

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ/ΚΙΝΗΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Διπλωματική Εργασία

της

Τσότρα Νικολέττας

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2023

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ/ΚΙΝΗΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Τσότρα Νικολέττα

Πτυχίο Διαχείρισης Πληροφοριών, ΑΤΕΙ ΚΑΒΑΛΑΣ, 2005

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής

Γεωργιάδης Χρήστος

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την .../.../.....

Γεωργιάδης Χρήστος

Κίτσιος Φώτιος

Παπαδημητρίου
Παναγιώτης

.....

.....

.....

..Τσότρα Νικολέττα....

Περίληψη

Στη παρούσα διπλωματική παρουσιάζονται οι έννοιες των τεχνολογιών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας με σύντομη ιστορική αναδρομή της εξέλιξης τους, οι διαθέσιμες συσκευές και αναλύονται οι μέθοδοι χρησιμοποίησης αυτών, σε διάφορους τομείς του ηλεκτρονικού και κινητού εμπορίου.

Παρουσιάζονται παραδείγματα εφαρμογών στην καθημερινότητα των συναλλαγών των καταναλωτών. Εξετάζονται οι συμπεριφορές και τα αποτελέσματα που επιφέρουν κατά τη χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών στο ηλεκτρονικό εμπόριο βάσει των χαρακτηριστικών τους. Τέλος γίνεται αναφορά στην επερχόμενη τεχνολογία του “metaverse” ως μελλοντική τάση και ολοκληρώνεται με τελικά συμπεράσματα της συγκεκριμένη έρευνας.

Αξιοποίηση Τεχνολογιών Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας Σε Περιβάλλοντα Ηλεκτρονικού/Κινητού Εμπορίου

Λέξεις Κλειδιά: Εικονική Πραγματικότητα (VR) ,Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), Ηλεκτρονικές Συναλλαγές στο λιανικό εμπόριο, Συμπεριφορά Καταναλωτών

Abstract

In this work are presented the concepts and the definition of virtual and augmented reality technologies, providing a brief historical overview of their development. This work also analyses the available devices and the methods of their use in various fields in the domain of e-commerce and mobile commerce.

Furthermore, examples of applications in everyday consumer transactions are presented. The behaviors results and impact they offer when using these technologies in e-commerce are examined based on their characteristics. Finally, the upcoming technology of "metaverse" is mentioned as a future trend and concludes with final conclusions of this research.

Keywords: Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), on - line shopping in retail, consumer behavior

Πρόλογος – Ευχαριστίες (προαιρετικό)

Ευχαριστώ τον επιβλέπων καθηγητή μου κύριο Χρήστο Γεωργιάδη, για την άμεση ανταπόκριση στα ερωτήματα και την καθοδήγηση. Αφιερωμένο στους Γονείς μου.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	12
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	12
ΟΡΙΣΜΟΣ	14
ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	15
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	15
ΟΡΙΣΜΟΣ	19
ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	19
Επαυξημένη Πραγματικότητα με δείκτη.....	19
Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς δείκτη	21
Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση προβολικών συστημάτων	23
Επαυξημένη Πραγματικότητα με υπέρθεση	24
Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση την τοποθεσία Location-Based Augmented Reality.....	24
Εξοπλισμός VR / AR	25
Head Mounted Displays (HMDs) - Σειτ Κεφαλής.	25
Κινητές Συσκευές	26
Έξυπνα γυαλιά	26
Έξυπνοι φακοί.....	27
Μαγικοί Καθρέπτες (magic mirrors).....	28
Προγράμματα Σχεδίασης Εφαρμογών	29
Wikitude.....	29
Kudan.....	30
ARToolkit.....	30
Vuforia.....	31
Apple ARKit.....	31
Layar.....	32
UNITY	33
Blender.....	33
ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ	34
Διαφορές	34
Ομοιότητες	36

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΥΝΑΛΛΑΓΩΝ.....	37
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ VR/AR ΣΕ ΆΛΛΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ.....	39
ΙΑΤΡΙΚΗ.....	39
ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ	39
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	40
ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ-ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ.....	41
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	41
ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ/ΣΤΡΑΤΟΣ.....	41
ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ.....	42
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	43
ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ -ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΣΤΟ ΛΙΑΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ.....	45
AR αποτελέσματα Συμπεριφορών.....	45
VR αποτελέσματα Συμπεριφορών.....	49
ΑΡΧΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ	51
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ	53
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1 - The Panorama, or La Nature A Coup d’Oeil, Robert Barker, πηγή (www.laphamsquarterly.org)	12
Εικόνα 2 - Sensorama, Morton Heilig, πηγή (www.historyofinformation.com).....	13
Εικόνα 3 Milgram's reality-virtuality continuum, (Milgram et 1994).....	17
Εικόνα 4 Απεικόνιση XR, πηγή (www.thestar.com)	18
Εικόνα 5 Παράδειγμα ΕΠ με δείκτη, πηγή (www.c.realm.com)	20
Εικόνα-6 Παράδειγμα ΕΠ χωρίς δείκτη τοποθέτησης επίπλων Ikea, πηγή (www.architectmagazine.com)	22
Εικόνα 7 Μαθηματικός τύπος υπολογισμού κάμερας, πηγή (Oufqir et al,2020).....	22
Εικόνα- 8 Περιστροφή και μετάθεση της κάμερας και της συντεταγμένης, πηγή (Oufqir et al,2020).....	23
Εικόνα- 9 Παράδειγμα ΕΠ με χρήση προβολικών συστημάτων αθλητικών παππουτσιών της Nike, πηγή (www.wear-studio.com)	23
Εικόνα-10 Παράδειγμα ΕΠ Υπέρθεσης σε εξερεύνηση Ιστορικών Κτιρίων, πηγή (Poghosyan)	24
Εικόνα-11 Παράδειγμα ΕΠ με βάση την τοποθεσία, πηγή (www.pixelinc.co.za).....	25
Εικόνα 12 Head Mounted Display (HMD) επιτρέπει την παρακολούθηση του κεφαλιού και τη στερεοσκοπική προβολή του 3D εικονικού περιβάλλοντος,	26
Εικόνα 13 Έξυπνα Γυαλιά, πηγή (www.channelxr.com).....	27
Εικόνα 14 Έξυπνοι Φακοί, πηγή (www.techspot.com)	28
Εικόνα 15 Μαγικοί Καθρέπτες, πηγή (www.indigo9digital.com).....	29
Εικόνα 16 Ομοιότητες AR/VR.....	36
Εικόνα 17- Στατιστικά ανά τομέα χρήσης AR/VR, πηγή Statista.....	52
Εικόνα 18- Στατιστικά χρήσης AR/VR ανά χώρα και ηλικία, πηγή Statista.....	53

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Διαφορές AR/VR βάσει χαρακτηριστικών	35
Πίνακας 2 Διαφορές AR/VR βάσει χρήσης e-commerce.....	35

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα με την ανάπτυξη του παγκόσμιου ιστού, τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και κινητών αλλάζει τη φυσική δραστηριότητα του εμπορίου σε μία νέα μορφή, και εισέρχεται το ηλεκτρονικό (e-commerce) και κινητό εμπόριο (m-commerce) στη καθημερινότητα των ανθρώπων.

Η δυναμική εμφάνιση των νέων μεθόδων πραγματοποίησης εμπορικών συναλλαγών έχει διασφαλίσει σημαντική μερίδα στις ηλεκτρονικές αγορές σε σχέση με το καθιερωμένο εμπόριο, η συνεχής πρόοδος της τεχνολογίας επιτρέπει την πραγματοποίηση ενός ευρέος φάσματος συναλλαγών με ηλεκτρονικά μέσα με μεγάλη ταχύτητα, μικρό κόστος και σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή.

Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του τα τελευταία δύο χρόνια συνέβαλε, η πανδημία του COVID-19, καθώς έχει επηρεάσει σημαντικά τη συμπεριφορά των καταναλωτών αλλά και τη στάση στην οργάνωση των εμπορικών εταιριών. Συγκεκριμένα, η πανδημία COVID-19 είχε σημαντικό αντίκτυπο στον κλάδο του ηλεκτρονικού εμπορίου, οδηγώντας σε ταχεία επιτάχυνση της στροφής προς τις ηλεκτρονικές αγορές. Η πανδημία ανάγκασε πολλές επιχειρήσεις να κλείσουν τα φυσικά τους καταστήματα λόγω αυξημένης ανησυχίας για τη δημόσια υγεία και ασφάλεια, γεγονός που οδήγησε περισσότερους καταναλωτές να στραφούν στις ηλεκτρονικές αγορές ως ασφαλέστερη εναλλακτική λύση.

Από επιστημονική άποψη, η πανδημία COVID-19 συνέβαλε στην εξέλιξη του ηλεκτρονικού εμπορίου, αυξάνοντας την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών και αλλάζοντας τη συμπεριφορά των καταναλωτών.

Επιπλέον, η πανδημία ώθησε την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, όπως η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν βοηθήσει τις εταιρείες ηλεκτρονικού εμπορίου να δημιουργήσουν μια πιο καθηλωτική και εξατομικευμένη εμπειρία αγορών για τους πελάτες, ακόμη και όταν δεν μπορούν να επισκεφθούν φυσικά καταστήματα.

Με αυτή τη διαρκή ανάπτυξη της επιστήμης, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, έχουν δημιουργηθεί νέες πρωτοποριακές τεχνολογίες, οι οποίες μπορούν να ενθαρρύνουν τις διαδικτυακές αγορές των καταναλωτών σε καθημερινές συναλλαγές και να εμπλουτίζουν την εμπειρία του χρήστη ως προς την επαφή με το προϊόν. Σε αυτές τις τεχνολογίες ανήκουν η Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα, οι οποίες θα μελετηθούν στη συγκεκριμένη εργασία. Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) είναι καινοτόμες τεχνολογίες που αποκτούν όλο και περισσότερη προσοχή τα τελευταία χρόνια, ιδίως στον τομέα του ηλεκτρονικού εμπορίου. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν στους καταναλωτές να αλληλοεπιδρούν με τα προϊόντα με πιο ρεαλιστικό τρόπο, γεγονός που μπορεί να ενθαρρύνει τις ηλεκτρονικές αγορές και να βελτιώσει την εμπειρία του χρήστη.

Η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας δημιουργεί μια προσομοίωση ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος που δημιουργείται από υπολογιστή και με το οποίο μπορεί να αλληλοεπιδράσει

κανείς χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως ένα σετ κεφαλής VR (VR Headset). Η τεχνολογία VR μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο ηλεκτρονικό εμπόριο για τη δημιουργία εικονικών βιτρινών ή εκθετηρίων όπου οι πελάτες μπορούν να περιηγηθούν και να αλληλοεπιδράσουν με τα προϊόντα σε ένα ρεαλιστικό και καθηλωτικό περιβάλλον. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα των πελατών να αλληλοεπιδρούν με το προϊόν στο δικό τους χώρο και να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις αγοράς.

Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας βελτιώνει το περιβάλλον του πραγματικού κόσμου με την επικάλυψη ψηφιακών πληροφοριών ή εικόνων στην άποψη του χρήστη για τον κόσμο. Στο ηλεκτρονικό εμπόριο, η τεχνολογία AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εικονικών εμπειριών δοκιμής για ρούχα και αξεσουάρ, επιτρέποντας στους πελάτες να δουν πώς θα τους φαινόταν το προϊόν πριν προβούν σε αγορά. Τόσο η τεχνολογία VR όσο και η τεχνολογία AR μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στο ηλεκτρονικό εμπόριο για την επίδειξη και την εκπαίδευση προϊόντων, όπως για παράδειγμα για την παροχή εικονικών περιηγήσεων στους πελάτες ενός ξενοδοχείου ή ενός προορισμού διακοπών πριν από την κράτηση ενός ταξιδιού ή για την εκπαίδευση των υπαλλήλων στη χρήση ενός πολύπλοκου εξοπλισμού.

Συνολικά, η χρήση της τεχνολογίας VR και AR στο ηλεκτρονικό εμπόριο μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της δέσμευσης και της ικανοποίησης των πελατών, ενώ παράλληλα παρέχει στις επιχειρήσεις νέες ευκαιρίες για επίδειξη και εκπαίδευση προϊόντων. Αυτές οι καινοτόμες τεχνολογίες αναπτύσσονται και βελτιώνονται συνεχώς και αναμένεται να διαδραματίσουν μεγαλύτερο ρόλο στο μέλλον του ηλεκτρονικού εμπορίου.

ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η έννοια της εικονικής πραγματικότητας ξεκίνησε από τα αρχαία χρόνια (Τσίτος et 2016) με τοιχογραφίες σε σπηλιές, όπου παρουσιάζονται τρισδιάστατα αντικείμενα δημιουργώντας τη δική του πραγματικότητα και απεικονίζουν είτε τη καθημερινότητα της ζωής, είτε θρησκευτικά δρώμενα.

Από τον 5ο αιώνα π.Χ., παρατηρείται έντονα στις σκηνικές παραστάσεις του Αισχύλου και του Σοφοκλή, η χρήση προβολής τρισδιάστατων εικόνων και της δημιουργίας της αίσθησης του βάθους. Η απεικόνιση αυτή ουσιαστικά αναπαριστά τη γωνία θέασης από τη πλευρά του θεατή παρατηρητή, η οποία συμβάλλει σημαντικά στο τελικό αποτέλεσμα (Τσίτος et 2016).

Το 14ο αιώνα, ο Τζόττο ντι Μποντόνε (Giotto di Bondone), από την Ιταλία, ασχολήθηκε με την αρχιτεκτονική και ζωγραφική, όπου αποκάλυψε μια τεχνική απεικόνισης τρισδιάστατης προβολής σε διδιάστατη επιφάνεια, συγκεκριμένα σε καμβά, στην οποία δινόταν η αίσθηση του βάθους. (Τσίτος et 2016).

Ο Ζωγράφος Ρόμπερτ Μπάρκερ (Robert Barker), ο οποίος καταγόταν από τη Σκωτία, σχεδίασε το 1778, την πόλη του Εδιμβούργου σε έναν καμβά 360 μοιρών και 3 μέτρων. Το έργο τοποθετήθηκε στο κέντρο ενός κυκλικού δωματίου. Οι θεατές που επισκέπτονταν το χώρο βρίσκονταν περικυκλωμένοι από τη σκηνή. Ο Barker χαρακτήρισε το έργο του “πανόραμα” από το παν + όραμα (Goldman et 2021).



Εικόνα 1 - The Panorama, or La Nature A Coup d’Oeil, Robert Barker, πηγή (www.laphamsquarterly.org)

Στοιχεία της εικονικής πραγματικότητας συναντάμε σε λογοτεχνικά έργα και σε ταινίες.

Πρωτοπόρος στην εμφάνιση της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) περίπου τη δεκαετία του 1950, ήταν ο σκηνοθέτης Μόρτον Χάιλιγκ (Morton Heilig), ο οποίος συλλογίστηκε ότι το θέατρο ως δραστηριότητα μπορούσε να περιλαμβάνει όλες τις αισθήσεις, που ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί, με αποτελεσματικό τρόπο σε μια οθόνη. Ο Heilig, το 1962, δημιούργησε ένα πρωτότυπο του οράματός του, με το όνομα “Sensorama”, το οποίο περιέγραψε το 1955 στο “The Cinema of the Future” και προηγήθηκε της ψηφιακής τεχνολογίας. Ο μηχανισμός που προβλήθηκε στους επισκέπτες, προσομοιώνει μια περιήγηση με μηχανή στους δρόμους του Μανχάταν, όπου ο χρήστης μπορεί να αισθανθεί το «αεράκι» στο πρόσωπο και μυρωδιές από λουλούδια, όπως γιασεμί και ιβίσκο. Για την υλοποίηση αυτής της τεχνογραφίας ο Heilig, χρησιμοποίησε για την εποχή καινοτόμα τεχνολογία, τρισδιάστατα γραφικά, στερεοσκοπικό ήχο και μηχανισμούς δόνησης. ((Τσίτος et 2016, (Norman et 2019)).



Εικόνα 2 - Sensorama, Morton Heilig, πηγή (www.historyofinformation.com)

Τη δεκαετία του '70 ο Γκούντερ (Gauger) είναι ο πρώτος Αμερικανός επιστήμονας ηλεκτρονικών υπολογιστών που ασχολήθηκε με τη διάδραση στο Project “physics space” όπου χρησιμοποιώντας ένα αισθητήριο πάτωμα ενεργοποιούταν με διαφορετικό ήχο, η κίνηση των χρηστών (περπάτημα, τρέξιμο, αναπήδημα), ενώ αργότερα ίδρυσε ένα εργαστήριο ονομαζόμενο “video place” κάνοντας χρήση της τεχνητής πραγματικότητας. Οι συμμετέχοντες ήταν τοποθετημένοι σε διαφορετικά δωμάτια όπου σε μεγάλες 2D οθόνες αποτυπώνονταν οι κινήσεις τους και αλληλοεπιδρούσαν με άλλους χρήστες και τεχνητά αντικείμενα, παρόλο που

δεν υπήρχε άμεση απτική ανάδραση διαθέσιμη, κυρίως χρησιμοποιήθηκε μεταξύ καλλιτεχνικών φιγούρων, ώστε να δίνουν τη δυνατότητα ελεύθερης επιλογής και προσωπικής έκφρασης. (Τσίτος et 2016)

Η έκρηξη στην έρευνα VR τη δεκαετία του 1990 συνοδεύτηκε από το βιβλίο *Virtual Reality* του Χάουαρντ Ράινγκολντ (Howard Rheingold). Το βιβλίο αυτό απομυθοποιεί την νέα τεχνολογία και την καθιστά πιο προσιτή σε ανθρώπους με λιγότερες τεχνικές γνώσεις (Τσίτος et 2016).

Η σύγχρονη εικονική πραγματικότητα, άρρηκτα συνδεδεμένη με την τεχνολογία έγινε ευρέως γνωστή το 1989 από το Τζάρον Λανιέρ (Jaron Lanier), ορίζοντας την ως “Ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, φτιαγμένο από υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί”. Ο Lanier εργαζόταν στην Atari, και το 1985 έφυγε για να ιδρύσει την VPL Research, την πρώτη εταιρεία που πωλούσε VR γυαλιά και γάντια. Ο Lanier συνεργάστηκε με το Τόμας Ζίμερμαν (Thomas Zimmerman) για να ενσωματώσει τεχνολογία παρακολούθησης θέσης χεριού υπερήχων και μαγνητικής οδού για τη δημιουργία του Power Glove και του Data Glove, αντίστοιχα (Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας ΗΠΑ 4988981, που κατατέθηκε το 1989) ((Τσίτος et 2016),(Wikipedia et 2020)).

Η Sega, στις αρχές του 1993, παρουσίασε το Legan Sega VR σε εκσυγχρονισμένη μορφή του headset από τα arcades, το οποίο απαρτίζεται από οθόνη, στερεοφωνικά ακουστικά και αισθητήρες κίνησης του κεφαλιού ((Τσίτος et 2016),Wikipedia et 2020)).

ΟΡΙΣΜΟΣ

Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) είναι μια προσομοίωση ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος που δημιουργείται από υπολογιστή και με την οποία μπορεί να αλληλοεπιδράσει κανείς χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως ακουστικά VR ή γάντια. Το περιβάλλον μπορεί να είναι παρόμοιο με τον πραγματικό κόσμο ή μπορεί να είναι εντελώς φανταστικό, δημιουργώντας μια καθηλωτική εμπειρία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς, όπως ψυχαγωγία, εκπαίδευση ή κατάρτιση.

Η βασική τεχνολογία των συστημάτων VR περιλαμβάνει:

- Οθόνη που τοποθετείται στο κεφάλι (Head-Mounted Display - HMD): μια συσκευή που φοριέται στο κεφάλι και εμφανίζει το εικονικό περιβάλλον μπροστά στα μάτια του χρήστη. Αυτές οι οθόνες μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες, όπως LCD, OLED ή Micro-OLED, και παρέχουν ευρύ οπτικό πεδίο και υψηλή ανάλυση για μια πιο καθηλωτική εμπειρία. (Zhao, et al, 2022)

- Συστήματα παρακολούθησης: Τα συστήματα VR χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες παρακολούθησης, όπως μονάδες αδρανειακής μέτρησης (IMU), κάμερες ή αισθητήρες για την παρακολούθηση των κινήσεων και της θέσης του κεφαλιού του χρήστη και την ανάλογη ενημέρωση του εικονικού περιβάλλοντος.
- Συσκευές αλληλεπίδρασης: Τα συστήματα VR περιλαμβάνουν επίσης συσκευές αλληλεπίδρασης, όπως χειριστήρια χειρός, γάντια ή στολές σώματος που επιτρέπουν στους χρήστες να αλληλοεπιδρούν με το εικονικό περιβάλλον με φυσικό τρόπο. Οι συσκευές αυτές παρακολουθούν και αποδίδουν γραφικά τις χειρονομίες και την κίνηση του χεριού. ((Egliston, et al, 2021), (Iftikhar et al, 2021)).
- Συστήματα ήχου: Τα συστήματα VR περιλαμβάνουν επίσης συστήματα ήχου, όπως ακουστικά ή ηχεία για την παροχή ρεαλιστικών ηχητικών εφέ και χωρικού ήχου, τα οποία μπορούν να ενισχύσουν την εμπειρία εμβύθισης.

