοποθέτηση στην οθόνη του χρήστη με την μορφή κουκίδας έτσι ώστε να ξέρει σε ποια κατεύθυνση να στρίψει το κινητό του προκειμένου να βρει το σημείο διαφέροντος.

•Info bubbles: Πρόκειται για σημεία ενδιαφέροντος (POI'S) τα οποία απεικονίζονται με την μορφή φυσαλίδων στην οθόνη του χρήστη.

•Information Bar : Όταν ο χριστής επιλέξει μια από τις απεικονιζόμενες φυσαλίδες του εμφανίζεται μια μικρή περιγραφή σχετικά με το σημείο ενδιαφέροντος στην μπάρα πληροφοριών. Προσφέροντας στον χρήστη επιπλέον πληροφορίες για το συγκεκριμένο σημείο ενδιαφέροντος καθώς επιπλέον διαδραστικές λειτουργίες όπως η πλοήγηση σε αυτό το σημείο ,ένα βίντεο η ένα αρχείο κειμένου.

•Range : Αφορά την ικανότητα του χρήστη να θέσει το εύρος της αναζήτησης σχετικά με σημεία ενδιαφέροντος σε ένα γεωγραφικό χώρο. Η λειτουργία range επιτρέπει σε ένα χρήστη να ελέγχει την μέγιστη καθώς και την ελαχίστη απόσταση που θέλει να του προβληθεί μεταξύ αυτού και ενός σημείου ενδιαφέροντος.

•Map: Στους browsers υπάρχει και ένας παραδοσιακός χάρτης προεγκατεστημένος προκειμένου να βεβαιωθεί ο χριστής για ένα σημείο ενδιαφέροντος. η λειτουργικότητα του χάρτη αφορά παράλληλα και αναλυτικές οδηγίες για το πώς θα μεταβεί ο χρήστης στο σημείο ενδιαφέροντος με απλές οδηγίες.

- **Junaio AR Browser**

Πρόκειται για έναν πολύ ισχυρό AR Browser ο οποίος δημιουργήθηκε από την Γερμανική εταιρία Metaio . Μερικά από τα βασικά του χαρακτηριστικά είναι ότι μπορεί να εμφανίσει 3D αντικείμενα στην οθόνη του χρήστη καθώς και εφαρμογές οι οποίες βασίζονται στην τοποθεσία του χρηστή . Υπάρχει ένα πανίσχυρο API για τους προγραμματιστές, συμπεριλαμβανομένου του "Junaio Glue" API για σταθεροποίηση των 3d αντικείμενων σε ένα σημείο διαφέροντος του προγραμματιστή. Το junaio είναι ένας από τους 2 browser ο οποίος έχει ενσωματωμένη δυνατότητα εντοπισμού αντικειμένων τόσο σε εσωτερικό όσο και σε ένα εξωτερικό περιβάλλον .Ωστόσο αν και πρόκειται για τον πιο ισχυρό browser η νέα του έκδοση υποστηρίζει μόνο ARMv7(i-phone) επεξεργαστή και νεότερες εκδόσεις κάτι το οποίο αποκλείει την πλειονότητα των smartphones που δημιουργήθηκαν ως το 2011.



Εικόνα 21 - Junaio AR Browser

- **Layar AR Browser**

Πρόκειται για τον Browser με το καλύτερο marketing τόσο σε επίπεδο συνεργασιών με εταιρίες που παρέχουν εργαλεία στους developers όσο και με εταιρίες που επιθυμούν να διαφημίσουν τα προϊόντα τους . Μερικές από τις δυνατότητες του είναι το 3D rendering γραφικών με βάση τη τοποθεσία και το σημείο που έχει ορίσει ένας χρήστης .Παρέχει ένα ιδιαίτερα ευέλικτο API κατευθύνοντας τους developers να υλοποιήσουν κανάλια (layers) χρησιμοποιώντας ένα σύνολο εργαλείων που τους παρέχει σαν πλατφόρμα προγραμματισμού ή τους παραπέμπει σε εταιρίες που μπορούν με ελάχιστες γνώσεις προγραμματισμού να δημιουργήσουν τα κανάλια που επιθυμούν με χαμηλό κόστος



Εικόνα 22 - Layar AR Browser

- **Sekai Camera AR Browser**

Δημιουργήθηκε από την Γαπωνέζικη εταιρία Tonchidot Corporation. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα κοινωνικής δικτύωσης με έμφαση την επαυξημένη πραγματικότητα. Επιτρέπει στους χρηστές του να δημοσιεύσουν φωτογραφίες, κείμενο, και 3D αντικείμενα με έμφαση τον πραγματικό κόσμο και επιτρέπει τον σχολιασμό των δημοσιεύσεων του κάθε χρηστή. Υποστηρίζει τόσο τον εντοπισμό θέσης ενός αντικείμενου όσο και ενός χρηστή. Παρόλα αυτά ένα από τα αρνητικά του εν λόγω προγράμματος είναι ότι το API του παρέχεται στους developers κατόπιν χρέωσης στερώντας έτσι τις δυνατότητες τόσο για ανάπτυξη του ίδιου του προγράμματος όσο και του περιεχομένου του.



Εικόνα 23 - Sekai Camera AR Browser

- **WikitudeWorlds Browser and Wikitude API**

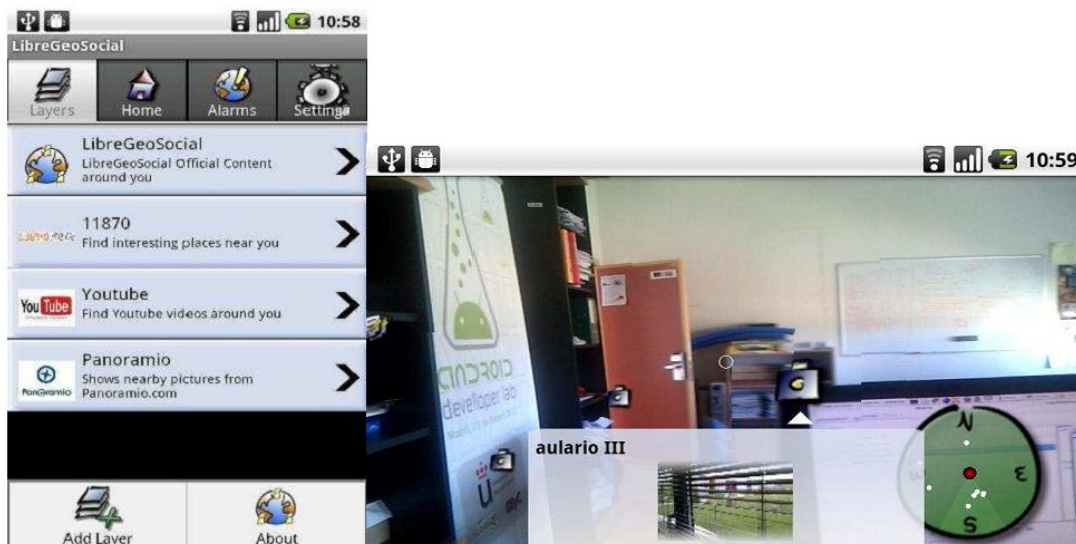
Πρόκειται για τον browser με το καλύτερο γραφικό περιβάλλον διεπαφής χρήστη τόσο σε προγραμματιστικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο επιλογών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το API του είναι, ανοιχτού κώδικα δίνοντας την δυνατότητα για περαιτέρω βελτίωση αλλά και την δημιουργία αυτόνομων εφαρμογών AR χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση internet.



Εικόνα 24 - Wikitude Worlds Browser

- **LibreGeoSocial**

Είναι ένα project το οποίο φτιάχτηκε μεταξύ φίλων και αναπτύσσεται συνεχώς. Είναι ανοιχτού κώδικα και έχει ως στόχο την κοινωνική δικτύωση των χρηστών μέσω της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας. Είναι το μοναδικό πρόγραμμα στο είδος του το οποίο ο προγραμματιστής μπορεί να έχει άμεση πρόσβαση τόσο στον server του Browser όσο και στον client. Μερικά από τα βασικά του χαρακτηριστικά είναι ότι χρησιμοποιεί την θέση του εκάστοτε χρήστη και του προβάλλει κανάλια ενδιαφέροντος. Υποστηρίζει οπτική αναγνώριση και δυνατότητα αναζήτησης μια εικόνας ενδιαφέροντος.



Εικόνα 25 - LibreGeoSocial

3.7.1 AR Browsers – Αξιολόγηση

Το κύριο ερώτημα που αντιμετωπίζει ένας προγραμματιστής επαυξημένης πραγματικότητας είναι το ποιος είναι ο καλύτερος browser. Η απάντηση τίθεται στο τι είδους εφαρμογή θέλει κάποιος να δημιουργήσει έτσι ώστε να επιλέξει την καλύτερη επιλογή που ταιριάζει στις ανάγκες του . Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιάσουμε μια εκτεταμένη ανάλυση όλων των browser που προαναφέρθηκαν βασιζόμενοι στην κατηγοριοποίηση που προτείνει ο Παπαγιαννάκης για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας συνδυάζοντας τες με τεχνολογίες που δεν ήταν αναπτυγμένες στο επίπεδο που είναι σήμερα.

3.7.2 Κριτήρια Αξιολόγησης Browsers

Prduct	GPS	Mrkr basd	Mrkr Less	Ενέργειες Χρηστών	API Δημοσίευσης	API Εφαρμογής	περιεχόμενο AR	Δράσεις των POI'S	Offline mode	Pltfrm
Layar	NAI	OXI	OXI	Web View		open key	3d,, 3d-anim, 2d	Info, Audio, Music, Video, Call, Email, SMS, Map, Event	Online only	iPhone, Android, Symbian
Junaio	NAI	NAI	NAI	Δημοσίευση κειμένου Εικόνας- Ηχου 3D Κοινωνικότητα		open key +, crowd	3d, 3d-anim, 2d	Info, Audio, Video, Map, Event,	Online only	iPhone, Android, Nokia (N8)
Wikide API	NAI	OXI	OXI			Bndle open	3d, 2d	Info, Event	Offline	iPhone Android
Wikide Worlds	NAI	OXI	OXI			open, key	2d	Info, Map, Email, Cachble Call		iPhone Android Symbian
Sekai Camera	NAI	OXI	OXI	Δημοσίευση κειμένου Εικόνας- Ηχου Κοινωνικότητα		restr + crowd	2d	Info, Audio, Map, Social	Online only	iPhone, Android, iPad, iPodTouch
Libre Geo Social	NAI	Src	Plugin	Δημοσίευση κειμένου Εικόνας- Ηχου Κοινωνικότητα		crowd + open src	2d	Info, Audio, Map, Social,	Online only	Android

Πίνακας 4 - Κριτήρια αξιολόγησης AR Browsers

Κριτήριο 1: Καταγραφή και εντοπισμός (στήλες 2 έως 4) .Αυτό το μέρος του πίνακα δείχνει τις διαθέσιμες μεθόδους για την ευθυγράμμιση ενός εικονικού αντικείμενου του περιβάλλοντος με ένα εικονικό αντικείμενο τριών διαστάσεων. Οι μέθοδοι αξιολόγησης του πίνακα βασίζονται στον εντοπισμό ενός αντικείμενου το οποίο μπορεί να γίνει η με GPS και αισθητήρες θέσης (λιγότερο ακριβή) ή με το λεγόμενο computer vision (πιο ακριβή) ή και τα δύο.

1. GPS [location sensor based] (στήλη 2)

- Ναι: υποστηρίζει τη θέση εντοπισμού με χρήση GPS, ψηφιακή πυξίδα και επιταχυνσίμετρο.

- Όχι: δεν υποστηρίζει τη θέση εντοπισμού ή κάποια παραλλαγή της τεχνολογίας
2. Ανίχνευση με την αναγνώριση συμβόλων (Mkrbasd [Marker based]) (στήλη 3)
- Ναι: ενσωματωμένη υποστήριξη για το οπτικό εντοπισμό με δείκτες-σύμβολα.
 - Src: Περιλαμβάνει τον πηγαίο κώδικα για την υποστήριξη οπτικού εντοπισμού με χρήση δεικτών-συμβόλων.
 - Όχι: δεν υποστηρίζει τον οπτικό εντοπισμό με δείκτες-σύμβολα.
3. Ανίχνευση χωρίς σύμβολα (MkrLess [Markerless]) (στήλη 4)
- Ναι: Περιλαμβάνει ενσωματωμένη υποστήριξη για τον οπτικό εντοπισμό αντικειμένων χρησιμοποιώντας φυσικά στοιχεία που βρίσκονται στο περιβάλλον του χρήστη όπως και / ή αναγνώριση εικόνας.
 - Src: Περιλαμβάνει τον πηγαίο κώδικα για την υποστήριξη του εντοπισμού των στοιχείων από τα φυσικά χαρακτηριστικά του αντικείμενου ή της εικόνας
 - Όχι: δεν υποστηρίζει οπτικό εντοπισμό με την ανίχνευση χαρακτηριστικών ή αναγνώριση εικόνας.

Κριτήριο 2: Ενέργειες που μπορούν να εκτελέσουν οι χρήστες (στήλη 5)

Η στήλη αυτή απαριθμεί τις δράσεις που μπορεί να εκτελέσει ο χρήστης χρησιμοποιώντας το κάθε πρόγραμμα περιήγησης . Οι δράσεις αυτές δεν συσχετίζονται με σημεία ενδιαφέροντος ή αναγνώριση εικόνας αλλά με την δυνατότητα του χρήστη να κάνει αναζήτηση για σημεία ενδιαφέροντος στην περιοχή που τον ενδιαφέρει δίνοντας του ως αποτέλεσμα εικονικά δεδομένα σε ένα επαυξημένο περιβάλλον χρήστη.

Δημοσίευση κειμένου : Ο χρήστης μπορεί να δημοσιεύσει ένα μήνυμα κειμένου στην συγκεκριμένη τοποθεσία που βρίσκεται το όποιο μπορεί να έχει μορφή 2d ή 3D .

Δημοσίευση εικόνας : Ο χρήστης μπορεί να δημοσιεύσει μια εικόνα στην συγκεκριμένη τοποθεσία που βρίσκεται

Δημοσίευση Φωτογραφίας : Ο χρήστης μπορεί να τραβήξει μια φωτογραφία από την κάμερα του κινητού του και στην συνέχεια να την δημοσιεύσει δηλώνοντας το συγκεκριμένο σημείο ως σημείο διαφέροντος

Δημοσίευση 3D : Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα 3D μοντέλο και να το δημοσιεύσει στην συγκεκριμένη τοποθεσία που βρίσκεται

WebView: Αναφέρεται στην ικανότητα του δημιουργού να παρέχει στον εκάστοτε χρήστη υπηρεσίες διαδικτύου μέσω μια πλατφόρμας επαυξημένης πραγματικότητας

Κοινωνικότητα: Ο χρήστης έχει πρόσβαση στην κοινωνική πλατφόρμα δικτύου της εφαρμογής, δίνοντας του την δυνατότητα για σχόλια στην φωτογραφίες κλπ.

Οπτική αναζήτηση: Ο χρήστης μπορεί να πάρει την φωτογραφία ενός αντικειμένου από τον πραγματικό κόσμο,(όπως ένα εξώφυλλο) και να λάβει πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο χρησιμοποιώντας τεχνολογία αναγνώρισης εικόνας.

Κριτήριο 3: API Δημοσίευσης (στήλη 6)

Όλα τα προγράμματα περιήγησης που έχουμε αξιολογήσει προσφέρουν κατά κάποιο τρόπο στους προγραμματιστές να δημοσιεύουν το δικό τους περιεχόμενο(Σημεία ενδιαφέροντος), ώστε οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν και να αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο που τους ενδιαφέρει στο εκάστοτε πρόγραμμα περιήγησης σε κάθε εφαρμογή.

- Open key: Η Πλατφόρμα παρέχει ένα API στους προγραμματιστές που τους επιτρέπει να δημοσιεύουν τα δικά τους δεδομένα. Για τις εφαρμογές AR open key δεν υπάρχει κόστος εγγραφής για τους προγραμματιστές και κανένα όριο(πρακτικά) για τους χρήστες ως προς την πρόσβαση και την δημοσιευμένη περιεχομένου.
- Crowd [crowd sourced]: Πλήθος του περιεχόμενου δημοσιεύεται από τους χρήστες που χρησιμοποιούν τον browser καθώς κάνουν την περιήγηση στον κόσμο μόνι οι τους παρέχοντας στους χρηστές εικόνες, κλιπ ήχου και κειμένου. Αυτό έχει ως μειονέκτημα ότι ο προγραμματιστής πρέπει να επισκεφτεί τον τόπο όπου το περιεχόμενο πρέπει να επισημανθεί για δημοσίευση. Ωστόσο επιτρέπει στους ανθρώπους που δεν έχουν προγραμματιστικές ικανότητες να ασχοληθούν με τη δημιουργία περιεχομένου στην επαυξημένη πραγματικότητα.
- Restrficted key: Η έκδοση API είναι διαθέσιμα για τους προγραμματιστές, αλλά απαιτείτε κάποια αμοιβή ή υπάρχει κάποιος περιορισμός της χρήσης.
- Bndle [Bundled]: Η έκδοση του API παρέχεται ολόκληρη στους προγραμματιστές. Ο προγραμματιστής έχει πλήρη πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα της εφαρμογής και μπορεί να δημιουργήσει και να δημοσιεύσει τις δίκες του εφαρμογές . Ωστόσο το μειονέκτημα μα είναι ότι ο προγραμματιστής πρέπει να κάνει συνεχείς ενημερώσεις των σημείων ενδιαφέροντος διότι η ραγδαία ανάπτυξη νέων εκδόσεων λειτουργικών προαπαιτεί αναμφίβολα κάτι τέτοιο. Παρόλα αυτά είναι η καλύτερη λύση για κάποιον που θέλει να φτιάξει μια εφαρμογή που στηρίζεται σε σημεία ενδιαφέροντος χωρίς την χρήση διαδικτύου (offline mode)

Κριτήριο 4: API Εφαρμογής (στήλη 7)

Σε αυτή την κατάταξη περιγράφουμε τον τρόπο με τον οποίο οι προγραμματιστές μπορούν να μεταβάλλουν την εμφάνιση ή τις δυνατότητες του προγράμματος περιήγησης, προσθέτοντας επιπλέον λειτουργίες ή απλά την δυνατότητα προσαρμογή της εμφάνιση του browser με το δικό τους branding.

Open [key]: Ο προγραμματιστής μπορεί να δημιουργήσει και να επαναχρησιμοποιήσει τον κώδικα του προγράμματος περιήγησης μέσα στο APIs . Αυτό το καθίσα ελεύθερο να δημιουργήσει τη δική του εκδοχή του πρόγραμμα περιήγησης κα να δημοσιεύσει ότι περιεχόμενο επιθυμεί ανεξάρτητα από τον παροχό της πλατφόρμας.

Restr[icted key]: Ένας προγραμματιστής μπορεί να δημιουργήσει τη δική τους εκδοχή του προγράμματος περιήγησης, αλλά η πολιτική λειτουργίας του προγράμματος έχει διάφορους περιορισμούς.

Comm[ercial key]: Απαιτείτε η καταβολή κάποιου χρηματικού πόσου για μια εμπορική χρήση του προγράμματος περιήγησης αλλά άμα χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς η χρέωση δεν ισχύει.

Custom[ize only]: Ο προγραμματιστής δεν μπορεί να προσθέσει επιπλέον λειτουργίες που επιθυμεί στην εφαρμογή που θέλει να δημιουργήσει.

Κριτήριο 5: περιεχόμενο AR (στήλη 8)

Σε αυτή την κατάταξη περιγράφετε τι είδους περιεχόμενο μπορεί να επαυξηθεί πάνω στον πραγματικό κόσμο . Όλα τα προγράμματα περιήγησης που αξιολογήσαμε περιλαμβάνουν κάποιον είδος 2D γραφικών έτσι ώστε να μπορούν να δηλώσουν στον χρήστη το εκάστοτε σημείο ενδιαφέροντος.

2D: Είναι σημεία ενδιαφέροντος που παρουσιάζονται ως δυσδιάστατες εικόνες, κείμενο , η κάποιον είδος γραφικών σε σχήμα φουσαλίδας

3D: Τα 3D αντικείμενα μπορούν με την βοήθεια της κάμερας να δώσουν την εντύπωση ότι το αντικείμενο είναι μέρος του φυσικού κόσμου . Το τρισδιάστατο αντικείμενο μπορεί να εμφανιστεί από διαφορετικές γωνίες ανάλογα με τον προσανατολισμό του χρήστη.

3D-anim[at ed]: Ένα τρισδιάστατο αντικείμενο μπορεί να δημιουργήσει την αίσθηση του «ζωντανού» χρησιμοποιώντας τεχνικές 3d animation.

Κριτήριο 6: Δράσεις των POI (Στήλη 9)

Σε αυτό το σημείο θα εξετάσουμε τις δράσεις που μπορεί να έχει ένα σημείο ενδιαφέροντος όσο ν'αφορά το γραφικό περιβάλλον διεπαφής με τον χρήστη. Όταν

ένας χρήστης αναζητά κάποιο σημείο ενδιαφέροντος αυτό μπορεί να του παρουσιαστεί με διαφορεές μορφές. Πατώντας πάνω στο συγκεκριμένο σημείο του εμφανίζονται κάποιες επιλογές ως προς την πλοήγηση του προς τα εκεί η κάποια ιστορικά δεδομένα.

Πληροφορίες: Η ικανότητα να συνδέεται με μια ιστοσελίδα με περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο.

Audio: την ικανότητα να παίζει ένα κλιπ ήχου.

Βίντεο: Η ικανότητα να παίζει ένα βίντεο κλιπ.

Μουσική: Η ικανότητα να παίζουν μουσικά κομμάτια στο πρόγραμμα αναπαραγωγής της συσκευής.

Χάρτης [με πλοήγηση στο σημείο]: Το σημείο ενδιαφέροντος εμφανίζεται ως καρφίτσα στο χάρτη με την επιλογή να δείξει διαδρομή στον χρήστη από την τρέχουσα τοποθεσία που βρίσκεται.

