

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (Augmented Reality (AR))
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ
ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ**

Παπαγεωργίου Γεώργιος

Επιβλέπων: Χρυσόστομος Στύλιος

Άρτα, Φεβρουάριος 2019

Augmented Reality (AR) APPLICATION DEVELOPMENT TOOLS AND DESIGN OF APPLICATION

ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΙΩΡΓΟΣ

AM: 11145, email: georgebac88@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η γνωστοποίηση της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Αρχικά θα δούμε τί είναι και πώς λειτουργεί, από ποιά μέσα χρησιμοποιείται και ποιά είναι η διαφορά της με την εικονική πραγματικότητα. Έπειτα θα δούμε ποιές είναι οι χρήσεις της στην πραγματική ζωή, πώς είναι χρήσιμη στην καθημερινότητά μας, και ποιά εργαλεία εφαρμογών χρησιμοποιούνται για να υλοποιηθεί μία εφαρμογή. Επιπροσθέτως, και για την πλήρη κατανόηση των παραπάνω εννοιών, έχει σχεδιαστεί μία σχετική εφαρμογή για τις απαιτήσεις της παρουσίασης.

Λέξεις κλειδιά: πραγματικότητα, επαυξημένη, εικονική, πραγματική, ενισχυμένη, βελτιωμένη, αυξημένη, εφαρμογή

Υπεύθυνη Δήλωση

Υπεύθυνη Δήλωση : Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Παπαγεωργίου Γεώργιος

© Παπαγεωργίου Γιώργος 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Χρυσόστομο Στύλιο για την καθοριστική και πολύτιμη βοήθεια του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας και για τις γνώσεις που μου μετέδωσε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υποστήριξη που μου παρείχαν στις σπουδές μου.

Περιεχόμενα

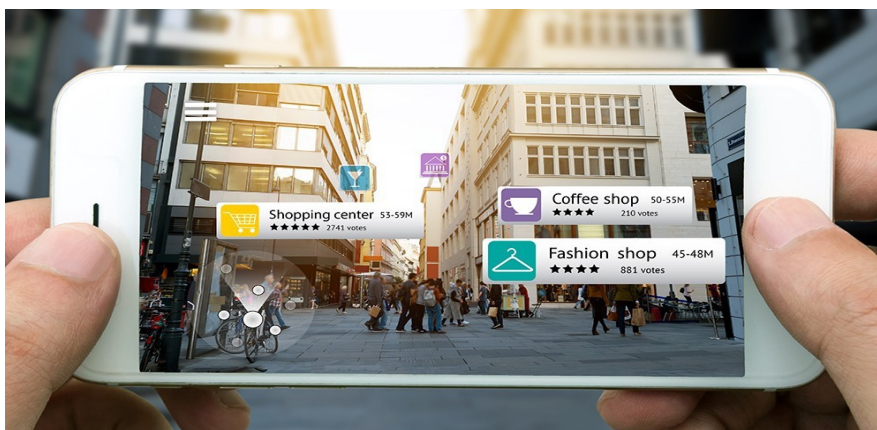
Κεφάλαιο 1ο Εισαγωγή στην Επαυξημένη πραγματικότητα.....	7
1.1 Τί είναι η επαυξημένη πραγματικότητα.....	7
1.2 Πώς χρησιμοποιείται η επαυξημένη πραγματικότητα (μέσα και συσκευές).....	9
1.2.1 HMD.....	9
1.2.1.1 Ανίχνευση θέσης προσώπου.....	12
1.2.1.2 Εγγραφή.....	13
1.2.1.3 Οπτική παρακολούθηση.....	14
1.2.1.4 Διαχείριση του motion blur.....	15
1.2.2 AR με tablet pc.....	16
1.2.3 Κώδικας QR.....	17
1.3 Επαυξημένη ή εικονική πραγματικότητα;.....	18
1.3.1 Η Εικονική πραγματικότητα.....	19
1.3.2 Διαφορές και ομοιότητες.....	19
1.3.3 Ποιά τεχνολογία θα επιτύχει;.....	21
1.3.4 Μεικτή πραγματικότητα.....	21
1.4 Ανάπτυξη εφαρμογών AR.....	22
1.4.1 Εφαρμογές AR που βασίζονται στην τοποθεσία.....	23
1.4.2 Εφαρμογές AR βάσει δείκτη.....	23
Κεφάλαιο 2ο Χρήση της AR και εργαλεία εφαρμογών.....	25
2.1 Πρακτικές εφαρμογές της τεχνολογίας AR.....	25
2.1.1 e-Learning.....	26
2.1.1.1 AR σε μαθησιακό περιβάλλον	26
2.1.1.2 AR στην επαγγελματική εκπαίδευση.....	27
2.1.1.3 Σύνοψη.....	28
2.1.2 Ψυχαγωγία (gaming).....	29
2.1.3 Δημοσιογραφία.....	30
2.1.4 Marketing	32
2.1.4.1 Διαφήμιση με χρήση βίντεο 360.....	34
2.1.5 AR στον στρατό.....	34
2.1.6 GPS.....	36
2.1.6.1 Πλοήγηση.....	37
2.1.6.2 Τουρισμός.....	38
2.1.7 Ιατρική.....	39
2.1.8 Λοιπά επαγγέλματα.....	41
2.2 Εργαλεία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας.....	44
Κεφάλαιο 3ο Σχεδίαση εφαρμογής με το εργαλείο Vuforia.....	49
3.1 Εγκατάσταση του προγράμματος Unity.....	49
3.2 Σχεδίαση εφαρμογής με το εργαλείο της Vuforia.....	50

Λίστα Εικόνων

- Εικόνα 1: Επαυξημένη πραγματικότητα
- Εικόνα 2: Head-mounted Display
- Εικόνα 3: Λειτουργία του HMD
- Εικόνα 4: motion blur
- Εικόνα 5: AR με tablet pc
- Εικόνα 6: AR με κώδικα QR
- Εικόνα 7: Επαυξημένη/Εικονική πραγματικότητα
- Εικόνα 8: Σχεδίαση εφαρμογής AR
- Εικόνα 9: AR σε μαθησιακό περιβάλλον
- Εικόνα 10: AR σε εκπαιδευτικό περιβάλλον
- Εικόνα 11: Βιντεοπαιχνίδι εικονικής πραγματικότητας
- Εικόνα 12: Το εργαλείο Aurasma
- Εικόνα 13: Το διαφημιστικό της pepsi
- Εικόνα 14: Στρατιωτική χρήση της AR
- Εικόνα 15: Εφαρμογή σε τουριστικό χώρο
- Εικόνα 16: Παράδειγμα AR στην ιατρική
- Εικόνα 17: Μάθημα μουσικής με AR
- Εικόνα 18: Το πρόγραμμα Unity
- Εικόνα 19: Οι ρυθμίσεις στο Unity
- Εικόνα 20: Το κλειδί άδειας χρήσης
- Εικόνα 21: Χαρακτηριστικά αναγνώρισης εικόνας

1. Εισαγωγή στην Επαυξημένη πραγματικότητα

1.1 Τί είναι η επαυξημένη πραγματικότητα



Εικόνα 1: Επαυξημένη πραγματικότητα

Η έκφραση Επαυξημένη Πραγματικότητα (συντομογραφία AR - augmented reality) αναφέρεται στην αναδυόμενη τεχνολογία η οποία επιτρέπει την ανάμειξη, σε πραγματικό χρόνο, επεξεργασμένης πληροφορίας απο υπολογιστή με την πληροφορία που προέρχεται απο τον πραγματικό κόσμο, μέσω των κατάλληλων διεπαφών υπολογιστή. Η πληροφορία που σχετίζεται άμεσα με ένα γενικό πλαίσιο γίνεται εύχρηστο και άμεσα προσβάσιμο μέσω της διεπαφής AR. Οι τεχνολογίες AR άρχισαν να διαδίδονται εντυπωσιακά σε όλο τον κόσμο τα τελευταία χρόνια, με μεγάλο αντίκτυπο στην κοινωνία και τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Η φράση «επαυξημένη πραγματικότητα» επινοήθηκε από τον ερευνητή Thomas Preston Caudell το 1992. Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει ένα σύστημα που θα βοηθήσει τους εργάτες στην συναρμολόγηση και στην εγκατάσταση των ηλεκτρικών καλωδίων στα αεροσκάφη Boeing (Caudell & Mizell 1992). Στα επόμενα χρόνια, οι AR τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί κυρίως από ερευνητικά εργαστήρια και πανεπιστήμια σε όλο τον κόσμο. Τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία έχει αρχίσει σιγά-σιγά να μεταβαίνει από τα ερευνητικά εργαστήρια στην αγορά σε εφαρμογές που κυμαίνονται από το μάρκετινγκ στην ψυχαγωγία, στην προχωρημένη απεικόνιση, τη συντήρηση, το σχεδιασμό, την ιατρική και τη δημοσίευση.

Διαχωρίζοντας το σε δύο απλά λέξεις, η επαύξηση σημαίνει ύψωση ή ενίσχυση και η πραγματικότητα σημαίνει την κατάσταση στην οποία τα πράγματα υπάρχουν στην πραγματικότητα, σε αντίθεση με μία ιδεαλιστική ή πλασματική ιδέα αυτών. Σε μια πρώτη προσέγγιση, η έννοια του όρου «επαυξημένη πραγματικότητα» μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητή σε αντίθεση με την πιο οικεία έννοια της «εικονικής πραγματικότητας». Ενώ στην περίπτωση της εικονικής πραγματικότητας, ο χρήστης βυθίζεται σε ένα εικονικό περιβάλλον που δημιουργείται πλήρως στον υπολογιστή, στην περίπτωση της επαυξημένης πραγματικότητας τα εικονικά στοιχεία

επικαλύπτουν και ενσωματώνονται στο πραγματικό φυσικό χώρο. Αυτή είναι ουσιαστικά η αντίστροφη διαδικασία της Εικονικής Πραγματικότητας. Με τη βοήθεια κατάλληλων συσκευών προβολής και αλληλεπίδρασης, η AR επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες που σχετίζονται άμεσα με πλαίσια χρήσης τους, προσθέτει στρώματα ψηφιακής πληροφορίας στον φυσικό χώρο, ενώ την ίδια στιγμή επιτρέπει την αλληλεπίδραση με αυτά τα ψηφιακά στοιχεία ως εάν όντως ανήκαν στο πραγματικό περιβάλλον. Κατά τα πρόσφατα χρόνια, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των smartphones επόμενης γενιάς, ένας νέος τύπος εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας έχει κάνει την είσοδό της στην αγορά. Οι AR εφαρμογές για φορητές συσκευές επιτρέπουν στους χρήστες να βλέπουν ενισχυμένες εικόνες του άμεσου περιβάλλοντός τους, απευθείας στην οθόνη του τηλεφώνου τους. Χρησιμοποιώντας το βίντεο που καταγράφεται από την κάμερα ως φόντο, οι AR εφαρμογές τοποθετούν περιεχόμενο και στρώματα πληροφοριών στο φυσικό πλαίσιο αναφοράς του χρήστη. Επιπλέον, αυτές οι συσκευές επιτρέπουν την απεριόριστη πρόσβαση σε συναφείς πληροφορίες.

Μία άλλη προσέγγιση είναι ότι η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) είναι η σύνθεση των πραγματικών και εικονικών εικόνων. Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα (VR) με την οποία ο χρήστης ευσχωρεί σε ένα εντελώς τεχνητό κόσμο, η επαυξημένη πραγματικότητα τοποθετεί επιπλέον πληροφορίες επάνω στις πραγματικές σκηνές. Τυπικά γραφικά που δημιουργήθηκαν στον υπολογιστή, τοποθετούνται στο οπτικό πεδίο του χρήστη, για την παροχή πρόσθετων πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον τους, ή να παρέχουν οπτική καθοδήγηση για την ολοκλήρωση μιας εργασίας. Στην απλούστερη μορφή της, η επαυξημένη πραγματικότητα θα μπορούσε να τονίζει, να τοποθετεί βελάκια ή ετικέτες κειμένου στην όραση του χρήστη, για παράδειγμα, βελάκια που θα μπορούσαν να προσανατολίσουν τον χρήστη σε μία καινούρια πόλη. Πιο σύνθετες εφαρμογές θα μπορούσαν να εμφανίσουν περίπλοκα μοντέλα τριών διαστάσεων, που να παρέχονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ξεχωρίζουν από το γύρω φυσικό τοπίο.

Υπάρχουν διάφορες πιθανές εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας. Ίσως η πιο απαιτητική να είναι η χειρουργική επέμβαση με τη βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας. Σε αυτή τη περίπτωση, ο χειρουργός, χρησιμοποιώντας μία κατάλληλη συσκευή εμφάνισης, μπορεί να δει τις πληροφορίες από ακτινογραφίες ή σκαναρίσματα που δέχτηκε ο ασθενής, π.χ. για να δει σημαντικά αιμοφόρα αγγεία κάτω από το δέρμα πριν από κάθε τομή. Αυτό είναι ένα παράδειγμα της όρασης των ακτίνων X, η οποία γίνεται δυνατή με την επαυξημένη πραγματικότητα, δηλαδή, πληροφορίες που συνήθως αποκρύβονται από την όραση, μπορούν να αποκαλυφθούν στον χρήστη με κατανοητό τρόπο. Αυτή η πληροφορία μπορεί να αποκτηθεί από τα προηγούμενα μοντέλα (π.χ. σχέδια του κτιρίου για να δείξει τα κρυφά υδραυλικά) ή να αποκτηθεί εκείνη τη στιγμή (π.χ. με υπέρηχους στην ιατρική.).

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει στο χρήστη, αισθήσεις που συνήθως δεν είναι διαθέσιμες. Δεδομένα από τυχαίους αισθητήρες μπορούν να παρουσιάζονται οπτικά με λογικό τρόπο. Για παράδειγμα, σε μια βιομηχανική εγκατάσταση, η αισθητή θερμοκρασία ή ο ρυθμός ροής σε σωλίνες

ψυκτικού υγρού θα μπορούσε να αναπαρασταθεί οπτικά, από το χρώμα ή την κίνηση, απευθείας επάνω σε προβολή της εγκατάστασης, στη συσκευή ενός χρήστη. Εκτός από την οπτικοποίηση πραγματικών δεδομένων, που κατά τα άλλα είναι αόρατα, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προεπισκόπηση πραγμάτων που δεν υπάρχουν. Για παράδειγμα, στον τομέα της αρχιτεκτονικής και του σχεδιασμού, κάποια εικονικά έπιπλα ή εξαρτήματα θα μπορούσαν να είναι εκ νέου τοποθετημένα σε μια πρώτη ματιά ενός πραγματικού κτιρίου. Ειδικά εφέ από μια σκηνή κάποιας ταινίας είναι δυνατόν να προβληθούν ζωντανά στο γύρισμα της ταινίας. Επίσης, πολλές εφαρμογές ψυχαγωγίας είναι πιθανές, απλά με την εισαγωγή εικονικών αντικειμένων ή αντιπάλων στο πραγματικό περιβάλλον.

Ακόμα ένας ορισμός της επαυξημένης πραγματικότητας, είναι μια νέα τεχνολογία που έχει αρχίσει να απογειώνεται με πολλούς και διάφορους τρόπους. Ας πούμε, σε ένα προσομοιωτή πτήσης, ο χειριστής πηγαίνει σε ένα «πιλοτήριο» και μπορεί να πάρει τον έλεγχο του αεροπλάνου, αλλά η οπτική είναι εικονική- ένα βίντεο ή ένα περιβάλλον φτιαγμένο από υπολογιστή, για την προσομοίωση μιας κατάστασης πραγματικού κόσμου. Στην ουσία, αυτό μοιάζει πολύ με την επαυξημένη πραγματικότητα.

Με λίγα λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι η επαυξημένη πραγματικότητα:

- συνδιάζει πραγματικά και εικονικά δεδομένα (που σημαίνει ότι χρησιμοποιεί βίντεο πραγματικού χρόνου και ενσωματώνει δεδομένα παραγμένα από υπολογιστή για να δημιουργήσει μία εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας).
- είναι διαδραστική σε πραγματικό χρόνο
- συστήνεται σε 3D.

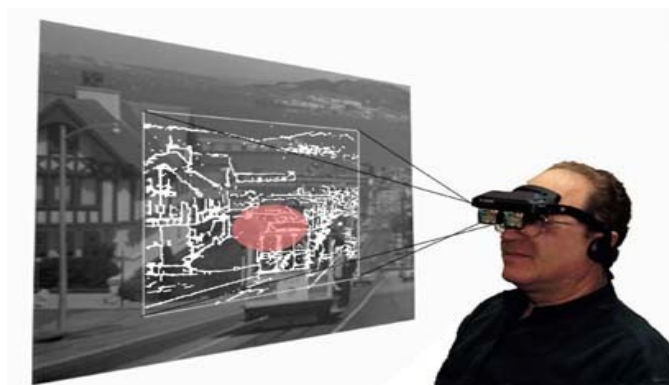
1.2 Πώς χρησιμοποιείται η επαυξημένη πραγματικότητα (μέσα και συσκευές)

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να οριστεί ως η προβολή της «εικονικής» πληροφορίας στον πραγματικό κόσμο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση διάφορων μέσων και συσκευών. Οι πιο δημοφιλής συσκευές, αρχικά, ήταν τα γυαλιά απεικόνισης που τα τοποθετούμε στο κεφάλι (HMD), όπως όταν φοράμε κανονικά γυαλιά, τα οποία είναι είτε διάφανα, είτε αδιαπέραστα, ανάλογα την περίπτωση, και μπορούν να συνδιάζουν αντικείμενα εικονικής πραγματικότητας με το περιβάλλον πραγματικού κόσμου, όπως όταν ο χρήστης το βλέπει με γυμνό μάτι. Πλέον η πιο διαδεδομένη συσκευή είναι το tablet pc, ή τα smartphones.

1.2.1 HMD (head-mounted display)

Ένα εικονικό περιβάλλον, χαρακτηρίζεται μία οπτική σκηνή η οποία προβάλλεται χρησιμοποιώντας ένα head-mounted display (HMD), ικανότητες ανίχνευσης με την κίνηση του κεφαλιού (head-tracking), καθώς και τη δυνατότητα της πλοήγησης και

της αλληλεπίδρασης με τα εικονικά αντικείμενα. Στην εικονική πραγματικότητα, μια στερεοσκοπική σκηνή προβάλλεται χρησιμοποιώντας ένα αδιαφανές HMD που παρέχει στον χρήστη την αίσθηση της «παρουσίας» του μέσα στον εικονικό κόσμο.



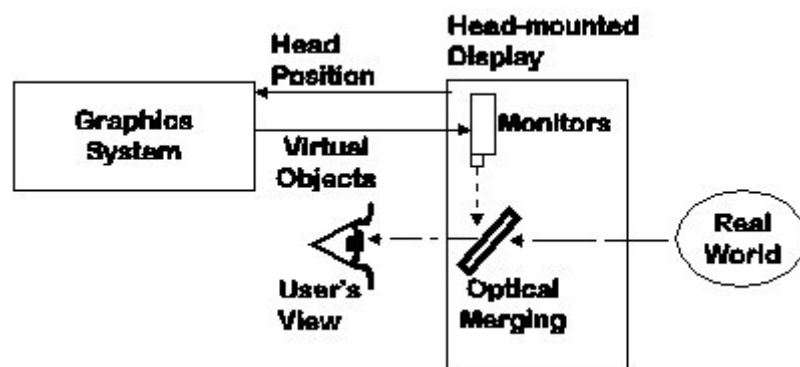
Εικόνα 2: Head-mounted Display

Σε αυτού του είδους την απεικόνιση, ο παραγόμενος κόσμος αποτελείται εξ ολοκλήρου από γραφικά υπολογιστών. Ωστόσο, για πολλές εφαρμογές μπορεί να είναι επιθυμητή η χρήση του πραγματικού κόσμου, στο περιβάλλον, όσο το δυνατόν περισσότερο, αντί της δημιουργίας μιας νέας σκηνής χρησιμοποιώντας εικόνες εξ ολοκλήρου από υπολογιστή. Ακόμη και οι πιο σύγχρονοι υπολογιστές δεν είναι σε θέση να δημιουργήσουν σκηνές του πραγματικού κόσμου με πλήρη πιστότητα. Όσο περισσότερο περιβάλλον με πραγματικό κόσμο χρησιμοποιηθεί, τόσο καλύτερη είναι η πιστότητα του επαυξημένης πραγματικότητας περιβάλλοντος. Σε αυτόν τον τομέα εικονικών περιβαλλόντων, όπου ο σχεδιαστής έχει την δυνατότητα να ενισχύσει τον πραγματικό κόσμο με πληροφορίες που δημιουργούνται από υπολογιστή, όπως κείμενο ή κάποιο γραφικό αντικείμενο, ονομάζεται επαυξημένη πραγματικότητα. Όπως και στην εικονική πραγματικότητα, ο χρήστης της επαυξημένης πραγματικότητας είναι τυπικά προσδεμένος σε έναν υπολογιστή, μέσω ενός καλωδίου σε έναν επιτραπέζιο υπολογιστή. Ωστόσο, ως προέκταση της αλληγορίας της επαυξημένης πραγματικότητας, οι φορητοί υπολογιστές επιτρέπουν να χρησιμοποιηθούν κινητές πλατφόρμες για την ενίσχυση του πραγματικού κόσμου με συνθετικές πληροφορίες.

Για να δημιουργηθούν επαυξημένης πραγματικότητας περιβάλλοντα με επαρκή πιστότητα και κινητικότητα, πρέπει να αντιμετωπιστούν διάφορα ζητήματα. Όσον αφορά την παρουσίαση των οπτικών πληροφοριών, χρειάζονται οθόνες με υψηλή ανάλυση, για το ακριβές και ρεαλιστικό χτίσιμο των εικονικών αντικειμένων και αναγνώσιμου κειμένου στον πραγματικό κόσμο. Η τρέχουσα τεχνολογία HMD (head-mounted display) που επιτρέπει την πραγματική ανάλυση VGA (video graphic array) και το ευρύ οπτικό πεδίο, είναι σε θέση να το κάνει αυτό, και καθώς η τεχνολογία απεικόνισης προοδεύει, θα είναι δυνατό να δημιουργούνται ακόμα πιο ρεαλιστικά εικονικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, πρέπει να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες συσκευές εισόδου, ώστε να επιτρέπουν στον χρήστη να χειρίζεται και να αλληλεπιδρά αποτελεσματικά με τα εικονικά δεδομένα.