Η τεχνολογία VR μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες κατηγορίες: Non-Immersive και Immersive. Τα μη εμπειριστατωμένα συστήματα (Non-Immersive) εικονικής πραγματικότητας είναι λιγότερο πολύπλοκα και λιγότερο ακριβά και συνήθως παρέχουν περιορισμένο οπτικό πεδίο, χρησιμοποιώντας μια οθόνη υπολογιστή η οποία ελέγχεται με πληκτρολόγιο και ποντίκι. Τα εμπειριστατωμένα συστήματα (Immersive) εικονικής πραγματικότητας παρέχουν μια πιο ρεαλιστική και πλήρως περιβάλλουσα εμπειρία, με ευρύ οπτικό πεδίο, υψηλή ανάλυση και ρεαλιστικά ηχητικά εφέ, χρησιμοποιώντας οθόνη που τοποθετείται στο κεφάλι και ελέγχεται, για παράδειγμα, με γάντια δεδομένων, χειριστήρια ή κινήσεις του σώματος. (Iftikhar et al, 2021).

Συνοψίζοντας, η τεχνολογία Εικονικής Πραγματικότητας είναι μια καθηλωτική και διαδραστική τεχνολογία που επιτρέπει στους χρήστες να βιώσουν ένα περιβάλλον που δημιουργείται από υπολογιστή, σαν να ήταν πραγματικά παρόντες σε αυτό. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους τομείς, όπως η ψυχαγωγία, η εκπαίδευση, η κατάρτιση, η υγεία και το εμπόριο.

ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια παραλλαγή ενός εικονικού περιβάλλοντος, τεχνολογία, η οποία χρησιμοποιεί ψηφιακά αντικείμενα στο πραγματικό ή έμμεσο περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Ο χρήστης αλληλοεπιδρά στο πραγματικό κόσμο μέσω ψηφιακών

οπτικών στοιχείων, ήχων και άλλων αισθητηριακών ερεθισμάτων μέσω ολογραφικής τεχνολογίας, βελτιώνοντας την πραγματική εμπειρία του χρήστη.

Εικονικά και πραγματικά αντικείμενα συνυπάρχουν στο ίδιο περιβάλλον, έτσι ώστε να δημιουργείται μια μεικτή πραγματικότητα σε πραγματική χρονική στιγμή (Milgram et al,1994).

Η τεχνολογία AR επιτρέπει τη συνύπαρξη εικονικών και πραγματικών αντικειμένων στο ίδιο περιβάλλον, δημιουργώντας μια μικτή πραγματικότητα σε πραγματικό χρόνο. Ενισχύει την αισθητηριακή αντίληψη του χρήστη για το εικονικό περιβάλλον που βλέπει ή αλληλοεπιδρά.

Τα πρώτα βήματα για το AR πραγματοποίησε ο Ivan Sutherland και οι συνεργάτες του το 1968, οι οποίοι δημιούργησαν μια τρισδιάστατη συσκευή για το κεφάλι Head Mounted Display (HMD), η οποία μέσω της κίνησης του χρήστη αποτυπώνονταν γραφικά στον υπολογιστή .

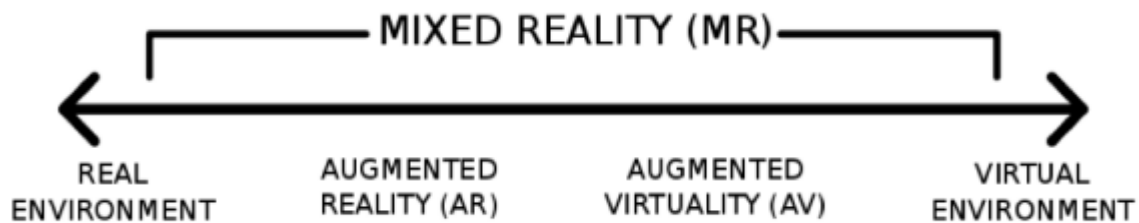
Η συσκευή χρησιμοποιούσε καθοδικές λυχνίες ακτινών και διέθετε μηχανική παρακολούθηση του κεφαλιού και στερεοσκοπική οθόνη, η οποία προσαρμοζόταν ανάλογα με τον προσανατολισμό του κεφαλιού του χρήστη. Ο χρήστης ήταν σε θέση να βλέπει σε πραγματικό χρόνο αντικείμενα συρματοπλέγματος τοποθετημένα πάνω στο πραγματικό περιβάλλον μέσα σε ένα οπτικό πεδίο 40 μοιρών, παρέχοντας μια εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας (Τσίτος et 2016).

Ο τομέας των συστημάτων AR είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος ερευνητικός τομέας και ο όρος "επαυξημένη πραγματικότητα" επινοήθηκε για πρώτη φορά από τον Τόμας Γκόντελ (Thomas Caudell) το 1990, ο οποίος δημιούργησε το πρώτο σύστημα προβολής με οθόνη στο κεφάλι με προσομοιωμένα χαρακτηριστικά AR. Το σύστημα χρησιμοποιούσε επαυξημένα γραφικά από υπολογιστή και το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την εκμάθηση των πιλότων βοηθώντας στη δημιουργία ενός ρεαλιστικού προσομοίωση της πραγματικής πτήσης (Roghosyan et 2019). Αναφέρεται στην "προσθήκη" εικονικών, άυλων πληροφοριών στο απτό περιβάλλον μέσω της χρήσης κατάλληλων συσκευών. Οι αισθητήρες αναγνωρίζουν τη θέση και τον προσανατολισμό του ανθρώπου, αντιλαμβάνονται τι βρίσκεται στο οπτικό πεδίο του χρήστη και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με αυτό.

Σύμφωνα με τους Gregory Kipper και Joseph Rampolla, η AR θεωρείται ένα μείγμα ή ένας ενδιάμεσος χώρος μεταξύ του εντελώς συνθετικού περιβάλλοντος και του εντελώς πραγματικού κόσμου. Συμπληρώνει την πραγματικότητα παρά την αντικαθιστά πλήρως (Kipper et al, 2012) .

Το 1994, Paul Milgram και ο Fumio Kishino απέδωσαν μια άλλη θεωρία τη μεικτή πραγματικότητα η οποία ορίζεται, το συνεχές της εικονικής πραγματικότητας (virtuality continuum) ως μια συνεχής κλίμακα που εκτείνεται μεταξύ του πραγματικού περιβάλλοντος και του εικονικού περιβάλλοντος (VR). Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα

η μικτή πραγματικότητα αποτελείται τόσο την AR όσο και την AV, (Milgram et al, 1995) δηλαδή στην πρώτη περίπτωση, το περιβάλλον είναι πραγματικό, όπου έχουν γίνει ψηφιακές προσθήκες από τον υπολογιστή, ενώ στην επαυξημένη εικονικότητα το παρατηρούμενο περιβάλλον και επαυξάνεται με τη χρήση πραγματικών δεδομένων. Επομένως, η μικτή πραγματικότητα συνδέει το πραγματικό με το εικονικό περιβάλλον για να δημιουργηθεί ένας νέος κόσμος συνύπαρξης ψηφιακών και πραγματικών αντικειμένων τα οποία αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους (Milgram et al, 1995).



Εικόνα 3 Milgram's reality-virtuality continuum, (Milgram et 1994)

Το 1992 αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τον Λούις Ρόζενμπεργκ (Louis Rosenberg) στην Πολεμική Αεροπορία των Ηνωμένων Πολιτειών σύστημα μικτής πραγματικότητας, το οποίο χρησιμοποιούσε 360 μοιρών περιστροφική όραση, αφή και ήχο. Το σύστημα αυτό αποτελούνταν από κράνος και βραχίονες και παρείχε στο χρήστη σε ένα περιβάλλον με πρόσθετα φυσικά αντικείμενα να εκτελέσει εργασίες (Giakalaras et 2020).

Το συμπέρασμα της μελέτης αυτής ήταν ότι, ο χρήστης βελτιώνει σημαντικά την απόδοση του και τον τρόπο αντιμετώπισης διάφορων εργασιών σε ένα φυσικό περιβάλλον το οποίο ενισχύεται με επιπρόσθετα εικονικά στοιχεία (Giakalaras et 2020).

Σύμφωνα με τον Ronald Azuma, Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) βελτιώνει το περιβάλλον του πραγματικού κόσμου με την επικάλυψη ψηφιακών πληροφοριών ή εικόνων στην εικόνα του κόσμου που βλέπει ο χρήστης. Αυτό επιτρέπει στο χρήστη να βλέπει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα, τα οποία ενσωματώνονται απρόσκοπτα στο πραγματικό περιβάλλον. Σε αντίθεση με την Εικονική Πραγματικότητα (VR) που αντικαθιστά τον πραγματικό κόσμο με έναν εικονικό, η AR συμπληρώνει την πραγματικότητα παρέχοντας πρόσθετες πληροφορίες ή πλαίσιο, αντί να την αντικαθιστά πλήρως (Azuma, et 1997):

Η επαυξημένη πραγματικότητα καθορίζεται από τρία χαρακτηριστικά κατά τον Azuma (Azuma, et 1997):

1. Αναμιγνύει το πραγματικό και το εικονικό

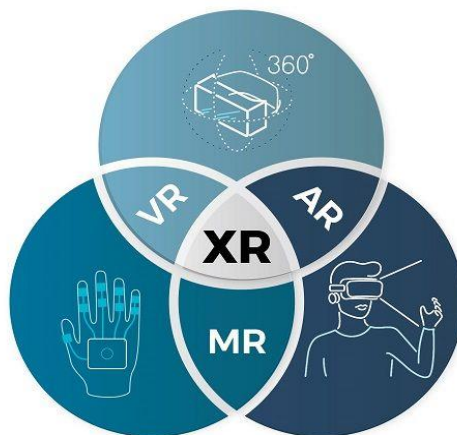
2. Είναι διαδραστική σε πραγματικό χρόνο
3. Η πληροφορία καταγράφεται σε 3D διαστάσεις πραγματικών και εικονικών αντικειμένων

Εκτός από την AR και την VR, υπάρχει και μια άλλη έννοια που κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερη δημοτικότητα, γνωστή ως Διευρυμένη Πραγματικότητα (Extended Reality - XR). Η XR είναι ένας γενικός όρος που περιλαμβάνει όλες τις μορφές τεχνολογιών που συγχωνεύουν τον φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο. Πρόκειται για έναν όρο ομπρέλα που αναφέρεται σε μια ομάδα τεχνολογιών που περιλαμβάνουν την Εικονική Πραγματικότητα (VR), την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και τη Μικτή Πραγματικότητα (MR).

Η XR λειτουργεί δημιουργώντας μια ψηφιακή επικάλυψη στον πραγματικό κόσμο ή ένα πλήρως καθηλωτικό ψηφιακό περιβάλλον με το οποίο οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν. Ανάλογα με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται, η XR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εμπειριών που κυμαίνονται από πλήρως καθηλωτικά εικονικά περιβάλλοντα, ψηφιακές επικαλύψεις στον πραγματικό κόσμο, έως ένα μείγμα και των δύο.

Το XR δεν περιορίζεται μόνο στη χρήση οθονών που τοποθετούνται στο κεφάλι, αλλά μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε smartphones και tablets, καθώς και σε άλλες συσκευές, όπως τα έξυπνα γυαλιά. Η δυνατότητα παροχής εμπειριών XR μέσω αυτών των συσκευών επιτρέπει μια πιο προσιτή και ευρέως αποδεκτή τεχνολογία.

Συνολικά, το XR είναι ένας όρος που αναφέρεται σε μια ομάδα τεχνολογιών που συγχωνεύουν τον φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των VR, AR και MR, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλούς κλάδους από την ψυχαγωγία και τα παιχνίδια μέχρι την και την υγειονομική περίθαλψη καθώς και για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, όπως επιδείξεις προϊόντων, προσομοιώσεις και διαδραστική εκπαίδευση (Rauschnabel et al, 2022).



Εικόνα 4 Απεικόνιση XR, πηγή (www.thestar.com)

ΟΡΙΣΜΟΣ

Η AR ή Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία που ενισχύει τον πραγματικό κόσμο με ψηφιακά στοιχεία. Χρησιμοποιεί εικόνες, ήχους και άλλες αισθητηριακές εισροές που δημιουργούνται από υπολογιστή για να ενισχύσει την αντίληψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο. Με την τεχνολογία AR, οι ψηφιακές πληροφορίες επικαλύπτονται του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο, δημιουργώντας μια διαδραστική και καθηλωτική εμπειρία.

Η τεχνολογία AR μπορεί να παρέχεται μέσω μιας ποικιλίας συσκευών, όπως smartphones, tablets, έξυπνα γυαλιά και οθόνες που τοποθετούνται στο κεφάλι. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ποικίλες εφαρμογές, όπως παιχνίδια, εκπαίδευση, κατάρτιση, σχεδιασμός, ψυχαγωγία και μάρκετινγκ.

Η κύρια διαφορά μεταξύ της AR και της εικονικής πραγματικότητας (VR) είναι ότι, στην VR, ο χρήστης βυθίζεται πλήρως σε ένα ψηφιακό περιβάλλον, ενώ στην AR, ο χρήστης παραμένει στον πραγματικό κόσμο, αλλά αλληλοεπιδρά με ψηφιακά στοιχεία που επικαλύπτονται στην άποψή του για τον πραγματικό κόσμο.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η επαυξημένη πραγματικότητα διακρίνεται σε πέντε κατηγορίες βάσει του σκοπού λειτουργίας τους και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται.

1. Marker-based AR - Επαυξημένη Πραγματικότητα με δείκτη ανίχνευσης
2. Markerless AR - Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς δείκτη ανίχνευσης
3. Projection-based AR - Επαυξημένη-Πραγματικότητα με βάση την προβολή
4. Superimposition-based AR - Επαυξημένη Πραγματικότητα με υπέρθεση
5. Location-Based AR - Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση την τοποθεσία

Επαυξημένη Πραγματικότητα με δείκτη

Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας με δείκτες χρησιμοποιεί δείκτες-στόχους που τοποθετούνται σε φυσικά αντικείμενα ή επιφάνειες, οι οποίοι στη συνέχεια ανιχνεύονται από την κάμερα της συσκευής. Αυτοί οι δείκτες μπορεί να έχουν τη μορφή λευκού ή μαύρου

τετραγώνου, γραμμωτού κώδικα ή κώδικα QR. Μόλις η κάμερα ανιχνεύσει τον δείκτη, μπορεί στη συνέχεια να επικαλύψει ψηφιακές πληροφορίες ή εικόνες στην προβολή του πραγματικού περιβάλλοντος από τον χρήστη, παρέχοντας πρόσθετο πλαίσιο ή πληροφορίες. (Χατζηστυλλή et 2021)



Εικόνα 5 Παράδειγμα ΕΠ με δείκτη, πηγή (www.c.realme.com)

Αυτός ο τύπος επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές για κινητά, όπως το Instagram και το Snapchat, για φίλτρα και παιχνίδια. Για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να τραβήξει μια φωτογραφία ενός προϊόντος ή ενός ορόσημου και η εφαρμογή θα επικαλύψει ψηφιακές πληροφορίες ή εικόνες πάνω στο πραγματικό περιβάλλον, παρέχοντας πρόσθετο πλαίσιο ή πληροφορίες.

Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ευρέως στον τομέα της εκπαίδευσης, του τουρισμού και του μάρκετινγκ. Για παράδειγμα, τα μουσεία μπορούν να χρησιμοποιήσουν δείκτες για να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα αντικείμενα, ή στον τομέα του τουρισμού, οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα αξιοθέατα, ή στον τομέα του μάρκετινγκ, οι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να παρέχουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα και τις υπηρεσίες.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτός ο τύπος επαυξημένης πραγματικότητας βασίζεται στην εστίαση της κάμερας, πράγμα που σημαίνει ότι εάν η κάμερα δεν εστιάσει στο μοτίβο ή στο αντικείμενο στο χώρο, τα πρόσθετα αντικείμενα ή οι πληροφορίες δεν θα γίνουν αντιληπτά (Chaudhari et al,2019).

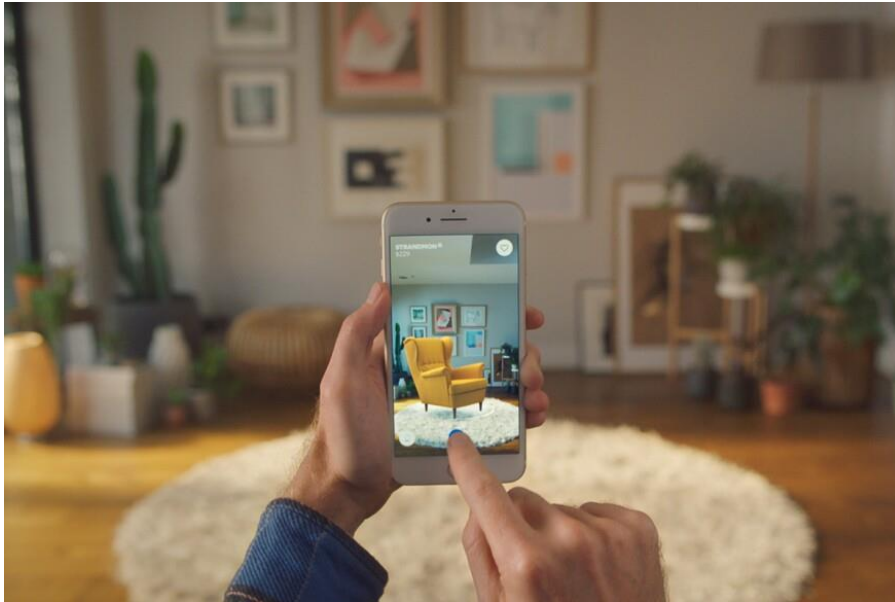
Συνολικά, η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας με δείκτες παρέχει έναν τρόπο παροχής περισσότερων πληροφοριών στον φυσικό χώρο, χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορους τομείς όπως η ψυχαγωγία, η εκπαίδευση, ο τουρισμός και το μάρκετινγκ, αλλά βασίζεται στην εστίαση της κάμερας και την παρουσία του δείκτη (Chaudhari et al,2019) .

Επαυξημένη Πραγματικότητα χωρίς δείκτη

Οι τεχνολογίες AR χωρίς δείκτες, γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς μεταξύ των χρηστών, καθώς παρέχονται ευρέως μέσω έξυπνων κινητών smartphones και tablets. Αυτός ο τύπος τεχνολογίας AR χρησιμοποιεί την κάμερα, τους αισθητήρες και το GPS της συσκευής για τον προσδιορισμό της θέσης και του προσανατολισμού της συσκευής στο πραγματικό περιβάλλον, επιτρέποντας την επικάλυψη ψηφιακού περιεχομένου στην άποψη του χρήστη για το πραγματικό περιβάλλον. Σε αντίθεση με το AR που βασίζεται σε δείκτες, το AR χωρίς δείκτες δεν απαιτεί από τον χρήστη να σαρώσει ή να φωτογραφίσει έναν δείκτη και μπορεί να προσφέρει μια εμπειρία AR σε οποιοδήποτε περιβάλλον. (Oufqir et al, 2020)

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί σχήματα όπως τρίγωνα ή τετράγωνα για τον προσδιορισμό της θέσης του αντικείμενου και την επικάλυψη εικονικού τρισδιάστατου περιεχομένου σε μια σκηνή και τη διατήρησή του σε ένα σταθερό σημείο στο χώρο. Ωστόσο, το μειονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι ότι το αντικείμενο μπορεί να μην είναι τόσο ευκρινές, καθώς μπορεί να υπάρχουν άλλα αντικείμενα με τα ίδια χαρακτηριστικά στο χώρο, και μπορεί να εισάγει μια χρονική καθυστέρηση στον υπολογισμό της στάσης ή του σχήματος.

