

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας
για τοποθέτηση εικονικών αντικειμένων στον χώρο.

Εφαρμογή για προώθηση επίπλων.»



Του φοιτητή
Γεωργίου Μαυριά
Αρ. Μητρώου: it175119

Επιβλέπων
Κοκκώνης Γεώργιος
Επίκουρος Καθηγητής

Ιανουάριος 2025

Δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για τοποθέτηση εικονικών αντικειμένων στον χώρο. Εφαρμογή για προώθηση επίπλων.

Κωδικός Δ.Ε. 23353

Γεώργιος Μαυριάς

Όνοματεπώνυμο εισηγητή Κοκκώνης Γεώργιος

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 11-12-2023

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 30-5-2025

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Γεωργίου Μαυριά που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Στην οικογένειά μου»

Πρόλογος

Η εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του προπτυχιακού κύκλου σπουδών στο τμήμα των «Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων». Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος βασίστηκε στην προσωπική μου επιθυμία να εμβαθύνω στις σύγχρονες τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και κατ' επέκταση στην πρακτική εφαρμογή τους στο σύγχρονο αγοραστικό περιβάλλον. Η AR αποτελεί ένα ταχέως αναπτυσσόμενο τεχνολογικό πεδίο, με αξιοσημείωτες προοπτικές και εφαρμογές σε διάφορους τομείς, όπως η εκπαίδευση, η υγεία και το εμπόριο. Ως φοιτητής Πληροφορικής, θεωρώ ότι μία τέτοια πτυχιακή εργασία θα μου επιτρέψει να αποκτήσω εμπειρία σε εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών, όπως το Unity και το AR Foundation, συνδυάζοντας παράλληλα προγραμματιστικές γνώσεις με δημιουργικότητα.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στοχεύει στην τοποθέτηση εικονικών επίπλων σε πραγματικό χώρο, εξυπηρετώντας τόσο τους χρήστες που αναζητούν λύσεις διακόσμησης όσο και τις επιχειρήσεις που θέλουν να προωθήσουν τα προϊόντα τους με έναν καινοτόμο και πρωτότυπο τρόπο. Επέλεξα τον τομέα των επίπλων, καθώς αποτελεί ένα ακριβές πεδίο για την πλήρη κατανόηση της χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στην πραγματική ζωή με «απτές» αποδείξεις της χρησιμότητάς της σε πραγματικό χρόνο και τόπο. Η πρακτικότητα της εφαρμογής αυτής βοηθάει εν προκειμένω τον χρήστη να πάρει σωστές αγοραστικές αποφάσεις, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη συμβατότητα του περιβάλλοντα χώρου με τα έπιπλα του καταλόγου που παρέχεται.

Η διαδικασία ανάπτυξης της συγκεκριμένης εφαρμογής μου έδωσε τη δυνατότητα να κατανοήσω σε βάθος την αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη και της τεχνολογίας, ενώ παράλληλα μου έδωσε τη δυνατότητα να εργαστώ σε μια πρακτική και λειτουργική εφαρμογή με πραγματικές προεκτάσεις και πιθανότητες εφαρμογής στον πραγματικό εμπορικό κόσμο. Η ολοκλήρωση της διπλωματικής αυτής αποτέλεσε μια δημιουργική και εκπαιδευτική εμπειρία που με εξόπλισε με δεξιότητες και γνώσεις απαραίτητες για την επαγγελματική μου πορεία στον χώρο της τεχνολογίας.

Περίληψη

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) αποτελεί μία από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες της εποχής μας, συνδυάζοντας τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό. Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για την τοποθέτηση εικονικών επίπλων σε πραγματικό περιβάλλον, με σκοπό την προώθηση προϊόντων. Η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να επιλέγουν αντικείμενα από έναν κατάλογο, να τα προβάλλουν στο φυσικό περιβάλλον μέσω της κάμερας της συσκευής τους και να τα προσαρμόζουν σύμφωνα με τις ανάγκες τους, αξιοποιώντας λειτουργίες όπως κλίμακα, περιστροφή και αφαίρεση.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Unity, της βιβλιοθήκης AR Foundation και της γλώσσας προγραμματισμού C#. Βασικές λειτουργίες που πραγματοποιούνται με τη χρήση της εφαρμογής περιλαμβάνουν τη δυναμική φόρτωση καταλόγου προϊόντων, τη διαχείριση αγαπημένων και καλάθιού, καθώς και τη δυνατότητα προβολής προϊόντων σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση τεχνολογιών ανίχνευσης επιπέδων (plane detection). Παράλληλα, σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν διάφορα γραφικά περιβάλλοντα χρήστη (UI), όπως το κύριο μενού, το πάνελ λεπτομερειών προϊόντος, το καλάθι και τα αγαπημένα.

Η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε πραγματικό περιβάλλον, με θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τη λειτουργικότητα και τη χρηστικότητα. Μέσα από τη διαδικασία ανάπτυξης, αναδείχθηκε η αξία της επαυξημένης πραγματικότητας ως εργαλείο ενίσχυσης της εμπειρίας του χρήστη και ως μέσο προώθησης προϊόντων για τις επιχειρήσεις. Η εφαρμογή παρέχει στους καταναλωτές τη δυνατότητα να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις αγοράς, καθώς τους επιτρέπει να οπτικοποιούν τα προϊόντα στον χώρο τους πριν από την τελική αγορά.

Η εργασία καταλήγει σε συμπεράσματα για τη σημασία της επαυξημένης πραγματικότητας στο σύγχρονο εμπόριο, ενώ προτείνει μελλοντικές επεκτάσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν περαιτέρω την εμπειρία χρήστη, όπως η χρήση τεχνητής νοημοσύνης για προσωποποιημένες προτάσεις προϊόντων.

Λέξεις-κλειδιά: Επαυξημένη πραγματικότητα, τοποθέτηση εικονικών αντικειμένων, προώθηση επίπλων, Unity, AR Foundation.

«Creation of an augmented reality application for placing virtual objects in space. Application for furniture promotion»

«Georgios Mavrias»

Abstract

Augmented Reality (AR) is one of the most innovative technologies of our time, combining the real with the virtual world. This thesis focuses on the development of an AR application for placing virtual furniture in real life environments, aimed at product promotion. The application allows users to select items from a catalog, visualize them in their physical space through the camera of their devices, and adjust them to their needs using features such as scaling, rotation, and removal.

The development of the application was carried out using the Unity software, the AR Foundation library, and the C# programming language. Core functionalities of the application include dynamic product catalog loading, favorites and cart management, and real-time product visualization using plane detection technologies. Additionally, various user interface (UI) components were designed and implemented, such as the main menu, the product details panel, the cart, and the favorites section.

The application was tested in a real-world environment, yielding positive results regarding functionality and usability. Through the development process, the value of AR was highlighted as a tool for enhancing user experience and promoting products for businesses. The application provides consumers with the ability to make better purchasing decisions by visualizing products in their space before the final purchase.

The thesis concludes with insights into the significance of AR in modern commerce and proposes future expansions that could further enhance user experience, such as the integration of artificial intelligence for personalized product recommendations.

Key words: augmented reality, virtual object placement, furniture promotion, Unity, AR Foundation

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ξεκινήσω εκφράζοντας τις θερμές μου ευχαριστίες και την ειλικρινή μου εκτίμηση σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Καταρχάς, ευχαριστώ τους καθηγητές του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων για την καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη και την αμέριστη στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Κοκκώνη Γεώργιο για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και τη διάθεση πολύτιμου χρόνου καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας. Οι συμβουλές του και οι παρατηρήσεις του αποτέλεσαν καταλυτικό παράγοντα για την πορεία και την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους συμφοιτητές μου, που με τη δημιουργική τους σκέψη και τη διάθεσή τους για συνεργασία συνέβαλαν καθοριστικά στη διεύρυνση των γνώσεών μου. Οι συζητήσεις μας, οι ανταλλαγές ιδεών και η αλληλοϋποστήριξή μας αποτέλεσαν ανεκτίμητη εμπειρία και πηγή έμπνευσης καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διαδρομής.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την αμέριστη αγάπη, την υπομονή και τη στήριξή τους, που αποτέλεσαν τη βάση της προσπάθειάς μου, την αδιάκοπη υποστήριξη και την κατανόησή τους. Η εμπιστοσύνη και η ενθάρρυνση που μου προσέφεραν υπήρξαν η κινητήριος δύναμη σε στιγμές αμφιβολίας και κόπωσης. Η ενθάρρυνση και η πίστη τους στις δυνατότητές μου ήταν καθοριστικής σημασίας για την ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας.

Με εκτίμηση,
Μαυριάς Γεώργιος

Περιεχόμενα

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	6
Abstract	7
Ευχαριστίες	8
Περιεχόμενα	9
Συντομογραφίες.....	12
Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό υπόβαθρο.....	13
1.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	13
1.2 Τύποι Τεχνολογιών AR.....	15
1.3 Πρακτικές εφαρμογές της AR.....	16
1.4 Περιορισμοί της AR.....	27
1.5 Εικονική Πραγματικότητα	28
1.6 Πρακτικές εφαρμογές της VR.....	29
1.7 Περιορισμοί της VR.....	29
1.8 Συγκριτική ανάλυση επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR) 30	
Κεφάλαιο 2: Επαυξημένη πραγματικότητα και εμπόριο	33
2.1 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα ως Στρατηγικό Εργαλείο Μάρκετινγκ.....	33
2.2 Πλεονεκτήματα χρήσης AR στο εμπόριο.....	34
2.3 Προκλήσεις της επαυξημένης πραγματικότητας στο εμπόριο	35
2.4 Εφαρμογή της AR στην αγορά επίπλων.....	35
2.5 Εργαλεία και Τεχνολογίες που υποστηρίζουν AR για Έπιπλα	36
2.6 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) ως Κλειδί για την Επανάσταση του Λιανικού Εμπορίου Επίπλων.....	37
2.7 Ο ρόλος της επαυξημένης πραγματικότητας στο UX/UI.....	38
2.8 Ενσωμάτωση AI για εξατομικευμένο UX.....	39
Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες και Εργαλεία AR	41
3.1 Τι είναι το ARKit;	41
3.2 Τι είναι το ARCore;.....	42
3.3 Πότε να χρησιμοποιήσετε το ARKit έναντι του ARCore;.....	44
3.4 Άλλες πλατφόρμες AR και οι συνεισφορές τους.....	45

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία.....	50
4.1 Σκοπός δημιουργίας της εφαρμογής	50
4.2 Διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογής	51
4.3 Ανάλυση απαιτήσεων για μια εφαρμογή επίπλων AR που αναπτύχθηκε με το Unity	51
4.4 Απαιτήσεις χρήστη και πελατών	53
4.5 Οδηγός για τη Δημιουργία Εφαρμογής AR στο Unity για Αρχάριους	55
4.6 Οδηγίες λήψης και εγκατάστασης εφαρμογής	59
Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής	62
5.1 Unity	62
5.2 Unity Asset Store.....	62
5.3 AR Foundation	63
5.4 C# Γλώσσα Προγραμματισμού	64
5.4.1 SceneLoader	65
5.4.2 Product.....	67
5.4.3 CatalogManager	68
5.4.4 PanelManager	69
5.4.5 CheckoutManager	70
5.4.6 AssignData	71
5.4.7 ARObjectPlacer.....	73
5.4.8 ARSceneManager.....	74
5.4.9 SimpleBottomNavigation.....	75
Κεφάλαιο 6: Προκλήσεις ασφάλειας και απορρήτου σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας..	77
6.1 Εισαγωγή.....	77
6.2 Προβλήματα απορρήτου στην AR/VR	77
Κεφάλαιο 7: Εύρεση και Επεξεργασία 3D Μοντέλων.....	80
7.1 Εισαγωγή στο CGTrader	80
7.2 Εύρεση και Επιλογή 3D Μοντέλων	81
7.3 Εισαγωγή και Βελτιστοποίηση Μοντέλων στο Unity	82
Κεφάλαιο 8: Αποτελέσματα	84
8.1 Αποτελέσματα Έρευνας	84
8.2 Τελική μορφή της εφαρμογής	84
8.3 Αξιολόγηση Εφαρμογής.....	98
8.4 Προσωπικές Εμπειρίες και Αντιμετώπιση Προκλήσεων	100
8.5 Σύγκριση με άλλες παρόμοιες εφαρμογές AR	102
8.6 Πλεονεκτήματα και Αδυναμίες της Εφαρμογής	103

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 9ο: Συμπεράσματα	104
9.1 Κύρια Συμπεράσματα.....	104
9.2 Πρακτικές Εφαρμογές	104
9.3 Προτάσεις Βελτίωσης	104
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	107

Συντομογραφίες

ΔΙΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
AR	Augmented Reality / Επαυξημένη Πραγματικότητα
VR	Virtual Reality / Εικονική Πραγματικότητα
AV	Augmented Virtuality

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό υπόβαθρο

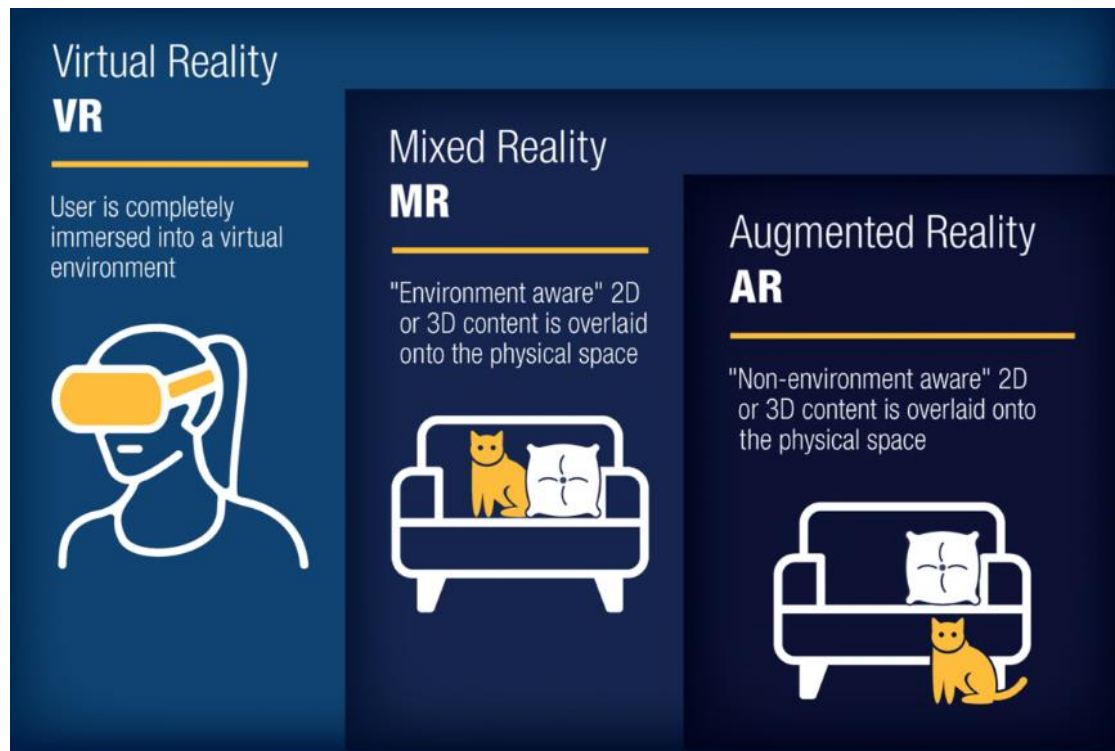
1.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα

Η σύγχρονη κοινωνία διαποτίζεται ολοένα και περισσότερο από πραγματικότητες παράλληλες με την πραγματική. Ο όρος επαυξημένη πραγματικότητα (AR) επινοήθηκε το 1992 από τον ερευνητή της Boeing, Thomas Preston Caudell, ο οποίος ανέπτυξε μια εφαρμογή AR για βιομηχανική χρήση για την προβολή ορισμένων διαγραμμάτων συναρμολόγησης [1]. Οι τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (AR) βελτιώνουν την αντίληψή μας και μας βοηθούν να βλέπουμε, να ακούμε και να αισθανόμαστε το περιβάλλον μας με νέους και εμπλουτισμένους τρόπους. Η επαυξημένη πραγματικότητα συμπληρώνει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά (δημιουργημένα από υπολογιστή) αντικείμενα που φαίνεται να συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο με τον πραγματικό κόσμο. Το AR αναγνωρίστηκε ως μία αναδύομενη τεχνολογία του 2007, και με το σημερινά smartphones και τα προγράμματα περιήγησης AR αρχίζουμε να υιοθετούμε αυτό το πολύ καινούριο και συναρπαστικό είδος αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή [2].

Σύμφωνα με τους Milgram και Kishino, η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αναφέρεται σε όλες τις περιπτώσεις όπου ένα πραγματικό περιβάλλον εμπλουτίζεται με εικονικά (υπολογιστικά παραγόμενα) αντικείμενα. [3]. Και τα δύο εικονικά περιβάλλοντα, η εικονική πραγματικότητα (VR) και η επαυξημένη πραγματικότητα (AR), όπου στην τελευταία προστίθενται εικονικά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο, αντικαθιστούν το φυσικό περιβάλλον με ένα εικονικό. Η διαφορά είναι όμως ότι η AR παρέχει τοπική εικονικότητα [2], παίρνοντας ως βάση το πραγματικό γύρω περιβάλλον και τοποθετώντας πάνω σε αυτό εικονικά αντικείμενα.

Κατά τον ορισμό των Milgram και Kishino [3], τα περιβάλλοντα διακρίνονται ως εξής:

- Πραγματικό περιβάλλον (RE): Ο φυσικός κόσμος.
- Επαυξημένη πραγματικότητα (AR): Ο πραγματικός κόσμος με την προσθήκη εικονικών στοιχείων.
- Mixed Reality (MR) / Augmented Virtuality (AV): Εικονικό περιβάλλον με την ενσωμάτωση πραγματικών στοιχείων.
- Εικονική Πραγματικότητα (VR): Πλήρως εικονικός κόσμος



Εικόνα 1- Συγκριτική ανάλυση μεταξύ VR,MR και AR[4]

Οι πτυχές που αναφέρετε αποτελούν μέρος του ορισμού της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σύμφωνα με τους Van Krevelen και Roelman, οι οποίοι επέκτειναν τον κλασικό ορισμό της AR για να τον κάνουν πιο ευρύ και ευέλικτο. Συγκεκριμένα, αναφέρονται στον ορισμό που προτάθηκε στο έργο τους "A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations" (2010). Πρώτον, η AR δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένες τεχνολογίες προβολής, όπως οθόνες που τοποθετούνται στο κεφάλι (HMD). Επίσης, ο ορισμός της δεν περιορίζεται στην αίσθηση της όρασης, καθώς η AR μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις αισθήσεις, συμπεριλαμβανομένων της ακοής, της αφής και της όσφρησης. Τέλος, η αφαίρεση πραγματικών αντικειμένων μέσω εικονικής επικάλυψης, γνωστή ως διαμεσολαβούμενη ή μειωμένη πραγματικότητα, επίσης εντάσσεται στο πλαίσιο της AR [2].

Οι τεχνολογικές απαιτήσεις για την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) είναι σημαντικά υψηλότερες σε σύγκριση με αυτές της Εικονικής Πραγματικότητας (VR), κυρίως λόγω της ανάγκης για ακριβή ενσωμάτωση εικονικών στοιχείων στον πραγματικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος για τον οποίο το πεδίο της AR χρειάστηκε περισσότερο χρόνο ωρίμανσης σε σχέση με την VR. Ωστόσο, τα θεμελιώδη στοιχεία που απαιτούνται για την κατασκευή ενός συστήματος AR παρέμειναν τα ίδια από το πρωτοποριακό έργο του Ivan Sutherland τη δεκαετία του 1960, όπως οι οθόνες, τα συστήματα παρακολούθησης κίνησης (trackers), οι υπολογιστές, τα γραφικά και το λογισμικό [2].

Από όλες τις μεθόδους αλληλεπίδρασης με τις ανθρώπινες αισθήσεις, η όραση, ο ήχος και η αφή είναι οι κύριες αισθήσεις στις οποίες βασίζονται τα συστήματα AR σήμερα . Για την οπτική παρουσίαση της AR, υπάρχουν τρεις βασικές προσεγγίσεις:

- 1. Video See-Through :**Ο πραγματικός κόσμος καταγράφεται μέσω κάμερας και εμφανίζεται σε οθόνη, με τα εικονικά στοιχεία να επικαλύπτονται πάνω στις ψηφιοποιημένες εικόνες. Αυτή η μέθοδος είναι πιο κοντά στην VR, καθώς ο χρήστης βλέπει τον κόσμο έμμεσα .
- 2. Optical see-through:**Χρησιμοποιεί διαφανείς οθόνες ή φακούς (π.χ. Microsoft HoloLens), επιτρέποντας στον χρήστη να βλέπει απευθείας τον πραγματικό κόσμο, με τα εικονικά στοιχεία να προβάλλονται απευθείας πάνω του. Αυτή η προσέγγιση εισήχθη πρωτοποριακά από τον Sutherland .
- 3. Projective:**Η επικάλυψη της AR προβάλλεται απευθείας σε φυσικά αντικείμενα (π.χ. μέσω projectors), δημιουργώντας την ψευδαίσθηση ότι τα εικονικά στοιχεία είναι ενσωματωμένα στον πραγματικό χώρο [2].

Η βασική λειτουργία της AR βασίζεται στη δημιουργία απευθείας συνδέσεων μεταξύ του πραγματικού κόσμου και των ψηφιακών πληροφοριών, είτε αυτές ενεργοποιούνται αυτόματα είτε μέσω αλληλεπίδρασης του χρήστη με τη συσκευή . Αυτή η διαδικασία προσφέρει μια διεπαφή μεταξύ του χρήστη και ενός ηλεκτρονικά επανυξημένου φυσικού κόσμου, όπου ψηφιακά δεδομένα (αριθμοί, γραφικά, βίντεο, ήχος) επικαλύπτουν ή συνδυάζονται με την πραγματικότητα από την οπτική γωνία του χρήστη [1].

1.2 Τύποι Τεχνολογιών AR

Η Επανυξημένη Πραγματικότητα (AR) μπορεί να ενσωματώσει ψηφιακές πληροφορίες σε προβολές του πραγματικού κόσμου, ενισχύοντας την ανθρώπινη αντίληψη μέσω καινοτόμων και μη συμβατικών μεθόδων [1]. Οι τεχνολογίες AR διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τους στόχους ή τις εφαρμογές τους, όπως:

- **AR βασισμένη σε δείκτες (Marker-Based AR):**
Χρησιμοποιεί οπτικούς δείκτες (π.χ. QR codes, ειδικά σχέδια) για να αναγνωρίσει τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής. Παράδειγμα: Εφαρμογές που ενεργοποιούν βίντεο ή 3D μοντέλα όταν σκανάρεται ένας δείκτης.
- **AR χωρίς δείκτες (Markerless AR):**
Βασίζεται σε τεχνολογίες όπως GPS, αισθητήρες κίνησης ή machine learning για να εντοπίσει

τον πραγματικό χώρο χωρίς προκαθορισμένους δείκτες. Παράδειγμα: Εφαρμογές πλοήγησης (π.χ. Google Maps Live View).

- **Projection-Based AR:**

Προβάλλει εικονικά στοιχεία απευθείας σε φυσικές επιφάνειες μέσω projectors ή λέιζερ, δημιουργώντας διαδραστικές εμπειρίες. Παράδειγμα: Hologram projections σε βιομηχανικά περιβάλλοντα.

- **Overlay-Based AR:**

Επικαλύπτει ψηφιακές πληροφορίες πάνω στον πραγματικό κόσμο μέσω οθονών (π.χ. smart glasses, κινητά). Παράδειγμα: Εφαρμογές που δείχνουν οδηγίες συναρμολόγησης σε πραγματικό χρόνο.[1]

Συγκεκριμένα, είναι δυνατή η ανάλυση καθεμιάς από αυτές τις διαφορετικές λειτουργικές τεχνολογίες ή συστήματα που χρησιμοποιούν την AR. Η τεχνολογία που βασίζεται σε δείκτες (Marker-Based AR) ,χρησιμοποιεί οπτικούς δείκτες (π.χ. QR codes) για να αναγνωρίσει τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής μέσω κάμερας. Κάθε δείκτης συνδέεται με ένα συγκεκριμένο ψηφιακό περιεχόμενο (π.χ. 3D μοντέλο, βίντεο), το οποίο εμφανίζεται αυτόματα όταν ο δείκτης εντοπιστεί. Οι εφαρμογές αυτές βασίζονται σε αλγόριθμους αναγνώρισης εικόνας , με απλά και διακριτικά μοντέλα (όπως οι γραμμωτοί κώδικες) να προτιμώνται λόγω εύκολης ανίχνευσης και ελάχιστης απαίτησης σε υπολογιστική ισχύ. .

Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία AR χωρίς δείκτη (Markerless AR) γνωστή και ως "location-based AR", βασίζεται σε αισθητήρες όπως GPS, ψηφιακή πυξίδα, γυροσκόπιο, ή επιταχυνσιόμετρο για να προσδιορίσει τη θέση και την κίνηση της συσκευής στον πραγματικό κόσμο. Δεν απαιτεί προκαθορισμένους δείκτες, καθώς τα εικονικά στοιχεία τοποθετούνται δυναμικά με βάση γεωγραφικές συντεταγμένες ή περιβαλλοντικά δεδομένα .

Τρίτον, έχουμε την Projection-Based AR, σε αυτήν την προσέγγιση, τεχνητό φως (μέσω projectors ή λέιζερ) προβάλλεται σε φυσικές επιφάνειες, δημιουργώντας διαδραστικές εικονικές επικαλύψεις. Η αλληλεπίδραση του χρήστη γίνεται αντιληπτή μέσω της ανίχνευσης αλλαγών στην προβαλλόμενη εικόνα (π.χ. σκιά, κίνηση). Αυτή η τεχνολογία απαιτεί υψηλή υπολογιστική ισχύ για real-time επεξεργασία και ανίχνευση, καθώς δεν βασίζεται σε δείκτες.

Τέλος, πρέπει να ληφθεί υπόψη η τεχνολογία AR που βασίζεται σε επικαλύψεις (Overlay-Based AR).Σε αυτήν την τεχνολογία, η AR επικαλύπτει ή αντικαθιστά εν μέρει τον πραγματικό κόσμο με ψηφιακά στοιχεία (π.χ. κείμενο, γραφικά) μέσω οθονών (smart glasses, κινητές συσκευές). Η αναγνώριση αντικειμένων είναι κρίσιμη, καθώς το σύστημα πρέπει να προσδιορίσει με ακρίβεια το αντικείμενο προκειμένου να το επαυξήσει ή να το αντικαταστήσει. Για αυτό,χρησιμοποιείται computer vision και machine learning [1].

1.3 Πρακτικές εφαρμογές της AR

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) έχει αναδειχθεί ως μια επανάσταση στην τεχνολογία, επαναπροσδιορίζοντας τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα αντιλαμβάνονται, αλληλεπιδρούν και χρησιμοποιούν το περιβάλλον γύρω τους. Η εφαρμογή της σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η υγειονομική περίθαλψη, ο σχεδιασμός, η συντήρηση και η ψυχαγωγία υπογραμμίζει τις δυνατότητές της να φέρει ριζικές αλλαγές στη σύγχρονη κοινωνία [1].

Η τεχνολογία AR προσφέρει βελτιωμένη αλληλεπίδραση χρήστη. Πιο συγκεκριμένα, η AR αποτελείται από διεπαφές που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση μεταξύ χρηστών και ψηφιακού περιεχομένου, όπως τρισδιάστατα αντικείμενα, τοποθετώντας τα σε πραγματικό χρόνο στο φυσικό περιβάλλον του χρήστη [1]. Η επαυξημένη πραγματικότητα στοχεύει στην απλοποίηση της ζωής του χρήστη, φέρνοντας εικονικές πληροφορίες όχι μόνο στο άμεσο περιβάλλον του, αλλά και σε οποιαδήποτε έμμεση άποψη του πραγματικού περιβάλλοντος, όπως η ζωντανή ροή βίντεο [5].

Επίσης, παρέχει εκπαιδευτικά οφέλη. Στο σχολικό περιβάλλον, οι τεχνολογίες AR μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα ορισμένες τεχνικές έννοιες. Για παράδειγμα, μέσω της χρήσης απλών smartphone εξοπλισμένων με εφαρμογές AR, ολόκληρη η δομή του ανθρώπινου σώματος ή η μοριακή δομή ενός χημικού παράγοντα, ή ακόμα και η δομή του ηλιακού συστήματος μπορεί να προβληθεί σε 3D. Η τεχνολογία AR μπορεί να βρει εφαρμογές σε διάφορες βιομηχανικούς τομείς. Στον εμπορικό τομέα, οι τεχνολογίες που εκμεταλλεύονται την AR θα ήταν ωφέλιμες για την ευκολότερη πώληση ενός συγκεκριμένου προϊόντος ή για να βοηθήσουν τον χρήστη κατά την αγορά μέσω της χρήσης εφαρμογών που επιτρέπουν την προβολή σε 3D με τη χρήση κάμερας. Έτσι, το επιλεγμένο προϊόν μπορεί να προβληθεί σε πραγματικό χρόνο με διαφορετικά χρώματα ή οποιοδήποτε αξεσουάρ πριν από την αγορά. Τέλος, η χρήση της AR στον ιατρικό τομέα επιτρέπει τη διάγνωση της παθολογίας σε σύντομο χρονικό διάστημα μέσω της χρήσης εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένου του «EyeDecide», για τη διευκόλυνση της δειγματοληψίας αίματος μέσω της χρήσης φορητών σαρωτών που προβάλλουν την ακριβή θέση των φλεβών, για τη διευκόλυνση των χειρουργικών επεμβάσεων μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης του μέρους του σώματος που πρόκειται να χειρουργηθεί [1].

Πιο συγκεκριμένα, οι πρακτικές περιλαμβάνουν:

1. Ενίσχυση της Εκπαίδευσης και της Κατάρτισης

Η AR μεταμορφώνει τη μάθηση μέσω διαδραστικών και καθηλωτικών εμπειριών, προσφέροντας:

- Οπτικοποίηση Αφηρημένων Εννοιών:
 - Το Construct3D επιτρέπει σε μαθητές να εξερευνούν γεωμετρικά σχήματα και μαθηματικές έννοιες σε 3D, επικαλύπτοντας εικονικά αντικείμενα στον πραγματικό χώρο. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να "ανοίγουν" εικονικούς κύβους για να μελετήσουν όγκο ή επιφάνεια σε πραγματικό χρόνο.
 - Το MARIE (Mobile Augmented Reality for Interactive Education) συνδυάζει AR με Web3D για τη διδασκαλία μηχανικών θεμάτων, όπως η σχεδίαση ηλεκτρικών κυκλωμάτων.
- Διαθεματική Εκπαίδευση:
 - Στη χημεία, οι μαθητές μπορούν να παρατηρούν μοριακές δομές να αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χώρο.
 - Στην αστρονομία, το ηλιακό σύστημα προβάλλεται σε 3D πάνω σε φυσικούς χάρτες.[2]
- Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) επαναπροσδιορίζει τη μαθηματική εκπαίδευση μέσω διαδραστικών εφαρμογών:
 - Γεωμετρία: Οπτικοποιεί σχήματα/μετασχηματισμούς σε πραγματικά αντικείμενα, ενισχύοντας την κατανόηση συμμετρίας και χωρικής λογικής.

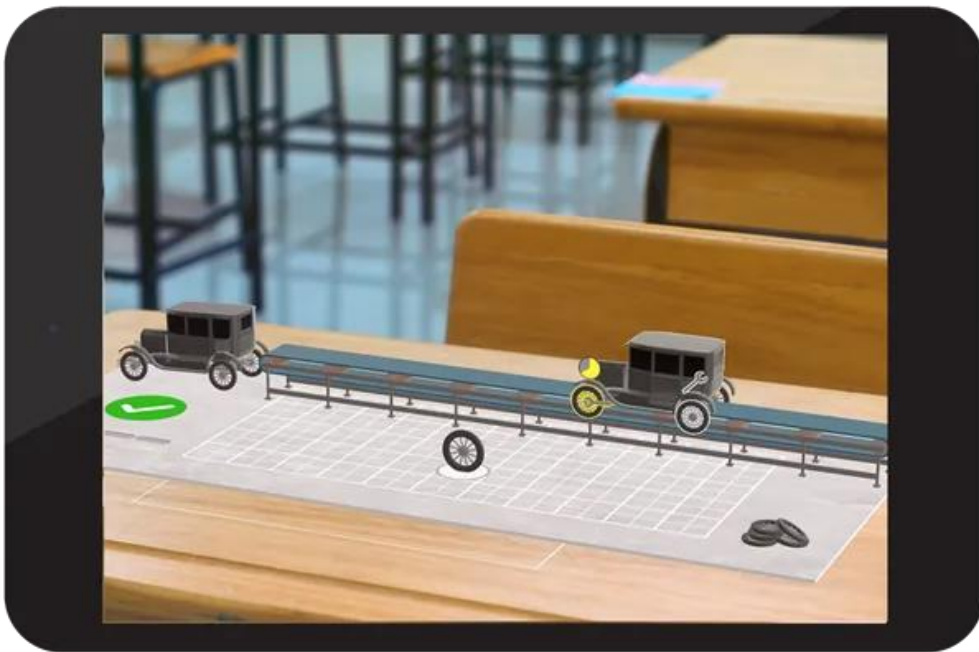
Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό υπόβαθρο

- Πρακτικά Εργαλεία: Επικαλύπτει εικονικούς χειρισμούς (αριθμογραμμές, κλάσματα) για εννοιολογική διερεύνηση και μαθηματική μοντελοποίηση πραγματικών προβλημάτων .
- Στατιστική: Ενσωματώνει διαισθητική ανάλυση δεδομένων (επικάλυψη γραφημάτων) και εκπαιδευτικά παιχνίδια με προσαρμοσμένες προκλήσεις .
- Προσωποποιημένη Μάθηση: Προσαρμόζει περιεχόμενο/ανάδραση βάσει ατομικής προόδου.[6]

2. Επαγγελματική Κατάρτιση & Πρακτική Εξάσκηση

Το AR παρέχει ασφαλείς και οικονομικές λύσεις για την απόκτηση πρακτικών δεξιοτήτων:

- Ιατρική Εκπαίδευση:
 - Σε χειρουργικές προσομοιώσεις, εικονικές ανατομικές δομές (π.χ. καρδιά, εγκέφαλος) ,επιτρέποντας στους εκπαιδευόμενους να εξασκούν διαδικασίες χωρίς κίνδυνο.
 - Εφαρμογές όπως ο φλοιός εικονικής ανατομίας (Virtual Anatomy Overlay) ενισχύουν την ακρίβεια των κινήσεων.



Εικόνα 2 -Παράδειγμα εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση [7].

- Στρατιωτική & Αεροναυτική Εκπαίδευση:
 - Πιλότοι εκπαιδεύονται με συστήματα AR που προβάλλουν πληροφορίες πλοήγησης (π.χ. ύψος, ταχύτητα) απευθείας στο γυαλί του πιλοτήριου.

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό υπόβαθρο

- Στους στρατιωτικούς, τα AR head-up displays (HUDs) εμφανίζουν θέσεις εχθρών ή στρατηγικούς στόχους σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 3 -Πιλότος φοράει AR γυαλιά [8]

- Βιομηχανικές Εφαρμογές:
 - Τεχνικοί χρησιμοποιούν AR γυαλιά για οδηγίες συντήρησης μηχανημάτων, με εικονικές υποδείξεις να εμφανίζονται πάνω στα πραγματικά εξαρτήματα.[2]

3. Επανάσταση στην Υγεία

a) Χειρουργικές Επεμβάσεις

Τα συστήματα AR παρέχουν επικαλύψεις δεδομένων ιατρικής απεικόνισης (π.χ. αξονικές τομογραφίες, μαγνητικές τομογραφίες) σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια εγχειρήσεων, βελτιώνοντας την ακρίβεια των χειρουργών. Για παράδειγμα, η προσομοιωμένη λαπαροσκοπική χειρουργική με χρήση AR επιτρέπει την οπτικοποίηση εσωτερικών οργάνων και την πραγματοποίηση μικροεπεμβάσεων με ελάχιστο τραυματισμό, μειώνοντας δραστικά τους χρόνους ανάρρωσης [2].

b) Διάγνωση

Η AR βοηθά στον εντοπισμό εσωτερικών τραυματισμών ή ανωμαλιών μέσω της συνδυαστικής ανάλυσης ζωντανών δεδομένων (π.χ. υπερήχων) με οπτικούς οδηγούς. Για παράδειγμα, εφαρμογές όπως το Augmented Ultrasound επικαλύπτουν ανατομικές δομές πάνω σε πραγματικές εικόνες, διευκολύνοντας τη διάγνωση παθήσεων .

c) Φροντίδα Ασθενών

Στη φροντίδα ασθενών, η AR ενισχύει την αποτελεσματικότητα και μειώνει τα λάθη:

- Γυαλιά AR (π.χ. Microsoft HoloLens) επιτρέπουν σε νοσηλευτές και γιατρούς να προσπελαίνουν ιστορικά ασθενών, ζωτικά στατιστικά ή λίστες ελέγχου διαδικασιών χωρίς να αποσπώνται από τον ασθενή .
- Σε επείγουσες καταστάσεις, η AR μπορεί να προβάλλει οδηγίες ανάνηψης ή δοσολογίες φαρμάκων απευθείας στο πεδίο όρασης του ιατρικού προσωπικού [2].



Εικόνα 4 – Εφαρμογή γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας στην υγειονομική περίθαλψη [9].

4. Προώθηση Σχεδιασμού και Κατασκευής

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αναδιαμορφώνει τις διαδικασίες σχεδιασμού και κατασκευής μέσω της ενσωμάτωσης εικονικών πρωτοτύπων σε πραγματικά περιβάλλοντα.

Σχεδιασμός Αυτοκινήτων

- Σε εταιρείες όπως η Volkswagen και η Daimler-Chrysler, η AR χρησιμοποιείται για:
 - Απεικόνιση μοντέλων αυτοκινήτων σε πραγματικό χώρο.
 - Ανάλυση δοκιμών πρόσκρουσης με εικονικές προσομοιώσεις .
 - Βελτιστοποίηση της διάταξης εσωτερικών και εξωτερικών στοιχείων .
- Οι δυνατότητες τροποποίησης σε πραγματικό χρόνο μειώνουν τον κύκλο ανάπτυξης και αυξάνουν την αποδοτικότητα [2].

Κατασκευή & Συναρμολόγηση

- Στη Boeing, συστήματα AR επικαλύπτουν σχηματικά διαγράμματα καλωδίωσης σε φυσικά εξαρτήματα αεροσκαφών, καθοδηγώντας εργαζόμενους βήμα-βήμα .
- Η BMW και η Airbus εφαρμογές AR για:
 - Αυτοματοποίηση συναρμολόγησης κρίσιμων εξαρτημάτων .
 - Ελαχιστοποίηση σφαλμάτων και αύξηση παραγωγικότητας[2]

5. Βελτίωση Διαδικασιών Συντήρησης

Οι διαδικασίες συντήρησης έχουν βελτιωθεί σημαντικά από τις δυνατότητες της AR. Τα πολύπλοκα μηχανήματα απαιτούν συχνά ειδικευμένους τεχνικούς για επισκευές, αλλά τα συστήματα AR απλοποιούν αυτές τις εργασίες επικαλύπτοντας βήμα προς βήμα οδηγίες και διαγνωστικά στον εξοπλισμό. Για παράδειγμα, τα συστήματα AR που χρησιμοποιούνται σε επιθεωρήσεις σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ή επισκευές οχημάτων παρέχουν καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας το χρόνο διακοπής λειτουργίας και αυξάνοντας την απόδοση.

Το AR εξουσιοδοτεί επίσης τους εργαζόμενους παρέχοντάς τους "όραση με ακτίνες X", δίνοντάς τους τη δυνατότητα να βλέπουν μέσα στα μηχανήματα και να αναγνωρίζουν προβληματικές περιοχές. Η οπτική επαύξηση των οδηγιών επισκευής εξασφαλίζει συνέπεια, ακόμη και μεταξύ του λιγότερου έμπειρου προσωπικού, οδηγώντας σε συντήρηση υψηλότερης ποιότητας και ασφαλέστερες λειτουργίες.[2]



Εικόνα 5 -Τεχνικός χρησιμοποιεί AR για καθοδήγηση σε διαδικασία επισκευής, μέσω προβολής οδηγιών σε πραγματικό περιβάλλον.[10]

6. Μεταμορφώνοντας τη Ναυσιπλοΐα και τον Τουρισμό

Το δυναμικό της AR στη πλοήγηση και τον τουρισμό έχει δημιουργήσει νέους δρόμους για τη δέσμευση των χρηστών και τη διάδοση πληροφοριών. Οι εφαρμογές πλοήγησης που χρησιμοποιούν

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό υπόβαθρο

AR, όπως οι οδηγίες πεζοπορίας AR της Google, επικαλύπτουν καθοδήγηση σε πραγματικό χρόνο σε τοπία δρόμων, βελτιώνοντας τη χρηστικότητα σε αστικά περιβάλλοντα. Για τα οχήματα, τα heads-up που λειτουργούν με AR προβάλλουν κρίσιμα δεδομένα πλοήγησης στα παρμπρίζ, ενισχύοντας την ασφάλεια των οδηγών κρατώντας τα μάτια τους στο δρόμο.

