



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Σχεδίαση και ανάπτυξη διαδραστικής πολυμεσικής εφαρμογής τουριστικού οδηγού πόλης, σε περιβάλλον κινητών συσκευών Android, με χρήση τεχνολογιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, μεικτής πραγματικότητας και τρισδιάστατων απεικονίσεων**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΤΟΥ

**ΜΟΝΤΣΕΝΙΓΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ**

(ΑΕΜ: 1892)

**Επιβλέπων :** Σπυρίδων Νικολάου  
**Λέκτορας**

Καστοριά, Νοέμβριος 2024

Η παρούσα σελίδα σκοπίμως παραμένει λευκή



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Σχεδίαση και ανάπτυξη διαδραστικής πολυμεσικής εφαρμογής τουριστικού οδηγού πόλης, σε περιβάλλον κινητών συσκευών Android, με χρήση τεχνολογιών αξιοποίησης της γεωγραφικής θέσης, μεικτής πραγματικότητας και τρισδιάστατων απεικονίσεων**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΤΟΥ

**ΜΟΝΤΣΕΝΙΓΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ**

(ΑΕΜ: 1892)

**Επιβλέπων :** Σπυρίδων Νικολάου

**Λέκτορας**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 4<sup>η</sup> Νοεμβρίου 2024

.....  
Ον/μο Μέλους  
Ιδιότητα Μέλους

.....  
Ον/μο Μέλους  
Ιδιότητα Μέλους

.....  
Ον/μο Μέλους  
Ιδιότητα Μέλους

Καστοριά, Νοέμβριος 2024

Copyright © 2024 – Μοντσενίγος Ελευθέριος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις εγκάρδιες ευχαριστίες μου στον κ. Σπυρίδωνα Νικολάου για την μεγάλη βοήθεια και υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησεως αυτής της πτυχιακής εργασίας. Μέσα από την πολύτιμη καθοδήγηση και τις επικοινωνιακές παρατηρήσεις του, κατέστη δυνατή η ολοκλήρωση της. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που ήταν πάντα δίπλα μου, στο όμορφο αυτό ταξίδι.

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται τις τεχνολογίες «εκτεταμένης πραγματικότητας» (Extended Reality). Πιο συγκεκριμένα, τις τεχνολογίες της επαυξημένης (Augmented Reality – AR), μεικτής (Mixed Reality – MR) και εικονικής (Virtual Reality – VR) πραγματικότητας. Μέσα από την ιστορική αναδρομή και τους διάφορους τομείς που έχουν εφαρμοστεί, γίνεται σαφές ότι έχουν «εισχωρήσει» στην σύγχρονη εποχή.

Η εφαρμογή στην παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα την ανάπτυξη μιας εφαρμογής τουριστικού οδηγού για κινητές συσκευές Android, που εμπεριέχει τις τεχνολογίες επαυξημένης και μεικτής πραγματικότητας κάνοντας χρήση της τοποθεσίας του χρήστη, για το νησί της Κέρκυρας.

Για την υλοποίηση της παραπάνω εφαρμογής, κατά κύριο λόγο χρησιμοποιήθηκε η μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών Unity 3D. Ωστόσο, μια πληθώρα άλλων εργαλείων συνέθεσαν την πραγμάτωση της. Το Vuforia engine για την ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας, το blender και το Microsoft 3D paint για την δημιουργία των τρισδιάστατων απεικονίσεων, το Mapbox SDK και το Mapbox studio για την αξιοποίηση της γεωγραφικής θέσης και την ενσωμάτωση των χαρτών καθώς και το Adobe Premier pro για την δημιουργία των βίντεο.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), Εικονική Πραγματικότητα (VR), Μεικτή Πραγματικότητα (MR), Εκτεταμένη Πραγματικότητα (XR), Android, SDK, API, Unity 3D Game Engine, Vuforia Engine, Blender, Microsoft 3D Paint, Mapbox, Microsoft Visual Studio, C#

## Abstract

This thesis focuses on "Extended Reality" (XR) technologies, specifically Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR), and Virtual Reality (VR). Through a historical overview and an examination of various applications across different fields, it becomes evident that these technologies have deeply integrated into modern life.

The application developed in this thesis is a mobile tourist guide for Android devices, incorporating Augmented and Mixed Reality technologies and utilizing the user's location to explore the island of Corfu.

The primary tool used for the development of this application was the Unity 3D game engine. However, a variety of other tools contributed to its completion. Specifically, the Vuforia Engine was used for Augmented Reality integration, Blender and Microsoft 3D Paint for creating 3D models, the Mapbox SDK and Mapbox Studio for geographic location features and map integration, and Adobe Premiere Pro for video production.

**Keywords:** Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), Mixed Reality (MR), Extended Reality (XR), Android, SDK, API, Unity 3D Game Engine, Vuforia Engine, Blender, Microsoft 3D Paint, Mapbox, Microsoft Visual Studio, C#, Software Development Life Cycle (SDLC)

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Πίνακας Περιεχομένων</b> .....	iv
<b>Λίστα Εικόνων</b> .....	vi
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	1
<b>1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</b> .....	3
1.1. Τι είναι η επαυξημένη, η εικονική, η μεικτή και η εκτεταμένη πραγματικότητα; ...	3
1.1.1. Τι είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR).....	4
1.1.2. Τι είναι η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR) .....	6
1.1.3. Τι είναι η Μεικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality – MR) .....	7
1.1.4. Τι είναι η Εκτεταμένη Πραγματικότητα (Extended Reality – XR).....	7
1.2. Τεχνολογικός Εξοπλισμός Εφαρμογών Μεικτής Πραγματικότητας .....	8
1.2.1. Συσκευές Προβολής (Display).....	10
1.2.2. Χαρτογραφική προβολή.....	14
1.2.3. Πλοήγηση .....	15
1.3. Σχεδιασμός Εφαρμογών Μεικτής Πραγματικότητας.....	16
1.4. Κατηγορίες Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	21
1.5. Οι κίνδυνοι της επαυξημένης πραγματικότητας.....	42
<b>2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</b> .....	45
2.1 Η Αρχιτεκτονική του Android .....	45
2.2 SDK και APIs .....	47
2.3 Το πρόγραμμα σχεδίασης 3D γραφικών Blender.....	48
2.4 Μηχανή δημιουργίας παιχνιδιών Unity 3D.....	49
2.4.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή Unity 3D Game Engine .....	50
2.4.2 Το περιβάλλον διεπαφής Unity 3D Game Engine.....	51
2.4.3 Δομικά στοιχεία Unity 3D.....	55
2.4.4 Η κάμερα στο Unity 3D.....	56
2.4.5 Ο φωτισμός στο Unity 3D.....	57
<b>3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</b> .....	58
3.1. Software Development Life Cycle (SDLC) .....	58
3.2. Περιγραφή εφαρμογής CorfuAR .....	60
3.3. Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην υλοποίηση της εφαρμογής.....	60
3.4. Διαδικασία εγκατάστασης του Vuforia Engine στο Unity 3D .....	61
3.4.1. Επιλογή Image Targets .....	63
3.4.2. Δημιουργία Vuforia Database .....	63
3.5. Διαδικασία δημιουργίας τρισδιάστατων αντικειμένων .....	64



3.6.	Η πρώτη σκηνή της εφαρμογής .....	69
3.6.1.	Διαδικασία υλοποίησης πρώτης σκηνής.....	70
3.7.	Η δεύτερη σκηνή της εφαρμογής.....	71
3.7.1.	Διαδικασία υλοποίησης της δεύτερης σκηνής .....	71
3.8.	Η Τρίτη σκηνή της εφαρμογής .....	73
3.8.1.	Διαδικασία υλοποίησης της τρίτης σκηνής .....	74
3.9.	Δημιουργία συμπληρωματικής εφαρμογής.....	76
3.9.1.	Μενού .....	77
3.9.2.	Η σκηνή “City Explore” .....	77
3.9.3.	Η σκηνή OverFlyPOI.....	78
3.9.4.	Corfu City Game .....	79
3.10.	Έλεγχος εφαρμογής.....	81
	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>82</b>
	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>85</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....</b>	<b>89</b>
	ChangeScene .....	89
	EventHandler.....	89
	Plirofories .....	92
	FlyOver .....	93
	ChangeScene2 .....	93
	DeviceLocationProvideAndroidNative.cs.....	94

## Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1. Τι είναι η εικονική, η εικονική, η μεικτή και η εκτεταμένη πραγματικότητα; .....	3
Εικόνα 2. Απλοποιημένη αναπαράσταση ενός «πραγματικού-εικονικού συνεχές».....	4
Εικόνα 3. Διαφορά μεταξύ AR, VR, MR και XR .....	7
Εικόνα 4. Διαφορά μεταξύ 3DOF και 6DOF στην Εικονική Πραγματικότητα .....	8
Εικόνα 5. Waveguide based AR headset .....	10
Εικόνα 7. Γυαλιά Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR Eyeglasses).....	12
Εικόνα 8. Διάγραμμα λειτουργίας εικονικής οθόνης αμφιβληστροειδούς (VRD).....	13
Εικόνα 8. Άνδρας φοράει το EyeTap .....	14
Εικόνα 9. Διάγραμμα ροής της AR για την πλοήγηση .....	15
Εικόνα 10. Εύκολο και κατανοητό περιβάλλον διεπαφής UI εφαρμογής.....	18
Εικόνα 11. Παράδειγμα εστίασης/στόχευσης κάμερας.....	19
Εικόνα 12. Παράδειγμα κλίμακας ψηφιακών στοιχείων .....	19
Εικόνα 13. Τρόποι διάδρασης για τον χειρισμό της επαυξημένης πραγματικότητας.....	19
Εικόνα 14. Ενθάρρυνση του χρήστη να εξερευνήσει το περιβάλλον .....	20
Εικόνα 15. Δημιουργία σκιών για την βελτίωση της αίσθησης βάθους.....	20
Εικόνα 16. Προβολή αντικειμένου στον χώρο με AR .....	21
Εικόνα 17. Παιχνίδι AR PokemonGO.....	22
Εικόνα 18. Απεικόνιση αρχαιολογικού χώρου με AR.....	23
Εικόνα 19. Κατασκευή κτηρίου με AR.....	24
Εικόνα 20. Απεικόνιση επίπλου στο χώρο με AR .....	25
Εικόνα 21. Δοκιμή ρούχων με χρήση AR.....	26
Εικόνα 22. Δοκιμή makeup με χρήση AR .....	27
Εικόνα 23. Εικονική πληροφορία για κάθε όροφο ενός κτιρίου .....	28
Εικόνα 24. Εικονικές διαφημιστικές πινακίδες με χρήση AR .....	28
Εικόνα 25. Περιήγηση σε μουσείο με χρήση AR. ....	29
Εικόνα 26. Βίντεο κλίπ με χρήση AR .....	30
Εικόνα 27. Μαθήματα πιάνου με την βοήθεια AR.....	31
Εικόνα 28. Χρήση του AccuVein σε ασθενή .....	34
Εικόνα 29. Εφαρμογή γυμναστικής με χρήση AR.....	35
Εικόνα 30. Προσομοίωση πτήσης με χρήση AR .....	36
Εικόνα 31. Παράδειγμα εφαρμογής Synthetic Training Environment με AR .....	37
Εικόνα 32. Παράδειγμα εφαρμογής Tactical Augmented Reality (TAR).....	38
Εικόνα 33. Παράδειγμα HUD 3.0 .....	38
Εικόνα 34. Εφαρμογή AR στον τουρισμό. ....	39

Εικόνα 35. Χρήση AR για τουριστική περιήγηση.....	40
Εικόνα 36. Παιχνίδι AR με ιστορικό χαρακτήρα.....	41
Εικόνα 37. Παράδειγμα Beacon Technology.....	42
Εικόνα 38. Ιδιωτικότητα και AR.....	44
Εικόνα 39. Αρχιτεκτονική Android .....	45
Εικόνα 40. Το λογότυπο του blender .....	48
Εικόνα 41. Το λογότυπο της Unity 3D Game Engine .....	49
Εικόνα 42. Το Interface του Unity 3D.....	51
Εικόνα 43. Hierarchy window στο Unity 3D .....	52
Εικόνα 44. Scene view στο Unity 3D .....	52
Εικόνα 45. Project Window στο Unity 3D.....	53
Εικόνα 46. Inspector window στο Unity 3D.....	54
Εικόνα 47. Console Window στο unity 3D.....	55
Εικόνα 48. Η Camera στο unity 3D.....	56
Εικόνα 49. Ο φωτισμός στο Unity 3D.....	57
Εικόνα 50. Φάσεις Ανάπτυξης Λογισμικού (Software Development Life Cycle - SDLC) .....	58
Εικόνα 51. Use-Case Diagram Εφαρμογής Corfu AR .....	59
Εικόνα 51. Λήψη του Vuforia Engine SDK και Εισαγωγή στο Project (1).....	61
Εικόνα 52.Εισαγωγή του Vuforia Engine στο Project (2).....	61
Εικόνα 53. Ο φάκελος "Vuforia Engine" .....	62
Εικόνα 54.Προσθήκη "ARCamera" στο Hierachy .....	62
Εικόνα 55. Δημιουργία του License Key.....	62
Εικόνα 56. Εισαγωγή του License Key στο Unity 3D.....	63
Εικόνα 57. Εισαγωγή φωτογραφίας στην Database .....	63
Εικόνα 58. Η Database της Vuforia Engine .....	64
Εικόνα 59. Η Database όπως φαίνεται μέσα στο Unity 3D .....	64
Εικόνα 60. Το 3D μοντέλο του γλυπτού του Αχιλλέα .....	65
Εικόνα 61. Περιβάλλον του Blender .....	65
Εικόνα 62. Το Blender Gis Add-on μέσω Github .....	66
Εικόνα 63. Εγκατάσταση Blender GIS στο Blender.....	66
Εικόνα 64. Οι επιλογές του βασικού χάρτη .....	67
Εικόνα 65. Ο «χάρτης» της Κέρκυρας .....	67
Εικόνα 66. Επιλογή του SRTM στον «χάρτη» .....	68
Εικόνα 67. Παραμετροποίηση του αντικειμένου στο Blender.....	68
Εικόνα 68. Η τελική μορφή του 3D μοντέλου .....	69

Εικόνα 69. Πρώτη σκηνή της "Corfu AR" .....	69
Εικόνα 70. "ARBOOK" σκηνή.....	70
Εικόνα 71. "MenusScene" στο Unity 3D .....	70
Εικόνα 72. Στιγμιότυπο εφαρμογής.....	71
Εικόνα 73. Εισαγωγή image target από το Project.....	72
Εικόνα 74. Εισαγωγή image target από Vuforia database .....	72
Εικόνα 75. "ARBookScene" στο Unity 3D .....	73
Εικόνα 76. Σκηνή πληροφοριών.....	74
Εικόνα 77. Οι ρυθμίσεις του Panel στο Unity 3D .....	74
Εικόνα 78. Εμφάνιση του Panel στην εφαρμογή .....	75
Εικόνα 79. Η σκηνή μέσα στο Unity 3D.....	76
Εικόνα 80. Mapbox Studio .....	76
Εικόνα 81. Μενού .....	77
Εικόνα 82. "Explore City" σκηνή.....	77
Εικόνα 83. Η σκηνή City Explore .....	78
Εικόνα 84. Η σκηνή OverFlyPOI.....	79
Εικόνα 85. Η "FlyOverPOI" στο Unity3D.....	79
Εικόνα 86. Η σκηνή "Corfu City Game" .....	80
Εικόνα 87. Η σκηνή Corfu City Game στο Unity 3D .....	81

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία της ανθρωπότητας ξεκινά πολλά χρόνια πριν, όταν ακόμη και τα πιο βασικά γνωρίσματα όπως για παράδειγμα οι σημερινή τρόποι επικοινωνίας, ήταν άγνωστοι στην τότε εποχή. Αν υπήρχε τρόπος να ταξιδέψουν οι άνθρωποι του τότε στον σημερινό κόσμο και μπορούσαν να αντικρίσουν την σύγχρονη πραγματικότητα, τα τεχνολογικά επιτεύγματα αλλά και σε ποιο σημείο έχουμε εξελιχθεί μέσα στον χρόνο, ίσως κάποιοι να μην μας αναγνώριζαν, μπορεί κάποιοι άλλοι να πίστευαν ότι είμαστε άλλος πολιτισμός, ενώ πιθανότατα κάποιοι από αυτούς να πίστευαν ότι διακτινίστηκαν σε έναν άλλο σύμπαν, πολύ διαφορετικό από τον δικό τους. Το σίγουρο είναι όμως ότι στο τέλος θα διαπίστωναν ότι έχουμε τις ίδιες βασικές ανάγκες, τα ίδια βασικά ένστικτα και τα ίδια συναισθήματα.

Μπορεί το παραπάνω να μη μπορεί να πραγματοποιηθεί ποτέ και να αποτελέσει απόσπασμα επιστημονικής φαντασίας όπως ακριβώς θα φαίνονταν στους τότε ανθρώπους αυτά που ζούμε σήμερα ωστόσο το αντίστροφο είμαστε πλέον σε θέση να το «ζήσουμε» και να το αναπαραστήσουμε. Να «αισθανθούμε» τους προγόνους μας να «βιώσουμε» τον τρόπο που έζησαν, να «δούμε» μέσα από τα μάτια τους, να «μυρίσουμε» το χώμα που πάτησαν. Όλα αυτά και πολλά άλλα, χάρης της τεχνολογίας που ονομάστηκε επαυξημένη πραγματικότητα και εικονική πραγματικότητα.

Οι δυνατότητες τους είναι απεριόριστες. Όπως και το ανθρώπινο μυαλό, που μπορεί να πλάσει φανταστικούς κόσμους νοερά, έτσι και οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να μας δώσουν την αίσθηση ότι ζούμε μέσα σε αυτούς ή ότι συνυπάρχουμε, βιώνοντας κάθε συναίσθημα που θα νιώθαμε και στον πραγματικό κόσμο. Ομοιόμορφα συνυφασμένους, έτσι ώστε να μη μπορεί κανείς να διακρίνει την διαφορά.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την ανάπτυξη μιας εφαρμογής τουριστικού οδηγού για κινητές συσκευές Android, εμπλουτισμένη με τεχνολογίες επαυξημένης και μικτής πραγματικότητας κάνοντας χρήση της τοποθεσίας του χρήστη, για το νησί της Κέρκυρας. Αποσκοπεί στην ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη στα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος της Κέρκυρας, αφού μέσα από την χρήση της, θα μπορεί να βλέπει, να ακούει και να μαθαίνει για αυτά με εύκολο και διασκεδαστικό τρόπο, ενώ παράλληλα να μπορεί να περιηγηθεί στην πόλη του νησιού.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από τρία κεφάλαια και προσπαθεί αφενός να καλύψει το θεωρητικό όσο και το τεχνολογικό κομμάτι της επαυξημένης και μεικτής πραγματικότητας, αφετέρου να παρουσιάσει την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που χρησιμοποιεί τέτοιες τεχνολογίες.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον ορισμό της επαυξημένης, μικτής και εικονικής πραγματικότητας, στην ιστορική τους αναδρομή καθώς και στα πεδία που εφαρμόζεται σήμερα, κάνοντας αναφορά και στους επικείμενους κινδύνους τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις τεχνολογίες και τα εργαλεία που τις «ενσαρκώνουν» καθώς και ιστορική αναφορά αυτών. Επίσης γίνεται αναφορά στα διάφορα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή.

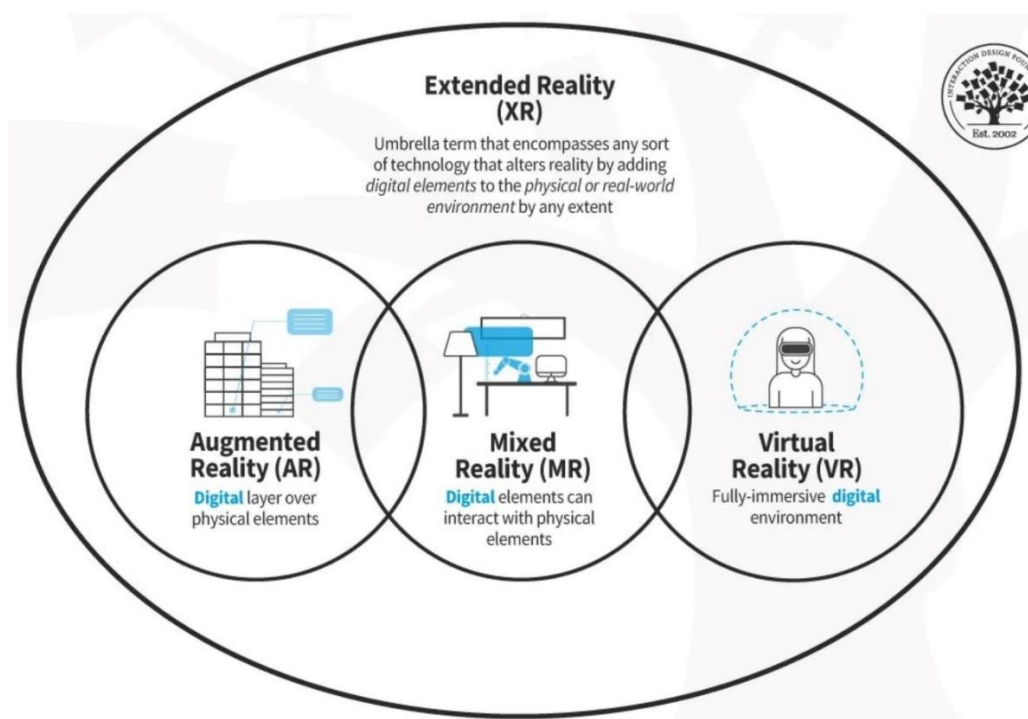
Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική αναφορά στα βήματα δημιουργίας της εφαρμογής που προαναφέρθηκε παραπάνω, μέσα από ενδελεχή παρουσίαση των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν και εικόνες που πάρθηκαν κατά την διάρκεια δημιουργίας της.

Τελειώνοντας, παρατίθενται τα συμπεράσματα που προέκυψαν στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, συμπεριλαμβανομένων και των προτάσεων ως προς τη περαιτέρω βελτίωσή της στο μέλλον. Επίσης, παρατίθεται πλήρης λίστα βιβλιογραφικών πηγών, καθώς και παράρτημα με τον κώδικα της εφαρμογής.

## 1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 1.1. Τι είναι η επαυξημένη, η εικονική, η μεικτή και η εκτεταμένη πραγματικότητα;

Υπάρχει μια σύγχυση σχετικά με τις διαφορές μεταξύ των όρων **Επαυξημένη Πραγματικότητα** (Augmented Reality - **AR**), **Εικονική Πραγματικότητα** (Virtual Reality - **VR**), **Μεικτή Πραγματικότητα** (Mixed Reality - **MR**) και **Εκτεταμένη Πραγματικότητα** (eXtended Reality - **XR**). Οι περισσότεροι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους όρους AR και VR για να περιγράψουν τις διαφορετικές τεχνολογίες, ωστόσο αυτοί οι όροι δεν επαρκούν για να κατανοηθεί πλήρως η έκταση και οι τρόποι χρήσης αυτών των τεχνολογιών.



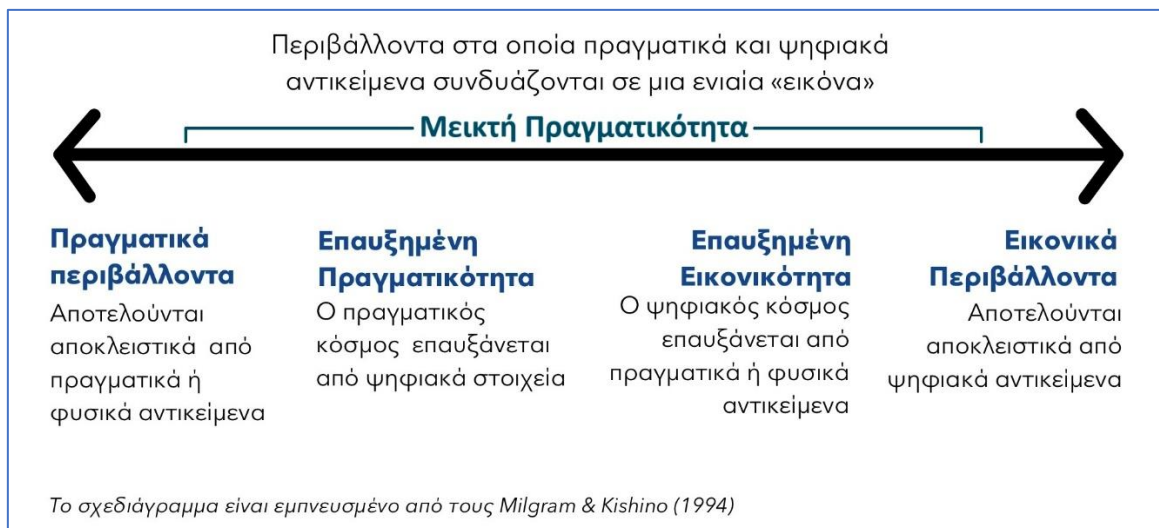
Εικόνα 1. Τι είναι η εικονική, η εικονική, η μεικτή και η εκτεταμένη πραγματικότητα;

Πηγή: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/extended-reality-xr>

Όμως, τι σημαίνει «πραγματικότητα» στο πλαίσιο των AR, MR, VR και XR; Σε κάποιο βαθμό, ο τρόπος που επεξεργαζόμαστε τις πληροφορίες και κατασκευάζουμε την πραγματικότητα είναι μοναδικός για τον καθένα μας. Η γενετική, η προηγούμενη εμπειρία μας, το περιβάλλον στο οποίο μεγαλώσαμε, διαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο. Τείνουμε να συγκρίνουμε την πραγματικότητα με τον φυσικό κόσμο και ίσως αυτό μας δυσκολεύει να κατανοήσουμε γιατί η εικονική πραγματικότητα

βιώνεται τόσο αληθινά ακόμα κι όταν ξέρουμε ότι δεν είναι. Η αλήθεια είναι ότι η πραγματικότητα είναι μια υποκειμενική κατασκευή που βασίζεται στις πληροφορίες που λαμβάνουμε από τις αισθήσεις μας, είτε αυτές οι πληροφορίες προέρχονται από τον φυσικό κόσμο είτε από τον ψηφιακό. Στόχος όλων αυτών των διαφορετικών τεχνολογιών είναι να τις αισθανόμαστε «αληθινές». Η διαφοράς μεταξύ τους είναι σε ποιο βαθμό βασίζονται σε φυσικά ή ψηφιακά στοιχεία.

Στο πραγματικό-εικονικό «συνεχές», το συνεχές είναι μια κρίσιμη λέξη που περιέχει το πλήρες φάσμα των δυνατοτήτων μεταξύ του εξ ολοκλήρου φυσικού κόσμου ή του πραγματικού περιβάλλοντος και του πλήρως ψηφιακού κόσμου ή του εικονικού περιβάλλοντος. Οι ερευνητές Paul Milgram και Fumio Kishino [1] εισήγαγαν για πρώτη φορά το 1994, την έννοια του «πραγματικού-εικονικού συνεχές». Αυτή η έννοια είναι μια θεωρητική κατασκευή που μπορεί να βοηθήσει να οπτικοποιήσουμε και να κατανοήσουμε καλύτερα τις διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών AR, MR, VR και XR και την περιοχή που καταλαμβάνουν στο φάσμα του πραγματικού-εικονικού συνεχές. Να σημειωθεί ότι τα ακριβή όρια μεταξύ αυτών των τεχνολογιών δεν είναι εκατό τοις εκατό ξεκάθαρα και μπορεί να επικαλύπτονται.



**Εικόνα 2. Απλοποιημένη αναπαράσταση ενός «πραγματικού-εικονικού συνεχές»**

Πηγή: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/extended-reality-xr>

### **1.1.1. Τι είναι η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR)**

Θα μπορούσαν να γραφτούν πολλές σελίδες για το τι είναι η επαυξημένη πραγματικότητα, όπως θα μπορούσε επίσης να μην ειπωθεί απολύτως τίποτα και να



αφήσουμε την ίδια να μας παρουσιαστεί μέσα από το συνονθύλευμα του πραγματικού και του φανταστικού κόσμου που δημιουργεί. Τα πρώτα λειτουργικά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας που παρείχαν συναρπαστικές εμπειρίες μεικτής πραγματικότητας για τους χρήστες εφευρέθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ξεκινώντας από το σύστημα Virtual Fixtures που αναπτύχθηκε στο εργαστήριο Άρμστρονγκ των Η.Π.Α το 1992. Οι εμπορικές εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά σε επιχειρήσεις ψυχαγωγίας και τυχερών παιχνιδιών, στην συνέχεια οι εφαρμογές της επεκτάθηκαν σε εμπορικές βιομηχανίες όπως στην εκπαίδευση, στις τηλεπικοινωνίες, στην ιατρική και στην ψυχαγωγία.

Ωστόσο για ακαδημαϊκούς λόγους που συνάδουν την παρούσα εργασία παρατίθεται ο επίσημος όρος, όπου σύμφωνα με τον Azuma [2], ορίζει ότι «η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality – AR) αποτελεί έναν επιστημονικό κλάδο, στον οποίο τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα ενσωματώνονται στον πραγματικό κόσμο σε ζωντανή ροή.» Έκτοτε, σύμφωνα με τις πρόσφατες εξελίξεις στην επαυξημένη πραγματικότητα, αναδύθηκε ένας νέος ορισμός, ο οποίος προτάθηκε εκ νέου από τον Azuma [3], σύμφωνα με τον οποίο «Ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας συμπληρώνει τον πραγματικό κόσμο με εικονικά αντικείμενα που φαίνονται να συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο με τον πραγματικό κόσμο». Είναι η συμβολή των υπολογιστών για τον εμπλουτισμό του πραγματικού κόσμου. «Η επαυξημένη πραγματικότητα [3] είναι μια διαδραστική εμπειρία ενός πραγματικού περιβάλλοντος όπου τα αντικείμενα τα οποία βρίσκονται στον πραγματικό κόσμο εμπλουτίζονται από αντιληπτικές ιδιότητες που δημιουργούνται από ηλεκτρονικό υπολογιστή, μερικές φορές με πολλαπλούς αισθητηριακούς μεθόδους, όπως οπτικούς, ακουστικούς, σωματοαισθητικούς και οσφρητικούς».

Οι επικαλυπτόμενες αισθητηριακές πληροφορίες (overlaid sensory information) μπορεί να είναι εποικοδομητικές (πρόσθετες στο φυσικό περιβάλλον) ή καταστροφικές (κάλυψη του φυσικού περιβάλλοντος) με αυτόν τον τρόπο, η επαυξημένη πραγματικότητα μεταβάλλει την συνεχή αντίληψη κάποιου για τον πραγματικό κόσμο, ενώ η εικονική πραγματικότητα αντικαθιστά πλήρως το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη με ένα προσομοιωμένο. Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται για την ενίσχυση του φυσικού χώρου και προσφέρει αισθητηριακές εμπειρίες [5]. Με την βοήθεια προηγμένων τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας οι πληροφορίες σχετικά με τον πραγματικό κόσμο του χρήστη γίνονται διαδραστικές και ψηφιακά διαχειρίσιμες.

Κατά συνέπεια, η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την «θέαση» ψηφιακών στοιχείων στο πραγματικό περιβάλλον. Δηλαδή τοποθετούνται (ή προβάλλονται) ψηφιακά στοιχεία στον φυσικό κόσμο. Η πρωταρχική αξία της επαυξημένης πραγματικότητας είναι ο τρόπος με τον οποίο τα συστατικά του ψηφιακού κόσμου συνδυάζουν την αντίληψη ενός ατόμου για τον πραγματικό κόσμο, όχι ως απλή απεικόνιση δεδομένων αλλά μέσω της ενσωμάτωσης των συναισθηματικών αισθήσεων οι οποίες θεωρούνται φυσικά μέρη ενός περιβάλλοντος.

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να οριστεί ως ένα σύστημα που ενσωματώνει τρία (3) βασικά χαρακτηριστικά:

- a) α) έναν συνδυασμό πραγματικών και εικονικών κόσμων,
- b) β) αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο και
- c) γ) τρισδιάστατη καταχώρηση εικονικών και πραγματικών αντικειμένων.

Η επαυξημένη πραγματικότητα σχετίζεται με δύο συνώνυμους όρους: την μεικτή πραγματικότητα (mixed reality) και την πραγματικότητα μέσω υπολογιστή (computer-mediated reality) ή εικονική πραγματικότητα (virtual reality).

### **1.1.2. Τι είναι η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality – VR)**

Η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality – VR) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη δημιουργία ενός πλήρους καθηλωτικού ψηφιακού περιβάλλοντος. Στις εμπειρίες εικονικής πραγματικότητας, το φυσικό ή το πραγματικό περιβάλλον είναι εντελώς αποκλεισμένο. Μια εμπειρία εικονικής πραγματικότητας περιλαμβάνει την είσοδο σε μια προσομοίωση δημιουργημένη με υπολογιστή, με τον εξοπλισμό να παίζει έναν ουσιώδη ρόλο. Με τη βοήθεια των συσκευών VR headsets καταργείται πλήρως η εικόνα που έχουν οι άνθρωποι για τον πραγματικό κόσμο, βυθίζοντάς τους σε εντελώς εικονικούς κόσμους. Το VR headset διαθέτει πολυάριθμους αισθητήρες και τεχνολογίες που μεταφράζουν τις κινήσεις του χρήστη του στον εικονικό κόσμο. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για να προσδιοριστούν οι κινήσεις του.

Πολλοί άνθρωποι δυσκολεύονται με το γεγονός ότι οι εμπειρίες VR δημιουργούν αληθινές συναισθηματικές αντιδράσεις, ακόμα κι αν γνωρίζουν ότι είναι «ψεύτικες». Λαμβάνοντας υπόψη ότι κατασκευάζουμε την πραγματικότητά μας από τις πληροφορίες που λαμβάνουν οι αισθήσεις μας, ακόμα κι αν γνωρίζουμε ότι έχουμε μια πλήρως ψηφιακή εμπειρία, το σώμα μας ανταποκρίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως αν ήταν πραγματική.

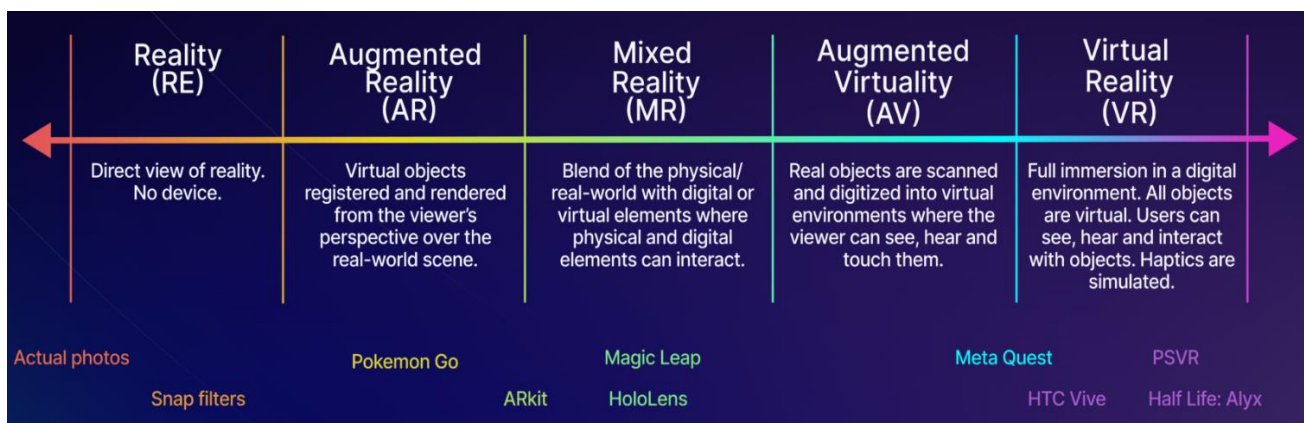
Φαίνεται πως ο εγκέφαλος μας δεν «γνωρίζει» τη διαφορά μεταξύ εικονικού και πραγματικού.

### 1.1.3. Τι είναι η Μεικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality – MR)

Η VR και η AR συγκλίνουν και συναντώνται στη μεικτή πραγματικότητα. Οι ερευνητές Paul Milgram και Fumio Kishino [1] επινόησαν το 1994 τον όρο Μεικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality – MR), για να περιγράψουν το συνεχές ανάμεσα στο ολικά πραγματικό περιβάλλον και το ολικά εικονικό περιβάλλον. Η μεικτή πραγματικότητα (MR) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει όχι μόνο την τοποθέτηση ψηφιακών στοιχείων στο πραγματικό περιβάλλον, αλλά και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο. Με την εμπειρία MR, ο χρήστης μπορεί να δει και να αλληλεπιδράσει τόσο με τα πραγματικά στοιχεία όσο και με τα ψηφιακά/εικονικά στοιχεία. Η τεχνολογία MR βρίσκεται στο κέντρο της εκτεταμένης πραγματικότητας.

### 1.1.4. Τι είναι η Εκτεταμένη Πραγματικότητα (Extended Reality – XR)

Η εκτεταμένη πραγματικότητα (Extended Reality - XR) είναι ένας γενικός όρος που περιλαμβάνει κάθε είδους τεχνολογία που αλλάζει ή τροποποιεί την πραγματικότητα προσθέτοντας σε οποιοδήποτε βαθμό ψηφιακά στοιχεία στο φυσικό ή πραγματικό περιβάλλον, «θολώνοντας» έτσι τη γραμμή μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου. Το XR περιλαμβάνει τις τεχνολογίες AR, MR, VR και οποιαδήποτε τεχνολογία, ακόμα κι αυτές που δεν έχουν ακόμα αναπτυχθεί, οι οποίες βρίσκονται σε οποιοδήποτε σημείο του «πραγματικού-εικονικού συνεχές».



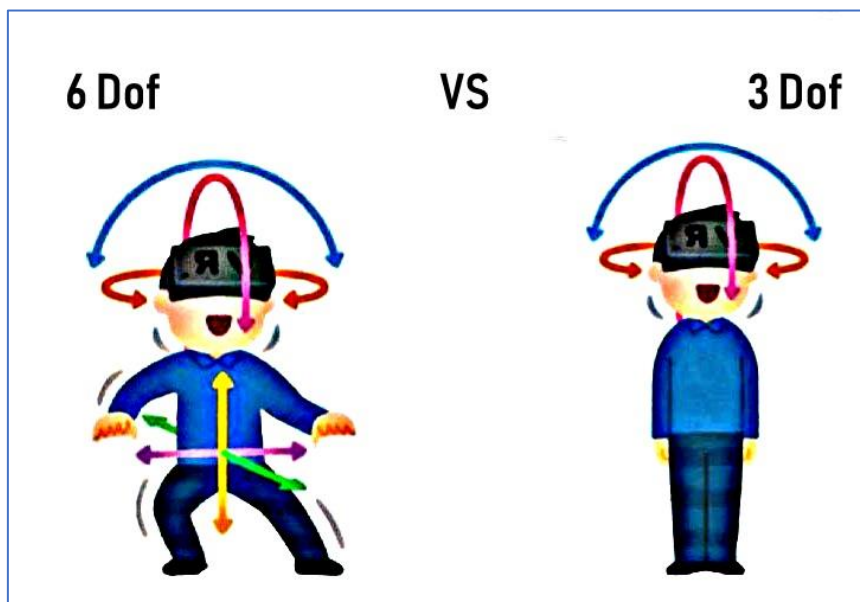
Εικόνα 3. Διαφορά μεταξύ AR, VR, MR και XR

Πηγή: <https://www.alpha3d.io/augmented-virtual-extended-mixed-reality/>

## 1.2. Τεχνολογικός Εξοπλισμός Εφαρμογών Μεικτής Πραγματικότητας

Οι εφαρμογές επαυξημένης και μεικτής πραγματικότητας για κινητά, κερδίζουν δημοτικότητα λόγω της ευρείας υιοθέτησης κινητών και ιδιαίτερα αυτών που μπορούν να φορεθούν (wearables) συσκευών. Ωστόσο, συχνά βασίζονται σε ενδεδειγμένους υπολογιστικούς αλγόριθμους όρασης με ακραίες απαιτήσεις καθυστέρησης. Για να αντισταθμιστεί η έλλειψη υπολογιστικής ισχύος σε κινητές συσκευές, είναι συχνά επιθυμητή η εκφόρτωση επεξεργασίας δεδομένων σε ένα απομακρυσμένο μηχάνημα. Η εκφόρτωση υπολογισμού εισάγει νέους περιορισμούς στις εφαρμογές, ειδικά όσον αφορά την καθυστέρηση και το εύρος ζώνης. Παρόλο που υπάρχει πληθώρα πρωτοκόλλων μεταφοράς πολυμέσων σε πραγματικό χρόνο υπάρχει ανάγκη υποστήριξης και υποδομής δικτύου.

