



ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ & ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Τμήμα Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.)

“ANIMATION (Δισδιάστατο και Τρισδιάστατο Κινούμενο Σχέδιο)”

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Επαυξημένη Πραγματικότητα:
Τεχνολογίες και Εφαρμογή της ως εργαλείο προώθησης προϊόντων**

Μαυρίδης Ανδρέας

am20674263

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Σπυρίδων Σιάκας Αναπληρωτής καθηγητής ΠΑΔΑ

Αθήνα - Νοέμβριος 2022



SCHOOL OF APPLIED ARTS & CULTURE
Department of Graphic and Visual Communication

Postgraduate Programme
“ANIMATION (2D & 3D Cartoon)”

Diploma Thesis

**Augmented Reality:
Technologies and its application as tool of Products Promotion**

Mavridis Andreas
am20674263

Supervisor: Dr. Spyridon Siakas

Athens - November 2022




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ UNIVERSITY OF WEST ATTICA

Τμήμα Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.)
«ANIMATION (Δισδιάστατο και Τρισδιάστατο Κινούμενο Σχέδιο)»

«Επαυξημένη Πραγματικότητα: Τεχνολογίες και Εφαρμογή της ως εργαλείο προώθησης προϊόντων»

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

| A/α | ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ | ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ | ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ |
|-----|---|-------------------------------------|---|
| 1 | Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Σπυρίδων Σιάκας | Αναπληρωτής καθηγητής ΠΑΔΑ | |
| 2 | Δρ. Κυριακουλάκος Παναγιώτης | Επίκουρος Καθηγητής Παν. Αιγαίου |  |
| 3 | Δρ. Μετζητάκος Ρωσσέτος | Επίκουρος καθηγητής ΠΑΔΑ | |

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΠΑΔΑ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή και εισηγητή της διπλωματικής μου εργασίας Δρ. Σιάκα Σπυρίδωνα, για τις γνώσεις και τους νέους ορίζοντες που μου προσέφερε, αναπτύσσοντας μου τις εμπειρίες και τεχνικές στον κόσμο της επαυξημένης πραγματικότητας και του animation γενικότερα. Επίσης όλους τους καθηγητές, και τους βοηθούς τους, του μεταπτυχιακού προγράμματος “ANIMATION (Δισδιάστατο και Τρισδιάστατο Κινούμενο Σχέδιο)” του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής για την εισαγωγή μου στον νέο κόσμο, για εμένα προσωπικά, του animation και για τις δεξιότητες που με ενέπνευσαν να αναπτύξω.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στη σύζυγο μου Δρ. Παγάνη Ευγενία για την παρότρυνση της και τη στήριξη της ώστε να παρακολουθήσω και να ολοκληρώσω τις μεταπτυχιακές μου σπουδές στο Τμήμα Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών & Πολιτισμού. Το μεγάλο μου υιό Νικόλα για το λόγο ότι αποτέλεσε έμπνευση, ως παιδί, για πολλές από τις εργασίες και ασκήσεις του προγράμματος.

Τέλος, σημαντικός παράγοντας για τις σπουδές μου αποτέλεσε και η συμπαράσταση του κου Λαϊνά Δημήτρη, επιχειρηματία και διευθυντή του κλάδου των γραφικών τεχνών, στην επιχείρηση του οποίου εργάζομαι και βιοπορίζομαι πάνω από δεκαπέντε χρόνια. Χάρη στη συνεννόηση και την κατανόησή του είχα τη δυνατότητα να βρω τον απαραίτητο χρόνο για να πραγματοποιήσω το μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών.

i. Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ.) “ANIMATION (Δισδιάστατο και Τρισδιάστατο Κινούμενο Σχέδιο)” του τμήματος Γραφιστική και Οπτικής Επικοινωνίας της Σχολής Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί τη μελέτη της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) ως προς τις τεχνολογίες που τη διέπουν και να γίνει προσπάθεια ανάλυσης του πως αυτή μπορεί αποτελέσει εργαλείο διαφήμισης και προώθησης προϊόντων.

Επιδίωξη και επιθυμία της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι να εμπλουτιστεί και να επεκταθεί η βιβλιογραφία για την Επαυξημένη Πραγματικότητα, ώστε να συμβάλει στην εξέλιξη της.

Λέξεις κλειδιά

Επαυξημένη Πραγματικότητα, Τεχνολογίες, Λογισμικά AR, Διαφήμιση, Μάρκετινγκ, Έξυπνες Συσκευές Κινητής Τηλεφωνίας, Εμπειρία Χρήστη

i. Abstract

The current paper was developed during the Postgraduate programme “ANIMATION (2D & 3D Cartoon)” of the Department of Graphic and Visual Communication at the School of Applied Arts and Culture of West Attica University.

The purpose of this work is to study Augmented Reality (AR) in terms of the technologies that govern it and to make an attempt to analyse how it can be a tool for advertising and product promotion.

Keywords

Augmented Reality, Technologies, AR Software, Advertising, Marketing, Smart Mobile Devices, User Experience

ii. Σκοπός και στόχος της έρευνας

Ο σκοπός της έρευνας είναι να γίνει σαφής διαχωρισμός της Επαυξημένης Πραγματικότητας από την Εικονική, με την οποία συχνά συγχέεται και να γίνει μια σύντομη αναφορά στα ιστορικά γεγονότα της δημιουργίας και ανάπτυξης της. Επίσης να πραγματοποιηθεί προσπάθεια καταγραφής των τεχνολογικών μέσων που χρησιμοποιούνται στην AR και να παρουσιαστούν ορισμένα από τα βασικότερα λογισμικά δημιουργίας AR. Ακόμα να γίνει αναφορά σε ορισμένους, από τους πιο βασικούς, τομείς της ζωής μας που εφαρμόζεται η Επαυξημένη Πραγματικότητα, όπως η Εκπαίδευση, η Λογοτεχνία, η Ιατρική, ο Πολιτισμός, η Αρχιτεκτονική, η Βιομηχανία Κατασκευών και Συντήρησης Μηχανημάτων, η Διασκέδαση και τέλος τη Διαφήμιση και την Προώθηση Προϊόντων.

Στόχος της έρευνας είναι η εκτενέστερη ανάλυση του τελευταίου τομέα καλύπτοντας πτυχές όπως το Καταναλωτικό Μάρκετινγκ, το Διαδικτυακό Λιανικό Εμπόριο και τη στάση των καταναλωτών για τα προϊόντα αυτά. Επιπλέον, να αναλυθεί για το αν και κατά πόσο ένα AR προϊόν επηρεάζει στις πωλήσεις του πραγματικού προϊόντος και γενικότερα τις καινοτομίες που η AR μπορεί να προφέρει στον τομέα αυτό.

iii. Αναγκαιότητα της έρευνας

Η ακαδημαϊκή έρευνα έχει επικεντρωθεί στην προώθηση της τεχνολογίας AR και του λογισμικού ανάπτυξης, ενώ υπάρχουν αρκετές μελέτες περιπτώσεων χρήσης της AR σε διάφορους τομείς. Όσον αφορά την προώθηση πώλησης των προϊόντων υπάρχουν αρκετές αναφορές σε επιστημονικά περιοδικά.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα συνδυάζει πραγματικά και ψηφιακά δεδομένα στο φυσικό περιβάλλον θέασης του χρήστη. Παρά το γεγονός ότι μελετάται περισσότερο από δύο δεκαετίες, μόλις πρόσφατα εφαρμόστηκε στις καθημερινές δραστηριότητες όπως για παράδειγμα στη διασκέδαση, στη διαφήμιση, στην προώθηση προϊόντων κ.λπ., και έχει τη δυνατότητα να παρέχει συμπυκνωμένο και μεγάλο όγκο πληροφοριών στο χρήστη.

Η έρευνα πάνω στην Επαυξημένη Πραγματικότητα εστίασε κυρίως στις δυνατότητες της για δημιουργία ενδιαφέροντος ενός προϊόντος. Σταδιακά όμως έχει χρησιμοποιηθεί ως εμπορικό εργαλείο για την αύξηση των κερδών από τις εταιρείες και αποτελεί μια σύγχρονη μέθοδο προβολής και θέασης της διαφήμισης. Δημιουργεί ένα επιπλέον περιβάλλον με ψηφιακό περιεχόμενο στον φυσικό χώρο επιτρέποντας παράλληλα την αλληλεπίδραση με τα ψηφιακά στοιχεία σαν να άνηκαν στον πραγματικό κόσμο. Ο υποψήφιος πελάτης - χρήστης από παθητικός δέκτης πληροφοριών μετατρέπεται σε ενεργό, δημιουργώντας μια νέα τάση στον τομέα της διαφήμισης.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη συγκέντρωση και κατανόηση των πληροφοριών που απαρτίζουν την Επαυξημένη Πραγματικότητα και τη συλλογή δεδομένων ώστε να αξιολογηθεί ως ένα εργαλείο της διαφήμισης.

iv. Ερευνητικά ερωτήματα

Σε αυτή την έρευνα τίθενται τα παρακάτω ερωτήματα:

- Ποιες τεχνολογίες και εργαλεία χρησιμοποιούνται στην AR.
- Ποια είναι τα βασικά πεδία της καθημερινότητας που εφαρμόζεται η AR.
- Πως επηρεάζει τον τομέα της Διαφήμισης και του Marketing.

v. Ερευνητική Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία έρευνας επικεντρώνεται στην βιβλιογραφική επισκόπηση, η οποία εντοπίζει τα χαρακτηριστικά και την τεχνολογική ανάπτυξη της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Επίσης θα αναζητηθούν έρευνες και αναλύσεις που αφορούν το τομέα των πωλήσεων, της διαφήμισης και της προώθησης προϊόντων σε σχέση με την Επαυξημένη Πραγματικότητα. Τέλος, έχοντας τις γνώσεις που θα αποκομιστούν από την έρευνα, θα γίνει παρουσίαση μελέτης περίπτωσης ανάδειξης προϊόντος με το πρόγραμμα :Spark AR Studio” της Meta.

vi. Δομή της εργασίας

Η εργασία αποτελείται από οκτώ κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στον ορισμό της Επαυξημένης Πραγματικότητας, περιγράφεται η εξέλιξη της στο χρόνο, διαχωρίζοντας την από την Εικονική Πραγματικότητα. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα. Στο τρίτο κεφάλαιο και αναλύονται ορισμένα από τα βασικότερα λογισμικά δημιουργίας και ανάπτυξης της Επαυξημένης Πραγματικότητας, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται διάφοροι τομείς της ανθρώπινης ζωής στους οποίους γίνεται χρήση και εφαρμογή της AR. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική έρευνα στη σχέση της AR με τη διαφήμιση και την προώθηση προϊόντων. Στο έκτο κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια περίπτωση μελέτης ανάπτυξης επαύξεσης για διαφημιστικό προϊόν στο χονδρικό εμπόριο. Στο έβδομο κεφάλαιο δίνονται γενικά συμπεράσματα και παρατηρήσεις που προέκυψαν από την ανάλυση της έρευνας και στο τελευταίο όγδοο κεφάλαιο θα αναφερθούν οι παρατηρήσεις που προκύπτουν από την εκπόνηση της παρούσας έρευνας και θα γίνει μια προσέγγιση της επιρροής που πιθανόν να μπορεί να ασκήσει η Επαυξημένη Πραγματικότητα ως εργαλείο της προώθησης

πωλήσεων προϊόντων, δίνοντας επιπλέον σκέψεις, προβληματισμούς και ερωτήματα για διερεύνηση και ανάπτυξη στο μέλλον.

| | |
|--|----|
| i. Περίληψη | 5 |
| i. Abstract | 6 |
| ii. Σκοπός και στόχος της έρευνας | 7 |
| iii. Αναγκαιότητα της έρευνας | 7 |
| iv. Ερευνητικά ερωτήματα | 8 |
| v. Ερευνητική Μεθοδολογία | 8 |
| vi. Δομή της εργασίας | 8 |
| 1. Εισαγωγή | 12 |
| 1.1. Τι είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και σε τι διαφέρει από την Εικονική Πραγματικότητα (VR) | 12 |
| 1.2. Ιστορία | 13 |
| 2. Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα | 16 |
| 2.1. Δημιουργία 3D μοντέλων | 16 |
| 2.1.1. Φωτογραμμετρία | 16 |
| 2.1.2. Λογισμικά δημιουργίας μοντέλων 3D | 17 |
| 2.2. Συσσκευές AR | 17 |
| 2.2.1. Οθόνες Προβολής | 17 |
| 2.2.2. Συσσκευές Εισόδου - Input devices | 19 |
| 2.2.3. Συσσκευές Εντοπισμού - Tracking Devices | 20 |
| 2.2.4. Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές | 20 |
| 2.3. Διεπαφές AR | 21 |
| 2.3.1. Απτές διεπαφές | 21 |
| 2.3.2. Συνεργατικές διεπαφές | 22 |
| 2.3.3. Υβριδικές διεπαφές | 23 |
| 2.3.4. Αναδυόμενες πολυτροπικές διεπαφές | 23 |
| 2.4. Συστήματα AR | 24 |
| 3. Εργαλεία ανάπτυξης AR | 25 |
| 3.1. Λογισμικά χαμηλού επιπέδου βιβλιοθηκών / δομής | 25 |
| 3.2. Εργαλεία Ταχείας Ανάπτυξης Πρωτοτύπων | 29 |
| 3.3. Προσθήκες σε υπάρχοντα εργαλεία προγραμματιστών | 31 |
| 3.4. Αυτόνομα εργαλεία ανάπτυξης AR | 32 |
| 4. Εφαρμογές της Επαυξημένης Πραγματικότητας | 34 |
| 4.1. Εκπαίδευση | 34 |
| 4.2. Ιατρική | 36 |
| 4.3. Πολιτισμός | 37 |
| 4.4. Αρχιτεκτονική | 38 |
| 4.5. Βιομηχανία κατασκευών και συντήρησης μηχανημάτων | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.6.Διασκέδαση | 42 |
| 5. Χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας ως εργαλείο Μάρκετινγκ, Διαφήμισης και Προώθησης Πωλήσεων Προϊόντων | 43 |
| 5.1.Εννοιολογικό πλαίσιο ανάπτυξης μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για σκοπούς μάρκετινγκ και διαφήμισης. | 43 |
| 5.2.Εμβάπτιση | 44 |
| 5.3.Παρουσία | 46 |
| 5.4.Η έννοια της Προσοχής στην επαυξημένη πραγματικότητα | 47 |
| 5.5.Εμπειρία καταναλωτή | 47 |
| 5.6.Πεδίο εφαρμογής | 49 |
| 5.7.Στάδια ανάπτυξης της εμπειρίας πελάτη | 49 |
| 5.8.Η αποτελεσματικότητα της εικονικής πραγματικότητας και αξιολόγησή της | 50 |
| 5.8.1.Αντικειμενικά δεδομένα | 51 |
| 5.8.2.Ψηφιακά δεδομένα | 51 |
| 5.8.3.Νευροφυσιολογικά δεδομένα | 51 |
| 5.8.4.Αυτοαναφερόμενα δεδομένα | 52 |
| 5.9.Εφαρμογές AR στην πρακτική μάρκετινγκ καταναλωτών | 52 |
| 5.9.1.Το στάδιο της προαγοράς: Εφαρμογές AR στην επικοινωνία / διαφήμιση | 53 |
| 5.9.2.Το στάδιο της αγοράς: Εφαρμογές AR στη λιανική και πώληση | 54 |
| 5.9.3.Το στάδιο μετά την αγορά: Εφαρμογές AR για εμπειρίες κατανάλωσης προϊόντων | 55 |
| 5.9.4.Μελλοντικές προκλήσεις | 56 |
| 6. Μελέτη Περίπτωσης ανάπτυξης Επαυξημένης Πραγματικότητας για παρουσίαση προϊόντος στο χονδρικό εμπόριο | 57 |
| 6.1.Επιλογή προϊόντος και σχεδιασμός του 3D μοντέλου στο Blender | 61 |
| 6.1.1.Τι είναι το Blender | 61 |
| 6.1.2.Σχεδιασμός τρισδιάστατου μοντέλου | 61 |
| 6.2.Δημιουργία της επαύξησης του προϊόντος στο Spark AR Studio. | 63 |
| 6.2.1.Τι είναι το Spark AR Studio | 63 |
| 6.2.2.Δημιουργία επαύξησης στο Spark AR Studio | 64 |
| 6.3.Συμπεράσματα από τη δημιουργία της επαύξησης | 68 |
| 7. Οδηγούν οι εφαρμογές AR σε αγορά προϊόντων και αύξηση πωλήσεων; | 70 |
| 7.1.Προεπισκοπήσεις για κινητά σε ιστότοπους ηλεκτρονικού εμπορίου | 71 |
| 7.2.Virtual Mirrors - Καθρέφτες AR | 72 |
| 7.3.Φίλτρα AR με επίκεντρο το προϊόν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης | 74 |
| 8. Τελικές παρατηρήσεις και σκέψεις για το μέλλον | 75 |
| Bibliography | 78 |

1. Εισαγωγή

1.1. Τι είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και σε τι διαφέρει από την

Εικονική Πραγματικότητα (VR)

Ορίζουμε την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) ως μια άμεση ή έμμεση προβολή σε πραγματικό χρόνο ενός φυσικού περιβάλλοντος του πραγματικού κόσμου που έχει βελτιωθεί / επαυξηθεί προσθέτοντας πληροφορίες που δημιουργούνται από εικονικό υπολογιστή σε αυτό [1].

Η AR είναι διαφορετική από την εικονική πραγματικότητα (VR), στην οποία ο χρήστης βιώνει μία πραγματικότητα εικονική - δημιουργημένη με λογισμικό σε Ηλεκτρονικό Υπολογιστή (Η/Υ). Η AR είναι ταυτόχρονα τρισδιάστατη (3D) και διαδραστική με το φυσικό περιβάλλον, καθώς συνδυάζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στοχεύει στην απλοποίηση της ζωής του χρήστη, μεταφέροντας εικονικές πληροφορίες, όχι μόνο στο άμεσο περιβάλλον του, αλλά και σε οποιαδήποτε έμμεση έκφανση του πραγματικού περιβάλλοντος, όπως η ζωντανή ροή βίντεο. Το AR ενισχύει την αντίληψη και την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον πραγματικό κόσμο, ενώ η τεχνολογία Virtual Reality (VR) ή το Virtual Environment όπως ονομάζεται από τον Milgram, βυθίζει πλήρως τους χρήστες σε έναν συνθετικό κόσμο χωρίς να βλέπουν τον πραγματικό. Με την τεχνολογία AR ενισχύεται η αίσθηση της πραγματικότητας, υπερθέτοντας εικονικά αντικείμενα και ενδείξεις στον πραγματικό κόσμο και σε πραγματικό χρόνο.

Η AR δεν περιορίζεται σε έναν συγκεκριμένο τύπο τεχνολογιών απεικόνισης, όπως η οθόνη κεφαλής (Head-Mounted Display - HMD) που χρησιμοποιεί η VR, και μόνο με την αίσθηση της όρασης. Ο Ronald T. Azuma² του Hughes Research Laboratories χρησιμοποίησε την AR για να αλληλεπιδρά και με άλλες αισθήσεις, πέραν της όρασης, όπως την αφή, την ακοή ακόμα και την όσφρηση. Κατάφερε να αυξήσει ή να αντικαταστήσει τις χαμένες αισθήσεις ανθρώπων τυφλών ή με μειωμένη όραση με τη βοήθεια αισθητηριακών ακουστικών ενδείξεων, όπως επίσης και την αύξηση της ακοής για κωφούς χρήστες με τη χρήση οπτικών ενδείξεων.

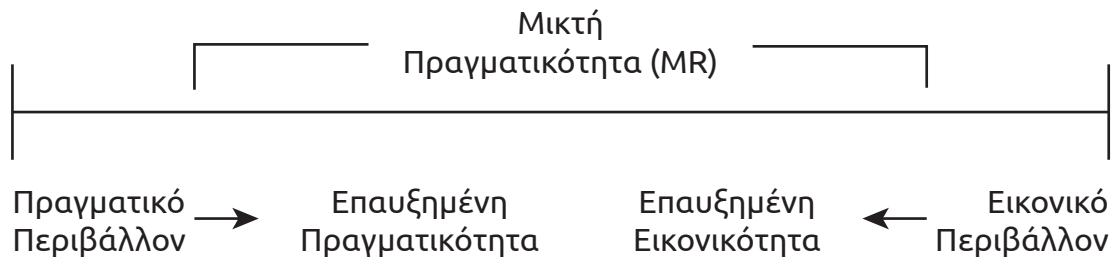
¹Carmigniani, J. and B. Furht (2011). Augmented Reality: An Overview. Handbook of Augmented Reality. B. Furht. New York, NY, Springer New York: 3-46.

² Azuma, R. T. (1997). "A Survey of Augmented Reality." Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6(4): 355-385.

Ο Azuma ανέπτυξε επίσης εφαρμογές AR που επιτρέπουν την αφαίρεση πραγματικών αντικειμένων από το περιβάλλον, τα οποία συνήθως ονομάζονται διαμεσολαβημένα ή μειωμένη πραγματικότητα (*mediated or diminished reality*), με σκοπό την αντικατάστασή τους από εικονικά αντικείμενα. Η δυνατότητα αυτή δίνει στο χρήστη μία οπτική του πραγματικού κόσμου για το πως μπορεί να γίνει, δείχνοντας πληροφορίες που ο χρήστης δεν μπορεί να εντοπίσει άμεσα με τις αισθήσεις του. Οι πληροφορίες που μεταδίδονται από το εικονικό αντικείμενο μπορούν να βοηθήσουν τον χρήστη στην εκτέλεση καθημερινών εργασιών, όπως για παράδειγμα την καθοδήγηση των εργαζομένων -συντηρητών ηλεκτρικών καλωδίων ενός αεροσκάφους με την εμφάνιση ψηφιακών πληροφοριών μέσω μίας οθόνης και ενός ακουστικού. Οι πληροφορίες μπορούν επίσης να έχουν απλώς έναν ψυχαγωγικό σκοπό, όπως το Wikitude ή άλλη επαυξημένη πραγματικότητα για κινητά. Υπάρχουν πολλές άλλες κατηγορίες εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας, όπως η ιατρική απεικόνιση, η ψυχαγωγία, η διαφήμιση, η συντήρηση και η επισκευή, ο σχολιασμός ενός γεγονότος, ο σχεδιασμός διαδρομής ρομπότ και άλλα.

1.2.Ιστορία

Η πρώτη εμφάνιση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) χρονολογείται από τη δεκαετία του 1950 όταν ο Morton Heilig, ένας κινηματογραφιστής, σκέφτηκε ότι ο κινηματογράφος είναι μια δραστηριότητα που θα είχε την ικανότητα να τραβήξει τον θεατή στη δραστηριότητα επί της οθόνης παίρνοντας όλες τις αισθήσεις με αποτελεσματικό τρόπο. Το 1962, ο Heilig κατασκεύασε ένα πρωτότυπο του οράματός του, το οποίο περιέγραψε το 1955 στο «The Cinema of the Future», με το όνομα Sensorama, το οποίο προϋπήρχε του ψηφιακού υπολογισμού. Στη συνέχεια, ο Ivan Sutherland εφηύρε την οθόνη που τοποθετείται στο κεφάλι το 1966. Το 1968, ο Sutherland ήταν ο πρώτος που δημιούργησε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιώντας μια οπτική διαφανή οθόνη τοποθετημένη στο κεφάλι. Το 1975, ο Myron Krueger δημιουργεί το "Videoplace", ένα δωμάτιο που επιτρέπει στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα για πρώτη φορά. Αργότερα, ο Tom Caudell και ο David Mizell από την Boeing δημιούργησαν τη φράση Επαυξημένη Πραγματικότητα καθώς βοηθούσαν τους εργαζόμενους να συναρμολογήσουν τις καλωδιώσεις και τις σωληνώσεις σε ένα αεροσκάφος. Άρχισαν επίσης να συζητούν τα πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας έναντι της εικονικής πραγματικότητας (VR), όπως η απαίτηση λιγότερης ενέργειας, καθώς χρειάζονται λιγότερα pixel. Την ίδια χρονιά, ο L.B Rosenberg ανέπτυξε ένα από τα πρώτα λειτουργικά συστήματα AR, που ονομάζονται "Virtual Fixtures" και έδειξε τα οφέλη του στην ανθρώπινη απόδοση, ενώ οι Steven Feiner, Blair Mac-



ΕΙΚ. 1 MILGRAM'S REALITY-VIRTUALITY CONTINUUM

Intyre και Doree Seligmann παρουσίασαν την πρώτη σημαντική εργασία για ένα πρωτότυπο συστήματος AR με το όνομα "KARMA".

Το συνεχές μεταξύ πραγματικότητας και εικονικότητας "Milgram's reality virtuality continuum" [Εικ.1] ορίστηκε το 1994 από τους Paul Milgram και Fumio Kishino ως ένα συνεχές που εκτείνεται από το πραγματικό περιβάλλον στο εικονικό περιβάλλον. Η AR και η AV βρίσκονται κάπου ενδιάμεσα με την AR να είναι πιο κοντά στο περιβάλλον του πραγματικού κόσμου και την AV να είναι πιο κοντά στο εικονικό περιβάλλον. Το 1997, ο Ronald Azuma γράφει την πρώτη έρευνα στην AR παρέχοντας έναν ευρέως αναγνωρισμένο ορισμό της AR, προσδιορίζοντας την στο ότι συνδυάζει πραγματικό και εικονικό περιβάλλον, Ουσιαστικά προσδιορίζει ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι μία τρισδιάστατη (3D) καταχώρηση η οποία έχει διαδραστική επιρροή σε πραγματικό χρόνο στο πραγματικό περιβάλλον³.

Το πρώτο παιχνίδι AR για κινητά σε εξωτερικούς χώρους "ARQuake" αναπτύχθηκε από τον Bruce Thomas το 2000 και παρουσιάστηκε κατά τη διάρκεια του Διεθνούς Συμποσίου για φορητούς υπολογιστές. Το 2005, η έκθεση Horizon⁴ προβλέπει ότι οι τεχνολογίες AR θα αναδυθούν πληρέστερα μέσα στα επόμενα 4-5 χρόνια και για να επιβεβαιωθεί αυτή η πρόβλεψη, τα συστήματα κάμερας που μπορούν να αναλύουν φυσικά περιβάλλοντα σε πραγματικό χρόνο και να συσχετίζουν θέσεις μεταξύ αντικειμένων και περιβάλλοντος αναπτύσσονται την ίδια χρονιά.

Τα επόμενα χρόνια, όλο και περισσότερες εφαρμογές AR αναπτύσσονται ειδικά για κινητά, όπως το Wikitude AR Travel Guide που κυκλοφόρησε το 2008, αλλά και με την ανάπτυξη ιατρικών εφαρμογών το 2007.

³ Lowe, D. G. (1999). Object recognition from local scale-invariant features. Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision, Ieee.

⁴ Bay, H., et al. (2006). Surf: Speeded up robust features. European conference on computer vision, Springer.

Σήμερα, με τις νέες εξελίξεις στην τεχνολογία, αυξάνεται ο αριθμός παραγωγής συστημάτων και εφαρμογών AR, ιδίως μετά από την ανάπτυξη του πρωτότυπου της έκτης αίσθησης του MIT και μετά από την κυκλοφορία του tablet iPad 2 της Apple και αντίστοιχων συσκευών της Samsung και λοιπών εταιριών.

2. Τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην Επαυξημένη

Πραγματικότητα

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα δεν είναι τίποτα άλλο από ένα τρισδιάστατο (3D) μοντέλο, το οποίο μέσω ενός μέσου - συσκευής προβάλεται στον πραγματικό κόσμο - περιβάλλον. Παρακάτω θα γίνει μία παρουσίαση των στοιχείων αυτών που είναι απαραίτητα για την ύπαρξη, την προβολή και τη χρήση της AR.

2.1.Δημιουργία 3D μοντέλων

2.1.1.Φωτογραμμετρία

Ένα από τα βασικότερα εργαλεία δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων είναι η φωτογραμμετρία. Η δημιουργία των 3D μοντέλων με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας γίνεται με τη μέθοδο της τεχνητής - μηχανικής όρασης (Computer Vision) που σχετίζεται κυρίως με την λήψη μιας πληθώρας εικόνων - φωτογραφιών. Η μέθοδος αποτελείται από δύο στάδια:

- Παρακολούθηση - Λήψη εικόνων και
- Αναγνώριση / Ανακατασκευή του μοντέλου.

Αρχικά, πραγματοποιείται λήψη πολλών φωτογραφιών του αντικειμένου με όσο το δυνατόν σταθερές συνθήκες φωτισμού και αποστάσεων αυτού από την κάμερα λήψης. Η λήψη αυτή γίνεται καλύπτοντας περιμετρικά το αντικείμενο που θέλουμε να αναπαραγάγουμε, προσπαθώντας ιδανικά να έχουμε λήψεις σε μήκος, πλάτος και ύψος. Κατά το στάδιο της αναγνώρισης ανιχνεύονται στις εικόνες τα μοτίβα, οι οπτικές εικόνες ή τα σημεία ενδιαφέροντος που χρησιμοποιούνται ως μέτρο αναφοράς. Κατά τη διαδικασία αυτή αναγνωρίζονται χαρακτηριστικά όπως άκρα, σχήματα, γραμμές ή άλλα στοιχεία επεξεργασίας εικόνας για την ερμηνεία των φωτογραφιών.