Ο τουρισμός έχει επίσης ωφεληθεί πολύ από την AR. Έργα όπως το ArcheoGuide στην Ελλάδα επιτρέπουν στους επισκέπτες να δουν ιστορικές ανακατασκευές αρχαίων τοποθεσιών, δίνοντας ζωή στην ιστορία. Οι διαδραστικές εμπειρίες AR, όπως εικονικές περιηγήσεις σε μουσεία ή ταξιδιωτικοί οδηγοί βασισμένοι σε AR, ενισχύουν την εμπειρία των επισκεπτών ενσωματώνοντας εκπαιδευτικό περιεχόμενο με την εξερεύνηση του πραγματικού κόσμου.[2]

Η προταξιδιωτική έρευνα είναι καθοριστική

Οι σύγχρονοι ταξιδιώτες συγκρίνουν επιμελώς επιλογές online, απαιτώντας οπτικές πληροφορίες (βίντεο, εικόνες) για την επιλογή χώρων. Για να ξεχωρίσετε απαιτείται:

- Βελτιστοποίηση SEO για ανακαλυψιμότητα
- Πλούσιες παρουσιάσεις εγκαταστάσεων/υπηρεσιών

Από τότε που το YouTube/Facebook ενεργοποίησαν βίντεο 360° (2015), ο κλάδος τα αξιοποιεί για:

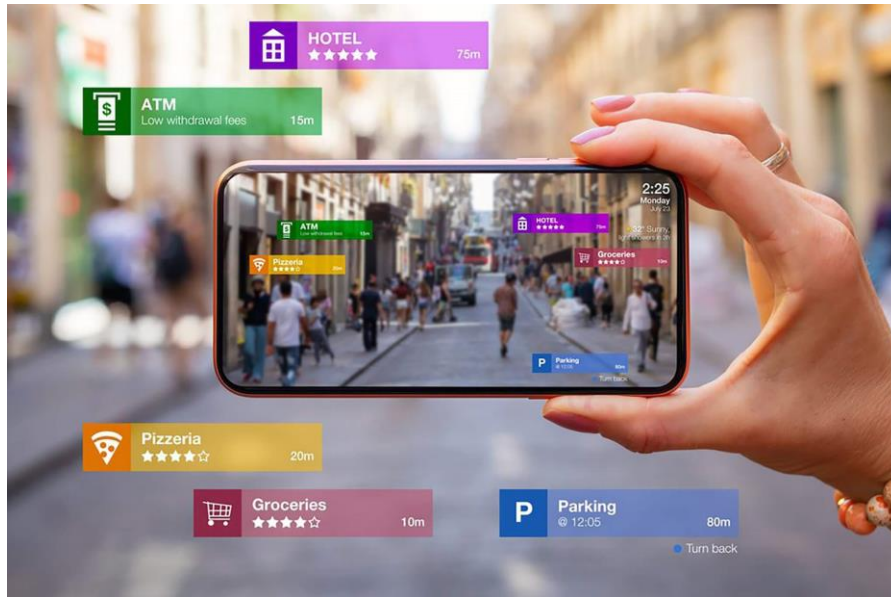
- Εικονικές ξενάγησεις (δωμάτια, παροχές)
- Προεπισκοπήσεις προορισμών (τοπία, δραστηριότητες)

Κύριο Πλεονέκτημα:

- Οικονομική δέσμευση μέσω γυαλιών Google Cardboard σε εκθέσεις
- Συμβατότητα με VR γυαλιά για βαθύτερη εμπάθυνση κατά τον σχεδιασμό ταξιδιού

Εφαρμογές AR με γεωεντοπισμό βελτιώνουν την εμπειρία στον προορισμό:

- Τουριστικές εφαρμογές GPS με βέλτιστες διαδρομές σε αξιοθέατα/εστιατόρια
- Χαλαρή εξερεύνηση μέσω γυαλιών AR ,αντικαθιστώντας την οθόνη smartphone με πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο
- Φιλική ποδηλασία με διατηρημένη εστίαση στο περιβάλλον[11]

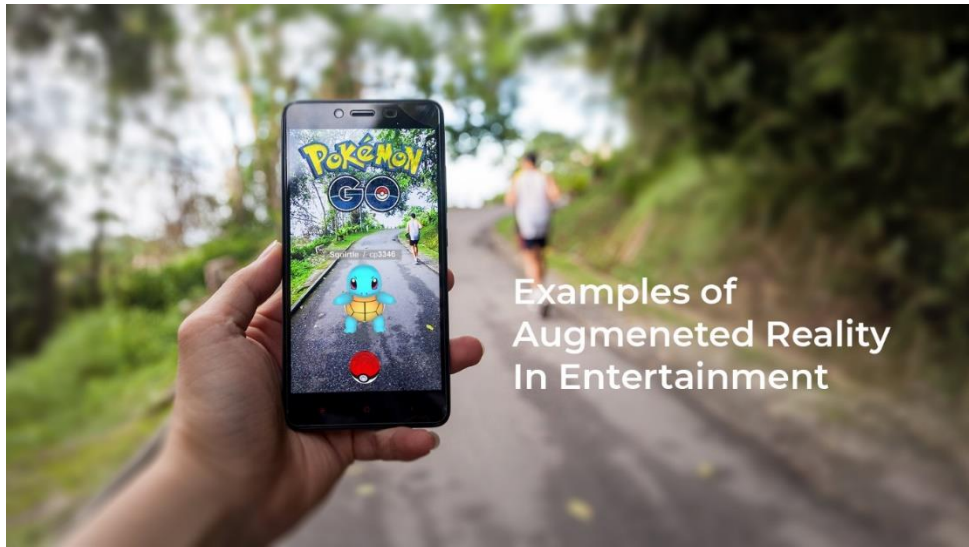


Εικόνα 6- Παρουσίαση ιστορικών πληροφοριών μέσω AR σε τουριστικά αξιοθέατα, προσφέροντας εμπλουτισμένη εμπειρία περιήγησης.[12]

7. Εμπλουτισμός της ψυχαγωγίας και των μέσων ενημέρωσης

Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) έχει γίνει βασικό εργαλείο στον χώρο της ψυχαγωγίας, προσφέροντας καθηλωτικές εμπειρίες. Στα ηλεκτρονικά παιχνίδια, το AR συνδέει απρόσκοπτα τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο. Παραδείγματα όπως το Pokémon Go εμφανίζουν ψηφιακά πλάσματα σε πραγματικές τοποθεσίες, μεταμορφώνοντας την εμπειρία των χρηστών. Παραλλαγές επιτραπέζιων παιχνιδιών με AR και αθλητικές μεταδόσεις, όπως επαυξημένα σνούκερ, ενισχύουν τη συμμετοχή του κοινού και τονίζουν κρίσιμες πτυχές του παιχνιδιού.

Σε ζωντανές εκδηλώσεις, το AR εμπλουτίζει τους φυσικούς χώρους με διαδραστικά στοιχεία, όπως εικονικά στάδια ή χαρακτήρες. Αυτές οι τεχνολογικές εφαρμογές εντείνουν τη δέσμευση του κοινού, ενώ ανοίγουν νέους δρόμους για τη δημιουργική επικάλυψη εμπορικών μηνυμάτων, προσφέροντας στους διαφημιστές πρωτότυπες λύσεις ενσωμάτωσης μαρκών. [2]



Εικόνα 7- Διαδραστικό παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας που ενσωματώνει φυσικό και εικονικό περιβάλλον για ψυχαγωγικούς σκοπούς.[13]

8. Βελτίωση της συνεργασίας στο χώρο εργασίας

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) ενισχύει τη συνεργασία σε επαγγελματικά περιβάλλοντα, δίνοντας τη δυνατότητα σε ομάδες να συντονίζονται με κοινόχρηστα ψηφιακά αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο. Σε κλάδους όπως ο πολεοδομικός σχεδιασμός, οι κατασκευές και η αρχιτεκτονική, τα εργαλεία AR επιτρέπουν την οπτικοποίηση έργων απευθείας στον χώρο εφαρμογής, προβάλλοντας ψηφιακά σχέδια πάνω σε υπάρχουσες δομές. Αυτό διευκολύνει την άμεση ανίχνευση σφαλμάτων και απλοποιεί τη λήψη αποφάσεων, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών.

Επιπλέον, το AR ενδυναμώνει την απομακρυσμένη συνεργασία: οι διαδικτυακές συνεδριάσεις εξελίσσονται με την ενσωμάτωση τρισδιάστατων μοντέλων ή εικονικών αναπαραστάσεων των συμμετεχόντων, δημιουργώντας ένα διαδραστικό και ελκυστικό πλαίσιο αλληλεπίδρασης. Αυτή η τεχνολογική πρόοδος αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για κατακεκομμένες ομάδες και διεθνή προγράμματα, όπου η εικονική παρουσία και η οπτική ακρίβεια είναι καθοριστικές για την επιτυχία κοινών στόχων.[2]



Εικόνα 8- Χρήση AR για ομαδική συνεργασία σε επαγγελματικό περιβάλλον, επιτρέποντας κοινή παρακολούθηση 3D δεδομένων.[14]

9. Στον τομέα της γυμναστικής, παρατηρείται αυξανόμενη αξιοποίηση εικονικών εργαλείων μάρκετινγκ:

- Εικονικές Περιηγήσεις 360° (YouTube) για προεπισκόπηση χώρων, επιτρέποντας στους πιθανούς πελάτες να εξοικειωθούν με τον εξοπλισμό και τις παροχές από απόσταση.

Η κλίση προς gamified προσομοιωτές VR αναδεικνύει νέες δυνατότητες:

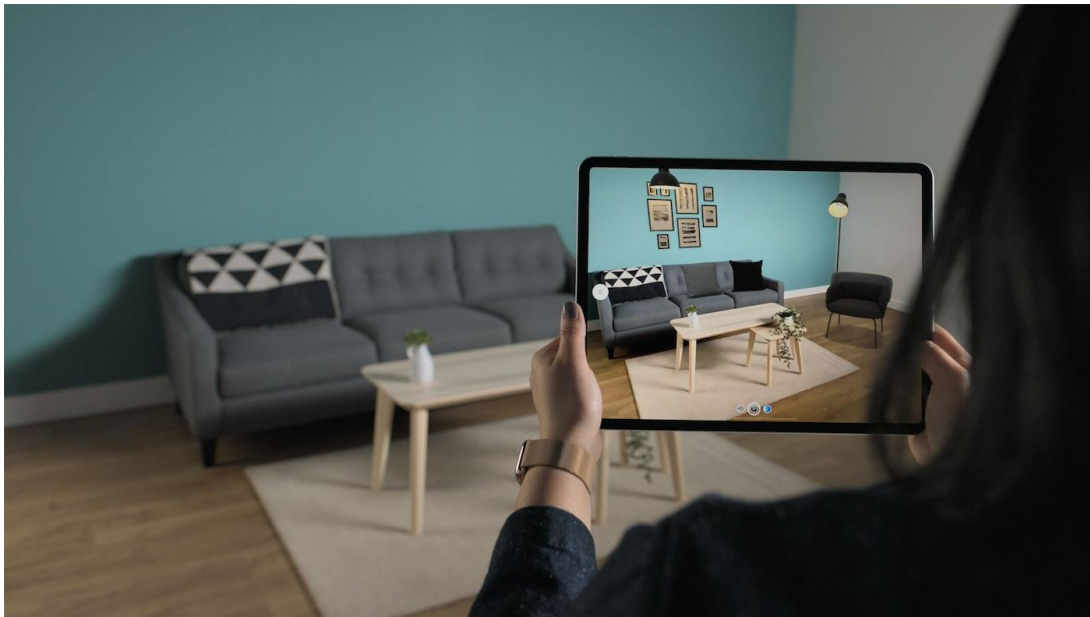
- VirZOOM: Εξειδικευμένα ποδήλατα γυμναστικής με χειριστήρια παιχνιδιών, μετατρέποντας την άσκηση σε εικονικούς αγώνες (αυτοκινήτων, ταγκ). Η κίνηση στο παιχνίδι εξαρτάται αποκλειστικά από την πετάλιση .[11]

10. Υποστήριξη Μάρκετινγκ και Λιανικής

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αποτελεί πλέον αναντικατάστατο εργαλείο στο μάρκετινγκ και το λιανικό εμπόριο, βοηθώντας τις επιχειρήσεις να εμπλέκουν τους καταναλωτές με πρωτότυπους τρόπους. Μέσω εφαρμογών AR, οι χρήστες μπορούν να προβάλλουν προϊόντα στον προσωπικό τους χώρο πριν από την αγορά ,για παράδειγμα, να δοκιμάζουν ψηφιακά έπιπλα στο σπίτι τους με εφαρμογές όπως το IKEA Place. Αυτή η λειτουργία όχι μόνο ενισχύει την εμπειρία του πελάτη, αλλά και ελαχιστοποιεί τις πιθανότητες επιστροφής, καθώς οι αγοραστές αποκτούν ρεαλιστική εικόνα του προϊόντος.

Παράλληλα, διαδραστικές καμπάνιες AR, όπως εικονικές διαφημιστικές επιγραφές ή συσκευασίες με ψηφιακά επαυξημένο περιεχόμενο, αναδεικνύουν καινοτόμες μεθόδους για την

ιντριγκαριστική προσέλκυση του κοινού. Στα φυσικά καταστήματα, η τεχνολογία αυτή ενσωματώνεται μέσω έξυπνων καθρεφτών ή συστημάτων εικονικής πλοήγησης, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη εμπειρία αγορών που συνδέει απρόσκοπτα την πραγματική πραγματικότητα με την ψηφιακή. Έτσι, το AR δεν απλώς μετασχηματίζει τον τρόπο αλληλεπίδρασης των καταναλωτών με τα προϊόντα, αλλά αναβαθμίζει και τις στρατηγικές επιχειρηματικών δραστηριοτήτων σε ένα διαρκώς εξελισσόμενο ψηφιακό περιβάλλον.[2]



Εικόνα 9- Χρήστης δοκιμάζει εικονικά ένα προϊόν μέσω εφαρμογής AR, ενισχύοντας την αγοραστική εμπειρία.[15]

11. Αντιμετώπιση περιορισμών και προκλήσεων

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), παρόλο που διαθέτει μετασχηματικό δυναμικό, αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις που καθυστερούν την ευρύτερη χρήση της. Τεχνικοί περιορισμοί, όπως χρονικές καθυστερήσεις, ελλείψεις ακρίβειας στην παρακολούθηση και στενό οπτικό πεδίο στις συσκευές, υποβαθμίζουν την εμπειρία των χρηστών. Παράλληλα, το υψηλό κόστος και η τεχνολογική πολυπλοκότητα των συστημάτων AR δυσχεραίνουν την υιοθέτησή τους από μικρές επιχειρήσεις.

Ένα εξίσου κρίσιμο ζήτημα είναι η κοινωνική αποδοχή: οι φορητές συσκευές AR (π.χ. γυαλιά ή headsets) αντιμετωπίζουν δυσπιστία λόγω ανησυχιών για την προστασία δεδομένων και αισθητικούς παράγοντες. Επιπλέον, η ισορροπία στην παρουσίαση πληροφοριών είναι απαραίτητη για να αποφευχθεί η υπερφόρτωση των χρηστών και να διατηρηθεί η λειτουργικότητα. Η ανάπτυξη λύσεων για αυτά τα εμπόδια θα καθορίσει την ενσωμάτωση της AR στην καθημερινότητα.

Παρά τις δυσκολίες, το μέλλον της AR φαίνεται λαμπρό, τροφοδοτούμενο από προόδους στην τεχνητή νοημοσύνη, τη μηχανική μάθηση και τη μίκρυνση υλικού. Επαναστατικές τεχνολογίες, όπως

οι μη εισβατικές διεπαφές εγκεφάλου-υπολογιστή και τα απτικά δίκτυα, αναμένεται να επεκτείνουν τις δυνατότητες της τεχνολογίας. Καθώς το AR γίνεται πιο προσιτό και διαισθητικό, προβλέπεται να ανακαλύψει τρόπους αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον, τις συσκευές και άλλους ανθρώπους, εγκαινιάζοντας μια νέα εποχή ψηφιακής εμπλοκής.

Οι επιπτώσεις της AR δεν περιορίζονται σε συγκεκριμένους τομείς. Συγχωνεύοντας τον ψηφιακό με τον υλικό κόσμο, έχει τη δυνατότητα να βελτιστοποιήσει εργασίες, να αυξήσει τη δημιουργικότητα και να εμβαθύνει την κατανόηση της πραγματικότητας. Καθώς ωριμάζει, η AR θα γίνει ουσιαστικό κομμάτι της κοινωνικής ζωής, επαναπροσδιορίζοντας τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουμε, εργαζόμαστε και διασκεδάζουμε, ενισχύοντας παγκόσμια την ανθρώπινη εμπειρία.

1.4 Περιορισμοί της AR

Υπάρχουν και περιορισμοί κατά τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. Στην AR, τα αντικείμενα και οι συσκευές θα πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς προβλήματα, παράγοντας σημαντικό αποτέλεσμα για τους χρήστες ανεξάρτητα από την ετερογενή φύση τους ακριβώς για αυτόν τον λόγο, ένα από τα κύρια προβλήματα σχεδιασμού ενός συστήματος AR είναι η διαλειτουργικότητα μεταξύ αυτών των συσκευών . [1]. Τα συστήματα IoT χρησιμοποιούν ευφυείς συσκευές ποικίλης ισχύος (από 8-bit έως 64-bit) και πλατφορμών (όπως Atmel, Cortex, Arduino), που λειτουργούν σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Ένας κύριος στόχος είναι η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσής τους για αύξηση της αποδοτικότητας, με τεχνικές όπως η επαναφόρτιση μέσω κινητικής ή ηλιακής ενέργειας. Δύο κύριες προκλήσεις σε επίπεδο υλικού είναι οι αστοχίες συσκευών και το μεγάλο βάρος/μέγεθός τους. Χάρη στην τεχνολογική πρόοδο, αναπτύσσονται ολοένα πιο συμπαγείς και ελαφριές συσκευές, βελτιώνοντας δραματικά την φορητότητά τους. [1].

Επίσης υπάρχουν επιφυλάξεις και ανησυχίες για την ασφάλεια και την αξιοπιστία τους. Είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν μηχανισμοί για την επαλήθευση της γνησιότητας του αντικειμένου μέσω, για παράδειγμα, πιστοποιητικών . Ένα άλλο κρίσιμο σημείο είναι η ασφάλεια της επικοινωνίας και η εγγύηση παράδοσης πληροφοριών. Είναι απαράδεκτο μια αναξιόπιστη συσκευή, ένας ίσος, ή η απώλεια πακέτων που περιέχουν πληροφορίες να θέτουν σε κίνδυνο τη σωστή λειτουργία ολόκληρου του συστήματος AR .Για την επίτευξη αυτών των στόχων, εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές κρυπτογράφησης (με συμμετρικά και ασύμμετρα κλειδιά), βασισμένες σε αλγορίθμους ασφαλείας όπως AES, RSA, Diffie-Hellman, RC4, Double/Triple DES και άλλους.

Η επικοινωνία μεταξύ των συσκευών πρέπει να είναι σε πραγματικό χρόνο, ενημερωμένη και σχετική με το πλαίσιο των αιτημάτων του χρήστη. Κατά συνέπεια, οι εφαρμογές πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι ευαίσθητες στο πλαίσιο και να επεξεργάζονται και να παραδίδουν σωστά τις σχετικές πληροφορίες, προκειμένου να αποφεύγονται πιθανές συγκρούσεις μεταξύ των διαφόρων ευφών συσκευών του δικτύου.

Ένα άλλο πρόβλημα των εφαρμογών AR είναι η εξάρτησή τους από τον χρήστη και την παρέμβασή του. Κάθε συσκευή IoT θα πρέπει να είναι αυτόματη και ανταποκριτική. Η λειτουργία της θα πρέπει να είναι αόρατη για τον χρήστη, επιτρέποντάς του έτσι να έχει ένα πολύ πιο αυτόνομο σύστημα, ακόμα και σε περίπτωση αποτυχιών.

Δεδομένου ότι οι εφαρμογές AR μπορούν να εκτελεστούν σε πλατφόρμες υλικού με διαφορετικά υπολογιστικά χαρακτηριστικά, το κύριο πρόβλημα σε επίπεδο λογισμικού είναι η διαλειτουργικότητα και η συμβατότητα. Το λειτουργικό σύστημα πρέπει να είναι ευέλικτο και βελτιστοποιημένο ως προς τον κώδικα, το μέγεθος και την κατανάλωση ενέργειας (π.χ. TinyOS, FreeRTOS, OpenWSN). Υπάρχουν επίσης ειδικά προγράμματα περιήγησης για AR (π.χ. Firefox

Reality) και άλλες συσκευές υπό ανάπτυξη. Είναι επομένως εμφανής η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων εργαλείων (toolkits) ικανών να υποστηρίξουν διαφορετικές συσκευές και εφαρμογές σε πολλαπλές πλατφόρμες, καθώς και διεπαφών ικανών να αλληλεπιδρούν.[1]

1.5 Εικονική Πραγματικότητα

Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) αποτελεί μια προηγμένη διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή που προσομοιώνει ένα ρεαλιστικό περιβάλλον. Οι χρήστες μπορούν να κυκλοφορούν σε αυτόν τον εικονικό κόσμο, να τον ανακαλύπτουν από διαφορετικές οπτικές γωνίες και να αλληλεπιδρούν απτικά μαζί του π.χ. να αγγίζουν, να πιάνουν ή να τροποποιούν αντικείμενα ,χωρίς την ανάγκη για οθόνες συμβόλων ή κειμενικών εντολών. Ο όρος "εικονική πραγματικότητα" επινοήθηκε από τον Τζάρντ Λάνιερ ,ενώ ο συγγραφέας Γουίλιαμ Γκίμπσον στο μυθιστόρημα *Neuromancer* (1984) επινόησε τον όρο κυβερνοχώρο (cyberspace) ,ένα εναλλακτικό ψηφιακό σύμπαν όπου τα δεδομένα υπάρχουν ως δομημένοι κόσμοι. Σε αυτό το περιβάλλον, οι χρήστες εισέρχονται μέσω συστημάτων VR, πλοηγούνται στις "διαδρομές" των δεδομένων και βιώνουν την εμπειρία της φυσικής ελευθερίας κίνησης.[16] Ενδιάμεσα στην εμβυθιστική και μη εμβυθιστική εικονική πραγματικότητα, υπάρχει επίσης επαυξημένη πραγματικότητα (AR) . Η AR κάνει χρήση εικόνων που δημιουργούνται από υπολογιστή που επικαλύπτονται σε φυσικά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο, κάτι που μπορεί να βρεθεί σε πολλές εφαρμογές, όπως καταστήματα που παρέχουν μια εικονική εφαρμογή δοκιμαστηρίου για να «δοκιμάζουν» ρούχα οι άνθρωποι . Η μικτή πραγματικότητα (MR) αντιπροσωπεύει το φάσμα μεταξύ του φυσικού και ψηφιακού κόσμου, συνδυάζοντας AR και VR για να επιτρέψει στους χρήστες να βυθιστούν και οι δύο σε έναν εικονικό κόσμο ενώ είναι και κάπως γειωμένοι στην πραγματικότητα [17].



Εικόνα 10- Εικονική πραγματικότητα μέσω ειδικού εξοπλισμού (VR headset).[18]

Παρά το γεγονός ότι η εικονική πραγματικότητα (VR) κυκλοφόρησε αρχικά για παιχνίδια, υπάρχουν πολλές πιθανές και υπάρχουσες εφαρμογές VR σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης, της κατάρτισης, των προσομοιώσεων, ακόμη και στην άσκηση και την υγειονομική περίθαλψη . Δυστυχώς, υπάρχει ακόμη έλλειψη γενικών κατανόησης των δυνατοτήτων και των περιορισμών της VR ως τεχνολογίας σε διάφορες εφαρμογές και τομείς . Μερικά από τα μεγαλύτερα

προβλήματα με την τρέχουσα τεχνολογία VR είναι δύσκολο να ξεπεραστούν και μπορεί να εκτείνεται από τεχνικά έως οικονομικά και θέματα υγείας. Τεχνολογικοί περιορισμοί σχετικά με χρήστες που αισθάνονται άβολα ή άρρωστοι όταν χρησιμοποιούν ακουστικά εικονικής πραγματικότητας, η έλλειψη προσβασιμότητας στην τεχνολογία για τους περισσότερους ανθρώπους λόγω της υψηλής τιμής του σχετικού υλικού και η έλλειψη τεχνικής τυποποίησης είναι όλα τα τρέχοντα ζητήματα που ο κλάδος της τεχνολογίας ελπίζει να ξεπεράσει με έρευνα και μελλοντικές βελτιώσεις [17].

1.6 Πρακτικές εφαρμογές της VR

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της VR είναι ότι δίνει ευκαιρίες σε ανθρώπους να εξασκηθούν σε πράγματα πίσω από τον μανδύα της ασφάλειας ενώ είναι καθηλωμένοι αρκετά ώστε να μοιάζει ρεαλιστικό και μεταβιβάσιμο στον πραγματικό κόσμο και απεικονίζει σχεδόν με ακρίβεια κάθε περίσταση.

Μία από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες και ευρέως εφαρμόσιμες εφαρμογές της VR είναι η προσομοίωση, η οποία μπορεί να δημιουργηθεί και να προσαρμοστεί μοναδικά για να ταιριάζει στις ανάγκες των χρηστών . Οι προσομοιώσεις VR έχουν πολλές εφαρμογές που μπορούν να εκτείνονται από την προσομοίωση εκπαίδευσης έως πρωτοτυποποίηση, σχεδιασμός και δοκιμή εργαλείων και αντικειμένων. Προσομοίωση οδήγησης, προσομοιώσεις εκπαίδευσης ιατρικού προσωπικού, που προσφέρουν μια νέα μέθοδο άσκησης ή διαλογισμού και παρουσιάζουν στους θεραπευτές ευκαιρίες να βοηθήσουν και να κατανοήσουν καλύτερα τους ασθενείς τους ή να εκπαιδευτούν σε πρακτικές που θα εφαρμόσουν στους ασθενείς τους, ακόμα και σε ασθενείς με διαταραχή μετατραυματικού στρες (PTSD), η εικονική πραγματικότητα μπορεί να είναι ένας τρόπος να βιώσουν καταστάσεις που μπορεί να προκαλέσουν τραυματικά συμβάντα μέσα σε μια ασφαλή, ελεγχόμενη κατάσταση . Το VR παρέχει τη δυνατότητα μεταφοράς των χρηστών σε ένα εικονικό περιβάλλον στο οποίο μπορούν να αλληλεπιδρούν με άλλους χρήστες . Αυτό παρέχει μια ευκαιρία για τη δημιουργία κοινωνικών συνδέσεων που μπορεί διαφορετικά να ήταν δύσκολο να δημιουργηθούν ή να διατηρηθούν . Η κοινωνική αλληλεπίδραση μέσω VR μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για όσους έχουν αυτισμό, καθώς τους παρέχει έναν τρόπο να εξασκήσουν τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες [17].

Μια τέτοια μορφή κατανάλωσης πολυμέσων στο VR είναι η παρακολούθηση ταινιών, εκπομπών ή βίντεο . Η εικονική πραγματικότητα προσφέρει νέους τρόπους στους χρήστες να βιώσουν οπτικά μέσα χάρη στην ικανότητά της να βυθίζει τους χρήστες σε έναν εικονικό κόσμο..Επίσης, εφαρμόζεται και σε εικονικά ταξίδια και τον τουρισμό . Ο εικονικός τουρισμός επιτρέπει στους χρήστες να βιώσουν τον τουρισμό σε προσομοιωμένα περιβάλλοντα που βασίζονται σε πραγματικά τοπία ή τοποθεσίες [17].

Η ζωντανή μουσική είναι μια άλλη μορφή ψυχαγωγίας που φαίνεται να κερδίζει έδαφος καθώς ως άλλη μια μεγάλη εφαρμογή του VR . Η εικονική πραγματικότητα έχει την ικανότητα να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι βιώνουν τις συναυλίες προσφέροντας στους χρήστες τη δυνατότητα να παρακολουθούν και να απολαμβάνουν συναυλίες από οπουδήποτε στον κόσμο.[17]

1.7 Περιορισμοί της VR

Η εικονική πραγματικότητα (VR) στην εκπαίδευση αντιμετωπίζει αρκετές προκλήσεις: Συχνά αντιλαμβάνεται ως ψυχαγωγικό εργαλείο παρά ως μέσο ουσιαστικής μάθησης, με τους μαθητές να εστιάζουν περισσότερο στη νίκη παρά στην κριτική σκέψη. Τεχνικά, απαιτεί ισχυρές δυνατότητες γραφικών που υπερβαίνουν συνηθισμένο εξοπλισμό, ενώ η εφαρμογή της συναντά δυσκολίες σε ρευστότητα και διαδραστικότητα. Επιπλέον, η υιοθέτηση εμποδίζεται από ιδιόκτητες πλατφόρμες που στερείται συμβατότητας υλικού/λογισμικού [19].

Άλλα ζητήματα περιλαμβάνουν απαιτήσεις υλικού και λογισμικού για επαγγελματική ανάπτυξη VR, καθώς τα περισσότερα λογισμικά ανάπτυξης VR τείνουν να καταλαμβάνουν πολύ χώρο δεδομένων στους υπολογιστές και έχουν υψηλή κατανάλωση ενέργειας [20]. Τα ακουστικά VR τείνουν επίσης να είναι πολύ βαριά και μπορεί να προκαλέσει σωματική πίεση στους χρήστες, προκαλώντας πονοκεφάλους και πόνο, ειδικά γύρω από το λαιμό και τους ώμους [21]. Προς το παρόν, δεν είναι ακόμη γνωστό τι είδους επιβλαβείς επιπτώσεις η VR χρήση θα έχει στην όραση των χρηστών, αλλά είναι γνωστό ότι μπορεί να προκαλέσει καταπόνηση, ειδικά με παρατεταμένη χρήση [22].

Ένα άλλο κοινό πρόβλημα είναι η καθυστέρηση μεταξύ των κινήσεων του χρήστη και της οπτικής οθόνης σε ένα VR headset [23]. Πολλές φορές, η παρακολούθηση του headset δεν γίνεται σωστά με τις κινήσεις του χρήστη, που όχι μόνο μειώνει τη βύθισή του αλλά μπορεί επίσης να προκαλέσει ζάλη [24].

Το κόστος των VR headset στην αγορά εξακολουθεί να είναι υψηλότερο από ό,τι μπορούν οι περισσότεροι άνθρωποι οικονομικά να αντέξουν, αλλά η τρέχουσα τιμολόγησή τους είναι ίδια με τις περισσότερες κονσόλες παιχνιδιών [17].

1.8 Συγκριτική ανάλυση επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR)

Παρόλο που τόσο η Επαυξημένη (AR) όσο και η Εικονική Πραγματικότητα (VR) δημιουργούν εμπειρίες προσομοιωμένης πραγματικότητας, διαφέρουν σημαντικά τόσο στις τεχνικές τους βάσεις όσο και στο κοινό που απευθύνονται.

Στην VR, ο χρήστης βυθίζεται πλήρως σε ένα τεχνητό περιβάλλον. Αυτό επιτυγχάνεται με ειδικά Headset που καλύπτουν το οπτικό πεδίο και ακουστικά, αποκομίζοντάς τον αποτελεσματικά από την πραγματικότητα. Η ουσία της VR είναι η δημιουργία ενός αυτόνομου ψηφιακού σύμπαντος, ικανό να προσφέρει τα πάντα: από επική μάχη με φωτόξιφα έως μια ρεαλιστική, αλλά εξ ολοκλήρου φανταστική, αναπαράσταση της Γης. Αν και υπάρχουν εφαρμογές για επαγγελματίες (όπως εκπαίδευση ή αρχιτεκτονική), οι περισσότερες σημερινές εφαρμογές VR επικεντρώνονται στην ψυχαγωγία και τα βιντεοπαιχνίδια.

Η AR, αντίθετα, εμπλουτίζει την αντίληψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο. Ο χρήστης βλέπει το περιβάλλον του συνήθως μέσω της οθόνης του κινητού του ή του tablet, με την κάμερα να μεταδίδει ζωντανά την εικόνα. Πάνω σε αυτήν την εικόνα, η τεχνολογία υπερθέτει ψηφιακές πληροφορίες. Αυτές μπορεί να είναι πρακτικές, όπως οδηγίες για επισκευές, πληροφορίες πλοήγησης ή τεχνικά στοιχεία, αλλά και ψυχαγωγικές, όπως στην περίπτωση του δημοφιλούς παιχνιδιού Pokemon Go, όπου οι παίκτες αναζητούν εικονικά πλάσματα ενώ κινούνται στους δρόμους της πόλης.[25]



Εικόνα 11 – Σύγκριση επαυξημένης (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR)[26]

Ομοιότητες

1. Στοχεύουν στον ρεαλισμό: Εκμεταλλεύονται προηγμένες τεχνολογίες για να προσφέρουν βιώματα που προσομοιάζουν την πραγματικότητα ή την εμπλουτίζουν.
2. Χρησιμοποιούν παρόμοια τεχνολογικά θεμέλια: Βασίζονται σε συστήματα απεικόνισης, παρακολούθησης κίνησης και 3D μοντελοποίησης.
3. Έχουν ευρεία εφαρμογή στην ψυχαγωγία: Από επιστημονική φαντασία, εξελίχθηκαν σε εργαλεία που δημιουργούν αλληλεπιδραστικούς τεχνητούς κόσμους (VR) ή εμπλουτίζουν την αντίληψή μας για τον πραγματικό (AR).
4. Προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε τομείς όπως η ιατρική: Βοηθούν σε χειρουργικές προσομοιώσεις (VR), ακριβή οπτικοποίηση κατά τις επεμβάσεις (AR), ακόμη και στη θεραπεία ψυχολογικών καταστάσεων (π.χ. Διαταραχή Μετατραυματικού Άγχους - PTSD).
5. Αντιμετωπίζουν προγραμματιστικές προκλήσεις: Η ανάπτυξη αξιόπιστων και αληθοφανών εμπειριών απαιτεί ακριβή τρισδιάστατη μοντελοποίηση και απόδοση, ιδιαίτερα για την απρόσκοπτη εναρμόνιση του εικονικού με τον πραγματικό κόσμο στην AR.[27]

Και οι δύο εξαρτώνται από:

- Προηγμένη γραφική απόδοση (3D μοντελοποίηση, υφές, φωτισμός)
- Υψηλή υπολογιστική ισχύ για επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο
- Αλγόριθμους παρακολούθησης (θέσης, κίνησης, προοπτικής) για ρευστή προσαρμογή της εμπειρίας

Και οι δύο:

- Επηρεάζονται κρίσιμα από βελτιώσεις σε υλικό (GPUs, αισθητήρες) και λογισμικό (AI, βελτιωμένοι αλγόριθμοι).
- Διευρύνουν δυναμικά το πεδίο εφαρμογών τους [28][27]

Διαφορές

Παρότι η VR και η AR μοιράζονται τεχνολογικές βάσεις και ορισμένους στόχους, διαφέρουν ουσιαστικά σε φιλοσοφία εφαρμογής, απαιτούμενο hardware και βαθμό ενσωμάτωσης στην πραγματικότητα:

1. Φύση της Εμπειρίας

- VR (Εικονική Πραγματικότητα): Απομονώνει πλήρως τον χρήστη σε ένα τεχνητό ψηφιακό περιβάλλον, αντικαθιστώντας τον πραγματικό κόσμο.
- AR: Δεν απομονώνει τον χρήστη. Επικαλύπτει ψηφιακά στοιχεία (3D αντικείμενα, πληροφορίες) πάνω στον πραγματικό κόσμο, με χρήση συσκευών όπως smartphones, tablets ή ειδικά γυαλιά (π.χ. Pokémon Go). Απαιτούμενες Συσκευές & Προσβασιμότητα
- VR: Απαιτεί εξειδικευμένα headsets με διπλές οθόνες (ανά μάτι), αισθητήρες κίνησης και συχνά περιφερειακά (π.χ. χειριστήρια).
- AR: Λειτουργεί μέσω ειδικών γυαλιών (π.χ. HoloLens) ή ακόμα και βασικών συσκευών (smartphones, tablets) με κάμερα, χωρίς υποχρεωτική απομόνωση.

2. Προσβασιμότητα & Κόστος

- Η AR διαθέτει σημαντικά χαμηλότερο εμπόδιο εισόδου: Η χρήση μέσω κινητού την καθιστά οικονομικότερη και άμεσα προσβάσιμη.
- Η VR απαιτεί ακριβό εξειδικευμένο hardware, περιορίζοντας την ευρύτερη διάδοσή της.

3. Σχέση με τον Πραγματικό Κόσμο

- Στην VR, ο χρήστης αλληλεπιδρά αποκλειστικά με ψηφιακά αντικείμενα σε κλειστό περιβάλλον.
- Στην AR, ο χρήστης βλέπει και διαχειρίζεται εικονικά στοιχεία εντός του πραγματικού περιβάλλοντός του, με δυνατότητα σαφούς διάκρισης μεταξύ των δύο.

Οι δύο τεχνολογίες δεν ανταγωνίζονται, αλλά συμπληρώνουν η μία την άλλη στο φάσμα της "Μικτής Πραγματικότητας" (Mixed Reality). Εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες (από πλήρη απομόνωση έως επιλεκτική επαύξηση) και προβλέπεται να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στην ψηφιακή μετάβαση βιομηχανιών, εκπαίδευσης και καθημερινότητας. Η επιλογή εξαρτάται από τον επιδιωκόμενο στόχο – και οι δύο προσφέρουν μοναδικά πλεονεκτήματα.[27][28]

Κεφάλαιο 2: Επαυξημένη πραγματικότητα και εμπόριο

2.1 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα ως Στρατηγικό Εργαλείο Μάρκετινγκ

Ο κλάδος του λιανικού εμπορίου έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές ως αποτέλεσμα της εμφάνισης του ηλεκτρονικού εμπορίου, το οποίο έφερε εμπόδια αλλά και προοπτικές για τους λιανοπωλητές . Οι διαδικτυακές αγορές, αν και βολικές, στερούνται την άμεση δέσμευση και τη δυνατότητα φυσικής εξέτασης προϊόντων που είναι εγγενή στο παραδοσιακό λιανικό εμπόριο . Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για την αντιμετώπιση αυτής της ανισότητας . Τις τελευταίες δεκαετίες, ο κλάδος του λιανικού εμπορίου γνώρισε σημαντικές αλλαγές, μεταβαίνοντας από τα συμβατικά φυσικά καταστήματα σε διαδικτυακές πλατφόρμες αγορών . Αυτή η μετατόπιση είχε βαθιές επιπτώσεις στα κανάλια πωλήσεων, στις προτιμήσεις αγορών, στις συμπεριφορές των καταναλωτών και τις επιχειρησιακές στρατηγικές των λιανοπωλητών . Το συμβατικό λιανικό εμπόριο διακρίνεται από τα φυσικά καταστήματα και την προσωπική εξυπηρέτηση πελατών, προσφέροντας στους καταναλωτές μια εμπειρία άμεσης αλληλεπίδρασης και δοκιμής προϊόντων . Ωστόσο, λόγω της ευρείας διαθεσιμότητας του Διαδικτύου και της αυξανόμενης εξέχουσας θέσης του ηλεκτρονικού εμπορίου, οι καταναλωτές έχουν σταδιακά στραφεί προς τις ηλεκτρονικές αγορές για να έχουν μεγαλύτερη ευκολία και μια ευρύτερη γκάμα επιλογών . Αυτός ο μετασχηματισμός δεν επηρέασε μόνο τα μοτίβα των αγορών των καταναλωτών, αλλά έχει δημιουργήσει επίσης νέα εμπόδια και προοπτικές για λιανοπωλητές [29].