Τα σύγχρονα κινητά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιούν μία ή περισσότερες από τις ακόλουθες τεχνολογίες παρακολούθησης κινήσεως: ψηφιακές κάμερες και/ή άλλους οπτικούς αισθητήρες, επιταχυνσιόμετρο, γεωεντοπισμός GPS, γυροσκόπια, πυξίδες στερεάς κατάστασης, αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID), κλπ. Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν διαφορετικά επίπεδα ακριβείας. Το πιο σημαντικό είναι η θέση και ο προσανατολισμός του κεφαλιού του χρήστη. Η παρακολούθηση του χεριού ή των χεριών του χρήστη ή μιας χειροκίνητης συσκευής εισόδου μπορεί να παρέχει μία τεχνική αλληλεπίδραση με έξι βαθμοί ελευθερίας (6DOF), ή έξι βαθμοί κίνησης ενός άκαμπτου σώματος στον τρισδιάστατο χώρο.



Εικόνα 4. Διαφορά μεταξύ 3DOF και 6DOF στην Εικονική Πραγματικότητα

Πηγή: <https://www.cleanpng.com/png-oculus-rift-head-mounted-display-virtual-reality-h-6917468/>

Οι υπολογιστές είναι υπεύθυνοι για τα γραφικά που συμπορεύονται με την επαυξημένη πραγματικότητα. Αναλύουν κι επεξεργάζονται τα οπτικά και τα υπόλοιπα δεδομένα για να συνθέσουν και να προβάλουν το περιεχόμενο της επαυξημένης πραγματικότητας. Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιεί ψηφιακές προβολές που δημιουργήθηκαν από υπολογιστές, έχοντας εντυπωσιακή επίδραση στον τρόπο εμφάνισης του πραγματικού κόσμου. Με τη βελτίωση της τεχνολογίας και των υπολογιστών, η επαυξημένη πραγματικότητα θα οδηγήσει σε μία δραστική και επαναστατική αλλαγή ως προς την παρουσίαση περιεχομένου της εκτεταμένης πραγματικότητας (Extended Reality). Σύμφωνα με το περιοδικό Time, σε περίπου 15 με 20 χρόνια προβλέπεται ότι η επαυξημένη πραγματικότητα και η εικονική πραγματικότητα θα καταστούν το κύριο περιβάλλον αλληλεπίδρασης με υπολογιστές.

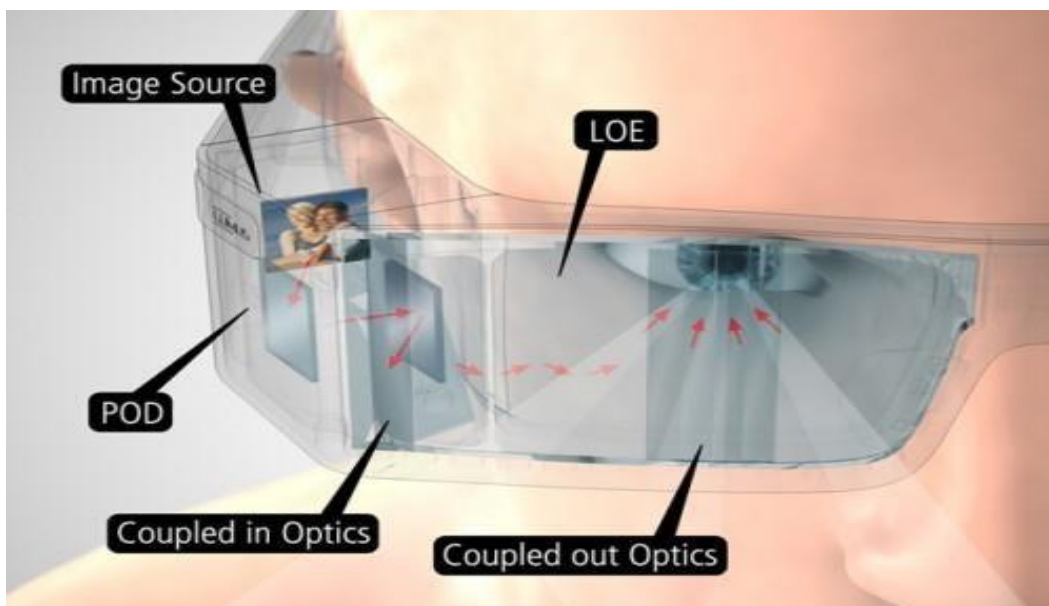
Οι υπολογιστές βελτιώνονται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, οδηγώντας σε νέους τρόπους βελτίωσης και της υπόλοιπης τεχνολογίας. Όσο περισσότερο προχωρούν οι υπολογιστές, ή επαυξημένη πραγματικότητα θα γίνεται όλο και πιο ευέλικτη και πιο συνηθισμένη μέσα στην κοινωνία. Οι υπολογιστές είναι ο πυρήνας της επαυξημένης πραγματικότητας. Ο υπολογιστής λαμβάνει δεδομένα από τους αισθητήρες που καθορίζουν τη σχετική θέση της επιφάνειας ενός αντικειμένου. Αυτό μεταφράζεται ως μία είσοδο στον υπολογιστή που στη συνέχεια εξάγεται στους χρήστες προσθέτοντας κάτι που διαφορετικά δεν θα ήταν εκεί. Ο υπολογιστής περιλαμβάνει μνήμη και επεξεργαστή όποιος παίρνει το συρόμενο περιβάλλον και στη συνέχεια δημιουργεί εικόνες ή βίντεο και τα τοποθετεί στον δέκτη για να τα δει ο παρατηρητής. Τα σταθερά σημάδια στην επιφάνεια ενός αντικειμένου αποθηκεύονται στη μνήμη ενός υπολογιστή. Ο υπολογιστής αποσύρεται επίσης από τη μνήμη του για να παρουσιάσει εικόνες ρεαλιστικές στον θεατή.

Συνοψίζοντας, ο απαραίτητος τεχνολογικός εξοπλισμός για την επαυξημένη πραγματικότητα περιλαμβάνει τα εξής: επεξεργαστής, οθόνη, αισθητήρες και συσκευές εισόδου. Οι σύγχρονες φορητές υπολογιστικές συσκευές, όπως τα έξυπνα κινητά (smartphones) και υπολογιστές ταμπλέτες περιέχουν αυτά τα στοιχεία, τα οποία συχνά περιλαμβάνουν αισθητήρες κάμερας και μικρό-ηλεκτρομηχανικών συστημάτων (MEMS) όπως επιταχυνσιόμετρο, GPS και πυξίδα στερεάς κατάστασης, καθιστώντας τες κατάλληλες πλατφόρμες επαυξημένης πραγματικότητας.

### 1.2.1. Συσκευές Προβολής (Display)

Οι πρώτες προσπάθειες για την ανάπτυξη τεχνολογιών προβολής εικονικής πραγματικότητας χρονολογούνται από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα. Τα στοιχεία που περιβάλλουν τον κόσμο της τεχνολογίας εμβύθισης (immersion technologies) συγκεντρώνονται με διαφορετικούς τρόπους έτσι ώστε να δημιουργήσουν διαφορετικούς τύπους συμπεριλαμβανομένης της εικονικής πραγματικότητας και του διεισδυτικού παιχνιδιού. Ενώ η τεχνολογία εμβύθισης έχει ήδη τεράστιο αντίκτυπο στον κόσμο μας η προοδευτική ανάπτυξη και εξέλιξή της θα συνεχίσει να δημιουργεί μόνιμες επιπτώσεις στην τεχνολογική μας κουλτούρα.

Οι δύο τεχνολογίες προβολής που χρησιμοποιούνται στην επαυξημένη πραγματικότητα είναι οι διαθλαστικοί κυματοδηγοί και οι ανακλαστικοί κυματοδηγοί. Ένα πλεονέκτημα της χρήσης διαθλαστικών ή ανακλαστικών κυματοδηγών είναι ότι η μικρο-οθόνη (micro – display) ή άλλα οπτικά στοιχεία απεικόνισης μπορούν να σχεδιαστούν εκτός του τρόπου της προβολής χρήστη (user view) ή της ελεύθερης κίνησης του προσώπου του.



Εικόνα 5. Waveguide based AR headshet

Πηγή: <https://virtualrealitypop.com/understanding-waveguide-the-key-technology-for-augmented-reality-near-eye-display-part-i-2b16b61f4bae>

Οι οπτικοί κυματοδηγοί [5, 6] αποτελούν την πιο πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για το μέλλον της επαυξημένης πραγματικότητας. Αυτό αποδίδεται στον εξαιρετικά χαμηλό συντελεστή μορφής τους και τις ελαφριές ιδιότητές τους, που καθιστούν τη συγκεκριμένη τεχνολογία ιδανική για φορητές και άνετες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Ένας κυματοδηγός είναι οτιδήποτε οδηγεί τα κύματα ενέργειας (φως, ήχος, ηλεκτρομαγνητισμός)

σε ένα σαφώς καθορισμένο τελικό σημείο. Για παράδειγμα, καλώδια οπτικών ινών που μεταφέρουν υπεριώδες φως, χιλιάδες χιλιόμετρα μακριά για την μετάδοση των δεδομένων του διαδικτύου το κάνουν όπως οι κυματοδηγοί. Χωρίς κυματοδηγό η ακτινοβολούμενη ενέργεια διαλύεται προς τα έξω από την πηγή της. Το πλάτος της μειώνεται σύμφωνα με τον νόμο του αντίστροφου τετραγώνου καθώς επεκτείνεται σε τρισδιάστατο χώρο. Οι οπτικοί κυματοδηγοί είναι υλικά κατασκευασμένα έτσι ώστε να μπορεί να συμβεί ολική εσωτερική ανάκλαση (Total Internal Reflection – TIR) ή TIR, μπορεί να συμβεί μόνο όταν ο διηλεκτρικός δείκτης του μεσαίου στρώματος είναι μεγαλύτερος από αυτόν των γύρων στρώσεων υλικού. Με την TIR, οι εικόνες που δημιουργούνται από μια οπτική μηχανή διασυνδέονται στο γυάλινο υπόστρωμα, όπου έχουν ως αποτέλεσμα να αναπηδούν μπρος και πίσω μέσα στο γυαλί και στην συνέχεια διασυνδέονται έξω από το γυαλί σε αυτό που βλέπει ο χρήστης.

#### **1.2.1.1. Φορητή Συσκευή Προβολής Κεφαλής (Head Mounted Display – HMD)**

Η οθόνη που τοποθετείται στο κεφάλι (Head Mounted Display – HMD) [7] είναι μια συσκευή προβολής που φοριέται στο μέτωπο, όπως ένα συμβατικό κράνος. Τα HMD προβάλλουν εικόνες τόσο του φυσικού κόσμου όσο και των εικονικών αντικειμένων πάνω από το οπτικό πεδίο του χρήστη. Τα σύγχρονα HMD συχνά χρησιμοποιούν αισθητήρες που παρέχουν έξι βαθμούς ελευθερίας που επιτρέπουν στο σύστημα να ευθυγραμμίσει τις εικονικές πληροφορίες με τον φυσικό κόσμο και να προσαρμοστεί ανάλογα με τις κινήσεις της κεφαλής του χρήστη προσφέροντας έτσι μια πιο ρεαλιστική και καθηλωτική εμπειρία.

Τα HMD έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν στους χρήστες εικονικής πραγματικότητας, εμπειρίες συνεργασίας σε ένα πλήρως εμβυθιστικό περιβάλλον. Συγκεκριμένοι πάροχοι όπως το uSens κατασκευάζουν χειριστήρια χειρονομίας για πλήρη εικονική αντίληψη (virtual immersion - IVR). Η IVR είναι μια τεχνολογία που στοχεύει να “βυθίσει” εντελώς τον χρήστη μέσα στον κόσμο που δημιουργεί ο υπολογιστής, δίνοντάς του την εντύπωση ότι βρίσκεται μέσα στον συνθετικό κόσμο. Αυτό επιτυγχάνεται είτε χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες HMD είτε από πολλαπλές προβολές. Το HMD επιτρέπει την προβολή της εικονικής πραγματικότητας μπροστά από τα μάτια και δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να επικεντρωθούν σε αυτό χωρίς καμία απόσπαση της προσοχής τους.

#### **1.2.1.2. Συσκευή Προβολής Κεφαλής (Head Up Display – HUD)**

Η οθόνη HUD [9] είναι μια διαφανής οθόνη που παρουσιάζει δεδομένα χωρίς να απαιτείται από τους χρήστες να κοιτάζουν διαφορετικά από το σύνθηρες. Μια πρόδρομη

τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, οι οθόνες HUD αναπτύχθηκαν αρχικά για τους πιλότους την δεκαετία του '50, προβάλλοντας απλά δεδομένα πτήσης στο οπτικό τους πεδίο, επιτρέποντας τους με αυτόν τον τρόπο να διατηρούν σταθερό το κεφάλι τους και /να μην κοιτάζουν τα όργανα. Οι συσκευές επαυξημένης πραγματικότητας για κοντά στο μάτι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φορητές οθόνες HUD, καθώς μπορούν να εμφανίζουν δεδομένα, πληροφορίες και εικόνες ενώ ο χρήστης βλέπει τον πραγματικό κόσμο. Αυτό είναι βασικά που κάνει μια οθόνη HUD. Ωστόσο στην πράξη, η επαυξημένη πραγματικότητα αναμένεται να περιλαμβάνει καταγραφή και παρακολούθηση μεταξύ των υπερτιθέμενων αντιλήψεων, αισθήσεων, πληροφοριών, δεδομένων και εικόνων μέρους του πραγματικού κόσμου.

#### **1.2.1.3. Γυαλιά Επαυξημένης Πραγματικότητας**

Οι οθόνες επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να αποδοθούν και σε συσκευές που μοιάζουν με γυαλιά. Οι εκδόσεις τους περιλαμβάνουν γυαλιά που χρησιμοποιούν κάμερες για να παρακολουθούν την πραγματική όψη του κόσμου και να εμφανίζουν ξανά την επαυξημένη προβολή τους μέσω των προσοφθάλμιων και συσκευών στις οποίες οι εικόνες επαυξημένης πραγματικότητας προβάλλονται ή ανακλώνται από τις επιφάνειες των φακών των γυαλιών.



**Εικόνα 6. Γυαλιά Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR Eyeglasses)**

Πηγή: <https://techblog.gr/tag/augmented-reality/>

#### **1.2.1.4. Φακοί επαφής**

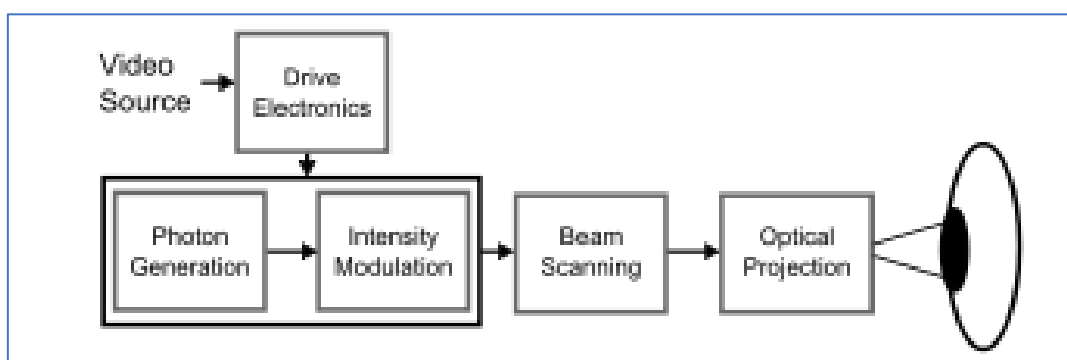
Οι φακοί επαφής επαυξημένης πραγματικότητας είναι υπό ανάπτυξη. Αυτοί οι βιονικοί φακοί επαφής ενδέχεται να περιέχουν τα απαιτούμενα υλικά ενσωματωμένα στον



φακό, συμπεριλαμβανομένων των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, LED και μιας κεραίας για ασύρματη επικοινωνία. Η πρώτη οθόνη φακών επαφής κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1999 από τον Steve Mann αλλά το έργο εγκαταλείφθηκε. Μια άλλη έκδοση των φακών επαφής που αναπτύσσεται για τον στρατό των Η.Π.Α έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας, επιτρέποντας στους στρατιώτες να επικεντρώνονται σε εικόνες επαυξημένης πραγματικότητας και στα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου ταυτόχρονα. Πολλοί επιστήμονες εργάζονται πάνω σε φακούς επαφής με διαφορετικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά. Ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας που υπέβαλε η Samsung περιγράφει έναν φακό επαφής επαυξημένης πραγματικότητας, ο οποίος όταν ολοκληρωθεί θα περιλαμβάνει μια ενσωματωμένη κάμερα. Ο σχεδιασμός προβλέπει τον έλεγχο του με το ανοιγόκλειμα του ματιού. Υπάρχει επίσης πρόβλεψη για σύνδεση με το έξυπνο κινητό του χρήστη για προβολή του βίντεο υλικού. Όταν ολοκληρωθεί ο φακός θα περιέχει είτε μια κάμερα είτε έναν αισθητήρα. Λέγεται οι θα μπορούσε να είναι οτιδήποτε από έναν αισθητήρα φωτός έως αισθητήρα θερμοκρασίας.

#### 1.2.1.5. Εικονική οθόνη αμφιβληστροειδούς (VRD)

Μια εικονική οθόνη αμφιβληστροειδούς (VRD), [10] γνωστή κι ως οθόνη σάρωσης αμφιβληστροειδούς (RSD) ή προβολέας αμφιβληστροειδούς (RP), είναι μια τεχνολογία οθόνης που σχηματίζει μια οθόνη ράστερ (όπως μια τηλεόραση) απευθείας στον αμφιβληστροειδή του ματιού. Ο χρήστης το αντιλαμβάνεται σαν μια συμβατική οθόνη που αιωρείται μπροστά του.



Εικόνα 7. Διάγραμμα λειτουργίας εικονικής οθόνης αμφιβληστροειδούς (VRD)

Πηγή: <https://compraco.com.br/en/blogs/tecnologia-e-desenvolvimento/exibicao-de-retina-virtual>

#### 1.2.1.6. Eye Tap

Το EyeTap (γνωστό ως γυαλί επαυξημένης πραγματικότητας, 2<sup>ης</sup> γενιάς) συλλαμβάνει ακτίνες φωτός που διαφορετικά θα διέρχονταν από το κέντρο του φακού του ματιού του

χρήστη και αντικαθιστά το συνθετικό φως που ελέγχεται από υπολογιστή για κάθε ακτίνα πραγματικού φωτός. Το 4<sup>ης</sup> γενιάς γυαλί (λέιζερ eyetar) είναι παρόμοιο με το VRD (χρησιμοποιεί δηλαδή μια πηγή φωτός λέιζερ ελεγχόμενη από υπολογιστή) εκτός από το ότι έχει απεριόριστο βάθος εστίασης και αναγκάζει το μάτι να λειτουργήσει τόσο ως κάμερα όσο και ως μια οθόνη σε ευθυγράμμιση με το μάτι και ανασυνθέτει – σε φως λέιζερ – τις ακτίνες φωτός που εισέρχεται στο μάτι.



**Εικόνα 8. Άνδρας φοράει το EyeTap**

Πηγή: [http://wearcam.org/industrial\\_design/metz.htm](http://wearcam.org/industrial_design/metz.htm)

### **1.2.2. Χαρτογραφική προβολή**

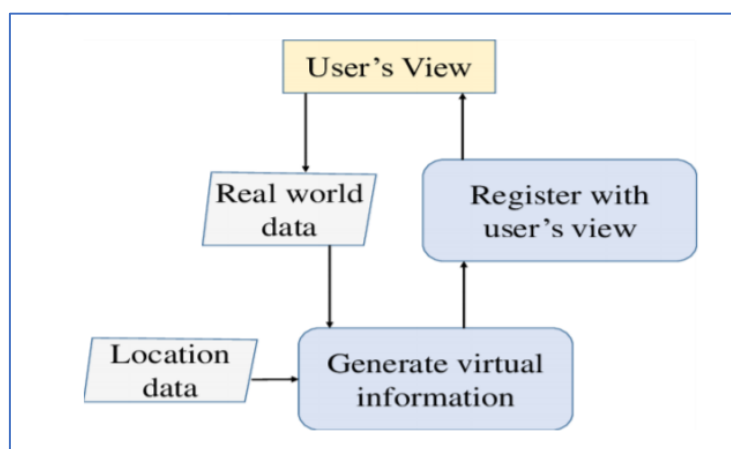
Η χαρτογραφική προβολή (projection mapping) [8] επαυξάνει πραγματικά αντικείμενα και σκηνές, χωρίς την χρησιμοποίηση ειδικών οθονών όπως οθόνες που φοριούνται στο κεφάλι ή φορητές συσκευές. Η χαρτογραφική προβολή, παρόμοια με την χαρτογράφηση βίντεο και τη χωρική επαυξημένη πραγματικότητα, είναι μια τεχνική προβολής που εφαρμόζεται για την μετατροπή αντικειμένων, συχνά ακανόνιστου σχήματος, σε επιφάνεια προβολής βίντεο. Αυτά τα αντικείμενα μπορεί να είναι σύνθετα βιομηχανικά τοπία, όπως κτήρια, μικρά εσωτερικά αντικείμενα ή θεατρικές σκηνές. Χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο λογισμικό, ένα δισδιάστατο ή τρισδιάστατο αντικείμενο χαρτογραφείται χωρικά στο εικονικό πρόγραμμα το οποίο μιμείται το πραγματικό περιβάλλον στο οποίο πρόκειται να προβληθεί. Το λογισμικό μπορεί να αλληλοεπιδράσει με έναν προβολέα για να χωρέσει οποιαδήποτε επιθυμητή εικόνα στην επιφάνεια αυτού του αντικειμένου. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται τόσο από καλλιτέχνες όσο και από διαφημιστές οι οποίοι μπορούν να προσθέσουν επιπλέον διαστάσεις, οπτικές ψευδαισθήσεις και είδη κινήσεων σε

προηγούμενως στατικά αντικείμενα. Το βίντεο συνδυάζεται συνήθως ή ενεργοποιείται από ήχο για να δημιουργήσει μία οπτικοακουστική αφήγηση. Τα τελευταία χρόνια αυτή η τεχνική έχει επίσης χρησιμοποιηθεί ευρέως στο πλαίσιο της πολιτιστικής κληρονομιάς καθώς αποδείχτηκε ότι είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο εκπαίδευσης χάρη στη συνδυασμένη χρήση ψηφιακής δραματολογίας.

### 1.2.3. Πλοήγηση

Σύστημα πλοήγησης είναι το σύστημα που χρησιμοποιεί την τεχνολογία της επαυξημένης ή/και μεικτής πραγματικότητας για να παράσχει πλοήγηση στους χρήστες συνδυάζοντας πληροφορίες πλοήγησης με αντικείμενα του πραγματικού κόσμου. [25] Αυτά τα συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πληθώρα περιπτώσεων όπως πλοήγηση οχημάτων, πεζών, σε εσωτερικούς χώρους κ.λπ. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις ο στόχος είναι να βοηθηθεί ο χρήστης να φτάσει στον προορισμό του, έχοντας προσθέσει πληροφορία από τον πραγματικό κόσμο στην πλοήγηση. Γενικά, η πλοήγηση με την χρήση επαυξημένης πραγματικότητας λειτουργεί ως ακολούθως:

- Λήψη εικόνας του αληθινού κόσμου από την οπτική του χρήστη.
- Λήψη πληροφορίας που αφορά την τοποθεσία του χρήστη (GPS).
- Οπτικοποίηση της πληροφορίας που είναι βασισμένη σε εικόνες από τον πραγματικό κόσμο και την γεωγραφική τοποθεσία.
- Καταχώρηση της φυσικής πληροφορίας που παράγεται από εικόνες του πραγματικού κόσμου και προβάλλεται στον χρήστη, είναι αυτό που δημιουργεί την επαυξημένη πραγματικότητα.



Εικόνα 9. Διάγραμμα ροής της AR για την πλοήγηση

Πηγή: [https://www.researchgate.net/publication/342383348\\_Augmented\\_Reality\\_Navigation](https://www.researchgate.net/publication/342383348_Augmented_Reality_Navigation)

### **1.3. Σχεδιασμός Εφαρμογών Μεικτής Πραγματικότητας**

Για το σχεδιασμό εφαρμογών επαυξημένης ή/και μεικτής πραγματικότητας απαιτείται να ληφθούν υπόψη τόσο οι αρχικές απαιτήσεις και ανάγκες που καθορίζονται κατά τη φάση της ανάλυσης, όσο και οι σχετικοί προορισμοί της εκάστοτε τεχνολογικής πλατφόρμας. Με δεδομένο ότι τα συστήματα μεικτής πραγματικότητας βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην εμπύθιση του χρήστη και στην αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και συστήματος, ο σχεδιασμός μπορεί να διευκολύνει την υιοθέτηση της εικονικότητας. Για τα περισσότερα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να ακολουθηθεί μια παρόμοια σχεδίαση.

Μια βασική ποιοτική αξιολόγηση των συστημάτων μεικτής πραγματικότητας είναι το πόσο ρεαλιστικά ενσωματώνουν τις επαυξήσεις με τον πραγματικό κόσμο. Το λογισμικό πρέπει να αντλεί συντεταγμένες από τον πραγματικό κόσμο, ανεξάρτητα από την κάμερα και τις εικόνες της κάμερας. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται τεχνητή όραση καταχώρηση εικόνας και χρησιμοποιεί διαφορετικές μεθόδους τεχνητής όρασης που σχετίζονται κυρίως με την παρακολούθηση βίντεο. Η τεχνητή όραση είναι ένα επιστημονικό πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης το οποίο επιχειρεί να αναπαράγει αλγοριθμικά την αίσθηση της όρασης, συνήθως σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή ρομπότ. Η τεχνητή όραση σχετίζεται με τη θεωρία και την τεχνολογία που εμπλέκονται στη σχεδίαση και κατασκευή συστημάτων που λαμβάνουν και αναλύουν δεδομένα από ψηφιακές εικόνες. Τα εν λόγω δεδομένα μπορούν να είναι φωτογραφίες, βίντεο, όψεις από πολλαπλές κάμερες, πολυδιάστατες εικόνες από ιατρικό σαρωτή, κλπ.

Πολλές μέθοδοι τεχνητής όρασης κληρονομούνται από την οπτική οδομετρία. Το αυγόγραμμα (augogram) είναι μια εικόνα που δημιουργείται από υπολογιστή και χρησιμοποιείται για την δημιουργία επαυξημένης πραγματικότητας. Συνήθως, επικαλύπτεται από την πραγματική εικόνα του κόσμου που βλέπει ο χρήστης για να δημιουργήσει μια σύνθετη εικόνα. Η αυγογραφία (augography) είναι η πρακτική της επιστήμης και του λογισμικού για την δημιουργία αυγογραμμάτων για επαυξημένη πραγματικότητα.

#### **1.3.1. Σχεδιασμός Περιβάλλοντος**

Ο σχεδιασμός περιβάλλοντος εστιάζει στο φυσικό περιβάλλον του τελικού χρήστη, τον χωρικό χώρο και την προσβασιμότητα που μπορεί να διαδραματίσει ρόλο κατά την

χρήση του συστήματος μεικτής πραγματικότητας. Οι σχεδιαστές χρειάζεται να γνωρίζουν τα πιθανά φυσικά σενάρια στα οποία μπορεί να βρίσκεται ο τελικός χρήστης όπως για παράδειγμα :

- Δημόσιο: Σε αυτό το σενάριο οι χρήστες χρησιμοποιούν ολόκληρο το σώμα τους για να αλληλοεπιδράσουν με το λογισμικό.
- Προσωπικό: Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης χρησιμοποιεί έξυπνη συσκευή κινητού σε δημόσιο χώρο.
- Οικείο: Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης στέκεται σε μια επιφάνεια και δεν κινείται πραγματικά.
- Ιδιωτικό: Σε αυτό το σενάριο ο χρήστης φοράει συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας.

Με την αξιολόγηση κάθε σεναρίου μπορούν να αποφευχθούν οι πιθανοί κίνδυνοι για την ασφάλεια και να γίνουν αλλαγές ούτως ώστε να βελτιωθεί περισσότερο η εμπειρία του τελικού χρήστη. Οι σχεδιαστές εμπειρίας χρήστη (user experience – UX designers) χρειάζεται να καθορίσουν τις διαδρομές των χρηστών για τα σχετικά σενάρια και να ορίσουν πως αντιδρά η διεπαφή σε κάθε ένα από αυτά.

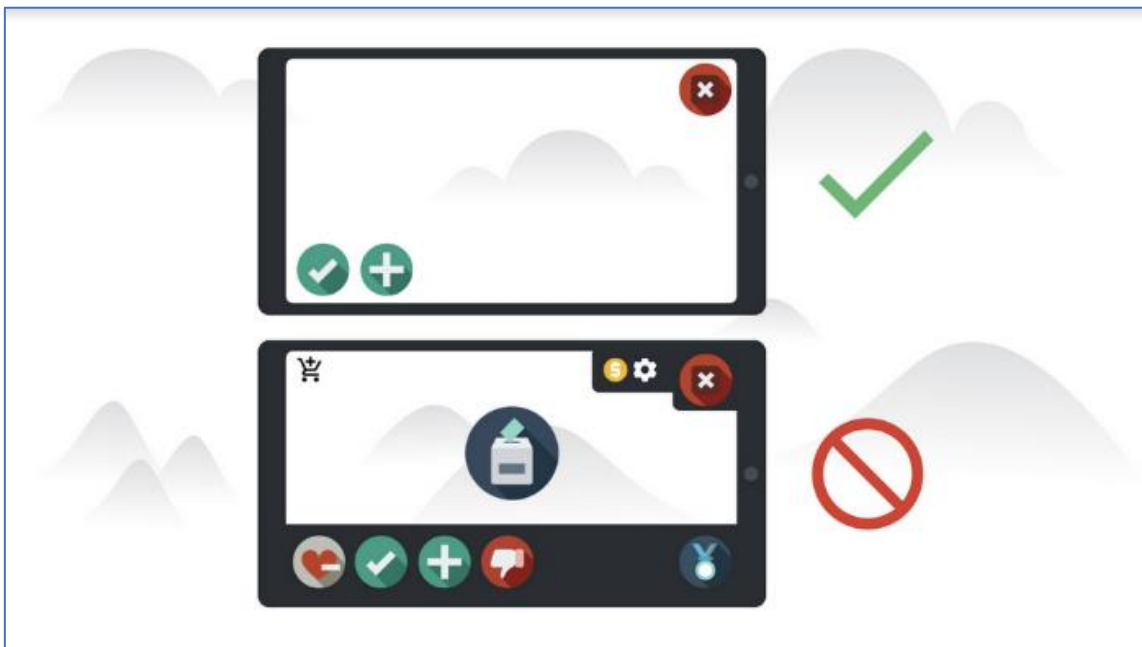
Ειδικά στα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας, είναι ζωτικής σημασίας να ληφθούν υπόψη τα χωρικά και περιβάλλοντα στοιχεία που αλλάζουν την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας. Περιβάλλοντα στοιχεία όπως ο φωτισμός και ο ήχος μπορούν να εμποδίσουν τον αισθητήρα μιας συσκευής επαυξημένης πραγματικότητας να ανιχνεύσει τα απαραίτητα δεδομένα και να επηρεάσει αρνητικά την εμπειρία του τελικού χρήστη.

Μια άλλη πτυχή του σχεδιασμού περιβάλλοντος περιλαμβάνει τον σχεδιασμό της λειτουργικότητας του συστήματος και την ικανότητά του να ικανοποιεί τις προτιμήσεις των χρηστών. Ενώ τα εργαλεία προσβασιμότητας είναι κοινά στον βασικό σχεδιασμό εφαρμογών, κάποια μέριμνα θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον σχεδιασμό προτροπών περιορισμένης χρονικής διάρκειας. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως σε ορισμένες περιπτώσεις η λειτουργικότητα της εφαρμογής μπορεί να εμποδίσει δυνατότητες του χρήστη. Για παράδειγμα, εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στην πλοήγηση θα πρέπει να μειώσουν την διαδραστικότητα του χρήστη και να χρησιμοποιούν ηχητικά σήματα.

### 1.3.2. Σχεδιασμός Αλληλεπίδρασης

Ο σχεδιασμός αλληλεπίδρασης στην τεχνολογία της επαυξημένης ή/και μεικτής πραγματικότητας [9] επικεντρώνεται στη δέσμευση του χρήστη με το τελικό προϊόν για τη βελτίωση της συνολικής εμπειρίας του. Ο σκοπός του σχεδιασμού αλληλεπίδρασης είναι να αποφευχθεί η σύγχυση του χρήστη. Με δεδομένο ότι η αλληλεπίδραση των χρηστών βασίζεται στα δεδομένα που εισάγουν, οι σχεδιαστές πρέπει να κάνουν τον χειρισμό του συστήματος εύκολο και κατανοητό.

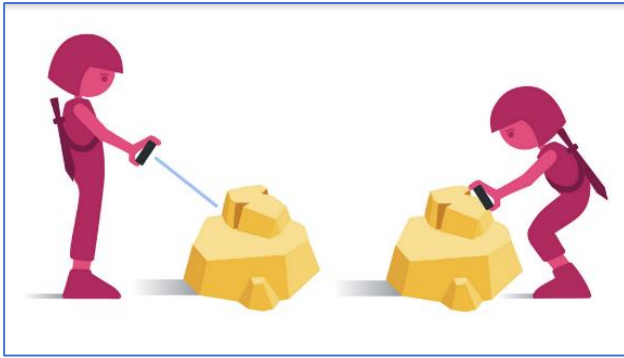
Μία κοινή τεχνική για τη βελτίωση της χρηστικότητας των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας είναι ο εντοπισμός των περιοχών που ο χρήστης επισκέπτεται συχνά στην οθόνη αφής της συσκευής καθώς και ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος διεπαφής (User Interface – UI) της εφαρμογής έτσι ώστε να ταιριάζει με αυτές τις περιοχές ελέγχου.



Εικόνα 10. Εύκολο και κατανοητό περιβάλλον διεπαφής UI εφαρμογής

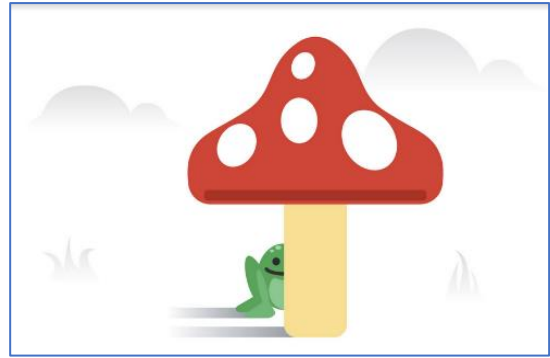
Πηγή: <https://blog.google/products/google-ar-vr/best-practices-mobile-ar-design/>

Σε εφαρμογές που απαιτούν από τους χρήστες να κατανοήσουν την εστίαση και την πρόθεση, οι σχεδιαστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα πλέγμα ή ακτινοβολία από τη συσκευή. Πρόσθετα, οι προγραμματιστές επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να θεωρήσουν σκόπιμο να έχουν κλίμακα ψηφιακών στοιχείων ή να αντιδρούν βασισμένοι στο που στοχεύει η κάμερα. Έτσι μπορούν να έχουν χαρακτήρες οι οποίοι αντιδρούν στο πόσο κοντά είναι ο χρήστης ή να αποκαλύπτουν περισσότερες πληροφορίες γύρω από ένα αντικείμενο καθώς ο χρήστης πλησιάζει.



Εικόνα 11. Παράδειγμα εστίασης/στόχευσης κάμερας

Πηγή: <https://blog.google/products/google-ar-vr/best-practices-mobile-ar-design/>

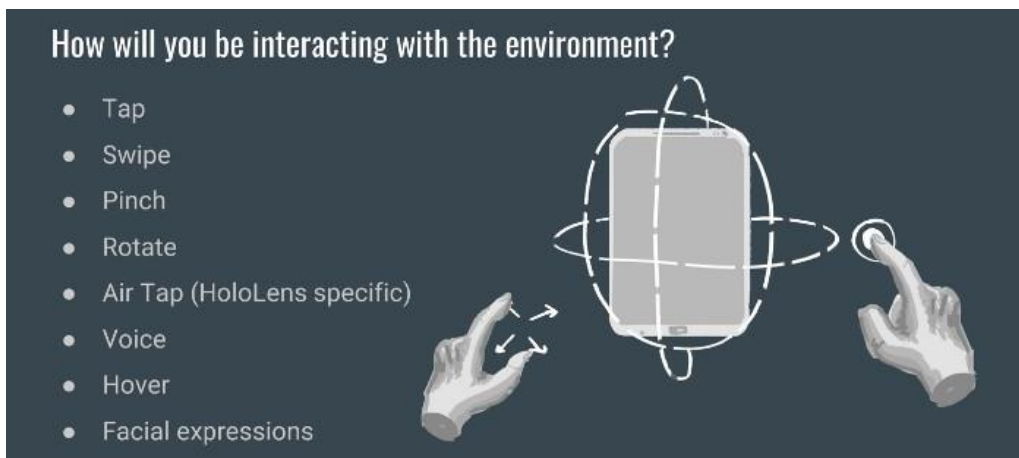


Εικόνα 12. Παράδειγμα κλίμακας ψηφιακών στοιχείων

Πηγή: <https://blog.google/products/google-ar-vr/best-practices-mobile-ar-design/>

### 1.3.3. Οπτικός σχεδιασμός

Οπτικός σχεδιασμός [8] είναι ουσιαστικά η εμφάνιση της αναπτυσσόμενης εφαρμογής, αυτό που προσελκύει τον χρήστη. Για την βελτίωση των στοιχείων του γραφικού περιβάλλοντος και της αλληλεπίδρασης με τον χρήστη οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν οπτικές ενδείξεις για να τον ενημερώσουν ποια αντικείμενα του περιβάλλοντος εργασίας έχουν σχεδιαστεί για να αλληλεπιδρούν μαζί του.