Αυτή η κατηγορία τεχνολογίας AR περιλαμβάνει τον εντοπισμό θέσης με βάση το GPS σε εξωτερικούς χώρους, ο οποίος χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές όπως διαφημίσεις, τοποθέτηση επίπλων και εύρεση διευθύνσεων. Για παράδειγμα, με τον εντοπισμό GPS με βάση την τοποθεσία, μια εφαρμογή μπορεί να παρέχει οδηγίες για μια συγκεκριμένη τοποθεσία ή να εμφανίζει κοντινά σημεία ενδιαφέροντος.



Εικόνα-6 Παράδειγμα ΕΠ χωρίς δείκτη τοποθέτησης επίπλων Ikea, πηγή (www.architectmagazine.com)

Συμπερασματικά, η τεχνολογία AR χωρίς δείκτες είναι πιο δημοφιλής μεταξύ των χρηστών, καθώς παρέχεται ευρέως μέσω έξυπνων κινητών smartphones και tablets, επιτρέπει την επικάλυψη ψηφιακού περιεχομένου στην άποψη του χρήστη για το πραγματικό περιβάλλον χωρίς να απαιτούνται δείκτες, αλλά μπορεί να εισάγει μια χρονική καθυστέρηση στον υπολογισμό της στάσης ή του σχήματος και το αντικείμενο μπορεί να μην είναι τόσο ευκρινές όσο με δείκτες.

Οι δυο παραπάνω μέθοδοι τόσο με δείκτη όσο και χωρίς δείκτη χρησιμοποιούν τον ίδιο μαθηματικό τύπο για να εκτιμηθεί η θέση της κάμερας.

Στην πρώτη μέθοδο, η αναγνώριση του δείκτη πραγματοποιείται χωρίς δυσκολία, καθώς η τρισδιάστατη θέση του αντικειμένου είναι γνωστή και υπολογίζεται ευκολότερα η θέση τους. Στη δεύτερη περίπτωση, είναι απαραίτητο να εξαχθούν τα ειδικά χαρακτηριστικά για να αντιστοιχηθούν με πραγματικές εικόνες και να προσδιοριστεί η τρισδιάστατη θέση τους στον πραγματικό κόσμο (Oufqir et al,2020).

$$s \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & t_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{32} & t_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & t_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \end{bmatrix} = PA \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

(X_c, Y_c, Z_c) Camera coordinate

(X, Y, Z) 3D point coordinate

R Rotation

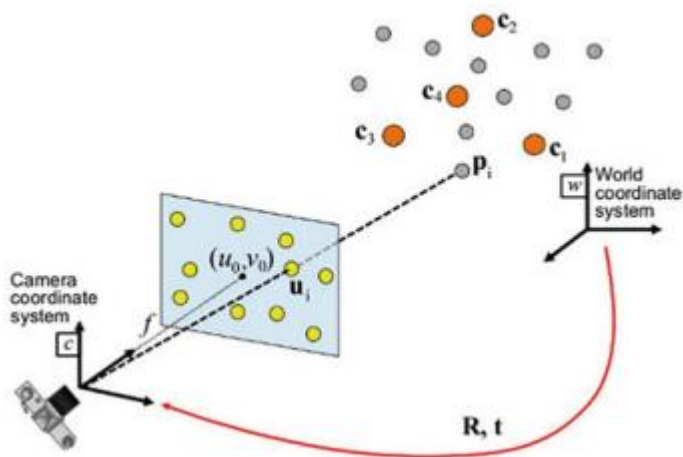
t Translation

A Pose matrix

P The intrinsic parameters of the camera

(x_c, y_c) The coordinates of the projection on the camera screen.

Εικόνα 7 Μαθηματικός τύπος υπολογισμού κάμερας, πηγή (Oufqir et al,2020)



Εικόνα- 8 Περιστροφή και μετάθεση της κάμερας και της συντεταγμένης, πηγή (Oufqir et al,2020)

Επαυξημένη Πραγματικότητα με χρήση προβολικών συστημάτων

Αυτή η μεθοδολογία χρησιμοποιεί προβολείς για την προσθήκη ψηφιακών δεδομένων σε σταθερό πλαίσιο, δηλαδή η AR με βάση την προβολή επικεντρώνεται στην απόδοση εικονικών τρισδιάστατων αντικειμένων εντός του φυσικού χώρου.

Ως εκ τούτου, η AR επιτρέπει στον χρήστη να κινείται ελεύθερα στο περιβάλλον μιας συγκεκριμένης περιοχής, όπου τοποθετείται ένας σταθερός προβολέας και μια κάμερα παρακολούθησης. Η κύρια χρήση αυτής της τεχνολογίας είναι η δημιουργία ψευδαισθήσεων σχετικά με το βάθος, τη θέση και τον προσανατολισμό ενός αντικειμένου με την προβολή τεχνητού φωτός σε πραγματικές επίπεδες επιφάνειες (Poghosyan et 2019).

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για την ανάδειξη παπουτσιών όπως για παράδειγμα χρησιμοποιεί η Nike ώστε οι δυνητικοί πελάτες να σχεδιάσουν το δικό τους 3D μοντέλο αθλητικών .



Εικόνα- 9 Παράδειγμα ΕΠ με χρήση προβολικών συστημάτων αθλητικών παπουτσιών της Nike, πηγή (www.wear-studio.com)

Επαυξημένη Πραγματικότητα με υπέρθεση

Η συγκεκριμένη μέθοδος με βάση την επικάλυψη, στηρίζεται στην αναγνώριση του αυθεντικού αντικειμένου το οποίο μπορεί να αντικατασταθεί εξ ολοκλήρου ή μερικώς από επαυξημένες εικόνες. Στη περίπτωση που δεν είναι ανιχνεύσιμο το αρχικό αντικείμενο δε μπορεί να πραγματοποιηθεί η επικάλυψη με εικονική, είτε εάν η σάρωση της κάμερας δεν εκτελεστεί από την ορθή οπτική γωνία ενδέχεται να ληφθεί μια ασταθή επαυξημένη εικόνα. Χρήση της μεθόδου αυτής συναντάται στην εξερεύνηση ιστορικών κτιρίων σε μουσείο, είτε στην ιατρική (Poghosyan et 2019) .



Εικόνα-10 Παράδειγμα ΕΠ Υπέρθωσης σε εξερεύνηση Ιστορικών Κτιρίων, πηγή (Poghosyan)

Επαυξημένη Πραγματικότητα με βάση την τοποθεσία Location-Based Augmented Reality

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην άντληση των γεωγραφικών συντεταγμένων της τοποθεσίας, όπου με τη χρήση GPS χαρτογραφείται η θέση, χωρίς χρήση δείκτη και ενημερώνει με τις αντίστοιχες ψηφιακές πληροφορίες την περιοχή. Παράδειγμα επαυξημένης πραγματικότητας με βάση την τοποθεσία είναι η ενημέρωση διευθύνσεων σε εξωτερικούς χώρους και η γνωστή εφαρμογή Pokemon Go (Poghosyan et 2019) .



Εικόνα-11 Παράδειγμα ΕΠ με βάση την τοποθεσία, πηγή (www.pixelinc.co.za)

Εξοπλισμός VR / AR

Οι τύποι εξοπλισμού των δυο τεχνολογιών εξαρτάται από τις τεχνολογικές εξελίξεις της εποχής σε επίπεδο επεξεργαστών, κάρτα γραφικών, ταχύτητας διαδικτύου, ισχύος υπολογιστών, διάρκεια μπαταρίας, κινητών συσκευών και λοιπών μερών. Παρακάτω αναφέρονται μερικοί τύποι τέτοιων συσκευών.

Head Mounted Displays (HMDs) - Σετ Κεφαλής

Οι συσκευές προσαρμόζονται στο κεφάλι, χρησιμοποιώντας LCD οθόνες με υψηλή πυκνότητα pixels, αισθητήρες και στερεοφωνικά ακουστικά που επιτρέπουν στο χρήστη να παρακολουθεί και να αντιδρά στις κινήσεις του κεφαλιού του χρήστη. Οι οθόνες αυτές χρησιμοποιούν optical see through ή video see-through τεχνολογία. Στην πρώτη περίπτωση ο χρήστης αντιλαμβάνεται το πραγματικό κόσμο από τις εικόνες που αντανακλώνται από τα κάτοπτρα της οθόνης κεφαλής και μπορεί να κοιτάζει, απευθείας μέσα από αυτούς. Στη δεύτερη περίπτωση, η άποψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο παρέχεται από τις κάμερες βίντεο και είναι πολύ πιο ευέλικτη ως προς τον τρόπο με τον οποίο αναμιγνύει τον πραγματικό και εικονικό κόσμο (Azuma et 1997).

Οι συγκεκριμένες συσκευές χρησιμοποιούνται από την εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα με διαφορετικό τρόπο καθώς η πρώτη διεισδύει σε ένα τεχνητό ψηφιακό κόσμο, ενώ η δεύτερη εμπλουτίζει το φυσικό περιβάλλον με πρόσθετα στοιχεία.



Εικόνα 12 Head Mounted Display (HMD) επιτρέπει την παρακολούθηση του κεφαλιού και τη στερεοσκοπική προβολή του 3D εικονικού περιβάλλοντος,

Κινητές Συσκευές

Μικρές συσκευές απεικόνισης που κρατιούνται στο χέρι αναφέρονται ως έξυπνα κινητά (smartphones), ταμπλέτα και φορητοί υπολογιστές. Εξαιτίας του μεγέθους τους και της ανεπτυγμένης τεχνολογίας που χρησιμοποιούν, όπως ισχυρό επεξεργαστή, υψηλής ανάλυσης οθόνη, κάμερα, GPS και άλλους αισθητήρες είναι περισσότερο προσιτές προς χρήση εφαρμογών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Στις συσκευές αυτές λόγω ότι η οθόνη είναι σχετικά μικρή, δεν είναι λειτουργική, καθώς απεικονίζονται πολλές πρόσθετες πληροφορίες και δυσχεραίνει το χειρισμό της συσκευής.

Έξυπνα γυαλιά

Οι συσκευές αυτές έχουν τη μορφή γυαλιών με ενσωματωμένη κάμερα, ακουστικά και μικρόφωνο. Τα γυαλιά διαθέτουν ενσωματωμένα γυροσκόπια και παρακολούθηση κίνησης που τα καθιστούν κατάλληλα για την ενσωμάτωση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας καθώς επιτρέπουν την επικάλυψη ψηφιακών πληροφοριών στον πραγματικό κόσμο, ενισχύοντας την πραγματική δραστηριότητα με οδηγίες ή άλλες χρήσιμες πληροφορίες ακριβώς μπροστά στα μάτια του χρήστη. επιπλέον, πολλά έξυπνα γυαλιά βάσει της τεχνολογίας ήχου ανοιχτού αυτιού (open-ear audio technology) ο ήχος μεταφέρεται στο χρήστη χωρίς να είναι αντιληπτός στο εξωτερικό περιβάλλον.

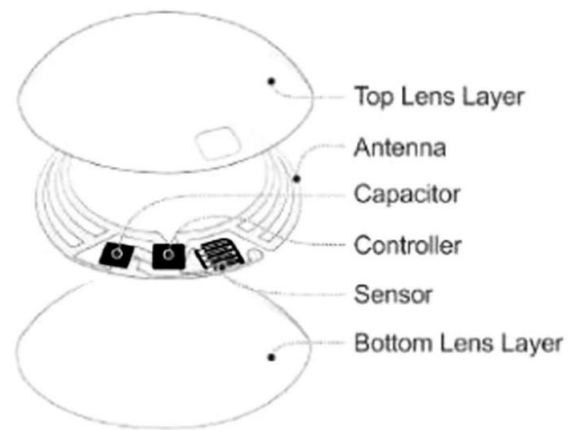
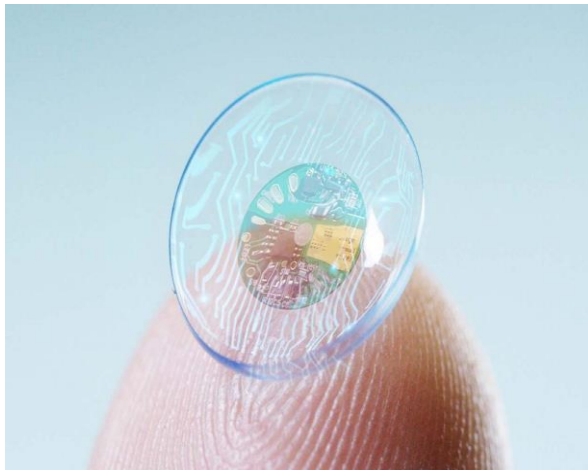


Εικόνα 13 Έξυπνα Γυαλιά, πηγή (www.channelxr.com)

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί τη τελευταία δεκαετία δείχνουν ότι τα έξυπνα γυαλιά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ιατρική σε χειρουργικές επεμβάσεις ,σε άτομα με ειδικές ανάγκες όπως ο αυτισμός και η δημοσιογραφία. Μετά από χρόνια έρευνας και κλινικών δοκιμών, το σύστημα Brain Power's Empowered Brain δημιουργήθηκε για να επιτρέπει στα άτομα με αυτισμό να διδάσκουν στον εαυτό τους δεξιότητες ζωτικής σημασίας για την αυτάρκεια, π.χ. αποκωδικοποίηση συναισθημάτων, οπτική επαφή, γλώσσα, κοινωνική δέσμευση, δεξιότητες συνομιλίας, έλεγχος συμπεριφορών κλπ. Παραδείγματα έξυπνων γυαλιών αποτελούν τα Google Glass και Vuzix Blade.

Έξυπνοι φακοί

Οι συγκεκριμένοι φακοί επαφής καλύπτουν το άσπρο του ματιού και είναι πιο σκληροί από τους συνηθισμένους, προβάλλοντας στα μάτια του χρήστη μια ενημερωτική «οθόνη». Έχουν ενσωματωμένα έξυπνους αισθητήρες, microled οθόνη και μπαταρία. Όπως ένα smartphone, έτσι και οι έξυπνοι φακοί έχουν τη δυνατότητα να προβάλλουν πληροφορίες για το καιρό το ημερολόγιο, τις ειδοποιήσεις ή τη λίστα μουσικής. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θέματα υγείας ατόμων που πάσχουν από διαβήτη, καθώς και για την αντιμετώπιση οφθαλμολογικών παθήσεων (γλαύκωμα) μετρώντας το επίπεδο πίεσης του οφθαλμού. Ακόμη και άτομα με χαμηλή όραση μπορούν να βοηθηθούν από τους έξυπνους φακούς βελτιώνοντας την όραση τους. Η συγκεκριμένη ιδέα των έξυπνων φακών υλοποιείται από την εταιρία Mojo και προσπάθειες γίνονται από τη Google και Samsung. Η διάθεση τους στο λιανικό εμπόριο αναμένεται καθώς θα πρέπει να ξεπεραστούν εμπόδια, όπως η φόρτιση των μπαταριών, η διάρκεια ζωής των φακών και ο εκμηδενισμός οφθαλμολογικών παθήσεων ((Woollacott et 2022), (Mojo Lens et 2022)).

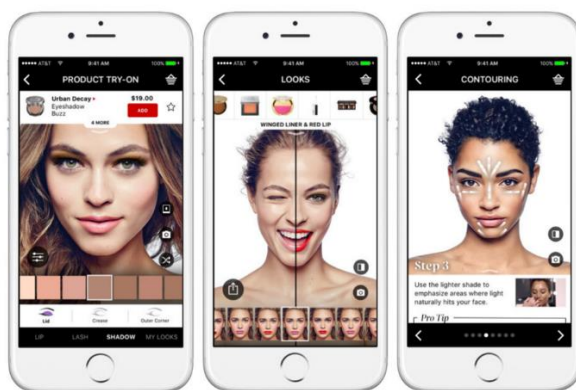


Εικόνα 14 Έξυπνοι Φακοί, πηγή (www.techspot.com)

Μαγικοί Καθρέπτες (magic mirrors)

Οι "μαγικοί καθρέπτες" στην AR χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό καμερών, αισθητήρων και τεχνολογίας AR για τη δημιουργία μιας διαδραστικής μοναδικής εικονικής δοκιμής. Η μέθοδος με την οποία λειτουργεί είναι να υπολογίζει μέσω αλγορίθμων υπολογιστικής όρασης και επεξεργασίας εικόνας τα χαρακτηριστικά και τις εκφράσεις προσώπου του χρήστη ή τις κινήσεις του σώματος και στη συνέχεια να αντικατοπτρίζονται στο καθρέπτη με επικαλυπτόμενα εικονικά στοιχεία. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καταστήματα λιανικής πώλησης, όπου οι πελάτες μπορούν να δοκιμάσουν διάφορα ρούχα, μακιγιάζ ή αξεσουάρ είτε σε εκδηλώσεις όπως εμπορικές εκθέσεις, για προϊόντα που δεν έχουν κυκλοφορήσει ακόμη ή δεν είναι διαθέσιμα για αγορά (Bialkova et al,2022).

Το Magic Mirror μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για εικονικές εμπειρίες δοκιμής μέσω εφαρμογών για κινητά, όπου οι πελάτες μπορούν να τραβήξουν μια φωτογραφία του εαυτού τους και να δοκιμάσουν εικονικά ρούχα, αξεσουάρ ή μακιγιάζ (Bialkova et al, 2022).



Εικόνα 15 Μαγικοί Καθρέπτες, πηγή (www.indigo9digital.com)

Προγράμματα Σχεδίασης Εφαρμογών

Στην ενότητα αυτή, θα αναφέρουμε πλατφόρμες /εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη εφαρμογών των τεχνολογιών AR και VR.

Wikitude

Το Wikitude, αποτελεί Augmented Reality browser για κινητά τηλέφωνα. Η Wikitude ιδρύθηκε το 2008 και αρχικά επικεντρώθηκε στην παροχή εμπειριών επαυξημένης πραγματικότητας με βάση την τοποθεσία μέσω της εφαρμογής Wikitude World Browser App. Το 2012, η εταιρεία ανέπτυξε το Wikitude SDK, που χρησιμοποιεί τεχνολογίες αναγνώρισης και εντοπισμού εικόνας και γεωεντοπισμού. Το Wikitude SDK αποτελεί το βασικό προϊόν της εταιρείας. Το SDK, που κυκλοφόρησε για πρώτη φορά τον Οκτώβριο του 2008, περιλαμβάνει αναγνώριση και παρακολούθηση εικόνας, απόδοση τρισδιάστατων μοντέλων, επικάλυψη βίντεο, AR με βάση την τοποθεσία. Το 2017 η Wikitude λάνσαρε την τεχνολογία SLAM (Simultaneous Localization And Mapping), η οποία επιτρέπει την αναγνώριση και τον εντοπισμό αντικειμένων, καθώς και τον άμεσο εντοπισμό χωρίς δείκτες. Διατίθεται για λειτουργικά συστήματα Android, iOS και Windows, ενώ είναι βελτιστοποιημένο και για διάφορες συσκευές έξυπνων γυαλιών.

Η εφαρμογή Wikitude ήταν η πρώτη δημόσια διαθέσιμη εφαρμογή που χρησιμοποίησε μια προσέγγιση επαυξημένης πραγματικότητας με βάση την τοποθεσία. Για την επαυξημένη πραγματικότητα βάσει τοποθεσίας, η θέση των αντικειμένων στην οθόνη της κινητής συσκευής υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη θέση του χρήστη (μέσω GPS ή Wi-Fi), την κατεύθυνση προς την οποία κοιτάζει ο χρήστης (με τη χρήση της πυξίδας) και το

επιταχυνσιόμετρο. Οι επαυξήσεις μπορούν να τοποθετηθούν σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος και στη συνέχεια να προβληθούν μέσω της οθόνης ή των φακών των συσκευών.

Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα της Geo based AR είναι το Pokémon Go. Επιπλέον, από τον Αύγουστο του 2012, το Wikitude διαθέτει επίσης τεχνολογίες αναγνώρισης εικόνας που επιτρέπουν στις εικόνες του tracker να ενεργοποιούν την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας μέσα στην εφαρμογή.

