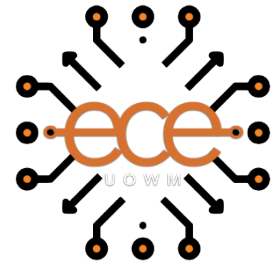




ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



# Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας στον τουρισμό.

---

ΤΟΥ

**ΧΡΗΣΤΟΥ ΤΟΛΗ**

**Επιβλέπων:** Τσίπουρας Μάρκος

Αναπληρωτής Καθηγητής

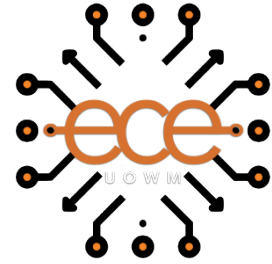
Κοζάνη, Ιούνιος 2022





HELLENIC DEMOCRACY  
UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA

FUCULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL &  
COMPUTER ENGINEERING



# Application of augmented reality in tourism.

THESIS

---

**CHRISTOS TOLIS**

**SUPERVISOR:** Markos Tsipouras

Associate professor

Kozani, June 2022





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## **ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ**

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο “Εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας στον τουρισμό.” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Μάρκο Τσίπουρα, Αναπληρωτή Καθηγητή, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. 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. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Χρήστος Τόλης & Μάρκος Τσίπουρας, 2022, Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή:



Ζούμε αναμφίβολα στην εποχή των ραγδαίων επιστημονικών εξελίξεων και μεγάλων τεχνολογικών επιτευγμάτων. Τα τελευταία χρόνια, με την αύξηση της δημοφιλίας των έξυπνων κινητών τηλεφώνων, η καθημερινότητα του ανθρώπου έχει αλλάξει σημαντικά. Διαδικασίες που πριν μερικές δεκαετίες διεκπεραιώνονταν αναλογικά, πλέον, φέρονται εις πέρας με ψηφιακό τρόπο, όπως για παράδειγμα η επικοινωνία, η ενημέρωση και η εκμάθηση των ανθρώπων.

Οι προαναφερθείσες διαδικασίες, ωστόσο, δεν είναι οι μόνες που γίνονται με ψηφιακό τρόπο χάρη στα έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν αυτές τις συσκευές και όταν ταξιδεύουν, για να μπορούν να κλείνουν εισιτήρια μετακίνησης, να έχουν οδηγίες πλοήγησης, να ενημερώνονται σχετικά με το μέρος που επισκέπτονται και αμέτρητες άλλες ενέργειες. Τα κινητά τηλέφωνα αναμφίβολα αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι ενός ταξιδιώτη, αφού χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού λόγω του μικρού τους μεγέθους και της ευκολίας μετακίνησης, συγκριτικά με έναν σταθερό υπολογιστή ή laptop.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να εκμεταλλευτεί αυτήν την συνεχή και αδιάκοπη πρόσβαση ενός ταξιδιώτη σε ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο, και να του προσφέρει μια μοναδική διαδραστική και ψυχαγωγική εμπειρία. Πιο συγκεκριμένα, στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για τον τουρισμό, όπου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει σε συγκεκριμένα μνημεία, για να διασκεδάσει, να μάθει και να επεκτείνει τους ορίζοντές του.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή ονομάζεται "AR Monuments", και αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Unity και συγκεκριμένα το framework Vuforia. Η εφαρμογή υποστηρίζει όλα τα λειτουργικά συστήματα που υποστηρίζει το Unity, όπως Android, iOS και Windows. Ωστόσο, στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας έχει ελεγχθεί και πιστοποιηθεί μόνο σε λειτουργικό σύστημα Android 6.0 ή μεταγενέστερο.

**Λέξεις Κλειδιά: Πληροφοριακό Σύστημα, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Εφαρμογή, Προγραμματισμός, Unity, Τουρισμός**





# Abstract

---

*We are undoubtedly living in an era of rapid scientific developments and major technological advances. In recent years, with the increasing popularity of smart mobile phones, people's daily lives have changed significantly. Processes that a few decades ago were carried out analogously are now being carried out digitally, for example communication, information and learning.*

*The aforementioned processes, however, are not the only ones being carried out digitally thanks to smartphones. People also use these devices when they travel, to be able to book travel tickets, get navigation instructions, be informed about the place they are visiting and countless other actions. Mobile phones are undoubtedly an integral part of a traveler, as they are used almost exclusively during a trip due to their small size and ease of movement, compared to a desktop or laptop.*

*The aim of this thesis is to take advantage of this constant and uninterrupted access of a traveler to a smart mobile phone, and to offer a unique interactive and entertaining experience. More specifically, in the context of this thesis, an augmented reality application for tourism was developed, where the user can be used at specific monuments to entertain, learn and expand their horizons.*

*This application is called "AR Monuments", and it was developed using Unity software and specifically the Vuforia framework. The app supports all operating systems supported by Unity, including Android, iOS and Windows. However, in the context of this thesis it has only been tested and certified on Android 6.0 or later operating system.*

**Keywords: Information System, Augmented Reality, Application, Programming, Unity, Tourism**



# ***Ευχαριστίες***

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, για την αμέριστη στήριξη και συμπαράσταση που μου έδειξε όλα αυτά τα χρόνια, και ειδικότερα όσο ήμουν φοιτητής στο πανεπιστήμιο. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους φίλους μου για τις αμέτρητες στιγμές χαράς και λύπης που ζήσαμε μαζί στην Κοζάνη. Τέλος, αφιερώνω αυτή τη διπλωματική στην ανιψιά μου Αριάδνη.



<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή</b>	<b>18</b>
1.1 Επισκόπηση σημερινής κατάστασης	18
1.2 Σκοπός υλοποίησης και επιλογή ιδέας	19
1.3 Αντίστοιχα συστήματα	19
1.3.1 World Around Me	20
1.3.2 Senditur	21
1.3.3 Viewranger	22
1.3.4 Smartify	23
1.4 Ανάλυση και συμπεράσματα των αντίστοιχων εφαρμογών	23
1.5 Σύνοψη διπλωματικής εργασίας	24
<b>Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο</b>	<b>26</b>
2.1 Επαυξημένη πραγματικότητα	26
2.2 Unity	28
2.3 Vuforia Engine	30
2.4 C#	31
2.5 Visual Studio Code	32
2.6 Σύνοψη κεφαλαίου	34
<b>Κεφάλαιο 3: Ανάπτυξη Εφαρμογής</b>	<b>36</b>
3.1 Περιγραφή εφαρμογής	36
3.1.1 Γενική επισκόπηση εφαρμογής και σενάρια χρήσης	36
3.1.2 Περιγραφή μνημείων	37
3.1.3 Αριστοτέλης	38
3.1.4 Παύλος Μελάς	39
3.1.5 Γεώργιος Λασσάνης	40
3.2 Ανάπτυξη εφαρμογής	40
3.2.1 Αρχικό μενού	41
3.2.2 Σάρωση μνημείου	44
3.2.2.1 Ενσωμάτωση γραφικών στον στόχο	44
3.2.2.2 Ενσωμάτωση κουμπιών πληροφόρησης	45
3.2.2.3 Αναπαραγωγή ήχου χρησιμοποιώντας το Google TTS API	46
3.2.3 Quiz αξιολόγησης	46
3.2.4 Πληροφορίες μνημείων	47
<b>Κεφάλαιο 4: Αξιολόγηση της εφαρμογής</b>	<b>51</b>
4.1 Εγκατάσταση και δοκιμή εφαρμογής APK σε κινητά τηλέφωνα διαφορετικών χαρακτηριστικών	51
4.2 Δοκιμή εφαρμογής χρησιμοποιώντας εκτυπωμένες φωτογραφίες	52
<b>Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα</b>	<b>56</b>

5.1 Σύνοψη εργασίας	56
5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις	56
<b>Παράρτημα: Εγγραφή και δημιουργία στόχου στο Vuuforia</b>	<b>59</b>
Π.1 Δημιουργία Λογαριασμού Vuuforia	59
Π.2 Δημιουργία ενός στόχου	62
Π.3 Εισαγωγή του στόχου στο Unity	67
Π.4 Εξαγωγή εφαρμογής σε μορφή APK	69

# Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 Logo αντίστοιχης εφαρμογής	20
Εικόνα 1.2 Logo αντίστοιχης εφαρμογής	21
Εικόνα 1.3 Logo αντίστοιχης εφαρμογής	22
Εικόνα 1.4 Logo αντίστοιχης εφαρμογής	23
Εικόνα 2.1.1 Χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για ψυχαγωγικούς σκοπούς, με το γνωστό παιχνίδι Pokemon GO.	27
Εικόνα 2.1.2 Χρήση εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για πλοήγηση εντός μιας αποθήκης - Πηγή: Forbes	28
Εικόνα 2.2.1 Γραφικό περιβάλλον του Unity IDE.	29
Εικόνα 2.2.2: Λογότυπο του Unity.	30
Εικόνα 2.3.1 Συνοπτικό γενικευμένο διάγραμμα λειτουργίας του Vuforia	30
Εικόνα 2.3.1: Παράδειγμα σύνταξης C# 9.0	31
Εικόνα 2.3.2: Παράδειγμα σύνταξης C# 8.0	31
Εικόνα 2.4.1: Περιβάλλον Visual Studio Code.	33
Εικόνα 3.1.1.1 Συνδιασμός πραγματικού και εικονικού περιεχομένου για τη δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας.	37
Εικόνα 3.1.3.1 Ο Αριστοτέλης	38
Εικόνα 3.1.4.1 Ο Παύλος Μελάς	40
Εικόνα 3.1.5.1 Ο Γεώργιος Λασσάνης	40
Εικόνα 3.2.1 Στιγμιότυπο οθόνης από την εφαρμογή στο περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού Unity	41
Εικόνα 3.2.1.1 Αρχικό μενού της εφαρμογής “AR Monuments”	43
Εικόνα 3.2.2.1.2 Σκηνή αναπαραγωγής βίντεο	45
Εικόνα 3.2.3.1 Γραφική αναπαράσταση της λειτουργίας Google Text To Speech (TTS)	46
Εικόνα 3.2.4.1 Σελίδα πληροφοριών σχετικά με τον Παύλο Μελά #1	47
Εικόνα 3.2.4.2 Κώδικας υλοποίησης smooth scrolling μεταξύ των panels	49
Εικόνα 3.2.4.3 Κώδικας διόρθωσης των στοιχείων της οθόνης λόγω διαφορετικής ανάλυσης και αναλογίας απεικόνισης.	49
Εικόνα 4.2.1 Σημεία εντοπισμού για το άγαλμα του Γεωργίου Λασσάνη	53
Εικόνα 4.2.2 Σημεία εντοπισμού για το άγαλμα του Παύλου Μελά	54
Εικόνα Π.1.1 Εισαγωγή προσωπικών στοιχείων στο Vuforia	60
Εικόνα Π.1.2 Μήνυμα επιτυχημένης εγγραφής	61
Εικόνα Π.2.1 Εικόνα στόχου για το άγαλμα του Αριστοτέλη	63
Εικόνα Π.2.2 Εικόνα στόχου για το άγαλμα του Γεωργίου Λασσάνη	63
Εικόνα Π.2.3 Πρώτη εικόνα στόχου για το άγαλμα του Παύλου Μελά	64
Εικόνα Π.2.4 Δεύτερη εικόνα στόχου για το άγαλμα του Παύλου Μελά	64
Εικόνα Π.2.5 Εγγραφή και απόκτηση ενός Basic License στο Vuforia	58
Εικόνα Π.2.6 Δημιουργία Database στο Vuforia	65
Εικόνα Π.2.7 Εισαγωγή εικόνας, διαστάσεις και ονόματος για το στόχο	65
Εικόνα Π.3.1 Εγκατάσταση του Vuforia στο Unity	66
Εικόνα Π.3.2 Εξαγωγή της βάσης δεδομένων σε μορφή για το Unity Editor	67
Εικόνα Π.4.1.1 Το εικονίδιο της εφαρμογής “AR Monuments”.	69

# ***Κατάλογος Πινάκων***

---

Πίνακας 4.1.1 Μετρήσεις πειραματικής διαδικασίας

31



# ***Πρόλογος***

---

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στον τουρισμό. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζει τη διαδικασία ανάπτυξης καθώς και τις λειτουργίες μιας εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα, που ενσωματώνει την επαυξημένη πραγματικότητα στον τουρισμό.

# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

---

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται πλήρης και αναλυτική περιγραφή του αντικειμένου της διπλωματικής εργασίας. Αρχικά, θα γίνει επισκόπηση της επικρατούσας κατάστασης όσον αφορά τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα που επιφέρει η τεχνολογία. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστούν οι λόγοι για τους οποίους έγινε η επιλογή της συγκεκριμένης ιδέας καθώς και στον σκοπό για την υλοποίηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας. Κλείνοντας το κεφάλαιο, θα αναφερθούν παρόμοιες εφαρμογές που έχουν υλοποιηθεί με βασική τεχνολογία την επαυξημένη πραγματικότητα, θα γίνουν συνοπτικές συγκρίσεις για κάθε μία από τις εφαρμογές αυτές και τέλος θα γίνει μια περίληψη για τη δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

## 1.1 Επισκόπηση σημερινής κατάστασης

Το έτος 2021 έχει περάσει, αφήνοντας μερικά ιδιαίτερα ρεκόρ ανάπτυξης στον τομέα της Επαυξημένης Πραγματικότητας [1]. Αυτή η τεχνολογία είναι βέβαιο ότι θα συνεχίσει την ανάπτυξή της στον τομέα του λογισμικού, αναπτύσσοντας πολλά ακόμη μικρά έργα και αναδεικνύοντας τα σε παραγωγές μεγάλης κλίμακας [2]. Το 2018, πολλές εταιρείες βίωσαν διάφορα πρωτότυπα επαυξημένης πραγματικότητας. Πολλά καινοτόμα έργα έδειξαν στον κόσμο ότι η επαυξημένη πραγματικότητα έχει πολύ καλή εμπορική αξία και μελλοντικές δυνατότητες. Οι επιχειρήσεις μεγάλης κλίμακας βλέπουν την ανάπτυξη της επαυξημένης πραγματικότητας και έχουν προγραμματίσει την ανάπτυξη των επερχόμενων έργων τους με τη χρήση AR. Οι ειδικοί προσπαθούν να μετατρέψουν τα έργα που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα σε εφαρμογές πελατών σε πραγματικό χρόνο.