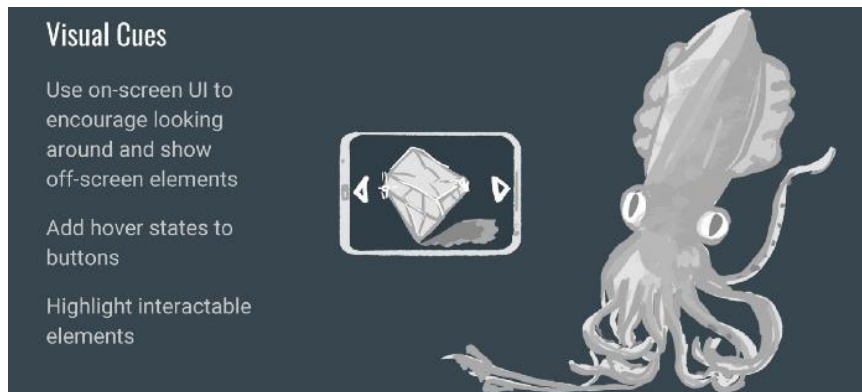


Εικόνα 13. Τρόποι διάδρασης για τον χειρισμό της επαυξημένης πραγματικότητας

Πηγή: <https://uxdesign.cc/the-principles-of-good-user-experience-design-for-augmented-reality-d8e2277aabd>

Με δεδομένο ότι η πλοήγηση σε μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να φανεί δύσκολη, ο σχεδιασμός οπτικών ενδείξεων μπορεί να κάνει τις αλληλεπιδράσεις να φαίνονται πιο φυσικές. Σε ορισμένες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που χρησιμοποιούν μία συσκευή δύο διαστάσεων (2D) ως διαδραστική επιφάνεια, το δισδιάστατο περιβάλλον ελέγχου δεν μεταφράζεται σωστά στον τρισδιάστατο χώρο (3D), κάνοντας έτσι τους χρήστες διστακτικούς στο να εξερευνήσουν τον περιβάλλοντα χώρο. Για την επίλυση αυτού του ζητήματος, οι σχεδιαστές θα πρέπει να εφαρμόσουν οπτικά

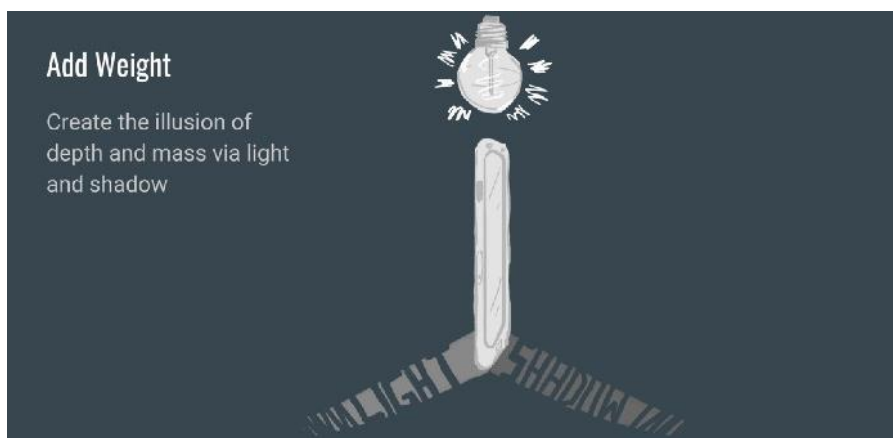
στοιχεία για να βοηθήσουν και να ενθαρρύνουν τους χρήστες να εξερευνήσουν το περιβάλλον τους.



**Εικόνα 14. Ενθάρρυνση του χρήστη να εξερευνήσει το περιβάλλον**

Πηγή: <https://uxdesign.cc/the-principles-of-good-user-experience-design-for-augmented-reality-d8e22777aabd>

Να σημειωθεί ότι οι δύο κύριοι τύποι αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στην ανάπτυξη εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας είναι τα ογκομετρικά αντικείμενα που χειρίζονται και αντιδρούν ρεαλιστικά με το φως και τη σκιά, καθώς και οι εικόνες κινούμενων μέσων (εικόνες και βίντεο που έχουν αποδοθεί σε πλαίσιο επαυξημένης πραγματικότητας). Όταν εικονικά αντικείμενα προβάλλονται στο πραγματικό περιβάλλον, είναι δύσκολο για τους σχεδιαστές εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας να εξασφαλίσουν την αψεγάδιαστη απόδοσή τους, ειδικά όταν αφορά δυσδιάστατα αντικείμενα. Ως εκ τούτου, οι σχεδιαστές μπορούν να προσθέσουν βάρος, βάθος και να επιλέξουν ιδιότητες που αναδεικνύουν την παρουσία του αντικειμένου στο πραγματικό χώρο. Ένας άλλος οπτικός σχεδιασμός που μπορεί να εφαρμοστεί είναι η χρήση τεχνικών φωτισμού ή η δημιουργία σκιών για την βελτίωση της αίσθησης βάθους.



**Εικόνα 15. Δημιουργία σκιών για την βελτίωση της αίσθησης βάθους**

Πηγή: <https://uxdesign.cc/the-principles-of-good-user-experience-design-for-augmented-reality-d8e22777aabd>



#### 1.4. Κατηγορίες Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας

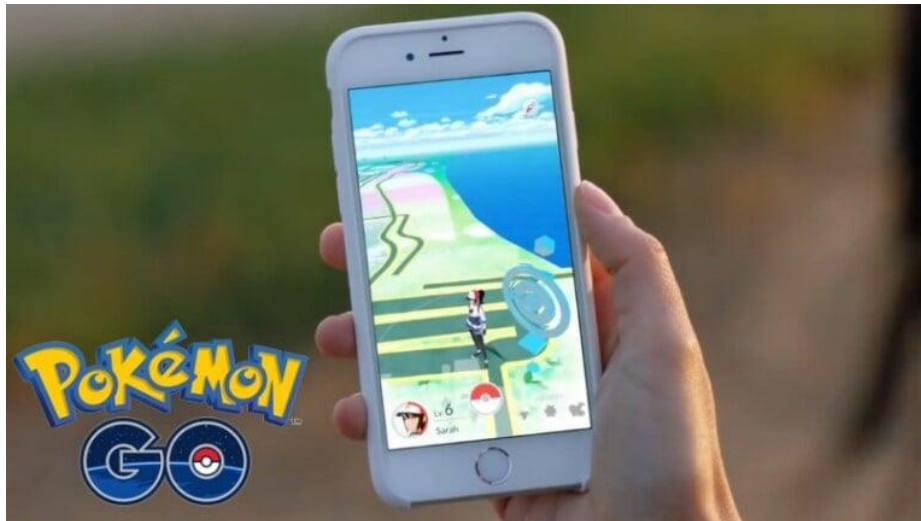
Την επαυξημένη πραγματικότητα την έχουμε δει να εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς, από παιχνίδια και ψυχαγωγία έως την ιατρική, την εκπαίδευση και το επιχειρείν. Ορισμένες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, όπως το Augment, επιτρέπουν στους χρήστες να εφαρμόζουν ψηφιακά αντικείμενα σε πραγματικά περιβάλλοντα, επιτρέποντας έτσι σε επιχειρήσεις να χρησιμοποιούν σε συσκευές επαυξημένης πραγματικότητας ως τρόπο προβολής των προϊόντων τους στον πραγματικό κόσμο. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίδειξη προϊόντων όπως αυτά θα φαινόταν σε έναν συγκεκριμένο χώρο, μέσω της χρήσης τρισδιάστατων μοντέλων.



Εικόνα 16. Προβολή αντικειμένου στον χώρο με AR

Πηγή: <https://www.slideshare.net/slideshow/wayfairs-android-app-now-lets-you-shop-for-furniture-using-augmented-reality/93287044>

Η επαυξημένη πραγματικότητα διαφέρει από την εικονική με την έννοια ότι στην επαυξημένη μέρος του περιβάλλοντος είναι στην πραγματικότητα “πραγματικό”. Από την άλλη μεριά στην εικονική πραγματικότητα το περιβάλλον που βλέπει ο χρήστης είναι πλήρως εικονικό. Μια επίδειξη του τρόπου με τον οποίο η επαυξημένη πραγματικότητα τοποθετεί πράγματα στον πραγματικό κόσμο μπορεί κάποιος να αντιληφθεί στα παιχνίδια της. Για παράδειγμα το PokemonGO είναι μια εφαρμογή παιχνιδιού τέτοιας τεχνολογίας που επιτρέπει στους χρήστες να ανακαλύπτουν χαρακτήρες του παιχνιδιού που είναι κρυμμένοι σε πραγματικά περιβάλλοντα, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία γεωγραφικής τοποθεσίας (geolocation).



**Εικόνα 17. Παιχνίδι AR PokemonGO.**

Πηγή: <https://www.pcmag.com/news/augmented-reality-ar-vs-virtual-reality-vr-whats-the-difference>

Παρακάτω θα αναλυθούν παραδείγματα τομέων εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας που περιλαμβάνουν την αρχαιολογία, την αρχιτεκτονική, το εμπόριο, την εκπαίδευση καθώς και την υποστήριξη της χειρουργικής μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας.

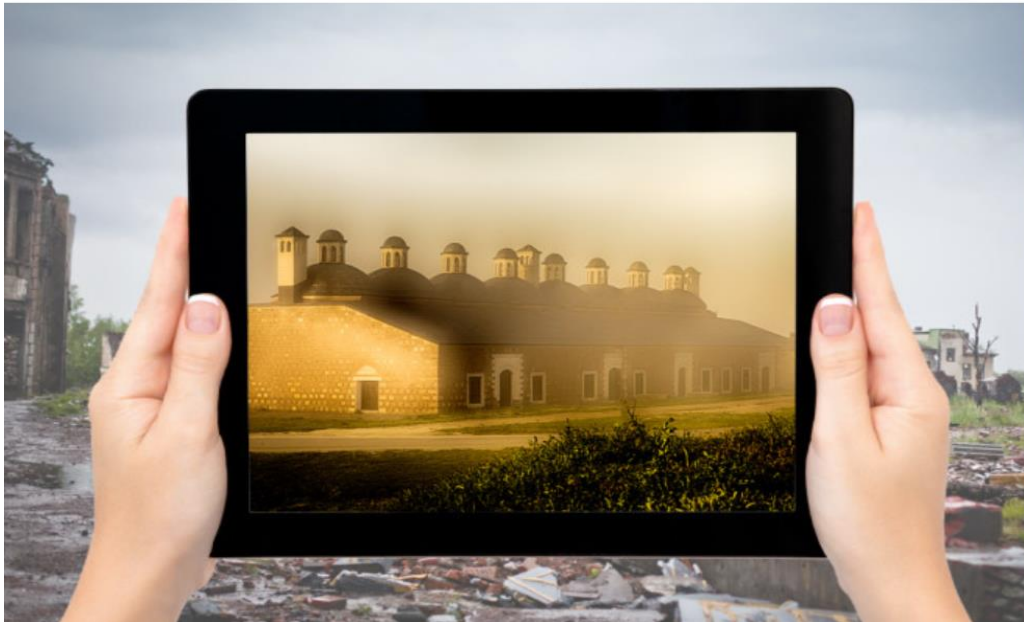
#### **1.4.1. Αρχαιολογία και περιηγήσεις**

Η επιστήμη της αρχαιολογίας [7] υπήρξε πρωτοπόρος στην προσπάθεια χρήσης συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που δημιουργήθηκαν από τον επαναπροσδιορισμό της αντίληψης και της κοινωνικής συμπεριφοράς μέσα σε υπολογιστικό περιβάλλον.

Ωστόσο αυτές οι προσεγγίσεις βασίζονται παραδοσιακά στην οπτική πλευρά της αντίληψης και η ανάλυση συνήθως περιορίζεται σε εργαστήριο υπολογιστών. Στο άλλο άκρο του φάσματος εξίσου πρωτοπόροι αρχαιολόγοι έχουν επιδιώξει να εξερευνήσουν το αρχαίο τοπίο μέσω της χρήσης της φαινομενολογίας διεξάγοντας έρευνα μέσα στο ίδιο το τοπίο. Για αυτούς τους μελετητές η υπολογιστική ανάλυση μακριά από το τοπίο είναι αναθεματική και εντελώς αντίθετη με τους στόχους τους.

Με την επαύξηση των αρχαιολογικών χαρακτηριστικών στο σύγχρονο τοπίο η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει στους αρχαιολόγους να αναπλάσουν πιθανές τοποθεσίες από υπάρχουσες κατασκευές. Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται στην αρχαιολογία κυρίως για να παρέχει μία μορφή επαυξημένου τουρισμού. Ως προέκταση των κλασικών φωνητικών ξεναγήσεων σε αρχαιολογικούς χώρους, ένα παράδειγμα αυτού

είναι το ARCHEOGUIDE. Πρόκειται για ένα τουριστικό οδηγό επαυξημένης πραγματικότητας όπου ο χρήστης περιηγείται σε ένα τουριστικό θέρετρο φορώντας στο κεφάλι κράνος επαυξημένης πραγματικότητας (HMD). Ο εξοπλισμός αυτός καθιστά δυνατή την παρουσίαση εικονικά ανακατασκευασμένων κτιρίων, οπτικοποιώντας την πληροφορία με βάση την θέση του χρήστη.



**Εικόνα 18. Απεικόνιση αρχαιολογικού χώρου με AR**

Πηγή : <https://www.discovermagazine.com/technology/archaeologists-see-and-smell-the-past-with-augmented-reality>

#### **1.4.2. Αρχιτεκτονική και Κατασκευές**

Η μεγάλη ανάπτυξη της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας τα τελευταία χρόνια έχει μεταμορφώσει σημαντικά κάθε βιομηχανία συμπεριλαμβανομένων των κατασκευών. [11] Αυτοί οι μετασχηματισμοί εμφανίζονται με τη μορφή αλλαγών στο σχεδιασμό, την μοντελοποίηση και την κατασκευή. Σε αυτούς τους τομείς, όπου μια σειρά παραγόντων συμμετέχουν ως μέλη των κατασκευαστικών ομάδων, επωφελούνται από αυτήν την τεχνολογία που τους παρέχει οφέλη τα οποία διευκολύνουν σημαντικά την καθημερινή τους εργασία.

Επιπρόσθετα, αυτή η τεχνολογία γίνεται όλο και περισσότερο μέρος των αρχιτεκτονικών διαδικασιών σχεδιασμού, επιτρέποντας τόσο στους πελάτες όσο και στους αρχιτέκτονες να κάνουν αλλαγές πριν ξεκινήσει η κατασκευή. Έτσι αυτή η τεχνολογική καινοτομία φέρνει επανάσταση στην αρχιτεκτονική συμπεριλαμβάνοντας εικονικά στοιχεία που επιδρούν με πραγματικά στοιχεία του περιβάλλοντος. Ο συνδυασμός εικονικών

στοιχείων με πραγματικά βοηθά, χάρη στην επαυξημένη πραγματικότητα, τους αρχιτέκτονες στην κατασκευή με εργαλεία που δύναται να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα, ακρίβεια, να μειώσουν τα λάθη και να εξοικονομήσουν χρόνο και πρόσθετο κόστος.

Πλέον, χάρη στην επαυξημένη πραγματικότητα, ολόκληρο το οπτικοποιημένο σχέδιο των κτηρίων που πρόκειται να κτιστούν είναι στην διάθεση των αρχιτεκτόνων. Αυτό τους δίνει την ευκαιρία να δουν πως δείχνει το σχέδιο τους στην πραγματικότητα. Πρόσθετα, έχουν την δυνατότητα να κάνουν τις απαραίτητες αλλαγές βασισμένοι στις απαιτήσεις των πελατών τους. Όλο αυτό διευκολύνει την διαδικασία λήψης αποφάσεων σε καταστάσεις όπου θα χρειαζόταν διπλός κόπος εξαιτίας των πελατών. Αξίζει επίσης να αναφερθεί, πώς η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην αρχιτεκτονική βοηθά στην πραγματοποίηση μιας παρουσίασης ενός έργου, όχι μόνο προς μία ομάδα πελατών αλλά και προς μία ολόκληρη εταιρεία.



**Εικόνα 19. Κατασκευή κτηρίου με AR**

Πηγή : <https://vsight.io/blog/>

### **1.4.3. Διακόσμηση**

Σε γενικό πλαίσιο, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να θεωρηθεί ως θέαση του πραγματικού κόσμου, σε πραγματικό χρόνο, με την προσθήκη εικονικής πληροφορίας, όπως κάποια εικονικά αντικείμενα. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως

την γέφυρα που ενώνει τον πραγματικό κόσμο με τον εικονικό. Στην πραγματικότητα, εμπλουτίζει την διάδραση των ανθρώπων με τον πραγματικό κόσμο που τους περιβάλλει. Για παράδειγμα, η επαυξημένη πραγματικότητα [3] μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει στον έλεγχο της ακριβούς θέσης και κλίμακας ενός επίπλου στο χώρο, όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 20. Απεικόνιση επίπλου στο χώρο με AR**

Πηγή: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/267/5/052007>

Εδώ, οι σχεδιαστές μπορούν εύκολα να χρησιμοποιήσουν το εικονικό έπιπλο, για να ελέγξουν εάν το σχέδιο τους είναι καλό και πως μπορούν να το τροποποιήσουν ούτως ώστε να το κάνουν καλύτερο. Αυτή είναι μια από τις συνήθεις εφαρμογές που βλέπουμε στην καθημερινή μας ζωή. Την ίδια στιγμή, οι περισσότεροι άνθρωποι, έχουν παίξει το παιχνίδι PokemonGO το οποίο σχετίζεται με τεχνικές επαυξημένης πραγματικότητας. Επίσης, μερικοί μηχανικοί χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα για να τους βοηθήσει να εξερευνήσουν υφιστάμενους σωλήνες και συστήματα που βρίσκονται πίσω από τοίχους.

#### **1.4.4. Εμπόριο**

Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται και για να συνδυάσει το έντυπο με το ψηφιακό μάρκετινγκ. [14] Το έντυπο υλικό μάρκετινγκ μπορεί να σχεδιαστεί με συγκεκριμένες αναφορές εικόνων που όταν σαρωθούν - από μια συσκευή επαυξημένης

πραγματικότητας που κάνει χρήση αναγνώρισης εικόνας – παρουσιάζεται μια βίντεο εκδοχή του προωθητικού υλικού.

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να ενισχύσει την προεπισκόπηση ενός προϊόντος επιτρέποντας στον πελάτη να δει τι βρίσκεται μέσα στην συσκευασία χωρίς να χρειάζεται να την ανοίξει. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στο να βοηθήσει την επιλογή προϊόντων μέσα από ένα κατάλογο. Οι εικόνες προϊόντων που έχουν σαρωθεί μπορούν να ενεργοποιήσουν την προβολή πρόσθετου περιεχομένου όπως επιλογές προσαρμογής ή και πρόσθετες εικόνες του προϊόντος κατά την χρήση.

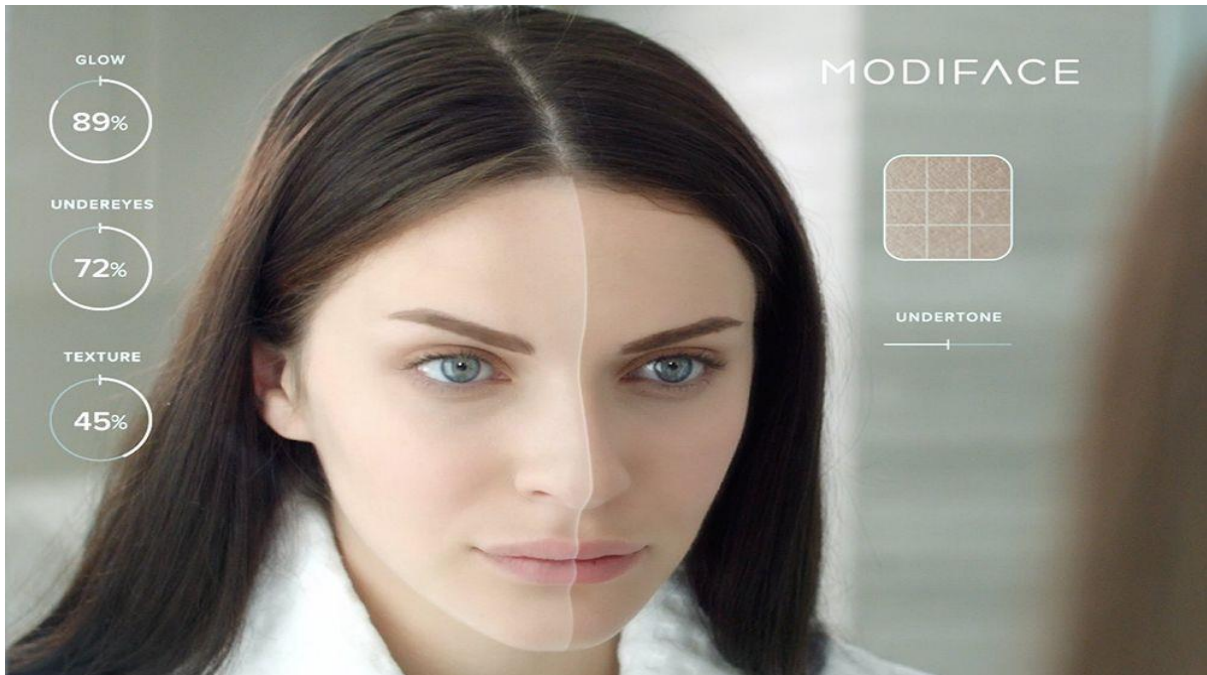
Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο στην διαφήμιση μέσω διαδικτύου. Για παράδειγμα, έμποροι λιανικής προσφέρουν την δυνατότητα στον πελάτη να ανεβάσει μια φωτογραφία στην ιστοσελίδα τους και να δοκιμάσει ρούχα τα οποία ενσωματώνονται πάνω σε αυτή την φωτογραφία. Άλλες εταιρίες εγκαθιστούν δοκιμαστήρια στα καταστήματα τους που προσφέρουν σωματική σάρωση. Στην συνέχεια παράγουν ένα τρισδιάστατο μοντέλο του πελάτη, δίνοντας του έτσι την δυνατότητα να δοκιμάσει διάφορα σύνολα χωρίς να χρειάζεται στην πραγματικότητα να αλλάξει ρούχα.



**Εικόνα 21. Δοκιμή ρούχων με χρήση AR**

Πηγή: [https://www.huffpost.com/entry/kinect-dressing-room\\_n\\_860740](https://www.huffpost.com/entry/kinect-dressing-room_n_860740)

Εταιρείες καλλυντικών χρησιμοποιούν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας [15] για να δώσουν την δυνατότητα στον καταναλωτή να δει εφαρμογές makeur στο πρόσωπο του χωρίς να χρειάζεται πρακτική εφαρμογή.



Εικόνα 22. Δοκιμή makeur με χρήση AR

Πηγή: <https://www.oneminutetomidnight.life/post/more-than-makeup-the-real-human-meaning-of-modiface>

#### 1.4.5. Εικονικές διαφημιστικές πινακίδες

Μέσα στην πόλη, υπάρχουν πολλά ψηλά κτίρια και πολλά από αυτά μοιάζουν μεταξύ τους. Όταν οι άνθρωποι μετακινούνται μέσα στην πόλη, μπορεί να νιώθουν μπερδεμένοι. Ειδικά όταν ο προορισμός τους είναι ένα μεγάλο κτίριο, ο εντοπισμός του είναι δύσκολος ακόμη και για το Google maps. Εάν οι άνθρωποι μπορούσαν να γνωρίζουν απευθείας τι υπηρεσίες και τι καταστήματα υπάρχουν σε κάθε όροφο, θα ήταν πιο εύκολο να προηγηθούν.

Όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, καθώς οι άνθρωποι περπατούν μέσα στην πόλη, μπορούν απευθείας να γνωρίζουν συγκεκριμένες πληροφορίες για κάθε όροφο ενός κτιρίου μέσω τεχνικής επαυξημένης πραγματικότητας. Εδώ, η πληροφορία της επαυξημένης πραγματικότητας ενσωματώνεται στον πραγματικό κόσμο. Αυτή η εφαρμογή είναι παρόμοια με λογισμικά πλοήγησης όπως το Google Maps, ωστόσο λειτουργεί αρκετά καλά όταν οι χρήστες είναι κοντά στον προορισμό τους.



**Εικόνα 23. Εικονική πληροφορία για κάθε όροφο ενός κτιρίου**

Πηγή: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/267/5/052007>

Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα όλη η πληροφορία αναφορικά με τα καταστήματα σε ένα κτίριο μπορεί να εμφανίζεται σε εικονικές διαφημιστικές πινακίδες. Είναι ορατή από τους χρήστες στο δρόμο με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας. Στην καθημερινότητα, οι χρήστες μπορούν να την συνδέσουν με λογισμικά πλοήγησης. Αν για παράδειγμα θέλουν να οδηγήσουν από το σπίτι τους σε ένα ξενοδοχείο, μπορούν να χρησιμοποιήσουν λογισμικό πλοήγησης και καθώς φτάνουν κοντά στο ξενοδοχείο να την χρησιμοποιήσουν για να ελέγξουν την ακριβή θέση του ξενοδοχείου.



**Εικόνα 24. Εικονικές διαφημιστικές πινακίδες με χρήση AR**

Πηγή: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/267/5/052007>

#### **1.4.6. Εικαστικές τέχνες**

Ο κόσμος των εικαστικών τεχνών [16] απαιτεί δημιουργικότητα, ακρίβεια και πάθος για καινοτομία. Ενώ κάποιοι υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία δεν θα έπρεπε να παίζει ρόλο στην τέχνη, οι καλλιτέχνες αξιοποιούν την τεχνολογία για να προσεγγίσουν το έργο τους με



νέους τρόπους. Υπάρχουν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας για την τέχνη που έχουν φέρει επανάσταση στο χώρο και επιτρέπουν στους καλλιτέχνες να επεκτείνουν το δημιουργικό τους φάσμα.

Η επαυξημένη πραγματικότητα επιδρά ήδη στο τι είναι αποδεκτό στον κόσμο της τέχνης, ενισχύοντας το ρόλο της τρισδιάστατης τεχνολογίας. Για παράδειγμα, ορισμένα μουσεία της μοντέρνας τέχνης στη Νέα Υόρκη (Museum of Modern Art – MoMA), υιοθετούν την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας. Μια ομάδα καλλιτεχνών μεταμόρφωσε την γκαλερί Jackson Pollock σε χώρο περιήγησης με τεχνολογία AR.



**Εικόνα 25. Περιήγηση σε μουσείο με χρήση AR.**

Πηγή: [https://www.researchgate.net/figure/We-AR-in-MoMA-2010-by-ManifestAR-at-the-Museum-of-Modern-Art-New-York\\_fig7\\_364334548](https://www.researchgate.net/figure/We-AR-in-MoMA-2010-by-ManifestAR-at-the-Museum-of-Modern-Art-New-York_fig7_364334548)

Με γυμνό μάτι, η γκαλερί μοιάζει η ίδια. Ωστόσο, οι επισκέπτες με χρήση της εφαρμογής του μουσείου μπορούν να δουν πρόσθετο περιεχόμενο, μεταμορφώνοντας τα έργα σε νέες ψηφιακές δημιουργίες. Αυτό θα μπορούσε να είναι μια παγκόσμια αρχή για το πως βλέπουμε τις δημιουργίες των καλλιτεχνών, μέσα από μια άλλη ματιά, αυτής της επαυξημένης πραγματικότητας.

Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να λειτουργήσει ως ένα πρόσθετο εργαλείο που βοηθάει τους εικαστικούς καλλιτέχνες να επεκτείνουν τον καμβά τους σε ένα ψηφιακό τρισδιάστατο χώρο. Οι καλλιτέχνες και τα μουσεία μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν την

επαυξημένη πραγματικότητα για να μεταμορφώσουν κλασσικά έργα ή και για να προσφέρουν περισσότερες πληροφορίες για αυτά.

#### 1.4.7. Μουσική Βιομηχανία

Η αγορά της επαυξημένης πραγματικότητας ολοένα και επεκτείνεται σε τομείς της καθημερινής μας ζωής. Αυτό σημαίνει πως ξεκινά να καλύπτει και δραστηριότητες που εκτελούμε στον ελεύθερο μας χρόνο. Σε αυτές εντάσσονται ο αθλητισμός το διάβασμα, η παρακολούθηση προγραμμάτων στην τηλεόραση. Ωστόσο η πιο συνήθης είναι το άκουσμα της μουσικής. [26] Χρησιμοποιώντας την σωστή ισορροπία ανάμεσα στην δημιουργικότητα και την καινοτομία, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε πλαίσιο και περιβάλλον και η μουσική δεν αποτελεί εξαίρεση. Η μουσική και η επαυξημένη πραγματικότητα μπορούν να συνδυαστούν με τους εξής τρόπους:

- **Φεστιβάλ, συναυλίες και άλμπουμ:** Μερικοί καλλιτέχνες την χρησιμοποιούν για να δημιουργήσουν δυναμικά και διασκεδαστικά βίντεο κλιπ με σκοπό την προώθηση του νέου τους άλμπουμ. Ωστόσο, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας μέσα στα βίντεο κλιπ, δίνοντας την δυνατότητα στους θεατές να συμμετάσχουν και οι ίδιοι στην παράσταση ή και ακόμη να έχουν την αίσθηση πως ο καλλιτέχνης βρίσκεται μέσα στο δωμάτιο τους.



Εικόνα 26. Βίντεο κλιπ με χρήση AR

Πηγή: <https://www.arealitymarket.com/en/augmented-reality-and-music/>

- **Μαθήματα μουσικής:** Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην εκμάθηση μουσικής. Ως ένα πλεονέκτημα αυτής είναι ότι παρέχει την

δυνατότητα να μπορεί ο μαθητής να μην μετακινείται από το ένα μέρος στο άλλο ή να απαιτείται η φυσική παρουσία του δασκάλου στο σπίτι. Πρόσθετα, οι αυτοδίδακτοι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα από το να κοιτάζουν μια οθόνη ενός υπολογιστή. Πολύ συχνά είναι δύσκολο να καταλάβει ένας μαθητής πως για παράδειγμα να τοποθετήσει τα χέρια του πάνω στην κιθάρα ή ποια είναι η καλύτερη θέση του σώματος για το πως να παίξει ένα πνευστό μουσικό όργανο. Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει την δυνατότητα να εξαλείψει αυτά τα εμπόδια και έτσι ίσως γνωρίσουμε περισσότερους καλλιτέχνες στο μέλλον.



**Εικόνα 27. Μαθήματα πιάνου με την βοήθεια AR**

Πηγή: <https://www.arealitymarket.com/en/augmented-reality-and-music/>

- **Μουσική και μάρκετινγκ:** Η μουσική συχνά χρησιμοποιείται στο μάρκετινγκ. Κάποιοι κάνουν χρήση δημοφιλών τραγουδιών της εποχής και άλλοι προσπαθούν να δημιουργήσουν δημοφιλείς μελωδίες που μπορεί να τραγουδάμε μετά από χρόνια. Αν αυτά συνδυαστούν με μοντέρνες τεχνολογίες, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, τότε το κοινό μπορεί εύκολα να εκπλαγεί.

#### **1.4.8. Video Games**

Η επαυξημένη πραγματικότητα στα παιχνίδια είναι η διασύνδεση του οπτικοακουστικού περιεχομένου του παιχνιδιού με το περιβάλλον του χρήστη σε πραγματικό χρόνο. [27] Σε αντίθεση με τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας αυτά της επαυξημένης χρησιμοποιούν το υφιστάμενο περιβάλλον και δημιουργούν τον χώρο δράσης

μέσα σε αυτό. Τα παιχνίδια τέτοιου είδους διευρύνουν τον χώρο δράσης ενός παιχνιδιού εκμεταλλευόμενα την ποικιλία που προσφέρει ο πραγματικός κόσμος και κατά αυτόν τον τρόπο καταφέρνουν να διατηρούν απaráμιλλο το ενδιαφέρον του χρήστη.

Ένα παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας συνήθως ενσωματώνει ένα προκατασκευασμένο περιβάλλον στο πραγματικό του χρήστη. Το παιχνίδι κάθε αυτό, μπορεί να είναι ένα απλό παιχνίδι όπως το σκάκι το οποίο να παίζεται στην επιφάνεια ενός τραπεζιού. Πιο εξειδικευμένα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας μπορούν χτίσουν ένα περιβάλλον χρησιμοποιώντας όσα περιβάλλουν τον χρήστη. Τέτοιου είδους παιχνίδια μπορούν να περιλαμβάνουν για παράδειγμα χαρακτήρες που σκαρφαλώνουν πάνω σε τραπέζια ή ακόμη σε εικονικές γέφυρες. Η δημιουργία περιβάλλοντος είναι μια χρονοβόρα διαδικασία στην ανάπτυξη παιχνιδιών και υπάρχει συνεχής ζήτηση για νέα σκηνικά καθώς μόλις ο χρήστης εξερευνήσει πλήρως ένα περιβάλλον, θέλει να προχωρήσει σε ένα διαφορετικό.

#### **1.4.9. Εκπαίδευση**

Ενδιαφέρον για τα εκπαιδευτικά μοντέλα της επιστήμης της τεχνολογίας της μηχανικής και των μαθηματικών (STEM – Science, Technology, Engineering, Math) [14] έχει παρουσιαστεί στην παγκόσμια εκπαιδευτική κοινότητα. Η υψηλή STEM εκπαίδευση μπορεί να επιτευχθεί αυξάνοντας το ενδιαφέρον των μαθητών στο STEM από τα σχολικά χρόνια. Παρόλα αυτά, μελέτες στο παρελθόν έδειξαν δυσαρέσκεια προς τις αρχές του STEM καθώς οι μαθητές βρίσκουν προκλήσεις στο να χρησιμοποιήσουν τις ικανότητες τους σε παρουσίαση επιστημονικών εννοιών που απαιτούν υψηλή οπτικοποίηση στον χώρο. Για να μπορέσουν να κεφαλαιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητες των μαθητών στο STEM, οι εκπαιδευτές χρειάζεται να εξορθολογήσουν την εκπαίδευση στο STEM και να ενισχύσουν τις παιδαγωγικές τους ικανότητες. Νέες τεχνολογίες έχουν αναδυθεί τις τελευταίες δεκαετίες επιτρέποντας μία πιο ενδεδειγμένη εξερεύνηση για την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας που μπορεί να βοηθήσει στην εκπαίδευση STEM, ωστόσο η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας είναι αυτή που έχει τραβήξει την προσοχή τα προηγούμενα χρόνια με έναν ολοένα αυξανόμενο αριθμό δημοσιευμένων μελετών στο χώρο της εκπαίδευσης.

Το διαδραστικό ψηφιακό περιεχόμενο της επαυξημένης πραγματικότητας δίνει στην εκπαίδευση περισσότερο νόημα και αυξάνει την απόδοση. Οι μαθητές μπορούν να οπτικοποιήσουν και να καταλάβουν καλύτερα τις έννοιες. Ο συνδυασμός κινούμενων

αντικειμένων τραβάει την προσοχή τους και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να οδηγεί σε αύξηση του κινήτρου και του ενδιαφέροντος πάνω στο θέμα στο οποίο εκπαιδεύονται.

Οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να οπτικοποιήσουν τις έννοιες σε μορφή οπτικής πληροφορίας, εκπορεύοντας μεγαλύτερο εκπαιδευτικό όφελος και κατά συνέπεια να αυξήσουν την ακαδημαϊκή τους επιτυχία. Η διάδραση με τις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας τους τραβάει το ενδιαφέρον, ενώ ταυτόχρονα η εκπαίδευση γίνεται ευχάριστη. Ωστόσο αυτή η πρακτική θα πρέπει να υποστηριχθεί με σωστή παιδαγωγική προσέγγιση ούτω ώστε να βοηθήσει τους μαθητές καθ' όλη την διάρκεια της εκπαίδευσης και να αποφευχθεί η συνεχής προσκόλληση των μαθητών με το κινητό τους τηλέφωνο.

Εκτός των ανωτέρω, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να αυξήσει αποτελεσματικά την αντιληπτική γνώση. Οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν σε βάθος θεωρητικές έννοιες, να διατηρήσουν και να χρησιμοποιήσουν αυτή την γνώση για να λύσουν μελλοντικά θέματα που θα ανακύψουν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων τους στο STEM. Η επαυξημένη πραγματικότητα ωφελεί την εκμάθηση συγκεκριμενοποιώντας αφηρημένες έννοιες, ενισχύοντας την συνεργασία και αυξάνοντας την προσήλωση. Επίσης από μπορεί να καλλιεργήσει την σύνθετη σκέψη και την εκ βάθος εκμάθηση αντί της επιφανειακής.

#### **1.4.10. Υγεία και Περίθαλψη**

Οι τομείς της υγείας και της ιατρικής είναι ανάμεσα στους πρώτους που θα αγκαλιάσουν την επαυξημένη πραγματικότητα σε μεγάλο βαθμό. [21] Οι εργαζόμενοι στους τομείς υγείας συνειδητοποίησαν γρήγορα τα πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας καθώς αυτοί οι εργαζόμενοι χρειάζεται να μάθουν μεγάλο όγκο πληροφορίας αναφορικά με την ανατομία και τον τρόπο που το σώμα λειτουργεί, οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας τους δίνει την δυνατότητα οπτικοποίησης και διάδρασης με σώματα που έχουν τρισδιάστατα απεικονισθεί.

Ωστόσο από την τεχνολογία αυτή επωφελούνται και οι ασθενείς καθώς τους δίνεται η δυνατότητα να καταλάβουν σαφέστερα χειρουργικές επεμβάσεις και τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η ιατρική.

Οι χειρουργοί χρησιμοποιούν διάφορες τεχνικές για να οπτικοποιήσουν το σημείο στο οποίο χειρουργούν, ωστόσο με την βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας – που

δίνει την δυνατότητα τρισδιάστατης προβολής της ανατομίας του ασθενή στο οπτικό τους πεδίο – μπορούν να βελτιώσουν την ακρίβεια και το αποτέλεσμα της επέμβασης.

Μια πρακτική εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στις μέρες μας είναι η απεικόνιση των φλεβών. [22] Πολλοί ασθενείς δεν αισθάνονται άνετα με τις βελόνες πόσο μάλλον όταν είναι δύσκολο να βρεθεί φλέβα οπού χρειάζεται να τους τρυπήσουν πολλές φορές. Για παράδειγμα η εφαρμογή AccuVein δίνει την δυνατότητα προβολής των φλεβών του ασθενή στο δέρμα κάνοντας έτσι εύκολη την ανεύρεση φλέβας.



**Εικόνα 28. Χρήση του AccuVein σε ασθενή**

Πηγή: <https://hellovein.com/how-does-a-vein-finder-work/>

Οι εφαρμογές γυμναστικής με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας δημιούργησαν μεγάλο ενδιαφέρον. Οι φίλοι της γυμναστικής μπορούν να επεκτείνουν την εμπειρία εκγύμνασής τους με χρήση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας κάνοντας αποτελεσματικά γυμναστική ακόμη κι αν δεν μπορούν να πάνε στο γυμναστήριο. Η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει έναν συναρπαστικό χώρο όπου οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με αντικείμενα που δεν βρίσκονται στην πραγματικότητα εκεί.

Το περιβάλλον εξομοίωσης που προσφέρει η επαυξημένη πραγματικότητα κάνει την άσκηση ιδιαίτερα απολαυστική και ευχάριστη. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, προσφέρει

πρόσθετη πληροφορία σε πραγματικό χρόνο. Στον τομέα της σωματικής άσκησης αυτό σημαίνει πως μπορούμε να έχουμε καταγραφή των κινήσεων του σώματος και των ζωτικών στοιχείων αποφεύγοντας έτσι την υπερκόπωση.