Αναζήτηση [καταστημάτων]: Η ικανότητα το περιηγητή να βρει τα αποτελέσματα αναζήτησης που ενδιαφέρουν τον χρήστη η να τον βοηθήσει να βρει τα ψώνια που επιθυμεί.

Κλήση: Να μπορεί να κάνει τηλεφωνική κλήση προς τον αριθμό που υπάρχει στο σημείο ενδιαφέροντος

Email: Να μπορεί να γράψει μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που έχουν δηλωθεί ως σημεία ενδιαφέροντος.

SMS: Να μπορεί να γράψει μήνυμα κειμένου στον αριθμό κινητού τηλεφώνου που έχουν δηλωθεί ως σημεία ενδιαφέροντος.

Κοινωνικές δράσεις: Να μπορεί να δει διάφορες κοινωνικές δράσεις του κοινωνικού δικτύου που ανήκει όπως η παρατήρηση του προφίλ.

Εκδηλώσεις: Να επιτρέπει στο χρήστη να ορίσει τις δικές τους εκδηλώσεις όταν έχουν δηλωθεί ως σημεία ενδιαφέροντος.

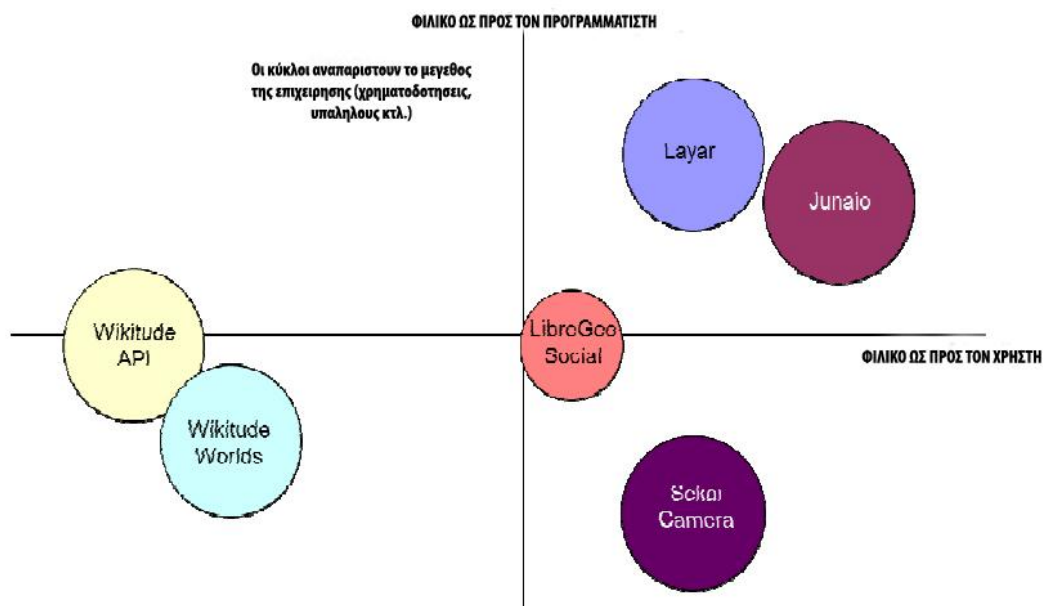
Κριτήριο 7: (στήλη 10)

Τα περισσότερα από τα προγράμματα περιήγησης που εξετάσαμε απαιτούν συνεχή σύνδεση με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας για την ορθή τους λειτουργία. Ωστόσο υπάρχει και η επιλογή να πλοηγηθεί ένας χρήστης χωρίς την υποστήριξη του διαδικτύου

- Online: Η εφαρμογή απαιτεί σύνδεση δικτύου και ανά πάσα στιγμή μπορεί να λειτουργήσει σωστά.

- Offline :Η εφαρμογή μπορεί να λειτουργήσει και χωρίς την υποστήριξη δικτύου.Ωστόσο τα δεδομένα είναι ενημερωμένα προϋποθέτουν τη λήψη μια νέα έκδοση της εφαρμογής ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
- Cachable [cacheable layer]: Τα κανάλια ή layers μπορούν να αποθηκεύονται προσωρινά, σε απευθείας σύνδεση με το διαδίκτυο.

Με βάση τον προηγούμενο πίνακα είναι δυνατό να δούμε τα κριτήρια επιλογής ενός AR browser τόσο σαν προγραμματιστές όσο και σαν χρήστες . Η βασική ιδεολογία που λάβαμε ως κατηγοριοποίηση είναι ότι ένας χρήστης θέλει να αλληλεπιδρά με πρωτότυπα πράγματα και ένας προγραμματιστής θέλει να έχει όσο το δυνατόν περισσότερο έλεγχο στην δημιουργία του προγράμματος. Για να γίνει πιο κατανοητή η επιλογή ενός browser προσθέσαμε δύο ακόμα επιλογές. Η μια είναι η ποιότητα κατασκευής του browser και η άλλη είναι η παροχή εργαλείων στους προγραμματιστές. Στο παρακάτω διάγραμμα, το μέγεθος των κύκλων σχεδιάστηκε με βάση τη δύναμη που παρουσιάζει κάθε επιχείρηση στην αγορά , τις συνεργασίες με άλλες επιχειρήσεις όπως και ενδοεπιχειρησιακές λεπτομέρειες όπως τα χρόνια που έχει σε λειτουργία, τον αριθμό υπαλλήλων που δραστηριοποιούνται και τις επενδύσεις που δέχεται.



Εικόνα 26 - Διάγραμμα συμπεριφοράς AR Browsers

3.7.3 Συμπεράσματα Αξιολόγησης AR Browsers

Μετά το πέρας της αξιολόγησης των περιηγητών επαυξημένης πραγματικότητας, το συμπέρασμα που εξήχθη είναι ότι είναι αδύνατο να δημιουργηθεί κατάταξη

βέλτιστου, γιατί κάθε ένας αναφέρεται σε διαφορετικό κοινό, που θέλει να υλοποιήσει διαφορετικού είδους εφαρμογές.

4. Σχεδίαση μιας εφαρμογής κινητής επαυξημένης πραγματικότητας

Πριν προχωρήσουμε σε βασικές λεπτομέρειες σχεδίασης της εφαρμογής, επιβάλλεται να αναφερθούμε στα ουσιώδη συστατικά μιας εφαρμογής στο ευρύτερο υπολογιστικό περιβάλλον. Στο πρώτο μέρος της ενότητας αναφέρονται οι θεωρητικές και γενικότερες προσεγγίσεις σχεδιασμού μιας εφαρμογής κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, όπως και οδηγοί σχεδιασμού που εστιάζουν σε χαρακτηριστικά τεχνολογίας. Το δεύτερο μέρος της ενότητας περιέχει τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, σε ένα υβριδικό μοντέλο παρουσίασης ανάπτυξης των βημάτων συγκεκριμένα για το «Πάμε Πανεπιστήμιο», όπως επίσης και την τελική υλοποίηση της εφαρμογής.

Μέρος Α'

4.1 Διεπαφές εφαρμογών

4.1.1 Ορισμός της διεπαφής

Με την ευρεία έννοια, διεπαφή θεωρείται οτιδήποτε περικλείει όλες τις πτυχές του σχεδιασμού συστημάτων που επηρεάζουν τη χρήση του (Smith, 1982). Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα των υπολογιστικών συστημάτων, ως διεπαφή ορίζεται το οπτικό τμήμα μιας εφαρμογής ή ενός λειτουργικού συστήματος μέσω του οποίου ένας χρήστης αλληλεπιδρά με έναν υπολογιστή ή με το λογισμικό. Προσδιορίζει τον τρόπο με τον οποίο δίνονται οι εντολές και το πώς η πληροφορία εμφανίζεται στη συσκευή εξόδου. Οι εντολές αποτελούν ένα παράγοντα μεγάλης βαρύτητας για μια εφαρμογή, καθώς είναι το μέσο της επικοινωνίας του ανθρώπου με τον υπολογιστή και της αξιοποίησης των δυνατοτήτων της. Ένα βασικό δομικό μοντέλο σχεδιασμού διεπαφών είναι το «Μοντέλο Αναφοράς Διεπαφών Χρήστη IFIP» (Dzida, Das IFIP-Modell fur Benutzerschnittstellen, 1983). Το μοντέλο προτείνει τέσσερις διαστάσεις δομής της διεπαφής χρήστη: τη διάσταση εισροών/εκροών (input/output - τρόπος με τον οποίο ο χρήστης μεταδίδει στο σύστημα τις εντολές που επιθυμεί/ο τρόπος με τον οποίον το υπολογιστικό σύστημα μεταδίδει και παρουσιάζει τα επεξεργασμένα αποτελέσματα των εντολών που του έχουν εισαχθεί), τη διάσταση των πλαισίων διαλόγου (η αίσθηση ευχρηστίας μέσω της επικοινωνίας με το χρήστη), την τεχνική ή

λειτουργική διάσταση (πρόσβαση σε εργαλεία και υπηρεσίες) και την οργανωσιακή διάσταση (υποστήριξη επικοινωνίας και συνεργατικότητας εφαρμογής-χρήστη). Το μοντέλο επηρέασε σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη του διεθνούς προτύπου ISO 9241, που περιγράφει τις απαιτήσεις σχεδιασμού διεπαφών όσον αφορά τη χρηστικότητα – ευχρηστία (usability) (Dzida, International User-Interface Standardization, 1996).

4.1.1.1 Περί ευχρηστίας

Στην παρούσα ενότητα, θα οριοθετηθεί η έννοια της ευχρηστίας. Γενικότερα, ως ευχρηστία αναφέρεται ο βαθμός μάθησης και χρήσης ενός ηλεκτρονικού προϊόντος από τους τελικούς χρήστες, σε κλίμακα επίτευξης των στόχων τους και ικανοποίησής τους με την όλη διαδικασία. Η ευχρηστία είναι μονάδα μέτρησης της ποιότητας της εμπειρίας του χρήστη όταν αυτός αλληλεπιδρά με ένα σύστημα, είτε αυτό είναι ιστοσελίδα, εφαρμογή, κινητή τεχνολογία κ.λπ. Είναι σημαντικό να αντιληφθεί κανείς ότι η ευχρηστία δεν είναι μονοδιάστατη ιδιότητα των διεπαφών χρήστη, αλλά ένας συνδυασμός των παρακάτω παραγόντων:

- **Ευκολία εκμάθησης:** Η ταχύτητα με την οποία ένας χρήστης που δεν έχει αλληλεπιδράσει στο παρελθόν με μία εφαρμογή μαθαίνει τη χρήση της ικανοποιητικά έτσι ώστε να διεκπεραιώσει τις βασικές εργασίες.
- **Αποτελεσματικότητα χρήσης:** Η ταχύτητα με την οποία ένας έμπειρος πλέον χρήστης του συστήματος διεκπεραιώνει εργασίες.
- **Ικανότητα απομνημόνευσης:** Το αν είναι δυνατό ένας χρήστης να θυμηθεί τη λειτουργία της εφαρμογής όταν τη χρησιμοποιήσει για δεύτερη φορά.
- **Συχνότητα και σοβαρότητα λαθών:** Η συχνότητα λαθών των χρηστών κατά τη χρήση του συστήματος, η σοβαρότητά τους και το πως οι χρήστες ανακάμπτουν μετά τα λάθη αυτά.
- **Υποκειμενική ικανοποίηση:** Το πόσο άρεσε στον κάθε χρήστη η χρήση του συστήματος/εφαρμογής.

Οι προαναφερθείσες συνιστώσες πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό και τον πρώτο έλεγχο χρήσης της εφαρμογής. Τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν από αυτή τη διαδικασία θα αποτελέσουν τον άξονα προσανατολισμού για τον τελικό σχεδιασμό της εφαρμογής.

4.1.2 Αρχές διεπαφών

Διεπαφή, διεπιφάνεια ή διασύνδεση (interface) ονομάζουμε το σύνορο μιας επικοινωνίας μιας οντότητας με το περιβάλλον της. Το είδος διεπαφής που μας ενδιαφέρει στην συγκεκριμένες εφαρμογές είναι μεταξύ υπολογιστή και χρήστη και ονομάζεται “User Interface”. Πέρα από τα βασικά μέσα διεπαφής που είναι το πληκτρολόγιο (Keyboard), το ποντίκι (mouse) και άλλα μέσα απτικής διεπαφής

(οθόνες αφής, γραφίδες κ.τ.λ.) ιδιαίτερα σημαντικά για την πλοήγηση, την ενεργοποίηση και την διάδραση με τις διάφορες πολυμεσικές εφαρμογές είναι διάφορα εικονίδια που αντικαθιστούν τις εντολές που ο χρήστης έχει στη διάθεσή του. Αυτό το περιβάλλον διεπαφής ονομάζεται GUI (Graphical User Interface) και είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο σε ηλεκτρονικές συσκευές όπως υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα, κάμερες κ.τ.λ.

Υπάρχουν κάποιες αρχές που διέπουν την ευχρηστία των διεπαφών τύπου “κουμπιών” (buttons) που κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται τόσο στα περιβάλλοντα εικονικής περιήγησης, όσο και στις πολυμεσικές εφαρμογές. Οι αρχές αυτές επηρεάζουν πολύ την εμπειρία του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον σε συνάρτηση με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος αυτού και των πολυμεσικών εφαρμογών που φιλοξενεί.

- Αισθητική αρτιότητα και ενότητα στο ύφος.
- Χρόνος απόκρισης.
- Σχέση εικονιδίου με το περιεχόμενο / λειτουργία που ενεργοποιεί.
- Οικονομία και απλότητα ώστε να μην μπερδεύεται με περιττές πληροφορίες ο χρήστης
- Ισορροπία στην οθόνη
- Ομαδοποίηση γραφικών διεπαφών ανάλογα με τη λειτουργία τους.
- Ελαχιστοποίηση εξόδου του χρήστη από το εικονικό περιβάλλον για αναζήτηση βοήθειας σχετικά με τις διεπαφές.

4.1.3 Αρχές διεπαφών στην κινητή επαυξημένη πραγματικότητα

Οι αρχές σχεδιασμού των διεπαφών στον τομέα της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας ακολουθούν τις νόρμες των παραδοσιακών διεπαφών, αλλά έχουν εμπλουτιστεί με στοιχεία που αφορούν τη φύση και τις ιδιότητες των αντίστοιχων συστημάτων. Οι Billinghamurst, Grasset και Looser θέτουν το πλαίσιο της αποτελεσματικότητας κανόνων που αφορούν το σχεδιασμό εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας σε κινητές συσκευές (Billinghamurst, Grasset, & Looser, Designing Augmented Reality Interfaces, 2005). Οι κανόνες αυτοί περιλαμβάνουν:

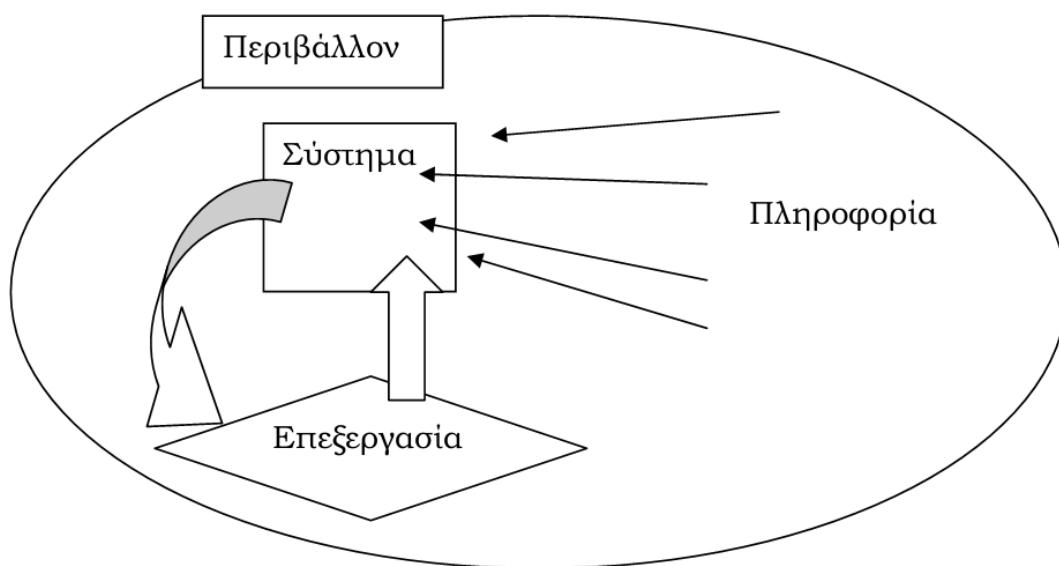
- Τη χρήση φυσικών δομών ελέγχου για τη διαχείριση εικονικού περιεχομένου.
- Την υποστήριξη τρισδιάστατων χωρικών τεχνικών.
- Την υποστήριξη για ταυτόχρονη αλληλεπίδραση πολυπλεξίας χρόνου και χώρου.
- Την υποστήριξη για αλληλεπίδραση με πολλαπλούς χειριστές συμβάντων.
- Το ταίριασμα των αντικειμένων της διεπαφής με τις απαιτήσεις κάθε εργασίας.
- Την υποστήριξη παράλληλων δραστηριοτήτων όπου υπάρχει διαχείριση πολλών αντικειμένων.

- Τη συνεργασία μεταξύ πολλών συμμετεχόντων.

Μία από τις πιο σημαντικές έννοιες που διαφοροποιεί αρκετά το σχεδιασμό των κινητών εφαρμογών είναι το περιβάλλον/πλαίσιο/context. Η ικανότητα των τρεχόντων φορητών συσκευών να έχουν συναίσθηση της τοποθεσίας τους και αυξημένη ικανότητα πρόσβασης σε δικτυακούς πόρους επιβάλλει τη μελέτη της έννοιας αυτής (Rodden, Chervest, Nigel, & Dix, 1998).

Η πληροφορία επηρεάζει το πλαίσιο είναι αχανής και εκτείνεται από χωρικές και χρονικές παραμέτρους ως και παράγοντες που δεν είναι πάντα τόσο προφανείς αλλά μπορεί να αποδειχθούν κρίσιμοι. Αν ένα σύστημα μπορέσει να φτάσει στο σημείο να προσαρμόζεται κάθε φορά στο περιβάλλον του κι ακόμη στους ίδιους του τους χρήστες με αξιοπιστία και προνοητικότητα, τότε θα μπορούμε να μιλάμε για ένα πραγματικά εύχρηστο, χρήσιμο, κατά το δυνατόν διαθέσιμο και ανθρωποκεντρικό προϊόν τεχνολογίας.

Μέγιστη σημασία, λοιπόν, δίνεται στην έννοια της «επίγνωσης του πλαισίου» (context awareness). Η επίγνωση πλαισίου θα μπορούσε να οριστεί ως: «το μοντέλο εκείνο στο οποίο μια εφαρμογή θα μπορεί να ανακαλύπτει και να εκμεταλλεύεται την περιρρέουσα πληροφορία (όπως για παράδειγμα την τοποθεσία του χρήστη, την ώρα της ημέρας, τις τριγύρω συσκευές, τη δραστηριότητα του χρήστη κ.α.)». Ένας τέτοιος ορισμός στέκεται πολύ απλά σε δύο κομβικά σημεία. Την ανακάλυψη της πληροφορίας και την κατάλληλη εκμετάλλευσή της προς όφελος του χρήστη αλλά και του ίδιου του συστήματος. Στα πλαίσια της «ανακάλυψης» της πληροφορίας εντάσσεται η σωστή εξαγωγή της από το περιβάλλον και η όσο το δυνατόν πιο έξυπνη επεξεργασία της για την παραγωγή συμπερασμάτων για το μέλλον.



Εικόνα 27 - Επίγνωση του πλαισίου

Για τον περισσότερο κόσμο η εμπειρία του με τη δυνατότητα υπολογισμών (computation) έχει λάβει χώρα κυρίως μέσω των προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών (H/Y) και, τελευταία, μέσω συσκευών, όπως, για παράδειγμα, τα κινητά τηλέφωνα. Η υπολογιστική, όμως, ικανότητα ενσωματώνεται γοργά σε μια μεγάλη ποικιλία συσκευών και μηχανημάτων. Ειδικοί υπολογιστές χειρός, κινητά τηλέφωνα 3ης γενιάς, αυτοκίνητα με ηλεκτρονικούς εγκεφάλους, συσκευές εντοπισμού τοποθεσίας είναι μόνο μερικά από τα παραδείγματα που μπορεί να αναφέρει κανείς. Όλα αυτά δε θα μπορούσαν να γίνουν εφικτά χωρίς τη χρήση της ασύρματης τεχνολογίας που διασυνδέει τις φυσικές συσκευές με τον ηλεκτρονικό κόσμο. Η διάκριση ανάμεσα στην υπολογιστική και την επικοινωνιακή ικανότητα καθίσταται δυσδιάκριτη και διαπερνά σιγά σιγά κάθε δραστηριότητά μας, προσωπική, επαγγελματική και κοινωνική. (bougiouris)

Το πλαίσιο στις κινητές συσκευές

Η τεχνολογία των κινητών συσκευών με υπολογιστική ικανότητα έχει δώσει ιδιαίτερη ώθηση στη χρήση των υπολογιστών σε ποικίλα και συνεχώς μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. Οι κινητές συσκευές μπορούν να αυξήσουν τις ικανότητές τους αν τους δοθεί η δυνατότητα να λαμβάνουν υπόψη τους το πλαίσιο στο οποίο βρίσκονται και αλληλεπιδρούν. Για να μπορέσουν να προσλάβουν πληροφορία από το πλαίσιο στο οποίο βρίσκονται (περιβάλλον, περιρρέουσα κατάσταση) έχουν την ανάγκη να εξοπλιστούν με ειδικούς αισθητήρες που θα τους επιτρέψουν να έχουν πρόσβαση στην πληροφορία αυτή. Πρόκειται για εξειδικευμένα εξαρτήματα, τα οποία δεν έχουν σαν πρώτιστο στόχο την υπολογιστική ικανότητα αλλά την πρόσληψη των παραμέτρων του περιβάλλοντος στο μοντέλο του υπολογισμού.