Η έλευση του ηλεκτρονικού εμπορίου διευκόλυνε την απεριόριστη πρόσβαση των καταναλωτών για μελέτη και απόκτηση εμπορευμάτων κατά την άνεσή τους, ανεξαρτήτως γεωγραφικών περιορισμών, ενισχύοντας έτσι σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας αγορών . Η ευκολία έχει μεταμορφώσει τα λειτουργικά πλαίσια των λιανοπωλητών, οδηγώντας στην αύξηση των ψηφιακών και ηλεκτρονικών υπηρεσιών . Οι έμποροι λιανικής πρέπει να προσαρμοστούν σε αυτό το φαινόμενο κατασκευάζοντας ισχυρές διαδικτυακές πλατφόρμες για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των καταναλωτών και να προσφέρουν μια πιο βολική και προσαρμοσμένη αγοραστική εμπειρία [29].

Οι προσδοκίες για μια ευρεία εισαγωγή της Επαυξημένης Πραγματικότητας σε σχεδόν όλους τους τομείς της ζωής βασίζονται στο γεγονός ότι το υλικό που υποστηρίζει την τεχνολογία είναι ήδη διαθέσιμο. Οι περισσότεροι χρήστες διαθέτουν μια ποικιλία κινητών συσκευών , έξυπνα τηλέφωνα, tablets, έξυπνες φορητές συσκευές, κ.ά. Σύμφωνα με την International Data Corporation, τα συνολικά έσοδα για την Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα αναμένεται να αυξηθούν από 5,2 δισεκατομμύρια δολάρια το 2016 σε πάνω από 162 δισεκατομμύρια δολάρια το 2020. Περισσότερα από τα μισά έσοδα προέρχονται από τις πωλήσεις υλικού Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας. Το λογισμικό είναι μια μικρότερη πηγή εσόδων, η οποία αυξήθηκε κατά πάνω από 200% το 2016 σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος .[30]

Από την άλλη πλευρά, παρατηρείται μια τάση όλο και περισσότεροι χρήστες να χρησιμοποιούν τις κινητές τους συσκευές όχι μόνο για ψυχαγωγία, αλλά και για εκπαίδευση, εργασία και επιχειρηματικές δραστηριότητες.

2.2 Πλεονεκτήματα χρήσης AR στο εμπόριο

Το ηλεκτρονικό εμπόριο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της σημερινής επιχειρηματικότητας. Όλο και περισσότεροι άνθρωποι ψωνίζουν online, γεγονός που οδηγεί στην ανάγκη βελτίωσης των διαδικασιών του ηλεκτρονικού εμπορίου. Στο ηλεκτρονικό εμπόριο, οι πελάτες δεν έχουν την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με τα προϊόντα – δεν μπορούν να τα αγγίξουν, να τα δοκιμάσουν ή να τα μυρίσουν, γεγονός που συχνά αποτελεί εμπόδιο για πραγματικές παραγγελίες και αγορές. Οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας επιτρέπουν τη δημιουργία εικονικών δοκιμαστηρίων όπου οι πελάτες μπορούν να δοκιμάσουν τα εμπορεύματα εικονικά. Αυτή η προσέγγιση είναι δημοφιλής μεταξύ εταιρειών που προσφέρουν καλλυντικά, κοσμήματα, ρολόγια, γυαλιά κ.ά. Μπορούν να ενσωματώσουν ενόητες δοκιμαστηρίων στους ιστότοπους ηλεκτρονικού εμπορίου τους. Οι δυνατότητες προσφοράς μιας νέας, αξέχαστης, εξατομικευμένης εμπειρίας για τους πελάτες, ως αποτέλεσμα του συνδυασμού της ευκολίας της τεχνολογίας με την εμπειρία της φυσικής συναλλαγής, οδηγούν περισσότερους επισκέπτες σε online καταστήματα. Περισσότεροι επισκέπτες, των οποίων οι προσδοκίες ικανοποιούνται, οδηγούν σε περισσότερες πωλήσεις και έσοδα για τα ηλεκτρονικά καταστήματα.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σχεδόν οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας σχεδιασμού και παραγωγής των προϊόντων, από τη φάση σχεδιασμού μέχρι τα στάδια παραγωγής και τη μεταγενέστερη συντήρηση και επισκευή των προϊόντων. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα βοηθά τους μηχανικούς και σχεδιαστές να σχεδιάζουν προϊόντα στο περιβάλλον όπου θα χρησιμοποιηθούν. Η τεχνολογία τους επιτρέπει να λαμβάνουν υπόψη όλους τους παράγοντες, τα χαρακτηριστικά ή τους περιορισμούς που επιβάλλονται από το περιβάλλον γύρω τους. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα υποστηρίζει τη δημιουργία ακριβών έργων και τη βελτιστοποίησή τους. Τα σχεδιασμένα προϊόντα μπορούν να δοκιμαστούν, να αναλυθούν, να υποβληθούν σε προσομοιώσεις που επιτρέπουν την εξέταση διαφόρων παραγόντων στη χρήση τους με την άροδο του χρόνου.

Η βιομηχανία τουρισμού στοχεύει να προσφέρει και να πουλήσει εμπειρίες και αξέχαστες αναμνήσεις στους καταναλωτές. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην επίτευξη αυτών των στόχων εμπλουτίζοντας τις εμπειρίες των τουριστών και παρέχοντας νέους τρόπους εξυπηρέτησης επισκεπτών.

Οι χρήστες μπορούν να "βιώσουν" κάθε προορισμό πριν τον επισκεφθούν μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Από τη μια πλευρά, η τεχνολογία επιτρέπει στους χρήστες να καθορίσουν ποιος προορισμός είναι η καλύτερη επιλογή για αυτούς. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει και να εμπλουτίσει τις συνολικές αντιλήψεις και την εμπειρία των τουριστών κατά τη διάρκεια των επισκέψεών τους.[30]

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα συμβάλλει στη δημιουργία διαδραστικών καμπάνιων μάρκετινγκ και διαφήμισης που ελκύουν την προσοχή των πελατών και τους εμπλέκουν ως ενεργούς συμμετέχοντες. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να θεωρηθεί ως το ιδανικό εργαλείο για την αύξηση των πωλήσεων.

Οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας επιτρέπουν στο ψηφιακό περιεχόμενο να "ζωντανεύει". Τα έντυπα υλικά μπορούν να γίνουν διαδραστικά με πρόσθετες τρισδιάστατες εικόνες ή να ζωντανέψουν με κινούμενα σχέδια ή βίντεο. Το προϊόν γίνεται προσωπικό όταν ο χρήστης μπορεί να το τοποθετήσει στον προσωπικό του κόσμο αντί για το τεχνητό περιβάλλον των καταστημάτων. Η εξατομικευση των προϊόντων και η δυνατότητα αλληλεπίδρασης με αυτά μπορεί να παρακινήσει τους πελάτες να κάνουν πραγματικές αγορές. Από την άλλη πλευρά, η δημιουργία ενός συναισθηματικού δεσμού μεταξύ χρηστών και προϊόντων παρακινεί τους πελάτες να μοιραστούν τις εμπειρίες τους με φίλους, συναδέλφους.[30]

2.3 Προκλήσεις της επαυξημένης πραγματικότητας στο εμπόριο

Η τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας αντιμετωπίζει ακόμη αρκετούς τεχνικούς περιορισμούς που μπορούν να επηρεάσουν την εμπειρία του χρήστη. Αυτοί περιλαμβάνουν την ακρίβεια παρακολούθησης, συμβατότητα συσκευών και υπολογιστική ισχύ. Η ανακριβής παρακολούθηση μπορεί να οδηγήσει σε αποσυντονισμούς μεταξύ εικονικών και φυσικών αντικειμένων, υποβαθμίζοντας τη διαποικιλιστική εμπειρία. Επιπλέον, η απόδοση των εφαρμογών AR μπορεί να επηρεαστεί από τις δυνατότητες της συσκευής του χρήστη, περιορίζοντας ενδεχομένως την ποιότητα της εμπειρίας. Αυτές οι τεχνικές προκλήσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν για να εξασφαλιστούν απρόσκοπτες και υψηλής ποιότητας καμπάνιες AR μάρκετινγκ.

Η χρήση της AR στο μάρκετινγκ εγείρει ανησυχίες για το απόρρητο, καθώς συχνά περιλαμβάνει συλλογή και επεξεργασία δεδομένων χρηστών. Οι εφαρμογές AR μπορεί να απαιτούν πρόσβαση στην κάμερα, την τοποθεσία ή τα προσωπικά δεδομένα του χρήστη. Οι έμποροι πρέπει να είναι διαφανείς σχετικά με τις πρακτικές συλλογής δεδομένων και να διασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς απορρήτου για να διατηρήσουν την εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Παρά την αυξανόμενη δημοτικότητα της AR, εξακολουθούν να υπάρχουν εμπόδια υιοθέτησης που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Αυτά περιλαμβάνουν το κόστος ανάπτυξης AR, την ανάγκη για εξειδικευμένες δεξιότητες και πόρους, και τη δυσαρέσκεια των καταναλωτών με την τεχνολογία. Οι έμποροι πρέπει να αξιολογούν προσεκτικά την αναλογία κόστους-οφέλους και την Απόδοση Επένδυσης (ROI) κατά την εφαρμογή της AR.

Το κόστος ποικίλει ανά τεχνολογία και κλάδο. Για εφαρμογές AR κυμαίνεται από \$50.000 (ακίνητα) έως \$200.000+ (ηλεκτρονικά εμπορεύματα), με χρόνο ανάπτυξης 4 έως 6 μήνες αντίστοιχα. Οι καθυστερήσεις (latency) αποτελούν ανυπέβλητη πρόκληση στην AR. Κατά την υλοποίηση της τεχνολογίας, η ταχύτητα συλλογής δεδομένων (παρακολούθηση, απεικόνιση, είσοδοι χρήστη) και η ρευστή απόδοσή τους είναι ζωτικής σημασίας. Διακοπές λόγω δικτυακών θεμάτων ή βραδυτήτων επεξεργασίας οδηγούν σε αποσυντονισμό της εικονικής πραγματικότητας, με συνέπεια μια εφαρμογή AR με latency να ακυρώνει το όφελος της τεχνολογίας.[31]

2.4 Εφαρμογή της AR στην αγορά επίπλων

Η παγκόσμια κρίση, που προκλήθηκε από την έξαρση του Covid-19, επηρεάζει όλες τις πτυχές της καθημερινής ζωής. Λόγω της χαμηλής αγοραστικής δύναμης του κοινού, πολλά μεγάλα καταστήματα, όπως το Κατάστημα Επιπλών, αναγκάστηκαν να κλείσουν πολλά υποκαταστήματα. Για να αντιμετωπιστεί αυτό, θα απαιτηθεί η υιοθέτηση μοναδικών πρωτοβουλιών που θα βοηθήσουν να προσελκύσουν επισκέπτες και να ενισχύσουν τις πωλήσεις, τηρώντας παράλληλα τα καθιερωμένα πρωτόκολλα υγείας. Η τεχνολογία AR-Furniture (Επιπλα με Επαυξημένη Πραγματικότητα) αποτελεί την ιδανική λύση σε αυτό το πρόβλημα.[32]

Προς το παρόν, πολλά μέσα προώθησης για καταστήματα επιπλών χρησιμοποιούν εμπορικούς καταλόγους. Ακόμη και όταν οι κατάλογοι επιπλών παρουσιάζονται σε έντυπη μορφή, που είναι κοινή πρακτική για την περιγραφή των προϊόντων στους καταναλωτές, η προώθηση με τη μέθοδο της παροχής διδιάστατων (2D) καταλόγων, φυλλαδίων και περιοδικών, μαζί με την απαίτηση από τους καταναλωτές να επισκέπτονται απευθείας το κατάστημα, συχνά οδηγεί σε δυσαρέσκεια. Καλό μέσο προώθησης μπορεί να αυξήσει την έλξη προς τους καταναλωτές και να ενισχύσει την αξία των

πωλήσεων ενός καταστήματος. Τα μέσα προώθησης μέσω καταλόγων επιπλών απαιτούν ένα νέο, πιο ελκυστικό και καινοτόμο μέσο στα μάτια των καταναλωτών, που να αξιοποιεί την τρέχουσα τεχνολογία χωρίς να παραμελεί τα υπάρχοντα στοιχεία.

Μια από τις σύγχρονες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο προώθησης είναι η Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας . Η Επαυξημένη Πραγματικότητα συνδυάζει τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο. Η χρήση της τεχνολογίας AR με τη μορφή ενός καταλόγου βασισμένου στο λειτουργικό σύστημα Android βοηθά στις δραστηριότητες προώθησης, αυξάνοντας το ενδιαφέρον των καταναλωτών. Η Εφαρμογή Καταλόγου που χρησιμοποιεί τεχνολογία AR μπορεί να εμφανίζει προϊόντα ή αγαθά σε πραγματικό χρόνο. Αυτό το μέσο προώθησης μέσω του καταλόγου επιπλών μπορεί να διευκολύνει τους καταναλωτές στην επιλογή των επιθυμητών ειδών επίπλωσης. Αυτή η εφαρμογή Επαυξημένου Καταλόγου θα εμφανίζει τρισδιάστατα (3D) μοντέλα επίπλων, ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να δουν το προϊόν από όλες τις πλευρές, εσωτερικά και εξωτερικά. Ελπίζεται ότι οι καταναλωτές θα γίνουν πιο ενθουσιώδεις και θα ενδιαφερθούν περισσότερο για καταλόγους επιπλών που χρησιμοποιούν τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας.[33]

2.5 Εργαλεία και Τεχνολογίες που υποστηρίζουν AR για Έπιπλα

► ARCore και Vuforia

Πολλαπλά κιτ ανάπτυξης λογισμικού (SDK) και πλατφόρμες βρίσκονται στην πρώτη γραμμή της τεχνολογίας AR για εφαρμογές επίπλων. Το ARCore, που αναπτύχθηκε από την Google, επιτρέπει τις εμπειρίες AR ενσωματώνοντας τρεις βασικές λειτουργίες: παρακολούθηση κίνησης, κατανόηση του περιβάλλοντος και εκτίμηση φωτός . Το ARCore μπορεί να ανιχνεύσει κανονικές, λείες ή κάθετες επιφάνειες, όπως πίνακες ή διαχωριστικά, και να τις κάνει προσβάσιμες σε εφαρμογές όπως σχέδια [34]. Αυτό καθιστά το ARCore απαραίτητο για την ακριβή τοποθέτηση αντικειμένων και την αλληλεπίδραση με τον χρήστη.

Το Vuforia, μια άλλη ευρέως χρησιμοποιούμενη πλατφόρμα AR, εστιάζει σε υλοποιήσεις AR που βασίζονται σε δείκτες. Η δημιουργία βάσης δεδομένων Vuforia περιλαμβάνει την αποθήκευση εικόνων αντικειμένων που λειτουργούν ως δείκτες για τα τρισδιάστατα μοντέλα αντικειμένων επίπλων . Δημιουργείται ένα κλειδί που πρέπει να εισαχθεί στο Unity3D για να το συνδέσει με το Vuforia . Η δυνατότητα επικάλυψης εικονικών μοντέλων επίπλων σε προκαθορισμένους δείκτες έχει κάνει το Vuforia δημοφιλές στις εφαρμογές AR που εστιάζουν στο λιανικό εμπόριο [35].

► Unity και Firebase

Unity (γνωστό και ως Unity3D) αποτελεί μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών και ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) για τη δημιουργία διαδραστικών εφαρμογών, κυρίως βιντεοπαιχνιδιών. Όπως ανέφερε ο Διευθύνων Σύμβουλος David Helgason, πρόκειται για ένα σύνολο εργαλείων για την κατασκευή παιχνιδιών και την τεχνολογία που υλοποιεί τα γραφικά, τον ήχο, τη φυσική, τις αλληλεπιδράσεις και το δίκτυο. Η Unity είναι γνωστή για την ταχύτατη δημιουργία πρωτοτύπων (rapid prototyping) και την ευρεία υποστήριξη πλατφορμών δημοσίευσης.

Η πρώτη έκδοση της Unity (1.0.0) δημιουργήθηκε στην Δανία το 2005 από τους David Helgason, Joachim Ante και Nicholas Francis, με την επίσημη κυκλοφορία να πραγματοποιείται στις 6

Ιουνίου 2005. Στόχος τους ήταν να αναπτύξουν μια προσιτή μηχανή παιχνιδιών με επαγγελματικά εργαλεία για ερασιτέχνες δημιουργούς, εκδημοκρατίζοντας την ανάπτυξη παιχνιδιών". Το τρίο εμπνεύστηκε από την ευκολία χρήσης, την απλότητα διαχείρισης περιεχομένου και τη διεπαφή drag-and-drop της εφαρμογής Final Cut Pro της Apple.

Αρχικά, η Unity ήταν διαθέσιμη μόνο για Mac OS X και υποστήριζε περιορισμένες πλατφόρμες δημοσίευσης. Σήμερα, η τρέχουσα έκδοση λειτουργεί τόσο σε Windows όσο και σε Mac OS X και προσφέρει δημοσίευση σε πάνω από δώδεκα πλατφόρμες. Αν και η δημιουργία 64-bit εκτελέσιμων αρχείων είναι δυνατή εδώ και καιρό, η 64-bit έκδοση του συντάκτη (Editor) δεν είναι ακόμα διαθέσιμη, κάτι που περιμένει με ανυπομονησία η κοινότητα των προγραμματιστών.[36]

Το Google Firebase είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών που υποστηρίζεται από τη Google, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να αναπτύξουν εφαρμογές για IOS, Android και Web. Το Firebase παρέχει εργαλεία για την παρακολούθηση αναλυτικών στοιχείων (analytics), την αναφορά και διόρθωση σφαλμάτων εφαρμογών, καθώς και τη δημιουργία πειραμάτων μάρκετινγκ και προϊόντων.[37]

2.6 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) ως Κλειδί για την Επανάσταση του Λιανικού Εμπορίου Επίπλων

Η εφαρμογή της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στο λιανικό εμπόριο επίπλων έχει αποδειχθεί καθοριστική, με εφαρμογές όπως το IKEA Place να αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα. Μέσω αυτής, οι καταναλωτές μπορούν να προβάλουν ψηφιακά έπιπλα στον πραγματικό τους χώρο, αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά αμφιβολίες σχετικά με το μέγεθος και την εναρμόνιση των αντικειμένων [38]. Αυτή η πρωτοποριακή μέθοδος έχει γίνει πρότυπο για άλλους λιανοπωλητές που επιθυμούν να υιοθετήσουν παρόμοιες τεχνολογικές λύσεις.

Παράλληλα, πλατφόρμες όπως η JomAR επισήμαναν τον ρόλο του AR στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης και της διαφάνειας κατά τις ηλεκτρονικές αγορές επίπλων. Με αυτές τις τεχνολογίες, οι πελάτες αποκτούν μια ρεαλιστική εικόνα των προϊόντων, μειώνοντας τις αβεβαιότητες και βελτιώνοντας την τελική τους απόφαση [39]. Τέτοιες μελέτες περίπτωσης καταδεικνύουν τη σημασία του AR σε πρακτικές εφαρμογές.

Ως μετασχηματιστική τεχνολογία, το AR επιτρέπει στους χρήστες να εγκαθιστάν, να εξερευνούν και να αλληλεπιδρούν με εικονικά έπιπλα σε πραγματικά περιβάλλοντα. Με τη χρήση εργαλείων όπως το ARCore και το Unity 3D, οι επιχειρήσεις βελτιώνουν τόσο την εμπειρία των πελατών όσο και τις επιχειρηματικές τους διαδικασίες. Παρά τις υπάρχουσες προκλήσεις, η ταχεία εξέλιξη του AR υποσχέται δυναμικές αλλαγές τόσο για τους καταναλωτές όσο και για τη βιομηχανία.

Συνοπτικά, οι εφαρμογές AR στο λιανικό εμπόριο επίπλων δεν αντιπροσωπεύουν απλώς μια τεχνολογική πρόοδο, αλλά μια στρατηγική αναβάθμιση που επανασχεδιάζει τις αγορές και τις

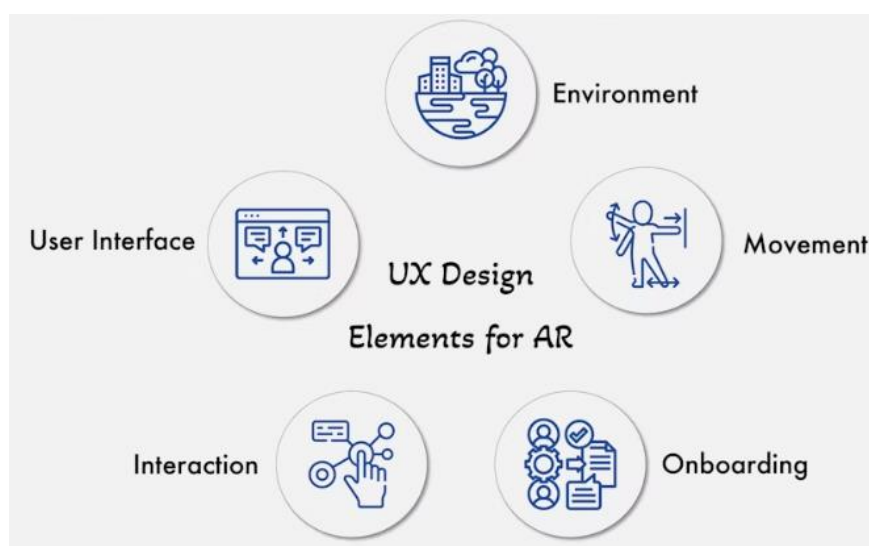
αλληλεπιδράσεις μεταξύ επιχειρήσεων και πελατών. Με βελτιστοποιημένη αξιοποίηση χρόνου και πόρων, το AR μετατρέπει τον τρόπο αντίληψης και αγοράς επίπλων.

2.7 Ο ρόλος της επαυξημένης πραγματικότητας στο UX/UI.

Στον τομέα του σχεδιασμού εμπειρίας και διεπαφής χρήστη (UX/UI), η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα. Με την απρόσκοπτη ενσωμάτωση ψηφιακών στοιχείων στον πραγματικό κόσμο, δημιουργεί εμπυθιστικές και διαδραστικές διεπαφές που καταπιάνονται με τους χρήστες και ανεβάζουν τον σχεδιασμό σε νέα επίπεδα.

Ωστόσο, η ενσωμάτωση της AR στον σχεδιασμό UX/UI εγείρει και τις δικές της προκλήσεις. Μία από τις κύριες προκλήσεις βρίσκεται στις τεχνικές πτυχές. Η AR απαιτεί προηγμένες τεχνολογίες και ισχυρά πλαίσια για να παρέχει απρόσκοπτες εμπειρίες χρήστη. Η υλοποίηση λειτουργιών AR μπορεί να είναι πολύπλοκη, ειδικά όσον αφορά την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, τη χωρική χαρτογράφηση και την απόδοση ρεαλιστικών τρισδιάστατων μοντέλων.

Μια άλλη πρόκληση που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την ενσωμάτωση της AR στον σχεδιασμό UX/UI είναι η υιοθεσία από τους χρήστες. Παρά το γεγονός ότι η τεχνολογία εξελίσσεται ταχέως, είναι ακόμη σχετικά νέα για πολλούς χρήστες. Η διασφάλιση ότι οι χρήστες διαθέτουν τα απαραίτητα συστήματα, την κατανόηση και τη θέληση να αλληλεπιδράσουν με εμπειρίες AR απαιτεί προσεκτική εξέταση και καλή ενημέρωση των χρηστών.



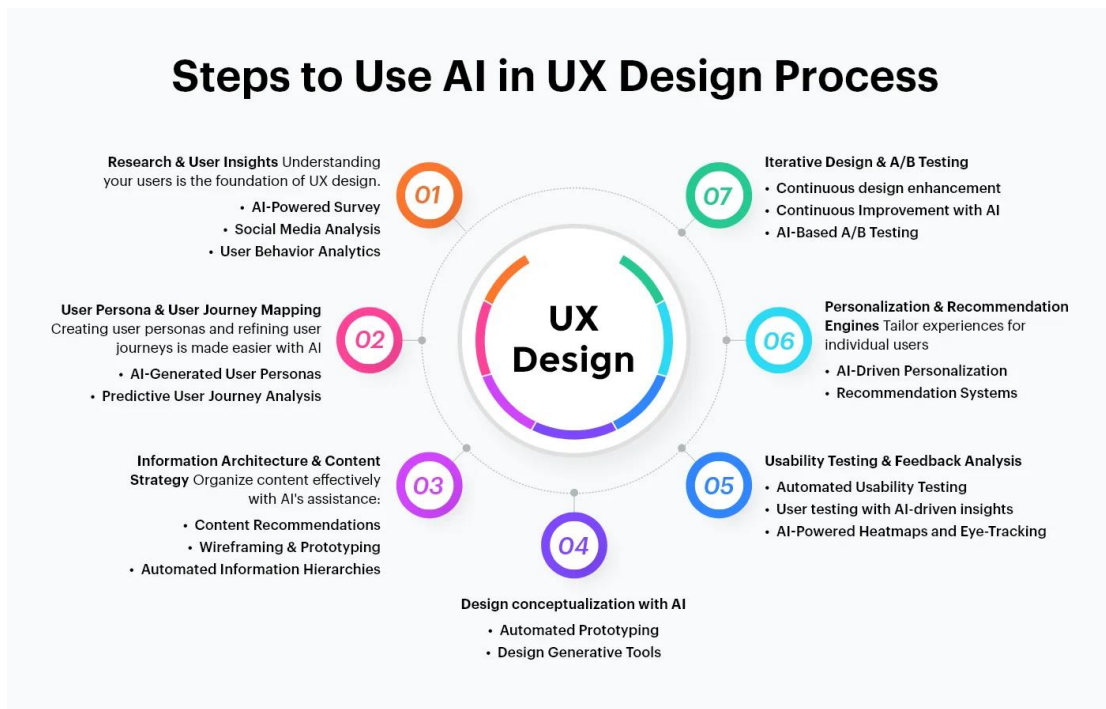
Εικόνα 12- Βασικά στοιχεία σχεδιασμού UX για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας[40]

Επιπλέον, η AR στον σχεδιασμό UX/UI απαιτεί βέλτιστες προσεγγίσεις σχεδιασμού Διεπαφής Χρήστη (UI) και Εμπειρίας Χρήστη (UX). Οι σχεδιαστές πρέπει να επιτύχουν μια ισορροπία ανάμεσα στην παράδοση οπτικά ελκυστικού περιεχομένου AR και τη διατήρηση λειτουργικής χρηστικότητας. Η δημιουργία διαισθητικών αλληλεπιδράσεων και απρόσκοπτων μεταβάσεων μεταξύ ψηφιακών και φυσικών στοιχείων είναι ζωτικής σημασίας για την παροχή μιας ομαλής και καθηλωτικής AR εμπειρίας.

Συνολικά, τα πλεονεκτήματα της AR στον σχεδιασμό UX/UI είναι σημαντικά, από την αυξημένη εμπλοκή και τη βελτιωμένη οπτικοποίηση προϊόντων μέχρι τις εξατομικευμένες αγοραστικές εμπειρίες. Ωστόσο, οι σχεδιαστές πρέπει επίσης να διαχειριστούν τις τεχνικές προκλήσεις και να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα υιοθεσίας από τους χρήστες για να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητες της AR στη διαδικασία σχεδιασμού.[41]

2.8 Ενσωμάτωση AI για εξατομικευμένο UX

Η εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στον τομέα του σχεδιασμού εμπειρίας χρήστη (UX) έχει επαναπροσδιορίσει δραστικά τις μεθοδολογίες δημιουργίας και βελτιστοποίησης ψηφιακών διεπαφών. Μέσω της ανάλυσης μαζικών δεδομένων και της προβλεπτικής μοντελοποίησης, η TN επιτρέπει τη σύνθεση δυναμικών, προσαρμόσιμων διεπαφών που ανταποκρίνονται σε ατομικές προτιμήσεις, με έρευνες να καταγράφουν αύξηση 30% στις μετατροπές και 55% στη συμμετοχή χρηστών. Αυτή η εξατομίκευση, που στηρίζεται σε αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, μετασχηματίζει την αλληλεπίδραση με το ψηφιακό περιβάλλον, προσφέροντας στόχευση περιεχομένου και διαδικασίες πλοήγησης που ενισχύουν τόσο την ικανοποίηση όσο και την αφοσίωση στην επωνυμία. Παράλληλα, η TN εξοικονομεί χρόνο μέσω αυτοματοποίησης εργασιών όπως η δημιουργία πρωτοτύπων και οι δοκιμές A/B, μειώνοντας το χειρωνακτικό φόρτο εργασίας κατά 15 ώρες εβδομαδιαίως και επιταχύνοντας την παραγωγή έως 40%, ενώ διατηρεί αμετάβλητη την ποιότητα. [42]



Εικόνα 13- Ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης στη διαδικασία σχεδιασμού εμπειρίας χρήστη (UX).[43]

Στον πυρήνα αυτής της εξέλιξης βρίσκεται η δυνατότητα της ΤΝ να ενισχύει τη δημιουργικότητα των σχεδιαστών, μετατοπίζοντας την εστίαση από ρουτίνες σε στρατηγική καινοτομία. Εργαλεία με ΤΝ βελτιώνουν την κατασκευή πρωτοτύπων κατά 60%, προσομοιώνοντας ρεαλιστικές αλληλεπιδράσεις και εντοπίζοντας ζητήματα χρησικότητας πριν από την τελική ανάπτυξη. Η προληπτική ανάλυση δεδομένων επιτρέπει τη βελτίωση συνεχούς βελτιστοποίησης, μειώνοντας το ποσοστό εγκατάλειψης χρηστών κατά 25% μέσω προαναλυτικών προσαρμογών. Επιπλέον, η ΤΝ διευκολύνει την τμηματοποίηση χρηστών με βάση συμπεριφορικά και δημογραφικά κριτήρια, επιτρέποντας στόχευση που αυξάνει την αποτελεσματικότητα των σχεδίων. [42]

Η προώθηση της προσβασιμότητας αποτελεί άλλο κρίσιμο στέλεχος, με προσαρμοστικές διεπαφές να βελτιώνουν την εμπειρία χρηστών με αναπηρίες κατά 35% μέσω δυναμικής ρύθμισης στοιχείων όπως η αντίθεση ή η φωνητική πλοήγηση. Πολυτροπικά συστήματα εισόδου (π.χ. φωνή, χειρονομίες) διευρύνουν τη συμπερίληψη, ενώ αλγόριθμοι αναγνώρισης κενών προσβασιμότητας εξασφαλίζουν συμμόρφωση με διεθνή πρότυπα. Ωστόσο, η ηθική διάσταση παραμένει προκλητική, με 87% των χρηστών να ανησυχούν για την προστασία δεδομένων και 73% να απαιτούν διαφάνεια στις αλγοριθμικές αποφάσεις, αναδεικνύοντας την ανάγκη ισορροπίας μεταξύ εξατομίκευσης και ηθικής ευθύνης. [42]

Μελλοντικά, η ΤΝ στον σχεδιασμό UX αναμένεται να εντατικοποιηθεί με τεχνολογίες όπως η παραγωγική ΤΝ, η επαυξημένη πραγματικότητα και συστήματα ανάλυσης συναισθημάτων, δημιουργώντας υβριδικές εμπειρίες που συνδυάζουν φυσικό και ψηφιακό περιβάλλον. Παρά τις προοπτικές, η ανθρώπινη δημιουργικότητα και η συναισθηματική νοημοσύνη θα συνεχίσουν να είναι κρίσιμες για την αποφυγή ομογενοποίησης και την προώθηση ηθικών προτύπων. Η επιτυχία θα εξαρτηθεί από την ικανότητα των σχεδιαστών να συνδυάζουν τεχνολογική δεξιοτεχνία με

ανθρωποκεντρική σκέψη, διασφαλίζοντας ότι η TN ενισχύει, όχι αντικαθιστά την ανθρώπινη διάσταση της ψηφιακής αλληλεπίδρασης.[42]

Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες και Εργαλεία AR

3.1 Τι είναι το ARKit;

ARKit είναι το εργαλείο ανάπτυξης επαυξημένης πραγματικότητας (AR) της Apple για συσκευές iOS, που επιτρέπει σε προγραμματιστές να σχεδιάζουν εντυπωσιακές AR εμπειρίες με αξιοποίηση του υλικού της συσκευής (κάμερα, επεξεργαστές, αισθητήρες κίνησης). Συνδυάζει τεχνολογίες όπως παρακολούθηση κίνησης, χαρτογράφηση περιβάλλοντος, ανάλυση σκηνής και βοηθητικές ρυθμίσεις οθόνης, με στόχο να κάνει τη δημιουργία AR εφαρμογών πιο προσιτή και αποτελεσματική. [44]

Βασικές Τεχνολογίες ARKit:

- Παρακολούθηση κίνησης: Αξιοποιεί ένα οπτικό-αδρανειακό σύστημα οδομετρίας (VIO), το οποίο συνδυάζει δεδομένα από την κάμερα και τους αισθητήρες κίνησης για την ανίχνευση σε πραγματικό χρόνο της θέσης και της κίνησης της συσκευής.
- Ανίχνευση επιπέδου: Προσδιορίζει οριζόντιες και κάθετες επίπεδες επιφάνειες, επιτρέποντας ρεαλιστική τοποθέτηση εικονικών αντικειμένων.
- Image and Object Recognition: Ανιχνεύει στατικές 2D εικόνες και τρισδιάστατα αντικείμενα για να τα επαυξάνει με εικονικό περιεχόμενο.
- Face Tracking: Χρησιμοποιεί την κάμερα TrueDepth σε υποστηριζόμενα iPhone και iPad για να παρακολουθεί τις κινήσεις και τις εκφράσεις του προσώπου.
- Lighting Estimation: Προσαρμόζει τις ιδιότητες φωτεινότητας και ανάκλασης εικονικών αντικειμένων βάσει του πραγματικού περιβάλλοντος.

- Multi-user AR: Επιτρέπει σε πολλούς χρήστες να μοιράζονται εμπειρίες AR σε πραγματικές τοποθεσίες.
- Body Tracking and Occlusion: Παρακολουθεί την ανθρώπινη κίνηση και τοποθετεί εικονικά αντικείμενα φυσικά μπροστά ή πίσω από τους χρήστες. [44]

3.2 Τι είναι το ARCore;

Το ARCore είναι η πλατφόρμα της Google για τη δημιουργία εμπειριών επαυξημένης πραγματικότητας σε συσκευές Android. Επιτρέπει στα τηλέφωνα να αισθάνονται το περιβάλλον τους, να κατανοούν τον κόσμο και να αλληλεπιδρούν με πληροφορίες [45][46]

Βασικές Τεχνολογίες ARCore:

- Παρακολούθηση κίνησης: Χρησιμοποιεί την κάμερα του τηλεφώνου και τους αισθητήρες της Μονάδας Αδρανειακής Μέτρησης (IMU) για την κατανόηση της κίνησης.
- Ανίχνευση επιπέδου: Προσδιορίζει τόσο οριζόντιες όσο και κάθετες επιφάνειες.
- Εκτίμηση φωτός: Ανιχνεύει τις συνθήκες φωτισμού περιβάλλοντος για να κάνει τα εικονικά αντικείμενα να φαίνονται φυσικά φωτισμένα.
- Augmented Faces: Χρησιμοποιεί την μπροστινή κάμερα για να παρακολουθεί και να αυξάνει τα χαρακτηριστικά του προσώπου.
- Παρακολούθηση εικόνας: Ανιχνεύει και παρακολουθεί εικόνες 2D μέσα σε μια σκηνή.
- Cloud Anchors: Υποστηρίζει εμπειρίες AR πολλών χρηστών σε διαφορετικές συσκευές.
- Depth API: Παρουσιάστηκε σε νεότερες εκδόσεις, επιτρέποντας καλύτερη απόφραξη και κατανόηση του περιβάλλοντος.[44][45]

Ομοιότητες μεταξύ ARKit και ARCore:

1. Κοινές Τεχνολογίες:

- Και οι δύο πλατφόρμες χρησιμοποιούν παρακολούθηση κίνησης και ανίχνευση επιπέδου για την ενσωμάτωση εικονικών αντικειμένων στον πραγματικό κόσμο.[44]

- Υποστηρίζουν την εκτίμηση φωτός για να διασφαλιστεί ότι τα εικονικά αντικείμενα έχουν ρεαλιστικό φωτισμό.
- Και οι δύο επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών AR χωρίς δείκτες, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με περιεχόμενο AR χωρίς να χρειάζονται προκαθορισμένους δείκτες.

2. Στόχος:

- Και οι δύο στοχεύουν να παρέχουν στους προγραμματιστές εργαλεία για τη δημιουργία εμπειριών AR υψηλής ποιότητας σε κινητές συσκευές.

3. Ευρεία υποστήριξη χρηστών:

- Το ARKit έχει σχεδιαστεί για συσκευές iOS, ενώ το ARCore υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα συσκευών Android, καθιστώντας τις εμπειρίες AR προσβάσιμες σε ένα μεγάλο κοινό και στις δύο πλατφόρμες.[44][46]

Διαφορές μεταξύ ARKit και ARCore:

1. Συμβατότητα πλατφόρμας:

- Το ARKit είναι αποκλειστικό για τις συσκευές iOS της Apple, συμπεριλαμβανομένων των iPhone και iPad.[44]:
- Το ARCore έχει αναπτυχθεί για συσκευές Android και υποστηρίζει μια ποικιλία υλικού από διαφορετικούς κατασκευαστές.

2. Μοναδικά χαρακτηριστικά:

- Το ARCore προσφέρει Cloud Anchors, επιτρέποντας κοινές εμπειρίες AR σε πολλές συσκευές, μια δυνατότητα που δεν είναι άμεσα διαθέσιμη στο ARKit.
- Το ARKit παρέχει προηγμένες δυνατότητες παρακολούθησης προσώπου και σάρωσης αντικειμένων, αξιοποιώντας την ενοποίηση υλικού και λογισμικού του οικοσυστήματος της Apple.

3. Απόδοση και ακρίβεια:

- Το ARKit επωφελείται από την κλειστή ενσωμάτωση υλικού και λογισμικού των συσκευών Apple, με αποτέλεσμα συχνά πιο σταθερή απόδοση και ακρίβεια.
- Η απόδοση του ARCore μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το συγκεκριμένο υλικό και τους αισθητήρες της συσκευής Android που χρησιμοποιείται.

4. Αναπτυξιακό περιβάλλον:

- Η ανάπτυξη του ARKit πραγματοποιείται συνήθως με χρήση Xcode και Swift, των επίσημων εργαλείων και γλώσσας ανάπτυξης της Apple.
- Η ανάπτυξη ARCore χρησιμοποιεί Android Studio με Java ή Kotlin, παρέχοντας ευελιξία σε προγραμματιστές που είναι εξοικειωμένοι με το οικοσύστημα Android.

Συνοπτικά, τόσο το ARKit όσο και το ARCore προσφέρουν ισχυρά εργαλεία για τη δημιουργία καθηλωτικών εμπειριών επαυξημένης πραγματικότητας στις αντίστοιχες πλατφόρμες τους. Αν και μοιράζονται κοινές λειτουργίες, το καθένα έχει μοναδικά χαρακτηριστικά και ζητήματα που πρέπει να λάβουν υπόψη οι προγραμματιστές κατά το σχεδιασμό εφαρμογών AR.[44]

3.3 Πότε να χρησιμοποιήσετε το ARKit έναντι του ARCore;

Όταν αποφασίζετε μεταξύ ARKit και ARCore για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR), είναι σημαντικό να λάβετε υπόψη το κοινό-στόχο σας, τις απαιτούμενες λειτουργίες και την επιθυμητή απόδοση πλατφόρμας.