Βασική προϋπόθεση της φωτογραμμετρίας είναι η συσκευή λήψης να είναι ακίνητη και η θέση της σε σχέση με το προς φωτογράφιση αντικείμενο γνωστή. Εάν ολόκληρη η σκηνή δεν είναι γνωστή εκ των προτέρων, η τεχνική ταυτόχρονης τοπικής προσαρμογής και χαρτογράφησης (SLAM) χρησιμοποιείται για τη χαρτογράφηση των σχετικών θέσεων δεικτών ή τρισδιάστατων μοντέλων. Στην περίπτωση που δεν μπορούν να γίνουν υποθέσεις σχετικά με την τρισδιάστατη γεωμετρία της σκηνής, χρησιμοποιείται η μέθοδος Structure from Motion (SfM). Η μέθοδος SfM πραγματοποιεί παρακολούθηση σημείου των χαρακτηριστικών και κάνει εκτίμηση των παραμέτρων της κάμερας.

Τα χαρακτηριστικά που αναγνωρίζονται από όλη τη διαδικασία συνδυάζονται και συνδέονται μεταξύ τους, δημιουργώντας τη μετάβαση από τη δισδιάστατη εικόνα στο 3D μοντέλο.

Η φωτογραμμετρία τα πρώτα χρόνια απαιτούσε τη χρήση φωτογραφικών μηχανών SLR και Η/Υ με πολύ ισχυρή επεξεργαστική δύναμη. Η ανάπτυξη όμως της τεχνολογίας λογισμικών και των φορητών έξυπνων συσκευών κινητής τηλεφωνίας και ταμπλετών έχουν απλοποιήσει αρκετά τη διαδικασία, κάνοντας χρήση ακόμα και της κάμερας των συσκευών αυτών.

2.1.2.Λογισμικά δημιουργίας μοντέλων 3D

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια λογισμικών Computer Graphics. Ο σχεδιασμός είναι μία διαδικασία ανάπτυξης μαθηματικής αναπαράστασης με βάση τις συντεταγμένες οποιασδήποτε επιφάνειας ενός αντικειμένου (άψυχου ή ζωντανού) σε τρεις διαστάσεις με την καταχώρηση και το χειρισμό ακμών, κορυφών και πολύγωνων σε έναν προσομοιωμένο τρισδιάστατο χώρο.

Η πλειοψηφία των λογισμικών είναι επί πληρωμή με πιο χαρακτηριστικά αυτών τα: Autodesk Maya, Cinema 4d, Unreal Engine, 3ds Max, Adobe Substance 3D Designer, Modo και Brush. Επίσης υπάρχει και το λογισμικό ανοιχτού κώδικα Blender το οποίο έχει δυνατότητες εφάμιλλες με των επί πληρωμή.

Για την χρήση του μοντέλου στην AR, ο δημιουργός θα πρέπει, πριν επιλέξει ένα λογισμικό, να γνωρίζει ακριβώς τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες που αυτές θα προβάλλονται στην επαυξημένη πραγματικότητα, όπως ακρίβεια της απόδοσης ή την κίνηση του μοντέλου.

2.2.Συσκευές AR

2.2.1.Οθόνες Προβολής

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι (5) οθονών που χρησιμοποιούνται στην AR: η Οθόνη Κεφαλής (Head Mounted Display - HMD), η Φορητή Οθόνη Προβολής (Handheld Display) και η Χωρική Οθόνη Προβολής (Spatial Reality Display - SR Display ή SAR).

Η HDM είναι μια συσκευή προβολής που φοριέται στο κεφάλι ή ως μέρος κράνους και προβάλλει τόσο τις εικόνες του πραγματικού όσο και του εικονικού περιβάλλοντος στο χρήστη για τον κόσμο [Εικ.2].

Οι Φορητές Οθόνες Προβολής είναι μικρές υπολογιστικές συσκευές με οθόνη που μπορεί να κρατήσει ο χρήστης στα χέρια του [Εικ.3]. Χρησιμοποιούν τεχνικές προβολής βίντεο για να επικαλύπτουν γραφικά στο πραγματικό περιβάλλον και χρησιμοποιούν αισθητήρες, όπως ψηφιακές πυξίδες και μονάδες GPS για τους

⁵ Carmigniani, J. and B. Furht (2011). Augmented Reality: An Overview. Handbook of Augmented Reality. B. Furht. New York, NY, Springer New York: 3-46.



ΕΙΚ. 2 ΦΟΡΗΤΗ ΟΘΏΝΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ (HDM)

αισθητήρες παρακολούθησης έξι βαθμών ελευθερίας, συστήματα πιστών δεικτών, όπως το ARToolKit ή/και μεθόδους όρασης υπολογιστή, όπως το SLAM. Υπάρχουν επί του παρόντος τρεις διακριτές κατηγορίες εμπορικά διαθέσιμων οθονών χειρός που χρησιμοποιούνται για συστήματα AR: τα έξυπνα τηλέφωνα, τα PDA και τα Tablet PC.

Τα έξυπνα τηλέφωνα είναι εξαιρετικά φορητά και διαδεδομένα, και με τις πρόσφατες εξελίξεις παρουσιάζουν έναν συνδυασμό ισχυρής CPU, κάμερας, επιταχυνσιόμετρου, GPS και πυξίδας στερεάς κατάστασης, καθιστώντας τα μια πολλά υποσχόμενη πλατφόρμα για την AR. Ωστόσο, το μικρό τους μέγεθος οθόνης είναι λιγότερο από το ιδανικό για τρισδιάστατες διεπαφές χρήστη. Τα PDA παρουσιάζουν πολλά από τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των έξυπνων τηλεφώνων, αλλά γίνονται ολοένα και λιγότερο διαδεδομένα σε σχέση με τα έξυπνα τηλέφωνα, ιδίως από τις πιο πρόσφατες εξελίξεις των iPhone και των άλλων εταιριών τηλεφώνων που βασίζονται σε σύστημα Android. Τα tablet PC είναι πολύ πιο ισχυρά από τα έξυπνα τηλέφωνα, αλλά και σημαντικά πιο ακριβά και πολύ βαριά



ΕΙΚ. 3 ΦΟΡΗΤΗ ΟΘΏΝΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ

για χρήση με το ένα χέρι, ακόμη και για παρατεταμένη χρήση με τα δύο χέρια, τα οποία όμως έχουν το πλεονέκτημα της μεγάλης οθόνης, όπως και τα PDA.

Η Χωρική Οθόνη Προβολής (SAR) [Εικ.4] χρησιμοποιεί βιντεοπροβολείς, οπτικά στοιχεία, ολογράμματα, ετικέτες ραδιοσυχνοτήτων και άλλες τεχνολογίες παρακολούθησης για την εμφάνιση γραφικών πληροφοριών απευθείας σε φυσικά αντικείμενα χωρίς να απαιτείται από τον χρήστη να φορά ή να μεταφέρει την οθόνη.



EIK. 4 ΧΩΡΙΚΗ ΟΘΟΝΗ ΠΡΟΒΟΛΗΣ

Οι χωρικές οθόνες διαχωρίζουν το μεγαλύτερο μέρος της τεχνολογίας από τον χρήστη και την ενσωματώνουν στο περιβάλλον. Αυτό επιτρέπει στο SAR να κλιμακώνεται φυσικά σε ομάδες χρηστών, επιτρέποντας έτσι τη συνεργασία μεταξύ των χρηστών, αυξάνοντας το ενδιαφέρον για τέτοια συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας σε πανεπιστήμια, εργαστήρια, μουσεία και στην καλλιτεχνική κοινότητα.

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις στο SAR που διαφέρουν κυρίως στον τρόπο με τον οποίο επαυξάνουν το περιβάλλον: προβολή βίντεο, οπτική προβολή και άμεση επαύξηση.

Οι οθόνες προβολής βίντεο βασίζονται στην οθόνη. Είναι μια συνηθισμένη τεχνική που χρησιμοποιείται εάν το σύστημα δεν χρειάζεται να είναι κινητό και είναι οικονομικές, διότι απαιτείται μία απλή οθόνη και ένας τυπικός εξοπλισμός Η/Υ. Οι χωρικές οθόνες οπτικής προβολής δημιουργούν εικόνες που προβάλλονται στο φυσικό περιβάλλον, διαχωρίζοντας το οπτικό σήμα με τη χρήση επίπεδων ή κυρτών καθρεφτών ή διάφανων οθονών. Τόσο οι οθόνες προβολής βίντεο όσο και αυτές της οπτικής προβολής δεν υποστηρίζουν εφαρμογές για κινητές συσκευές λόγω της ευθυγραμμισμένης οπτικής τεχνολογίας στο χώρο και της τεχνολογίας απεικόνισης. Τέλος, τα συστήματα προβολής άμεσης επαύξησης είναι οι χωρικές οθόνες που βασίζονται σε προβολέα που εφαρμόζει εμπρόσθια προβολή εικόνων απευθείας σε επιφάνειες φυσικών αντικειμένων

2.2.2. Συσκευές Εισόδου - Input devices

Υπάρχουν αρκετοί τύποι συσκευών εισόδου που χρησιμοποιούνται για τα συστήματα AR. Υπάρχουν φορητά συστήματα επαύξησης που αξιοποιούν γάντια ή ασύρματα περικάρπια.

Στην περίπτωση των έξυπνων συσκευών τηλεφωνίας, το τηλέφωνο το ίδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συσκευή κατάδειξης. Χαρακτηριστικά, η εφαρμογή “Google Sky Map” σε ένα Android κινητό απαιτεί από το χρήστη να εστιάσει στα αστέρια ή τους πλανήτες για τα οποία θέλει να μάθει πληροφορίες και να του τις προβάλει στην οθόνη της συσκευής.

Το είδος της συσκευής εισόδου που θα επιλεγεί από το δημιουργό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος της εφαρμογής για την οποία αναπτύσσεται ένα σύστημα επαύξησης και από τον τρόπο προβολής αυτής. Για παράδειγμα, αν μία εφαρμογή απαιτεί από το χρήστη να έχει ελεύθερα τα χέρια του, η συσκευή εισόδου που θα επιλεγεί θα πρέπει να είναι τέτοια που να του επιτρέπει να τα χρησιμοποιεί χωρίς να κάνει επιπλέον αφύσικες χειρονομίες, όπως η χρήση αισθητήρων αλληλεπίδρασης του βλέμματος ή των ασύρματων γαντιών και περικάρπιων που προαναφέρθηκαν. Ομοίως, αν ένα σύστημα επαύξησης απαιτεί τη χρήση φορητής οθόνης προβολής, ο δημιουργός μπορεί να αξιοποιήσει τις οθόνες αφής.

2.2.3. Συσκευές Εντοπισμού - Tracking Devices

Οι συσκευές εντοπισμού είναι ψηφιακές κάμερες και / ή άλλοι οπτικοί αισθητήρες, συστήματα GPS, επιταχυνσιόμετρα, πυξίδες στερεάς κατάστασης, ασύρματοι αισθητήρες κ.α.. Κάθε μία από αυτές τις τεχνολογίες έχει διαφορετικό επίπεδο ακρίβειας και το είδος της εφαρμογής που θα αναπτυχθεί για την επαύξηση καθορίζει και την επιλογή της καταλληλότερης.

2.2.4. Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές

Μέχρι περίπου το 2012 τα συστήματα AR απαιτούσαν Η/Υ με δυνατούς επεξεργαστές και με υψηλή διαθέσιμη μνήμη. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών όμως στα κινητά τηλέφωνα και τα Tablet έχει βοηθήσει σημαντικά και στην ανάπτυξη λογισμικών και δυνατοτήτων με πιο απλή, λιτή και σοφιστική οπτική. Ακόμα και τα λογισμικά δημιουργίας μοντέλων και κίνησης animation δεν έχουν τις τεράστιες απαιτήσεις του παρελθόντος, χωρίς βέβαια αυτό να σημαίνει ότι η χρήση ενός ισχυρού Η/Υ δεν είναι θεμιτή.

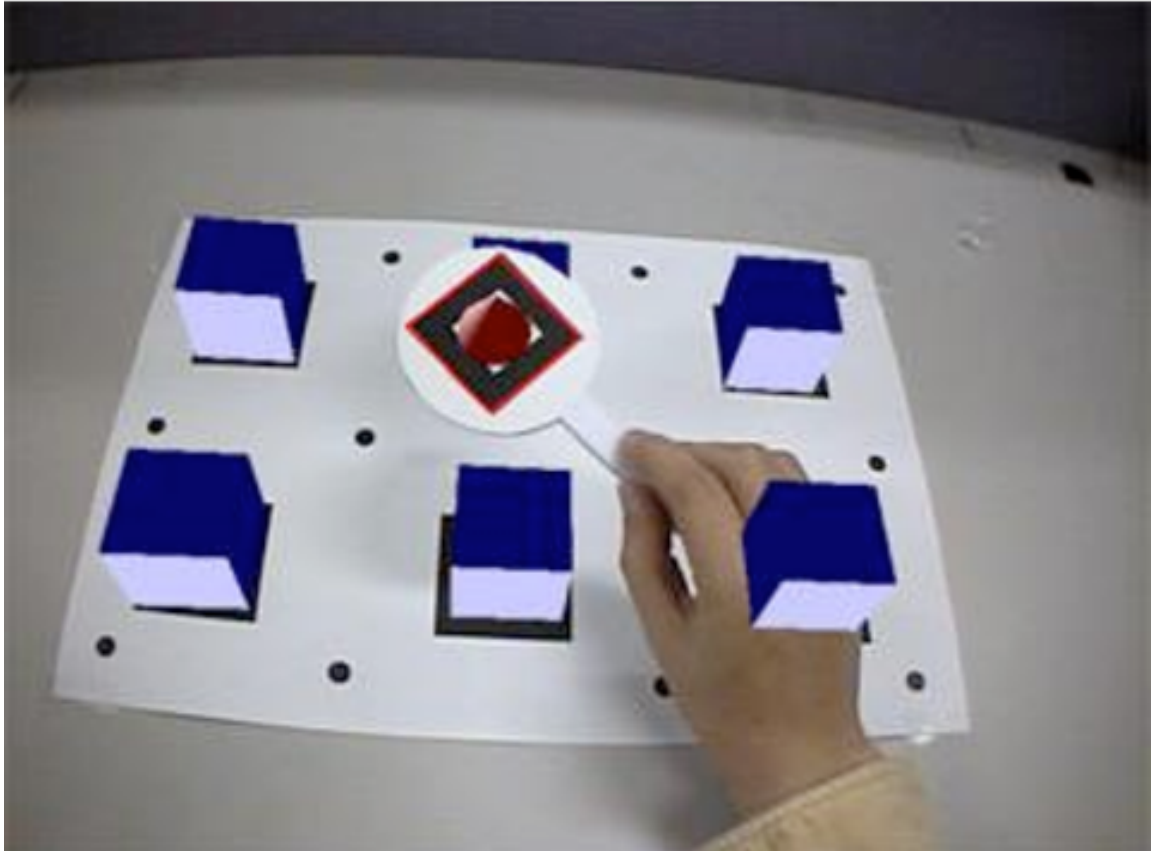
2.3. Διεπαφές AR

Από τις πιο σημαντικές πτυχές της AR είναι η δημιουργία κατάλληλων τεχνικών για τη διαισθητική αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και του εικονικού περιεχομένου των AR εφαρμογών. Υπάρχουν 4 κύριοι τρόποι αλληλεπίδρασης σε εφαρμογές AR:

- Απτές διεπαφές
- Συνεργατικές διεπαφές
- Υβριδικές διεπαφές
- Αναδυόμενες πολυτροπικές διεπαφές

2.3.1. Απτές διεπαφές

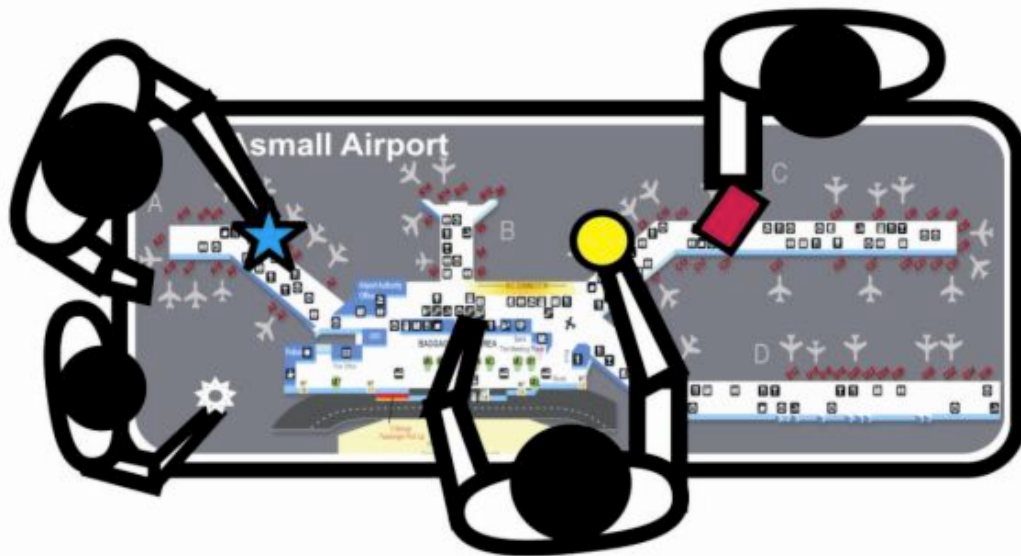
Οι απτές διεπαφές υποστηρίζουν την άμεση αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο αξιοποιώντας τη χρήση πραγματικών, φυσικών αντικειμένων και εργαλείων. Ένα κλασικό παράδειγμα της ισχύος των απτών διεπαφών είναι η εφαρμογή "VOMAR" που αναπτύχθηκε από τον Kato et al. [Εικ.4], η οποία επιτρέπει σε ένα άτομο να επιλέξει και να αναδιατάξει τα έπιπλα σε μια εφαρμογή σχεδίασης σαλονιού AR χρησιμοποιώντας ένα πραγματικό, φυσικό κουπί. Οι κινήσεις του κουπιού αντιστοιχίζονται σε διαισθητικές εντολές



ΕΙΚ. 4 ΑΠΤΗ ΔΙΕΠΑΦΗ "VOMAR" ΤΟΥ ΚΑΤΟ

βασισμένες σε χειρονομίες, όπως «αναρρόφηση» ενός αντικειμένου για να επιλεχθεί για κίνηση ή το χτύπημα ενός αντικειμένου για να εξαφανιστεί, προκειμένου να παρέχεται στον χρήστη μια διαισθητική εμπειρία.

Άλλο ένα παράδειγμα απτής διεπαφής χρήστη AR είναι το “TaRuMa” (Tangible Public Map) των Mistry, Kuroki και Chang [Εικ. 5]. Το TaRuMa χρησιμοποιεί φυσικά αντικείμενα για να αλληλεπιδράσει με ψηφιακούς προβαλλόμενους χάρτες χρησιμοποιώντας πραγματικής αντικείμενα που ο χρήστης τα μεταφέρει ως ερωτήματα για να βρει τοποθεσίες ή πληροφορίες στον χάρτη. Το πλεονέκτημα μιας τέτοιας εφαρμογής είναι ότι η χρήση αντικειμένων ως λέξεις-κλειδιά εξαλείφει το γλωσσικό εμπόδιο των συμβατικών γραφικών διεπαφών (αν και οι περισσότερες από αυτές έχουν πολλές γλώσσες, συχνά μεταφράζονται λάθος). Από την άλλη πλευρά, οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιούν αντικείμενα μπορεί επίσης να είναι διφορούμενες, καθώς μπορεί να υπάρχουν περισσότερες από μία αντιστοιχίσεις σε ενέργειες ή πληροφορίες, καθώς διαφορετικά άτομα από διαφορετικά μέρη, ηλικιακή ομάδα και πολιτισμό έχουν διαφορετικές αντιλήψεις για τα ίδια αντικείμενα.



ΕΙΚ. 5 ΑΠΤΗ ΔΙΕΠΑΦΗ ΤΑΡΥΜΑ

2.3.2. Συνεργατικές διεπαφές

Οι συνεργατικές διεπαφές AR περιλαμβάνουν τη χρήση πολλαπλών οθονών για την υποστήριξη διαμοιρασμού απομακρυσμένων και τοπικών στοιχείων. Τα τοπικά στοιχεία της διεπαφής αποδίδονται τρισδιάστατα για τη βελτίωση του φυσικού συνεργατικού χώρου εργασίας. Τα απομακρυσμένα στοιχεία με τη βοήθεια της AR ενσωματώνονται στα τοπικά στοιχεία για να βελτιώσει τις τηλεδιασκέψεις.

Ένα παράδειγμα συστεγαζόμενης συνεργασίας είναι το Studierstube⁶. Κατά την πρώτη παρουσίαση του Studierstube, οι σχεδιαστές είχαν κατά νου μια διεπαφή χρήστη που χρησιμοποιεί τη συνεργατική επαυξημένη πραγματικότητα για να γεφυρώσει πολλαπλές διαστάσεις διεπαφής χρήστη, όπως πολλαπλούς χρήστες, περιβάλλοντα και τοπικές ρυθμίσεις καθώς και εφαρμογές, τρισδιάστατα παράθυρα, κεντρικούς υπολογιστές, πλατφόρμες προβολής και λειτουργικά συστήματα.

Οι συνεργατικές διεπαφές έχουν βρει έδαφος στη χρήση των τηλεδιασκέψεων σε ιατρικές εφαρμογές για τη διενέργεια διαγνωστικών και χειρουργικών επεμβάσεων ή ακόμα και ρουτίνες συντήρησης μηχανημάτων.

2.3.3.Υβριδικές διεπαφές

Οι υβριδικές διεπαφές συνδυάζουν μια ποικιλία διαφορετικών, αλλά συμπληρωματικών στοιχείων καθώς και τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης μέσω ενός ευρέος φάσματος συσκευών αλληλεπίδρασης. Παρέχουν μια ευέλικτη πλατφόρμα για απρογραμμάτιστη και καθημερινή αλληλεπίδραση, όπου δεν είναι γνωστό εκ των προτέρων ποιος τύπος οθόνης αλληλεπίδρασης ή συσκευής θα χρησιμοποιηθεί.

Ένα παράδειγμα υβριδικής διεπαφής είναι η χρήση μίας διαφανής οθόνης κεφαλής με αισθητήρες ανίχνευσης τοποθεσίας στη οποία προβάλλονται τα στοιχεία της επαυξημένης πραγματικότητας με οπτικές και ακουστικές ανατροφοδοτήσεις. Το σύστημα με αυτόν τον τρόπο δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αλληλεπιδράσει τόσο με φυσικά όσο και με εικονικά αντικείμενα, πραγματοποιώντας διαδικασίες επαναδιαμόρφωσης τους και των λειτουργιών τους.

2.3.4.Αναδυόμενες πολυτροπικές διεπαφές

Οι πολυτροπικές διεπαφές συνδυάζουν την είσοδο πραγματικών αντικειμένων με φυσικές μορφές γλώσσας και συμπεριφορές όπως ομιλία, αφή, φυσικές χειρονομίες ή βλέμμα. Χαρακτηριστικό παραδείγματα είναι η φορητή χειρονομιακή διεπαφή έκκτη αίσθησης του MIT "WUW"⁷. Το WUW φέρνει στο

⁶ Schmalstieg, D., et al. (2002). "The Studierstube Augmented Reality Project." *Presence* **11**: 33-54.

⁷ Mistry, P., et al. (2009). WUW - wear Ur world: a wearable gestural interface. *CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Boston, MA, USA, Association for Computing Machinery: 4111–4116.

χρήστη πληροφορίες που προβάλλονται σε επιφάνειες, τοίχους και φυσικά αντικείμενα μέσω φυσικών χειρονομιών, κίνησης των χεριών ή/και αλληλεπίδρασης με το ίδιο το αντικείμενο. Ένα άλλο παράδειγμα πολυτροπικής διεπαφής είναι η εργασία των Lee et. al.⁸, που χρησιμοποιεί το βλέμμα για να αλληλεπιδράσει με αντικείμενα. Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης αναπτύσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια παράλληλα με την ανάπτυξη των έξυπνων συσκευών, και είναι ένας από τους προτιμώμενους τύπους διεπαφής για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς προσφέρουν μια σχετικά ισχυρή, αποτελεσματική, εκφραστική και εξαιρετικά κινητή μορφή αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή.

2.4. Συστήματα AR

Τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να χωριστούν σε πέντε κατηγορίες:

- σταθερά συστήματα εσωτερικού χώρου,
- σταθερά συστήματα εξωτερικού χώρου,
- κινητά συστήματα εσωτερικού χώρου,
- κινητά συστήματα εξωτερικού χώρου και
- κινητά συστήματα εσωτερικού και εξωτερικού χώρου.

Τα κινητά συστήματα επιτρέπουν στο χρήστη να κινείται σε ένα ή και περισσότερους χώρους μέσω της χρήσης ενός ασύρματου συστήματος δικτύου. Στα σταθερά συστήματα ο χρήστης είναι υποχρεωμένος να τα χρησιμοποιήσει όπου είναι εγκατεστημένα χωρίς να έχει την ευελιξία της μετακίνησης.

Η επιλογή του τύπου συστήματος που θα κατασκευαστεί είναι από τις πρώτες επιλογές που πρέπει να κάνουν οι προγραμματιστές, καθώς θα καθορίσει και ποιον τύπο συστήματος παρακολούθησης, επιλογή οθόνης και πιθανώς διεπαφή που θα χρησιμοποιήσουν. Για παράδειγμα, ένα σταθερό σύστημα δεν θα κάνει χρήση της παρακολούθησης GPS, ενώ τα υπαίθρια κινητά συστήματα θα το κάνουν. Και εδώ, όπως συμβαίνει και με τα προαναφερθείσα χαρακτηριστικά, εργαλεία και τεχνολογικές πτυχές τις AR, η ανάπτυξη και η πολυλειτουργικότητα των κινητών τηλεφώνων και tablet των τελευταίων ετών έχει δημιουργήσει τη τάση να αναπτύσσονται ολοένα και περισσότερες εφαρμογές με κινητά συστήματα χώρου.

⁸ Lee, J.-Y., et al. (2010). "Design and implementation of a wearable AR annotation system using gaze interaction." 2010 Digest of Technical Papers International Conference on Consumer Electronics (ICCE): 185-186.

3. Εργαλεία ανάπτυξης AR

Η δημιουργία μιας εμπειρίας επαυξημένης πραγματικότητας απαιτεί και τα αντίστοιχα εργαλεία, δηλαδή λογισμικά και βιβλιοθήκες. Όπως δείχνει ο παρακάτω πίνακας υπάρχουν πολλά εργαλεία για τη δημιουργία συστημάτων AR που μπορούν να ταξινομηθούν με μια ιεραρχία φθίνουσας ικανότητας προγραμματισμού που απαιτείται για χρήση τους. Η κατηγοριοποίηση ξεκινάει από βιβλιοθήκες λογισμικών χαμηλού επιπέδου, που απαιτούν μεγάλη εξειδίκευση στο μέρος του προγραμματισμού μέχρι τα απλά εργαλεία συγγραφής για αρχάριους χρήστες που υποθέτουμε ότι δεν υπάρχει δυνατότητα προγραμματισμού.

| Είδος Εργαλείου | Απαιτούμενη δεξιότητα | Παράδειγμα εφαρμογής |
|--|---|--|
| Λογισμικό χαμηλού επιπέδου βιβλιοθηκών / δομής | Ισχυρός προγραμματισμός / κωδικοποίηση. | ARToolkit, osgART, Studierstube, MXRToolKit |
| Εργαλεία ταχείας δημιουργίας πρωτοτύπων | Ορισμένες ικανότητες προγραμματισμού, αλλά αυξημένες δεξιότητες σχεδίασης πρωτότυπου. | FLARManager, Processing, OpenFrameworks, Adobe Animate |
| Προσθήκες "Plug-in" για υπάρχον εργαλείο ανάπτυξης | Ικανότητα ανάλογη με το εργαλείο προγραμματισμού με το οποίο λειτουργεί το πρόσθετο. | DART, AR-Media plug-ins, Vuforia & Unity plus-ins |
| Αυτόνομα εργαλεία συγγραφής AR | Δεν υπάρχει δυνατότητα προγραμματισμού, αλλά εύκολη δυνατότητα εκμάθησης λειτουργίας του. | BuildAR, Layar Creator, Wikitude Studio, Spark AR Studio |

Τα εργαλεία ανάπτυξης AR επιλέγονται ανάλογα με το στόχο που θέλει ο δημιουργός να αποσκοπεί η επαυξημένη πραγματικότητα και την πλατφόρμα που αυτή θα εφαρμόζεται. Για παράδειγμα, ορισμένα εργαλεία προορίζονται για την ανάπτυξη εφαρμογών AR για επιτραπέζιους υπολογιστές, ενώ άλλα στοχεύουν στην εφαρμογή AR για κινητά τηλέφωνα και τάμπλετ.