Το «πλαίσιο» είναι ουσιαστικά ό,τι μας περιβάλλει και ο όρος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως σε σχέση με το φυσικό κόσμο που περιβάλλει μια κινητή συσκευή. Στο τελευταίο γίνεται αναφορά ειδικά σαν «φυσικό πλαίσιο» για να διαχωρίζεται από άλλα είδη πλαισίου όπως οι συνθήκες, τα άλλα συστήματα με τα οποία αλληλεπιδρά, το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο κλπ. Ένα ποσοστό ασάφειας υπεισέρχεται όταν ο όρος (πλαίσιο) χρησιμοποιείται σε διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης. Συγκεκριμένα, μπορεί να αναφέρεται:

- Στην πραγματική κατάσταση του κόσμου γύρω που περιβάλλει μια συσκευή/σύστημα.
- Σε μια οπτική γωνία από την οποία αντιλαμβανόμαστε - ή μετράμε - μια κατάσταση.
- Σε ένα συγκεκριμένο στιγμιότυπο κάποιας παραμέτρου, όπως μια τοποθεσία.

Η έννοια της «κατάστασης» για τον μελετητή του πλαισίου είναι αυτό που του παρέχεται από τον φυσικό κόσμο, ενώ «πλαίσιο» είναι αυτό που μπορούμε να εξάγουμε με τους κατάλληλους αισθητήρες και την απαραίτητη επεξεργασία από την «κατάσταση».

Η ανάγκη για εκμετάλλευση της πληροφορίας πλαισίου στις κινητές συσκευές αποκτά ολοένα και αυξανόμενο ενδιαφέρον από διάφορα ερευνητικά πεδία, όπως κινητής επεξεργασία (mobile computing), φορητή υπολογιστική ικανότητα (wearable computing), επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality), πανταχού-παρόντα συστήματα (ubiquitous computing) και επικοινωνία ανθρώπου μηχανής. Μια πρόκληση για κινητοποίηση γύρω από αυτό τον τομέα είναι ότι η επίγνωση πλαισίου μπορεί να εξυπηρετήσει ώστε να γίνει πιο ομαλή η αφαίρεση που απαιτείται έτσι κι αλλιώς για να έχει ένα σύστημα πρόσβαση σε ετερογενή περιβάλλοντα και συνθήκες. (bougiouris)

4.2 Γενικές Σχεδιαστικές οδηγίες Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

Παρά την διαρκώς αυξανόμενη υπολογιστική ισχύ, και την ανάπτυξη όλο και πιο προηγμένων εφαρμογών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, η διάσταση της ευχρηστίας χρηστών είναι συχνά ελάχιστα προσεγμένη και σχετικά σπάνια γίνονται αξιολογήσεις με την συμμετοχή χρηστών. Στις ερευνητικές εφαρμογές, γίνεται κυρίως η προσπάθεια της επίτευξης μεγαλύτερης απόδοσης των υπολογιστικών πόρων, ενώ οι εφαρμογές αυτές παραμένουν μεταξύ των ερευνητών και δεν αναπτύσσονται συνήθως ως προς την ευχρηστία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα πολλές εφαρμογές που βασίζονται σε εικονικά περιβάλλοντα να δίνουν μια θετική εικόνα σε πρώτη ματιά, αλλά στην πραγματικότητα να είναι δύσκολες στην χρήση και συνεπώς μη παραγωγικές για τους χρήστες.

Τα τελευταία χρόνια, έχει αρχίσει να παρουσιάζεται ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την τεχνολογία ευχρηστίας και την ανθρωποκεντρική σχεδίαση ως πτυχές της σχεδίασης και της αξιολόγησης εικονικών περιβαλλόντων. Οι ερευνητές του χώρου αρχίζουν να δίνουν περισσότερη έμφαση στις παραδοσιακές αρχές διάδρασης ανθρώπου υπολογιστή και αρχίζουν να εφαρμόζουν και να επεκτείνουν τις μεθόδους αυτές. Μια πολύ συχνή πρακτική είναι ο καθορισμός ορισμένων οδηγιών σχεδίασης από τους διεθνείς οργανισμούς ISO, οι οποίοι μπορούν στην συνέχεια να χρησιμοποιηθούν από σχεδιαστές για την ανάπτυξη προϊόντων. Ωστόσο, λόγω τις πολύ πρόσφατης ανάπτυξης της συγκεκριμένης τεχνολογίας, δεν έχουν καθιερωθεί ακόμη τέτοιες γενικές οδηγίες ευχρηστίας στον χώρο των εικονικών περιβαλλόντων. Σε τέτοιες περιπτώσεις οι σχεδιαστές συχνά χρησιμοποιούν οδηγίες σχεδίασης που έχουν προκύψει από διαφορές έρευνες, δικές τους και άλλων, οι οποίες όμως έχουν βρεθεί με έγκυρους και καθιερωμένους τρόπους αξιολόγησης. Για την παρούσα εργασία, συλλέχθηκαν οι οδηγίες σχεδίασης κατά Gabbard και θα

χρησιμοποιήθουν ως ένα πλαίσιο αναφοράς σε όλη τη διάρκεια της σχεδίασης. (web2)

4.2.1 Σχεδιαστικές Οδηγίες Κατά Gabbard

4.2.1.1 Guidelines για χρήστες εικονικών περιβαλλόντων

- Πρέπει να δίνεται σημασία στην εμπειρία του χρήστη (πχ να υποστηρίζονται και οι αρχάριοι και οι προηγμένοι χρήστες), στις φυσικές δυνατότητες του χρήστη (πχ τυχόν αναπηρίες), και στις τεχνικές τους ικανότητες του χρήστη (προσανατολισμός, οπτική αντίληψη χώρου και μνήμη χώρου). Επίσης πρέπει να υποστηρίζονται χρήστες με διαφορετική γνώση του τομέα. (Egan) , (Darken), (Stanney), (Stoakley)
- Σε περίπτωση που σχεδιάζεται ένα συνεργατικό περιβάλλον, πρέπει να υποστηρίζεται η κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ χρηστών (πχ επικοινωνία ομάδας, μη επίσημη επικοινωνία) και συνεργατική εκτέλεση δράσεων. (Benford) (Malone) (Waters)
- Πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τοποθεσίες των χρηστών
- Για περιβάλλοντα Επαυξημένης Πραγματικότητας τα οποία χρησιμεύουν για ερευνητικούς σκοπούς, οι μέθοδοι βαθμονόμησης (calibration) πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά του κάθε χρήστη. (Summers)
- Για περιβάλλοντα Επαυξημένης Πραγματικότητας τα οποία χρησιμεύουν για ερευνητικούς σκοπούς, οι μέθοδοι βαθμονόμησης (calibration) δεν πρέπει να περιέχουν ενδείξεις που δεν σχετίζονται με την κατάσταση και οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από έναν χρήστη κατά λάθος. (Summers)
- Πρέπει να παρέχεται πρόσβαση σε πληροφορίες για άλλους συμμετέχοντες χρήστες, ακόμη όταν δεν είναι ορατοί ή βρίσκονται σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία. (Feiner S.)
- Σε κοινωνικά / συνεργατικά περιβάλλοντα, πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα απευθείας επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών με την παρουσίαση οπτικής πληροφορίας μέσα στο οπτικό πεδίο του χρήστη, ώστε αυτός να μην χρειάζεται να στρέψει αλλού το βλέμμα του. Ωστόσο τεχνικές επικοινωνίας που να απαιτούν μεγάλο μερίδιο προσοχής του χρήστη πρέπει να αποφεύγονται. (Feiner S.)

4.2.1.2 Guidelines για τις δραστηριότητες χρηστών εικονικών περιβαλλόντων

- Πρέπει να σχεδιάζονται μηχανισμοί και μέθοδοι αλληλεπίδρασης που να υποστηρίζουν την απόδοση του χρήστη σε διαδοχικές και σειριακές δραστηριότητες. Πρέπει να υποστηρίζεται η ταυτόχρονη εκτέλεση δραστηριοτήτων και η καταμερισμός υπολογιστικής επεξεργασίας για πολλαπλούς χρήστες.
- Είναι σωστό να παρέχεται μια κατανοητή δομή βοηθητικού λογισμικού, που να εμπεριέχει την δυνατότητα για αναίρεση επιλογών και την δυνατότητα επιστροφής σε περιπτώσεις που η πληροφορία περιήγησης παρουσιάζει κενά.

4.2.1.3 Guidelines για την περιήγηση και την πλοήγηση

- Να υποστηρίζονται τα κατάλληλα είδη περιήγησης χρηστών (όπως την αρχή της εξερεύνησης, την αναζήτηση προτεραιότητας). (Darken) , (Lynch)
- Όταν εφαρμόζεται επαυξημένη πραγματικότητα σε ένα τοπίο, είναι σωστό να λαμβάνονται υπόψη αρχές οργάνωσης. Πολλές φορές είναι κατάλληλο να τοποθετούνται ετικέτες σημείων, ενδείξεις τόπων και μια πυξίδα. (Bennett) (Darken),
- Πρέπει να δίνεται σημασία σε πληροφορία που θα βοηθάει τον χρήστη να απαντάει τις ερωτήσεις: που είμαι τώρα? Ποια είναι η κατεύθυνση μου? Που θέλω να πάω? Πως φτάνω στο σημείο αυτό? (Wickens)

Guidelines: επιλογή αντικειμένων

- Η αλληλεπίδραση πρέπει να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο εστιασμένη στους όγκους των αντικειμένων. (Brooks) (Davies) (Slater)
- Πρέπει να γίνεται χρήση όσο το δυνατόν υψηλότερου χρόνου ανανέωσης των πλάνων (frame rate) και χαμηλότερης καθυστέρησης για να βοηθούνται οι χρήστες στην εύρεση αντικειμένων στον τρισδιάστατο χώρο. (Ware) (Richard)
- Τα γραφικά και το κείμενο πρέπει να απεικονίζονται σε σωστή τοποθεσία και διεύθυνση. (Wickens)

4.2.1.4 Guidelines: μεταχείριση αντικειμένων

- Προτείνεται η αλληλεπίδραση με την χρήση και των δύο χεριών (ειδικά για δραστηριότητες που βασίζονται στην μεταχείριση αντικειμένων). Οι διαδικασίες που απαιτούν την πιο λεπτομερή μεταχείριση πρέπει να ανατίθενται στο

κυρίαρχο χέρι, ενώ οι πιο βασικές κινήσεις/ μεταχειρίσεις στο δευτερεύον. (Guiard) (Harmon) (Hinckley)

Το εικονικό μοντέλο

Μέσα από τα εικονικά περιβάλλοντα, και ιδίως τα περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας, οι χρήστες βασίζονται σε πληροφορία που τους παρουσιάζεται από το πληροφοριακό σύστημα, αλλά και από το περιβάλλον, ενώ για την αντιμετώπιση διεργασιών κάνουν χρήση και εσωτερικής τους πληροφορίας, όπως την εμπειρία τους στον τομέα. Με βάση αυτών των στοιχείων ο χρήστης δημιουργεί το γνωστικό του μοντέλο του περιβάλλοντος αυτού.

4.2.1.5 Guidelines: Παρουσίαση πληροφορίας

- Ο χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να δημιουργεί, να παρουσιάζει και να τροποποιεί την προσωπική του πληροφορία, αλλά και αυτήν της πιο ευρείας ομάδας. (Szalavari)
- Σε κοινωνικά περιβάλλοντα, τα οποία βασίζονται στην εικονική πραγματικότητα, πρέπει η κοινή πληροφορία να είναι το ίδιο προσβάσιμη για όλους. (Szalavari)

4.2.1.6 Guidelines: Ο εικονικός περίγυρος

- Οι εικονικές ενδείξεις πρέπει να γίνονται άμεσα αντιληπτές από τον χρήστη. Αυτό πρέπει να επιτυγχάνεται με τον σωστό τρόπο σύνθεσης της εικονικής πληροφορίας πάνω από την πραγματική πληροφορία του περιγύρου (occlusion)
- Όταν είναι δυνατόν, η σύνθεση εικονικής και πραγματικής πληροφορίας πρέπει να προσαρμόζεται δυναμικά και σε πραγματικό χρόνο. (Wloka and Anderson)
- Κατά την παρουσίαση δισδιάστατης πληροφορίας, πρέπει να γίνεται χρήση κείμενου και γραφικών που να υποστηρίζονται από τα υπάρχοντα λειτουργικά συστήματα. (Feiner S. M.)
- Σε συνεργατικά συστήματα πρέπει να υποστηρίζουν προσωπικές ρυθμίσεις χρηστών (όπου συμπεριλαμβάνονται πράγματα όπως σχήματα αναγνώρισης (targets), εικονίδια και ενδείξεις). Αυτά μπορούν να είναι κοινά ή και να κρατούνται απόρρητά από άλλους χρήστες. (Fuhrmann)

- Σε συνεργατικά συστήματα, ο συνωστισμός πληροφορίας μπορεί να από αποφευχθεί αν οι χρήστες έχουν τον έλεγχο του είδους και του όγκου της εικονικής πληροφορίας που παρουσιάζεται. (Fuhrmann)

4.2.1.7 Guidelines: Το σύστημα εικονικού περιβάλλοντος και η πληροφορία εφαρμογής

- Ενδείκνυται η μέθοδος σταδιακής αποκάλυψης για διεπαφές, οι οποίες είναι πλούσιες σε πληροφορία. Πρέπει να δοθεί σημασία στην εικονική, ακουστική και απτική πληροφορία παρουσίασης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την απομάκρυνση άχρηστης πληροφορίας, την μείωση της ολικής και τοπικής συγκέντρωσης πληροφορίας, την ομαδοποίηση στοιχείων και την έμφαση σε πληροφορία που χρησιμεύει σε δραστηριότητες τους χρήστη. Η διεπιφάνεια πρέπει να διατηρεί μια συνοχή σε όλες τις εφαρμογές. (Hix)
- Η γλώσσα και οι ενδείξεις των εντολών πρέπει να μεταδίδουν ένα ξεκάθαρο νόημα. Τα μηνύματα του συστήματος πρέπει να είναι διατυπωμένα ξεκάθαρα ώστε να ενθαρρύνουν τον χρήστη να ασχολείται με αυτό (Αυτό που πρέπει να αποφευχθεί είναι η αποξένωση του χρήστη από το σύστημα). (Hix)
- Ενδείκνυται η χρήση ενός πλαισίου πλοήγησης και/ή ενός χάρτη πλοήγησης για συστήματα με μεγάλα περιβάλλοντα. Κατά την προσθήκη ενός χάρτη, πρέπει να τηρούνται οι κανόνες σχεδίασης χαρτών. (Darken)
- Η πληροφορία του κάθε τομέα πρέπει να παρουσιάζεται με ξεκάθαρο και διακριτικό τρόπο ώστε να ενώνεται στενά με το περιβάλλον, και αντίστροφα το περιβάλλον με την πληροφορία. Ενδείκνυται η μοναδική και δυναμική παρουσίαση της πληροφορίας που σχετίζεται με την εφαρμογή, που να παρέχει κατανόηση που δεν είναι δυνατή με άλλα μέσα παρουσίασης. (Bowman)

Μηχανισμοί εισαγωγής πληροφορίας των χρηστών εικονικών περιβαλλόντων.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και υπολογιστικού συστήματος είναι απαραίτητη προϋπόθεση κατά την προσέγγιση πληροφοριακών συστημάτων. Σε οποιοδήποτε πληροφοριακό σύστημα που σχεδιάζεται που πρέπει να αλληλεπιδράει με χρήστες, είναι απαραίτητη προϋπόθεση η υποστήριξη ενός διαλόγου μεταξύ των χρηστών και του υπολογιστή. Αυτός ο διάλογος συχνά δεν έχει την μορφή προφορικού λόγου για την μετάδοση πληροφορίας. Αντί για αυτό ο διάλογος αυτός αποτελείται από την εισαγωγή πληροφορίας μέσω των συσκευών εισαγωγής από την πλευρά του χρήστη, και τις τονισμένες, κινούμενες ενδείξεις από την πλευρά του υπολογιστή. (Card) Όπως και στην περίπτωση κάθε είδους διαλόγου, η σύνταξη και το περιεχόμενο της έκφρασης είναι σημαντικά για την από κοινού κατανόηση. Η έρευνα των συσκευών εισόδου των εικονικών περιβαλλόντων, τα

χαρακτηριστικά τους, και η χρήση τους μπορεί να προσφέρει πιο ξεκάθαρη κατανόηση του διαλόγου μεταξύ χρηστών και των ΕΠ.

4.2.1.8 Guidelines: Ο εντοπισμός της θέσης και του προσανατολισμού του χρήστη

- Πρέπει να γίνει καθορισμός για το εύρος των γωνιών ελευθερίας για τις συγκεκριμένες συνθήκες της εφαρμογής. Οι περιττοί βαθμοί ελευθερίας μπορούν να αποφευχθούν με τον ορισμό αυτών των διαστάσεων, που οι χρήστες θα αντιλαμβάνονταν ως σχετικές για τις δραστηριότητες που αντιμετωπίζουν. Η χρήση πολλαπλών βαθμών ελευθερίας ενδείκνυται μόνο για τον εντοπισμό θέσης σε περιπτώσεις που δεν απαιτείται μεγάλη ευκρίνεια. (Jacobs & Marco C. Jacobs)
- Κατά την χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας ανίχνευσης (tracking technology) για την εφαρμογή, θα πρέπει να αναλογιστεί κανείς τον όγκο εργασίας, το επιθυμητό εύρος κίνησης, την ακρίβεια που απαιτείται, και την δυνατότητα επικάλυψης του στοιχείου αναγνώρισης (tracker). (Azuma R.)
- Οι απαιτήσεις βαθμονόμησης ενός συστήματος προσδιορισμού χώρου θα πρέπει να περιέχουν
 1. Μεθόδους βαθμονόμησης που είναι στατιστικά έγκυρες
 2. Μια ποικιλία τρόπων βαθμονόμησης για διαφορετικές καταστάσεις
 3. Εξοπλισμό μετρήσεων που είναι επαρκώς ακριβής. (Hollerbach) (Summers)
- Για συστήματα εικονικής πραγματικότητας που προορίζονται για ερευνητικούς σκοπούς οι μέθοδοι βαθμονόμησης θα πρέπει να είναι ξεχωριστές, δηλαδή τα ξεχωριστά κομμάτια της συνολικής βαθμονόμησης δεν πρέπει να εξαρτώνται το ένα από το άλλο. (Summers)
- Η καθυστέρηση που προκαλείται από την επεξεργασία που λαμβάνει χώρα μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του υπολογιστικού συστήματος είναι η πηγή προβληματικής λήψης πληροφορίας και πρέπει να μειώνεται όσο το δυνατόν περισσότερο. (Jacobs & Marco C. Jacobs)
- Οι συσκευές πρέπει να είναι προσαρμοσμένες μεταξύ τους χωρικά αλλά και χρονικά (η ταχύτητα επικοινωνίας μεταξύ τους πρέπει να είναι η βέλτιστη δυνατή). (Jacobs & Marco C. Jacobs)
- Οι βαθμοί ελευθερίας (της συσκευής και των τεχνικών αλληλεπίδρασης) πρέπει να είναι προσαρμοσμένοι στην φύση της συσκευής. Για παράδειγμα, η επιλογή μέσω μενού (menu selection) είναι μια δραστηριότητα δύο διαστάσεων και συνεπώς δεν απαιτεί την χρήση μιας συσκευής ή τεχνικής αλληλεπίδρασης με περισσότερους από δύο βαθμούς ελευθερίας.
- Κατά την χρήση πληροφορίας από μια συσκευή εισόδου κεφαλής, ενδείκνυται η χρήση του φίλτρου Kalman για την εξομάλυνση της κίνησης και την μείωση καθυστέρησης. (Feiner S. M.)

- Οι αισθητήρες πρέπει να παρέχουν ακρίβεια της τάξης μερικών χιλιοστών στον εντοπισμό της τοποθεσίας και μιας μικρής υποδιαίρεσης της γωνίας για τον προσδιορισμό της κατεύθυνσης. (Azuma R.)
- Η συνολική καθυστέρηση του αισθητήρα και της μηχανής γραφικών πρέπει να περιοριστεί. (Azuma R.)
- Τα συστήματα αντίχνευσης πρέπει να λειτουργούν σε μεγάλες αποστάσεις όταν πρόκειται για ευρύχωρα εικονικά περιβάλλοντα. Τα τμήματα της παρουσίασης της διεπαφής εικονικών περιβαλλόντων Τα εικονικά περιβάλλοντα βασίζονται σε εξειδικευμένες συσκευές για την παρουσίαση πληροφορίας προς τους χρήστες. Αυτή η πληροφορία μπορεί παρουσιάζεται σε οποιαδήποτε από τις ανθρώπινες αισθήσεις. Τα επόμενα guidelines αφορούν συσκευές και εξαρτήματα που χρησιμεύουν στην παρουσίαση πληροφορίας. Τα εξαρτήματα παρουσίασης μπορούν να επηρεάσουν τις γνωστικές διεργασίες του χρήστη, και συνεπώς, την ευχρηστία.