Χρήση του ARKit:

- **Στόχευση χρηστών iOS:** Το ARKit είναι το πλαίσιο ανάπτυξης AR της Apple, σχεδιασμένο αποκλειστικά για συσκευές iOS, όπως iPhone και iPad. Εάν η εφαρμογή σας προορίζεται αποκλειστικά για χρήστες iOS, το ARKit είναι η κατάλληλη επιλογή.
- **Προηγμένες δυνατότητες:** Το ARKit προσφέρει εξελιγμένες δυνατότητες, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης προσώπου και της σάρωσης αντικειμένων, αξιοποιώντας την ενσωμάτωση υλικού των συσκευών Apple. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι ιδιαίτερα ωφέλιμα για εφαρμογές που απαιτούν λεπτομερή αναγνώριση προσώπου ή ανίχνευση αντικειμένων 3D. [44]

- **Υψηλή απόδοση και ακρίβεια:** Λόγω του κλειστού οικοσυστήματος της Apple, το ARKit παρέχει σταθερή απόδοση και ακριβή παρακολούθηση σε όλες τις υποστηριζόμενες συσκευές. Αυτή η ομοιομορφία εξασφαλίζει μια αξιόπιστη εμπειρία χρήστη με ελάχιστη μεταβλητότητα. [47]

Χρήση του ARCore:

- **Στόχευση χρηστών Android:** Το ARCore είναι η πλατφόρμα AR της Google για συσκευές Android. Για να φτάσετε στην εκτεταμένη βάση χρηστών Android, το ARCore είναι το κατάλληλο πλαίσιο.
- **Cloud Anchors για Shared Experiences:** Το ARCore περιλαμβάνει λειτουργίες όπως το Cloud Anchors, επιτρέποντας κοινές εμπειρίες AR σε πολλές συσκευές. Αυτή η λειτουργία είναι πλεονεκτική για συνεργατικές εφαρμογές όπου οι χρήστες αλληλεπιδρούν με τα ίδια εικονικά αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο.
- **Ευρύτερη προσέγγιση κοινού:** Το Android κατέχει σημαντικό μερίδιο της παγκόσμιας αγοράς smartphone, καθιστώντας το ARCore ιδανικό για εφαρμογές που στοχεύουν σε ένα ευρύτερο κοινό. [48]

Συνοπτικά, επιλέξτε το ARKit κατά την ανάπτυξη αποκλειστικά για iOS με έμφαση σε προηγμένες λειτουργίες και σταθερή απόδοση. Επιλέξτε το ARCore όταν στοχεύετε το ποικίλο οικοσύστημα Android, ειδικά εάν οι κοινές εμπειρίες AR και η ευρύτερη προσέγγιση είναι προτεραιότητες.

3.4 Άλλες πλατφόρμες AR και οι συνεισφορές τους

Πέρα από το ARKit και το ARCore, πολλές άλλες πλατφόρμες AR χρησιμοποιούνται στον κλάδο, καθεμία από τις οποίες προσφέρει μοναδικά χαρακτηριστικά που καλύπτουν συγκεκριμένες ανάγκες εφαρμογών.

Vuforia

Το Vuforia αποτελεί πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) που ενσωματώνεται άμεσα με το Unity για τη δημιουργία AR εφαρμογών. Προσφέρει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων, όπως:

- Αναγνώριση εικόνων και αντικειμένων
- Υποστήριξη τρισδιάστατων μοντέλων και κινούμενων σχεδίων
- Εξειδικευμένο SDK (Kit Ανάπτυξης Λογισμικού) για το Unity

Το SDK αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές να ενσωματώνουν εύκολα λειτουργίες AR στα έργα τους στο Unity. Η ροή δεδομένων του SDK οργανώνεται σε τέσσερις διακριτές λειτουργικές μονάδες:

1. Είσοδος κάμερας (λήψη οπτικών δεδομένων)

2. Βάση δεδομένων αντικειμένων (αποθήκευση αναγνωριστικών μοντέλων)
3. Παρακολούθηση και αντιστοίχιση αντικειμένων (επεξεργασία και ανίχνευση)
4. Έξοδος απεικόνισης (απόδοση τελικού περιεχομένου AR)[49]

Το SDK υποστηρίζει ταυτόχρονα:

- Εγγενή ανάπτυξη για iOS και Android.
- Ανάπτυξη εφαρμογών AR μέσα στο Unity, με εύκολη μεταφορά (porting) και στις δύο πλατφόρμες.

Οι εφαρμογές AR που αναπτύσσονται με Vuforia είναι συμβατές με ένα ευρύ φάσμα κινητών συσκευών, όπως:

- iPhone (4, 4S, 5), iPad
- Android smartphones & tablets με:
 - Λειτουργικό σύστημα Android 2.2 (Froyo) ή νεότερο.
 - Επεξεργαστή ARM⁸ v6 ή v7 με δυνατότητες FPU⁹. [50]

Wikitude

Η Wikitude είναι μια από τις πιο γνωστές πλατφόρμες ανάπτυξης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality, AR), η οποία επιτρέπει τη δημιουργία εμπειριών AR για κινητές συσκευές και άλλες πλατφόρμες. Ιδρύθηκε το 2008 και από τότε έχει γίνει ένα από τα κορυφαία εργαλεία για την ανάπτυξη εφαρμογών AR, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως η αναγνώριση εικόνων, η γεωτοποθεσία (location-based AR) και η ενσωμάτωση 3D μοντέλων.

Βασικά Χαρακτηριστικά της Wikitude:

1. Image Recognition & Tracking

Η Wikitude επιτρέπει την αναγνώριση και την παρακολούθηση εικόνων (image targets) σε πραγματικό χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν να "σκανάρουν" μια εικόνα (π.χ. ένα poster ή μια φωτογραφία) και να βλέπουν ψηφιακό περιεχόμενο (όπως βίντεο, κείμενο ή 3D μοντέλα) να εμφανίζεται πάνω της.

2. Location-Based AR

Η πλατφόρμα υποστηρίζει εφαρμογές που βασίζονται στη γεωτοποθεσία (location-based AR). Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν να βλέπουν ψηφιακό περιεχόμενο (π.χ. πληροφορίες για αξιοθέατα, εμπορικά σημεία) που εμφανίζεται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές συντεταγμένες.

3. 3D Model Rendering

Η Wikitude επιτρέπει την ενσωμάτωση και την απεικόνιση 3D μοντέλων σε πραγματικό

χρόνο. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε εφαρμογές όπως εικονικές δοκιμές προϊόντων (π.χ. έπιπλα, αυτοκίνητα) ή εκπαιδευτικά εργαλεία.

4. **Cloud Recognition**

Η πλατφόρμα υποστηρίζει cloud-based αναγνώριση εικόνων, που επιτρέπει την αποθήκευση και αναγνώριση εικόνων σε μεγάλη κλίμακα χωρίς να απαιτείται η φόρτωση όλων των δεδομένων στη συσκευή του χρήστη.

5. **SDK για Πολλαπλές Πλατφόρμες**

Το Wikitude Software Development Kit (SDK) είναι συμβατό με πολλές πλατφόρμες, όπως iOS, Android, και Windows. Επιπλέον, υποστηρίζει ενσωμάτωση με δημοφιλείς πλατφόρμες ανάπτυξης, όπως Unity, που διευκολύνει τη δημιουργία πολύπλοκων εφαρμογών AR.

6. **SLAM Technology**

Η Wikitude χρησιμοποιεί τεχνολογία Simultaneous Localization and Mapping (SLAM), η οποία επιτρέπει την ανίχνευση και χαρτογράφηση του περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η τεχνολογία είναι απαραίτητη για την τοποθέτηση ψηφιακών αντικειμένων σε πραγματικούς χώρους χωρίς την ανάγκη για προκαθορισμένους δείκτες (markers). [51]

Εφαρμογές της Wikitude

Η Wikitude χρησιμοποιείται σε μια ποικιλία βιομηχανιών και εφαρμογών, όπως:

- **Εκπαίδευση:** Δημιουργία διαδραστικών εκπαιδευτικών εργαλείων που ενσωματώνουν AR για να κάνουν την εκμάθηση πιο ελκυστική.
- **Τουρισμός:** Εφαρμογές που παρέχουν πληροφορίες για αξιοθέατα και μουσεία μέσω AR.
- **Εμπόριο:** Εικονικές δοκιμές προϊόντων (π.χ. έπιπλα, ρούχα) πριν από την αγορά.[51]
- **Μάρκετινγκ:** Διαδραστικές διαφημιστικές καμπάνιες που χρησιμοποιούν AR για να ελκύσουν την προσοχή των καταναλωτών.
- **Βιομηχανία:** Εφαρμογές για την προσομοίωση και την επισκευή μηχανημάτων ή εξοπλισμού.

Πλεονεκτήματα της Wikitude

1. **Ευκολία Χρήσης:** Το SDK της Wikitude είναι φιλικό προς τους προγραμματιστές και προσφέρει εκτενή τεκμηρίωση.
2. **Υψηλή Ακρίβεια:** Η τεχνολογία SLAM και η cloud-based αναγνώριση εικόνων εξασφαλίζουν ακριβή αποτελέσματα.
3. **Επεκτασιμότητα:** Η πλατφόρμα υποστηρίζει εφαρμογές που μπορούν να αναπτυχθούν και να εξυπηρετήσουν μεγάλο αριθμό χρηστών.
4. **Πολλαπλές Πλατφόρμες:** Υποστηρίζει ανάπτυξη για iOS, Android, και άλλες πλατφόρμες. [51]

WebAR

Η Web-based Augmented Reality (WebAR) είναι πρωτοποριακή τεχνολογία που επιτρέπει αμιγώς διαδικτυακές AR εμπειρίες χωρίς εγκατάσταση εφαρμογής. Οι χρήστες ενεργοποιούν την εμπειρία απευθείας από την κάμερα του κινητού και τον browser τους, προσφέροντας άμεση πρόσβαση και ανώτερη εμπειρία χρήστη.

Χρήσεις WebAR:

- **Διαφήμιση Εξωτερικού Χώρου (OOH):** Δυναμικές καμπάνιες σε διαφημιστικές πινακίδες, αφίσες σταθμών
- **Συσκευασία Προϊόντων:** Διαδραστικές ετικέτες και 3D εμπειρίες απευθείας στη συσκευασία
- **Εκτυπωμένο Μάρκετινγκ:** Από εκτυπώσεις ISO (A1, A2 κλπ) έως business cards και banners
- **Ηλεκτρονικό Εμπόριο:** Προεπισκόπηση προϊόντων σε 3D στον χώρο του χρήστη μέσω ιστοσελίδας
- **Διαδικτυακή Διανομή:** Κοινοποίηση μέσω social media, email ή απευθείας από ιστότοπο
- **Διαδραστικές Εμπειρίες:** Αφηγηματικά "portals", ψηφιακά κληρονομικά και παιχνίδια με στοιχεία gamification

Μέθοδοι Ενεργοποίησης:

1. **QR Codes:** Σάρωση με κάμερα κινητού (χωρίς απαίτηση για εφαρμογή σάρωσης)
2. **Σύνδεσμοι:**
 - Σύντομα URLs (εναλλακτικά των QR)
 - Άμεσοι σύνδεσμοι σε ιστότοπους/email
3. **NFC Τσιπ:** Επαφή συμβατού κινητού με έντυπο υλικό
4. **SMS:** Άμεσος σύνδεσμος ενεργοποίησης μέσω μηνύματος
5. **Ψηφιακά Κανάλια:**
 - Social media (Facebook, Instagram, κλπ)
 - Τηλεοπτικές διαφημίσεις (με QR codes)
 - Διαφημιστικά banners (άμεση μετάβαση σε AR)[52]

Το Web AR χρησιμοποιείται σε διαφημιστικές καμπάνιες, εκπαιδευτικά εργαλεία, και ψυχαγωγικές εφαρμογές.

Η συγκριτική ανάλυση του **ARKit**, του **ARCore** και άλλων πλατφορμών AR υπογραμμίζει αρκετά σημαντικά ζητήματα για προγραμματιστές και ερευνητές. Παρά το γεγονός ότι μοιράζονται κοινά χαρακτηριστικά, όπως η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και η περιβαλλοντική

κατανόηση, οι πλατφόρμες διαφέρουν σημαντικά ως προς το οικοσύστημα, τη βελτιστοποίηση υλικού και τις δυνατότητες ενσωμάτωσης. Αυτές οι διαφορές επηρεάζουν άμεσα την απόδοση της εφαρμογής και την εμπειρία του χρήστη, καθοδηγώντας τις αποφάσεις σχετικά με το ποια πλατφόρμα θα χρησιμοποιηθεί με βάση την αγορά-στόχο και τις απαιτήσεις του έργου.

Η επιλογή της πλατφόρμας AR θα πρέπει να υπαγορεύεται από την προβλεπόμενη βάση χρηστών και τις συγκεκριμένες απαιτήσεις εφαρμογής. Ενώ το ARKit προσφέρει ανώτερη ενσωμάτωση στο iOS, το ARCore παρέχει ευρύτερη συμβατότητα σε διάφορες συσκευές Android. Κατανοώντας αυτές τις διαφορές, οι προγραμματιστές μπορούν να προσαρμόσουν καλύτερα τις εφαρμογές AR τους για να επιτύχουν το επιθυμητό επίπεδο απόδοσης και αφοσίωσης των χρηστών.

Για παράδειγμα, στο πλαίσιο μιας εφαρμογής επίπλων AR, όπου η ακριβής ανίχνευση επιφάνειας, η τοποθέτηση μοντέλων σε πραγματικό χρόνο και οι φυσικές αλληλεπιδράσεις των χρηστών είναι κρίσιμες, η επιλογή μεταξύ ARKit και ARCore θα επηρεάσει σημαντικά την επιτυχία της εφαρμογής. Επιπλέον, η ευελιξία πλατφορμών όπως η Vuforia και η Wikitude προσφέρει εναλλακτικές διαδρομές για προγραμματιστές που χρειάζονται υποστήριξη μεταξύ πλατφορμών ή εξειδικευμένες δυνατότητες παρακολούθησης.

Συμπερασματικά, η συγκριτική ανάλυση των πλατφορμών AR αποκαλύπτει ότι το ARKit και το ARCore είναι και τα δύο ισχυρά εργαλεία, το καθένα με μοναδικά πλεονεκτήματα. Το ARKit υπερέχει στην ακρίβεια και την απρόσκοπτη ενσωμάτωση στο οικοσύστημα της Apple, ενώ το ARCore παρέχει ισχυρή υποστήριξη για ένα ευρύ φάσμα συσκευών Android. Άλλες πλατφόρμες όπως το Vuforia, το Wikitude και το WebAR προσφέρουν πρόσθετη ευελιξία και δυνατότητες πολλαπλών πλατφορμών. Η κατάλληλη επιλογή μιας πλατφόρμας AR εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το κοινό-στόχο, τις δυνατότητες υλικού και τις συγκεκριμένες ανάγκες εφαρμογών.

Αυτή η κατευθυντήρια αρχή, όταν εφαρμόζεται στην επιλογή πλατφόρμας, υποδηλώνει ότι οι πλατφόρμες AR θα πρέπει να επιλέγονται με βάση την ικανότητά τους να βελτιώνουν με ακρίβεια και να αλληλεπιδρούν με τον πραγματικό κόσμο. Καθώς η τεχνολογία AR συνεχίζει να εξελίσσεται, η περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη είναι ουσιαστικής σημασίας για τη βελτίωση αυτών των πλατφορμών και την επέκταση των εφαρμογών τους σε διάφορους τομείς, από το λιανικό εμπόριο μέχρι την εκπαίδευση και όχι μόνο.

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία

4.1 Σκοπός δημιουργίας της εφαρμογής

Η εφαρμογή έχει ως στόχο να αξιοποιήσει την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για να δώσει τη δυνατότητα στους χρήστες να προβάλλουν εικονικά έπιπλα στον χώρο τους. Οι χρήστες μπορούν επομένως, να δουν αν και πώς ταιριάζει ένα προϊόν στο περιβάλλον που σκοπεύουν να το τοποθετήσουν (π.χ. καναπές, κρεβάτι, καρέκλα, γραφείο) πριν προβούν σε κάποια αγορά. Η εφαρμογή λειτουργεί σαν γέφυρα ανάμεσα στην παραδοσιακή εμπειρία αγορών και στις σύγχρονες τεχνολογίες, προσφέροντας μια καινοτόμα και διαδραστική εμπειρία.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα περιλαμβάνουν την αύξηση εμπιστοσύνης στις αγορές και την βελτίωση εμπειρίας χρήστη. Οι χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα να δουν το προϊόν στο χώρο τους, μειώνοντας την αβεβαιότητα σχετικά με το αν θα ταιριάζει το αντικείμενο αισθητικά και λειτουργικά. Επίσης, η εφαρμογή προσφέρει μία εύχρηστη διαδραστική πλατφόρμα που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να εξετάζουν τις διαστάσεις και το design των προϊόντων σε πραγματικό περιβάλλον. Η ανάπτυξη της εφαρμογής αυτής στοχεύει επίσης στην αύξηση των πωλήσεων. Οι επιχειρήσεις θα επωφεληθούν από την βελτιωμένη εμπειρία των πελατών, η οποία θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη πιθανότητα ολοκλήρωσης των αγορών. Αυτό συνεπάγεται και μείωση των επιστροφών. Οι χρήστες που έχουν δει ότι ταιριάζει κάποιο προϊόν στον χώρο τους πριν προβούν σε κάποια παραγγελία, είναι λιγότερο πιθανό να ζητήσουν επιστροφή.

Τα οφέλη της εφαρμογής για τον καταναλωτή είναι τα εξής. Οι χρήστες μπορούν να διαπιστώσουν αν ένα έπιπλο ταιριάζει στο χώρο τους πριν το αγοράσουν. Επομένως, η εφαρμογή προσαρμόζεται στις προσωπικές ανάγκες. Επίσης, εξοικονομείται χρόνος και κόστος, καθώς οι καταναλωτές δεν χρειάζεται να μετακινηθούν σε φυσικά καταστήματα για να δουν τα προϊόντα. Ένα ακόμη όφελος είναι η επαυξημένη διαδραστικότητα. Η χρήση AR προσφέρει μία διασκεδαστική και προηγμένη εμπειρία. Τέλος για τον καταναλωτή, προβλέπεται μείωση των ελαττωματικών ή ακατάλληλων αγορών, καθώς με την οπτικοποίηση, οι χρήστες είναι πιο σίγουροι για τις επιλογές τους.

Από την πλευρά των επιχειρήσεων, υπάρχει καλύτερη αντίληψη των αναγκών του πελάτη. Η αλληλεπίδραση του πελάτη με τα προϊόντα σε πραγματικό περιβάλλον βοηθά στη συγκέντρωση δεδομένων για τις προτιμήσεις και τις ανάγκες τους. Επιπρόσθετα, μειώνονται οι δαπάνες από τις επιστροφές προϊόντων, καθώς οι χρήστες που γνωρίζουν τι αγοράζουν είναι λιγότερο πιθανό να επιστρέψουν προϊόντα. Τέλος, βελτιώνει την εικόνα του brand. Η χρήση AR καθιστά την επιχείρηση ως καινοτόμα στο μυαλό των καταναλωτών και πρωτοπόρα στον τομέα της τεχνολογίας και της καινοτομίας.

Όσον αφορά τον κλάδο της λιανικής, βελτιώνεται η ανταγωνιστικότητα, καθώς ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι πλέον απαραίτητος στον τομέα του εμπορίου και επίσης, ενισχύεται ο τομέας του ηλεκτρονικού εμπορίου, καθώς η εφαρμογή AR μπορεί να λειτουργήσει παράλληλα με μία πλατφόρμα η e-commerce, ενισχύοντας έτσι τις online πωλήσεις.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή αναμένεται να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο γεφύρωσης του χάσματος ανάμεσα στο φυσικό παραδοσιακό περιβάλλον και το ψηφιακό, προσφέροντας στους χρήστες μια καθηλωτική και αξιόπιστη εμπειρία αγορών. Παράλληλα ωφελεί τις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές, καθιστώντας την αγορά επίπλων πιο διαδραστική, προσαρμοσμένη στις ανάγκες και ακολούθως πιο αποτελεσματική.

4.2 Διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογής

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής υιοθετήθηκε μια ευέλικτη μεθοδολογία, δίνοντας έμφαση στη συνεχή βελτίωση και δοκιμή του συστήματος μέσα από μικρούς και επαναλαμβανόμενους κύκλους εργασιών. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η ακόλουθη.

Αρχικά, καθορίστηκαν οι απαιτήσεις. Αναλύθηκαν λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις της εφαρμογής, όπως η λειτουργικότητα της επαυξημένης πραγματικότητας AR για την τοποθέτηση αντικειμένων και τη διαχείριση τους, η ευχρηστία του περιβάλλοντος χρήστη UI/UX, η δυνατότητα δυναμικής φόρτωσης και διαχείρισης καταλόγων προϊόντων και η υποστήριξη περιστροφής, κλιμάκωσης και μετακίνησης αντικειμένων στον χώρο.

Το επόμενο βήμα ήταν ο σχεδιασμός του συστήματος. Επιλέχθηκαν εργαλεία ανάπτυξης με κυρία πλατφόρμα τη Unity (έκδοση 2022.3.20f1) και το AR Foundation για την υποστήριξη της επαυξημένης πραγματικότητας. Κατόπιν, σχεδιάστηκε η δομή της εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένων της κύριας σκηνής (HomeScene) αλλά και των panel (HomePanel, Cartpanel, Favoritespanel, Detailspanel, Profilepanel). Τέλος, ορίστηκε η αρχιτεκτονική της εφαρμογής με βάση τη χρήση prefab αντικειμένων για την αποδοτική διαχείριση και εμφάνιση των προϊόντων, και η δημιουργία της δευτέρας σκηνής (ARscene).

Ακολούθησε η ανάπτυξη της εφαρμογής, η οποία έγινε με τη γλώσσα προγραμματισμού C# στο Unity. Σύμφωνα με αυτή, υλοποιήθηκαν τα εξής:

Ο μηχανισμός Tap-to-Place, ο οποίος επιτρέπει την τοποθέτηση αντικειμένων στον χώρο μέσω της αλληλεπίδρασης με την οθόνη αφής. Το δυναμικό Scaling και Rotation, το οποίο εξασφαλίζει την οπτική προσαρμογή του χρήστη στον χώρο. Η διαχείριση του καταλόγου προϊόντων, όπου σύμφωνα με αυτή, οι εικόνες των προϊόντων φορτώνονται δυναμικά από resources και αντιστοιχούνται με τα κατάλληλα prefabs. Τέλος, η UI/UX, όπου με αυτήν σχεδιάστηκε ένα φιλικό περιβάλλον χρήστη με εύκολη πλοήγηση και διαχείριση των επιλογών (π.χ. προσθήκη στο καλάθι, αποθήκευση στα αγαπημένα).

Προτελευταίο βήμα ήταν οι δοκιμές και η βελτιστοποίηση. Σε αυτό το βήμα, διεξήχθησαν δοκιμές σε πραγματικό περιβάλλον με διαφορετικές συσκευές για να διασφαλιστεί η συμβατότητα και η απόδοση. Έγιναν τροποποιήσεις βάσει παρατηρήσεων, όπως η βελτίωση του μηχανισμού επαφής raycasting και της απόκρισης στο scaling.

Τελικό αλλά και επαναλαμβανόμενο στάδιο σε κάθε προηγούμενο βήμα ήταν η συνεχής ανατροφοδότηση. Κάθε ενότητα ελεγχόταν από υποθετικούς χρήστες για την αξιολόγηση της εμπειρίας. Η εφαρμογή εξελισσόταν σταδιακά με προσθήκη νέων χαρακτηριστικών και διόρθωση προβλημάτων.

Αυτή η προσέγγιση με διαδοχικές φάσεις ανάπτυξης και αξιολόγησης βοήθησε στη δημιουργία μιας λειτουργικής και εύχρηστης εφαρμογής AR για την προώθηση επίπλων.

4.3 Ανάλυση απαιτήσεων για μια εφαρμογή επίπλων AR που αναπτύχθηκε με το Unity

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) έχει εξελιχθεί από μια θεωρητική ιδέα σε μια μετασχηματιστική τεχνολογία που χρησιμοποιείται σε διάφορους εμπορικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένου του λιανικού εμπορίου επίπλων. Στο πλαίσιο των αγορών επίπλων, το AR

επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιούν εικονικά προϊόντα που τοποθετούνται στο πραγματικό περιβάλλον τους. Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη ανάλυση απαιτήσεων για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής επίπλων AR με χρήση του κινητήρα Unity. Η ανάλυση επικεντρώνεται σε λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις, ανάγκες των χρηστών και τεχνικούς περιορισμούς που διασφαλίζουν ότι η εφαρμογή πληροί τους σχεδιαστικούς της στόχους.

Όπως ορίζεται από τον Azuma, «Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένα σύστημα που συνδυάζει πραγματικό και εικονικό περιεχόμενο, παρέχει ένα διαδραστικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο και εγγράφεται σε τρεις διαστάσεις». [53]

Αυτός ο ορισμός καθορίζει την τεχνική βάση πάνω στην οποία βασίζεται η εφαρμογή επίπλων AR μας, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για ακριβή παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και εγγραφή 3D.

Λειτουργικές απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν τι πρέπει να κάνει η εφαρμογή. Για μια εφαρμογή επίπλων AR, οι βασικές λειτουργικές απαιτήσεις είναι:

1. Ανίχνευση Περιβάλλοντος:

- Η εφαρμογή πρέπει να μπορεί να ανιχνεύει οριζόντιες και κάθετες επιφάνειες (π.χ. πάτωμα, τοίχους) για την τοποθέτηση των επίπλων.
- Χρήση τεχνολογιών όπως plane detection και SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).

2. Τοποθέτηση Επίπλων:

- Ο χρήστης πρέπει να μπορεί να επιλέγει έπιπλα από μια βιβλιοθήκη και να τα τοποθετεί στον πραγματικό χώρο.
- Υποστήριξη για περιστροφή, κλιμάκωση και μετακίνηση των επίπλων.

3. Ρεαλιστική Απεικόνιση:

- Τα έπιπλα πρέπει να εμφανίζονται με ρεαλιστικές υφές και φωτισμό, ώστε να ταιριάζουν με το πραγματικό περιβάλλον.[54]
- Χρήση light estimation για προσαρμογή του φωτισμού.

4. Διαχείριση Βιβλιοθήκης Επίπλων:

- Η εφαρμογή πρέπει να περιλαμβάνει μια βιβλιοθήκη με 3D μοντέλα επίπλων.
- Δυνατότητα ενημέρωσης της βιβλιοθήκης με νέα μοντέλα.

Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις αφορούν την απόδοση, τη χρηστικότητα, την αξιοπιστία και άλλα χαρακτηριστικά ποιότητας που είναι ζωτικής σημασίας για την εμπειρία χρήστη και τη βιωσιμότητα του συστήματος.

Η εφαρμογή πρέπει να λειτουργεί αποτελεσματικά σε μια σειρά συσκευών. Τα συγκεκριμένα κριτήρια περιλαμβάνουν:

1. Απόδοση:

- Η εφαρμογή πρέπει να λειτουργεί ομαλά, με ελάχιστη καθυστέρηση (low latency) και υψηλή συχνότητα καρέ (frame rate).
- Βελτιστοποίηση για συσκευές με διαφορετικές δυνατότητες (π.χ. high-end και mid-range smartphones).

2. Ευχρηστία:

- Η διεπαφή χρήστη (UI) πρέπει να είναι απλή και διαισθητική, ώστε να μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν και χρήστες χωρίς τεχνικές γνώσεις.

3. Συμβατότητα:

- Η εφαρμογή πρέπει να είναι συμβατή με τις πιο πρόσφατες εκδόσεις των πλατφορμών AR (ARKit για iOS και ARCore για Android).
- Υποστήριξη για μια ευρεία γκάμα συσκευών.

4.4 Απαιτήσεις χρήστη και πελατών

Μια ενδεδειγμένη ανάλυση απαιτήσεων πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες και τις προσδοκίες των τελικών χρηστών και πελατών.

Πρωτεύοντα προφίλ χρηστών

Για μια εφαρμογή επίπλων AR, οι κύριες ομάδες χρηστών περιλαμβάνουν:

- **Ιδιοκτήτες σπιτιού:** Άτομα που θέλουν να οπτικοποιήσουν τα έπιπλα στον προσωπικό τους χώρο πριν κάνουν μια αγορά.
- **Διακοσμητές εσωτερικών χώρων:** Επαγγελματίες που αναζητούν εργαλεία για να βελτιώσουν τις παρουσιάσεις των πελατών και τα έργα σχεδιασμού.

Ανάγκες και προσδοκίες χρήστη

Οι χρήστες αναμένουν ότι η εφαρμογή θα είναι:

- **Εύχρηστη:** Εύκολη πλοήγηση ακόμη και για μη τεχνικούς χρήστες.
- **Ακριβής:** Ικανός να ανιχνεύει με ακρίβεια επιφάνειες και να αποδίδει τρισδιάστατα μοντέλα που αντικατοπτρίζουν πραγματικές διαστάσεις και αισθητική.
- **Responsive:** Δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο χωρίς αισθητές καθυστερήσεις.
- **Εξατομικευμένο:** Παρέχει χαρακτηριστικά που προσαρμόζονται στις ατομικές προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά του δωματίου.

Απαιτήσεις υλικού

Η εφαρμογή είναι χτισμένη σε κινητές συσκευές εξοπλισμένες με:

- **Κάμερες υψηλής ανάλυσης:** Για ακριβή ανίχνευση επιφανειών και λήψη εικόνων.
- **Σύγχρονοι επεξεργαστές:** Για να χειρίζονται απόδοση σε πραγματικό χρόνο και επεξεργασία δεδομένων αισθητήρων.
- **Αισθητήρες συμβατοί με AR:** Συμπεριλαμβάνονται επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια και μονάδες GPS. [55]

Απαιτήσεις λογισμικού

Η εφαρμογή AR αναπτύσσεται χρησιμοποιώντας:

- **Unity Engine:** Παροχή του βασικού περιβάλλοντος ανάπτυξης και των δυνατοτήτων πολλαπλών πλατφορμών.
- **AR Foundation:** Ενοποίηση λειτουργιών ARKit και ARCore για ανίχνευση επιφανειών και τοποθέτηση αντικειμένων. [56]
- **C# Scripting:** Για εφαρμογή διαδραστικών χαρακτηριστικών και λογικής συστήματος.

Το AR Foundation παρέχει ένα ενοποιημένο πλαίσιο που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν εμπειρίες AR που εκτελούνται απρόσκοπτα τόσο σε iOS όσο και σε Android. [56]

Σενάρια Χρήσης

Τοποθέτηση Επίπλων:

- Ο χρήστης ανοίγει την εφαρμογή και σκανάρει το δωμάτιο.
- Επιλέγει ένα έπιπλο από τη βιβλιοθήκη και το τοποθετεί στον πραγματικό χώρο.
- Προσαρμόζει το μέγεθος και τον προσανατολισμό του επίπλου.

Αυτή η ανάλυση απαιτήσεων έχει περιγράψει τόσο τις λειτουργικές όσο και τις μη λειτουργικές απαιτήσεις που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής επίπλων AR υψηλής ποιότητας με χρήση του Unity. Η ανάλυση δείχνει ότι τα επιτυχημένα συστήματα AR πρέπει να ενσωματώνουν ακριβή ανίχνευση επιφανειών, τρισδιάστατη απόδοση σε πραγματικό χρόνο, εύχρηστες αλληλεπιδράσεις με τον χρήστη και στιβαρή αρχιτεκτονική συστήματος, ενώ αντιμετωπίζουν επίσης περιορισμούς απόδοσης, χρηστικότητα και συμβατότητας.

Οι μελλοντικές εργασίες θα πρέπει να επικεντρωθούν στη βελτίωση της ακρίβειας των δεδομένων αισθητήρων, στη βελτιστοποίηση της απόδοσης σε συσκευές χαμηλότερης τεχνολογίας και στην ενσωμάτωση των σχολίων των χρηστών για τη συνεχή βελτίωση της ψηφιακής εμπειρίας χρήστη. Επιπλέον, καθώς αναδύονται νέες τεχνολογίες όπως το AI και το 5G, περαιτέρω επαναλήψεις της εφαρμογής θα πρέπει να διερευνήσουν την ενσωμάτωση αυτών των εξελίξεων για τη βελτίωση τόσο της λειτουργικότητας όσο και της συνολικής ικανοποίησης των χρηστών.

4.5 Οδηγός για τη Δημιουργία Εφαρμογής AR στο Unity για Αρχάριους

Το Unity είναι ένα ισχυρό περιβάλλον ανάπτυξης που χρησιμοποιείται ευρέως για τη δημιουργία 3D εφαρμογών και παιχνιδιών. Ιδιαίτερα, για την ανάπτυξη εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), το Unity προσφέρει εργαλεία όπως το AR Foundation, που επιτρέπουν στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν εμπειρίες που συνδυάζουν το ψηφιακό περιεχόμενο με το πραγματικό περιβάλλον.

Σε αυτόν τον οδηγό, θα εξηγήσουμε βήμα προς βήμα πώς να κατεβάσετε το Unity, να δημιουργήσετε ένα νέο έργο, να ρυθμίσετε τις απαραίτητες παραμέτρους και να εγκαταστήσετε τα απαραίτητα packages για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής AR.

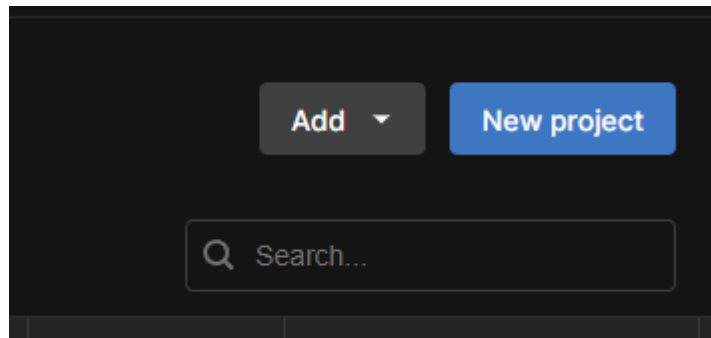
A. Κατέβασμα και Εγκατάσταση του Unity

Για να ξεκινήσετε, κατεβάστε το **Unity Hub**, την επίσημη εφαρμογή διαχείρισης εγκαταστάσεων και έργων του Unity. Το Unity Hub σας επιτρέπει να εγκαταστήσετε διαφορετικές εκδόσεις του Unity και να διαχειρίζεστε τα έργα σας με ευκολία.

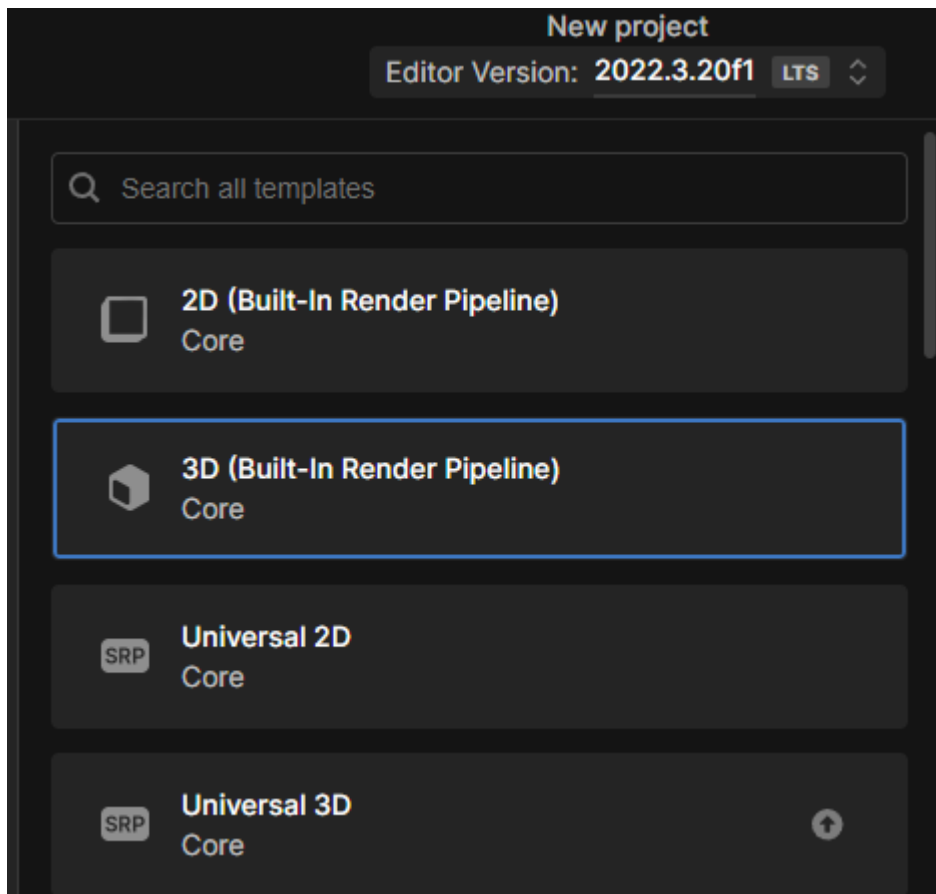
- **Βήμα 1:** Επισκεφθείτε την επίσημη σελίδα του Unity Hub: <https://unity.com/download>
- **Βήμα 2:** Κατεβάστε την έκδοση του Unity Hub που ταιριάζει στο λειτουργικό σας σύστημα (Windows ή macOS) και ακολουθήστε τις οδηγίες εγκατάστασης.

B. Δημιουργία Νέου Έργου στο Unity

Μόλις εγκαταστήσετε το Unity Hub, ανοίξτε το πρόγραμμα και επιλέξτε "New Project". Θα εμφανιστεί ένα παράθυρο επιλογής template.



- **Template για AR:** Συνιστάται να επιλέξετε το template **3D** για την ανάπτυξη εφαρμογών AR, καθώς παρέχει τη βασική 3D υποδομή.

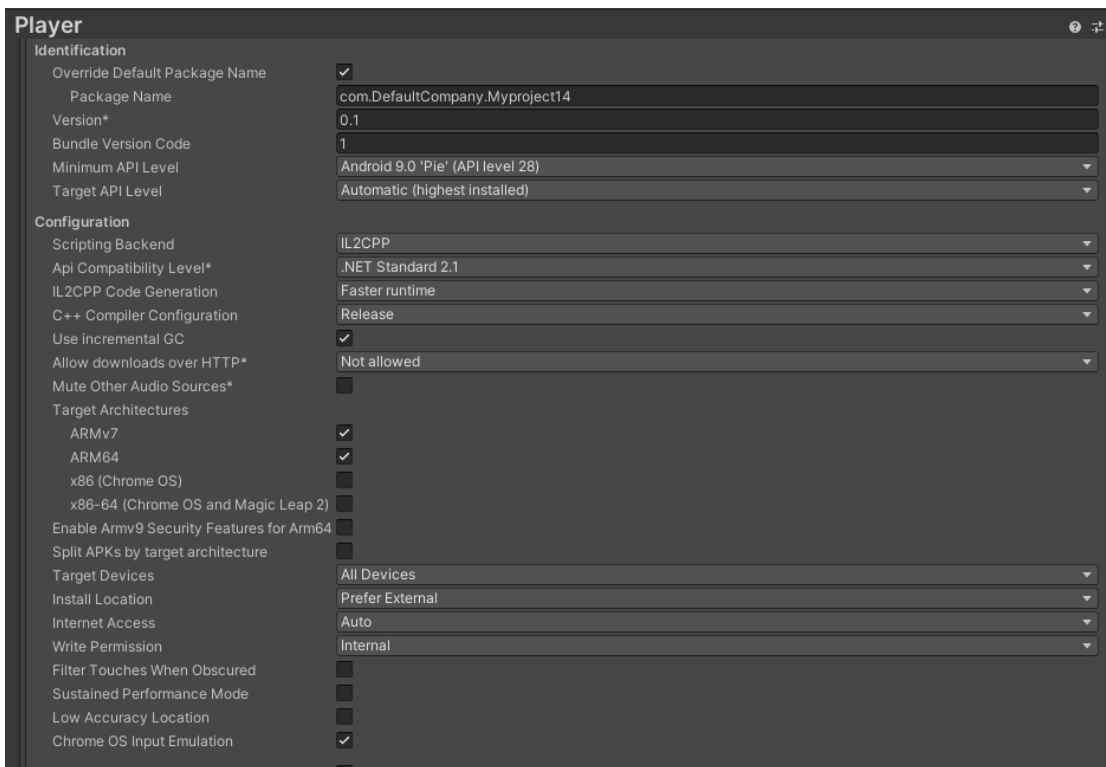
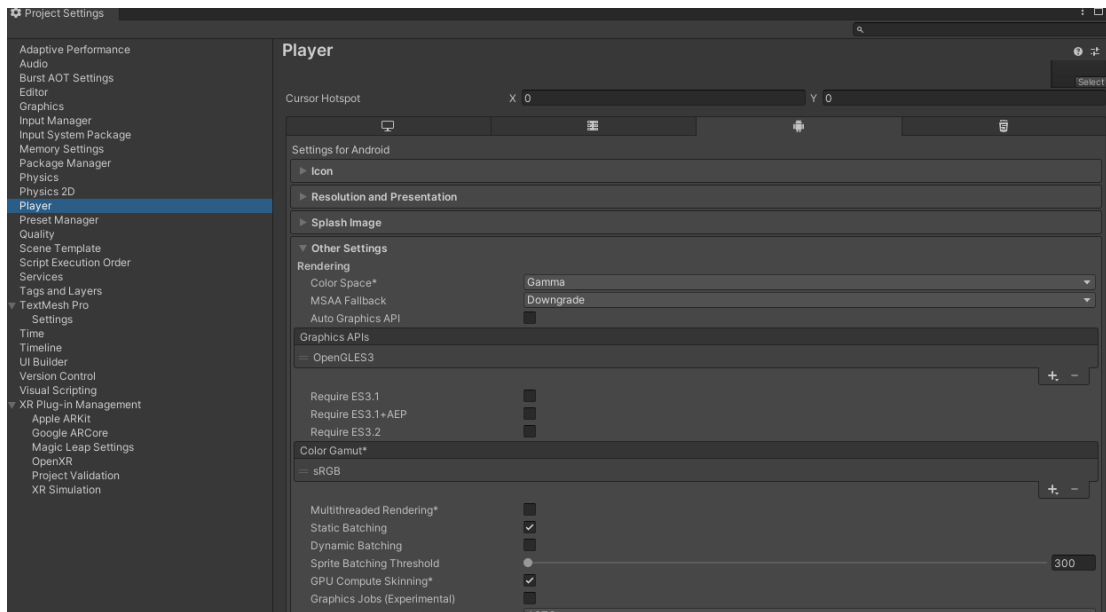


C. Ονομασία και Ρυθμίσεις Έργου

Καθορίστε το όνομα του έργου (π.χ., "AR_Furniture_Marketplace") και επιλέξτε το φάκελο αποθήκευσης. Βεβαιωθείτε ότι έχετε επιλέξει τις κατάλληλες ρυθμίσεις για το project σας, όπως:

- **Graphics Settings:** Ελέγξτε τις ρυθμίσεις γραφικών ώστε να υποστηρίζονται οι απαιτήσεις για AR.
- **Player Settings:** Ρυθμίστε το target device (π.χ., mobile συσκευές) και το minimum API level (Android ή iOS).