3.1. Λογισμικά χαμηλού επιπέδου βιβλιοθηκών / δομής

Τα λογισμικά αυτά παρέχουν συνήθως πρόσβαση στην βασική λειτουργία παρακολούθησης και εμφάνισης για τη δημιουργία μιας εφαρμογής AR. Υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας περιεχομένου στο σχεδιαστή από το μηδέν, έχοντας τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει ό,τι θέλει. Είναι λογισμικά που περιέχουν ισχυρό προγραμματισμό και κωδικοποίηση με απαίτηση από το δημιουργό αυξημένων ικανοτήτων προγραμματισμού.

Παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής είναι το “ARToolkit”⁹ μια από τις πιο ευρέως διαδεδομένες βιβλιοθήκες λογισμικού για την ανάπτυξη εφαρμογών AR. Το AR-Toolkit παρέχει δημιουργία AR με ανοιχτό κώδικα, ενώ η εμπορική έκδοση του “ARTool Works”¹⁰ είναι εξειδικευμένο στον τομέα της επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζεται στη χρήση της κάμερας των κινητών τηλεφώνων. Με αυτόν τον τρόπο παρέχει μια λύση στο βασικό πρόβλημα της δυνατότητας να γνωρίζει ο προγραμματιστής πού βρίσκεται αυτή τη στιγμή η προβολή της AR στο χώρο

Το ARToolkit είναι γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού C και υποστηρίζει διάφορες πλατφόρμες, όπως λειτουργικά συστήματα επιτραπέζιου υπολογιστή Windows, Linux και Mac OS X. Ωστόσο, η κύρια λειτουργία του ARToolkit είναι να παρέχει παρακολούθηση και έτσι χρησιμοποιεί μόνο χαμηλού επιπέδου γραφικά OpenGL και δεν παρέχει καθόλου υποστήριξη για τεχνικές αλληλεπίδρασης ή πολύπλοκα γραφικά. Μόνο με το ARToolkit είναι δύσκολο και χρονοβόρο να αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη εφαρμογή AR.

Αυτός ο περιορισμός μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση του “osgART”¹¹, το οποίο παρέχει μια σύνδεση μεταξύ του ARToolkit και του “OpenScene-Graph”¹², μία ανοιχτού κώδικα εργαλειοθήκη τρισδιάστατων γραφικών υψηλής απόδοσης. Προσφέρεται με αυτόν τον τρόπο η δημιουργία AR σε τομείς όπως η οπτική προσομοίωση, τα παιχνίδια, η εικονική πραγματικότητα, η επιστημονική απεικόνιση και η μοντελοποίηση. Και το OpenScene-Graph είναι γραμμένο εξ ολοκλήρου σε Standard C++ και OpenGL τρέχει σε όλες τις πλατφόρμες Windows, OSX, GNU/Linux, IRIX, Solaris, HP-Ux, AIX και FreeBSD.

Το OpenSceneGraph έχει πλέον καθιερωθεί ως η κορυφαία στον κόσμο τεχνολογία γραφημάτων σκηνής, που χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες vis-sim, διαστημικής, επιστήμης επεξεργασίας πετρελαίου και φυσικού αερίου, παιχνιδιών και εικονικής πραγματικότητας.

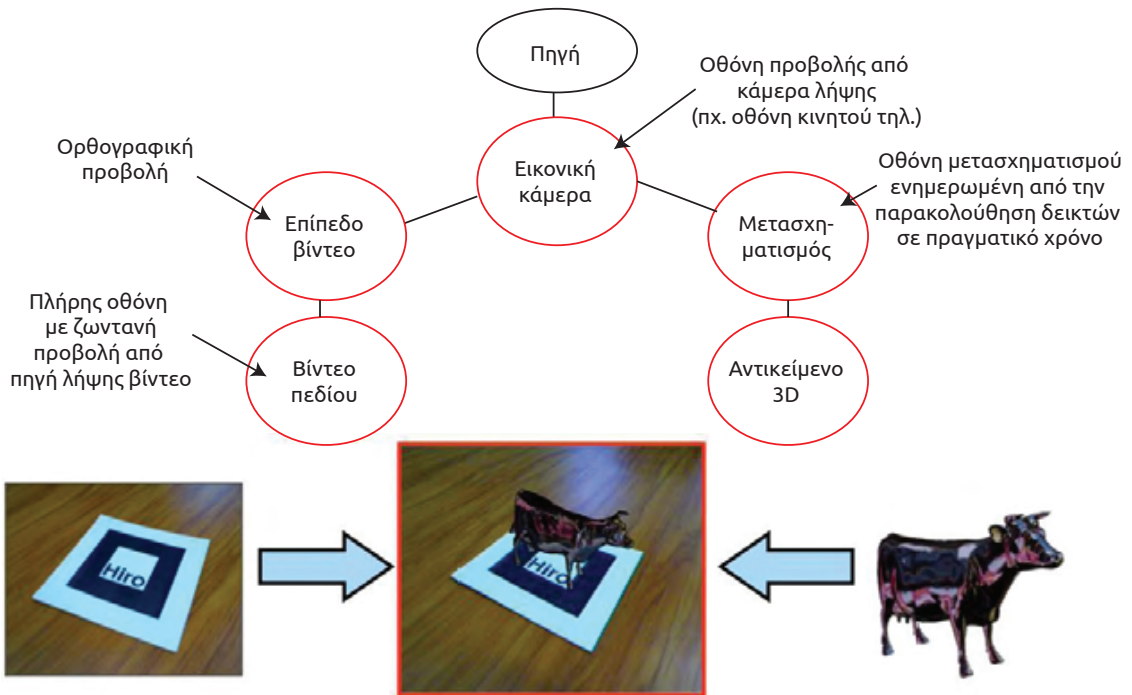
Συνδυάζοντας το ARToolkit και το OpenSceneGraph μαζί με το osgART καθιστά πολύ εύκολο για τους έμπειρους προγραμματιστές να δημιουργούν διαδραστικές εφαρμογές AR με προηγμένες τεχνικές απόδοσης. Το osgART περιλαμβάνει κόμβους για λήψη βίντεο, προβολή βίντεο και παρακολούθηση κάμερας. Στο παρακάτω σχήμα [Εικ. 6] παρουσιάζεται ένα απλό γράφημα σκηνής osgART, που δείχνει κόμβους εισόδου και παρακολούθησης βίντεο, σε συνδυασμό με

⁹ <http://artoolkit.sourceforge.net>

¹⁰ <http://www.artoolworks.com>

¹¹ <https://osgart.org>

¹² <https://www.openscenegraph.org>



ΕΙΚ. ΑΠΛΌ ΓΡΑΦΗΜΑ ΣΚΗΝΉΣ OSGART ΓΙΑ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΚΗΝΉΣ AR.
[HTTP://WWW.OSGART.ORG](http://www.osgart.org)

κόμβους για απόδοση γραφικών. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια απλή σκηνή AR με ένα τρισδιάστατο μοντέλο μιας αγελάδας που βρίσκεται πάνω σε ένα μοτίβο αναφοράς του ARToolKit.

Το osgART έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας μια αρθρωτή προσέγγιση που σημαίνει ότι είναι εύκολο να αντικατασταθεί μια ενότητα με μια άλλη στην εφαρμογή. Έτσι, εάν οι προγραμματιστές δεν θέλουν να χρησιμοποιήσουν το ARToolKit ως βασική βιβλιοθήκη, μπορούν να το αντικαταστήσουν με μια άλλη λύση, όπως τη βιβλιοθήκη εικόνων "BazAR"¹³ ή το PTAM¹⁴.

Η πλατφόρμα των Oda και Feiner "Goblin XNA7"¹⁵, του πανεπιστημίου Κολούμπια των Ηνωμένων Πολιτειών, χρησιμοποιεί παρόμοια προσέγγιση, συνδυάζοντας τη βιβλιοθήκη artTag με το Microsoft XNA Game Studio¹⁶ για τη δημιουργία και την ανάπτυξη AR, χρησιμοποιώντας ως βάση υπάρχοντα ηλεκτρονικά παιχνίδια χωρίς περιβάλλον AR. Το GoblinXNA προσφέρει εργαλεία για παρακολούθηση AR, 3D στοιχεία διεπαφής χρήστη, λήψη βίντεο, αλληλεπίδραση με βάση το φυσικό περιβάλλον και προβολή της AR σε οθόνες κεφαλής.

¹³ <https://www.epfl.ch/labs/cvlab/software/descriptors-and-keypoints/bazar/>

¹⁴ <https://www.robots.ox.ac.uk/~gk/PTAM/>

¹⁵ <https://graphics.cs.columbia.edu/projects/goblin/goblinXNA.htm>

¹⁶ <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=20914>

Ένα άλλο λογισμικό AR που αναπτύχθηκε για τη δημιουργία ολοκληρωμένων συστημάτων είναι το Studierstube (Schmalstieg, Fuhrmann et al. 2002). Αυτό βασίστηκε σε μια ετερογενή κατανομημένη αρχιτεκτονική που επιτρέπει στο χρήστη να ενσωματώσει εύκολα πολλαπλούς και διαφορετικούς τύπους οθονών (AR HMD, προβαλλόμενες οθόνες, επιτραπέζιους υπολογιστές, κ.λπ.) με μια ποικιλία συσκευών εισόδου και συσκευές παρακολούθησης. Το Studierstube σχεδιάστηκε για υποστήριξη σε πολλές από τις πρώτες εφαρμογές που αφορούσαν την ανάπτυξη εμπειριών AR και ήταν πολύ εύκολο να ενσωματωθεί γρήγορα στις διαφορετικές τεχνικές αλληλεπίδρασης όπως τα Προσωπικά Πάνελ Αλληλεπίδρασης των Szalavági and Gervautz (Szalavági and Gervautz 1997), τρισδιάστατες θύρες προβολής ή διεπαφές για κινητά.

Τα πρωτόκολλα Studierstube, osgART και GoblinXNA είναι ελεύθερα διαθέσιμα ως ακαδημαϊκά ερευνητικά προγράμματα. Υπάρχουν όμως και εμπορικές λύσεις που παρουσιάζονται παρακάτω και βασίζονται σε αυτές τις βιβλιοθήκες, ενώ καλύπτουν κυρίως ανάγκες ανάπτυξης εφαρμογών και κινητές συσκευές.

Η πλατφόρμα Studierstube αναπτύχθηκε αρχικά για εφαρμογές επιτραπέζιου υπολογιστή, αλλά στη συνέχεια μεταφέρθηκε και σε εφαρμογές κινητών συσκευών, στο περιβάλλον Windows CE και με την ανάπτυξη του Studierstube Light σε συστήματα Android.

Το ARToolkit for Mobile¹⁷ είναι μια έκδοση του ARToolkit για συσκευές κινητής τηλεφωνίας iOS και Android, δίνοντας τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να προσφέρουν επαναστατικές εφαρμογές AR. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει βιβλιοθήκες που βασίζονται σε ανιχνευτές κίνησης και λειτουργίες παρακολούθησης του φυσικού περιβάλλοντος. Περιλαμβάνει για παράδειγμα πηγαίο κώδικα για εφαρμογές iPhone και Android που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στις εφαρμογές του ίδιου του προγραμματιστή, επιτρέποντας την ταχεία ανάπτυξη νέων έργων.

Για Android, το DroidAR¹⁸ παρέχει επίσης παρακολούθηση δεικτών με βάση την όραση, που βασίζεται στη βιβλιοθήκη όρασης OpenCV και χρησιμοποιεί δείκτες παρόμοιους με εκείνους του ARToolkit. Μια από τις πιο δημοφιλείς βιβλιοθήκες για εφαρμογές AR για φορητές συσκευές είναι το Vuforia¹⁹ που ειδικεύεται στην παρακολούθηση φυσικών χαρακτηριστικών αυθαίρετων εικόνων και υποστηρίζει επίσης την παρακολούθηση τρισδιάστατων αντικειμένων σε επίπεδες εικόνες. Το Vuforia υποστηρίζει και αυτό τόσο πλατφόρμες iOS όσο και Android.

¹⁷ <https://artoolworks.com/products/artoolkit-for-mobile.html>

¹⁸ <https://github.com/bitstars/droidar>

¹⁹ <https://developer.vuforia.com>

Οι βιβλιοθήκες που αναφέρθηκαν μέχρι στιγμής χρησιμοποιούν τεχνικές παρακολούθησης AR σε συγκεκριμένα αντικείμενα ή εφαρμογές Η/Υ. Ωστόσο, υπάρχουν βιβλιοθήκες που χρησιμοποιούν αισθητήρες για υπαίθριες τοποθεσίες, όπως το DroidAR που υποστηρίζει επίσης την ανάπτυξη εφαρμογών AR κινητών τηλεφώνων με αισθητήρες που βασίζονται στην τοποθεσία όπως το GPS.

3.2. Εργαλεία Ταχείας Ανάπτυξης Πρωτοτύπων

Χρησιμοποιώντας μια βιβλιοθήκη και πλαίσιο λογισμικού όπως το Studierstube ή το OsgART παρέχεται η μέγιστη ευελιξία στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής AR, αλλά μπορεί επίσης να είναι χρονοβόρα, ενώ απαιτεί και σημαντικές δεξιότητες προγραμματισμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι χρήσιμο να δημιουργηθούν γρήγορα πρωτότυπα. Μια ιδέα που θα παρουσιαστεί στους τελικούς χρήστες ή τους πελάτες πριν προχωρήσει για μια σημαντική ανάπτυξη και δημιουργία AR. Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστούν συνοπτικά μια σειρά διαφορετικών εργαλείων που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ταχεία δημιουργία εμπειριών AR.

Το Adobe Animate²⁰ είναι ένα νέο εργαλείο για τη δημιουργία περιεχομένου πολυμέσων για ιστοσελίδες και επιτραπέζιων υπολογιστών, το οποίο αντικατέστησε τον προκάτοχο του Flash το 2020. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για τη δημιουργία πρωτοτύπων μιας ποικιλίας εμπειριών για επιτραπέζιους υπολογιστές και φορητές συσκευές. Οι προγραμματιστές του Animate μπορούν εύκολα να δημιουργήσουν εμπειρίες AR χρησιμοποιώντας ένα από τα διαθέσιμα plug-in AR, όπως το FLARToolKit²¹ ή το FLARmanager²².

Το FLARToolKit είναι μια έκδοση του ARToolKit που ενσωματώνεται στο Animate και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη γρήγορη ανάπτυξη εμπειριών AR για ιστοσελίδες. Είναι από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες βιβλιοθήκες AR με την υποστήριξη μιας μεγάλης κοινότητας προγραμματιστών και πολλών ιστότοπων με παραδείγματα εφαρμογών. Το FLARToolKit αναγνωρίζει έναν οπτικό δείκτη από μια εικόνα εισόδου και στη συνέχεια υπολογίζει τον προσανατολισμό και τη θέση της κάμερας στον τρισδιάστατο κόσμο και επικαλύπτει με εικονικά γραφικά τη ζωντανή εικόνα βίντεο. Το FLARToolKit υποστηρίζει όλες τις κύριες μηχανές γραφικών 3D (Papervision3D, Away3D, Sandy, Alternativa3D). Η ανάπτυξη του FLARToolKit, αρχικά για το Flash και κατόπιν για το Animate οδήγησε σε μια

²⁰ <https://www.adobe.com/products/animate.html>

²¹ <https://artoolworks.com/products/open-source-software/flartoolkit-2.html>

²² <https://artoolworks.com/products/open-source-software/flarmanager.html>

έκρηξη των διαδικτυακών εφαρμογών AR (web-based), ειδικά για περιπτώσεις διαφήμισης και μάρκετινγκ.

Το FLARManager είναι το ισοδύναμο του osgART για το Animate. Όπως ακριβώς το ARToolKit ή ARTag, το FLARToolKit απλώς παρέχει υπηρεσίες παρακολούθησης AR με μικρή υποστήριξη για τρισδιάστατα γραφικά ή αλληλεπιδράσεις. Προσφέρει έναν εύκολο τρόπο για να προσθέσει ο δημιουργός περισσότερη διαδραστικότητα σε μία επαύξηση που βασίζεται σε Animate εφαρμογές. Χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη FLARmanager είναι πολύ εύκολο για τους δημιουργούς να φτιάξουν εφαρμογές AR, καθώς υποστηρίζει τη φόρτωση πολύπλοκων τρισδιάστατων μοντέλων και κινούμενων σχεδίων, τη ρύθμιση διαφορετικών παραμέτρων της κάμερας, τη φόρτωση εικόνων αναφοράς και πολλά άλλα χαρακτηριστικά.

Ως εναλλακτική λύση στο Animate, υπάρχουν επίσης και τα AR plug-in για άλλα εργαλεία προγραμματισμού, όπως το SLARToolKit²³ για το Microsoft Silverlight. Η πρόσφατη τάση είναι να χρησιμοποιείται η HTML5 για τη δημιουργία εμπειριών AR για ιστοσελίδες που δεν απαιτούν την εγκατάσταση plug-in στα προγράμματα περιήγησης ιστοσελίδων. Το SLARToolkit κάνει ακριβώς αυτό. Είναι μια ευέλικτη βιβλιοθήκη AR που δημιουργήθηκε για να επιτρέπει την ανάπτυξη εφαρμογών AR σε πραγματικό χρόνο με το Silverlight, όσο πιο εύκολα και γρήγορα γίνεται. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το API της Web κάμερας που παρουσιάστηκε στην 4η έκδοση του Silverlight ή με οποιοδήποτε άλλη πηγή λήψης ή με μία εγγραψίμη εικόνα Bitmap. Το SLARToolkit βασίζεται στις καθιερωμένες βιβλιοθήκες NyARToolkit και ARToolkit και τα χαρακτηριστικά του περιλαμβάνουν την άμεση υποστήριξη για το CaptureSource της Silverlight, την ανίχνευση πολλαπλών δεικτών, από απλούς τετράγωνους μαύρους δείκτες μέχρι και ειδικά προσαρμοσμένους, και την απόδοση της επαύξησης σε πραγματικό χρόνο.

Εκτός από τα εργαλεία δημιουργίας πρωτοτύπων AR για ιστοσελίδες, υπάρχει και μια σειρά από εργαλεία για ανάπτυξη εφαρμογών AR για επιτραπέζιους υπολογιστές και φορητές συσκευές. Ένα από τα πιο δημοφιλή είναι το "OpenFrameworks"²⁴, μια βιβλιοθήκη λογισμικού ανοικτού κώδικα C++ που καθιστά πολύ εύκολη τη δημιουργία διαδραστικών εμπειριών. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα συνδυασμού και ενσωμάτωσης στην AR διαφορετικών τεχνολογιών ενώνοντας πολλές διαφορετικές βιβλιοθήκες. Για παράδειγμα, μια εφαρμογή AR, με είσοδο βασισμένη στις κινήσεις των χεριών, θα μπορούσε να αναπτυχθεί συνδυάζοντας μια βιβλιοθήκη παρακολούθησης όπως το ARToolKit, με

²³ <https://artoolworks.com/products/open-source-software/slartoolkit.html>

²⁴ <https://openframeworks.cc>

βιβλιοθήκες παρακολούθησης χειρός, με βιβλιοθήκες γραφημάτων σκηνών 3D και ίσως με βιβλιοθήκες αναπαραγωγής ήχου. Παλαιότερα αυτό θα απαιτούσε τη χρήση πολύ διαφορετικών API προγραμματισμού για κάθε βιβλιοθήκη και, μερικές φορές, μη συμβατούς μηχανισμούς συμβάντων. Το Openframeworks παρέχει ένα κοινό API για όλες αυτές τις διαφορετικές βιβλιοθήκες και διαχειρίζεται κεντρικά τα μηνύματα και τα συμβάντα των εφαρμογών.

Όσον αφορά το πεδίο των κινητών συσκευών τηλεφωνίας και των τάμπλετ, ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία δημιουργίας πρωτοτύπων είναι οι εφαρμογές προγράμματος περιήγησης AR όπως το Laya²⁵ ή το Wikitude²⁶. Αυτές οι εφαρμογές παρέχονται δωρεάν στην απλή τους έκδοση, εκτελούνται στην κινητή συσκευή του χρήστη, αλλά εξαρτώνται και συνδέονται από τους διακομιστές της εταιρίας που τις έχουν αναπτύξει, για την παροχή περιεχομένου και τον καθορισμό των στοιχείων της διεπαφής. Χρησιμοποιώντας αυτά τα εργαλεία, οι προγραμματιστές δημιουργούν γρήγορα πρωτότυπες ιδέες εφαρμογών παρέχοντας τις δικές τους πληροφορίες περιεχομένου. Έτσι, με μια μικρή ποσότητα κώδικα στον διακομιστή, οι προγραμματιστές μπορούν να δοκιμάσουν γρήγορα τις ιδέες εφαρμογών AR για κινητές συσκευές και σε περίπτωση που χρειάζεται περαιτέρω ανάπτυξη δίνεται και η δυνατότητα πακέτων επί πληρωμή για το ξεκλείδωμα όλων των εργαλείων που παρέχονται.

3.3. Προσθήκες σε υπάρχοντα εργαλεία προγραμματιστών

Οι βιβλιοθήκες λογισμικού που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες απαιτούν αρκετή ή λιγότερο σημαντική ικανότητα προγραμματισμού για τη χρήση τους για τη δημιουργία εφαρμογών AR. Ωστόσο, υπάρχουν άλλα εργαλεία που είναι προσθήκες - plug-in σε υπάρχοντα πακέτα λογισμικού, τα οποία προσθέτουν τις λειτουργικότητες AR σε υπάρχοντα διαδραστικά εργαλεία δημιουργίας περιεχομένου 2D και 3D. Τα AR plug-in για λογισμικά μη AR είναι χρήσιμα όταν κάποιος ξέρει ήδη πώς να χρησιμοποιεί μία εφαρμογή που υποστηρίζει το πρόσθετο. Αυτοί οι τύποι εργαλείων προσθέτουν απλώς λειτουργία οπτικοποίησης AR και παρακολούθησης στην υπάρχουσα εφαρμογή και βασίζονται στις λειτουργίες περιεχομένου που παρέχονται από αυτήν.

Για παράδειγμα, το AR-Media²⁷ παρέχει μια σειρά προσθηκών για το λογισμικό μοντελοποίησης Trimble SketchUp 3D και άλλα εργαλεία όπως τα 3ds Max, Maya και Cinema 4D. Χρησιμοποιώντας προσθήκες AR-Media, οι δημιουργοί

²⁵ <https://www.layar.com>

²⁶ <https://www.wikitude.com>

²⁷ <https://www.inglobetechnologies.com>

περιεχομένου μπορούν να μοντελοποιήσουν στο SketchUp και μετά να δουν αμέσως το μοντέλο τους σε μια σκηνή AR. Υπάρχει επίσης ένα δωρεάν πρόγραμμα αναπαραγωγής AR-Media που μπορεί να διανεμηθεί για να επιτρέψει σε άλλα άτομα να δουν την εμπειρία AR.

Ωστόσο, ενώ το λογισμικό τρισδιάστατης μοντελοποίησης και κινούμενων εικόνων μπορεί να είναι χρήσιμο για τη δημιουργία τρισδιάστατων σκηνών, έχουν περιορισμούς στην παροχή διαδραστικών χαρακτηριστικών. Για τη δημιουργία εξαιρετικά διαδραστικών εφαρμογών 3D, υπάρχουν επίσης διάφορα διαδραστικά εργαλεία συγγραφής γραφικών 3D όπως το Unity²⁸ και το Vizard²⁹.

Ενώ τα περισσότερα από αυτά τα εργαλεία έχουν τα δικά τους πρόσθετα για οπτικοποίηση AR, το Unity διαθέτει το μεγαλύτερο εύρος λύσεων που είναι διαθέσιμες για οπτικοποίηση AR. Ομοίως, το Vuforia διαθέτει ένα πρόσθετο AR που λειτουργεί με το Unity3D για τη δημιουργία εφαρμογών AR για κινητές συσκευές για τις πλατφόρμες iOS και Android. Σε αυτήν την περίπτωση, οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν την κανονική διεπαφή οπτικού προγραμματισμού και δέσμης ενεργειών Unity3D για να δημιουργήσουν πλούσιες διαδραστικές εμπειρίες μπορούν να γίνουν που στη συνέχεια.

Παρόλο που τα AR plug-in παρέχουν μια εύκολη και γρήγορη λύση για την ανάπτυξη εφαρμογών AR, έχουν ορισμένους περιορισμούς. Η διεπαφή χρήστη και ο σχεδιασμός αλληλεπίδρασης θα μπορούσαν να περιοριστούν σε αυτά που παρέχονται από τη βασική εφαρμογή και εξαρτάται κυρίως από το τι παρέχεται. Να σημειωθεί ότι σε περίπτωση που είναι αναγκαίο να δημιουργηθεί μια εφαρμογή AR με μια εξαιρετικά προσαρμοσμένη διεπαφή και αλληλεπίδραση, είναι αναπόφευκτη η χρήση εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού χαμηλού επιπέδου.

3.4. Αυτόνομα εργαλεία ανάπτυξης AR

Ένας τέταρτος τύπος εργαλείου ανάπτυξης AR είναι μια αυτόνομη εφαρμογή που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν τις δικές τους εμπειρίες AR χωρίς γνώσεις προγραμματισμού. Σε αντίθεση με τα plug-in που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, αυτά τα εργαλεία δεν απαιτούν πρόσθετο λογισμικό για να λειτουργήσουν. Κατασκευή σκηνής, κινούμενα σχέδια και προσθήκη διαδραστικών συμπεριφορών είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά που παρέχουν πολλά από τα εργαλεία αυτά. Μερικά παρέχουν μόνο λειτουργίες δημιουργίας σκηνής, ενώ άλλα έχουν πλήρη ικανότητα δημιουργίας πολύπλοκων

²⁸ <https://unity.com>

²⁹ <https://www.worldviz.com>

διαδραστικών συμπεριφορών. Επίσης η πλειοψηφία των εργαλείων αυτών παρέχουν και γραφικές διεπαφές χρήστη, έτσι ώστε ένας χρήστης, που έχει βασικές δεξιότητες χειρισμού Η/Υ, θα μπορούσε εύκολα να μάθει και να τις χρησιμοποιήσει, γεγονός που είναι αρκετά χρήσιμο για μη προγραμματιστές που θέλουν να δημιουργήσουν μία εφαρμογή AR.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου είδους εφαρμογής είναι το Spark AR Studio³⁰ της Meta το οποίο δίνει τη δυνατότητα στον οποιοδήποτε να δημιουργεί και να διαμοιράσει εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας μέσω του Facebook, του Instagram και σε ορισμένες περιπτώσεις και στο YouTube, προσεγγίζοντας δισεκατομμύρια άτομα που χρησιμοποιούν την οικογένεια των εφαρμογών αυτών. Παρέχονται εύχρηστα πρότυπα και βιβλιοθήκες στοιχείων, ενώ υπάρχει και η επιλογή χρήσης ακόμα προηγμένων προσαρμογών και στοιχείων ελέγχου, για τους πιο εξειδικευμένους προγραμματιστές. Το Spark AR Studio διαθέτει εργαλεία δημιουργίας κατασκευασμένα τόσο για αρχάριους προγραμματιστές javascript και καλλιτέχνες 2D όσο και για εξελιγμένους σχεδιαστές μοντέλων 3D και οπτικών εφέ, και δεν απαιτείται εμπειρία κωδικοποίησης και προγραμματισμού.

Ένα άλλο εργαλείο είναι το Wikitude Studio, που δουλεύει μέσω προγραμμάτων πλοήγησης στο διαδύκτιο και επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν πλούσιο περιεχόμενο AR για κινητά και να το αναπτύσσουν είτε στην εφαρμογή προγράμματος περιήγησης Wikitude AR ή ακόμη και να δημιουργούν μια προσαρμοσμένη εφαρμογή για κινητά. Υποστηρίζει διάφορους τύπους μέσων, συμπεριλαμβανομένων τρισδιάστατων μοντέλων και κινούμενων εικόνων που μπορούν να καταχωρηθούν στον πραγματικό κόσμο με την τεχνολογία παρακολούθησης όρασης που βασίζεται σε υπολογιστή.

³⁰ <https://sparkar.facebook.com/ar-studio/>

4. Εφαρμογές της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα συναντάται σε πολλούς τομείς της προσωπικής, επαγγελματικής και κοινωνικής ζωής μας. Η ραγδαία ανάπτυξη των έξυπνων συσκευών κινητής τηλεφωνίας και των Tablet τους έχει προσφέρει υπολογιστική ισχύ, κάμερα, αισθητήρες θέσης GPS και άλλα. Το δυνατότερο όμως στοιχείο των συσκευών αυτών είναι η οθόνη αφής που διαθέτουν, η οποία έχει δημιουργήσει ένα μείγμα ευκολιών για τις εφαρμογές AR σε οποιοδήποτε τομέα αυτή μπορεί να συναντηθεί, καθώς η χρήση τους πραγματοποιείται με ένα φυσικό και ανεμπόδιο τρόπο.