4.2.1.9 Guidelines: Ανατροφοδότηση οπτικής πληροφορίας

- Ο χρόνος και η ταχύτητα ανταπόκρισης είναι πολύ σημαντικά στοιχεία (επηρεάζουν την απόδοση του χρήστη). (Mynatt)
- Πρέπει να υπάρχει ομοιομορφία μεταξύ των ενδείξεων με τις οποίες διευκρινίζεται η πληροφορία μεταξύ του εικονικού και του πραγματικού κόσμου. (Drascic)
- Η οπτική διεπαφή πρέπει να ρυθμίζεται από τον χρήστη, για στοιχεία όπως ο φωτισμός και τα επίπεδα αντίθεσης. Επίσης πρέπει να παρέχονται σε αυτές τις περιπτώσεις αποθηκευμένες ρυθμίσεις. (Drascic)
- Τα λάθη μπορούν να μειωθούν με τον διαχωρισμό και την αξιολόγηση των εξής
 1. Οπτική παραμόρφωση
 2. Λάθη στα συστήματα αντίχνευσης
 3. Λάθη μηχανικών ρυθμίσεων
 4. Εσφαλμένοι παράμετροι οπτικοποίησης (βάθος πεδίου κτλπ)

(Azuma R. T., 1997)

Τεχνικές αλληλεπίδρασης σε κινητά επαυξημένα περιβάλλοντα

Σύμφωνα με τον Bowman οι τρισδιάστατες και κατά προέκταση και οι επαυξημένες διεπαφές, η αλληλεπίδραση χωρίζεται σε τρεις βασικές κατευθύνσεις: την πλοήγηση, την επιλογή και επεξεργασία στοιχείων, και τον έλεγχο του συστήματος

- **Πλοήγηση:** Η πλοήγηση είναι ο πιο συχνός στόχος αλληλεπίδρασης που συναντάται στα τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα. Ο στόχος της πλοήγησης είναι να αλλάζει την οπτική γωνία του χρήστη. Στην περίπτωση της επαυξημένης πραγματικότητας, η πλοήγηση μπορεί να μεταβάλλεται μόνο μέσω της μετακίνησης του ίδιου του χρήστη. Άλλες τεχνικές πλοήγησης, που είναι δυνατόν να εφαρμοστούν στην εικονική πραγματικότητα (όπως η πλοήγηση στον χώρο μέσω κινήσεων του χεριού), αποκλείονται από εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας.
- **Επιλογή και η επεξεργασία στοιχείων:** πρόκειται για μια διαδικασία αλληλεπίδρασης που έχει ως στόχο την επιλογή αντικειμένων, την αλλαγή τοποθεσίας τους και την περιστροφή τους. Στην επαυξημένη πραγματικότητα, τα αντικείμενα μπορούν να περιλαμβάνουν υπαρκτά αντικείμενα, όπως και εικονικά. Με τα υπαρκτά αντικείμενα μπορεί να αλληλεπιδράσει ο χρήστης με τον φυσικό τρόπο, ενώ για τα εικονικά αντικείμενα πρέπει να χρησιμοποιούνται τρόποι και τεχνικές αλληλεπίδρασης, που να επικοινωνούν μεταξύ πραγματικότητας και συστήματος. Μια κοινή πρακτική είναι η παροχή ενός τρισδιάστατου κέρσορα, που συχνά έχει την μορφή ενός εικονικού χεριού, του οποίου οι κινήσεις ανιχνεύονται από το πραγματικό περιβάλλον μέσω του εντοπισμού κινήσεων του χεριού.
- **Ο έλεγχος του συστήματος:** Μια βασική προϋπόθεση για την λειτουργία τρισδιάστατων διεπαφών είναι η αλλαγή της κατάστασης του συστήματος ή του τρόπου αλληλεπίδρασης με αυτό. Η χρήση μιας εντολής πάντα περιλαμβάνει την επιλογή ενός στοιχείου από ένα ευρύτερο σύνολο εντολών. Στα εικονικά περιβάλλοντα, υπάρχει το πρόσθετο θέμα ότι η αλληλεπίδραση διεξάγεται σε μια τρισδιάστατη διεπαφή. Αυτό επιτρέπει νέες τεχνικές και αποκλείει άλλες που είναι συμβατές με δισδιάστατες διεπαφές. Ωστόσο είναι δυνατή και η πρόσθετη χρήση δισδιάστατων στοιχείων και στατικών διεπαφών. Η κατηγορία αυτή της αλληλεπίδρασης πρέπει να σχεδιάζεται και να οργανώνεται με μεγάλη προσοχή, καθώς παίζει μεγάλο ρόλο στην γενική ευχρηστία του συστήματος. (Hollerer, Feiner, Terauchi, Rashid, & Hallaway, 1999)

4.2.2 Τεκμηρίωση τήρησης συνόλου σχεδιαστικών οδηγιών ανά Browser AR

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το αποτέλεσμα μιας εκτεταμένης έρευνας για το πόσο οι Browsers επαυξημένης πραγματικότητας πληρούν τα βασικά κριτήρια σχεδιασμού. Και οι 3 browser πληρούν με επιτυχία όλα τα βασικά σημεία σχεδίασης ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας. Κάτι το οποίο μας δείχνει ότι οι μέθοδοι σχεδίασης έχουν μείνει αναλλοίωτοι στον χρόνο και το μόνο που αλλάζει είναι απλά η μεταφορά τις τεχνολογίας σε ένα άλλο πεδίο εφαρμογής. Στην προκείμενη περίπτωση είναι οι κινητές συσκευές. Ο μόνος παράγοντας που δεν αναλύθηκε είναι οι σχεδιαστικές προσεγγίσεις από την μεριά της τεχνολογίας(όπως GPS, τεχνολογίες ανίχνευσης, κατάλληλοι μέθοδοι βαθμονόμησης) για τον λόγο ότι

η σημερινή τεχνολογία είναι κατά πολύ προηγμένη σε σχέση με την εποχή που γραφτήκαν οι σχεδιαστικές προσεγγίσεις στην τεχνολογία. Οι Browsers επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιούν ιδιαίτερα ευέλικτους και καινοτόμους αλγορίθμους για την εμφάνιση της επαυξημένης πληροφορίας και συνεπώς πληρούνται όλα τα κριτήρια που αναφέραμε πριν.

Guidelines για:	Junaio	Layar	Wikitude
χρήστες εικονικών περιβαλλόντων			
<ul style="list-style-type: none"> • Δίνεται σημασία στην εμπειρία του χρήστη 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ χρηστών 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • Πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τοποθεσίες των χρηστών 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • Πρέπει να παρέχεται απευθείας επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών με την παρουσίαση οπτικής πληροφορίας μέσα στο οπτικό πεδίο του χρήστη 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • Δεν πρέπει να υπάρχουν λάθος ενδείξεις οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από έναν χρήστη κατά λάθος. 	X	X	X
πλοήγηση			
<ul style="list-style-type: none"> • Να υποστηρίζονται τα κατάλληλα είδη περιήγησης χρηστών (Πρέπει να τοποθετούνται ετικέτες σημείων, ενδείξεις τόπων) 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • Πρέπει να υπάρχει πληροφορία που θα βοηθάει τον χρήστη να προσανατολιστεί 	X	X	X
επιλογή αντικειμένων			
<ul style="list-style-type: none"> • Τα γραφικά και το κείμενο πρέπει να απεικονίζονται σε σωστή τοποθεσία και διεύθυνση 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλός χρόνος ανανέωσης των πλάνων (frame rate) και χαμηλότερη καθυστέρηση της εμφάνισης γραφικών 	X	X	X
Παρουσίαση πληροφορίας			
<ul style="list-style-type: none"> • Ο χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να δημιουργεί, να παρουσιάζει και να τροποποιεί την προσωπική του πληροφορία 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • πρέπει η κοινή πληροφορία να είναι το ίδιο προσβάσιμη για όλους 	X	X	X
εικονικός περίγυρος			
<ul style="list-style-type: none"> • Οι εικονικές ενδείξεις πρέπει να γίνονται άμεσα αντιληπτές από τον χρήστη, 	X	X	X

<ul style="list-style-type: none"> • η σύνθεση εικονικής και πραγματικής πληροφορίας πρέπει να προσαρμόζεται δυναμικά και σε πραγματικό χρόνο 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • πρέπει να υποστηρίζουν προσωπικές ρυθμίσεις χρηστών 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • οι χρήστες έχουν τον έλεγχο του είδους και του όγκου της εικονικής πληροφορίας που παρουσιάζεται 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • ο σύστημα εικονικού περιβάλλοντος και η πληροφορία εφαρμογής 			
<ul style="list-style-type: none"> • Πρέπει να δοθεί σημασία στην εικονική, ακουστική και απτική πληροφορία παρουσίασης. 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • Η γλώσσα και οι ενδείξεις των εντολών πρέπει να μεταδίδουν ένα ξεκάθαρο νόημα. 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • χρήση ενός πλαισίου πλοήγησης και/ή ενός χάρτη πλοήγησης για συστήματα με μεγάλα περιβάλλοντα. 	X	X	X
<ul style="list-style-type: none"> • Η πληροφορία του κάθε τομέα πρέπει να παρουσιάζεται με ξεκάθαρο και διακριτικό τρόπο ώστε να ενώνεται στενά με το περιβάλλον 	X	X	X

Πίνακας 5 -Τεκμηρίωση τήρησης σχεδιαστικών οδηγιών

Μέρος Β'

4.3 Μοντέλο Σχεδιασμού Βάσει Ευχρηστίας

Είναι πολύ σημαντικό μια εφαρμογή να είναι αποτελεσματική και ταυτόχρονα να παρέχει ικανοποίηση από πλευράς χρηστών. Ύστερα από μελέτη κάποιων μοντέλων, καταλήξαμε στη χρήση του «Usability Engineering Lifecycle», καθώς χρησιμοποιεί μια δομημένη προσέγγιση για κάθε φάση σχεδιασμού μιας εφαρμογής. Είναι γραμμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτει το σχεδιασμό ακόμη και μεταγενέστερων εφαρμογών από την εποχή που πρωτοπαρουσιάστηκε. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η ευχρηστία σε μια εφαρμογή εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες.

- Ευκολία στη χρήση
- Ευκολία στη συντήρηση
- Αποτελεσματικότητα
- Απλή και κατανοητή όψη
- Ύπαρξη ευνόητης πλοήγησης μέσα σε αυτή
- Απλοποιημένη διαχείριση σφαλμάτων

Εκτός από τους οδηγούς του μοντέλου, προστέθηκαν και κάποια υβριδικά στοιχεία, τα οποία εκμειεύθηκαν από την αλληλεπίδραση με εφαρμογές κινητής επαυξημένης πραγματικότητας και την εμπειρία των προγραμματιστών πάνω σε αυτές.

Η διαδικασία σχεδιασμού μιας εφαρμογής αποτελείται από τρεις φάσεις, το προσχέδιο, το σχεδιασμό και τη φάση μετά το σχεδιασμό.

4.3.1 Προσχέδιο

4.3.1.1 Πληθυσμιακό Δείγμα

Σε πρώτη φάση, κληθήκαμε να προσδιορίσουμε το κοινό στο οποίο απευθύνεται η εφαρμογή και τις εργασίες που θα κληθεί να επιτελέσει μέσα σε αυτό. Για το «Πάμε Πανεπιστήμιο», το κοινό αποτελείται από προπτυχιακούς, μεταπτυχιακούς φοιτητές και υποψήφιους διδάκτορες της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου στη Σάμο, οι οποίοι αλληλεπιδρούν καθημερινά με τις υπηρεσίες που προσφέρονται από το πανεπιστήμιο και τους αντίστοιχους χώρους. Μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται στους φοιτητές οι οποίοι έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το πανεπιστήμιο και έχουν μεγαλύτερη ανάγκη από ένα διαδραστικό οδηγό, ο οποίος θα βοηθήσει στην εξοικείωσή τους με το μέρος. Συνεπώς, οι κατηγορίες χρηστών διαχωρίζονται σε δύο ομάδες.

- Πρωτοετείς φοιτητές οποιασδήποτε βαθμίδας
- Φοιτητές μεγαλύτερων ετών οποιασδήποτε βαθμίδας

Οι εργασίες που καλούνται να επιτελέσουν δεν έχουν μεγάλες απαιτήσεις, καθώς εμπεριέχουν μόνο παρατήρηση του περιβάλλοντος και βασικές γνώσεις χειρισμού κινητού τηλεφώνου 4^{ης} γενιάς και browser επαυξημένης πραγματικότητας. Συνεπώς, οι κατηγορίες χρηστών ανάλογα με τις εργασίες που επιτελούνται φαίνονται παρακάτω:

- Φοιτητές με πλήρη εξοικείωση με τη χρήση Smartphones και browsers AR.
- Φοιτητές με πλήρη εξοικείωση με τη χρήση Smartphones και μέτρια εξοικείωση με τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας και browsers AR.
- Φοιτητές με μέτρια εξοικείωση με τη χρήση Smartphones και browsers AR.
- Φοιτητές με μέτρια εξοικείωση με τη χρήση Smartphones αλλά με καθόλου εξοικείωση με εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας και browsers AR.
- Φοιτητές με μικρή ως μηδαμινή εξοικείωση με Smartphones και browsers AR.

Πέρα από τις κατηγορίες χρηστών σε σχέση με την ιδιότητα και τις γνώσεις τους στους προαναφερθέντες τομείς, σημαντικό ρόλο παίζει και το πληθυσμιακό δείγμα στο οποίο απευθυνόμαστε. Σύμφωνα με τον «Οδηγό επιβίωσης στη θάλασσα του

Αιγαίου για τη Σάμο», που καταρτίστηκε από τη διαδικτυακή κοινότητα myaegean.gr , το φοιτητικό δυναμικό για το νησί ανέρχεται σε 2000 άτομα και το διδακτικό προσωπικό με τους διοικητικούς υπαλλήλους σε 500.

4.3.1.2 Περιορισμοί

4.3.1.2.1 Τεχνολογικοί περιορισμοί

Είναι το πιο σημαντικό κομμάτι στο οποίο επιβάλλεται να διευθετηθούν οι περιορισμοί. Η εφαρμογή αφορά τη χρήση κινητών συσκευών, οπότε αυτόματα προκύπτουν διάφορα θέματα τα οποία πρέπει να λυθούν ή να παρακαμφθούν, ανάλογα με τη σπουδαιότητά τους.

- **Μικρό μέγεθος οθόνης:** Σε σχέση με τα κινητά τηλέφωνα παλαιότερης γενιάς, τα Smartphones είναι εξοπλισμένα με μεγαλύτερες οθόνες, αλλά παρ' όλα αυτά επιβάλλεται να υπάρχει προσοχή στο ποσό της πληροφορίας που παρουσιάζεται για να μην υπερκαλύπτει τα παρεχόμενα όρια και να δυσχεραίνει τη χρήση της.
- **Συνδεσιμότητα:** Αν και πλέον τα ασύρματα δίκτυα ευρείας ζώνης παρέχουν αρκετή κάλυψη και τα πακέτα παροχής internet με οικονομικούς όρους στα κινητά βρίθουν, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι θα υπάρχουν και περιπτώσεις όπου η συνδεσιμότητα δε θα παρέχει πλήρη κάλυψη ή μπορεί να είναι αρκετά αργή σε ορισμένα σημεία. Οι εφαρμογές κινητής επαυξημένης πραγματικότητας από τη φύση τους έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης, οπότε αυτό που μπορεί να επιτευχθεί από σχεδιαστικής πλευράς είναι να μην προστεθούν επιπλέον στοιχεία στην κύρια εφαρμογή που να απαιτούν μεγάλο εύρος ζώνης με τη σειρά τους. Για παράδειγμα η μεταφόρτωση ενός αρχείου μπορεί να αντικατασταθεί με την προβολή ιστοσελίδας αντίστοιχου περιεχομένου σε απλή HTML.
- **Ποικιλία λειτουργικών συστημάτων:** Τα λειτουργικά συστήματα για Smartphones παρουσιάζουν πολλές και σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Αρκετές εφαρμογές δεν είναι συμβατές σε διαφορετικούς τύπους λειτουργικών συστημάτων. Για παράδειγμα, πρέπει να γραφεί διαφορετικού τύπου κώδικας και να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές βιβλιοθήκες για να αναπτυχθεί η ίδια εφαρμογή τόσο σε λογισμικό Android όσο και για iOS. Η λύση σε αυτό το πρόβλημα δόθηκε με τη χρήση μιας διαλειτουργικής πλατφόρμας ανάπτυξης επιπέδων σε browser AR, το Hoppala, η λειτουργία του οποίου θα τεκμηριωθεί πλήρως παρακάτω.
- **Ακρίβεια τοποθεσίας:** Είναι αναπόφευκτο, σχεδόν σε κάθε κινητό τηλέφωνο, ιδίως κατά την εκκίνηση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας και των συσχετιζόμενων με αυτή συσκευών (πυξίδα, GPS, κ.λπ), να υπάρχει μια

μικρή καθυστέρηση στην εύρεση της ακριβούς θέσης και του πλήρους προσανατολισμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αν το φαινόμενο διαρκέσει πολλή ώρα, απαιτείται επανεκκίνηση της εφαρμογής.

- **Εξάντληση μπαταρίας:** Οι browsers επαυξημένης πραγματικότητας, για να λειτουργήσουν με ακρίβεια, προϋποθέτουν τη λειτουργία συσκευών όπως το WiFi ή η σύνδεση δεδομένων και το GPS, που θεωρούνται οι κύριοι υπαίτιοι για την κατανάλωση της ενέργειας από τη μπαταρία μιας φορητής συσκευής. Επιπλέον, απαιτεί τη συνεχή λειτουργία της βιντεοκάμερας, κάτι που επίσης επιβαρύνει την κατανάλωση ενέργειας.

4.3.1.2.2 Περιορισμοί από πλευράς χρηστών

Εκτός από τους τεχνολογικούς περιορισμούς, υπάρχουν και οι περιορισμοί που τίθενται άμεσα ή έμμεσα από τους δυνητικούς χρήστες. Παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο με τους τεχνολογικούς.

- **Οικονομικές δυνατότητες:** Πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι η εφαρμογή απευθύνεται στο σύνολο του φοιτητικού δυναμικού, οπότε θα υπάρχουν αρκετοί μη κάτοχοι κινητού τηλεφώνου τέταρτης γενιάς, που, παρ' όλα αυτά μπορεί να έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή.
- **Τεχνογνωσία:** Τα Smartphones είναι μια καινούργια τεχνολογία και ακόμα περισσότερο οι εφαρμογές κινητής επαυξημένης πραγματικότητας. Ένας σημαντικός παράγοντας που επιβάλλεται να θεωρηθεί ως περιοριστικός είναι η έλλειψη γνώσης χειρισμού τους και η ελλιπή ενημέρωση πάνω στη χρήση της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας.

4.3.1.3 Ανάλυση Απαιτήσεων Χρηστών

Επόμενο βήμα είναι η ανάλυση των απαιτήσεων από πλευράς των χρηστών. Για το λόγο αυτό καταρτίστηκαν ερωτηματολόγια, με κατευθυντήρια γραμμή το πληθυσμιακό δείγμα, την ταυτότητα των υποψηφίων χρηστών και τους περιορισμούς που προέκυψαν. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν ηλεκτρονικά σε φοιτητές της Σχολής Θετικών Επιστημών στη Σάμο. Ο ηλεκτρονικός διαμοιρασμός θεωρήθηκε η επικρατέστερη λύση, καθώς η πλειονότητα των φοιτητών έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο, είτε από τον προσωπικό τους χώρο, είτε από τα εργαστήρια της σχολής. Απάντησαν 40 άτομα. Η αναλογία πρωτοετών (προπτυχιακών, μεταπτυχιακών και διδακτορικών) ήταν μικρότερη από αυτή των φοιτητών μεγαλύτερων ετών. Οι περισσότεροι είναι κάτοχοι smartphones (66%) και το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτούς που δηλώνουν κάτοχοι κινητών τηλεφώνων παλαιότερης γενιάς έχουν γνώσεις χειρισμού τους. Ωστόσο οι απόψεις για το επίπεδο χρήσης διαμοιράζονται

σχεδόν ισόποσα, με τους προχωρημένους χρήστες να ανέρχονται στο 29%, τους μέτριους στο 39%, ενώ τους αρχάριους στο 26% . Παρ' όλα αυτά, περίπου τα 2/3 των ερωτηθέντων δεν έχουν ενημερωθεί για τις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στο κινητό ή έχουν ενημερωθεί μόνο αναφορικά. Αίσθηση προκάλεσε το γεγονός ότι μόνο το 1/5 των ερωτηθέντων έχουν κάνει χρήση browser επαυξημένης πραγματικότητας. Συνεπώς, η πρόβλεψη μίας μικρής επεξήγησης για τη λειτουργία της εφαρμογής στην αρχή του ερωτηματολογίου θεωρήθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη. Από τους browsers, πρώτος σε συχνότητα χρήσης έρχεται ο Wikitude, ακολουθούν οι Layar και Junaio, ενώ τελευταίος ο LibreGeo Social. Στη συνέχεια του ερωτηματολογίου, κύριο ρόλο έπαιξε η χρησιμότητα της εφαρμογής. Το 100% του δείγματος θεωρεί ότι μια τέτοια εφαρμογή θα διευκόλυνε την προσαρμογή τους στο νησί κατά τον πρώτο χρόνο παραμονής του, ενώ το 89% πιστεύει ότι είναι από αρκετά χρήσιμη μέχρι απαραίτητη. Αξιοσημείωτο θεωρείται το γεγονός ότι κανείς ερωτηθέντας δεν τη θεώρησε περιττή. Τέλος, ζητήθηκε από τους ερωτηθέντες να αξιολογήσουν τα στοιχεία αλληλεπίδρασης για κάθε σημείο ενδιαφέροντος και να προσθέσουν τις δικές τους απόψεις. Ακολουθούν τα στοιχεία κατά σειρά προτίμησης, με τα αντίστοιχα ποσοστά.

Στοιχείο	Ποσοστό(%)
Δρομολόγια λεωφορείου	78
Πρόγραμμα σίτισης (για την εστία)	75
Οδηγίες μετάβασης σε καθεμία από τις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου	75
Προγραμμα μαθημάτων (για τα κτίρια διδασκαλίας)	70
Χρήσιμα τηλέφωνα για απ' ευθείας πραγματοποίηση κλήσεων)	65
Ιστοσελίδες του κάθε τμήματος	65
Δρομολόγια πλοίων (για το λιμάνι)	60
Ιστοσελίδες δραστηριοτήτων (μουσική ομάδα, κινηματογραφική λέσχη, ραδιοφωνικός σταθμός)	60
Ενημέρωση με RSS για την πραγματοποίηση γενικών συνελεύσεων (πρόταση χρήστη)	-

Πίνακας 6 - Κατανομή αλληλεπιδράσεων σημείων ενδιαφέροντος

Από τον πίνακα, παρατηρείται ότι όλες οι προτάσεις για τις αλληλεπιδράσεις με τα σημεία ενδιαφέροντος είχαν τον ίδιο αντίκτυπο στους χρήστες και θεωρήθηκαν επιθυμητές. Επίσης, η μη ύπαρξη συμπληρωματικών προτάσεων, πλην των RSS feeds για ειδοποιήσεις γενικών συνελεύσεων υποδεικνύει ότι οι αρχικές επιλογές καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες των μελλοντικών χρηστών.