Αυτή τη στιγμή, οι εφαρμογές της στον τομέα της σωματικής άσκησης είναι στην αρχή τους. [18] Σύντομα ωστόσο τα γυμναστήρια θα αρχίσουν να εξοπλίζονται με αυτή τη τεχνολογία για να προσφέρουν καλύτερη εμπειρία και υπηρεσίες στους πελάτες τους. Ωφελημένοι θα είναι και οι άνθρωποι που ταξιδεύουν συχνά, που αντιμετωπίζουν κινητικά προβλήματα ή και που διαμένουν σε μέρη του κόσμου όπου η πρόσβαση σε γυμναστήρια είναι μη εφικτή.



**Εικόνα 29. Εφαρμογή γυμναστικής με χρήση AR**

Πηγή: <https://www.techradar.com/news/mobile-computing/tablets/augmented-reality-fitness-games-coming-to-tablets-and-phones-1188130>

#### **1.4.11. Αμυντική Βιομηχανία & Στρατός**

Η αμυντική βιομηχανία ήταν πάντα πρωτοπόρα στην χρήση νέων τεχνολογιών για τους σκοπούς της εκπαίδευσης και της μάχης. [24] Η επαυξημένη πραγματικότητα δεν είναι εξαίρεση. Πριν από τα διάφορα φίλτρα στις εφαρμογές των κινητών και την ανάπτυξη των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά, ο στρατός είχε ήδη εφαρμόσει την τεχνολογία επικάλυψης σε πραγματικό χρόνο στους πιλότους μαχητικών αεροσκαφών.

Οι πιλότοι πλέον εκπαιδεύονται με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. [23] Με την βοήθεια αυτής, μπορούν να οπτικοποιήσουν τα συστήματα πλοήγησης, να

συνεργαστούν με τους ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας, να βιώσουν τις καιρικές συνθήκες καθώς και να αποκτήσουν πληροφορίες για τον εναέριο χώρο μέσω τρισδιάστατης απεικόνισης. Η επαυξημένη πραγματικότητα βοηθάει τους πολίτες και το πλήρωμα στο να αποφύγουν λάθη και να λάβουν τις σωστές αποφάσεις.

Όταν ένας πιλότος εκπαιδεύεται στην προσγείωση ενός αεροσκάφους η επαυξημένη πραγματικότητα του απεικονίζει τον διάδρομο προσγείωσης και του δείχνει την διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσει. Καθώς η προσγείωση και η απογείωση είναι τα κομμάτια της πτήσης που ενέχουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο το να μπορείς να εκπαιδευτείς με προσομοιωτή πτήσης επαυξημένης πραγματικότητας καθώς το αεροσκάφος πλησιάζει το έδαφος τα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας επισημαίνουν τους κινδύνους και καθοδηγούν τους πιλότους στο τι χρειάζεται να κάνουν ούτως ώστε να ελαχιστοποιήσουν τα ρίσκα. Η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται και ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την συντήρηση και επισκευή των αεροσκαφών. Μπορεί να προβάλει στον χώρο τα μηχανικά μέρη του αεροσκάφους, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στους μηχανικούς να εργαστούν πάνω σε αυτά όπως σ πραγματικό περιβάλλον.



**Εικόνα 30. Προσομοίωση πτήσης με χρήση AR**

Πηγή: <https://naked-science.ru/article/cosmonautics/eurialo-gnss-antijamming>

Καθώς οι τακτικές πολέμου ολοένα εξελίσσονται οι στρατοί χρειάζεται να ακολουθούν τις τελευταίες τάσεις και να κοιτούν για ευκαιρίες για πλεονεκτήματα στον τεχνολογικό πόλεμο. Οι δυνατότητες επεξεργασίας γραφικών συνεχώς επεκτείνονται με αποτέλεσμα η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στον στρατό να αυξάνεται



σημαντικά. Στο μέλλον οι μάχες θα μοιάζουν με αυτές στα παιχνίδια των υπολογιστών. Οι προγραμματιστές επαυξημένης πραγματικότητας έχουν ήδη ξεκινήσει να δημιουργούν τα πρώτα πρότυπα που θα φέρουν μοντέρνες πολεμικές έννοιες στον χώρο της πραγματικότητας.

- **Συνθετικό περιβάλλον εκπαίδευσης (Synthetic Training Environment):** Η εκπαίδευση δεν μπορεί να συγκριθεί με την πραγματική μάχη. Όταν βρίσκεσαι στη μάχη είναι δύσκολο να παραμείνεις ήρεμος και να πάρεις τις σωστές αποφάσεις. Παρόλα αυτά υπάρχει μια διαφαινόμενη λύση που παρέχεται από την επαυξημένη πραγματικότητα. Το συνθετικό περιβάλλον εκπαίδευσης (STE) είναι ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που βοηθάει να εκπαιδεύσει τους στρατιώτες με έναν πιο άμεσο και αποτελεσματικό τρόπο, θέτοντας τους σε ένα πιο φυσικό και στρεσογόνο περιβάλλον.

Ένας από τους κύριους στόχους των προγραμματιστών τέτοιων εφαρμογών είναι να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον εκπαίδευσης το οποίο θα επιτρέπει στους διοικητές να δημιουργούν μονάδες με υψηλό επίπεδο ετοιμότητας.



Εικόνα 31. Παράδειγμα εφαρμογής Synthetic Training Environment με AR

Πηγή: <https://www.jasoren.com/augmented-reality-military/>

- **Tactical Augmented Reality (TAR):** Όλη η κρίσιμη πληροφορία (προσανατολισμός, πλοήγηση, στόχευση κ.α) εμφανίζεται στο οπτικό πεδίο του στρατιώτη και τους δίνει την δυνατότητα να έχουν καλύτερη αίσθηση της κατάστασης.



**Εικόνα 32. Παράδειγμα εφαρμογής Tactical Augmented Reality (TAR)**

Πηγή: <https://www.jasoren.com/augmented-reality-military/>

- **HUD 3.0:** Το HUD 3.0 είναι γνωστό και ως κιάλια ενισχυμένης νυχτερινής όρασης (Enhanced Night Vision Goggles – Binoculars / ENVG-B). Αυτή η συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας παρέχει στους στρατιώτες καλύτερη νυχτερινή όραση, τακτική πληροφορία (τοποθεσία εχθρών ή συμμάχων κ.ά.) ενισχυμένη πλοήγηση, στόχευση (ο στρατιώτης μπορεί να δει που στοχεύει το όπλο του) και εικονική εκπαίδευση

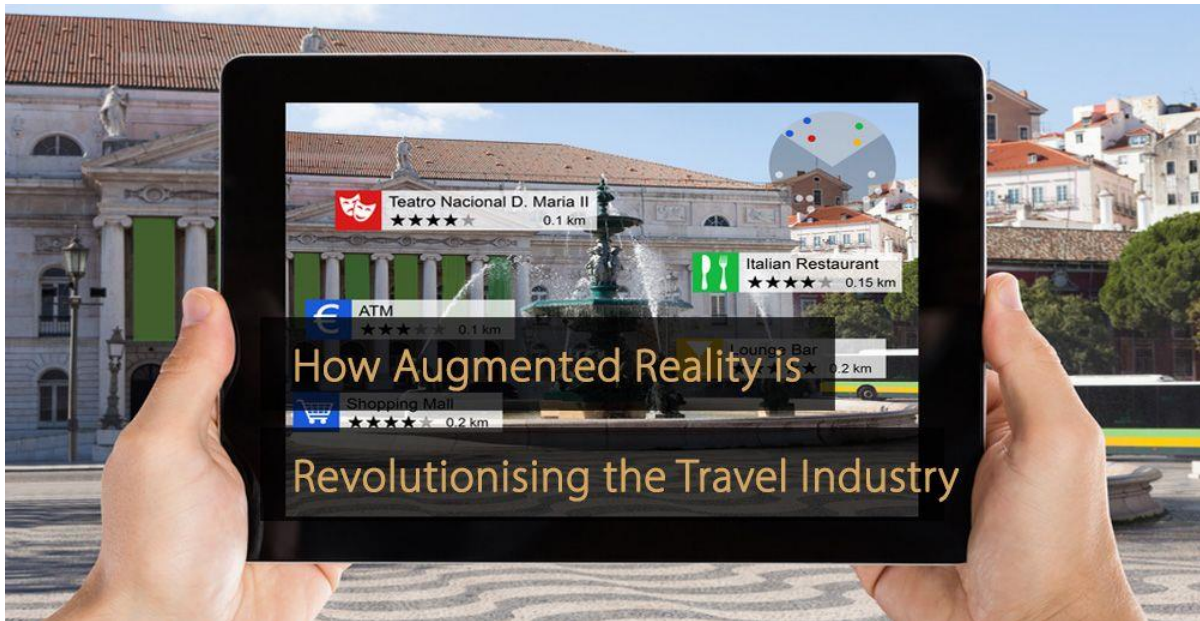


**Εικόνα 33. Παράδειγμα HUD 3.0**

Πηγή: <https://www.jasoren.com/augmented-reality-military/>

#### 1.4.12. Τουριστική Βιομηχανία

Χάρη της εξέλιξης της τεχνολογίας των έξυπνων κινητών, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει αναπτυχθεί πολύ τελευταία. [28] Πιο συγκεκριμένα, έχει αναδειχθεί σε ένα χρήσιμο εργαλείο για τις επιχειρήσεις και για τον τομέα του μάρκετινγκ επιτρέποντας τους να αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι πελάτες τους αντιλαμβάνονται τον περίγυρο. Αυτό είναι ιδιαίτερα επικερδές για τους ανθρώπους της τουριστικής βιομηχανίας καθώς πουλούν εμπειρία την οποία η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να ενισχύσει.



Εικόνα 34. Εφαρμογή AR στον τουρισμό.

Πηγή: <https://www.revfine.com/augmented-reality-travel-industry/>

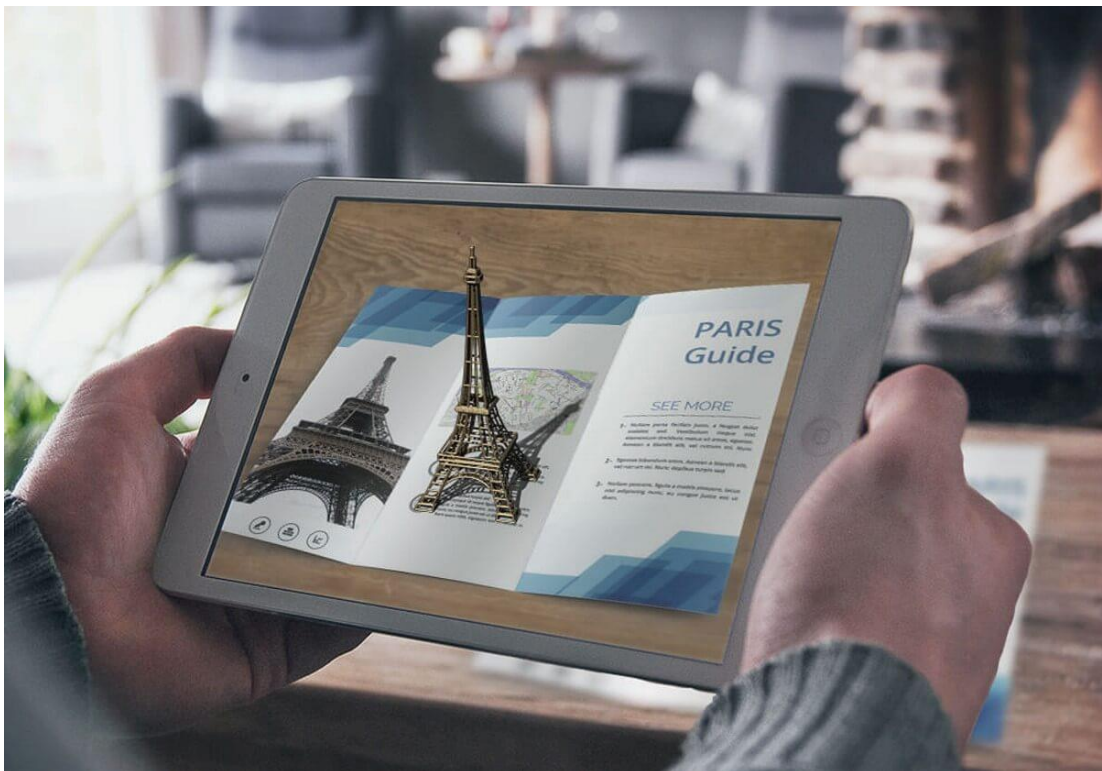
Τα τελευταία χρόνια η επαυξημένη πραγματικότητα γίνεται ολοένα και περισσότερο δημοφιλής στην τουριστική βιομηχανία. Κυρίως γιατί δίνει την δυνατότητα στα ξενοδοχεία και σε άλλες επιχειρήσεις αυτού του κλάδου να ενισχύσουν το φυσικό περιβάλλον, το οποίο στην ουσία προσπαθούν να προσελκύσουν τους πελάτες τους να επισκεφτούν, περιλαμβάνοντας αξιοθέατα καθώς και τα δωμάτια ξενοδοχείων.

Σε αντίθεση με άλλες αγορές στον τουρισμό γίνεται εκτενής έρευνα, καθώς οι πελάτες απαιτούν πολύ πληροφορία πριν την άφιξη τους. Πρόσθετα, αυτή η ανάγκη για πληροφόρηση δε σταματάει με την άφιξη του πελάτη. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να εξασφαλίσει ότι η περισσότερη από αυτή την πληροφορία θα είναι διαθέσιμη στον πελάτη εικοσιτέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο (24/7).

Επιπρόσθετα, ένα από τα κλειδιά της υιοθέτησης της επαυξημένης πραγματικότητας από την βιομηχανία του τουρισμού είναι η αλλαγή του τρόπου ζωής των καταναλωτών την

τελευταία δεκαετία. Οι νεότεροι καταναλωτές έχουν ήδη την συνήθεια να χρησιμοποιούν ιδιαίτερως το έξυπνο κινητό τους, ακόμη και όταν ταξιδεύουν, οπότε το βήμα προς την χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στα κινητά τους δεν είναι μεγάλο. Μερικές από τις πιο αποτελεσματικές και καινοτόμες χρήσεις της επαυξημένης πραγματικότητας στην τουριστική βιομηχανία είναι οι εξής:

- **Περιήγηση σε τουριστικούς προορισμούς και αξιοθέατα:** Ορισμένες εταιρείες του κλάδου της τουριστικής βιομηχανίας αναπτύσσουν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας που επιτρέπουν στους τουρίστες να ενισχύουν τις φυσικές τοποθεσίες και τα αξιοθέατα. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να στοχεύσει με το έξυπνο κινητό του ένα κτίριο ή μνημείο και να μάθει περισσότερα για αυτό σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να στοχεύσει με το έξυπνο κινητό του ένα εστιατόριο και άμεσα να λάβει πληροφορίες με αξιολογήσεις αυτού ή το μενού του ή να στοχεύσει προς ένα ιστορικό μνημείο και να του παρουσιαστούν πληροφορίες αναφορικά με την ιστορία του. Αυτό δίνει την προέκταση να ενισχύσει σε μεγάλο βαθμό την εμπειρία του ταξιδιού και επιτρέπει στους τουρίστες να λαμβάνουν πληροφορίες καθώς κινούνται.



Εικόνα 35. Χρήση AR για τουριστική περιήγηση

Πηγή: <https://www.revfine.com/augmented-reality-travel-industry/>

- **Παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας:** Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει δυνατή διασύνδεση με τον κόσμο των παιχνιδιών και η τουριστική βιομηχανία ξεκινά να το εκμεταλλεύεται. Με την χρήση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας, μια επιχείρηση φιλοξενίας μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία πελάτη εισάγοντας ένα στοιχείο διασκέδασης με το φυσικό περιβάλλον. Εφαρμογές παιχνιδιών που κάνουν χρήση επαυξημένης πραγματικότητας, εισάγουν στοιχεία κινηγιού θησαυρού στους χώρους ενός ξενοδοχείου ή και δίνουν τη δυνατότητα σε παιδιά να δουν αγαπημένους χαρακτήρες κινουμένων σχεδίων. Για τους ενήλικες, οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας επιτρέπουν στους χρήστες να ξαναδιακοσμήσουν το δωμάτιό τους ή να παρακολουθήσουν εικονικά διάσημους καλλιτέχνες.



**Εικόνα 36. Παιχνίδι AR με ιστορικό χαρακτήρα**

Πηγή: <https://www.revfine.com/augmented-reality-travel-industry/>

- **Τεχνολογία Φάρου (Beacon technology) και ειδοποιήσεις (Push notifications):** Μια ακόμη ενδιαφέρουσα χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σχετίζεται με την τεχνολογία φάρου (beacon technology), η οποία λειτουργεί μέσω Bluetooth. Αυτή η ιδιαίτερη τεχνολογία είναι χρήσιμη στην τουριστική βιομηχανία γιατί επιτρέπει στις επιχειρήσεις να αποστέλλουν ειδοποιήσεις (Push notifications) ή να ενεργοποιούν συγκεκριμένες λειτουργίες όταν οι άνθρωποι μπαίνουν σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Μέσα στα ξενοδοχεία ένα από τα καλύτερα παραδείγματα χρήσης της

τεχνολογίας φάρους είναι η δυνατότητα που δίνεται στους πελάτες να ξεκλειδώσουν την πόρτα του δωματίου τους όταν βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από αυτήν. Ωστόσο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποστολή χαρτών, αξιολογήσεων, καταλόγων ειδικών προσφορών ή εκπαιδευτικών κουπονιών στους χρήστες σε χρόνο που κρίνεται σχετικός.



**Εικόνα 37. Παράδειγμα Beacon Technology**

Πηγή: <https://www.revfine.com/augmented-reality-travel-industry/>

### **1.5. Οι κίνδυνοι της επαυξημένης πραγματικότητας**

Γνωρίζουμε πως το κινητό μας τηλέφωνο μπορεί να μας αποσπάσει την προσοχή και πως δε θα πρέπει να στέλνουμε μηνύματα ή να πλοηγούμαστε στο διαδίκτυο καθώς περπατάμε στον δρόμο ή οδηγούμε ένα όχημα. Η επαυξημένη πραγματικότητα – στην μορφή για παράδειγμα των google glass – μπορεί ενδεχομένως να λύσει αυτό το πρόβλημα. Αυτού του είδους οι συσκευές παρουσιάζουν την πληροφορία με έναν τρόπο που δεν εμποδίζει, επιτρέποντας μας την ασφαλή πλοήγηση. Μπορεί ωστόσο η επαυξημένη πραγματικότητα να φέρει πραγματικά εις πέρας αυτή την υπόσχεση;

Καθώς ο εξοπλισμός επαυξημένης πραγματικότητας δεν είναι ευρέως διαδομένος στην αγορά, χρειάζεται ακόμη να πραγματοποιηθούν μελέτες για τις επιπτώσεις στην όραση και την κινητικότητα. Αναλύοντας την μέχρι τώρα έρευνα για το πώς οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται και δρουν με τον κόσμο γύρω τους, παρατηρούμε πως υπάρχουν κάποιοι λόγοι οι οποίοι θα πρέπει να μας απασχολήσουν. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να μας οδηγήσει να εκτιμήσουμε εσφαλμένα την ταχύτητα των αυτοκινήτων που πλησιάζουν,

να υποτιμήσουμε τον χρόνο αντίδρασης και να αγνοήσουμε ακούσια τους κινδύνους της πλοήγησης στον πραγματικό κόσμο. Το χειρότερο σε αυτό, μέχρι να συμβεί κάτι δυσάρεστο, δε θα γνωρίζουμε ότι διατρέχουμε μεγάλο κίνδυνο.

Υπάρχει ένας απλός τρόπος για να διορθωθεί αυτό. Οι ενσωματωμένοι δέκτες GPS μπορούν να ανιχνεύσουν την ταχύτητα της κίνησης και έτσι οι σχεδιαστές θα μπορούσαν να τους χρησιμοποιήσουν για να σταματήσουν τις ειδοποιήσεις όταν οι χρήστες είναι σε κίνηση. Επίσης οι ενσωματωμένες κάμερες μέσω της ανάλυσης εικόνας θα μπορούσαν να ενεργοποιήσουν μια ασφαλή λειτουργία σε καταστάσεις που πιθανόν δημιουργούν πρόβλημα. Τεχνικά λοιπόν, υπάρχουν λύσεις, ωστόσο δεν είναι πιθανόν να χρησιμοποιηθούν. Το τελευταίο πράγμα όπου ένας χρήστης θέλει όταν αγοράζει μια τέτοια συσκευή, είναι να σταματήσει η ροή της πληροφορίας. Το όλο θέμα είναι αυτές οι συσκευές να παραμένουν συνδεδεμένες σε κάθε περίπτωση. Επομένως, υπάρχουν και θα συνεχίσουν να υπάρχουν κίνδυνοι οι οποίοι μπορούν να προκληθούν από συσκευές επαυξημένη πραγματικότητα τουλάχιστον όταν ο χρήστης βρίσκεται εν κινήσει.

Με την είσοδο των Google glass στην αγορά, εκφράστηκαν ανησυχίες αναφορικά με την επίπτωση στην ιδιωτικότητα. [31] Τέθηκαν ερωτήματα όπως «πως μπορεί η συγκατάθεση να λειτουργήσει σε καταστάσεις όπου χρήστες φορώντας τα γυαλιά αυτά σε δημόσιο χώρο καταγράφουν βιομετρικά δεδομένα των περαστικών; Ποιος κατέχει τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω αυτών των συσκευών; Πώς και πού αυτή η πληροφορία αποθηκεύεται και ποιος έχει πρόσβαση σε αυτήν;»

Τα πράγματα έχουν αλλάξει αρκετά από τότε, τόσο στον τεχνολογικό όσο και στον νομοθετικό τομέα. Σε πολλές χώρες είδαμε να βελτιώνονται οι συνθήκες για την προστασία των προσωπικών δεδομένων με την είσοδο του γενικού κανονισμού προσωπικών δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (GDPR) ή του νόμου προστασίας της ιδιωτικότητας των καταναλωτών της Καλιφόρνια (CCPA) στις ΗΠΑ. Αυτά τα νομικά εργαλεία μας παρέχουν νέους τρόπους για να διασφαλίσουμε τον σεβασμό των δικαιωμάτων μας και έχουν μεγάλη επίπτωση στο πώς τα γυαλιά επαυξημένη πραγματικότητα και τα σεντ κεφαλής θα πρέπει να λειτουργούν ούτως ώστε να εναρμονίζονται με τον νόμο.

Για να μπορέσει να λειτουργήσει η εξελιγμένη τεχνολογία επαυξημένη πραγματικότητα, χρειάζεται να δημιουργήσει ένα τρισδιάστατο μοντέλο του πραγματικού κόσμου. Αυτό σημαίνει πως χρειάζεται να συγκεντρώσει τεράστιες ποσότητες δεδομένων για εμάς και όσα μας περιβάλλουν. Επιτρέπει έτσι στο σύστημα να τοποθετήσει αντικείμενα

στο φυσικό περιβάλλον με πειστικό τρόπο. Για παράδειγμα, για να μπορέσει να εμφανιστεί ένα αντικείμενο κινουμένων σχεδίων – όπως το Pokemon – να στέκεται πάνω στο τραπέζι μας, το σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας χρειάζεται να αναγνωρίσει τις διαστάσεις και το βάθος του τραπεζιού. Αντίστοιχα, στο Instagram, για να μπορέσουν να λειτουργήσουν τα φίλτρα στις φωτογραφίες, ένας λεπτομερής τρισδιάστατος χάρτης του προσώπου μας χρειάζεται να δημιουργηθεί ούτως ώστε να εφαρμοστούν πάνω σε αυτόν τα φίλτρα.

Το σημαντικό πράγμα που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι το τι συμβαίνει με όλα αυτά τα δεδομένα. Αποθηκεύονται και επεξεργάζονται τοπικά στη συσκευή ή στέλνονται στο σύννεφο (cloud); Εάν τα δεδομένα στέλνονται στο σύννεφο, θα είναι κρυπτογραφημένα; Θα μοιράζονται με τρίτους ή θα χρησιμοποιούνται για να δημιουργούν αναφορές για εμάς το οποίο στην συνέχεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για στοχευμένη διαφήμιση; Υπάρχουν τρόποι για να εξασκήσουμε τα δικαιώματά μας για την ασφάλεια των προσωπικών μας δεδομένων; Υπάρχει διαφάνεια στο πώς τα δεδομένα που μας αφορούν χειρίζονται ή επεξεργάζονται;

Οι ερωτήσεις δε σταματούν εδώ. Είναι δυνατό για χρήσεις επαυξημένης πραγματικότητας να καταπατούν τα δικαιώματά πέρα της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων. Θα μπορούσαν ακροδεξιές ομάδες να βάζουν ταμπέλες στα σπίτια μεταναστών; Θα μπορούσαν οι εκφοβιστές στα σχολεία να τοποθετούν προσβλητικά αντικείμενα στον «εικονικό» κήπο του σπιτιού των θυμάτων τους; Αυτά τα υποθετικά σενάρια είναι ένα δείγμα των προκλήσεων της επαυξημένης πραγματικότητας. Τώρα είναι η ώρα για εταιρίες, νομοθέτες και την κοινωνία των ψηφιακών δικαιωμάτων να χαρτογραφήσουν τα ρίσκα και να χτίσουν δίχτυ ασφαλείας για τα δικαιώματά μας.



**Εικόνα 38. Ιδιωτικότητα και AR**

Πηγή: <https://www.linkedin.com/pulse/how-legal-enterprises-can-effectively-address-security-virani>

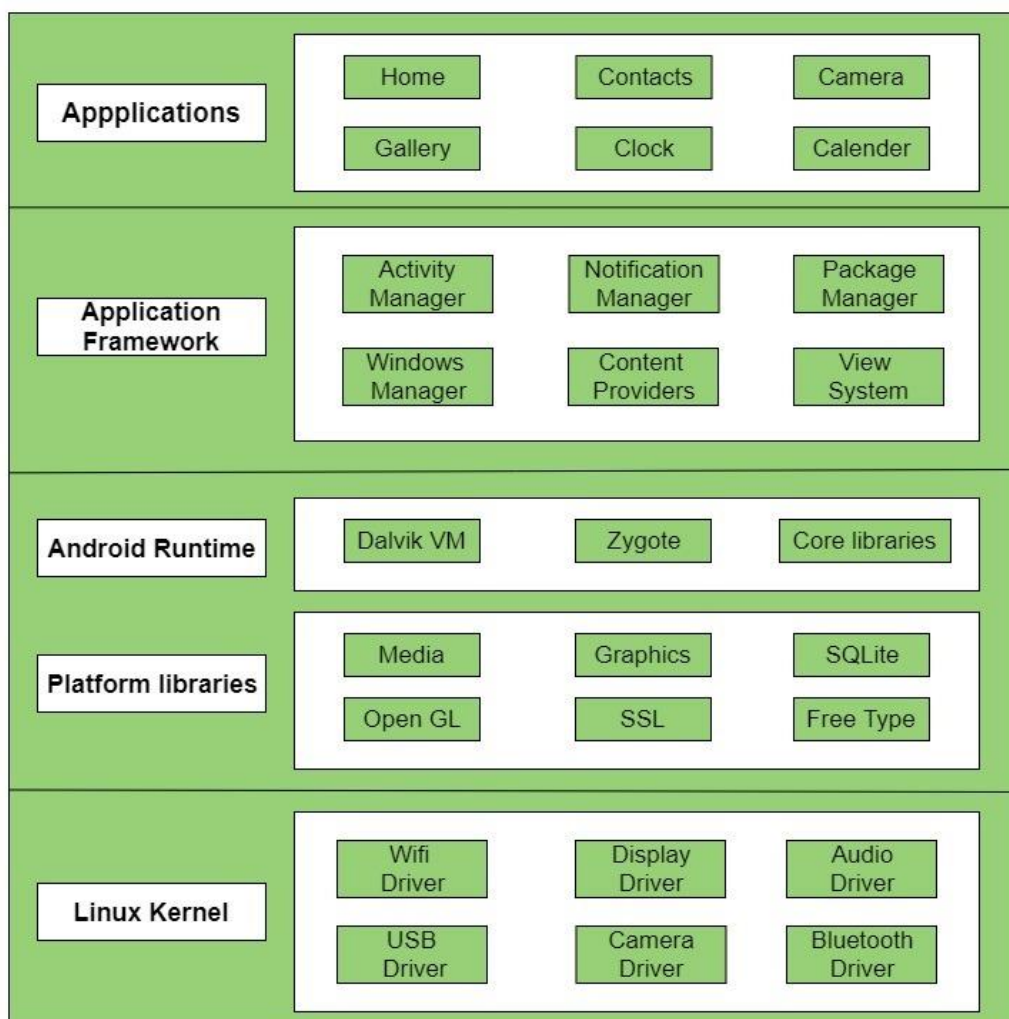


## 2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 2.1 Η Αρχιτεκτονική του Android

Η αρχιτεκτονική του Android [32] αποτελείται από πληθώρα διαφορετικών “συστατικών” για να υποστηρίξει ότι χρειάζεται κάθε συσκευή. Μεταξύ των στοιχείων, ο πυρήνας Linux αποτελεί το κεντρικό εργαλείο του λειτουργικού συστήματος σε smartphone και η εικονική μηχανή Dalvik (DVM) είναι υπεύθυνη για την εκτέλεση των εφαρμογών Android. Τα κύρια στοιχεία από τα οποία απαρτίζεται η αρχιτεκτονική του Android όπως φαίνεται και στην παρακάτω φωτογραφία είναι τα εξής :

- a) Εφαρμογές (Applications)
- b) Πλαίσιο Εφαρμογών (Application Framework)
- c) Android Runtime
- d) Βιβλιοθήκες Πλατφόρμας (Platform Libraries)
- e) Πυρήνας Linux (Linux Kernel)



Εικόνα 39. Αρχιτεκτονική Android

Πηγή: <https://www.geeksforgeeks.org/android-architecture/?ref=lbp>

- a) Εφαρμογές (Applications):** Αποτελούν το ανώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής του Android. Οι προεγκατεστημένες εφαρμογές όπως οι επαφές, η κάμερα, η native εφαρμογή των φωτογραφιών , καθώς και αυτές τρίτων που μπορούν να κατέβουν από το Play Store όπως των Social media και των παιχνιδιών , εγκαθίστανται μόνο σε αυτό το επίπεδο. Λειτουργεί εντός του Android runtime με τη βοήθεια των κλάσεων και των υπηρεσιών που παρέχονται από το application framework.
- b) Πλαίσιο Εφαρμογών (Application framework):** Γενικά, είναι υπεύθυνο για τις υπηρεσίες με τη βοήθεια των οποίων δημιουργείται μια συγκεκριμένη κλάση και χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των εφαρμογών. Διαθέτει σημαντικές κλάσεις που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής Android. Επίσης, διαθέτει διαφόρων τύπων υπηρεσιών διαχείρισης δραστηριότητας, ειδοποιήσεων, πακέτων και ένα σύστημα προβολής.
- c) Android Runtime:** Είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέρη του Android. Περιέχει ένα σύνολο από βασικές βιβλιοθήκες, που δίνουν τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να γράψουν εφαρμογές για το Android σε γλώσσα Java, καθώς και μια εικονική μηχανή (virtual machine) Dalvik (DVM). Όπως η εικονική μηχανή JAVA , έτσι και η DVM, είναι μια εικονική μηχανή βασισμένη σε μητρώα και είναι ειδικά σχεδιασμένη και βελτιστοποιημένη για το Android, ώστε να διασφαλίζεται ότι η συσκευή μπορεί να τρέξει σωστά σε κάθε περίπτωση.
- d) Βιβλιοθήκες Πλατφόρμας (Platform Libraries):** Περιλαμβάνουν διάφορους πηγαίους κώδικες γραμμένους σε C/C++ καθώς και σε Java για να παρέχουν υποστήριξη στην ανάπτυξη του Android. Μερικά παραδείγματα αυτών παρατίθενται παρακάτω:
- Βιβλιοθήκη Media για την αναπαραγωγή πολυμέσων (ήχου, βίντεο κλπ.).
  - Βιβλιοθήκη Graphics για την προβολή στην οθόνη και τη διαχείριση της οθόνης.
  - Βιβλιοθήκες OpenGL και SGL για τα γραφικά.
  - Βιβλιοθήκη SQLite για την υποστήριξη βάσεων δεδομένων καθώς και την FreeType για την υποστήριξη των γραμματοσειρών.
  - Βιβλιοθήκη Secure Sockets Layer (SSL) που είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία ενός κρυπτογραφημένου συνδέσμου μεταξύ διακομιστή και περιηγητή ιστού.
  - Βιβλιοθήκη Web-Kit που εξαιτίας της εμφανίζεται το περιεχόμενο του ιστού και απλοποιείται η φόρτωση των σελίδων.

**e) Πυρήνας Linux (Linux Kernel):** Είναι η καρδιά της αρχιτεκτονικής του Android. Διαχειρίζεται όλα τα προγράμματα οδήγησης (drivers) όπως αυτά της κάμερας, των διεπαφών δικτύου (π.χ. Bluetooth, WiFi, κ.ά.), του ήχου, της μνήμης κλπ. Παρακάτω περιγράφονται κάποιες βασικές λειτουργίες του Πυρήνα **Linux**:

- Ασφάλεια: Ο πυρήνας Linux χειρίζεται την ασφάλεια μεταξύ της εφαρμογής και του συστήματος.
- Διαχείριση Μνήμης: Διαχειρίζεται αποτελεσματικά τη διαχείριση της μνήμης παρέχοντας ελευθερία στην ανάπτυξη των εφαρμογών.
- Διαχείριση Διεργασιών: Κάνει σωστή διαχείριση στην διεκπεραίωση των εργασιών .
- Στοιβά Δικτύου: Διαχειρίζεται αποτελεσματικά την επικοινωνία δικτύου.
- Προγράμματα οδήγησης: Εξασφαλίζει ότι η εφαρμογή λειτουργεί σωστά στη συσκευή.

## 2.2 SDK και APIs

Τα Software Development Kits (SDKs) και τα Application Programming Interfaces (APIs) σε πρώτο πλάνο φαίνονται αλληλένδετα, ωστόσο η αλήθεια δεν είναι αυτή, καθώς εκπληρώνουν μια ενδιαφέρουσα και αλληλοσυμπληρούμενη σχέση. [34]

API: Ένα API (Application Programming Interface) είναι ένα σύνολο κανόνων που επιτρέπει σε διάφορες εφαρμογές ή συστήματα να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους. Μπορεί να παρομοιαστεί με έναν διαμεσολαβητή που συνδέει δύο προγράμματα, επιτρέποντάς τους να συνεργάζονται και να ανταλλάσσουν πληροφορίες με έναν δομημένο και τυποποιημένο τρόπο. [34]

SDK: Ένα SDK (Software Development Kit) είναι ένα πακέτο που περιλαμβάνει όλα αυτά τα εργαλεία που είναι αναγκαία για τους προγραμματιστές για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής σε ένα καθορισμένο λογισμικό. Παρέχουν τα αναγκαία εργαλεία, προκειμένου οι προγραμματιστές να υλοποιήσουν εφαρμογές, δίνοντας τους ακόμη και κάποια παραδείγματα κώδικα για την καλύτερη κατανόηση του. Μερικά από τα εργαλεία είναι οι βιβλιοθήκες κώδικα, ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment ή αλλιώς (IDE) το οποίο εξυπηρετεί στο να «μεταφράζει» την γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου σε μια χαμηλότερου επιπέδου για την ανάπτυξη

εφαρμογών. Τέλος παρέχει ένα εργαλείο εντοπισμού σφαλμάτων, για την απλούστευση και επιβοήθεια του προγραμματιστή. [34]

Ένα SDK έχει την δυνατότητα να εμπεριέχει ένα API ενώ τα API δεν μπορούν. Ένας προγραμματιστής που για την ανάπτυξη μιας νέας εφαρμογής για συγκεκριμένη πλατφόρμα, θα τον εξυπηρετήσει περισσότερο το SDK παρά το API και αυτό γιατί το SDK παρέχει όλα εκείνα τα εργαλεία για την ανάπτυξη της. Βέβαια αν χρειάζεται να προσθέσει ο προγραμματιστής απλά μια συγκεκριμένη λειτουργικότητα. Τότε το API θα τον βοηθήσει περισσότερο, καθώς θα επεκτείνοντας τις λειτουργίες της εφαρμογής, όπως για παράδειγμα την δυνατότητα εντοπισμού τοποθεσίας μέσω IP. [34]

## 2.3 Το πρόγραμμα σχεδίασης 3D γραφικών Blender

Το Blender είναι η δωρεάν και ανοιχτού κώδικα πλατφόρμα για την δημιουργία τρισδιάστατων (3D) απεικονίσεων, όπως είναι η τρισδιάστατη μοντελοποίηση, τα κινούμενα σχέδια, τα ψηφιακά εφέ, τα κινούμενα σχέδια και η επεξεργασία βίντεο. Λειτουργεί υπό την άδεια GNU General Public License (GPL), επιτρέποντας στους χρήστες και στους προγραμματιστές να το λειτουργούν, να το διανέμουν και να το τροποποιούν ελεύθερα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την γρηγορότερη διόρθωση σφαλμάτων που ενίοτε παρουσιάζονται. Το Blender είναι ένα λογισμικό που έχει την δυνατότητα να τρέξει εξίσου καλά σε υπολογιστές με Linux, Windows και macOS. Το Blender είναι κατάλληλο για ένα ευρύ φάσμα χρηστών και μικρών εταιριών που ενδιαφέρονται για την τρισδιάστατη σχεδίαση και όχι μόνο. [44]



**Εικόνα 40. Το λογότυπο του blender**

Πηγή: <https://www.blender.org/about/logo/>

Η ιστορία του Blender ξεκινάει το μακρινό 1994 όταν ο Ton Roosendaal σκέφτηκε να δημιουργήσει ένα εργαλείο απόδοσης τρισδιάστατων γραφικών στο στούντιο που εργαζόταν ονόματι NeoGeo στην Ολλανδία. Ο σκοπός του ήταν να αυξήσει την παραγωγή στις διαδικασίες που ακολουθούσαν στο στούντιο αυτό. Έπειτα, για να διαθέσει το blender στο ευρύ κοινό με το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που το ξεχώρισε δηλαδή με ανοιχτό κώδικα, ίδρυσε την εταιρία Not a Number Technologies (NaN), το 1998.

Αργότερα, με την πτώχευση της εταιρίας του το 2002, ο Roosendaal ίδρυσε το Blender Foundation, μια μη κερδοσκοπική οργάνωση έτσι ώστε να συνεχιστεί το Blender. Από τότε το Blender έχει γίνει ένα πανίσχυρο εργαλείο παγκόσμιου βεληνεκούς, με εκατομμύρια προγραμματιστές ανα τον κόσμο και με συνεχόμενα νέες λειτουργίες και εκδόσεις. [45]

Κάποια από τα βασικά χαρακτηριστικά του Blender είναι:

- **Μοντελοποίηση 3D:** Είναι η διαδικασία δημιουργίας ψηφιακών αναπαραστάσεων τρισδιάστατων αντικειμένων ή επιφανειών.
- **Υλικά και Σκίαση:** Είναι ουσιαστικά εκείνα τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για να δοθούν στα τρισδιάστατα αντικείμενά την εμφάνιση ανάλογα τις απαιτήσεις του χρήστη.
- **Η Χαρτογράφηση Υφών (Texture Mapping)** είναι η διαδικασία κατά την οποία εφαρμόζονται δισδιάστατες εικόνες (υφές) στις επιφάνειες τρισδιάστατων μοντέλων, για να προσδώσουν λεπτομέρεια, χρώμα, μοτίβα και ρεαλισμό.
- **Προσομιώσεις (Simulations):** Είναι η ρεαλιστικότερη αναπαράσταση φυσικών «φαινομένων» όπως είναι η φωτιά, το νερό, και ο καπνός.
- **Απόδοση:** Είναι η διαδικασία μετατροπής της τρισδιάστατης σκηνής σε δισδιάστατες εικόνες ή βίντεο, παίρνοντας υπόψιν τον φωτισμό, τα υλικά, τις σκιές και τα εφέ για πιο ρεαλιστικά αποτελέσματα. Υπάρχουν 2 βασικές μέθοδοι, το Cycles Render Engine και η Eevee Render Engine.