Παρακάτω θα αναλυθούν μερικοί από τους σημαντικότερους τομείς που συναντάται η επαυξημένη πραγματικότητα, όπως την εκπαίδευση, την ιατρική, τον τουρισμό, την αρχιτεκτονική, τη βιομηχανία κατασκευής και συντήρησης και τη διασκέδαση, αφήνοντας την διεξοδική ανάλυση για τη χρήση της στη διαφήμιση και την προώθηση καταναλωτικών προϊόντων για το επόμενο κεφάλαιο, καθώς αποτελεί και το αντικείμενο του δεύτερου σκέλους της έρευνας.

4.1. Εκπαίδευση

Όταν αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες, γίνονται πρωτίστως προσπάθειες για να χρησιμοποιηθούν στο εκπαιδευτικό και πανεπιστημιακό περιβάλλον. Η επαυξημένη πραγματικότητα δεν αποτελεί εξαίρεση και για πάνω από δεκαπέντε χρόνια η τεχνολογία AR έχει δοκιμαστεί σε διαφορετικό αριθμό εκπαιδευτικών εφαρμογών. Αυτές οι δοκιμές έδειξαν ότι σε ορισμένες περιπτώσεις η AR μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη εκμάθηση των μαθητών και έχει παρατηρηθεί ότι έχουν αυξημένη διατήρηση γνώσεων σε σχέση με τον παραδοσιακό έντυπο τρόπο μετάδοσης γνώσης. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για την ανάγνωση και τη βιβλιοκεντρική μάθηση, όπου η AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί με την επικάλυψη διαδραστικού τρισδιάστατου ψηφιακού περιεχομένου τις πραγματικές σελίδες των βιβλίων.

Μία από αυτές τις εφαρμογές είναι το MagicBook (Billinghurst, Kato et al. 2001), στο οποίο παρουσιάστηκε για το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η AR για τη μετάβαση από την ανάγνωση ενός πραγματικού βιβλίου στην εξερεύνηση ενός χώρου εικονικής πραγματικότητας. Μετά από την ανάπτυξη του πρώτου πρωτοτύπου, MagicBook, μια μεγάλη γκάμα άλλων βιβλίων εμπλουτισμένων με AR έχουν εκδοθεί από ακαδημαϊκούς και εταιρείες, ορισμένα από τα οποία είναι και εμπορικά διαθέσιμα.

Επίσης η χρήση βιβλίων AR στο εκπαιδευτικό περιβάλλον έχει παρατηρηθεί ότι βελτιώνει την ανάγνωση ιστορικών γεγονότων αυξάνοντας την κατανόηση τους, με την αποτύπωση τρισδιάστατων μνημείων, που αναδομούνται από την αρχή

και την περιήγηση τους σε αυτά. Ακόμα και η χρήση φυσικών αντικειμένων για αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα στους χώρους της AR έχει βοηθήσει στην κατανόηση του τρόπου ζωής αρχαίων ή προγενέστερων πολιτισμών και κοινωνιών από τα παιδιά στο πλαίσιο ενός διδακτικού μαθήματος, ωστόσο παρατηρήθηκε ότι ορισμένα παιδιά μπερδεύτηκαν από τη κατοπτριζόμενη προβολή βίντεο που εμφανίζεται στην οθόνη. Παρόλα αυτά, πολλές έρευνες δείχνουν ότι τα βιβλία AR θα μπορούσαν να εισαχθούν σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον σχετικά εύκολα και θα μπορούσαν να ωφελήσουν τους μαθητές οι οποίοι είναι λιγότερο ικανοί να κατανοήσουν το εκπαιδευτικό υλικό που βασίζεται σε κείμενο.

Ένα παράδειγμα της δύναμης της Επαυξημένης Πραγματικότητας για την εκπαίδευση είναι η εφαρμογή colAR mix1 που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Puteko. Το πρόγραμμα αυτό είναι μια εμπειρία χρωματισμού AR διαθέσιμο για κινητές συσκευές iOS και Android. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή, οι χρήστες μπορούν να κατευθύνουν την κινητή συσκευή τους σε μια σελίδα βιβλίου ζωγραφικής και να δουν μια κινούμενη τρισδιάστατη εικονική σκηνή να ζωντανεύει. Σε αντίθεση με άλλες εφαρμογές AR, με το colAR mix οι χρήστες μπορούν να χρωματίσουν τις σελίδες και να δουν τα εικονικά αντικείμενα με τη δική τους υφή και χρώματα. Όποιο χρώμα προσθέτουν στο χρωματικό καμβά της εφαρμογής, η σελίδα θα αντιστοιχήσει με υφή το τρισδιάστατο μοντέλο και θα εμφανιστεί στην AR σκηνή. Μερικά από τα μοντέλα έχουν επίσης απλή διαδραστικότητα. Για παράδειγμα, όταν ο χρήστης βλέπει το κινούμενο μοντέλο ενός δράκου, μπορεί να αγγίξει το εικονικό κουμπί στην οθόνη για να εξαπολύει φωτιά από το στόμα του. Ομοίως, στη σκηνή με ένα κορίτσι που χορεύει μπορούν να ανοίξουν το εικονικό ραδιόφωνο για να τη δουν πως χορεύει με τη μουσική. Η εφαρμογή λειτουργεί χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Vuforia για την ενεργοποίηση της AR κάνοντας τη χρήση μαύρων γραμμών ως σημείο αναφοράς στη σελίδα του βιβλίου και την κάμερα του τηλεφώνου ή του tablet, ως πηγή εισόδου.

Από τεχνικής άποψης, η εφαρμογή colAR mix είναι πολύ απλή, ωστόσο η δυνατότητα των χρηστών να βλέπουν τον δικό τους χρωματισμό στη σκηνή AR δημιουργεί μια πολύ συναρπαστική εμπειρία. Από τα μέσα του 2013 που κυκλοφορεί η εφαρμογή έγινε πολύ δημοφιλής, με περισσότερες από ένα εκατομμύριο λήψεις στο Android Play store και στο iOS App Store, ενώ δάσκαλοι έχουν χρησιμοποιήσει την εφαρμογή με πολλούς ενδιαφέροντες τρόπους στη σχολική τάξη. Για παράδειγμα στην Αυστραλία, ένας δάσκαλος χρησιμοποίησε την τεχνολογία αυτή για να εμπνεύσει τη δημιουργική γραφή των παιδιών. Στην αρχή έδειξε στα παιδιά μια άχρωμη σελίδα και στη συνέχεια τους ζήτησε να

γράψουν μια σύντομη ιστορία γι' αυτό. Κατόπιν τους έβαλε να χρωματίσουν τη σελίδα με το colAR mix για να τη ζωντανέψουν και να ξαναγράψουν μια νέα ιστορία που να περιγράφει τι μπορούν πλέον να δουν. Διαπίστωσε ότι αφού δοκίμασε την εφαρμογή AR, η ποιότητα της γραφής των μαθητών του βελτιώθηκε και άρχισαν να εμπλουτίζουν το λεξιλόγιο τους και να γράφουν με πιο συγκεκριμένη γλώσσα τις περιγραφές τους.

Όπως φαίνεται, από τα προαναφερθέντα παραδείγματα, αναδεικνύεται το δυνητικό εκπαιδευτικό όφελος της τεχνολογίας AR. Ακόμη και απλές σκηνές AR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κίνητρο των παιδιών σε μια τάξη. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το υψηλό επίπεδο διαδραστικότητας της AR ενισχύει τη μάθηση, ιδιαίτερα για τους μαθητές που μαθαίνουν μέσα από κιναισθητικές, οπτικές και άλλες μεθόδους που δεν βασίζονται σε κείμενο.

4.2.Ιατρική

Η πλειοψηφία των ιατρικών εφαρμογών έχουν να κάνουν με το συνδυασμό επεξηγηματικών εικόνων και ρομποτικής χειρουργικής. Ως αποτέλεσμα, αρκετές έρευνες έχουν γίνει για να ενσωματώσουν την επαυξημένη πραγματικότητα στην ιατρική απεικόνιση και τα όργανα - εργαλεία που ενσωματώνουν τις διαισθητικές ικανότητες ενός ιατρού. Σημαντική ανακάλυψη έχει επιτευχθεί με τη χρήση διαφορετικών τύπων ιατρικής απεικόνισης και οργάνων, όπως εικόνες βίντεο που καταγράφονται από μια συσκευή ενδοσκοπικής κάμερας που παρουσιάζεται σε μια οθόνη που βλέπει το χειρουργείο μέσα στον ασθενή. Ωστόσο, αυτές οι ανακαλύψεις περιορίζουν επίσης τη φυσική, διαισθητική και άμεση τρισδιάστατη άποψη του ανθρώπινου σώματος από τον χειρουργό, καθώς οι χειρουργοί πρέπει τώρα να αντιμετωπίσουν οπτικές ενδείξεις από ένα πρόσθετο περιβάλλον που παρέχεται στην οθόνη. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να εφαρμοστεί έτσι ώστε η χειρουργική ομάδα να μπορεί να δει τα δεδομένα απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο ενώ η διαδικασία προχωρά.

Έχουν αναπτυχθεί συστήματα AR, για παράδειγμα, στα οποία γίνεται προβολή του «πραγματικού» δέρματος σε εικονική ανατομία. Σε αυτά τα συστήματα, χρησιμοποιούνται μοντέλα πολυγωνικής επιφάνειας, για να επιτραπεί η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο, και με την ενσωμάτωση της χρήσης χειρουργικών εργαλείων πλοήγησης να ενισχύσουν την άποψη του ιατρού μέσα στο ανθρώπινο σώμα κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης.

Για την άμεση απτική χειρουργική έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας με μια μέθοδο αισθητηριακής υποκατάστασης των κινήσεων και των εργασιών που πρέπει να κάνει ο ιατρός, παρέχοντας μια διαισθητική μορφή της απτικής ανάδρασης σε αυτόν. Ουσιαστικά η δύναμη που εφαρμόζει ο

χειρουργός αναπαρίσταται γραφικά και επικαλύπτεται σε ένα βίντεο ροής χρησιμοποιώντας ένα σύστημα κύκλων που αλλάζουν διακριτικά σε τρία προκαθορισμένα χρώματα που κυμαίνονται σε Ζώνη Χαμηλής Δύναμης (πράσινο), Ζώνη Ιδανικής Δύναμης (κίτρινο) και Ζώνη Υπερβολικής Δύναμης (κόκκινο) - ανάλογα με την ποσότητα των δυνάμεων κάμψης που ανιχνεύονται από αισθητήρες.

Άλλα παραδείγματα είναι η χρήση της AR για την παροχή μιας λύσης χαμηλού κόστους και μικρότερου μεγέθους στο πρόβλημα αποκατάστασης χεριών μετά από εγκεφαλικό, το οποίο έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε κλινικές και ακόμη και στο σπίτι ή ακόμα και στον τομέα της ψυχιατρικής όπου υπάρχουν εφαρμογές για να βοηθήσουν τους ασθενείς να καταπολεμήσουν διάφορες φοβίες τους, για παράδειγμα των κατσαρίδων, και να θεραπευτούν ψυχολογικές διαταραχές.

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στον ιατρικό τομέα για την παροχή καλύτερων λύσεων σε τρέχοντα προβλήματα από τις ήδη υπάρχουσες λύσεις είναι άπειρη. Οι περισσότερες εφαρμογές AR στοχεύουν στην απλοποίηση της χρήσης των εργαλείων που χρησιμοποιούν έτσι ώστε να αντιστοιχούν σε αυτό που έχουν συνηθίσει οι ιατροί. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα συστήματα που απαιτούν πλήρη επανεκπαίδευση των ιατρών για να αλληλεπιδράσουν σωστά με τις εφαρμογές αυτές.

4.3. Πολιτισμός

Οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί για τον πολιτισμό αφορούν την παρουσίαση αρχαιολογικών χώρων μέσω της αναδόμησης τους ή για την ξενάγηση τους. Γίνεται χρήση ολογραμμάτων με τη βοήθεια 3D μοντέλων και παρουσιάσεις πολυμέσων με συστήματα φυσικής και διαισθητικής τεχνικής.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το έργο του Βλαχάκη "ArcheoGuide"³¹ που ανακατασκευάζει ένα μνημείο πολιτιστικής κληρονομιάς της αρχαίας Ολυμπίας, πληροφορώντας τον επισκέπτη για την αρχιτεκτονική στην αρχαία Ελλάδα και για τα έθιμα και την καθημερινότητα στον αρχαιοελληνικό κόσμο. Παρόμοια συστήματα έχουν αναπτυχθεί και στην Πομπηία, ενώ το "lifeClipper3-playground" είναι ένα διαδραστικό έργο τέχνης που μοιάζει με παιχνίδι και υλοποιείται με τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας στο πάρκο St. Johans στη Βασιλεία της Ελβετίας. Το παιχνίδι προσκαλεί τους επισκέπτες να

³¹ Vlahakis, V., et al. (2001). Archeoguide: first results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites. Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage. Glyfada, Greece, Association for Computing Machinery: 131–140.

περπατήσουν στο πάρκο με ένα φορητό σύστημα υπολογιστή για να βιώσουν εναλλακτικές πραγματικότητες. Οι εναλλαγές μεταξύ συμβάσεων της καθημερινής ζωής και φανταστικών παράλληλων κόσμων με διαφορετικούς φυσικούς και πολιτισμικούς κανόνες δημιουργούν παρεμβολές και αμφισβητούν την αντίληψη μας για την πραγματικότητα.

4.4.Αρχιτεκτονική

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια ιδανική τεχνολογία για την εμφάνιση εικονικών πληροφοριών που υπερτίθενται στον πραγματικό κόσμο και ως εκ τούτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση ενός από τα πιο σημαντικά προβλήματα στην αρχιτεκτονική. Το μόνιμο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι αρχιτέκτονες και οι πολιτικοί μηχανικοί ή μία κατασκευαστική εταιρία είναι να μπορούν να παρουσιάζουν ένα κτίριο στο χώρο που δεν έχει χτιστεί ακόμα. Χρησιμοποιούνται παραδοσιακά μια σειρά από διαφορετικά εργαλεία για να δείξουν στους πελάτες τους τι θα κάνουν τα κτίριά τους, συμπεριλαμβανομένων σχεδίων στις δύο διαστάσεις (2D) και φυσικών μοντέλων - μακετών και τρισδιάστατες παρουσιάσεις σε Η/Υ. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα προβλήματα με αυτές τις μεθόδους. Για παράδειγμα, τα δισδιάστατα σχέδια μπορεί να δείχνουν με μεγάλη λεπτομέρεια τη διάταξη ενός κτιρίου, αλλά μερικές φορές ο πελάτης δυσκολεύεται να φανταστεί πώς θα έμοιαζε το κτίριο από το σχέδιο αυτό. Τα φυσικά μοντέλα και οι τρισδιάστατες αποδόσεις βοήθησαν περισσότερο τον πελάτη να καταλάβει πώς μοιάζει το κτίριο, αλλά είναι πάντα σχέδια μειωμένης κλίμακας του τελικού χώρου. Αυτά μπορεί να μην αποδίδουν σαφή κατανόηση του πώς θα μοιάζει το πραγματικό κτίριο στην τελική του τοποθεσία.

Η AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προβολή τρισδιάστατων εικονικών μοντέλων πλήρους μεγέθους των μελλοντικών κτιρίων στον τόπο όπου θα κατασκευαστούν. Αυτό επιτρέπει στον μελλοντικό αγοραστή που ενδιαφέρεται για το κτίριο να καταλάβει ξεκάθαρα πώς θα μοιάζει. Η εφαρμογή AR θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο σχεδιασμού, τοποθετώντας πολλές εκδόσεις του ίδιου κτιρίου επί τόπου, επιτρέποντας στον πελάτη να παρέχει σχόλια σχετικά με τις διαφορετικές επιλογές σχεδίασης. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα εφαρμογών AR που παρέχουν αυτές τις λειτουργικότητες, αλλά σε αυτή την ενότητα θα περιγραφούν δύο με περισσότερες λεπτομέρειες. Αυτές οι δύο εφαρμογές αναπτύχθηκαν από το HIT lab NZ ως απάντηση σε μια τρομερή φυσική καταστροφή. Τον Σεπτέμβριο του 2010 και ξανά τον Φεβρουάριο του 2011, η πόλη Christchurch της Νέας Ζηλανδίας χτυπήθηκε από αρκετούς και πολύ δυνατούς σεισμούς, μεγέθους 7,1 και 6,9 Ρίχτερ. Οι σεισμοί

προκάλεσαν μεγάλης κλίμακας καταστροφές και ζημιές, με αποτέλεσμα πάνω από το 70% των κτιρίων στο κέντρο της πόλης έπρεπε να κατεδαφιστούν κατά τη διαδικασία ανοικοδόμησης τους. Το δημοτικό συμβούλιο είχε σημαντικό πρόβλημα στο πώς να επικοινωνήσει και να πληροφορήσει τους κατοίκους για το πώς θα ήταν η πόλη όταν θα τελείωνε η ανοικοδόμηση της. Υπήρχε επίσης μεγάλο ενδιαφέρον στη πληροφόρηση των επισκεπτών για το πώς έμοιαζε η πόλη πριν από τους καταστροφικούς σεισμούς, καθώς καταστράφηκαν τα περισσότερα από τα ιστορικά κτίρια. Ως απάντηση σε αυτά τα προβλήματα, το HIT Lab NZ ανέπτυξε δύο εφαρμογές AR, τα CCDU AR και CityViewAR [Lee et al., 2012], και οι δύο διαθέσιμες στα καταστήματα Android Play και Apple Store.

Το CCDU AR ήταν μια εφαρμογή που σχεδιάστηκε για να δείχνει αρχιτεκτονικές πληροφορίες που τοποθετούνται πάνω από τις τυπωμένες σελίδες ενός βιβλίου της πόλης, το οποίο είχε εκπονήσει ο δήμος, εξηγώντας την ανοικοδόμηση της πόλης και δείχνοντας την ιδέα για το πώς θα έμοιαζαν τα μελλοντικά κτίρια ορόσημα. Ο χρήστης μπορούσε στη συνέχεια να πατήσει μία από τις ετικέτες για να δει ένα τρισδιάστατο μοντέλο του κτιρίου να του εμφανίζεται πάνω στον εκτυπωμένο χάρτη. Σε μερικά από τα κτίρια προστέθηκαν επίσης και ορισμένες απλές διαδραστικότητες. Για παράδειγμα εάν ο χρήστης μετακινούσε τη συσκευή του πιο κοντά στο μοντέλο του εικονικού σταδίου θα άκουγε τον ήχο του πλήθους να γίνεται πιο δυνατός ή επιλέγοντας το μοντέλο του αστυνομικού τμήματος είχαν τη δυνατότητα να δουν εικονικά αστυνομικά αυτοκίνητα να βγαίνουν και να μπαίνουν στο κτίριο και να ακούγονται μέχρι και οι ήχοι από τις σειρήνες τους. Η εφαρμογή κατά τη χρήση της απέκτησε συνολικά πολύ θετικά σχόλια και οι χρήστες ένιωσαν ότι μπορούσαν να κατανοήσουν καλύτερα τις ανακατασκευές που επρόκειτο να γίνουν, αλλά και πώς θα είναι τελικά τα κτίρια της πόλης τους.

Η εφαρμογή CCDU AR επέτρεψε στους ανθρώπους να κατανοήσουν καλύτερα πώς θα έμοιαζαν τα βασικά κτίρια στην ανακατασκευασμένη πόλη, αλλά είχε τον περιορισμό ότι οι χρήστες δεν μπορούσαν να δουν τα κτίρια επί τόπου. Η εφαρμογή CityViewAR αντιμετώπισε αυτόν τον περιορισμό και επέτρεψε στους χρήστες να δουν τα εικονικά κτίρια σε πλήρη μέγεθος και στην πραγματική τοποθεσία τους. Αυτό επιτεύχθηκε με χρήση AR πεδίου με τη χρήση GPS του HIT Lab NZ με μία βιβλιοθήκη λογισμικού που αναπτύχθηκε ειδικά για τη δημιουργία υπαίθριων AR εφαρμογών για φορητές συσκευές. Σε αντίθεση με την εφαρμογή CCDU AR, η CityViewAR σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιεί ως είσοδο GPS και αισθητήρα πυξίδας ώστε να ενεργοποιηθεί η υπαίθρια παρακολούθηση.

Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή, οι άνθρωποι μπορούσαν περπατώντας στον χώρο να δουν πληροφορίες για τα κτίρια που ήταν κάποτε γύρω τους. Το

γεωγραφικό περιεχόμενο παρέχονταν με μια σειρά μορφών και στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων και των προβολών χαρτών 2D, της απεικόνισης 3D AR μοντέλων κτιρίων επί τόπου, διάφορων πανοραμικών φωτογραφιών 360 μοιρών και μια λίστα όλων των διαθέσιμων προβολών συνολικά που ήταν διαθέσιμο. Οι χρήστες μπορούσαν να επιλέξουν τα εικονίδια που τους ενδιέφεραν και να αλλάζουν σε πανοραμική προβολή ή προβολή AR. Στις πανοραμικές προβολές, οι χρήστες μπορούσαν να περιστρέφονται με τη κινητή συσκευή τους για να δουν διάφορα μέρη του πανοράματος. Χρησιμοποιώντας την πυξίδα στη συσκευή για να ορίσουν τον προσανατολισμό της προβολής. Στην AR προβολή εκτίθονταν εικονικές εικόνες που τοποθετούνταν σε φόντο ζωντανού βίντεο, μετατρέποντας τους άδειους χώρους του Christchurch στα κτίρια που υπήρχαν πριν τον σεισμό.

Κατά τη λειτουργία των εφαρμογών αυτών, διεξήχθη μια μελέτη ώστε να διαπιστωθεί εάν η AR βελτίωσε την εμπειρία των χρηστών (συνθήκη AR), σε σύγκριση με τη χρήση της εφαρμογής χωρίς προβολή AR (συνθήκη μη AR). Όταν η δυνατότητα AR ήταν διαθέσιμη, οι χρήστες τη χρησιμοποιούσαν πάνω από τις μισές φορές που χρησιμοποιούσαν την απλή εφαρμογή, πολύ περισσότερο από τις προβολές χάρτη ή πανοραμικών φωτογραφιών και έκριναν ότι η συνολική τους εμπειρία ήταν καλύτερη από ό,τι στο μη προβολή AR. Οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν επίσης ποια χαρακτηριστικά τους άρεσαν περισσότερο και στην συνθήκη AR, το 42% των χρηστών επέλεξαν την AR προβολή, ενώ σε κατάσταση μη AR το 62% των ατόμων επέλεξαν την πανοραμική προβολή. Τα άτομα με την προβολή AR κινούνταν επίσης περισσότερο στο δρόμο, προσπαθώντας να εξερευνήσουν τα διάφορα στοιχεία των τρισδιάστατων κτιρίων που μπορούσαν να δουν. Συνολικά, οι χρήστες απολάμβαναν το γεγονός ότι έχουν μια πλούσια διεπαφή που χρησιμοποιούσε πολλούς διαφορετικούς τρόπους για την εμφάνιση των πληροφοριών των κτιρίων και θεώρησαν ότι τα στοιχεία AR σίγουρα ενίσχυσαν στην εμπειρία χρήστη.

Αυτές οι εφαρμογές δείχνουν ότι οι εμπειρίες AR που μπορούν να αναπτυχθούν για τον τομέα της αρχιτεκτονικής βοηθούν στην επίλυση του βασικού προβλήματος της επικοινωνίας του πελάτη και του αρχιτέκτονα. Οι φορητές συσκευές έχουν επιταχύνει ακόμη περισσότερο τη χρήση εμπειριών AR σε αρχιτεκτονικές εφαρμογές σε εξωτερικό περιβάλλον. Το CityViewAR και το CCDU AR είναι μόνο δύο από τις δεκάδες διαθέσιμες εφαρμογές AR για κινητές συσκευές που επιτρέπουν στους χρήστες να βλέπουν τρόπους αρχιτεκτονικού περιεχομένου που δεν είναι δυνατοί με πιο παραδοσιακά εργαλεία.

4.5.Βιομηχανία κατασκευών και συντήρησης μηχανημάτων

Στον τομέα της βιομηχανικής συντήρησης, η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια πολύ πρακτική βοήθεια για το προσωπικό, ιδιαίτερα στις εξαιρετικά απαιτητικές τεχνικές εργασίες του. Οι Henderson & Feiner (Henderson and Feiner 2009) παρατήρησαν ότι εταιρικοί τομείς, όπως ο στρατιωτικός, η μεταποίηση και άλλες βιομηχανίες, είναι τα εφαρμοσμένα πεδία όπου η επαυξημένη πραγματικότητα ευδοκίμει ανταγωνιστικά και επεκτείνει το πεδίο εφαρμογής της ίδιας της τεχνολογίας. Ειδικότερα, σύμφωνα με τις μελέτες τους, οι οποίες επικεντρώνονται στον στρατιωτικό τομέα, με τη βοήθεια της τεχνολογίας AR, το στρατιωτικό μηχανικό προσωπικό μπορεί να εκτελεί τις εργασίες ρουτίνας συντήρησης σε ένα αλεξίσφαιρο όχημα με μεγαλύτερη ασφάλεια και άνεση. Για να γίνει αυτό, υπάρχουν αρκετές απαιτούμενες συσκευές, όπως μια οθόνη κεφαλής, για να ενισχύσει τη φυσική άποψη του μηχανικού με κείμενα, ετικέτες, βέλη και κινούμενες ακολουθίες που έχουν σχεδιαστεί για την καλύτερη κατανόηση, τη θέση και την εκτέλεση της εργασίας.

Η ίδια ιδέα της τεχνολογίας AR με τις στρατιωτικές εργασίες συντήρησης μπορεί να εφαρμοστεί και στις μεταποιητικές βιομηχανίες. Μια μεγάλη έρευνα στον τομέα της AR έχει ανοίξει το δρόμο για τις εταιρείες να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία AR στους δικούς τους τομείς. Για παράδειγμα, η BMW, μια από τις πιο διάσημες γερμανικές εταιρείες αυτοκινήτων, ενδιαφέρθηκε να χρησιμοποιήσει τεχνικές AR στα τμήματα συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων τους και ανέπτυξε ένα σύστημα συντήρησης και επισκευής AR και γυαλιά δεδομένων (BMW 2023). Πρόκειται να χρησιμοποιήσει την προηγμένη τεχνολογία AR ως μέσο υποστήριξης του προσωπικού εξυπηρέτησης στα περίπλοκα και τεχνικά περιβάλλοντα εργασίας τους. Σύμφωνα με την BMW, οι τεχνικοί, φορώντας ειδικά γυαλιά δεδομένων και συνδεδεμένοι με τους διακομιστές και τους υπολογιστές τους, έχουν στη διάθεση τους όλες τις πληροφορίες, ακριβώς όπου τις χρειάζονται: στο χώρο εργασίας, στο όχημα. Φορώντας τα γυαλιά AR, για παράδειγμα, οι μηχανικοί λαμβάνουν πρόσθετες τρισδιάστατες πληροφορίες για το εξάρτημα που επισκευάζουν για να τους βοηθήσουν στη διάγνωση και την επίλυση της βλάβης. Εκτός από το πραγματικό περιβάλλον, βλέπουν κινούμενα στοιχεία για το τμήμα που χρειάζεται αντικατάσταση και τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν, ενώ μια ηχητική οδηγία μιλά στους μηχανικούς για κάθε βήμα εργασίας μέσω ακουστικών που είναι ενσωματωμένα μέσα στα γυαλιά αυτά.

4.6.Διασκέδαση

Το AR Gaming είναι ιδιαίτερα σχετικό με την εκπαίδευση και την κατάρτιση τόσο σε ακαδημαϊκούς όσο και σε εταιρικούς χώρους. Στην έκθεση Horizon (2010) αναφέρεται: «Τα παιχνίδια AR που βασίζονται στον πραγματικό κόσμο και επαυξάνονται με δικτυωμένα δεδομένα, μπορούν να δώσουν στους εκπαιδευτικούς ισχυρούς και νέους τρόπους για να αναδείξουν σχέσεις και συνδέσεις μεταξύ της πραγματικής ζωής και της επαυξημένης πραγματικότητας». Ο Johnson (Johnson, Levine et al. 2010) παρουσίασε έναν τύπο παιχνιδιών AR που περιλαμβάνει ένα ταμπλό - χάρτη, ο οποίος αποδίδεται ως τρισδιάστατο μοντέλο με μία φορητή συσκευή ή κάμερα web.

Το είδος παιχνιδιού του Johnson θα μπορούσε εύκολα να υιοθετηθεί από διάφορους κλάδους, όπως η αρχαιολογία, η ανθρωπολογία, η γεωγραφία και άλλα θέματα. Για παράδειγμα, σε ένα ιστορικό παιχνίδι ρόλων με τεχνολογία AR, στους συμμετέχοντες μπορεί να τους ανατίθενται από ένα συγκεκριμένο ιστορικό ρόλο και σημεία κλειδιά ώστε να πηγαίνουν στην πραγματική τοποθεσία και να εξετάσουν τον ρόλο αυτό με μια κινητή συσκευή τηλεφωνίας, με δυνατότητα GPS, η οποία δείχνει τον πραγματικό χάρτη τοποθεσίας με επαυξημένες πληροφορίες σχετικά με το ιστορικό γεγονός και που σχετίζεται στον ρόλο που έχει ανατεθεί.