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία

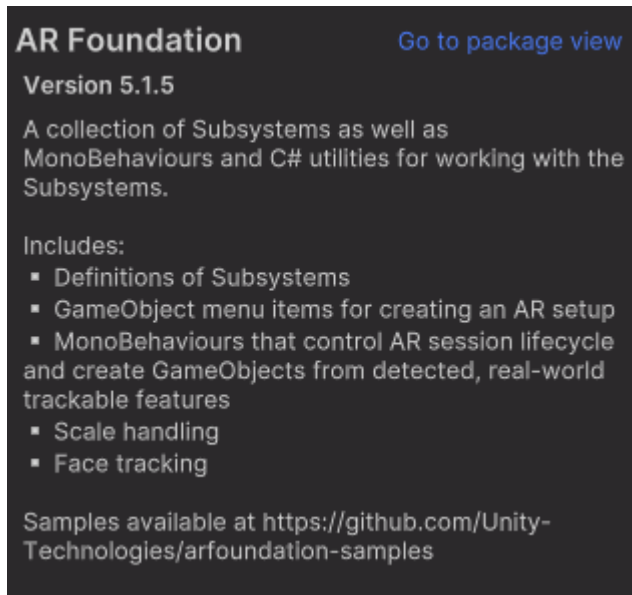


D. Εγκατάσταση Απαραίτητων Packages

Για την ανάπτυξη εφαρμογών AR στο Unity, είναι απαραίτητο να εγκαταστήσετε συγκεκριμένα packages μέσω του Unity Package Manager.

Το **AR Foundation** είναι το βασικό package που παρέχει μια ενιαία υποδομή για την ανάπτυξη AR εφαρμογών σε iOS και Android.

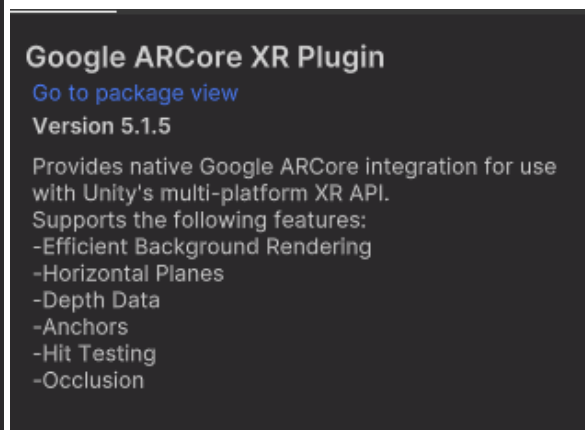
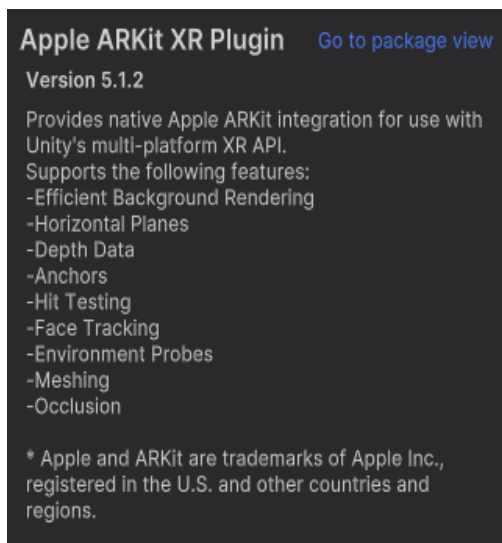
- **Βήμα 1:** Από το Unity Editor, μεταβείτε στο **Window > Package Manager**.
- **Βήμα 2:** Στο Package Manager, αναζητήστε το **AR Foundation** και εγκαταστήστε το.



E. ARKit XR Plugin και ARCore XR Plugin

Για να λειτουργήσουν οι εφαρμογές AR σε iOS και Android, respectively, πρέπει να εγκαταστήσετε τα ARKit XR Plugin και ARCore XR Plugin.

- **Βήμα 1:** Αναζητήστε και εγκαταστήστε το **ARKit XR Plugin** για iOS.
- **Βήμα 2:** Αναζητήστε και εγκαταστήστε το **Google ARCore XR Plugin** για Android.



- Η εγκατάσταση αυτών των plugins εξασφαλίζει ότι οι λειτουργίες ανίχνευσης επιφανειών και η παρακολούθηση κίνησης εκτελούνται με ακρίβεια.

F. Προετοιμασία της Σκηνής AR

Μόλις εγκατασταθούν όλα τα απαραίτητα packages, δημιουργήστε μια νέα σκηνή για την εφαρμογή AR.

- **Προσθήκη AR Session:** Στην ιεραρχία (Hierarchy), προσθέστε ένα **AR Session** αντικείμενο, το οποίο διαχειρίζεται την συνολική λειτουργία της AR εφαρμογής.

- **Προσθήκη AR Session Origin:** Προσθέστε επίσης το **AR Session Origin**. Αυτό το αντικείμενο είναι υπεύθυνο για την τοποθέτηση και το scaling των εικονικών αντικειμένων στο πραγματικό περιβάλλον.

G. Ρυθμίσεις Παιχνιδιού και Εφαρμογής

Ελέγξτε τις ρυθμίσεις του παιχνιδιού (Player Settings) για να εξασφαλίσετε ότι η εφαρμογή είναι βελτιστοποιημένη για κινητές συσκευές. Κάποια σημαντικά σημεία περιλαμβάνουν:

- **Orientation:** Ρυθμίστε την προσανατολισμό της οθόνης (portrait ή landscape) ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής.
- **Graphics API:** Επιλέξτε το κατάλληλο Graphics API που υποστηρίζει τις απαιτήσεις AR (π.χ., Metal για iOS ή Vulkan για Android).

H. Ανίχνευση Επιφανειών και Καταχώρηση

Η ανίχνευση επιφανειών είναι κρίσιμη για την τοποθέτηση εικονικών αντικειμένων. Χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του AR Foundation, το σύστημα ανιχνεύει επίπεδες επιφάνειες όπως τα πατώματα και τα τραπέζια.

I. Τοποθέτηση και Επεξεργασία Εικονικών Αντικειμένων

Με την ανίχνευση επιφανειών, οι χρήστες μπορούν να τοποθετούν 3D μοντέλα επίπλων. Οι βασικές λειτουργίες περιλαμβάνουν:

- **Drag and Drop:** Οι χρήστες επιλέγουν έπιπλα από ένα κατάλογο και τα τοποθετούν στο χώρο.
- **Rotation and Scaling:** Οι χρήστες μπορούν να περιστρέφουν και να αλλάζουν το μέγεθος των αντικειμένων για να ταιριάζουν στον χώρο τους.

J. Δοκιμές Απόδοσης και Σταθερότητας

Η εφαρμογή πρέπει να ελεγχθεί διεξοδικά για να διασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία σε διάφορες συσκευές. Αυτό περιλαμβάνει δοκιμές για:

- Χρόνο απόκρισης στην ανίχνευση επιφανειών.
- Σταθερότητα κατά τη διάρκεια παρατεταμένων συνεδριών χρήσης.
- Βελτιστοποίηση χρήσης μνήμης και CPU.

K. Εγκατάσταση

Αφού ολοκληρωθούν οι δοκιμές, η εφαρμογή πρέπει να διανεμηθεί μέσω κατάλληλων καναλιών, όπως το Google Play Store για Android και το App Store για iOS, στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι διαθέσιμη με APK.

4.6 Οδηγίες λήψης και εγκατάστασης εφαρμογής

Εφόσον η εφαρμογή δεν είναι διαθέσιμη στο Google Play Store, μπορεί να κατέβει και να εγκατασταθεί χρησιμοποιώντας ένα αρχείο APK. Τα βήματα είναι τα ακόλουθα και αφορούν συσκευές android.

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία

1. Προαπαιτούμενα:

- Πριν προχωρήσετε στην εγκατάσταση, βεβαιωθείτε ότι έχετε τα εξής:
- Συσκευή Android: Με έκδοση Android 7.0 ή νεότερη έκδοση.
- Λήψη του αρχείου APK από τον προγραμματιστή
- Εξασφαλίστε τουλάχιστον 270MB ελεύθερου χώρου για εγκατάσταση.
- Σύνδεση στο Διαδίκτυο(Απαιτείται για τη λήψη του αρχείου APK.)

2. Να επιτρέπεται η εγκατάσταση από άγνωστες πηγές:

Για να εγκαταστήσετε εφαρμογές από αρχεία APK, πρέπει να ενεργοποιήσετε την εγκατάσταση εφαρμογών από άγνωστες πηγές:

- Πηγαίνετε στις Ρυθμίσεις της συσκευής μας και επιλέγετε την Προστασία Απορρήτου.
- Από το καινούργιο tab επιλέγετε τις Ειδικές άδειες
- Εκεί βρίσκετε την Εγκατάσταση άγνωστων εφαρμογών και το πατάτε.
- Ψάχνετε τον browser που χρησιμοποιείτε και τον επιλέγετε
- Φτάσαμε στο τελευταίο βήμα όπου ενεργοποιείτε την επιλογή να επιτρέπεται από αυτή την πηγή, να εγκαθιστούμε άγνωστες εφαρμογές.

3. Κατεβάστε το Αρχείο APK

Ανοίξτε το πρόγραμμα περιήγησής σας και μεταβείτε στον σύνδεσμο που παρέχεται για τη λήψη του APK.Κατεβάστε το αρχείο APK στη συσκευή σας. Βεβαιωθείτε ότι είναι αποθηκευμένο στο φάκελο "Λήψεις" ή σε μια τοποθεσία στην οποία έχετε εύκολη πρόσβαση.

4. Εγκαταστήστε το Αρχείο APK:

- Εντοπίστε το Αρχείο:

Ανοίξτε τη Διαχείριση αρχείων της συσκευής σας.

Μεταβείτε στο φάκελο Λήψεις ή στην τοποθεσία όπου αποθηκεύσατε το APK.

- Εγκαταστήστε το APK:

Πατήστε στο αρχείο APK.

Θα δείτε ένα μήνυμα που σας ρωτά εάν θέλετε να εγκαταστήσετε την εφαρμογή.

Πατήστε Εγκατάσταση και περιμένετε να ολοκληρωθεί η διαδικασία.

- Να επιτρέπονται τα δικαιώματα:

Εάν σας ζητηθεί, παραχωρήστε τυχόν απαιτούμενα δικαιώματα κατά την εγκατάσταση.

5. Ανοίξτε την εφαρμογή

Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση, πατήστε Άνοιγμα για να εκκινήσετε την εφαρμογή.

Εναλλακτικά, βρείτε το εικονίδιο της εφαρμογής στην αρχική οθόνη σας ή στο συρτάρι της εφαρμογής.

6. Προαιρετική εγκατάσταση μετά την εγκατάσταση

Κεφάλαιο 4: Μεθοδολογία

- Ενεργοποίηση δικαιωμάτων:

Βεβαιωθείτε ότι η εφαρμογή έχει δικαιώματα πρόσβασης στην κάμερα, τον χώρο αποθήκευσης.

Μεταβείτε στις Ρυθμίσεις > Εφαρμογές > [Όνομα εφαρμογής] > Δικαιώματα και ενεργοποιήστε τις απαραίτητες επιλογές.

- Ελέγξτε τη λειτουργικότητα:

Δοκιμάστε την εφαρμογή για να επιβεβαιώσετε ότι όλες οι λειτουργίες λειτουργούν όπως προβλέπεται (π.χ. λειτουργικότητα AR, περιήγηση καταλόγου).

7. Αντιμετώπιση προβλημάτων

- Αποτυχία εγκατάστασης: Βεβαιωθείτε ότι έχετε ενεργοποιήσει την εγκατάσταση από άγνωστες πηγές και ότι το αρχείο APK δεν είναι κατεστραμμένο.
- Σφάλματα εφαρμογής: Επανεκκινήστε τη συσκευή σας και δοκιμάστε ξανά. Εάν το πρόβλημα παραμένει, βεβαιωθείτε ότι η συσκευή σας πληροί τις απαιτήσεις συστήματος της εφαρμογής.
- Λείπουν δικαιώματα: Μεταβείτε στις Ρυθμίσεις > Εφαρμογές > [Όνομα εφαρμογής] > Δικαιώματα και ενεργοποιήστε όλα τα απαραίτητα δικαιώματα.
- Ακολουθώντας αυτά τα βήματα, μπορείτε να εγκαταστήσετε και να χρησιμοποιήσετε την εφαρμογή χωρίς να χρειάζεται να αποκτήσετε πρόσβαση στο Play Store. Βεβαιωθείτε ότι κατεβάζετε πάντα το APK από τον προγραμματιστή και μόνο, για να αποφύγετε κινδύνους ασφαλείας.

Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής

5.1 Unity

Το Unity είναι ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο ανάπτυξης, ανεξάρτητο από πλατφόρμες, που ενσωματώνεται με το AR Foundation για τη σχεδίαση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει cross-platform ανάπτυξη: οι προγραμματιστές γράφουν τον κώδικα AR μία φορά και τον αναπτύσσουν αυτόματα σε πολλαπλά συστήματα, όπως το ARCore (Android) και το ARKit (iOS). [57].

Χαρακτηριστικά :

- Παρέχει ένα πλαίσιο για να γράψετε κώδικα μία φορά και να τον αναπτύξετε σε μεγάλες πλατφόρμες AR όπως το ARCore και το ARKit.
- Υποστηρίζει καθλωτική προσομοίωση και διαδραστικές εμπειρίες, καθιστώντας το κατάλληλο για εκπαίδευση, παιχνίδια και ψυχαγωγία

Περιπτώσεις χρήσης :

- Χρησιμοποιείται συχνά στην εκπαίδευση, τα παιχνίδια, την ψυχαγωγία και τις καθλωτικές προσομοιώσεις.

Αρχές σχεδίασης :

- Υποστηρίζει αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, δίνοντας έμφαση στην απόδοση, την επεκτασιμότητα και τη σταθερότητα.

Εκτέλεση :

- Οι προσθήκες Unity AR Foundation επιτρέπουν στους προγραμματιστές να δημιουργούν λειτουργίες όπως πύλες AR, διαδραστικά τρισδιάστατα αντικείμενα και προσομοιώσεις (π.χ. μια προσομοίωση θερμοκηπίου για μάθηση βασισμένη σε παιχνίδια).

5.2 Unity Asset Store

Το Unity Asset Store λειτουργεί ως μια ειδική αγορά όπου δημιουργοί παιχνιδιών μπορούν να αγοράσουν και να πουλήσουν πόρους για την ανάπτυξη παιχνιδιών. Προσφέρει μια τεράστια συλλογή από στοιχεία (assets), με τις πιο δημοφιλείς κατηγορίες να είναι:

1. 2D και 3D Περιεχόμενο: Μοντέλα, αντικείμενα (props), υφές (textures) και υλικά (materials).
2. Ήχος: Ηχητικά εφέ και μουσική.

3. Shaders και VFX (Οπτικά Εφέ): Μια κατηγορία που πολλοί προγραμματιστές, συμπεριλαμβανομένου και εμένα, θεωρούν πολύτιμη, καθώς παρέχει δυναμικά υλικά, εφέ οθόνης και εργαλεία μετα-επεξεργασίας.

Τι προσφέρει το Unity Asset Store;

Διασφάλιση Ποιότητας (Quality Assurance): Πριν εμφανιστεί στην αγορά, κάθε νέο στοιχείο περνάει από μια διαδικασία ελέγχου που διαρκεί εβδομάδες από την ομάδα της Unity. Αυτή η διαδικασία εξασφαλίζει ότι τα νέα στοιχεία πληρούν τα αυστηρά κριτήρια ποιότητας του καταστήματος, τα οποία έχουν εξελιχθεί και γίνονται πιο απαιτητικά με τον καιρό. Στοιχεία που έπαιρναν έγκριση πριν πέντε χρόνια, πιθανότατα δεν θα εγκρίνονταν σήμερα. Η τελική απόφαση για τη δημοσίευση ενός στοιχείου βρίσκεται στην ομάδα της Unity.

Κριτικές Χρηστών: Οι αγοραστές μπορούν να αφήνουν κριτικές για τα στοιχεία που αγόρασαν. Αυτές οι κριτικές είναι απαραίτητες για πιθανούς αγοραστές, προσφέροντας πληροφορίες σχετικά με την πραγματική απόδοση ενός στοιχείου και βοηθώντας να εκτιμηθεί εάν θα καλύψει τις συγκεκριμένες ανάγκες τους.

Compatibility with Unity: Ένα σημαντικό πλεονέκτημα αυτού του καταστήματος είναι η εγγυημένη συμβατότητα με τη μηχανή Unity. Τα στοιχεία κατεβαίνουν και εισάγονται άμεσα στο έργο σας στο Unity. Αντίθετα, η απόκτηση στοιχείων από γενικές αγορές 3D (όπως το CG Trader ή το Turbosquid) συχνά απαιτεί ένα επιπλέον βήμα εισαγωγής στο Unity και στη συνέχεια δοκιμές για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία τους μέσα στη μηχανή.

Integrated Code Packages: Πέραν από γραφικά και ήχο, η αγορά προσφέρει και σύνολα ενσωματωμένου κώδικα (integrated code packages). Αυτά τα εργαλεία και συστήματα σχεδιάζονται να λειτουργούν άμεσα μέσα στον επεξεργαστή (editor) ή το περιβάλλον εκτέλεσης (runtime) της Unity, επιταχύνοντας την ανάπτυξη παιχνιδιών.

Η ανάπτυξη παιχνιδιών απαιτεί σημαντικούς πόρους. Αντιμέτωποι με φιλόδοξα έργα, οι προγραμματιστές πρέπει να καταναείμουν το χρόνο τους στρατηγικά. Το Unity Asset Store σας δίνει τη δυνατότητα να επενδύσετε σε προκατασκευασμένα στοιχεία μοντέλα, υφές, εργαλεία, κώδικα εξωτερικεύοντας αποτελεσματικά περιοχές εκτός του κύριου τομέα ειδίκευσής σας. Αν η προγραμματιστική δημιουργία gameplay είναι το δυνατό σας σημείο αλλά η 3D μοντελοποίηση όχι, μπορείτε να αποκτήσετε συνεκτικά κιτ μοντέλων. Αυτό σας επιτρέπει να επικεντρωθείτε στις δυνατότητές σας αντί να ξοδέψετε εκατοντάδες ώρες για να μάθετε νέες δεξιότητες, με αποτέλεσμα σημαντικά κέρδη στην αποδοτικότητα.[58]

5.3 AR Foundation

Το πακέτο AR Foundation της Unity παρέχει ένα ενοποιημένο πλαίσιο για τη δημιουργία εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Το βασικό του πλεονέκτημα είναι

Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής

η διαπλατφορμική λειτουργικότητα: γράφετε την εμπειρία AR σας μία φορά, και το AR Foundation σας επιτρέπει να την κάνετε build τόσο για συσκευές Android όσο και για iOS χωρίς να απαιτείται αλλαγή πλατφορμο-ειδικού κώδικα.

Για έργα που στοχεύουν Android, το προαιρετικό πακέτο ARCore Extensions for AR Foundation ενισχύει το βασικό πλαίσιο. Αυτή η επέκταση ξεκλειδώνει πρόσθετες, ισχυρές λειτουργίες, όπως:

- **Cloud Anchors:** Αποθήκευση και κοινή χρήση εμπειριών AR μεταξύ συνεδριών και συσκευών.
- **Φίλτρα Διαμόρφωσης Κάμερας (Camera Configuration Filters):** Λεπτότερος έλεγχος των ρυθμίσεων κάμερας στην AR.
- **Εγγραφή και Αναπαραγωγή (Recording and Playback):** Εγγραφή συνεδριών AR για δοκιμές, αποσφαλμάτωση ή επίδειξη.[59]

Η Unity υποστηρίζει επίσημα τα ακόλουθα πρόσθετα πακέτα παρόχου:

- **Google ARCore XR Plug-in** για Android
- **Apple ARKit XR Plug-in** για iOS
- **Apple visionOS XR Plug-in** για visionOS
- **OpenXR Plug-in** για HoloLens 2
- **Unity OpenXR: Meta** για Meta Quest
- **Unity OpenXR: Android XR** για Android XR[60]

5.4 C# Γλώσσα Προγραμματισμού

Η C# είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που αναπτύχθηκε από τη Microsoft το 2000. Ο κύριος στόχος πίσω από το C# ήταν η δημιουργία ενός πλαισίου .NET που χρησιμοποιείται κυρίως σήμερα για την ανάπτυξη εφαρμογών ιστού. Η C# (προφέρεται «C Sharp») είναι μια απλή, μοντέρνα, αντικειμενοστρεφής και ασφαλής ως προς τους τύπους γλώσσα προγραμματισμού. Θα γίνει αμέσως οικεία στους προγραμματιστές C και C++. Η C# συνδυάζει την υψηλή παραγωγικότητα των γλωσσών Rapid Application Development (RAD) και την ακατέργαστη ισχύ της C++.

Καθώς εξελίχθηκε ο ορισμός της C#, οι θεμελιώδεις στόχοι σχεδίασής της ήταν οι ακόλουθοι:

1. **Απλότητα & Σύγχρονο Πνεύμα:** Η C# προορίζεται να είναι μια απλή, σύγχρονη, γενικής χρήσης, αντικειμενοστρεφής γλώσσα προγραμματισμού.

2. **Υποστήριξη Αρχών Μηχανικής Λογισμικού:** Η ίδια η γλώσσα, καθώς και οι υλοποιήσεις της, πρέπει να παρέχουν υποστήριξη για θεμελιώδεις αρχές μηχανικής λογισμικού. Αυτές περιλαμβάνουν:
 - **Ισχυρό έλεγχο τύπων (strong type checking)**
 - **Έλεγχο ορίων πινάκων (array bounds checking)**
 - **Ανίχνευση χρήσης μη αρχικοποιημένων μεταβλητών**
 - **Αυτόματη συλλογή απορριμμάτων (automatic garbage collection)**
 - Η εστίαση στην **ευρωστία (robustness)**, τη **μακροζωία (durability)** του λογισμικού και την **αποδοτικότητα των προγραμματιστών** είναι κρίσιμης σημασίας.
3. **Κατανομή (Distributed Environments):** Η γλώσσα προορίζεται για την ανάπτυξη συστατικών λογισμικού (software components) κατάλληλων για ανάπτυξη σε κατανεμημένα περιβάλλοντα.
4. **Φορητότητα:** Η φορητότητα του πηγαίου κώδικα (source code portability) είναι εξαιρετικά σημαντική. Εξίσου σημαντική είναι και η φορητότητα των προγραμματιστών (programmer portability), ιδιαίτερα για όσους έχουν ήδη εμπειρία με τις C και C++.
5. **Διεθνοποίηση (Internationalization):** Η υποστήριξη για διεθνοποίηση είναι ιδιαίτερα σημαντική.
6. **Ευρεία Εφαρμογή:** Η C# έχει ως στόχο να είναι κατάλληλη για την ανάπτυξη εφαρμογών τόσο για φιλοξενούμενα συστήματα (hosted systems) όσο και για ενσωματωμένα συστήματα (embedded systems), καλύπτοντας ένα τεράστιο φάσμα: από πολύ μεγάλες εφαρμογές σε εξελιγμένα λειτουργικά συστήματα, έως πολύ μικρά συστήματα με εξειδικευμένες λειτουργίες.
7. **Ισορροπία Απόδοσης:** Αν και οι εφαρμογές C# σχεδιάζονται να είναι οικονομικές ως προς τις απαιτήσεις μνήμης και επεξεργαστικής ισχύος, η γλώσσα δεν είχε ως στόχο να ανταγωνιστεί άμεσα σε απόδοση (performance) και μέγεθος (size) με τη C ή τη γλώσσα συναρμολόγησης (assembly language).[61]

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται και αναλύονται τα scripts που υλοποιούν τη λειτουργικότητα της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας. Ο κώδικας έχει αναπτυχθεί στη γλώσσα προγραμματισμού C# , χρησιμοποιείται στο περιβάλλον του Unity και είναι διαθέσιμος στο GitHub και μπορεί να βρεθεί στον παρακάτω σύνδεσμο:

<https://github.com/sprint12345/furniture-AR>

5.4.1 SceneLoader

Το SceneLoader script είναι ένα από τα βασικά εργαλεία της εφαρμογής που δημιουργήσαμε, καθώς διαχειρίζεται τη μετάβαση μεταξύ σκηνών (scenes) στο Unity. Ο κύριος ρόλος του είναι να διευκολύνει την αλλαγή σκηνών κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της εφαρμογής, διασφαλίζοντας ότι τα απαραίτητα δεδομένα που συνδέονται με τη λειτουργικότητα της εφαρμογής μεταφέρονται σωστά.

Το συγκεκριμένο script εξυπηρετεί τη μετάβαση από τη μία σκηνή στην άλλη, π.χ. από τη HomeScene (σκηνή του καταλόγου προϊόντων) στη ARScene (σκηνή επαυξημένης πραγματικότητας). Επίσης, υποστηρίζει τη μεταφορά δεδομένων αναφορικά με το επιλεγμένο αντικείμενο (π.χ. έπιπλο που πρόκειται να τοποθετηθεί στον χώρο μέσω AR) από τη μία σκηνή στην άλλη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας στατικής μεταβλητής prefabToLoad, η οποία αποθηκεύει το αντικείμενο που ο χρήστης έχει επιλέξει στην προηγούμενη σκηνή.

Η χρήση του SceneManager καθιστά τον κώδικα πιο οργανωμένο και την εφαρμογή πιο εύκολη στη συντήρηση. Αντί να έχουμε πολλαπλούς μηχανισμούς για αλλαγή σκηνών, όλες οι μεταβάσεις γίνονται μέσω αυτής της ενιαίας λύσης.

Αναλυτική Περιγραφή Κώδικα:

1. Δήλωση Μεταβλητών:

- prefabToLoad: Είναι μια στατική μεταβλητή τύπου GameObject. Ο σκοπός της είναι να αποθηκεύει το αντικείμενο που επέλεξε ο χρήστης, ώστε να είναι διαθέσιμο στην επόμενη σκηνή. Δεδομένου ότι είναι στατική, παραμένει στη μνήμη και είναι προσβάσιμη από οποιοδήποτε σημείο στον κώδικα χωρίς την ανάγκη δημιουργίας νέου αντικειμένου.

2. Η Μέθοδος LoadScene (string sceneName):

- Αυτή είναι η κύρια μέθοδος του script, η οποία καλείται για να φορτώσει μια νέα σκηνή.
- Πριν από τη φόρτωση της σκηνής, η μεταβλητή prefabToLoad παίρνει την τιμή της selectedPrefab από το CatalogManager. Με αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή γνωρίζει ποιο αντικείμενο πρέπει να είναι ενεργό στη νέα σκηνή.
- Η μέθοδος SceneManager.LoadScene(sceneName) είναι υπεύθυνη για την πραγματική μετάβαση στη νέα σκηνή που ορίζεται από την παράμετρο sceneName.

3. Σενάρια Χρήσης:

- Όταν ο χρήστης πατά το κουμπί "View in AR" από το DetailsPanel, η εφαρμογή αποθηκεύει το επιλεγμένο προϊόν στην selectedPrefab και καλεί τη μέθοδο LoadScene("ARScene").
- Στη νέα σκηνή (ARScene), το prefabToLoad χρησιμοποιείται από άλλα scripts, όπως το ARObjectPlacer, για να εμφανιστεί το επιλεγμένο αντικείμενο στον χώρο μέσω επαυξημένης πραγματικότητας.

Το SceneManager είναι σημαντικό για τη διαχείριση σκηνών καθώς:

- ❖ Διευκολύνει τη μετάβαση μεταξύ διαφορετικών λειτουργικών τμημάτων της εφαρμογής, όπως ο κατάλογος προϊόντων, η AR σκηνή και οποιαδήποτε άλλη σκηνή απαιτείται.
- ❖ Εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την επόμενη σκηνή μεταφέρονται σωστά.
- ❖ Μειώνει τον κίνδυνο σφαλμάτων καθώς χρησιμοποιεί μια ενιαία μέθοδο για την αλλαγή σκηνών, κάνοντάς το πιο εύκολο στη συντήρηση.

5.4.2 Product

Η κλάση Product σχεδιάστηκε για να εξυπηρετεί ως η βασική μονάδα δεδομένων της εφαρμογής. Μέσω αυτής, οργανώνονται και αποθηκεύονται οι πληροφορίες κάθε προϊόντος που εμφανίζεται στον κατάλογο, όπως το όνομα, η τιμή, η εικόνα, η περιγραφή και άλλα χαρακτηριστικά. Η δημιουργία της κλάσης αυτής είχε ως στόχο να διασφαλίσει ότι όλα τα προϊόντα της εφαρμογής έχουν μια σταθερή και οργανωμένη δομή. Με αυτόν τον τρόπο, διευκολύνεται η διαχείρισή τους από τα υπόλοιπα μέρη του προγράμματος, όπως η προβολή τους στο HomePanel, η εμφάνιση λεπτομερειών στο DetailsPanel, και η προσθήκη τους στο καλάθι αγορών ή στα αγαπημένα.

Η κλάση αποτελείται από διάφορα πεδία που περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε προϊόντος:

- Όνομα: Το όνομα του προϊόντος (π.χ., "Stylish Chair").
- Τιμή: Η τιμή του προϊόντος, αποθηκευμένη ως αριθμός (float).
- Εικόνα: Η διαδρομή της εικόνας του προϊόντος, η οποία χρησιμοποιείται για την προβολή του στο UI.
- Περιγραφή: Ένα κείμενο που περιγράφει το προϊόν, βοηθώντας τους χρήστες να κατανοήσουν καλύτερα τα χαρακτηριστικά του.
- Κατηγορία: Η κατηγορία στην οποία ανήκει το προϊόν, όπως καρέκλες, τραπέζια ή καναπέδες.
- Prefab Name: Το όνομα του prefab που συνδέεται με το προϊόν, ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί στον χώρο μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας.

Η Product διαθέτει έναν κατασκευαστή, ο οποίος χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αντικειμένων τύπου Product. Ο κατασκευαστής αυτός δέχεται όλες τις παραπάνω πληροφορίες ως παραμέτρους και δημιουργεί το αντίστοιχο προϊόν.

Η δομή αυτή επιτρέπει στην εφαρμογή να διαχειρίζεται τα προϊόντα με ευκολία. Για παράδειγμα:

- Όταν ο χρήστης βλέπει τη λίστα προϊόντων στο HomePanel, κάθε στοιχείο βασίζεται στα δεδομένα που αποθηκεύονται στην κλάση Product.
- Όταν ο χρήστης πατήσει ένα προϊόν, η εφαρμογή μεταβαίνει στο DetailsPanel, όπου οι λεπτομέρειες του προϊόντος (τιμή, περιγραφή, εικόνα) αντλούνται απευθείας από την κλάση.

Η κλάση Product λειτουργεί ως θεμέλιο για όλες τις λειτουργίες που σχετίζονται με προϊόντα. Χρησιμοποιείται από άλλα scripts, όπως το CatalogManager, για την εμφάνιση και τη διαχείριση των προϊόντων. Επιπλέον, επιτρέπει την επεκτασιμότητα της εφαρμογής. Εάν, για παράδειγμα, προστεθούν νέες ιδιότητες (π.χ., διαθεσιμότητα, βάρος), αυτές μπορούν να ενσωματωθούν εύκολα στην υπάρχουσα δομή.

Η κλάση αυτή προσφέρει κάποια πλεονεκτήματα:

1. Οργανώνει τα δεδομένα: Όλα τα προϊόντα αποθηκεύονται με σταθερή μορφή.
2. Επιτρέπει ευελιξία: Τα δεδομένα προϊόντων μπορούν να τροποποιηθούν εύκολα χωρίς να επηρεαστεί η υπόλοιπη εφαρμογή.
3. Βελτιώνει τη συντήρηση του κώδικα: Όλα τα χαρακτηριστικά ενός προϊόντος είναι συγκεντρωμένα σε ένα μέρος, διευκολύνοντας τυχόν αλλαγές.

5.4.3 CatalogManager

Το script CatalogManager αποτελεί τον κεντρικό διαχειριστή λειτουργιών της εφαρμογής, που σχετίζονται με την προβολή, διαχείριση και αλληλεπίδραση των προϊόντων. Σχεδιάστηκε με στόχο να προσφέρει μια οργανωμένη και αποτελεσματική λύση για τη διαχείριση της πληροφορίας κάθε προϊόντος, τη σύνδεση αυτής της πληροφορίας με το περιβάλλον χρήστη (UI) και την εκτέλεση κρίσιμων ενεργειών, όπως η προσθήκη προϊόντων στο καλάθι ή στα αγαπημένα.

Το CatalogManager λειτουργεί ως το «κέντρο επιχειρήσεων» της εφαρμογής, ενορχηστρώνοντας τη σύνδεση μεταξύ της λίστας προϊόντων και του περιβάλλοντος χρήστη. Περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για την εμφάνιση των προϊόντων στο HomePanel, τη μετάβαση στο DetailsPanel για την εμφάνιση λεπτομερειών ενός προϊόντος, καθώς και τη διαχείριση αγαπημένων και καλάθιού. Αυτό το script εξασφαλίζει ότι η εφαρμογή μπορεί να χειριστεί δυναμικά τη διαχείριση προϊόντων, χωρίς να απαιτείται η δημιουργία επιπρόσθετου κώδικα για κάθε μεμονωμένο προϊόν.

Το CatalogManager οργανώνεται με βάση τα παρακάτω:

1. Πεδία για Στοιχεία Περιβάλλοντος Χρήστη (UI):
 - Panels: Αναφορές στα βασικά panels της εφαρμογής, όπως το HomePanel, το DetailsPanel, το CartPanel και το FavoritesPanel.
 - UI Elements: Αναφορές σε UI στοιχεία, όπως κείμενα για την εμφάνιση του ονόματος, της τιμής και της περιγραφής προϊόντων, καθώς και εικόνες για την εμφάνιση του προϊόντος.
2. Διαχείριση Δεδομένων Προϊόντων:
 - Περιλαμβάνει μια λίστα αντικειμένων Product, που περιέχει τις πληροφορίες όλων των διαθέσιμων προϊόντων.
 - Υπάρχουν μέθοδοι για το φιλτράρισμα προϊόντων κατά κατηγορία.
3. Διαχείριση Δράσεων:
 - Προσθήκη προϊόντων στο καλάθι.
 - Προσθήκη ή αφαίρεση προϊόντων από τα αγαπημένα.
 - Μετάβαση μεταξύ διαφορετικών panels, ανάλογα με τη δράση του χρήστη.
4. Πεδία για Διαχείριση Αγαπημένων και Καλάθιού:
 - Λίστες για τα προϊόντα που έχουν προστεθεί στο καλάθι και στα αγαπημένα.
 - Μέθοδοι για την ενημέρωση του UI με βάση τις αλλαγές στα αγαπημένα ή το καλάθι.

Σημαντικές Λειτουργίες:

1. FilterProducts: Εμφανίζει τα προϊόντα στη λίστα του HomePanel, με βάση την κατηγορία που έχει επιλέξει ο χρήστης. Δημιουργεί δυναμικά UI στοιχεία (prefabs) για κάθε προϊόν.
2. ShowDetails: Εμφανίζει τις λεπτομέρειες ενός προϊόντος στο DetailsPanel. Ενημερώνει το UI με τις πληροφορίες του προϊόντος και επιτρέπει την προσθήκη του στο καλάθι ή τη μετάβαση στην προβολή επαυξημένης πραγματικότητας.
3. AddToCart: Προσθέτει το επιλεγμένο προϊόν στο καλάθι αγορών. Δημιουργεί δυναμικά μια καταχώρηση για το προϊόν στο CartPanel και ενημερώνει το συνολικό κόστος.
4. ToggleFavorite: Προσθέτει ή αφαιρεί προϊόντα από τα αγαπημένα. Ενημερώνει το UI και την κατάσταση του κουμπιού αγαπημένων (καρδιά).

5. LoadARScene: Υλοποιεί τη μετάβαση από το DetailsPanel στην προβολή επαυξημένης πραγματικότητας. Επιλέγει το κατάλληλο prefab για το προϊόν που θα προβληθεί στον χώρο.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- Δυναμική Διαχείριση Προϊόντων: Τα προϊόντα δεν είναι στατικά. Αντίθετα, η εφαρμογή δημιουργεί δυναμικά τα στοιχεία του UI με βάση τη λίστα προϊόντων.
- Σύνδεση με Prefabs: Το κάθε προϊόν συνδέεται με το αντίστοιχο prefab, ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί μέσω AR.
- Απλότητα Επεκτασιμότητας: Εάν προστεθούν νέα προϊόντα ή λειτουργίες, η δομή του script επιτρέπει εύκολη ενσωμάτωση χωρίς να επηρεάζεται ο υπάρχων κώδικας.

5.4.4 PanelManager

Το PanelManager είναι ένα βασικό script της εφαρμογής, σχεδιασμένο για τη διαχείριση και την εναλλαγή των διαφορετικών panels του περιβάλλοντος χρήστη. Χρησιμοποιείται για να προσφέρει στους χρήστες μια ευχάριστη και οργανωμένη εμπειρία πλοήγησης, επιτρέποντας την εμφάνιση και απόκρυψη συγκεκριμένων panels ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Ο βασικός σκοπός του PanelManager είναι να εξασφαλίσει τη σωστή και εύκολη εναλλαγή μεταξύ των διαφόρων panels της εφαρμογής, όπως το HomePanel, το CartPanel, το FavoritesPanel και το ProfilePanel. Ειδικότερα, η λειτουργία του είναι κρίσιμη για να αποφεύγεται η σύγχυση και η αλληλοεπικάλυψη πολλών panels, παρέχοντας μια σαφή δομή στον τρόπο με τον οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με την εφαρμογή.

Δομή και Βασικές Λειτουργίες:

1. Αποθήκευση Panels: Το PanelManager αποθηκεύει όλες τις αναφορές στα panels της εφαρμογής σε ένα Dictionary. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει εύκολη και γρήγορη πρόσβαση σε οποιοδήποτε panel, χρησιμοποιώντας το όνομά του ως κλειδί.
2. Εναλλαγή Panels: Περιλαμβάνει μια κύρια μέθοδο, ShowPanel(), η οποία:
 - Κρύβει όλα τα panels που δεν χρειάζονται.
 - Ενεργοποιεί μόνο το panel που ζητάει ο χρήστης. Αυτό μειώνει την πολυπλοκότητα στον κώδικα και εξασφαλίζει ότι το περιβάλλον χρήστη παραμένει καθαρό και εύχρηστο.
3. Αρχικοποίηση: Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, το script ενεργοποιεί ένα προεπιλεγμένο panel (συνήθως το HomePanel). Έτσι, ο χρήστης ξεκινά πάντα από το ίδιο σημείο, διασφαλίζοντας μια συνεπή εμπειρία.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- Απλότητα στη Διαχείριση: Το PanelManager κρύβει την πολυπλοκότητα της διαχείρισης panels από τον προγραμματιστή. Αντί να γράφονται πολλαπλές γραμμές κώδικα για κάθε αλλαγή panel, ο προγραμματιστής απλά καλεί τη μέθοδο ShowPanel() με το όνομα του επιθυμητού panel.

Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής

- **Αποφυγή Σύγχυσης:** Εξασφαλίζει ότι μόνο ένα panel είναι ενεργό κάθε στιγμή, κάτι που αποτρέπει πιθανά προβλήματα ή λάθη στην εφαρμογή, όπως η αλληλοεπικάλυψη περιεχομένου.
- **Ευκολία Επέκτασιμότητας:** Αν προστεθούν νέα panels στο μέλλον, το μόνο που χρειάζεται είναι η καταχώρισή τους στο Dictionary κατά την αρχικοποίηση. Δεν απαιτείται καμία αλλαγή στη λογική του κώδικα.

Παράδειγμα Χρήσης:

Φανταστείτε έναν χρήστη που περιηγείται στην εφαρμογή. Ξεκινά από το HomePanel, προσθέτει προϊόντα στο καλάθι και στη συνέχεια θέλει να δει τα αγαπημένα του. Το PanelManager αναλαμβάνει να:

1. Κρύψει το HomePanel.
2. Εμφανίσει το FavoritesPanel.
3. Διατηρήσει την εφαρμογή σε σταθερή κατάσταση, αποτρέποντας την ταυτόχρονη ενεργοποίηση πολλών panels.

5.4.5 CheckoutManager

Το CheckoutManager αποτελεί ένα από τα βασικά scripts της εφαρμογής, σχεδιασμένο για τη διαχείριση της διαδικασίας ολοκλήρωσης αγορών. Ο ρόλος του είναι να παρέχει μια εύχρηστη και ομαλή μετάβαση από το καλάθι αγορών στο panel της ολοκλήρωσης της παραγγελίας, ενώ εξασφαλίζει ότι οι απαραίτητες πληροφορίες, όπως το συνολικό κόστος, μεταφέρονται σωστά.

Ο κύριος στόχος του CheckoutManager είναι να διαχειρίζεται τη διαδικασία μετάβασης από το CartPanel στο CheckoutPanel, επιτρέποντας στον χρήστη να δει το συνολικό κόστος των προϊόντων του καλαθιού του, ενώ παράλληλα διασφαλίζει τη συνέπεια και την ακρίβεια των δεδομένων. Επιπλέον, προσφέρει τη δυνατότητα επιστροφής στο καλάθι, εάν ο χρήστης θέλει να τροποποιήσει την παραγγελία του πριν την ολοκληρώσει.

Δομή και Λειτουργίες:

1. **Μεταφορά Δεδομένων:** Το script διασφαλίζει ότι η συνολική τιμή που εμφανίζεται στο CartPanel μεταφέρεται και προβάλλεται σωστά στο CheckoutPanel. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύνδεση των δύο panels και την αντιγραφή της τιμής από το CartPanel.
2. **Εναλλαγή Panels:** Το CheckoutManager περιλαμβάνει δύο κύριες μεθόδους:
 - ShowCheckoutPanel(): Κρύβει το CartPanel και εμφανίζει το CheckoutPanel. Παράλληλα, ενημερώνει το CheckoutPanel με την τελευταία συνολική τιμή του καλαθιού.
 - BackToCartPanel(): Επιστρέφει τον χρήστη στο CartPanel από το CheckoutPanel, διατηρώντας την ακεραιότητα των δεδομένων.
3. **Απλότητα Ενσωμάτωσης:** Το script χρησιμοποιεί βασικές αναφορές στα UI στοιχεία, όπως TMP_Text για την εμφάνιση της συνολικής τιμής και τα panels για την εναλλαγή τους. Αυτό καθιστά το CheckoutManager εύκολο στη χρήση και την επέκταση.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής

- Ενημέρωση Δεδομένων: Η συνολική τιμή του καλαθιού διατηρείται συγχρονισμένη μεταξύ των δύο panels, εξαλείφοντας πιθανά λάθη ή ασυνέπειες.
- Διαχείριση Panels: Εξασφαλίζει ότι μόνο ένα panel είναι ενεργό κάθε φορά, παρέχοντας μια καθαρή και οργανωμένη εμπειρία πλοήγησης στον χρήστη.
- Απλότητα στην Υλοποίηση: Ο λιτός και οργανωμένος κώδικας διευκολύνει την τροποποίηση ή την επέκταση της λειτουργικότητας, όπως την προσθήκη νέων χαρακτηριστικών στο CheckoutPanel.

Παράδειγμα Χρήσης:

Όταν ο χρήστης προσθέτει προϊόντα στο καλάθι του και αποφασίζει να προχωρήσει στην ολοκλήρωση της αγοράς, το CheckoutManager:

1. Ενεργοποιεί το CheckoutPanel και εμφανίζει τη συνολική τιμή που προκύπτει από τα προϊόντα στο καλάθι.
2. Επιτρέπει στον χρήστη να επιστρέψει στο CartPanel, εάν χρειάζεται να αλλάξει ή να αφαιρέσει προϊόντα.
3. Εξασφαλίζει ότι όλα τα δεδομένα είναι συνεπή και σωστά σε κάθε στάδιο της διαδικασίας.

S

5.4.6 AssignData

Το AssignData είναι ένα κρίσιμο script στην εφαρμογή που έχει ως στόχο τη διασύνδεση των προϊόντων με τα αντίστοιχα δεδομένα τους και την ενεργοποίηση της δυνατότητας αλληλεπίδρασης με αυτά. Αποτελεί τη γέφυρα μεταξύ των δυναμικά δημιουργούμενων UI στοιχείων (όπως τα προϊόντα που εμφανίζονται στον κατάλογο) και των λεπτομερειών που σχετίζονται με αυτά, όπως η περιγραφή, η τιμή και οι εικόνες τους.

Σκοπός και Ρόλος:

Ο βασικός σκοπός του AssignData είναι η αντιστοίχιση ενός προϊόντος με το UI στοιχείο που το αντιπροσωπεύει και η παροχή της δυνατότητας να εμφανίζονται οι λεπτομέρειες του προϊόντος όταν ο χρήστης αλληλεπιδρά με αυτό. Με άλλα λόγια, διασφαλίζει ότι κάθε κουμπί ή στοιχείο που σχετίζεται με ένα προϊόν περιέχει τις κατάλληλες πληροφορίες και ενεργοποιεί τις απαραίτητες ενέργειες, όπως την εμφάνιση του DetailsPanel.

Δομή και Λειτουργίες:

1. Αποθήκευση Προϊόντος: Το script περιλαμβάνει μια ιδιότητα τύπου Product, η οποία αποθηκεύει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες του προϊόντος, όπως το όνομα, την τιμή, την περιγραφή και την εικόνα του.
2. Ορισμός Προϊόντος:
 - Η μέθοδος SetProduct(Product productData) επιτρέπει την ανάθεση ενός αντικειμένου τύπου Product στο συγκεκριμένο prefab.

Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής

- Αυτή η μέθοδος καλείται κατά τη δυναμική δημιουργία των UI στοιχείων του καταλόγου προϊόντων.
- 3. Αντίδραση σε Κλικ:
 - Η μέθοδος `OnPointerClick(PointerEventData eventData)` ενεργοποιείται όταν ο χρήστης πατήσει σε ένα προϊόν.
 - Ελέγχει αν έχει οριστεί κάποιο προϊόν και αν ναι, καλεί τη μέθοδο `ShowDetails()` του `CatalogManager`, εμφανίζοντας τις λεπτομέρειες του προϊόντος στο αντίστοιχο panel.
- 4. Αντιμετώπιση Σφαλμάτων:
 - Περιλαμβάνει μηχανισμούς ελέγχου για να διασφαλίσει ότι η αναφορά στο προϊόν δεν είναι κενή.
 - Εμφανίζει κατάλληλα μηνύματα σφάλματος αν δεν έχει γίνει σωστή ανάθεση προϊόντος.

Ρόλος στην Εφαρμογή:

Το `AssignData` διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη δυναμική λειτουργία του καταλόγου προϊόντων. Όταν ο κατάλογος φορτώνεται, κάθε στοιχείο του (π.χ., ένα κουμπί προϊόντος) λαμβάνει το κατάλληλο αντικείμενο `Product` μέσω του `SetProduct`. Αυτό επιτρέπει την αλληλεπίδραση του χρήστη με κάθε προϊόν ξεχωριστά, οδηγώντας στην εμφάνιση των λεπτομερειών του.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- **Απλή Υλοποίηση:** Το script είναι μικρό και αποδοτικό, καθιστώντας το εύκολο στη συντήρηση και επέκταση.
- **Αλληλεπίδραση με τον Κατάλογο:** Λειτουργεί άψογα σε συνεργασία με το `CatalogManager`, αξιοποιώντας τη μέθοδο `ShowDetails()` για την εμφάνιση των λεπτομερειών του προϊόντος.
- **Διαχείριση Δεδομένων:** Εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα του προϊόντος συνδέονται σωστά με τα δυναμικά δημιουργούμενα UI στοιχεία.

Παράδειγμα Χρήσης:

Κατά τη δημιουργία του καταλόγου προϊόντων, κάθε prefab αντιστοιχίζεται σε ένα προϊόν μέσω του `SetProduct`. Όταν ο χρήστης πατήσει στο prefab, το `AssignData`:

1. Ελέγχει αν το προϊόν έχει ανατεθεί.
2. Καλεί τη μέθοδο `ShowDetails()` του `**CatalogManager``, προβάλλοντας το `DetailsPanel` με τις πληροφορίες του προϊόντος.

Οφέλη και Χρήση:

Η χρήση του `AssignData` προσφέρει:

Αποτελεσματική Διαχείριση Δεδομένων: Επιτρέπει τη διαχείριση μεγάλου αριθμού προϊόντων με ελάχιστη προσπάθεια.

- **Οργανωμένο Κώδικα:** Η διατήρηση της λογικής παρουσίασης σε ξεχωριστό script κάνει τον κώδικα πιο ευανάγνωστο.
- **Ευκολία στην Επέκταση:** Νέες λειτουργίες, όπως η προσθήκη περισσότερων πληροφοριών, μπορούν να ενσωματωθούν χωρίς να επηρεαστεί η υπάρχουσα λειτουργικότητα.

5.4.7 ARObjectPlacer

Το ARObjectPlacer αποτελεί έναν θεμελιώδη πυλώνα της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που αναπτύχθηκε για την πτυχιακή εργασία. Ο σκοπός του script είναι η διαχείριση βασικών λειτουργιών, όπως η τοποθέτηση, η περιστροφή και η κλιμάκωση εικονικών αντικειμένων στον φυσικό χώρο, μέσω του AR Foundation της Unity. Ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή των δυνατοτήτων και της σημασίας του.

Περιγραφή του Script

1. Τοποθέτηση Αντικειμένων στον Χώρο

- Το script αξιοποιεί το ARRaycastManager, ένα από τα βασικά εργαλεία του AR Foundation, για τον εντοπισμό επιπέδων επιφανειών στον φυσικό χώρο.
- Όταν ο χρήστης αγγίζει την οθόνη, το script εντοπίζει την επιλεγμένη επιφάνεια και τοποθετεί το αντικείμενο στη σωστή θέση. Αν υπάρχει ήδη ένα αντικείμενο, το script το μετακινεί στη νέα θέση.
- Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη ρεαλιστική απεικόνιση επίπλων ή άλλων αντικειμένων σε ένα πραγματικό περιβάλλον.

2. Κλιμάκωση Αντικειμένων (Pinch-to-Zoom)

- Το script περιλαμβάνει έναν μηχανισμό διπλής αφής (pinch gesture), που επιτρέπει στους χρήστες να αυξομειώνουν το μέγεθος των αντικειμένων.
- Ο υπολογισμός της απόστασης μεταξύ των δακτύλων του χρήστη χρησιμοποιείται για την προσαρμογή του μεγέθους του αντικειμένου.
- Υπάρχουν συγκεκριμένα όρια για το μέγεθος, ώστε να αποφεύγονται μη ρεαλιστικές αλλαγές, με ελάχιστο το 10% και μέγιστο το 300% του αρχικού μεγέθους.

3. Περιστροφή Αντικειμένων

- Η περιστροφή γίνεται μέσω ενός slider στο περιβάλλον χρήστη (UI). Οι χρήστες μπορούν να περιστρέψουν το αντικείμενο γύρω από τον άξονα Y, επιτυγχάνοντας καλύτερη τοποθέτηση και προσαρμογή.

Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής

- ο Το slider συνδέεται με μια μέθοδο που εφαρμόζει τη γωνία περιστροφής στο αντικείμενο, διασφαλίζοντας τη δυναμική αλληλεπίδραση.
4. Ασφαλείς Ενέργειες και Έλεγχοι
- ο Το script περιλαμβάνει διασφαλίσεις, όπως μηνύματα σφάλματος όταν δεν έχει επιλεγεί αντικείμενο προς τοποθέτηση. Έτσι, εξασφαλίζεται η σταθερότητα της εφαρμογής σε περίπτωση που λείπουν βασικά δεδομένα.

Λειτουργικότητα και Εφαρμογές

Το ARObjectPlacer ενσωματώνει τρεις βασικές λειτουργίες:

- **Εύκολη Τοποθέτηση:** Επιτρέπει στους χρήστες να βλέπουν και να τοποθετούν αντικείμενα σε πραγματικό περιβάλλον με μεγάλη ακρίβεια.
- **Προσαρμογή Αντικειμένων:** Με τις δυνατότητες περιστροφής και κλιμάκωσης, οι χρήστες μπορούν να τροποποιήσουν τα αντικείμενα ώστε να ταιριάζουν στις ανάγκες τους.
- **Φιλικότητα Χρήστη:** Οι χειρονομίες (gestures) και τα στοιχεία UI παρέχουν μια εύκολη και διαδραστική εμπειρία.

5.4.8 ARSceneManager

Το ARSceneManager αποτελεί ένα βασικό script της εφαρμογής, σχεδιασμένο για τη διαχείριση των μεταβάσεων μεταξύ της σκηνής επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και άλλων σκηνών στην εφαρμογή, όπως η αρχική σκηνή ή το DetailsPanel. Εστιάζει στη διατήρηση της συνέχειας της εμπειρίας χρήστη, επιτρέποντας ομαλές μεταβάσεις που διατηρούν το πλαίσιο της τρέχουσας ενέργειας του χρήστη.

Σκοπός και Ρόλος:

Ο κύριος σκοπός του ARSceneManager είναι η διευκόλυνση της πλοήγησης μεταξύ της AR σκηνής και άλλων λειτουργιών της εφαρμογής. Ενσωματώνεται σε κουμπιά επιστροφής ή μετάβασης και επιτρέπει:

1. **Επιστροφή στο κατάλληλο panel:** Όταν ο χρήστης επιστρέφει από τη σκηνή AR, το script εξασφαλίζει ότι μεταφέρεται στο σωστό σημείο (π.χ. στο DetailsPanel του προϊόντος που εξετάστηκε).
2. **Απλότητα και ευελιξία:** Με τη χρήση της Unity SceneManager API, παρέχει έναν απλό τρόπο αλλαγής σκηνών, με έμφαση στη συνέπεια των δεδομένων.

Δομή και Λειτουργίες:

Κεφάλαιο 5: Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογής

1. Μετάβαση στη σκηνή AR: Όταν ο χρήστης επιλέγει την προβολή ενός προϊόντος σε AR μέσω του View in AR κουμπιού, το ARSceneManager χρησιμοποιεί το SceneManager.LoadScene() για να φορτώσει τη σκηνή AR. Παράλληλα, αποθηκεύει δεδομένα όπως το prefab του επιλεγμένου προϊόντος μέσω του CatalogManager.
2. Επιστροφή στη σκηνή HomePanel:
 - Επιστρέφει το χρήστη από το ARScene στο HomePanel.
3. Διαχείριση Prefabs:
 - Το script ενσωματώνεται με το CatalogManager ώστε να διασφαλιστεί ότι το σωστό προϊόν (prefab) φορτώνεται στη σκηνή AR.
 - Αυτό διασφαλίζει ότι ο χρήστης μπορεί να δει και να αλληλεπιδράσει με το προϊόν που επιλέχθηκε.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά:

- Scene Transitions: Χρησιμοποιεί τη μέθοδο SceneManager.LoadScene() της Unity για τη διαχείριση των σκηνών.
- Ενσωμάτωση με CatalogManager: Λειτουργεί παράλληλα με το CatalogManager για τη διαχείριση δεδομένων που σχετίζονται με τα προϊόντα, όπως το prefab του επιλεγμένου αντικειμένου.
- Αποθήκευση Κατάστασης: Το ARSceneManager μπορεί να αποθηκεύσει την τρέχουσα κατάσταση του χρήστη (π.χ. το ενεργό panel) για τη διατήρηση της συνέχειας μετά την επιστροφή από τη σκηνή AR.

Παράδειγμα Χρήσης:

Όταν ο χρήστης πατά το κουμπί Back στη σκηνή AR:

1. Το ARSceneManager εντοπίζει ποια ήταν η τελευταία ενεργή σκηνή ή panel.
2. Φορτώνει τη σωστή σκηνή, π.χ., το DetailsPanel με τα δεδομένα του προϊόντος που εξεταζόταν.Συνολική Αξία:

5.4.9 SimpleBottomNavigation

Το script SimpleBottomNavigation έχει ως κύριο σκοπό τη διαχείριση ενός συστήματος πλοήγησης στο κάτω μέρος της οθόνης (bottom navigation), το οποίο είναι κοινό χαρακτηριστικό σε

πολλές εφαρμογές κινητών. Το script επιτρέπει την εναλλαγή μεταξύ διαφορετικών panels στο UI, καθώς και την ενημέρωση των εικονιδίων πλοήγησης, ώστε να δείχνουν ποιο panel είναι ενεργό. Ακολουθεί μια λεπτομερής περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του .

Περιγραφή του Script:

1. Κλάση NavigationItem

- Το script χρησιμοποιεί την εσωτερική κλάση NavigationItem για να αποθηκεύσει πληροφορίες σχετικά με κάθε στοιχείο πλοήγησης. Κάθε στοιχείο περιλαμβάνει:
 - Το κουμπί (button): Το στοιχείο του UI που ο χρήστης πατάει για να επιλέξει ένα panel.
 - Το panel: Το panel που αντιστοιχεί σε αυτό το κουμπί και ενεργοποιείται/απενεργοποιείται ανάλογα.
 - Εικόνες κατάστασης: Η εικόνα που εμφανίζεται όταν το στοιχείο είναι ενεργό (activeIcon) και η εικόνα που εμφανίζεται όταν είναι ανενεργό (inactiveIcon).

2. Start

- Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, το script καλεί τη μέθοδο ActivatePanel(0) για να ενεργοποιήσει το πρώτο στοιχείο πλοήγησης (συνήθως το default panel). Αυτό εξασφαλίζει ότι η εφαρμογή ξεκινά με την σωστή αρχική κατάσταση.

3. Μέθοδος ActivatePanel

- Η μέθοδος αυτή είναι η καρδιά του script και διαχειρίζεται την εναλλαγή μεταξύ των panels.
- Ελέγχει όλα τα στοιχεία πλοήγησης που είναι αποθηκευμένα στο array navigationItems. Για κάθε στοιχείο:
 - Ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί το αντίστοιχο panel, ανάλογα με το αν είναι το επιλεγμένο (ενεργό) ή όχι.
 - Εναλλάσσει τις εικόνες κατάστασης (active/inactive) για να ενημερώσει οπτικά τον χρήστη.

4. Δυναμική Διαχείριση

- Το script είναι σχεδιασμένο με ευελιξία, ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα σε διαφορετικά UI layouts. Απλά απαιτεί τον ορισμό των navigationItems μέσω του Unity Inspector.

Λειτουργικότητα και Χρήση:

Το SimpleBottomNavigation είναι ιδανικό για την υλοποίηση ενός απλού και φιλικού προς τον χρήστη συστήματος πλοήγησης. Μερικά από τα πλεονεκτήματά του περιλαμβάνουν:

- Οπτική Ανατροφοδότηση: Με την αλλαγή των εικόνων κατάστασης (active/inactive), ο χρήστης μπορεί να δει άμεσα ποιο panel είναι ενεργό.

- Οργανωμένο UI: Διαχειρίζεται με συνέπεια τα panels και τα κουμπιά, βελτιώνοντας την εμπειρία χρήστη.
- Ευκολία Επεξεργασίας: Οποιαδήποτε αλλαγή μπορεί να γίνει εύκολα μέσω του Unity Inspector, χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στον κώδικα.

Κεφάλαιο 6: Προκλήσεις ασφάλειας και απορρήτου σε εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας

6.1 Εισαγωγή

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) έχει εξελιχθεί γρήγορα από ένα εκκολλημένο ερευνητικό θέμα σε μια ευρέως υιοθετημένη τεχνολογία σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένου του λιανικού εμπορίου, της εκπαίδευσης και της υγειονομικής περίθαλψης. Καθώς τα συστήματα AR ενσωματώνουν περιεχόμενο που δημιουργείται από υπολογιστή στον πραγματικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο, εμπεριέχουν εγγενώς τη λήψη, την επεξεργασία και τη μετάδοση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα που συχνά περιλαμβάνουν πληροφορίες βίντεο, ήχου και αισθητήρων από το άμεσο περιβάλλον του χρήστη εγείρουν σημαντικές ανησυχίες για την ασφάλεια και το απόρρητο. Στο πλαίσιο των εφαρμογών AR, όπως αυτές που έχουν σχεδιαστεί για λιανική πώληση επίπλων, όπου οι χρήστες μπορούν να καταγράψουν εικόνες από τους προσωπικούς τους χώρους, αυτά τα ζητήματα γίνονται ακόμη πιο κρίσιμα.

Αυτό το κεφάλαιο στοχεύει να παρέχει μια ολοκληρωμένη ανάλυση των προκλήσεων ασφάλειας και απορρήτου που σχετίζονται με τις εφαρμογές AR. Ξεκινάμε προβλήματα απορρήτου στα συστήματα AR και VR και τους κινδύνους που προκύπτουν. Στη συνέχεια εξετάζουμε κατά πόσο κρίσιμη σημασία της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο. Τέλος, εξετάζουμε την ασφάλεια και ιδιωτικότητα στην ΕΠ (Επαυξημένη Πραγματικότητα). Με αυτόν τον τρόπο, ενσωματώνουμε άμεσες παραθέσεις από θεμελιώδεις εργασίες και αξιόπιστες πηγές για να υποστηρίξουμε την ανάλυσή μας.

6.2 Προβλήματα απορρήτου στην AR/VR

Η ιδιωτικότητα αποτελεί μία από τις κύριες ανησυχίες της επερχόμενης δεκαετίας, καταλαμβάνοντας την τρίτη θέση στις προβληματισμούς των καταναλωτών. Παραβιάσεις και διαρροές δεδομένων βρίσκονται συνεχώς στο επίκεντρο των ειδήσεων, με εταιρείες όπως το Facebook και η Amazon να αποκαλύπτονται για υπερβολική συλλογή δεδομένων. Δεδομένης της εκτεταμένης

παρακολούθησης ατόμων από εταιρικούς και κυβερνητικούς φορείς, υπάρχουν φόβοι ότι οι σύγχρονες τεχνολογίες που τροφοδοτούν αυτά τα συστήματα μπορούν να αχρηστευθούν ή να κακοποιηθούν περαιτέρω. Τα υφιστάμενα πλαίσια αδυνατούν να ανταποκριθούν σε πολλές από αυτές τις ανησυχίες των καταναλωτών, ενώ ακόμη και το νομικό πλαίσιο απαιτεί περαιτέρω επεξεργασία για τον καλύτερο έλεγχο της διαχείρισης δεδομένων. Σε αυτή την ενότητα, διερευνούμε τα τρέχοντα βιομηχανικά πρότυπα, τα πλαίσια και τις προκλήσεις μίας από τις σημαντικότερες τεχνολογικές τάσεις σήμερα, την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR). Η αναμενόμενη διαδεδομένη χρήση εφαρμογών AR καθιστά απαραίτητη τη διεξοδική μελέτη όχι μόνο της ασφάλειάς τους, αλλά και των αναμενόμενων προκλήσεων για τους χρήστες.

Ο τομέας της ιδιωτικότητας είναι σχετικά νέος και έχει υποστεί σημαντικές εξελίξεις την τελευταία δεκαετία. Οι καταναλωτές γίνονται περισσότερο ενημερωμένοι από ποτέ ότι οι ίδιοι αποτελούν το "προϊόν" και ότι οι πληροφορίες τους έχουν σημαντική οικονομική αξία για τις εταιρείες. Καταχρηστικές πρακτικές και ανειλικρινείς απολογίες έχουν εντείνει την δυσανεμία του κοινού, ενισχύοντας περαιτέρω το ζήτημα. Παραβιάσεις δεδομένων, εκροές πληροφοριών πιστωτικών καρτών, παραβιάσεις του ΗΡΑΑ και διαρροές Προσωπικών Αναγνωρίσιμων Πληροφοριών (ΠΠ) έχουν τραβήξει την προσοχή των μέσων, επιδεινώνοντας την κατάσταση. Μόλις το 2019 εμφανίστηκε το πρώτο κυβερνητικά υποστηριζόμενο πλαίσιο προστασίας καταναλωτικών δεδομένων: η επέκταση ISO 27701:2019 των προτύπων ISO/IEC 27001 και ISO/IEC 27002, που αποτελεί το πρώτο ολοκληρωμένο δημόσια διαθέσιμο πλαίσιο ιδιωτικότητας. Τα πλαίσια, σε αντίθεση με τους κανονισμούς, αποτελούν κατευθυντήριες γραμμές για την υποστήριξη οργανισμών στη βελτίωση της διαχείρισης πληροφοριών[62]

Η Κρίσιμη Σημασία της Ασφάλειας στον Κυβερνοχώρο

Κοινωνίες και κυβερνήσεις έχουν καταστήσει σαφές ότι η εμπιστευτικότητα θα γίνει μία από τις κύριες ανησυχίες της επόμενης δεκαετίας. Η χρηματοδότηση της κυβερνοασφάλειας στον ιδιωτικό τομέα έχει ήδη ξεπεράσει τα εκατό δισεκατομμύρια δολάρια και προβλέπεται να φτάσει σε αγορά τρισεκατομμυρίων δολαρίων έως το 2021 . Με ρυθμό ανάπτυξης 12-15% την τελευταία δεκαετία, πιθανότατα θα ξεπεράσει πολλούς παλιότερους κλάδους στα επόμενα χρόνια . Αναμενόμενα, η κυβέρνηση των ΗΠΑ προηγείται σε δαπάνες κυβερνοασφάλειας, με 17 δισεκατομμύρια δολάρια μόνο το 2017.

Αντιμέτωπη με αυτή την ανάπτυξη βρίσκεται η εκρηκτικά αυξανόμενη βιομηχανία του κυβερνοεγκλήματος. Με εκτιμώμενες ζημιές 3 τρισεκατομμύρια δολάρια το 2019 και προβλεπόμενα 6 τρισεκατομμύρια το 2021 , το κυβερνοέγκλημα παράγει περισσότερα χρήματα από την πέμπτη μεγαλύτερη οικονομία του κόσμου, την Ινδία. Ως πρωτοπόροι νέων τεχνολογιών, οι προγραμματιστές και κατασκευαστές θα πρέπει να ερευνήσουν αρχιτεκτονικές και φιλοσοφίες σχεδιασμού για να αντιμετωπίσουν τους κινδύνους συλλογής δεδομένων ή εισβολής σε τεχνολογίες όπως η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR).[63]

Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα στην ΕΠ (Επαυξημένη Πραγματικότητα)

Παρόλο που οι αναδυόμενες τεχνολογίες ΕΠ δείχνουν μεγάλες δυνατότητες, η επιστημονική κοινότητα της πληροφορικής ασφάλειας και ιδιωτικότητας έχει αρχίσει να εντοπίζει και να αντιμετωπίζει σοβαρούς κινδύνους ασφάλειας, ιδιωτικότητας και ασφάλειας που εισάγουν . Πολλές από αυτές τις προσπάθειες εστιάζουν στους κινδύνους που μπορεί να αντιμετωπίσουν μεμονωμένοι χρήστες ΕΠ από κακόβουλες ή ελαττωματικές εφαρμογές στις δικές τους συσκευές. Για παράδειγμα,

μερικές ασχολούνται με την ιδιωτικότητα εισόδου (input privacy) την πρόληψη της διαρροής ευαίσθητων δεδομένων αισθητήρων (π.χ., εικόνες προσώπων ή ευαίσθητα έγγραφα) σε μη έμπιστες εφαρμογές. Άλλες εξετάζουν την ασφάλεια εξόδου (output security) την πρόληψη εμφάνισης ανεπιθύμητου ή επιβλαβούς περιεχομένου από εφαρμογές (π.χ., εικονικά αντικείμενα που αιφνιδιάζουν τον χρήστη ή εμποδίζουν την όρασή του στον φυσικό κόσμο). Προηγούμενες εργασίες έχουν επίσης επιδιώξει να κατανοήσουν και να μετριάσουν τους κινδύνους ιδιωτικότητας που μπορεί να αντιμετωπίσουν παρευρισκόμενοι (bystanders) λόγω μη συναινετικών εγγραφών από τις συσκευές γειτονικών χρηστών ΕΠ. [63]

Αυτές οι τεχνολογίες συλλέγουν και επεξεργάζονται τεράστιους όγκους προσωπικών και ευαίσθητων δεδομένων, δημιουργώντας ιδιαίτερες προκλήσεις που απαιτούν προσεκτική αντιμετώπιση:

Συλλογή Ευαίσθητων Δεδομένων: Τα VR και AR μπορούν να καταγράφουν δεδομένα που υπερβαίνουν τις δυνατότητες παραδοσιακών πλατφορμών. Περιλαμβάνουν βιομετρικές πληροφορίες όπως κινήσεις ματιών, εκφράσεις προσώπου, φωνητικά μοτίβα, ακόμη και καρδιακό ρυθμό, καθώς και δεδομένα γεωγραφικής θέσης, προτιμήσεων και τρόπων αλληλεπίδρασης. Παρόλο που αυτά τα δεδομένα είναι ζωτικής σημασίας για την εξατομίκευση της εμπειρίας, ταυτόχρονα εγκυμονούν σοβαρούς κινδύνους για την ιδιωτικότητα εάν δεν διαχειριστούν σωστά.

Πρότυπα Ασφαλείας και Πρωτόκολλα Ιδιωτικότητας: Η ανάπτυξη και η τήρηση ισχυρών προτύπων ασφαλείας είναι θεμελιώδης για την προστασία των χρηστών. Αυτό συμπεριλαμβάνει κρυπτογράφηση δεδομένων, ασφαλή αποθήκευση και την εφαρμογή αυστηρών πρωτοκόλλων ιδιωτικότητας. Παράλληλα, οι πολιτικές ιδιωτικότητας πρέπει να είναι διαφανείς και προσιτές, δίνοντας στους χρήστες έλεγχο πάνω στα δεδομένα τους.

Νομική Συμμόρφωση & Ηθική Διάσταση: Οι εταιρείες οφείλουν όχι μόνο να συμμορφώνονται με τους ισχύοντες κανονισμούς ιδιωτικότητας, αλλά και να υιοθετήσουν μια προληπτική και ηθική προσέγγιση στη διαχείριση δεδομένων. Αυτό συνεπάγεται την υπέρβαση των νομικών απαιτήσεων για την προστασία της ιδιωτικότητας, λαμβάνοντας υπόψη τις ηθικές επιπτώσεις της συλλογής ευαίσθητων δεδομένων.

Προκλήσεις στη Λήψη Ενημερωμένης Συναίνεσης: Η διασφάλιση γνησίας και ενημερωμένης συγκατάθεσης για τη συλλογή δεδομένων σε VR/AR αποτελεί σημαντική πρόκληση. Οι χρήστες πρέπει να κατανοούν ξεκάθαρα τι δεδομένα συλλέγονται, πώς θα χρησιμοποιηθούν και ποιος έλεγχος διαθέτουν. Αυτό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο λόγω του βαθμού εμπύθισης και της προσωπικής φύσης των δεδομένων σε αυτά τα περιβάλλοντα.

Πρόληψη Κατάχρησης & Παραβιάσεων: Ο κίνδυνος κατάχρησης των ευαίσθητων δεδομένων μέσω VR/AR είναι συνεχής ανησυχία. Η αντιμετώπισή του απαιτεί όχι μόνο τεχνικά μέτρα ασφαλείας, αλλά και εταιρικές πολιτικές και διαδικασίες ανταπόκρισης σε περιπτώσεις διαρροής. Η προετοιμασία και η μετρίαση αυτών των κινδύνων είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης των χρηστών. [64]

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) παρουσιάζει ευκαιρίες και κινδύνους, ιδιαίτερα όσον αφορά την ασφάλεια και το απόρρητο. Ενώ το AR ενισχύει την αλληλεπίδραση των χρηστών με τον πραγματικό κόσμο μέσω καθηλωτικών επικαλύψεων, εισάγει επίσης τρωτά σημεία που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Οι απειλές ασφαλείας, όπως κακόβουλες επικαλύψεις AR, παραβιάσεις δεδομένων, μη εξουσιοδοτημένη παρακολούθηση και επιθέσεις κοινωνικής μηχανικής υπογραμμίζουν την ανάγκη για ισχυρή κρυπτογράφηση, έλεγχο πρόσβασης και ευαισθητοποίηση των χρηστών. Οι ανησυχίες σχετικά με το απόρρητο είναι επίσης σημαντικές, καθώς οι εφαρμογές AR συχνά συλλέγουν βιομετρικά

δεδομένα, γεωγραφική τοποθεσία και αναλύσεις συμπεριφοράς των χρηστών, αυξάνοντας ηθικές και νομικές επιπτώσεις. Η ταχεία υιοθέτηση του AR σε διάφορους τομείς υγειονομική περίθαλψη, εκπαίδευση και εμπόριο απαιτεί μια προληπτική προσέγγιση στην ασφάλεια. Οι προγραμματιστές πρέπει να εφαρμόζουν αρχές απορρήτου ανά σχεδιασμό, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να θεσπίσουν ολοκληρωμένα νομικά πλαίσια και οι χρήστες πρέπει να εκπαιδεύονται για τους πιθανούς κινδύνους.

Επιπλέον, οι συνεργασίες μεταξύ εταιρειών AR και ειδικών στον τομέα της κυβερνοασφάλειας μπορούν να ενισχύσουν τα μέτρα ασφαλείας. Καθώς η τεχνολογία AR συνεχίζει να εξελίσσεται, είναι απαραίτητη η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ καινοτομίας, χρηστικότητα και προστασίας του απορρήτου. Το μέλλον του AR εξαρτάται από την εδραίωση εμπιστοσύνης μέσω της ασφάλειας, διασφαλίζοντας ότι οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με περιβάλλοντα AR με ασφάλεια και χωρίς φόβο εκμετάλλευσης.

Κεφάλαιο 7: Εύρεση και Επεξεργασία 3D Μοντέλων

7.1 Εισαγωγή στο CGTrader

Το CGTrader είναι μια από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες για την εύρεση, αγορά και πώληση 3D μοντέλων. Ιδρύθηκε το 2011 και έχει γίνει ένα από τα κύρια εργαλεία για επαγγελματίες και ερασιτέχνες που ασχολούνται με τη δημιουργία 3D γραφικών, ανάπτυξη παιχνιδιών, εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR). Η πλατφόρμα προσφέρει ένα ευρύ φάσμα 3D μοντέλων, από απλά αντικείμενα έως πολύπλοκα μοντέλα υψηλής ποιότητας, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, όπως η Unity για την ανάπτυξη εφαρμογών AR.[65]

Η λειτουργία του CGTrader βασίζεται σε μια απλή και αποτελεσματική διαδικασία. Οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν 3D μοντέλα ανά κατηγορία, ποιότητα, τιμή ή άδεια χρήσης. Η πλατφόρμα υποστηρίζει πολλές μορφές αρχείων, όπως FBX, OBJ, STL, και GLTF, οι οποίες είναι συμβατές με τα περισσότερα εργαλεία ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένης της Unity. Επιπλέον, το CGTrader προσφέρει τη δυνατότητα στους χρήστες να προβάλλουν προεπισκοπήσεις των μοντέλων, να διαβάσουν κριτικές και να συγκρίνουν τις τιμές πριν από την αγορά.

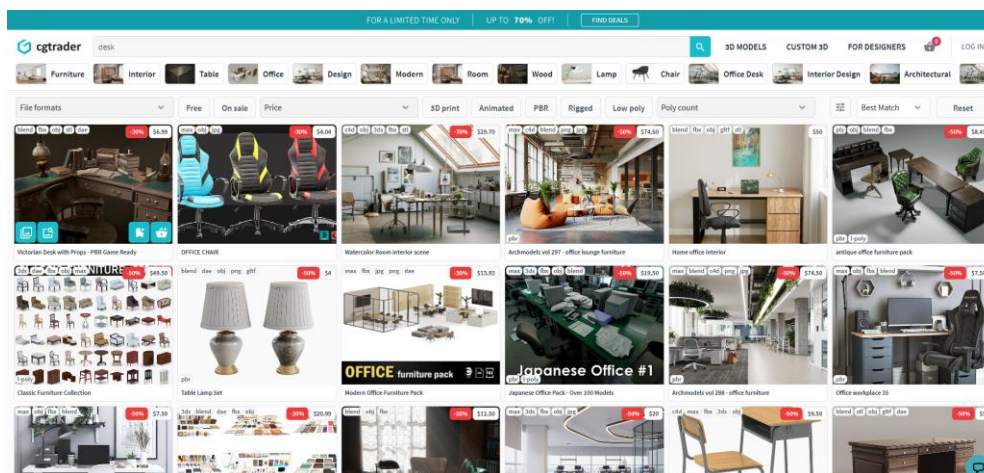
Για την εφαρμογή AR που αναπτύχθηκε, το CGTrader αποτέλεσε την κύρια πηγή 3D μοντέλων επίπλων. Η πλατφόρμα επιλέχθηκε λόγω της ευρείας ποικιλίας μοντέλων, της ευκολίας χρήσης και της δυνατότητας να βρεθούν μοντέλα υψηλής ποιότητας σε λογικές τιμές. Επιπλέον, η υποστήριξη για μορφές αρχείων που είναι συμβατές με την Unity έκανε το CGTrader την ιδανική επιλογή για την ανάπτυξη της εφαρμογής.

7.2 Εύρεση και Επιλογή 3D Μοντέλων

Η διαδικασία εύρεσης και επιλογής των 3D μοντέλων για την εφαρμογή AR ξεκίνησε με την αναζήτηση στο CGTrader. Η επιλογή των μοντέλων βασίστηκε σε πολλούς παράγοντες, όπως η ποιότητα, η συμβατότητα με την Unity, η τιμή και η άδεια χρήσης. Τα μοντέλα που επιλέχθηκαν έπρεπε να πληρούν συγκεκριμένες απαιτήσεις, όπως η δυνατότητα εύκολης εισαγωγής στην Unity, η ύπαρξη υλικών (materials) και υφών (textures), καθώς και η δυνατότητα βελτιστοποίησης για χρήση σε εφαρμογές AR.

Η αναζήτηση στο CGTrader πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά όπως "beds", "sofa", "chair", και "desk". Μετά την εύρεση των μοντέλων, έγινε μια προσεκτική επιλογή με βάση τα εξής κριτήρια:

1. Ποιότητα: Τα μοντέλα έπρεπε να έχουν υψηλή ποιότητα γραφικών και να είναι ρεαλιστικά.
2. Συμβατότητα: Τα μοντέλα έπρεπε να είναι σε μορφές αρχείων που υποστηρίζονται από την Unity, όπως FBX ή OBJ.
3. Βελτιστοποίηση: Τα μοντέλα έπρεπε να έχουν χαμηλό πολύγωνο (low-poly) για να μην επιβαρύνουν την απόδοση της εφαρμογής AR.
4. Άδεια Χρήσης: Τα μοντέλα έπρεπε να έχουν άδεια χρήσης που επιτρέπει τη χρήση τους σε εμπορικές εφαρμογές.



Εικόνα 14- Εύρεση των κατάλληλων 3d μοντέλων μέσω της ιστοσελίδας cgtrader.com.[66]

Μετά την επιλογή των μοντέλων, έγινε η αγορά και η λήψη τους. Τα μοντέλα εισήχθησαν στην Unity, όπου έγινε η τελική επεξεργασία και βελτιστοποίηση για χρήση στην εφαρμογή AR. Η επεξεργασία περιλάμβανε την προσαρμογή των υλικών και των υφών, τη μείωση του αριθμού των πολυγώνων (αν χρειαζόταν) και τη διασφάλιση ότι τα μοντέλα θα εμφανίζονταν σωστά στον χώρο του χρήστη μέσω της εφαρμογής AR.