Το λογισμικό αναγνωρίζει τα σχετικά σημεία χαρακτηριστικών της εικόνας-στόχου γνωστή και ως δείκτης. Αυτό επιτρέπει την επικάλυψη και την επικόλληση επαυξήσεων σε συγκεκριμένη θέση πάνω ή γύρω από την εικόνα. Το 2017, η Wikitude ξεκίνησε τη χρήση μια άλλης τεχνολογίας SLAM (άμεση παρακολούθηση, αναγνώριση αντικειμένων και σκηνών). Η άμεση παρακολούθηση, η πρώτη λειτουργία που χρησιμοποιεί το SLAM, επιτρέπει στους προγραμματιστές να χαρτογραφούν εύκολα περιβάλλοντα και να εμφανίζουν περιεχόμενο επαυξημένης πραγματικότητας χωρίς την ανάγκη εικόνων-στόχων (markers). Η αναγνώριση αντικειμένων είναι η τελευταία προσθήκη που βασίζεται στο SLAM, με την κυκλοφορία του SDK 7. Η ιδέα πίσω από την αναγνώριση και παρακολούθηση Αντικειμένων είναι πολύ παρόμοια με την Παρακολούθηση Εικόνας, αλλά αντί να αναγνωρίζει εικόνες και επίπεδες επιφάνειες, ο ανιχνευτής αντικειμένων μπορεί να λειτουργήσει με τρισδιάστατες δομές και αντικείμενα (εργαλεία, παιχνίδια, μηχανήματα) (Wikitude et, 2022).

Kudan

Το Kudan είναι επίσης εργαλείο επαυξημένης πραγματικότητας SDK που χρησιμοποιείται σε κινητά και υποστηρίζει την παρακολούθηση με ή χωρίς δείκτες. Επιτρέπει τη δημιουργία μοντέλων τρισδιάστατων χώρων ακόμη και σε πραγματικό μέγεθος σε πραγματικό περιβάλλον. Εκτός από τα κινητά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συσκευές κεφαλιού (headsets). Η KudanCV μηχανή είναι γραμμένη σε c++ και η αρχιτεκτονική σε assembly, ο συγκεκριμένος συνδυασμός προσδίδει ταχύτητα και ευελιξία. Υποστηρίζει μονοφωνικές ή στερεοφωνικές κάμερες σε συνδυασμό με οποιουδήποτε άλλους αισθητήρες, όπως βάθος και έχει τη δυνατότητα αναγνώρισης πολλαπλών δεικτών. Είναι ελεύθερο προς χρήση εργαλείο για προσωπική χρήση ή επαγγελματίες (Kudan et 2022).

ARToolkit

Το *ARToolkit*, είναι ανοιχτού κώδικα εργαλείο / ελεύθερο λογισμικό ,σε γλώσσα C και C++ που επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύσσουν εύκολα εφαρμογές επαυξημένης

πραγματικότητας. Είναι διαθέσιμο για την ανάπτυξη AR εφαρμογών σε λειτουργικά συστήματα SGI IRIX, PC Linux, Mac OS X και PC Windows καθώς και σε android και ios. Το εργαλείο αυτό επιτρέπει την επικάλυψη εικονικών στοιχείων σε πραγματικό βίντεο δηλαδή η πραγματική θέση και ο προσανατολισμός της κάμερας υπολογίζεται βάσει τετράγωνων μαύρων δεικτών που εντοπίζονται στο βίντεο. Η κάμερα καταγράφει βίντεο από τον πραγματικό κόσμο και το στέλνει στον υπολογιστή. Το λογισμικό στον υπολογιστή ψάχνει σε κάθε καρέ βίντεο για τυχόν τετράγωνα σχήματα. Εάν βρεθεί ένα τετράγωνο, το λογισμικό χρησιμοποιεί κάποια μαθηματικά για να υπολογίσει τη θέση της κάμερας σε σχέση με το μαύρο τετράγωνο. Μόλις γίνει γνωστή η θέση της κάμερας, σχεδιάζεται ένα μοντέλο γραφικών υπολογιστών από την ίδια θέση. Αυτό το μοντέλο σχεδιάζεται πάνω στο βίντεο του πραγματικού κόσμου και έτσι εμφανίζεται κολλημένο πάνω στον τετραγωνικό δείκτη (ARToolkit et 2022).

Vuforia

Το *Vuforia*, είναι μια πλατφόρμα, η οποία διατίθεται σε μορφή δοκιμαστικής έκδοσης με περιορισμένες δυνατότητες είτε αγοραζόμενη (μη ανοιχτού κώδικα), η οποία χρησιμοποιείται επίσης για την ανάπτυξη AR εφαρμογών για φορητές συσκευές έξυπνα γυαλιά και headsets. Η πλατφόρμα λειτουργεί ως μέσο την τεχνολογία όρασης για την αναγνώριση και παρακολούθηση επίπεδων εικόνων και τρισδιάστατων αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η δυνατότητα καταγραφής εικόνων επιτρέπει στους προγραμματιστές να τοποθετούν και να προσανατολίζουν εικονικά αντικείμενα, όπως τρισδιάστατα μοντέλα και άλλα μέσα, σε σχέση με αντικείμενα του πραγματικού κόσμου όταν αυτά προβάλλονται μέσω της κάμερας. Στη συνέχεια, το εικονικό αντικείμενο παρακολουθεί τη θέση και τον προσανατολισμό της εικόνας σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε η προοπτική του θεατή στο αντικείμενο να αντιστοιχεί στην προοπτική του στόχου. Φαίνεται έτσι ότι το εικονικό αντικείμενο είναι μέρος της σκηνής του πραγματικού κόσμου.

Χαρακτηριστικό του *Vuforia* είναι η ανίχνευση εικόνων, αντικειμένων (διαφόρων σχημάτων) και περιβαλλόντων δεικτών διακρίνονται σε επιφάνειες και την τοποθεσία της συσκευής .

Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιεί για την υλοποίηση AR εφαρμογών είναι η C++, η Java, η Objective-C++ και η .NET και είναι συμβατό σε Android ios και Windows.

Η συγκεκριμένη πλατφόρμα βρίσκει λύσεις στο τομέα της βιομηχανίας, κατασκευών και στο λιανικό εμπόριο (*Vuforia et 2022*).

Apple ARKit

Το ARKit είναι εργαλείο ανάπτυξης AR τεχνολογίας της εταιρείας Apple για ios. Η χρήση της μπορεί να πραγματοποιηθεί από κινητά και tablets καθώς και από AR γυαλιά ή συσκευές κεφαλής. Τα βασικά χαρακτηριστικά της ARKit 6 είναι η χρήση 4K HDR βίντεο, η οπτική αδρανειακή οδομετρία (VIO, Visual Inertial Odometry), η οποία συντελεί στην ακριβή ανίχνευση του κόσμου/χώρου και μέσω των οπτικών πληροφοριών κάμερας παρακολουθεί τις θέσεις και την κίνηση. Αυτές οι εισοδοι επιτρέπουν στη συσκευή iOS να αντιλαμβάνεται με ακρίβεια τον τρόπο με τον οποίο κινείται μέσα σε ένα δωμάτιο, εξαλείφοντας την ανάγκη για πρόσθετη βαθμονόμηση.

Η ανίχνευση σκηνής και οριζόντιου επιπέδου, όπως είναι το δάπεδο ή ένα τραπέζι, η εκτίμηση φωτισμού, δηλαδή η αυτόματη ανάλυση της ποσότητας του φωτός στο πραγματικό περιβάλλον και η αντίστοιχη ρύθμιση του επιπέδου φωτός στα εικονικά αντικείμενα.

Εξαιτίας, της TrueDepth κάμερας δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης πολλαπλών προσώπων. Εφαρμογές που χρησιμοποιούν είναι Magicplan αφορά κατασκευές, η MeasureKit με την οποία δίνεται η δυνατότητα μέτρησης μέσω του iPhone ή iPad κάμερα, περιλαμβάνοντας οποιαδήποτε γωνία ή διάσταση του χώρου με εικονικό χάρακα.

Η Night Sky με την οποία πραγματοποιείται αναγνώριση πλανητών και γενικότερα αστερισμών, με πλεονέκτημα την δυνατότητα υπερθέασης-εξερεύνησης του ηλιακού συστήματος μέσα στο σπίτι. Επιπλέον, συνεργάζεται με εργαλεία ανάπτυξης τρίτων κατασκευαστών (Apple ARKit et 2022).

Layar

Το Layar είναι από τους πρώτους browser επαυξημένης πραγματικότητας κινητών που υποστηρίζει ios και android. Με το Layar, μπορεί κανείς να ανεβάσει εικόνες μιας ευχετήριας κάρτας, ενός φυλλαδίου, ενός μενού ή οποιουδήποτε άλλου αντικειμένου για να δημιουργήσει αμέσως μια εξατομικευμένη εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας (AR), η οποία βασίζεται στη τοποθεσία GPS και παρέχει σχετικές πληροφορίες μέσω κάμερας. Μερικές συνεργασίες παγκόσμιων εταιρειών που μπορούμε να αναφέρουμε είναι η Pepsi, Coca-Cola, Procter & Gamble, Honda και BMW.

Το Layar προσφέρει στους εκδότες τη δυνατότητα να τους κατευθύνει σε άλλα τρίτα εργαλεία διαχείρισης περιεχομένου και φιλοξενίας, ώστε να δημιουργήσουν τα δικά τους περιεχομένου κανάλια δημοσίευσης, τα ονομαζόμενα Layars. Τα κανάλια αυτά ενισχύουν τη διεπαφή με τους χρήστες και τη δημοτικότητα προσφέροντας μια συναρπαστική εμπειρία.

Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια συνεργάζεται με την blippar στα πλαίσια της επαυξημένης πραγματικότητας (Layar et 2022).

UNITY

Το συγκεκριμένο εργαλείο είναι διαδεδομένο για VR εφαρμογές ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για AR σε συνδυασμό με άλλες πλατφόρμες (ARCore, ARKitool, Magic Leap) καθώς μεμονωμένα δεν δύναται δυνατότητα υλοποίησης των χαρακτηριστικών της AR. Το Unity υποστηρίζει iOS, Android, Windows, Mac, Linux, κονσόλες παιχνιδιών (PlayStation, Xbox, Nintendo Switch) καθώς και headsets Oculus. Για το σχεδιασμό των εφαρμογών απαιτείται η δημιουργία δισδιάστατου ή τρισδιάστατου περιβάλλοντος του χρήστη και η χρήση script σε C#. Διατίθεται δωρεάν η απλή έκδοση καθώς και επι πληρωμής με περισσότερες λειτουργικότητες που απευθύνεται σε έμπειρους προγραμματιστές.

Τομείς που καλύπτει το εργαλείο αυτό είναι βιντεοπαιχνίδια, αρχιτεκτονική, ταινίες και αυτοβιομηχανίες- μηχανική και κατασκευαστικές (Unity et 2022).

Blender

Το συγκεκριμένο εργαλείο είναι ανοιχτού κώδικα, το οποίο αναπτύσσει VR εφαρμογές σε υπολογιστές και συγκεκριμένα σε λειτουργικά Windows, macOS, and Linux. Έχει τη δυνατότητα σχεδίασης 3D μοντέλων κινούμενων εικόνων, οπτικών εφέ και ανίχνευση κίνησης. Κάποια χαρακτηριστικά του εργαλείου είναι η δυνατότητα μετατροπής 3d σκηνής σε 2D σκηνή η οποία ονομάζεται rendering και διαχωρίζεται σε τρεις υποκατηγορίες, δημιουργία και επεξεργασία βίντεο. Διατίθεται για τη δημιουργία βιντεοπαιχνιδιών και κινηματογραφικών ταινιών (Blender et 2022) .

ΟΜΟΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Παρακάτω παρατίθενται οι ομοιότητες και οι διαφορές των δυο τεχνολογιών .

Διαφορές

Η εικονική πραγματικότητα είναι ένα εκπληκτικό σύστημα υπερθέασης που συνήθως συμμετέχουν υπολογιστές ή άλλες ισχυρές συσκευές για να δημιουργήσει τα περιβάλλοντα του, τα οποία κλίνουν να είναι σύνθετα. Η εικονική πραγματικότητα στηρίζεται εξ ορισμού σε τεχνητό περιβάλλον. Ο εικονικός και ο πραγματικός κόσμος είναι διαφορετικά και μη αλληλεπιδραστικά ενώ τα μέσα VR έχουν προσδιοριστεί εξ αρχής.

Σε αντίθεση με το VR, η επαυξημένη πραγματικότητα εμπλουτίζει με πραγματικά στοιχεία το περιβάλλον και ο χρήστης αλληλοεπιδρά με τον πραγματικό κόσμο, αποκτώντας επιπλέον δεδομένα από τις συσκευές ή τα προγράμματα που χρησιμοποιεί η επαυξημένη πραγματικότητα.

Επιπλέον, ο εξοπλισμός της επαυξημένης πραγματικότητας είναι συνήθως πολύ λιγότερο απαιτητικός ως προς την ισχύ επεξεργασίας που χρησιμοποιεί σε σχέση με την εικονική πραγματικότητα. Αυτό οφείλεται στο ότι η AR προσθέτει στοιχεία σε ένα ήδη υπαρκτό περιβάλλον, ενώ η VR κατασκευάζει εξ ολοκλήρου το φανταστικό κόσμο.

Στην επαυξημένη πραγματικότητα, ο χρήστης ενισχύει το περιβάλλον με πραγματικά και εικονικά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο. Αντίθετα, στην εικονική πραγματικότητα, ο χρήστης βυθίζεται στο τεχνητό περιβάλλον και δεν έχει επαφή με τον πραγματικό κόσμο. Η εικονική πραγματικότητα απαιτεί τεχνολογικά υψηλή τεχνολογία από την επαυξημένη πραγματικότητα για να προσδιορίσει όσο πιο ρεαλιστικά το εικονικό κόσμο με τον οποίο αλληλοεπιδρά ο χρήστης. Η επαυξημένη πραγματικότητα λειτουργεί κυρίως με αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων από τον πραγματικό κόσμο σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα, η οποία βυθίζεται στο φανταστικό αντί του φυσικού και γι' αυτό δε χρησιμοποιεί τα συστήματα αυτά υπερβολικά. Τέλος, το χρηματικό ποσό που απαιτείται για την υλοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας είναι μικρότερο έναντι της εικονικής πραγματικότητας. Για τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας, αρκεί η ύπαρξη κινητής συσκευής ή μιας ταμπλέτας. Αντιθέτως, η VR απαρτίζεται από εξειδικευμένο εξοπλισμό, μεγαλύτερου κόστους, όπως είναι τα ακουστικά και τηλεχειριστήρια χειρός. Κατά συνέπεια στο ευρύ κοινό είναι περισσότερο προσιτή η χρήση της τεχνολογίας AR σε σχέση με τη VR. Ο παρακάτω πίνακας 1 απαριθμεί ορισμένες ειδοποιούς διαφορές των τεχνολογιών της Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας με βάση τα βασικά τους στοιχεία.

Επαυξημένη Πραγματικότητα	Εικονική Πραγματικότητα
Ενισχύει το πραγματικό περιβάλλον με την επικάλυψη ψηφιακών πληροφοριών ή εικόνων στην εικόνα του κόσμου που βλέπει ο χρήστης.	Δημιουργεί μια προσομοίωση ενός τρισδιάστατου περιβάλλοντος που παράγεται από υπολογιστή και μπορεί να αλληλοεπιδράσει με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού.
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητές συσκευές όπως smartphones και tablets	Απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό, όπως ακουστικά VR
Δεν βυθίζει πλήρως τον χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον	Βυθίζει πλήρως τον χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον
Μπορεί να παρέχει πληροφορίες για το πραγματικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο	Μπορεί να προσφέρει ένα εντελώς διαφορετικό περιβάλλον από τον πραγματικό κόσμο
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπηρεσίες που βασίζονται στην τοποθεσία, όπως η πλοήγηση και η διαφήμιση	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παιχνίδια και προσομοίωση

Πίνακας 1 Διαφορές AR/VR βάσει χαρακτηριστικών

Ωστόσο, με βάση τα προαναφερθέντα θα ήταν χρήσιμο να απαριθμηθούν και οι διαφορές των δύο αυτών τεχνολογιών εξετάζοντας το σενάριο χρήσης του ηλεκτρονικού εμπορίου. Αυτές οι διαφορές αποτυπώνονται στον πίνακα 2.

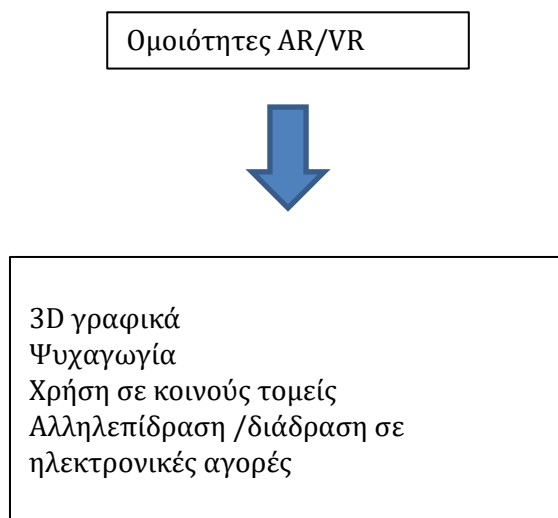
Επαυξημένη Πραγματικότητα	Εικονική Πραγματικότητα
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εικονική δοκιμή ρούχων και αξεσουάρ	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εικονικές εκθέσεις και εικονικές περιηγήσεις προϊόντων
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπηρεσίες που βασίζονται στην τοποθεσία, όπως η πλοήγηση και η διαφήμιση	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παιχνίδια και προσομοιώσεις
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή περισσότερων πληροφοριών σχετικά με το προϊόν σε πραγματικό χρόνο	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή μιας καθηλωτικής εμπειρίας αγορών
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξατομίκευση της αγοραστικής εμπειρίας στο πραγματικό (τρειςδιάστατο) περιβάλλον	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίδειξη των χαρακτηριστικών ενός προϊόντος σε τρισδιάστατο χώρο
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπηρεσίες που βασίζονται στην τοποθεσία, όπως πλοήγηση και διαφήμιση	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παιχνίδια και προσομοίωση
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή προσφορών και συμφωνιών βάσει τοποθεσίας	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εμπειρία αγορών εικονικής πραγματικότητας

Πίνακας 2 Διαφορές AR/VR βάσει χρήσης e-commerce

Ομοιότητες

Η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα αποσκοπούν να εμβαθύνουν το χρήστη σε ένα εικονικό ή πραγματικό περιβάλλον, ώστε να βιώσει συναρπαστικότερα ο χρήστης την εμπειρία, ενισχύοντας το οπτικό πεδίο κυρίως μέσω 3D γραφικών. Η μια τεχνολογία συμπληρώνει την άλλη και η επαυξημένη πραγματικότητα είναι προέκταση της εικονικής, καθώς αποτελεί την εξέλιξη αυτής ως ιδέα μετέπειτα. Και οι δυο τεχνολογίες συνεισφέρουν στην ψυχαγωγία του χρήστη προσφέροντας εικονική πρωτοποριακή εμπειρία. Χρησιμοποιούν υψηλή τεχνολογία για την αναπαράσταση των ψηφιακών εικόνων ή πρόσθετων πληροφοριών. Οι τεχνολογίες VR και AR χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς, όπως η ιατρική, η εκπαίδευση για άτομα με μαθησιακές δυσκολίες και ο στρατός για τη βελτίωση της εκτέλεσης πολύπλοκων καθηκόντων.

Επιπλέον, μια ομοιότητα είναι ότι και οι δυο τεχνολογίες δεν μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως μέσω των ηλεκτρονικών αγορών την άμεση αλληλεπίδραση που παρέχεται μεταξύ καταναλωτή-προϊόντος στις επιτόπιες αγορές.



Εικόνα 16 Ομοιότητες AR/VR

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΥΝΑΛΛΑΓΩΝ

Η ταχύτερη τεχνολογική εξέλιξη τα τελευταίων ετών καθώς και η επίδραση του covid οδήγησε στην εύρεση λύσεων για την ενίσχυση των ηλεκτρονικών αγορών μέσω του διαδικτύου, ώστε να διευκολυνθεί η καθημερινότητα των ανθρώπων και να ενισχυθούν οι επιχειρήσεις.

Η τεχνολογία, όπως προαναφέρθηκε εξελίσσεται και μέσω των τεχνολογιών VR και AR δίνεται στους καταναλωτές η δυνατότητα πραγματοποίησης ηλεκτρονικών αγορών προσεγγίζοντας το προϊόν οπτικά με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση όπως σε ένα φυσικό περιβάλλον. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά μερικές επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν AR τεχνολογία στο λιανικό εμπόριο.