Επιπλέον, τα παιχνίδια AR επιτρέπουν στους χρήστες να εκφράσουν νέες ταυτότητες μέσω του παιχνιδιού ρόλων και να ενθαρρύνουν τα άτομα να εξερευνήσουν πιο βαθιά έναν πραγματικό ιστότοπο αλληλεπιδρώντας μεταξύ του πραγματικού και του επαυξημένου κόσμου. Μια άλλη προσέγγιση των παιχνιδιών AR επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν τα δικά τους εικονικά άτομα ή αντικείμενα, να τα τοποθετήσουν σε ένα συγκεκριμένο μέρος στον πραγματικό κόσμο και να αλληλεπιδράσουν μαζί τους σε πραγματικό χρόνο για να λύσουν δεδομένα προβλήματα.

5. Χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας ως εργαλείο Μάρκετινγκ, Διαφήμισης και Προώθησης Πωλήσεων Προϊόντων

Το διαδικτυακό περιοδικό Gartner (Panetta 2018) σημειώνει ότι τόσο η εικονική πραγματικότητα (VR) όσο και η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) ανήκουν στις δέκα πιο αναπτυσσόμενες τεχνολογίες της εποχής μας. Επίσης αναφέρεται ότι η εξέλιξη και των δύο αυτών τεχνολογιών αναμένεται να είναι ραγδαία, τουλάχιστον μέχρι το 2028. Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς για τις εφαρμογές που τις χρησιμοποιούν υπολογίζονταν στις αρχές τις δεκαετίας μας (2020) στα 14 δισεκατομμύρια αμερικάνικα δολάρια, ενώ σήμερα η ανάπτυξη τους έχει ανέλθει σε περίπου 50 με 60 δισεκατομμύρια.

Ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο των εφαρμογών αυτών ανήκουν πλέον στην προώθηση και την πώληση προϊόντων - καταναλωτικών και μη. Πιο συγκεκριμένα η AR ξεκίνησε και έχει αναπτυχθεί σημαντικά στους τομείς της μόδας, της πώλησης επίπλων και των προϊόντων ομορφιάς, ενώ έχει αρχίσει να εισβάλλει και να διευρύνεται καθημερινά σε όλο το φάσμα των καταναλωτικών προϊόντων.

5.1. Εννοιολογικό πλαίσιο ανάπτυξης μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για σκοπούς μάρκετινγκ και διαφήμισης.

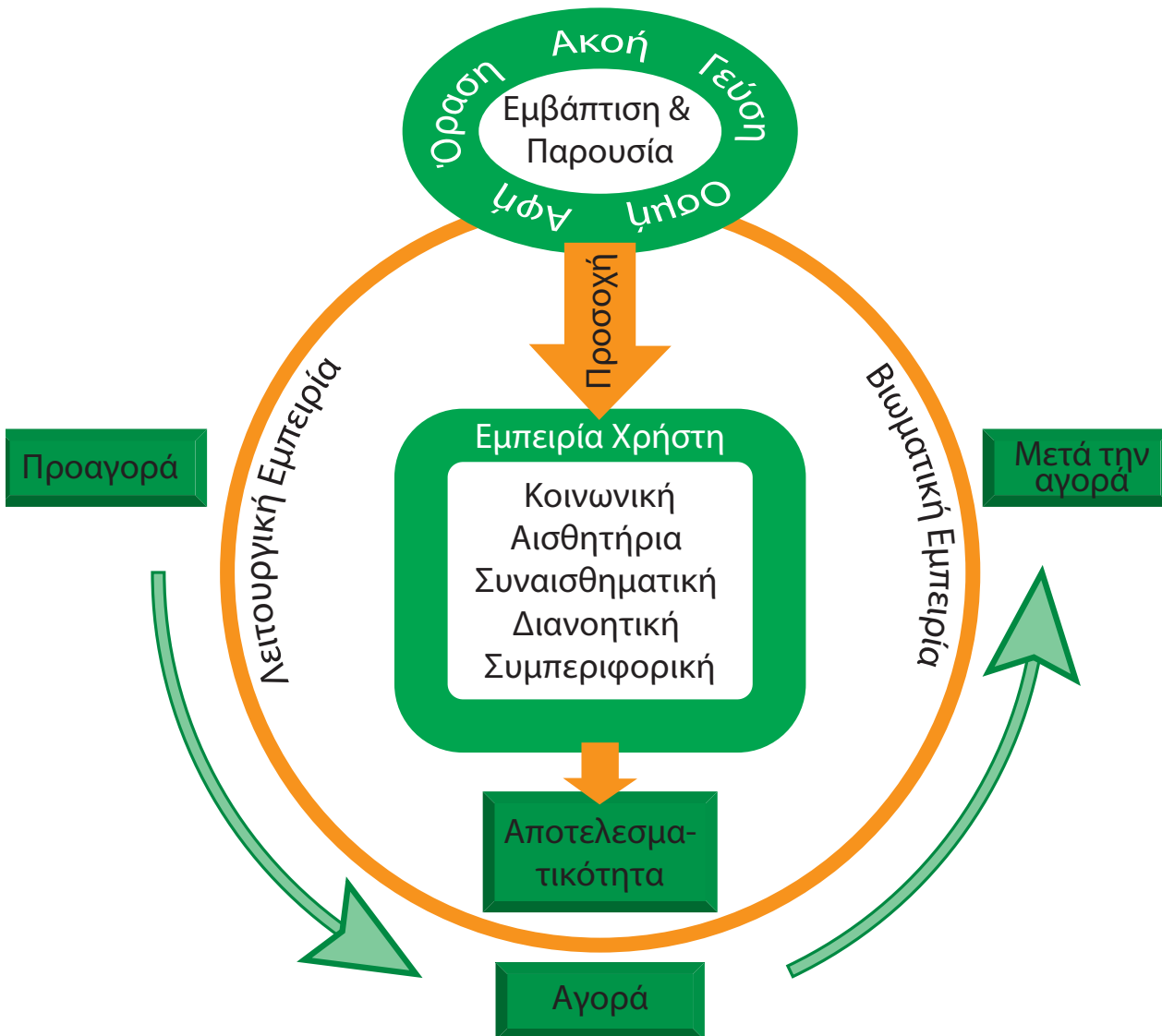
Το καταναλωτικό Μάρκετινγκ βασίζεται σε ένα εννοιολογικό πλαίσιο (Kotler 2003), το οποίο ενώνει και συνδυάζει διάφορους τομείς και σημεία “κλειδιά” στην ανάπτυξη και προώθηση προϊόντων. Πάνω στο πλαίσιο αυτό θα πρέπει να βασιστεί και να αναπτυχθεί μία εφαρμογή AR, που θα έχει ως σκοπό την προώθηση και την πώληση προϊόντων.

Το κέντρο του πλαισίου αυτού και ο στόχος του καταναλωτικού μάρκετινγκ είναι η “καταναλωτική εμπειρία”. Όλες οι ενέργειες και η ανάπτυξη ιδεών γύρω από ένα προϊόν έχουν σκοπό να ικανοποιήσουν και να εμπλουτίσουν στο μέγιστο την εμπειρία αυτή.

Το ιδανικό μείγμα που πρέπει να αναπτυχθεί ξεκινάει από το στάδιο της προαγοράς, με την ανάπτυξη ερεθισμάτων εικόνας, ήχου, γεύσης, όσφρησης και αφής. Δημιουργείται με αυτόν τον τρόπο η κατάλληλη προσοχή συναισθημάτων, συμπεριφορών και κοινωνικών ανταποκρίσεων των προσφερόμενων ιδιοτήτων και χρήσεων ενός προς πώληση προϊόντος κατά τη διάρκεια της συνολικής αγοράς του από τον τελικό καταναλωτή του.

Το πόσο αποτελεσματική είναι η εμπειρία του χρήστη από την επαύξηση θα καθορίσει και την τελική του απόφαση για την αγορά, που είναι και ο ουσιαστικός σκοπός της δημιουργίας ενός προς πώληση προϊόντος. Τις τελευταίες δεκαετίες δίνεται επίσης επιπλέον έμφαση στην αναγνώριση της βιωματικής εμπειρίας του

τελικού καταναλωτή μετά την αγορά, που έχει ως στόχευση την ανατροφοδότηση δεδομένων για την περαιτέρω βελτίωση και ανάπτυξη του προϊόντος.



Κύκλος καταναλωτικής εμπειρίας ενός προϊόντος

5.2.Εμβάπτιση

Από τις πέντε βασικές ανθρώπινες αισθήσεις, η όραση, η ακοή και η αφή είναι οι αισθητηριακές εισροές που προσομοιώνονται κυρίως σε εικονικά περιβάλλοντα. Ο βαθμός ρεαλισμού της προσομοίωσης σε έναν υπολογιστή αυτών των αισθητηριακών εισροών στον ανθρώπινο εγκέφαλο ονομάζεται εμβάπτιση. Προηγούμενη έρευνα έχει δείξει ότι τα εικονικά περιβάλλοντα γίνονται ολοένα και πιο καθηλωτικά, προκαλώντας υποκειμενικές και φυσιολογικές

ανταποκρίσεις, παρόμοιες με αυτές που προκαλούνται από τα αντίστοιχα πραγματικά περιβάλλοντα (Meehan, Insko et al. 2002).

Το οπτικό πεδίο (FOV) και η ανάλυση της οπτικής οθόνης είναι δύο από τα βασικά στοιχεία της εμπάπτισης. Και τα δύο αναφέρονται στις ενεργές οριζόντιες και κάθετες γωνίες μέσα από τις οποίες φαίνεται ένα εικονικό περιβάλλον και στο οποίο τοποθετούνται τα αντικείμενα της επαυξημένης πραγματικότητας. Η αντίληψη βάθους είναι ένα επιπλέον κρίσιμο στοιχείο τόσο για τις εφαρμογές AR όσο και για τις VR. Η πιο σημαντική ένδειξη βάθους είναι η δίοφθαλμη ανισότητα. Αφορά αντικείμενα που απέχουν σε απόσταση από τον παρατηρητή - χρήστη λιγότερη από τα περίπου 10 μέτρα, και είναι εφικτή η απόδοση της επαύξησης με ελαφρώς διαφορετικές προβολές για τον αριστερό και τον δεξιό αμφιβληστροειδή του ανθρώπινου ματιού, ώστε να δημιουργηθεί η αντίληψη του βάθους. Τα HMD προσομοιώνουν την τρισδιάστατη όραση εμφανίζοντας διαφορετική εικόνα σε κάθε μάτι (LaValle 2017).

Για την προσομοίωση της οπτικής αντίληψης, όταν ο χρήστης κινεί το σώμα ή το κεφάλι του, που ονομάζεται απόδοση με βάση το κεφάλι, τα HMD συνήθως ενσωματώνουν αισθητήρες που παρακολουθούν τη θέση, τον προσανατολισμό και την κίνηση του κεφαλιού, έτσι ώστε το περιβάλλον και τα αντικείμενα του να μπορούν να αποδοθούν σύμφωνα με την οπτική γωνία του χρήστη. Οι φορητές συσκευές AR παρακολουθούν τη θέση και τον προσανατολισμό τους στο χώρο, γεγονός που τους επιτρέπει να συνδυάζουν εικονικές και πραγματικές σκηνές και αντικείμενα. Ο αριθμός των καρτέ ανά δευτερόλεπτο που μπορούν να αποδώσουν τα HDM είναι κρίσιμος για την απόδοση της βάσης κεφαλής και για τη δημιουργία μιας ψευδαίσθησης κίνησης υψηλής πιστότητας. Οι Kang, Shin και Ponto (2020) δείχνουν ότι οι οπτικο-χωρικές ενδείξεις και η διαδραστικότητα ενισχύουν την αντίληψη των καταναλωτών για την πληροφόρηση και οι Li, Daugherty και Biocca (2008) δείχνουν ότι η τρισδιάστατη παρουσίαση προϊόντων τόσο σε εικονικά όσο και σε πραγματικά περιβάλλοντα επηρεάζει θετικά τις στάσεις και τις προθέσεις τους.

Οι εγγεγραμμένοι ήχοι μπορούν να αναπαραχθούν με πολύ υψηλή πιστότητα σε CAVE (surround ή στερεοφωνικά ηχεία), HMD και smartphone (ακουστικά). Ωστόσο, η προσομοίωση της διάδοσης του ήχου σε πραγματικό χρόνο σε εικονικά περιβάλλοντα με τη μοντελοποίηση των φυσικών διεργασιών που εμπλέκονται είναι μια εξαιρετικά απαιτητική εργασία (LaValle, 2017, σελ. 325). Οι Bialkova και Van Gisbergen (2017) βρίσκουν ότι τα υψηλότερα επίπεδα δέσμησης και παρουσίας προκάλεσαν τη μουσική να έχει μεγαλύτερη ρυθμιστική επίδραση στη συμπεριφορά.

Το απτικό στοιχείο μιας επαύξεσης περιλαμβάνει την αίσθηση της αφής, η οποία είναι μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος σωματοαισθητηριακών οργάνων σε όλο το σώμα που αισθάνεται την επαφή και τη θερμοκρασία του δέρματος και τη δύναμη, την ισορροπία, τη στάση (ιδιοδεκτικότητα) και την κίνηση (κιναισθησία) των μερών του σώματος, συμπεριλαμβανομένων των χεριών και των δακτύλων (Suomalainen, Nilles et al. 2020). Οι απτικές λειτουργίες γίνονται όλο και περισσότερο μέρος των συστημάτων AR, προσθέτοντας τις αισθήσεις της δύναμης και της αφής. Σε παιχνίδια VR η γραφίδα ή το χειριστήριο μέσω του οποίου ο χρήστης αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον μπορεί να παρέχει ανατροφοδότηση απτικής δύναμης (Sherman 2002) και αυτή η δυνατότητα έχει αρχίσει να εισρέει και στις εφαρμογές AR.

5.3. Παρουσία

Η «παρουσία» ή η «τηλεπαρουσία» είναι μια ψυχική κατάσταση κατά την οποία ο χρήστης αισθάνεται κάποια φυσική ύπαρξη σε μία επαύξεση ή ένα εικονικό περιβάλλον, δηλαδή ο χρήστης αισθάνεται ότι κάτι ή κάποιος «είναι εκεί» (Steuer 1992, Sanchez-Vives and Slater 2005). Η παρουσία εμφανίζεται όταν, σε κάποιο βαθμό, η πραγματική αισθητηριακή είσοδος αντικαθίσταται από την εικονική αισθητηριακή είσοδο, ο χρήστης ανταποκρίνεται παρόμοια με την τελευταία όπως και στην πρώτη και έχει την αίσθηση ότι μπορεί να κάνει ενέργειες που επηρεάζουν το εικονικό περιβάλλον (διαδραστικότητα) Sanchez-Vives & Slater, 2005). Η έννοια της παρουσίας είναι στενά συνδεδεμένη με αυτήν της «ροής» ή της «βέλτιστης εμπειρίας» (Moller, Meier et al. 2010), η οποία χαρακτηρίζεται από εστιασμένη προσοχή στο έργο, σε βάρος όλων των άλλων.

Το εννοιολογικό πλαίσιο των Hoffman και Novak (1996) για τα ψηφιακά καταναλωτικά περιβάλλοντα αναγνωρίζει την προσοχή ως κρίσιμο προαπαιτούμενο της ροής μιας επαύξεσης και διέκριναν δύο μορφές ροής, τη στοχευμένη και τη βιωματική. Η κατευθυνόμενη προς τον στόχο ή η λειτουργική ροή έχει εξωτερικά κίνητρα, ενώ η βιωματική ροή έχει εγγενή κίνητρα. Η εμπειρία της ροής πιστεύεται ότι έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της μνήμης, της απόδοσης των επιδράσεων και των εργασιών και μειωμένη αντίληψη της συνείδησης και του χρόνου. Η παρουσία θα οδηγήσει έτσι σε υψηλότερη αποτελεσματικότητα μίας επαύξεσης ή εικονικής πραγματικότητας. Η μεταφορά συμβαίνει όταν η απόδοση της εργασίας και οι σχετικές γνωστικές και συναισθηματικές καταστάσεις είναι παρόμοιες με εκείνες στον πραγματικό κόσμο (Marín-Morales, Higuera-Trujillo et al. 2018).

5.4. Η έννοια της Προσοχής στην επαυξημένη πραγματικότητα

Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε μέσα από ποιον ψυχολογικό μηχανισμό αναδύεται μια αίσθηση παρουσίας σε ένα εικονικό περιβάλλον. Οι Witmer και Singer (1998) υποστήριξαν ότι υπάρχει σύνδεση μεταξύ της προσοχής που δίνουν οι χρήστες στα εικονικά αντικείμενα και της αίσθησης παρουσίας τους (Steuer 1992, Hoffman and Novak 1996). Όσο περισσότερη προσοχή εστιάζεται πάνω στα αντικείμενα, τόσο περισσότερη αισθητηριακή αντίληψη κυριαρχείται από αυτά. Αυτό το γεγονός οδηγεί σε μεγαλύτερη αίσθηση παρουσίας (Darken, Bernatovich et al. 1999). Εμπειρικά, τόσο αυτές οι πρώτες μελέτες όσο και οι πιο πρόσφατες (Baka, Stavroulia et al. 2018) υποστηρίζουν ότι η προσεκτική επεξεργασία παίζει καθοριστικό ρόλο στην εμπειρία της παρουσίας. Η προσοχή είναι μια περιορισμένη ικανότητα, επιλεκτική διαδικασία που υποστηρίζει την επίτευξη του στόχου ενισχύοντας την επεξεργασία συγκεκριμένων αισθητηριακών εισροών και καταστέλλουν την επεξεργασία άλλων, μη επιλεγμένων εισροών. Ο Schlosser (2003) έδειξε ότι οι εικονικές πληροφορίες ενός προϊόντος που παρουσιάζονται με τρόπο που συνάδει με τους στόχους των καταναλωτών (περιήγηση ή αναζήτηση) επηρεάζουν θετικά τις στάσεις τους.

5.5. Εμπειρία καταναλωτή

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, χρησιμοποιούμε τους όρους «εμπειρία καταναλωτή» και «εμπειρία πελάτη» εναλλακτικά για να αναφερθούμε στην υποκειμενική, δυναμική, πολυδιάστατη αντίδραση ενός καταναλωτή, που αποτελείται από γνωστικές, συναισθηματικές, συμπεριφορικές, αισθητηριακές και κοινωνικές αντιδράσεις, στις αλληλεπιδράσεις με προσφορές και ενέργειες μάρκετινγκ μιας εταιρείας σε όλες τις φάσεις του καταναλωτικού ταξιδιού του πελάτη (Lemon and Verhoef 2016, Bolton, McColl-Kennedy et al. 2018, Becker and Jaakkola 2020, Kuppelwieser 2021). Για συστήματα AR, η εμπειρία χρήστη συμβάλλει σημαντικά στην εμπειρία του πελάτη. Η εμπειρία χρήστη σχετίζεται με τον τρόπο με τον οποίο ένα άτομο αλληλεπιδρά με προϊόντα, υπηρεσίες, πληροφορίες, πρόσωπα και αντικείμενα μέσω μιας διεπαφής χρήστη, συμπεριλαμβανομένων αυτών και AR και VR (Dix, Finlay et al. 2003, Law, Roto et al. 2009, Irshad and Rambli 2014).

Οι φυσικές διεπαφές χρήστη έχουν πρόσφατα αποκτήσει δημοτικότητα και βελτιώνουν την εμπειρία του χρήστη. Επιτρέπουν στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με ψηφιακές συσκευές, μέσω της αφής (Chylinski, Heller et al. 2021), της φωνής (Saad, Afzal et al. 2017) και της όρασης (Bigne, Llinares et al. 2016). Εξωγενείς παράγοντες όπως ο χρόνος, ο καιρός και η παρουσία άλλων,

μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως είσοδοι για τη βελτίωση της εμπειρίας χρήστη.

Ενώ για την εμπειρία χρήστη οι βιβλιοθήκες των εφαρμογών έχουν επικεντρωθεί κατά κύριο λόγο στην αισθητική και τα συναισθήματα, οι απαιτήσεις για την περίπτωση ανάπτυξης επαυξημένης πραγματικότητας για τη διαφήμιση και το μάρκετινγκ προϋποθέτουν την ανάπτυξη πέντε επιπλέον βασικών εννοιών.

Οι έννοιες αυτές έχουν αναλυθεί από τους Hoffman και Novak (Hoffman and Novak 2018), που επινόησαν το αρκτικόλεξο **BASIS**:

- B**ehavioral (κινητικές ενέργειες),
- A**ffective (χαρά, θυμός, λύπη, φόβος, έκπληξη, αηδία),
- S**ensory (όραση, ακρόαση, αφή, γεύση και όσφρηση),
- I**ntellectual (διανοητική, γνωστική ικανότητα) και
- S**ocial (κοινωνικοποίηση).

Οι εμπειρίες ενός καταναλωτικού προϊόντος, μίας επωνυμίας, μίας αγοράς και κατανάλωσης απαντώνται από τη συνθήκη **BASIS** σε διαφορετικούς βαθμούς η κάθε μία. Όπως περιγράφεται στο εννοιολογικό πλαίσιο, αυτές οι αποκρίσεις BASIS επηρεάζονται από τέσσερα χαρακτηριστικά της Επαυξημένης Πραγματικότητας:

- I. Αισθητηριακή αντίληψη,
- II. Διαδραστικές διαδικασίες,
- III. Χωρικές και συμφραζόμενες οθόνες και
- IV. Συνεργατικές αλληλεπιδράσεις.

Η επιρροή της επαυξημένης πραγματικότητας στην εμπειρία που βιώνει ένα πελάτης έχει αποδειχθεί από τους Flavián, Ibáñez-Sánchez και Oγús (Flavián, Ibáñez-Sánchez et al. 2019), ενώ η αλληλεπίδραση που προσφέρει κάνει ένα προϊόν πιο ελκυστικό και οδηγεί σε θετικές συμπεριφορές πριν, κατά και μετά την κατανάλωση. Οι εμπειρίες επαύξεσης που αποκτούνται με μία εφαρμογή καταναλωτικού προϊόντος έχουν αποδειχθεί ότι επηρεάζουν την καταναλωτική στάση, τις προτιμήσεις, τις προθέσεις αγοράς, τις επιλογές, το τρόπο χρήσης ενός προϊόντος και την ικανοποίηση και αφοσίωση ενός πελάτη σε αυτό.

5.6. Πεδίο εφαρμογής

Μια βασική απόφαση που είναι αναγκαίο να παρθεί κατά το σχεδιασμό μιας εφαρμογής επαύξησης είναι να καθοριστεί το κατάλληλο πλαίσιο που μετριάζει την επίδραση της προσοχής, διεγείρει την παρουσία και ενισχύει την εμπειρία του χρήστη. Ακόμα το αν θα περιλαμβάνει χρηστικά ή ηδονικά προϊόντα, υπηρεσίες ή χαρακτηριστικά. Τα χρηστικά περιβάλλοντα δίνουν προτεραιότητα και προσανατολισμό στο στόχο, δηλαδή στο προϊόν αυτό κάθε αυτό ως έχει παρουσιάζοντας τις ιδιότητες και τις χρήσεις του. Από την άλλη, τα βιωματικά περιβάλλοντα πρωταρχικός τους σκοπός είναι η βιωματική εμπειρία του χρήστη με το προϊόν. Η διαδικασία με την οποία συμβαίνει αυτό είναι η δημιουργία συμφραζόμενων, όπου το πλαίσιο (προϊόντα, σκηνές) ενεργοποιεί σχετικές μνήμες, κίνητρα και κανόνες για την αντίληψη και τη δράση.

Εκτός από τον μετριασμό των σχέσεων μεταξύ εμπάπτισης, παρουσίας, προσοχής και εμπειρίας καταναλωτή, το πλαίσιο εφαρμογής είναι επίσης πιθανό να επηρεάσει τον αντίκτυπο της εμπειρίας των καταναλωτών στην αποτελεσματικότητα των εφαρμογών AR. Για παράδειγμα, είναι πιθανό ο αντίκτυπος της εμπειρίας των καταναλωτών στην αποτελεσματικότητα της επαυξημένης πραγματικότητας να είναι ισχυρότερος για βιωματικά προσανατολισμένες εφαρμογές AR.

5.7. Στάδια ανάπτυξης της εμπειρίας πελάτη

Οι εφαρμογές AR μπορούν να διευκολύνουν την εμπειρία των καταναλωτών και να βοηθήσουν στη λήψη των αποφάσεων τους. Τα στάδια που βοηθούν και δομούν τη συμπεριφορά αυτή είναι η δημιουργία εμπειριών προαγοράς, κατόπιν αγοράς και τέλος τη μετά την αγορά εμπειρία ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας. Τα κίνητρα, οι στόχοι, οι πληροφορίες και τα οφέλη των καταναλωτών που αναζητούνται μπορεί να εξελιχθούν κατά τη διάρκεια του “καταναλωτικού ταξιδιού” του πελάτη με την ενασχόληση του με μία επαύξηση. Πρόσφατες μελέτες εξέτασαν την επιρροή της εμπάπτισης ή της παρουσίας της επαυξημένης και της εικονικής πραγματικότητας στην εμπειρία του χρήστη εστιάζοντας συνήθως σε ορισμένα στάδια κατά τη διάρκεια της διαδρομής εμπειρίας του πελάτη (Hilken, de Ruyter et al. 2017, Flavián, Ibáñez-Sánchez et al. 2019, Manis and Choi 2019, Hadi and Valenzuela 2020), εξετάζοντας ομοιότητες και διαφορές στα διάφορα στάδια, εμβαθύνοντας στην κατανόηση του τρόπου βελτίωσης του σχεδιασμού και της ανάπτυξης εφαρμογών AR.

5.8. Η αποτελεσματικότητα της εικονικής πραγματικότητας και αξιολόγησή της

Η αποτελεσματικότητα των εφαρμογών AR στο μάρκετινγκ αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο η AR είναι επιτυχής στην υποστήριξη, την ενεργοποίηση ή τη βελτίωση της χρήσης και της εμπειρίας των καταναλωτών. Η ταξινόμηση BASIS (Hoffman and Novak 2018) της ανταπόκρισης πελατών σε σχέση με την αποκτούμενη εμπειρία, παρέχει μια βάση για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών AR στην εμπειρία των καταναλωτών.

Η εμπάπτιση και η παρουσία μπορούν να παρακολουθηθούν και να μετρηθούν χρησιμοποιώντας μια ποικιλία «αισθητηριακών», «συναισθηματικών» και «συμπεριφορικών» μετρήσεων (ειδικά τις κινητικές ενέργειες). Η προσοχή συνηθίζεται να μετράται κυρίως μέσω εργαλείων ανταπόκρισης που έχει ενισχυθεί σημαντικά με τη χρήση τεχνικών παρακολούθησης ματιών και νευροφυσιολογικών σημάτων. Η εμπειρία του καταναλωτή μπορεί να αξιολογηθεί μέσω μιας ποικιλίας συναισθηματικών, γνωστικών και κοινωνικών μέτρων, όπως τα συναισθήματα, οι στάσεις και οι προτιμήσεις.

Η βιβλιογραφία για τη συμπεριφορά των καταναλωτών και την έρευνα μάρκετινγκ προσφέρει πλούσιες γνώσεις σχετικά με τα εργαλεία αξιολόγησης για την επίτευξη λειτουργικών έναντι των βιωματικών οφελών (Hanlana and Holbrook 1986, Hoffman and Novak 1996), καθώς επίσης και τα μέτρα των στάσεων και των συμπεριφορών που σχετίζονται ιδιαίτερα με τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης της εμπειρίας του πελάτη (Lemon and Verhoef 2016). Για παράδειγμα, η ευαισθητοποίηση, το ενδιαφέρον και η πρόθεση αγοράς είναι βασικά μέτρα ενδιαφέροντος για το στάδιο της προαγοράς. Η συχνότητα αγορών, οι δαπάνες, η προθυμία για πληρωμή είναι σημαντικά μέτρα για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας της επαυξημένης πραγματικότητας στο στάδιο της αγοράς. Η ικανοποίηση, η αφοσίωση και η αντιπροσώπευση αντικατοπτρίζουν τον τρόπο με τον οποίο η επαυξημένη πραγματικότητα επηρεάζει τους καταναλωτές στο στάδιο μετά την αγορά.

Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τύποι δεδομένων που μπορούν να συλλεχθούν από συστήματα AR και να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας τους:

5.8.1. Αντικειμενικά δεδομένα

Τα αντικειμενικά δεδομένα είναι τα τεχνικά χαρακτηριστικά εισόδων ήχου (ήχος, συχνότητα ακοής), βίντεο (εικόνα, κίνηση) και οπτικοακουστικά (συγχρονισμός).