Τα 3D μοντέλα που επιλέχθηκαν από το CGTrader περιλάμβαναν μια ποικιλία επίπλων, όπως καναπέδες, κρεβάτια, πολυθρόνες και καρέκλες. Αυτά τα μοντέλα ήταν απαραίτητα για την υλοποίηση της λειτουργικότητας της εφαρμογής, η οποία επέτρεπε στους χρήστες να τοποθετούν εικονικά έπιπλα στον πραγματικό χώρο τους και να τα προβάλλουν σε πραγματικό χρόνο μέσω της οθόνης της συσκευής τους.

Η επιλογή των μοντέλων από το CGTrader δεν ήταν μόνο μια πρακτική απόφαση, αλλά και μια στρατηγική. Η πλατφόρμα προσφέρει μια ευρεία γκάμα επιλογών, που επιτρέπει στους προγραμματιστές να βρουν ακριβώς αυτό που χρειάζονται για τις ανάγκες τους. Επιπλέον, η δυνατότητα προεπισκόπησης των μοντέλων και η ύπαρξη κριτικών από άλλους χρήστες βοήθησαν στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων.

Συνολικά, η χρήση του CGTrader για την εύρεση και επιλογή 3D μοντέλων αποτέλεσε ένα κρίσιμο βήμα στην ανάπτυξη της εφαρμογής AR. Η ποιότητα και η ποικιλία των μοντέλων που προσφέρει η πλατφόρμα, σε συνδυασμό με την ευκολία χρήσης και τη συμβατότητα με την Unity, έκαναν το CGTrader ένα απαραίτητο εργαλείο για την υλοποίηση του έργου.

7.3 Εισαγωγή και Βελτιστοποίηση Μοντέλων στο Unity

Η εισαγωγή και η βελτιστοποίηση των 3D μοντέλων στο Unity αποτέλεσε ένα από τα πιο σημαντικά βήματα στην ανάπτυξη της εφαρμογής AR. Αυτή η διαδικασία περιλάμβανε την εισαγωγή των μοντέλων, τη βελτιστοποίησή τους για καλύτερη απόδοση και τη δημιουργία prefabs για εύκολη χρήση σε διαφορετικές σκηνές.

Εισαγωγή Μοντέλων

Τα 3D μοντέλα που επιλέχθηκαν από το CGTrader εισήχθησαν στο Unity μέσω του Assets Folder. Η διαδικασία εισαγωγής ήταν απλή, καθώς η Unity υποστηρίζει πολλές μορφές αρχείων, όπως FBX, OBJ, και GLTF, οι οποίες είναι συμβατές με τα περισσότερα 3D μοντέλα. Μετά την εισαγωγή, τα μοντέλα εμφανίστηκαν στη σκηνή του Unity, όπου έγινε μια αρχική επιθεώρηση για να διαπιστωθεί ότι οι υφές (textures) και τα υλικά (materials) ήταν ανέπαφα.

Ωστόσο, κατά την εισαγωγή, αντιμετωπίστηκαν ορισμένα προβλήματα, όπως λείποντα υλικά ή υφές. Αυτά τα προβλήματα επιλύθηκαν με την επαναφορά των υφών από τους φακέλους των μοντέλων και την εφαρμογή νέων υλικών όπου χρειαζόταν. Η διαδικασία αυτή απαιτούσε προσοχή, καθώς η σωστή εμφάνιση των μοντέλων ήταν κρίσιμη για τη ρεαλιστική εμπειρία που προσφέρει η εφαρμογή AR.

Δημιουργία Prefabs

Δημιουργήθηκαν Prefabs για κάθε μοντέλο. Τα Prefabs είναι προκαθορισμένα αντικείμενα στο Unity που μπορούν να χρησιμοποιηθούν επανειλημμένα σε διαφορετικές σκηνές. Η δημιουργία Prefabs απλοποίησε τη διαδικασία ανάπτυξης, καθώς επέτρεψε την εύκολη εισαγωγή και διαχείριση των μοντέλων σε όλη την εφαρμογή.

Διαχείριση Materials και Shaders

Η διαχείριση των υλικών (materials) και των shaders ήταν ένα άλλο κρίσιμο βήμα στην ανάπτυξη της εφαρμογής. Τα υλικά και οι shaders καθορίζουν την εμφάνιση των μοντέλων, συμπεριλαμβανομένων των υφών, των αντανάκλασεων και των σκιάσεων.

Εφαρμογή Materials

Τα υλικά που ήρθαν με τα μοντέλα από το CGTrader χρησιμοποιήθηκαν ως βάση. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, δημιουργήθηκαν νέα υλικά στο Unity για να βελτιωθεί η εμφάνιση των επίπλων. Τα υλικά αυτά βασίστηκαν σε Standard Shaders ή Custom Shaders, οι οποίοι επιτρέπουν τη δημιουργία ρεαλιστικών εφέ, όπως αντανακλάσεις και σκιάσεις.

Αντιμετώπιση Προβλημάτων

Κατά τη διαδικασία εισαγωγής και βελτιστοποίησης των μοντέλων, αντιμετωπίστηκαν ορισμένα προβλήματα, τα οποία επιλύθηκαν με διάφορες μεθόδους:

1. Προβλήματα Εισαγωγής: Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα μοντέλα εισήχθησαν χωρίς τα υλικά ή τις υφές τους. Αυτό επιλύθηκε με την επαναφορά των υφών από τους φακέλους των μοντέλων και την εφαρμογή νέων υλικών.
2. Προβλήματα Απόδοσης: Ορισμένα μοντέλα είχαν υψηλή πολυπλοκότητα, γεγονός που επηρέαζε την απόδοση της εφαρμογής.

Η διαδικασία εύρεσης, εισαγωγής και βελτιστοποίησης των 3D μοντέλων αποτέλεσε ένα από τα πιο σημαντικά βήματα στην ανάπτυξη της εφαρμογής AR. Η χρήση του CGTrader για την εύρεση των μοντέλων, σε συνδυασμό με τις τεχνικές βελτιστοποίησης που εφαρμόστηκαν στο Unity, εξασφάλισε ότι η εφαρμογή λειτουργεί ομαλά και προσφέρει μια ρεαλιστική εμπειρία στους χρήστες. Παρά τις προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν κατά τη διαδικασία, οι λύσεις που εφαρμόστηκαν επέτρεψαν τη δημιουργία μιας εφαρμογής που πληροί τους στόχους της και προσφέρει μια καινοτόμο λύση στην αγορά επίπλων.

Κεφάλαιο 8: Αποτελέσματα

8.1 Αποτελέσματα Έρευνας

Η εφαρμογή που δημιουργήθηκε για την παρούσα εργασία έχει ως στόχο να αξιοποιήσει τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για τη βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη κατά την επιλογή επίπλων. Πρόκειται για μια εφαρμογή που επιτρέπει στον χρήστη να προβάλλει εικονικά αντικείμενα στον φυσικό του χώρο, χρησιμοποιώντας την κάμερα της συσκευής του, ώστε να δει πώς θα φαίνονται τα προϊόντα πριν την αγορά.

Η βασική ιδέα πίσω από την εφαρμογή είναι η διευκόλυνση των καταναλωτών να παίρνουν πιο ενημερωμένες αποφάσεις. Μέσω ενός εύχρηστου και καλαίσθητου περιβάλλοντος εργασίας, οι χρήστες μπορούν να περιηγηθούν σε κατηγορίες προϊόντων, όπως καρέκλες, γραφεία και καναπέδες και κρεβάτια και να επιλέξουν αντικείμενα που ταιριάζουν στις ανάγκες τους. Ο σχεδιασμός είναι απλός, αλλά αποτελεσματικός, καθώς εστιάζει στη διαδραστικότητα και την προσαρμογή στις απαιτήσεις του χρήστη.

Μία από τις βασικές λειτουργίες της εφαρμογής είναι η χρήση της τεχνολογίας AR για την τοποθέτηση εικονικών αντικειμένων στον χώρο. Το σύστημα αναγνωρίζει επίπεδες επιφάνειες, όπως δάπεδα, και επιτρέπει στον χρήστη να τοποθετήσει, να περιστρέψει και να αλλάξει το μέγεθος του αντικειμένου. Η κλιμάκωση και η σμίκρυνση των αντικειμένων επιτυγχάνονται με φυσικές χειρονομίες, όπως το pinch-to-zoom, επιτρέποντας στον χρήστη να μεγεθύνει ή να μειώσει το αντικείμενο ανάλογα με την κίνηση των δαχτύλων του, ενώ η περιστροφή των αντικειμένων γίνεται με τη χρήση ρυθμιστικού (slider).

Η εφαρμογή περιλαμβάνει διάφορες επιπλέον δυνατότητες, όπως τη δημιουργία λίστας αγαπημένων προϊόντων και τη διαχείριση καλαθιού αγορών. Οι χρήστες μπορούν να αποθηκεύσουν προϊόντα που τους ενδιαφέρουν, να δουν το συνολικό κόστος και να μεταβούν σε ένα πάνελ ολοκλήρωσης αγοράς. Όλα αυτά προσφέρονται σε ένα περιβάλλον εύχρηστο και οργανωμένο, που εξασφαλίζει μια ευχάριστη εμπειρία.

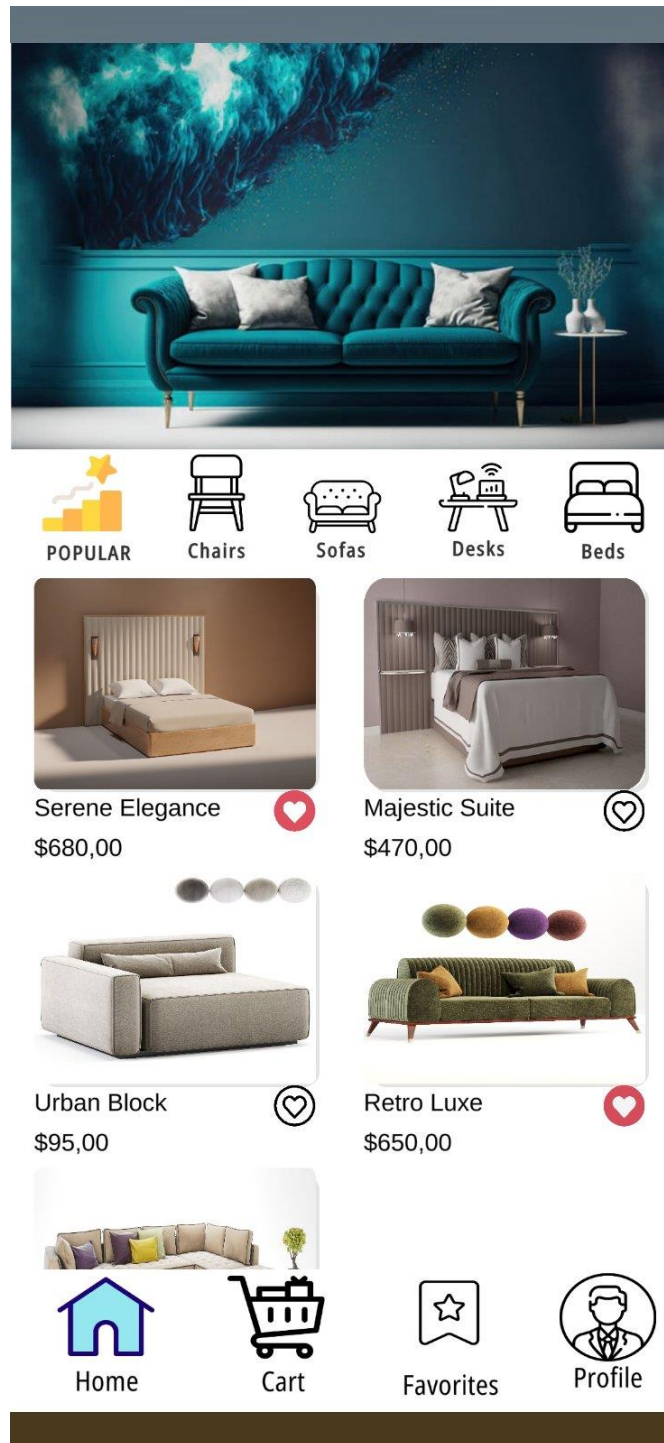
Η ανάπτυξη έγινε με τη χρήση του Unity και της βιβλιοθήκης AR Foundation, που παρέχουν τα απαραίτητα εργαλεία για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η C#, η οποία επιτρέπει την υλοποίηση δυναμικών λειτουργιών και τη διαχείριση δεδομένων, όπως η δυναμική φόρτωση του καταλόγου προϊόντων.

Συνολικά, η εφαρμογή στοχεύει να προσφέρει μια διαδραστική εμπειρία για τους καταναλωτές, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί μια σύγχρονη λύση για την προώθηση προϊόντων μέσω της τεχνολογίας AR. Η λειτουργικότητα, η χρηστικότητα και η ευκολία χρήσης καθιστούν την εφαρμογή ένα σημαντικό εργαλείο τόσο για τους χρήστες όσο και για τις επιχειρήσεις.

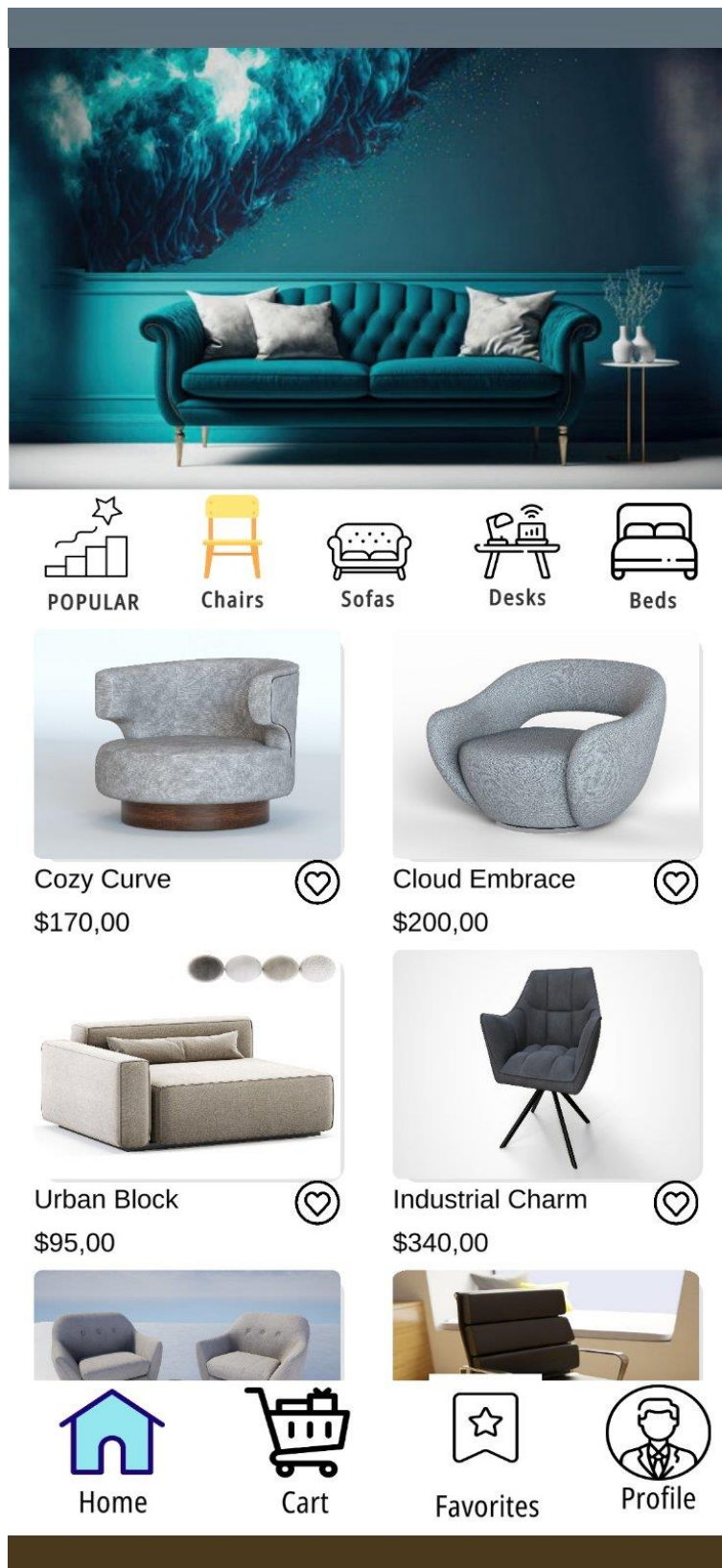
8.2 Τελική μορφή της εφαρμογής

Η τελική εφαρμογή έχει την ακόλουθη μορφή:

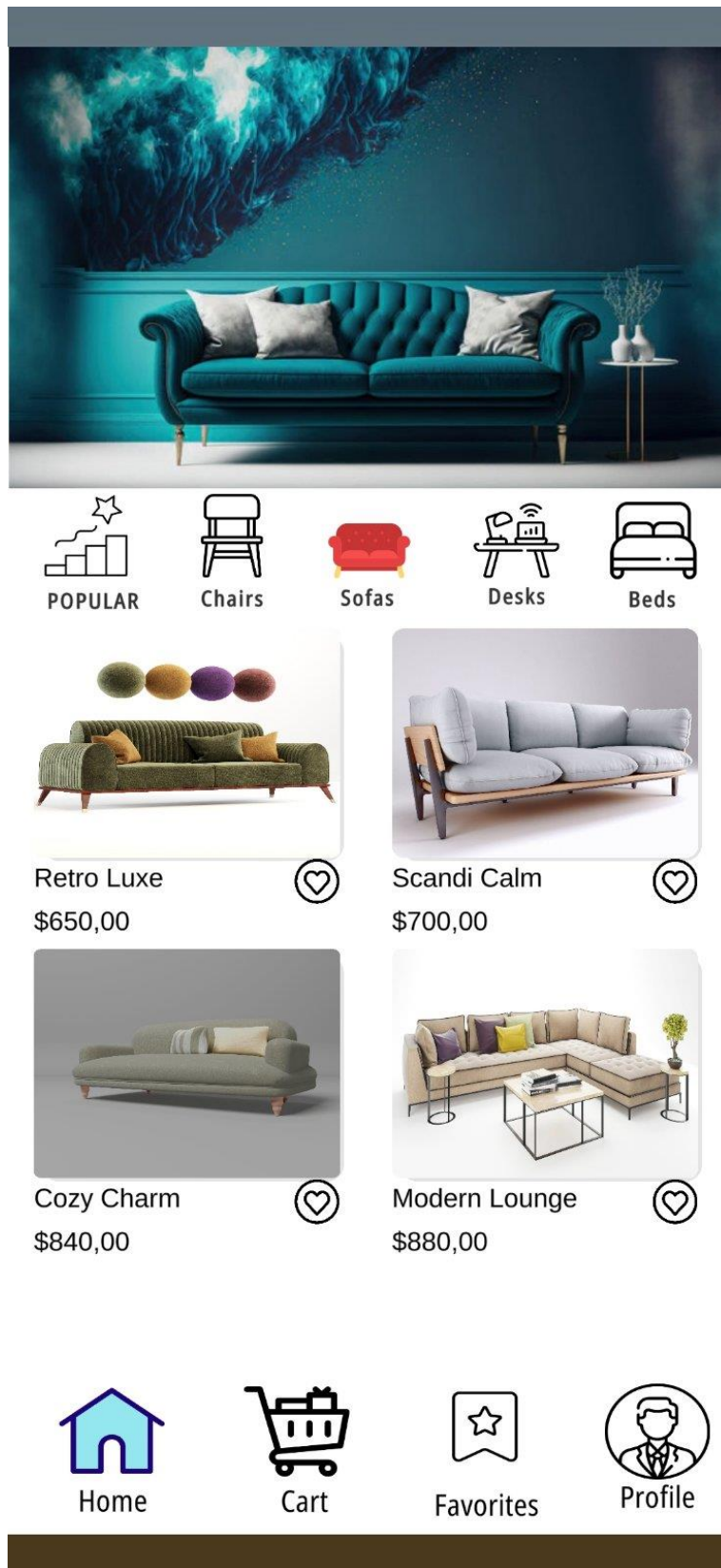
Κεφάλαιο 8: Αποτελέσματα



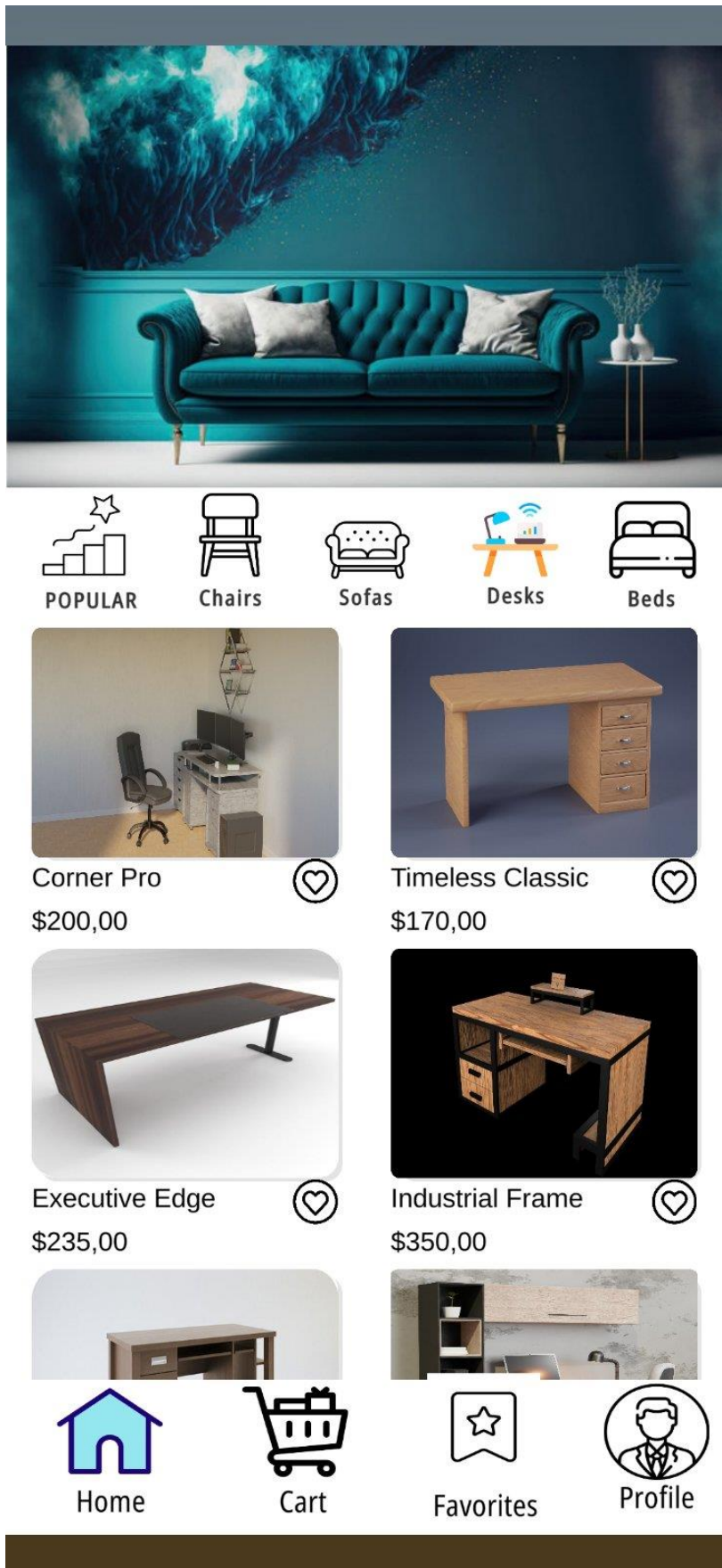
Στιγμιότυπο οθόνης 1: Η αρχική σελίδα της εφαρμογής με τα πιο δημοφιλή προϊόντα και με επιλεγμένα τα αγαπημένα.



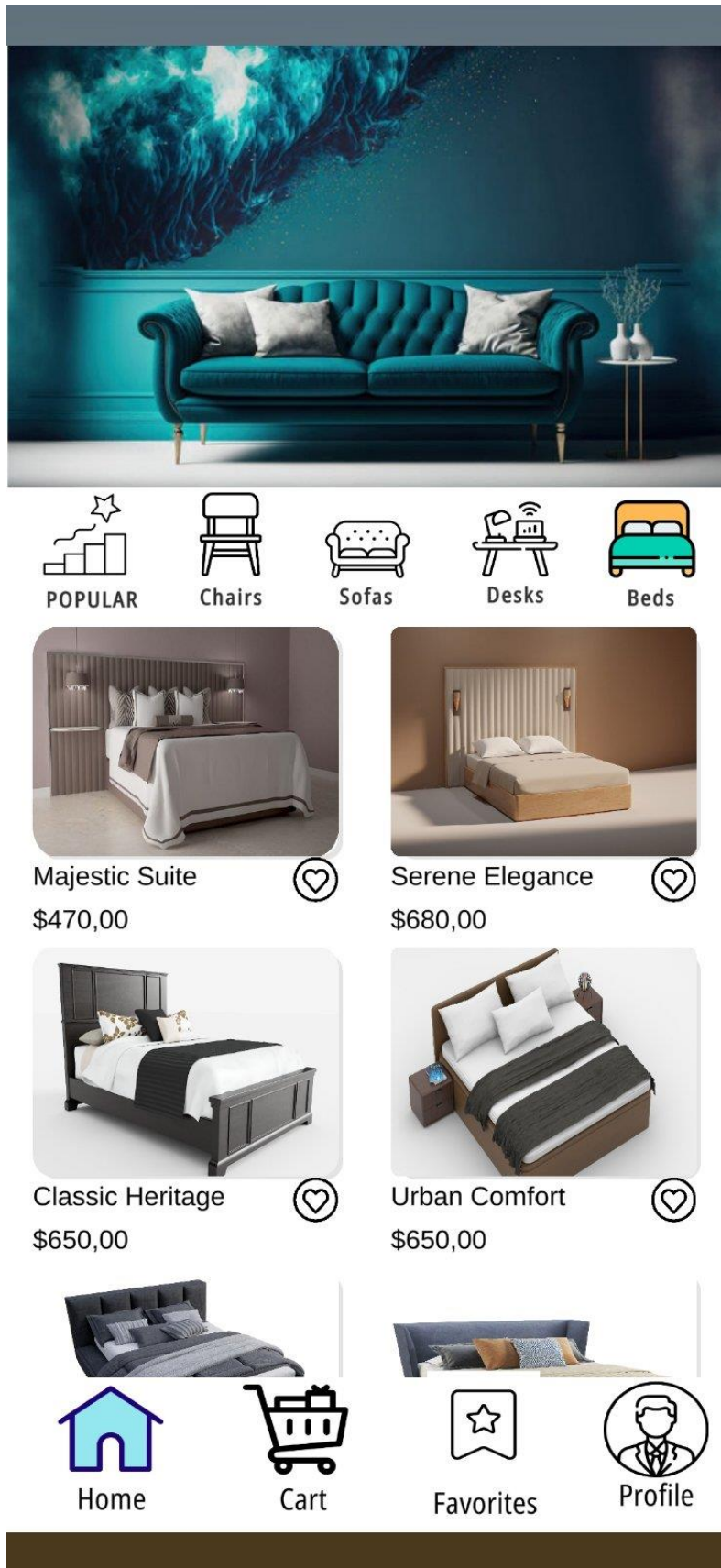
Στιγμιότυπο οθόνης 2: Καρτέλα με τα προϊόντα καταλόγου «καρέκλες»



Στιγμιότυπο οθόνης 3: Καρτέλα με τα προϊόντα καταλόγου «καναπέδες»



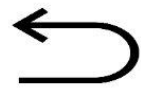
Στιγμιότυπο οθόνης 4: Καρτέλα με τα προϊόντα καταλόγου «γραφεία»



Στιγμιότυπο οθόνης 5: Καρτέλα με τα προϊόντα καταλόγου «κρεβάτια»



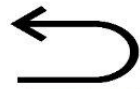
Στιγμιότυπο οθόνης 6: Καρτέλα «ταμείο» με ενδεικτικά προϊόντα προς αγορά



Checkout

Total: \$650,00

Procced to payment



Majestic Suite

\$470,00

Description



Ένα εντυπωσιακό κρεβάτι με πολυτελές κεφαλάρι που φτάνει μέχρι το πλάι του τοίχου, δημιουργώντας ένα ολοκληρωμένο αισθητικό σύνολο. Η συνδυασμένη υφή των λινών υφασμάτων με τις απαλές γήινες αποχρώσεις προσφέρει μια χαλαρωτική και εκλεπτυσμένη ατμόσφαιρα. Ιδανικό για σύγχρονα master bedrooms.

Add to Cart

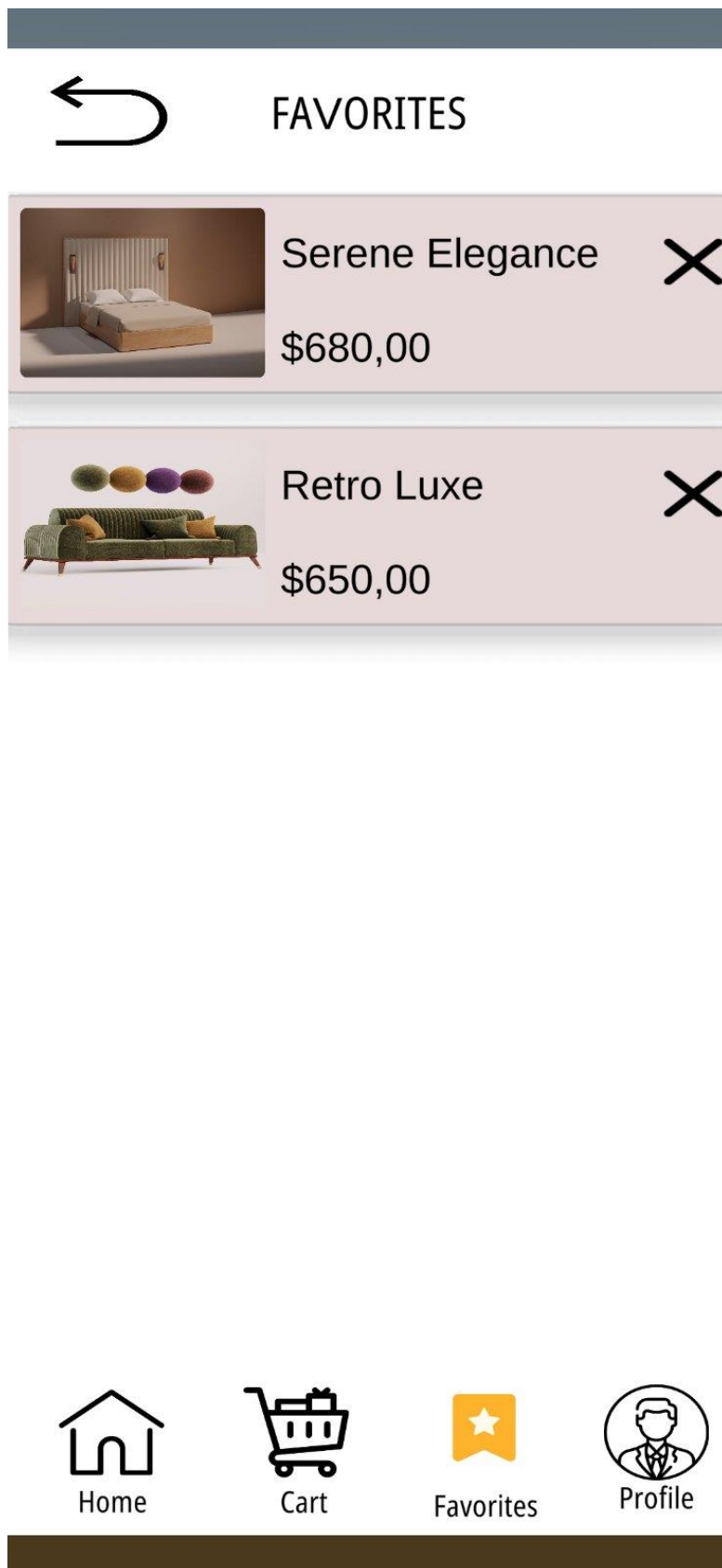
View in AR

Στιγμιότυπο οθόνης 8: Σελίδα με τις πληροφορίες προϊόντος και με επιλογές προσθήκης στο καλάθι αγορών και προβολής σε AR (επαυξημένη πραγματικότητα)

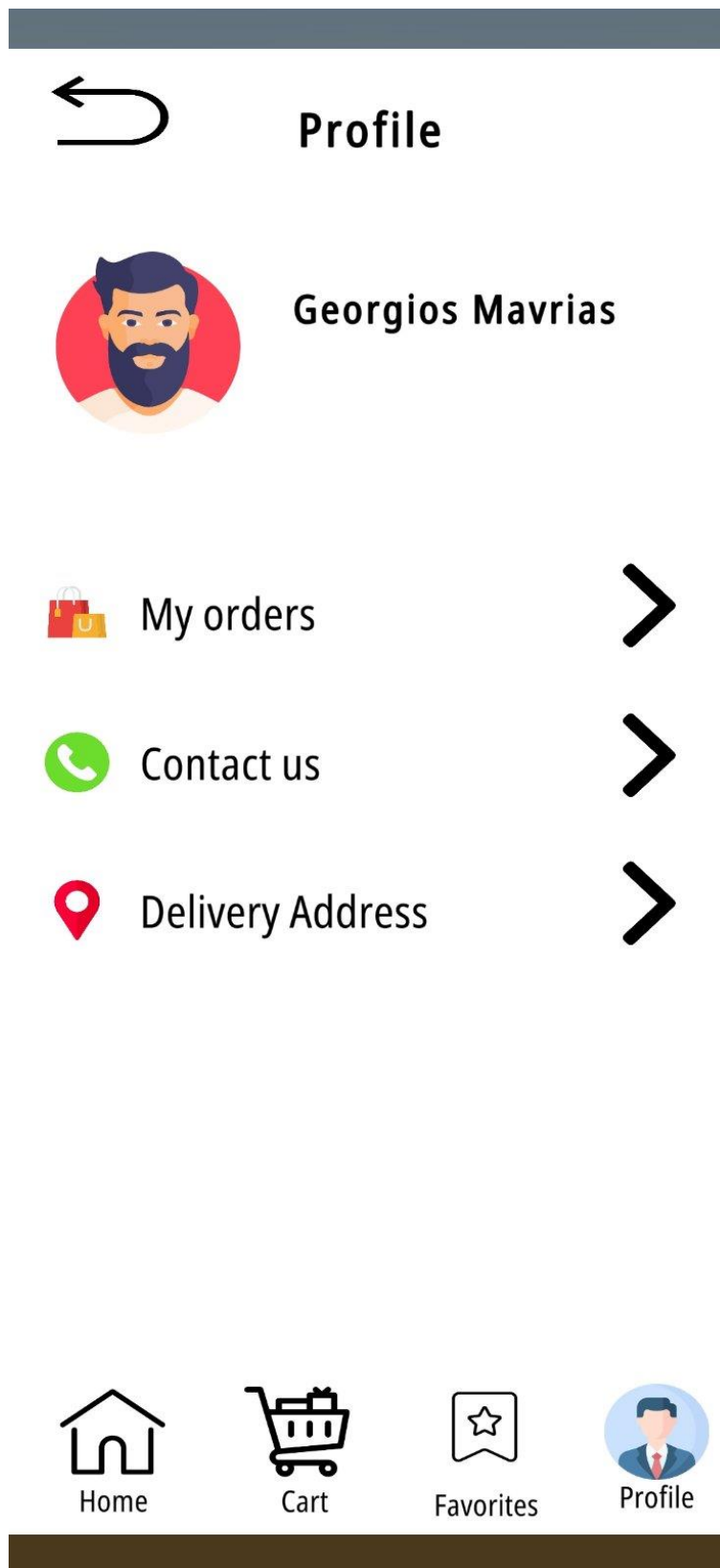


Στιγμιότυπο οθόνης 9: Προβολή προϊόντος καταλόγου (καρέκλα) μέσω AR

Υπάρχει η δυνατότητα μεγέθυνσης ή σμίκρυνσης με τα δάχτυλα και περιστροφής με την πράσινη μπάρα κύλισης στο κάτω μέρος



Στιγμιότυπο οθόνης 10: Καρτέλα «αγαπημένα» με τα αγαπημένα προϊόντα



Στιγμιότυπο οθόνης 11: Καρτέλα «προφίλ» με τις επιλογές των παραγγελιών του χρήστη, στοιχείων επικοινωνίας της εταιρείας και της προσωπικής διεύθυνσης



Contact Us

Minimal Living
Οδός Ανθέων 28, Νέα Πολιτεία,
54321 Αθήνα, Ελλάδα
minimaliving@gmail.com
+6969696969

The image displays a shopping cart interface. At the top, there is a dark grey header bar. Below it is a large black curved arrow pointing left. The cart contains four items, each in a light grey rounded rectangle with a trash icon on the right:

- Modern Lounge**: \$880,00 (Image: A beige sectional sofa with a coffee table)
- Executive Edge**: \$235,00 (Image: A dark wood dining table)
- Classic Heritage**: \$650,00 (Image: A dark wood bed frame)
- Luxury Haven**: \$470,00 (Image: A dark grey bed with pillows)

At the bottom of the cart, the total is displayed as **Total: \$3075,00**. To the right of the total is a bright green button labeled **CHECKOUT**. Below the cart is a navigation bar with four icons: Home (house icon), Cart (shopping cart icon), Favorites (star icon), and Profile (person icon).

Στιγμιότυπο οθόνης 13: Καρτέλα «ταμείο» με ενδεικτικά προϊόντα προς αγορά

8.3 Αξιολόγηση Εφαρμογής

Η αξιολόγηση απόδοσης της εφαρμογής AR Furniture Marketplace είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση ομαλής λειτουργικότητας σε διαφορετικές συσκευές και περιβάλλοντα. Η αξιολόγηση με διαφορετικές προδιαγραφές υλικού για την εξέταση του χρόνου απόκρισης, της χρήσης πόρων και της σταθερότητας.

Η αξιολόγηση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας (AR) αποτελεί καθοριστικό στάδιο για την τεκμηρίωση της ποιότητας, της χρηστικότητας και της αποτελεσματικότητάς της. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Azuma et al., 2001, Billinghurst et al., 2015, Dünser et al., 2008), η αξιολόγηση μιας AR εφαρμογής βασίζεται σε πολλαπλά επίπεδα, όπως η τεχνική αξιολόγηση, η χρηστικότητα, η εμπειρία χρήστη και η αξιολόγηση του περιεχομένου. Παρακάτω παρουσιάζονται οι βασικές μέθοδοι αξιολόγησης όπως προτείνονται στη βιβλιογραφία και έπειτα εφαρμόζονται στην παρούσα εφαρμογή.

A. Μέθοδοι Αξιολόγησης AR Εφαρμογών

1. Τεχνική Αξιολόγηση (Technical Evaluation)

Αξιολογεί την τεχνική απόδοση της εφαρμογής, περιλαμβάνοντας:

- Ακρίβεια εντοπισμού (tracking accuracy): η ικανότητα του συστήματος να αναγνωρίζει επιφάνειες με ακρίβεια.
- Απόδοση (performance): π.χ. σταθερότητα FPS, καθυστερήσεις.
- Ανθεκτικότητα σε περιβαλλοντικές συνθήκες: φωτισμός, αντανάκλασεις, εμπόδια.
- Συμβατότητα με διαφορετικές συσκευές.

2. Χρηστική Αξιολόγηση (Usability Evaluation)

Αξιολογεί την ευχρηστία της εφαρμογής, δηλαδή πόσο εύκολα μπορεί ένας χρήστης να τη χειριστεί.

Περιλαμβάνει:

- Ερωτηματολόγια (όπως το SUS – System Usability Scale)
- Παρατήρηση χρηστών
- Συνεντεύξεις ή σύντομες ερωτήσεις για καταγραφή εμπειρίας

3. Αξιολόγηση Περιεχομένου (Content Evaluation)

Εστιάζει στην ποιότητα των γραφικών, των 3D μοντέλων και του UI:

- Ρεαλιστικότητα και λεπτομέρεια 3D αντικειμένων
- Ορθότητα στην κλίμακα
- Σαφήνεια οδηγιών και διασύνδεσης (user interface)

4. Αξιολόγηση Εμπειρίας Χρήστη (User Experience)

Εστιάζει στη συνολική εντύπωση και ικανοποίηση του χρήστη από την αλληλεπίδρασή του με την εφαρμογή:

- Συναίσθημα εμπλοκής (engagement)
- Αίσθηση ελέγχου
- Γενική ικανοποίηση από την εμπειρία

5. Ευρετική Αξιολόγηση (Heuristic Evaluation)

Χρησιμοποιεί συγκεκριμένες αρχές σχεδιασμού για την αξιολόγηση της διεπαφής, όπως:

- Ορατότητα της κατάστασης του συστήματος
- Αντιστοίχιση συστήματος-πραγματικότητας
- Ελευθερία χρήστη και ανάδραση (feedback)

B. Εφαρμογή της Αξιολόγησης στην Παρούσα Εφαρμογή

Η εφαρμογή που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της εργασίας είναι μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για τοποθέτηση επίπλων στον χώρο. Χρησιμοποιεί την πλατφόρμα Unity και την τεχνολογία AR Foundation.