Οι προβλέψεις για την επαυξημένη πραγματικότητα για το 2022 - 2023 λένε ότι η τεχνολογία AR θα συνεχίσει να αναπτύσσεται και να επιταχύνει τους ρυθμούς της και να σπάσει όλα τα πρωτοσέλιδα [3]. Πολλοί οργανισμοί διεξήγαγαν πειράματα με τη χρήση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας και τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν εντυπωσίασαν. Οι αναφορές λένε ότι υπήρξε 90% αύξηση του ποσοστού ακρίβειας ακολουθούμενη από 30% μείωση της κατανάλωσης χρόνου με την κατασκευή ενός βασικού έργου AR. Το έργο διαχειρίστηκε περαιτέρω και η αποτελεσματικότητα ενισχύθηκε αργότερα από την DHL, γεγονός που την έκανε να φτάσει το 25% και συνεχίζει να αυξάνεται σε μια ευρύτερη εξάπλωση.

Όσον αφορά την εξέλιξη της επαυξημένης πραγματικότητας, έχει χρησιμοποιηθεί ταχύτατα στους τομείς των επιχειρήσεων, της εφοδιαστικής, των παιχνιδιών, της κατασκευής, του λιανικού εμπορίου και σε πολλούς άλλους [4-7].

Στις μέρες μας, η επαυξημένη πραγματικότητα εφαρμόζεται σχεδόν σε όλες τις αρχιτεκτονικές βιομηχανίες. Οι εκθέσεις έχουν αποδείξει ότι τα περισσότερα σχόλια σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα είναι θετικά, καθώς πρόκειται για μια πολύ διαφανή διαδικασία όσον αφορά τον σχεδιαστή καθώς και τον πελάτη [8-10].

## 1.2 Σκοπός υλοποίησης και επιλογή ιδέας

Η επαυξημένη πραγματικότητα παρέχει νέους τρόπους για την παροχή ψηφιακών τρισδιάστατων μοντέλων και δεδομένων και προτείνει μια συγκεκριμένη χρήση της τρισδιάστατης μοντελοποίησης με βάση τον υπολογιστή για τη διαδικασία ανάπτυξης του σχεδιασμού. Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας στη διαδικασία σχεδιασμού προϊόντων μπορεί να προσφέρει μια βιώσιμη λύση για την εργασία στο παγκοσμιοποιημένο, καθοδηγούμενο από δεδομένα περιβάλλον σχεδιασμού. Το σύστημα AR δημιουργεί μια σύνθετη άποψη με συνδυασμό ενός εικονικού μοντέλου ή σκηνής και του φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται ο θεατής. Η τεχνολογία ήταν μέχρι πρόσφατα ακριβή, απαιτητική σε πόρους και απαιτούσε προηγμένες γνώσεις στον τομέα. Λόγω αυτών των παραγόντων η χρήση της περιοριζόταν κυρίως σε στρατιωτικές, ιατρικές έρευνες και άλλες πολύ εξειδικευμένες εφαρμογές. Για παράδειγμα, στον τομέα της ιατρικής, η AR που χρησιμοποιείται προκειμένου να καταστεί η χειρουργική επέμβαση ευκολότερη, μπορεί να καταστεί δυνατή μέσω της μεθόδου οπτικοποίησης. Τα συστήματα GPS χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα για να διευκολύνουν τη μετάβαση από το σημείο Α στο σημείο Β [11-13].

Υπάρχουν ήδη αρκετές εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας στον τομέα των αξιοθέατων και του τουρισμού όπως επίσης και τα ηλεκτρονικά παιχνίδια γίνονται πιο εντυπωσιακά λόγω αυτών των χαρακτηριστικών AR. Όταν πρόκειται για ταξίδια, οι ιστορικοί χώροι αποτελούν ένα από τα πιο δημοφιλή τουριστικά αξιοθέατα - είτε πρόκειται για εγχώριους είτε για διεθνείς τουρίστες. Ωστόσο, είναι επίσης απογοητευτικό, καθώς ορισμένα σημαντικά μνημεία σε όλο τον κόσμο δεν διατηρήθηκαν, ή ακόμα χειρότερα, καταστράφηκαν εντελώς [14-15]. Η υλοποίηση, λοιπόν, της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι αξιοποιώντας την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και προσαρμόζοντας την εφαρμογή της σε μερικά από τα παγκοσμίως δημοφιλέστερα ιστορικά αξιοθέατα της χώρας μας, να προσφέρει στους τουρίστες μια στοχευμένη και τρισδιάστατη ενημέρωση καθώς και πλοήγηση του ιστορικού χώρου με τη χρήση απλά μιας smart συσκευής. Έτσι, θα τους επιτρέπει να αναγνωρίζουν αντικείμενα ή κτίρια σε κοντινή απόσταση, και ουσιαστικά θα τους παρέχεται ένας ψηφιακός προσωπικός ξεναγός ο οποίος θα τροφοδοτείται με εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας.

## 1.3 Αντίστοιχα συστήματα

Αναζητώντας στο διαδίκτυο, όπως έχει προαναφερθεί, υπάρχουν διαθέσιμα στην αγορά αντίστοιχα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας με πλαίσιο τον τουρισμό. Επιλέγοντας μερικά από αυτά, παρουσιάζεται παρακάτω η χρήση τους, οι περιπτώσεις οι οποίες καλύπτουν (use cases) και ακολουθεί μια περιληπτική αναφορά σχετικά με τις διαφορές αλλά και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που έχουν συγκριτικά τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

### 1.3.1 World Around Me



Εικόνα 1.1 Logo αντίστοιχης εφαρμογής.

Ένα αντίστοιχο πληροφοριακό σύστημα με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας είναι η εφαρμογή World Around Me [1]. Η εφαρμογή αυτή, δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να γνωρίζει περισσότερα για τα τουριστικά μέρη που επισκέπτονται οι τουρίστες. Η εφαρμογή World Around Me εντοπίζει γρήγορα τα κοντινά ATM, τα ξενοδοχεία, τα τουριστικά αξιοθέατα και άλλες περιοχές που είναι δημοφιλείς. Επίσης, δίνει πληροφορίες για νοσοκομεία, καταστήματα, στάσεις μέσων μεταφοράς. Στην εικόνα 1.1 φαίνεται το λογότυπο της εφαρμογής. Πιο αναλυτικά, η συγκεκριμένη εφαρμογή παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες και επιλογές:

- Δωρεάν download και εγκατάσταση της εφαρμογής σε οποιαδήποτε smart συσκευή (Android & iOS)
- Αναζήτηση με βάση την ημερομηνία, τοποθεσία και κατηγορία
- Εμφάνιση χάρτη και επισήμανση των hotspots
- Εμφάνιση αναλυτικών πληροφοριών για τα τουριστικά μέρη αλλά και για καταστήματα, νοσοκομεία και μέσα μαζικής μεταφοράς
- Ηλεκτρονική επικοινωνία (email) με το support μέσω ηλεκτρονικής φόρμας
- Δημιουργία λογαριασμού, ανάκτηση κωδικού, προφιλ

### 1.3.2 Senditur



Εικόνα 1.2 Logo αντίστοιχης εφαρμογής.

Ένα αντίστοιχο πληροφοριακό σύστημα με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας είναι η εφαρμογή Senditur [2]. Η εφαρμογή Senditur αναφέρεται αποκλειστικά για τους τουριστικούς προορισμούς της Ισπανίας. Δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να εξερευνήσει πόλεις της Ισπανίας, βουνά, μουσεία και πολλά άλλα. Επίσης, ειδοποιεί το χρήστη με λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με κοντινά μέρη και υπαίθριες τοποθεσίες, ειδικά για πεζοπορία. Το Senditur προσφέρει επίσης χρήσιμες λειτουργίες εκτός σύνδεσης (offline). Στην εικόνα 1.2 φαίνεται το λογότυπο της εφαρμογής. Πιο αναλυτικά, η συγκεκριμένη εφαρμογή παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες και επιλογές:

- Δωρεάν download και εγκατάσταση της εφαρμογής σε οποιαδήποτε smart συσκευή (Android & iOS)
- Εμφάνιση αναλυτικών πληροφοριών για τουριστικούς προορισμούς της Ισπανίας αλλά και υπαίθριες τοποθεσίες
- Δυνατότητα χρήσης της εφαρμογής εκτός σύνδεσης στο διαδίκτυο (offline).
- Δημιουργία λογαριασμού και προφίλ

### 1.3.3 Viewranger

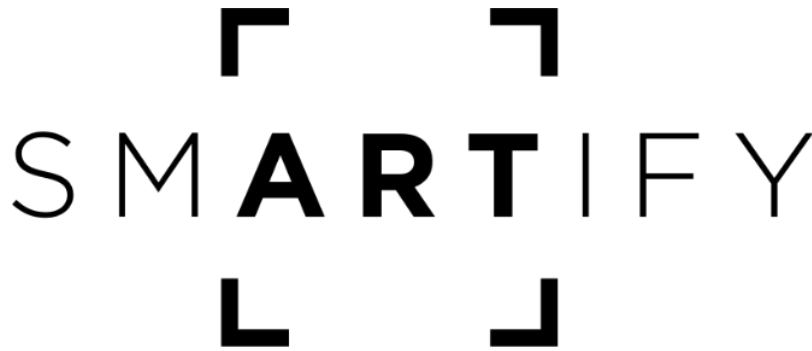


**Εικόνα 1.3** Logo αντίστοιχης εφαρμογής.

Ένα αντίστοιχο πληροφοριακό σύστημα με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας είναι η εφαρμογή Viewranger [3]. Αυτή η ταξιδιωτική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας βελτιώνει την εμπειρία των χρηστών στην ποδηλασία και την πεζοπορία, καθώς τους επιτρέπει να ανακαλύψουν διαδρομές πεζοπορίας και να τις κατεβάσουν ως χάρτες. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν την κάμερα του smartphone και να εντοπίζουν γρήγορα τοπία και πίσστες σκι. Στην εικόνα 1.3 φαίνεται το λογότυπο της εφαρμογής. Πιο αναλυτικά, η συγκεκριμένη εφαρμογή παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες και επιλογές:

- Δωρεάν download και εγκατάσταση της εφαρμογής σε οποιαδήποτε smart συσκευή (Android & iOS)
- Ο χρήστης ανακαλύπτει μέσω αναζήτησης στον χάρτη διαδρομές για πεζοπορία, τουριστικά τοπία και πίσστες σκι και βελτιώνει την εμπειρία του
- Επιλογή download του χάρτη της διαδρομής
- Δυνατότητα χρήσης της εφαρμογής εκτός σύνδεσης στο διαδίκτυο (offline).
- Δημιουργία λογαριασμού και προφίλ

### 1.3.4 Smartify



Εικόνα 1.4 Logo αντίστοιχης εφαρμογής.

Ένα αντίστοιχο πληροφοριακό σύστημα με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας είναι η εφαρμογή Smartify [4]. Η εφαρμογή smartify απευθύνεται στους λάτρεις της τέχνης και πιο συγκεκριμένα σε αυτούς που τους αρέσει να εξερευνάνε μουσεία. Χρησιμοποιώντας αυτή την εφαρμογή, ο χρήστης μπορεί να σαρώσει το ιστορικό έργο τέχνης και να συγκεντρώσει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτό. Αυτή η εφαρμογή έρχεται με προεγκατεστημένα δεδομένα από διάφορα μουσεία, όπως το Μουσείο San Donato στην Ιταλία, το Μουσείο J. Paul Getty στο Los Angeles, το Μουσείο Reina Sofia στην Ισπανία και πολλά άλλα. Στην εικόνα 1.4 φαίνεται το λογότυπο της εφαρμογής. Πιο αναλυτικά, η συγκεκριμένη εφαρμογή παρέχει τις παρακάτω δυνατότητες και επιλογές:

- Δωρεάν download και εγκατάσταση της εφαρμογής σε οποιαδήποτε smart συσκευή (Android & iOS)
- Εμφάνιση αναλυτικών πληροφοριών για τα έργα τέχνης και τα μουσεία
- Δυνατότητα αναζήτησης με βάση το είδος τέχνης ή μουσείου

## 1.4 Ανάλυση και συμπεράσματα των αντίστοιχων εφαρμογών

Κάνοντας ανάλυση των εφαρμογών που αναφέρθηκαν παραπάνω ως προς τις δυνατότητες που προσφέρουν, διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Όλες οι εφαρμογές είναι συμβατές με όλα τα λειτουργικά συστήματα για smart συσκευές.
- Όλες οι εφαρμογές είναι χωρίς χρέωση και μπορεί ο χρήστης να τις κατεβάξει δωρεάν.

- Όλες οι εφαρμογές δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να μπορεί να δημιουργήσει λογαριασμό.
- Η εφαρμογή “Senditur” είναι αποκλειστικά για όσους ενδιαφέρονται να επισκεφθούν τουριστικούς προορισμούς της Ισπανίας όμως δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να μπορεί να τη χρησιμοποιήσει εκτός σύνδεσης.
- Η εφαρμογή “Viewrangers” απευθύνεται μόνο σε εκείνους οι οποίοι πηγαίνουν για πεζοπορία ή σκι, όμως παρέχει τη δυνατότητα download των προορισμών με χάρτη.
- Στην εφαρμογή “Smartify” ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει λογαριασμό.

Αφού λοιπόν έγινε ανάλυση των εφαρμογών που αναφέρθηκαν, αδιαμφισβήτητα, διαπιστώνεται πως το πληροφοριακό σύστημα που αναπτύχθηκε στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είναι ανάλογο και μπορεί να συγκριθεί με τα παραπάνω συστήματα, αφού καλύπτει παρόμοια use cases. Ειδικά, η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία καλύπτει τόσο την 3D παρουσίαση των ιστορικών μουσείων αλλά δίνει και την δυνατότητα στο χρήστη να μπορεί να επιλέγει μέσω buttons την εμφάνιση πληροφοριών που αφορά το εκάστοτε μουσείο.

## 1.5 Σύνοψη διπλωματικής εργασίας

Στην σύνοψη της διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται τα στάδια υλοποίησης της εφαρμογής με επαυξημένη πραγματικότητα, η οποία αποτελείται από πέντε κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στην εισαγωγή του αντικειμένου το οποίο πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία, όπως και τους λόγους για τους οποίους έγινε επιλογή της ιδέας αυτής.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και που ήταν απαραίτητες για την πραγματοποίηση της εφαρμογής με επαυξημένη πραγματικότητα.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται με λεπτομέρεια οι απαιτήσεις του πληροφοριακού συστήματος τόσο για το οπτικό κομμάτι, δηλαδή, την τρισδιάστατη παρουσίαση των αντικειμένων όσο και για των κώδικα και την ασφάλεια του συστήματος.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση μέρους της ανάπτυξης του λογισμικού της εφαρμογής. Επιπλέον, προβάλλονται οι διεπαφές του χρήστη με εικόνες αλλά και πιθανά σενάρια κατά τη χρήση του συστήματος.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, αναγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος, τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια υλοποίησης. Τέλος, γίνεται λόγος για τις βελτιώσεις και επεκτάσεις του συγκεκριμένου πληροφοριακού συστήματος.