5.8.2. Ψηφιακά δεδομένα

Τα ψηφιακά δεδομένα είναι οι φωνητικές εντολές και οι κινήσεις του κεφαλιού, των χεριών, του σώματος, του προσώπου και των ματιών που μπορούν να καταγραφούν ψηφιακά μέσω συσκευών όπως μικρόφωνα, ικνηλάτες κίνησης, κάμερες και απτικές συσκευές. Είναι δεδομένα που παρέχουν εκτενή στοιχεία, τα οποία δείχνουν ότι η δέσμευση σώματος, η απτική ανάδραση, ο χωρικός ήχος, η στερεοψία, ο λανθάνοντας χρόνος, η παρακολούθηση κεφαλιού, η κίνηση, τα κινούμενα σχέδια, οι ρυθμοί καρτέ και το οπτικό πεδίο συνδέονται όλα με την εμπειρία της παρουσίας. Αυτά τα μέτρα επιτρέπουν την εύκολη λήψη μετρήσεων πεδίου, όπως ο χρόνος αγορών, η εξέταση προϊόντος και οι χρόνοι χειρισμού προϊόντων.

5.8.3. Νευροφυσιολογικά δεδομένα

Τα νευροφυσιολογικά σήματα συμπεριλαμβάνουν τη μεταβολή του καρδιακού ρυθμού, την ηλεκτροδερμική αντίδραση, τον αναπνευστικό ρυθμό και τον τόνο της φωνής. Μπορούν να μετρηθούν μέσω φορητών συσκευών που ταυτόχρονα χρησιμοποιούνται για να διευκολύνουν την απόκριση της AR σε αυτά τα σήματα.

Η οπτική προσοχή μπορεί να μετρηθεί διακριτικά μέσω της καταγραφής των κινήσεων των ματιών, επειδή οι κινήσεις των ματιών και η προσοχή συνδέονται στενά. Οι υπέρυθρες και οι βιντεοκάμερες σε οθόνες κεφαλής και φορητές συσκευές επιτρέπουν την καταγραφή των κινήσεων των ματιών ενώ οι χρήστες εξερευνούν το περιβάλλον.

Η παρακολούθηση εκφράσεων προσώπου γίνεται χρησιμοποιώντας κάμερες, αλλά εξακολουθεί να είναι δύσκολο να εφαρμοστεί σε οθόνες κεφαλής, καθώς αυτές οι συσκευές καλύπτουν το πάνω μισό του προσώπου.

Οι νευροφυσιολογικές μετρήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογήσουν την προσοχή των καταναλωτών, τα συναισθήματα παρουσίας τους, τον γνωστικό τους φόρτο εργασίας, τα συναισθήματα και διάφορες πτυχές των εμπειριών τους. Έτσι, η παρουσία μπορεί να μετρηθεί τόσο μέσω συμπεριφορικών αποκρίσεων των χρηστών

(στατική ταλάντευση, κινήσεις των ματιών) όσο και μέσω φυσιολογικών μετρήσεων (καρδιακός ρυθμός, αντίσταση δέρματος / αγωγιμότητα).

5.8.4. Αυτοαναφερόμενα δεδομένα

Τα αυτοαναφερόμενα δεδομένα συλλέγονται από ερωτηματολόγια και ποιοτικές συνεντεύξεις που συμπληρώνουν τα δεδομένα παρατήρησης. Αν και τα διακριτικά ψηφιακά και νευροφυσιολογικά δεδομένα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την αξιολόγηση των διαφόρων διαστάσεων των αποκρίσεων των καταναλωτών στην επαυξημένη πραγματικότητα, τα δεδομένα αυτοαναφοράς θα παραμείνουν χρήσιμα για τη μέτρηση των στάσεων, των προτιμήσεων και της ικανοποίησης των καταναλωτών. Ο συνδυασμός αυτών των δύο τύπων δεδομένων επιτρέπει στους ερευνητές να αξιολογήσουν ολοκληρωμένα την αλυσίδα εμπάπτισης - προσοχής - παρουσίας - εμπειρίας πελάτη σε μια μεγάλη ποικιλία εφαρμογών AR για το μάρκετινγκ.

5.9. Εφαρμογές AR στην πρακτική μάρκετινγκ καταναλωτών

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει τις εμπειρίες των καταναλωτών σε όλη τη διαδρομή μιας καταναλωτικής αγοράς. Από την ευαισθητοποίηση, την αξιολόγηση, τη λήψη αποφάσεων, τη δοκιμή και την επαναγορά, έως και τις αξιολογήσεις κατανάλωσης και μετά από αυτήν. Οι εφαρμογές AR έχουν αναπτυχθεί σε ένα ευρύ φάσμα κατηγοριών καταναλωτικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων των ενδυμάτων και της μόδας, των αυτοκινήτων, των συσκευασμένων καταναλωτικών αγαθών, της ομορφιάς και των αρωμάτων, των οικιακών ειδών, των κοσμημάτων, των φιλανθρωπικών οργανώσεων, των ειδήσεων και των πληροφοριών, τα εστιατόρια, τα ταξίδια, τον τουρισμό και τα ακίνητα.

Σε αυτήν την ενότητα θα παρουσιαστεί μια σύνοψη διάφορων εφαρμογών AR από τρεις κύριους τομείς του καταναλωτικού μάρκετινγκ:

- 1) επικοινωνία / διαφήμιση,
- 2) λιανική πώληση σε καταναλωτές και
- 3) δημιουργία ή βελτίωση της εμπειρίας κατανάλωσης.

Αυτοί οι τρεις τομείς αντιστοιχούν κατά προσέγγιση στα στάδια προαγοράς, αγοράς και μετά την αγορά στον κύκλο καταναλωτικής εμπειρίας ενός πελάτη.

5.9.1. Το στάδιο της προαγοράς: Εφαρμογές AR στην επικοινωνία / διαφήμιση

Ένας βασικός τομέας εφαρμογής των τεχνολογιών AR στο μάρκετινγκ είναι η διαφήμιση, η οποία είχε ήδη μέγεθος αγοράς 167 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ το 2017. Οι διαφημίσεις AR αναφέρεται ότι έχουν υψηλότερη αφοσίωση και “κλικ” (τρόπος μέτρησης ανταπόκρισης για διαφημίσεις στο διαδίκτυο) από τις τυπικές διαδικτυακές διαφημίσεις. Προκαλούν θετικές στάσεις για την επωνυμία και τονώνουν τις προθέσεις αγοράς. Συσκευασμένα προϊόντα, είδη ένδυσης, αξεσουάρ, καλλυντικά, έπιπλα, τυχερά παιχνίδια και ψυχαγωγία είναι μερικές από τις κατηγορίες προϊόντων που προωθούνται. Εταιρείες όπως η Coca Cola, η Timberland, η IKEA, ο Michael Kors, η Sephora, η Bobbi Brown και η Pottery Barn ακολούθησαν αμέσως αυτή τη τάση διαφήμισης.

Οι διαφημίσεις AR για κινητά, που τοποθετούνται σε διάφορα μέσα και ειδικά σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης, επιτρέπουν τη διαδραστική εξερεύνηση προϊόντων και τη βελτίωση προϊόντων μέσω της παροχής πληροφοριών σχετικά με την παραγωγή, το περιεχόμενο, τη σχεδίαση, τα μενού και τις κριτικές, καθώς και τη δημιουργία συμφραζόμενων προϊόντων (όπως για ρούχα, κοσμήματα και μακιγιάζ). Ορισμένες από αυτές τις διαφημίσεις γεφυρώνουν τα όρια μεταξύ διαφήμισης και λιανικής πώλησης, επειδή επιτρέπουν στους καταναλωτές να κάνουν αγορές με το ίδιο μέσο.

Άλλες διαφημίσεις AR επιτρέπουν στους καταναλωτές να αλληλεπιδρούν με έντυπα και υπαίθρια μέσα μέσω εφαρμογών για κινητά, συνήθως παρέχοντας έναν κωδικό QR σε έντυπο που ανακατευθύνει τον θεατή σε μια διεπαφή AR. Αυτό καθιστά τις διαφημίσεις διαδραστικές, παρέχει πληροφορίες για το προϊόν και αλληλεπιδρά με αυτό

Οι απτικές διαφημίσεις που χρησιμοποιούν τη δόνηση των κινητών συσκευών τηλεφωνίας και τάμπλετ έχουν αναπτυχθεί από αρκετές εταιρείες για να βελτιώσουν την αισθητηριακή εμπειρία των διαφημίσεων και να ενισχύσουν την αναγνωρισιμότητα και την αφοσίωση της επωνυμίας τους.

Η υπαίθρια ψηφιακή διαφήμιση AR δημιουργεί ευαισθητοποίηση, δέσμευση και δωρεάν δημοσιότητα μέσω της κοινής χρήσης των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και δημιουργικών εφαρμογών με ψηφιακές οθόνες σε δημόσιους χώρους, όπως στάσεις λεωφορείων, εμπορικά κέντρα, καταστήματα, σιδηροδρομικούς σταθμούς και ούτω καθεξής. Σε αυτού του είδους τις εφαρμογές, τα εικονικά αντικείμενα, τα προϊόντα, τα ζώα ή οι άνθρωποι επικαλύπτονται στον πραγματικό κόσμο. Σε ορισμένες

εφαρμογές, οι καταναλωτές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτά τα εικονικά αντικείμενα και ορισμένες από αυτές επιτρέπουν την εξατομίκευση του περιεχομένου με βάση την αναγνώριση προσώπου ή συναισθημάτων.

Η τοποθέτηση προϊόντος έχει διευκολυνθεί σε μεγάλο βαθμό μέσω AR, με σκοπό τη δημιουργία συμπραζόμενων για αυτό, δείχνοντας το να χρησιμοποιείται σε ένα (επιθυμητό) εικονικό πλαίσιο. Επίσης οι διαφημίσεις με βίντεο 360° ή 3D τοποθετούνται σε παιχνίδια, εικονικά καταστήματα και σε αθλητικές εκπομπές VR, με τρόπο που να μπορούν να στοχεύουν στις αλληλεπιδράσεις ενός συγκεκριμένου καταναλωτή με το εικονικό περιβάλλον.

5.9.2. Το στάδιο της αγοράς: Εφαρμογές AR στη λιανική και πώληση

Οι εφαρμογές AR έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως και στον τομέα της λιανικής πώλησης, όπου έχει αποδειχθεί ότι αυξάνουν τις προθέσεις αγοράς και τα έσοδα.

Εταιρίες όπως οι Home Depot και το IKEA που δραστηριοποιούνται στο λιανικό εμπόριο, έχουν αναπτύξει εφαρμογές AR που μετατρέπουν τα καταστήματα σε εκθεσιακούς χώρους και διευκολύνει τις προγραμματισμένες αγορές, επιτρέποντας στους πελάτες να εντοπίζουν προϊόντα στο κατάστημα μέσω αναζήτησης εικόνων αναφοράς. Ορισμένες εφαρμογές (π.χ. IKEA Place, Amazon AR View) επιτρέπουν στους καταναλωτές να τοποθετούν προϊόντα στα σπίτια τους μέσω smartphone ή μέσω ενός διαδραστικού εκθεσιακού χώρου που προσφέρει μια καθηλωτική εμπειρία που βασίζεται στο HMD. Μαζί με την τεχνολογία beacon, αυτές οι εφαρμογές δημιουργούν νέους τύπους διεπαφής καταναλωτή, όπως έξυπνα καμαρίνια, προσομοιωμένα ράφια, εικονικές προβολές προϊόντων και άλλα.

Οι εφαρμογές AR για κινητά έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μείωση των προβλημάτων στη διαδικασία αγοράς στο διαδύκτιο, καθιστώντας δυνατή τη δοκιμή προϊόντων στο σπίτι (έπιπλα, είδη σπιτιού), στο άτομο (κοσμήματα, ρούχα, καλλυντικά, ενδύματα, παπούτσια) ή σε ανθρώπινα μοντέλα - άβαταρ (ένδυση, μόδα). Πολλές φορές γίνεται και η χρήση εικονικών περιηγήσεων (ακίνητα, ξενοδοχεία, μουσεία, τουριστικές τοποθεσίες), μειώνοντας έτσι το κόστος που σχετίζεται με τις επιστροφές στο διαδικτυακό λιανικό εμπόριο και τις προσωπικές πωλήσεις.

Επίσης έχουν χρησιμοποιηθεί από εταιρείες (Nike, Timberland) εφαρμογές AR για κινητές συσκευές ώστε να βελτιώσουν την εμπειρία

αγοράς των καταναλωτών στα φυσικά καταστήματα τους (ένδυση, παπούτσια, καλλυντικά). Αυτές οι εφαρμογές, οι οποίες συχνά περιλαμβάνουν ψηφιακές οθόνες εντός των καταστημάτων, έξυπνους καθρέφτες ή ολογράμματα, επικεντρώνονται κυρίως στη μόδα και σε άλλα προϊόντα πολυτελείας.

Ακόμα έχουν αναπτυχθεί εφαρμογές AR για κινητές συσκευές που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της πλοήγησης στο κατάστημα και της διαδικτυακής αναζήτησης προϊόντων (οικιακά είδη) με τη βοήθεια αναζήτησης εικόνων αναφορών και σε συνδυασμό με τεχνολογία γεωγραφικού εντοπισμού ή/και φάρου. Πληροφορίες και προτάσεις προϊόντων, εκπτώσεις, προσφορές και κριτικές παρέχονται στο κατάστημα είτε σε διαδραστικές ψηφιακές οθόνες είτε με εικονική σήμανση σε κινητές συσκευές.

Τα εικονικά αναδυόμενα καταστήματα, όπως το περίφημο παράδειγμα του Yihaodian στην Κίνα, αποτελούν πρόσφατη εξέλιξη. Σε αυτές τις εφαρμογές, δημιουργείται (προσωρινά) ένα εικονικό κατάστημα και προσαρμόζεται στον χρήστη χρησιμοποιώντας HMD, ψηφιακές οθόνες εξωτερικού χώρου ή φορητές συσκευές. Οι λιανοπωλητές τροφίμων και ταχέως κινούμενων συσκευασμένων καταναλωτικών αγαθών ήταν πρωτοπόροι σε αυτόν τον τομέα.

5.9.3. Το στάδιο μετά την αγορά: Εφαρμογές AR για εμπειρίες κατανάλωσης προϊόντων

Για ορισμένες κατηγορίες καταναλωτικών προϊόντων, το εικονικό περιβάλλον που δημιουργείται είναι το ίδιο το προϊόν/εμπειρία, συχνά μέσω της χρήσης HMD ή εφαρμογών AR για κινητές συσκευές. Τα παιχνίδια είναι ένα πρωταρχικό παράδειγμα και τα ηλεκτρονικά αθλήματα κερδίζουν ιδιαίτερη δημοτικότητα σε αυτόν τον τομέα. Οι εφαρμογές επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας ως προσφορές προϊόντων αυξάνονται επίσης σε αγοραστικούς τομείς όπως τα ταξίδια, τις τέχνες και την παρουσίαση ειδήσεων και αθλητικών αναλύσεων (π.χ. εφαρμογές από την Carnival Cruise Line, το BBC και τους New York Times). Ορισμένα μουσεία (π.χ. το Smithsonian) προσφέρουν εικονικές περιηγήσεις σε επιλεγμένες συλλογές ή εκθέσεις, έτσι ώστε οι θεατές να έχουν μια καθηλωτική εμπειρία χωρίς να επισκεφθούν τα φυσικά μέρη. Οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνουν τη συμπλήρωση και τη βελτίωση των εμπειριών δημιουργίας και κατανάλωσης προϊόντων.

Ορισμένες εφαρμογές επιτρέπουν την προσαρμογή προϊόντων ή τη συν-δημιουργία μέσω AR στο σπίτι ή άλλες ρυθμίσεις εκτός καταστήματος (όπως για μόδα, κοσμήματα και καλλυντικά). Μπορεί να βελτιωθεί η εμπειρία προϊόντος εντός καταστήματος / εσωτερικών χώρων, η οποία επιτυγχάνεται κυρίως μέσω εφαρμογών AR για κινητές συσκευές, όπως εφαρμογές για ταξίδια, αυτοκίνητα και ακίνητα. Επιπλέον, η εμπειρία κατανάλωσης προϊόντος μπορεί να βελτιωθεί μέσω του gamification (καταναλωτικά προϊόντα), της εκπαίδευσης στη χρήση (ηλεκτρονικά και οικιακές συσκευές) ή της ενσωμάτωσης της χρήσης (ταξίδια, φιλανθρωπικές εκδηλώσεις). Οι εφαρμογές AR μπορούν να βελτιώσουν την εμπειρία και την αξιολόγηση μετά την κατανάλωση παρέχοντας πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τα συμφραζόμενα ή επαναλαμβάνοντας τη διαδικασία κατανάλωσης (ταξίδια, παραστατικές τέχνες).

5.9.4. Μελλοντικές προκλήσεις

Οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας στο καταναλωτικό μάρκετινγκ γίνονται στήριγμα και οι καταναλωτές έχουν αρχίσει να τις περιμένουν και να βασίζονται σε αυτές. Ενώ οι εταιρείες μπορούσαν να βρουν ένα μοναδικό σημείο διαφοροποίησης μέσω της εφαρμογής της εικονικής πραγματικότητας πριν από λίγο καιρό, έχει καταστεί απαραίτητο να ανταγωνίζονται με επιτυχία σε πολλούς κλάδους. Ωστόσο, παραμένουν δύο βασικές προκλήσεις για την περαιτέρω διάδοση και υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών.

Το πρώτο είναι τα ζητήματα απορρήτου, το οποίο σχετίζεται με την απροθυμία των καταναλωτών να μοιραστούν προσωπικά δεδομένα και φωτογραφίες με εταιρείες, και τις ανησυχίες τους σχετικά με την κοινή χρήση και τη χρήση αυτών των πληροφοριών για άλλους σκοπούς. Δεύτερον, η υιοθέτηση μπορεί να παρεμποδιστεί επειδή οι καταναλωτές δεν είναι επαρκώς εξοικειωμένοι με την τεχνολογία, μπορεί να εμφανίσουν ασθένεια κατά τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας ή να μην δουν τα οφέλη της. Το τελευταίο μπορεί να οφείλεται σε κακή εμπειρία χρήστη λόγω ατελειών στην απόδοση του μεγέθους, του χρώματος ή της χωροταξικής τοποθέτησης των προϊόντων.

6. Μελέτη Περίπτωσης ανάπτυξης Επαυξημένης Πραγματικότητας για παρουσίαση προϊόντος στο χονδρικό εμπόριο

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει προσπάθεια παρουσίασης και ανάδειξης ενός προϊόντος, το οποίο πωλείται ως διαφημιστικό εταιρικό δώρο στο χονδρικό εμπόριο. Ο σκοπός της δημιουργίας του AR εφέ της μελέτης αυτής, αποσκοπεί στην παρουσίαση του προϊόντος με 3D μοντέλο για διαφημιστικούς και προωθητικούς λόγους.

Πιο συγκεκριμένα, κατά την ανάγνωση του προϊόντικου καταλόγου της επιχείρησης, να έχει τη δυνατότητα ο χρήστης - πελάτης, με τη βοήθεια μίας έξυπνης συσκευής - Smartphone ή Tablet, να σκανάρει με τη βοήθεια της κάμερας της μία εικόνα reference και να του παρουσιάζεται το προϊόν της εικόνας αυτής. Αυτή η εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας, ουσιαστικά κατατάσσεται στο στάδιο της προαγοράς. Θα αποτελεί βοηθητικό παράγοντα επεξήγησης και παρουσίασης του προϊόντος, αναλύοντας με εικονικό τρόπο τη χρήση του και τις ιδιότητες του.

Όπως προαναφέρθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχουν αρκετά λογισμικά και προγράμματα δημιουργίας τρισδιάστατων μοντέλων και επαυξημένης πραγματικότητας, με την συντριπτική πλειοψηφία αυτών να απαιτούν μηνιαία ή ετήσια συνδρομή, ενώ υπάρχουν και ορισμένα για ελεύθερη χρήση, είτε περιορισμένη είτε πλήρη. Για την εκπόνηση της εργασίας επιλέχθηκε για τη δημιουργία του 3D μοντέλου το ελεύθερο πρόγραμμα Blender και για την επαύξηση το δωρεάν πρόγραμμα της Meta, το Spark AR Studio.

Blender

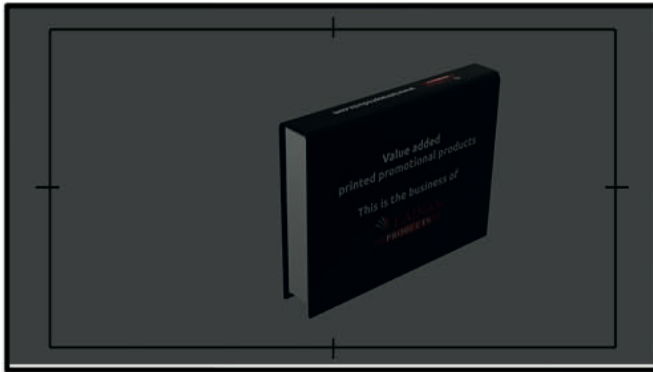


Δημιουργία 3D αντικειμένου.
Απόδοση κινήσεων και στοιχείων στο μοντέλο.

Spark AR Studio



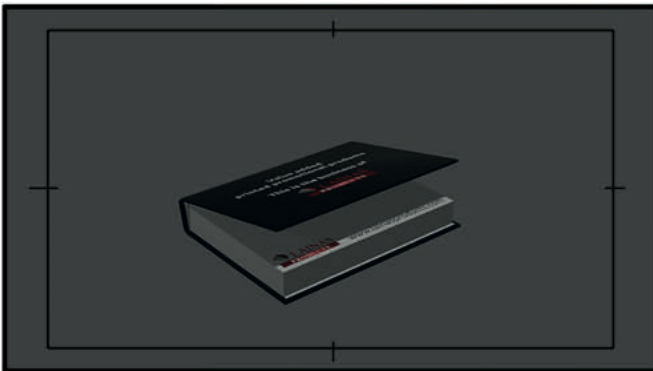
Δημιουργία AR effect



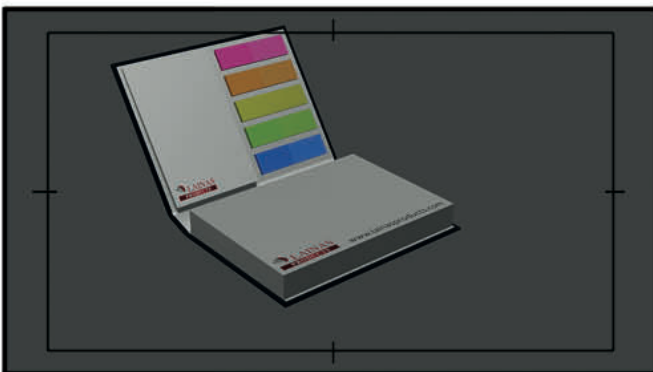
Δράση: Αρχική θέση. Το προϊόν είναι όρθιο με τη ράχη του στο πάνω μέρος.



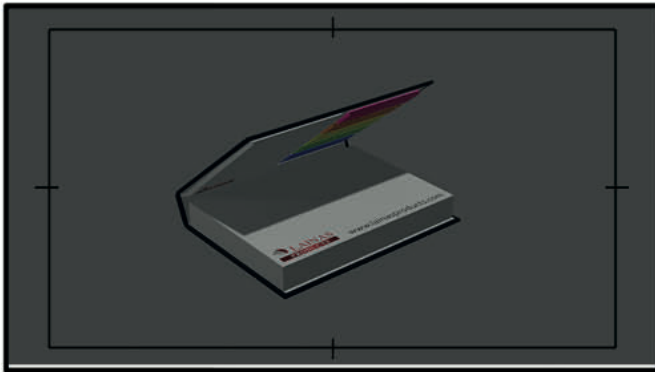
Δράση: Το προϊόν οριζοντιώνεται και από τη μέση της κίνησης αυτής αρχίζει να ανοίγει.



Δράση: Το προϊόν είναι σε οριζόντια θέση.



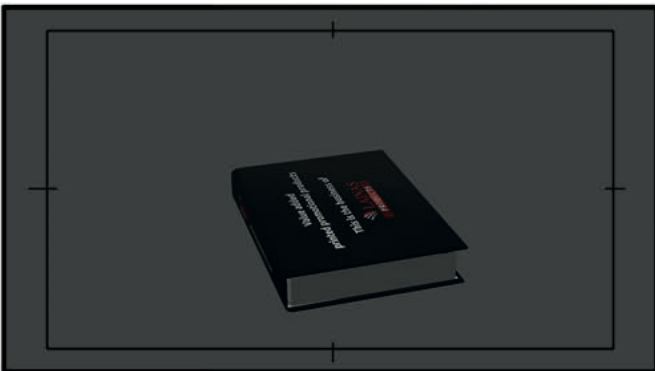
Δράση: Τελική στάση ανοίγματος.



Δράση: Κλείσιμο σε οριζόντια θέση.



Δράση: Τελικό κλείσιμο. Αρχή περιστροφής κατά 180 μοίρες.

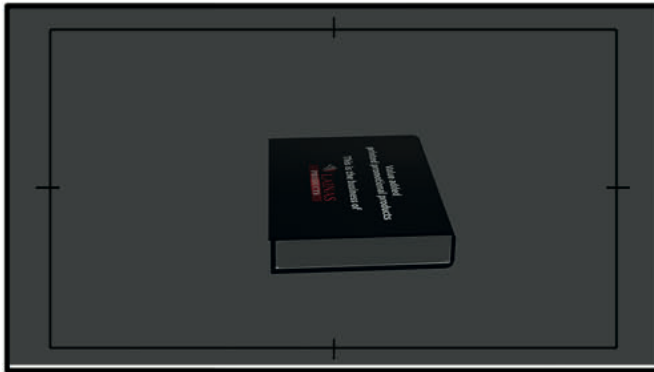


Δράση: Περιστροφή αριστερόστροφα κατά 180 μοίρες - αριστερή όψη.



Δράση: Περιστροφή αριστερόστροφα κατά 180 μοίρες - πίσω όψη.

Storyboard - Σελίδα: 2



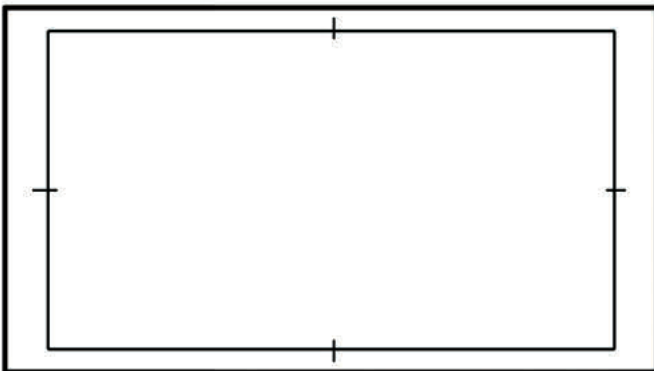
Δράση: Περιστροφή αριστερόστροφα κατά 180 μοίρες - δεξιά όψη.



Δράση: Περιστροφή αριστερόστροφα κατά 180 μοίρες - μπροστά όψη.



Δράση: Τέλος περιστροφής. Το προϊόν στην αρχική οριζόντια στάση του.