4.3.1.4 Ανάλυση Απαιτήσεων Τεχνολογίας

Ένα από τα πρώτα ζητήματα που τέθηκαν επί τάπητος κατά το σχεδιασμό της εφαρμογής ήταν η επιλογή του κατάλληλου τρόπου σχεδιασμού. Παρακάτω οριοθετούνται οι απαιτήσεις που συγκεντρώθηκαν κατά τη μελέτη των εναλλακτικών λύσεων.

- **Διαλειτουργικότητα:** Αποτελεί τον κύριο άξονα οριοθέτησης. Στόχος της προς σχεδιασμό εφαρμογής είναι να είναι διαθέσιμη σε όσο το δυνατόν περισσότερα λειτουργικά συστήματα και browsers AR, χωρίς να χρειάζεται σωρεία τροποποιήσεων.
- **Ποικιλία αλληλεπιδράσεων:** Είναι αναγκαίο ο χρήστης να μην περιορίζεται μόνο στο να βλέπει τι είναι το κάθε σημείο ενδιαφέροντος, αλλά να έχει και άλλες επιλογές, όπως η απ' ευθείας πρόσβαση σε μια ηλεκτρονική πηγή που σχετίζεται με αυτό ή η κλήση ενός αριθμού τηλεφώνου.
- **Ισορροπία αποδόσεων – κόστους σε χρόνο:** Εξ'ίσου σημαντικός παράγοντας για τη γενικότερη εικόνα μιας εφαρμογής είναι η προσδοκώμενη απόδοσή της να είναι ισάξια του χρόνου που δαπανήθηκε για τη δημιουργία της.
- **Διαθεσιμότητα:** Μια εφαρμογή που βασίζεται σε υπηρεσίες δικτύου πρέπει να έχει συνεχές up-time. Ο πάροχός της συνεπώς επιβάλλεται να είναι αξιόπιστος.

4.4 Υλοποίηση

4.4.1 Κατασκευή μοντέλου υλοποίησης

Λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν υπάρχουν ολοκληρωμένες οδηγίες σχεδιασμού για μια εφαρμογή κινητής επαυξημένης πραγματικότητας, χρησιμοποιήθηκε ένα υβριδικό μοντέλο υλοποίησης, το οποίο αποτελείται από αναγνωρισμένα είδη οδηγιών σχεδιασμού για κάθε τομέα. Για τη διαμόρφωση της διαδικασίας σχεδίασης χρησιμοποιήθηκε το Usability Engineering Lifecycle (Gomez, 2004). Αποτελείται από τρεις κύριες φάσεις, το προσχέδιο, τη διαδικασία σχεδιασμού, και τη διαδικασία μετά το σχεδιασμό. Καθεμία από τις φάσεις περιέχει υποκατηγορίες, οι οποίες προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά του. Το προσχέδιο περιλαμβάνει τους περιορισμούς και τις προσδοκίες των χρηστών. Η διαδικασία σχεδιασμού αποτελείται από τις ευριστικές μεθόδους ευχρηστίας, την προτυποποίηση και τον εμπειρικό έλεγχο, ενώ η διαδικασία μετά το σχεδιασμό από τις αξιολογήσεις τελικής ικανοποίησης.

Για τη συγκέντρωση και καταγραφή των POIs, χρησιμοποιήθηκαν οι ανάλογες οδηγίες από τον οδηγό χρήσης του Layar, καθώς θεωρήθηκαν οι πληρέστερες και πιο λεπτομερείς. Για την καταχώρηση των POIs, χρησιμοποιήθηκαν οι οδηγίες της ιστοσελίδας του Hoppala Augmentation. Η σύνταξη των ερωτηματολογίων ήταν και αυτή μια υβριδική διαδικασία. Χρησιμοποιήθηκαν τα ερωτηματολόγια ευχρηστίας ενός ιστοτόπου κατά WAMMI, τροποποιημένα σύμφωνα με τη φύση μιας εφαρμογής κινητής επαυξημένης πραγματικότητας. Η αξιολόγηση διεκπεραιώθηκε βάσει ικανοποίησης των απαιτήσεων χρηστών και τεχνολογίας.

Βασικό ρόλο έπαιξαν και οι σχεδιαστικές οδηγίες κατά Gabbard, για τις οποίες έγινε έλεγχος τήρησης από τους AR Browsers.

4.4.2 Επιλογή πλατφόρμας

Ύστερα από τη συγκέντρωση των απαιτήσεων για κάθε κατηγορία, προχωρήσαμε στην επιλογή της κατάλληλης πλατφόρμας σχεδιασμού. Οι εναλλακτικές επιλογές που εξετάστηκαν αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω:

- Ανάπτυξη εφαρμογής browser AR αποκλειστικά για το «Πάμε Πανεπιστήμιο»
- Προσθήκη POIs χειροκίνητα για κάθε browser μέσω του developer api του καθενός από αυτούς
- Χρήση πλατφόρμας custom content για απευθείας προσθήκη σημείων ενδιαφέροντος σε browsers AR (Layar, Wikitude και Junaio)

Στη συνέχεια, προχωρήσαμε σε σύγκριση των στοιχείων που συντελούσαν υπέρ και κατά της υιοθέτησης καθεμίας από αυτές. Η ανάπτυξη μίας ξεχωριστής εφαρμογής AR browser αποκλειστικά για το «Πάμε Πανεπιστήμιο» προσφέρει πλήρη ευελιξία στις επιλογές σχεδίασης. Η τελική υλοποίηση είναι προσανατολισμένη μόνο στις ανάγκες της εφαρμογής και δεν παρατηρείται πλεόνασμα ή έλλειψη πληροφορίας για κάθε λειτουργία της. Επιπλέον, προσφέρει αποκλειστικότητα και ανεξαρτησία από οποιουδήποτε είδους πάροχο υπηρεσιών διαδικτυακής φιλοξενίας και κατά συνέπεια, σωρείας διαφημιστικών μηνυμάτων ως όρων συνεργασίας. Ο πιο επιζήμιος παράγοντας που οδήγησε στην απόρριψη της λύσης αυτής είναι το μεγάλο κόστος σε χρόνο. Μια υλοποίηση από το μηδέν, θα απαιτούσε υλοποίηση πολλών και διαφορετικών τμημάτων κώδικα και μελέτη συμπεριφορών λειτουργικών συστημάτων, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό επίπεδο διαλειτουργικότητας. Κάτι τέτοιο, όχι μόνο θα ήταν τεράστια σπατάλη πόρων, αλλά θα προκαλούσε και τεράστια απόκλιση από το αρχικό concept δημιουργίας της εφαρμογής.

Η δεύτερη επιλογή, δηλαδή η χειροκίνητη προσθήκη σημείων ενδιαφέροντος, λύνει το πρόβλημα της έλλειψης διαλειτουργικότητας. Παρ' όλα αυτά, αποτελεί και αυτό παράγοντα σπατάλης χρόνου, καθώς κάθε οντότητα σημείου ενδιαφέροντος για διαφορετικό browser παρουσιάζει διαφορετικά χαρακτηριστικά και συμπεριφορά. Ο Layar για τα σημεία ενδιαφέροντός του χρησιμοποιεί το JSON, κώδικα βασισμένο σε Javascript, ο Junaio βασίζεται στην XML, ενώ ο Wikitude σε ένα κράμα HTML4/XML.

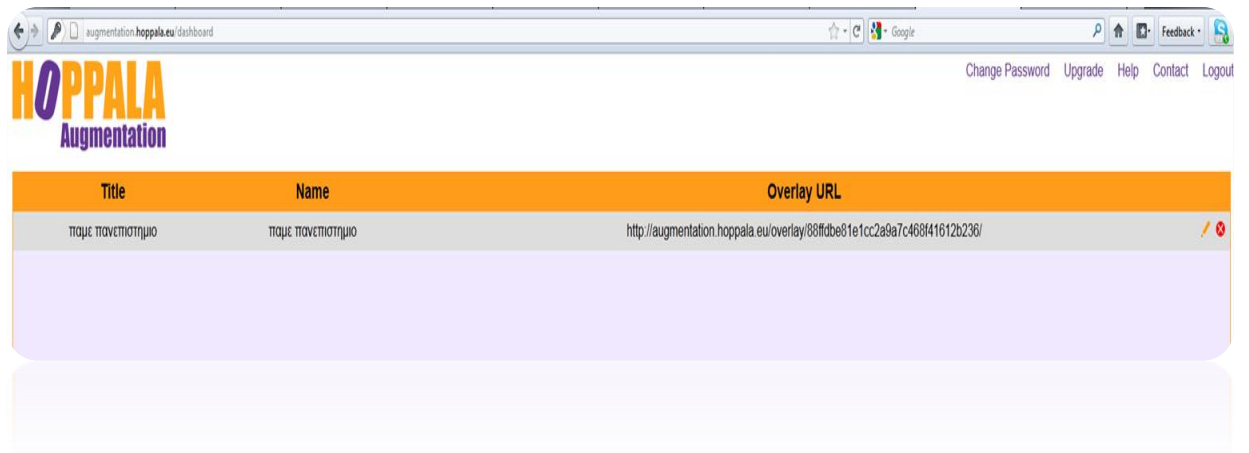
Browser	Attribute
Layar	“title”: “Let’s go Uni”, “line2”: “Hoppala Augmentation”, “line3”: ...;
Junaio	<name>Pame Panepistimio</name> <description><![CDATA][Let’s go Uni]</description>

Επιπλέον, οι μελλοντικοί χρήστες δε θα αναγκαστούν να μάθουν τον τρόπο χρήσης μιας καινούριας εφαρμογής, καθώς η εφαρμογή θα στηρίζεται σε αυτές που ήδη γνωρίζουν. Παρ' όλα αυτά, επειδή, όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, η εισαγωγή κάποιου POI απαιτεί διαφορετικές προγραμματιστικές γνώσεις, δεν αποφεύγεται η σπατάλη χρόνου. Ανασταλτικό παράγοντα στην εξοικονόμηση χρόνου αποτελεί και η διαφορετική συμπεριφορά που παρουσιάζει η κάθε πλατφόρμα εισαγωγής κατά την αλληλεπίδραση των χρηστών με αυτή. Η επόμενη λύση και αυτή που τελικά υιοθετήθηκε, είναι η χρήση μιας πλατφόρμας διαχείρισης παραμετροποιήσιμου περιεχομένου (custom content management). Με τη συγκεκριμένη επιλογή, τα σημεία ενδιαφέροντος εισάγονται μαζί με τις αλληλεπιδράσεις τους, παραμετροποιούνται μία φορά, αλλά είναι αυτόματα διαθέσιμα σε κάθε browser AR, με μόνη προϋπόθεση τη διασύνδεση του συνδέσμου Hoppala με καθέναν από αυτούς. Έτσι ικανοποιούνται ταυτόχρονα οι απαιτήσεις σε διαλειτουργικότητα και εξοικονόμηση χρόνου. Ο μοναδικός αρνητικός παράγοντας είναι η ύπαρξη διαφημιστικών μηνυμάτων στη δωρεάν έκδοση, κάτι που μπορεί εύκολα να αποφευχθεί με την καταβολή ενός μικρού ποσού.

4.4.3 Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης

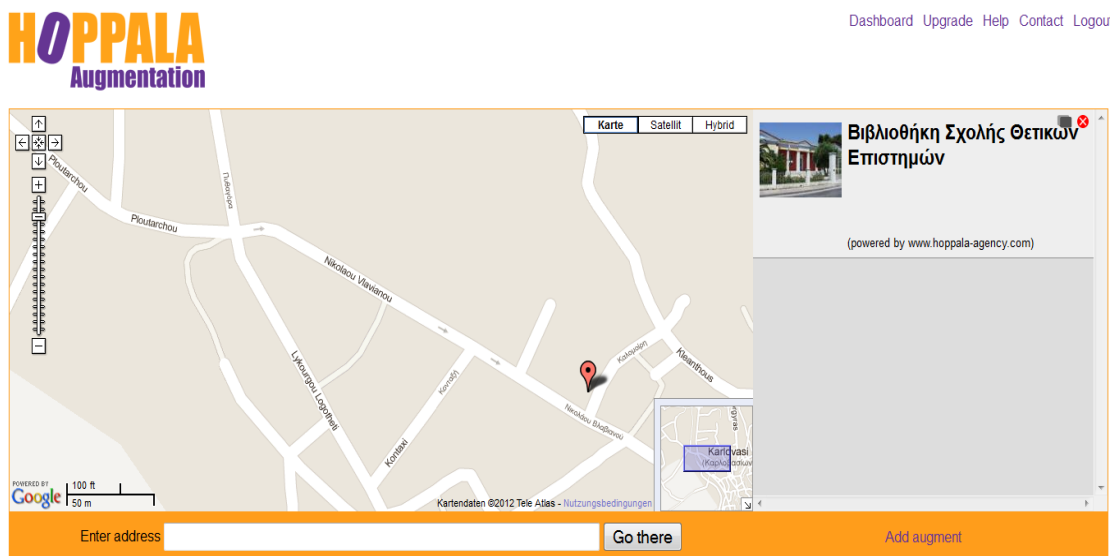
Σε αυτό το μέρος της διπλωματικής εργασίας θα δείξουμε τον τρόπο διασύνδεσης του περιεχομένου της εφαρμογής “Πάμε πανεπιστήμιο” με τους 3 καλύτερους Browsers επαυξημένης πραγματικότητας σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας που έγινε για τα βασικά χαρακτηριστικά τους στο κεφάλαιο 3.7.

Η βασική διασύνδεση έγινε με το hoppala augmentation το οποίο είναι ένα σύστημα διαχείρισης περιεχομένου με έμφαση στην επαυξημένη πραγματικότητα. Μέσω του συγκεκριμένου προγράμματος μπορεί ένας χρήστης να πλοηγηθεί στο περιεχόμενο του ιστοτόπου και έχοντας ως περιβάλλον αλληλεπίδρασης ένα χάρτη, να σημειώσει(tag) τα σημεία ενδιαφέροντος που επιθυμεί έτσι ώστε να προβληθούν στο εκάστοτε επίπεδο του Browser. Στην συνέχεια θα πλοηγηθεί στην πλατφόρμα του hoppala augmentation και εκεί θα δημιουργήσει ένα κανάλι ενδιαφέροντος. Στο πεδίο title μπορεί να δώσει μια περιγραφή για το κανάλι έτσι ώστε να μπορέσει να πλοηγηθεί ευκολότερα στην μεταγενέστερη ύπαρξη πολλαπλών καναλιών. Το πεδίο overlay url είναι το μέσω διασύνδεσης της πλατφόρμας με τους browsers.



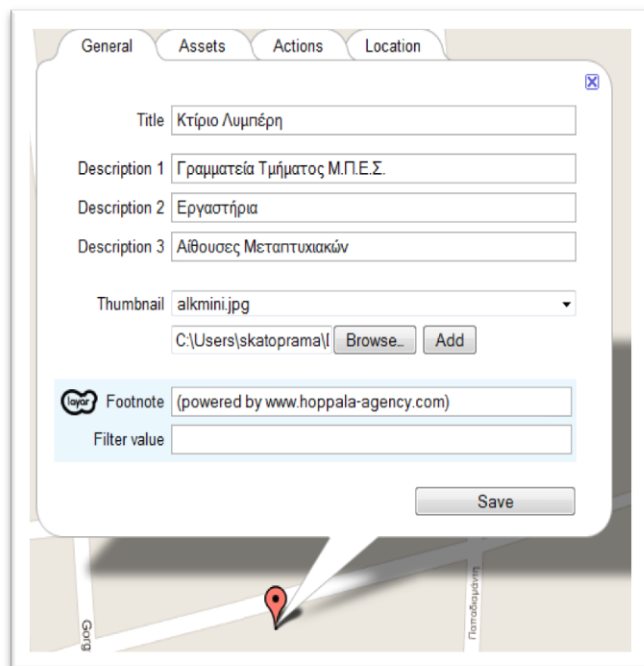
Εικόνα 28 - Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης 1

Πατώντας διπλό κλικ πάνω στο κανάλι ενδιαφέροντος μεταφέρετε στο πεδίο του χάρτη του ισόχωρου. Σε αυτό το σημείο μπορεί να αναζητήσει, να εισάγει, να διαγράψει και να παραμετροποίηση σημεία ενδιαφέροντος.



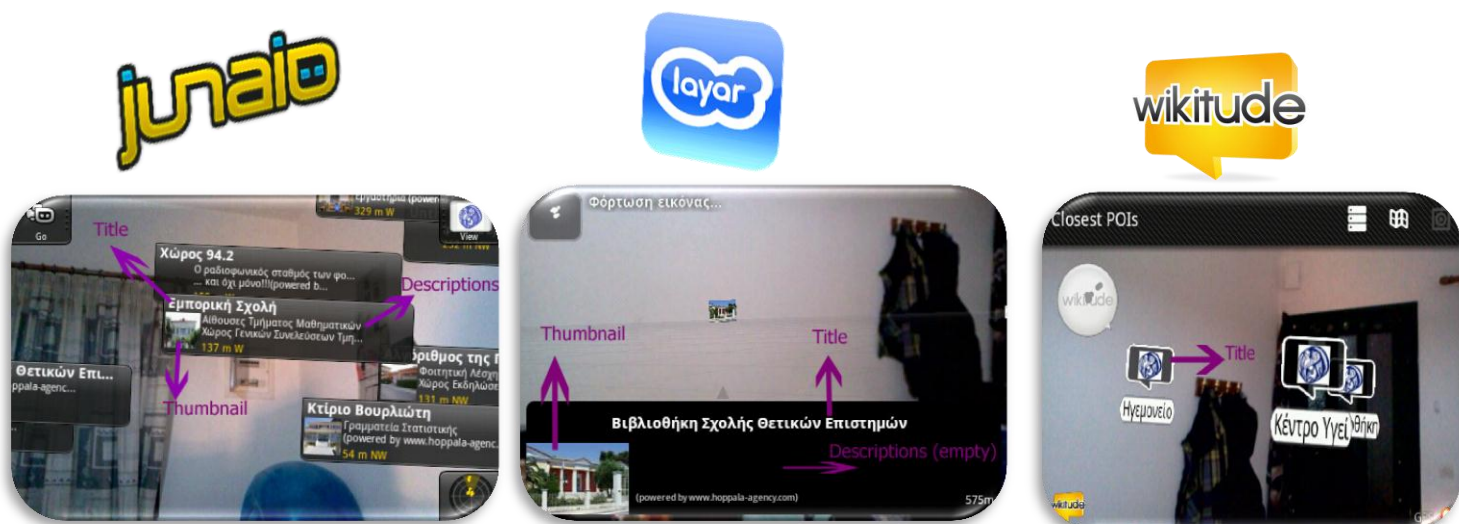
Εικόνα 29- Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης 2

Καρτέλα General

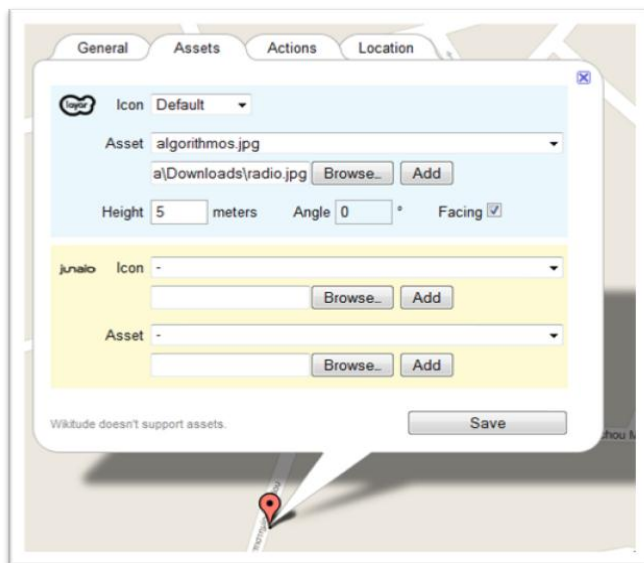


Εικόνα 30 - Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης (Καρτέλα General)

Αφού ο προγραμματιστής εισάγει το σημείο ενδιαφέροντος στο σημείο που θέλει, μπορεί να αρχίσει να του προσδιορίζει τις ιδιότητες και τις ενέργειες που επιθυμεί να εκτελεί. Στο πεδίο “Title” ορίζει το όνομα του σημείου ενδιαφέροντος. Στα πεδία description μπορεί να εισάγει διάφορες πληροφορίες σχετικά με την γεωτοποθεσία την οποία επιθυμεί να εμφανίζεται στον χρήστη. Τέλος δίνεται η δυνατότητα να ανεβάσει ό,τι φωτογραφία επιθυμεί προκειμένου να έχει ένα πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα.



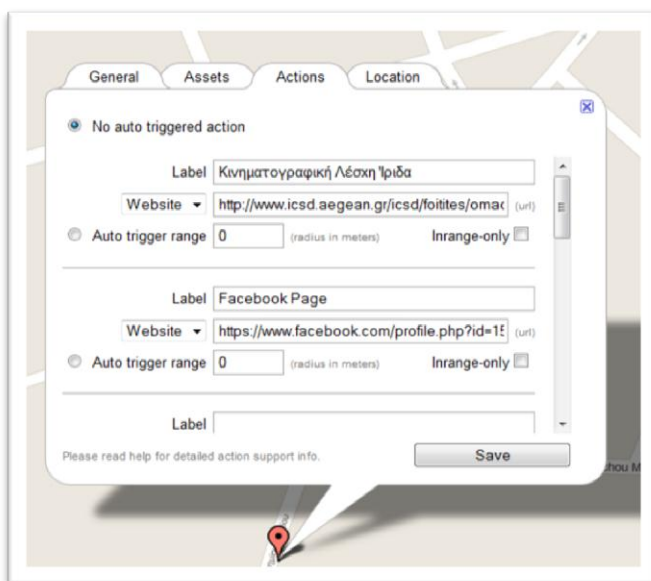
Εικόνα 31 - Παράδειγμα προβολής ως προς την καρτέλα General



Εικόνα 32- Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης (Καρτέλα Assets)

Καρτέλα Assets

Η συγκεκριμένη καρτέλα αφορά κυρίως τους Browsers Layar και Junaido . Μέσω της διασύνδεσης τους με την πλατφόρμα horpala μπορεί κανείς να εμφανίσει σημεία ενδιαφέροντος σε τρισδιάστατη μορφή καθώς και να παραμετροποίηση βασικές λειτουργίες που έχουν να κάνουν με την εμφάνιση των δεδομένων . Πατώντας το κουμπί “Add” ο χρήστης βρίσκει το μοντέλο που επιθυμεί και το ανεβάζει στον server του Horpala.