# ***Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο***

---

Σε αυτό το κεφάλαιο, γίνεται αναφορά των προγραμμάτων και τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για την διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, καταγράφονται, αναλύονται και διατυπώνονται έννοιες, εργαλεία, πλατφόρμες και γλώσσες προγραμματισμού. Παρακάτω λοιπόν, παρουσιάζονται όλες οι σημαντικές μέθοδοι και τεχνολογίες, που αποτελούν τον κορμό της εργασίας, για την επιτυχή εκπόνηση της.

## **2.1 Επαυξημένη πραγματικότητα**

Η επαυξημένη πραγματικότητα ορίζεται ως η τεχνολογία και οι μέθοδοι που επιτρέπουν την επικάλυψη αντικειμένων και περιβαλλόντων του πραγματικού κόσμου με τρισδιάστατα εικονικά αντικείμενα με τη χρήση μιας συσκευής AR και επιτρέπουν την αλληλεπίδραση των εικονικών με τα αντικείμενα του πραγματικού κόσμου για τη δημιουργία των επιθυμητών νοημάτων. Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα που προσπαθεί να αναδημιουργήσει και να αντικαταστήσει ένα ολόκληρο περιβάλλον της πραγματικής ζωής με ένα εικονικό, η επαυξημένη πραγματικότητα αφορά τον εμπλουτισμό μιας εικόνας του πραγματικού κόσμου με εικόνες και ψηφιακές πληροφορίες που δημιουργούνται από υπολογιστή (Εικόνα 2.1.1). Επιδιώκει να αλλάξει την αντίληψη προσθέτοντας βίντεο, infographics, εικόνες, ήχο και άλλες λεπτομέρειες. Μέσα σε μια συσκευή που δημιουργεί περιεχόμενο AR- εικονικές τρισδιάστατες εικόνες επικαλύπτονται σε αντικείμενα του πραγματικού κόσμου με βάση τη γεωμετρική τους σχέση. Η συσκευή πρέπει να είναι σε θέση να υπολογίζει τη θέση και τον προσανατολισμό των αντικειμένων σε σχέση με άλλα. Η συνδυασμένη εικόνα προβάλλεται σε οθόνες κινητών τηλεφώνων, γυαλιά AR κ.λπ. Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν συσκευές που χρησιμοποιούνται από τον χρήστη για να επιτρέπουν την προβολή περιεχομένου AR από τον ίδιο. Σε αντίθεση με τα ακουστικά εικονικής πραγματικότητας που καθλώνουν πλήρως τους χρήστες σε προσομοιωμένους κόσμους, τα γυαλιά AR δεν το κάνουν. Τα γυαλιά επιτρέπουν την προσθήκη, την επικάλυψη ενός εικονικού αντικειμένου πάνω στο αντικείμενο του πραγματικού κόσμου, για παράδειγμα, την τοποθέτηση μαρκαδόρων AR σε μηχανήματα για την επισήμανση περιοχών επισκευής. Ο χρήστης που χρησιμοποιεί τα γυαλιά AR μπορεί να δει το πραγματικό αντικείμενο ή το περιβάλλον γύρω του, αλλά εμπλουτισμένο με την εικονική εικόνα.



**Εικόνα 2.1.1 Χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για ψυχαγωγικούς σκοπούς, με το γνωστό παιχνίδι Pokemon GO.**

Αν και η πρώτη εφαρμογή ήταν στον στρατό και την τηλεόραση από την επινόηση του όρου το 1990, η AR εφαρμόζεται πλέον στα παιχνίδια, στην εκπαίδευση και την κατάρτιση και σε άλλους τομείς. Το μεγαλύτερο μέρος της εφαρμόζεται ως εφαρμογές AR που μπορούν να εγκατασταθούν σε τηλέφωνα και υπολογιστές. Σήμερα, ενισχύεται με την τεχνολογία κινητών τηλεφώνων, όπως το GPS, το 3G, 4G, 5G και την τηλεπισκόπηση.

Η άνοδος της επαυξημένης πραγματικότητας τα τελευταία χρόνια έχει προκαλέσει την ανακάλυψη διαφορετικών "τύπων" επαυξημένης πραγματικότητας. Για παράδειγμα, υπάρχει η "markerless" AR, η οποία χρησιμοποιεί συστήματα GPS, πυξίδες και γυροσκόπια για να παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο με βάση την τοποθεσία (Εικόνα 2.1.2). Οι εταιρείες μπορούν επίσης να δημιουργήσουν εμπειρίες AR που ενεργοποιούνται από συγκεκριμένους δείκτες, όπως κωδικούς QR που μπορούν οι χρήστες να σαρώσουν με το smartphone τους. Ο πειραματισμός στο χώρο της AR έχει επίσης ανοίξει το δρόμο σε έννοιες όπως η "Projection-based" AR, η οποία εκτείνεται στη σφαίρα της μικτής πραγματικότητας και των ολογραμμάτων. Όταν οι περισσότεροι άνθρωποι αναφέρονται στους "τύπους" του AR που είναι διαθέσιμοι σήμερα, συχνά μιλούν για τις εφαρμογές AR που μπορούμε να βιώσουμε μέσω των τηλεφώνων μας και για τις ελαφρώς πιο καθηλωτικές εμπειρίες που προσφέρουν τα wearables. Οι ειδικοί πιστεύουν ότι οι φορητές συσκευές και τα έξυπνα γυαλιά θα μπορούσαν να είναι ζωτικής σημασίας για τη μελλοντική επιτυχία της τεχνολογίας AR. Το Facebook είναι ένας από τους ηγέτες της αγοράς σε αυτό το περιβάλλον δεξιά, επενδύοντας σε νέες στρατηγικές για να καταστήσει τα γυαλιά με τεχνητή νοημοσύνη και AR μια mainstream πραγματικότητα.

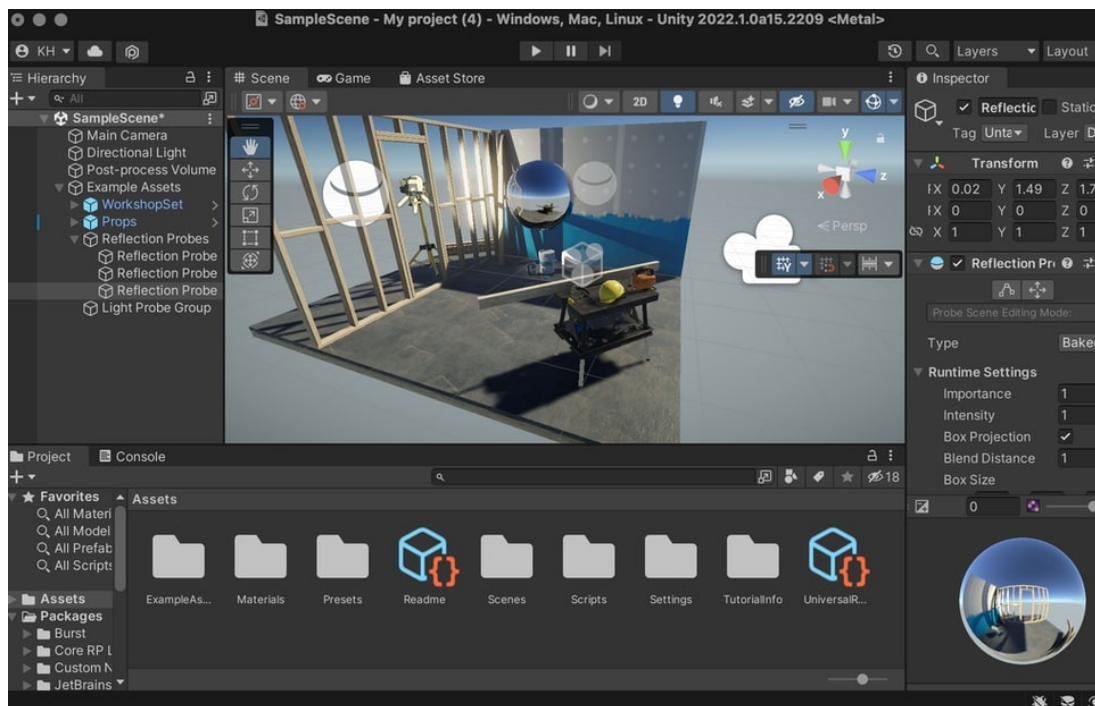


**Εικόνα 2.1.2 Χρήση εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για πλοήγηση εντός μιας αποθήκης - Πηγή: Forbes**

## 2.2 Unity

Το Unity είναι μια μηχανή παιχνιδιών πολλαπλών πλατφορμών που αναπτύχθηκε από την Unity Technologies, η οποία χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη βιντεοπαιχνιδιών και προσομοιώσεων για υπολογιστές, κονσόλες και κινητές συσκευές. Αρχικά ανακοινώθηκε μόνο για το OS X, στο Worldwide Developers Conference της Apple το 2005, αλλά έκτοτε επεκτάθηκε για να στοχεύει σε 27 πλατφόρμες. Το Unity είναι μια μηχανή παιχνιδιών για όλες τις χρήσεις που υποστηρίζει γραφικά 2D και 3D, λειτουργίες drag and drop και scripting μέσω της C#. Το Unity είναι ιδιαίτερα δημοφιλής για την ανάπτυξη παιχνιδιών για κινητά τηλέφωνα και μεγάλο μέρος της εστίασής της είναι στις κινητές πλατφόρμες. Ο αγωγός (pipeline) 2D της Unity3D είναι μια πιο πρόσφατη προσθήκη στη μηχανή και είναι λιγότερο ώριμος από τον αγωγό (pipeline) 3D. Παρόλα αυτά, το Unity είναι μια επαρκής πλατφόρμα για την ανάπτυξη παιχνιδιών 2D, ακόμη και σε σύγκριση με άλλες αποκλειστικές μηχανές 2D, ιδίως αν ο σκοπός είναι να κυκλοφορήσει το παιχνίδι σε πολλές κινητές συσκευές. Το Unity είναι επίσης μια καλή επιλογή για την ανάπτυξη VR, αν και η VR είναι μια πολύ μικρή αγορά αυτή τη στιγμή. Οι αγορές κινητών τηλεφώνων και PSVR είναι οι μεγαλύτερες στο VR, και το Unity είναι ήδη σε καλή θέση για να μεταφέρει παιχνίδια σε πολλές πλατφόρμες, όπως το PS4 και το PC,

ή σε πολλές διαφορετικές αγορές κινητών τηλεφώνων. Η μηχανή στοχεύει στα ακόλουθα API γραφικών: OpenGL σε Linux, macOS και Windows, OpenGL ES σε Android και iOS, WebGL στον ιστό και ιδιόκτητα API στις κονσόλες βιντεοπαιχνιδιών. Επιπλέον, το Unity υποστηρίζει τα API χαμηλού επιπέδου Metal στο iOS και το macOS και το Vulkan στο Android, το Linux και τα Windows, καθώς και το Direct3D 12 στα Windows και το Xbox One. Μέσα σε παιχνίδια 2D, το Unity επιτρέπει την εισαγωγή sprites και έναν προηγμένο renderer 2D κόσμου. Για τρισδιάστατα παιχνίδια, το Unity επιτρέπει τον καθορισμό των ρυθμίσεων συμπίεσης υφής και ανάλυσης για κάθε πλατφόρμα που υποστηρίζει η μηχανή παιχνιδιών και παρέχει υποστήριξη για χαρτογράφηση εξογκωμάτων, χαρτογράφηση αντανάκλασης, χαρτογράφηση παράλλαξης, απόκρυψη περιβάλλοντος στο χώρο της οθόνης (SSAO), δυναμικές σκιές με χρήση χαρτών σκιών, render-to-texture και εφέ μετεπεξεργασίας πλήρους οθόνης.



**Εικόνα 2.2.1** Γραφικό περιβάλλον του Unity IDE. Αριστερά, βλέπουμε τον κατάλογο Hierarchy, όπου βρίσκεται η ιεραρχία των αντικειμένων που βρίσκονται στην τρέχουσα σκηνή. Στο κάτω μέρος, βλέπουμε τον φάκελο με τα Assets, τα πηγαία αρχεία, γραφικά άλλα απαραίτητα αρχεία της εφαρμογής. Στο δεξί μέρος, βλέπουμε το Inspector, δηλαδή το μενού με τις ρυθμίσεις της εφαρμογής.

Το Unity προσφέρει επίσης υπηρεσίες στους προγραμματιστές, οι οποίες είναι οι εξής: Unity Ads, Unity Analytics, Unity Certification, Unity Cloud Build, Unity Everyplay, Unity IAP, Unity Multiplayer, Unity Performance Reporting και Unity Collaborate. Εκτός από αυτό, το Unity διαθέτει ένα asset store όπου η κοινότητα των προγραμματιστών μπορεί να κατεβάσει και να ανεβάσει τόσο εμπορικούς όσο και δωρεάν πόρους τρίτων, όπως υφές, μοντέλα, plugins, επεκτάσεις επεξεργαστών, ακόμη και ολόκληρα παραδείγματα παιχνιδιών. Το Unity είναι αξιοσημείωτο για την ικανότητά του να στοχεύει παιχνίδια για πολλαπλές πλατφόρμες. Οι πλατφόρμες που υποστηρίζονται σήμερα είναι οι εξής: Android, Android TV, Facebook Gameroom, Fire OS, Gear VR, Google Cardboard, Google Daydream, HTC Vive, iOS, Linux, macOS, Microsoft HoloLens, Nintendo 3DS family, Nintendo Switch, Oculus Rift, PlayStation 4, PlayStation Vita, PlayStation VR, Samsung Smart TV, Tizen, tvOS, WebGL, Wii U, Windows, Windows

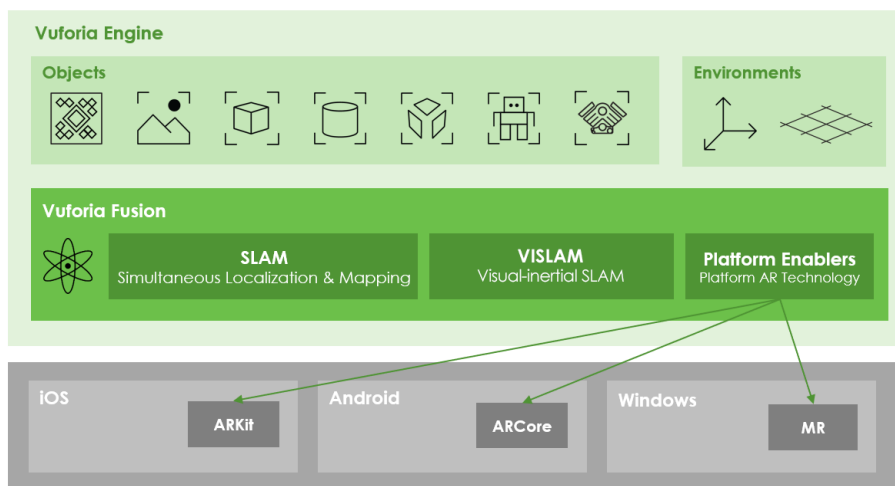
Phone, Windows Store και Xbox One. Το Unity είναι το προεπιλεγμένο κιτ ανάπτυξης λογισμικού (SDK) για την πλατφόρμα της κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών Wii U της Nintendo, με ένα δωρεάν αντίγραφο να περιλαμβάνεται από τη Nintendo σε κάθε άδεια χρήσης για προγραμματιστές Wii U. Η Unity Technologies αποκαλεί αυτό το πακέτο ενός SDK τρίτου κατασκευαστή ως "πρώτη φορά στη βιομηχανία".