Στο κατασκευασμένο περιβάλλον, ο χρήστης συχνά χρησιμοποιεί ένα ή και τα δύο χέρια για να εκτελέσει μια εργασία, επομένως, οι συσκευές εισόδου πρέπει να σχεδιαστούν με αυτή τη λογική. Ένα μεγάλο κίνητρο για την χρήση των επαυξημένης πραγματικότητας απεικονίσεων σχετίζεται με τους υπολογιστικούς πόρους, που είναι αναγκαίο να παράγουν και να ενημερώνουν το περιβάλλον που δημιουργήθηκε απο υπολογιστή. Στα γραφικά υπολογιστών, όσο πιο περίπλοκη είναι η σκηνή (πλήθος πολυγώνων, απεικόνιση υφής κτλ), τόσο πιο πολλοί υπολογιστικοί πόροι χρειάζονται για τη δημιουργία του περιβάλλοντος, ειδικά σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Ωστόσο, η έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας είναι να ενισχύσει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα. Αυτή η προσέγγιση δεν απαιτεί μια σκηνή που αποτελείται εξ ολοκλήρου από γραφικά υπολογιστών, αντ' αυτού, τα εικονικά αντικείμενα χρησιμοποιούνται ως συμπλήρωμα στο περιβάλλον πραγματικού κόσμου. Επιπλέον, πολλές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας δεν απαιτούν ιδιαίτερα πολύπλοκες εικόνες. Για παράδειγμα, ορισμένες εφαρμογές στην επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να απαιτούν μόνο γραφικό διάγραμμα ή κείμενο το οποίο επικαλύπτει το περιβάλλον πραγματικού κόσμου.

Σε γενικές γραμμές, για να δημιουργηθεί ένα επαυξημένης πραγματικότητας περιβάλλον, ο ακόλουθος εξοπλισμός είναι απαραίτητος: (1) υλικό για τη δημιουργία οπτικών εικόνων, (2) ένα σύστημα ανίχνευσης θέσης και προσανατολισμού, (3) υλικό για το συνδυασμό των γραφικών ηλεκτρονικών υπολογιστών και πραγματικού κόσμου σε μια εικόνα, και (4) το σχετικό λογισμικό σύστημα. Υπάρχουν δύο τύποι οθονών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συνδυαστούν αντικείμενα του πραγματικού κόσμου με εικόνες από υπολογιστή για να σχηματίσουν ένα AR περιβάλλον, αδιαφανές HMDs και διαφανές HMDs.



Εικόνα 3: Λειτουργία του HMD

Οι αδιαφανείς HMDs είναι οθόνες που φοριούνται στο ένα μάτι και δημιουργούν εικονικές εικόνες στο περιβάλλον συγχωνεύοντας την εικόνα που φαίνεται απο το μάτι με την οθόνη, με την εικόνα που φαίνεται από το γυμνό μάτι. Τα διαφανή HMDs φοριούνται είτε στο ένα είτε και στα δύο μάτια και δημιουργούν AR περιβάλλον με έναν απο τους δύο τρόπους : see-through με βάση το βίντεο, ή optical see through. Οι οθόνες see-through με βάση το βίντεο είναι αδιαφανείς οθόνες που χρησιμοποιούν κάμερες τοποθετημένες κοντά στα μάτια των χρηστών και στέλνουν βίντεο του

περιβάλλοντος στην οθόνη. Ο υπολογιστής στη συνέχεια συγχωνεύει το βίντεο με την εικονική εικόνα(ες) για να δημιουργήσει ένα AR περιβάλλον με βάση το βίντεο.

Τα οπτικά see-through HMDs φοριούνται σαν γυαλιά, με ένα οπτικό κάτοπτρο στην κορυφή. Ο χρήστης μπορεί να δει το περιβάλλον με γυμνά μάτια και ο υπολογιστής στέλνει εικόνες από τα εικονικά αντικείμενα, μέσα από το οπτικό κάτοπτρο, που στη συνέχεια αντανακλά τις εικόνες στο οπτικό πεδίο του χρήστη. Και οι δύο τύποι HMD χρησιμοποιούνται συχνά για διάφορες εργασίες και έχουν διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που συνδέονται με αυτές.

- AR με βάση το βίντεο: Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προβολή των κοντινών ή απομακρυσμένων προβολών βίντεο του περιβάλλοντος πραγματικού κόσμου, σε συνδυασμό με τα επιστρωμένα γραφικά υπολογιστή. Η προβολή μιας απομακρυσμένης σκηνής είναι αναπόσπαστο στοιχείο των εφαρμογών τηλεπαρουσίας.
- AR με βάση την οπτική: Αυτό το σύστημα επιτρέπει στον παρατηρητή να δει τον πραγματικό κόσμο απ' ευθείας με το ένα ή και τα δύο μάτια, μαζί με τα γραφικά, φτιαγμένα από υπολογιστή, συνδυασμένα στην εικόνα. Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι ότι μπορούμε να δούμε και να χειρισθούμε τον πραγματικό κόσμο άμεσα.

1.2.1.1 Ανίχνευση θέσης προσώπου (head pose tracking)

Σε συνδυασμό με τις συσκευές εξόδου, οι συσκευές εισόδου είναι αναγκαίο να είναι αποτελεσματικές, ώστε να επιτρέπουν στο χρήστη να αλληλεπιδρά απόλυτα με τα εικονικά δεδομένα που παρουσιάζονται στο περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας. Οι συσκευές εισόδου που έχουν εξελιχθεί για την χρήση με φορητούς υπολογιστές, είναι πολύ διαφορετικές και συνεχώς αυξάνονται. Η αύξηση αυτή έχει προκαλέσει την παράλληλη αύξηση των ερευνών που γίνονται για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση των συσκευών εισόδου.

Για την εισαγωγή δεδομένων ή την εισαγωγή κειμένου, συχνά χρησιμοποιούνται πληκτρολόγια που έχουν τη δυνατότητα να τοποθετούνται στο σώμα ή στο χέρι ή λογισμικό αναγνώρισης ομιλίας και συσκευές, ή γάντια δεδομένων που χρησιμοποιούνται στη θέση του ποντικιού, για να μετακινήσουμε τον κέρσορα, να επεξεργαστούμε κάποιες επιλογές ή για να χειριστούμε οπτικά δεδομένα. Όταν απαιτείται λειτουργία, εξ ολοκλήρου χωρίς χέρια, οι συσκευές αναγνώρισης ομιλίας ή οι συσκευές αναγνώρισης κίνησης είναι μία λύση. Οι συνηθισμένοι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό αυτών των συσκευών εισόδου, αν δεν είναι ελεύθερων χεριών, είναι ότι όλες πρέπει να είναι διακριτικές, ακριβείς και εύκολες στη χρήση κατά την εργασία.

Η θέση του προσώπου ορίζεται ως η θέση και ο προσανατολισμός του κεφαλιού σε έναν 3D κόσμο. Υπάρχουν δύο πτυχές στο πρόβλημα της ανίχνευσης κεφαλής: η σχετική ανίχνευση του αντικειμένου και η απόλυτη ανίχνευση του αντικειμένου.

Η σχετική ανίχνευση μπορεί να πραγματοποιηθεί με συστήματα εντοπισμού με βάση τα επιταχυνσιόμετρα και τα γυροσκόπια και να χρησιμοποιηθεί ως πλαίσιο αναφοράς η ανθρώπινη κεφαλή. Αν και αυτά τα συστήματα μπορούν να γίνουν γρήγορα, συνήθως δημιουργούν σφάλματα γρήγορα. Συνεπώς, πρέπει να βαθμονομηθούν με τη χρήση του κόσμου ή της γης ως πλαισίου-σημείου αναφοράς. Γι' αυτό, η στάση πρέπει να γίνει αισθητή με τη γη ως πλαίσιο αναφοράς. Τα συστήματα που είναι σε θέση να το κάνουν αυτό είναι τα μαγνητόμετρα, που αισθάνονται το γήινο μαγνητικό πεδίο, τα κλινόμετρα, τα οποία αισθάνονται τη βαρύτητα της γης, τα οποία είναι, συστήματα βασισμένα σε υπολογιστή που είναι ικανά να μετρήσουν τα χαρακτηριστικά στο οπτικό πεδίο της κάμερας και συστήματα GPS που βασίζονται στην οπτική επαφή με δορυφόρους με σταθερές τροχιές γύρω από τη γη, αντίστοιχα.

1.2.1.2 Εγγραφή

Το κύριο τεχνικό εμπόδιο που πρέπει να ξεπεράσει η επαυξημένη πραγματικότητα (AR), είναι η ανάγκη για ισχυρή και ακριβής εγγραφή. Η εγγραφή είναι η ακριβής ευθυγράμμιση, των εικονικών και πραγματικών εικόνων, χωρίς την οποία, είναι αδύνατο να έχουμε μία αποτελεσματική AR, π.χ. μία πραγματική σκακιέρα με εικονικά κομμάτια λίγα εκατοστά έξω από την ευθυγράμμιση, είναι ανωφελής. Παρομοίως, εάν ένας χειρουργός δεν είναι εντελώς σίγουρος/η ότι, ο εικονικός όγκος που βλέπει μέσα στο σώμα του ασθενούς του, είναι ακριβώς στο σημείο που το βλέπει, το σύστημα AR θα καταστεί άχρηστο. Το επίπεδο της απόδοσης ακριβείας που απαιτείται για να λειτουργήσει ένα έμπιστο σύστημα AR, υπερβαίνει κατά πολύ τις απαιτήσεις των συστημάτων VR, όπου η απουσία του αληθινού κόσμου σημαίνει ότι τα μικρά λάθη ευθυγράμμισης δεν γίνονται εύκολα αντιληπτά από τον χρήστη.

Όταν ο χρήστης παραμένει ακίνητος και δέχεται μία τέλεια ευθυγράμμιση των εικονοκυττάρων (pixel) από αληθινές και εικονικές εικόνες, μπορούμε να πούμε ότι το σύστημα προσφέρει καλή στατική εγγραφή. Ωστόσο, τα συστήματα AR θα πρέπει να παρουσιάζουν περαιτέρω καλή δυναμική καταχώρηση. Κατά την κίνηση, ο χρήστης δεν πρέπει να παρατηρεί καμία καθυστέρηση ή παραμόρφωση μεταξύ πραγματικών και εικονικών αντικειμένων, ακόμα και όταν υποβάλλεται σε ταχεία και ασταθή κίνηση.

Μία βαρυσήμαντη πρόκληση για την εγγραφή AR είναι η διαμέτρηση της οθόνης. Αυτό καθορίζει αποτελεσματικά τις θέσεις των οφθαλμών του χρήστη, σε σχέση με το κεφάλι του, και τις παραμέτρους υλικού επίδειξης. Λόγω των κυρτών κατόπτρων που χρησιμοποιούνται στα HMD, η εγγραφή συχνά χειροτερεύει από παραμορφώσεις στην σχεδίαση εικονικών γραφικών. Αυτές οι παραμορφώσεις μπορούν να εκτιμηθούν ως μέρος της διαδικασίας βαθμονόμησης του χρήστη, και το σύγχρονο υλικό γραφικών επιτρέπει την διόρθωση των παραμορφώσεων σε πολύ μικρό κόστος.

Λάθη εγγραφής οποιουδήποτε είδους, έχουν ως αποτέλεσμα να “αιωρούνται” τα

εικονικά αντικείμενα στο χώρο, και να καταστρέφουν την ψευδαίσθηση ότι ανήκουν στον πραγματικό κόσμο. Οι πλήρεις απαιτήσεις για την επίτευξη της εγγραφής διαφέρουν ανάλογα με την μορφή εμφάνισης που χρησιμοποιείται, αλλά ένα κρίσιμο στοιχείο είναι σχεδόν πάντα η συνεχής γνώση της θέας του χρήστη, έτσι ώστε τα εικονικά γραφικά να μπορούν να αποδοθούν από αυτήν. Στην συνηθισμένη περίπτωση κατά την οποία ο χρήστης φοράει ένα HMD (head-mounted display), αυτό ισοδυναμεί με την ανίχνευση της 6-DOF pose της κεφαλής του χρήστη. Έχει χρησιμοποιηθεί μία ποικιλία αισθητήρων για την παρακολούθηση του κεφαλιού ενός χρήστη, από ακριβείς μηχανικούς κωδικοποιητές που περιορίζουν τον χρήστη σε ένα μικρό όγκο εργασίας, μέχρι μαγνητικούς ή αισθητήρες υπερήχων οι οποίοι βασίζονται σε κατάλληλες πηγές εκπομπών, τοποθετημένους στο περιβάλλον. Είναι δυνατό να έχουμε ακριβείς και αξιόπιστες εγγραφές, χωρίς να χρησιμοποιήσουμε ακριβούς αισθητήρες, αλλά φθηνές κάμερες και οπτική παρακολούθηση.

Για την παροχή δυναμικής εγγραφής, πρέπει να αντιμετωπιστούν οι ενυπάρχουσες καθυστερήσεις στην οπτική ανίχνευση (visual tracking) και στο χτίσιμο γραφικών. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση αδρανειακών μετρήσεων χαμηλής αφάνειας, και προβλέψεις κίνησης από ένα μοντέλο ταχύτητας. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα βασισμένο σε HMD λειτουργεί, αλλά εμφανίζει κάποιες αδυναμίες και στην στρατηγική ανίχνευσης που χρησιμοποιήθηκε και της HMD συσκευής. Αυτό θέτει το ερώτημα, εάν θα έπρεπε το HMD να έχει ως κύριο σκοπό ένα μέσο επιλογής επαυξημένης πραγματικότητας, ή εάν θα έπρεπε να υπάρξουν καλύτερες εναλλακτικές.

1.2.1.3 Οπτική παρακολούθηση

Η Οπτική Παρακολούθηση, προσπαθεί να ανιχνεύσει την στάση του κεφαλιού, αναλύοντας τα χαρακτηριστικά που ξεπροβάλλουν κατά τη διάρκεια της ροής του βίντεο. Συνήθως, για την επαυξημένη πραγματικότητα (AR), τοποθετείται μια κάμερα στην οθόνη που τοποθετείται στο κεφάλι του χρήστη, και ένας υπολογιστής υπολογίζει τη θέση και τη στάση σε σχέση με τα γνωστά χαρακτηριστικά που φαίνονται στον κόσμο.

Καθώς το κόστος της υπολογιστικής ισχύος μειώνεται και η είσοδος βίντεο για υπολογιστές καθίσταται μόνιμη, η οπτική παρακολούθηση καθίσταται όλο και πιο ελκυστική ως αισθητήρας χαμηλού κόστους για την εγγραφή AR. Επιπλέον, σε όλο και μεγαλύτερο αριθμό οπτικών συστημάτων οπτικής απεικόνισης μέσω βίντεο, στα οποία δημιουργούνται επαυξήσεις σε μια ροή βίντεο, υπάρχει ήδη μια βιντεοκάμερα στο σύστημα.

Δυστυχώς, η οπτική παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο δεν αποτελεί πρόβλημα επίλυσης. Το να εξαχθεί μια στάση από ένα βιντεοπλαίσιο, απαιτεί λογισμικό το οποίο να δημιουργεί αντιστοιχίες μεταξύ των στοιχείων της εικόνας και των γνωστών τρισδιάστατων τοποθεσιών στον κόσμο, και η δημιουργία αυτών των αντιστοιχιών σε ζωντανές ροές βίντεο είναι δύσκολη υπόθεση. Μέχρι στιγμής, οι

εφαρμογές AR έχουν επιλύσει αυτό το πρόβλημα με τη χρησιμοποίηση υποδεικτών, ή τεχνητούς δείκτες οι οποίοι τοποθετούνται στη σκηνή.

Αυτοί οι δείκτες έχουν γεωμετρικές ή έγχρωμες ιδιότητες που τους καθιστούν εύκολο να εξαχθούν και να ταυτοποιηθούν σε ένα πλαίσιο βίντεο και οι θέσεις τους στον κόσμο είναι γνωστές. Η τοποθέτηση υποδεκτών στη σκηνή λειτουργεί πολύ καλά για πρωτότυπες εφαρμογές σε προετοιμασμένα περιβάλλοντα, αλλά τελικά δεν είναι επιθυμητή. Αυτό δεν οφείλεται μόνο σε λόγους αισθητικής. Η τοποθέτηση και η διατήρηση των υποδεικτών μπορεί απλώς να μην είναι πρακτικές όταν πρόκειται για μεγάλα περιβάλλοντα ή και για πολλαπλές περιπτώσεις του ίδιου περιβάλλοντος. Δεδομένου ότι τα χαρακτηριστικά αντιστοίχισης σε πραγματικό χρόνο είναι δύσκολα, τα συστήματα εντοπισμού χωρίς δείκτη συνήθως λειτουργούν υπό διάφορες απλουστευτικές υποθέσεις, όπως η υπόθεση της ομαλής κίνησης της κάμερας και της συνέχειας πλαισίου προς το πλαίσιο, στο βίντεο, που οδηγούν σε έλλειψη δυναμικότητας. Τα υπάρχοντα συστήματα δεν μπορούν να παρακολουθήσουν την εμβέλεια και την ταχύτητα της κίνησης που μπορεί να υποβληθεί στην HM κάμερα σε μια εφαρμογή AR.

Ένα σύστημα παρακολούθησης πραγματικού χρόνου, το οποίο χρησιμοποιεί ένα μοντέλο CAD πραγματικών άκρων συνεργάζεται με τρία γυροσκόπια ρυθμού, χαμηλού κόστους, χαμηλής ισχύος συσκευές σε σταθερή κατάσταση, που μετρούν άμεσα την περιστροφική ταχύτητα της κάμερας. Εξοπλίζοντας το οπτικό σύστημα παρακολούθησης με έναν πολυευρυγωνιακό φακό, και θέτοντας εκτιμήσεις για τη θέση, με μετρήσεις από αυτούς τους αδρανειακούς αισθητήρες, έτσι μπορούν να υπάρξουν οφέλη ως προς την δυναμικότητα, αλλά μόνο μέχρι ενός σημείου. Σύντομα, η θαμπάδα στην κίνηση (motion blur) από την γρήγορη περιστροφή της κάμερας, προκαλεί αρκετή φθορά στην εικόνα ώστε να αποτύχει η εξαγωγή των χαρακτηριστικών. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί χρησιμοποιώντας τα γυροσκόπια ρυθμού, και η διαδικασία ανίχνευσης άκρων που χρησιμοποιείται από το σύστημα παρακολούθησης, μπορεί κατά συνέπεια να τροποποιηθεί ώστε να ανιχνεύει άκρα, ακόμα και υπό την παρουσία μεγάλης ποσότητας θαμπάδας. Αυτή η δυνατή ενσωμάτωση των δύο αισθητήρων, παρέχει την επιπλέον δυναμικότητα που χρειάζεται για λειτουργία επι-κεφαλής.

1.2.1.4 Διαχείριση του motion blur

Η οπτική παρακολούθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντιμετωπιστούν οι ειδικές απαιτήσεις που θέτουν οι επαυξημένης πραγματικότητας εφαρμογές. Μέχρι τώρα, η θαμπάδα κινήσεων σε εικόνες βίντεο, έχει θεωρηθεί εμπόδιο στην οπτική παρακολούθηση, μία υποβάθμιση που πρέπει να αντιμετωπιστεί με ειδικά μέσα, για παράδειγμα με την ενσωμάτωση των γυροσκοπίων ρυθμού. Η θόλωση κινήσεων δεν είναι ωστόσο εντελώς ανεπιθύμητη, αφού κάνει τις ακολουθίες βίντεο να εμφανίζονται πιο φυσικά στον ανθρώπινο παρατηρητή. Πράγματι, η θόλωση κινήσεων μπορεί να δώσει στους ανθρώπους πολύτιμες οπτικές ενδείξεις, στις

κινήσεις που συμβαίνουν σε μεμονωμένες εικόνες. Αυτό υποδηλώνει ότι τα συστήματα παρακολούθησης υπολογιστών, επίσης, θα έπρεπε να είναι ικανά να παίρνουν πληροφορίες απο την θόλωση στις εικόνες.

Εάν ο αριθμός των αισθητήρων που χρειάζονται για ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να μειωθεί, αυτό μειώνει και την πολυπλοκότητα του συστήματος, το κόστος, και τον όγκο που καταλαμβάνει, κ όπως γίνεται ικανό, να αντικαταστήσει τα φυσικά γυροσκόπια ρυθμού με έναν οπτικό αλγόριθμο, θα γινόταν και πλεονεκτικό. Η θαμπάδα κίνησης μπορεί να αναλυθεί και να εξάγει την ταχύτητα περιστροφής μιας κάμερας από μεμονωμένα πλαίσια βίντεο. Για να γίνει μία γενική εφαρμόσιμη αντικατάσταση των γυροσκοπίων ρυθμού, αυτός ο αλγόριθμος θα πρέπει να είναι εξαιρετικά “ελαφρύς” (έτσι ώστε να μην χρειαστεί επιπλέον υπολογιστικό υλικό), και δεν θα πρέπει να βασίζεται σε οποιοδήποτε χαρακτηριστικό από τα μεμονωμένα συστήματα ανίχνευσης. Επιβάλλοντας μερικές λογικές απλουστευτικές υποθέσεις, η περιστροφή μπορεί να εξαχθεί απο τα πλαίσια βίντεο σε μόλις δύο χιλιοστά του δευτερόλεπτου (2ms), σε ένα νέο υπολογιστή, λιγότερο από το ένα δέκατο του υπολογισμού του διαθέσιμου προυπολογισμού.

Στην παρακάτω εικόνα(4), στην (α) περίπτωση έχουμε motion blur σε εικόνα χωρίς εικονικό αντικείμενο, ενώ στην (β) περίπτωση με εικονικό αντικείμενο.



Εικόνα 4: motion blur

1.2.2 AR με tablet pc

Το τάμπλετ (tablet PC), μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα πολύ διαισθητικό μέσο για την επαυξημένη πραγματικότητα. Μέσα από ένα πλήθος εργονομικών πλεονεκτημάτων, σε σχέση με τα HMD που έχουν χρησιμοποιηθεί, τα τάμπλετ προσφέρουν πιο φωτεινά, μεγαλύτερης ανάλυσης, με πιο πλήρη χρώματα γραφικές επιστρώσεις (overlays). Ωστόσο αυτές οι αυξημένες δυνατότητες γραφικών, δημιουργούν επίσης ένα νέο σύνολο προκλήσεων στις εγγραφές. Οι μικροκαθυστερήσεις δεν είναι πλέον πρόβλημα, αλλά απαιτούνται επιστρώσεις πολύ υψηλής ακρίβειας. Τα γραφικά δεν χρειάζεται να σχεδιάζονται απο σχέδια καλωδίου με φωτεινά χρώματα, αλλά η έμφραξη των πραγματικών και εικονικών αντικειμένων πρέπει να γίνει με σωστό χειρισμό. Η τοπική οπτική παρακολούθηση στις φθαρμένες άκρες σε μία μετάδοση βίντεο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει την ακριβή απόδοση ενώ οι τεχνικές ανάμειξης μπορούν να βελτιώσουν την απρόσκοπτη

ενσωμάτωση των εικονικών γραφικών μέσα στον πραγματικό κόσμο. Οι δυνατότητες των ταμπλετ ως ένα μέσο επαυξημένης πραγματικότητας αποδεικνύονται από μία εφαρμογή ψυχαγωγίας γρήγορου ρυθμού.