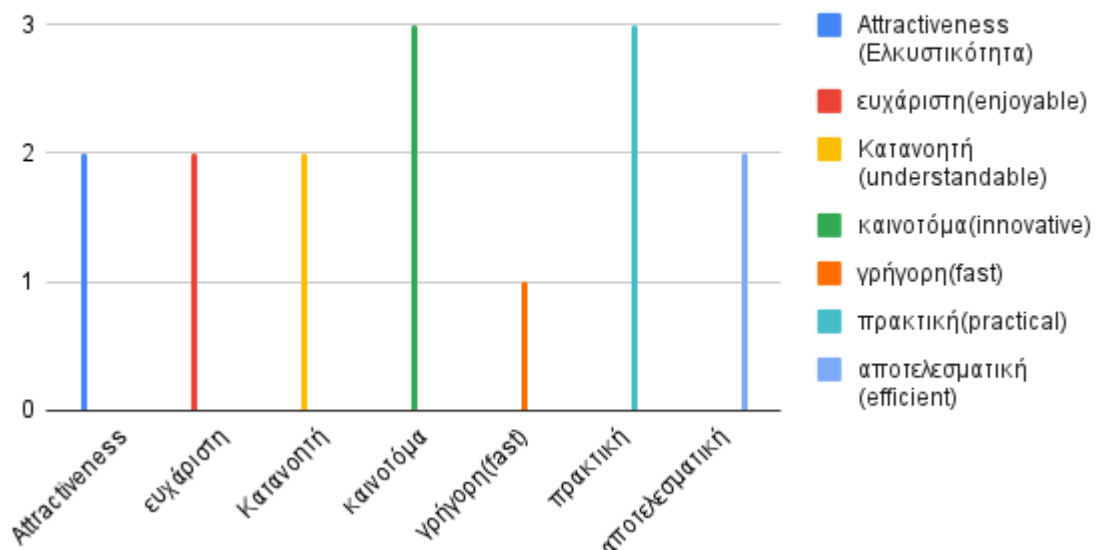
1. Τεχνική Αξιολόγηση

- Ακρίβεια εντοπισμού επιφανειών: Η εφαρμογή χρησιμοποίησε το AR Plane Detection για την αναγνώριση οριζόντιων επιφανειών. Κατά τις δοκιμές, οι επιφάνειες εντοπίζονταν σε ικανοποιητικό χρόνο (~3 δευτερόλεπτα) και με ικανοποιητική ακρίβεια.
- Απόδοση: Σε συσκευές μεσαίας κατηγορίας (π.χ. Samsung Galaxy A52), η εφαρμογή διατηρούσε σταθερά 30+ FPS.
- Προβλήματα: Σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, ο εντοπισμός επιφανειών καθυστερούσε ή αποτύγχανε.

2. Χρηστική Αξιολόγηση

Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση με τη συμμετοχή 14 χρηστών, οι οποίοι κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή και να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο

Attractiveness (Ελκυστικότητα), ευχάριστη(enjoyable),
Κατανοητή(understandable), καινοτόμα(innovative), γρήγορη



- Παρατηρήσεις χρηστών:

- Η τοποθέτηση αντικειμένων ήταν εύκολη και κατανοητή.
- Ορισμένοι ανέφεραν ότι έλειπε κάποιο αρχικό tutorial.

3. Αξιολόγηση Περιεχομένου

- Τα μοντέλα των επίπλων ήταν ρεαλιστικά, είχες τη δυνατότητα να διαμορφώσεις το μέγεθος τους και με λεπτομερή υλικά (textures).
- Το UI ήταν γενικά απλό και λειτουργικό, αν και σε μικρές οθόνες κάποια κουμπιά ήταν δύσκολο να πατηθούν.

4. Εμπειρία Χρήστη (User Experience)

- Οι περισσότεροι χρήστες δήλωσαν ότι βρήκαν ενδιαφέρον το γεγονός ότι μπορούσαν να δουν ένα αντικείμενο στο χώρο τους πριν το αγοράσουν.
- Η εμπειρία περιγράφηκε ως "διασκεδαστική και χρήσιμη".

5. Ευρετική Αξιολόγηση

Με βάση ευρετικές αρχές σχεδίασης:

- Θετικά:
 - Παροχή άμεσης οπτικής ανατροφοδότησης
 - Υπήρχε λειτουργία περιστροφής ή αλλαγής μεγέθους.
- Αρνητικά:
 - Έλλειψη βοήθειας ή οδηγιών κατά την πρώτη χρήση.
 - Περιορισμένη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα (π.χ. δεν υπήρχε λειτουργία αλλαγής χρώματος).

Συμπεράσματα Αξιολόγησης

Η αξιολόγηση της εφαρμογής, τόσο σε τεχνικό όσο και σε χρηστικό επίπεδο, καταδεικνύει ότι πρόκειται για ένα λειτουργικό και εύχρηστο πρωτότυπο. Η εμπειρία χρήστη είναι θετική, ενώ τα 3D μοντέλα είναι επαρκώς ρεαλιστικά και βοηθούν στην προβολή του προϊόντος στον χώρο του χρήστη. Ωστόσο, παρατηρούνται περιθώρια βελτίωσης στο UI, στην καθοδήγηση του χρήστη κατά την πρώτη χρήση και στην προσαρμοστικότητα του συστήματος σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες

8.4 Προσωπικές Εμπειρίες και Αντιμετώπιση Προκλήσεων

Η ανάπτυξη της εφαρμογής Augmented Reality (AR) για την αγορά επίπλων αποτέλεσε μια πολύτιμη εμπειρία, η οποία συνδύασε τη θεωρητική γνώση με την πρακτική εφαρμογή. Ως νέος χρήστης του Unity, αντιμετώπισα αρκετές προκλήσεις, οι οποίες όμως με βοήθησαν να αναπτύξω νέες δεξιότητες και να αποκτήσω μια βαθύτερη κατανόηση της διαδικασίας ανάπτυξης εφαρμογών AR. Σε αυτή την ενότητα, παρουσιάζονται οι δυσκολίες, οι μαθησιακές διαδικασίες και οι προσωπικές μου εμπειρίες κατά τη διάρκεια του project.

Η Εμπειρία με το Unity

Το Unity αποτέλεσε το κύριο εργαλείο ανάπτυξης της εφαρμογής. Παρά το γεγονός ότι ήταν η πρώτη φορά που χρησιμοποίησα αυτό το περιβάλλον, κατάφερα να εξοικειωθώ με τα βασικά του και

να δημιουργήσω μια λειτουργική εφαρμογή. Ωστόσο, η καμπύλη μάθησης ήταν απότομη και απαιτητική.

- **Δυσκολίες:** Η αρχική εξοικείωση με το περιβάλλον του Unity και τη γλώσσα προγραμματισμού C# ήταν μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις. Η δημιουργία σκηνών, η εισαγωγή 3D μοντέλων και η διαχείριση των assets απαιτούσε πολλή προσπάθεια και εξάσκηση. Επίσης, η ενσωμάτωσή των scripts στη ροή της εφαρμογής ήταν αρχικά δυσνόητη.
- **Επιτεύγματα:** Με την πάροδο του χρόνου, κατάφερα να δημιουργήσω μια σταθερή βάση κώδικα και να εφαρμόσω τις βασικές λειτουργίες της εφαρμογής, όπως η ανίχνευση επιφανειών και η τοποθέτηση επίπλων. Η ικανοποίηση της ολοκλήρωσης κάθε βήματος ήταν μεγάλη, ιδίως όταν έβλεπα τα αποτελέσματα της δουλειάς μου να λειτουργούν σωστά.

Αντιμετώπιση Προκλήσεων

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, αντιμετώπισα αρκετές προκλήσεις, οι οποίες απαιτούσαν τεχνικές λύσεις και δημιουργική σκέψη.

1. **Ανίχνευση Επιφανειών:** Η ενσωμάτωση της λειτουργίας ανίχνευσης επιφανειών μέσω του ARKit (για iOS) και του ARCore (για Android) ήταν μια σημαντική πρόκληση. Αρχικά, η εφαρμογή αντιμετώπιζε προβλήματα στην ακρίβεια της ανίχνευσης, ιδίως σε περιπτώσεις με πολύπλοκο φωτισμό ή γεωμετρία. Για να αντιμετωπίσω αυτό το πρόβλημα, χρειάστηκε να βελτιστοποιήσω τους αλγορίθμους ανίχνευσης και να πραγματοποιήσω πολλές δοκιμές σε διαφορετικές συνθήκες.
2. **Βελτιστοποίηση Απόδοσης:** Η εφαρμογή έπρεπε να λειτουργεί ομαλά σε συσκευές με διαφορετικές τεχνολογικές προδιαγραφές. Η διαχείριση της μνήμης και της CPU ήταν μια συνεχής πρόκληση, ιδίως όταν η εφαρμογή έπρεπε να χειρίζεται πολλά 3D μοντέλα ταυτόχρονα. Για να βελτιώσω την απόδοση, χρειάστηκε να μειώσω την πολυπλοκότητα των 3D μοντέλων και να βελτιστοποιήσω τον κώδικα.
3. **Διαχείριση Χρόνου:** Επειδή ήταν η πρώτη φορά που δούλευα σε ένα τόσο μεγάλο project, χρειάστηκε να οργανώσω καλύτερα τον χρόνο μου. Αρχικά, υπήρχαν στιγμές που ένιωθα ότι χρειαζόμουν περισσότερο χρόνο για να ολοκληρώσω κάποια βήματα. Ωστόσο, μετά από κάποιες προσαρμογές, κατάφερα να συνεχίσω με πιο οργανωμένο τρόπο, οργανώνοντας τις εβδομαδιαίες μου εργασίες και θέτοντας ρεαλιστικούς στόχους.

Μαθησιακή Διαδικασία και Επιτεύγματα

Η διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής δεν ήταν μόνο μια τεχνική πρόκληση, αλλά και μια πολύτιμη μαθησιακή εμπειρία. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, απέκτησα νέες γνώσεις και δεξιότητες, οι οποίες με βοήθησαν να αναπτύξω μια βαθύτερη κατανόηση της τεχνολογίας AR και της ανάπτυξης εφαρμογών.

- **Νέες Γνώσεις:** Έμαθα να χρησιμοποιώ το Unity και να γράφω scripts σε C#. Επίσης, εξοικειώθηκα με τις πλατφόρμες ARKit και ARCore, καθώς και με τις βασικές αρχές της ανίχνευσης επιφανειών και της τοποθέτησης 3D μοντέλων στον πραγματικό χώρο.

- **Δεξιότητες Προγραμματισμού:** Η εμπειρία αυτή με βοήθησε να βελτιώσω τις δεξιότητές μου στον προγραμματισμό και να μάθω πώς να αντιμετωπίζω τεχνικά προβλήματα με δημιουργικές λύσεις.
- **Διαχείριση Project:** Έμαθα να οργανώνω καλύτερα τον χρόνο μου και να διαχειρίζομαι τις προκλήσεις που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Αυτή η εμπειρία με βοήθησε να αναπτύξω μια πιο δομημένη προσέγγιση στη διαχείριση έργων.

Η δημιουργία της εφαρμογής AR για την αγορά επίπλων ήταν μια πολύτιμη εμπειρία, η οποία συνδύασε τη θεωρητική γνώση με την πρακτική εφαρμογή. Παρά τις αρχικές δυσκολίες, κατάφερα να εξοικειωθώ με το Unity και τις τεχνολογίες AR, να αντιμετωπίσω τις προκλήσεις που προέκυψαν και να δημιουργήσω μια λειτουργική εφαρμογή. Η εμπειρία αυτή με βοήθησε να αναπτύξω νέες δεξιότητες και να αποκτήσω μια βαθύτερη κατανόηση της διαδικασίας ανάπτυξης εφαρμογών. Στο μέλλον, θα ήθελα να συνεχίσω να εξερευνώ τις δυνατότητες της τεχνολογίας AR και να δημιουργήσω ακόμα πιο πολύπλοκες και καινοτόμες εφαρμογές.

8.5 Σύγκριση με άλλες παρόμοιες εφαρμογές AR

Η σύγκριση της εφαρμογής AR Furniture Marketplace με άλλες παρόμοιες εφαρμογές AR μας επιτρέπει να κατανοήσουμε τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία της σε σχέση με τους ανταγωνιστές. Για αυτήν τη σύγκριση, το IKEA Place και το WayfairView επιλέχθηκαν ως σημεία αναφοράς.

1. Σύγκριση:

- **Ακρίβεια ανίχνευσης επιφάνειας:** Η εφαρμογή έδειξε συγκρίσιμο επίπεδο ακρίβειας ανίχνευσης επιφάνειας με το IKEA Place και το WayfairView. Αναγνώριζε αποτελεσματικά επίπεδες επιφάνειες, αλλά περιστασιακά πάλευε με ανακλαστικές και χαμηλής υφής επιφάνειες.
- **Ευκολία χρήσης:** Η διεπαφή χρήστη θεωρήθηκε απλούστερη και πιο διαισθητική σε σύγκριση με άλλες εφαρμογές. Οι χρήστες εκτίμησαν ότι δεν απαιτείται εγγραφή λογαριασμού για βασικές λειτουργίες, σε αντίθεση με το IKEA Place.
- **Ποικιλία επιλογών επίπλων:** Το IKEA Place και το WayfairView προσφέρουν έναν ευρύτερο κατάλογο μοντέλων επίπλων. Η επέκταση της γκάμα των διαθέσιμων κομματιών επίπλων στην εφαρμογή μας είναι ένας βασικός τομέας για βελτίωση.

8.6 Πλεονεκτήματα και Αδυναμίες της Εφαρμογής

1. Δυνατά σημεία:

- **Ευκολία χρήσης:** Η απλή και διαισθητική διεπαφή καθιστά την εφαρμογή προσβάσιμη σε ένα ευρύ κοινό, συμπεριλαμβανομένων των μη τεχνικών χρηστών.
- **Υψηλή Ακρίβεια:** Η εφαρμογή επιτυγχάνει ακριβή τοποθέτηση επίπλων και παρακολούθηση επιφάνειας, εξασφαλίζοντας μια ρεαλιστική εμπειρία οπτικοποίησης.
- **Σταθερότητα εφαρμογής:** Κατά τη διάρκεια των δοκιμών, η εφαρμογή έδειξε υψηλή σταθερότητα και απόδοση, χωρίς συχνά κολλήματα ή επιβραδύνσεις.

2. Αδυναμίες:

- **Περιορισμένη ποικιλία μοντέλων επίπλων:** Σε σύγκριση με τους ανταγωνιστές, η εφαρμογή προσφέρει αυτήν τη στιγμή μια μικρότερη επιλογή μοντέλων επίπλων. Η επέκταση του καταλόγου θα αυξήσει την αφοσίωση και την πρακτικότητα των χρηστών.
- **Ζητήματα συμβατότητας συσκευής:** Ορισμένοι περιορισμοί απόδοσης σημειώθηκαν σε smartphone χαμηλού επιπέδου, όπου οι ρυθμοί καρέ μειώθηκαν κατά την απόδοση σύνθετων τρισδιάστατων μοντέλων. Απαιτείται περαιτέρω βελτιστοποίηση για τη βελτίωση της απόδοσης σε ένα ευρύτερο φάσμα συσκευών.
- **Ακρίβεια της προβολής:** Αν και η τεχνολογία ανίχνευσης επιπέδων λειτουργεί καλά σε επίπεδες και φωτεινές επιφάνειες, μπορεί να έχει δυσκολίες σε ανώμαλα ή σκοτεινά περιβάλλοντα.

Η αξιολόγηση και σύγκριση της εφαρμογής AR Furniture Marketplace με παρόμοιες εφαρμογές AR αποκάλυψε σημαντικά πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα όσον αφορά την ευκολία χρήσης και την ακρίβεια. Ωστόσο, οι τομείς προς βελτίωση περιλαμβάνουν την επέκταση του καταλόγου επίπλων και τη βελτίωση της συμβατότητας με συσκευές χαμηλότερων προδιαγραφών.

Κεφάλαιο 9ο: Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία ασχολήθηκε με την ανάπτυξη μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για την τοποθέτηση εικονικών επίπλων σε πραγματικό περιβάλλον. Ο στόχος ήταν να ενισχυθεί η εμπειρία του χρήστη και να υποστηριχθούν οι καταναλωτές στη λήψη αποφάσεων κατά την αγορά προϊόντων, παρέχοντας μια διαδραστική, ρεαλιστική και χρήσιμη εφαρμογή. Η χρήση της τεχνολογίας AR έδωσε στους χρήστες τη δυνατότητα να προβάλλουν έπιπλα στο φυσικό τους περιβάλλον, να αλληλεπιδρούν με αυτά και να τα προσαρμόζουν με λειτουργίες όπως περιστροφή, κλιμάκωση και τοποθέτηση.

9.1 Κύρια Συμπεράσματα

Η εφαρμογή υλοποιήθηκε με τη χρήση Unity, AR Foundation και γλώσσας προγραμματισμού C#. Περιλάμβανε χαρακτηριστικά όπως δυναμική φόρτωση προϊόντων, διαχείριση καλαθιού και αγαπημένων, καθώς και προβολή αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο μέσω της ανίχνευσης επιπέδων (plane detection). Η ανάπτυξη γραφικού περιβάλλοντος χρήστη (UI) περιλάμβανε πάνελ όπως το κύριο μενού, το πάνελ λεπτομερειών προϊόντος, το καλάθι και τα αγαπημένα, εξασφαλίζοντας ευχρηστία και αισθητική συνοχή.

Οι δοκιμές της εφαρμογής απέδειξαν την αποτελεσματικότητά της στην προσομοίωση της εμπειρίας αγοράς, με ιδιαίτερη έμφαση στη ρεαλιστικότητα και την ευκολία χρήσης. Χρήστες που δοκίμασαν την εφαρμογή επεσήμαναν την αξία της στη λήψη αποφάσεων, καθώς τους επέτρεψε να φανταστούν πώς θα φαίνονταν τα έπιπλα στον χώρο τους, μειώνοντας την αβεβαιότητα και τον κίνδυνο απογοήτευσης μετά την αγορά.

9.2 Πρακτικές Εφαρμογές

Η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί από επιχειρήσεις λιανικής πώλησης επίπλων για την ενίσχυση των πωλήσεων, την εμπλοκή των πελατών και τη βελτίωση της εμπειρίας αγοράς. Επιπλέον, μπορεί να ενσωματωθεί σε ηλεκτρονικά καταστήματα για να παρέχει στους πελάτες μια μοναδική δυνατότητα δοκιμής πριν την αγορά, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη τους και μειώνοντας τα ποσοστά επιστροφών προϊόντων. Σε συνδυασμό με πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου, η τεχνολογία AR μπορεί να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να ξεχωρίσουν σε έναν ανταγωνιστικό χώρο, ενισχύοντας την πιστότητα των πελατών και την ικανοποίησή τους.

Επιπλέον, η εφαρμογή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από αρχιτέκτονες και διακοσμητές εσωτερικών χώρων ως εργαλείο για την οπτικοποίηση σχεδιαστικών ιδεών. Οι χρήστες μπορούν να πειραματιστούν με τη διάταξη των επίπλων, να δοκιμάσουν διαφορετικά στυλ και να συνεργαστούν με επαγγελματίες για τη βελτιστοποίηση του χώρου τους.

9.3 Προτάσεις Βελτίωσης

Για τη βελτίωση της εφαρμογής, θα μπορούσαν να εξεταστούν οι εξής προτάσεις:

- 1.** Προσωποποιημένες Προτάσεις Προϊόντων: Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης (AI) θα μπορούσε να παρέχει προτάσεις προϊόντων βασισμένες στις προτιμήσεις και το ιστορικό του χρήστη, βελτιώνοντας την εμπειρία και αυξάνοντας τη διαδραστικότητα.
- 2.** Υποστήριξη Επιπλέον Συσκευών: Η εφαρμογή θα μπορούσε να επεκταθεί για χρήση σε πλατφόρμες όπως AR glasses, προσφέροντας μια ακόμη πιο ρεαλιστική εμπειρία.
- 3.** Προσθήκη Διαδραστικών Στοιχείων: Εμπλουτισμός της εφαρμογής με διαδραστικές δυνατότητες, όπως επιλογή υλικών και χρωμάτων ή προσθήκη φίλτρων για προσομοίωση διαφορετικών φωτιστικών συνθηκών.
- 4.** Ενσωμάτωση Εικονικής Πραγματικότητας (VR): Συνδυασμός AR και VR για την παροχή μιας πλήρως καθηλωτικής εμπειρίας, που θα επιτρέπει στους χρήστες να εξερευνούν τα προϊόντα σε έναν εικονικό εκθεσιακό χώρο.
- 5.** Αυξημένη Ακρίβεια Ανίχνευσης: Ανάπτυξη καλύτερων αλγορίθμων για την ανίχνευση επιπέδων και τη βελτίωση της ακρίβειας προβολής αντικειμένων.
- 6.** Ενσωμάτωση Συστήματος Ανατροφοδότησης: Προσθήκη λειτουργίας που θα επιτρέπει στους χρήστες να αξιολογούν την εφαρμογή και να παρέχουν σχόλια για τη βελτίωση της.
- 7.** Η προσθήκη περισσότερων τρισδιάστατων μοντέλων θα προσφέρει στους χρήστες μεγαλύτερη ποικιλία και επιλογές προσαρμογής, αυξάνοντας την αφοσίωση.
- 8.** Η βελτίωση της αποτελεσματικότητας του κώδικα και η βελτιστοποίηση τρισδιάστατων μοντέλων θα εξασφαλίσουν ομαλή απόδοση σε όλα τα επίπεδα υλικού.
- 9.** Η προσθήκη μιας επιλογής κοινής χρήσης μέσω κοινωνικής δικτύωσης θα επιτρέψει στους χρήστες να μοιράζονται τα σχέδιά τους με την οικογένεια και τους φίλους για σχόλια.

Το AR μπορεί να αξιοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς, βοηθώντας μαθητές και επαγγελματίες να μάθουν για τις αρχές του εσωτερικού σχεδιασμού και τις τεχνικές διευθέτησης επίπλων. Θα ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία καθηλωτικών διαδικτυακών εκθεσιακών χώρων επίπλων, επιτρέποντας στους πελάτες να εξερευνήσουν διαφορετικά στυλ και διατάξεις από απόσταση.

Η εφαρμογή θα ήταν εφικτό να προσαρμοστεί για επαγγελματική χρήση, επιτρέποντας στους σχεδιαστές εσωτερικών χώρων να παρουσιάζουν προσαρμοσμένες διατάξεις σε πελάτες που χρησιμοποιούν AR.

Αυτή η διατριβή υπογράμμισε τη σημασία της τεχνολογίας AR στην εμπειρία αγορών επίπλων, προσφέροντας μια λειτουργική και διαδραστική λύση για την ενίσχυση της λήψης αποφάσεων των πελατών. Τα βασικά επιτεύγματα περιλαμβάνουν την ανάπτυξη μιας εφαρμογής AR υψηλής απόδοσης, την επίδειξη της ευκολίας χρήσης και της ακρίβειάς της και την παροχή πολύτιμων πληροφοριών για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη.

Ενώ η εφαρμογή έδειξε ισχυρή απόδοση και χρηστικότητα, οι τομείς για βελτίωση περιλαμβάνουν την επέκταση της επιλογής επίπλων, τη βελτιστοποίηση για περισσότερες συσκευές και την ενσωμάτωση λειτουργιών που τροφοδοτούνται με AI. Αυτές οι βελτιώσεις θα βοηθήσουν να γίνει η εφαρμογή πιο ευέλικτη και ανταγωνιστική στην αναπτυσσόμενη αγορά επίπλων AR.

Καθώς η τεχνολογία AR συνεχίζει να εξελίσσεται, οι εφαρμογές της στις αγορές επίπλων και τη διακόσμηση εσωτερικών χώρων θα επεκταθούν, παρέχοντας νέες ευκαιρίες τόσο για τις επιχειρήσεις όσο και για τους καταναλωτές. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό βήμα προς τα εμπρός στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της φυσικής και της ψηφιακής εμπειρίας λιανικής, βελτιώνοντας τελικά τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες αλληλεπιδρούν με τα έπιπλα πριν κάνουν μια αγορά.

Η εργασία αυτή αναδεικνύει την επαναστατική δύναμη της επαυξημένης πραγματικότητας στον χώρο της προώθησης προϊόντων. Η τεχνολογία AR μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ φυσικού και ψηφιακού κόσμου, προσφέροντας νέες ευκαιρίες στις επιχειρήσεις και βελτιώνοντας την εμπειρία των καταναλωτών. Παρά τους περιορισμούς της εφαρμογής, η προτεινόμενη λύση παρουσιάζει ισχυρά πλεονεκτήματα και σημαντικές προοπτικές ανάπτυξης. Οι μελλοντικές επεκτάσεις που περιγράφηκαν μπορούν να ενισχύσουν περαιτέρω τη λειτουργικότητα και τη διαδραστικότητα της εφαρμογής, καθιστώντας την ένα σημαντικό εργαλείο για την καινοτομία στον τομέα του εμπορίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] F. Arena, M. Collotta, G. Pau, and F. Termine, “An overview of augmented reality,” *Computers*, vol. 11, no. 2, p. 28, Feb. 2022. doi:10.3390/computers11020028
- [2] D. W. F. Van Krevelen and R. Poelman, “A survey of Augmented Reality Technologies, applications and limitations,” *International Journal of Virtual Reality*, vol. 9, no. 2, pp. 1–20, Jan. 2010. doi:10.20870/ijvr.2010.9.2.2767
- [3] Milgram, P., and Kishino, F. (1994). Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77, 1321-1329.
- [4] Kinetic Vision, “Mixed Reality Development - Service excellence by Kinetic Vision,” *Kinetic Vision*, Oct. 06, 2023. <https://kinetic-vision.com/capabilities/virtual-interactive-solutions-mixed-reality/>
- [5] J. Carmigniani et al., “Augmented Reality Technologies, systems and applications,” *Multimedia Tools and Applications*, vol. 51, no. 1, pp. 341–377, Dec. 2010. doi:10.1007/s11042-010-0660-6
- [6] D.Kasteroudis, *Επαυξημένη Πραγματικότητα και εκπαίδευση: Ενίσχυση των μαθησιακών εμπειριών στον 21ο αιώνα*, Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Επιστήμων Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2023. [Online]. Διαθέσιμο: <https://ikee.lib.auth.gr/record/352020/files/GRI-2023-41573.pdf>
- [7] “Augmented reality app for education | McGraw Hill AR | McGraw Hill.” <https://www.mheducation.com/prek-12/program/microsites/mcgraw-hill-ar>
- [8] M. Velichko and M. Velichko, “How Augmented Reality is Used in Commercial Aviation,” Oct. 11, 2018. <https://www.jasoren.com/augmented-reality-in-commercial-aviation/>
- [9] “NXT Interactive - The use of AR glasses in healthcare.” <https://nxtinteractive.ae/blog/the-use-of-ar-glasses-in-healthcare>
- [10] C. Diem, “Leveraging augmented reality (AR) for maintenance training and troubleshooting,” *MicroMain*, Nov. 28, 2024. <https://micromain.com/leveraging-augmented-reality-ar-for-maintenance-training-and-troubleshooting-2/>
- [11] L. Håkansson, "Virtual and Augmented Reality in Marketing," Bachelor's thesis, Haaga-Helia University of Applied Sciences, Helsinki, Finland, 2018. [Online]. Available: <https://www.theseus.fi/handle/10024/144923>
- [12] P. Johnson, “Augmented reality in tourism and travel,” *Rock Paper Reality*, Apr. 07, 2025. <https://rockpaperreality.com/insights/ar-use-cases/augmented-reality-in-tourism-and-travel/>
- [13] P. Reality, “20 Applications of Augmented Reality in Entertainment |Proven Reality,” *PROVEN Reality*, Aug. 31, 2024. <https://provenreality.com/augmented-reality-in-entertainment-examples/>
- [14] D. Amedei, “Benefits of collaborative augmented reality,” *Kiber*, Apr. 11, 2023. <https://kiber.tech/benefits-of-collaborative-augmented-reality/>

- [15] “New AR capabilities for IKEA Place on iPad Pro - IKEA Global,” *IKEA*. <https://www.ikea.com/global/en/newsroom/innovation/ikea-to-launch-new-ar-capabilities-for-ikea-place-on-new-ipad-pro-200319/>
- [16] J. M. Zheng, K. W. Chan, and I. Gibson, "Virtual reality," *IEEE Potentials*, vol. 17, no. 2, pp. 20–23, May 1998, doi: 10.1109/45.666641.
- [17] A. Hamad and B. Jia, “How virtual reality technology has changed our lives: An overview of the current and potential applications and limitations,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 18, p. 11278, Sep. 2022. doi:10.3390/ijerph191811278
- [18] A. Korzh, “LOAD Blog - The 4 Key Benefits of Implementing VR/AR in your Company.,” *LOAD*. <https://load.digital/blog/the-4-key-benefits-of-implementing-vr-ar-in-your-company>
- [19] D. Velez and P. Zlateva, “Virtual reality challenges in education and training,” *International Journal of Learning and Teaching*, Jan. 2017, doi: 10.18178/ijlt.3.1.33-37.
- [20] R. P. Fernández and V. Alonso, “Virtual Reality in a shipbuilding environment,” *Advances in Engineering Software*, vol. 81, pp. 30–40, Dec. 2014, doi: 10.1016/j.advengsoft.2014.11.001.
- [21] Kaplan AD, Cruik J, Endsley M, Beers SM, Sawyer BD, Hancock PA. The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis. *Hum Factors*. 2021 Jun;63(4):706-726. doi: 10.1177/0018720820904229. Epub 2020 Feb 24. PMID: 32091937.
- [22] T. Hirzle *et al.*, “Understanding, addressing, and analysing digital eye strain in virtual Reality Head-Mounted Displays,” *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 29, no. 4, pp. 1–80, Mar. 2022, doi: 10.1145/3492802.
- [23] J. J. LaViola, “A discussion of cybersickness in virtual environments,” *ACM SIGCHI Bulletin*, vol. 32, no. 1, pp. 47–56, Jan. 2000, doi: 10.1145/333329.333344.
- [24] L. J. Hettinger and G. E. Riccio, “Visually induced motion sickness in virtual environments,” *PRESENCE Virtual and Augmented Reality*, vol. 1, no. 3, pp. 306–310, Jan. 1992, doi: 10.1162/pres.1992.1.3.306.
- [25] “Augmented vs. Virtual Reality: Comparing AR/VR | Splunk,” *Splunk*. https://www.splunk.com/en_us/blog/learn/ar-vr.html#:~:text=Industrial%20AR%20applications%2C%20for%20instance%2C%20can%20help,diagnostic%20information%20that%20eventually%20speeds%20up%20maintenance
- [26] XMReality, “Augmented Reality (AR) vs Virtual Reality (VR),” *XMReality*, Jan. 29, 2024. <https://www.xmreality.com/blog/augmented-reality-vs-virtual-reality>
- [27] Α.-Μ. Γκουρουμπίνου, «Εικονική vs Επαυξημένη Πραγματικότητα», Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, 2018. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο]: <http://repository.library.teiwest.gr/xmlui/handle/123456789/6828>
- [28] N. Stafylidis, "Εικονική Πραγματικότητα Επαυξημένη Πραγματικότητα και Επιχειρηματικότητα," M.S. thesis, Interdepartmental Postgraduate Program in Business

Administration (M.B.A.), Univ. of Macedonia, Thessaloniki, Greece, Sep. 2024. [Online]. Available: <https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/31468/4/StafylidisNikolaosMsc2024.pdf>

[29] R. Liu, B. Balakrishnan, and Erni Marlina Saari, “How AR technology is Changing Consumer Shopping Habits: From traditional retail to virtual fitting,” *Academic Journal of Science and Technology*, vol. 9, no. 2, pp. 140–144, Feb. 2024. doi:10.54097/n5fk7m44

[30] G. Kiryakova, N. Angelova, and L. Yordanova, “The potential of augmented reality to change the business,” *Trakia Journal of Sciences*, vol. 15, no. Suppl.1, pp. 394–401, Jan. 2017, doi: 10.15547/tjs.2017.s.01.066.

[31] “How Augmented Reality Can — and Can’t — Help Your Brand,” *Harvard Business Review*, Mar. 29, 2022. <https://hbr.org/2022/03/how-augmented-reality-can-and-cant-help-your-brand>

[32] Ismail, Evan Syaputra , Benny Dwika Leonanda , Nur Iksan , Azmi Shawkat Abdulbaqie , Mohd Razimi Husin , Hishamuddin Ahmad , Ismail Yusuf Panessaiet al., “The usefulness of an Augmented Reality-based Interactive 3D Furniture Catalog as a Tool to Aid Furniture Store Sales Operations,” *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 16, no. 4, p. 345, Oct. 2022, doi: 10.22146/ijccs.69570.

[33] H. Fachrurozi and A. P. Wibowo, “Application of augmented reality for furniture catalogs,” *Journal of Social Research*, vol. 2, no. 11, pp. 4040–4052, Oct. 2023, doi: 10.55324/josr.v2i11.1503.

[34] R. A. Aparicio, J. J. Aliaga, and D. G. Velasco, “Mobile application for the recommendation of furniture and appliances through augmented reality to improve the user experience in the online shopping process,” *2022 3rd International Conference on Internet and E-Business*, pp. 1–6, Jun. 2022. doi:10.1145/3545897.3545898

[35] A. R. Raipurkar, “Furniture positioning using augmented reality,” *Bioscience Biotechnology Research Communications*, vol. 13, no. 14, pp. 77–73, Dec. 2020. doi:10.21786/bbrc/13.14/17

[36] J. K. Haas, "A History of the Unity Game Engine," Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA, USA, 2014. [Online]. Available: http://www.daelab.cn/wpcontent/uploads/2023/09/A_History_of_the_Unity_Game_Engine.pdf

[37] P. Chougale, V. Yadav, and A. Gaikwad, "FIREBASE – OVERVIEW AND USAGE," *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, vol. 3, no. 12, pp. 1178–1180, Dec. 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Anil-Gaikwad-12/publication/362539877_FIREBASE_-_OVERVIEW_AND_USAGE/links/62efc738505511283e9a5318/FIREBASE-OVERVIEW-AND-USAGE.pdf

[38] S. Ozturkcan, “Service innovation: Using augmented reality in the IKEA place app,” *Journal of Information Technology Teaching Cases*, vol. 11, no. 1, pp. 8–13, Aug. 2020. doi:10.1177/2043886920947110

- [39] J. R. Prasojo and P. S. JosephNg, “Jomar purchasing furniture in augmented reality experiences,” *International Journal of Business Strategy and Automation*, vol. 2, no. 4, pp. 1–12, Sep. 2021. doi:10.4018/ijbsa.287110
- [40] Ramotion, “AR in UX Design: From design principles to best practices,” *Web Design, UI/UX, Branding, and App Development Blog*, Jan. 2023, [Online]. Available: <https://www.ramotion.com/blog/ar-in-ux-design/>
- [41] “What is augmented reality (AR) in UX/UI design and how to start,” Carlo Ciccarelli. <https://www.carlociccarelli.com/post/what-is-augmented-reality-ar-in-ux-ui-design-and-how-to-start?srsltid=AfmBOor0oQzECVvzSzYZChn1rj03XnNMuRAsc2SVJm7WV7J9xfUbm0Vl>
- [42] Gregor, “6 Ways AI in UX design creates Captivating user Experiences,” *PixoLabo AI Web Design*, Apr. 16, 2025. <https://pixolabo.com/6-ways-ai-in-ux-design-transforms-user-experiences/>
- [43] Codiant, “How to use AI for UX design Process,” *Codiant Software Technologies*, Nov. 02, 2020. <https://codiant.com/blog/how-to-use-ai-for-ux-design-process/>
- [44] Z. Oufqir, A. El Abderrahmani, and K. Satori, “Arkit and Arcore in serve to augmented reality,” 2020 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV), pp. 1–7, Jun. 2020. doi:10.1109/iscv49265.2020.9204243
- [45] “Overview of arcore and supported development environments google for developers,” Google, <https://developers.google.com/ar/develop> (accessed Mar. 1, 2025).
- [46] D. Valecillos, “What is Google Arcore?,” *LEARN XR BLOG*, <https://blog.learnxr.io/xr-development/what-is-google-arcore> (accessed Mar. 1, 2025).
- [47] “VR Software wiki - ARKit VS ARCore - ZakW Comparison.” <https://www.vrwiki.cs.brown.edu/related-technology/arkit-vs-arcore-zakw-comparison>
- [48] P. Nowacki and M. Woda, “Capabilities of arcore and Arkit platforms for AR/VR Applications,” *Advances in Intelligent Systems and Computing*, pp. 358–370, May 2019. doi:10.1007/978-3-030-19501-4_36
- [49] J. Simon, “Augmented Reality Application Development using Unity and Vuforia,” *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, vol. 21, no. 1, pp. 69–77, Jan. 2023, doi: 10.7906/indecs.21.1.6.
- [50] A. Simonetti Ibañez and J. Paredes Figueras, "Vuforia v1.5 SDK: Analysis and Evaluation of Capabilities," M.S. thesis, Master in Science in Telecommunication Engineering & Management, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain, Mar. 19, 2013. [Online]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/17769/memoria.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [51] “Wikitude: Pioneering augmented reality solutions,” *Tomorrow Desk*, <https://tomorrowdesk.com/info/wikitude> (accessed Mar. 1, 2025).
- [52] “What is WebAR? | Web-based augmented reality.” <https://www.whatiswebar.com/>

- [53] R. T. Azuma, "A survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, Aug. 1997. doi:10.1162/pres.1997.6.4.355
- [54] "Placing and manipulating objects in ar," *Unity Learn*, <https://learn.unity.com/tutorial/placing-and-manipulating-objects-in-ar> (accessed Mar. 2, 2025).
- [55] B. ALHARBI et al., "The design and implementation of an interactive mobile augmented reality application for an improved furniture shopping experience," *Revista Română de Informatică și Automatică*, vol. 31, no. 3, pp. 69–80, Sep. 2021. doi:10.33436/v31i3y202106
- [56] S. Đurđević, I. Juretić, and L. Vukanić, "Development of a mobile augmented reality application for interior design using Unity engine," *Proceedings - The Twelfth International Symposium GRID 2024*, Nov. 2024. doi:10.24867/grid-2024-p20
- [57] T. Chaudhry, A. Juneja, and S. Rastogi, "AR Foundation for Augmented Reality in Unity," *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, vol. 3, no. 1, pp. 662–667, Feb. 2021. doi: 10.35629/5252-0301662667
- [58] Wayline, "Unity Asset Store," *Wayline*, Sep. 21, 2023. [Online]. Available: <https://www.wayline.io/blog/unity-asset-store>. [Accessed: May 29, 2025].
- [59] "Getting started with AR Foundation," *Google for Developers*. <https://developers.google.com/ar/develop/unity-arf/getting-started-ar-foundation>
- [60] "AR Foundation | AR Foundation | 6.1.0." <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@6.1/manual/index.html>
- [61] Ecma International, *C# Language Specification*, 1st ed., ECMA-334, Geneva, Switzerland, Dec. 2001. [Online]. Available: https://www.ecma-international.org/wp-content/uploads/ECMA-334_1st_edition_december_2001.pdf. [Accessed: May 29, 2025].
- [62] A. King, F. Kaleem, and K. Rabieh, "A Survey on Privacy Issues of Augmented Reality Applications," in **2020 IEEE Conference on Application, Information and Network Security (AINS)**, 2020, pp. 32-40.
- [63] K. Lebeck, K. Ruth, T. Kohno, and F. Roesner, "Towards Security and Privacy for Multi-User Augmented Reality: Foundations with End Users," 2018, pp. 393-408. [Online]. Available: <https://ar-sec.cs.washington.edu>
- [64] ECLOX, "Challenges and ethical considerations in VR and AR," *Eclox*, Jan. 27, 2024. <https://eclox.net/challenges-and-ethical-considerations-in-vr-and-ar/>
- [65] Wikipedia contributors, "CGTrader," *Wikipedia*, Feb. 12, 2025. <https://en.wikipedia.org/wiki/CGTrader>
- [66] "CGTRader - 3D Model Store," *CGTrader*. <https://cgtrader.com/>

Βιβλιογραφία