Εικόνα 2.2.2: Λογότυπο του Unity.

## 2.3 Vuforia Engine

Το Vuforia engine (Εικόνα 2.3.1) είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας σε μια πληθώρα λειτουργικών συστημάτων, όπως Universal Windows Platform (UWP), Android και iOS.



Εικόνα 2.3.1 Συνοπτικό γενικευμένο διάγραμμα λειτουργίας του Vuforia



## 2.4 C#

Η C# είναι μια γενική, σύγχρονη και αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που προφέρεται ως "C Sharp". Αναπτύχθηκε από τη Microsoft με επικεφαλής τον Anders Hejlsberg και την ομάδα του στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας .NET και εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση Κατασκευαστών Υπολογιστών (ECMA) και τον Διεθνή Οργανισμό Προτύπων (ISO). Η C# συγκαταλέγεται στις γλώσσες για την υποδομή κοινής γλώσσας (Common Language Infrastructure). Η C# μοιάζει πολύ με τη Java συντακτικά και είναι εύκολη για τους χρήστες που έχουν γνώσεις C, C++ ή Java. Η C# έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με την πλατφόρμα .NET της Microsoft. Στόχος της Microsoft είναι να διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών και υπηρεσιών μέσω του Web και να δώσει τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να δημιουργούν εφαρμογές υψηλής φορητότητας. Η C# απλοποιεί τον προγραμματισμό μέσω της χρήσης της Extensible Markup Language (XML) και του Simple Object Access Protocol (SOAP), τα οποία επιτρέπουν την πρόσβαση σε ένα προγραμματιστικό αντικείμενο ή μια μέθοδο χωρίς να απαιτείται από τον προγραμματιστή να γράφει πρόσθετο κώδικα για κάθε βήμα. Επειδή οι προγραμματιστές μπορούν να βασίζονται σε υπάρχοντα κώδικα, αντί να τον επαναλαμβάνουν επανειλημμένα, η C# αναμένεται να καταστήσει ταχύτερη και λιγότερο δαπανηρή τη διάθεση νέων προϊόντων και υπηρεσιών στην αγορά. Η Microsoft συνεργάζεται με την ECMA, τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης, για τη δημιουργία ενός προτύπου για την C#. Η αναγνώριση της C# από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) θα ενθάρρυνε άλλες εταιρείες να αναπτύξουν τις δικές τους εκδόσεις της γλώσσας. Στις εταιρείες που χρησιμοποιούν ήδη την C# περιλαμβάνονται οι Apex Software, Bunka Orient, Component Source, devSoft, FarPoint Technologies, LEAD Technologies, ProtoView και Seagate Software. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του .NET Framework, οι βιβλιοθήκες κλάσεων γράφτηκαν αρχικά χρησιμοποιώντας ένα σύστημα μεταγλώττισης διαχειριζόμενου κώδικα που ονομαζόταν "Simple Managed C" (SMC). Τον Ιανουάριο του 1999, ο Anders Hejlsberg σχημάτισε μια ομάδα για την κατασκευή μιας νέας γλώσσας που εκείνη την εποχή ονομαζόταν Cool, το οποίο σήμαινε "C-like Object Oriented Language". Η Microsoft είχε σκεφτεί να διατηρήσει το όνομα "Cool" ως το τελικό όνομα της γλώσσας, αλλά επέλεξε να μην το κάνει για λόγους εμπορικού σήματος. Μέχρι τη στιγμή που το έργο .NET ανακοινώθηκε δημοσίως στο Συνέδριο Επαγγελματιών Προγραμματιστών του Ιουλίου 2000, η γλώσσα είχε μετονομαστεί σε C# και οι βιβλιοθήκες κλάσεων και το ASP.NET runtime είχαν μεταφερθεί στην C#.

Το 2022, η έκδοση που χρησιμοποιείται είναι η C# 10.0 που κυκλοφόρησε το Νοέμβριο του 2021 όπως επίσης και η έκδοση .NET 6.0 και .NET 6.0.1. Στην παρακάτω εικόνα. παρουσιάζεται ένα πολύ απλό πρόγραμμα της C#, μια έκδοσή του κλασικού παραδείγματος "Hello world" που χρησιμοποιεί τη δυνατότητα δηλώσεων ανωτάτου επιπέδου που εισήχθη στη C# 9.0.

```
using System;  
  
Console.WriteLine("Hello, world!");
```

Εικόνα 2.3.1: Παράδειγμα σύνταξης C# 9.0

Για κώδικα γραμμένο ως C# 8.0 ή νεότερη έκδοση, η λογική του σημείου εισόδου ενός προγράμματος πρέπει να γράφεται σε μια μέθοδο Main μέσα σε έναν τύπο:

```
using System;

// A version of the classic "Hello World" program
class Program
{
    static void Main()
    {
        Console.WriteLine("Hello, world!");
    }
}
```

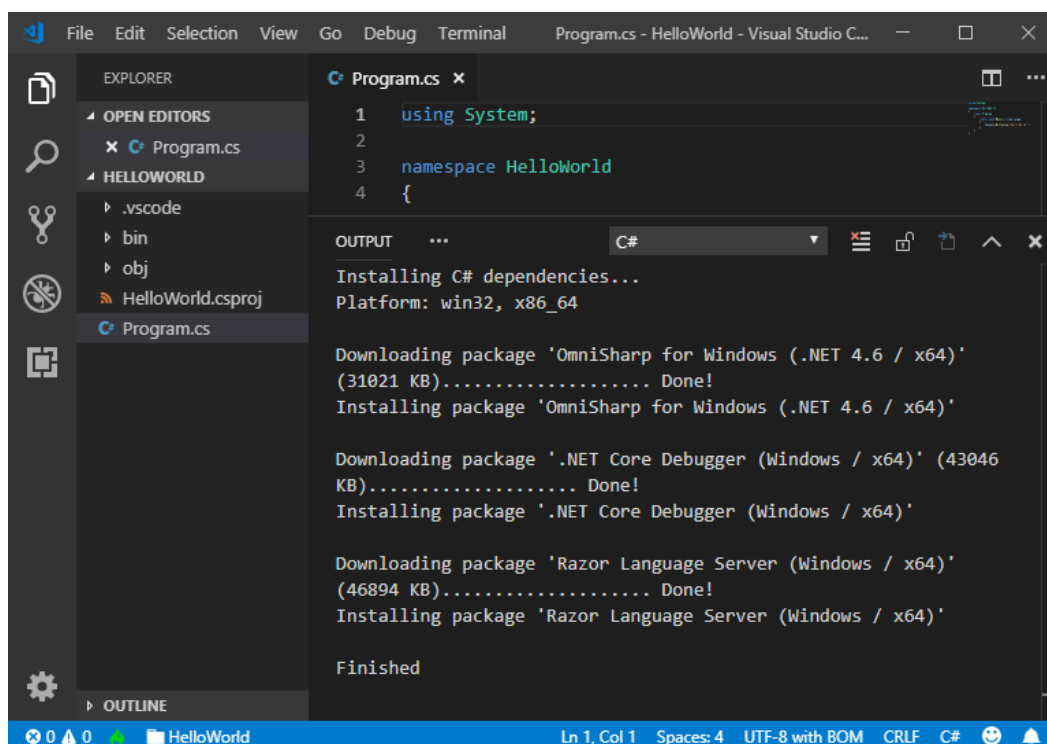
Εικόνα 2.3.2: Παράδειγμα σύνταξης C# 8.0

## 2.5 Visual Studio Code

Με απλά λόγια το Visual Studio Code είναι ένας επεξεργαστής κώδικα. Το Visual Studio Code είναι "ένας ελεύθερος συντάκτης που βοηθά τον προγραμματιστή να γράφει κώδικα, βοηθά στην αποσφαλμάτωση και διορθώνει τον κώδικα χρησιμοποιώντας τη μέθοδο intelli-sense ". Με κανονικούς όρους, διευκολύνει τους χρήστες να γράφουν τον κώδικα με εύκολο τρόπο. Πολλοί λένε ότι είναι το μισό IDE και συντάκτης, αλλά η απόφαση εναπόκειται στους προγραμματιστές. Κάθε πρόγραμμα/λογισμικό που βλέπουμε ή χρησιμοποιούμε λειτουργεί με τον κώδικα που εκτελείται στο παρασκήνιο. Παραδοσιακά η κωδικοποίηση συνηθιζόταν να γίνεται στους παραδοσιακούς επεξεργαστές ή ακόμα και στους βασικούς επεξεργαστές όπως το σημειωματάριο. Αυτοί οι επεξεργαστές συνηθίζαν να παρέχουν βασική υποστήριξη στους προγραμματιστές. Κάποια από αυτά ήταν τόσο βασικά που ήταν πολύ δύσκολο να γράψουν προγράμματα βασικού επιπέδου αγγλικών σε αυτά. Με την πάροδο του χρόνου, ορισμένες γλώσσες προγραμματισμού χρειάζονταν ένα συγκεκριμένο πλαίσιο και υποστήριξη για περαιτέρω κωδικοποίηση και ανάπτυξη, κάτι που δεν ήταν δυνατό με τη χρήση αυτών των επεξεργαστών. Ο VI Editor, Sublime Text Editor, είναι ένα από τα πολλά είδη επεξεργαστών που ήρθαν στην επιφάνεια. Ο πιο γνωστός και ο οποίος υποστηρίζει σχεδόν κάθε γλώσσα κωδικοποίησης είναι ο VISUAL STUDIO CODE. Τα χαρακτηριστικά του επιτρέπουν στον χρήστη να τροποποιεί τον επεξεργαστή ανάλογα με τη χρήση, πράγμα που σημαίνει ότι ο χρήστης είναι σε θέση να κατεβάσει τις βιβλιοθήκες από το διαδίκτυο και να τις ενσωματώνει στον κώδικα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του. Το



Visual Studio Code διαθέτει ορισμένα πολύ μοναδικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, Υποστηρίζει πολλαπλές γλώσσες προγραμματισμού. Έτσι, νωρίτερα, οι προγραμματιστές χρειάζονταν Web-Support: έναν διαφορετικό επεξεργαστή για διαφορετικές γλώσσες, αλλά έχει ενσωματωμένη υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών. Αυτό σημαίνει επίσης ότι ανιχνεύει εύκολα αν υπάρχει κάποιο σφάλμα ή διαγλωσσική αναφορά, θα είναι σε θέση να το εντοπίσει εύκολα. Επίσης, μπορεί να ανιχνεύσει αν κάποιο τμήμα κώδικα παραμένει ελλιπές. Επίσης, η σύνταξη κοινών μεταβλητών και οι δηλώσεις μεταβλητών γίνονται αυτόματα. Για παράδειγμα, αν μια συγκεκριμένη μεταβλητή χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα και ο χρήστης έχει ξεχάσει να τη δηλώσει, η IntelliSense θα τη δηλώσει για τον χρήστη. Παραδοσιακά, οι συντάκτες συνήθιζαν να υποστηρίζουν είτε Windows είτε Linux είτε συστήματα Mac. Όμως το Visual Studio Code είναι διαπλατφορμικό. Έτσι, μπορεί να λειτουργήσει και στις τρεις πλατφόρμες. Επίσης, ο κώδικας λειτουργεί και στις τρεις πλατφόρμες- διαφορετικά, οι κώδικες λογισμικού ανοικτού κώδικα και ιδιόκτητου λογισμικού συνήθιζαν να είναι διαφορετικοί. Αν όμως ο χρήστης/προγραμματιστής θέλει να χρησιμοποιήσει τη γλώσσα προγραμματισμού που δεν υποστηρίζεται, τότε μπορεί να κατεβάσει την επέκταση και να τη χρησιμοποιήσει. Και όσον αφορά τις επιδόσεις, η επέκταση δεν επιβραδύνει τον επεξεργαστή, καθώς λειτουργεί ως διαφορετική διαδικασία. Ένα τελευταίο σημαντικό χαρακτηριστικό του είναι πως με τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για τον κώδικα, η ασφαλής και έγκαιρη αποθήκευση είναι εξίσου σημαντική και έχει τη δυνατότητα να συνδέεται με το Git ή μπορεί να συνδεθεί με οποιοδήποτε άλλο αποθετήριο (repository) για την άντληση ή την αποθήκευση των περιπτώσεων.



Εικόνα 2.4.1: Περιβάλλον Visual Studio Code.

## 2.6 Σύνοψη κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό, έγινε ανάλυση και παρουσίαση των κύριων τεχνολογιών, εργαλείων και όρων που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Η ανάλυση αυτή, αφορά τις σημαντικότερες τεχνολογίες που ήταν απαραίτητες τόσο για την εικονική υλοποίηση όσο και για την επιτυχή λειτουργία του έργου. Ειδικότερα, γίνεται μια θεωρητική εισαγωγή, αναφέροντας στην ιστορία των τεχνολογιών αυτών, αλλά και την εξέλιξη που είχαν έως σήμερα.



# Κεφάλαιο 3: Ανάπτυξη Εφαρμογής

---

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται το τεχνικό κομμάτι της εφαρμογής. Αρχικά, στην **ενότητα 3.1** γίνεται μια γενική επισκόπηση της εφαρμογής και παρουσιάζονται τα μνημεία που χρησιμοποιήθηκαν. Στη συνέχεια, στην **ενότητα 3.2** ακολουθεί η περιγραφή των κύριων στοιχείων της εφαρμογής. Κλείνοντας, στην **ενότητα 3.3**, παρουσιάζεται η διαδικασία εξαγωγής της εφαρμογής σε ένα αρχείο της μορφής APK για τη χρήση σε κινητά τηλέφωνα.