Εικόνα 5: AR με tablet pc

Οι αιτήσεις που κάνει αυτή η εφαρμογή σε ένα σύστημα οπτικής παρακολούθησης, είναι διαφορετικές από αυτές από ένα σύστημα HM (Head Mounted). Οι γρήγορες περιστροφές του κεφαλιού δεν είναι πλέον η κυρίαρχη αιτία μιας κίνησης στην οθόνη. Αντ' αυτού, οι γρήγορες εναλλαγές μικρής εμβέλειας και οι επαναλαμβανόμενες εμφράξεις, της αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή πρέπει να αντιμετωπιστούν από το σύστημα παρακολούθησης. Η απαιτούμενη απόδοση επιτυγχάνεται μέσω μιας συγχώνευσης της χωρίς δείκτη inside-out παρακολούθησης και της fiducial-based outside-in παρακολούθησης, η οποία χρησιμοποιεί τα LED τα οποία είναι τοποθετημένα στο πίσω μέρος ενός τάμπλετ. Αυτή η προσέγγιση συνδιάζει την υψηλή ακρίβεια του συστήματος χωρίς δείκτη, που χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως, με την δυναμικότητα των βασικών δειχτών, και όλα αυτά χωρίς να απαιτούν να επισημανθεί το περιβάλλον με παρεμβατικούς δείκτες.

1.2.3 Κώδικας QR

Πολύ συχνά χρησιμοποιείται ο κώδικας QR για να “τρέξει” ένας επαυξημένης πραγματικότητας ιστότοπος ή παιχνίδι. Ο κώδικας απλά ανακατευθύνει στο url, και η AR χρησιμοποιεί τα δεδομένα που λαμβάνει ο υπολογιστής ή το τηλέφωνο (είτε από κάμερα, βίντεο είτε από GPS), για να ενσωματώσει μία εικονική πραγματικότητα με το πραγματικό περιβάλλον και δίνει την δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο. Στην ουσία, τοποθετεί έναν εικονικό κόσμο, στον πραγματικό κόσμο.

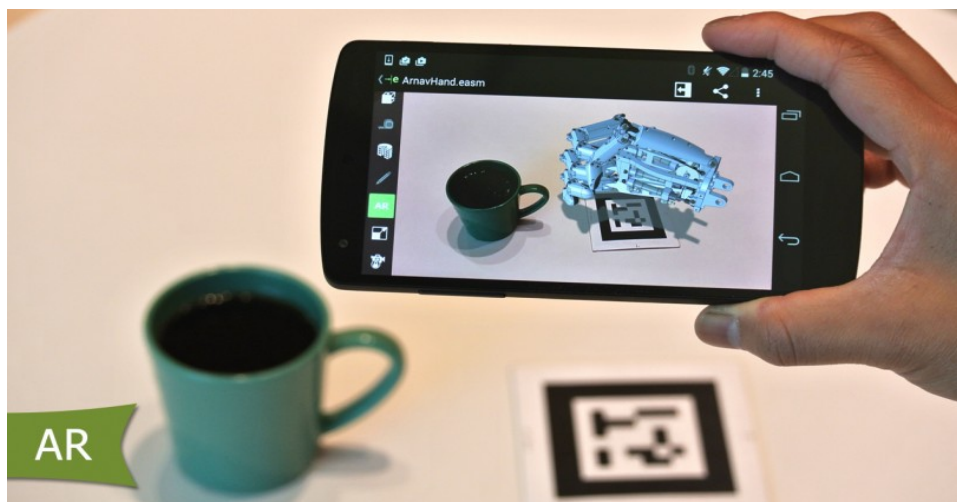
Ο κώδικας QR είναι ένας δισδιάστατος κώδικας και ένα πρότυπο ISO το οποίο μπορεί να κωδικοποιεί πληροφορίες όπως κείμενο, διεύθυνση URL ή άλλα δεδομένα μέχρι 7.089 αριθμητικούς χαρακτήρες, 4.296 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες και 2.953

χαρακτήρες στο δυαδικό σύστημα [2]. Λόγω της γρήγορης απόκρισης της αποκωδικοποίησης και της υψηλής χωρητικότητας δεδομένων, ο κώδικας QR έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές, ειδικά σε κινητές εφαρμογές. Ο κώδικας QR έχει πολλά πλεονεκτήματα που πρέπει να χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές AR.

Πρώτον, ο κώδικας QR χρησιμοποιείται ήδη ευρέως στο ηλεκτρονικό εμπόριο, τη διαφήμιση και την παρακολούθηση προϊόντων. Η χρήση του για την AR θα εμπλουτίσει τις υπάρχουσες εφαρμογές ώστε να ενσωματωθεί με πιο ρεαλιστικά και ελκυστικά περιεχόμενα. Δεύτερον, ο κώδικας QR, είναι αυτοτελής, πράγμα που σημαίνει ότι πολλές πληροφορίες θα ανακτηθούν αποκωδικοποιώντας τον ίδιο τον κώδικα.

Επομένως, είναι λογικό να συμπεριληφθούν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για την AR σύμφωνα με το όριο χωρητικότητας του κώδικα QR. Θεωρούμε ότι ο κώδικας QR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για AR με την ενσωμάτωση τριών κατηγοριών μεταδεδομένων. Μόλις τα δεδομένα κώδικα QR για την AR είναι τυποποιημένα, οι χρήστες μπορούν να απολαύσουν τις εφαρμογές AR στο κινητό τους με τις αναβαθμισμένες εφαρμογές ανάγνωσης QR.

- Μεταδεδομένα κώδικα: Περιέχει πληροφορίες σχετικά με τον κώδικα QR (πραγματικό).
- Μεταδεδομένα περιεχομένου: Περιέχει πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο που πρέπει να αυξηθεί (εικονικό).
- Τα μεταδεδομένα αναζήτησης: Περιέχει πληροφορίες σχετικά με την παρακολούθηση κώδικα QR.



Εικόνα 6: AR με κώδικα QR

1.3 Επαυξημένη ή εικονική πραγματικότητα;

Η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα φαίνεται να είναι στα χείλη όλων σήμερα, και υπόσχονται να αναδιοργανώσουν την τεχνολογική σκηνή και να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές αλληλεπιδρούν στον ψηφιακό

χώρο. Παρά τη δημοσιότητα και την προσοχή των μέσων ενημέρωσης, οι δυο τους συχνά μπερδεύονται καθώς κάποιοι χρησιμοποιούν τους όρους εναλλακτικά. Ενώ υπάρχουν πολλές ομοιότητες μεταξύ της εικονικής πραγματικότητας (VR) και της επαυξημένης πραγματικότητας (AR), οι δύο είναι σίγουρα διακριτές.

Η αυξημένη και η εικονική πραγματικότητα έχουν ένα κοινό πράγμα. Και οι δύο έχουν την αξιοσημείωτη ικανότητα να αλλάζουν την αντίληψή μας για τον κόσμο. Εκεί που διαφέρουν, είναι η αντίληψη της παρουσίας μας. Η εικονική πραγματικότητα είναι σε θέση να μεταφέρει το χρήστη. Με άλλα λόγια, να μας φέρει κάπου αλλού. Μέσα από γυαλιά, το VR αποκλείει το δωμάτιο και βάζει την παρουσία μας αλλού. Η τοποθέτηση ενός headset VR στα μάτια αφήνει τυφλό τον χρήστη στον σημερινό κόσμο, αλλά επεκτείνει τις αισθήσεις του με τις εμπειρίες του μέσα στον εικονικό κόσμο. Η εμπύθιση είναι στην πραγματικότητα αρκετά δραματική, με ορισμένους χρήστες που αναφέρουν συναισθήματα κίνησης καθώς ανεβαίνουν σε μια σκάλα ή ταξιδεύουν σε ένα τρενάκι του λούνα παρκ μέσα στο εικονικό περιβάλλον.

Η ενισχυμένη πραγματικότητα, ωστόσο, παίρνει τη σημερινή μας πραγματικότητα και προσθέτει κάτι σε αυτήν. Δεν μας κινεί αλλού. Απλώς "αυξάνει" την τρέχουσα κατάσταση παρουσίας μας.

1.3.1 Εικονική πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα είναι μια πραγματικότητα προσομοιωμένη σε υπολογιστή, στην οποία ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με αντιγραφέντα πραγματικά ή φανταστικά περιβάλλοντα. Η εμπειρία είναι εντελώς συναρπαστική με οπτική, ακουστική και απτική διέγερση, έτσι ώστε η κατασκευασμένη πραγματικότητα να είναι σχεδόν αδιαίρετη από την πραγματική συμφωνία. Ο χρήστης βρίσκεται πλήρως μέσα σε αυτό.

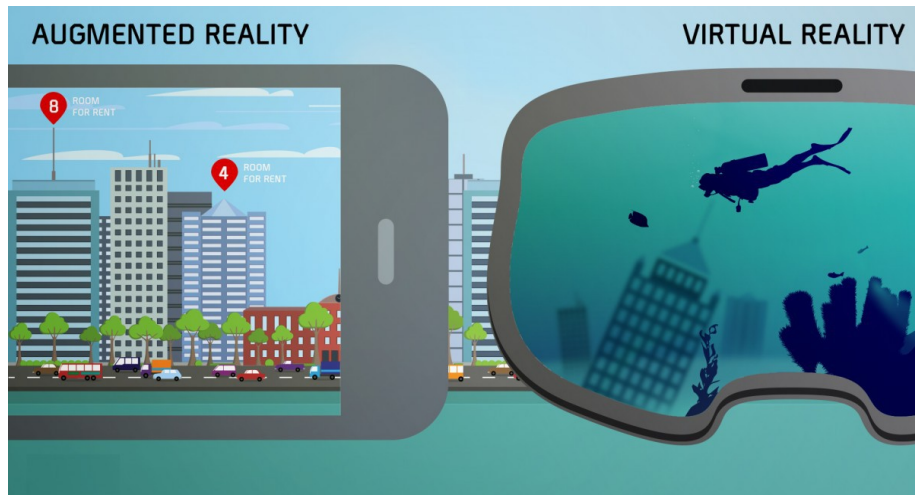
Η ιδέα μιας εναλλασσόμενης προσομοιωμένης πραγματικότητας αποτυπώθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '80 και στις αρχές της δεκαετίας του '90, μια εποχή που η ανάπτυξη προσωπικών υπολογιστών κορυφώθηκε και πολλοί άνθρωποι ενθουσιάστηκαν με την τεχνολογία που είχε να προσφέρει. Αυτές οι απόπειρες, όπως το καταστροφικό Nintendo Virtual Boy που έκλεισε μετά από ένα χρόνο, χαρακτηρίστηκαν από την μία αποτυχία μετά την άλλη, οπότε όλοι φάνηκαν να χάνουν την πίστη τους στην VR.

Τότε ήρθε ο Palmer Luckey, ο οποίος είναι αναμφισβήτητα ο πατέρας του σύγχρονου VR χάρη στο Oculus Rift του. Ο Luckey δημιούργησε το πρώτο του πρωτότυπο το 2011, όταν ήταν μόλις 18 ετών, και έφερε γρήγορα 2 εκατομμύρια δολάρια με το Kickstarter. Το 2014, το Facebook αγόρασε το Oculus Rift για 2 δισεκατομμύρια δολάρια. Άλλα δημοφιλή ακουστικά VR περιλαμβάνουν το Samsung Gear VR ή το Google Cardboard.

Η εικονική πραγματικότητα είναι δυνατή μέσω μιας γλώσσας κωδικοποίησης γνωστής ως VRML (Virtual Reality Modeling Language), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία μιας σειράς εικόνων και να καθορίσει ποιους

τύπους αλληλεπιδράσεων είναι δυνατόν γι' αυτές.

1.3.2 Διαφορές και ομοιότητες



Εικόνα 7: Επαυξημένη/Εικονική πραγματικότητα

Η ενισχυμένη πραγματικότητα και η εικονική πραγματικότητα είναι αντίστροφη αντανάκλαση του ενός σε ένα άλλο με αυτό που κάθε τεχνολογία επιδιώκει να επιτύχει και να παραδώσει για τον χρήστη. Η εικονική πραγματικότητα προσφέρει μια ψηφιακή αναπαλαίωση ενός πραγματικού περιβάλλοντος, ενώ η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει εικονικά στοιχεία ως επικάλυψη στον πραγματικό κόσμο. Έχουν όμως τον ίδιο σκοπό και πολλές φορές την ίδια λειτουργία:

- Τεχνολογία: Οι βελτιωμένες και εικονικές πραγματικότητες χρησιμοποιούν τόσο τους ίδιους τύπους τεχνολογίας, και υπάρχουν και οι δύο για να εξυπηρετούν τον χρήστη με μια ενισχυμένη ή εμπλουτισμένη εμπειρία.

- Ψυχαγωγία: Και οι δύο τεχνολογίες επιτρέπουν εμπειρίες που γίνονται όλο και πιο αναμενόμενες και αναζητούνται για λόγους ψυχαγωγίας. Ενώ στο παρελθόν φαινόταν απλώς σαν ένα σενάριο επιστημονικής φαντασίας, οι νέοι τεχνητοί κόσμοι έρχονται στη ζωή κάτω από τον έλεγχο του χρήστη και είναι επίσης εφικτά τα βαθύτερα επίπεδα αλληλεπίδρασης με τον πραγματικό κόσμο. Οι κορυφαίοι τεχνολογικοί ηγέτες επενδύουν και αναπτύσσουν νέες προσαρμογές, βελτιώσεις και απελευθερώνουν όλο και περισσότερα προϊόντα και εφαρμογές που υποστηρίζουν αυτές τις τεχνολογίες για τους ολοένα και πιο απαιτητικούς χρήστες.

- Επιστήμη και Ιατρική: Επιπλέον, τόσο οι εικονικές όσο και οι επαυξημένες πραγματικότητες έχουν μεγάλες δυνατότητες να αλλάξουν το τοπίο του ιατρικού πεδίου κάνοντας πραγματικές δυνατότητες όπως οι απομακρυσμένες χειρουργικές επεμβάσεις. Αυτές οι τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν ήδη για να θεραπεύσουν ψυχολογικές καταστάσεις, όπως η Διαταραχή Μετατραυματικού Άγχους (PTSD).

- Μέθοδος παράδοσης: Η εικονική πραγματικότητα συνήθως παραδίδεται στο χρήστη μέσω ελεγκτή τοποθετημένου σε κεφαλή ή χερός. Αυτός ο εξοπλισμός συνδέει

τους ανθρώπους με την εικονική πραγματικότητα και τους επιτρέπει να ελέγχουν και να περιηγούνται στις ενέργειές τους σε ένα περιβάλλον που αποβλέπει στην προσομοίωση του πραγματικού κόσμου. Η ενισχυμένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε κινητές συσκευές όπως φορητούς υπολογιστές, έξυπνα τηλέφωνα και tablet για να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο ο πραγματικός κόσμος και οι ψηφιακές εικόνες, τα γραφικά τέμνονται και αλληλεπιδρούν.

Με λίγα λόγια, δεν είναι πάντα η εικονική πραγματικότητα έναντι της επαυξημένης πραγματικότητας, δεν λειτουργούν πάντοτε ανεξάρτητα το ένα από το άλλο και στην πραγματικότητα συχνά αναμειγνύονται για να δημιουργήσουν μια ακόμα πιο εμβυθιστική εμπειρία. Για παράδειγμα, η απτική ανάδραση, η οποία είναι η δόνηση και η αίσθηση που προστέθηκε στην αλληλεπίδραση με τα γραφικά, θεωρείται ενίσχυση. Ωστόσο, χρησιμοποιείται συνήθως σε ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας, προκειμένου να καταστεί η εμπειρία πιο ζωντανή με την αφή.

Η εικονική πραγματικότητα και η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελούν εξαιρετικά παραδείγματα εμπειριών και αλληλεπιδράσεων που τροφοδοτούνται από την επιθυμία να βυθιστούν σε μια προσομοιωμένη γη για ψυχαγωγία και παιχνίδι ή να προσθέσουν μια νέα διάσταση αλληλεπίδρασης μεταξύ των ψηφιακών συσκευών και του πραγματικού κόσμου. Μόνα τους ή σε συνδυασμό, αναμφισβήτητα ανοίγουν κόσμους, τόσο πραγματικούς όσο και εικονικούς.

1.3.3 Ποια τεχνολογία θα επιτύχει;

Σήμερα, η αυξημένη πραγματικότητα βρίσκεται μπροστά στην εικονική πραγματικότητα, καθώς υπάρχουν πολλά προϊόντα που κυκλοφορούν ήδη στην αγορά. Βλέπουμε την άνοδο των συσκευών υλικού AR από την Google με τη μορφή Glass και σχεδιάζει επίσης από τη Microsoft να ξεκινήσει κάτι παρόμοιο με την αγορά 150 εκατομμυρίων δολαρίων για τα φορητά υπολογιστικά στοιχεία.

Σχετικά με το ζήτημα της VR, η τεχνολογία μόλις ανεβαίνει τη σκάλα. Είναι ακόμα πολύ μακριά από το να είναι αυτό το σπουδαίο πράγμα για κοινωνικές συναντήσεις σε έναν εικονικό κόσμο, αλλά με την άνοδο του Oculus Rift, φτάνει εκεί.

Θα πίστευε κανείς ότι τόσο η AR όσο και η VR θα πετύχουν. Ωστόσο, η AR μπορεί να έχει μεγαλύτερη εμπορική επιτυχία, διότι δεν αφαιρεί εντελώς τους ανθρώπους από τον πραγματικό κόσμο.

1.3.4 Μεικτή πραγματικότητα

Έχει γίνει αρκετά ξεκάθαρο για το τι είναι το VR και το AR και πού βρίσκεται το όριο μεταξύ των δύο. Ανάμεσα όμως σε αυτά τα δύο έχει εμφανιστεί ένα τρίτο μέσο, η Μικτή Πραγματικότητα (mixed reality, MR). Αυτό που κάνει η MR είναι να συνδυάσει τα καλύτερα κομμάτια της επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας για να δημιουργήσει μια ... υβριδική πραγματικότητα όπου, επικαλύπτει συνθετικό

περιεχόμενο στον πραγματικό κόσμο. Αν αυτό ακούγεται οικείο, είναι επειδή η MR είναι αρκετά παρόμοια με την AR. Η βασική διαφορά εδώ είναι ότι στην MR, το εικονικό περιεχόμενο και το πραγματικό περιεχόμενο είναι σε θέση να αντιδρούν μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο. Η αλληλεπίδραση διευκολύνεται από τα εργαλεία που κανονικά βλέπουμε στο VR, όπως ειδικά γυαλιά και αισθητήρες κίνησης που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο. Πρωτοπόρος στην μικτή πραγματικότητα είναι το Hololens της Microsoft.

1.4 Ανάπτυξη εφαρμογών AR

Τώρα που καλύψαμε μερικά από τα βασικά στοιχεία της επαυξημένης πραγματικότητας, ας δούμε τι χρειάζεται για την ανάπτυξη εφαρμογών AR. Οι Εφαρμογές Augmented Reality είναι εφαρμογές λογισμικού που συγχωνεύουν το περιεχόμενο ψηφιακού οπτικού (ήχου και άλλων τύπων), με το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη. Πρώτα πρέπει να επιλεχθούν εργαλεία ανάπτυξης. Υπάρχουν δύο κύριες μορφές ενισχυμένης πραγματικότητας, η AR που βασίζεται σε δείκτη και η AR βασισμένη στην τοποθεσία. Οι περισσότερες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας θα υπερκαλύπτουν εικόνες 3D ή κείμενο σε εικόνες σε πραγματικό χρόνο που υποβάλλονται σε επεξεργασία από τη συσκευή του χρήστη. Έτσι, για να λάβουμε υπόψιν την ανάπτυξη μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας, πρέπει να έχουμε πρόσβαση στην τεχνογνωσία επεξεργασίας εικόνας. Η πρόσβαση σε κάποια μορφή επεξεργασίας εικόνας θα μας δώσει τη δυνατότητα να αναπτύξουμε μια εφαρμογή ικανή να εντοπίζει δείκτες ή φυσικά χαρακτηριστικά στο πραγματικό περιβάλλον.

Εάν χρησιμοποιείται λογισμικό υπολογιστή για τη δημιουργία εικόνων, είναι θεμελιώδες οι εν λόγω εικόνες να φαίνονται ρεαλιστικές και αξιόπιστες από την οπτική γωνία του χρήστη. Είναι επίσης σημαντικό ότι οι εικόνες είναι σωστά ευθυγραμμισμένες με το περιβάλλον του πραγματικού κόσμου και η σωστή ανάκτηση αυτών των στοιχείων μπορεί να είναι εξαιρετικά δύσκολη από την οπτική της ανάπτυξης. Η αποτυχία δημιουργίας ενός αυθεντικού UI / UX (user interface/ user experience) θα έχει ως αποτέλεσμα μια εφαρμογή αυξημένης πραγματικότητας που είναι πολύ δύσκολη στη χρήση και δεν προσφέρει πολύ μεγάλη αξία στον τελικό καταναλωτή.

Η ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας περιλαμβάνει κάτι περισσότερο από απλές τεχνικές ανάλυσης και επεξεργασίας εικόνας. Θα χρειαστεί να υπάρχει πρόσβαση σε πιο παραδοσιακές δυνατότητες ανάπτυξης εφαρμογών για κινητά και να αξιοποιηθούν προγραμματιστές με βαθιά κατανόηση της διαδικασίας ανάπτυξης εφαρμογών για κινητά. Η χρήση μιας υπηρεσίας για την επέκταση της δυνατότητας ανάπτυξης εφαρμογών για κινητά είναι ένας τρόπος για να διαχειριστούν οι εμπορικοί και τεχνικοί παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με το έργο αύξησης της πραγματικότητας.



Εικόνα 8: Σχεδίαση εφαρμογής AR

Συνήθως, οι υπεύθυνοι ανάπτυξης εφαρμογών της πραγματικής ανάπτυξης θα έχουν ένα συνδυασμό δεξιοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της τρισδιάστατης μοντελοποίησης, της τεχνογνωσίας στον υπολογιστή και της απεικόνισης, καθώς και μια βαθιά κατανόηση των υφιστάμενων τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας. Από τη σκοπιά των εικόνων, θα χρειαστεί μια έμπειρη ομάδα ανάπτυξης που κατανοεί το 3D μοντέλο σε σημαντικό βάθος, με προηγούμενη εμπειρία της διαδικασίας rendering, σκίαση και υφή.

Σε γενικές γραμμές, οι προτιμώμενες γλώσσες προγραμματισμού για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας είναι οι C # και C ++ που παρέχουν ένα σημείο εισόδου εύκολης επαυξημένης πραγματικότητας για προγραμματιστές που διαθέτουν ήδη αυτές τις δεξιότητες.