Δράση: _____

6.1. Επιλογή προϊόντος και σχεδιασμός του 3D μοντέλου στο Blender

6.1.1. Τι είναι το Blender

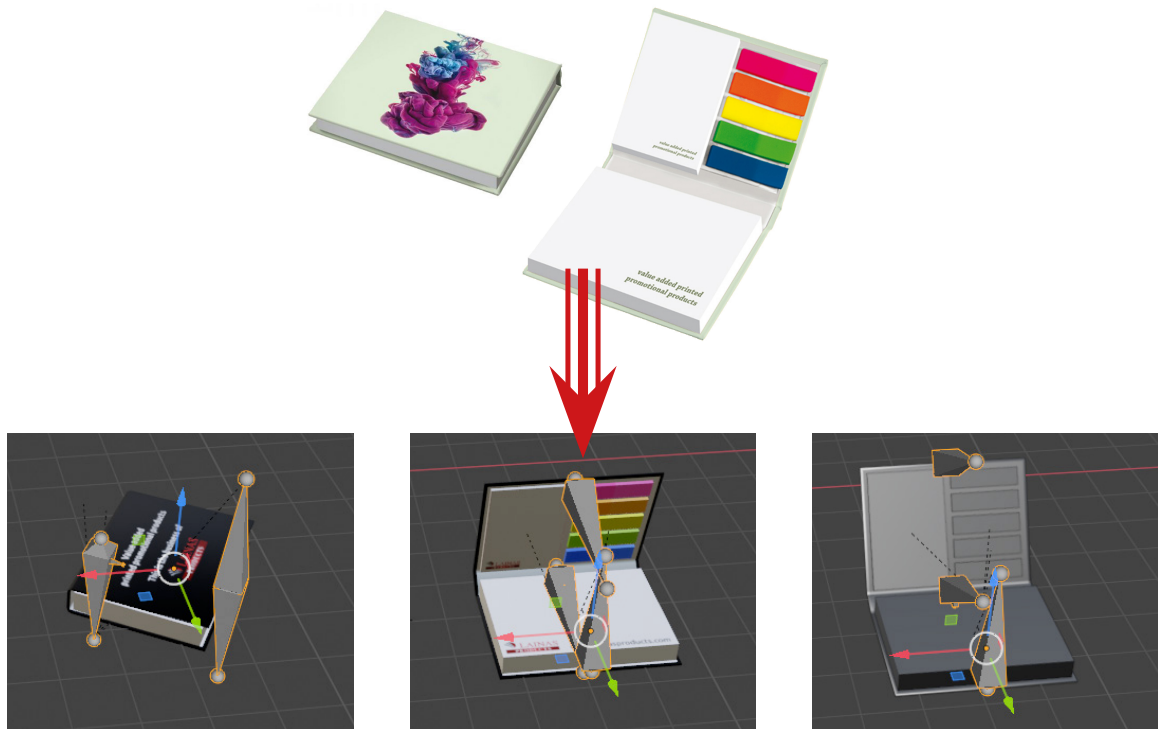
Το Blender είναι πρόγραμμα σχεδίασης τρισδιάστατων γραφικών. Είναι ελεύθερο λογισμικό και διανέμεται από την άδεια "GNU General Public License". Χρησιμοποιείται για μονταλοποίηση, rigging, προσομοιώσεις νερού, animation, rendering, μη γραμμική επεξεργασία και για δημιουργία αλληλεπιδραστικών τρισδιάστατων εφαρμογών όπως τα βιντεοπαιχνίδια. Κυκλοφόρησε πρώτη φορά στις 2 Ιανουαρίου 1994 από τον Τον Ρούσενταλ και χρησιμοποιεί τις γλώσσες προγραμματισμού: Python, C, C++. Η εφαρμογή είναι συμβατή σε Mac & Windows

6.1.2. Σχεδιασμός τρισδιάστατου μοντέλου

Το εταιρικό διαφημιστικό προϊόν που επιλέχθηκε περιέχει 2 μπλοκ σημειώσεων με αυτοκόλλητα χαρτάκια (post-it) και ένα σετ με αυτοκόλλητους πολύχρωμους σελιδοδείκτες NEON. Αναλυτικότερα χρειάζεται να σχεδιαστούν το εξώφυλλο, το οπισθόφυλλο και η ράχη, που αποτελούν το κάλυμμα του προϊόντος. Επίσης είναι αναγκαία και η δημιουργία των 2 μπλοκ σημειώσεων, ενός των 50 φύλλων και ενός μικρότερου των 25 φύλλων, και του σετ με τους 5 σελιδοδείκτες, που αποτελούνται από 20 φύλλα ο καθένας και διαφορετικού χρώματος.

Τα στοιχεία αυτά στο Blender σχεδιάστηκαν όλα ως ξεχωριστά αντικείμενα και έγιναν οι κατάλληλες ομαδοποιήσεις και συστοιχίες. Να σημειωθεί ότι στο σχεδιασμό λήφθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν οι πραγματικές διαστάσεις του προϊόντος.

Ουσιαστικά δημιουργήθηκαν τρεις επίπεδες επιφάνειες, δύο 110x80mm και μία 110x12mm με ίδιο πάχος 2mm, που αντιπροσωπεύουν το εξώφυλλο, τη ράχη και το οπισθόφυλλο και είναι οι τρεις βασικοί άξονες κίνησης του προϊόντος. Κατόπιν σχεδιάστηκαν μία επιφάνεια 100x75mm πάχους 5mm η οποία τοποθετήθηκε στην εσωτερική όψη του οπισθόφυλλου. Εσωτερικά του εξώφυλλου τοποθετήθηκαν μία επιφάνεια 50x75mm πάχους 3mm και σε ομαδοποίηση οι πέντε επιφάνειες διαφορετικού χρώματος, που αντιπροσωπεύουν τους σελιδοδείκτες, με ίδιες όμως διαστάσεις 50x12mm και πάχος 2mm.



Στο επόμενο στάδιο της δημιουργίας μπήκε σκελετός στο μοντέλο και του δόθηκε κίνηση με βάση το storyboard που παρουσιάζεται παρακάτω. Το μοντέλο σχεδιάστηκε χωρίς κάποια επιφάνεια δαπέδου ή περιφερειακών τοίχων για να γίνει η εξαγωγή του με διαφάνεια. Αυτό γίνεται καθώς θέλουμε η προβολή της επαύξησης του να γίνεται στο χώρο - να είναι ορατός δηλαδή στην οθόνη του μέσου προβολής ο πραγματικός κόσμος. Το μοντέλο έγινε εξαγωγή με διαφάνεια (transparency) με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- i. ως βίντεο,
- ii. ως αλληλουχία εικόνων (image sequence) και
- iii. ως αρχείο fbx.

Ο λόγος που πραγματοποιήθηκαν διάφοροι τρόποι εξαγωγής και όχι ένας συγκεκριμένος είναι διότι δεν υπήρχε η προγενέστερη γνώση για το ποια μορφή είναι η πιο κατάλληλη για την χρήση από το Spark AR Studio και που να εξυπηρετεί τον απώτερο σκοπό της επαύξησης που θέλουμε να δημιουργήσουμε.

6.2. Δημιουργία της επαύξησης του προϊόντος στο Spark AR Studio.

6.2.1. Τι είναι το Spark AR Studio

Το Spark είναι ένα πρόγραμμα της Meta που εκμεταλλεύεται το Facebook και το Instagram ως εργαλεία κοινοποίησης και διασποράς του AR εφέ. Η εφαρμογή είναι συμβατή σε Mac & Windows και οι δυνατότητες που παρέχει είναι αρκετές, όπως:

Interaction:

Για την αλληλεπίδραση από το άτομο που χρησιμοποιεί το εφέ, όπως πατήματα και σάρωση οθόνης.

Face Landmarks:

Για την καταγραφή με ακρίβεια τη θέση των χαρακτηριστικών ενός προσώπου.

Facial Gesture Recognition Patches:

«Μπαλώματα» που προσδιορίζουν τις εκφράσεις του προσώπου - όπως ένα «Χαρούμενο πρόσωπο», «Πρόσωπο φιλιού» ή «Πρόσωπο έκπληκτο».

Animation Patches:

Για την προσθήκη animation.

Audio Patches:

Για τη διαχείριση και τον έλεγχο των διάφορων στοιχείων ήχου.

Shaders:

Για την εργασία με υφές και υλικά.

Math:

Για την εκτέλεση μαθηματικών συναρτήσεων.

Logic Patches:

Για την εκτέλεση λογικών λειτουργιών.

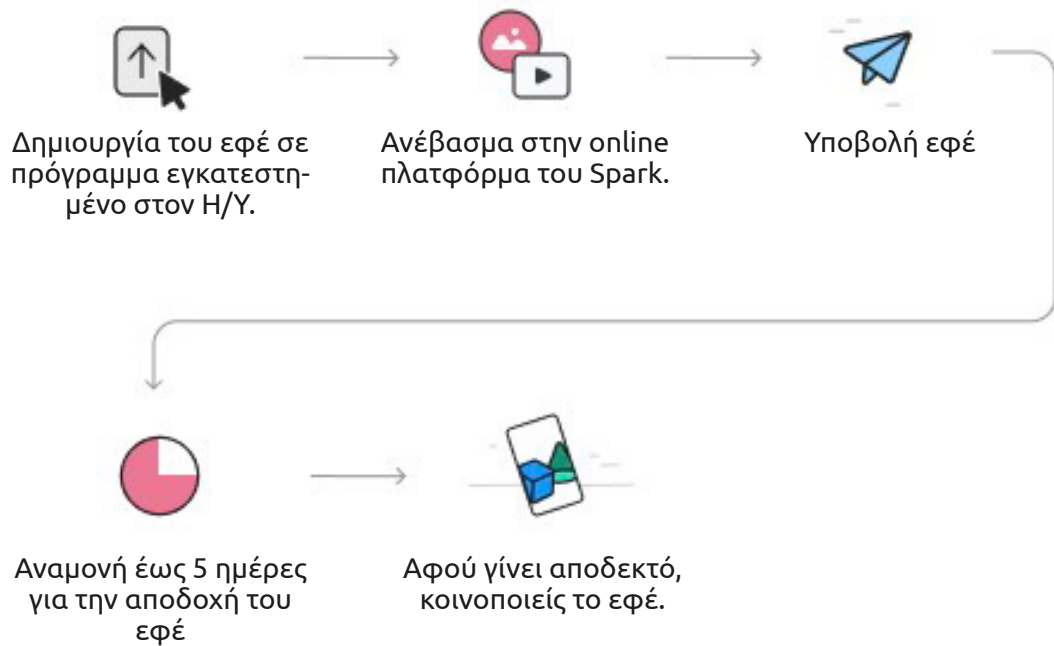
Utility Patches:

Ένα ευρύ φάσμα επιδιορθώσεων, από ικνηλάτες προσώπου έως γεννήτριες τυχαίων αριθμών.

User Interface Patches:

Για την προσθήκη λειτουργιών διεπαφής χρήστη στα δημιουργούμενα εφέ και επαυξήσεις.

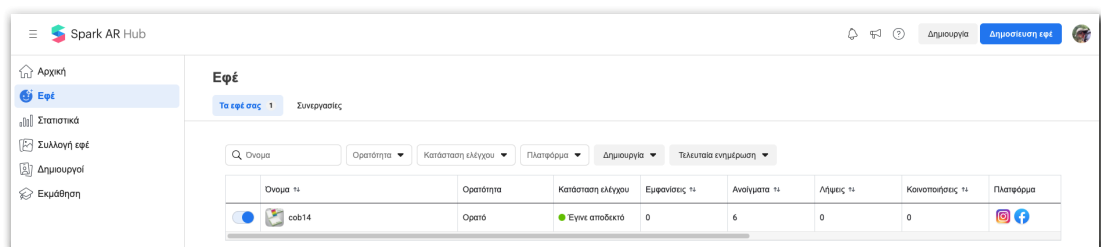
Η φιλοσοφία του Spark είναι απλή και περιλαμβάνει 5 βήματα, όπως παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα:



6.2.2. Δημιουργία επαύξησης στο Spark AR Studio

Ο απότερος σκοπός της διαδικασίας είναι ο υποψήφιος πελάτης διαβάζοντας, με την κάμερα που διαθέτει μία έξυπνη συσκευή κινητής τηλεφωνίας ή tablet, έναν κωδικό και την προϊοντική εικόνα να του παρουσιάζεται η επαύξηση στην οθόνη του μέσου. Ουσιαστικά κατά την τελική δημιουργία της επαύξησης θα δημιουργηθεί ένας σύνδεσμος (link) από την online πλατφόρμα του Spark AR Studio με το οποίο θα δημιουργηθεί ένα QR-code. Το QR-code αυτό θα βρίσκεται στον εταιρικό προϊοντικό κατάλογο, δίπλα από την εικόνα του προϊόντος, η οποία θα χρησιμοποιείται ως εικόνα αναφοράς. Επίσης μπορεί να υπάρχει και στην ιστοσελίδα του προϊόντος, στην οποία θα πρέπει να υπάρχει η ίδια εικόνα αναφοράς.

Πιο συγκεκριμένα σκανάροντας ένας χρήστης συσκευής Smartphone ή Tablet το QR Code θα ενεργοποιείται ο σύνδεσμος της online πλατφόρμας του Spark AR



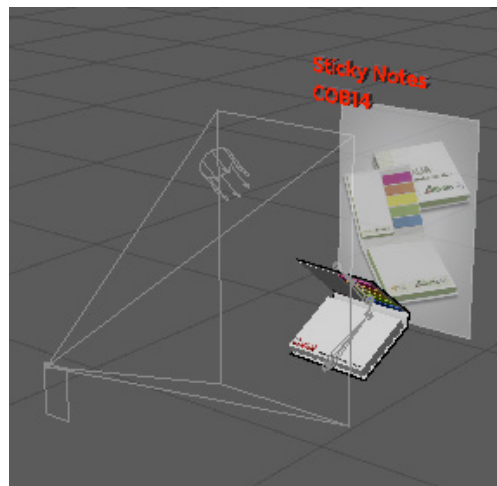


Studio. Με την ενεργοποίηση του συνδέσμου, θα ενεργοποιείται η κάμερα της συσκευής μέσα από την εφαρμογή του Facebook ή του Instagram και με την εστίαση στην εικόνα αναφοράς, θα παρουσιάζεται στον πελάτη το προϊόν ως 3D μοντέλο με την κίνηση που του έχουμε αποδώσει στο Blender. Επίσης θα παρουσιάζονται όλες οι επιπλέον πληροφορίες που μπορεί να θέλουμε να προβάσουμε σε πραγματικό χρόνο και τόπο.

Στην εφαρμογή Spark AR Studio που εγκαταστάθηκε δημιουργήθηκε νέο αρχείο και έγινε προσπάθεια εισαγωγής και των τριών τρόπων που εξαγάγαμε το μοντέλο του προϊόντος από το Blender. Η μέθοδος που είχε τα πιο γρήγορα, εύκολα, αλλά πρωτίστως ορθά και επιθυμητά αποτελέσματα ήταν η εισαγωγή του fbx αρχείου. Το μοντέλο τοποθετήθηκε στο χώρο με τη βοήθεια του viewport περιβάλλοντος και του simulate παράθυρου. Επίσης φορτώθηκε και η εικόνα

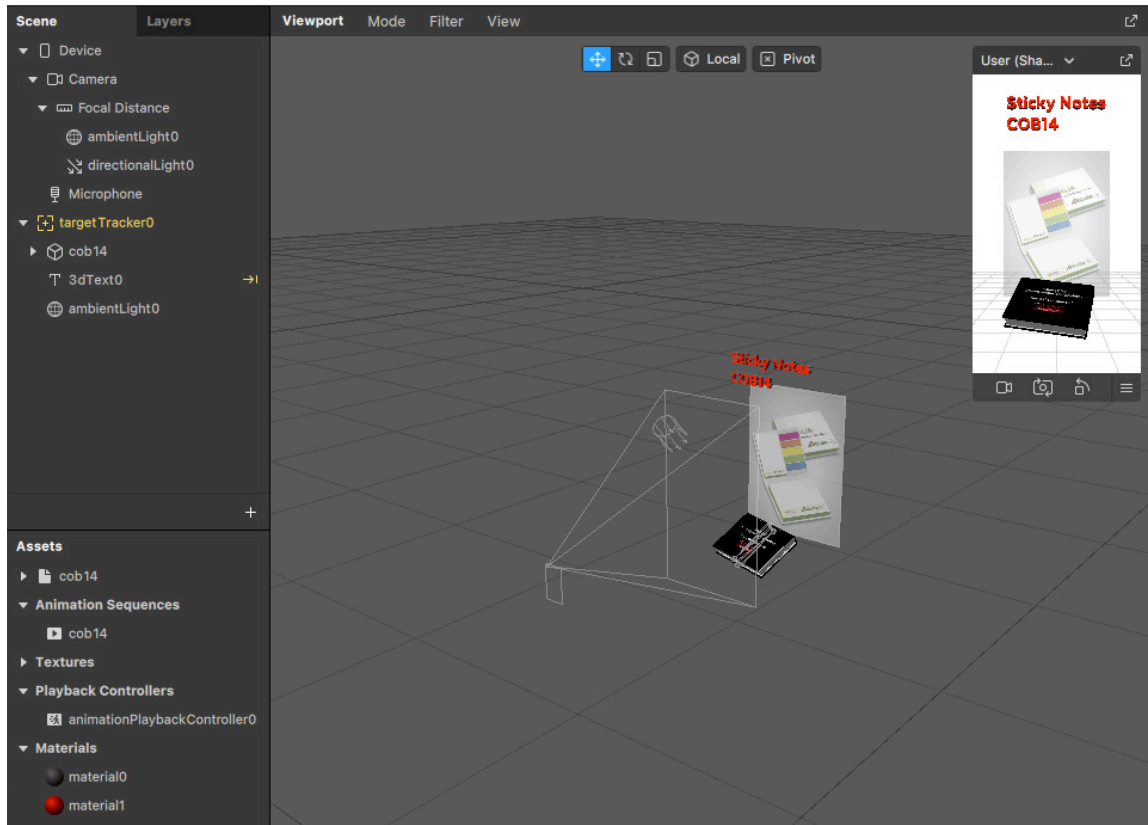


Παράθυρο
Simulate



Περιβάλλον Viewport

αναφοράς που έχουμε επιλέξει, και που ουσιαστικά βρίσκεται ήδη τυπωμένη στο προϊόντικό κατάλογο της εταιρίας με την οποία συνεργαστήκαμε, ώστε να ενεργοποιείται το εφέ. Να επισημανθεί ότι όσο πιο καλή ανάλυση έχει η εικόνα αυτή τόσο πιο εύκολα θα είναι αναγνωρίσιμη από την εφαρμογή κατά τη διαδικασία σάρωσης από την κάμερα του μέσου και η συνολική λειτουργία του εφέ θα είναι καλύτερη.



Με το πέρας του στησίματος του εφέ έγινε το ανέβασμα του στην online πλατφόρμα μέσα από την εφαρμογή, η οποία ανακατευθύνει τον χρήστη σε εφαρμογή περιήγησης ιστοσελίδων (browser). Εδώ να σημειωθεί ότι ο χρήστης πρέπει να έχει ή να δημιουργήσει λογαριασμό στο Facebook ή στο Instagram, καθώς το Spark AR Studio βασίζεται μέσω της κοινοποίησης αυτών των κοινωνικών δικτύων. Αφού το εφέ ανέβει δεν είναι άμεσα διαθέσιμο, καθώς πρέπει πρώτα να ελεγχθεί και να εγκριθεί από την πλατφόρμα, γεγονός που συνήθως διαρκεί περίπου μία ημέρα και σε κάθε περίπτωση δεν υπερβαίνει τις πέντε ημέρες.

Η πλατφόρμα Spark AR Hub δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να δει όλα τα εφέ που έχει δημιουργήσει με τα στατιστικά του, να τα ενεργοποιήσει ή απενεργοποιήσει και να τα κοινοποιήσει στις προαναφερθείσες εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης. Επίσης να σημειωθεί ότι το εφέ επιδέχεται τροποποιήσεις και αλλαγές, ακόμα και τις εικόνες αναφοράς, και να ενημερωθεί η online πλατφόρμα χωρίς ο σύνδεσμος που έχει δημιουργηθεί να τροποποιείται. Έτσι και στην περίπτωση της μελέτης μας προσθέσαμε σε δεύτερο χρόνο, λεκτικό κείμενο με την κατηγορία προϊόντων στην οποία ανήκει το προϊόν της δοκιμής και ο κωδικός του στην εταιρία που το παράγει.

Το αποτέλεσμα της εργασίας παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα:

- 1) Σκανάρετε το QR-code με το κινητό σας.
- 2) Ενεργοποιείτε τον σύνδεσμο στο Facebook με πρόσβαση στην κάμερά σας.
- 3) Εστιάστε στην εικόνα του προϊόντος και δείτε σε πραγματικό χώρο το animation του.



6.3. Συμπεράσματα από τη δημιουργία της επαύξεσης

Το Spark AR Studio είναι μία από τις πολλές εφαρμογές που υπάρχουν για τη δημιουργία AR εφέ. Δεν απαιτεί να πληρώσει ο χρήστης του κάποιο αντίτιμο για τη χρήση του και η εφαρμογή είναι εγκαταστάσιμη τόσο σε περιβάλλον Windows όσο και σε Mac. Είναι αρκετά εύκολη στη χρήση της, ιδίως για ένα χρήστη που έχει εργαστεί και δημιουργήσει τρισδιάστατα μοντέλα σε προγράμματα όπως το Blender. Παρέχεται η δυνατότητα αλλαγών και αναβαθμίσεων των ήδη υπάρχοντων εφέ. Το εφέ είναι λειτουργικό σε οποιαδήποτε έξυπνη κινητή συσκευή στην οποία μπορούν να εγκατασταθούν το Facebook και το Instagram, καθώς η κοινοποίηση του εφέ γίνεται μέσω αυτών, που είναι μέσα κοινωνικής δικτύωσης με μεγάλη ανταπόκριση.

Ταυτόχρονα όμως, η κοινοποίηση του εφέ μέσω του Facebook και του Instagram είναι και μειονέκτημα, διότι ο αποδέκτης του εφέ θα πρέπει να έχει και αυτός λογαριασμό σε αυτά τα μέσα, πέραν του δημιουργού, και να έχει και εγκατεστημένες τις αντίστοιχες εφαρμογές. Για αυτό το λόγο οποιαδήποτε προωθητική ενέργεια κάνει μία εταιρία, με το συγκεκριμένο εργαλείο, είναι άμεσα εξαρτώμενη από τις πλατφόρμες αυτές. Επίσης για να είναι ορατό το εφέ χρειάζεται οι εφαρμογές αυτές να είναι ενημερωμένες στην τελευταία τους έκδοση, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να μην είναι διαθέσιμο για προβολή σε παλιά μοντέλα κινητών και tablet 5ετίας και πάνω.

Να σημειωθεί ότι, μετά από προσωπική μου έρευνα σε ορισμένες εταιρίες με προϊόντα (πέραν αυτής με την οποία έγινε η συνεργασία), που ενδιαφέρονται για την ανάπτυξη των προϊόντων αυτών σε 3D μοντέλα για διαφημιστικούς σκοπούς, είναι διατεθειμένες να επενδύσουν στην δημιουργία δικής τους εφαρμογής AR. Η θέληση και η τάση που μου μεταφέρθηκε είναι ότι η επαύξηση και τα εφέ θα πρέπει ενεργοποιούνται απευθείας με την εικόνα αναφοράς και χωρίς τη δημιουργία και την παρουσία του QR-code στον κατάλόγό τους, όπως επίσης και χωρίς την ανάγκη διαθεσιμότητας ενεργοποιημένου λογαριασμού στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης με τον οποία είναι συνδεδεμένο το Spark AR Studio.

7. Οδηγούν οι εφαρμογές AR σε αγορά προϊόντων και αύξηση πωλήσεων;

Πρόσφατη έρευνα του Retail Dive (DIVE 2017) έδειξε ότι το 55% των καταναλωτών προτιμάει ακόμα τον παραδοσιακό τρόπο αγοράς προϊόντων στο φυσικό κατάστημα. Τους αρέσει να βλέπουν το προϊόν που τους ενδιαφέρει και να ελέγχουν τις ιδιότητες και τη χρηστικότητα του από κοντά πριν το αγοράσουν. Τι θα γινόταν, όμως, αν ο καταναλωτής είχε αυτή τη δυνατότητα εικονικά και από την άνεση της οικίας του; Αυτή η ερώτηση έχει τεθεί από εταιρείες όπως η Amazon, η Warby Parker και η IKEA που έχουν ερευνήσει και επενδύσει σε εφαρμογές AR. Με αυτές τις προεπισκοπήσεις, οι επισκέπτες του ηλεκτρονικού καταστήματος μπορούν να δουν ένα ρούχο σε μια φωτογραφία του σώματος τους, να κάνουν προεπισκόπηση πώς θα φαίνονται τα έπιπλα στην κρεβατοκάμαρα τους και ακόμη και να διαστασιολογηθούν για να διασφαλίσουν ότι αγοράζουν ένα προϊόν με την καλύτερη δυνατή εφαρμογή.

Ο προβληματισμός που προκύπτει είναι αν όντως αυτή η εικονική εμπειρία είναι πραγματικά τόσο αποτελεσματική όσο ένα παραδοσιακό κατάστημα ή ένα δωμάτιο εξοπλισμού στο να κάνει τους ανθρώπους να αγοράσουν. Οι σκεπτικιστές μπορεί να πουν όχι, καθώς η εφαρμογή του AR είναι δαπανηρή και οι προβολές προϊόντων απαιτούν μόνο τοποθεσία φυσικού καταστήματος. Πολλοί έμποροι πιστεύουν ότι αυτή η τεχνολογία δεν αξίζει τον κόπο. Για να μην αναφέρουμε ότι προωθητικές εκπτωτικές ενέργειες, όπως η Black Friday, προκαλούν έκρηξη στην κίνηση των εμπορικών καταστημάτων, δίνουν κίνητρο στις επιχειρήσεις λιανικού εμπορίου να προσπαθούν να κάνουν και άλλες παρόμοιες εκδηλώσεις και εκπτωτικές ενέργειες. Κινήσεις και προωθητικά γεγονότα που έχουν πάντα ως σκοπό την αύξηση της επισκεψιμότητας των πελατών στο φυσικό κατάστημα.

Σύμφωνα με την ίδια έρευνα, το 52% των καταναλωτών έχει αγοράσει τουλάχιστον ένα προϊόν αφού το είδαν σε μια προεπισκόπηση AR για το πώς θα φαινόταν στην πραγματική ζωή, με πάνω από το 30% αυτής της ομάδας να έχει αγοράσει πολλά προϊόντα μετά από την προεπισκόπηση τους με AR. Οπότε η τάση είναι θετική για τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στις πωλήσεις προϊόντων. Όπως είναι λογικό, ενδέχεται μία μικρή ή μικρομεσαία επιχείρηση να μην μπορεί να αντεπεξέλθει οικονομικά στην τεχνολογία AR, ωστόσο, το γεγονός ότι περισσότερες επώνυμες μάρκες χρησιμοποιούν αυτήν τη δυνατότητα για να επηρεάσουν τις αποφάσεις αγοράς σημαίνει ότι η τεχνολογία και οι εξατομικευμένες τακτικές ψηφιακού μάρκετινγκ, όπως οι προεπισκοπήσεις AR, πιθανότατα να γίνουν πιο προσιτές. Η επαυξημένη πραγματικότητα γίνεται ολοένα και πιο απαραίτητη και πολύτιμη για τις επιχειρήσεις. Τα εργαλεία ηλεκτρονικού εμπορίου AR μπορεί να γίνουν πιο προσιτά ή σε ανταγωνιστικές

τιμές. Στη μείωση του κόστους ίσως να συμβάλει και η τεχνητή νοημοσύνη, μία από τις πιο αναπτυσσόμενες τεχνολογίες τις πενταετίας 2020-2025.

Ήδη έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχουν στις ημέρες μας πολλά οικονομικά και προσιτά out-of-the-box εργαλεία που μπορούν να αξιοποιήσουν οι έμποροι και οι επιχειρήσεις. Θεωρώ ότι ακόμα κι αν δεν μπορεί να επωφεληθεί μια επιχείρηση άμεσα από την πιο πρόσφατη τεχνολογία μάρκετινγκ στο σήμερα, είναι σημαντικό να παρακολουθεί πώς αυτή χρησιμοποιείται από άλλους έμπορους λιανικής -- ειδικά εάν πωλούν προϊόντα παρόμοιας κατηγορίας. Παρακάτω, θα αναλυθούν μερικές στρατηγικές AR που ωφελούν αποτελεσματικά τους λιανοπωλητές τώρα ή θα μπορούσαν να αποτελέσουν ζωτικής σημασίας τακτική μάρκετινγκ προϊόντων στο μέλλον.

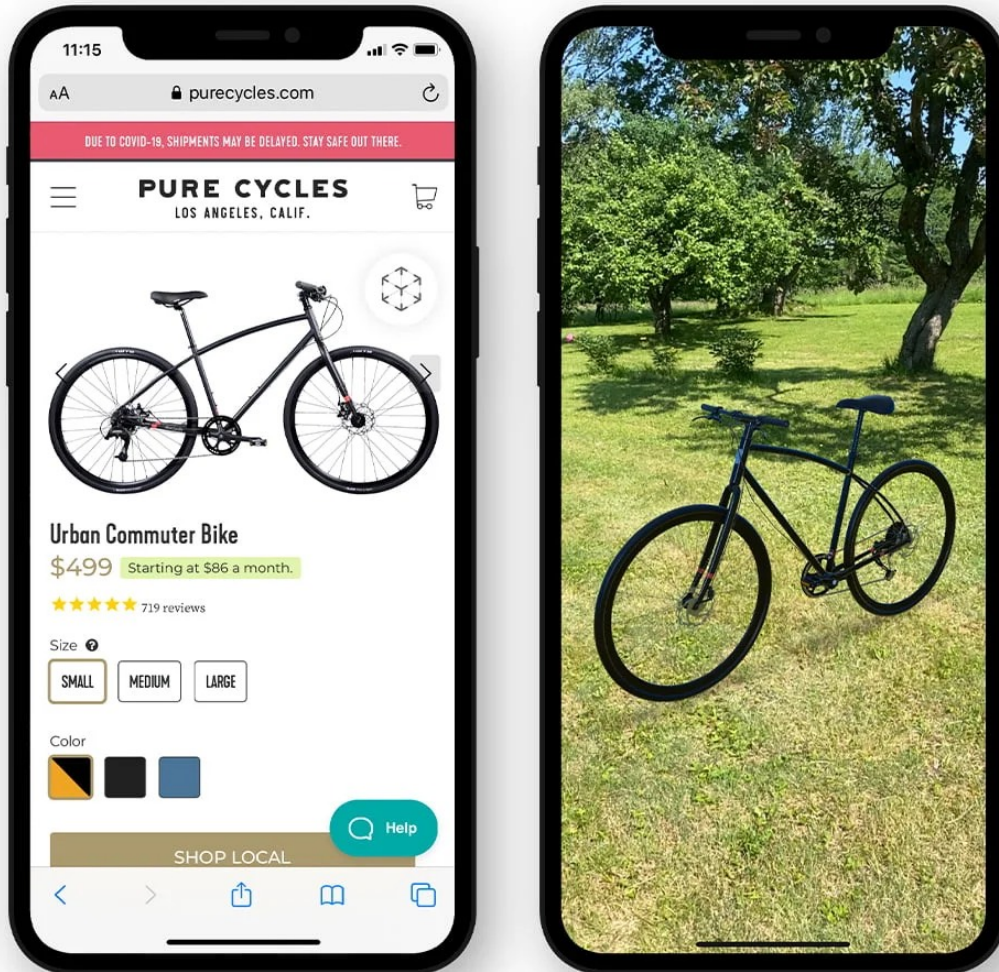
7.1. Προεπισκοπήσεις για κινητά σε ιστότοπους ηλεκτρονικού εμπορίου

Με αυτήν τη στρατηγική, ένας επισκέπτης ιστότοπου ηλεκτρονικού εμπορίου για κινητά μπορεί να βρει ένα προϊόν που τον ενδιαφέρει, να ανοίξει μια κάμερα όταν πατήσει ένα κουμπί προεπισκόπησης AR και στη συνέχεια να δει πώς θα φαίνεται το προϊόν -- όπως τα έπιπλα -- στο δωμάτιο που βρίσκεται. Ορισμένες πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου επιτρέπουν επίσης στους υποψήφιους πελάτες να δουν πώς θα φαίνεται στο πρόσωπο τους ένα αξεσουάρ όπως τα γυαλιά. Εάν σε έναν πελάτη αρέσει αυτό που βλέπει σε μια προεπισκόπηση AR, μπορεί να βγει από την προεπισκόπηση και να πραγματοποιήσει μια αγορά χωρίς να επισκεφτεί το φυσικό κατάστημα.