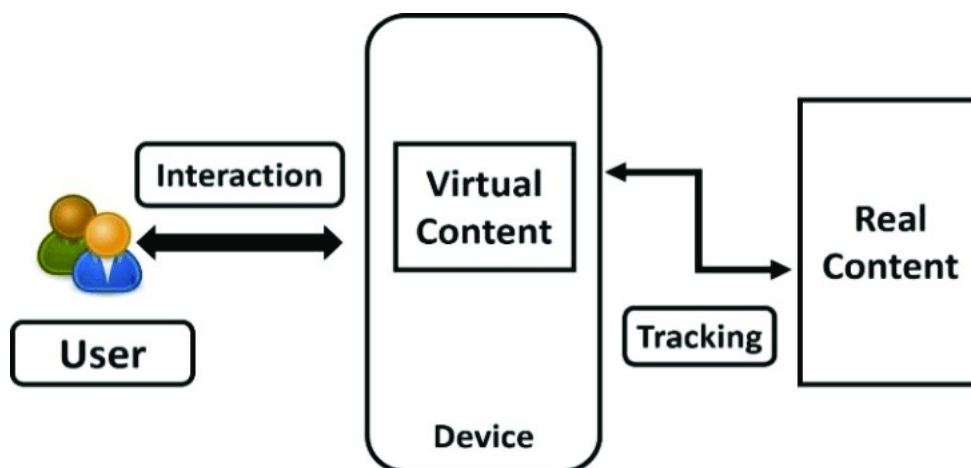
## 3.1 Περιγραφή εφαρμογής

Ο στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάδειξη ορισμένων μνημείων της Ελλάδας, χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες, και πιο συγκεκριμένα την επαυξημένη πραγματικότητα. Επιμέρους στόχοι της εφαρμογής είναι να κεντρίσει το ενδιαφέρον του χρήστη για το εκάστοτε μνημείο αξιοποιώντας οπτικοακουστικό περιεχόμενο, όπως ήχους, βίντεο και animations. Πιστεύουμε ότι με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουμε να αναδείξουμε την αξία των μνημείων και παράλληλα να προσελκύσουμε τουρίστες που θέλουν να μάθουν για την ιστορία τους. Ελπίζουμε ότι με τη χρήση αυτής της εφαρμογής, οι χρήστες θα μπορέσουν: α) να μάθουν για τη διαχρονική και σημαντική σημασία των μνημείων, β) να εξοικειωθούν με τις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας και γ) να δραστηριοποιηθούν ως προς την ανάπτυξη νέους τουρίστες.

### 3.1.1 Γενική επισκόπηση εφαρμογής και σενάρια χρήσης

Η εφαρμογή “AR Monuments” που αναπτύχθηκε αποτελείται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιεί τεχνικές επαυξημένης πραγματικότητας για την ανάδειξη των μνημείων της Ελλάδας. Η επαυξημένη πραγματικότητα, αναφέρεται στο συνδυασμό πραγματικών και εικονικών στοιχείων. Το πραγματικό μέρος (η εικόνα δηλαδή που καταγράφεται από την κάμερα του κινητού τηλεφώνου), συνδυάζεται με την εικονική πραγματικότητα (δηλαδή τα animations και τα digital assets). Το αποτέλεσμα που προκύπτει από αυτόν τον συνδυασμό ονομάζεται επαυξημένη πραγματικότητα (Εικόνα 3.1.1.1). Στην εφαρμογή “AR Monuments”, το πραγματικό μέρος προέρχεται από την κάμερα του κινητού τηλεφώνου και είναι κατά βάση μνημεία και αξιοθέατα της Ελλάδας. Το εικονικό μέρος, είναι βίντεο, animations, ομιλίες (σε γραπτή και ηχητική μορφή). Το τελικό αποτέλεσμα, η επαυξημένη πραγματικότητα, περιέχει μνημεία και αξιοθέατα, εμπλουτισμένα με το οπτικοακουστικό υλικό της εικονικής πραγματικότητας. Η εφαρμογή περιέχει επίσης και στοιχεία που είναι πλήρως εικονικά (δηλαδή χωρίς να

είναι απαραίτητη η τροφοδότηση από την κάμερα του κινητού), όπως το quiz γνώσεων και η σελίδα “Πληροφορίες”.



Εικόνα 3.1.1.1 Συνδιασμός πραγματικού και εικονικού περιεχομένου για τη δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας.

Όπως είναι γνωστό, κατά την ανάπτυξη οποιουδήποτε λογισμικού, είναι σημαντικό να οριστούν από την αρχή τα σενάρια χρήσης του λογισμικού. Στην εφαρμογή “AR Monuments”, αυτά τα σενάρια χρήσης αναφέρονται στις διακριτές ενέργειες που μπορεί να πραγματοποιήσει ο χρήστης μέσω της εφαρμογής. Συνοπτικά, τα κύρια σενάρια χρήσης της εφαρμογής είναι: χρήση της εφαρμογής για επαυξημένη πραγματικότητα στα μνημεία της Ελλάδας, ύπαρξη ψυχαγωγικού παιχνιδιού (quiz γνώσεων) και πληροφόρηση του χρήστη σχετικά με τα μνημεία και τα αξιοθέατα. Η αναλυτική παρουσίαση των προαναφερθέντων σεναρίων χρήσης, συν των συμπληρωματικών σεναρίων χρήσης που είναι απαραίτητα για μια ολοκληρωμένη εφαρμογή, παρουσιάζονται εκτενώς στην ενότητα 3.2.

### 3.1.2 Περιγραφή μνημείων

Στην εφαρμογή “AR Monuments” που αναπτύχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, χρησιμοποιήθηκαν 3 μνημεία τα οποία μπορεί ο χρήστης να σαρώσει με την κάμερα του κινητού του τηλεφώνου και να ξεκινήσει η επαύξηση. Το πρώτο μνημείο που χρησιμοποιήθηκε, αφορά τον **Αριστοτέλη**, τον μεγαλύτερο ίσως αρχαίο Έλληνα φιλόσοφο και επιστήμονα. Το δεύτερο μνημείο, αφορά τον **Πάυλο Μελά**, στρατιωτικό, αξιωματικό πυροβολικού του ελληνικού στρατού και μακεδονομάχο. Τέλος, το τρίτο μνημείο αφορά τον **Γεώργιο Λασσάνη**, ο οποίος ήταν λόγιος, πολιτικός και Φιλικός. Η επιλογή των μνημείων ήταν δύσκολη, κυρίως γιατί ο Ελληνικός πολιτισμός κατακλύζεται από πολλά μνημεία που το καθένα έχει τη δική του ιστορία. Εν τέλει, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν δύο μνημεία σημαντικών Ελλήνων, που να έχουν όμως σχέση με την πόλη της Κοζάνης, καθώς σε αυτήν την πόλη εδρεύει το τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών. Η επιλογή του τρίτου μνημείου, δεν σχετίζεται άμεσα με την πόλη της Κοζάνης, όμως σχετίζεται με τη φιλοσοφία και την επιστήμη, έννοιες άμεσα συνδεδεμένες με το πανεπιστήμιο και την εκπαίδευση.

### 3.1.3 Αριστοτέλης



Εικόνα 3.1.3.1 Άγαλμα του Αριστοτέλη

Ο Αριστοτέλης έζησε στην περιοχή της Αρχαίας Στάγειρας μεταξύ του 384π.Χ και 322π.Χ. Είναι ίσως ο μεγαλύτερος αρχαίος Έλληνας φιλόσοφος και επιστήμονας. Στα δεκαεπτά έτη της ζωής του, εισήλθε στην Ακαδημία του Πλάτωνος, στην αρχαία Αθήνα, όπου και παρέμεινε μέχρι το τριακοστό έβδομο έτος της ζωής του. Εκεί συνδέθηκε τόσο με τον ίδιο τον Πλάτωνα όσο και με τον Εύδοξο, τον Ξενοκράτη και άλλους στοχαστές. Οι δουλειές του και το έργο που έχει επιτελέσει αναφέρεται σε μια σειρά επιστημων, όπως της φυσικής, της βιολογίας, της ζωολογίας, της μεταφυσικής, της λογικής, της ηθικής, της ποίησης, του κεάτρου, της μουσικής, της ρητορικής και της πολιτικής. Αυτά τα έργα συνιστούν το πρώτο ολοκληρωμένο σύστημα στη Δυτική Φιλοσοφία. Η περίοδος της ωριμότητας αρχίζει με τις βιολογικές έρευνες και τα συμπεράσματά του είναι η πρώτη συστηματοποίηση των βιολογικών φαινομένων στην Ευρώπη. Η σκέψη και οι διδασκαλίες του Αριστοτέλη, που συνοπτικά περιγράφονται με τον όρο Αριστοτελισμός, επηρέασαν για αιώνες τη φιλοσοφική, θεολογική και επιστημονική σκέψη έως και τον ύστερο Μεσαίωνα.

### 3.1.4 Παύλος Μελάς



Εικόνα 3.1.4.1 Ο Παύλος Μελάς

Ο Παύλος Μελάς έζησε στο διάστημα 29-Μαρτίου-1870 και 13-Οκτωβρίου-1904. Παρόλο που ο Μελάς ήρθε στον κόσμο στην περιοχή της Μασσαλίας, το έτος 1870, τα μέλη της οικογένειας του εγκαταστάθηκαν στην Αθήνα λίγα χρόνια αργότερα. Ήταν γιος του μεγαλέμπορου Μιχαήλ Μελά, που του εμφύσησε το όραμα της Μεγάλης Ιδέας. Φοίτησε στη Σχολή Ευελπίδων και παντρεύτηκε τη Ναταλία Δραγούμη, κόρη του πολιτικού Στέφανου Δραγούμη, με την οποία απέκτησε δύο παιδιά. Ήταν ένας από τους αξιωματικούς που το 1894, λίγο καιρό αφότου επέδραμαν στα γραφεία της εφημερίδας Ακρόπολις, συνέστησαν την Εθνική Εταιρεία, μια αλυτρωτική οργάνωση, της οποίας ήταν δραστήριο μέλος. Ως μέλος της Εθνικής Εταιρείας συμμετείχε στη διοργάνωση της εισβολής στην Οθωμανική Αυτοκρατορία Ελλήνων ατάκτων που προκάλεσε τον ελληνοτουρκικό πόλεμο του 1897, ο οποίος έληξε με συντριπτική ήττα της Ελλάδας και βύθισε το Μιχαήλ Μελά σε θανάσιμη θλίψη.

Αν και η αντάρτικη δράση του Μελά στη Μακεδονία δεν είχε σημαντικά άμεσα αποτελέσματα, ο θάνατός του γνωστού μεγαλοαστού αξιωματικού ως άτακτου «κλέφτη»-ελευθερωτή συγκλόνισε την ελληνική κοινή γνώμη και έστρεψε την προσοχή της στο Μακεδονικό Αγώνα, ως το θρυλικό σύμβολο του οποίου και καθιερώθηκε. Η μορφή του συνδέθηκε με την εθνικοφροσύνη των μέσων του 20ου αιώνα και αναπλάστηκε σε πεζογραφήματα κυρίως των οικείων του και στον κινηματογράφο. Στην Ελλάδα τιμάται ως ήρωας, συνδεδεμένος με την ελληνικότητα της Μακεδονίας, και το όνομά του έχει δοθεί στο χωριό της Καστοριάς όπου σκοτώθηκε και σε ένα δήμο στη Θεσσαλονίκη.

Στην Κοζάνη, υπάρχει δρόμος και πλατεία στο κεντρικό σημείο της πόλης που έχουν ονομαστεί προς τιμήν του. Στην πλατεία Παύλου Μελά, βρίσκεται επίσης και το άγαλμα του Παύλου Μελά.

### 3.1.5 Γεώργιος Λασσάνης



Εικόνα 3.1.5.1 Ο Γεώργιος Λασσάνης

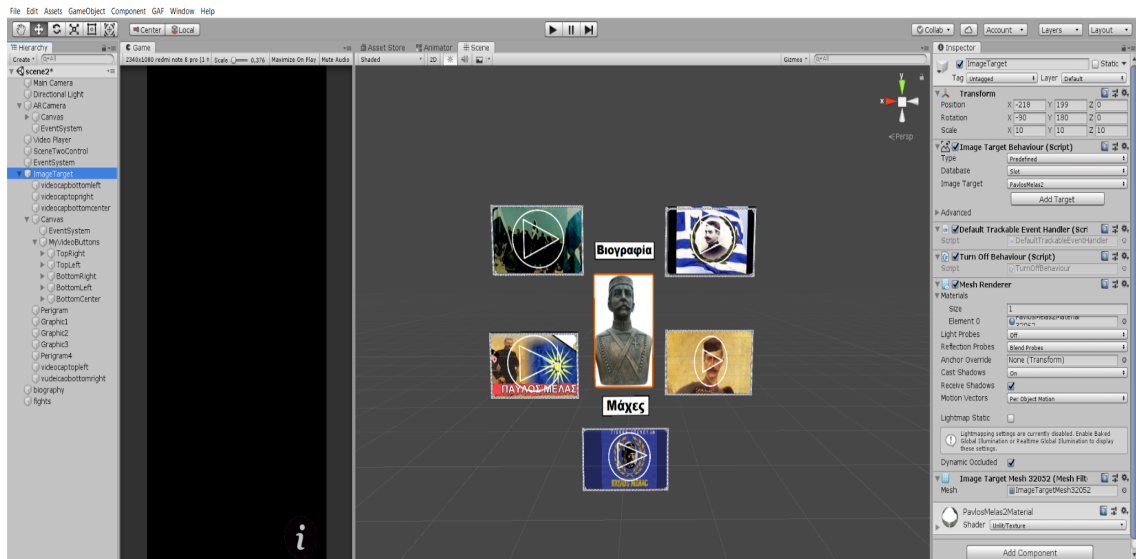
Ο Γεωργιος Λασσάνης έζησε στην περιοχή της Κοζάνης το έτος 1793 έως το 1870. Πρόκειται για Έλληνα λόγιο και πολιτικό, με καταγωγή την πόλη της Κοζάνης. Ήταν από τους λίγους της εποχής που ανέπτυξε τη δραστηριότητα του συγγραφέα, δραματουργού και δασκάλου, ενώ παράλληλα συμμετείχε στην επανάσταση του 1821 στην Περιοχή της Μολδοβλαχίας με την ιδιότητα του Ιερολοχίτη και μέλος του στενού περιβάλλοντος του Αλεξανδρου Υψηλάντη. Ήταν ένας Φιλικός, και την περίοδο του 1828 έως 1829 συμμετείχε σε μια πληθώρα μαχών του Αγώνα στην Αττική. Μετά την ίδρυση του Ελληνικού κράτους κατέλαβε υψηλά αξιώματα, μεταξύ άλλων εκείνο του υπουργού οικονομικών.

Η πόλη της Κοζάνης τιμά ιδιαίτερα τον Γεώργιο Λασσάνη, καθώς έχει ονομάσει μια από τις κεντρικές τις πλατείες προς τιμήν του Γεώργιου Λασσάνη, “πλατεία Λασσάνης”.

## 3.2 Ανάπτυξη εφαρμογής

Σε αυτήν την ενότητα, γίνεται εκτενής αναφορά των σεναρίων χρήσης της εφαρμογής “AR Monuments”, περιγράφονται αναλυτικά όλες οι λειτουργίες της εφαρμογής και δίνονται στιγμιότυπα οθόνης (screenshots) από τις λειτουργίες. Παρουσιάζονται επίσης ορισμένα σημαντικά σημεία κώδικα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση της εφαρμογής. Η διαδικασία ορισμού του στόχου χρησιμοποιώντας το Vuforia, και η ενσωμάτωσή του στο Unity περιγράφεται αναλυτικά στο Παράρτημα.