1.4.1 Εφαρμογές AR που βασίζονται στην τοποθεσία

Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζονται στην τοποθεσία χρησιμοποιούν τις ξεχωριστές δυνατότητες των κινητών συσκευών για να παρακολουθούν τη θέση κάθε συσκευής. Οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τα πλησιέστερα μέρη σχετικά με την τρέχουσα τοποθεσία. Μπορούν να λάβουν πληροφορίες σχετικά με τα μέρη και να επιλέξουν με βάση τις κριτικές χρηστών (θα το δούμε αναλυτικότερα στο 2ο κεφάλαιο). Αυτό επιτρέπει σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας να παρέχουν δεδομένα συμφραζομένων με βάση τη συγκεκριμένη θέση μιας μεμονωμένης συσκευής. Από την άποψη της εφαρμογής σε πραγματικό κόσμο, η τεχνολογία αυτή επιτρέπει στους εμπόρους να παρέχουν λειτουργίες ευαίσθητες στις τοποθεσίες, όπως βοήθεια με οδηγίες σε μια συγκεκριμένη πόλη, εντοπισμό ενός οχήματος σε έναν απασχολημένο χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων ή κατανόηση μοντέλων αστερισμού στον νυχτερινό ουρανό.

1.4.2 Εφαρμογές AR βάσει δείκτη

Οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζονται σε δείκτες διαφέρουν από τις εφαρμογές που βασίζονται σε τοποθεσίες με διάφορους τρόπους. Πρώτον, οι εφαρμογές AR που βασίζονται σε δείκτες λειτουργούν επιτρέποντας στο λογισμικό να εντοπίζει συγκεκριμένα πρότυπα (αυτό θα μπορούσε να είναι ένας κώδικας QR ή ένα σύμβολο μάρκας) όταν χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με μια κάμερα συσκευής (συνήθως ένα smartphone) για την επικάλυψη ψηφιακών πληροφοριών στο πραγματικό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο χρήστης της συσκευής δείχνει το smartphone σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο ή ρύθμιση, μπορεί να δει ένα εικονικό περιβάλλον χρήστη στο πάνω μέρος του αντικειμένου. Δεύτερον, εάν η εν λόγω εικόνα είναι είτε κινούμενη είτε 3D, η ψηφιακή επικάλυψη βρίσκεται πάνω από το αναγνωρισμένο μοτίβο. Αυτές οι αναδυόμενες τεχνολογίες προσφέρουν τεράστιες δυνατότητες στους διαχειριστές ανάπτυξης λογισμικού και στους εμπόρους που επιδιώκουν να επεκτείνουν την υπάρχουσα προσφορά κινητών εφαρμογών τους.

2. Χρήση της AR και εργαλεία εφαρμογών

Η χρησιμότητα των φορητών υπολογιστών και η επαυξημένη πραγματικότητα έχουν αρχίσει να παρατηρούνται από την κατασκευαστική βιομηχανία. Οι εταιρείες αρχίζουν να εφαρμόζουν αυτά τα ισχυρά εργαλεία στα καταστήματά τους, και όλο και περισσότερες εταιρείες έχουν αρχίσει να εξετάζουν τη συγκεκριμένη τεχνολογία. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις στη βιομηχανία, όπου η AR και οι φορητές συσκευές χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν την παραγωγικότητα και να βοηθήσουν τους εργαζόμενους να εκτελέσουν εργασίες κατασκευής.

Νέες ανακαλύψεις και εφευρέσεις στον τομέα της τεχνολογίας σήμαιναν ότι τα τεχνολογικά gadgets και οι τεχνολογικές εξελίξεις, στρέφονται με ταχύτητα που είναι μερικές φορές ακατανόητη για εκείνους, που σε μια στιγμή σκέφτονταν ότι η συσκευή φαξ ήταν η μεγαλύτερη εφεύρεση της ανθρωπότητας. Με την ξέφρενη επιτυχία των παιχνιδιών AR, πολλοί έχουν μείνει αναρωτημένοι αν η επαυξημένη πραγματικότητα είναι εδώ για να μείνει. Διαφορετική από την Εικονική Πραγματικότητα (VR), η Αυξημένη Πραγματικότητα (AR) βασίζεται σε εικονογραφήσεις εικονικών αντικειμένων στον πραγματικό κόσμο. Αντί να έχει ένα εντελώς νέο τοπίο, η διαδικασία δίνει στην «πραγματική ζωή», μια πρόσθετη συστροφή με τη μορφή επικαλύψεων που προβάλλονται στη συσκευή.

Πέρα από την ψυχαγωγία, η αυξημένη πραγματικότητα, έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει σημαντικά στην παγκόσμια οικονομία μας σε διάφορες βιομηχανίες, καθώς και να βοηθήσει στην προώθηση πεδίων, που θα αποδειχθούν ευεργετικά όχι μόνο για την ασφάλεια ή την υγεία μας, αλλά και για την ανθρώπινη πρόοδό μας στο σύνολό της.

Η προηγμένη τεχνολογία AR (π.χ. προσθήκη αναγνώρισης οράματος και αναγνώρισης αντικειμένων) έχει καταστήσει δυνατή τη διαβίβαση των πληροφοριών στον περιβάλλοντα πραγματικό κόσμο του χρήστη, καθιστώντας τη διαδραστική και ψηφιακά χειραγώσιμη. Το πρώτο σύστημα εικονικών εγκαταστάσεων αναπτύχθηκε από το Armstrong Lab της Πολεμικής Αεροπορίας των Ηνωμένων Πολιτειών το 1992 και από τότε δεν έχουμε κοιτάξει ποτέ πίσω. Με τέτοια ποικίλη χρήση σε όλους τους τομείς, η επαυξημένη πραγματικότητα είναι σχεδόν παντού σήμερα. Ορισμένες τρέχουσες χρήσεις του AR αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο.

2.1 Πρακτικές εφαρμογές της τεχνολογίας AR

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει εισέλθει στην κινητή της εποχή μέσω της εμφάνισης και της προόδου της γεωγραφικής σήμανσης. Μια γεωγραφική ετικέτα είναι βασικά μια συντεταγμένη GPS που μπορεί να επιθέσει κάθε ψηφιακή πληροφορία σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Η AR μπορεί να επαναπροσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο οι γεωγραφικές ετικέτες αυτές μπορούν να εμφανιστούν στις πραγματικές οθόνες των χρηστών περισσότερο αποτελεσματικά. Είναι ένας

καινοτόμος τρόπος για την επικάλυψη του ψηφιακού περιεχομένου στο πραγματικό πλαίσιο, επηρεάζει τη βιομηχανία κινητών επικοινωνιών παρέχοντας μια ριζική αλλαγή στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, η AR έχει εφαρμοστεί πρωτίστως στους τομείς της ψυχαγωγίας, της λιανικής, στα ταξίδια, στη διαφήμιση και στην κοινωνική επικοινωνία, ενώ πλέον μπορούν να αποτελέσουν τη ραχοκοκαλιά του εκπαιδευτικού κλάδου, καθώς επίσης υπάρχουν διάφορες χρήσεις του λογισμικού AR, όπως η εκπαίδευση, η εργασία και οι καταναλωτικές εφαρμογές σε διάφορες βιομηχανίες, όπως η δημόσια ασφάλεια, η υγειονομική περίθαλψη, ο τουρισμός, το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο και το μάρκετινγκ. Εφαρμογές που αναπτύσσονται ενσωματώνουν κείμενο, εικόνες και βίντεο, καθώς και προγράμματα σπουδών πραγματικού κόσμου.

2.1.1 e-Learning

Η επαυξημένη Πραγματικότητα έχει μεγάλες δυνατότητες στην εκπαίδευση και, πιο συναρπαστικά, ανοίγει ένα νέο πεδίο για το eLearning, και μάλιστα επαναπροσδιορίζει. Η AR προσφέρει ένα καινοτόμο χώρο εκμάθησης με τη συγχώνευση ψηφιακών μαθησιακών υλικών με τη μορφή μέσων με εργαλεία ή αντικείμενα, τα οποία είναι άμεσα μέρη του φυσικού χώρου, δημιουργώντας έτσι "τοποθετημένη μάθηση".

2.1.1.1 AR σε Μαθησιακό περιβάλλον

Η μάθηση επαυξημένης πραγματικότητας ορίζεται ως μια τεχνική μάθησης κατά παραγγελία, όπου το μαθησιακό περιβάλλον προσαρμόζεται στις ανάγκες και τις εισροές των εκπαιδευομένων. Σε γενικές γραμμές, το περιβάλλον δεν πρέπει να περιοριστεί στο περιβάλλον φυσικής μάθησης, όπως στην τάξη, αλλά θα μπορούσε να αναφέρεται σε ένα μαθησιακό περιβάλλον όπως το ψηφιακό μαθησιακό περιβάλλον, μέσω του οποίου οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να τονώσουν την ανακάλυψη και να κατανοήσουν καλύτερα.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται συμβατικά για την ενισχυμένη μάθηση ενσωματώνουν οθόνες αφής, αναγνώριση φωνής και αλληλεπίδραση, μέσω των οποίων τα περιεχόμενα μάθησης μπορούν να προσανατολιστούν στις ανάγκες του μαθητή, προβάλλοντας απλά κείμενα, εικόνες, ήχο και βίντεο. Για παράδειγμα, στο σύστημα κινητής πραγματικότητας, ο σχολιασμός μπορεί να εμφανιστεί στην ατομική "heads-up display" του μαθητή ή μέσω των ακουστικών για την διδασκαλία του ήχου. Το σύστημα αυτό έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την απόδοση της ζωής.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα ευθυγραμμίζεται καλά με τις εποικοδομητικές έννοιες της εκπαίδευσης όπου οι μαθητές ελέγχουν τη δική τους εκμάθηση, μέσω των ενεργών αλληλεπιδράσεων με το πραγματικό και εικονικό περιβάλλον. Η ηλεκτρονική μάθηση βασισμένη σε AR μπορεί να εκτελείται σε κανονικές κινητές

συσκευές όπως iPhones, iPads, smartphones, tablet PC κ.λπ. χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή που μπορεί να μεταφορτωθεί. Η AR τώρα επανάγει τον τρόπο με τον οποίο διδάσκουμε και μαθαίνουμε, κάνοντας αυτές τις εμπειρίες πιο διασκεδαστικές και ανταμειφτικές.



Εικόνα 9: AR σε μαθησιακό περιβάλλον

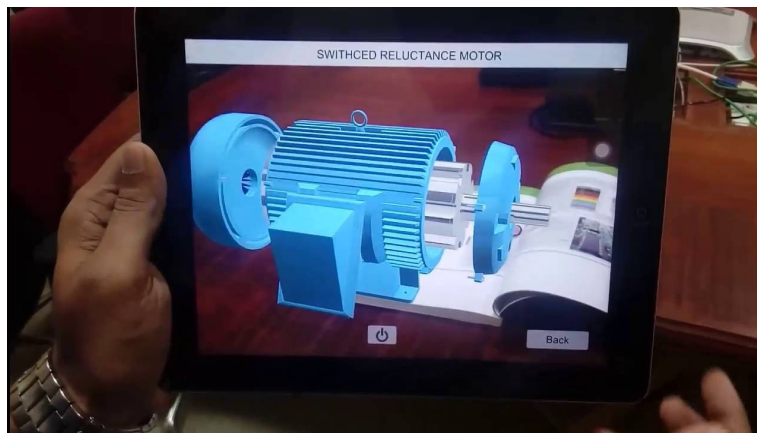
Το περιεχόμενο ενός εικονικού κόσμου μπορεί να είναι τόσο πλούσιο και ποικίλο όσο μπορεί να είναι και η ανθρώπινη φαντασία. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να προσφέρει πλούσιο περιβάλλον προσαρμοσμένο στο περιβάλλον και περιεχόμενο για κάθε μεμονωμένο άτομο. Οι μαθησιακές δραστηριότητες ποικίλλουν ανάλογα με την ευρεία ποικιλομορφία των μαθησιακών διαδικασιών. Αυτά μπορούν βασικά να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: εποικοδομητικές και αναλυτικές.

2.1.1.2 AR στην επαγγελματική εκπαίδευση

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι ευθυγραμμισμένη με τις εποικοδομητικές έννοιες μάθησης, καθώς οι μαθητές μπορούν να ελέγξουν τη δική τους μάθηση και να χειραγωγήσουν αντικείμενα που δεν είναι πραγματικά, σε επαυξημένο περιβάλλον, για να αντλήσουν και να αποκτήσουν κατανόηση και γνώση. Έχει διερευνηθεί ότι η AR συμμορφώνεται με τις βασικές αρχές της θεωρητικής θεωρίας της κονστρουκτιβιστικής μάθησης.

Η διαφορά είναι ότι η AR δεν προκαλεί καμία συνέπεια για τις ενέργειές τους, όπως θα συνέβαινε σε ένα περιβάλλον συμπεριφοριστικής μάθησης. Υπάρχουν αποδεδειγμένα οφέλη από τη διασπορά της θεωρητικής και της πρακτικής μάθησης και υπάρχει αυξανόμενη ανάγκη για καινοτόμες ιδέες, για την ηλεκτρονική μάθηση και για τις συναφείς τεχνολογίες που μπορούν να υποστηρίξουν την εν λόγω ολοκλήρωση. Από αυτή τη συγκεκριμένη οπτική γωνία, η AR μπορεί να γεφυρώσει αυτό το χάσμα μεταξύ της θεωρητικής και της πρακτικής και να επικεντρωθεί στον τρόπο με τον οποίο η πραγματική και η εικονική μπορούν να συνδυαστούν για να

εκπληρώσουν διαφορετικούς στόχους, απαιτήσεις και ακόμη περιβάλλοντα eLearning. Για παράδειγμα, το AR μπορεί να είναι ένας σύνδεσμος για τη σύνδεση της φυσικής εμπειρίας (από εποικοδομητικές δραστηριότητες) με την αφηρημένη μοντελοποίηση (από αναλυτικές δραστηριότητες) στο πλαίσιο της eLearning στο σχεδιασμό.



Εικόνα 10: AR σε εκπαιδευτικό περιβάλλον

Καθώς η AR προχωράει, θα μπορούσαν να υπάρξουν σημαντικά οφέλη από την άποψη της παιδαγωγικής αποτελεσματικότητας των βιωματικών και συνεργατικών μαθησιακών διαδικασιών. Οι παιδαγωγικές αρχές που αντιμετωπίζονται από την AR περιλαμβάνουν τη φυσικότητα, την ενσωματωμένη γνώση, την εκμάθηση που βρίσκεται και την ψυχική δράση.

Ένα άλλο όφελος από την εκμάθηση επαυξημένης πραγματικότητας είναι ότι δεν υπάρχει κόστος για την πραγματοποίηση λαθών και σφαλμάτων, καθώς δεν είναι πραγματικές. Αυτό είναι ιδιαίτερα ελπιδοφόρο στην κατάρτιση της λαπαροσκοπικής χειρουργικής, της λειτουργίας του βαρέως εξοπλισμού, της λειτουργίας υψηλών επιφανειών και της πυρόσβεσης. Αυτοί οι τύποι σεναρίων κατάρτισης παρέχουν ευκαιρίες για πιο αυθεντική μάθηση με διαφορετικούς τύπους μάθησης. Τα περιεχόμενα στην επαυξημένη πραγματικότητα μπορούν να σχεδιαστούν εκ των προτέρων και να αλλάξουν ανάλογα με την είσοδο του ανθρώπου στο σύστημα AR.

Οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν επίσης να κάνουν τα εγχειρίδια "ζωντανά", τα οποία έτσι ορίζονται ως βιβλία AR. Συνήθως προσπελάζονται μπροστά από την κάμερα του υπολογιστή μας, εμφανίζοντας ψηφιακές πληροφορίες.

2.1.1.3 Σύνοψη

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει μεγάλες δυνατότητες στην εκπαίδευση, πιο συγκεκριμένα στην ηλεκτρονική μάθηση. Διευρύνει τον ορισμό και το εύρος της ενισχυμένης μάθησης, η οποία μεταφέρεται σε ένα επόμενο επίπεδο. Η Αυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να δημιουργήσει μια νέα εποχή για τη μάθηση που βρίσκ-

εται, ενοποιώντας την με την mobile learning και άλλες έννοιες και τεχνολογίες. Με την AR, δεν θα χρειαζόταν να καθορίζουμε τα περιβάλλοντα μάθησης, καθώς οι πραγματικές συνθήκες που τις βασιζόμαστε τα καθορίζουν. Ένα ολοκληρωμένο μαθηματικό υλικό που δεν θα είναι πλέον χρήσιμο, καθώς κάθε άτομο μπορεί να είναι ο δάσκαλος και ο μαθητής για τον εαυτό του.

2.1.2 Ψυχαγωγία (gaming)

Οι Τεχνολογίες της Αυξημένης Πραγματικότητας (AR) είναι από καιρό συναρπαστικές και ενδιαφέρουσες, αλλά η πρακτική εφαρμογή τους έχει περιοριστεί στην καλύτερη περίπτωση. Εντούτοις, τα πράγματα αρχίζουν να αλλάζουν, καθώς η ανάπτυξή τους και η υιοθεσία τους εξελίσσονται πολύ τα τελευταία χρόνια. Αν και αυτές οι εξελίξεις αντιπροσωπεύουν το 1% της αλλαγής που θα δούμε έως το 2020, αρχίζουμε πραγματικά να βλέπουμε το τεράστιο δυναμικό καθώς εισέρχονται σε νέες βιομηχανίες, όπως αυτή του gaming.

Το gaming είναι μία από τις πιο άμεσα εμφανείς εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας, αφού οι δύο σημερινοί μεγαλύτεροι παίκτες του καταναλωτισμού, έχουν τις ρίζες τους στη βιομηχανία βιντεοπαιχνιδιών. Για έναν άπληστο gamer, τίποτα δεν θα μπορούσε να είναι πιο συναρπαστικό από την προοπτική να μεταφερθεί κυριολεκτικά μέσα στο παιχνίδι, να μάχεται με τους δαίμονες, να οδηγεί το αυτοκίνητό του στις πιο επικίνδυνες πίστες, εξερευνώντας καταπληκτικά περιβάλλοντα πέρα από τη φαντασία.



Εικόνα 11: Βιντεοπαιχνίδι εικονικής πραγματικότητας

Ένα βιντεοπαιχνίδι AR (AR gaming), είναι η ενσωμάτωση του οπτικού και ακουστικού περιεχομένου του παιχνιδιού με το περιβάλλον του χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Σε αντίθεση με το gaming εικονικής πραγματικότητας, το οποίο συχνά απαιτεί ξεχωριστό χώρο ή περιορισμένη περιοχή για να δημιουργήσει ένα εντυπωσιακό περιβάλλον, το παιχνίδι AR, χρησιμοποιεί το υπάρχον περιβάλλον και δημιουργεί ένα πεδίο παιχνιδιού μέσα σε αυτό. Ενώ τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας απαιτούν εξειδικευμένα ακουστικά VR, μόνο μερικά συστήματα

επαυξημένης πραγματικότητας τα χρησιμοποιούν. Τα παιχνίδια AR λειτουργούν συνήθως σε συσκευές όπως τα smartphones, τα tablet και τα φορητά συστήματα παιχνιδιών.

Στην περίπτωση ενός βιντεοπαιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας συχνά επιθέτει ένα προκαθορισμένο περιβάλλον πάνω από το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη. Το ίδιο το παιχνίδι μπορεί να είναι τόσο απλό όσο ένα παιχνίδι εικονικών ελεγκτών που παίζεται σε μια επιφάνεια τραπεζιού. Τα πιο εξελιγμένα παιχνίδια AR μπορεί στην πραγματικότητα να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον από περιβάλλοντα χρηστών. Ένα τέτοιο παιχνίδι μπορεί να περιλαμβάνει, για παράδειγμα, χαρακτήρες εντός παιχνιδιού που ανεβαίνουν από τραπέζια καφέ έως καναπέδες σε εικονικές γέφυρες. Η δημιουργία του περιβάλλοντος είναι ένα χρονοβόρο έργο στην κατασκευή παιχνιδιών και υπάρχει μια συνεχής απαίτηση για νέο τοπίο, διότι μόλις ένας χρήστης εξερευνήσει ένα περιβάλλον, θέλει να μεταβεί σε ένα διαφορετικό περιβάλλον. Τα παιχνίδια AR επεκτείνουν το πεδίο παιχνιδιού, εκμεταλλευόμενοι την ποικιλομορφία του πραγματικού περιβάλλοντος για να κρατήσουν τα παιχνίδια ενδιαφέροντα.

Το Pokémon GO, που θεωρείται η πρωτοποριακή εφαρμογή AR βιντεοπαιχνιδιών, χρησιμοποιεί τη φωτογραφική μηχανή, το γυροσκόπιο, το ρολόι και το GPS ενός smartphone και για να επιτρέψει ένα περιβάλλον με επαυξημένη πραγματικότητα που βασίζεται στη θέση. Ένας χάρτης του τρέχοντος περιβάλλοντος εμφανίζεται στην οθόνη και ένα σκουριασμένο χορτάρι δείχνει την παρουσία ενός Pokémon, ενώ με ένα χτύπημα στην οθόνη αφής, εμφανίζεται η οθόνη λήψης. Στη λειτουργία AR, η οθόνη εμφανίζει το Pokémon στο περιβάλλον πραγματικού κόσμου του χρήστη.

2.1.3 Δημοσιογραφία

Για τους δημοσιογράφους και τους ρεπόρτερ, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί ενδεχομένως να τους βοηθήσει να καλύψουν αποτελεσματικά τις ιστορίες ειδήσεων. Μπορούν να ενημερωθούν για τις εξελίξεις κατά την πορεία τους προς το σημείο που συμβαίνουν, και να ενημερώνονται για τις αντιδράσεις στην ιστορία. Για όλους τους άλλους, η τεχνολογία AR μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας για την ενημέρωσή τους για τα κοντινά περιστατικά, όπως τα ατυχήματα που πρέπει να αποφεύγονται. Αντί να πρέπει να ελέγχουν τα κοινωνικά μέσα ενημέρωσης, μπορούν να ειδοποιηθούν άμεσα για ένα περιστατικό στην περιοχή τους, καθώς και για τις διαθέσιμες διαδρομές εξόδου.

Νωρίτερα τον προηγούμενο χρόνο, οι New York Times δημοσίευσαν την πρώτη του ιστορία με ενισχυμένη πραγματικότητα, απεικονίζοντας μοντέλα 360 μοιρών των Ολυμπιονικών που αναστέλλονταν σε δράση: ένας πατινέρ που είχε παγώσει στη μέση του τετραπλού άλματος, ένας πατινέρ ταχύτητας που σταμάτησε κατά τη διάρκεια μιας στροφής. Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα, δεν υπάρχει κανένα ακουστικό για την προβολή της ιστορίας, απλά ενεργοποιούμε την εφαρμογή Times για smartphone και οι σκέιτερ εμφανίζονται σαν να βρίσκονται στο δωμάτιο,

επιτρέποντάς μας να τις δούμε από τις πλευρές, επάνω και κάτω.