Εικόνα 33- Εγγραφή Βασικής Διασύνδεσης (Καρτέλα Actions)

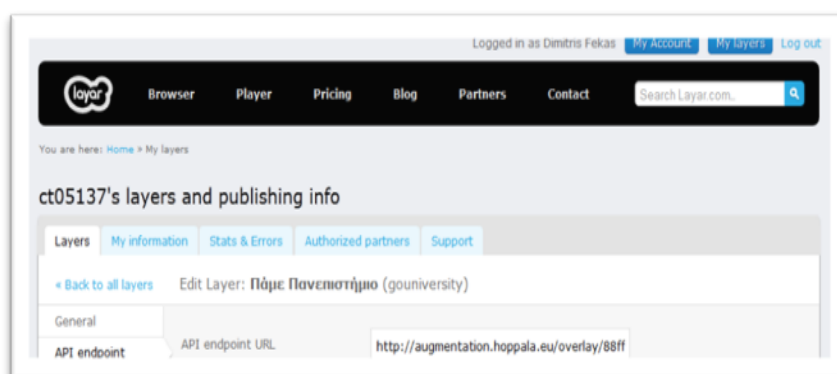
Καρτέλα Actions

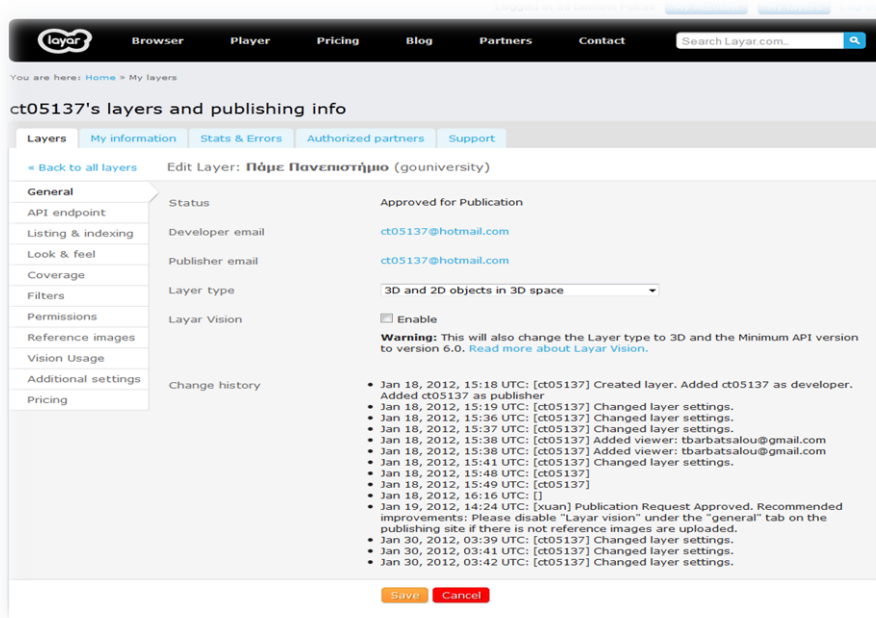
Η καρτέλα Actions αφορά το είδος αλληλεπίδρασης που μπορεί να έχει ένας χρήστης με το συγκεκριμένο σημείο ενδιαφέροντος. Ενδεικτικά ένας χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει μια κλήση , να πλοηγηθεί τον δικτυακό τόπο , να ακούσει ένα τραγούδι η online radio , να στείλει email η sms , να αλληλεπιδράσει με τα κοινωνικά δίκτυα και να δει ένα βίντεο σχετικά με το έκαστοτε εμφανιζόμενο σημείο ενδιαφέροντος.



Εικόνα 34 - Παράδειγμα προβολής ως προς τις καρτέλες Assets και Actions

Στην συνέχεια αφού κάποιος εγγραφεί και δηλώσει τον εαυτό του ως Developer στην πλατφόρμα του κάθε Browser, μπορεί να αρχίσει να διασύνδει το περιεχόμενο που δημιούργησε στο Hoppala με τους Browsers. Η διασύνδεση είναι πολύ απλή. Το μόνο που έχει να κάνει ο προγραμματιστής είναι να επικολλήσει το URL που δημιουργήθηκε αυτόματα από το Hoppala στα web services των Browsers . Ενδεικτικά θα παρατεθεί η διασύνδεση του Web Service του Layar με το hoppala.





Εικόνα 35 - Καταχώρηση του Hoppala Link στο API του Layar

5. Αξιολόγηση

Έπειτα από την υλοποίηση, σειρά είχε η αξιολόγηση της εφαρμογής από τους χρήστες. Από το δείγμα των 40 ατόμων που ερωτήθηκαν στη φάση του σχεδιασμού, επιλέχθηκαν τυχαία 30 και κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο, αφού χρησιμοποίησαν την εφαρμογή. Η επίδειξη της λειτουργίας της εφαρμογής έγινε είτε μέσω των επιπέδων του κάθε browser στα οποία βρίσκεται δημοσιευμένο το «Πάμε Πανεπιστήμιο», είτε μέσω άμεσης χρήσης για μη κατόχους smartphones. Τα ερωτηματολόγια βασίστηκαν σε μεγάλο βαθμό στον οδηγό ευχρηστίας κατά WAMMI για ιστοσελίδες. Υπήρξε τροποποίηση όσον αφορά τη φύση της εφαρμογής (σε κινητή συσκευή) και την ικανοποίηση των απαιτήσεων ευχρηστίας. Μερικές τυπικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αξιολόγησης κατά WAMMI φαίνονται παρακάτω:

- «Μπορώ εύκολα να βρω ό,τι θέλω σε αυτή την ιστοσελίδα»
- «Η ιστοσελίδα είναι πολύ αργή»
- «Η χρήση της ιστοσελίδας για πρώτη φορά μου φάνηκε εύκολη».

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται εκτενώς τα αποτελέσματα που εξήχθησαν από τα ερωτηματολόγια αξιολόγησης.

Ερώτηση	1	2	3	4	5
Στην εφαρμογή βρήκα πολλά ενδιαφέροντα πράγματα όσον αφορά το αντικείμενο που πραγματεύεται	-	-	-	60	40
Αντιμετώπισα δυσκολίες στην κατανόηση λειτουργίας και χειρισμού της εφαρμογής	-	-	10	40	50
Η δομή της εφαρμογής μου φαίνεται λογική	-	-	-	27	73
Η εικόνα της εφαρμογής είναι ελκυστική	-	-	07	33	60
Η εφαρμογή με βοηθάει να βρω αυτά που ψάχνω	-	-	-	20	80
Η εφαρμογή παρουσίαζε καθυστέρηση ανταπόκρισης λόγω ελλειψών δικτυακών πόρων	13	40	40	-	07
Η εφαρμογή παρουσίαζε σφάλματα όπως ελλείψεις περιγραφών, broken links κ.λπ.	67	20	13	-	-
Υπήρχαν αποκλίσεις μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος που παρουσιάζονται στην εφαρμογή και της πραγματικότητας	67	20	13	-	-
Όταν αλληλεπιδρώ με τα σημεία ενδιαφέροντος βρίσκω τα στοιχεία που περίμενα	-	-	-	40	60

Πίνακας 5 - Αποτελέσματα Αξιολόγησης (1: διαφωνώ απόλυτα - 3: ουδέτερος - 5: συμφωνώ απόλυτα)

Από τη μελέτη των ερωτηματολογίων αξιολόγησης γίνεται σαφές ότι οι χρήστες έχουν μείνει δεόντως ικανοποιημένοι από την εφαρμογή. Ο μόνος τομέας στον οποίο δεν παρατηρήθηκε η αναμενόμενη ικανοποίηση είναι αυτός της διαθεσιμότητας και ταχύτητας των δικτυακών πόρων, κάτι που δε σχετίζεται όπως άμεσα με το σχεδιασμό της εφαρμογής.

6. Μελλοντικές Κατευθύνσεις και Προκλήσεις

Η κινητή επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένας τομέας που αναπτύσσεται συνεχώς και καινοτόμες ιδέες έρχονται στο προσκήνιο. Μία από αυτές είναι και η οπτική αναγνώριση σημείων ενδιαφέροντος¹, που έχουν αρχίσει ήδη να κάνουν την εμφάνισή τους για AR Browsers. Το «Πάμε Πανεπιστήμιο» μπορεί να λειτουργήσει ως μικτή εφαρμογή οπτικής αναγνώρισης και αναγνώρισης γεωγραφικών σημείων. Με την οπτική αναγνώριση, ένα σημείο ενδιαφέροντος μπορεί να ταυτοποιηθεί αν η αντίστοιχη φωτογραφία του έχει αποθηκευθεί στη βάση δεδομένων του επιπέδου. Στο προσκήνιο έρχεται επίσης μία νέα κατηγορία AR Browsers, οι Active Content² Browsers, οι οποίοι χρησιμοποιούν ακόμη πιο διαδραστικές μεθόδους αλληλεπιδράσεων με τα σημεία ενδιαφέροντος, όπως ένα βίντεο, ένας εικονικός ξεναγός ή μια απευθείας μετάδοση ενός γεγονότος. Το «Πάμε Πανεπιστήμιο» θα μπορούσε να αξιοποιήσει και αυτή την επιλογή. Τέλος, μια επιχειρηματική προοπτική στην εφαρμογή δίνει η πραγματοποίηση ηλεκτρονικών συναλλαγών και αγορών μέσω απ' ευθείας αλληλεπιδράσεων των ηλεκτρονικών καταστημάτων με τα σημεία ενδιαφέροντος.

¹ <http://www.layar.com/documentation/browser/howtos/layar-vision-doc/>

² <http://www.aurasma.com>

6.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Marketing

Συμφώνα με μια έρευνα της ABI Research center η συνολική αγορά σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας αναμένεται να φτάσει τα 350 εκατομμύρια δολάρια το 2014 σε σχέση τα 6 εκατομμύρια δολάρια που βρισκόταν το 2008. Αυτό μας ώθησε να ερευνήσουμε το πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας από την οπτική πλευρά ενός marketer και ενός sales manager. Ωστόσο αν στο πεδίο της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας υπάρχει μια μεγάλη ελείψει σε ορισμούς – σχεδιαστικές προσεγγίσεις κτλ , στον τομέα του Marketing και των πωλήσεων δεν υπάρχει σχεδόν τίποτα σε ακαδημαϊκή μορφή δημοσίευσης περά από μερικές διπλωματικές που έχουν γίνει από ορισμένους φοιτητές. Στην πρώτη υποενότητα του κεφαλαίου αναλύεται το μείγμα μάρκετινγκ και παρέχονται τεχνικές για την μέτρηση αποδοτικότητας μιας διαφημιστικής καμπανιάς , στην συνέχεια αναλύεται η ψυχολογία που εφάπτεται σε έναν διαφημιζόμενο και μια επιχείρηση μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας σε σχέση με τις πώλησης και τέλος αναλύεται μια έρευνα για προώθηση ενός προϊόντος σε μορφή κινητής επαυξημένης πραγματικότητας.

Τα 4P's της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας



Εικόνα 36 - 4P's της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας

1) Προϊόν (Product)

Το προϊόν στην περίπτωση της Κ.Ε.Π είναι μια εφαρμογή η οποία μπορεί να εγκατασταθεί και να κατεβαστεί σε ένα smartphone . Η δημιουργία τέτοιων εφαρμογών οδήγησε στην ανάγκη για την δημιουργία 2 μοντέλων εσόδων. Ο διαχωρισμός τους έγκειται κυρίως στον τρόπο παροχής της εφαρμογής στους χρήστες, έτσι έχουμε τις “Δωρεάν” και τις επί πληρωμή εφαρμογές. Οι δωρεάν εφαρμογές συνήθως χρησιμοποιούνται για να προωθήσουν τις ενέργειες που μπορεί να εκτελέσει μια επιχείρηση . Ένα πολύ ωραίο παράδειγμα δωρεάν εφαρμογών, είναι οι εφαρμογές Ε.Π που αφορούν κτηματομεσιτικές ενέργειες και συναλλαγές. Μια τέτοια εφαρμογή ακινήτων δείχνει στον χρήστη διαμερίσματα προς πώληση ή ενοικίαση ανάλογα με την θέση του και κατεύθυνση χωρίς κανένα κόστος . Οι δημιουργοί τέτοιων εφαρμογών προσπαθούν να βγάλουν κέρδος από δευτερεύοντα μέσα (Επιπλέον πώλησης ακινήτων , Δημιουργία Branding , Διαφημίσεις άλλων εταιριών , Αύξηση της επισκεψιμότητας κτλ) . Από την άλλη μεριά έχουμε τις εφαρμογές επί πληρωμή σε αυτή την περίπτωση είναι σαφές ότι το μοντέλο κερδών έγκειται στα πόσα αντίτυπα εφαρμογών θα πουλήσει η κάθε εταιρία.

2) Τιμή (Price)

Ορισμένοι παράμετροι της τιμολόγησης των κινητών εφαρμογών έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω. Η πιο σημαντική διάκριση μεταξύ AR εφαρμογών και κλασικών εφαρμογών ότι είναι οι AR εφαρμογές σχετίζονται περισσότερο με την επιχειρηματική λειτουργία της κάθε εταιρείας. Σε πολλές άλλες περιπτώσεις, οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργήθηκαν απλά για διασκέδαση ή για την αύξηση της δημοσιότητας του έργου που εκτελούν . Παρόλα αυτά υπάρχουν αρκετά κοινά μεταξύ των εφαρμογών κινητής επαυξημένης πραγματικότητας και κλασικών εφαρμογών . Σύμφωνα με την Ολλανδική εταιρία Distimo η ομοιότητα έγκειται στο ότι οι εφαρμογές – κανάλια υπο-πληρωμή έχουν μεγάλη ελαστικότητα ζήτησης ³ ,αυτό ωθεί τους δημιουργούς τέτοιων εφαρμογών να ορίσουν πολλή χαμηλές τιμές για την απόκτηση των εφαρμογών και να αυξήσουν τα κέρδη τους κατακόρυφα καθώς λόγω της χαμηλής τιμής θα κατεβάζουν την εφαρμογή όλο και πιο πολλοί χρήστες. Έτσι δίνεται η δυνατότητα

³ WAUTERS, Robin. TechCrunch [online]. May 20, 2009 [cit. 2011-07-07]. Report: iPhone Applications Are Getting Cheaper. Available at: <<http://techcrunch.com/2009/05/20/report-iphone-applications-are-getting-cheaper/>>.

να πουλήσουν περισσότερες εφαρμογές και δεδομένου ότι τα μεταβλητά έξοδα παραγωγής σχεδόν στο μηδέν, φέρνει στην εταιρία περισσότερα έσοδα όταν ορίζουν μια χαμηλή τιμή παρά μια υψηλή.

3) Μέρος (Place)

Η έννοια του μέρους στο πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας είναι πραγματικά ένα αρκετά πολύπλοκο θέμα. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι η έννοια του μέρους μπορεί να λάβει 2 διαστάσεις. Η πρώτη είναι το μέρος το οποίο μπορεί κάποιος να κατεβάσει την εφαρμογή που στην περίπτωση μας είναι το Google market , Ios market , BlackBerry ,Symbian market. Η δεύτερη είναι το μέρος στο οποίο μπορεί να τρέξει η εφαρμογή . Εκμεταλλευόμενη τις λειτουργίες των smartphones μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να τρέξει σε διαφορετικά μέρη – χώρες ,συνεπώς το μέρος στο οποίο λειτουργεί η εφαρμογή είναι το μέρος που βρίσκεται ο χρήστης καθώς του προβάλλονται δεδομένα σύμφωνα με την θέση του και τις αναζητήσεις του.

4) Προώθηση (Promotion)

Η προώθηση σε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες , εργαλεία , τρόπους διαφήμισης προκειμένου να φτάσει η να ενημερώσει για το περιεχόμενο της σε έναν πιθανό χρηστή.

Μέτρηση αποδοτικότητας

Η επισκεψιμότητα που έχει ένας δικτυακός τόπος είναι ίσως το πιο σημαντικό κομμάτι στον τομέα του marketing και της προώθησης προϊόντων. Αναλύοντας τα δεδομένα ένας προγραμματιστής μπορεί να λάβει σημαντικές πληροφορίες που αφορούν την λειτουργικότητα ,να διορθώσει λάθη που μπορεί να έχουν γίνει και να αυξήσει την επισκεψιμότητα του ακόμα περισσότερο. Αυτό καθιστά την Μέτρηση online traffic, απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα των δικτυακών τόπων. Δεδομένου ότι παρέχει υψηλή ποιότητα πληροφοριών το περιεχόμενο του δικτυακού τόπου πρέπει να ελέγχεται και να ανανεώνεται συνεχώς. (CHAFFEY)

Ακριβώς το ίδιο σενάριο ισχύει και στον τομέα της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας. Ωστόσο η βαρύτητα που πρέπει να δώσει η κάθε επιχείρηση είναι ανάλογη του μοντέλου εσόδων που ακολουθεί. Αν πάρουμε την περίπτωση των εφαρμογών επί πληρωμή οι αναλύσεις μπορούν να βοηθήσουν τους προγραμματιστές να βελτιώσουν το περιεχόμενο της εφαρμογής τους καθώς και να μάθουν πιο σημείο της εφαρμογής ενδιαφέρει περισσότερο από πλευράς χρηστών .

Με τον τρόπο αυτό μια εταιρία μπορεί να αυξήσει τη συνολική ικανοποίηση των χρηστών δίνοντας έτσι περισσότερες πιθανότητες για ευνοϊκές κριτικές σε χώρους συζητήσεων ωθώντας έτσι και άλλους άνθρωποι να συνεχίσουν να αγοράζουν την εφαρμογή. Από την άλλη πλευρά, αν η εφαρμογή χρησιμεύει ως μεσάζων μεταξύ του πελάτη και ενός τελικού προϊόντος (π.χ., ακίνητα από μεσιτικά γραφεία) είναι ζωτικής σημασίας η εφαρμογή να είναι φιλική προς το χρήστη ώστε οι πελάτες που την χρησιμοποιούν συχνά να είναι ικανοποιημένοι. Έτσι όσο περισσότεροι χρήστες χρησιμοποιούν την εφαρμογή, τόσο αυξημένα θα είναι τα έσοδα της εταιρίας από την εφαρμογή. Επομένως είναι θεμελιώδους σημασίας για την εταιρεία / δημιουργό της εφαρμογής να εφαρμόσει ένα σύστημα διαχείρισης της απόδοσης και ανάλυσης της εφαρμογής. Αυτή η διαδικασία αποτελείται από τρία βήματα:

1. Η δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης της απόδοσης

Οι πλειονότητα των προγραμματιστών κάνουν το λάθος να δημιουργούν εφαρμογές χωρίς περαιτέρω ανάλυση. Μόνο ένα καλά καθορισμένο και αναλυμένο σύστημα μπορεί να επιτύχει τις προσδοκίες μιας επιχείρησης και για αυτό τον λόγο η εταιρία είναι καλύτερο να αφιερώσει περισσότερο χρόνο στην ανάλυση απαιτήσεων στους τομείς απόδοσης – χρήσης και στον προγραμματισμό του προγράμματος.

2. Ο καθορισμός του πλαισίου μέτρησης απόδοσης

Ακόμη πιο σημαντικό για μια επιχείρηση είναι να γνωρίζει τι θέλει να παρακολουθεί. Αυτό μπορεί να καθοριστεί από τα layers που χρησιμοποιούνται από τους χρήστες, τα οποία δείχνουν ενδιαφέρον των επισκεπτών σε σχέση με το σημείο ενδιαφέροντος, ή απλά πόσες

φορές η εφαρμογή εκτέλεσε μια ενεργεία (πχ Download αρχείου). Θα ήταν επίσης τεχνικώς εφικτό να συλλέγει πληροφορίες σχετικά με τη θέση των χρηστών και να τους εμφανίζει μηνύματα διαφήμισης εξατομικευμένα σύμφωνα με τις αναζητήσεις που έχουν κάνει στο παρελθόν. Ωστόσο αυτό προϋποθέτει την διαδικασία εγγραφής με τα προσωπικά στοιχεία του χρήστη.

3. Εργαλεία και τεχνικές για τη συλλογή μετρήσεων και συνοψη τα αποτελέσμάτων

Στον τομέα του ηλεκτρονικού εμπορίου, υπάρχουν δύο πιο σημαντικά εργαλεία για τη μέτρηση της επισκεψιμότητας και ανάλυσης ενός site. Πρόκειται για το Google Analytics και το Omniture. Μια άλλη επιλογή θα καταγραφής πληροφοριών είναι η δημιουργία logs ή CSV αρχείων αυτοματοποιημένα. Αυτά μπορούν να αναλυθούν στη συνέχεια,

χρησιμοποιώντας το λογισμικό υπολογιστικών φύλλων, όπως MS Excel και να διεξαχθούν τα κατάλληλα συμπεράσματα. (Zelený)

6.2 Η επαυξημένη πραγματικότητα και πως οδηγεί στην αύξηση των πωλήσεων

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένα από τα πιο αποτελεσματικά και καινοτόμα εργαλεία στους τομείς των πωλήσεων και της προώθησης προϊόντων. Σε αυτό το μέρος της διπλωματικής μας θα παρουσιάσουμε πως η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να αυξήσει τις πωλήσεις και την ζήτηση των προϊόντων με βάση τους ψυχολογικούς παράγοντες που εφάπτονται. Ένα ερώτημα συνεπώς που πρέπει να απαντηθεί είναι πως θα το κάνει αυτό;

Η απάντηση έγκειται στην ίδια την δημιουργία του «Επαυξημένου προϊόντος». Με λίγα λόγια αφού δημιουργηθεί μια εφαρμογή ή τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας επιτρέπει στους πωλητές να μια βελτιωμένη έκδοση του προϊόντος τους κατευθείαν στα χέρια των πελατών. Αυτό το είδος αλληλεπίδρασης που έχει ένας πελάτης με μια τέτοια εφαρμογή επιτρέπει στην επιχείρηση να συλλέγει πληροφορίες και να δημιουργεί καλύτερες εκδόσεις προϊόντων. Μια από τις σημαντικότερες μορφές προώθησης των προϊόντων είναι η ικανότητα των πελατών να αγγίξουν το προϊόν ή να νιώσουν ότι οι ίδιοι το δημιούργησαν. Βλέποντας ένα διαφημιστικό φυλλάδιο ένας χρήστης καλείτε να σκανάρει την σελίδα με το κινητό του για να δει κάτι που θα τον ενδιαφέρει. Εφόσον μπει στην διαδικασία να το κάνει νιώθει υποσυνείδητα ότι ο ίδιος υλοποίησε το αποτέλεσμα που του εμφανίστηκε και μπορεί να αλληλεπιδράσει και να κάνει διαφορές ενέργειες που του επιτρέπονται. Στο παρακάτω σχήμα μπορούμε πως αναλύεται η ψυχολογία που εφάπτεται σε έναν διαφημιζόμενο και μια επιχείρηση μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 37 – Ψυχολογικοί παράγοντες που εφάπτονται στην επαυξημένη πραγματικότητα

Η επαυξημένη πραγματικότητα και η ψυχολογία της αφής

Ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας στη διαδικασία των πωλήσεων είναι η ικανότητα που παρέχει στους πελάτες να αλληλεπιδρούν άμεσα με ένα προϊόν ή αντικείμενο. Για χρόνια τα τμήματα πωλήσεων και marketing έχουν διεξάγει έρευνες για την πιο αποτελεσματικότερη διανομή προϊόντων στους πελάτες τους με αποτέλεσμα την αύξηση των πωλήσεων.