Εικόνα 3.2.1 Στιγμιότυπο οθόνης από την εφαρμογή στο περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού Unity

### 3.2.1 Αρχικό μενού

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, εμφανίζεται στην οθόνη το εικονίδιο (logo) της εφαρμογής και το κεντρικό μενού της εφαρμογής, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης για να πλοηγηθεί στις επιμέρους λειτουργίες της εφαρμογής. Το μενού περιλαμβάνει τις παρακάτω επιλογές:

- Σάρωση μνημείου

Όταν ο χρήστης επιλέγει αυτή την λειτουργία, ο χρήστης μεταβαίνει στην κύρια σκηνή της εφαρμογής, κατά την οποία ανοίγει η κάμερα του κινητού τηλεφώνου, και ο χρήστης πρέπει να σαρώσει με αυτήν ένα από τα υποστηριζόμενα μνημεία. Προτού ανοίξει η κάμερα, εμφανίζεται στην οθόνη ένα σύντομο μήνυμα με τις οδηγίες λειτουργίας της κάμερας και της σάρωσης.

- Πληροφορίες μνημείων

Επιλέγοντας αυτή τη λειτουργία, εμφανίζεται στην οθόνη ένα υπομενού, το οποίο περιλαμβάνει τα τρία μνημεία που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα από αυτά τα μνημεία, για να μεταβεί σε μια άλλη σκηνή (μια για κάθε μνημείο), όπου μπορεί να διαβάσει και να ενημερωθεί για αυτά.

- Quiz γνώσεων

Αυτή η λειτουργία, ανοίγει μια νέα σκηνή, στην οποία έχει υλοποιηθεί το ψυχαγωγικό quiz γνώσεων της εφαρμογής.

- Έξοδος  
Αυτή η λειτουργία κλείνει την εφαρμογή.

Το αρχικό μενού συνολικά αποτελείται από 1 σκηνή (Unity scene), και περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

- UI Canvas
- UI Text
- UI Image
- UI Button

Στην εικόνα 3.2.1.1 βλέπουμε οπτικά το κεντρικό μενού της εφαρμογής.



Εικόνα 3.2.1.1 Αρχικό μενού της εφαρμογής “AR Monuments”

### 3.2.2 Σάρωση μνημείου

Η σάρωση μνημείου, αποτελεί την κύρια σκηνή της εφαρμογής. Σε αυτή τη σκηνή, ανοίγει η κάμερα του κινητού τηλεφώνου και ο χρήστης σαρώνει τον στόχο, δηλαδή το μνημείο. Όταν βρεθεί το μνημείο, εμπλουτίζεται η πραγματικότητα (βίντεο κάμερας) με την εικονική πραγματικότητα (οπτικοακουστικό υλικό) για τη δημιουργία της επαυξημένης πραγματικότητας. Η σκηνή της σάρωσης του μνημείου περιλαμβάνει τους στόχους των μνημείων (vuforia image targets), και για κάθε στόχο περιλαμβάνονται:

- UI Text
- UI Canvas
- UI Buttons
- UI Videos
- Animations

Για κάθε μνημείο, επιλέχθηκε μια εικόνα ως εικόνα στόχου (image target). Όταν το Vuforia εντοπίσει τη συγκεκριμένη εικόνα καθώς ο χρήστης στρέφει την κάμερα του κινητού του προς το μνημείο, το Vuforia γνωρίζει τις συντεταγμένες του μνημείου στο χώρο, και μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία της επαύξησης. Οι λεπτομέρειες αυτής της διαδικασίας είναι εκτός του πλαισίου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Αξίζει να σημειωθεί, πως για την σωστή ανίχνευση του στόχου από το Vuforia, πρέπει ο στόχος να έχει όσο το δυνατόν καλύτερη ανάλυση και να μην υπάρχει τίποτα άλλο πέρα από το μνημείο στην εικόνα, όπως για παράδειγμα άνθρωποι, αυτοκίνητα ή άλλα αντικείμενα στο παρασκήνιο. Αν χρησιμοποιήσουμε εικόνα που περιέχει άλλα αντικείμενα μέσα εκτός από το μνημείο, το Vuforia θα θεωρήσει πως είναι και αυτά μέρος του στόχου, οπότε όταν προσπαθήσουμε να ανιχνεύσουμε τον στόχο, αν δεν υπάρχουν αυτά, το Vuforia δεν θα μπορέσει να ανιχνεύσει τον στόχο. Οι εικόνες που των μνημείων που χρησιμοποιήθηκαν, εν τέλει, είναι εικόνες υψηλής ανάλυσης, και έχουν επεξεργαστεί κατάλληλα ώστε να αφαιρεθεί το παρασκήνιο (background) και άλλα αντικείμενα που δεν είναι σχετικά με το εκάστοτε μνημείο. Παρακάτω, φαίνονται οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν ως εικόνες στόχου (Εικόνα XX, XX, XX):

#### 3.2.2.1 Ενσωμάτωση γραφικών στον στόχο

Περιμετρικά του image target, έχουν τοποθετηθεί γραφικά, όπως εικόνες, βίντεο και animations. Πιο συγκεκριμένα, έχουν ενσωματωθεί τρισδιάστατα γραφικά και εικόνες, περιμετρικά του βίντεο, για να αυξήσουν το αισθητικό αποτέλεσμα της επαύξησης.

Ένα παράδειγμα του οπτικοακουστικού υλικού που περιέχεται στην εφαρμογή, είναι τα βίντεο περιμετρικά του στόχου. Μπορεί για παράδειγμα ο χρήστης να επιλέξει ένα από αυτά τα βίντεο, και να δει ένα βίντεο - ντοκιμαντέρ σχετικά με το μνημείο. Η οθόνη του βίντεο μπορεί να φανεί οπτικά στην εικόνα 3.2.2.1.1



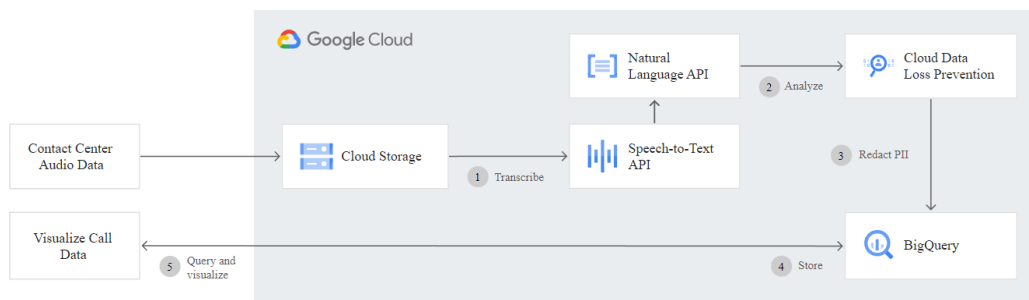
Εικόνα 3.2.2.1.2 Σκηνή αναπαραγωγής βίντεο

### 3.2.2.2 Ενσωμάτωση κουμπιών πληροφόρησης

Μικρογραφίες βίντεο που μπορεί ο χρήστης να επιλέξει και για να δει το βίντεο. Οι μικρογραφίες αυτές έχουν ενσωματωμένο click event που εκτελείται όταν ο χρήστης πατήσει πάνω τους. Ο κώδικας που βρίσκεται μέσα, πραγματοποιεί πλοήγηση στην σκηνή αναπαραγωγής βίντεο, με παράμετρο το ID του βίντεο.

### 3.2.2.3 Αναπαραγωγή ήχου χρησιμοποιώντας το Google TTS API

Στη σκηνή του στόχου, έχει ενσωματωθεί ήχος στο παρασκήνιο, που αναπαράγεται καθώς εντοπίζεται ο στόχος. Ο ήχος που έχει επιλεγθεί, είναι μουσική που έχει ως στόχο να μεταφέρει συναισθήματα στο χρήστη και να τον βάλει στο κλίμα των αρχαίων χρόνων. Σε ορισμένα σημεία μέσα στην εφαρμογή, έχει ενσωματωθεί η λειτουργία αυτόματου διαβάσματος του κειμένου, χρησιμοποιώντας το Google TTS API. Αυτή η λειτουργία, επιτρέπει την εισαγωγή κειμένου ως input, και την εξαγωγή του ηχητικού αρχείου. Οι λεπτομέρειες αυτής της λειτουργίας είναι εκτός του πλαισίου τις παρούσας διπλωματικής εργασίας, και δεν θα αναλυθούν περεταίρω. Μια σύντομη γραφική αναπαράσταση, ωστόσο, φαίνεται στην εικόνα 3.3.2.3.1 που ακολουθεί:



Εικόνα 3.2.3.1 Γραφική αναπαράσταση της λειτουργίας Google Text To Speech (TTS)

### 3.2.3 Quiz αξιολόγησης

Το quiz γνώσεων περιλαμβάνει συνολικά 10 ερωτήσεις σχετικά με τα μνημεία που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή. Αν ο χρήστης που θα παίξει στο quiz καταφέρει και πετύχει ποσοστό επιτυχίας άνω του 80% (δηλαδή 8 σωστές ερωτήσεις τουλάχιστον), τότε εμφανίζεται ένα μήνυμα (εμπλουτισμένο με οπτικοακουστικό υλικό) που συγχαίρει τον χρήστη για το ποσοστό επιτυχίας. Αν ο χρήστης πετύχει χαμηλό ποσοστό επιτυχίας, εμφανίζεται αντίστοιχο μήνυμα λάθους. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα στιγμιότυπο οθόνης από το quiz.

### 3.2.4 Πληροφορίες μνημείων

Το τελευταίο σενάριο χρήσης που έχει ενσωματωθεί στην εφαρμογή, είναι αυτό της σελίδας πληροφοριών μνημείων. Πιο συγκεκριμένα, έχει ενσωματωθεί μια σελίδα που περιλαμβάνει πληροφορίες, εικόνες και ηχητικό υλικό σχετικό με τα μνημεία. Ο λόγος ύπαρξης αυτής της σελίδας, είναι για να μπορεί ο χρήστης να πληροφορηθεί σχετικά με τα μνημεία προτού τα επισκεφθεί, και να μπορεί να εμπλουτίσει τις γνώσεις του, εφόσον το επιθυμεί. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί πως αν ο χρήστης κατά την ολοκλήρωση του quiz γνώσεων πετύχει ποσοστό επιτυχίας μικρότερο του 80%, θα του προταθεί να μεταβεί στη σελίδα πληροφοριών, ώστε να ενημερωθεί και να καλύψει τα κενά του σχετικά με τα μνημεία. Οι πληροφορίες των μνημείων, αποτελούνται από αρκετά panels στο project του Unity. Ενδεδεικτικά, στην εικόνα 3.2.4.1 και στην εικόνα 3.2.4.2 βλέπουμε δύο από αυτά τα panels.

Ο ΠΑΥΛΟΣ ΜΕΛΑΣ



Ο Παύλος Μελάς (Μασσαλία, 29 Μαρτίου 1870 – Στάτιτσα (σημ. Μελάς Καστοριάς), 13 Οκτωβρίου 1904) ήταν Έλληνας στρατιωτικός, αξιωματικός πυροβολικού του ελληνικού στρατού και μακεδονομάχος.

Γεννήθηκε στη Μασσαλία το 1870, αλλά η οικογένειά του εγκαταστάθηκε στην Αθήνα τέσσερα χρόνια αργότερα. Ήταν γιος του μεγαλέμπορου Μιχαήλ Μελά, που του εμφύσησε το όραμα της Μεγάλης Ιδέας. Φοίτησε στη Σχολή Ευελπίδων και παντρεύτηκε τη Ναταλία Δραγούμη, κόρη του πολιτικού Στέφανου Δραγούμη, με την οποία απέκτησε δύο παιδιά.

Εικόνα 3.2.4.1 Σελίδα πληροφοριών σχετικά με τον Παύλο Μελά #1

## Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΤΟΥ ΠΑΥΛΟΥ ΜΕΛΑ



Σύζυγος - Ναταλία Δραγούμη Τέκνα  
- Μιχαήλ Π. Μελάς Ζωή Μελά  
Πατέρας - Μιχαήλ Μελάς  
Αδέλφια - Κωνσταντίνος Μελάς,  
Λέων Μ. Μελάς, Βασίλειος Μ. Μελάς,  
Γεώργιος Μελάς, Άννα Μελά-  
Παπαδοπούλου



**Εικόνα 3.2.4.2 Σελίδα πληροφοριών σχετικά με τον Παύλο Μελά #2**

Όπως αναφέρθηκε ήδη, κάθε μνημείο περιλαμβάνει αρκετές σελίδες πληροφοριών (panels). Για την εναλλαγή από ένα panel στο άλλο, ο χρήστης χρησιμοποιεί το δάχτυλο του και κάνει swipe στον οριζόντιο άξονα. Για την εναλλαγή μεταξύ των panels, έχει αναπτυχθεί κώδικας C# ο οποίος υλοποιεί το ομαλό σύρσιμο (smooth scrolling). Ο συγκεκριμένος κώδικας παρουσιάζεται στην εικόνα 3.2.4.2.



```

27 public void OnDrag(PointerEventData data)
28 {
29     float difference = data.pressPosition.x - data.position.x;
30     transform.position = panelLocation - new Vector3(difference, 0, 0);
31 }
32 1 reference
33 public void OnEndDrag(PointerEventData data)
34 {
35     float percentage = (data.pressPosition.x - data.position.x) / Screen.width;
36     if (Mathf.Abs(percentage) >= percentThreshold)
37     {
38         Vector3 newLocation = panelLocation;
39         if (percentage > 0 && currentPage < totalPages)
40         {
41             currentPage++;
42             newLocation += new Vector3(-Screen.width, 0, 0);
43         }
44         else if (percentage < 0 && currentPage > 1)
45         {
46             currentPage--;
47             newLocation += new Vector3(Screen.width, 0, 0);
48         }
49         StartCoroutine(SmoothMove(transform.position, newLocation, easing));
50         panelLocation = newLocation;
51     }
52     else
53     {
54         StartCoroutine(SmoothMove(transform.position, panelLocation, easing));
55     }
56 }
57 2 references
58 IEnumerator SmoothMove(Vector3 startpos, Vector3 endpos, float seconds)
59 {
60     float t = 0f;
61     while (t <= 1.0)
62     {
63         t += Time.deltaTime / seconds;
64         transform.position = Vector3.Lerp(startpos, endpos, Mathf.SmoothStep(0f, 1f, t));
65         yield return null;
66     }
67 }

```

**Εικόνα 3.2.4.2 Κώδικας υλοποίησης smooth scrolling μεταξύ των panels**

Τέλος, για την σωστή εμφάνιση των panels σε οθόνες διαφορετικού μεγέθους, ανάλυσης και αναλογία απεικόνισης (aspect ratio), έχει αναπτυχθεί το σενάριο (script) της εικόνας 3.2.4.3. Το συγκεκριμένο script, εντοπίζει τον λόγο παραμόρφωσης της οθόνης λόγω του διαφορετικού aspect ratio από την ανάλυση αναφοράς (reference resolution), και πραγματοποιώντας μια μαθηματική εξίσωση ανα μεγεθύνει την οθόνη και τα στοιχεία που περιέχει.

```

7 public class InitPan : MonoBehaviour
8 {
9     public int panelnumber;
10    //RectTransform mypan;
11    private Vector3 panelLocation;
12    public Canvas EscCan;
13
14    // Start is called before the first frame update
15    0 references
16    void Start()
17    {
18        panelLocation = transform.position;
19        MoveToPositionA();
20    }
21    1 reference
22    public void MoveToPositionA()
23    {
24        float sfs = EscCan.scaleFactor;
25        float finalscale = 1 / sfs;
26        panelLocation = GetComponent<RectTransform>().anchoredPosition = new Vector3(Screen.width * panelnumber * finalscale, 0, 0);
27    }
28 }

```

**Εικόνα 3.2.4.3 Κώδικας διόρθωσης των στοιχείων της οθόνης λόγω διαφορετικής ανάλυσης και αναλογίας απεικόνισης.**



# Κεφάλαιο 4: Αξιολόγηση της εφαρμογής

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά για την αξιολόγηση της εφαρμογής. Αρχικά, αξιολογήθηκε η διαδικασία της εγκατάστασης της εφαρμογής σε κινητά τηλέφωνα Android διαφορετικών χαρακτηριστικών. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της εφαρμογής χρησιμοποιώντας εκτυπωμένες φωτογραφίες των μνημείων, και τέλος, σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Η πλήρης αξιολόγηση της εφαρμογής θα απαιτούσε την συνεχή πρόσβαση σε πραγματικά αγάλματα των μνημείων, κάτι που ήταν αδύνατο κατά τη διάρκεια της πανδημίας του 2021.