Εικόνα 12: Το εργαλείο Aurasma

Οι New York Times, επίσης, χρησιμοποίησαν το Aurasma ως εργαλείο για να επιτρέψουν στους αναγνώστες να συμμετάσχουν διαδραστικά με τα περιεχόμενα της εφημερίδας. Οι αναγνώστες που έχουν εγκαταστήσει το Aurasma στο smartphone ή στον tablet υπολογιστή τους θα μπορούσαν να κατευθύνουν την κάμερα στο πρίσμα της εφημερίδας και το λογισμικό Aurasma θα αναγνωρίσει μια ενσωματωμένη εμπειρία πολυμέσων AR και θα την ενεργοποιήσει.

Υπάρχει μια συναρπαστική δυνατότητα για την αυξημένη πραγματικότητα σε ζωντανές μεταδόσεις όπως ο αθλητισμός. Το Augmented Planet συνόψισε πολλές δυνατότητες για αυτόν τον τομέα: τα παιχνίδια όπως το κρίκετ ή το ποδόσφαιρο μπορούν να επικαλυφθούν με στατιστικές πληροφορίες που συνήθως παρέχονται από σχολιαστές. Στο μέλλον, ίσως είναι προτιμότερο να παρακολουθούμε ένα παιχνίδι στο smartphone, με τα blogposts ενός αθλητικού ρεπόρτερ.

Παρόλο που αυτή η νέα έκδοση τεχνολογίας AR είναι προσπελάσιμη από smartphone, οι μελλοντικές εξελίξεις δείχνουν πραγματικές δυνατότητες για τους δημοσιογράφους και το κοινό τους.

Καθώς η τεχνολογία προχωράει και επιτρέπει την καταγραφή και αναπαραγωγή απομακρυσμένων αντικειμένων (γρήγορα και ρεαλιστικά), θα μπορούσαν να διατεθούν στους δημοσιογράφους μια πολύ μεγάλη σειρά από ενδιαφέρουσες ευκαιρίες. Για παράδειγμα, ένα δελτίο τύπου του μέλλοντος, που διανέμεται με ένα συνηθισμένο εξάρτημα AR που επισυνάπτεται, περιγράφοντας το νέο προϊόν της εταιρείας σε 3D.

Μέσω της αποδόσεως 3D απομακρυσμένων αντικειμένων, που μεταφορτώνονται και εμφανίζονται στην AR, οι δημοσιογράφοι θα μπορούσαν να αποκτήσουν μια πιο υφή προοπτική, βοηθώντας τους να δημιουργήσουν μια ζωντανή εικόνα για τους αναγνώστες τους. Σύντομα, η AR θα μπορούσε να βοηθήσει τους δημοσιογράφους να καλύψουν απομακρυσμένα γεγονότα σαν να ήταν παρόντα.

Η AR θα αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο διαβάζουμε τα νέα, επίσης. Καθώς οι γραπτές ειδήσεις συνεχίζουν να βλέπουν προς τον ψηφιακό κόσμο και οι αναγνώστες

γίνονται εγκλωβισμένοι σε ολοένα και πιο πολύπλοκες ιστορίες πολυμέσων, η AR μπορεί να αποτελέσει σημαντική πτυχή στην καθημερινή μας κατανάλωση ειδήσεων. Οι δημοσιογράφοι έχουν ένα ισχυρό νέο εργαλείο το οποίο πρέπει να χρησιμοποιήσουν για να τραβήξουν τους αναγνώστες βαθύτερα στις ιστορίες τους.

Παρά τις προφανείς προσεγγίσεις του AR, αυτές οι εφαρμογές μάρκετινγκ μπορεί να έχουν σημαντικές συνέπειες για τη δημοσιογραφία, τους δημοσιογράφους και τους ειδησεογραφικούς τους οργανισμούς. Σε μια εποχή που οι εφημερίδες και άλλα μέσα ενημέρωσης έχουν αγωνιστεί για να επανεξετάσουν το επιχειρηματικό τους μοντέλο για το Διαδίκτυο και την αγορά κινητών και παγκόσμιων μέσων ενημέρωσης, η AR και άλλες μορφές περιεχομένου πολυμέσων μπορούν να παρουσιάσουν σημαντικές ευκαιρίες μάρκετινγκ. Τα μέσα ενημέρωσης όχι μόνο μπορούν να χρησιμοποιήσουν το AR για διαφημιστικούς σκοπούς, αλλά και το AR μπορεί να είναι ένα αποτελεσματικό μέσο διαφήμισης.

2.1.4 Marketing

Η διαφήμιση AR θα αυξηθεί γρήγορα τα επόμενα χρόνια. Σήμερα κυριαρχείται από εταιρείες κοινωνικών μέσων μαζικής ενημέρωσης (συμπεριλαμβανομένων των Snapchat και Facebook), τα οποία αναπτύσσουν αρκετά επιθετικά τις προσφορές τους και τα μοντέλα μέτρησης. Οι νέες επιλογές αυτοεξυπηρέτησης, οι οποίες είναι σχετικά εύκολο να πειραματιστούν, διευκολύνουν την υιοθέτηση της ΑΚ μεταξύ των εμπορικών σημάτων και των καταναλωτών.

Οι μεγάλες εταιρίες που θέλουν να κάνουν τις AR εμπειρίες τους να παραμείνουν μακροπρόθεσμα, θα πρέπει τελικά να περιστρέφονται γύρω από την καινοτομία και τη χρησιμότητα. Οι νικητές θα χρησιμοποιήσουν το AR για να καλύψουν τις συγκεκριμένες ανάγκες του κοινού για πληροφορίες, ευκολία και διασκέδαση.

Όπως έχουν ανακαλύψει οι έμποροι, η AR μπορεί να είναι πολύ περισσότερο από μια τεχνολογία που υπερκαλύπτει τις εικόνες που έχουν δημιουργηθεί από τον υπολογιστή, στον πραγματικό κόσμο, όταν εξετάζεται μέσω μιας φορητής συσκευής. Η AR όχι μόνο πέτυχε εκεί που απέτυχαν οι κώδικες QR, αλλά έκλεισε γρήγορα οποιαδήποτε άποψη ότι η τεχνολογία της είναι πολύ λεπτή. Τώρα μπορούν να επιτευχθούν πραγματικά χρήσιμες εμπειρίες, για να βοηθήσουν τους πελάτες και τους παρόχους υπηρεσιών σε έναν πραγματικά πρακτικό τρόπο. Μερικές από αυτές τις περιπτώσεις είναι:

- Maybelline, L'Oreal: Για να προωθήσει μια νέα σειρά βερνικιών νυχιών, η Maybelline έσπευσε να εκτυπώσει διαφημίσεις σε πολλά περιοδικά των ΗΠΑ δίνοντας στους αναγνώστες τη μοναδική ευκαιρία να δοκιμάσουν ουσιαστικά τη νέα γκάμα χρωμάτων. Ο μέσος αναγνώστης αφιερωνόταν περισσότερο από τέσσερα λεπτά και περισσότερο από το 10% των χρηστών μοιράστηκε την εμπειρία αυτή στα κοινωνικά μέσα. Η καμπάνια βοήθησε επίσης την Maybelline να προβλέψει ποια χρώματα έχουν την τάση κάθε εβδομάδα.
- Argos: Το Argos έκανε τον κατάλογο διακοπών του με την εφαρμογή Blippar,

επιτρέποντας στους αναγνώστες να <<κλικάρουν>> τις σελίδες για να αγοράσουν άμεσα αντικείμενα. Αυτό οδήγησε σε 21.000 πελάτες που μοιράστηκαν την καμπάνια στα κοινωνικά μέσα ενημέρωσης και περισσότερες από 929.000 αλληλεπιδράσεις καταγράφηκαν σε 10 εβδομάδες.

- Coca-Cola & Spotify: Η Coca-Cola, μετέτρεψε τα δοχεία των 250ml σε φορητά διαδραστικά jukeboxes του Spotify. Οι χρήστες μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το smartphone τους για να ακούσουν τα κορυφαία 50 κομμάτια του Ηνωμένου Βασιλείου τη στιγμή εκείνη στο Spotify, κρατώντας ένα κουτί μπροστά στην οθόνη.

- Pepsi: Η Pepsi έφερε κάποια μαγεία (και τρομοκρατία) στους δρόμους του Λονδίνου το 2014 με την διαφημιστική AR πινακίδα της. Ενώ περίμεναν το λεωφορείο, οι άνθρωποι που δεν είχαν επίγνωση, μπορούσαν να βλέπουν ιπτάμενα μπαλόνια, τίγρεις και αστεροειδείς να τους προσεγγίζουν μέσα από την αγγελία, αποδεικνύοντας ότι η AR δεν χρειάζεται απαραίτητα να περιέχεται σε φορητό υπολογιστή ή smartphone. Με 8,2 εκατομμύρια προβολές, αυτό το βίντεο είναι μία από τις πιο δημοφιλείς διαφημιστικές καμπάνιες του YouTube.



Εικόνα 13: Το διαφημιστικό της pepsi

- American Apparel: Η εμπειρία στο κατάστημα μπορεί να μεταφερθεί στην ψηφιακή ζωή με την AR. Εδώ η American Apparel, χρησιμοποιεί την εφαρμογή για να αποκαλύψει τους τόνους των πληροφοριών για τα προϊόντα της, καθώς και για να δείξει τις αναθεωρήσεις των πελατών και να παράσχει τη δυνατότητα να αγοράσει το προϊόν στο διαδίκτυο εάν είναι εκτός αποθέματος και να το δει πάντα σε διαθέσιμο χρώμα.

Το AR Marketing παίρνει τα ηνία από τις πλατφόρμες της εικονικής πραγματικότητας για να δημιουργήσει μια νέα, διαδραστική εμπειρία των καταναλωτών. Είναι τόσο δημοφιλές αυτή τη στιγμή, η ανάπτυξή της αναμένεται να φτάσει τα 117,4 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2022. Μόλις πριν από πέντε χρόνια, οι καταναλωτές γνώριζαν λίγα ή τίποτα για αυτό το εργαλείο στο μάρκετινγκ. Όμως, η AR έχει γίνει μια στρατηγική του μάρκετινγκ όπου οι επιχειρήσεις πρέπει να εκπαιδευτούν σε αυτό.

2.1.4.1 Διαφήμιση με χρήση βίντεο 360

Το βίντεο 360, είναι ένα δημοφιλές εργαλείο στο μάρκετινγκ σήμερα. Η χρήση βίντεο στη στρατηγική ψηφιακού μάρκετινγκ έχει ήδη γίνει μεγάλη επιτυχία. Αν προσθέσουμε AR μάρκετινγκ σε αυτά τα βίντεο, θα εκτοξευτούν σε άλλο επίπεδο, παίρνοντας ακόμα και <<ζωή>>.

Για παράδειγμα, το Amikasa 3-D Room Designer, επιτρέπει στους χρήστες να περπατούν ουσιαστικά μέσω των ολοκληρωμένων σχεδίων δαπέδου για να καθορίσουν αν τους αρέσει η ιδέα που δημιουργήθηκε γι 'αυτούς. Η χρήση του 360 Video βοηθά στην ολοκλήρωση του τελικού προϊόντος για τον χρήστη και δίνει στους πελάτες ή τους πιθανούς πελάτες μια εσωτερική ματιά στην υπηρεσία ή το προϊόν μιας επιχείρησης.

Τα ξενοδοχεία αρχίζουν να βλέπουν τα οφέλη της AR για την προώθηση της αληθινής εμπειρίας του επισκέπτη στο χώρο του. Μέσω των εφαρμογών, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν στις ιδιότητες και να αποκτήσουν 360 προβολή δωματίων, συνεδριακές εγκαταστάσεις, εστιατόρια και χώρο πισίνας. Επιπλέον, οι επισκέπτες θα μπορούν να κάνουν κρατήσεις, να αφήσουν σχόλια και άλλα μέσω της εφαρμογής.

2.1.5 AR στον στρατό

Οι στρατιωτικές επιχειρήσεις γίνονται ολοένα και πιο ποικίλες στη φύση τους. Για να αντιμετωπίσει νέες και πιο απαιτητικές εργασίες, ο στρατός έχει ερευνήσει νέα εργαλεία για χρήση κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων και κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης για αυτές τις επιχειρήσεις. Υπήρξαν πολλοί στόχοι που οδήγησαν αυτή την έρευνα τις τελευταίες δεκαετίες.

Πολλές από τις στρατιωτικές απαιτήσεις και ικανότητες οδήγησαν ειδικά στην ανάπτυξη συστημάτων αυξημένης πραγματικότητας (AR), η οποία χρονολογείται έως και τη δεκαετία του 1950 όταν δημιουργήθηκαν οι πρώτες οθόνες προβολής για τους πιλότους που προβάλλουν απλά δεδομένα πτήσης στην οπτική τους γραμμή, επιτρέποντάς τους έτσι να κρατήσουν τα κεφάλια τους ψηλά και να μην κοιτάζουν προς τα κάτω τα όργανα. Ο αμερικανικός στρατός το 2003 ενσωμάτωσε το SmartCam3D στο σύστημα αεροσκαφών Shadow Unmanned Aerial για να βοηθήσει τους χειριστές αισθητήρων να χρησιμοποιούν τηλεσκοπικές κάμερες για να εντοπίσουν άτομα ή σημεία που είχαν κάποιο ενδιαφέρον. Ο συνδυασμός σταθερών γεωγραφικών πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένων των ονομάτων των οδών, των σημείων ενδιαφέροντος, των αεροδρομίων και των σιδηροδρόμων με ζωντανή δραστηριότητα, αποτελεί τη φωτογραφική μηχανή. Το Aspen Movie Map, είναι ένας μηχανισμός για την δοκιμή μιας άγνωστης τοπικής ρύθμισης που επιτρέπει την απόκτηση της χωρικής γνώσης, να πραγματοποιείται με έναν ουσιαστικό, φυσικό και ακριβή τρόπο.

Η οθόνη Heads-Up Display (HUD) είναι το τυπικό παράδειγμα της ενισχυμένης πραγματικότητας όταν πρόκειται για στρατιωτικές εφαρμογές της τεχνολογίας. Μια διαφανής οθόνη τοποθετείται απευθείας στην θέα του πιλότου. Τα δεδομένα που τυπικά εμφανίζονται στον πιλότο περιλαμβάνουν το υψόμετρο, την ταχύτητα του αέρα και τη γραμμή του ορίζοντα εκτός από άλλα κρίσιμα δεδομένα. Ο όρος "heads-up" ισχύει επειδή ο χειριστής δεν χρειάζεται να κοιτάξει προς τα κάτω τα όργανα του αεροσκάφους για να πάρει τα δεδομένα που χρειάζεται. Η οθόνη (HMD), χρησιμοποιείται επίσης από τα στρατεύματα εδάφους. Τα κρίσιμα δεδομένα, όπως η θέση του εχθρού, μπορούν να παρουσιαστούν στον στρατιώτη στην οπτική τους όψη. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται επίσης για προσομοιώσεις για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

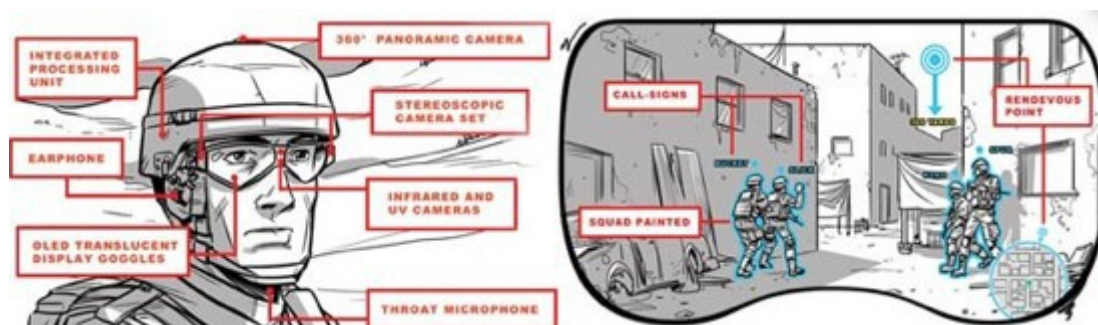
Οι πιλότοι, ειδικά στον στρατό, χρησιμοποιούν συσκευές "επαυξημένης πραγματικότητας" από τον 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, όπου τα πυροβόλα όπλα χρησιμοποίησαν αντανάκλασεις για να προβάλουν ένα ζουμ στην οθόνη. Η ταχύτητα στροφής και η ταχύτητα του αεροπλάνου, υπολογίστηκαν επίσης με τον τρόπο μετακίνησης του δικτύωματος, επιτρέποντας στους πιλότους να αντισταθμίσουν την κίνηση του αεροσκάφους τους. Αυτά τα συστήματα έγιναν πολύ πιο προχωρημένα με το πέρασμα του χρόνου, και προσαρμόστηκαν για να ταιριάζουν με τα εμπορικά αεροσκάφη. Πιο πρόσφατα, οθόνες τοποθετημένες στο κράνος οι οποίες είναι ακριβώς μπροστά από το μάτι του χειριστή τους, τους επιτρέπουν να διατηρούν την συνειδητοποίηση της κατάστασης ενώ είναι σε θέση να κοιτάζουν μακριά από τις οθόνες τους. Τα τελευταία μοντέλα έχουν επίσης ενσωματωμένη λειτουργία νυχτερινής όρασης, καθώς και άλλα χαρακτηριστικά, που σημαίνει ότι δεν θα χρειαστεί πλέον η παραδοσιακή 'heads-up display'.

Οι στρατιώτες μπορούν να επωφεληθούν πολύ από τα εργαλεία επαυξημένης πραγματικότητας. Πρώτον, οι διαταγές μπορούν να κοινοποιηθούν με σαφήνεια και συνοπτική χρήση οπτικών συσκευών, αντί για μια μακρά εξήγηση μέσω ραδιοφώνου. Για παράδειγμα, ένας διοικητής μπορεί να καθοδηγήσει τα στρατεύματά του να μετακινηθούν σε μια θέση που έχει «πέσει» στην οθόνη του υποκειμένου, και μπορεί να εξεταστεί σε πραγματικό χρόνο. Οι πληροφορίες μπορούν επίσης να μεταδοθούν γρήγορα και μπροστά χωρίς σύγχυση. Όπως και οι διοικητές τους, οι στρατιώτες που έχουν πρόσβαση στην AR, μπορούν να αναφέρουν με σαφήνεια, εξασφαλίζοντας ότι και οι δύο πλευρές γνωρίζουν για ποιο πράγμα μιλάνε. Ο στρατός χρησιμοποιεί την επαυξημένη πραγματικότητα για να βοηθήσει τους άνδρες και τις γυναίκες καθώς κάνουν επισκευές στο πεδίο. Το ιατρικό προσωπικό χρησιμοποιεί την AR για να προετοιμαστεί για χειρουργικές επεμβάσεις. Οι πιθανές εμπορικές και εκπαιδευτικές εφαρμογές είναι απεριόριστες.

Εν τέλει, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να δώσει μια αίσθηση ρεαλισμού στην εκπαίδευση. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να μην είναι εφικτό να αναδημιουργηθεί μια κατάσταση στην πραγματική ζωή, αλλά η χρήση της εικονικής πραγματικότητας δεν είναι επιλογή. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η AR μπορεί να βοηθήσει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ του πραγματικού κόσμου και ενός εκπαιδευτικού σεναρίου. Για παράδειγμα, μπορεί να μην είναι ασφαλές για τους

στρατιωτικούς να χρησιμοποιούν πραγματικές εκρηκτικές ύλες στο πλαίσιο εκπαίδευσης. Ωστόσο, εξακολουθεί να θέλει τους στρατιώτες να είναι σε θέση να προσαρμοστούν στο σημερινό περιβάλλον τους. Ως αποτέλεσμα, η AR μπορεί να τους επιτρέψει να προσομοιώσουν αυτά τα ειδικά εφέ χωρίς να δημιουργούν κίνδυνο για τους ίδιους του στρατιώτες στο έδαφος.

Το Ναυτικό Εργαστήριο Ερευνών διερευνά την υπαίθρια AR χρηματοδοτώντας ένα σύστημα που αναφέρεται ως το σύστημα βελτίωσης της πραγματικότητας της μάχης (Battlefield Augmented Reality System (BARS)), ένας απόγονος της περιγραφόμενης στο παρελθόν μηχανής Touring. Το Julier et al. (2000) περιγράφει το σύστημα BARS και πως σχεδιάζεται για χρήση από στρατιώτες σε περιβάλλοντα μάχης. Σε αυτά τα περιβάλλοντα, υπάρχουν μεγάλες ποσότητες πληροφοριών (όπως στόχοι, σημεία και σημεία του εχθρού), αλλά η παρουσίαση όλων αυτών στον στρατιώτη θα μπορούσε να γίνει συντριπτική και να προκαλέσει σύγχυση. Χρησιμοποιώντας φίλτρα πληροφοριών, παρουσιάστηκαν παραδείγματα όπου φαίνονται μόνο πληροφορίες συγκεκριμένης σημασίας για τον χρήστη τη στιγμή. Αυτό το φιλτράρισμα βασίζεται στους τρέχοντες στόχους του χρήστη και στην τρέχουσα θέση και προσανατολισμό του στον φυσικό κόσμο. Το σύστημα BARS έχει επίσης επεκταθεί για να εκτελέσει κάποια απλή εξωτερική εργασία μοντελοποίησης (Baillot et al., 2001). Για το περιβάλλον χρήστη, χρησιμοποιείται ένα γυροσκοπικό ποντίκι για να χειριστεί έναν δρομέα 2D και να αλληλεπιδράσει με τα τυπικά γραφικά 2D.



Εικόνα 14: Στρατιωτική χρήση της AR

Συνοπτικά, το έργο αυτό, εξετάζει πώς η τρισδιάστατη στρατηγική και η τακτική πληροφορία μπορεί να μεταφερθεί μεταξύ ενός κέντρου διοίκησης και μεμονωμένων πολεμιστών που λειτουργούν σε αστικό περιβάλλον. Πρόκειται για ένα διεπιστημονικό ερευνητικό πρόγραμμα που περιλαμβάνει πολλά ερευνητικά και τεχνικά θέματα. Αυτά περιλαμβάνουν: (i) τον σχεδιασμό νέων διεπαφών χρήστη, (ii) τον σχεδιασμό νέων μεθόδων αλληλεπίδρασης, (iii) την ανάπτυξη ενός διαδραστικού, κλιμακούμενου τρισδιάστατου περιβάλλοντος, (iv) των συστημάτων παρακολούθησης και καταγραφής με επαρκή ακρίβεια, (v) να αναπτύξει ένα πρωτότυπο σύστημα επίδειξης.