- Η IKEA με την εφαρμογή IKEA Place, δίνει τη δυνατότητα αναζήτησης προϊόντων οικιακού εξοπλισμού με τη χρήση κάμερας, κινητού σε πραγματικές διαστάσεις. Ο καταναλωτής μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο προϊόν για το σπίτι του άμεσα και να βιώσει μια μοναδική εμπειρία σε πραγματικό χρόνο, καθώς με τη χρήση της κάμερας και της εφαρμογής μπορεί και τοποθετεί τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα στο χώρο του σπιτιού του όπως επιθυμεί .
- Το ColorSnap Visualizer είναι μια εφαρμογή που χρησιμοποιείται για να επιλέξει ο χρήστης οποιοδήποτε χρώμα της Sherwin-Williams στους τοίχους του σε πραγματικό χρόνο. Με τις λειτουργίες Paint του ColorSnap Visualizer, μπορεί να χρησιμοποιεί την επαυξημένη πραγματικότητα ή μια φωτογραφία του χώρου για να αγγίξει τον τοίχο και να αλλάξει αμέσως το χρώμα.
- Η Ray-Ban δίνει τη δυνατότητα στο site μέσω της λειτουργίας Virtual Try-On να συλλέγει εικόνες του προσώπου του καταναλωτή, μέσω κάμερας και να δημιουργεί μια εικονική αναπαράσταση του προσώπου του, ώστε να αποφασίσει εάν του ταιριάζουν ο σκελετός γυαλιών που έχει επιλέξει. Επιπλέον υπάρχει το αντίστοιχο app μόνο για την Αμερική (Ray – Ban et 2022).
- Η εταιρία καλλυντικών Sephora, με την εφαρμογή Sephora Virtual Artist χρησιμοποιεί την αναγνώριση προσώπου για να δώσει τη δυνατότητα στους πελάτες να δοκιμάζουν προϊόντα οπουδήποτε. Η εφαρμογή σαρώνει το πρόσωπό, ανιχνεύει τα μάτια, τα χείλη και τα μάγουλά για την τοποθέτηση των προϊόντων και επιτρέπει στον καταναλωτή να δοκιμάσει εικονικά το μακιγιάζ που επιθυμεί (Sephora et 2022).
- Η L'Oréal με τη χρήση της εφαρμογής YouCam Makeup σε συνεργασία με την Perfect Corp. έχει ενσωματώσει προϊόντα μακιγιάζ του ομίλου στην εφαρμογή ώστε πελάτες της εταιρίας μπορούν να δοκιμάζουν εικονικά τα προϊόντα της L'Oréal, να ανακαλύπτουν νέα προϊόντα και να τα αγοράζουν απευθείας στην εφαρμογή ή στα

καταστήματα. Οι καταναλωτές μπορούν επίσης να χρησιμοποιούν την εφαρμογή στα σημεία πώλησης και στα καταστήματα του Ομίλου για να δημιουργήσουν μια ρευστή και ολοκληρωμένη εμπειρία καταναλωτή που ενσωματώνει on- και off-line στοιχεία. Επιπλέον, η L'Oréal Professionnel σε συνεργασία με την Modiface, με την εφαρμογή *Style My Hair* δίνει τη δυνατότητα χρήσης τρισδιάστατου δοκιμαστή χρώματος μαλλιών που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη και στην επαυξημένη πραγματικότητα. Κομμωτές και καταναλωτές τη χρησιμοποιούν για να δοκιμάσουν νέες τάσεις σε κουρέματα και χρώματα μαλλιών (Loreal et 2022).

- Η γνωστή εταιρία ρούχων Tommy Hilfiger προσφέρει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να χρησιμοποιούν virtual showrooms με την πλατφόρμα Tommy Hilfiger Interactive Virtual Showroom, να περιηγηθούν ψηφιακά στο κατάστημα, να ελέγξουν τιμές και να δουν τα χαρακτηριστικά των ρούχων καθώς και να δημιουργήσουν προσαρμοσμένες παραγγελίες. Ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα account και να συνδεθεί μέσω υπολογιστή στη συγκεκριμένη πλατφόρμα είτε να χρησιμοποιήσει VR γυαλιά (Tommy Hilfiger et 2022).
- Η εταιρία παπουτσιών Tom's χρησιμοποιεί VR τεχνολογία σε μια διαφημιστική καμπάνια το 2016 για να ενισχύσει τις πωλήσεις της και να κερδίσει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών της. Σε ένα 360 μοιρών βίντεο μπορεί ο καταναλωτής να ζήσει την εμπειρία ενός πελάτη που βρίσκεται στην Κολομβία, και μέσω του βίντεο να αντιληφθεί τα πλεονεκτήματα που αποφέρει σε εάν παιδί η αγορά παπουτσιών της εταιρίας Tom's.
Ο καταναλωτής χρησιμοποιώντας ακουστικά κεφαλής ή smartphone με αισθητήρες ή μέσω υπολογιστή μπορεί μέσω του 360 βίντεο να πλοηγηθεί και να εξερευνήσει την τοποθεσία που βρίσκεται μέσω της VR προς όλες τις κατευθύνσεις.
- Η εταιρία Patrón Spirits, η οποία παράγει τεκίλα σε συνεργασία με την Oculus δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει Google Cardboard Viewer και να απολαύσει μια μοναδική εμπειρία για το πως παράγεται το συγκεκριμένο προϊόν μέσα από την οπτική μιας μέλισσας. Η 360 μοιρών εικονική περιήγηση περιλαμβάνει ένα εκπαιδευτικό ταξίδι στα χωράφια και στα αποστακτήρια της Patrón Spirits, παρουσιάζοντας τη καθημερινή διαδικασία παραγωγής με εικόνες και ήχους.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ VR/AR ΣΕ ΆΛΛΟΥΣ ΤΟΜΕΙΣ

Οι τεχνολογίες VR και AR έχουν απήχηση και σε άλλους τομείς όπως είναι η ιατρική, η ψυχαγωγία, το μάρκετινγκ και η διαφήμιση, η αρχιτεκτονική, η βιομηχανία, η πολεμική αεροπορία, ο τουρισμός και η εκπαίδευση γενικότερα αλλά και σε άτομα με δυσλεξία και ειδικές ανάγκες.

ΙΑΤΡΙΚΗ

Τα πρώτα στάδια χρησιμοποίησης της εικονικής πραγματικότητας στο τομέα της ιατρικής είναι μέσω των ακτινογραφιών, των μαγνητικών τομογραφιών και των αξονικών. Η εικονική πραγματικότητα αποτελεί ένα καλό εργαλείο για τον πειραματισμό των διαφόρων επιπλοκών που μπορούν να προκύψουν κατά τη διάρκεια μιας χειρουργικής επέμβασης καθώς με το πέρασμα των δεκαετιών και την εξέλιξη της τεχνολογίας, συμβάλλει στην εκπαίδευση των νέων ειδικευόμενων ιατρών, οι οποίοι μπορούν να εκτελούν δοκιμαστικές επεμβάσεις τρισδιάστατων μοντέλων σε προσομοιωτή, για να αντιληφθούν πιθανά λάθη και να βελτιώσουν τις τεχνικές πριν πραγματοποιήσουν το χειρουργείο σε ασθενή για πρώτη φορά. Με αυτή τη μέθοδο ο χειρουργός ιατρός βασίζεται στο πραγματικό μοντέλο του ασθενούς και είναι σε θέση να αντιμετωπίσει σε πραγματικό χρόνο την επέμβαση. Εκτός από την εκπαίδευση και την κατάρτιση που μπορεί να προσφέρει, χρησιμοποιείται και για των εξ αποστάσεων χειρουργικών παρεμβάσεων με τη χρήση ρομποτικών συσκευών (Kolivand et al,2015).

Στον ιατρικό τομέα, η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια χειρουργικών επεμβάσεων για να βοηθήσει στην ενδοεγχειρητική πλοήγηση παρέχοντας οδηγίες στον χειρουργό σε πραγματικό χρόνο. Διευκολύνει επίσης τη διάγνωση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης της υγείας ενός ασθενούς και τον προεγχειρητικό σχεδιασμό μέσω ολογραφικής απεικόνισης που ενεργοποιείται από κάμερες. Αυτό επιτρέπει την εξέταση της ανατομίας και της λειτουργίας του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο και χρησιμεύει ως χειρουργικός πλοηγός για πολύπλοκες επεμβάσεις (Gao et al 2021).

ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ

Τόσο η Επαυξημένη πραγματικότητα όσο και η Εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιούνται στο κλάδο στη ψυχαγωγία. Υπάρχουν διαθέσιμα παιχνίδια που κάνουν χρήση των δυο τεχνολογιών. Ο χρήστης αλληλοεπιδρά με άλλα άτομα μέσω των ειδικών συσκευών (Oculus Quest 2, playstation, gloves), Η/Υ και κινητών συσκευών. Στη VR, οι παίκτες χρησιμοποιούν συσκευές και χειριστήρια για να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον,

χρησιμοποιώντας τις αισθήσεις τους. Στην AR, οι παίκτες αλληλοεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα στο πραγματικό κόσμο. Μερικά από τα πιο γνωστά παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας είναι το "Half-Life: Alyx " και "Minecraft VR" ενώ της επαυξημένης το "Pokémon Go" και το "Harry Potter"(Ruiz-Ariza et al, 2020). Το "Half-Life: Alyx " είναι παιχνίδι επιβίωσης της εταιρίας Valve και διαδραματίζει την ιστορία με κέντρο την ολιστική οπτική και διάδραση του χρήστη. Στο "Pokémon Go", οι παίκτες περπατούν στο πραγματικό περιβάλλον χρησιμοποιώντας το κινητό τους αναζητώντας χαρακτήρες Pokémon τους οποίους εκπαιδεύουν, κυνηγούν ή πολεμούν. Η θέση του παίκτη παρακολουθείται από το GPS, ενώ το παιχνίδι εμφανίζει έναν χάρτη επικάλυψης του κόσμου του παιχνιδιού, στον οποίο εμφανίζονται τα κοντινά Pokémon και άλλα σημεία ενδιαφέροντος ((Alha et al, 2019), (https://en.wikipedia.org/wiki/Half-Life:_Alyx)).

Επιπλέον, η χρήση εικονικής πραγματικότητας και επαυξημένης πραγματικότητας συναντώνται στη δημιουργία κινηματογραφικών ταινιών. Ο θεατής συμμετέχει και διαδρά στο φυσικό περιβάλλον με επιπρόσθετα ψηφιακά στοιχεία είτε συμμετέχει σε ένα προσομοιωμένο εικονικό κόσμο χρησιμοποιώντας αισθητηριακές λειτουργίες, όπως η όραση, η ακοή και η αφή, καθιστώντας δυνατή τη ρεαλιστική βύθιση των θεατών σε ένα εικονικό περιβάλλον, εκτελώντας συγκεκριμένες ενέργειες (Li et 2023).

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η εικονική πραγματικότητα στο τομέα της αρχιτεκτονικής βρίσκει απήχηση στα στάδια δημιουργίας ενός κτιρίου πριν ακόμη κατασκευαστεί. Ο αρχιτέκτονας μπορεί να αισθανθεί και να αντιληφθεί τις διαστάσεις του, το φωτισμό και τα υλικά που θα χρησιμοποιήσει. Από την άλλη πλευρά ο ενδιαφερόμενος πελάτης έχει τη δυνατότητα να πλοηγηθεί στο χώρο και να κάνει αλλαγές στο σχέδιο με την ανάλογη συσκευή μέσω τρισδιάστατων ψηφιακών απεικονίσεων, ώστε να έχει μια ρεαλιστική εικόνα του τελικού κτιρίου που θα κατασκευαστεί. Το αποτέλεσμα είναι η μελέτη και υλοποίηση του έργου καθώς και η μείωση του κόστους διαμόρφωσης του έργου πριν ολοκληρωθεί. Επιπλέον συμβάλλει στο τηλεχειρισμό του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για την κατασκευή ενός κτιρίου. Παράλληλα είναι δυνατή και η εκπαίδευση αρχιτεκτόνων με τη συγκεκριμένη τεχνολογία. (Delgado, et al, 2020).

Ενώ η επαυξημένη πραγματικότητα συμβάλλει στο σχεδιασμό εσωτερικών χώρων και στη διακόσμηση αυτών, εισάγοντας στο πραγματικό χώρο εικονικά αντικείμενα. (Παράδειγμα τοποθέτησης επίπλων). Στην κατασκευή κτιρίων και στη διαχείριση εργασιών συμβάλλει αποτελεσματικά παρέχοντας τεχνικές πληροφορίες για την επισκευή κτιρίων ή τοποθέτηση

ηλεκτρικών αγωγών καθώς και την οπτικοποίηση των αρχιτεκτονικών σχεδίων . (Delgado,et al, 2020).

ΜΑΡΚΕΤΙΝΓΚ-ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ

Οι ηλεκτρονικές συναλλαγές μέσω διαδικτύου, κινητών συσκευών και ταμπλέτα ενισχύουν τη χρήση των τεχνολογιών VR και AR καθώς επιτυγχάνουν να παρέχουν ένα ελκυστικό προϊόν στους υποψήφιους πελάτες. Με τη χρήση 360 μοιρών virtual video, social VR, και τη χρήση κατάλληλων συσκευών ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μετέχει σε προωθητικές ενέργειες ή διαφημίσεις γνωρίζοντας καλύτερα τα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας που παρέχει η εκάστοτε επιχείρηση επιτρέποντας το χρήστη να αλληλοεπιδράσει και να εμπυθιστεί σε μια μοναδική εμπειρία.

Οι διαφημιστικές εταιρείες και οι εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία VR για τη δημιουργία ρεαλιστικών, διαδραστικών και ελκυστικών εκστρατειών μάρκετινγκ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση των προϊόντων και των υπηρεσιών τους. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση πωλητών και εκπροσώπων εξυπηρέτησης πελατών πριν αλληλοεπιδράσουν με πελάτες.

Συνολικά, το μάρκετινγκ VR μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της αναγνωσιμότητας της μάρκας, και στην προώθηση των πωλήσεων. Μερικές τεχνολογικές εταιρείες που έχουν δώσει μεγάλη έμφαση στην προώθηση του 360 video είναι η Google, το Youtube, η Facebook και η Samsung (Filali et 2019).

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Στο τομέα της βιομηχανίας, η χρήση των τεχνολογιών υιοθετούνται στην αυτοβιομηχανία για την κατασκευή οχημάτων και στη συντήρησή τους, είτε για τη διεξαγωγή δοκιμών νέων μοντέλων σε επικίνδυνες συνθήκες για την αντιμετώπιση τους σε πραγματικό χρόνο. Επίσης σε βιομηχανίες παραγωγής εκτελούνται μέσω των δυο τεχνολογιών ο χειρισμός μηχανημάτων. Με τη χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών αποφεύγονται λάθη (Filali et 2019). Η BMW και η Volkswagen χρησιμοποιούν για την εκπαίδευση του προσωπικού τους.

ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ/ΣΤΡΑΤΟΣ

Στο στρατό και στην πολεμική αεροπορία είναι γνωστή η χρήση των δυο τεχνολογιών. Η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση τους με προσομοιωτές για να μπορούν σε ένα εικονικό περιβάλλον να αντιμετωπίσουν καταστάσεις που θα βίωναν σε

πραγματικές συνθήκες. Για παράδειγμα, οι νέοι πιλότοι μέσω προσομοιωτές εικονικής πραγματικότητας εκπαιδεύονται να πιλοτάρουν αεροσκάφη και να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά έκτακτες καταστάσεις (διαχείριση κρίσεων).

Η επαυξημένη πραγματικότητα στις στρατιωτικές δυνάμεις χρησιμοποιείται με HDM συσκευή. Ο στρατιώτης φορώντας τη συσκευή στο κεφάλι πληροφορείται στην οθόνη για το σημείο μάχης, τις συντεταγμένες που βρίσκονται αλλά και τη θέση του αντιπάλου. Με τη χρήση 360 μοιρών κάμερες, αισθητήρες υπεριώδους και υπέρυθρης ακτινοβολίας, στερεοσκοπικές κάμερες πραγματοποιείται αναγνώριση προσώπων και συλλέγει σημαντικές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Ήδη ο στρατός των ΗΠΑ πρόκειται να εξοπλίσει με ειδικά γυαλιά IVAS, τα οποία συνδυάζουν εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα και συνδέονται μέσω ενός υπολογιστή και ασύρματου συστήματος (Ναυτεμπορική et 2020).

ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

Στο τομέα του τουρισμού η τεχνολογία VR επιτρέπει στον ενδιαφερόμενο να βιώσει μοναδικά, τα αξιοθέατα ενός προορισμού να περιπλανηθεί στους δρόμους μιας πόλης, να ξεναγηθεί σε ιστορικά κτίρια και μουσεία ακόμη και να κάνει κράτηση ξενοδοχείου επισκέπτοντας το χώρο. Γενικότερα, του δίνεται η δυνατότητα να βιώσει διαδραστικά μια σύντομη περιήγηση του συνολικού ταξιδιωτικού προορισμού, να εξερευνήσει τόπους μη δημοφιλής, οι οποίοι μέσω της χρήσης VR θα αποτελέσει κίνητρο επιλογής του.

Συγκεκριμένα, τα πρώτα βήματα για την οργάνωση ταξιδιωτικών προορισμών σε ενδιαφερόμενους με τη τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας υλοποιήθηκε από την Navitaire, η οποία με τη χρήση γυαλιών, οι επισκέπτες μπορούν να βυθιστούν σε ένα περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας για να σχεδιάζουν τις διακοπές τους από την αγορά των εισιτηρίων, την κράτηση του καταλύματος και του μεταφορικού μέσου καθώς και την περιήγηση τους σε top αξιοθέατα. Κατά τη σύνδεση τους στη πλατφόρμα, οι ενδιαφερόμενοι ταξιδιώτες θα βρεθούν στα σύννεφα κοιτώντας τη γη. Από αυτή τη μοναδική προοπτική, μπορούν να χρησιμοποιήσουν χειριστήρια gesture controls για να περιστρέψουν την υδρόγειο και να μεταφερθούν στο επιλεγμένο προορισμό τον οποίο τους δίνεται η δυνατότητα να εξερευνήσουν (Navitaire et 2022).

Η Mortil είναι μια ελληνική εταιρία, η οποία ιδρύθηκε το 2014 του κυρίου Μιχάλη Κόκκινου και ασχολείται με την περιήγηση ιστορικών μνημείων της Ελλάδος και της Ισπανίας, αλλά και γενικότερα με τον τουρισμό και την εκπαίδευση αναπτύσσοντας εφαρμογές στηριζόμενες στις

vr και ar τεχνολογίες. Ο ενδιαφερόμενος έχει τη δυνατότητα να περιηγηθεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους στην Ιστορία με τη χρήση συσκευών της εταιρίας (τάμπλετ ή VR γυαλιά) είτε και με τη δική του συσκευή αποκτώντας την αντίστοιχη εφαρμογή. Παράδειγμα, αποτελεί η ξενάγηση στο μουσείο της Ακρόπολης στην Αθήνα, στη Κνωσό της Κρήτης, στη Λίνδο της Ρόδου, στο Ασκληπιείο της Κω και στους Δελφούς. Με 3D εικόνες και 360ο μοιρών βίντεο ο χρήστης μπορεί να βυθιστεί και να αναβιώσει την τότε εποχή (Τσαούσης et 2020).

Στο τομέα του τουρισμού η χρήση της τεχνολογίας AR, προσφέρει στον τουρίστα τη δυνατότητα να εξερευνήσει την τοποθεσία και να ενημερωθεί για αξιοθέατα, μαγαζιά, εστιατόρια, μουσεία και ξενοδοχεία που βρίσκονται στο χώρο σε πραγματικό χρόνο. Με τη χρήση της κάμερας του κινητού φωτογραφίζοντας κάποιο κτίριο είτε βρίσκοντας την τοποθεσία που τον ενδιαφέρει μέσω GPS προβάλλονται σχετικές πληροφορίες τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή, όπως η ιστορία ενός κτιρίου, ειδοποιήσεις με κριτικές μαγαζιών ή προβολή του μενού εστιατορίων προσφέροντας προτεινόμενες εκπτώσεις σε αξιοθέατα και άλλες υπηρεσίες. Τέτοιου είδους εφαρμογές είναι το *World Around Me*, το οποίο σε πραγματικό χρόνο εντοπίζει πληροφορίες για σημαντικά αξιοθέατα, τράπεζες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία καθώς και πληροφορίες για μέσα μεταφοράς ώστε να διευκολύνεται το ταξίδι του ενδιαφερόμενου. Το *Viewranger* το οποίο είναι κατάλληλο για τα άτομα που ασχολούνται με τη πεζοπορία και τη ποδηλασία, δίνει τη δυνατότητα να αναζητά τα ονόματα κορυφών μέσω της κάμερας και να εντοπίζει μονοπάτια διαδρομές κατεβάζοντας τους αντίστοιχους χάρτες. Στην Ελλάδα έχει γίνει προσπάθεια ανάπτυξης εφαρμογής AR που είναι σε εξέλιξη για τον εναλλακτικό τουρισμό ((Revfine et 2022),(Dimoleon et 2022)).