## 4.1 Εγκατάσταση και δοκιμή εφαρμογής APK σε κινητά τηλέφωνα διαφορετικών χαρακτηριστικών

Η εφαρμογή αρχικά εγκαταστάθηκε σε κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιούν έκδοση Android 6.0, έπειτα σε κινητά τηλέφωνα με έκδοση Android 9.0 και τέλος σε κινητά τηλέφωνα με έκδοση Android 11. Μετρήθηκε ο χρόνος που απαιτήθηκε για την εγκατάσταση, καθώς και ο χρόνος που απαιτήθηκε για την εκκίνηση της εφαρμογής. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4.1.1) βλέπουμε τις μετρήσεις που λήφθηκαν σε διαφορετικά έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Για τους μέσους όρους, η διαδικασία επαναλήφθηκε 10 φορές στην κάθε συσκευή.

Όνομα συσκευής	Xiaomi Redmi Note 4X	Redmi Note 8 Pro	Samsung Galaxy S20+
Έκδοση Android	6.0	9.0	11.0
Πυρήνες	Octa-core 2.0 GHz Cortex-A53	Octa-core (2x2.05 GHz Cortex-A76 & 6x2.0 GHz Cortex-A55)	Octa-core (2x2.73 GHz Mongoose M5 & 2x2.50 GHz Cortex-A76 & 4x2.0 GHz Cortex-A55)
Μνήμη	3 GB	4 GB	8 GB
Χρόνος εγκατάστασης (δευτερόλεπτα)	11.5	8.7	5.2
Χρόνος εκκίνησης	4.2	3.6	2.8

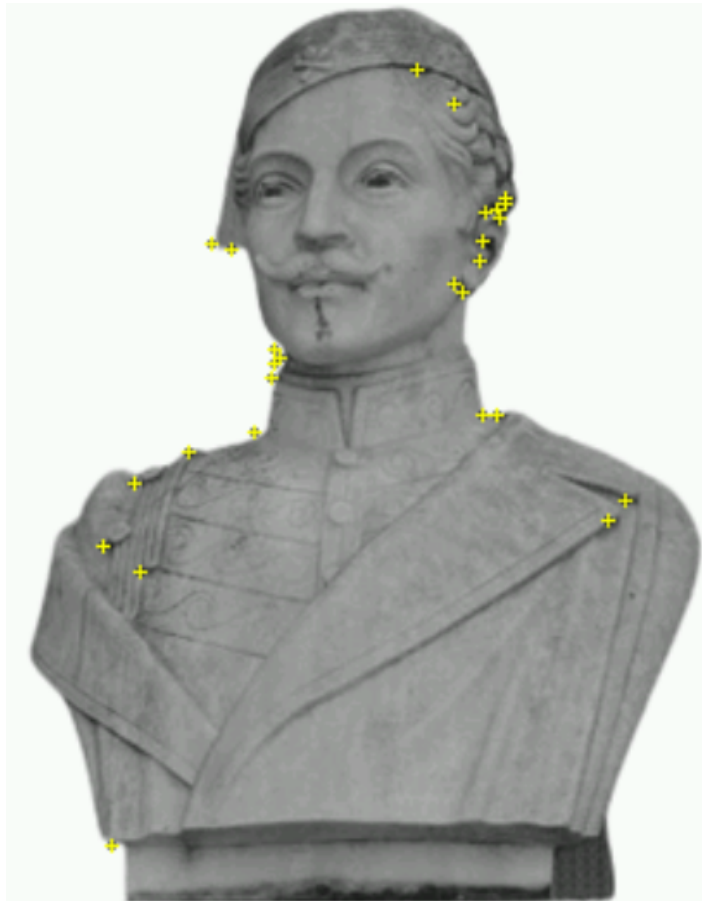
Μέση τιμή FPS (Frames Per Second)	36	50	120
Ελάχιστη τιμή FPS 97%	27	46	101
Συνολική αίσθηση της εφαρμογής στον χρήστη	Μέτρια - Αποδεκτή	Πολύ καλή	Άριστη

Πίνακας 4.1.1 Μετρήσεις πειραματικής διαδικασίας

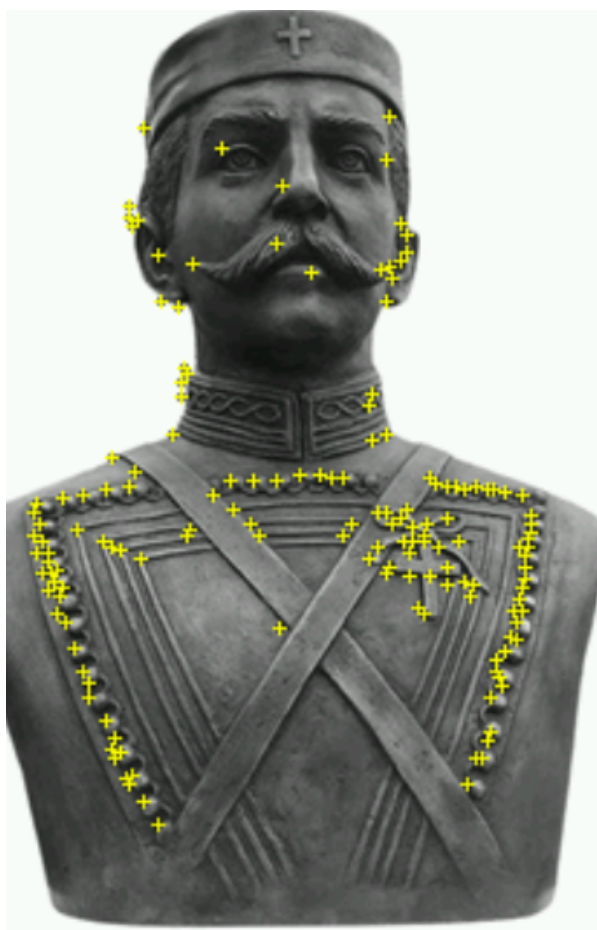
## 4.2 Δοκιμή εφαρμογής χρησιμοποιώντας εκτυπωμένες φωτογραφίες

Όπως αναφέρθηκε ήδη, λόγω των δυσμενών συνθηκών της πανδημίας, η αποσφαλμάτωση της εφαρμογής και ο έλεγχος ορθής λειτουργίας σε πραγματικά μνημεία ήταν αδύνατα. Ωστόσο, η εφαρμογή πιστοποιήθηκε πως δουλεύει ορθά χρησιμοποιώντας εκτυπωμένες φωτογραφίες μνημείων. Αν έπρεπε με λίγα λόγια να περιγράψουμε το πόρισμα των πειραμάτων, θα λέγαμε πως τα περισσότερα πειράματα που διενεργήθηκαν στεφθηκαν με επιτυχία. Υπήρξαν ορισμένα προβλήματα, κάποια από τα οποία αντιμετωπίστηκαν με επιτυχία, και ορισμένα προβλήματα τα οποία παραμένουν ακόμα.

Ένα από τα δύο μνημεία του Παύλου Μελά και το μνημείο του Γεωργίου Λασάνη, παρουσίαζαν προβλήματα κατά τον εντοπισμό. Αυτά τα προβλήματα επιδεινώθηκαν όταν η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Αυτό, συμβαίνει διότι οι εικόνες των αγαλμάτων (και κατ'επέκταση τα ίδια τα αγάλματα) δεν έχουν αρκετά έντονα χαρακτηριστικά (patterns), ώστε να μπορούν να εντοπιστούν εύκολα από το Vuuforia. Αυτό, μπορούμε να το διαπιστώσουμε εύκολα από την ίδια την πλατφόρμα το Vuuforia. Ας δούμε για παράδειγμα δύο εικόνες στόχου, μια (καλή φωτογραφία) από το μνημείο του Παύλου Μελά (Εικόνα 4.2.1), και την (κακή) φωτογραφία του Γεωργίου Λασάνη (Εικόνα 4.2.2).



**Εικόνα 4.2.1 Σημεία εντοπισμού για το άγαλμα του Γεωργίου Λασσάνη**



**Εικόνα 4.2.2 Σημεία εντοπισμού για το άγαλμα του Παύλου Μελά**

Συγκρίνοντας τις δύο εικόνες, είναι εμφανές πως το άγαλμα του Παύλου Μελά έχει περισσότερα διακριτά και μοναδικά σημεία εντοπισμού (patterns) σε σχέση με το άγαλμα του Γεωργίου Λασσάνη. Αυτός είναι και ο λόγος που το άγαλμα του Γεωργίου Λασσάνη δυσλειτούργησε περισσότερο κατά την πειραματική διαδικασία. Η κατάσταση θα μπορούσε να βελτιωθεί, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθούν τα σημεία εντοπισμού, χρησιμοποιώντας καλύτερη φωτογραφία για το άγαλμα. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει πως θα εξαλειφθεί τελείως το πρόβλημα, καθώς αν το ίδιο το άγαλμα έχει ελάχιστα διακριτά σημεία, όσο καλή φωτογραφία και να χρησιμοποιήσουμε, πάλι τα σημεία θα είναι λίγα.



# Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

---

## 5.1 Σύνοψη εργασίας

Στη παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύχθηκε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για τον τουρισμό χρησιμοποιώντας το Unity και το Vuforia. Στόχος της εργασίας είναι να εκμεταλλευτεί αυτήν την συνεχή και αδιάκοπη πρόσβαση ενός ταξιδιώτη σε ένα έξυπνο κινητό τηλέφωνο, και να του προσφέρει μια μοναδική διαδραστική και ψυχαγωγική εμπειρία. Πιο συγκεκριμένα, στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για τον τουρισμό, όπου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει σε συγκεκριμένα μνημεία, για να διασκεδάσει, να μάθει και να επεκτείνει τους ορίζοντές του. Η εφαρμογή δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί την κάμερα του έξυπνου κινητού τηλεφώνου, και μέσω της επαύξεσης να αποκτά πληροφορίες σχετικά με το εκάστοτε μνημείο. Η εφαρμογή αξιολογήθηκε πειραματικά σε 3 διαφορετικά κινητά τηλέφωνα λειτουργικού συστήματος Android, όπου το κάθε ένα είχε διαφορετικά χαρακτηριστικά, έτος κατασκευής και έκδοση λειτουργικού συστήματος. Η εφαρμογή δούλεψε απροβλημάτιστα σε όλες τις συσκευές. Κατά την πειραματική διαδικασία, ήρθαν στην επιφάνεια ορισμένα προβλήματα (εντοπισμού στόχου), τα οποία όμως δεν σχετίζονται άμεσα με την εφαρμογή αλλά με τα μνημεία - αγάλματα που χρησιμοποιήθηκαν. Στις μελλοντικές εκδόσεις της εφαρμογής, το αντίκτυπο αυτών των προβλημάτων θα ελαχιστοποιηθεί στο μέτρο του δυνατού.

## 5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Τα περιθώρια επέκτασης της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι πάρα πολλά. Η εφαρμογή θα μπορούσε να επεκταθεί τόσο ως προς τις λειτουργίες που παρέχει, όσο και ως προς το πλήθος των μνημείων που περιλαμβάνει. Θα αναφέρουμε συνοπτικά μερικές από τις προοπτικές μελλοντικής εξέλιξης της εφαρμογής:

- **Επέκταση υποστηριζόμενων μνημείων**

Η εφαρμογή θα μπορούσε να επεκταθεί υποστηρίζοντας περισσότερα μνημεία. Η Ελλάδα είναι μια χώρα με πλούσια ιστορία και αμέτρητα μνημεία. Το κάθε μνημείο κουβαλάει τη δική του ιστορία. Θα μπορούσαν λοιπόν να ενσωματωθούν περισσότερα μνημεία. Η ενσωμάτωση πολλών μνημείων, βέβαια, κρύβει τον κίνδυνο της αύξησης μεγέθους της εφαρμογής. Ωστόσο, αυτό είναι ένα πρόβλημα που συνεχώς μειώνεται η βαρύτητά του, καθώς οι δυνατότητες αποθηκευτικού χώρου των σύγχρονων έξυπνων κινητών τηλεφώνων αυξάνονται συνεχώς.



- **Χρήση στόχων τρισδιάστατων μοντέλων**

Η εφαρμογή θα μπορούσε να επεκταθεί ως προς το πως υλοποιούνται οι στόχοι. Αντι για στόχους εικόνων, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τρισδιάστατα μοντέλα των αγαλμάτων. Αυτό θα δώσει τη δυνατότητα να υφίσταται επαύξηση 360 μοιρών, κάτι που αυτή τη στιγμή δεν είναι δυνατό.

- **Ενσωμάτωση άλλων διαδραστικών ψυχαγωγικών λειτουργιών**

Θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στην εφαρμογή περισσότερα quiz και μικρό-παιχνίδια (για παράδειγμα παιχνίδια “βρες τη διαφορά” και κρεμάλα) σχετικά με εικόνες μνημείων.