2.1.6 GPS

Οι εφαρμογές AR σε smartphones γενικά περιλαμβάνουν το GPS (Global Positioning System) για να εντοπίσουν τη θέση του χρήστη στην περιοχή που βρίσκεται, για να ανιχνεύσουν τον προσανατολισμό της συσκευής. Το GPS έχει γίνει τόσο διαδεδομένο ώστε οι περισσότεροι άνθρωποι δεν μπορούν να ζήσουν χωρίς αυτό. Μια ενοχλητική πτυχή είναι ότι πρέπει γενικά να απομακρύνουμε τα μάτια μας από το δρόμο για να δούμε τις οδηγίες, ενώ παράλληλα με τις περιόδους στροφής προς τα πίσω είναι δύσκολο να ευθυγραμμιστεί με τον πραγματικό δρόμο κατά καιρούς. Το Mishor 3D εργάζεται επί του παρόντος σε βοήθεια οδηγού 3D πλοήγησης για να το λύσει αυτό. Παρόλο που κάποιοι αμφιβάλλουν ότι μια εφαρμογή θα μπορέσει να παράσχει τις πληροφορίες που παρουσιάζονται εδώ, οι επικαλύψεις πλοήγησης θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμες. Σε συνδυασμό με εφαρμογές κυκλοφορίας, όπως το Waze και το Inrix, θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους οδηγούς. Το μεγαλύτερο εμπόδιο για αυτούς τους τύπους εφαρμογών μπορεί να καταλήξει να είναι λιγότερο τεχνικό και περισσότερο σχεδιασμένο. Εάν υπερφορτωθούν υπερβολικά οι διεπαφές, θα αποδειχθεί ζημιά στους οδηγούς αντί για όφελος.

2.1.6.1 Πλοήγηση

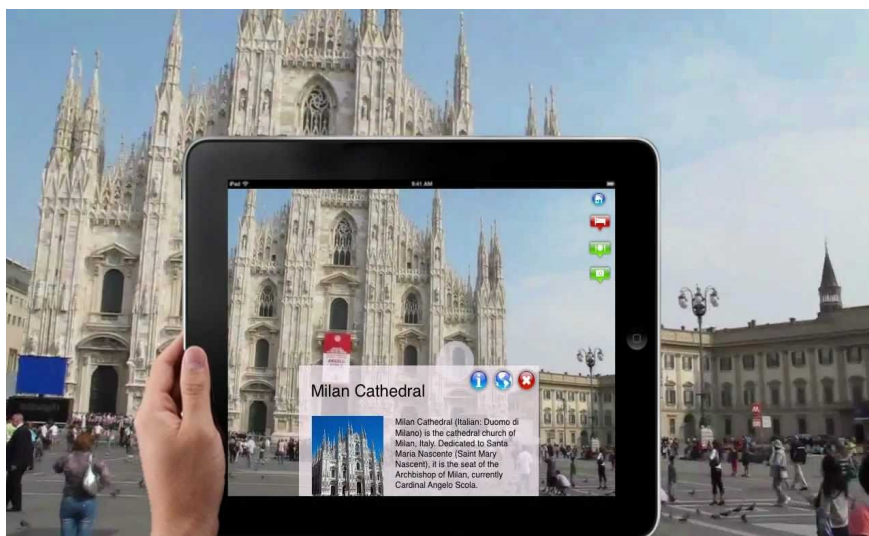
Οι εφαρμογές πλοήγησης είναι ίσως η πιο φυσική εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας με την καθημερινότητά μας. Τα ενισχυμένα συστήματα GPS χρησιμοποιούν επαυξημένη πραγματικότητα για να διευκολύνουν τη μετάβαση από το σημείο Α στο σημείο Β. Χρησιμοποιώντας τη φωτογραφική μηχανή του smartphone σε συνδυασμό με το GPS, οι χρήστες θα μπορούσαν να είναι ικανοί να βλέπουν την επιλεγμένη διαδρομή μέσω της ζωντανής προβολής, του τι είναι μπροστά από το αυτοκίνητο. Ας εξετάσουμε μερικές από αυτές τις εφαρμογές:

- AR GPS Drive / Walk Navigation: Η εφαρμογή χρησιμοποιεί το GPS και τη φωτογραφική μηχανή του smartphone, για να εκτελέσει ένα σύστημα πλοήγησης αυτοκινήτου με τεχνολογία ενισχυμένης πραγματικότητας. Είναι πιο εύκολο και ασφαλέστερο από το κανονικό σύστημα πλοήγησης για τον οδηγό. Αυτή η εφαρμογή είναι διαθέσιμη μόνο σε Android λειτουργικό σύστημα. Αυτή η εφαρμογή καθοδηγεί τους οδηγούς απευθείας από την εικονική διαδρομή του βίντεο προεπισκόπησης της κάμερας, γεγονός που διευκολύνει την κατανόησή τους. Τα προγράμματα οδήγησης δεν χρειάζεται να χαρτογραφούν το χάρτη της διαδρομής και του δρόμου κατά τη χρήση αυτής της εφαρμογής. Ο οδηγός μπορεί να δει την οθόνη πλοήγησης προεπισκόπησης της κάμερας σε πραγματικό χρόνο για να πάρει την κατάσταση οδήγησης χωρίς να εμποδίζει την ασφάλειά του.
- AR GPS Compass Map 3D: Η εφαρμογή εμφανίζει μια 3D πυξίδα που συγχωνεύεται με την εικόνα της κάμερας και εμφανίζει την τρέχουσα θέση, από το GPS σε ξεχωριστό χάρτη με ρυθμιζόμενο μέγεθος. Η εφαρμογή μπορεί να εκτελεστεί μόνο σε περιβάλλον Android. Η πυξίδα χρησιμοποιεί έναν πολύ αποτελεσματικό

αλγόριθμο συγχώνευσης και φιλτραρίσματος για να συνδυάσει τις τιμές του αισθητήρα μαγνητικού πεδίου, του επιταχυνσιόμετρου και του γυροσκοπίου για να πάρει τη μέγιστη ακρίβεια και σταθερότητα που είναι ένα διαφορετικό χαρακτηριστικό σε σύγκριση με άλλες εφαρμογές. Οι χρήστες μπορούν να καθορίσουν τα δικά τους σημεία εάν θέλουν. Η εφαρμογή επιτρέπει επίσης στους χρήστες, να μοιράζονται την τρέχουσα τοποθεσία τους και τις τοποθεσίες των σημείων αναφοράς τους με τους φίλους τους. Η εφαρμογή διαθέτει επίσης 3D στερεοσκοπική απεικόνιση της πυξίδας και της εικόνας της κάμερας σε συσκευές που διαθέτουν την τεχνολογία Real 3D της LG.

2.1.6.2 Τουρισμός

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας στις τουριστικές βιομηχανίες. Η δυνατότητα ενίσχυσης της ζωντανής προβολής των οθονών σε ένα μουσείο με στοιχεία και αριθμούς αποτελεί φυσική χρήση της τεχνολογίας. Εκτός από τον πραγματικό κόσμο, τα αξιοθέατα έχουν ενισχυθεί με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (αρκετά πρόσφατα και ο αρχαιολογικός χώρος της Ακρόπολης). Χρησιμοποιώντας ένα smartphone εξοπλισμένο με μια φωτογραφική μηχανή, οι τουρίστες μπορούν να περπατήσουν σε ιστορικούς χώρους και να δουν τα γεγονότα και τα στοιχεία που παρουσιάζονται ως επικάλυψη στην ζωντανή οθόνη τους. Αυτές οι εφαρμογές χρησιμοποιούν τεχνολογία GPS και αναγνώρισης εικόνων για την αναζήτηση δεδομένων από μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων. Εκτός από τις πληροφορίες για έναν ιστορικό ιστότοπο, υπάρχουν εφαρμογές που βλέπουν πίσω στην ιστορία και δείχνουν πώς η τοποθεσία φαινόταν 10, 50 ή ακόμα και 100 χρόνια πριν.



Εικόνα 15: Εφαρμογή σε τουριστικό χώρο

Οι συχνοί ταξιδιώτες γνωρίζουν ότι η ενημέρωση σχετικά με ενδεχόμενες αλλαγές στο χρονοδιάγραμμα, μπορεί να είναι κουραστική. Η βελτιωμένη πραγματικότητα

προσφέρει μια πλατφόρμα για να λαμβάνουν γρήγορα και άμεσα πληροφορίες, καθώς και για λύσεις που βασίζονται στην τρέχουσα τοποθεσία τους. Για παράδειγμα, μια άφιξη αργά τη νύχτα, μπορεί να ανακαλύψει πού βρίσκεται το πλησιέστερο ξενοδοχείο, να διαβάσει τα σχόλιά της και στη συνέχεια να υπολογίσει πώς θα φτάσει εκεί, όλα χωρίς να χρειάζεται να βγάλουν για να κοιτάζουν το smartphone τους. Ένας νέος επισκέπτης της πόλης που θέλει να επισκευτεί κάποιο ποιοτικό ρεστοράν, μπορεί να βρεί άμεσα τα κοντινότερα, να δει τη βαθμολογία, να διαβάσει σχόλια κτλ. (βλ. Εικόνα 1, σελ 8).

Τα ηχητικά, οπτικά και δημιουργικά στοιχεία (σε συνδυασμό με τη δραματική αφήγηση και τη στοχαστική αφήγηση) συνδυάζονται για ένα επιτυχημένο αποτέλεσμα. Οι τουρίστες είναι έτοιμοι για διασκέδαση και θέλουν να βιώσουν κάτι νέο. Όταν παραδίδεται με μια αφήγηση με τη μορφή μιας ιστορίας (και όπου η αναστολή της δυσπιστίας είναι ένας σκηνοθετικός στόχος), η AR είναι πειστική και άκρως διασκεδαστική. Η AR θα αρχίσει να διαταράσσει την τουριστική βιομηχανία και, ίσως, η τουριστική βιομηχανία θα διαταράξει τα επιχειρηματικά μοντέλα του AR. Με τη δημιουργία μοναδικού περιεχομένου AR που παρέχει μια αξέχαστη εμπειρία με αξιόπιστες επικαλύψεις επαυξημένης πραγματικότητας, η ζήτηση των καταναλωτών θα φτάσει σε νέα ύψη. Με την πρόσθετη υποστήριξη ταξιδιωτικών πρακτορείων και φορέων εκμετάλλευσης που επιδιώκουν να ενισχύσουν τα περιθώρια με την πώληση εκδρομών υψηλής ποιότητας, πιστεύεται ότι ο τουρισμός θα γίνει ο πρώτος τομέας που θα δημιουργήσει επιτυχημένα μακροπρόθεσμα επιχειρηματικά μοντέλα AR.

2.1.7 Ιατρική

Οι φοιτητές ιατρικής χρησιμοποιούν την τεχνολογία AR για να εξασκούν τη χειρουργική σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον. Οι απεικονίσεις βοηθούν στην εξήγηση πολύπλοκων ιατρικών συνθηκών στους ασθενείς. Η ενισχυμένη πραγματικότητα μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο μιας επέμβασης δίνοντας στο χειρουργό βελτιωμένη αισθητική αντίληψη. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να συνδυαστεί με συστήματα μαγνητικής τομογραφίας ή ακτίνων X και να φέρει τα πάντα σε μια μόνο όψη για τον χειρουργό.

Η νευροχειρουργική είναι στην πρώτη γραμμή όταν πρόκειται για χειρουργικές εφαρμογές ενισχυμένης πραγματικότητας. Η ικανότητα απεικόνισης του εγκεφάλου σε 3D πάνω από την πραγματική ανατομία του ασθενούς είναι ισχυρή για τον χειρουργό. Δεδομένου ότι ο εγκέφαλος είναι κάπως σταθερός σε σύγκριση με άλλα μέρη του σώματος, μπορεί να επιτευχθεί η καταγραφή των ακριβών συντεταγμένων. Ακόμη υπάρχει ανησυχία γύρω από την κίνηση του ιστού κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης. Αυτό μπορεί να επηρεάσει την ακριβή τοποθέτηση που απαιτείται για να λειτουργήσει η επαυξημένη πραγματικότητα.

Όπως ανέφερε η TechRepublic το 2015, η AR καθίσταται εξαιρετικά χρήσιμη στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης. Μερικά από τα ακόλουθα παραδείγματα

λαμβάνονται από τη συζήτηση του Brian Wassom σε μία προηγούμενη Augmented World Expo στην Santa Clara:

- NuEyes: Ένα από τα παραδείγματα ενισχυμένης πραγματικότητας στην ιατρική που είναι επωφελής για τους ασθενείς είναι το NuEyes, ένα ζευγάρι ανοιχτών, ηλεκτρονικών έξυπνων γυαλιών για τα άτομα με προβλήματα όρασης. Τα έξυπνα γυαλιά NuEyes κατασκευάζονται στην πλατφόρμα ODG R-7 και επιτρέπουν σε άτομα με χαμηλή όραση να βλέπουν τα πράγματα γύρω τους και να εκτελούν καθημερινές εργασίες. Πρόκειται για μια ελαφριά ασύρματη συσκευή κεφαλής που μπορεί να λειτουργήσει είτε με ασύρματο χειριστήριο είτε με απλές φωνητικές εντολές. Σύμφωνα με τη Forbes, η NuEyes συνεργάζεται με έναν σημαντικό εθνικό ασφαλιστικό φορέα των ΗΠΑ, καθιστώντας αυτά τα έξυπνα γυαλιά πιο προσιτά για άτομα με προβλήματα όρασης, καθώς ο ασφαλιστής καλύπτει έως και το 50% του κόστους του προϊόντος.

- ARnatomy: Για να αντικαταστήσει τα τεράστια βιβλία ανατομίας που έχουν όλοι οι φοιτητές της ιατρικής, η ARnatomy χρησιμοποιεί την AR, για να προσδιορίσει επακριβώς τον τύπο του οστού που μελετά, αποκαλύπτοντας όλες τις πληροφορίες στην οθόνη και αφήνει στους χρήστες τη δυνατότητα να χειριστούν ένα από σκελετικό μοντέλο.

- Viraar: Το Viraar είναι μια λύση με βίντεο υποστήριξης, με την οποία ένας απομακρυσμένος χειρουργός μπορεί να προβάλει τα χέρια του στην επίδειξη ενός χειρουργού επί τόπου φορώντας γυαλιά που έχουν ενεργοποιημένη την AR και να κατευθύνει και να καθοδηγήσει τα χέρια του χειρουργού.

- AccuVein: Το οποίο καθιστά την οπτική απεικόνιση φλεβών σε ένα νέο πρότυπο περίθαλψης. Πολλοί άνθρωποι φοβούνται τις εξετάσεις αίματος και τις ενδοφλέβιες ενέσεις επειδή φοβούνται ότι η νοσοκόμα δεν θα μπορέσει να βρει φλέβα την πρώτη φορά και να επεκτείνει τη διαδικασία και να την καταστήσει πιο οδυνηρή. Το AccuVein είναι συσκευή προβολής που χρησιμοποιεί την τεχνολογία AR για την απεικόνιση ενός χάρτη των φλεβών στην επιφάνεια του δέρματος σε πραγματικό χρόνο. Σύμφωνα με πληροφορίες του κατασκευαστή, τα νοσοκομεία και οι πάροχοι υγειονομικής περίθαλψης που χρησιμοποιούν αυτές τις συσκευές βλέπουν μείωση του πόνου κατά 39%, σημαντική βελτίωση της διαδικασίας έγχυσης (ποσοστό επιτυχίας πρώτης απόπειρας είναι 3,5 φορές υψηλότερο) και ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων, περίπου 350.000 δολαρίων.

- VA-ST Visor: Ο νικητής του Impact Challenge 2014 της Google ήταν το VA-ST visor. Αυτές οι «έξυπνες διόπτρες» προορίζονται για χρήση από άτομα που έχουν ολική είτε μερική τύλωση, για να βοηθήσουν σε καθημερινές εργασίες. Το λογισμικό μπορεί να διδάχθει να αναγνωρίζει τα τρισδιάστατα αντικείμενα και στη συνέχεια να τα αναγνωρίζει σε μια σκηνή. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην εύρεση χαμένων αντικειμένων, στην κίνηση μέσα στον χώρο ή στη χαρτογράφηση γνωστών προσώπων για βοήθεια αναγνώρισης.

- Brain Power: Είναι το λογισμικό που αναπτύχθηκε στη Μασαχουσέτη, το οποίο μετατρέπει τα φορητά γυαλιά, κυρίως το Google Glass, σε νευρο-βοηθητικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης για να βοηθήσουν άτομα με προκλήσεις που

σχετίζονται με τον εγκέφαλο, ιδιαίτερα τον αυτισμό. Το λογισμικό βοηθά τα παιδιά και τους ενήλικες να αναπτύξουν τις κοινωνικές τους δεξιότητες, τις γλωσσικές δεξιότητες και τις κοινωνικές συμπεριφορές.

- Current Studios' MRI game: Το να πείσεις ένα παιδί να παραμείνει ακίνητο για το μήκος μιας μαγνητικής τομογραφίας μπορεί να είναι πολύ δύσκολο, έτσι η Current Studios ανέπτυξε ένα παιχνίδι tablet για τα παιδιά για να παίξουν πριν από τη διαδικασία, που μετράει την ικανότητά τους να παραμένουν ακίνητα για παρατεταμένες χρονικές περιόδους. Οι γιατροί μπορούν να δουν τα στατιστικά στοιχεία του παιδιού και στη συνέχεια να αποφασίσουν εάν θα χρειαστούν ένα γενικό αναισθητικό.

Οι επαγγελματίες ιατρικοί, μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο, όταν λειτουργούν σε ασθενείς, εάν γνωρίζουν ακριβώς τι πρέπει να κάνουν. Μια οθόνη, που ανταποκρίνεται δυναμικά σε έναν γιατρό, μπορεί να είναι ανεκτίμητη κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης, όπως η εμφάνιση των ζωτικών σημείων του ασθενούς. Αλλού, το νοσοκομειακό προσωπικό, μπορεί να βρει να ανταπόκριση σε έναν ασθενή πολύ ευκολότερα, εάν γνωρίζουν τι περιμένουν. Τα ιατρικά αρχεία του ασθενούς, μπορούν να σταλούν άμεσα σε μια νοσοκόμα, καθώς αυτή πηγαίνει προς το δωμάτιο, επιτρέποντας στις νοσοκόμες να προετοιμαστούν για τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν.



Εικόνα 16: Παράδειγμα AR στην ιατρική

Η AR χρησιμοποιείται ήδη για τη θεραπεία των ασθενών και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής για όσους πάσχουν, για παράδειγμα, από ψυχικές ασθένειες και προβλήματα όρασης, σύμφωνα με το Dailydot.com. Η ενισχυμένη πραγματικότητα είναι επίσης επεξεργασμένη στο χειρουργείο μέσω φορέων που φορούν φορητές συσκευές που βοηθούν και καθοδηγούν τον χειρουργό κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων.

2.1.8 Λοιπά επαγγέλματα

Μερικοί ακόμα τομείς είναι:

- **Αρχιτεκτονική:** Πού αλλού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η AR καλύτερα, από την Αρχιτεκτονική, για να απεικονιστούν σωστά τα κτίρια, τα σχέδια και τα φωτογραφικά σχεδιαγράμματα τους. Οι εικόνες ενός κτιρίου, που παράγονται από υπολογιστή, μπορούν να τοποθετηθούν σε μια πραγματική τοπική εικόνα ενός ακινήτου, πριν κατασκευαστεί εκεί το φυσικό κτίριο. Η οπτικοποίηση της αρχιτεκτονικής μπορεί να ενισχυθεί με εφαρμογές AR, που επιτρέπουν στους χρήστες που κοιτούν το εξωτερικό του κτιρίου, να βλέπουν ουσιαστικά, μέσα από τους τοίχους του, όπως και επίσης τα εσωτερικά του αντικείμενα και το σχεδιάγραμμα. Το CityViewAR, που κυκλοφόρησε από το Πανεπιστήμιο του Καντέρμπουρυ, επέτρεψε στους σχεδιαστές και τους μηχανικούς της πόλης να απεικονίσουν κτίρια που είχαν καταστραφεί.
- **Χειρονακτική εργασία:** Οι έντονες χειρονακτικές εργασίες μπορούν να γίνουν πολύ πιο εύκολες με τη χρήση του AR. Ένας αποθεματοποιητής στην καταγραφή εμπορευμάτων, μπορεί εύκολα να αναθεωρήσει το τρέχον απόθεμα, αναζητώντας τη θέση του αντικειμένου μέσα στην αποθήκη, και να εμφανιστεί στην οθόνη του ως οδηγός. Αν ενσωματωθεί με την τεχνολογία παρακολούθησης, μπορεί να μειώσει σημαντικά το χρόνο που χάνεται αναζητώντας το απόθεμα. Εκείνοι που εργάζονται με την εξόρυξη φυσικών πόρων, θα βρουν επίσης χρήσιμη την AR. Οι μηχανικοί μεταλλείων μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια επικάλυψη επαυξημένης πραγματικότητας, για να καθορίσουν τη σύνθεση μιας περιοχής, από την οποία αναζητούν να εξάγουν ορυκτά, καθώς και τον εντοπισμό των καλύτερων σημείων για την τοποθέτηση των εκρηκτικών.
- **Κατασκευή:** Μια ομάδα της Bentley Systems θέλει να αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας της κατασκευαστικής βιομηχανίας. Όπως συμβαίνει τώρα, οι περισσότερες κατασκευές είναι πολύ αναλογικές. Τα κτίρια μπορούν να σχεδιαστούν με προηγμένα εργαλεία 3D, αλλά τελικά τελικά καταλήγουν ως πρότυπα παλιάς μόδας. Η απομάκρυνση των σχεδίων αυτών είναι χρονοβόρα, καθώς οι κατασκευαστές πρέπει να τους αναφέρουν συνεχώς καθ' όλη την κατασκευή, επιβραδύνοντας τα πράγματα. Έχοντας ένα HMD, τα σχέδια είναι πάντα στα χέρια μας, κυριολεκτικά. Αυτά μπορούν επίσης να συμπληρωθούν με λεπτομερείς οδηγίες για το πώς πρέπει να γίνει ένα συγκεκριμένο κομμάτι κατασκευής. Το Bentley δεν σταματάει στην κατασκευή κτιρίων, αλλά έχει και κάποιες ιδέες για να βοηθήσει στην ανασκαφή. Σύμφωνα με το DOT, το 33% όλων των ζημιών από αγωγούς οφείλεται σε ζημιές εκσκαφής. Αυτό συμβαίνει επειδή τα πληρώματα των ανασκαφών δεν γνωρίζουν τους υφιστάμενους αγωγούς. Επί του παρόντος, η εκμάθηση των αγωγών είναι μια χειρονακτική διαδικασία που πρέπει να γίνει από κάθε πλήρωμα και με βάση τα στατιστικά στοιχεία, δεν εκτελείται πάντοτε. Η ύπαρξη προβολής heads-up σε υπόγειους αγωγούς θα ήταν ένα δυναμικό μέσο προειδοποίησης των ανθρώπων σε πιθανούς κινδύνους όπου σκάβουν.
- **Επισκευή Αυτοκινήτων DIY:** Ο κλάδος της τεχνολογίας έχει κάνει άλματα στη χρηστικότητα του υλικού τους. Τα πράγματα είναι πολύ αρθρωτά και συνήθως καλά τεκμηριωμένα. Δυστυχώς, η αυτοκινητοβιομηχανία δεν έχει προφτάσει ακόμα. Σε

κάθε όχημα φαίνεται να αλλάζει πού βρίσκονται τα μέρη του και πώς όλα μαζί συνεργάζονται. Η προσπάθεια εντοπισμού συγκεκριμένων πληροφοριών στο όχημά μας μπορεί να είναι ένα έργο από μόνο του. Η Inglobe Technologies κυκλοφόρησε ένα demo για να βοηθήσει με αυτό, δίνοντας μια παραπάνω εμφάνιση των σχετικών περιοχών του αυτοκινήτου. Όταν η τεχνολογία αυτή γίνεται πιο συνηθισμένη, ακόμη και ένας αρχάριος μπορεί να είναι σε θέση να κάνει βασικές επισκευές αυτοκινήτων - όπως το έλεγχο των επιπέδων υγρών και την αντικατάσταση των φίλτρων.