## 2.4 Μηχανή δημιουργίας παιχνιδιών Unity 3D

Η Unity 3D Game Engine είναι μια μηχανή ανάπτυξης ρεαλιστικών παιχνιδιών και εφαρμογών επαυξημένης & εικονικής πραγματικότητας καθώς και δισδιάστατων (2D) και τρισδιάστατων (3D) παιχνιδιών. [34] Μπορεί να υποστηρίξει πολλαπλές πλατφόρμες όπως Linux, Windows και κινητές, παρόλο που ξεκίνησε ως αποκλειστική μηχανή για MAC OS X αρχικά. Στα πρόσφατα χρόνια έχει βρει εφαρμογές και σε άλλους τομείς όπως η αρχιτεκτονική, ο κινηματογράφος, η αυτοκινητοβιομηχανία και η μηχανική.



Εικόνα 41. Το λογότυπο της Unity 3D Game Engine

Πηγή: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Official\\_unity\\_logo.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/Official_unity_logo.png)

### 2.4.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή Unity 3D Game Engine

Η Unity 3D Game Engine κυκλοφόρησε και ανακοινώθηκε για πρώτη φορά τον Ιούνιο του 2005 από την Apple στο ετήσιο συνέδριο της, χαρακτηρίζοντας την ως την αποκλειστική μηχανή παιχνιδιών για το MAC OS X. Ωστόσο η ιστορία ξεκινάει πολύ πριν, όταν στις αρχές του 2000 τρεις φιλόδοξοι προγραμματιστές ο David Helgason, ο Joachim Ante και ο Nicholas Francis χωρίς να έχουν μεγάλο budget μαζεύτηκαν σε ένα υπόγειο και ξεκίνησαν να προγραμματίζουν αυτό το οποίο θα γινόταν από τις πιο διάσημες μηχανές ανάπτυξης παιχνιδιών σε ολόκληρη την βιομηχανία των παιχνιδιών. [35] Η πρώτη τους ιδέα ήταν να δημιουργήσουν δικά τους παιχνίδια για να βιοπορίζονται. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του πρώτου τους παιχνιδιού, συνειδητοποίησαν ότι τα εργαλεία που δημιουργούσαν για να διευκολύνουν τη δουλειά τους θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα και για άλλους προγραμματιστές. Έτσι γεννήθηκε η ιδέα για τη Unity [36].

Η πρώτη έκδοση της Unity κυκλοφόρησε στις 6 Ιουνίου του 2005. Ο στόχος τους ήταν να δημιουργηθεί μια πλατφόρμα για παιχνίδια που να είναι προσιτή αλλά με επαγγελματικά εργαλεία σε ερασιτέχνες χρήστες [36]. Το 2008 έρχεται άλλη μια πρωτοπορία. Με την εισαγωγή του App Store από την Apple το Unity προχωράει στην ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά. [37] Κατά την διάρκεια του ετήσιου keynote του 2010 ανακοινώνεται από τον CEO του Unity David Helgason το λανσάρισμα του γνωστού Asset store [38].

Το 2012 άλλη μια μεγάλη ανακοίνωση έρχεται αφού λανσάρεται το Unity 4 με πολλές υποσχόμενες δυνατότητες και βελτιώσεις στα γραφικά και στην υποστήριξη στις κινητές συσκευές. [39] Μετά από 2 χρόνια και συγκεκριμένα το 2015 έρχεται η πολύ αναμενόμενη έκδοση Unity 5 εισάγοντας το φυσικό σύστημα απόδοσης (physically-based rendering) και βελτιώνοντας τα εργαλεία ανάπτυξης [40].

Στην έκδοση του 2018 έγινε εισαγωγή του Scriptable Render Pipeline για προγραμματιστές έτσι ώστε να δημιουργούνται γραφικά πιο ρεαλιστικού επιπέδου. Επίσης σε αυτή την έκδοση εισήχθησαν και άλλες λειτουργίες όπως το Imitation Learning, κάνοντας τα παιχνίδια να αντιλαμβάνονται τις συνήθειες των παικτών. Επίσης, η Unity 3D Game Engine πλέον επεκτάθηκε σε πάνω από 20 πλατφόρμες [41].

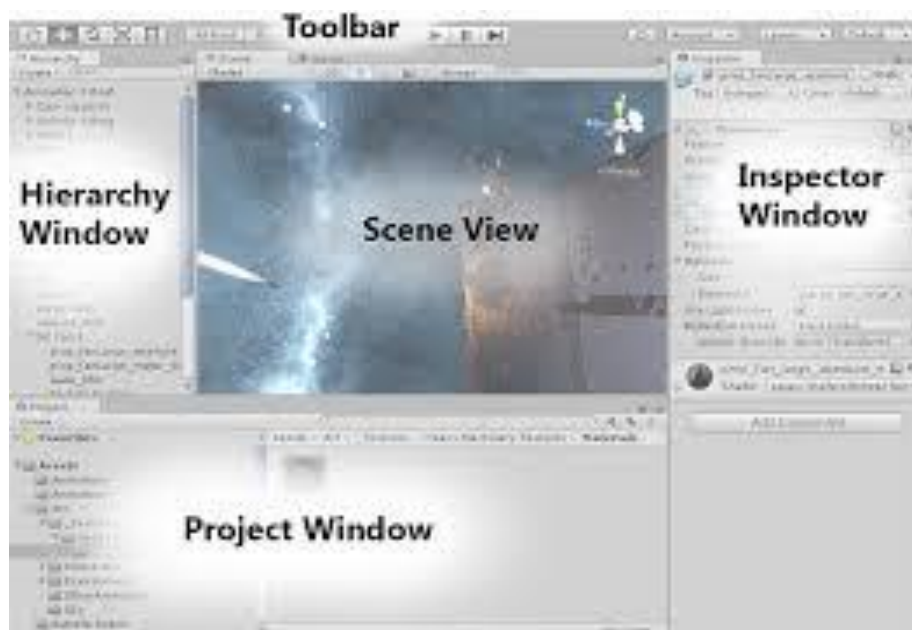
Το 2021, η Weta Digital, εξαγοράστηκε από την Unity. Η συγκεκριμένη εταιρία ήταν αυτή που είχε φτιάξει πολλά από τα γραφικά πολλών επιτυχημένων ταινιών όπως το the Lord of the Rings, δίνοντας έτσι στο Unity πρόσβαση σε ισχυρά εργαλεία παραγωγής VFX. Αυτή η εξαγορά έφερε το Unity στο προσκήνιο όχι μόνο στον τομέα των παιχνιδιών, αλλά

και στον κινηματογράφο, με εργαλεία για την παραγωγή γραφικών υψηλής ποιότητας και την ανάπτυξη ρεαλιστικών ψηφιακών κόσμων και χαρακτήρων [42]. Σήμερα, η Η Unity 3D Game Engine συνεχίζει να αναπτύσσεται και προσφέρει νέες τεχνολογίες για τη δημιουργία εμπειριών σε επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα (AR/VR), ενσωματώνοντας τεχνητή νοημοσύνη και υποστηρίζοντας τις πιο σύγχρονες πλατφόρμες όπως το Apple Vision Pro [43].

#### 2.4.2 Το περιβάλλον διεπαφής Unity 3D Game Engine

Όπως μπορεί να διακρίνει κανείς, με το που ανοίξει το Unity 3D το πρώτο πράγμα που θα αντικρίσει είναι η αρχική σκηνή (default) που εκ πρώτης άποψης φαίνεται ομολογουμένως αρκετά περίπλοκη. Πολλά κουμπιά, διάφορα «κουτιά» που χωρίς καθοδήγηση κάνει τον χρήστη να αναρωτιέται από που να ξεκινήσει για να δώσει «ζωή» στην εφαρμογή του. Ωστόσο, αν δοθεί ο απαιτούμενος χρόνος και προσοχή, γρήγορα θα γίνει αντιληπτό ότι ουσιαστικά πρόκειται για διάφορες διεπαφές (παράθυρα) που η καθεμία έχει διαφορετικό λόγο ύπαρξης. Έχουν την δυνατότητα της αναδιάταξης, της ομαδοποίησης, της «αποκόλλησης» και της επαναφοράς στην αρχική τους θέση.

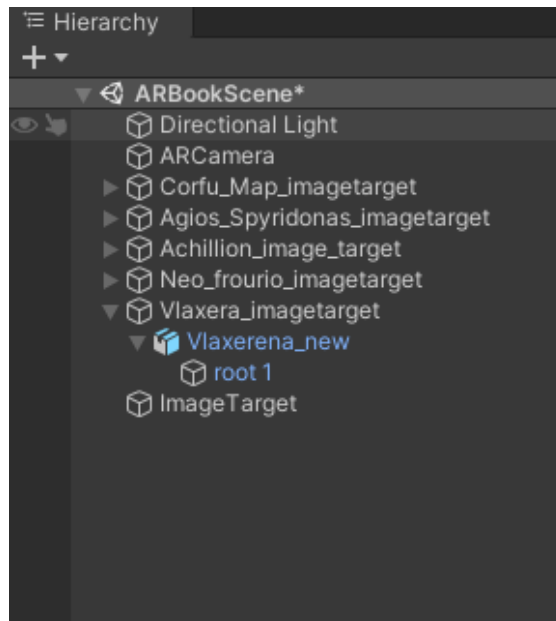
Επίσης υπάρχει και η επιλογή κάποιων προεπιλεγμένων ρυθμίσεων για την εμφάνιση αυτών, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του εκάστοτε χρήστη πατώντας το “Layout” κουμπί και επιλέγοντας μια από τις διαθέσιμες επιλογές. Παρακάτω αναλύονται με περισσότερες λεπτομέρειες η κάθε διεπαφή ξεχωριστά. Προτού πάμε όμως σε αυτό ,θα αναλύσουμε κάποια βασικά στοιχεία τα οποία χρειάζονται ως προαπαιτούμενα να γνωρίζουμε.



Εικόνα 42. Το Interface του Unity 3D

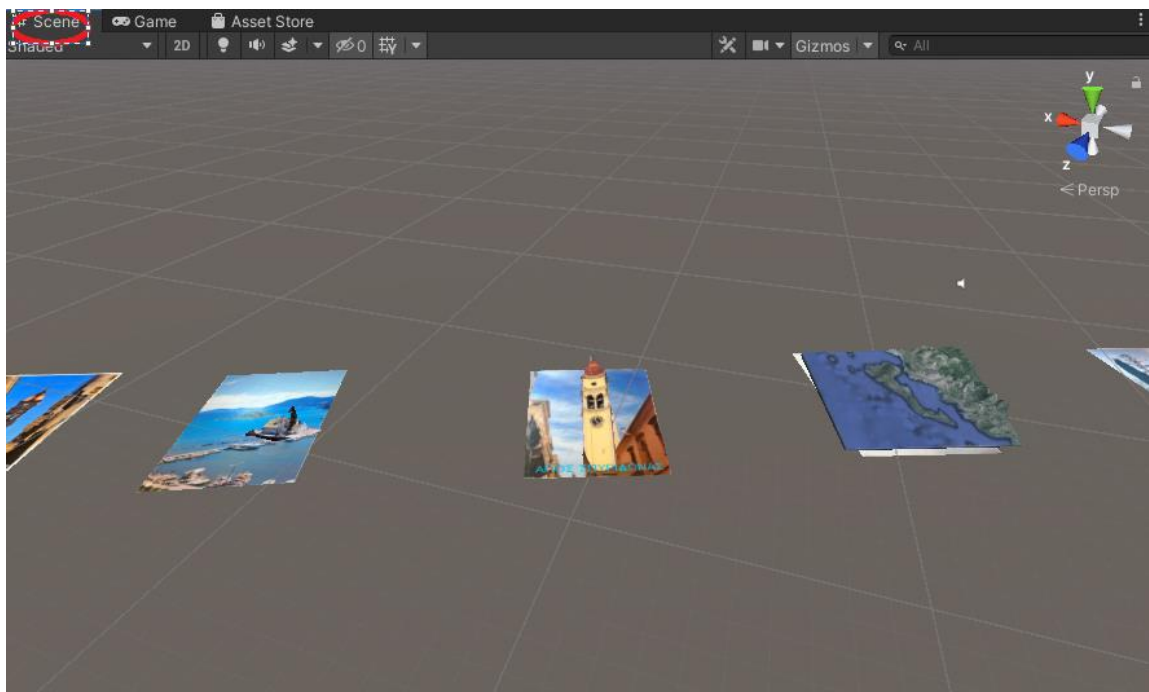
Πηγή: <https://docs.unity3d.com/es/2019.4/Manual/UsingTheEditor.html>

- **Hierarchy window:** Είναι το παράθυρο που εμπεριέχει όλα τα αντικείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην τρέχουσα σκηνή.



Εικόνα 43. Hierarchy window στο Unity 3D

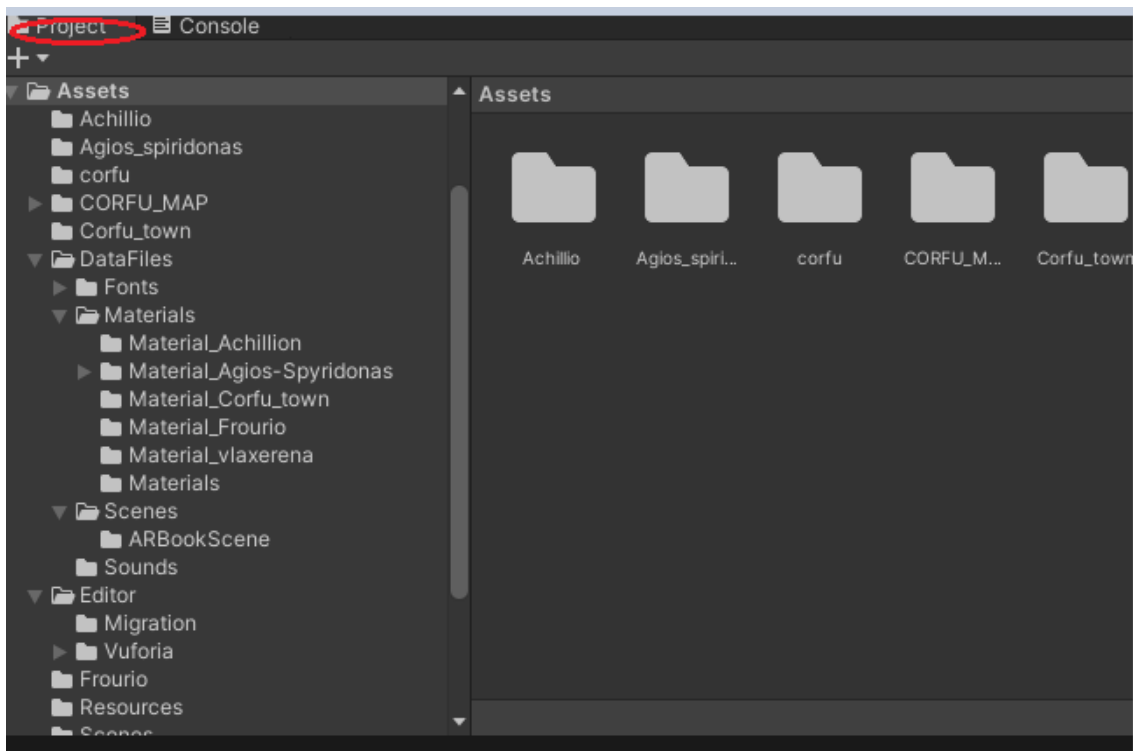
- **Scene view:** Ο χρήστης μέσα από το συγκεκριμένο παράθυρο που λέγεται και προβολή σκηνής (scene view) έχει την δυνατότητα να δει σε πραγματικό χρόνο, είτε σε τρισδιάστατη προβολή (3D), είτε σε δισδιάστατη (2D) το έργο (project) του, έχοντας παράλληλα την ικανότητα να επεξεργαστεί την σκηνή στην οποία βρίσκεται.



Εικόνα 44. Scene view στο Unity 3D

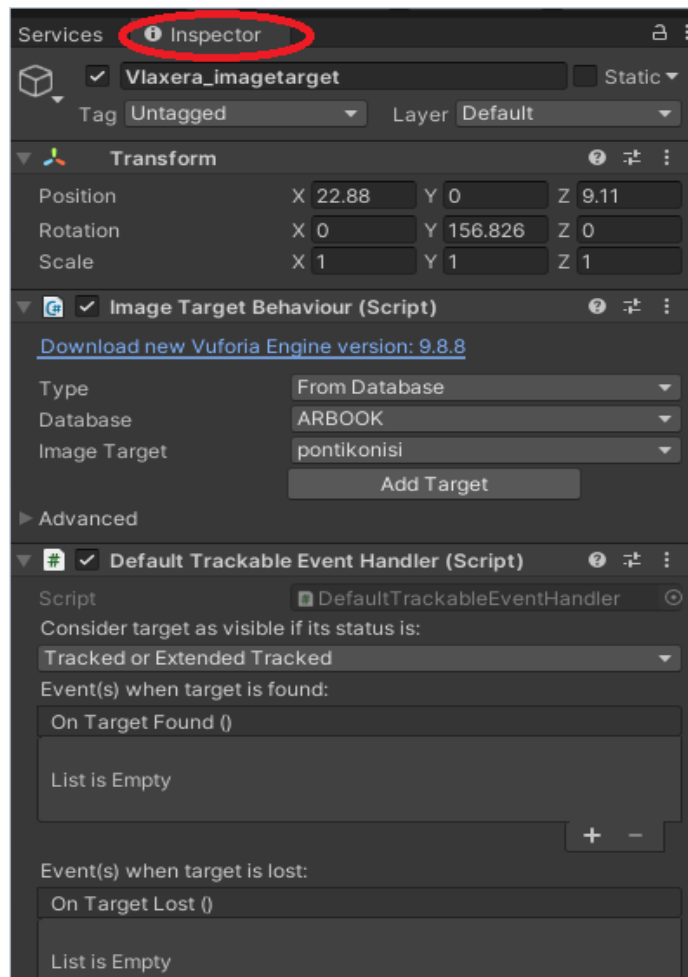


- Project window:** Το παράθυρο εμφάνισης έργων (Project window) είναι ουσιαστικά όλη η βιβλιοθήκη του έργου. Εμπεριέχει όλα τα αρχεία, και τα assets που έχουμε προσθέσει στο έργο μας. Είτε χρησιμοποιούνται είτε όχι. Αυτά μπορεί να είναι μοντέλα 3D, textures, materials, αρχεία ήχου, βίντεο, φωτογραφίες, scripts κλπ. Έχει εξορισμού φακέλους που έχουν δημιουργηθεί από την έναρξη του έργου αυτόματα, αλλά υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργηθούν επιπλέον για καλύτερη ταξινόμηση. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα αναζήτησης. Από εδώ μπορούμε να κάνουμε εισαγωγή των διάφορων αρχείων στο project.



Εικόνα 45. Project Window στο Unity 3D

- Inspector window:** Είναι το παράθυρο στο οποίο ο χρήστης έχει την ικανότητα να τροποποιήσει οποιοδήποτε asset ή GameObject που έχει επιλέξει. Το παράθυρο εμφανίζει όλες τις σχετικές ρυθμίσεις και τα components. Μέσω του Inspector, οι χρήστες μπορούν να προσθέτουν ή να αφαιρούν components, να ρυθμίζουν παραμέτρους όπως την θέση, τα υλικά και τις φυσικές ιδιότητες του αντικειμένου και να παρακολουθούν τις αλλαγές που πραγματοποιούν σε πραγματικό χρόνο, διευκολύνοντας έτσι τη διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών και παιχνιδιών.

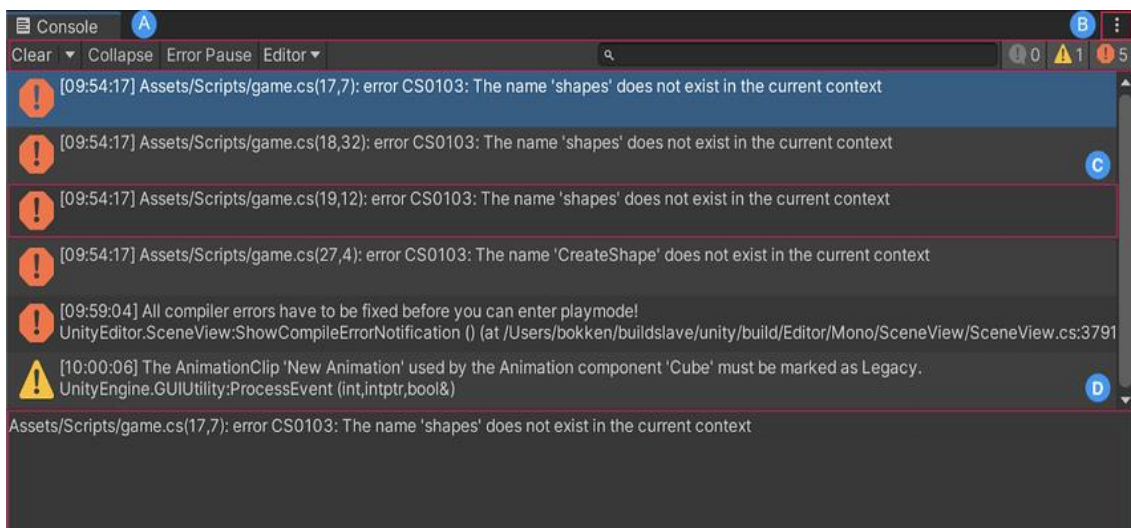


**Εικόνα 46. Inspector window στο Unity 3D**

- Toolbar:** Η μπάρα των εργαλείων του Unity που βρίσκεται στο πάνω μέρος και καταλαμβάνει όλο το εύρος της οθόνης από δεξιά έως αριστερά, εμπεριέχει σημαντικά εργαλεία για τον χειρισμό των σκηνών καθώς και των αντικειμένων ενός έργου (project) στα αριστερά της. Πιο συγκεκριμένα εργαλεία για την επιλογή, μετακίνηση, περιστροφή και αλλαγή μεγέθους αντικειμένων στη σκηνή, επιτρέποντας τον εύκολο χειρισμό τους. Κουμπιά Εκτέλεσης (Εναρξης, Παύσης, βημάτων) τα οποία βρίσκονται στην μέση, επιτρέποντας έτσι την αποτελεσματικότερη παρακολούθησης και δοκιμής του έργου καθ' όλη την διάρκεια δημιουργίας του. Τέλος, μέσα από τα σχετικά κουμπιά στα δεξιά δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης στις υπηρεσίες "Cloud Unity" αλλά και με το αντίστοιχο κουμπί γίνεται είσοδος στον λογαριασμό του χρήστη.



- **Log files:** Είναι το «μαύρο» κουτί του Unity 3D. Τα αρχεία αυτά καταγράφουν τα συμβάντα και είναι ιδιαίτερος σημαντικά καθώς δίνουν πληροφορίες για τυχόν σφάλματα, προειδοποιήσεις, κλπ. κάνοντας έτσι πιο εύκολη την επιδιόρθωσή τους.
- **Console window:** Μέσα σε αυτό το παράθυρο εμφανίζονται όλα τα errors και οι προειδοποιήσεις που παρουσιάζονται μέσα στο Project και έχει τον ρόλο να προειδοποιεί τον χρήστη σε μια περίπτωση σφάλματος από μεριάς του ή για την ενημέρωσή του. Θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία του Unity 3D καθώς χωρίς αυτό ο χρήστης βαδίζει σε «αχαρτογράφητα νερά». Δίχως να έχει ενημέρωση για τέτοιου είδους μηνύματα. Επίσης, το Console window παρέχει και την δυνατότητα ο χρήστης να διαμορφώνει τα δικά του μηνύματα, που συνήθως βοηθάνε στην διαδικασία διόρθωσης του κώδικα. Αυτό επιτυγχάνεται με τις εντολές “Debug.Log”, “Debug.LogWarning” και “Debug.LogError”. Μετά το πέρας αυτού του σταδίου συνήθως αφαιρούνται με την μέθοδο Polishing.



Εικόνα 47. Console Window στο unity 3D

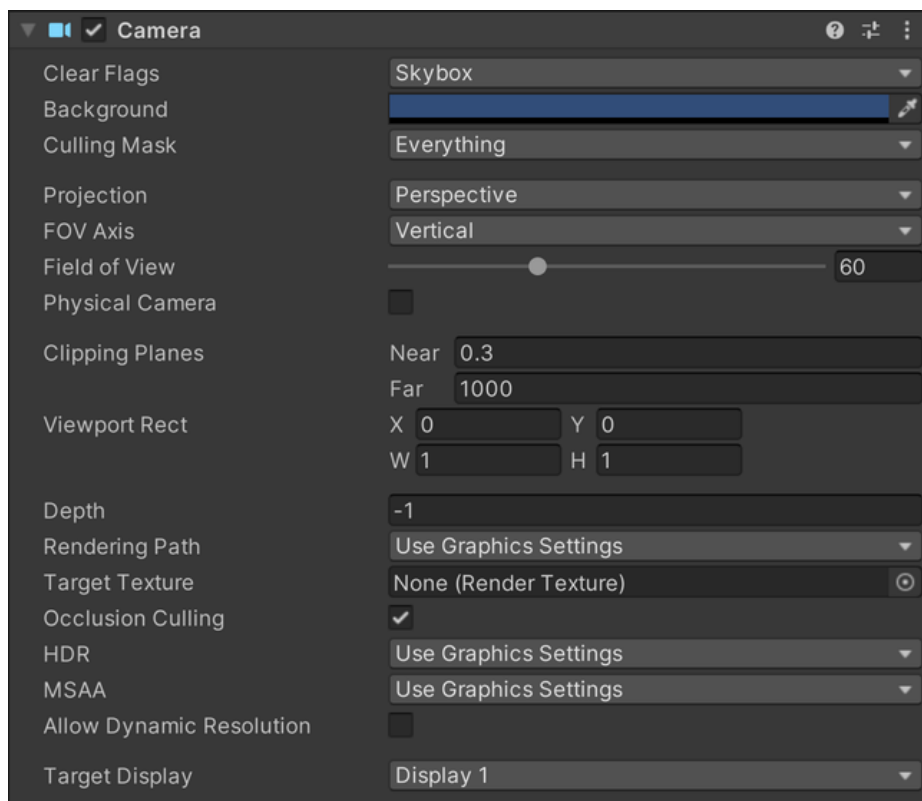
### 2.4.3 Δομικά στοιχεία Unity 3D

- **Game objects:** Είναι όλα τα αντικείμενα μέσα στο Hierarchy window στο οποίο θα γίνει αναφορά παρακάτω. Από μόνα τους δεν κάνουν κάτι.
- **Components:** Πρόκειται για στοιχεία που προσάπτουν λειτουργικότητα στα Game Objects.
- **Scripts:** Τα Scripts είναι components που γράφονται σε C# και προσθέτουν κάποιου είδους συμπεριφορά στα GameObjects. Ανάλογα τον κώδικα.

- **Assets:** Είναι ουσιαστικά τα στοιχεία που εμπεριέχουν τα πολυμέσα που χρησιμοποιούνται στο project, όπως εικόνες, ήχοι, 3D μοντέλα, , υφές κ.λπ.
- **Prefabs:** Είναι επαναχρησιμοποιήσιμα GameObjects με προκαθορισμένες ρυθμίσεις που ο χρήστης έχει δημιουργήσει και components. Μπορούν να τα χρησιμοποιηθούν όσες φορές χρειαστεί.
- **Scenes:** Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει σε πραγματικό χρόνο, το έργο (project), έχοντας παράλληλα την ικανότητα να επεξεργαστεί την σκηνή στην οποία βρίσκεται

#### 2.4.4 Η κάμερα στο Unity 3D

Μέσα από την κάμερα εμφανίζεται ο κόσμος όπως «πλάθεται» μέσα από την μηχανή του Unity. Ουσιαστικά, είναι υπεύθυνη για το πως βλέπει ο χρήστης την σκηνή. Ανάλογα με την θέση της στους άξονες (X,Y,Z), η θέαση μέσα από αυτήν μετατοπίζεται σύμφωνα με την ακριβή θέση που έχει ορίσει ο χρήστης. Τέλος, μπορούν να προστεθούν πάνω από 1 κάμερες και θεωρείται ένα component.



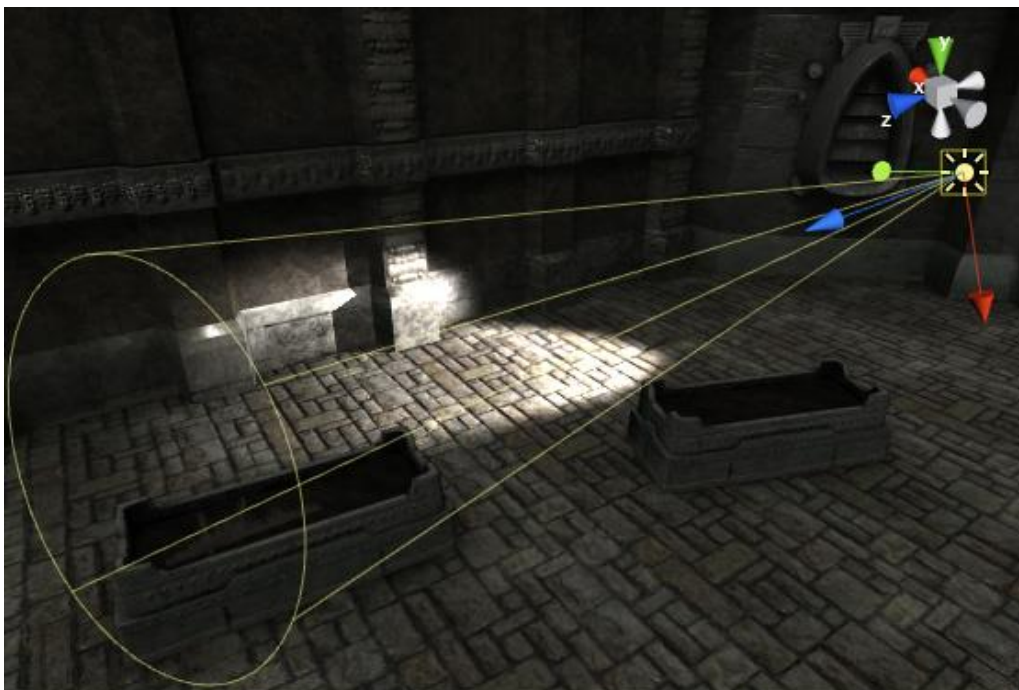
Εικόνα 48. Η Camera στο unity 3D

Πηγή: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-Camera.html>

### 2.4.5 Ο φωτισμός στο Unity 3D

Ο φωτισμός στο Unity 3D [46] είναι ότι ακριβώς υφίσταται ως έννοια και στον πραγματικό κόσμο. Λειτουργεί περίπου δηλαδή όπως τον γνωρίζουμε αλλά μέσα στην πλατφόρμα. Ακολουθούν διάφορες τεχνικές φωτισμού:

- **Άμεσος & Έμμεσος φωτισμός (Direct and indirect lighting):** Στον άμεσο φωτισμό το φως δεν αντανακλάται από άλλες επιφάνειες για να φτάσει στο αντικείμενο. Για παράδειγμα από μια λάμπα ενώ στον έμμεσο φωτισμό το φως διαχέεται στο περιβάλλον πριν φτάσει στο αντικείμενο όπως για παράδειγμα σε τοίχους και πάτωμα.
- **Φωτισμός σε πραγματικό χρόνο & κατά προσέγγιση (Real-time and baked lighting):** Στον φωτισμό πραγματικού χρόνου το Unity 3D εκτιμά με αλγόριθμους την αλληλεπίδραση με βάση όλων των πηγών φωτός ανά πάσα στιγμή με τα αντικείμενα στον χώρο. Ενώ στον κατά προσέγγιση φωτισμό το Unity κάνει υπολογισμούς με βάση την σκηνή που αναπτύσσεται και τα αντικείμενα που βρίσκονται μέσα σε αυτήν και τον αποθηκεύει σε lighting data δηλαδή σε δεδομένα φωτισμού ούτως ώστε να τα αναπαράγει κατά την εκτέλεση.

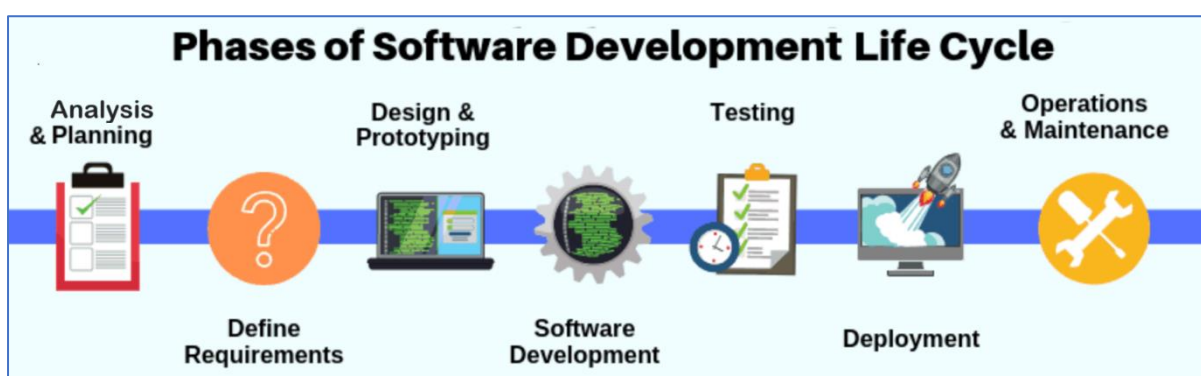


Εικόνα 49. Ο φωτισμός στο Unity 3D

### 3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

#### 3.1. Software Development Life Cycle (SDLC)

Για την υλοποίηση μιας εφαρμογής, από την αρχική σύλληψη της ιδέας έως την τελική μορφή και συντήρηση της, περνάει από καθορισμένα στάδια ή φάσεις. Ουσιαστικά, το Software Development Life Cycle (SDLC) [48] πρόκειται για ένα σύνολο βημάτων που εξασφαλίζουν ότι η εφαρμογή (ή το λογισμικό γενικότερα) πληροί τις απαιτούμενες προδιαγραφές, είναι λειτουργική, ποιοτική και ότι παραδίδεται στην ώρα της, έχοντας μικρότερο ρίσκο αποτυχίας.



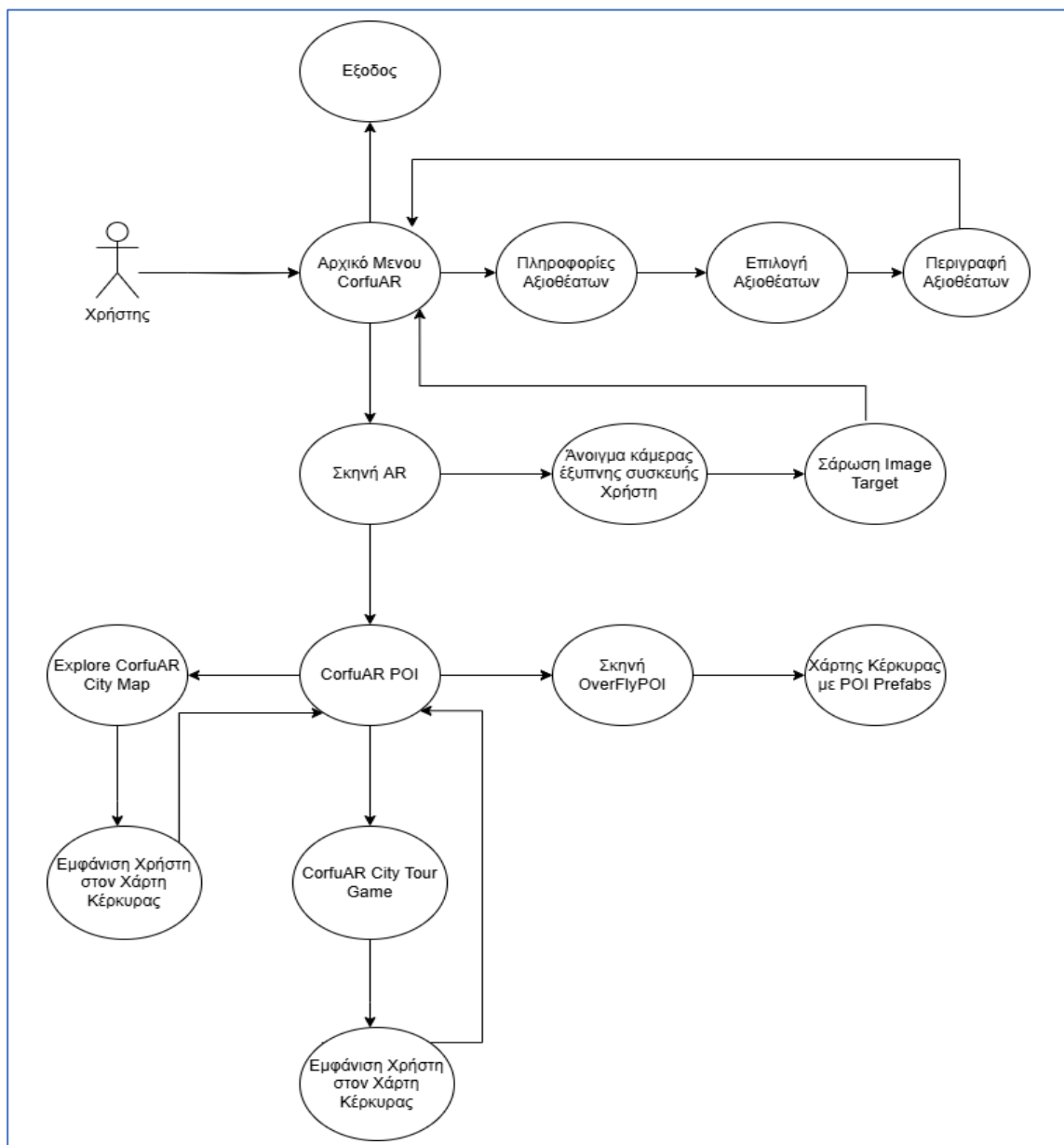
Εικόνα 50. Φάσεις Ανάπτυξης Λογισμικού (Software Development Life Cycle - SDLC)

Πιο συγκεκριμένα το SDLC εμπεριέχει τις παρακάτω φάσεις ανάπτυξης της εφαρμογής:

- **Αρχική Ανάλυση:** Αποτελεί το πρώτο στάδιο του SDLC, κατά το οποίο αναλύονται οι αρχικοί στόχοι λαμβάνοντας υπόψη τους πόρους που θα χρειαστεί να δεσμευτούν και το κόστος για την ανάπτυξη της εφαρμογής.
- **Καθορισμός Απαιτήσεων:** Πρόσθετες πληροφορίες συλλέγονται από χρήστες, ειδικούς, διαχειριστές, κλπ. που θα καθορίσουν τις απαιτήσεις της εφαρμογής.
- **Σχεδιασμός:** Στο στάδιο του σχεδιασμού, οι προγραμματιστές αναλύουν τις απαιτήσεις της εφαρμογής και επιλέγουν τις καλύτερες δυνατές λύσεις και εργαλεία.
- **Υλοποίηση:** Στο στάδιο της υλοποίησης, οι προγραμματιστές αναπτύσσουν τον κώδικα της εφαρμογής, με βάση τις καθορισμένες απαιτήσεις και προδιαγραφές.
- **Δοκιμές:** Σε αυτό το στάδιο, γίνονται ενδελεχείς δοκιμές της εφαρμογής από τους προγραμματιστές για ενδεχόμενα σφάλματα στον κώδικα. Επίσης εξετάζεται αν η εφαρμογή ικανοποιεί τις απαιτήσεις του πελάτη. Οι προγραμματιστές χρησιμοποιούν

άλλη έκδοση της εφαρμογής όταν εξετάζουν και διορθώνουν την εφαρμογή σε σχέση με την τελική έκδοση που θα διαθέσουν ή/και θα εγκαταστήσουν στους χρήστες – πελάτες.