Η πιο συνηθισμένη τεχνική είναι η χρήση της αφής. Μόνο με την αφή ενός προϊόντος ένα πρόσωπο μειώνει τις φυσικές του άμυνες απέναντι στο προϊόν και βοήθα στην αλλαγή μια ενδεχόμενης αρνητικής στάσης. Μια πρόσφατη έρευνα για τη δύναμη της αφής έγινε στο βιβλίο των Joann Peck και Suzanne B. Shu, με το όνομα, «The Effect of Mere Touch on Perceived Ownership». Η μελέτη τους συνοψίζει ότι οι άνθρωποι είναι πιο πρόθυμοι να αγοράσουν και να πληρώσουν περισσότερα χρήματα για ένα αντικείμενο, εφόσον ασχολούνται με ένα προϊόν μέσω της αίσθησης της αφής.

Η επαυξημένη πραγματικότητα και ο νευρογλωσσικός προγραμματισμός

Ο νευρογλωσσικός προγραμματισμός είναι μια τεχνική που διερευνά τους τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι επεξεργάζονται τις πληροφορίες, επικοινωνούν και εμφανίζουν διαφορά πρότυπα συμπεριφοράς που σχετίζονται και τα συναισθήματά τους.

Το πεδίο εφαρμογής του είναι τεράστιο και υπερβολικά περίπλοκο, ουσιαστικά όμως κατηγοριοποιεί τους ανθρώπους σε τρεις θεμελιώδεις κατηγορίες όσον αφορά την στάση απέναντι στα πρότυπα μάθησης.

- Οπτικοί μαθητές (Έχουν υψηλή ικανότητα αφομοίωση εικόνων, διαγραμμάτων και γραφικών.)
- Ακουστικοί μαθητές (απορροφούν το εύρος της πληροφορίας μέσω της συνομιλίας και του γραπτού λόγου.)
- Κινησθητικοί μαθητές ή αφής (Αφομοιώνουν την πληροφορία μέσω της αφής ή εφόσον προϋπάρξει η εμπειρία μιας κατάστασης)

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει πεδίο εφαρμογής σε όλα τα παραπάνω πρότυπα αφομοίωσης της πληροφορίας καθιστώντας την έτσι ως μια από τις πιο καινοτόμες μεθόδους προώθησης προϊόντων.

Αφήγηση με την επαυξημένη πραγματικότητα

Με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας η κάθε εταιρία μπορεί να προωθήσει διαφορά μοντέλα επεξήγησης προϊόντων με ένα τρόπο διαδραστική μοναδικό και πρωτότυπο. Με την χρήση των κινητών συσκευών ένας χρήστης μπορεί να λάβει πληροφορίες και οδηγίες για ένα προϊόν χωρίς να αισθάνεται ότι του παρέχεται ένα διαφημιστικό μήνυμα. Η αφήγηση μπορεί να γίνει με την χρήση τρισδιάστατων μοντέλων και την χρήση animation

Η επαυξημένη πραγματικότητα και η ψυχολογία του ρίσκου

Ο κίνδυνος για την αποτυχία μια διαφημιστικής καμπανιά με την χρήση μιας νέας τεχνολογίας ήταν ανέκαθεν ένας από τους μεγαλύτερους φόβους των επιχειρήσεων. Παρόλο που αρκετοί άνθρωποι συμφωνούν στο ότι η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένα καινοτόμο μέσω προώθησης προϊόντων 2 μεγάλες ερωτήσεις τίθενται σε όλους τους τομείς των επιχειρήσεων.

- 1) Θα φέρει περισσότερα χρήματα στην επιχείρηση αυτή η μέθοδος διαφήμισης?
- 2) Η μέθοδος διαφήμισης του προϊόντος ή της υπηρεσίας θα επιτρέπουν στον πελάτη να μειώσει τα έξοδα που θα καταβάλει για το προϊόν ?

Οι κίνδυνοι είναι εμφανείς σε κάθε σενάριο, αλλά το όφελος της επαυξημένης πραγματικότητας είναι πως προσφέρει μια εικόνα απτή στους πελάτες για το τελικό προϊόν που θα έχουν.

Αυτό επιτρέπει στα τμήματα marketing και των πωλήσεων να αντιμετωπίσουν διαφορά εμποδίων άμεσα και έμμεσα να ξεπεράσουν τις αντιρρήσεις που μπορεί να έχουν οι πελάτες τους για αυτή την καινοτομία προώθησης προϊόντων. Αυτό γίνεται διότι η εν λόγω τεχνολογία προσφέρει στα παραπάνω τμήματα τη δυνατότητα να

παρουσιάσουν οπτικά πώς ένα προϊόν θα μπορούσε να συμβάλει στην επίτευξη στόχου τους.

Επαυξημένη πραγματικότητα και επιτυχημένες στρατηγικές marketing

Πριν ξεκινήσουμε να αναλύουμε την επαυξημένη πραγματικότητα στον τομέα του marketing και των πωλήσεων κρίναμε σωστό να παρουσιάσουμε μια ερευνα που έγινε από την hiddenltd.com για να τονίσουμε τον τρόπο με τον οποίο μπορεί ένα προϊόν επαυξημένης πραγματικότητας να ει

Μέσα από μια έρευνα που πραγματοποίησε η hiddenltd.com, μπορούμε να δούμε ότι η προώθηση προϊόντων μέσω επαυξημένης πραγματικότητας δεν υστερεί σε τίποτα σε σχέση με την κλασική διαφήμιση και σε αρκετές περιπτώσεις την ξεπερνά . Η συγκεκριμένη εταιρία έκανε ένα πείραμα στο οποίο συμμετείχαν 200 γονείς ηλικίας από 29 έως 55 ετών για την προώθηση ενός παιχνιδιού που απευθυνόταν σε μικρά παιδιά . Δημιούργησε 2 πάγκους σε ένα μεγάλο εμπορικό κέντρο στους οποίους ο ένας έδειχνε ένα απλό διαφημιστικό φυλλάδιο του προϊόντος (εικόνα) ενώ ο άλλος έδειχνε ακριβώς το ίδιο προϊόν ως μια διαδραστική εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας. Οι ερωτήσεις που τεθήκαν στον κάθε συμμετέχοντα ήταν οι εξής :

- 1) Θα σκοπεύατε να αγοράσετε αυτό το παιχνίδι για ένα παιδί ;
- 2) Ποσό θα σκοπεύατε να ξοδέψετε για αυτό το παιχνίδι ;



Εικόνα 38- Παιχνίδι Κ'Nex

Τα αποτελέσματα του ήταν ότι από τους 100 γονείς οι οποίοι είδαν την διαφήμιση υπό την μορφή φυλλαδίου (2 διαστάσεων) το 45 % απάντησε ότι θα αγόραζε το παιχνίδι . Από τους υπόλοιπους γονείς οι οποίοι είδαν την διαφήμιση υπό μορφή επαυξημένης πραγματικότητας το ποσοστό έφτασε στο 74% σε αυτούς που ήταν διαθέσιμοι να το αγοράσουν. Αυτό που έχει όμως μείζων σημασία είναι η δεύτερη ερώτηση. Η πρώτη ομάδα ερωτηθέντων (διαφημιστικό φυλλάδιο) θεώρησε ότι το κόστος που ήταν διαθέσιμη να πληρώσει ήταν £5.99 κατά μέσο όρο, ενώ η δεύτερη ομάδα (δυσφήμιση μέσω επαυξημένης πραγματικότητας) πέτυχε ένα μεγαλύτερο ποσοστό στον μέσο όρο της τιμής φτάνοντας τις £7.99 λίρες. Ένα σημαντικό στοιχείο της έρευνας ήταν ο χρόνος που ξόδεψε ο κάθε πελάτης για να δει το διαφημιζόμενο προϊόν. Στην πρώτη ομάδα ο μέσος χρόνος ήταν 12 δευτερόλεπτα ενώ στην δεύτερη ομάδα ήταν 1 λεπτό και 23 δευτερόλεπτα κάτι το οποίο είχε άμεση σχέση με την αγορά του προϊόντος καθώς ο εκάστοτε πελάτης το ερευνούσε διεξοδικά.

Η συγκεκριμένη έρευνα δείχνει την προθυμία των πελατών να αγοράσουν ένα προϊόν σε μια υψηλότερη τιμή κατά 30% απλά και μόνο από το καινοτόμο μέσο που του προβλήθηκε η διαφήμιση . Ωστόσο πρέπει να τονιστεί πως η διαφήμιση έγινε με την χρήση κινητών συσκευών (κινητά τηλεφωνα και tablets) ,σε περίπτωση που υπήρχε κάποια άλλη μορφή αλληλεπίδρασης της επαυξημένης πραγματικότητας όπως με την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή τα αποτελέσματα μπορεί να διέφεραν στην προθυμία των πελατών να αγοράσουν το προϊόν. Παρόλα αυτά η τεχνολογία της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας δίνει ένα τεράστιο πλεονέκτημα στις επιχειρήσεις και συγκεκριμένα στα τμήματα των πωλήσεων καθώς επιτρέπει μια μη λεκτική επικοινωνία και μια ενημέρωση διασκεδαστική και παράλληλα φιλική προς τον πελάτη επιτρέποντας τους έτσι να δουν αντιδράσεις για τα προϊόντα τους και να συλλέξουν πληροφορίες για την βελτιστοποίηση τους.

Οι λειτουργίες της επαυξημένης πραγματικότητας σε σχέση με το marketing

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία και ένα πολύ δυνατό εργαλείο μάρκετινγκ που ουσιαστικά αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνουμε πληροφορίες. Η εν λόγω τεχνολογία δεν είναι κάτι καινούργιο στον τομέα του marketing . Ήδη μεγάλες εταιρίες έχουν εκμεταλλευτεί τα προτερήματα της και έχουν εισάγει διαφορά προϊόντα τους με την μορφή μιας επαυξημένης οντότητας στους πελάτες του.

Μια πρόσφατη έρευνα της Hidden creative έδειξε ποιους τομείς των επιχειρήσεων οι marketers προωθούν την χρησιμοποίησή για την προώθηση των αγαθών τους (σχήμα)

Η τεχνολογία αυτή έχει τη δυνατότητα να φέρει στη ζωή περίπλοκες αρχιτεκτονικές και μηχανολογικά σχέδια. Στις προηγούμενες δεκαετίες αυτό ήταν πρακτικά αδύνατο ,πολυέξοδο ίσως και επικίνδυνο .Λόγω της εξάπλωσης της επαυξημένης πραγματικότητας σήμερα είναι δυνατό οι πελάτες να δουν και να έχουν μια ιδέα του

τελικού τους προϊόντος και να συμμετέχουν σε διορθώσεις και περαιτέρω προτιμήσεις.

Το κύριο ερώτημα που έγκειται στην τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας είναι για ποιο λόγο οι χρήστες θα θέλουν να χρησιμοποιήσουν μια κινητή συσκευή προκειμένου να λάβουν επιπλέον πληροφορίες για προϊόντα. Οι καταναλωτές και η οι επιχειρήσεις θέλουν μια λύση στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν και όχι μια επιπλέον τεχνολογία. Παρακάτω παρουσιάζονται τρόποι προώθησης προϊόντων για ένα επιταχυμένο μοντέλο εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας και αναφέρονται παράλληλα ποιες εταιρίες και με ποιους τρόπους το έκαναν διότι ο καλύτερος τρόπος για να κατανοήσουμε πως λειτουργεί αυτή η τεχνολογία στον τομέα του marketing και των πωλήσεων είναι τα καθημερινά παραδείγματα.

- 1) Δημιουργία σημείων πώλησης μέσα σε πολυκαταστήματα.
Μέσω της δημιουργίας τέτοιων σημείων πώλησης είναι δυνατό ο πελάτης να δει τι περιέχει μέσα στην συσκευασία του προϊόντος χωρίς να χαλάσει την συσκευασία του. Αυτή η τεχνική εξοικονομεί χρόνο και χρήμα στην επιχείρηση διότι σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση δεν θα μπορούσε να πουλήσει ένα ανοιγμένο προϊόν η θα είχε κάποια έξοδα επανασυσκευασίας. Η πρώτη εταιρία που εφάρμοσε αυτή την τεχνική είναι η Lego
- 2) Δόκιμη προ αγοράς ενός προϊόντος.
Ένας χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με το προϊόν και μπορεί να το δει από όλες του τις οπτικές γωνίες. Η εν λόγω τεχνική είναι πολύ διαδεδομένη στο τομέα των αρχιτεκτόνων και των πολιτικών μηχανικών σε σχέση με το πώς θα φαίνεται το τελικό σχέδιο το περιβάλλον τοποθέτησης του.
- 3) Αναζητήσεις επαυξημένης πληροφορίας.
Η εταιρίες AcrossAir και Yelp δημιούργησαν μια εφαρμογή στην οποία ο χρήστης έκανε μια ερώτηση και χρησιμοποιώντας το GPS του και την πύξίδα του κινητού του εμφανιζόντουσαν πληροφορίες σχετικά με την ερώτηση που είχε κάνει ο χρήστης στο γύρο περιβάλλον του.
- 4) Αποτελεσματική επικοινωνία και προσφορές
Το Radio One διοργάνωσε έναν διαγωνισμό στον οποίο κλήρωνε ένα εισιτήριο για μια συναυλία. Οι ακροατές κλήθηκαν να μπουν στον λογαριασμό που είχαν στο site του σταθμού και να δουν μια διαφήμιση σε μορφή επαυξημένης πραγματικότητας. Τα αποτελέσματα ήταν εκπληκτικά ο ραδιοφωνικός σταθμός κατάφερε να προσελκύσει 50000 ακροατές από τους οποίους οι 12000 είδαν διαφημιστικό μήνυμα και παράλληλα κατέβασαν και το απαραίτητο λογισμικό προκειμένου να το δουν.
- 5) Εκδηλώσεις και συνέδρια

Η εταιρία ABB έδειξε διαφορά μηχανολογικά της σχεδία στο ετήσιο συνέδριο της δημιουργώντας μια άμεση αλληλεπίδραση με τους μελλοντικούς πελάτες της κάτι το οποίο θα μπορούσε να το κάνει μόνο με την μορφή δυσδιάστατων εικόνων παλιότερα.

6) Διαφημιστικά φυλλάδια

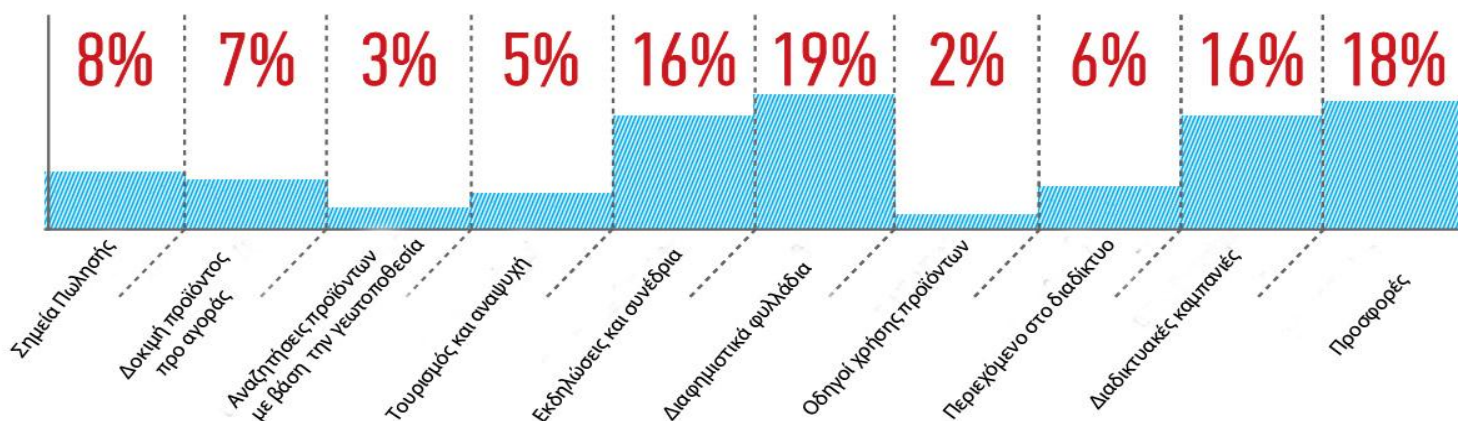
Η εταιρία Citroen χρησιμοποίησε σε μια διαφημιστική της καμπανιά ένα διαφημιστικό φυλλάδιο με έμφαση την επαυξημένη πραγματικότητα. Το προϊόν που διαφημίστηκε ήταν το Citroen Picasso και ο χρήστης μπορούσε να δει μια τρισδιάστατη απεικόνιση του μοντέλου καθώς και να κατεβάσει διαφορά έγγραφα που αφορούσαν το διαφημιζόμενο προϊόν.

7) Οδηγοί χρήσης προϊόντων

Η BMW χρησιμοποίησε την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας για εκπαιδευτικούς λόγους. Ο χρήστης μπορούσε να λάβει σε μια επαυξημένη μορφή εικονικές πληροφορίες για το πώς θα διόρθωνε κάποιο πρόβλημα του αυτοκίνητου του.

8) Η επαυξημένη πραγματικότητα δίνει ζωή στις διαδικτυακές καμπανιές.

Η εταιρία coupries άρχισε σαν ένας δικτυακός τόπος που προσέφερε εκπωτικά κουπόνια στο χρηστή σύμφωνα με τις προτιμήσεις του. Εκμεταλλευόμενη όμως την τεχνολογία της Ε.Π ο χρήστης μπορούσε πλέον να αναζητήσει εκπωτικά κουπόνια στον περιβάλλοντα χώρο του εξοικονομώντας έτσι χρήματα. Η εξαργύρωση του κουπονιού γινόταν απλά με την επίδειξη του κινητού του χρηστή στον υπάλληλο της εταιρίας.



Πηγή: http://www.hiddenltd.com/marketingguides/Augmented-reality-marketing-strategies-the-how-to-guide-for-marketers_.pdf

6.2 Κινητή Επαυξημένη Πραγματικότητα και Ασφάλεια

Είναι προφανές ότι μία κινητή συσκευή παρέχει μεγαλύτερο επίπεδο ασφαλείας από ότι ένας υπολογιστής συνδεδεμένος στο διαδίκτυο. Παρ' όλα αυτά όμως, υπάρχουν ακόμα κάποιοι κίνδυνοι που παραδωθούν και πρέπει να αντιμετωπισθούν. Στη χρήση των κινητών συσκευών έρχεται να προστεθεί και η υποκλοπή δεδομένων στα δίκτυα μικρής εμβέλειας, όπως Bluetooth και τοπικά ασύρματα δίκτυα. Επίσης, μπορούν να λάβουν χώρα κλασικές υποκλοπές δεδομένων, όπως phishing για αριθμούς πιστωτικών καρτών σε ηλεκτρονικές αγορές κ.λπ. Τέλος, με τα rootkits των τηλεφώνων τρίτης γενιάς, μπορούν να σταλούν sms στους επιτιθέμενους, τα οποία να περιέχουν στοιχεία για τον κάτοχο του τηλεφώνου. Τα προβλήματα αυτά λύνονται με μια σειρά από αντίμετρα. Δύο από τα πιο σημαντικά αναφέρονται παρακάτω.

- **Secure Identity Server**

Πρόκειται για ένα μηχανισμό ασφαλείας ο οποίος προστατεύει από επιθέσεις σε δίκτυα μικρής εμβέλειας. Κάθε κάτοχος κινητής συσκευής εφοδιάζεται με ένα κρυπτογραφημένο AID (Anonymous Identifier), το οποίο χρησιμοποιεί για τις συναλλαγές του με γειτονικές οντότητες ή και με πιο απομακρυσμένες. Τα στοιχεία του τα γνωρίζει μόνο ο Secure Identity Server, οπότε, σε περίπτωση παραβίασης τοπικού χαρακτήρα, ο επιτιθέμενος δε μαθαίνει τίποτα για τα πραγματικά στοιχεία του θύματος. Αυτός ο μηχανισμός βέβαια απαιτεί μεγάλο επίπεδο ασφαλείας και προστασίας στο Server, γιατί αν αυτός παραβιαστεί, διακυβεύεται η ασφάλεια όλων των υπόλοιπων οντοτήτων.

- **m: Cipher**

Προσφέρει ασφάλεια σε επίπεδο χρήστη, συναλλαγών και δεδομένων. Χρησιμοποιείται για συναλλαγές οι οποίες πραγματοποιούνται μέσω κινητού τηλεφώνου. Η δράση του είναι διαπιστωμένη και δεν πρόκειται για λύση “snake oil”, καθώς χρησιμοποιεί γνωστό αλγόριθμο κρυπτογράφησης, τον AES (128, 192 και 256 bits). Κάθε επιχείρηση ή οργανισμός γίνεται αυτόματα η έμπιστη αρχή έκδοσης ψηφιακών πιστοποιητικών, ενώ αυτά των πελατών και οι ψηφιακές υπογραφές μοιράζονται στις κινητές συσκευές. Η προσέγγιση αυτή παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα.