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Στο τομέα της εκπαίδευσης η τεχνολογία VR συμβάλλει στη δημιουργία εικονικών τάξεων όπου δάσκαλος και μαθητής διαδρά μέσω προσομοίωσης με μαθητές δημοτικού γυμνασίου-λυκείου αλλά και με φοιτητές. Δίνει τη δυνατότητα να εμπλακούν και να διαδράσουν σε ένα εικονικό περιβάλλον χρησιμοποιώντας τον υπολογιστή γυαλιά ή φορητή συσκευή. Το μάθημα γίνεται πιο διασκεδαστικό και αποτελεσματικό με καλύτερη απομνημόνευση του μαθήματος. Υπάρχουν εφαρμογές που μπορεί ο μαθητής να μάθει και να κατανοήσει καλύτερα μαθήματα, όπως η χημεία ή φυσική μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος όπου μπορεί να κάνει πειράματα μέσω της καθοδήγησης του δασκάλου. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εκπαίδευση προσωπικού ενισχύοντας δεξιότητες επικοινωνίας.

Εφαρμογές που χρησιμοποιούν την τεχνολογία vr είναι η *ClassVR*, είναι ένα εργαλείο που περιλαμβάνει μέσω ειδικών γυαλιών την εκμάθηση διάφορων μαθημάτων όπως η γεωγραφία

μέχρι και την περιήγηση στο ηλιακό σύστημα και απευθύνεται σε όλες τις ηλικίες. (ClassVR et 2022)

Η εφαρμογή *Mondly* χρησιμοποιείται για την εκμάθηση ξένων γλωσσών και διατίθεται σε 30 γλώσσες. Με τη χρήση γυαλιών ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μάθει να επικοινωνεί σε καθημερινές συνθήκες με εικονικούς ανθρώπους και να ενδυναμώσει το λεξιλόγιο του με τη χρήση πινάκων διαλόγου (Mondly et 2022).

Η εφαρμογή *4D Anatomy* δίνει τη δυνατότητα στον σπουδαστή να εξερευνήσει το ανθρώπινο σώμα, να γνωρίσει την ανατομία του σώματος σε όλα τα επίπεδα και να εκτελέσει τεστ, ώστε να ενημερωθεί για το επίπεδο των γνώσεων του (4danatomy et 2022).

Η AR τεχνολογία χρησιμοποιείται στο τομέα της εκπαίδευσης με τη μορφή “μαγικών βιβλίων” για την εκμάθηση βασικών γνώσεων. Τα βιβλία αυτά “ζωντανεύουν” με τη χρήση της κατάλληλης εφαρμογής σε φορητή συσκευή ή με τη χρήση ειδικών γυαλιών, όπου τρισδιάστατα μοντέλα αναδύονται και αλληλοεπιδρούν με τον αναγνώστη. Τα βιβλία αυτά απευθύνονται σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, μαθητές δημοτικού γυμνασίου αλλά και σε φοιτητές. Στην Ελληνική αγορά υπάρχουν δύο εταιρείες τέτοιου εκπαιδευτικού περιεχομένου. Οι εκδόσεις *iwrite* με τη συλλογή “.Οι Μικροί Εξερευνητές & τα Μαγικά Βιβλία του Παππού!” για ηλικίες 3 έως 14 χρονών (*iwrite* et 2022) και η *Livebooks*, μια σειρά έντυπων βιβλίων όπως είναι “Το ηλιακό σύστημα σε 3D” και “Μαθαίνω την προπαίδεια με τη Ρενάτα” (*Livebooks* et 2022). Στο πρώτο παρουσιάζονται οι πλανήτες του ηλιακού συστήματος σε 3D διαστάσεις με τη χρήση κινητού ή τάμπλετ, ενώ στο δεύτερο βιβλίο ο μαθητής/αναγνώστης μπορεί να απομνημονεύσει σύγχρονα την προπαίδεια, μέσα από παιχνίδια γρίφων (Yuen et al, 2011). Επιπλέον, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άτομα με ειδικές ανάγκες, για να αναπτύξουν κοινωνικές και επικοινωνιακές δεξιότητες μέσω παιχνιδιού ή βιβλία που κάνουν χρήση της τεχνολογίας, έρευνα έχει δείξει ότι άτομα με ειδικές ανάγκες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στις δεξιότητες από παιδιά με ειδικές ανάγκες που δεν έκαναν χρήση της τεχνολογίας (Lorenzo et al, 2018).

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ -ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΣΤΟ ΛΙΑΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα μελετήσουμε τη συμπεριφορά των καταναλωτών. Μέσω αναζητήσεων που πραγματοποιήθηκαν στο Google Scholar με λέξεις κλειδιά “virtual reality or augmented reality online-shopping”, “VR and AR consumer behaviour”, “AR or VR in retail”, βρέθηκαν άρθρα που μελετούν τις τάσεις και τις επιδράσεις που επικρατούν κατά την χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών. Τα αποτελέσματα συμπεριφοράς των καταναλωτών προκύπτουν από το τόπο χρήσης της τεχνολογίας, τις συσκευές, την ομάδα προϊόντων και των χαρακτηριστικών που διακατέχουν την επαυξημένη πραγματικότητα και εικονική πραγματικότητα για την υιοθέτηση των τεχνολογιών στο λιανικό εμπόριο βάσει ερευνών που έχουν διεξαχθεί την τελευταία δεκαετία.

AR Αποτελέσματα Συμπεριφορών

Η τεχνολογία AR μπορεί να υποστηρίξει τις διαδικασίες αγορών, τόσο στο κατάστημα όσο και στο διαδίκτυο, σε καταστήματα, εν κινήσει, είτε από το σπίτι. Οι συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι tablets, smartphones γυαλιά, headsets καθώς και ηλεκτρονικοί υπολογιστές με χρήση κάμερας. Επικρατέστερες στη χρήση με διαφορά είναι οι κινητές συσκευές, καθώς εμπεριέχουν ενσωματωμένα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας, είναι χρηστικά όσον αφορά την ευκολία και το κόστος είναι χαμηλότερο σε σύγκριση με τις ειδικές συσκευές AR.

Οι πιο διαδεδομένες μορφές on line αγορών μέσω των τεχνολογιών AR είναι “try-on” για τύπους προϊόντων της μόδας, τα οποία μπορούν να φορεθούν όπως είναι τα ρούχα και τα καλλυντικά, “try-out” για τύπους προϊόντων, τα οποία μπορούν να τοποθετούν στο χώρο, όπως έπιπλα, αντικείμενα εσωτερικού χώρου και διάδρασης (“interact”) για τύπους προϊόντων με τα οποία μπορεί να γίνει αλληλεπίδραση, όπως ηλεκτρονικά είδη ή συναρμολόγησης (Riar et al, 2021).

Τα πιο δημοφιλή προϊόντα μέσω ερευνών είναι τα έπιπλα και τα είδη διακόσμησης καθώς ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να δοκιμάσει και να έχει μια καλύτερη οπτική του προϊόντος πως θα αντικατοπτριζόταν στο χώρο του λόγω των χαρακτηριστικών τους, των διαφορετικών χρωμάτων, σχήματος, μέγεθος, υφασμάτων και άλλα (Cook et al, 2021).

Τα δεύτερα δημοφιλέστερα προϊόντα είναι της μόδας και τα καλλυντικά. Βάση της μεθόδου “try-on” και των μαγικών καθρεπτών ο καταναλωτής μπορεί να βλέπει τον εαυτό του στο καθρέφτη εικονικά και να δοκιμάζει οποιαδήποτε απόχρωση κραγιόν σκιές κ.α στο πρόσωπο του, είτε ρούχα και να αποκτά μια γρήγορη γνώμη για το τι θα αγοράσει εξοικονομώντας χρόνο, έχοντας τη δυνατότητα να αξιολογήσει το προϊόν πριν κάνει την επιλογή του σε φυσικό κατάστημα. Είναι μια καλή μέθοδος εξοικονόμησης χρόνου αγορών.

Πέρα από τα είδη που δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη πολυπλοκότητα ως προς την παρουσίαση τους μέσω των τεχνολογιών, αυτά με τα πιο περίπλοκα χαρακτηριστικά είναι δύσκολο να αποτυπωθούν/επεξηγηθούν από την τεχνολογία AR αλλά και να ερμηνευθούν τα χαρακτηριστικά τους από το καταναλωτή. Συνεπώς, απαιτείται περισσότερο χρόνο και ιδιαίτερη προσοχή στη λεπτομέρεια της απεικόνισης της πολυπλοκότητας σε εικονικά διαδραστικά τρισδιάστατα αντικείμενα.

Τα κύρια τεχνολογικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών είναι η διαδραστικότητα, η ζωντάνια και η καινοτομία .

Η **διαδραστικότητα**, ως προς τον προσομοιωμένο φυσικό έλεγχο της δοκιμής/πρόβας θεωρείται ο βαθμός κατά τον οποίο ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει σε πραγματικό χρόνο το προϊόν με εικονικά αντικείμενα. Σε αναθεωρημένη βιβλιογραφία διερευνήθηκε πώς οι διαδραστικές ικανότητες της τεχνολογίας AR επηρεάζουν την αξία των καταναλωτών, τις αντιλήψεις, τις στάσεις, τη δέσμευση της μάρκας καθώς και τα συναισθηματικά αποτελέσματα. (Riar et al 2021)

Η **ζωντάνια**, αφορά την οπτική αναπαράσταση του αντικειμένου του διαμεσολαβούμενου περιβάλλοντος για τη δημιουργία βυθιστικών εμπειριών. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά συμβάλλουν στη καθηλωτική εμπειρία του καταναλωτή καθώς και στις αυξημένες αντιλήψεις απόλαυσης, της χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης.

Η **καινοτομία**, αποτελεί τη μοναδικότητα ή πρωτοτυπία των ερεθισμάτων που δέχεται ο χρήστης. Σε σύγκριση με τη διαδραστικότητα και τη ζωντάνια, η καινοτομία μπορεί επίσης να οδηγήσει σε υψηλότερες αντιλήψεις απόλαυσης, χρησιμότητας καθώς και τη δέσμευση της μάρκας. Βέβαια με την πάροδο του χρόνου και λόγω της πολυχρησίας η καινοτομία φθείρεται ως εμπειρία (Riar et al 2021).

Ορισμένα **χρηστικά χαρακτηριστικά** της τεχνολογίας που κερδίζουν έδαφος είναι η ποιότητα και η πληροφοριακότητα. Η **διάδοση της πληροφορίας** μέσω της χρήσης AR, ο διαμοιρασμός της πληροφορίας και των συστάσεων και ανταλλαγή απόψεων από άλλους καταναλωτές που έκαναν χρήση του προϊόντος, αυξάνει το αγοραστικό κοινό και ενισχύει την εμπιστοσύνη προς χρήση του προϊόντος. Επιπλέον, τα υψηλότερα επίπεδα πληροφοριακότητας και υψηλής ποιότητας πληροφοριών στην AR μπορούν να μειώσουν τις αβεβαιότητες σχετικά με τα

προϊόντα, να αυξήσουν τις αντιλήψεις χρησιμότητας και να επηρεάσουν θετικά την επιλογή τους, έχοντας μια πληρέστερη ενημέρωση. Όλα αυτά συμβάλλουν θετικά στην λήψη αποφάσεων για την αγορά προϊόντων καθώς μέσω της τεχνολογίας επιτυγχάνεται καλύτερη παρουσίαση του προϊόντος με επιπρόσθετες πληροφορίες, οι οποίες μπορούν να συντελέσουν θετικά για την αγορά του και να αποφευχθούν πιθανές λανθασμένες αποφάσεις. (Riar et al, 2021).

Ενώ οι δυνατότητες της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας έχουν αναγνωρισθεί ευρέως, οι πτυχές που σχετίζονται με την ποιότητα και την απόδοση των εφαρμογών AR δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά. Παράγοντες όπως ο χρόνος απόκρισης, η οπτική ποιότητα και η συνολική ποιότητα του συστήματος είναι κρίσιμοι για την παροχή μιας απρόσκοπτης και ευχάριστης εμπειρίας AR, αλλά έχουν ληφθεί υπόψη μόνο περιστασιακά σε προηγούμενες έρευνες.

Ορισμένες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στις τεχνικές πτυχές των συστημάτων AR, όπως η ακρίβεια της παρακολούθησης, η ανάλυση της οθόνης και η απόδοση της μονάδας επεξεργασίας γραφικών (GPU), αλλά υπάρχει έλλειψη έρευνας σχετικά με το πώς αυτές οι τεχνικές πτυχές επηρεάζουν την εμπειρία του χρήστη. Επιπρόσθετα, υπάρχει ανάγκη για περισσότερη έρευνα σχετικά με το πώς διάφοροι παράγοντες που σχετίζονται με τον χρήστη, όπως το γνωστικό φορτίο, η οπτική αντίληψη και η χωρική ικανότητα, επηρεάζουν τη συνολική ποιότητα των εφαρμογών AR. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ικανότητα του χρήστη να αλληλοεπιδράσει και να κατανοήσει τις ψηφιακές πληροφορίες στο περιβάλλον του πραγματικού κόσμου. Επιπλέον, η ποιότητα των εφαρμογών AR μπορεί επίσης να επηρεαστεί από το πλαίσιο χρήσης, όπως οι συνθήκες φωτισμού, η υφή της επιφάνειας και η κίνηση του χρήστη (Hilken et al, 2020).

Γνωστικές συμπεριφορές/αποτελέσματα και πιο συγκεκριμένα η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τον πυρήνα των καθιερωμένων θεωριών υιοθέτησης, με πιο χαρακτηριστική το μοντέλο αποδοχής της τεχνολογίας (TAM, θεωρία η οποία αποσκοπεί στις διαδικασίες που διέπουν την αποδοχή της τεχνολογίας, προκειμένου να προβλεφθεί η συμπεριφορά της και να δοθεί μια θεωρητική εξήγηση για την επιτυχή εφαρμογή της τεχνολογίας). Η ύπαρξη υψηλού γνωστικού φορτίου είναι αποτέλεσμα της επεξεργασίας των πληροφοριών του προϊόντος τόσο στο εικονικό περιβάλλον όσο και στο πραγματικό. Σε αντίθεση με το παραπάνω συμπέρασμα αρκετές μελέτες διαπίστωσαν ότι η AR έχει την ικανότητα να μειώνει το γνωστικό φορτίο και να ενισχύει τη γνωστική ευχέρεια των χρηστών μέσω των ζωντανών και διαδραστικών παρουσιάσεων των προϊόντων που υποστηρίζουν τη νοητική προσπάθεια της φαντασίας ενός προϊόντος, η οποία με τη σειρά της μπορεί να οδηγήσει σε θετικές στάσεις, αυξημένη άνεση λήψης αποφάσεων, προθυμία πληρωμής και πρόθεση αγοράς .

Δεν έχει διερευνηθεί περαιτέρω και λεπτομερέστερα πώς και υπό ποιες συνθήκες η τεχνολογία AR μπορεί να υποστηρίξει ή να βλάψει τη γνωστική προσπάθεια των καταναλωτών.

Από τη **συναισθηματική** οπτική η επικρατέστερη συμπεριφορά είναι η απόλαυση. Η διάδραση με εικονικά στοιχεία παρέχει διασκέδαση, ικανοποίηση και ψυχαγωγία με το προϊόν. Η ευχαρίστηση που προσφέρει η AR μπορεί να ενισχύσει την ελκυστικότητα των καταστημάτων, τις θετικές στάσεις βυθίζοντας στην αγοραστική εμπειρία, τη δέσμευση της μάρκας, την προθυμία διαμοιρασμού προσωπικών πληροφοριών. Περαιτέρω συναισθηματικές αντιδράσεις κατά τη χρήση AR ,συμβάλλουν στην ευχέρεια/άνεση λήψης αποφάσεων και αποπνέει υψηλότερη εμπιστοσύνη ως προς το προϊόν. Αυτά τα αποτελέσματα δηλώνουν ότι εκτός από τους γνωστικούς προσδιοριστικούς παράγοντες, τα συναισθηματικά αποτελέσματα μπορούν να αποτελέσουν σημαντική κινητήρια δύναμη για την υιοθέτηση της AR, εκ των οποίων πάνω απ' όλα η απολαυστική /ηδονική εμπειρία είναι σημαντική.

Εκτός των θετικών αποτελεσμάτων της χρήσης της AR, αναφέρονται μέσω των μελετών πιθανές αρνητικές επιπτώσεις, όπως ο εθισμός/ερεθισμός και η δυσφορία, η οποία μπορεί ουσιαστικά να επηρεάσουν αρνητικά τις στάσεις. Παρόλα αυτά, εκτός από αυτές τις λίγες μελέτες που βλέπουν πιθανές αρνητικές επιπτώσεις, η βιβλιογραφία που εξετάστηκε αναφέρει σχεδόν αποκλειστικά για θετικά αποτελέσματα. Επιπλέον, είναι σημαντικό οι μελλοντικές μελέτες να αναφέρουν ή να εστιάζουν συγκεκριμένα στις πιθανές προβληματικές επιπτώσεις της χρήσης της AR στις αγορές, καθώς αυτό μπορεί να προσφέρει σημαντικές γνώσεις σχετικά με το ποιες παγίδες θα πρέπει να αποφεύγονται κατά τη χρήση της AR και πώς η τεχνολογία θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την αποτελεσματική υποστήριξη των καταναλωτών κατά τη διάρκεια των αγορών (Riar et al, 2022).

Από **κοινωνικής** πλευράς παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών είναι η προσωπική νόρμα, δηλαδή η υποκειμενική αντίληψη του ατόμου, ότι νέες τεχνολογίες θα πρέπει να δοκιμάζονται, ώστε να είναι ενήμεροι σε σχέση με τον περίγυρο τους (φίλοι ή συγγενείς). Η αντιλαμβανόμενη κοινωνικοποίηση και η κοινωνική ενδυνάμωση ενισχύεται καθώς μέσω της χρήση της AR δίνεται η δυνατότητα ανταλλαγής απόψεων και επικοινωνίας μεταξύ χρηστών. Οι καταναλωτές έχουν τη δυνατότητα να μοιραστούν και να στέλνουν σχόλια σε στιγμιότυπα, τα οποία μπορούν να δημοσιευτούν σε κοινωνικά δίκτυα και αντίστοιχα να ληφθούν συμβουλές από τρίτους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι με το app Visualizer της Akzo Nobel, οι πελάτες που επιθυμούν να αγοράσουν χρώμα για το σπίτι τους τους δίνεται η δυνατότητα να μοιραστούν μια φωτογραφία ή ένα βίντεο του σαλονιού τους και να ζητήσουν τη γνώμη από τρίτους. Μέσα από το κοινό οπτικό υλικό, οι φίλοι και η οικογένεια μπορούν να πειραματιστούν με χρωματικά σχέδια και τελικά να μεταφέρουν μια σύσταση σχετικά με το χρώμα που πρέπει να αγοράσουν, όχι μόνο ως γραπτό μήνυμα, αλλά και απευθείας μέσω ενός AR-enhanced visual (Riar et al, 2022).

Συμμετέχοντας σε αυτή τη διαδικασία διαμοιρασμού πληροφοριών τόσο οι λήπτες αποφάσεων όσο και οι σύμβουλοι-αξιολογητές αισθάνονται άνετα με την παροχή ή να δέχονται συμβουλές μέσω της τεχνολογίας που μπορεί να πραγματοποιείται μέσω φωτογραφιών ή βίντεο, κείμενο. Σχετικά με τη διαδικασία και τα αποτελέσματα της χρήσης της κοινωνικής AR απαιτούνται περισσότερες γνώσεις για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να υποστηρίξουν κοινή λήψη αποφάσεων. Η αντιμετώπιση αυτών των κενών στη βάση γνώσεων είναι σχετική, καθώς τα ποσοστά υιοθέτησης και μετατροπής των πελατών για την AR παραμένουν αυξητικά και/ή κερδοσκοπικά (Hilken et al 2020).