- **Ολοκλήρωση & Εγκατάσταση:** Η ολοκλήρωση κι εγκατάσταση της τελικής έκδοσης της εφαρμογής στους χρήστες – πελάτες, δεν σταματά την υποστήριξη της εφαρμογής από τους προγραμματιστές, για πιθανές διορθώσεις, αλλαγές ή αναβαθμίσεις.
- **Λειτουργία & Συντήρηση:** Στο τελευταίο και πιο σημαντικό στάδιο του «κύκλου ζωής» SDLC οι προγραμματιστές παρακολουθούν τη συνολική απόδοση της εφαρμογής, την ασφάλεια αλλά και την εμπειρία χρήσης ψάχνοντας τρόπους βελτίωσης της. Τέλος γίνεται διόρθωση σφαλμάτων, επίλυση προβλημάτων και αναβάθμιση λογισμικού.



Εικόνα 51. Use-Case Diagram Εφαρμογής Corfu AR

### **3.2. Περιγραφή εφαρμογής CorfuAR**

Η ιδέα της εφαρμογής CorfuAR, πίσω από την υλοποίησή της, ήταν η δημιουργία μιας εφαρμογής τουριστικού οδηγού με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας και της τοποθεσίας του χρήστη για το νησί της Κέρκυρας. Εμπνευσμένη από την ιδιαίτερη ομορφιά και πολιτιστική κληρονομιά που διαθέτει και η ανάγκη να παρουσιαστεί μέσα από νέες τεχνικές όπως είναι η επαυξημένη πραγματικότητα σε μια εφαρμογή για κινητά. Τώρα πια ευρέως διαδεδομένα με πολλές δυνατότητες και εύκολα στην χρήση τους. Προορίζεται για τουρίστες που επισκέπτονται κάθε χρόνο το νησί και θα ήθελαν να πάρουν μια ιδέα για το τι πρόκειται να αντικρίσουν αλλά και τους ίδιους τους Κερκυραίους που θέλουν να μάθουν περαιτέρω πληροφορίες για την ιστορία των διαχρονικών μνημείων και σημείων ενδιαφέροντος που υπάρχουν στο νησί. Τέλος, μέσα από την χρήση της εφαρμογής, ο ενδιαφερόμενος «μαθαίνει» και συμφιλιώνεται περαιτέρω με αυτού του είδους τεχνολογίες, με διασκεδαστικό και διαδραστικό τρόπο που συνάμα είναι εκμαθησιακός.

### **3.3. Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην υλοποίηση της εφαρμογής**

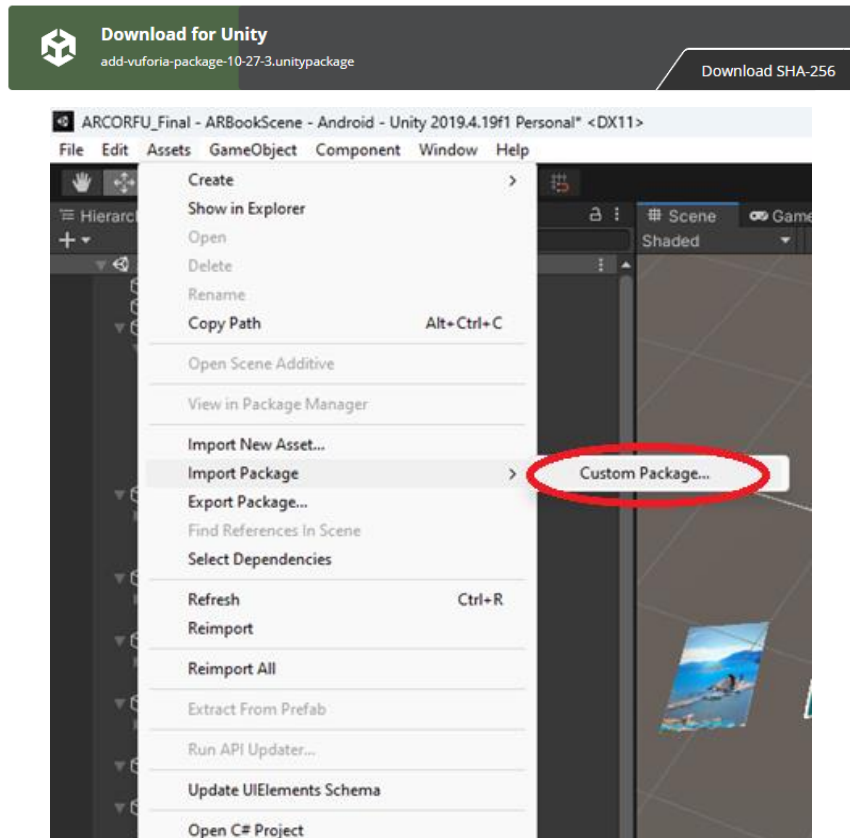
Διάφορα προγράμματα χρησιμοποιήθηκαν κατά την δημιουργία αυτής της εφαρμογής που ονομάζεται "Corfu AR". Το κυριότερο όλων είναι το Unity που δημιουργήθηκε το μεγαλύτερο μέρος της εφαρμογής. Για την επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιήθηκε το Software Development Kit (SDK) της Vuforia engine, που έγινε εισαγωγή στο project. Πρόκειται για μια πλατφόρμα λογισμικού που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν εφαρμογές και εμπειρίες AR. Τα Scripts της εφαρμογής είναι γραμμένα σε C#, χρησιμοποιώντας το Microsoft Visual Studio. Για την δημιουργία των βίντεο χρησιμοποιήθηκε το iMovie καθώς και το Adobe Premier Pro. Η δημιουργία των διάφορων 3D αντικειμένων που παρουσιάζονται, είναι σχεδιασμένα στο χέρι από πραγματικές φωτογραφίες και έχουν υλοποιηθεί με το Paint 3D και το Blender. Για την λειτουργία της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες που λειτουργούν ως "image target" για την ενεργοποίηση των επαυξημένων στοιχείων τους. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί τις τεχνικές MARKELESS & PROJECTION. Η ιδέα είναι ότι ο χρήστης μαζί με την εφαρμογή, θα παραλαμβάνει και ένα «άλμπουμ φωτογραφιών» τσέπης, όπου σε συνδυασμό με το κινητό του, θα «παίρνει ζωή». Όσο αναφορά την συμπληρωματική εφαρμογή έγινε χρήση του Marbox SDK έτσι ώστε να καταστεί δυνατή η χρήση της τοποθεσίας του χρήστη στην πόλη



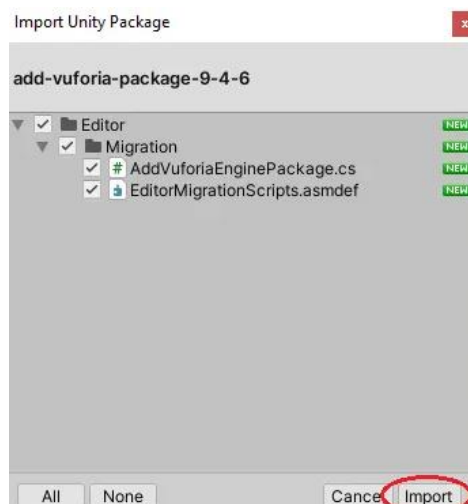
της Κέρκυρας για να μπορεί να περιηγηθεί στα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος που υπάρχουν εκεί.

### 3.4. Διαδικασία εγκατάστασης του Vuforia Engine στο Unity 3D

Για την εγκατάσταση του Vuforia Engine SDK μέσα στο unity, πρέπει πρώτα να δημιουργηθεί λογαριασμός στην ιστοσελίδα της Vuforia, ο οποίος είναι δωρεάν. Έπειτα κατεβάζουμε το SDK του Vuforia στον υπολογιστή. Μόλις κατέβει το εισάγουμε στο Unity.

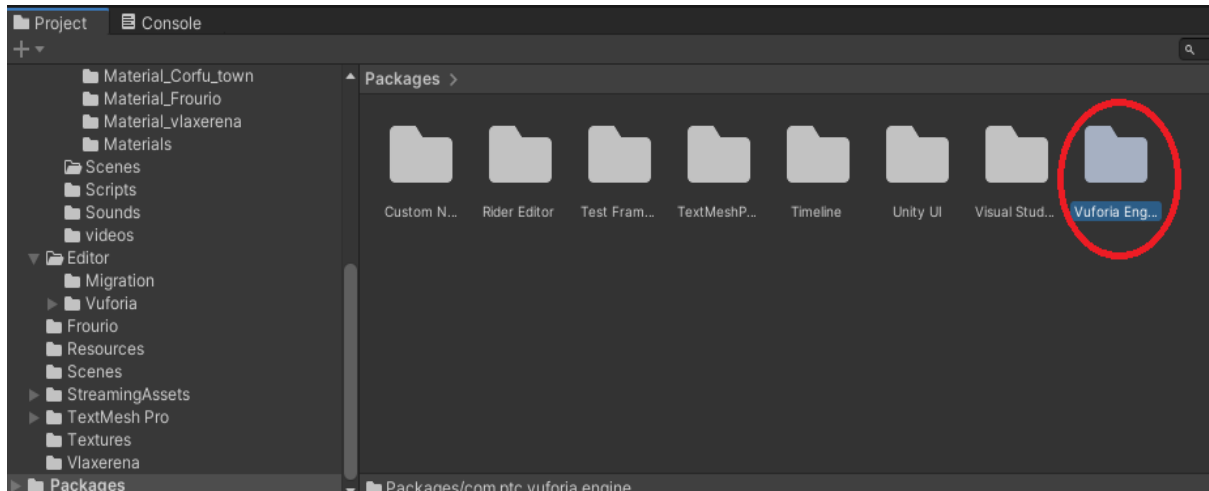


Εικόνα 52. Λήψη του Vuforia Engine SDK και Εισαγωγή στο Project (1)



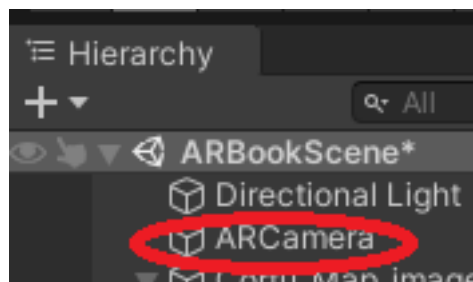
Εικόνα 53. Εισαγωγή του Vuforia Engine στο Project (2)

Μόλις γίνει η εγκατάσταση του Vuforia Engine Package παρατηρούμε ότι έχει δημιουργηθεί ο φάκελος “Vuforia Engine” στο παράθυρο Project του Unity.



**Εικόνα 54. Ο φάκελος "Vuforia Engine"**

Για να ενεργοποιηθεί η κάμερα του υπολογιστή ή της συσκευής που θα πραγματοποιηθούν τα διάφορα τεστ καθ’ όλη την διάρκεια της υλοποίησης της εφαρμογής χρειάζεται να προστεθεί η AR Camera στο Hierarchy της σκηνής. Αφαιρούμε την “Main Camera” από το Project επειδή δε μας χρειάζεται.



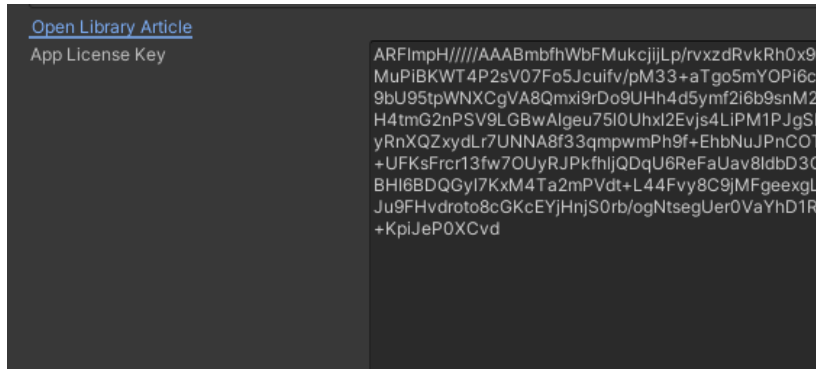
**Εικόνα 55. Προσθήκη "ARCamera" στο Hierarchy**

Για τις ανάγκες της εφαρμογής δημιουργήθηκε ένα License Key του Vuforia Engine από την ιστοσελίδα της Vuforia.

```
ARFImpH/////AAABmbfhWbFMukcjjijLp/rvxzdRvkRh0x9rjfwimuPiBKWT4P2sV07Fo5Jcuifv/pM33+aTgo5mYOPi6cAq39bU95  
WNXCgVA8Qmxi9rDo9UHh4d5ymf2i6b9snM283cH4tmG2nPSV9LGBwAIgeu7510UhxI2Evjs4LiPM1PJgSb/c/yRnXQZxydLr7UNNA  
33qmpwmmPh9f+EhbNuJFnCOIm4+UFKsFrer13fw7OUyRJPkfh1jQDqU6ReFaUav8IdbD3CvWBHI6BDQGY17KxM4Ta2mPVdt+L44Fvy  
9jMFgeexgLkwJu9FHvdrotc08cGKcEYjHnjS0rb/ogNtsegUer0VaYhD1RXa+KpiJeP0XCvd
```

**Εικόνα 56. Δημιουργία του License Key**

Αφού το κάνουμε αντιγραφή το κάνουμε επικόλληση μέσα στο Unity μέσα στο πεδίο “App License Key” μέσα στο “Vuforia Engine Configuration” και πιο συγκεκριμένα όπως φαίνεται στην εικόνα 56.



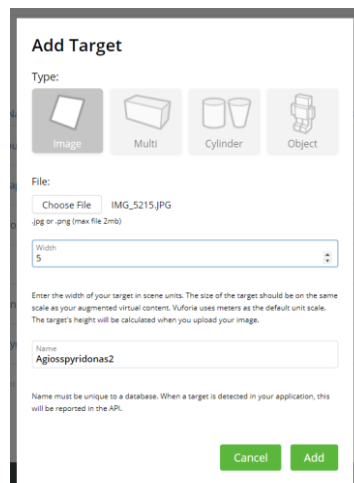
Εικόνα 57. Εισαγωγή του License Key στο Unity 3D

### 3.4.1. Επιλογή Image Targets

Αφού ολοκληρώσουμε την παραπάνω διαδικασία χρειάζεται να «σκανάρουμε» τις φωτογραφίες που θα χρησιμοποιηθούν ως “Image Targets” μέσω κινητού. Η επιλογή των φωτογραφιών, τις οποίες είχα στο κινητό μου, ήταν μια διαδικασία που πήρε χρόνο, καθώς έπρεπε να βρω αυτές που θα με εξυπηρετούσαν. Πιο συγκεκριμένα, έπρεπε να υπάρχει ένα αντικείμενο στην φωτογραφία που θα μου επέτρεπε να το μετατρέψω σε τρισδιάστατο. Προσπάθησα το στοιχείο αυτό να είναι το κύριο θέμα, όπως για παράδειγμα η εκκλησία της Παναγίας των Βλαχερνών.

### 3.4.2. Δημιουργία Vuforia Database

Στην συνέχεια, μέσα από την ιστοσελίδα της Vuforia, έφτιαξα μια Database για να εισάγω τις φωτογραφίες. Να σημειωθεί ότι τα αστέρια στο πεδίο “Rating” σημαίνουν πόσο εύκολα μπορεί η κάμερα της Vuforia Engine να «αναγνωρίσει» αυτές τις φωτογραφίες, έτσι ώστε να εμφανιστούν τα τρισδιάστατα μοντέλα (και όχι μόνο) πάνω τους. Οι φωτογραφίες πρέπει να μην ξεπερνάνε τα 2MB και το Width το ορίζουμε ανάλογα με την φωτογραφία.

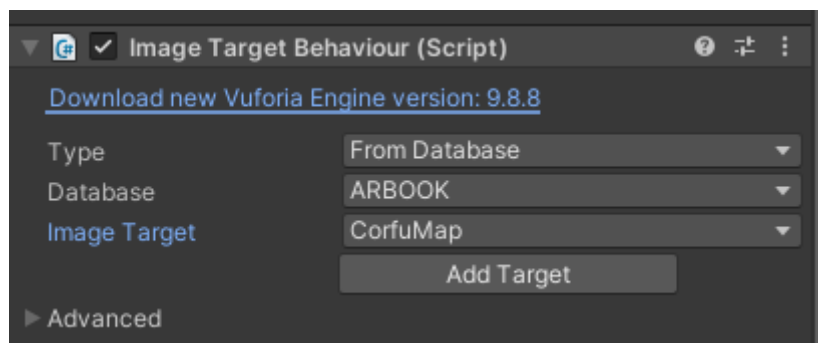


Εικόνα 58. Εισαγωγή φωτογραφίας στην Database

	Image	Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/>		Agiospyridonas2	Image	★★★★★	Active	Sep 21, 2024
<input type="checkbox"/>		Neo_fourio	Image	★★★★★	Active	May 23, 2021
<input type="checkbox"/>		CorfuMap	Image	★★★★☆	Active	Feb 06, 2021
<input type="checkbox"/>		palaiofourio	Image	★★★☆☆	Active	Feb 06, 2021
<input type="checkbox"/>		achilion	Image	★★★★★	Active	Feb 06, 2021
<input type="checkbox"/>		pontikonisi	Image	★★★★☆	Active	Feb 06, 2021
<input type="checkbox"/>		agiospyridonas	Image	★★★★☆	Active	Feb 06, 2021

**Εικόνα 59. Η Database της Vuforia Engine**

Για να χρησιμοποιήσω την Database την κατέβασα στον υπολογιστή και την έκανα εισαγωγή στο project του Unity ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και την Vuforia Engine. Για να εμφανισθούν οι φωτογραφίες μέσα στο project χρειάζεται να δημιουργηθούν τα αντίστοιχα Game Objects και έπειτα να εκχωρηθεί η σχετική φωτογραφία από την Database μέσω της επιλογής “Database” που βρίσκεται μέσα στο script “Image Target Behaviour”.

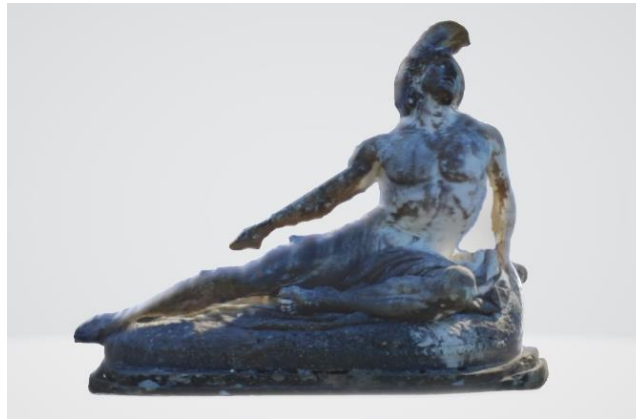


**Εικόνα 60. Η Database όπως φαίνεται μέσα στο Unity 3D**

### 3.5. Διαδικασία δημιουργίας τρισδιάστατων αντικειμένων

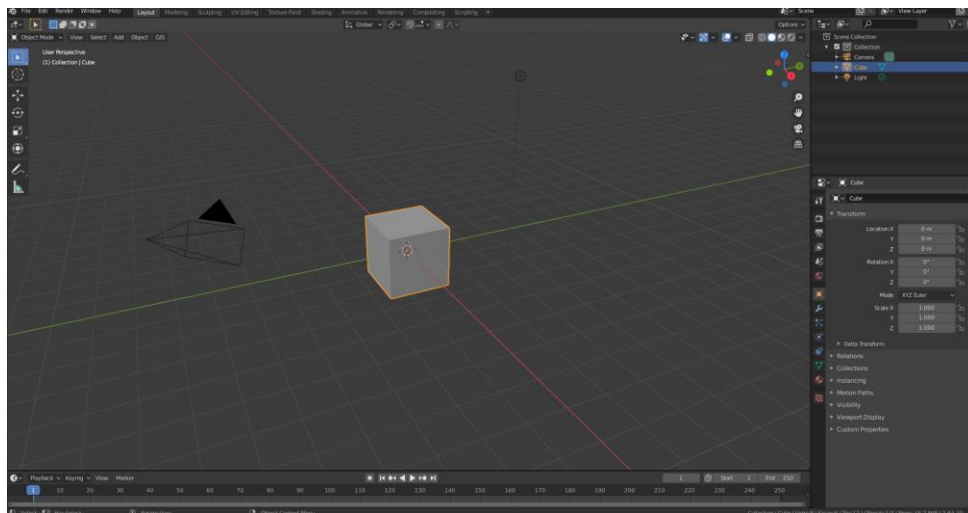
Όπως προαναφέρθηκε και στην υποενότητα 3.4.1, για την επιλογή των φωτογραφιών που θα χρησιμοποιούνταν ως “image targets”, θα έπρεπε να υπάρχει η δυνατότητα να μπορεί ένα σημείο της φωτογραφίας να δημιουργηθεί ως τρισδιάστατο αντικείμενο. Η ιδέα πίσω από την επιλογή αυτή ήταν ότι το 3D model θα έπρεπε να «συνυπάρχει» μαζί με την

πραγματική φωτογραφία για να γίνεται πιο σαφές στον χρήστη ότι με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, δε χρειάζεται να μετατραπεί όλο το αντικείμενο σε εικονικό. Η διαδικασία της περικοπής περιμετρικά από το αντικείμενο έγινε στο χέρι και κάποιες φορές έπρεπε να γίνει αρκετές φορές για να επέλθει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τα τρισδιάστατα μοντέλα δημιουργήθηκαν με το 3D Paint της Microsoft.



**Εικόνα 61. Το 3D μοντέλο του γλυπτού του Αχιλλέα**

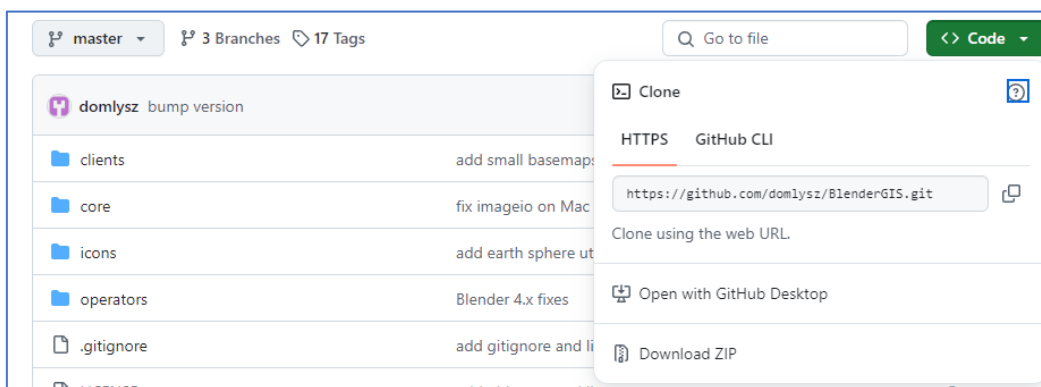
Όσο αναφορά το τρισδιάστατο αντικείμενο της Κέρκυρας που υλοποιήθηκε στο Blender, εκτελέστηκαν μια σειρά από διαδικασίες καθώς χρησιμοποιήθηκαν και άλλες τεχνολογίες μέσω Add-on και χρειάστηκε να αιτηθώ ένα API Key μέσω του OpenTopography.



**Εικόνα 62. Περιβάλλον του Blender**

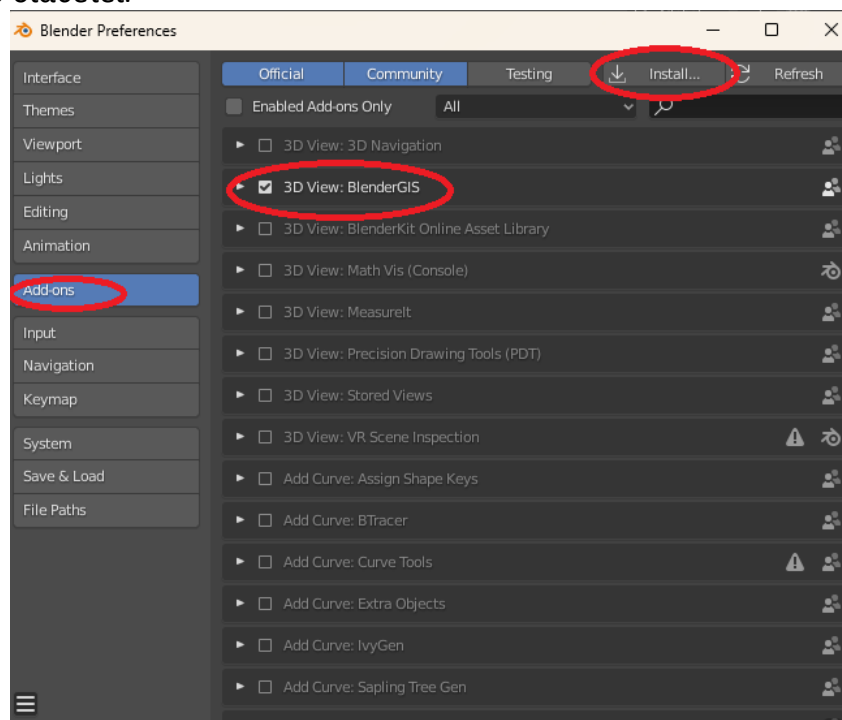
Πιο συγκεκριμένα, χρειάστηκε να ασχοληθώ περαιτέρω με το περιβάλλον του Blender για να γίνει εξοικείωση στο περιβάλλον χρήσης του. Η ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένα τρισδιάστατο αντικείμενο του χάρτη της Κέρκυρας με όσο το δυνατόν λεπτομερή απεικόνιση που θα χρησιμοποιούταν ως το εξώφυλλο του άλμπουμ. Έπειτα από έρευνα στο διαδίκτυο, βρήκα ένα Add-on που θα βοηθούσε στην τρισδιάστατη απεικόνιση του χάρτη

της Κέρκυρας για την υλοποίηση της ιδέας μου, το Blender GIS (Geographic Information Systems – σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών). Ουσιαστικά, αυτό το Add-on δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε οποιοδήποτε σημείο στον παγκόσμιο χάρτη και να δημιουργήσουμε μια απεικόνιση του σημείου χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες από την Google, και το Bing καθώς και έναν χάρτη που απεικονίζει τις υψομετρικές διακυμάνσεις του σημείου που θα επιλέξουμε από τα δεδομένα της NASA, τα οποία συνδυάζονται και εξαγουν τρισδιάστατα μοντέλα, ως τελικό αποτέλεσμα. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλα προγράμματα ως 3D model. Το Add-on βρίσκεται διαθέσιμο μέσω του Github.



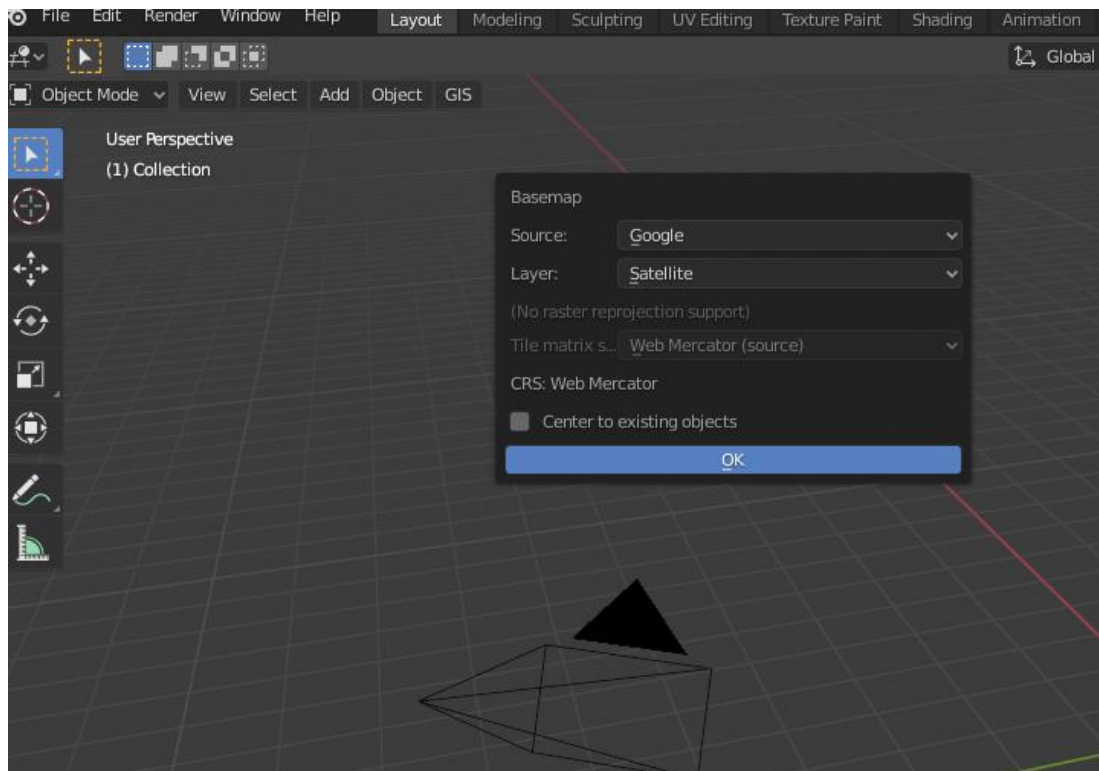
**Εικόνα 63. Το Blender Gis Add-on μέσω Github**

Αφού το κατέβασα στον υπολογιστή το πρόσθεσα στο Blender μέσω της ειδικής επιλογής που διαθέτει.



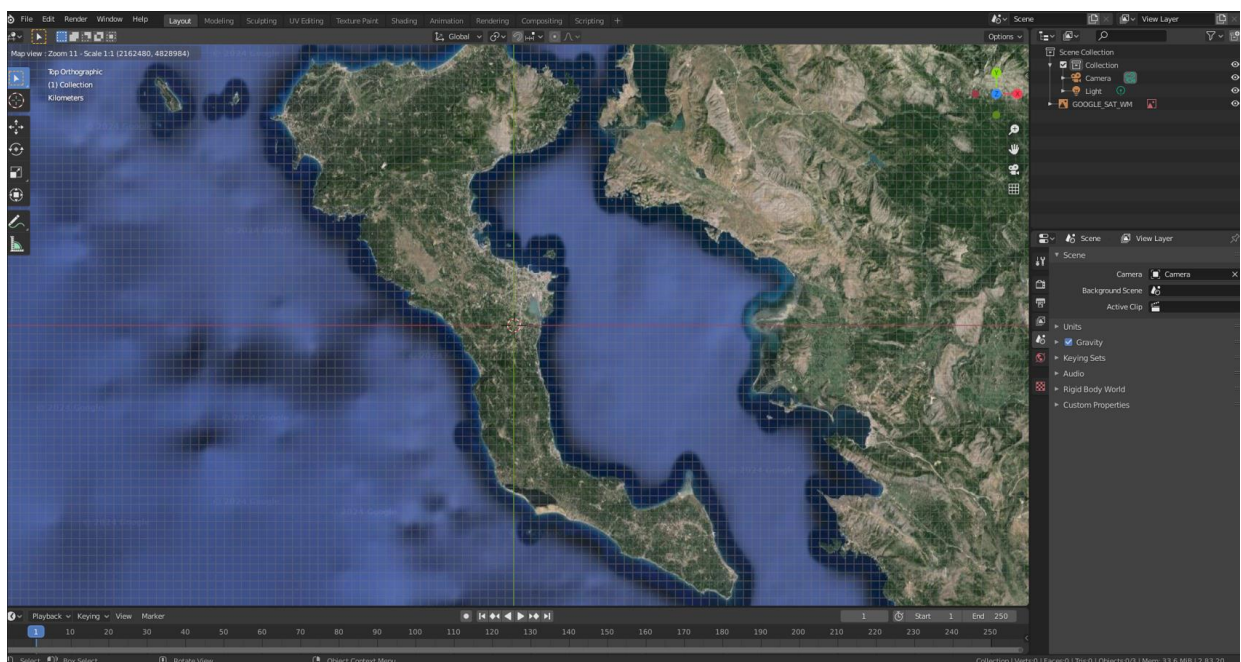
**Εικόνα 64. Εγκατάσταση Blender GIS στο Blender**

Έπειτα πρόσθεσα την πηγή και το επίπεδο του βασικού χάρτη που χρησιμοποίησα. Είχε και άλλες επιλογές αλλά αυτές βρήκαν να με εξυπηρετούν περισσότερο.



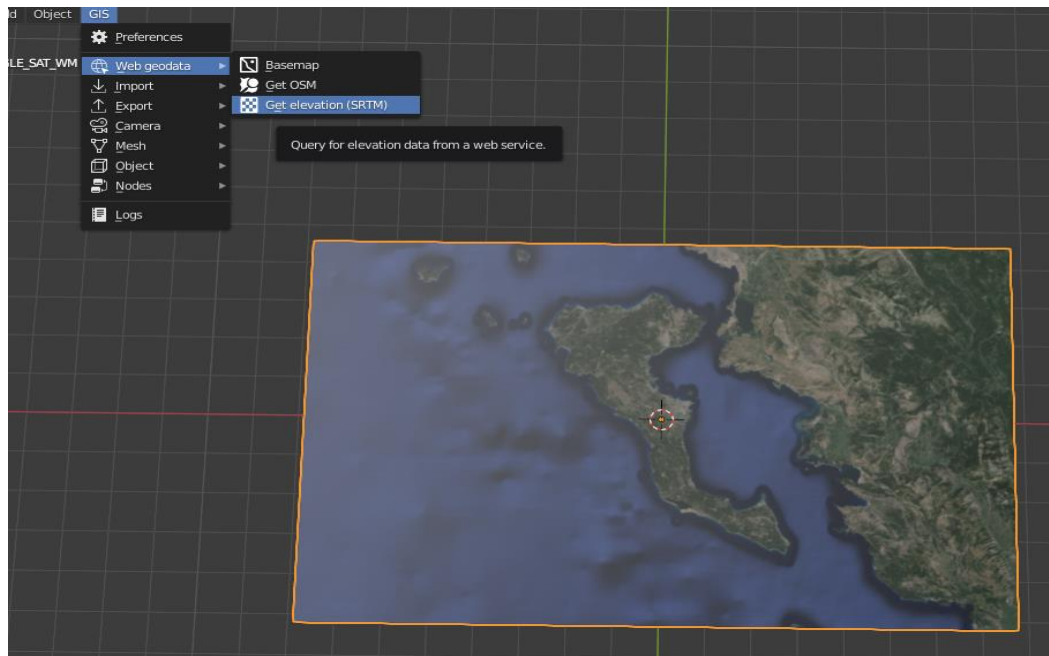
Εικόνα 65. Οι επιλογές του βασικού χάρτη

Στη συνέχεια, έκανα αναζήτηση το σημείο του χάρτη που με ενδιέφερε, το οποίο φυσικά ήταν η Κέρκυρα. Ήθελα μια πανοραμική εικόνα του νησιού για να φαίνεται από άκρη σε άκρη.



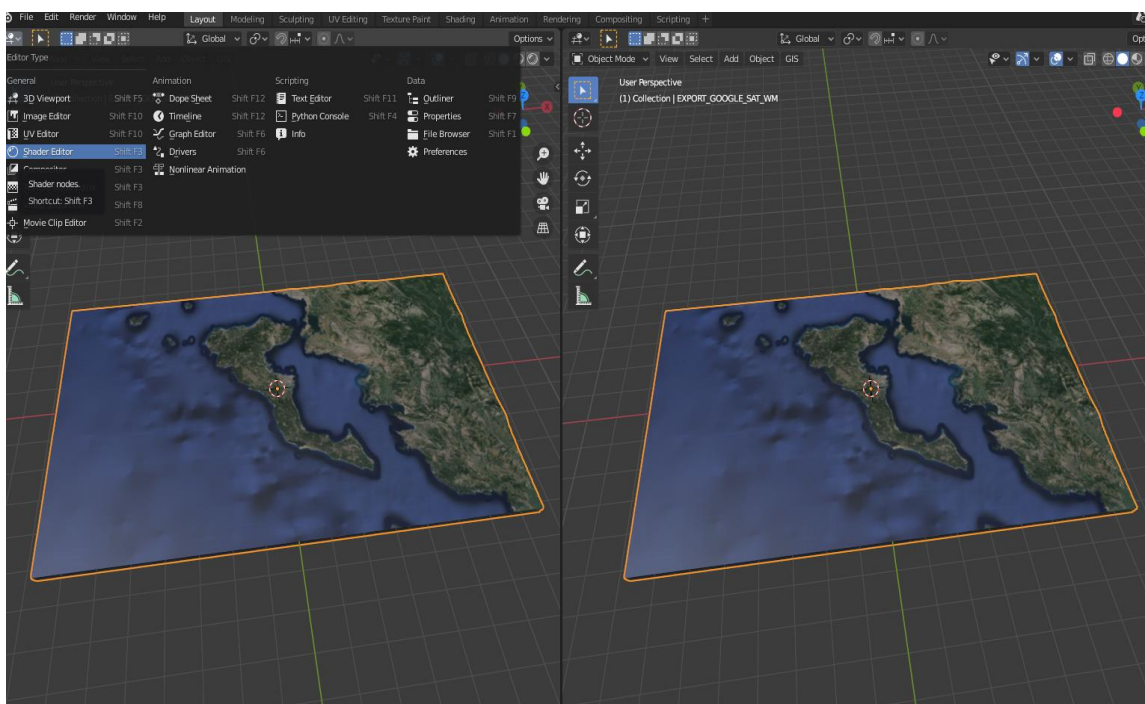
Εικόνα 66. Ο «χάρτης» της Κέρκυρας

Στο επόμενο βήμα όμως επιτυγχάνεται το πιο σημαντικό εικονικό γνώρισμα το οποίο θα το κάνει να μοιάζει αληθοφάνες. Προσθέτοντας τα δεδομένα της NASA, θα αποκτήσει τις «τριδιάστατες» απεικονίσεις. Η διαδικασία ονομάζεται Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).



Εικόνα 67. Επιλογή του SRTM στον «χάρτη»

Στα επόμενα βήματα παραμετροποίησα το αντικείμενο (mesh), έτσι ώστε να φαίνεται όσο το δυνατόν πιο όμορφο στο μάτι. Το Render πραγματοποιήθηκε με την μηχανή Cycles.