Με την αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου για κινητά, αυτή η στρατηγική επιτρέπει στους επισκέπτες να ανακαλύψουν ένα προϊόν μέσω αναζήτησης για κινητά ή μιας εφαρμογής, να επισκεφτούν έναν ιστότοπο ηλεκτρονικού εμπορίου, να αποκτήσουν μια ιδέα για το πώς φαίνεται στην πραγματική ζωή και στη συνέχεια να το αγοράσουν ομαλά όπου κι αν βρίσκονται. Εξαλείφει επίσης βασικά σημεία τριβής που θα μπορούσαν να σταματήσουν μια αγορά, όπως η μετάβαση στο κατάστημα ή η μη εύρεση ενός προϊόντος στο σωστό μέγεθος ή χρώμα σε μια φυσική τοποθεσία λιανικής πώλησης.

Αυτή τη στιγμή, βλέπουμε ήδη εταιρείες όπως το IKEA, το Home Depot και την Amazon να υιοθετούν προεπισκοπήσεις προϊόντων AR σε ιστότοπους και εφαρμογές για κινητές συσκευές. Ωστόσο, αυτή η στρατηγική μπορεί να μην είναι εντελώς απρόσιτη και για τις μικρότερες επιχειρήσεις.

Για παράδειγμα, ένας μικρός πωλητής ποδηλάτων που ονομάζεται PureCycles ήθελε να βελτιώσει την εμπειρία και τις μετατροπές για κινητές συσκευές του ιστότοπού του. Με έναν μεγάλο κατάλογο λήψεων προϊόντων ποδηλάτου από πολλές γωνίες, δημιούργησαν προεπισκοπήσεις AR με το Shopify. Η εταιρία λέει ότι η χρήση εικονικών προεπισκοπήσεων βελτίωσε την εμπειρία των πελατών σε



προγράμματα περιήγησης βελτιστοποιημένο για κινητά και τους επέτρεψε να απαντήσουν σε βασικές ερωτήσεις σχετικά με τα προϊόντα τους, όπως "Θα χωρέσει αυτό το ποδήλατο στο μικρό μου διαμέρισμα;"

7.2. Virtual Mirrors - Καθρέφτες AR

Είναι συχνό και επαναλαμβανόμενο το γεγονός να μην βρίσκει ο καταναλωτής ένα ρούχο στο μέγεθος του σε ένα κατάστημα ρούχων, παρόλο που του αρέσει, με αποτέλεσμα να στρέφεται σε άλλες αγορές, χωρίς να ικανοποιεί το αρχικό του αίσθημα για αγορά και να μειώνεται η συνολική ικανοποίησή του. Άλλη μία περίπτωση μειωμένης ικανοποίησης είναι η έλλειψη δυνατότητας δοκιμής ενός ακριβού μακιγιάζ πριν την αγορά, καθώς κοστίζει σημαντικά στην εταιρία η δοκιμή. Αυτές είναι δύο επαγγελματικές περιπτώσεις που θα μπορούσαν να απαιτούν καθρέφτες AR, που συχνά ονομάζονται «εικονικοί» ή «μαγικοί» καθρέφτες.

Με την τεχνολογία καθρέφτη AR, ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να στέκεται μπροστά από μια οθόνη σε λειτουργία selfie και να δει μια επικάλυψη του πώς θα φαίνονται τα προϊόντα ενός καταλόγου του καταστήματος στο σωστό μέγεθος ή απόχρωση. Μετά την εικονική εμπειρία, ορισμένοι εικονικοί καθρέφτες επιτρέψουν στον πελάτη να παραγγείλει το προϊόν ή να αποστείλει στον εαυτό του έναν σύνδεσμο για αυτό, ώστε να μπορέσει να το παραγγείλει αργότερα. Αυτό αποτρέπει οποιαδήποτε πρόσθετη τριβή που σχετίζεται με την αναμονή έως ότου το προϊόν επανέλθει σε απόθεμα στο φυσικό κατάστημα. Αυτή η εικονική διαδικασία επιτρέπει επίσης στο πελάτη να βλέπει προϊόντα που πουλά μεν το κατάστημα αλλά ενδέχεται να μην είναι σε διαθεσιμότητα αυτή τη χρονική στιγμή σε αυτό, λόγω εποχικότητας ή περιορισμών που σχετίζονται με τον χώρο.



Αυτή η στρατηγική χρησιμοποιείται από τη Charlotte Tilbury, μια εταιρεία λιανικής ομορφιάς με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο. Εικονικοί καθρέφτες, που αγοράστηκαν και τοποθετήθηκαν από την Holition, πλαισιώνουν τους τοίχους της μπουτίκ. Όταν ένας πελάτης κοιτάζει σε έναν από αυτούς, η κάμερα και το λογισμικό σαρώνουν τις μετρήσεις και τον τόνο του δέρματος του προσώπου τους. Από εκεί ο πελάτης αγγίζει διάφορα είδη μακιγιάζ στην οθόνη για να δει πώς θα φαίνονται τα προϊόντα στο πρόσωπο του και τον βοηθάει σημαντικά στο να προβεί στην καταλληλότερη αγορά για αυτόν, αυξάνοντας παράλληλα την εμπειρία και την ικανοποίησή του.

7.3. Φίλτρα AR με επίκεντρο το προϊόν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης

Η αξιοποίηση φίλτρων AR με επίκεντρο το προϊόν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης παρέχει τα προνόμια των προεπισκοπήσεων AR για κινητά, χωρίς να χρειάζεται ο υποψήφιος αγοραστής να επισκεφθεί ουσιαστικά έναν ιστότοπο ηλεκτρονικού εμπορίου. Καθώς οι χρήστες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης περιηγούνται στις “ιστορίες” ή στο περιεχόμενο των φίλων τους, μπορεί να παρατηρήσουν μια ιστορία με ένα προϊόν AR ή να ανακαλύψουν και να κάνουν προεπισκόπηση AR που μπορούν να βιώσουν. Αυτού του είδους οι εμπειρίες είναι πολύ πιο φυσικές από το να βλέπεις ένα μοντέλο ή έναν άνθρωπο να δημοσιεύει ένα φόρεμα ή ένα στοιχείο μακιγιάζ, να επισκέπτεται τον ιστότοπο ηλεκτρονικού εμπορίου και μετά να κάνει πρόσθετη έρευνα για να δει αν είναι η σωστή απόχρωση.

Ενώ οι προεπισκοπήσεις κοινωνικού AR βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, πλατφόρμες όπως το Facebook, με τη βοήθεια του Spark, που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, εντοπίζουν ήδη τύπους λιανοπωλητών που θα μπορούσαν να ευδοκιμήσουν με αυτά τα εργαλεία. Για παράδειγμα, οι λειτουργίες AR που επιτρέπουν στους χρήστες να κάνουν



προεπισκόπηση προϊόντων μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης θα μπορούσαν να αλλάξουν το παιχνίδι στον κόσμο της μόδας και της ομορφιάς. Το 2018, αυτός ο κλάδος σημείωσε ήδη αύξηση 164% των εσόδων τους με τη βοήθεια των μέσων κοινωνικής δικτύωσης με τη χρήση πληρωμένων διαφημίσεων σε αυτά, με διάφορες προσφορές.

Με τους χρήστες των μέσων κοινωνικής δικτύωσης να ασχολούνται ενεργά με πληρωμένες διαφημίσεις ομορφιάς, οι επωνυμίες που μπορούν να αξιοποιήσουν το AR στο Facebook και το Instagram θα μπορούν να προσεγγίσουν κοινό φιλικό προς τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης σε δημοφιλείς πλατφόρμες και να τους επιτρέψουν να δοκιμάσουν νέα προϊόντα. Μια εταιρεία που αξιοποιεί ήδη το AR για να αναδείξει προϊόντα στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης είναι η Dior, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να δοκιμάσουν εμφανίσεις από τη σειρά μόδας Φθινόπωρο / Χειμώνα στην κάμερα Instagram Stories.

8. Τελικές παρατηρήσεις και σκέψεις για το μέλλον

Οι ραγδαίες εξελίξεις στις τεχνολογίες AR έχουν τονώσει πολλές εφαρμογές στην επιχειρηματική πρακτική, η οποία με τη σειρά της έχει τραβήξει την προσοχή της έρευνας από τους μελετητές του μάρκετινγκ. Παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον, η αναδυόμενη βιβλιογραφία για την επαυξημένη πραγματικότητα στο μάρκετινγκ εξακολουθεί να είναι σχετικά αραιή, αποσυνδεδεμένη και χωρίς σημαντικά γενικά ερευνητικά πλαίσια, όργανα μέτρησης συναίνεσης και ένα σύνολο γενικεύσιμων και αναπαραγόμενων ευρημάτων.

Σε αυτή την έρευνα, έγινε μία προσπάθεια συγκέντρωσης και παρουσίασης των χαρακτηριστικών και των εργαλείων της επαυξημένης πραγματικότητας. Έγινε μία συνοπτική αναφορά για τη χρησιμότητα της σε διάφορους τομείς της ζωής μας και προτάθηκε ένα εννοιολογικό πλαίσιο για την έρευνα μάρκετινγκ καταναλωτών σχετικά με την AR. Έγινε μια ανασκόπηση των εφαρμογών AR στην πρακτική μάρκετινγκ, σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο μέσα από τη μελέτη περίπτωσης και προτάθηκαν ορισμένες προοπτικές για μελλοντικές εξελίξεις στην πράξη παράλληλα με τον εντοπισμό ευκαιριών για την προώθηση της έρευνας μάρκετινγκ καταναλωτών σε AR.

Πραγματικά ελπίζω ότι τα εργαλεία μέτρησης, τα πειράματα που χρησιμοποιούν VR και AR και τεχνικές ανάλυσης δεδομένων θα δοκιμάσουν, θα επιβεβαιώσουν και θα επεκτείνουν τις σχέσεις μεταξύ των εννοιών και της πραγματικότητας.

Πολλοί παράγοντες δημιουργούν αισιοδοξία σχετικά με τις δυνατότητες για την επαυξημένη πραγματικότητα. Καταρχάς, οι μεγάλες εταιρείες συνεχίζουν να πραγματοποιούν σημαντικές επενδύσεις σε VR και AR για εφαρμογές μαζικής αγοράς και συνεχείς καινοτομίες προκύπτουν από νέες επιχειρήσεις. Η επαυξημένη πραγματικότητα, επομένως, είναι πιθανό να γίνει αναπόσπαστο στοιχείο του τοπίου του μάρκετινγκ. Σε δεύτερο χρόνο, τα ακαδημαϊκά και ερευνητικά ιδρύματα εξοπλίζονται ολοένα και περισσότερο με τεχνολογίες τόσο επαυξημένης όσο και εικονικής πραγματικότητας και παρατηρείται σταθερή ανάπτυξη στην έρευνα μάρκετινγκ και καταναλωτών σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα ή τη χρήση της.

Ελπίζω ότι αυτή η έρευνα θα παρέχει στους ερευνητές μάρκετινγκ πληροφορίες που μπορεί να τους βοηθήσουν να εντοπίσουν και να αντιμετωπίσουν σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα, και στους επαγγελματίες μια επισκόπηση του ανταγωνιστικού τοπίου, τις αναξιοποίητες ευκαιρίες εφαρμογής και ένα πλαίσιο που θα τους βοηθήσει να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της ανάπτυξης AR σε διαφορετικά περιβάλλοντα εφαρμογής και στάδια κατά τη διάρκεια της διαδρομής αγοράς του πελάτη. Με τις κατευθύνσεις που προσδιορίζονται σε αυτή την έρευνα μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να αφορά τις πρακτικές AR και τις διαχειριστικές αποφάσεις, που κυμαίνονται από τη βελτίωση τεχνολογιών και σχεδίων έως καθοδηγητικές αναπτύξεις και

αξιολογήσεις εφαρμογών AR σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών, περιβάλλοντα εφαρμογών και σε διαφορετικά στάδια του ταξιδιού της αγοράς του πιθανού πελάτη.

Ενώ το επίκεντρο αυτού του άρθρου ήταν η παρουσίαση και η έρευνα καταναλωτικού μάρκετινγκ για την επαυξημένη πραγματικότητα, είναι σωστό να αναγνωριστεί η σημασία της μελέτης κοινωνικών θεμάτων που την αφορούν, συμπεριλαμβανομένων ηθικών θεμάτων για το απόρρητο και τις διακρίσεις, καθώς και τη φυλετική ταυτότητα και την αυτοαντίληψη σε περιβάλλοντα που την εξυπηρετούν.

Λόγω της πολύπλοκης, πολυδιάστατης φύσης των μελλοντικών ερευνητικών ερωτημάτων, προσκαλούν τη δημιουργία διεπιστημονικών ερευνητικών ομάδων που συνδυάζουν τεχνογνωσία από διαφορετικά υπόβαθρα, ειδικά την επιστήμη των υπολογιστών, τη μηχανική, την ψυχολογία και τις επιχειρήσεις. Τέτοιες συνεργασίες, συνδυαζόμενες με επαγγελματίες του κλάδου, θα μπορούσαν να αντιμετωπίσουν ευρύτερα και πιο στρατηγικά ερευνητικά ερωτήματα και να αποφέρουν ερευνητικά αποτελέσματα που θα είναι πιο ισχυρά και συναφή με τις επιχειρηματικές πρακτικές. Νέες τεχνολογικές εξελίξεις θα εμφανιστούν στο μέλλον, οι οποίες ενδέχεται να αμφισβητήσουν ορισμένα στοιχεία στο προτεινόμενο εννοιολογικό μας πλαίσιο. Ωστόσο, ελπίζουμε ότι οι θεμελιώδεις αρχές που παρουσιάζονται σε αυτήν την έρευνα θα συνεχίσουν να παρέχουν χρήσιμη καθοδήγηση για μελλοντικές εργασίες σε ένα ταχέως εξελισσόμενο περιβάλλον, που θεωρώ ότι είναι χρήσιμο στον εντοπισμό νέων ευκαιριών έρευνας στην επαυξημένη πραγματικότητα για τους ακαδημαϊκούς του μάρκετινγκ.

Τέλος, θεωρώ ότι πρέπει να δωθεί ιδιαίτερη προσοχή σε ένα τομέα επιστήμης που τα τελευταία χρόνια θεωρείται από την παγκόσμια κοινότητα ως η πιο καινοτόμα και αναπτυσσόμενη τεχνολογία που θα μας αποσχολήσει την επόμενη δεκαετία, και αυτή δεν είναι άλλη από την τεχνητή νοημοσύνη. Με την αναπτυσσόμενη και ταχέως μεταβαλλόμενη τεχνολογία, οι στρατηγικές μάρκετινγκ έχουν επίσης αναγκαστικά αλλάξει προκειμένου να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις και τις ανάγκες των καταναλωτών. Το γεγονός ότι οι επιχειρήσεις δεν συμβαδίζουν με αυτό το μεταβαλλόμενο σύστημα τις βάζει εκτός ελέγχου. Στην καθημερινή ζωή, όπου η κατανάλωση δεν τελειώνει ποτέ, οι στρατηγικές μάρκετινγκ καταναλώνονται επίσης πολύ γρήγορα. Οι στρατηγικές αυτές αλλάζουν ανάλογα με τις ηλικίες, αλλά ο κύριος στόχος είναι πάντα μεγαλύτερη κερδοφορία. Οι πωλήσεις και το μάρκετινγκ έχουν πλέον ψηφιοποιηθεί και οι αγορές έχουν γίνει ευρέως διαδεδομένες σε εικονικά περιβάλλοντα. Οι περισσότερες υπηρεσίες πελατών εκτελούνται από Chatbots, μια εφαρμογή λογισμικού που χρησιμοποιείται για τη διεξαγωγή μιας διαδικτυακής συνομιλίας μέσω κειμένου ή μετατροπής κειμένου σε ομιλία αντί για την παροχή άμεσης επαφής με έναν ζωντανό ανθρώπινο παράγοντα. Κάθε μία από τις τεχνολογίες που

έχουν προαναφερθεί είναι στη ζωή μας. Αυτά τα έξυπνα συστήματα χρονολογούνται από τη δεκαετία του 1970. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα:

Πού είναι η τεχνητή νοημοσύνη και τα έξυπνα ρομπότ που παίρνουν τη θέση τους σχεδόν σε κάθε τομέα, από την υγεία μέχρι την άμυνα;

Αν και η απάντηση σε αυτό το ερώτημα έχει μόλις αρχίσει να ερευνάται, δεν είναι δύσκολο να προβλέψουμε ότι θα είναι ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα στο εγγύς μέλλον. Η ακριβής απάντηση σε αυτό το ερώτημα θα μπορούσε να αναζητηθεί σε μία μελλοντική μελέτη, αναφερόμενη στη θέση και το μέλλον της τεχνητής νοημοσύνης στις στρατηγικές μάρκετινγκ σε συνδυασμό με την επαυξημένη πραγματικότητα. Εκτός από το γεγονός ότι μία τέτοιου είδους μελλοντική μελέτη θα συμβάλλει στον ακαδημαϊκό κόσμο, πιστεύω ότι θα είναι χρήσιμη και σε μεμονωμένες μελέτες επαυξημένης πραγματικότητας και τεχνητής νοημοσύνης.

Bibliography

Ameen, N., et al. (2021). "Consumer interaction with cutting-edge technologies: Implications for future research." Computers in Human Behavior **120**.

Antonopoulos, N. (2021). "Ψηφιακός πολιτισμός μέσω χωρικών αφηγήσεων με χρήση εργαλείων επαυξημένης πραγματικότητας." Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC] **2**(1).

Azuma, R. T. (1997). "A Survey of Augmented Reality." Presence: Teleoperators and Virtual Environments **6**(4): 355-385.

Baka, E., et al. (2018). An EEG-based evaluation for comparing the sense of presence between virtual and physical environments. Proceedings of Computer Graphics International 2018: 107-116.

Bay, H., et al. (2006). Surf: Speeded up robust features. European conference on computer vision, Springer.

Becker, L. and E. Jaakkola (2020). "Customer experience: fundamental premises and implications for research." Journal of the Academy of Marketing Science **48**(4): 630-648.

Bigne, E., et al. (2016). "Elapsed time on first buying triggers brand choices within a category: A virtual reality-based study." Journal of Business Research **69**(4): 1423-1427.

Billinghurst, M., et al. (2015). "A Survey of Augmented Reality." Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction **8**(2-3): 73-272.

Billinghurst, M., et al. (2001). "The MagicBook: a transitional AR interface." Comput. Graph. **25**: 745-753.

BMW (2023). "<https://www.bmw.com/en/magazine/design.html>." Retrieved 27/08/2022, from <https://www.bmw.com/en/magazine/design.html>.

Bolton, R. N., et al. (2018). "Customer experience challenges: bringing together digital, physical and social realms." Journal of Service Management **29**(5): 776-808.

Carmigniani, J. and B. Furht (2011). Augmented Reality: An Overview. Handbook of Augmented Reality. B. Furht. New York, NY, Springer New York: 3-46.

Chalki, P. (2021). Technological and learning affordances of augmented reality, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Σχολή Επιστημών Αγωγής. Τμήμα Παιδαγωγικό Δημοτικής

Chylinski, M., et al. (2021). "Augmented Reality Marketing: A Technology-Enabled Approach to Situated Customer Experience." Australasian Marketing Journal **28**(4): 374-384.

Darken, R. P., et al. (1999). "Quantitative measures of presence in virtual environments: the roles of attention and spatial comprehension." CyberPsychology & Behavior **2**(4): 337-347.

Devagiri, J. S., et al. (2022). "Augmented Reality and Artificial Intelligence in industry: Trends, tools, and future challenges." Expert Systems with Applications: 118002.

DIVE, D. (2017). "Why most shoppers still choose brick-and-mortar stores over e-commerce." Retrieved 3 Οκτωβρίου, 2022, from <https://www.retaildive.com/news/why-most-shoppers-still-choose-brick-and-mortar-stores-over-e-commerce/436068/>.

Dix, A., et al. (2003). Human-computer interaction, Pearson Education.

Drossis, I. (2019). Information worlds: interactive visualizations and storytelling using augmented, virtual and mixed reality, Πανεπιστήμιο Κρήτης. Σχολή Θετικών και Τεχνολογικών Επιστημών. Τμήμα

Fan, X., et al. (2020). "Adoption of augmented reality in online retailing and consumers' product attitude: A cognitive perspective." Journal of Retailing and Consumer Services **53**.

Flavián, C., et al. (2019). "The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience." Journal of Business Research **100**: 547-560.

Furht, B. (2011). Handbook of augmented reality, Springer Science & Business Media.

Hadi, R. and A. Valenzuela (2020). "Good vibrations: Consumer responses to technology-mediated haptic feedback." Journal of Consumer Research **47**(2): 256-271.

Havlena, W. J. and M. B. Holbrook (1986). "The varieties of consumption experience: comparing two typologies of emotion in consumer behavior." Journal of Consumer Research **13**(3): 394-404.

Henderson, S. J. and S. Feiner (2009). Evaluating the benefits of augmented reality for task localization in maintenance of an armored personnel carrier turret. 2009 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, IEEE.

Hilken, T., et al. (2017). "Augmenting the eye of the beholder: exploring the strategic potential of augmented reality to enhance online service experiences." Journal of the Academy of Marketing Science **45**(6): 884-905.

Hoffman, D. L. and T. P. Novak (1996). "Marketing in hypermedia computer-mediated environments: Conceptual foundations." Journal of marketing **60**(3): 50-68.

Hoffman, D. L. and T. P. Novak (2018). "Consumer and object experience in the internet of things: An assemblage theory approach." Journal of Consumer Research **44**(6): 1178-1204.

Irshad, S. and D. R. B. A. Rambli (2014). User experience of mobile augmented reality: A review of studies. 2014 3rd international conference on user science and engineering (i-USEr), IEEE.

Jiang, Y., et al. (2021). "Augmented reality shopping application usage: The influence of attitude, value, and characteristics of innovation." Journal of Retailing and Consumer Services **63**.

Johnson, L., et al. (2010). The 2010 Horizon Report, ERIC.

Kotler, P. (2003). Marketing Management, Prentice Hall.

Kuppelwieser, V. (2021). Guiding directions and propositions: Placing dynamics at the heart of customer experience (CX) research, Elsevier. **59**: 102429.

LaValle, S. (2017). "Virtual Reality/University of Illinois.[SI:] Cambridge University Press. 418 p." URL: <http://vr.cs.uiuc.edu/vrbook.pdf>.

Law, E. L.-C., et al. (2009). Understanding, scoping and defining user experience: a survey approach. Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems.

Lee, J.-Y., et al. (2010). "Design and implementation of a wearable AR annotation system using gaze interaction." 2010 Digest of Technical Papers International Conference on Consumer Electronics (ICCE): 185-186.

Lee, K. (2012). "Augmented reality in education and training." TechTrends **56**(2): 13-21.

Lemon, K. N. and P. C. Verhoef (2016). "Understanding customer experience throughout the customer journey." Journal of marketing **80**(6): 69-96.

Lowe, D. G. (1999). Object recognition from local scale-invariant features. Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision, IEEE.

Manis, K. T. and D. Choi (2019). "The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware." Journal of Business Research **100**: 503-513.

Marín-Morales, J., et al. (2018). "Affective computing in virtual reality: emotion recognition from brain and heartbeat dynamics using wearable sensors." Scientific reports **8**(1): 1-15.

Meehan, M., et al. (2002). "Physiological measures of presence in stressful virtual environments." Acm transactions on graphics (tog) **21**(3): 645-652.

Mistry, P., et al. (2009). WUW - wear Ur world: a wearable gestural interface. CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Boston, MA, USA, Association for Computing Machinery: 4111–4116.

- Moller, A. C., et al. (2010). "Developing an experimental induction of flow: Effortless action in the lab." Effortless attention: A new perspective in the cognitive science of attention and action: 191-204.
- Panetta, K. (2018). "Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019." Retrieved 23/8/2023, 23/8/2023, from <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019>.
- Qin, H., et al. (2021). "How mobile augmented reality applications affect continuous use and purchase intentions: A cognition-affect-conation perspective." Journal of Retailing and Consumer Services **63**.
- Saad, U., et al. (2017). "A model to measure QoE for virtual personal assistant." Multimedia Tools and Applications **76**(10): 12517-12537.
- Sanchez-Vives, M. V. and M. Slater (2005). "From presence to consciousness through virtual reality." Nature Reviews Neuroscience **6**(4): 332-339.
- Schmalstieg, D., et al. (2002). "The Studierstube Augmented Reality Project." Presence **11**: 33-54.
- Sherman, C. R. (2002). "Motion sickness: review of causes and preventive strategies." Journal of travel medicine **9**(5): 251-256.
- Steuer, J. (1992). "Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence." Journal of communication **42**(4): 73-93.
- Suomalainen, M., et al. (2020). Virtual reality for robots. 2020 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), IEEE.
- Szalavári, Z. and M. Gervautz (1997). "The Personal Interaction Panel – a Two-Handed Interface for Augmented Reality." Computer Graphics Forum **16**.
- Van Krevelen, D. and R. Poelman (2010). "A survey of augmented reality technologies, applications and limitations." International Journal of Virtual Reality **9**(2): 1-20.
- van Krevelen, D. a. P., R. (2010). "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations." International Journal of Virtual Reality **9**: 1-20.
- Vlahakis, V., et al. (2001). Archeoguide: first results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites. Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage. Glyfada, Greece, Association for Computing Machinery: 131–140.
- Wang, Y., et al. (2021). "Augmented reality (AR) app use in the beauty product industry and consumer purchase intention." Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics **34**(1): 110-131.

Wedel, M., et al. (2020). "Virtual and augmented reality: Advancing research in consumer marketing." International Journal of Research in Marketing **37**(3): 443-465.

Yim, M. Y.-C., et al. (2017). "Is Augmented Reality Technology an Effective Tool for E-commerce? An Interactivity and Vividness Perspective." Journal of Interactive Marketing **39**: 89-103.

Αναγνωστοπούλου, Α. (2020). "Η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σε εφαρμογές eLearning Μελέτη περίπτωσης: Ίδρυμα «Κωνσταντίνος Γ. Καραμανλής»(ΙΚΚ)." Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC] **1**(1).

ΑΡΩΝΙΑΔΑΣ, Π. (2019). "ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ."

Δήμα, Ε. (2020). "Μελέτη τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων για υποστήριξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας."

Δουλγέρη, Ν. (2020). "Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση."

Ευσταθίου, Ι. (2020). "Σχεδίαση και υλοποίηση διαδικτυακής και κινητής εφαρμογής για την αποτύπωση εξοπλισμού χώρων."

ΚΑΡΥΑΤΗ, Ε. (2020). "ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΑΦΗΓΗΣΗΣ."

Λαμπροπούλου, Α. (2020). "Η αξιοποίηση της 3D σχεδίασης και της φωτογραμμετρίας στη δημιουργία παιγνιωδών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων." Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC] **1**(1).

Μαργαρίτης, Γ. (2020). "Επαυξημένη πραγματικότητα και σχολικό έντυπο. Μία μελέτη περίπτωσης." Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC] **1**(1).

ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ, Η. (2019). "ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (AR) ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΗ ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ: ΜΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΗ (UX)."

Τσιρογιάννη, Β. (2021). "Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση. Τα χαρακτηριστικά τους και η παιδαγωγική τους αξιοποίηση."

Φωτακοπούλου, Δ. (2019). "Έντυπο και Επαυξημένη Πραγματικότητα."