- Συντήρηση και επισκευή: Χρησιμοποιώντας μια οθόνη στο κεφάλι, ένας μηχανικός που κάνει επισκευές σε έναν κινητήρα μπορεί να δει τις εικόνες και τις πληροφορίες που είναι τοποθετημένες επάνω στο οπτικό του πεδίο. Η διαδικασία μπορεί να παρουσιαστεί σε ένα πλαίσιο στη γωνία και μια εικόνα του απαραίτητου εργαλείου μπορεί να απεικονίσει την ακριβή κίνηση που πρέπει να εκτελέσει ο μηχανικός. Το σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να επισημάνει όλα τα σημαντικά μέρη. Οι πολύπλοκες διαδικαστικές επισκευές μπορούν να αναλυθούν σε μια σειρά από απλά βήματα. Οι προσομοιώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση τεχνικών, οι οποίες μπορούν να μειώσουν σημαντικά τα έξοδα εκπαίδευσης.

- Μουσική: Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να μεταμορφώσει τη μουσική βιομηχανία με νέες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μουσική παραγωγή, την μίξη ήχου, τον έλεγχο και την απεικόνιση. Είναι ένα όφελος για τους Dj, ένα εργαλείο 3D δημιουργίας μουσικής, τους επιτρέπει να παίζουν δεκάδες δείγματα ήχου τοποθετημένα οπουδήποτε στον τρισδιάστατο χώρο. Η AR επιτρέπει τώρα στους χρήστες να μαθαίνουν μουσική υπό την άνεση του σπιτιού τους μέσω ενός πακέτου λογισμικού που ονομάζεται Armony. Μερικά από τα έργα στον τομέα της Μουσικής που σχετίζονται με την επαυξημένη πραγματικότητα περιλαμβάνουν τα εξής: Η έρευνα από το CRISAL στο Πανεπιστήμιο της Lille στοχεύει στην ενίσχυση της μουσικής εμπειρίας με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. Το πρόγραμμα ControllAR επιτρέπει στους μουσικούς να επεκτείνουν τις επιφάνειες ελέγχου MIDI με τις αναμεμιγμένες γραφικές διεπαφές χρήστη του λογισμικού μουσικής. Το πρόγραμμα Rouages προτείνει την αύξηση των ψηφιακών μουσικών οργάνων προκειμένου να αποκαλυφθούν οι μηχανισμοί τους στο κοινό και να βελτιωθεί έτσι η αντιληπτή ζωντάνια.

Όσον αφορά τη μουσική εκπαίδευση, μια από τις τελευταίες εξελίξεις τα τελευταία χρόνια είναι η εισαγωγή της επαυξημένης πραγματικότητας. Ενώ οι περισσότεροι μαθητές μουσικής προέρχονται από νεότερες γενιές, είναι φυσικότερο να προσελκύονται στη σύγχρονη τεχνολογία από τους παλαιότερους ομολόγους τους. Επομένως, είναι φυσικό οι σημερινοί δάσκαλοι μουσικής να είναι πιο ικανοί να προσελκύσουν τους μαθητές και να τους κρατήσουν δεσμευμένους χρησιμοποιώντας τις πρακτικές μάθησης μουσικής AR. Ομοίως, οι νέοι που προσπαθούν να μάθουν τη μουσική από μόνοι τους θα είναι φυσικότερο να ασχολούνται εάν χρησιμοποιούν την τεχνολογία ως βοήθημα αντί να διαβάζουν απλά ένα βιβλίο ή μουσικά φύλλα και στη συνέχεια να προσπαθούν να παίξουν ένα όργανο.

Η αυξημένη πραγματικότητα μπορεί να μειώσει τον <κόπο> του να μαθαίνει κανείς

να παίζει μουσικά όργανα. Οι εφαρμογές AR έχουν τεράστιο δυναμικό σε μουσικά σχολεία ή ιδρύματα που προσφέρουν εξάσκηση στα μουσικά όργανα. Η παραδοσιακή μάθηση μπορεί να κάνει τον εξοπλισμό παιξίματος έντονο και κουραστικό και συνεπώς, πολλοί μαθητές τα παρατούν κατά τη διάρκεια μάθησης. Αυτό μπορεί να το μετριάσει η AR, διασκεδάζοντας τους μαθητευόμενους και κάνοντας ένα μάθημα πιάνου ή κιθάρας πιο παιχνιδιάρικο.



Εικόνα 17: Μάθημα μουσικής με AR

Εν κατακλείδι, η βελτιωμένη πραγματικότητα προσθέτει αξία στο μάθημα του μουσικού οργάνου. Είτε κάποιος είναι αρχάριος είτε ειδικευμένος στο να παίζει κάποιο μουσικό όργανο, η τεχνολογία προσπαθεί να βελτιστοποιήσει τη μαθησιακή εμπειρία.

2.2 Εργαλεία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας

Όπως είδαμε προηγουμένως, η τεχνολογία Augmented Reality (AR) άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορους τομείς εφαρμογής, όπως η διαφήμιση, η ιατρική, η εκπαίδευση, η ρομποτική, η ψυχαγωγία, ο τουρισμός και άλλοι. Ωστόσο, ο χρόνος και η τεχνική εμπειρογνωμοσύνη που απαιτείται για τη δημιουργία εφαρμογών AR είναι ένας από τους λόγους που εμπόδισε τη διαδεδομένη χρήση. Υπό αυτή την έννοια, τα εργαλεία δημιουργίας έχουν γίνει μια λύση που χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για την ενίσχυση της άμεσης χρήσης του AR, καθώς διευκολύνουν την ανάπτυξη εμπειριών AR.

Τα εργαλεία δημιουργίας AR μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον προγραμματισμό τους και τα χαρακτηριστικά σχεδίασης περιεχομένου από χαμηλό σε υψηλό επίπεδο. Ως εκ τούτου, οι διαφορετικές προσεγγίσεις δημιουργίας έχουν διαφορετικές αντιλήψεις και πολυπλοκότητα διεπαφής και επομένως απευθύνονται σε ακροατήρια που δεν έχουν απαραίτητα την ίδια τεχνική εξειδίκευση.

Με αυτή την έννοια, τα εργαλεία ανάπτυξης για την ανάπτυξη εφαρμογών AR

μπορούν να οργανωθούν ευρέως σε δύο διαφορετικές προσεγγίσεις: δημιουργία AR για προγραμματιστές και μη προγραμματιστές. Στην πρώτη περίπτωση, τα εργαλεία είναι συνήθως βιβλιοθήκες κώδικα που απαιτούν γνώσεις προγραμματισμού για την κατασκευή ή κάποια επίλυση της εφαρμογής. Στη δεύτερη περίπτωση, δεν απαιτείται κάποια γνώση προγραμματισμού. Έτσι, τα εργαλεία για τους μη προγραμματιστές οδηγούνται από το περιεχόμενο και συνήθως περιλαμβάνουν διεπαφές χρήστη γραφικών για τη δημιουργία εφαρμογών χωρίς να γράφουν γραμμές κώδικα. Για αυτό, αντιμετωπίζονται ως εργαλεία σχεδιασμού περιεχομένου.

Αυτές οι δύο γενικές κατηγορίες μπορούν να οργανωθούν περαιτέρω σε χαμηλό και υψηλό επίπεδο. Τα εργαλεία προγραμματισμού χαμηλού επιπέδου απαιτούν κωδικοποίηση χαμηλού επιπέδου, ενώ τα υψηλού επιπέδου χρησιμοποιούν βιβλιοθήκες υψηλού επιπέδου. Επιπλέον, τα εργαλεία σχεδιασμού περιεχομένου χαμηλού επιπέδου απαιτούν δεξιότητες σεναρίου και τα εργαλεία υψηλού επιπέδου χρησιμοποιούν τεχνικές οπτικής συγγραφής. Όλες αυτές οι προσεγγίσεις συγγραφής βασίζονται η μία στην άλλη. Η αφηρημάδα προστίθεται σταδιακά και οι λειτουργίες και οι έννοιες χαμηλού επιπέδου αφαιρούνται. Επίσης, τα διαφορετικά επίπεδα αφηρημάδας απευθύνονται σε διαφορετικούς στόχους με διαφορετική τεχνική εμπειρογνωμοσύνη.

Από τις πρώτες λύσεις στις πιο πρόσφατες, είναι δυνατόν να διαπιστωθεί ότι έχουν αναπτυχθεί αρκετά εργαλεία σχεδιασμού περιεχομένου. Ωστόσο, υπάρχουν μερικές εργασίες που αποσκοπούν στην παροχή ταξινομητή για τον εντοπισμό τάσεων και προτύπων για τέτοια εργαλεία. Για τις καλύτερες γνώσεις των συγγραφέων, υπάρχει μόνο ένα έργο που προτείνει μια ταξινόμηση για εργαλεία συγγραφής AR. Με τη σειρά του, αυτή η ταξινόμηση είναι σύμφωνη με τη διεπαφή εφαρμογής και την αφαίρεση ιδεών, στην οποία οι πιο αφηρημένες διεπαφές εφαρμογής ονομάζονται πλαίσια σχεδίασης περιεχομένου και τα λιγότερο αφηρημένα ονομάζονται προγραμματιστικά πλαίσια.

Παρακάτω θα δούμε μερικά εργαλεία εφαρμογής AR.

ARToolKit

Σήμερα θεωρείται ένα από τα πιο χρησιμοποιημένα πλαίσια για την ανάπτυξη εφαρμογών με πόρους AR, με σκοπό να είναι ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα, να ενημερώνεται συνεχώς, προσφέροντας μια σειρά χαρακτηριστικών και επιτρέποντας την εξαγωγή σε άλλες πλατφόρμες. Το ARToolKit είναι ικανό να εντοπίζει πλανητικούς, γεωγραφικούς και πολλαπλούς στόχους (ARToolKit, 2017).

Augment

Το Augment αποτελείται από ένα πρόγραμμα προβολής AR 3D, το οποίο αποτελείται από μια εφαρμογή για κινητές συσκευές και μια πλατφόρμα στο

διαδίκτυο, στην οποία οι χρήστες μπορούν να καταχωρούν τους δικούς τους δείκτες και να τους συνδέουν με τρισδιάστατα μοντέλα και άλλα εικονικά στοιχεία. Το Augment προσφέρει παρακολούθηση και παρακολούθηση επίπεδου δείκτη μέσω του αποθηκευτικού χώρου cloud (Augment, 2017).

Aurasma

Το Aurasma διαθέτει την δική του εφαρμογή για κινητά και μια πλατφόρμα που επιτρέπει στους χρήστες να μετατρέπουν αντικείμενα, εικόνες και χώρους σε νέες διαδραστικές ευκαιρίες χρησιμοποιώντας γραφικό περιεχόμενο, κινούμενα σχέδια, βίντεο, ηχητικά και 3D περιεχόμενα. Επιτρέπει την παρακολούθηση επιπέδων και γεωγραφικών στόχων, καθώς και παρακολούθηση μέσω του αποθηκευτικού χώρου cloud (Aurasma, 2017).

BlippAR

Είναι ένα τρισδιάστατο viewer επαυξημένης πραγματικότητας που παρέχει τη δική του εφαρμογή smartphone και μια πλατφόρμα στο διαδίκτυο, ώστε οι χρήστες να μπορούν να καταχωρούν τους δείκτες τους και να τους συνδέουν με πολλά οπτικά και διαδραστικά στοιχεία. Το BlippAR επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί τους επίπεδους στόχους μέσω του cloud. Παράλληλα δημιουργεί ένα ηλεκτρονικό όραμα με τεχνητή νοημοσύνη και αλγόριθμους Deep Learning, αυξάνοντας τις ικανότητες της εφαρμογής, καθιστώντας εφικτή την τελική γνώση της αναγνώρισης διαφορετικών πράξεων που μπορεί να κατευθύνει ο χρήστης (BlippAR, 2017).

CraftAR

Ακόμα ένα πρόγραμμα προβολής AR 3D, το CraftAR προσφέρει την κινητή εφαρμογή και μια πλατφόρμα στο διαδίκτυο, ώστε οι χρήστες να μπορούν εύκολα να διαχειρίζονται και να καταχωρούν τους δικούς τους δείκτες, συνδέοντάς τους με εικονικό περιεχόμενο, π.χ. 3D μοντέλα, εικόνες, ήχο, βίντεο κ.λπ. Διαθέτει επίσης ένα SDK που υποστηρίζεται από πολλές πλατφόρμες, επιτρέποντας στους χρήστες να αναπτύξουν τις εφαρμογές τους με πόρους του CraftAR. Είναι ικανό να παρακολουθεί επίπεδες εικόνες μέσω του cloud (CraftAR, 2017).

EasyAR

Χαρακτηρίζεται ως αναπτυξιακό πλαίσιο για εφαρμογές βασισμένες σε AR, η

EasyAR διαθέτει μια πλατφόρμα διαδικτύου μέσω της οποίας οι χρήστες μπορούν να εγγράψουν τα έργα τους και να αποκτήσουν τις άδειες που απαιτούνται για τη δοκιμή και την απελευθέρωση των εφαρμογών τους. Προσφέρει πολλαπλά επίπεδα παρακολούθηση στόχων (EasyAR, 2017).

Kudan

Κατηγοριοποιείται ως πλαίσιο για την ανάπτυξη εφαρμογών με πόρους AR. Η Kudan προσφέρει ένα SDK που καθιστά εφικτή την εξαγωγή σε πολλές άλλες πλατφόρμες, διαθέτει ευρεία τεκμηρίωση και πρακτικά δείγματα, εκτός από το γεγονός ότι διαθέτει φόρουμ υποστήριξης. Επιτρέπει την παρακολούθηση χωρίς δείκτη, χρησιμοποιώντας SLAM (Kudan, 2017).

LayAR

Συνίσταται σε ένα πρόγραμμα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας. Παρέχει μια εφαρμογή για κινητά και μια πλατφόρμα διαχείρισης μέσω διαδικτύου, όπου οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν και να επεξεργάζονται επιπέδου και γεωγραφικούς στόχους και να τις συνδέουν με ενημερωτικά εικονικά περιεχόμενα όπως κείμενο, διευθύνσεις URL, ήχο και βίντεο (LayAR, 2017).

PixLive

Ταξινομημένο ως προβολέας AR 3D, η PixLive προσφέρει μια εφαρμογή smartphone και μια πλατφόρμα στο διαδίκτυο, μέσω της οποίας οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν δικούς τους επίπεδους ή / και γεωγραφικούς στόχους. Μπορούν επίσης να συνδέονται με ψηφιακούς πόρους, π.χ. 3D μοντέλα, εικόνες, ήχο, βίντεο, κ.λπ. (PixLive, 2017).

Vuforia

Το Vuforia, εκτός από το γεγονός ότι διαθέτει ένα SDK για διάφορες πλατφόρμες ανάπτυξης, διαθέτει ένα web-based περιβάλλον όπου οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν και να διαχειριστούν τους δείκτες τους και να αποκτήσουν τις απαιτούμενες άδειες για να δοκιμάσουν και να δημοσιεύσουν τις εφαρμογές τους. Είναι επίσης σε θέση να εντοπίζει πλανητικούς, γεωγραφικούς και πολλαπλούς στόχους, κείμενα και αντικείμενα 3D, τα οποία μπορούν είτε να είναι μέσω σύννεφου είτε να αποθηκεύονται τοπικά στη συσκευή του χρήστη. Το Vuforia επιτρέπει ακόμη

και την παρακολούθηση χωρίς σήμανση, μέσω δύο τεχνολογιών: Extended Tracking και Smart Terrain (Vuuforia, 2017). Παρακάτω, στο τρίτο κεφάλαιο θα εξετάσουμε το εργαλείο Vuuforia στο πρόγραμμα unity.

Wikitude

Αποτελείται από ένα πρόγραμμα προβολής AR 3D το οποίο παρέχει στον χρήστη μια εφαρμογή για κινητά και μια πλατφόρμα διαχείρισης μέσω διαδικτύου, μέσω της οποίας οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν τους δείκτες τους και να τους συνδέουν με τρισδιάστατα μοντέλα και άλλα εικονικά στοιχεία. Προσφέρει επίσης ένα SDK που διατίθεται σε πολλές πλατφόρμες ανάπτυξης, επιτρέποντας την υλοποίηση εφαρμογών με πόρους του Wikitude. Αυτό το πλαίσιο είναι σε θέση να παρακολουθεί τους επίπεδους δείκτες, τους πολλαπλούς στόχους, τα τρισδιάστατα αντικείμενα, τους γεωγραφικούς δείκτες και ακόμη κάνει χρήση της τεχνολογίας SLAM (Wikitude, 2017).

3. Σχεδίαση εφαρμογής με το εργαλείο Vuforia

3.1 Εγκατάσταση του προγράμματος Unity

Το Unity είναι ο δημιουργός της πιο εξελιγμένης πλατφόρμας ανάπτυξης 3D (RT3D) σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας στους προγραμματιστές σε όλο τον κόσμο τα εργαλεία για τη δημιουργία πλούσιων, διαδραστικών εμπειριών 2D, 3D, VR και AR. Έχει ομάδα μηχανικών 1000 ατόμων που διατηρεί την Unity στην πιο πρόσφατη εξέλιξη της τεχνολογίας, δουλεύοντας παράλληλα με συνεργάτες όπως το Facebook, το Google, την Microsoft και την Oculus, για να εξασφαλίσουν βελτιστοποιημένη υποστήριξη για τις πιο πρόσφατες κυκλοφορίες και πλατφόρμες. Οι εφαρμογές που έγιναν με το Unity φτάνουν τις σχεδόν 3 δισεκατομμύρια συσκευές παγκοσμίως και εγκαταστάθηκαν 24 δισεκατομμύρια φορές τους τελευταίους 12 μήνες. Η Unity τροφοδοτεί την τεχνολογία RT3D στην αρχιτεκτονική, στην αυτοκινητοβιομηχανία, στην κατασκευή, στη μηχανική, στον κινηματογράφο, στα παιχνίδια και άλλα.



Εικόνα 18: Το πρόγραμμα Unity

Το πρόγραμμα παρέχεται εντελώς δωρεάν για προσωπική χρήση, απο την επίσημη ιστοσελίδα της Unity <https://store.unity.com/products/unity-personal>. Απλά πατάμε το κουμπί [Try Personal], αποδεχόμαστε τους όρους χρήσης και “κατεβάζουμε” το πρόγραμμα εγκατάστασης για windows. Οι όροι χρήσης είναι οι εξής:

- Μην ξεπεράσετε τα 100,000 δολάρια σε ετήσια ακαθάριστα έσοδα, ανεξάρτητα από το αν η Unity Personal χρησιμοποιείται για εμπορικούς σκοπούς ή για ένα εσωτερικό έργο ή πρωτότυπο.
- Δεν έχετε συγκεντρώσει κεφάλαια που ξεπερνούν τα 100,000 δολάρια.
- Δεν χρησιμοποιείτε αυτήν τη στιγμή Unity Plus ή Pro.

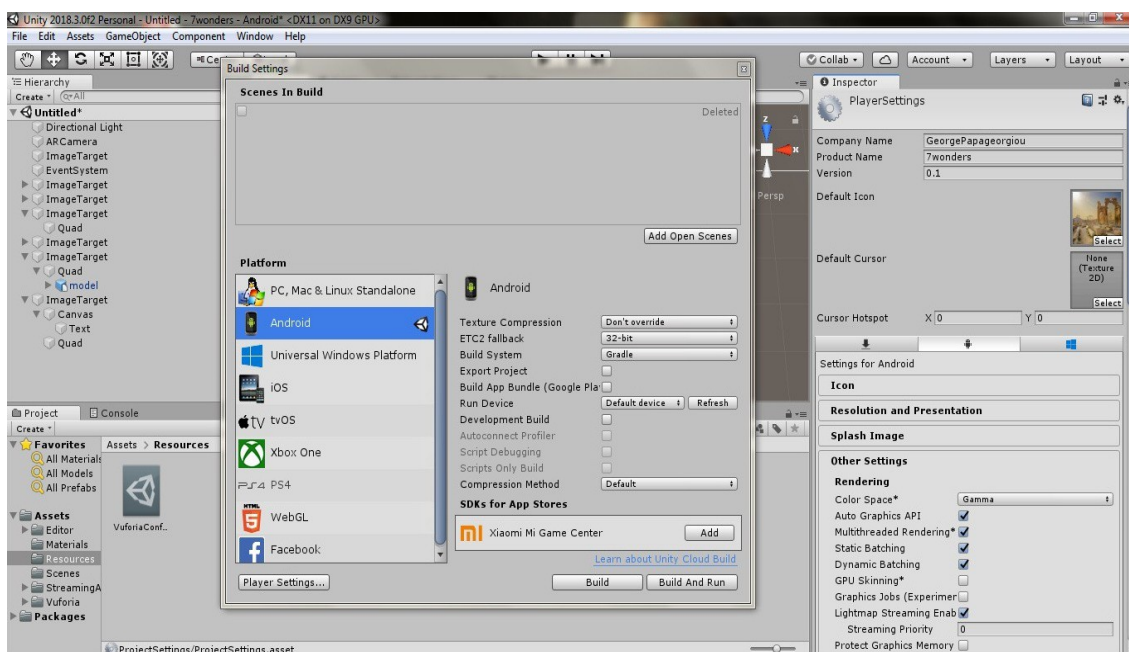
Μέσα από το πρόγραμμα εγκατάστασης μπορούμε να επιλέξουμε να εγκατασταθούν μηχανές ή εργαλεία υποστήριξης για διάφορες πλατφόρμες, όπως Android, iOS, Linux, Windows. Στην περίπτωση της παρούσας εφαρμογής επιλέξαμε τα Android Build Support και Vuforia Augmented Reality Support. Αν δεν τα επιλέξουμε σε αυτό το σημείο, μπορούμε μετέπειτα να τα κατεβάσουμε χειροκίνητα απο τις ανάλογες ιστοσελίδες ή απλά ανοίγοντας ξανά τον οδηγό εγκατάστασης. Μετά την εγκατάσταση μπορούμε να αρχίσουμε την σχεδίαση της εφαρμογής.