Το αποτέλεσμα της πρόθεσης συμπεριφοράς ήταν η πρόθεση χρήσης ή επαναχρησιμοποίησης μιας εφαρμογής AR. Οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται μεγαλύτερα οφέλη και ενθαρρυνθούν να επιστρέψουν στο κατάστημα ή στην εφαρμογή AR. Επιπλέον, οι λιανοπωλητές μπορούν να αναμένουν από τη χρήση της τεχνολογίας AR, ότι οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται μεγαλύτερη δέσμευση της μάρκας και ότι είναι πιο πιθανό να συστήσουν το κατάστημα σε άλλους και ακόμη ότι μπορεί να εκτιμούν τόσο πολύ τα οφέλη της AR ώστε να είναι πιο πρόθυμοι να μοιραστούν προσωπικές πληροφορίες.

VR Αποτελέσματα Συμπεριφορών

Η στάση των καταναλωτών ως προς το προϊόν αναφέρεται στις αισθητηριακές, οπτικές και ηχητικές πηγές πληροφοριών που παρέχονται με τη μορφή πολυμέσων και της τρισδιάστατης ποιότητας των προσομοιώσεων προϊόντος καθώς και των συσκευών που χρησιμοποιούν.

Σημαντικό ρόλο για τη συμπεριφορά των καταναλωτών είναι η χρήση των ειδικών συσκευών εξαιτίας των προηγμένων οπτικών διεπαφών και διαδραστικών τεχνολογιών και συμβάλλουν στην αύξηση της χρηστικότητας και της αποτελεσματικότητας, της εμπιστοσύνης του περιβάλλοντος αγορών εικονικής πραγματικότητας (Xi, et al 2021) .

Επιπλέον, η διαδραστικότητα του αντικειμένου ενισχύεται στη γνωστική επεξεργασία του καταναλωτή για αναζήτηση ή περιήγηση του προϊόντος. Παράδειγμα, η χρήση εικονικών δοκιμαστηρίων ως βοηθημάτων σε έναν ιστότοπο μπορεί να αυξήσει την πρόθεση αγοράς, επηρεάζοντας την περιέργεια για το προϊόν και την πρόθεση αγοράς του. Επιπλέον, ενισχύεται η αντιλαμβανόμενη ποιότητα και η αντιλαμβανόμενη αξία από την τηλεπαρουσία και την αλληλεπίδραση με το προϊόν που υποκινείται μέσω της εμπειρίας που αισθάνεται ο χρήστης. Η εμπειρία αγοράς μέσω εικονικού καταστήματος επηρεάζει την αντίληψη, την κρίση και τη συμπεριφορά του καταναλωτή ((Iftikhar et al 2021),(Egliston et al,2021)).

Στο εικονικό εμπόριο το branding, δηλαδή η εδραίωση της επωνυμίας στο αγοραστικό κοινό, ως σημαντική δραστηριότητα marketing ενισχύει την πρόθεση αγοράς του καταναλωτή και την αξία της μάρκας δημιουργώντας μία νοητική κατάσταση δέσμευσης και απόλαυσης. Η

αίσθηση παρουσίας και η ανάκληση της μάρκας συμβάλουν στην πρόθεση αγοράς μέσω της εικονικής πραγματικότητας. Η επίδραση της διαδραστικότητας και της ζωντανίας για την προθυμία του καταναλωτή να ψωνίσει σχετίζεται με την τεχνική πτυχή ενός virtual world, ενώ η συμμετοχή /εμπλοκή σχετίζεται με την κοινωνική πτυχή. (Xi, et al 2021) .

Συνεπώς, η φυσική παρουσία σε ένα τρισδιάστατο VW, δηλαδή η αντίληψη του εικονικού περιβάλλοντος ως πραγματικού, με το ποσοστό των επαναλαμβανόμενων επισκέψεων του καταναλωτή κατά την αλληλεπίδραση με τρισδιάστατα οπτικά προϊόντα μπορεί να επηρεάσει θετικά τη σύνδεση του καταναλωτή με μια μάρκα.

Η δυναμική του σχεδιασμού των εφαρμογών ενισχύει την ευκολία χρήσης και ευχρηστία ως προς το καταναλωτή. Για παράδειγμα, οι εικονικοί πράκτορες αλληλοεπιδρώντας με τον καταναλωτή παρείχαν πολλαπλές λειτουργίες, που κυμαίνονται από τη διαπραγμάτευση τιμών, την αναζήτηση πληροφοριών, τη βοήθεια πλοήγησης, έως τη λήψη αποφάσεων αγοράς προϊόντων. Επιπλέον, η δυνατότητα συμμετοχής πολλών χρηστών σε αγορές εικονικών καταστημάτων και η χρήση πρακτόρων διεγείρει το αίσθημα της κοινωνικότητας (Shen et al 2021).

Από τις διάφορες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για τη συμπεριφορά των καταναλωτών χρησιμοποιώντας την εικονική πραγματικότητα παρατηρούνται αρνητικές επιδράσεις όπως δυσφορίας, ανεπιθύμητη ζάλη και δυσαρέσκεια μετά από πολύωρη χρήση της VR με συσκευές κεφαλής, γνωστή και ως την ασθένεια του κυβερνοχώρου (cybersickness). (Xi et al, 2021)

Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι και οι δυο τεχνολογίες με την υιοθέτηση τους αποπνέουν εμπιστοσύνη ως προς την επιλογή και τη πρόθεση αγοράς, την αντιλαμβανόμενη γνώση ως προς το περιεχόμενο του προϊόντος, την ικανοποίηση και την αναγνωσιμότητα και τη δέσμευση συγκεκριμένης μάρκας. Η αλληλεπίδραση με τα προϊόντα ενισχύει την κρίση του καταναλωτή θετικά για τη λήψη αποφάσεων και την αντίληψη της χρησιμότητας και χρηστικότητας του προϊόντος. Εξαιτίας της καινοτόμα τεχνολογίας και του ειδικού εξοπλισμού που χρησιμοποιούν τρισδιάστατα γραφικά, 360 μοιρών βίντεο, στερεοσκόπια eye-tracking προσφέρουν μοναδική εμπειρία στα ηλεκτρονικά ψώνια όπως θα ήταν και στο παραδοσιακό εμπόριο.

ΑΡΧΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ

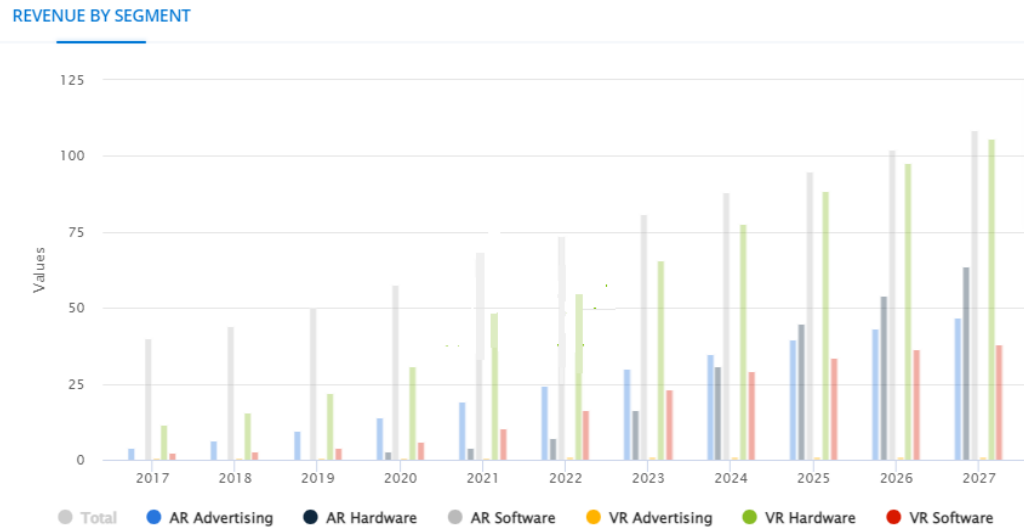
Παρακάτω, αναφέρονται κάποιες βασικές αρχές υλοποίησης για την αποτελεσματική προσέγγιση της χρήσης της επαυξημένης και της εικονικής πραγματικότητας από τους καταναλωτές που θα πρέπει να λάβουν υπόψη από την πλευρά τους οι επιχειρηματίες - λιανοπωλητές (Cook et al 2021).

- Προσδιορισμός των επιχειρηματικών στόχων. Να έχει αποφασιστεί το περιεχόμενο ανάλογα στο σημείο που θα πραγματοποιηθεί η αγορά (εν κινήσει, στο κατάστημα ή στο σπίτι) και να έχουν μελετηθεί οι ανάγκες των καταναλωτών, ώστε να είναι πιο χρήσιμη και αποτελεσματική η χρήση των τεχνολογιών. Συνεπώς, θα πρέπει να στοχεύουν στους παράγοντες επιρροής όπως είναι η απόλαυση, η διασκέδαση, η εμπιστοσύνη και η ικανοποίηση του χρήστη. ((Xi, et al 2021) ,(Cook et al, 2021))
- Ανάλυση απαιτήσεων σχεδιασμού. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τύποι απαιτήσεων σχεδιασμού όπως οι μορφές τεχνολογίας, η αίσθηση της εμπύθισης και διεπαφής, η απόδοση, η ευφυΐα και λειτουργία. Η αξιολόγηση των συγκεκριμένων κατηγοριών και εστιάζοντας σε ένα προϊόν ή σε μια ομάδα προϊόντων, θα αποκτηθούν γνώσεις που θα είναι χρήσιμες για την αποτελεσματικότερη χρήση των τεχνολογιών και τη στοχευμένη επέκταση της επιχείρησης. (Xi, et al 2021)
- Προσδιορισμός πρότυπου σχεδιασμού. Βάσει των απαιτήσεων σχεδιασμού που προαναφέρθηκαν, δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας προτύπων τα οποία μπορούν να αναγνωριστούν και να προσδιοριστούν πιο αποδοτικά, ως βέλτιστα, χρησιμοποιώντας τη κατάλληλη πλατφόρμα, ώστε να είναι αποδεκτή ευρέως από το αγοραστικό κοινό.
- Βέλτιστη λύση χρήση της AR για τα προϊόντα βάσει των μετρήσεων και των στατιστικών για παράδειγμα εάν είναι ευχαριστημένοι οι πελάτες πόσο συχνά αγοράζουν ή αν θεωρούν καινοτόμο το προϊόν (Cook et al, 2021).

Σύμφωνα με την εταιρία Statista που ασχολείται με τη παροχή δεδομένων της αγοράς και των καταναλωτών ευρέως στο κόσμο, το 2021 η χρήση των τεχνολογιών AR, VR, και MR υπολογίστηκε ότι ανήλθε στα 28 εκατομμύρια δολάρια και ότι υπολογίζεται να ξεπεράσουν τα 250 εκατομμύρια μέχρι το 2028. Επιπλέον, τα στατιστικά και οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν το 2022, δείχνουν ότι τα έσοδα στην αγορά AR & VR αναμένεται να φτάσουν τα 31,12 δισ. δολάρια το 2023.

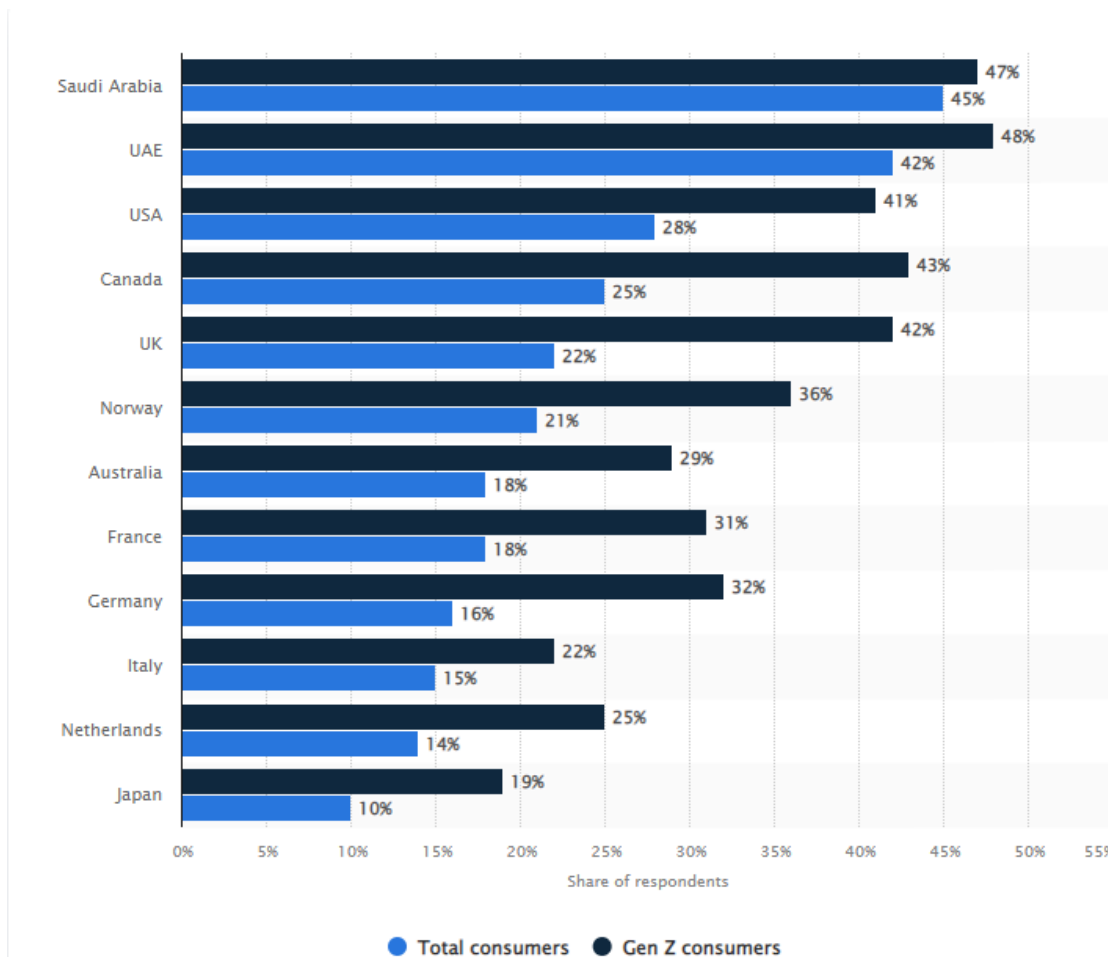
Το μεγαλύτερο τμήμα της αγοράς αναφέρεται στη χρήση λογισμικού AR με όγκο αγοράς 11,58 δισ. δολάρια για το 2023 ενώ ο αριθμός των χρηστών αναμένεται στην αγορά AR & VR, να ανέλθει σε 2.593,1 εκατ. χρήστες έως το 2027.

Στην εικόνα 17, απεικονίζεται ανά τομέα, η χρήση των δυο τεχνολογιών την τελευταία δεκαετία στην αγορά των ΗΠΑ στο οποίο παρατηρείται ότι η χρήση Software επαυξημένης πραγματικότητας υπερτερεί σε βάθος χρόνου και είναι η πιο δημοφιλής. Στη δεύτερη θέση ακολουθεί το VR –hardware .



Εικόνα 17- Στατιστικά ανά τομέα χρήσης AR/VR, πηγή Statista

Στην εικόνα 18, απεικονίζεται ένα διάγραμμα με τα ποσοστά χρήσης της τεχνολογίας AR των καταναλωτών συγκεκριμένων χωρών, διαχωρισμένο σε καταναλωτές που αφορούν ηλικίες γεννημένοι από το 1997 –2012 γνωστό και ως Gen Z και το γενικότερο κοινό. Το μεγαλύτερο ποσοστό χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας πραγματοποιείται στη Σαουδική Αραβία (Statista et 2023).



Εικόνα 18- Στατιστικά χρήσης AR/VR ανά χώρα και ηλικία, πηγή Statista

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ

Οι τεχνολογίες της επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα κατά την διάρκεια του covid-19 εξελίχθηκαν σημαντικά στον τομέα του ηλεκτρονικού και κινητού εμπορίου.

Μια αναδύομενη τεχνολογία που αναπτύσσεται σημαντικά είναι το metaverse και είναι η μετεξέλιξη των δυο τεχνολογιών. Αρχικά, εισήλθε στον τομέα της ψυχαγωγίας μέσω των εικονικών παιχνιδιών και συγκεκριμένα το Fortnite ή Roblox. Εκτιμάται ότι είναι μια επαναστατική τεχνολογία και θα έχει αντίκτυπο σε όλους του κλάδους και θα προσδίδει αξία λειτουργίας στην υγεία, στη ψυχαγωγία στις τεχνικές λύσεις των μεταξύ σχέσεων των επιχειρήσεων έως και στο τρόπο που θα πραγματοποιούνται οι πληρωμές. Θα δημιουργηθούν εντελώς νέοι κλάδοι και αγορές, όπως και νέοι τύποι δεξιοτήτων, επαγγελμάτων και

πιστοποιήσεων. Η συλλογική οικονομική αξία αυτών των αλλαγών θα ανέλθει σε δισεκατομμύρια και τρισεκατομμύρια δολάρια. (Hollensen et al , 2022)

Η ιδέα του metaverse ξεκίνησε το 2003 από τους προγραμματιστές που εμπνεύστηκαν το “Snow Craft” και δημιούργησαν το “Second Life”, με το οποίο ο καθένας μπορούσε να σχεδιάσει καρτούν άβαταρ του εαυτού του και να αλληλοεπιδρά με διάφορους εικονικούς χώρους (Hollensen et al , 2022).

Το metaverse αναφέρεται σε μία σειρά διασυνδεδεμένων εικονικών κόσμων, όπου οι χρήστες μπορούν να αξιοποιήσουν τις τεχνολογίες επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας να πλοηγηθούν και να αλληλοεπιδράσουν μεταξύ τους με το προσωπικό τους ολόγραμμα-άβαταρ (avatars). Στην ουσία τοποθετεί και συνδέει τους πάντες σε μία εικονική τρισδιάστατη εκδοχή του διαδικτύου και σε μια τεράστια βάση δεδομένων (Egliston et al, 2021).

Αντιπροσωπεύει ένα επιπλέον τρισδιάστατο στρώμα στο παραδοσιακό δισδιάστατο διαδίκτυο. Σε αυτόν τον τρισδιάστατο ψηφιακό χώρο οι χρήστες μπορούν να συναντηθούν και να επικοινωνήσουν μέσω άβαταρ (avatars) που τους μοιάζουν και μιμούνται τις κινήσεις τους, ώστε να μπορούν να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον, το οποίο επίσης αναπαράγει τον φυσικό κόσμο. Θα λέγαμε ότι είναι ένα ψηφιακό ομοίωμα του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί κανείς στο φυσικό κόσμο, γεμάτο από πολλές νέες συναρπαστικές εμπειρίες χωρίς όμως να αντικαταστήσει το διαδίκτυο ή τα κοινωνικά δίκτυα.

Εταιρεία τέτοιας τεχνολογίας είναι το Facebook όπου και το νέο του όνομα είναι “Meta” το οποίο διαχειρίζεται ένα μεγάλο μερίδιο στο metaverse συντελεί στην οικοδόμηση ενός μέλλοντος στο οποίο θα δίνεται η δυνατότητα όλες οι λειτουργίες να εκτελούνται μέσω 3D διάστασης μπορεί να συνδέεται και έπειτα να εκτελεί εργασίες 3D διάστασης.