Εικόνα 68. Παραμετροποίηση του αντικειμένου στο Blender



Το τελικό αποτέλεσμα του τρισδιάστατου μοντέλου που το έκανα εξαγωγή σε FBX για να μπορεί να εισαχθεί στο Unity παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 69. Η τελική μορφή του 3D μοντέλου

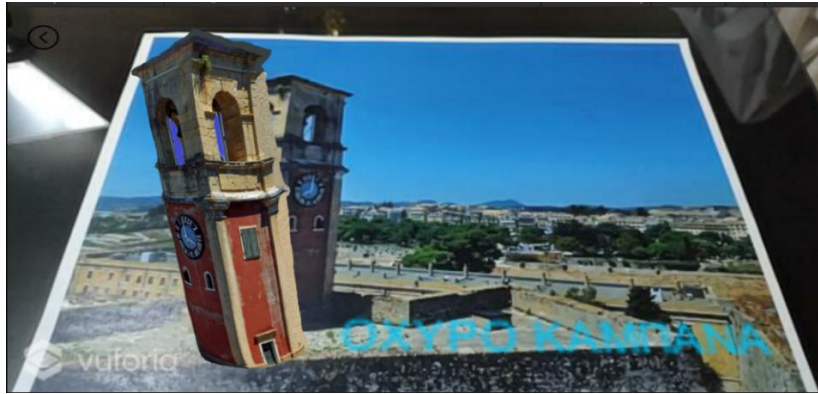
### 3.6. Η πρώτη σκηνή της εφαρμογής

Κατά το άνοιγμα της εφαρμογής “Corfu AR” εμφανίζεται η σκηνή του μενού στο οποίο ο χρήστης έχει τρεις επιλογές.



Εικόνα 70. Πρώτη σκηνή της "Corfu AR"

Πατώντας το κουμπί “ARBOOK” ανοίγει η κάμερα του κινητού, ενώ με το κουμπί “EXIT” πραγματοποιείται έξοδος από την εφαρμογή εμφανίζοντας το μήνυμα «Έχετε κάνει έξοδο από την εφαρμογή.»



Εικόνα 71. "ARBOOK" σκηνή

### 3.6.1. Διαδικασία υλοποίησης πρώτης σκηνής

Ουσιαστικά, με το που πατηθεί το κουμπί "ARBOOK", πραγματοποιείται αλλαγή σκηνής. Αυτό επιτυγχάνεται με το Script "ChangeScene", που έχει ενσωματωθεί στο Game Object "Allagi Skinis" στην συγκεκριμένη σκηνή. Για την εμφάνιση της φωτογραφίας και των κουμπιών αυτής της σκηνής όπως φαίνεται στην εικόνα 80, δημιουργήθηκε ένα Canvas μέσα στην σκηνή που ονόμασα "MenuScene". Ότι βρίσκεται μέσα στο Canvas θα εμφανιστεί στην οθόνη του κινητού και μπορεί να υποστηρίξει μόνο διδιάστατο περιεχόμενο. Μαζί με το Canvas όμως δημιουργείται και το EventSystem component το οποίο είναι ένα θεμελιώδες σύστημα που διαχειρίζεται τα γεγονότα και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του χρήστη και της εφαρμογής. Διαχειρίζεται τα inputs (εισόδους) του χρήστη, όπως κλικ, taps, ή touches, στα αντικείμενα εντός της σκηνής. Για να εισάγω την φωτογραφία μέσα στο Canvas χρειάστηκε να δημιουργήσω το RawImage.



Εικόνα 72. "MenuScene" στο Unity 3D

### 3.7. Η δεύτερη σκηνή της εφαρμογής

Στην δεύτερη σκηνή ονόματι “ARBookScene” ενεργοποιείται η κάμερα του κινητού που είναι εγκατεστημένη η εφαρμογή και πλέον μπορούμε να στοχεύσουμε με την πίσω κάμερα τις φωτογραφίες που δημιουργήθηκαν ως image targets μέσω της Vuforia Engine. Για την επιλογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας, χρειάστηκε να γίνει μια σχετική έρευνα ανάμεσα από άλλες όπως για παράδειγμα η AR Foundation. Σε αυτή την σκηνή έχει την δυνατότητα ο χρήστης να ξεφυλλίσει τις διάφορες φωτογραφίες και να τις δει να «ζωντανεύουν». Θα λέγαμε ότι είναι η κύρια λειτουργία της εφαρμογής ξεδιπλώνοντας τις διάφορες δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας μέσα από τα βίντεο που παίζουν και τα 3D αντικείμενα που αναδύονται μέσα από τις φωτογραφίες! Θα λέγαμε ότι βρίσκεται όλο το «ζουμί» του περιεχομένου της. Εδώ βρίσκονται όλα τα image targets φωτογραφιών που έχουν χρησιμοποιηθεί και κάνουν την εμπειρία του χρήστη να περνάει σε άλλη «διάσταση». Μέσα από το οπτικοακουστικό υλικό και την αναπαράσταση των διάφορων 3D αντικειμένων, ο χρήστης ακούει και διαβάζει πληροφορίες για το εκάστοτε θέμα.



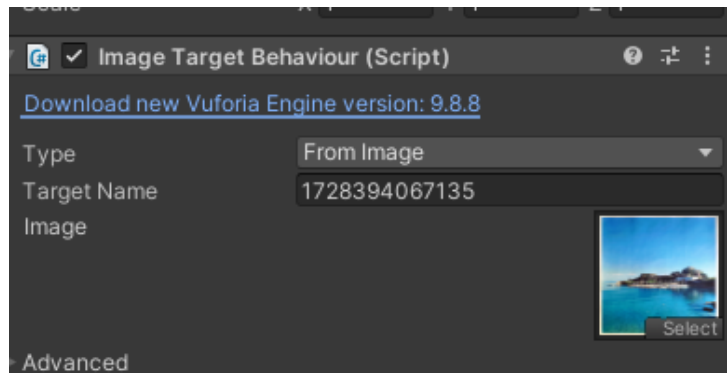
Εικόνα 73. Στιγμιότυπο εφαρμογής

#### 3.7.1. Διαδικασία υλοποίησης της δεύτερης σκηνής

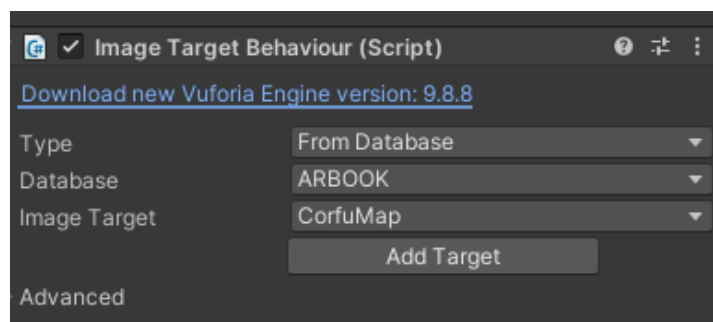
Αφού είχα δημιουργήσει τα διάφορα τρισδιάστατα αντικείμενα που θα χρησιμοποιούσα, τις φωτογραφίες που είχα επιλέξει με τις οποίες θα λειτουργούσαν τα

image targets, είχα φτιάξει τα βίντεο, είχε πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση της Vuforia engine , είχε έρθει πλέον η στιγμή να τα βάλω όλα μαζί στην σκηνή.

Υπάρχουν δυο τεχνικές που μπορούν να πάρουν τις φωτογραφίες τα image targets. Είτε μέσα από την βάση της Vuforia, είτε μέσα από το ίδιο το project. Στην παρούσα εφαρμογή, έχουν χρησιμοποιηθεί και οι δύο τεχνικές.



**Εικόνα 74. Εισαγωγή image target από το Project**

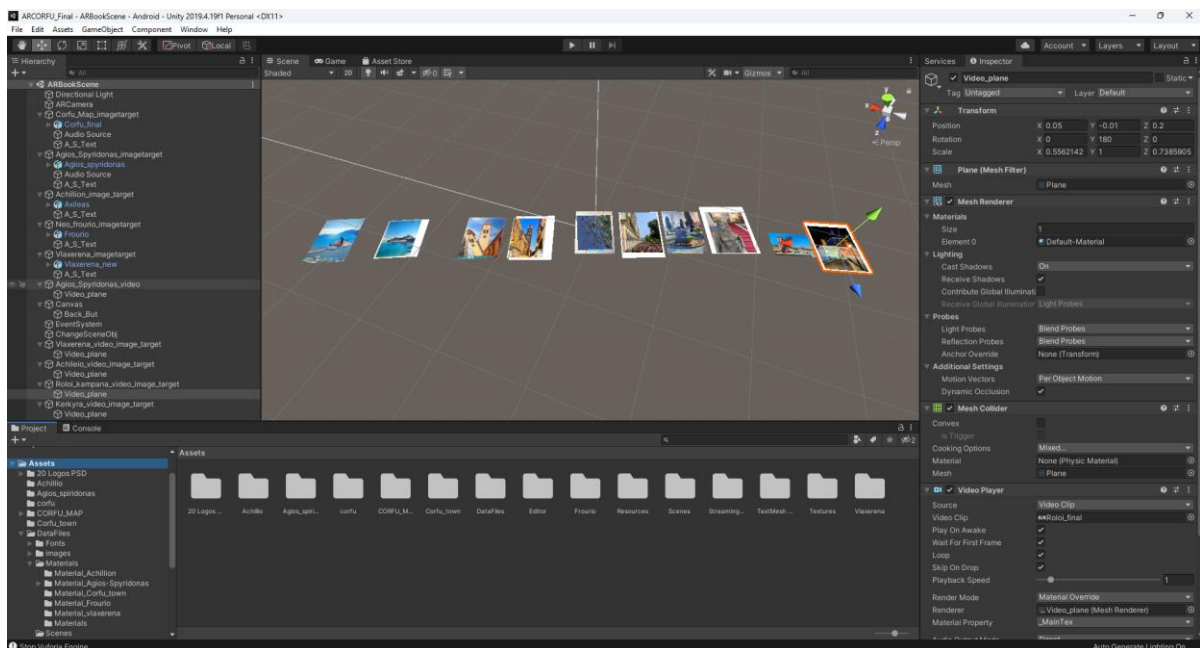


**Εικόνα 75. Εισαγωγή image target από Vuforia database**

Το πρώτο βήμα ήταν να δημιουργήσω όσα Image Targets χρειαζόμουν και τα μετονόμασα με βάση την φωτογραφία ή το βίντεο που θα αντιπροσωπεύαν. Το επόμενο βήμα ήταν να εισάγω στην εφαρμογή τα διάφορα τρισδιάστατα μοντέλα που αντιστοιχούσαν στο εκάστοτε Image Target. Για να επιτευχθεί η σωστή εμφάνιση τους πάνω στην φωτογραφία, έπρεπε αφενός να τα τοποθετήσω στο σημείο που θα το αποτύπωνε στη φωτογραφία, αφετέρου να τα κάνω “child”, δηλαδή να μπουόνε κάτω από το Image Target, όπως φαίνεται στην εικόνα 101. Πρόσθεσα επίσης ένα 2D text στο καθένα για καλύτερη εμπειρία χρήσης. Τα Image Targets που φτιάχτηκαν για να παίζουν τα βίντεο, δημιουργήθηκαν με την τεχνική της εισαγωγής των φωτογραφιών (Image Targets), μέσα από το Project, όπως φαίνεται στην εικόνα 84, έχοντας πρώτα «φορτώσει» την φωτογραφία μέσα στο project. Αυτή η λειτουργία έκανε ντεμπούτο στην έκδοση 2019 του Unity 3D.

Για να αναπαραχθούν τα βίντεο, χρειάστηκε να ακολουθήσω κάποιες διαδικασίες. Πιο συγκεκριμένα, έφτιαξα ένα plane, το οποίο χρησιμεύει στο να «παιξει» το βίντεο πάνω σε αυτό. Ουσιαστικά, πρόκειται για μια «επιφάνεια» που λειτουργεί σαν «αόρατος μανδύας». Με το κατάλληλο component μπορεί να αναπαράγει βίντεο και όχι μόνο. Τοποθετείται κάτω από το Image Target ως child, που θα χρησιμοποιηθεί για το βίντεο. Στην συνέχεια, με το script “EventHandler” που δημιούργησα, το οποίο είναι επέκταση του script “DefaultEventHandler” της Vuforia, μπόρεσα να κάνω τα βίντεο να παίζουν όταν η κάμερα του κινητού εντόπιζε το image target και να σταματάει όταν το image target χανόταν. Το αρχικό script δεν είχε την λειτουργία αυτή για τα βίντεο. Αυτή ήταν μια δυσκολία που έπρεπε να αντιμετωπίσω, αφού τα βίντεο έπαιζαν αυτόματα με την έναρξη της σκηνής.

Τέλος, σκέφτηκα ότι με ένα virtual κουμπί που θα δίνει την επιλογή να πηγαίνει πίσω στο κεντρικό μενού ο χρήστης, θα ήταν μια καλή ιδέα. Για να γίνει αυτό χρειάστηκε να προστεθεί ένα Canvas με το οποίο το «τοποθέτησα» στην πάνω αριστερή γωνία και με το πάτημα του ενεργοποιείται το script “change scene”.



Εικόνα 76. "ARBookScene" στο Unity 3D

### 3.8. Η Τρίτη σκηνή της εφαρμογής

Ο σκοπός της δημιουργίας αυτής της σκηνής ήταν να εμπλουτίσει την εφαρμογή με τις πληροφορίες που περιγράφονται στα βίντεο του κάθε αξιοθέατου. Ουσιαστικά, μέσα από το μενού αυτής της σκηνής, δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να μπορεί να διαβάσει σε

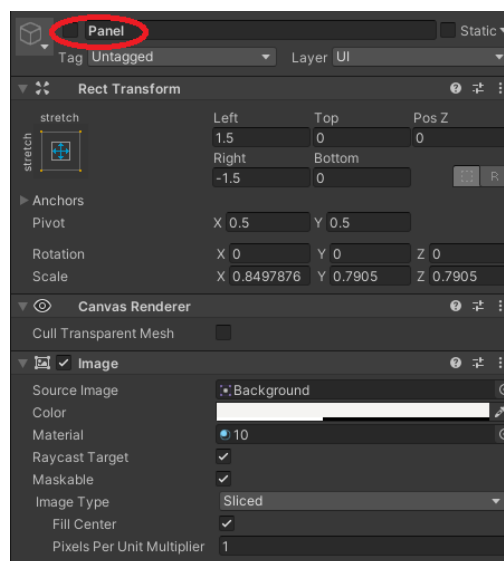
κείμενο αυτά που περιγράφονται στα βίντεο για το κάθε αξιοθέατο, πατώντας το αντίστοιχο κουμπί αν δεν θέλει να μπει στην διαδικασία να ξανά ανοίξει την σκηνή “ARBookScene”.



Εικόνα 77. Σκηνή πληροφοριών

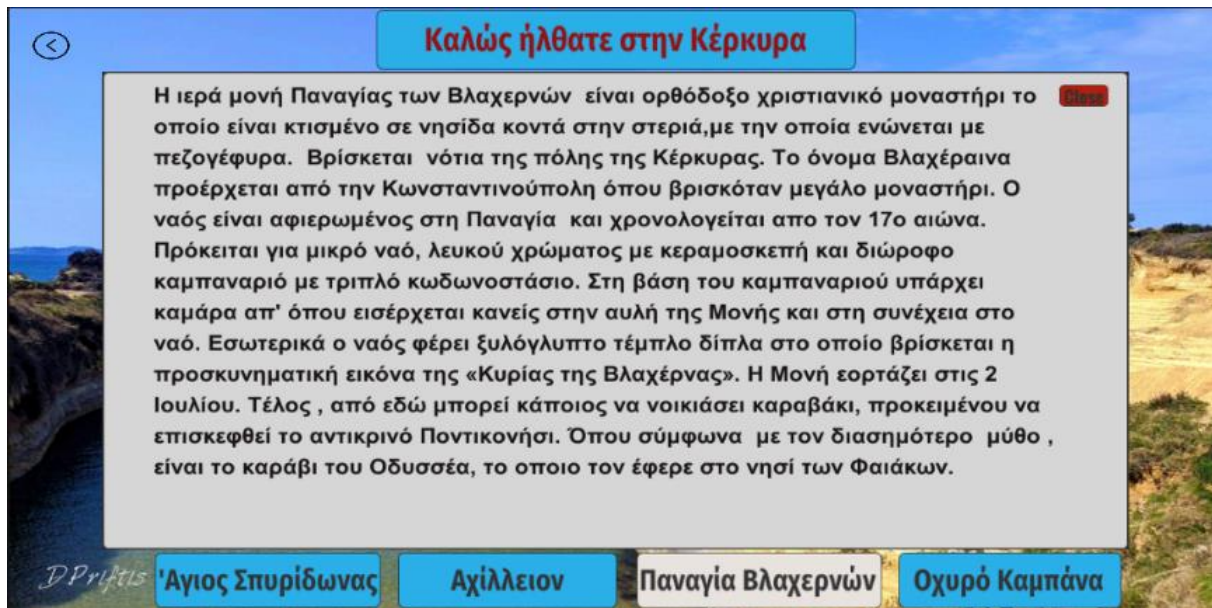
### 3.8.1. Διαδικασία υλοποίησης της τρίτης σκηνής

Για την υλοποίηση αυτής της σκηνής χρησιμοποιήθηκε ένας Canvas και ένα Panel, το οποίο εμφανίζεται όταν ο χρήστης πατάει πάνω στο εκάστοτε κουμπί. Μέσα στο Canvas έγινε η εισαγωγή της εικόνας που απεικονίζεται το canal d'amour της Κέρκυρας. Έπειτα δημιουργήθηκαν τα κουμπιά και τέλος ενσωματώθηκε το Panel το οποίο για τις ανάγκες της εφαρμογής χρειάστηκε να του δοθεί η ιδιαιτερότητα να μην εμφανίζεται κατά το άνοιγμα της σκηνής αλλά μόνο όταν πατάει ο χρήστης ένα από τα διαθέσιμα κουμπιά. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τέτοιου είδους ενέργειες. Επίσης κατά την απενεργοποίηση του, εμφανίζεται στο inspector πιο «ξεθωριασμένο».



Εικόνα 78. Οι ρυθμίσεις του Panel στο Unity 3D

Μέσα στο Panel προστέθηκε επίσης ένα κουμπί που εξυπηρετεί στην απενεργοποίηση του. Η ιδέα ήταν απλή. Όταν ο χρήστης πατάει το εκάστοτε κουμπί, το κείμενο εμφανίζεται και όταν πατάει το κουμπί “close” κλείνει. Για την σωστή εμφάνιση του Panel, προστέθηκε ειδικό Material το οποίο βοηθάει στο να γίνεται ευανάγνωστο το κείμενο. Όπως σε κάθε σημείο της εφαρμογής, το UI δημιουργήθηκε με γνώμονα την ευκολία του χρήστη για να μπορεί να εξυπηρετήσει κάθε ηλικιακή βαθμίδα.



Εικόνα 79. Εμφάνιση του Panel στην εφαρμογή

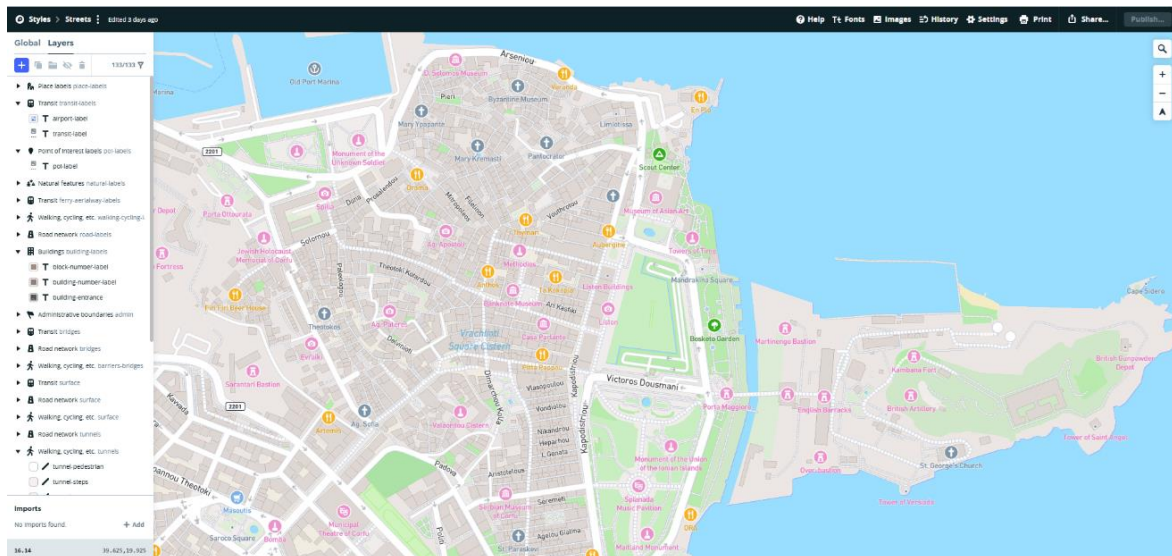
Επίσης, για να μπορεί να εμφανίζεται το σωστό κείμενο, κατά το πάτημα του εκάστοτε κουμπιού, δημιουργήθηκε Script, το οποίο εισήχθη στο Game Object του Canvas. Πιο συγκεκριμένα, εκχωρήθηκε ένα text component μέσα στο Panel το οποίο παίρνει την ιδιότητα να μπορεί να εμφανίζει το «σωστό» κείμενο κάθε φορά που πατιέται ένα κουμπί, δηλαδή να γίνεται δυναμικό. Αυτό επιτυγχάνεται προσθέτοντας την αντίστοιχη «εντολή» που «αντλείται» από το Script στο κάθε κουμπί ξεχωριστά. Το κείμενο για το κάθε μέρος έχει εισαχθεί στο Game Object που εμπεριέχει το Script, δηλαδή το Canvas. Τέλος, με την ίδια διαδικασία που περιγράφεται και στις δυο προηγούμενες σκηνές αλλά και για τους ίδιους λόγους, προστέθηκε το “ virtual”κουμπί «πίσω».



Εικόνα 80. Η σκηνή μέσα στο Unity 3D

### 3.9. Δημιουργία συμπληρωματικής εφαρμογής

Για να πληροί τους στόχους της πτυχιακής εργασίας, αναπτύχθηκε μια συμπληρωματική εφαρμογή, με χρήση του Mapbox SDK. Πιο συγκεκριμένα για να μπορεί να εμφανίσει η εφαρμογή την τοποθεσία του χρήστη στον χάρτη και να περιηγείται σε Mixed Reality, έπρεπε να γίνει εισαγωγή του SDK στο Project. Ουσιαστικά, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να «εξερευνήσει» την πόλη της Κέρκυρας μέσα από τον χάρτη που δημιουργήθηκε ειδικά για αυτόν τον σκοπό με χρήση του Mapbox Studio στο Web.



Εικόνα 81. Mapbox Studio



### 3.9.1. Μενού

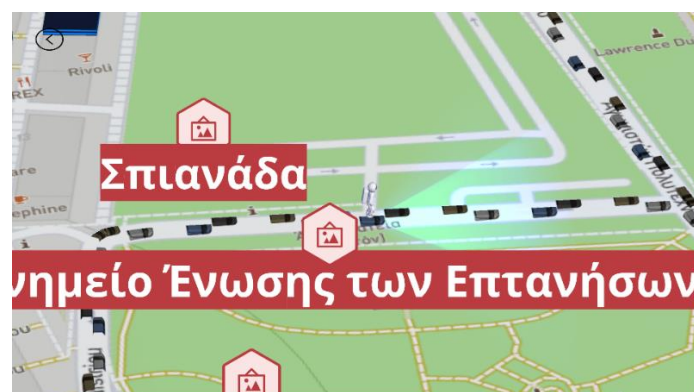
Στο αρχικό μενού της εφαρμογής δίνεται στον χρήστη η δυνατότητα να επιλέξει τρεις επιλογές. Να εξερευνήσει την πόλη της Κέρκυρας μέσω της σκηνής “City Explore”, να «δει από ψηλά» την πόλη της Κέρκυρας με τα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος μέσω της σκηνής “OverFlyPOI” ή όταν βρίσκεται ήδη στην πόλη της Κέρκυρας να εμφανίσει την τοποθεσία του μέσα στον χάρτη και να του εμφανίσει τα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος μέσα από το “Corfu City Game”.



Εικόνα 82. Μενού

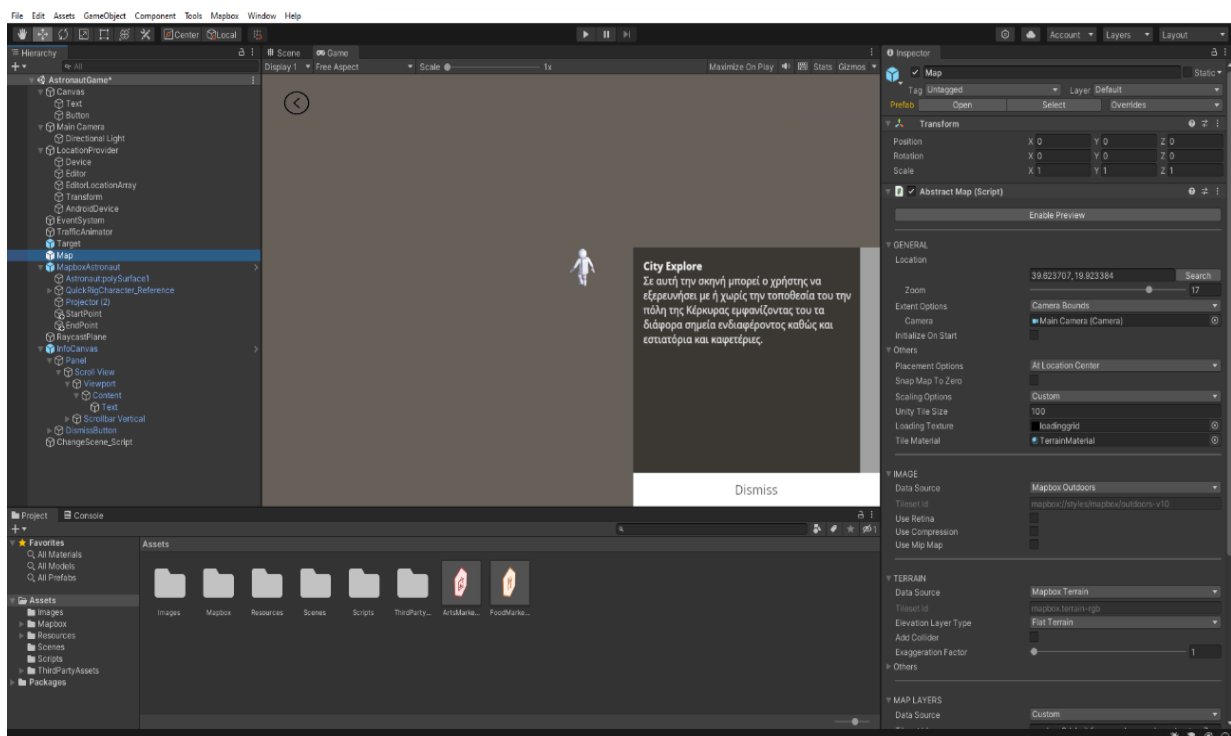
### 3.9.2. Η σκηνή “City Explore”

Στην σκηνή αυτή ο χρήστης εισάγεται σε μια σκηνή μικτής πραγματικότητας εμφανίζοντας την τοποθεσία του στον χάρτη μέσω του GPS της κινητής συσκευής και του εργαλείου Location provider χάρης του Mapbox, (θα περιγραφεί παρακάτω η λειτουργία του) μαζί με τα διάφορα σημεία ενδιαφέροντος που υπάρχουν μέσα σε αυτόν.



Εικόνα 83. "Explore City" σκηνή

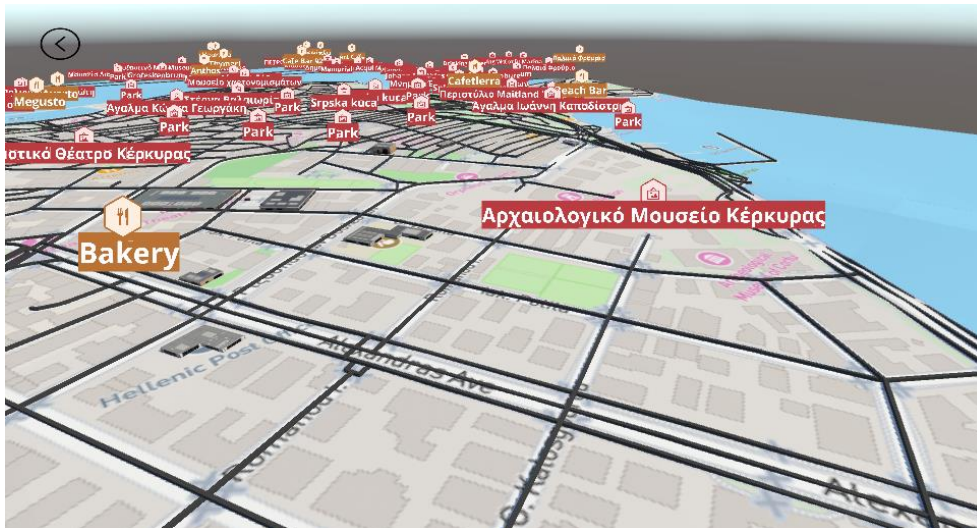
Μπορεί επίσης να περιηγηθεί χωρίς την πραγματική του τοποθεσία, πατώντας την οθόνη του κινητού, μέσω του Direction API. Στην συγκεκριμένη σκηνή χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης που έχει εξορισμού το Mapbox για καλύτερη απεικόνιση αυτού στην συγκεκριμένη σκηνή δηλαδή είναι αυτός που χρησιμοποιεί το SDK. Τα Points of Interest έχουν γίνει εισαγωγή από το ειδικό πεδίο που διαθέτει το Unity. Για την σωστή απεικόνιση τους στον χάρτη, δημιουργήθηκαν ξεχωριστά prefabs που τα αντιπροσωπεύουν. Τέλος, στην σκηνή αυτή έχει προστεθεί ένα virtual button για να δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να μεταφέρεται στο μενού της εφαρμογής.



Εικόνα 84. Η “Explore City” στο Unity3D

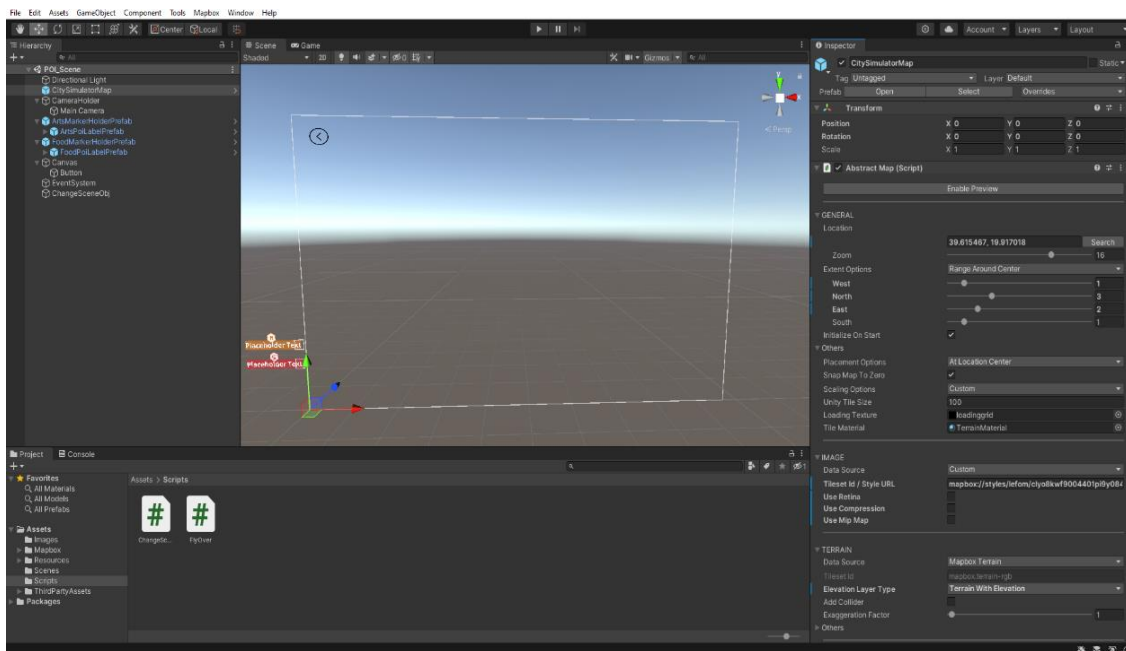
### 3.9.3. Η σκηνή OverFlyPOI

Μπαίνοντας στην σκηνή “OverFlyPOI” ο χρήστης, εμφανίζεται εικονικά ο χάρτης της Κέρκυρας από ψηλά δίνοντας του την αίσθηση ότι «πετάει» πάνω από την πόλη της Κέρκυρας. Ο χάρτης της σκηνής είναι ο ίδιος που δημιουργήθηκε στο Mapbox Studio. Η σκηνή αυτή δεν χρησιμοποιεί το εργαλείο Location provider, οπότε δεν κάνει χρήση της τοποθεσίας. Τα points of interests έχουν γίνει εισαγωγή ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που έγινε στην παραπάνω σκηνή. Τέλος έχει προστεθεί το virtual button για επιστροφή στο μενού.



Εικόνα 85. Η σκηνή "OverFlyPOI".

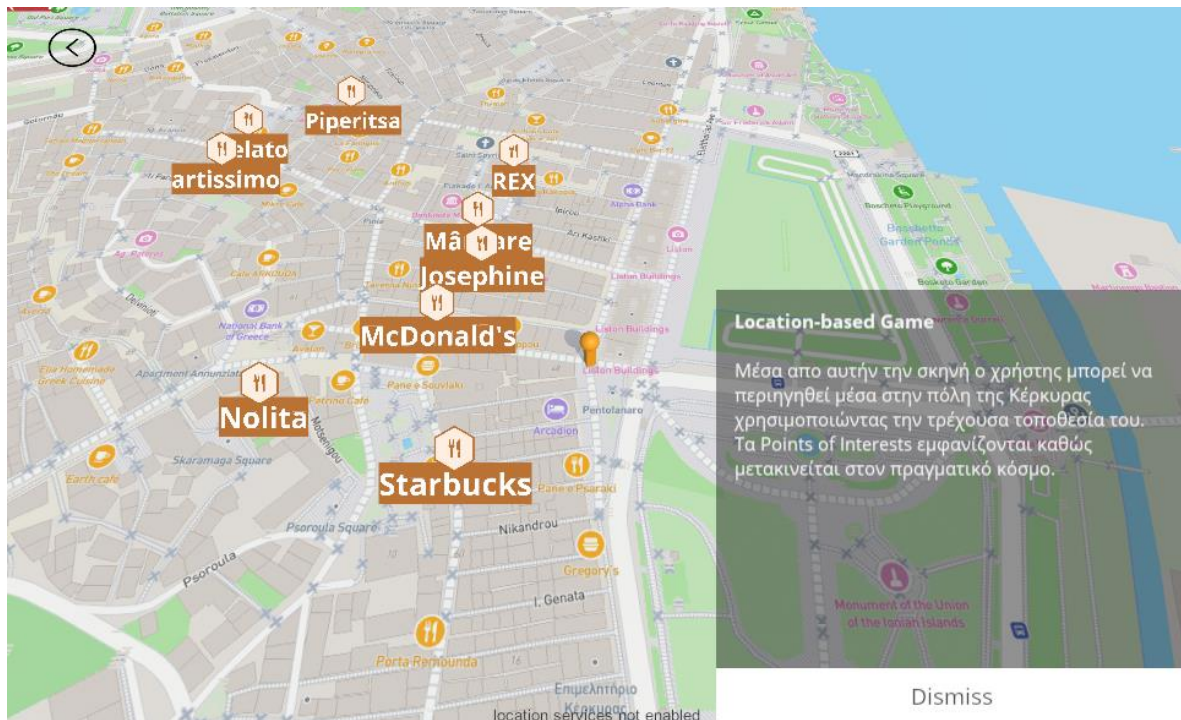
Για την ιδιαίτερη εμφάνιση της σκηνής, δημιουργήθηκε ειδικό script, το οποίο μετακινεί την κάμερα προς τα εμπρός με βάση την ταχύτητα και το χρόνο ανά frame.



Εικόνα 86. Η "FlyOverPOI" στο Unity3D

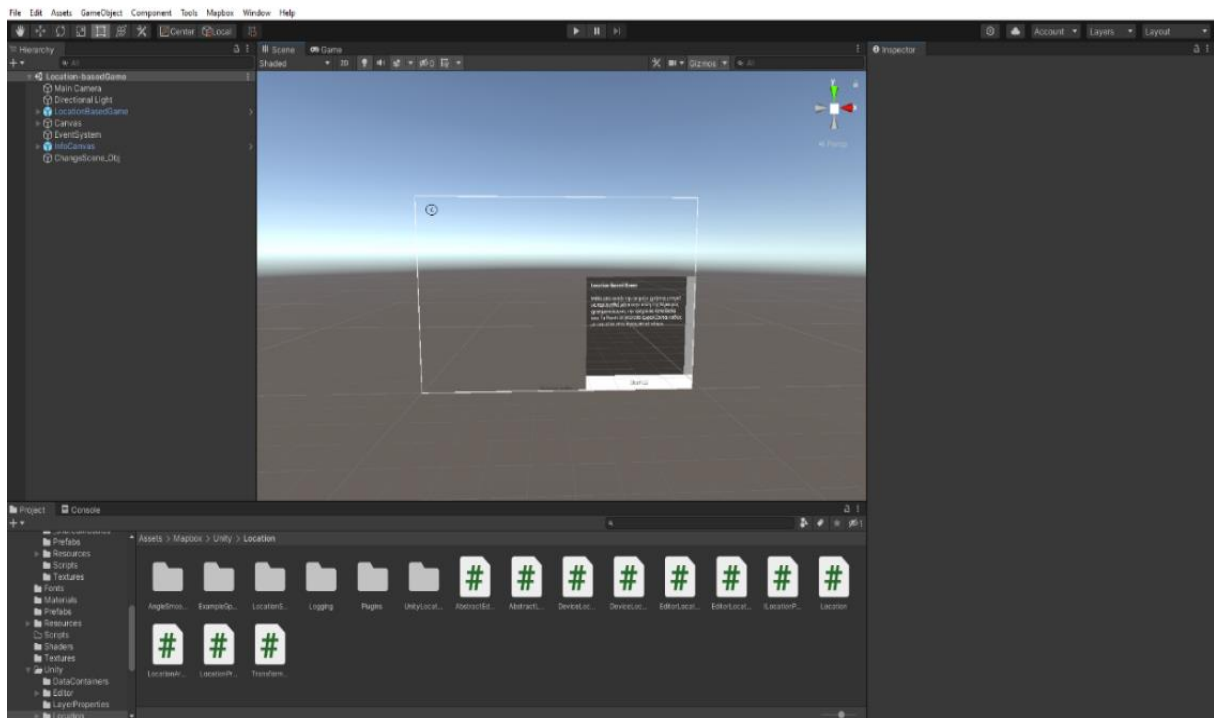
### 3.9.4. Corfu City Game

Σε αυτή την σκηνή εμφανίζεται η πραγματική τοποθεσία του χρήστη εξορισμού μέσα στην πόλη της Κέρκυρας. Καθώς μετακινείται ο χρήστης, μετατοπίζεται και το "Player Target" που αντιπροσωπεύει την πραγματική του θέση μέσα στον χάρτη.



**Εικόνα 87. Η σκηνή “Corfu City Game”**

Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση του εργαλείου του Location Provider του Marbox. Ουσιαστικά, μέσα σε αυτό έχει και αλλά εργαλεία τα οποία βοηθούν στην εύρυθμη λειτουργία της εφαρμογής και του GPS της συσκευής και μπορεί να υποστηρίξει πολλά λειτουργικά συστήματα. Ο Device Location Provider εξυπηρετεί στο να δίνει το στίγμα της συσκευής, μέσω του GPS. Ο Editor Location Provider πρόκειται περισσότερο για “testing tool”, για να μπορεί ο προγραμματιστής να βάζει τις δικές του συντεταγμένες που αντικατοπτρίζονται στον πραγματικό κόσμο. Ο Location Array Editor Location εξυπηρετεί περαιτέρω στο Debugging της εφαρμογής μέσα από τις διάφορες συντεταγμένες που μπορούν να εκχωρηθούν. Το Transform Location Provider, το οποίο παρέχει εικονικά δεδομένα τοποθεσίας και κατεύθυνσης για σκοπούς δοκιμής μέσα στο Unity editor. Χρησιμοποιείται κυρίως για να ενημερώνει τη θέση και την κατεύθυνση της τοποθεσίας βασιζόμενη στις συντεταγμένες και στην περιστροφή ενός αντικειμένου. Τέλος, ο Android Device Location Provider, ουσιαστικά είναι ότι και ο Device Location Provider, μόνο που είναι «κομμένος και ραμμένος» για τα Android συστήματα.