3.2 Σχεδίαση εφαρμογής με το εργαλείο της Vuforia

Αρχικά θα πρέπει να κάνουμε νέο λογαριασμό δωρεάν στην ιστοσελίδα της Vuforia <https://developer.vuforia.com/vui/auth/register> όπου θα δημιουργούμε και θα αποθηκεύουμε τις βάσεις δεδομένων που θα χρησιμοποιούμε.

Όταν ανοίξουμε το πρόγραμμα unity επιλέγουμε new project και δίνουμε μία ονομασία. Πρώτα θα πρέπει να επιλέξουμε σε ποιά πλατφόρμα θέλουμε να λειτουργεί η εφαρμογή μας. Επειδή με την εκκίνηση, ανοίγει για εφαρμογές σε windows, linux, mac, επιλέγουμε File → Build Settings → επιλέγουμε την πλατφόρμα Android → switch platform. Έπειτα πρέπει να ενεργοποιήσουμε την υποστήριξη της Vuforia στην εφαρμογή, επιλέγουμε edit → project settings → player → Vuforia Augmented Reality Supported [check]. Σε αυτό το σημείο, ή στο τέλος της εφαρμογής πριν “χτίσουμε” το apk, μπορούμε επίσης να ρυθμίσουμε:

- Company Name: Θα βάλουμε το όνομα της εταιρείας μας ή αλλιώς το όνομά μας.
- Product Name: Η ονομασία της εφαρμογής.
- XR Settings: Εέγχουμε αν είναι ενεργή η υποστήριξη της Vuforia
- Other Settings: στον τομέα Identification → Package name: δίνουμε μία ονομασία της μορφής com.CompanyName.ProductName, η οποία επίσης θα πρέπει αν είναι μοναδική (unique).



Εικόνα 19: Οι ρυθμίσεις στο Unity

AR camera

Στη συνέχεια, τοποθετούμε το εργαλείο AR camera απο τη μηχανή της Vuforia,

επιλέγουμε GameObject → Vuforia Engine → AR Camera. Πλέον δεν χρειαζόμαστε την βασική κάμερα που υπάρχει ήδη από όταν ανοίγουμε το πρόγραμμα, οπότε την διαγράφουμε, επιλέγουμε το αντικείμενο camera ή standart camera και πατάμε delete. Αυτό το κάνουμε, επειδή η βασική κάμερα του προγράμματος δεν υποστηρίζει την επαυξημένη πραγματικότητα.

Στο αντικείμενο AR camera, θα χρειαστεί να κάνουμε δύο ρυθμίσεις. Πρώτον, θα πρέπει να δώσουμε ένα license key στην εφαρμογή. Θα πάμε στην ιστοσελίδα της vuforia, <https://developer.vuforia.com/vui/develop/licenses>, έχοντας κάνει είσοδο στον λογαριασμό, και πατάμε το κουμπί [Get Development Key], στο License Manager. Δίνουμε μία ονομασία, αποδεχόμαστε τους όρους χρήσης και δημιουργείται το κλειδί άδειας χρήσης της εφαρμογής. Κάνουμε αντιγραφή το κλειδί, και στο πρόγραμμα Unity: Επιλέγουμε το αντικείμενο AR camera → Open Vuforia Engine Configuration → στο License key πεδίο κάνουμε επικόλληση.

Please copy the license key below into your app

```
AVEuNwn/////AAABmTNvgpYqLkZrr13G1Us60H0x0bSii/uibG8a  
8u/t7SyXlpIReYCUysKxoPk3l9Pd2ZTNC17NNOW6fwM1Hk1GKizP  
xeOdOnu62pTFelnNBQEnnmcaF0nQumQ6ELKQrOpUr82mFSE2gATU  
xqbHi3APtcLkU+xtApCUldPgnGXp8gVMfBAOfnTgWL5kHJEKAimt  
Hmhs2Us1Ap3fkLROOiXH3uwjxfNU72B8gPJ6QdFEm4lOx/ruY039  
pUtCkasL8rYcxgkF+h8zPlz+TYdAsfa05HnBEMg37X13WIM+zZSB  
z9qz/1cZkKhQJSG+efEPiofjc5MQfQWcK6zBWjjrFOYBCrmx23y9  
3+tYrNuceWeMHayu
```

Type: Develop

Status: Active

Εικόνα 20: Το κλειδί άδειας χρήσης

Μία δεύτερη ρύθμιση που θα χρειαστεί να κάνουμε, είναι να δώσουμε στην κάμερα αυτόματη εστίαση. Σε κάποια μελλοντική αναβάθμιση της Vuforia μπορεί να έχει την έχει απο την αρχή, αλλά στην παρούσα ημερομηνία πρέπει να τη δώσουμε χειροκίνητα.

Στο σημειωματάριο, γράφουμε τον κώδικα στο τέλος του κεφαλαίου* και το αποθηκεύουμε σε αρχείο .cs της microsoft visual. Έπειτα παίρνουμε το αρχείο μέσα στο πρόγραμμα Unity, και το “σέρνουμε” επάνω στο αντικείμενο AR Camera. Εάν έχουμε επιλεγμένο το αντικείμενο, θα παρατηρήσουμε ότι προστέθηκε το script.

ImageTarget

Στο επόμενο βήμα, πρέπει να δώσουμε μία εικόνα-στόχο. Την εικόνα δηλαδή που θα αναγνωρίζει η εφαρμογή. Επιλέγουμε GameObject → Vuforia Engine → image. Στο πρόγραμμα τώρα βλέπουμε ένα αντικείμενο με ονομασία ImageTarget. Επειδή δεν έχουμε δώσει κάποια βάση δεδομένων, αυτό το αντικείμενο θα είναι ή άδειο, ή θα έχει κάποια εικόνα του προγράμματος.

Για να δημιουργήσουμε μία βάση δεδομένων, θα επισκεφτούμε την ιστοσελίδα της Vuforia, developer.vuforia.com/targetmanager/project/checkDeviceProjectsCreated. Πατάμε το κουμπί [add database], δίνουμε μία ονομασία, αφήνουμε το type σε device και έπειτα [create]. Θα δούμε πως πλέον υπάρχει η βάση δεδομένων. Όταν την επιλέξουμε θα παρατηρήσουμε ότι είναι άδεια. Επιλέγουμε [Add Target], στην προκειμένη περίπτωση, είναι τύπου single image, στο πλάτος βάζουμε το πλάτος της εικόνας (το διαβάζει σε μέτρα, οπότε για μία εικόνα 10 εκατοστών, θα δώσουμε την τιμή 0.1). Η Vuforia θα επεξεργαστεί την εικόνα, και θα την αξιολογίσει κατά πόσο είναι δυνατό να την αναγνωρίσει οπότε και αν είναι δυνατή η ενίσχυση. Παρακάτω (εικόνα 21), θα δούμε μία αδύναμη και μία δυνατή εικόνα-στόχο.



Εικόνα 21: Χαρακτηριστικά αναγνώρισης εικόνας

Στην αριστερή εικόνα όπως βλέπουμε είναι πολύ λίγα τα χαρακτηριστικά αναγνώρισης εικόνας, ενώ στη δεξιά βλέπουμε πολλά περισσότερα. Η vuforia τα αξιολόγησε με 0 και 5 στα 5 αστεράκια αντίστοιχα.

Στη συνέχεια πατάμε [Download Database (All)] (αν έχουμε παραπάνω από μία θα τις κατεβάσει όλες μαζί σε ένα αρχείο, ενώ αν θέλουμε μία συγκεκριμένη ή κάποιες και όχι όλες, επιλέγουμε πρώτα ποιές θέλουμε), και επιλέγουμε την πλατφόρμα Unity. Τώρα πρέπει να εισχωρήσουμε την βάση μας στο πρόγραμμα, επιλέγουμε στο πρόγραμμα Assets → Import Package → Custom Package και δίνουμε την βάση δεδομένων που κατεβάσαμε. Θα παρατηρήσουμε ότι έχουμε περισσότερα αρχεία πλέον στο πρόγραμμα.

Αφού προσθέσαμε τη βάση δεδομένων, επιλέγουμε το αντικείμενο ImageTarget και στα δεξιά, στον τομέα Image Target Behaviour, επιλέγουμε τη βάση δεδομένων, και την εικόνα που θέλουμε να ενισχυθεί.

Όλα τα αυτά τα βήματα είναι τα ίδια κάθε φορά που θέλουμε να ενισχύσουμε μία εικόνα. Το επόμενο βήμα εξαρτάται από το τί αντικείμενο θέλουμε να τοποθετήσουμε στην εικόνα-στόχο. Στην συγκεκριμένη εργασία τοποθετήθηκαν τρία διαφορετικά αντικείμενα για να γνωρίσουμε καλύτερα το πρόγραμμα, απλό κείμενο

text, εικόνα, ελαχιστοποιημένη εικόνα και ένα μοντέλο 3D.

Κείμενο text

Πατάμε δεξί κλικ στο αντικείμενο ImageTarget → UI → Text. Το πρόγραμμα δημιουργεί το αντικείμενο Canvas και μέσα σε αυτό, το αντικείμενο text. Στις επιλογές στα δεξιά, μπορούμε να γράψουμε το κείμενο που θέλουμε να εμφανίζεται, να ρυθμίσουμε σε ποιο σημείο της οθόνης να εμφανίζεται, τί μέγεθος γραμματοσειράς έχει, χρώμα κτλ.

Εικόνα

Όπως και στο κείμενο, πατάμε δεξί κλικ στο αντικείμενο ImageTarget → 3D Object → Quad. Το quad είναι ένα τετράπλευρο σχήμα το οποίο δημιουργείται, συνήθως, σύμφωνα με τις διαστάσεις της εικόνας. Επειδή έρχεται κατακόρυφα με την εικόνα μας, έχοντας επιλεγμένο το αντικείμενο quad, το γυρνάμε κατά 90 μοίρες στον άξονα X (Rotation: X90,Y0,Z0), ώστε να “κάτσει” επάνω στην εικόνα-στόχο μας. Μπορούμε επίσης να επιλέξουμε σε ποιο σημείο, σύμφωνα με την εικόνα-στόχο να τοποθετείται η νέα εικόνα. Το κέντρο είναι πάντοτε το κέντρο της εικόνας-στόχου (Position: X0, Y0, Z0). Τέλος, μπορούμε να επιλέξουμε το μέγεθος της νέας εικόνας, εάν θέλουμε να αντικαταστήσει πλήρως την εικόνα-στόχο, αφήνουμε τις διαστάσεις του όπως είναι (Scale: X1, Y1, Z1), αλλιώς αυξομειώνουμε τους άξονες X,Y, ο άξονας Z δεν παίζει ρόλο εάν τοποθετηθεί απλά μία εικόνα.

Αφότου έχουμε ρυθμίσει το μέγεθος και το σημείο στο οποίο θέλουμε να ενισχυθεί η εικόνα-στόχος, απλά “σέρνουμε” την νέα εικόνα, επάνω στο αντικείμενο Quad. Ακριβώς όπως την εικόνα έτσι και για ένα αντικείμενο 3D, δημιουργούμε ένα αντικείμενο Quad, μέσα στο ImageTarget, το ρυθμίζουμε, και “ρίχνουμε” επάνω του το μοντέλο 3D που θέλουμε.

Υπάρχουν πολλές ακόμα δυνατότητες για επαυξημένη πραγματικότητα, όπως να παίζει κάποιο βίντεο όταν αναγνωρίζει την εικόνα, να τοποθετείται κινούμενη εικόνα (gif), αντικείμενο 3D οπου έχει και κίνηση ή/και αλληλεπιδρά με κάποιο άλλο αντικείμενο.

Στο τέλος, για να αποθηκεύσουμε το έργο μας σας εφαρμογή .apk για smartphone, επιλέγουμε File → Build Settings → Build, επιλέγουμε τον φάκελο στον οποίο θα την αποθηκεύσουμε, δίνουμε ονομασία και πατάμε [ok]. Πριν ξεκινήσει το “χτίσιμο” της εφαρμογής (build), θα ζητηθεί, εάν δεν υπάρχει κάπου στον υπολογιστή, το Android SDK. Το Android SDK (πακέτο ανάπτυξης λογισμικού) είναι ένα σύνολο εργαλείων ανάπτυξης που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη εφαρμογών για πλατφόρμα Android. Εάν δεν το έχουμε, μπορούμε να το κατεβάσουμε δωρεάν απο την ιστοσελίδα <https://developer.android.com/studio/>.

* Ο κώδικας για την αυτόματη εστίαση της κάμερας:

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
using Vuforia;
```

```
public class CameraFocusController : MonoBehaviour {
```

```
    private bool mVuforiaStarted = false;
```

```
    void Start ()
```

```
    {
```

```
        VuforiaARController vuforia = VuforiaARController.Instance;
```

```
        if (vuforia != null)
```

```
            vuforia.RegisterVuforiaStartedCallback(StartAfterVuforia);
```

```
    }
```

```
    private void StartAfterVuforia()
```

```
    {
```

```
        mVuforiaStarted = true;
```

```
        SetAutofocus();
```

```
    }
```

```
    void OnApplicationPause(bool pause)
```

```
    {
```

```
        if (!pause)
```

```
        {
```

```
            // App resumed
```

```
            if (mVuforiaStarted)
```

```
            {
```

```
                // App resumed and vuforia already started
```

```
                // but lets start it again...
```

```
                SetAutofocus(); // This is done because some android devices lose the auto  
focus after resume
```

```
                // this was a bug in vuforia 4 and 5. I haven't checked 6, but the code is  
harmless anyway
```

```
            }
```

```
        }
```

```
    }
```

```
    private void SetAutofocus()
```

```
    {
```

if

```
(CameraDevice.Instance.SetFocusMode(CameraDevice.FocusMode.FOCUS_MODE  
_CONTINUOUSAUTO))
```

```
{
```

```
    Debug.Log("Autofocus set");
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
    // never actually seen a device that doesn't support this, but just in case
```

```
    Debug.Log("this device doesn't support auto focus");
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

Βιβλιογραφία

- <https://www.sonnhalter.com/2010/12/15/what-is-augmented-reality/> 05-04-2017
- <https://www.newgenapps.com/blog/augmented-reality-apps-ar-examples-success> 26-10-2017
- <https://www.3pillarglobal.com/insights/augmented-reality-introduction-and-its-real-world-uses/> 29-10-2017
- <https://www.youtube.com/watch?v=sMVdbG8Ct0A&feature=youtu.be> 06-11-2017
- <https://elearningindustry.com/virtual-reality-augmented-reality-education> 04-05-2017
- <https://elearningindustry.com/augmented-future-elearning-augmented-reality-elearning/> 04-05-2017
- <https://www.edutopia.org/blog/augmented-reality-new-dimensions-learning-drew-minock/> 04-05-2017
- <http://www.arined.org/> 13-11-2017
- <https://get.google.com/tango/apps/> 13-11-2017
- <http://elearnmag.acm.org/featured.cfm?aid=2380717> 14-11-2017
- <https://www.upsidelearning.com/blog/index.php/2010/04/30/tools-for-developing-augmented-reality-applications/> 04-05-2017
- <https://waracle.com/introduction-augmented-reality-app-development/> 18-12-2018
- <https://medium.com/@fluperofficial/current-uses-of-augmented-reality-b8f273ec8a6/> 25-10-2017
- <http://asia.fnst.org/content/8-exciting-uses-augmented-reality> 25-10-2017
- <https://www.newgenapps.com/blog/augmented-reality-apps-ar-examples-success> 26-10-2017
- <https://searchenginewatch.com/2016/04/28/11-extraordinary-uses-of-augmented-reality-ar/> 27-10-2017
- <http://www.t-immersion.com/augmented-reality/use-cases> 05-11-2017
- <https://www.theprimacy.com/blog/finally-4-real-world-uses-for-augmented-reality/> 05-11-2017
- <https://www.lifewire.com/applications-of-augmented-reality-2495561> 13-11-2017
- <https://get.google.com/tango/apps/> 13-11-2017
- <https://medium.com/@fluperofficial/current-uses-of-augmented-reality-b8f273ec8a6/> 25-10-2017
- <http://asia.fnst.org/content/8-exciting-uses-augmented-reality> 25-10-2017
- <https://www.newgenapps.com/blog/augmented-reality-apps-ar-examples-success> 26-10-2017
- <http://www.t-immersion.com/augmented-reality/use-cases/educational-and-training> 05-11-2017
- <https://www.youtube.com/watch?v=AqhD0pt9Fi4> 06-11-2017
- <https://www.youtube.com/watch?v=sMVdbG8Ct0A&feature=youtu.be> 06-11-2017
- <https://virtualrealitypop.com/virtual-reality-vs-augmented-reality-whats-the-difference-a650a4b3895f/> 06-11-2017
- <https://www.zmescience.com/other/did-you-know/difference-virtual-augmented-reality/> 06-11-2017
- <https://www.foundry.com/industries/virtual-reality/vr-mr-ar-confused> 06-11-2017

<http://cramer.com/story/the-difference-between-ar-and-vr/> 13-11-2017
<http://www.perey.com/TexAR/getting-started-with-augmented-reality/> 14-11-2017
<http://www.techtimes.com/articles/5078/20140406/augmented-reality-vs-virtual-reality-what-are-the-differences-and-similarities.htm> 14-11-2017
<http://www.augment.com/blog/virtual-reality-vs-augmented-reality/> 04-12-2017
<http://cramer.com/story/the-difference-between-ar-and-vr/> 05-12-2017
<https://www.newgenapps.com/blog/augmented-reality-apps-ar-examples-success/> 18-11-2018
https://www.researchgate.net/publication/267857243_QR_Code_Data_Representation_for_Mobile_Augmented_Reality/ 18-11-2018
<https://www.rs-online.com/designspark/augmented-reality-in-engineering/> 18-11-2018
<https://technologymagazines.net/virtual-reality/augmented-reality-vs-virtual-reality-which-is-better/> 21-12-2018
<https://whatis.techtarget.com/definition/augmented-reality-gaming-AR-gaming/> 22-12-2018
<https://searchcio.techtarget.com/opinion/Augmented-and-virtual-reality-make-a-play-for-the-enterprise/> 22-12-2018
<https://thepegeek.com/2016/07/augmented-reality-gaming-physed/> 22-12-2018
<https://www.realitytechnologies.com/applications/gaming/> 22-12-2018
<https://martech.zone/augmented-reality-marketing-examples/> 22-12-2018
<https://www.emarketer.com/content/augmented-reality-marketing-and-advertising-2018/> 22-12-2018
<https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2017/11/08/how-augmented-reality-is-changing-the-world-of-consumer-marketing/#6795da2854cf/> 22-12-2018
<https://alumni.berkeley.edu/california-magazine/just-in/2018-09-18/augmented-reality-news-medias-new-frontier/> 24-12-2018
<https://www.theguardian.com/media/pda/2010/jan/06/journalism-augmented-reality/> 24-12-2018
<https://www.nytimes.com/interactive/2018/02/01/sports/olympics/nyt-ar-augmented-reality-ul.html/> 24-12-2018
<http://hamshahrtraining.ir/system/files/ar.pdf/> 24-12-2018
https://wearables.unisa.edu.au/wp-content/uploads/2018/06/Thomas2009_Chapter_AugmentedRealityVisualisationF.pdf/ 26-12-2018
<https://www.nrl.navy.mil/itd/imda/research/5581/research-and-projects/BARS/> 26-12-2018
http://www.telepresenceoptions.com/2010/06/militarygrade_augmented_realit/ 26-12-2018
<https://www.nrl.navy.mil/itd/imda/research/5581/augmented-reality/> 26-12-2018
<https://www.targetmarketingmag.com/article/tourism-future-augmented-reality/> 26-12-2018
<https://www.projectarm.com/5-best-augmented-reality-applications/> 26-12-2018
<http://bevond.com/blog/top-5-benefits-of-embracing-augmented-reality-in-musical-instrument-learning/> 27-12-2018
<http://bevond.com/blog/augmented-reality-music-learners-best-companion/> 27-12-2018
https://www.researchgate.net/publication/304370918_Authoring_Tools_for_Augmented_Reality_An_Analysis_and_Classification_of_Content_Design_Tools 28-12-2018
https://www.researchgate.net/publication/318707271_A_Comparative_Analysis_of_Augmented_Reality_Frameworks_Aimed_at_the_Development_of_Educational_Applications/ 28-12-2019

<http://homepage.tudelft.nl/c7c8y/theses/PhDThesisPersa.pdf/> 08-01-2019
<https://unity3d.com/public-relations/> 15-01-2019
<https://www.vuforia.com/> 15-01-2019

Εικόνες

<https://medium.com/arjs/why-web-apps-are-the-future-of-augmented-reality-c503e796a0c5/> 17-12-2018
<http://serinet.meei.harvard.edu/faculty/peli/projects/head-mounted.html/> 17-12-2018
https://www.researchgate.net/figure/Monitor-based-augmented-reality-system_fig419_319077557/ 17-12-2018
<https://mspoweruser.com/microsofts-view-3d-app-will-support-augmented-reality-view-via-tablet/> 17-12-2018
<https://www.rs-online.com/designspark/augmented-reality-in-engineering/> 18-12-2018
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030402612008315/> 18-12-2018
<http://www.urgenthomework.com/blog/student-digital-whiteboard/> 19-12-2018
<https://www.youtube.com/watch?v=x-fA14v79VY/> 19-12-2018
<https://gr.pinterest.com/pin/560416747376712396/> 20-12-2018
<https://technologymagazines.net/virtual-reality/augmented-reality-vs-virtual-reality-which-is-better/> 21-12-2018
<https://www.realitytechnologies.com/applications/gaming/> 22-12-2018
<https://www.youtube.com/watch?v=Go9rf9GmYpM/> 23-12-2018
<https://www.youtube.com/watch?v=GBKy-hSedg8/> 24-12-2018
http://www.telepresenceoptions.com/2010/06/militarygrade_augmented_realit/ 26-12-2018
<https://thinkmobiles.com/blog/augmented-reality-tourism/> 26-12-2018
<https://www.projectarm.com/5-best-augmented-reality-applications/> 26-12-2018
<http://bevond.com/blog/top-5-benefits-of-embracing-augmented-reality-in-musical-instrument-learning/> 27-12-2018
<http://3dwarehouse.sketchup.com/model/54238888018760fe6e21ae5d25f2e6/colossus-of-rhodes/> 15-01-2019