Η εδραίωση του metaverse αργεί να επέλθει ακόμη, καθώς η ύπαρξη του απαιτεί υψηλή τεχνολογία και τα κατάλληλα εργαλεία, ώστε να χτίσουμε ένα κόσμο που θα μας προσφέρει ταυτόχρονα συγχρονισμένες και μη προκαθορισμένες εμπειρίες σε εκατομμύρια ανθρώπους με άμεση απόκριση όπως είναι σήμερα η ζωή. Το hardware, η υπολογιστική ισχύ, το δίκτυο, η ταχύτητα που μεταφέρονται οι πληροφορίες πρέπει να εξελιχθούν ώστε να υποστηρίξουν την ύπαρξη του “μετασύμπαν”. Επιπλέον, υπάρχουν νομικές και ηθικές δεσμεύσεις ιδιωτικότητας καθώς θα πρέπει να συνυπάρχουν όλοι αφού θα υπάρχει ένας χώρος για κάθε άνθρωπο υπό κάποιους κανόνες (Hollensen et al , 2022).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη διπλωματική αυτή εργασία αναπτύξαμε τις μεθόδους που χρησιμοποιούν οι τεχνολογίες επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας, ενασχοληθήκαμε με τις πλατφόρμες για την ανάπτυξη εφαρμογών και διερευνήσαμε τον τεχνολογικό εξοπλισμό που χρησιμοποιεί η εκάστοτε τεχνολογία . Οι δυο τεχνολογίες χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς εκτός από το ηλεκτρονικό και το κινητό εμπόριο στην καθημερινότητα, όπως είναι η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση, η αρχιτεκτονική και η πολεοδομία , η ψυχαγωγία, ο τουρισμός το μάρκετινγκ και οι ειδικές δυνάμεις. Μεταξύ άλλων:

- Στον κλάδο της υγείας, η VR και η AR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση χειρουργικών διαδικασιών, την εκπαίδευση ιατρικών επαγγελματιών και την παροχή θεραπείας σε ασθενείς.
- Στο κλάδο της Εκπαίδευσης, η VR και η AR παρέχουν καθηλωτικές μαθησιακές εμπειρίες που μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα πολύπλοκα θέματα καθώς μέσω της ψυχαγωγίας μπορεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να μελετούν συστηματικότερα και να ενδυναμωθεί η μνήμη.
- Στη πολεοδομία και στην αρχιτεκτονική, η VR και η AR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση διαδικασιών κατασκευής και τη δοκιμή σχεδίων προϊόντων, μειώνοντας το χρόνο και το κόστος που σχετίζονται με την κατασκευή πρωτοτύπων.
- Στο Τουρισμό, η VR και η AR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία εικονικών περιηγήσεων και την παροχή διαδραστικών εμπειριών, καθιστώντας τα ταξίδια πιο προσιτά και ελκυστικά.
- Στο κλάδο της βιομηχανίας, οι δυο τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για την συντήρηση μηχανημάτων , για την δοκιμή αυτοκινήτων μέσω vr showrooms , όπου μπορούν να περιηγηθούν σε μια αντιπροσωπεία και να οδηγήσουν διάφορα αυτοκίνητα με έναν καθηλωτικό και διαδραστικό τρόπο, ακόμη και αν τα αυτοκίνητα δεν είναι φυσικά παρόντα στην αντιπροσωπεία
- Στο κλάδο της Ψυχαγωγίας, η VR και AR μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία καθηλωτικών εμπειριών παιχνιδιών, καθώς και για τη βελτίωση ζωντανών εκδηλώσεων, όπως συναυλίες και αθλητικοί αγώνες.
- Στο Μάρκετινγκ και στην διαφήμιση οι δυο τεχνολογίες συμβάλλουν στη προώθηση των προϊόντων και στην υιοθέτηση συγκεκριμένης μάρκας (brand), καθώς και στην εκπαίδευση πωλητών και εκπροσώπων εξυπηρέτησης πελατών πριν αλληλοεπιδράσουν με πελάτες.

- Στο κλάδο των Ειδικών δυνάμεων χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση πραγματικών συνθηκών με τον αντίπαλο και την εκπαίδευση των στρατιωτικών δυνάμεων με προσομοιωτές.

Από τη μελέτη προκύπτει ότι η χρήση των δυο τεχνολογιών στο ηλεκτρονικό και στο κινητό εμπόριο αποσκοπούν στην ψυχαγωγία του χρήστη, στην ευχαρίστηση, παρέχουν διασκέδαση και ενισχύουν το επίπεδο ικανοποίησης του καταναλωτή κατά την διαδικασία ηλεκτρονικών αγορών στην καθημερινότητα τους. Η συμπεριφορά των καταναλωτών επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό βάσει των χαρακτηριστικών τους, (διάδραση, ζωντάνιας και καινοτομίας) από το πόσο φιλικό είναι το περιβάλλον του χρήστη και την ευκολία χρήσης τους ως προς την αλληλεπίδραση με το προϊόν. Από την άλλη πλευρά θα πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχει ερευνητικό κενό ως προς κάποιες μεταβλητές που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών όπως η ηλικία, η προηγούμενη χρήση των τεχνολογιών, το χρονικό πλαίσιο της αγοράς, το οικονομικό υπόβαθρο και η σχέση του καταναλωτή με τις πωλήσεις, οι οποίες δεν έχουν εξεταστεί σε βάθος και θα πρέπει να αποτελέσουν μελλοντική έρευνα (Kumar et al, 2021).

Από έρευνες που έγιναν σχετικά με τη χρήση των δυο τεχνολογιών και ειδικότερα από μελέτη στη χρήση try-on εφαρμογών, η αξιολόγηση από την άποψη της ικανοποίησης των χρηστών συσχετίζεται με τη διαδραστικότητα, το ρεαλισμό, την ευκολία χρήσης και την εμπύθιση. Η Εμπειρία αγοράς συσχετίζεται με τις χρηστικές και ηδονικές αξίες, που προκαθορίζονται από την αισθητική και την ποιότητα των πληροφοριών, οι οποίες επηρεάζουν θετικά στη γνώση του προϊόντος (Bialkova et al, 2022). Καθώς ο χρήστης με τη συγκεκριμένη μέθοδο προσπαθεί να βρει το βέλτιστο εαυτό του ή να υιοθετήσει και να δοκιμάσει τεχνικές που χρησιμοποιούν διασημότητες (Shamandi et al, 2022) .

Η AR έχει θετικό αντίκτυπο στις πωλήσεις για τις μάρκες που είναι λιγότερο δημοφιλή, προϊόντα με μικρότερη απήχηση και προϊόντα που είναι πιο ακριβά. Η AR έχει ισχυρότερο αντίκτυπο για τους πελάτες που είναι νέοι σε διαδικτυακό κανάλι ή την κατηγορία προϊόντων του λιανοπωλητή (Tan et al, 2022).

Ωστόσο, η έρευνα σχετικά με τον τρόπο αύξησης της ευχρηστίας της τεχνολογίας VR από την άποψη της αποτελεσματικότητας των αγορών εξακολουθεί να είναι ανεπαρκής. Επομένως, οι μελλοντικοί ερευνητές θα πρέπει να επεκτείνουν τη διερεύνηση των διαφόρων διαστάσεων της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας και των παραγόντων που τις επηρεάζουν στο περιβάλλον αγορών εικονικής πραγματικότητας (Xi et al, 2021).

Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι με τη χρήση των δυο τεχνολογιών υπάρχουν κάποια κενά το οποία δεν έχουν εξεταστεί σε βάθος όπως η προστασία της ιδιωτικότητας του χρήστη καθώς μπορεί να προκληθεί παραβίαση δεδομένων και να προκύψουν ζητήματα ασφάλειας που

οδηγούν σε διαρροή πληροφοριών. Ωστόσο, όταν τα δεδομένα μεταδίδονται μεταξύ συσκευών, η ασφάλεια και το απόρρητο των πληροφοριών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Kumar et al, 2021).

Ενώ μια νέα μελλοντική τάση και επαναστατική προσέγγιση του διαδικτύου είναι το metaverse, όπου ο φυσικός και ο ψηφιακός κόσμος συναντιούνται, η εξέλιξη των κοινωνικών τεχνολογιών επιτρέπει στις ψηφιακές αναπαραστάσεις των ανθρώπων, τα άβαταρ, να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους σε ποικίλα περιβάλλοντα. Είτε πρόκειται για εργασία, είτε για γραφείο, είτε για συναυλίες ή αθλητικές εκδηλώσεις, είτε ακόμη και για δοκιμή ρούχων, το metaverse παρέχει ένα χώρο για ατελείωτες, διασυνδεδεμένες εικονικές κοινότητες. Ήδη, αρκετές εταιρείες, όπως η Meta, η Microsoft, η Roblox, επενδύουν στις δικές τους εκδοχές του metaverse. Ωστόσο, η ανάπτυξη του metaverse θα απαιτήσει τη συνεργασία μεταξύ εταιρειών, δημιουργών και υπευθύνων χάραξης πολιτικής.

Βάσει των στατιστικών και των προβλέψεων αναμένεται ότι το 2028 η χρήση των τεχνολογιών AR, VR, θα ξεπεράσει τα 250 εκατομμύρια, με υψηλότερη χρήση Software επαυξημένης πραγματικότητας και μετέπειτα τη χρήση VR–hardware, ενώ τα Έσοδα της αγοράς της τεχνολογίας metaverse παγκοσμίως έως το 2030 υπολογίζονται να φτάσουν 678,8 δισεκατομμύρια δολάρια (Statista et 2023).

Αυτές οι καινοτόμες τεχνολογίες αναπτύσσονται και βελτιώνονται συνεχώς και αναμένεται να διαδραματίσουν μεγαλύτερο ρόλο στο μέλλον του ηλεκτρονικού και κινητού εμπορίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενογλώσση

- Alha, K., Koskinen, E., Paavilainen, J., & Hamari, J. (2019), *Why do people play location-based augmented reality games: a study on Pokémon GO.*, *Computers in Human Behavior*, 93, 114-122.
- Ruiz-Ariza, A., López-Serrano, S., Suárez-Manzano, S., & Martínez-López, E. J. (2020). *The Educational Use of the 'Harry Potter: Wizards Unite' Augmented Reality Application. Augmented Reality in Education: A New Technology for Teaching and Learning*, 247-259.
- R. T. Azuma, (1997), *A Survey of Augmented Reality*, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355-385, DOI: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- S. Bialkova and C. Barr, (2022), *Virtual Try-On: How to Enhance Consumer Experience*, *Proceedings - IEEE, VRW 2022*, pp. 253-260, 2022, DOI: <https://doi.org/10.1109/VRW55335.2022.00059>
- A. Chaudhari, A. Rupade, A. Talele, (2019), *Augmented Reality Application for Home Shopping in M-Commerce Using Markerless Tracking*, *Applied Evolutionary Computation* 10(3):40-48, DOI: <https://doi.org/10.4018/IJAEC.2019070106>
- Allan V. Cook, Lokesh Ohri, Laura Kusumoto, Chuck Reynolds, and Eric Schwertzel, (2021) *How augmented shopping can create value in retail*, *Deloitte Insights*
- Delgado, J. M. D., Oyedele, L., Demian, P., & Beach, T. (2020), *A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction*, *Advanced Engineering Informatics*, 45, 101122
- B. Egliston, M. Carter (2021), *Critical questions for Facebook's virtual reality: data, power and the metaverse*, *Internet Policy Review*, 10(4), DOI: <https://doi.org/10.14763/2021.4.1610>
- El Filali, Y., & Krit, S. D. (2019), *Augmented reality types and popular use cases*. *International Journal of Engineering, Science and Mathematics*, 8(4), 91-97.s, Διαθέσιμο: https://www.researchgate.net/publication/332543647_AUGMENTED_REALITY_TYPES_AND_POPULAR_USE_CASES [Οκτώβριος 2020]
- Y. Gao, Y. Zhao, L. Xie, G. Zheng, (2021), *A Projector-Based Augmented Reality Navigation System for Computer-Assisted Surgery*, *Sensors*, 21, 2931, DOI: <https://doi.org/10.3390/s21092931>
- Giakalaras, M. M. (2020). *Mixed Reality: A new way of experiencing videogames*.
- Goldman, *All the World's a Painting*, *Lapham's Quarterly*, 21 October 2021. Available at: <https://www.laphamsquarterly.org/roundtable/all-worlds-painting> >, [Δεκέμβριος 2021]
- T. Hilken, D. I. Keeling, K. de Ruyter, D. Mahr and M. Chylinski, (2020), *Seeing eye to eye: social augmented reality and shared decision making in the marketplace*, *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 48, no. 2, pp. 143-164. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11747-019-00688-0>

- S. Hollensen, P. Kotler and M. O. Opresnik, (2022), *Metaverse – the new marketing universe*, Journal of Business Strategy, DOI: <https://doi.org/10.1108/JBS-01-2022-0014>
- Iftikhar, R., Cakir, G., Wruck, T., & Helfert, M. (2021), *How can Older Adults Shop Online in the Future? Developing Design Principles for Virtual-Commerce Stores*. ECIS 2021 Proceedings, 122, Available at: https://aisel.aisnet.org/ecis2021_rp/122 [Οκτώβριος 2022]
- H. Kolivand, B. Tomi, M. N. Zamri and M. S. Sunar, (2015), "Virtual Surgery, Applications and Limitations," pp. 169-195. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-287-540-2_8
- G. Kipper and J. Rampolla, (2012) *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*, Elsevier, pp. 1-158.
- Kumar, T. S. (2021), *Study of retail applications with virtual and augmented reality technologies*, Journal of Innovative Image Processing (JIIP), 3(02), 144-156.
- M.Li, (2023), *The Role Of Vr/Ar Technology In Film Industry*, available at: <https://Uw.Pressbooks.Pub/Cat2/Chapter/12-The-Merging-Of-Vr-Ar-Films-To-The-Cinema-Industry/>
- G. Lorenzo, M. Gómez-Puerta, Gr. Arráez-Vera, A. Lorenzo-Lledó, (2018,) *Preliminary study of augmented reality as an instrument for improvement of social skills in children with autism spectrum disorder*, Education and Information Technologies volume 24, pages181–204, DOI : <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9768-5>
- P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi and F. Kishino,(1995), *Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum*, pp. 282-292, vol. 2351, DOI:<https://doi.org/10.1117/12.197321>
- J. M. Norman, *The Sensorama: One of the First Functioning Efforts in Virtual Reality: History of Information*, Available at: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=2785>. [Αύγουστος 2020]
- Z. Oufqir, A. E. Abderrahmani and K. Satori, (2020) *From Marker to Markerless in Augmented Reality*, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1076, pp. 599-612, DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-0947-6_57
- S. Poghosyan, (2019), *Section 9. Pedagogy LEARNING-ORIENTED AUGMENTED REALITY, TECHNOLOGY*, Available at: https://www.researchgate.net/publication/331181344_Section_9_Pedagogy_LEARNING-ORIENTED_AUGMENTED_REALITY_TECHNOLOGY, [Οκτώβριος 2022]
- P. A. Rauschnabel, R. Felix, C. Hinsch, H. Shahab and F. Alt, (2022), *What is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality*, *Computers in Human Behavior*, vol. 133, p. 107289, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107289>
- M. Riar, J. Korbelt, N. Xi, R. Zarnekow and J. Hamari, (2021), *The Use of Augmented Reality in Retail: A Review of Literature*, Conference: 54th Hawaii International Conference on System Science, DOI:10.24251/HICSS.2021.078
- Riar, M., Xi, N., Korbelt, J. J., Zarnekow, R., & Hamari, J. (2022). *Using augmented reality for shopping: a framework for AR induced consumer behavior, literature review and future agenda*. Emerald Insight

- El-Shamandi Ahmed, K., Ambika, A., & Belk, R. (2022), *Augmented reality magic mirror in the service sector: experiential consumption and the self*, Journal of Service Management, 34(1), 56-77.
- Tan, Y. C., Chandukala, S. R., & Reddy, S. K. (2022), *Augmented reality in retail and its impact on sales*, Journal of Marketing, 86(1), 48-66
- E. Woollacott (2022), *Could contact lenses be the ultimate computer screen?*, BBC, available at: <https://www.bbc.com/news/business-61318460>, [Αύγουστος, 2022]
- Xi, N., Hamari, J. (2021). *Shopping in virtual reality: A literature review and future agenda*. Journal of Business Research, 134, 37-58.
- L. Zhao, X. Liu ,P. Feng ,X. Han ,Y. Qin , Z. Li, (2022), *Research on MTF Measurement Technology of AR/VR Optical Modules*, IEEE, DOI: <https://doi.org/10.1109/3M-NANO56083.2022.9941533>

Ελληνική

- Β. Σταυρινόπουλος,(2020), *Επαυξημένη Πραγματικότητα και Τομείς Εφαρμογής* , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Κ.Τσαούσης,(2020), *Το... απίστευτο ελληνικό tablet επαυξημένης πραγματικότητας που δίνει άλλη διάσταση στον τουρισμό*, in.gr, Διαθέσιμο: <https://www.in.gr/2020/07/24/economy/kainotomia/apisteyto-elliniko-tablet-epayksimenis-pragmatikotitas-pou-dinei-alli-diastasi-ston-tourismo/>, [Αύγουστος 2022]
- Τσίτος Γ., (2016), *Εικονική Πραγματικότητα: Παρελθόν, Παρόν, και Μέλλον | PCsteps.gr*, Διαθέσιμο: <https://www.pcsteps.gr/113807-%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%80%CF%81%CE%B1%CE%B3%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-virtual-reality-vr/> , [Αύγουστος 2021]
- Ά.Χατζηστυλλή, (2021), *Έντυπο και Επαυξημένη Πραγματικότητα*, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
- Τεχνολογία & Επιστήμη, (2020), *Γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας σχεδιάζει να θέσει σε υπηρεσία ο στρατός των ΗΠΑ*, Ναυτεμπορική, Διαθέσιμο: <https://www.naftemporiki.gr/story/1653848>. [Αύγουστος 2022]

Websites

- 4D Anatomy, available at: <https://www.4danatomy.com/> [Αύγουστος 2022]
- ARToolkit *ARToolKit Documentation (How does ARToolKit work?)*, available at: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/userarwork.htm> , [Οκτώβριος 2022]
- Blender, *Introduction — Blender Manual*, available at:
- ClassVr, *Ελληνικό Σχολείο Εικονικής Πραγματικότητας - ClassVR* <https://www.classvr.com/gr/> , [Σεπτέμβριος 2022]

- Iwrite, <https://www.iwrite.gr/magical-books/>, [Σεπτέμβριος 2022]
- Kudan, *AR SDK - Professional AR SDK for iOS and Android : XLsoft Corporation*, available at: <https://www.xlsoft.com/en/products/kudan/ar-sdk.html> ,[Νοέμβριος 2022]
- Layar, *Augmented Reality | Interactive Print | Layar* , available at: <http://www.layar.com/>, [Νοέμβριος 2022]
- Loreal, <https://www.loreal-finance.com/eng/news-event/loreal-joins-youcam-makeuperfect-corps-augmented-reality-makeover-app>, [Αύγουστος 2022]
- Livebooks, *Διαδραστικά βιβλία που ζωντανεύουν! Διαθέσιμο:* <https://www.livebooks.gr>, [Σεπτέμβριος 2022]
- Mojo Lens , *The World's First True Smart Contact Lens*, available at: [Νοέμβριος 2022]
- Mondly, *Learn languages online for free*, available at: <https://www.mondly.com/>, [Νοέμβριος 2022]
- Navitaire, *Navitaire unveils first virtual reality travel search and booking experience*, <https://navitaire.com/Virtual-reality-search-and-booking.aspx>, [Οκτώβριος 2022]
- Patron tequila, available at: <https://www.patrontequila.com/age-gate/age-gate.html?origin=%2Fstories%2F2015-06%2Faoop-virtual-reality.html>, [Αύγουστος 2022]
- Ray-Ban, available at: <https://www.ray-ban.com/uk/c/face-shape-guide> ,[Νοέμβριος 2022]
- Revfine, *How Augmented Reality is Revolutionising the Travel Industry*, <https://www.revfine.com/augmented-reality-travel-industry/>, [Οκτώβριος 2022]
- Sephora, *Virtual Artist: Try On Makeup Instantly | Sephora Singapore*, available at <https://www.sephora.sg/pages/virtual-artist>, [Οκτώβριος 2022]
- Statista, *Metaverse market revenue worldwide from 2021 to 2030*, available at: <https://www.statista.com/statistics/1295784/metaverse-market-size/>, [Ιανουάριος 2023]
- Statista, *Forecast use of AR in online shopping worldwide 2025*, available at: <https://www.statista.com/statistics/1270070/ar-use-forecast-in-buying-online/> [Ιανουάριος 2023]
- Tommy Hilfiger, *Digital Showroom Quick Introduction with Examples*, <https://newsroom.tommy.com/corporate/digital-showroom/> [Ιανουάριος 2022]
- Unity - *Manual: Unity User Manual 2021.3 (LTS)*, available at: [Οκτώβριος 2022]
- Vuforia, available at: <https://library.vuforia.com/getting-started/vuforia-features>
- Wikipedia, *Morton Heilig*, available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Morton_Heilig, [Αύγουστος 2020]
- Wikipedia, *Jaron Lanier*, available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Jaron_Lanier , [Σεπτέμβριος 2020]
- Wikitude, *Augmented Reality Experiences with Wikitude Cross Platform SDK*, available at: <https://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk>, [Νοέμβριος 2022]

- ΔΗΜΟΛΕΩΝ – Δραστηριότητες Υπαίθριου Εναλλακτικού Τουρισμού Με Χρήση Ψηφιακών Εργαλείων Και Εφαρμογών, Διαθέσιμο: <https://dimoleon.gr/>, [Σεπτέμβριος, 2022]