- Υποστηρίζεται το 90% περίπου των τηλεφώνων τρίτης γενιάς
- Κάθε επιχείρηση κατασκευάζει τα δικά της κλειδιά χωρίς ενδιάμεσα κόστη ή ανάγκη για έμπιστη τρίτη οντότητα
- Δεν απαιτείται ετήσια ανανέωση των ψηφιακών πιστοποιητικών
- Αν λάμβανε χώρα επίθεση spoofing ή “man-in-the-middle”, θα λάμβανε μόνο κρυπτογραφημένα δεδομένα

- Τα δεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα ή στο cache είναι κρυπτογραφημένα και δε μπορούν απλά να αποκαλυφθούν μετά από κλοπή ή απώλεια του τηλεφώνου.

Η διασφάλιση των ασφαλών συναλλαγών είναι ένα κομμάτι μείζονος σημασίας για την κινητή επαυξημένη πραγματικότητα, καθώς έτσι μπορεί κανείς εύκολα να εμπιστευθεί μια εφαρμογή που αποκτά το ρόλο της πραγματοποίησης των εμπορικών συναλλαγών.

Παράρτημα 1

Ερωτηματολόγιο Ανάλυσης Απαιτήσεων Χρηστών

Η επαυξημένη πραγματικότητα στο κινητό τηλέφωνο

Γενικές γνώσεις, προσδοκίες και γνώμες για την υπό ανάπτυξη εφαρμογή "Παμε Πανεπιστήμιο". Η εφαρμογή χρησιμοποιεί την κάμερα του Smartphone για αλληλεπίδραση πραγματικού χρόνου με τοποθεσίες οι οποίες συσχετίζονται με το Πανεπιστήμιο. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης περάσει το κινητό του έξω από το κτίριο της φοιτητικής εστίας, θα έχει τη δυνατότητα να δει ποιο είναι το κτίριο αυτό, καθώς επίσης και να επισκεφθεί τυχόν ιστοσελίδες του τμήματος ή άλλα μέσα που σχετίζονται με το κάθε κτίριο.

* Required

Σε ποια κατηγορία των φοιτητών του Πανεπιστημίου Αιγαίου ανήκετε; *

- Προπτυχιακός φοιτητής/φοιτήτρια
- Μεταπτυχιακός φοιτητής/φοιτήτρια
- Υποψήφιος/α διδάκτορας

Ήταν ο χρόνος αυτός η πρώτη σας επαφή με το νησί; *

- Ναι
- Όχι

Είστε κάτοχος smartphone; *

- Ναι
- Όχι

Έχετε γνώσεις χειρισμού smartphone; * (Είτε είστε κάτοχος, είτε όχι.)

- Ναι
- Όχι

Αν ναι, σε τι επίπεδο βρίσκονται οι γνώσεις σας;

- Αρχαρίου
- Μέτριες
- Προχωρημένου

Έχετε ενημέρωση γύρω από τον τομέα της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας; *

- Ναι
- Όχι
- Μόνο αναφορικά

Έχετε χρησιμοποιήσει browser επαυξημένης πραγματικότητας; *

- Ναι
- Όχι

Αν ναι, ποιον/ους;

- Layar
- Wikitude
- Junaio
- LibreGeo Social
- Άλλο

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε μια εφαρμογή οδηγού όπως το "Παμε Πανεπιστήμιο"; *

- Απαραίτητη
- Πολύ Χρήσιμη
- Αρκετά Χρήσιμη
- Προαιρετικής Χρήσης
- Καθόλου Χρήσιμη

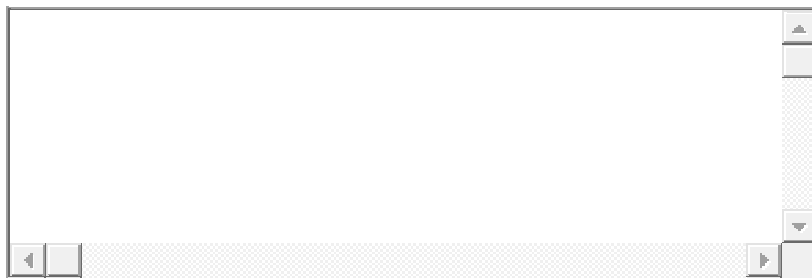
Αν ήσασταν (ή είστε) στο πρώτο έτος των σπουδών σας, θα σας άρεσε αυτός ο τρόπος αλληλεπίδρασης με το Πανεπιστήμιο; *

- Ναι
- Όχι

Τι θα θέλατε να περιέχει αυτή η εφαρμογή, ως αλληλεπιδράσεις με τις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου; * (Δεδομένου του ότι αποτελεί οδηγό και για φοιτητές που έρχονται για πρώτη φορά στο νησί)

- Οδηγίες μετάβασης σε καθεμία από τις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου
- Ιστοσελίδες του κάθε τμήματος
- Πρόγραμμα μαθημάτων (για τα κτίρια διδασκαλίας)
- Ιστοσελίδες δραστηριοτήτων (μουσική ομάδα, κινηματογραφική λέσχη, ραδιοφωνικός σταθμός)
- Πρόγραμμα σίτισης (για την εστία)
- Δρομολόγια λεωφορείου
- Δρομολόγια πλοίων (για το λιμάνι)
- Χρήσιμα τηλέφωνα για απ' ευθείας πραγματοποίηση κλήσεων)
- Άλλο

Αν στην προηγούμενη ερώτηση επιλέξατε "Άλλο", τι θα επιθυμούσατε να περιέχει;



Ερωτηματολόγιο Τελικής Αξιολόγησης της Εφαρμογής «Πάμε Πανεπιστήμιο»

Αξιολόγηση χρήσης της εφαρμογής "Πάμε Πανεπιστήμιο"

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης χρήσης της εφαρμογής "Πάμε Πανεπιστήμιο". Από την ερώτηση 3 και μετά, καλείστε να απαντήσετε στους ισχυρισμούς πάνω σε κλίμακα συμφωνίας από 1-5, όπου: 1= Διαφωνώ απόλυτα , 2= Διαφωνώ μερικώς, 3=Ουδέτερος/η, 4= Συμφωνώ μερικώς, 5= Συμφωνώ απόλυτα

*** Required**

Σε γενικές γραμμές, πώς θα αξιολογούσατε την απόδοση του "Πάμε Πανεπιστήμιο"; *

- Άσογη
- Καλή
- Ικανοποιητική
- Μέτρια
- Κακή

Ποιο browser AR χρησιμοποιήσατε; *

- Layar
- Junaio
- Wikitude
- Περισσότερους από έναν/ και τους τρεις

Στην εφαρμογή βρήκα πολλά ενδιαφέροντα πράγματα όσον αφορά το αντικείμενο που πραγματεύεται *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Αντιμετώπισα δυσκολίες στην κατανόηση λειτουργίας και χειρισμού της εφαρμογής *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η δομή της εφαρμογής μου φαίνεται λογική *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η εικόνα της εφαρμογής είναι ελκυστική *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η εφαρμογή με βοηθάει να βρω αυτά που ψάχνω *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η εφαρμογή παρουσίαζε καθυστέρηση ανταπόκρισης λόγω ελλιπών δικτυακών πόρων *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η εφαρμογή παρουσίαζε σφάλματα όπως ελλείψεις περιγραφών, broken links κ.λπ. *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Υπήρχαν αποκλίσεις μεταξύ των σημείων ενδιαφέροντος που παρουσιάζονται στην εφαρμογή και της πραγματικότητας *

1 2 3 4 5

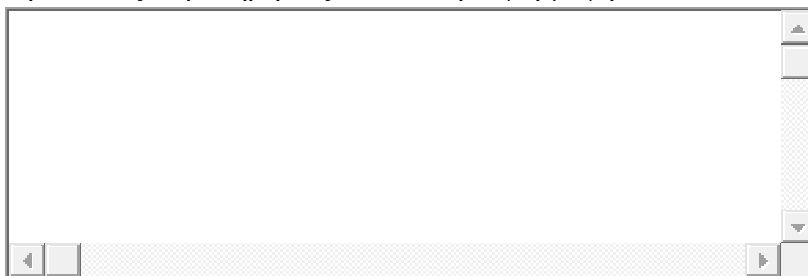
Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Όταν αλληλεπιδρώ με τα σημεία ενδιαφέροντος βρίσκω τα στοιχεία που περιμένα *

1 2 3 4 5

Διαφωνώ Απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Πρόσθετες παρατηρήσεις πάνω στην εφαρμογή



Submit

Βιβλιογραφία

Alem, L., & Huang, W. *Recent Trends of Mobile Collaborative Augmented Reality Systems*.

Anson, K. (2011, April 21). *Augmented Reality - the future of mobile MR?* Retrieved November 22, 2011, from GlobalPark: <http://info.globalpark.com/blog-enterprise-feedback-management/bid/37495/Augmented-Reality-the-future-of-mobile-MR>

Antoniatic, P. (2005). *Augmented reality based user interface for mobile applications and services*. Oulu, Finland: University of Oulu.

Apan, A. a. (n.d.). The use of GIS and statistical analysis of georeferenced data *Applied Geography*, Vol. 18, No. 2, pp. 137–152, Department of Geography and Environmental Science, Australia, 1998.

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments 6* , 355-385.

Azuma, R. *Tracking Requirements for Augmented Reality. Communications of the ACM*, 36(7), 50-51.

Benford, S. (. *Shared spaces: Transportation, artificiality, and spatiality. In Computer-Supported Cooperative Work (CSCW '96) Conference Proceedings, pages 77-86.*

Bennett, D. C. *Information from the SIGGRAPH '96 Panel Session, \The Future of Virtual Reality: Head Mounted Displays versus Spatially Immersive Displays"*.

B'Far, R. (2005). *Mobile computing principles: designing and developing mobile applications with UML and XML*. Cambridge University Press.

Billinghurst, M., & Henrysson, A. (2009). *Mobile Architectural Augmented Reality*. New Zealand: University of Canterbury.

Billinghurst, M., & Kato, H. (1999). Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system. *2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR 99)*, (σσ. 86-94).

Billinghurst, M., Grasset, R., & Looser, J. (2005). *Designing Augmented Reality Interfaces*. New Zealand: University of Canterbury.

Bimber, O., & Ramesh, R. (2005). *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds*. A. K. Peters LTD.

Booth, P. (1989). *An introduction to Human - Computer Interaction*. East Sussex: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.

bougiouris, P. (n.d.). Context prediction - Focus on spatial.

Bowman, D. A. *The virtual venue: User-computer interaction in information-rich virtual environments. Technical Report GIT-GVU-96-22, Graphics, Visualization, and Usability Center, Georgia Tech. .*

Brooks, J. F.-Y. *Project grope: haptic displays for scientific visualization. Computer Graphics, 24(4):177-185. .*

Brooks, Jr., F. P., Ouh-Young, M., Batter, J. J., and Kilpatrick, P. J. (1990). Project grope: haptic displays for scientific visualization. Computer Graphics, 24(4):177-185. .

Butchart, B. (2011). *Augmented Reality for Smartphones*. JISC Observatory.

Card, S. A. *The design space of input devices. In Human Factors in Computing Systems, CHI '90 Conference Proceedings, pages 117{124.*

Caudell, T., & Mizell, D. (1992). "Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes". *IEEE Hawaii International Conference on Systems Sciences*, (σσ. 659-669.). Hawaii.

CHAFFEY, D. e. (n.d.). *Internet Marketing: Strategy, Implementation and Practice*. 3rd ed. Harlow: .

Chang, W., & Tan, Q. (2010). *Augmented Reality System Design and Scenario Study for Location - based Adaptive Mobile Learning. 13th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering , 20-27.*

Company, H. (1994). *American Heritage Dictionary of the English Language CD-ROM*.

Darken, R. P. *Navigating large virtual spaces. International Journal of Human-Computer Interaction*.

Davies, C. (. *Information from the SIGGRAPH '96 Panel Session, "Cognition, Perception, and Experience in the Virtual Environment: Do You See What I See?"*.

Drascic, D. &. *Perceptual Issues in Augmented Reality. In Proceedings of the Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III, (pp. 123-134). : SPIE*.

Dunlop, M., & Brewster, S. (2002). *The Challenge of Mobile Devices for Human Computer Interaction. Personal and Ubiquitous Computing , 6, 235-236.*

Dzida, W. (1983). *Das IFIP-Modell fur Benutzerschnittstellen. Office Management , 31, 6-8.*

Dzida, W. (1996). International User-Interface Standardization. Στο J. Allen, & B. Tucker, *The Computer Science Engineering Handbook* (σσ. 1474 - 1493). Boca Raton, Florida: CRC Press.

Egan, D. E. *Egan, D. E. (1988). Individual differences in human-computer interaction. In Helander, M., editor, Handbook of Human-Computer Interaction, pages 543-568.*

Ekengren, B. (2009). Mobile Augmented Reality. *Master of Science Thesis* . Stockholm, Sweden: KTH Computer Science and Communication.

Feiner, S. M. *Windows on the World: 2D Windows for 3D Augmented Reality. In Proceedings of the UIST '93 - The Sixth Annual Symposium on User Interface Software and Technology, (pp. 145-156). : ACM Press. .*

Feiner, S. *The Importance of Being Mobile: Some Social Consequences of Wearable Augmented Reality Systems, In Proceedings of IWAR '99 (International Workshop on Augmented Reality), San Francisco, CA. October 20-21, 1999, pp. 145-148.*

Feiner, S., Mac Intyre, B., Hollerer, T., & Webster, A. (1997). A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. *First IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC '97)* (σσ. 74-81). Cambridge, MA: IEEE.

Fuchs, H. (2008). *Evolution of Graphics Hardware: 40 years since Sutherland's HMD*. North Carolina: University of North Carolina at Chapel Hill.

Fuhrmann, a. L. *Collaborative Augmented Reality: Exploring Dynamical Systems, TR-186-2-97-09, Institute of Computer Graphics and Algorithms, Visualization and Animation Group, Vienna University of Technology. .*

Furht, B. *Handbook of Mobile Augmented Reality.*

Global Positioning System. http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System.

Gomez, L. (2004). *Usability Engineering Lifecycle.* Ανάκτηση από http://web.njit.edu/~eag4/cis677/Team_pres2.pdf

GRI D Compass 1101. <http://home.total.net/~hrothgar/museum/Compass/>.

Guiard, Y. (. *Asymmetric division of labor in human skilled bimanual action: The kinematic chain as a model. The Journal of Motor Behavior, pages 486-517. .*

Haller, M., Billighurst, M., & Bruce, T. *Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design.*

Harmon, R. P. *The virtual annotation system. In 1996 IEEE Virtual Reality Annual International Symposium Proceedings, pages 239-245. .*

Hinckley, K. P. *Design hints for spatial input. In Proceedings of ACM Symposium on User Interface Software & Technology (UIST '94), pages 213-222.*

Hix, D. a. *Developing User Interfaces. John Wiley & Sons, Inc.*

Hollerbach, J. a. (n.d.). The calibration index and taxonomy for robot kinematic calibration methods. *The International Journal of Robotics Research*, 15(6):573-591, December 1996. .

Hollerer, T. (2004). *User Interfaces for Mobile Augmented Reality Systems. PhD Thesis . Columbia University.*

Hollerer, T., Feiner, S., Terauchi, T., Rashid, G., & Hallaway, D. (1999). Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System. *23 (6), σσ. 779-785.*

(1992). *IBM Simon Personal Communicator.*

http://en.wikipedia.org/wiki/Simon_%28phone%29.

Jacobs, L. a., & Marco C. Jacobs, M. A. *Proceedings of the 1997 symposium on Interactive 3D graphics, 1997, Page 49 .*

Krueger, M. *Videoplace.* http://en.wikipedia.org/wiki/Myron_Krueger .

Kupper, A. (2005). *Location-based Services: Fundamentals and Operation.* West Sussex: John Wiley and Sons Ltd.

Loomis, J., Golledge, R., & Klatzky, R. (1993). Personal guidance system for the visually impaired using GPS, GIS, and VR technologies. *Virtual Reality and Persons with Disabilities.*

Lopez, H., Navarro, A., & Relano, J. (2010). An Analysis of Augmented Reality Systems. *Fifth International Multi-conference on Computing in the Global Information Technology* , 245-250.

Lynch, K. (. *The Image of a City. MIT Press. .*

Madden, L. *Professional Augmented Reality Browsers for Smartphones: Programming for junaio, Layar and Wikitude.*

Malone, T. W. *What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems? In Computer-Supported Cooperative Work (CSCW '90) Conference Proceedings, pages 357-370.*

Milgram, P. (1994). Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems* , 1321-1329.

Montgomery, J. (2009, December 1). *The Future Of Mobile Augmented Reality.* Retrieved November 22, 2011, from MobileMarketingWatch:

<http://www.mobilemarketingwatch.com/the-future-of-mobile-augmented-reality-4612/>

Moore, A. (2006). A Tangible Augmented Reality Interface to Tiled Street Maps and its Usability Testing. Στο A. Moore, *Progress in Spatial Data Handling* (σσ. 511-528). New Zealand: University of Otago.

Mynatt, E. B. *Light-Weight Audio Augmented Reality In Proceedings of the UIST '97 - The Sixth Annual Symposium on User Interface Software and Technology*, (pp. 211-212). ACM Press. .

Nagao, J., & Rekimoto, K. (1995). The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments. *8th annual ACM symposium on User interface and software technology (UIST '95)*, (σσ. 29-36).

Oliver Bimber, R. R. (n.d.). Oliver Bimber, Ramesh Raskar. Spatial Augmented Reality - Merging Real and Virtual Worlds , A K Peters LTD, 2007).

Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2000). Mobile Collaborative Augmented Reality. Vienna, Austria: Vienna University of Technology.

Rekimoto, J. (1996). Augmented Reality Using the 2D Matrix Code. *Workshop on Interactive Systems and Software (WISS'96)*.

Richard, P. B. *Effect of frame rate and force feedback on virtual object manipulation. Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 5(1):95-108. .

Rodden, T., Chervest, K., Nigel, D., & Dix, A. (1998). *Exploiting Context in HCI Design for Mobile Systems*.

Schiller, J., & Voisard, A. (2004). *Location-based Services*. San Fransisco: Elsevier Inc.

Schmalstieg, D., Langlotz, T., & Billinghurst, M. (2011). Augmented Reality 2.0. *Evolution* .

Slater, M. U. *Taking steps: The influence of a walking technique on presence in virtual reality. ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 2(3):201-219. .

Smith, S. L. (1982). User-System Interface. *Human Factors Society Bulletin* , 25 (3).

Stanney, K. (. . *Realizing the full potential of virtual reality: Human factors issues that could stand in the way. In 1995 IEEE Virtual Reality Annual International Symposium Proceedings*, pages 28-34.

Startner, T., Mann, S., Rhodes, B., Levine, J., Healey, J., Kirsch, D., και συν. (1997). Augmented Reality Through Wearable Computing, Special Issue on Augmented Reality. *Presence* .

Stoakley, R. C. *Virtual reality on a WIM: Interactive worlds in miniature. In Human Factors in Computing Systems, CHI '95 Conference Proceedings.* .

Summers, V. A. *Calibration for augmented reality experimental testbeds; Proceedings of the 1999 symposium on Interactive 3D graphics, 1999, Pages 155 - 162.*

Sutherland, I. (n.d.). A Head Mounted Three Dimensional Display. *I.E., AFIPS Conference Proceedings, (1968), Vol.33, Part I, pp. 757-764, .*

Sutherland, I. (1965). A Head-Mounted Three-Dimensional Display. *Proceeding of the Fall Joint Computer Conference. AFIPS Conference Proceedings. Τομ. I, (σσ. 757-764).* San Fransisco: The Thompson Book Company.

Sutherland, I. (1965). The Ultimate Display. *Proceedings of IFIPS Congress. Τομ. II , 506-508.*

Szalavari, E. a. *Collaborative gaming in augmented reality; Zsolt Szalavári, Erik Eckstein and Michael Gervautz; Proceedings of the ACM Symposium on Virtual reality software and technology 1998, 1998, Pages 195 - 204 .*

Tesoriero, R., Gallud, J., Lozano, M. D., & Penichet, V. M. (2007). *HCI Design Patterns for Mobile Applications Applied to Cultural Environments.* Albacete, Spain: University of Castilla-La Mancha.

W3C. (2010). Augmented Reality on the Web.

Walsh, M. (2009, November 30). *Augmented Reality To Ramp On Mobile.* Ανάκτηση November 22, 2011, από MOBlog cutting through the static: <http://www.mediapost.com/publications/article/118173/>

Ware, C. a. *Reaching for objects in VR displays: Lag and frame rate. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 1(4):331-356.*

Waters, R. C. *Diamond park and spline: A social virtual reality system with 3D animation, spoken interaction, and runtime .*

web2. <http://www.intelcom.ru/>.

Wickens, C. D. *Cognitive issues in virtual reality. In Virtual Environments and Advanced Interface Design, chapter 13, pages 516-541. Oxford University Press.*

Wilbert O. Galitz.

(n.d.). *The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and Techniques,* Wiley Publishing, Inc, p.4, 2007 .

Wloka and Anderson, 1.] *Resolving occlusion in augmented reality; Matthias M. Wloka and Brian G. Anderson; Proceedings of the 1995 symposium on Interactive 3D graphics, 1995, Pages 5 - 12 .*

Yu, D., Jin, J. S., Luo, S., Lai, W., & Huang, Q. (2010). A Useful Visualization Technique: A Literature Review for Augmented Reality and its Application, limitation & future direction. Στο D. Yu, J. S. Jin, S. Luo, W. Lai, & Q. Huang, *Visual Information Communication* (σσ. 311-337).

Zelený, M. (n.d.). Marketing and augmented reality .Diploma thesis. University of Economics ,Prague.

Νικολαϊδης, Δ. (n.d.). Περισκόπιο της Επιστήμης ,επαυξημένη πραγματικότητα , τευχος 270, Μαρτίος 2003.