Εικόνα 88. Η σκηνή “Corfu City Game” στο Unity 3D

### 3.10. Έλεγχος εφαρμογής

Όπως σε κάθε νέα εφαρμογή και έχοντας υπόψιν τον κύκλο ζωής SDLC, κατά την ολοκλήρωση της εφαρμογής, για να διαπιστωθούν τυχόν αστοχίες, διαμοιράστηκε με έμπιστους ανθρώπους. Αυτή ήταν μια διαδικασία που βοήθησε πολύ στο τελικό αποτέλεσμα και στην ανάδειξη κάποιων θεμάτων που παρουσίαζε σε παλαιότερες κινητές συσκευές, που δεν άνοιγε η κάμερα του κινητού.

Πιο συγκεκριμένα, ελέγχθηκε η λειτουργία της εφαρμογής αν παίζει σωστά σε διαφορετικές συσκευές. Έπειτα ελέγχθηκε η απόκριση της σε διάφορα σενάρια. Για παράδειγμα πόσο γρήγορα σταματάει το βίντεο αφού «χάσει» το image target η κάμερα. Είναι λογικό ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος δεδομένων που επεξεργάζεται την δεδομένη στιγμή η συσκευή, τόσο πιο χαμηλή απόκριση υπάρχει. Αν η τοποθεσία στον χάρτη είναι ακριβής και μετατοπίζεται σωστά μαζί με την κινητή συσκευή. Η διαδικασία πήρε αρκετό χρόνο αλλά χρειάστηκε να γίνει για να διορθωθούν αρκετές αστοχίες που κατά την υλοποίηση της εφαρμογής δεν εμφανιζόντουσαν.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι πασιφανές πως τέτοιου είδους τεχνολογίες έχουν αλλάξει τον κόσμο που ζούμε. Έχουν καταφέρει να επεκτείνουν την πραγματικότητα που όλοι μας βιώνουμε και να μας δώσουν την αίσθηση ότι εξερευνούμε κόσμους που οι ιδιότητες τους προσεγγίζουν τον πραγματικό. Είναι σχεδόν βέβαιο πως με την συνεχόμενη εξέλιξη της «εκτεταμένης πραγματικότητας» και τα υποσύνολα που την απαρτίζουν, κάποια μέρα δε θα μπορούμε να ξεχωρίσουμε την διαφορά μεταξύ τους. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να βελτιωθούν πολλές πτυχές της καθημερινότητας των ανθρώπων, όμως είναι επίσης βέβαιο ότι θα επέλθουν διάφοροι κίνδυνοι που μόλις πρόσφατα έχουν έρθει στο παρασκήνιο.

Κρίνεται πλέον επιτακτική ανάγκη να χρησιμοποιούμε τις νέες τεχνολογίες και να μαθαίνουμε για αυτές έτσι ώστε να είμαστε σε θέση να ακολουθούμε την «ψηφιακή εποχή» που ολοένα «μεταμορφώνει» τον κόσμο στον οποίο ζούμε. Μέσα από την δημιουργία εφαρμογών που έχουν σκοπό την βελτίωση της εμπειρίας των ανθρώπων και την μόρφωση, το πρόσημο θα είναι πάντα θετικό.

Γίνεται σαφές ότι το unity 3D είναι ένα πρόγραμμα με πολλά παρακλάδια και μεγάλες δυνατότητες αρκεί να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα εργαλεία. Μπορεί να υποστηρίξει ένα μεγάλο φάσμα εφαρμογών και έχει πολλούς ενεργούς χρήστες που το χρησιμοποιεί. Αυτομάτως αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πλούσιο υλικό στο διαδίκτυο για να μπορεί κάποιος να κατατοπιστεί γρήγορα.

Στόχος της εφαρμογής ήταν να παρουσιάσει στους ενδιαφερόμενους τα διάφορα αξιοθέατα που κοσμούν την Κέρκυρα, έχοντας παράλληλα την δυνατότητα να εξερευνήσουν την πόλη της με τον ειδικά διαμορφωμένο χάρτη που τα προβάλλει. Με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας προσδίδεται αληθοφάνεια και παραστατικότητα στα ιστορικά μνημεία και αξιοθέατα, ενώ με την χρήση της τοποθεσίας, μέσω της κινητής συσκευής, είναι σαν να έχει ο χρήστης έναν «εικονικό» τουριστικό οδηγό ανα χείρας. Πιο συγκεκριμένα με την χρήση των τρισδιάστατων απεικονίσεων και τα βίντεο ο χρήστης νιώθει την αίσθηση ότι βρίσκεται μπροστά στο εκάστοτε αξιοθέατο και μαθαίνει για αυτό, ενώ παράλληλα μπορεί να «περπατήσει» εικονικά μέσα στην πόλη.

Καταβλήθηκε μεγάλη προσπάθεια έτσι ώστε η εφαρμογή να πληροί όλες τις αρχικές απαιτήσεις, αλλά λόγω κάποιων δυσκολιών δε κατέστη δυνατό να ανταποκριθεί σε όλες.

Ωστόσο είναι λειτουργική και μπορεί να αξιοποιηθεί από όλες τις ηλικιακές ομάδες, καθώς είναι εύκολη στην χρήση της.

### **Προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις**

Προφανώς και υπάρχουν προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις της εφαρμογής καθώς από τεχνικής άποψης όλες οι εφαρμογές κρίνονται από τους χρήστες τους και η λειτουργικότητα τους μπορεί να επηρεάζεται από συσκευή σε συσκευή.

Ως πρώτη ιδέα θα ήταν να γίνει σίγουρα ενοποίηση και να προστεθούν περισσότερα σημεία ενδιαφέροντος και αξιοθέατα για ολόκληρο το νησί της Κέρκυρας έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να «γνωρίσει» περαιτέρω την πολιτιστική και ιστορική κληρονομιά της Κέρκυρας. Δεδομένου ότι η εφαρμογή θα διατεθεί κυρίως σε τουρίστες, θα μπορούσε να εμπλουτιστεί και με τις δημοφιλέστερες παραλίες μαζί με φωτογραφίες αυτών και μια περιγραφή που θα τις κατηγοριοποιεί με βάση τις επιθυμίες των χρηστών.

Μια άλλη ιδέα θα ήταν να επεκταθεί η εφαρμογή για όλα τα νησιά του Ιονίου, για να αναδεικνύει την κοινή τους ιστορία καθώς και τις διαφορές τους. Αυτό θα είχε ως επέκταση να προστεθούν σημεία ενδιαφέροντος και από τα υπόλοιπα νησιά.

Σίγουρα χρειάζεται να προστεθούν περαιτέρω λειτουργίες για να μπορεί ο χρήστης να την αξιοποιήσει για περισσότερους λόγους, όπως για παράδειγμα να εμφανίζει ολόκληρο τον χάρτη της Κέρκυρας στον οποίο να εμφανίζονται τα σημεία ενδιαφέροντος και κάνοντας κλικ ο χρήστης να μπορεί να διαβάσει μια σύντομη αναφορά για αυτά. Επίσης θα μπορούσε να προστεθεί η λειτουργία οδηγίων με βάση το μέσο που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Άλλη μια λειτουργία θα ήταν να εμφανίζει η εφαρμογή μια ειδοποίηση, όταν ο χρήστης πλησιάζει κοντά σε κάποιο αξιοθέατο.

Θα μπορούσε επίσης να εμπλουτιστεί η σκηνή της ξενάγησης της πόλης. Ποιο συγκεκριμένα να έχει την δυνατότητα ο χρήστης να παίζει ένα παιχνίδι κρυμμένου θησαυρού, ακολουθώντας οδηγίες και λύνοντας γρίφους για να βρει κρυμμένα αντικείμενα σε πραγματικές τοποθεσίες. Αυτή η λειτουργία θα πρόσδιδε περαιτέρω ενδιαφέρον.

Άλλη μια ιδέα θα ήταν να εμφανίζονται ιστορικές φωτογραφίες με βάση την τοποθεσία του χρήστη στον χάρτη σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα καθώς θα περπατάει στο ιστορικό κέντρο της πόλης της Κέρκυρας, στην πλατεία Λιστόν, να στρέφει την κάμερα του κινητού του προς ένα σημείο και να του εμφανίζονται φωτογραφίες που όμως

θα έχουν ιστορική και πολιτιστική αξία, κάνοντας τον να νιώθει ότι περνάει μέσα από τον χρόνο.

Για όσους ενδιαφέρονται να περάσουν το Άγιο Πάσχα, που κάθε χρόνο διαδραματίζεται πολύ εμβληματικά στο νησί, θα μπορούσε να προστεθεί μια έξτρα σκηνή που θα παρουσιάζει όλη την ιστορία του εθίμου αναδεικνύοντας το μέσα από πλούσιο οπτικοακουστικό υλικό.

Τέλος, θα μπορούσε να μεταγλωττιστεί στην αγγλική γλώσσα για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμια κλίμακα.



## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] P. Milgram and F. Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays," *IEICE Transactions on Information and Systems*, vol. 77, pp. 1321-1329, 1994.
- [2] R. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, pp. 355-385, 01 August 1997.
- [3] S. W. J. H. Shoaib, "A Survey of Augmented Reality," Artificial Intelligence and Multidisciplinary (AIM) Research Lab, University of the Punjab, Pakistan, 2015.
- [4] "What is augmented reality?," Autodesk, 31 08 2023. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/solutions/augmented-reality>. [Accessed 08 October 2024].
- [5] W. Greenwald, "Augmented Reality (AR) vs. Virtual Reality (VR): What's the Difference?," *pcmag*, 06 06 2023. [Online]. Available: <https://www.pcmag.com/news/augmented-reality-ar-vs-virtual-reality-vr-whats-the-difference>. [Accessed 13 October 2024].
- [6] B. Pilkington, "Lumus and SCHOTT: The Future of Reflective Waveguides and Augmented Reality," *Azooptics*, 27 July 2020. [Online]. Available: <https://www.azooptics.com/Article.aspx?ArticleID=1828>. [Accessed 13 October 2024].
- [7] Rokid, "Understanding Waveguide: the Key Technology for Augmented Reality Near-eye Display (Part I)," *Virtual Reality Pop*, 18 June 2019. [Online]. Available: <https://virtualrealitypop.com/understanding-waveguide-the-key-technology-for-augmented-reality-near-eye-display-part-i-2b16b61f4bae>. [Accessed 13 October 2024].
- [8] H. H. J. Rolland, *Head-Mounted Display Systems*, vol. Encyclopedia of Optical Engineering, 2005.
- [9] "What is a Heads-Up Display (HUD) & How Does it Work?," *ansys*, 15 03 2024. [Online]. Available: <https://www.ansys.com/simulation-topics/what-is-heads-up-display>. [Accessed 31 October 2024].
- [10] Z. Wise, "Projection Mapping," *knightlab*, 01 01 2017. [Online]. Available: <https://studio.knightlab.com/projects/projection-mapping/>. [Accessed 14 October 2014].
- [11] A. Unpingco, "Best practices for mobile AR design," Google, 13 December 2017. [Online]. Available: <https://blog.google/products/google-ar-vr/best-practices-mobile-ar-design/>. [Accessed 13 October 2024].
- [12] T. Wilson, "The principles of good UX for Augmented Reality," *Uxdesign*, 30 January 2018. [Online]. Available: <https://uxdesign.cc/the-principles-of-good-user-experience-design-for-augmented-reality-d8e22777aabd>. [Accessed 13 October 2024].
- [13] C. Engelking, "Archaeologists See and Smell the Past With Augmented Reality," *Discovermagazine*, 13 3 2015. [Online]. Available:

<https://www.discovermagazine.com/technology/archaeologists-see-and-smell-the-past-with-augmented-reality>. [Accessed 12 10 2024].

- [14] L. Malecaj, "Augmented Reality (AR) for Architecture and Construction," vsight, 30 August 2021. [Online]. Available: <https://vsight.io/blog/augmented-reality-ar-for-architecture-and-construction/>. [Accessed 13 October 2024].
- [15] N. Zheng, "New possible applications of the augmented-reality in urban design," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, p. 052007, 2019.
- [16] G. Ajit, T. Lucas, R. Kanyan, "A systematic review of augmented reality in STEM education," *Estudios de Economía Aplicada*, 14 12 2020.
- [17] T. Houston, "Kinect Virtual Dressing Room At Topshop Lets Ladies 'Try On' Clothes," Huffpost, 12 May 2011. [Online]. Available: [https://www.huffpost.com/entry/kinect-dressing-room\\_n\\_860740](https://www.huffpost.com/entry/kinect-dressing-room_n_860740). [Accessed 13 October 2024].
- [18] C.Han, "More than makeup; the real human meaning of ModiFace," oneminutetomidnight, 05 April 2022. [Online]. Available: <https://www.oneminutetomidnight.life/post/more-than-makeup-the-real-human-meaning-of-modiface>. [Accessed 13 October 2024].
- [19] L. W. McGhee, "how-augmented-reality-apps-are-transforming-visual-arts," 27 February 2019. [Online]. Available: <https://7t.co/blog/how-augmented-reality-apps-are-transforming-visual-arts/>. [Accessed 13 October 2024].
- [20] A. Rawat, "How AR VR Apps Are Gamifying Exercise ANd Workout?," appinventiv, 18 May 2021. [Online]. Available: <https://appinventiv.com/blog/ar-vr-gamifying-fitness-workout-industry/>. [Accessed 13 October 2024].
- [21] P. Williams, "Augmented reality fitness games coming to tablets and phones," techradar, 06 05 2013. [Online]. Available: <https://www.techradar.com/news/mobile-computing/tablets/augmented-reality-fitness-games-coming-to-tablets-and-phones-1188130>. [Accessed 13 October 2024].
- [22] "Human Computer Interaction (HCI), Virtual and Augmented Reality, Wearable Technologies," National Yang Ming Chiao Tung University, 01 January 2024. [Online]. Available: <https://www.cs.nycu.edu.tw/research/human-computer-interaction-virtual-and-augmented-reality-wearable-technology?locale=en>. [Accessed 13 October 2024].
- [23] L. Malecaj, "Augmented Reality and Remote Collaboration," vsight, 28 03 2021. [Online]. Available: <https://vsight.io/blog/augmented-reality-and-remote-collaboration/>. [Accessed 13 October 2024].
- [24] D. Madison, "The future of augmented reality in healthcare," healthmanagement, 28 01 2018. [Online]. Available: <https://healthmanagement.org/c/healthmanagement/issuearticle/the-future-of-augmented-reality-in-healthcare>. [Accessed 13 October 2024].
- [25] E. Carter, "How Does a Vein Finder Work?," hellovein, 26 02 2022. [Online]. Available: <https://hellovein.com/how-does-a-vein-finder-work/>. [Accessed 13 October 2024].

- [26] S. Wagner, "AUGMENTED REALITY ASSISTS PILOT TRAINING," *quantumera*, 29 08 2019. [Online]. Available: <https://quantumera.com/augmented-reality-pilots-aviation/>. [Accessed 13 October 2024].
- [27] M. Morozov, "Augmented Reality in Military: AR Can Enhance Warfare and Training," *jasoren*, 28 09 2018. [Online]. Available: <https://www.jasoren.com/augmented-reality-military/>. [Accessed 13 October 2024].
- [28] S. C. a. V. M. K. Sharma, "Augmented Reality Navigation," *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, vol. 9, no. 6, pp. 1-5, June 2020.
- [29] "Augmented Reality in music: experciencing a new world!," *arealitymarket*, 27 07 2018. [Online]. Available: <https://www.arealitymarket.com/en/augmented-reality-and-music/>. [Accessed 13 October 2024].
- [30] G. Wright, "Augmented reality gaming (AR gaming)," *techtarget*, 06 02 2023. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/augmented-reality-gaming-AR-gaming/>. [Accessed 13 October 2024].
- [31] M. Barten, "How Augmented Reality is Revolutionizing the Travel Industry," *revfine*, 23 04 2023. [Online]. Available: <https://www.revfine.com/augmented-reality-travel-industry/>. [Accessed 13 October 2024].
- [32] R. L. E. E. Sabelman, "The Real-Life Dangers of Augmented Reality," *spectrum*, 23 06 2015. [Online]. Available: <https://spectrum.ieee.org/the-reallife-dangers-of-augmented-reality>. [Accessed 13 October 2024].
- [33] G. Pisanu, D. Leufer, I. Oribhabor, "Augmented reality & augmented risks: why AR is a digital rights issue," *accessnow*, 16 10 2020. [Online]. Available: <https://www.accessnow.org/what-is-augmented-reality-risks/>. [Accessed 13 October 2024].
- [34] "<https://www.geeksforgeeks.org/android-architecture/?ref=lbp>," *GeeksforGeeks*, 12 9 2019. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/android-architecture/?ref=lbp>. [Accessed 13 10 2024].
- [35] E. Jagger, "What's the Difference Between an SDK and an API?," *abstractapi*, 10 10 2024. [Online]. Available: <https://www.abstractapi.com/guides/other/sdk-vs-api#what-is-an-sdk>. [Accessed 18 October 2024].
- [36] "The Freedom to Create," *Blender*, [Online]. Available: <https://www.blender.org/about/>. [Accessed 14 October 2024].
- [37] B. Foundation, "Blender's History," *Blender Foundation*, [Online]. Available: <https://www.blender.org/about/history/>. [Accessed 15 October 2024].
- [38] A. Hussain, H. Shakeel, F. Hussain, N. Uddin, T. L. Ghouri, "Unity Game Development Engine: A Technical Survey," *University of Sindh Journal of Information and Communication Technology (USJICT)*, vol. 4, no. 2, pp. 73-81, July 2020.
- [39] B. Nicoll, B. Keogh, *The Unity Game Engine and the Circuits of Cultural Software*, Switzerland: Palgrave Macmillan, 2019, p. 128.

- [40] J. Haas, "A History of the Unity Game Engine," Interactive Qualifying Project, Worcester Polytechnic Institute.
- [41] J. Brodtkin, "How Unity3D Became a Game-Development Beast," dice, 03 06 2013. [Online]. Available: <https://www.dice.com/career-advice/how-unity3d-become-a-game-development-beast>. [Accessed 14 October 2024].
- [42] P. Elliott, "The Unity Asset Store," gamesindustry, 10 11 2010. [Online]. Available: <https://www.gamesindustry.biz/the-unity-asset-store-interview>. [Accessed 14 October 2024].
- [43] B. Francois, "Unity 4 Announced," previewlabs, 20 06 2012. [Online]. Available: <https://previewlabs.com/unity-4-announced/>. [Accessed 14 October 2024].
- [44] A. Robertson, "Unity officially releases its new game engine: Unity 5," theverge, 3 03 2015. [Online]. Available: <https://www.theverge.com/2015/3/3/8142099/unity-5-engine-release>. [Accessed 14 October 2024].
- [45] A. Palumbo, "Unity 2018 To Focus on Graphics, Will Allow Programmers To Write Custom Renderers," wccfttech, 22 01 2018. [Online]. Available: <https://wccfttech.com/unity-2018-focus-graphics-rendering/>. [Accessed 14 October 2024].
- [46] P. Hatton, "Unity 2023: discovering the next-gen CG tech every artist needs," creativebloq, 28 03 2023. [Online]. Available: <https://www.creativebloq.com/features/unity-next-gen>. [Accessed 14 October 2024].
- [47] "Unity Further Supports Creators Across the Game Development Cycle With New AI Features, A First Look at Unity 6, and The Debut of Unity Cloud," unity, 16 11 2023. [Online]. Available: <https://investors.unity.com/news/news-details/2023/Unity-Further-Supports-Creators-Across-the-Game-Development-Cycle-With-New-AI-Features-A-First-Look-at-Unity-6-and-The-Debut-of-Unity-Cloud/default.aspx>. [Accessed 14 October 2024].
- [48] U. Technologies, "Introduction to lighting," Unity Technologies, [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/LightingInUnity.html>. [Accessed 15 October 2024].
- [49] AWS, "What is SDLC (Software Development Lifecycle)?," aws, 08 10 2021. [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/what-is/sdlc/>. [Accessed 19 October 2024].
- [50] J. Callahan, "The history of Android: The evolution of the biggest mobile OS in the world," Androidauthority, 09 5 2024. [Online]. Available: <https://www.androidauthority.com/history-android-os-name-789433/>. [Accessed 12 10 2024].
- [51] Roberto Magalhães, "Virtual retina display," compraco, 20 06 2024. [Online]. Available: <https://compraco.com.br/en/blogs/tecnologia-e-desenvolvimento/exibicao-de-retina-virtual>. [Accessed 31 October 2024].

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### ChangeScene

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement; //Προστίθετε κάθε φορά που χρειάζεται να αλλάζουμε σκηνή

public class ChangeScene : MonoBehaviour
{
    public void LoadARScene()
    {
        SceneManager.LoadScene("ARBookScene");
    }
    public void ExitApp()
    {
        Application.Quit();
        Debug.Log("Έχετε κάνει έξοδο απο την εφαρμογή");
    }
    public void LoadMenuScene()
    {
        SceneManager.LoadScene("MenuScene");
    }
}
```

### EventHandler

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;
using UnityEngine.Video; // Προστίθεται για να μπορεί να ενσωματωθεί το VideoPlayer
using Vuforia;

public class EventHandler : MonoBehaviour
{
    public enum TrackingStatusFilter
    {
        Tracked,
        Tracked_ExtendedTracked,
        Tracked_ExtendedTracked_Limited
    }

    public TrackingStatusFilter StatusFilter = TrackingStatusFilter.Tracked_ExtendedTracked_Limited;
    public UnityEvent OnTargetFound;
    public UnityEvent OnTargetLost;

    // προστίθεται η δυνατότητα αναπαραγωγής ενός βίντεο όταν το Image Target
    αναγνωρίζεται από την κάμερα και παύσης του βίντεο όταν το Image Target χάνεται. Αυτό
    γίνεται μέσω του VideoPlayer component. Εδώ γίνεται δήλωση του VideoPlayer
    public VideoPlayer videoPlayer;

    protected TrackableBehaviour mTrackableBehaviour;
    protected TrackableBehaviour.Status m_PreviousStatus;
    protected TrackableBehaviour.Status m_NewStatus;
    protected bool m_CallbackReceivedOnce = false;
```

```

protected virtual void Start()
{
    mTrackableBehaviour = GetComponent<TrackableBehaviour>();

    if (mTrackableBehaviour)
    {
        mTrackableBehaviour.RegisterOnTrackableStatusChanged(OnTrackableStatusChanged);
    }
}

protected virtual void OnDestroy()
{
    if (mTrackableBehaviour)
    {
        mTrackableBehaviour.UnregisterOnTrackableStatusChanged(OnTrackableStatusChanged);
    }
}

void OnTrackableStatusChanged(TrackableBehaviour.StatusChangeResult statusChangeResult)
{
    m_PreviousStatus = statusChangeResult.PreviousStatus;
    m_NewStatus = statusChangeResult.NewStatus;

    Debug.LogFormat("Trackable {0} {1} -- {2}",
        mTrackableBehaviour.TrackableName,
        mTrackableBehaviour.CurrentStatus,
        mTrackableBehaviour.CurrentStatusInfo);

    HandleTrackableStatusChanged();
}

protected virtual void HandleTrackableStatusChanged()
{
    if (!ShouldBeRendered(m_PreviousStatus) &&
        ShouldBeRendered(m_NewStatus))
    {
        OnTrackingFound();
    }
    else if (ShouldBeRendered(m_PreviousStatus) &&
        !ShouldBeRendered(m_NewStatus))
    {
        OnTrackingLost();
    }
    else
    {
        if (!m_CallbackReceivedOnce && !ShouldBeRendered(m_NewStatus))
        {
            OnTrackingLost();
        }
    }

    m_CallbackReceivedOnce = true;
}

protected bool ShouldBeRendered(TrackableBehaviour.Status status)

```

```

{
    if (status == TrackableBehaviour.Status.DETECTED ||
        status == TrackableBehaviour.Status.TRACKED)
    {
        return true;
    }

    if (StatusFilter == TrackingStatusFilter.Tracked_ExtendedTracked)
    {
        if (status == TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED)
        {
            return true;
        }
    }

    if (StatusFilter == TrackingStatusFilter.Tracked_ExtendedTracked_Limited)
    {
        if (status == TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED ||
            status == TrackableBehaviour.Status.LIMITED)
        {
            return true;
        }
    }

    return false;
}

// για να ξεκινάει το βίντεο όταν εντοπίζεται το target
protected virtual void OnTrackingFound()
{
    if (mTrackableBehaviour)
    {
        var rendererComponents =
mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildren<Renderer>(true);
        var colliderComponents =
mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildren<Collider>(true);
        var canvasComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentsInChildren<Canvas>(true);

        foreach (var component in rendererComponents)
            component.enabled = true;

        foreach (var component in colliderComponents)
            component.enabled = true;

        foreach (var component in canvasComponents)
            component.enabled = true;
    }

    // Ελέγχει ουσιαστικά αν υπάρχει αναφορά στο videoPlayer και αν ισχύει η συνθήκη τότε,
    ξεκίνα το βίντεο!
    if (videoPlayer != null)
    {

```

```

        //Αν η παραπάνω συνθήκη είναι αληθής τότε καλείται η μέθοδος Play() του VideoPlayer.
        videoPlayer.Play();
    }
    //Παρόμοια λογική με το παραπάνω, αλλά για το OnTargetFound
    if (OnTargetFound != null)
        OnTargetFound.Invoke(); //Με την μέθοδο Invoke, θα εκτελεστεί η λειτουργία που έχει
οριστεί, δηλαδή το Play.
    }

    // για να σταματάει το βίντεο όταν το target χάνεται
    protected virtual void OnTrackingLost()
    {
        if (mTrackableBehaviour)
        {
            var rendererComponents =
mTrackableBehaviour.GetComponentInChildren<Renderer>(true);
            var colliderComponents =
mTrackableBehaviour.GetComponentInChildren<Collider>(true);
            var canvasComponents = mTrackableBehaviour.GetComponentInChildren<Canvas>(true);

            foreach (var component in rendererComponents)
                component.enabled = false;

            foreach (var component in colliderComponents)
                component.enabled = false;

            foreach (var component in canvasComponents)
                component.enabled = false;
        }

        // Ελέγχει ουσιαστικά αν υπάρχει αναφορά στο videoPlayer και αν ισχύει η συνθήκη τότε,
σταματά το βίντεο!
        if (videoPlayer != null)
        {
            videoPlayer.Pause(); //Αν η συνθήκη από πάνω ισχύει, δηλαδή αν υπάρχει το VideoPlayer,
τότε καλείται η μέθοδος Pause, που κάνει παύση το βίντεο.
        }

        if (OnTargetLost != null)
            OnTargetLost.Invoke(); //Όταν χαθεί το Image Target ενεργοποιείται το Pause
    }
}

```

## Plirofories

```

using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class Plirofories : MonoBehaviour
{
    //δήλωση των μεταβλητών της κλάσης Plirofories
    public GameObject Panelaki; // Το Panel που θα εμφανίζει τις πληροφορίες
    public Text PliroforiesText; // Το Text που θα εμφανίζει την περιγραφή
    public string[] placePerigrafes; // Περιγραφές για κάθε μέρος

```



```

// Κλήση όταν πατηθεί ένα κουμπί για ένα μέρος
public void ShowPlaceInfo(int placeIndex) //μέσω της μεθόδου ShowPlaceInfo
προσδιορίζεται ποια τοποθεσία θα εμφανιστεί (για παράδειγμα το 0 στην εφαρμογή είναι η
Κέρκυρα). Το PlaceIndex είναι INT οπότε είναι ακέραιος
{
    // Ενημέρωση του κειμένου στο Panel με την περιγραφή
    PliroforiesText.text = placePerigrafes[placeIndex]; //όταν π.χ το placeIndex
είναι 0 το text θα εμφανίσει το κείμενο της Κέρκυρας μέσω του PlacePerigrafes

    // Εμφάνιση του Panel
    Panelaki.SetActive(true);
}

// Κλήση για απόκρυψη του Panel (void γιατί δεν επιστρέφει κάτι - απλά το εκτελεί)
public void HidePanelaki()
{
    Panelaki.SetActive(false); // Κρύψιμο του Panel μέσω της μεθόδου της Unity
SetActive(false) που χρησιμοποιείται για τα αντικείμενα
}
}

```

## FlyOver

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class FlyOver : MonoBehaviour
{
    public int speed = 10; // Ορίζει την ταχύτητα με την οποία θα κινείται το
αντικείμενο

    // Η Start() εκτελείται στην αρχή, μία φορά, όταν εκκινήσει το αντικείμενο
void Start()
{
}

// Η Update() εκτελείται μία φορά ανά frame
void Update()
{
    // Μετακινεί το αντικείμενο προς τα εμπρός με βάση την ταχύτητα και τον χρόνο
ανα frame
    transform.Translate(Vector3.forward * Time.deltaTime * speed);
}
}

```

## ChangeScene2

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement; // Χρειάζεται να μπει επειδή κάθε φορά που θέλω να
αλλάξω σκηνή ή να βγω από την σκηνή

public class ChangeScene : MonoBehaviour
{
    public void LoadAstronautScene()
    {
        SceneManager.LoadScene("AstronautGame");
    }
    public void LoadMenuScene()

```

```

{
    SceneManager.LoadScene("Menu_scene");
}
public void LoadOverflyPOIscene()
{
    SceneManager.LoadScene("POI_Scene");
}
public void LoadLocationBasedGameScene()
{
    SceneManager.LoadScene("Location-basedGame");
}
}

```

## DeviceLocationProvideAndroidNative.cs

```

namespace Mapbox.Unity.Location
{
    using UnityEngine;
    using System.Collections;
    using System.Globalization;
    using System;
    using System.IO;
    using System.Text;
    using Mapbox.Utils;

    public class DeviceLocationProviderAndroidNative : AbstractLocationProvider,
    IDisposable
    {
        /// <summary>
        /// Η ελάχιστη απόσταση (μετρημένη σε μέτρα) που πρέπει να μετακινηθεί η
        συσκευή οριζόντια πριν ενημερωθεί η τοποθεσία.
        /// </summary>
        [SerializeField]
        [Tooltip("Η ελάχιστη απόσταση (μετρημένη σε μέτρα) που πρέπει να
        μετακινηθεί η συσκευή οριζόντια πριν ενημερωθεί η τοποθεσία. Μεγαλύτερες τιμές, όπως
        500, υποδηλώνουν λιγότερο φόρτο.")]
        float _updateDistanceInMeters = 0.0f;

        /// <summary>
        /// Το ελάχιστο χρονικό διάστημα μεταξύ ενημερώσεων τοποθεσίας, σε
        χιλιοστά του δευτερολέπτου.
        /// </summary>
        [SerializeField]
        [Tooltip("Το ελάχιστο χρονικό διάστημα μεταξύ ενημερώσεων τοποθεσίας, σε
        χιλιοστά του δευτερολέπτου. Είναι λογικό να μην πέσει κάτω από 500ms.")]
        long _updateTimeInMilliseconds = 1000;

        private WaitForSeconds _wait1sec;
        private WaitForSeconds _wait5sec;
        private WaitForSeconds _wait60sec;
        /// <summary>Ενημερώνει τον πάροχο τοποθεσίας μόνο στο καθορισμένο
        διάστημα για μείωση του φόρτου</summary>
        private WaitForSeconds _waitUpdateTime;
        private bool _disposed;
        private static object _lock = new object();
        private Coroutine _pollLocation;

        private AndroidJavaObject _activityContext = null;
        private AndroidJavaObject _gpsInstance;
        private AndroidJavaObject _sensorInstance;

        ~DeviceLocationProviderAndroidNative() { Dispose(false); }
    }
}

```

```

public void Dispose()
{
    Dispose(true);
    GC.SuppressFinalize(this);
}

protected virtual void Dispose(bool disposeManagedResources)
{
    if (!_disposed)
    {
        if (disposeManagedResources)
        {
            shutdown();
        }
        _disposed = true;
    }
}

private void shutdown()
{
    try
    {
        lock (_lock)
        {
            if (null != _gpsInstance)
            {
                _gpsInstance.Call("stopLocationListeners");
                _gpsInstance.Dispose();
                _gpsInstance = null;
            }
            if (null != _sensorInstance)
            {
                _sensorInstance.Call("stopSensorListeners");
                _sensorInstance.Dispose();
                _sensorInstance = null;
            }
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        Debug.LogError(ex);
    }
}

protected virtual void OnDestroy() { shutdown(); }

protected virtual void OnDisable() { shutdown(); }

protected virtual void Awake()
{
    // Ασφαλή μέτρα για να μην τρέξει όταν είναι απενεργοποιημένο ή
    // δεν είναι επιλεγμένο ως πάροχος τοποθεσίας
    if (!enabled) { return; }
    if (!transform.gameObject.activeInHierarchy) { return; }

    _wait1sec = new WaitForSeconds(1);
    _wait5sec = new WaitForSeconds(5);
    _wait60sec = new WaitForSeconds(60);
    // Περιορίζει αν το διάστημα ενημέρωσης είναι υπερβολικά χαμηλό
    _waitUpdateTime = _updateTimeInMilliseconds < 500 ? new
WaitForSeconds(0.5f) : new WaitForSeconds((float)_updateTimeInMilliseconds / 1000.0f);
}

```

```

        _currentLocation.IsLocationServiceEnabled = false;
        _currentLocation.IsLocationServiceInitializing = true;

        if (Application.platform == RuntimePlatform.Android)
        {
            getActivityContext();
            getGpsInstance(true);
            getSensorInstance();

            if (_pollLocation == null)
            {
                _pollLocation = StartCoroutine(locationRoutine());
            }
        }
    }

    private void getActivityContext()
    {
        using (AndroidJavaClass activityClass = new
AndroidJavaClass("com.unity3d.player.UnityPlayer"))
        {
            _activityContext =
activityClass.GetStatic<AndroidJavaObject>("currentActivity");
        }

        if (null == _activityContext)
        {
            Debug.LogError("Δεν ήταν δυνατή η λήψη του activity
UnityPlayer");
            return;
        }
    }

    private void getGpsInstance(bool showToastMessages = false)
    {
        if (null == _activityContext) { return; }

        using (AndroidJavaClass androidGps = new
AndroidJavaClass("com.mapbox.android.unity.AndroidGps"))
        {
            if (null == androidGps)
            {
                Debug.LogError("Δεν ήταν δυνατή η λήψη της κλάσης
'AndroidGps'");
                return;
            }

            _gpsInstance =
androidGps.CallStatic<AndroidJavaObject>("instance", _activityContext);
            if (null == _gpsInstance)
            {
                Debug.LogError("Δεν ήταν δυνατή η λήψη του instance
'AndroidGps'");
                return;
            }

            _activityContext.Call("runOnUiThread", new
AndroidJavaRunnable(() => { _gpsInstance.Call("showMessage", "Ξεκίνημα ακουστικών
τοποθεσίας"); }));

            _gpsInstance.Call("startLocationListeners",
_updateDistanceInMeters, _updateTimeInMilliseconds);
        }
    }
}

```

```

    }
}

private void getSensorInstance()
{
    if (null == _activityContext) { return; }

    using (AndroidJavaClass androidSensors = new
AndroidJavaClass("com.mapbox.android.unity.AndroidSensors"))
    {
        if (null == androidSensors)
        {
            Debug.LogError("Δεν ήταν δυνατή η λήψη της κλάσης
'AndroidSensors'");
            return;
        }

        _sensorInstance =
androidSensors.CallStatic<AndroidJavaObject>("instance", _activityContext);
        if (null == _sensorInstance)
        {
            Debug.LogError("Δεν ήταν δυνατή η λήψη του instance
'AndroidSensors'");
            return;
        }

        _sensorInstance.Call("startSensorListeners");
    }
}

private IEnumerator locationRoutine()
{
    while (true)
    {
        // Δεν μπόρεσε να πάρει το UnityPlayer activity, αναμονή
και επανέλεγχος
        if (null == _activityContext)
        {
            SendLocation(_currentLocation);
            yield return _wait60sec;
            getActivityContext();
            continue;
        }
        // Δεν μπόρεσε να πάρει instance του gps plugin, αναμονή
και επανέλεγχος
        if (null == _gpsInstance)
        {
            SendLocation(_currentLocation);
            yield return _wait60sec;
            getGpsInstance();
            continue;
        }

        // Ενημέρωση προσανατολισμού συσκευής
        if (null != _sensorInstance)
        {
            _currentLocation.DeviceOrientation =
_sensorInstance.Call<float>("getOrientation");
        }

        bool locationServiceAvailable =
_gpsInstance.Call<bool>("getIsLocationServiceAvailable");
    }
}

```

```

locationServiceAvailable; _currentLocation.IsLocationServiceEnabled =
// Av οι υπηρεσίες τοποθεσίας δεν είναι διαθέσιμες
if (!locationServiceAvailable)
{
    _currentLocation.IsLocationServiceInitializing =
true;
    _currentLocation.Accuracy = 0;
    _currentLocation.HasGpsFix = false;
    _currentLocation.SatellitesInView = 0;
    _currentLocation.SatellitesUsed = 0;

    SendLocation(_currentLocation);
    _gpsInstance.Call("stopLocationListeners");
    yield return _wait5sec;
    _gpsInstance.Call("startLocationListeners",
_updateDistanceInMeters, _updateTimeInMilliseconds);
    yield return _wait1sec;
    continue;
}

// Av οι υπηρεσίες τοποθεσίας είναι ενεργές
_currentLocation.IsLocationServiceInitializing = false;

try
{
    AndroidJavaObject locNetwork =
_gpsInstance.Get<AndroidJavaObject>("lastKnownLocationNetwork");
    AndroidJavaObject locGps =
_gpsInstance.Get<AndroidJavaObject>("lastKnownLocationGps");

    // απλές περιπτώσεις: ούτε gps ούτε τοποθεσία
    δικτύου διαθέσιμα ή μόνο ένα από αυτά
    if (null == locGps & null == locNetwork) {
        populateCurrentLocation(null); }
    if (null != locGps && null == locNetwork) {
        populateCurrentLocation(locGps); }
    if (null == locGps && null != locNetwork) {
        populateCurrentLocation(locNetwork); }

    // και τα δύο (gps και τοποθεσία δικτύου)
    διαθέσιμα: χρησιμοποιεί την καλύτερη/πιο πρόσφατη τοποθεσία
    if (null != locGps && null != locNetwork)
    {
        populateWithBetter

        Debug.LogError("Δεν ήταν δυνατή η λήψη της δραστηριότητας

        return;
    }
}
private void getGpsInstance(bool showToastMessages = false)
{
    if (null == _activityContext) { return; }

    using (AndroidJavaClass androidGps = new
AndroidJavaClass("com.mapbox.android.unity.AndroidGps"))
    {
        if (null == androidGps)
        {
            Debug.LogError("Could not get class 'AndroidGps'");

```

```
        return;
    }
    _gpsInstance =
androidGps.CallStatic<AndroidJavaObject>("instance", _activityContext);
    if (null == _gpsInstance)
    {
        Debug.LogError("Δεν ήταν δυνατή η λήψη");
        return;
    }
}
```