- **Δημιουργία τρισδιάστατων animation και γραφικών, προσαρμοσμένα για κάθε μνημείο**

- **Επικοινωνία με αρμόδιους φορείς για τη συνεισφορά και προώθηση της εφαρμογής**

Αυτή η μελλοντική επέκταση δεν αφορά την εφαρμογή καθαυτή, ωστόσο θα βοηθούσε αρκετά στο να αναπτυχθεί γρηγορότερα και να γίνει γνωστή. Θα μπορούσε για παράδειγμα ο Δήμος Κοζάνης να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της εφαρμογής με μνημεία της περιοχής, δημιουργώντας οπτικοακουστικό υλικό, ή ακόμα και προγραμματιστικά, και στη συνέχεια να βοηθήσει στην προώθηση της εφαρμογής μέσω διοργάνωσης ημερίδων, επικοινωνίας με σχολείων του Δήμου και πολλές άλλες παρόμοιες ενέργειες. Κάτι τέτοιο θα βοηθούσε στην αύξηση της δημοφιλίας της εφαρμογής, και θα έφερνε το νεανικό κοινό (και όχι μόνο) πιο κοντά με τον αρχαίο πολιτισμό και τις νέες τεχνολογίες.



# ***Παράρτημα: Εγγραφή και δημιουργία στόχου στο Vuforia***

---

Στην ενότητα του παραρτήματος, παρουσιάζονται βήμα-βήμα οι ενέργειες που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός λογαριασμού στο Vuforia, τη δημιουργία ενός στόχου, και την εισαγωγή του στόχου στο Unity. Τέλος, παρουσιάζονται οι ρυθμίσεις και οι επιλογές για τη σωστή εξαγωγή της εφαρμογής σε εκτελέσιμο της μορφής APK.

## **Π.1 Δημιουργία Λογαριασμού Vuforia**

Σε αυτήν την ενότητα θα δούμε βήμα-βήμα τη διαδικασία εγγραφής νέου λογαριασμού στο Vuforia. Όπως αναφέρθηκε ήδη, το Vuforia, όπως και το Unity διατίθενται δωρεάν (με ορισμένους περιορισμούς), επομένως η δημιουργία ενός νέου λογαριασμού δεν απαιτεί την πληρωμή ή την εγγραφή σε κάποια συνδρομητική υπηρεσία. Για να ξεκινήσουμε την εγγραφή, πρέπει να ανοίξουμε την κεντρική ιστοσελίδα του Vuforia και να μεταβούμε στην επιλογή “Register new account”<sup>1</sup>.

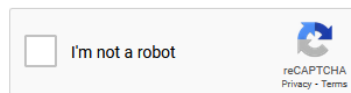
---

<sup>1</sup> <https://developer.vuforia.com/vui/auth/register>

## Register for a Vuforia Developer Account

With an account you can download development tools, get license keys, and participate in the Vuforia community.

First Name *	Last Name *
Company *	Select Country of Residence * ▾
Email Address * ⓘ	Username * ⓘ
Password *	Confirm Password *

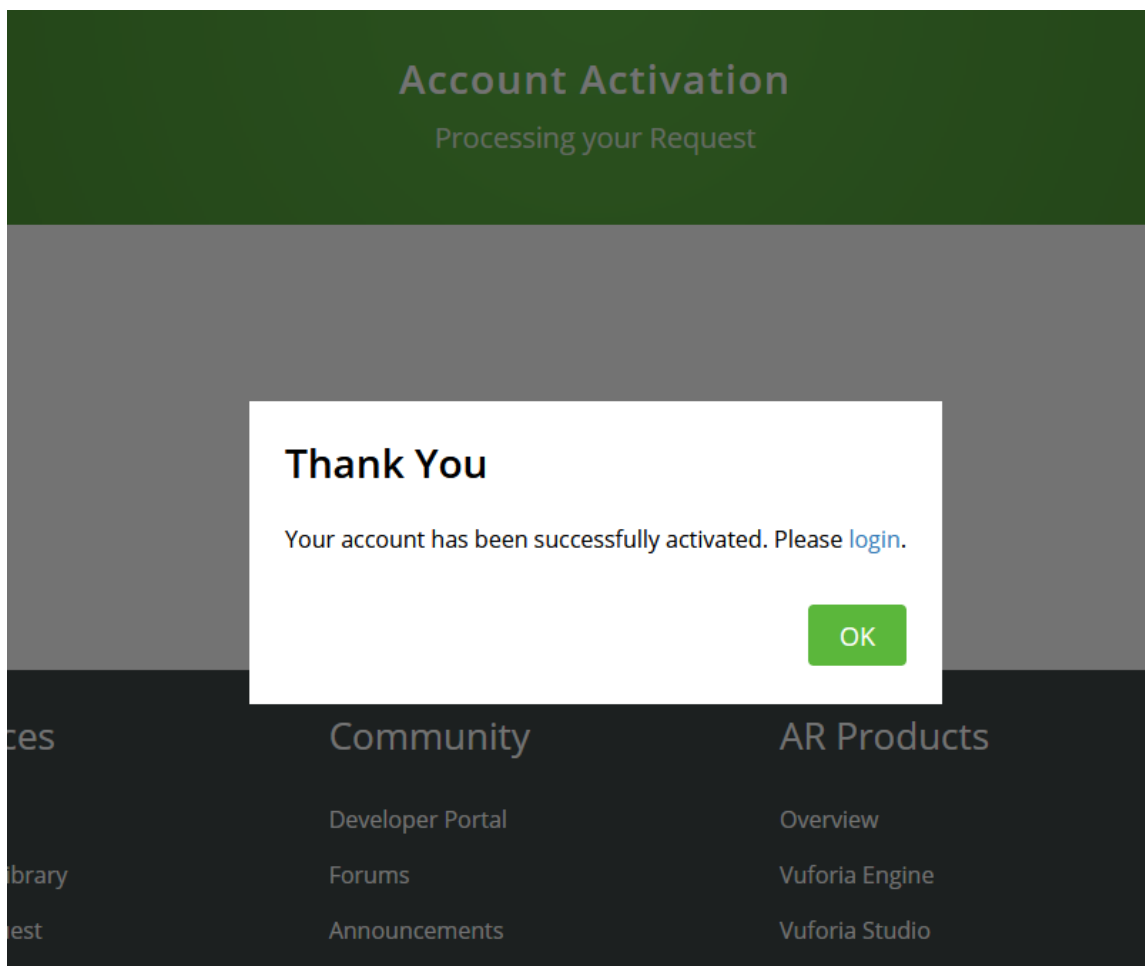


- I agree to the terms of the [Vuforia Developer Agreement](#).
- I acknowledge that my personal details will be processed in accordance with [PTC's privacy policy](#) and may be used for marketing purposes by PTC Inc. its subsidiaries and members of the [PTC Partner Network](#), solely for the promotion of PTC's products and associated services.

Create account

### Εικόνα Π.1.1 Εισαγωγή προσωπικών στοιχείων στο Vuforia

Στη συνέχεια, συμπληρώνουμε τα στοιχεία μας, επιβεβαιώνουμε ότι δεν είμαστε ρομπότ, και επιλέγουμε το κουμπί "I'm not a robot". Έπειτα, περιμένουμε λίγα λεπτά και θα έρθει ένα email ενεργοποίησης λογαριασμού στο email που δηλώσαμε. Το email αυτό περιέχει έναν σύνδεσμο ενεργοποίησης λογαριασμού. Κάνοντας κλικ στον σύνδεσμο, θα εμφανιστεί το παρακάτω μήνυμα επιτυχής εγγραφής:



**Εικόνα Π.1.2 Μήνυμα επιτυχημένης εγγραφής**

## Π.2 Δημιουργία ενός στόχου

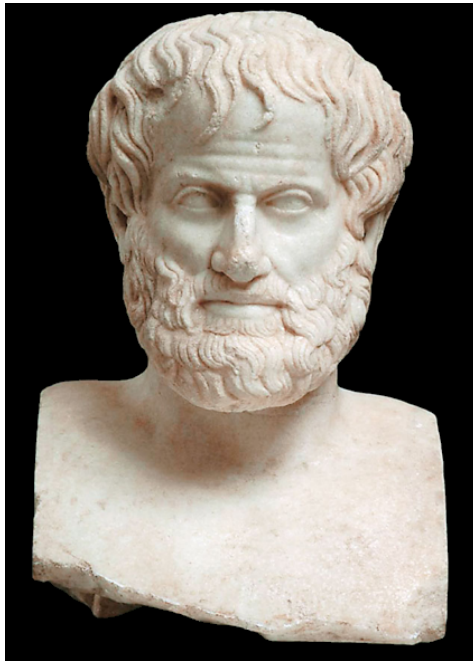
Σε αυτήν την ενότητα θα δούμε τη διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία ενός στόχου εικόνας (image target) στο Vuforia. Για τα μνημεία του Αριστοτέλη και του Γεωργίου Λασσάνη, η διαδικασία ακολουθήθηκε μια φορά, χρησιμοποιώντας μια εικόνα από κάθε μνημείο (άγαλμα). Για το άγαλμα του Παύλου Μελά, ωστόσο, παρατηρήθηκαν προβλήματα εντοπισμού του στόχου όταν η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε σε στο πραγματικό άγαλμα που βρίσκεται στην Κοζάνη. Για αυτόν τον λόγο, για το μνημείο του Παύλου Μελά, Η διαδικασία δημιουργία στόχου έγινε δύο φορές, με δύο ξεχωριστές εικόνες. Έτσι, αν ο εντοπισμός της πρώτης εικόνας στόχου αποτύχει, υπάρχει μια δεύτερη ευκαιρία εντοπισμού χρησιμοποιώντας τη δεύτερη εικόνα στόχο.

Το Vuforia δίνει αρκετές επιλογές όσον αφορά τη δημιουργία ενός στόχου. Ενδεικτικά, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ενός στόχου εικόνας, ενός κυλινδρικού στόχου, και ενός στόχου τρισδιάστατου αντικειμένου. Ιδανικά, για τη παρούσα διπλωματική και τους στόχους που προσπαθεί να επιτύχει, το ιδανικό θα ήταν να χρησιμοποιηθεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο του μνημείου ως στόχος. Ωστόσο, στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής, κάτι τέτοιο ήταν αδύνατο για τους παρακάτω λόγους:

- Αρχικά, απαιτείται ακριβός εξοπλισμός μοντελοποίησης τρισδιάστατων αντικειμένων, που κοστίζει αρκετές εκατοντάδες (ή και χιλιάδες) ευρώ. Η πρόσβαση σε τέτοιο εξοπλισμό ήταν αδύνατη.
- Για την πειραματική διαδικασία και συγκεκριμένα για την αποσφαλμάτωση, που είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ανάπτυξης λογισμικού, θα ήταν απαραίτητη η πρόσβαση στο πραγματικό τρισδιάστατο άγαλμα, σε αντίθεση με την εικόνα στόχο, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα εκτυπωμένο αντίγραφο της εικόνας.
- Τέλος, κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής, επικρατούσαν εξαιρετικά δυσμενείς συνθήκες λόγω της πανδημίας, και η μετακίνηση από και προς το πανεπιστήμιο και τα μνημεία ήταν εξαιρετικά δύσκολη.

Για τους προαναφερθέντες λόγους, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί ο στόχος τύπου εικόνας (image target). Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία δημιουργίας ενός τέτοιου στόχου.

Αρχιά, για τη δημιουργία ενός στόχου εικόνας στο Vuforia, είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας εικόνας όσο το δυνατόν υψηλότερης ανάλυσης, χωρίς διάφορα άσχετα αντικείμενα στο παρασκήνιο, και σε όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικές συνθήκες φωτισμού. Οι εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάπτυξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι οι παρακάτω (Εικόνα Π.2.1, Εικόνα Π.2.2, Εικόνα Π.2.3, Εικόνα Π.2.4):



**Εικόνα Π.2.1 Εικόνα στόχου για το άγαλμα του Αριστοτέλη**



**Εικόνα Π.2.2 Εικόνα στόχου για το άγαλμα του Γεωργίου Λασσάνη**



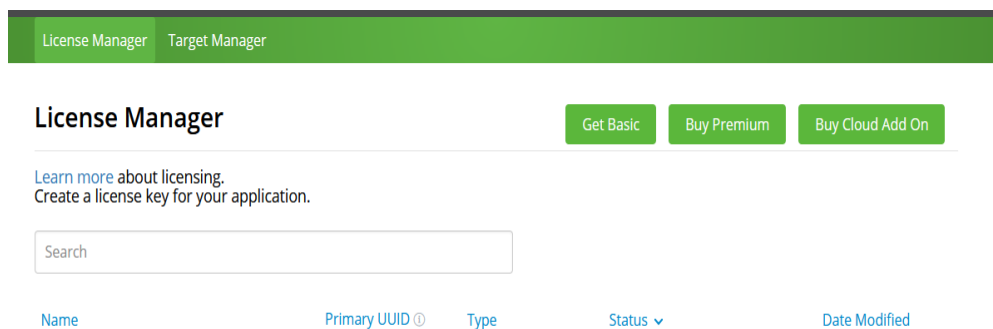
Εικόνα Π.2.3 Πρώτη εικόνα στόχου για το άγαλμα του Παύλου Μελά



Εικόνα Π.2.4 Δεύτερη εικόνα στόχου για το άγαλμα του Παύλου Μελά

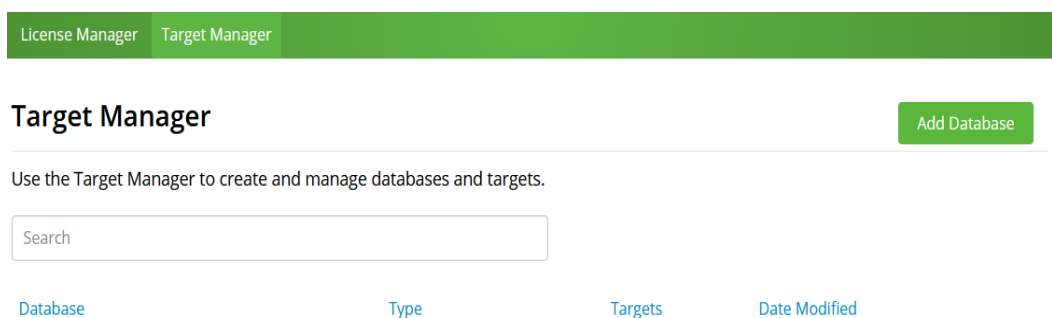


Για τη δημιουργία ενός στόχου εικόνας στο Vuuforia, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία. Αρχικά, κάνουμε σύνδεση με τον λογαριασμό μας στο Vuuforia developer portal. Αν είναι η πρώτη φορά που κάνουμε σύνδεση, θα εμφανιστεί το μενού που εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα Π.2.5). Σε αυτό το μενού, επιλέγουμε “Get Basic”:



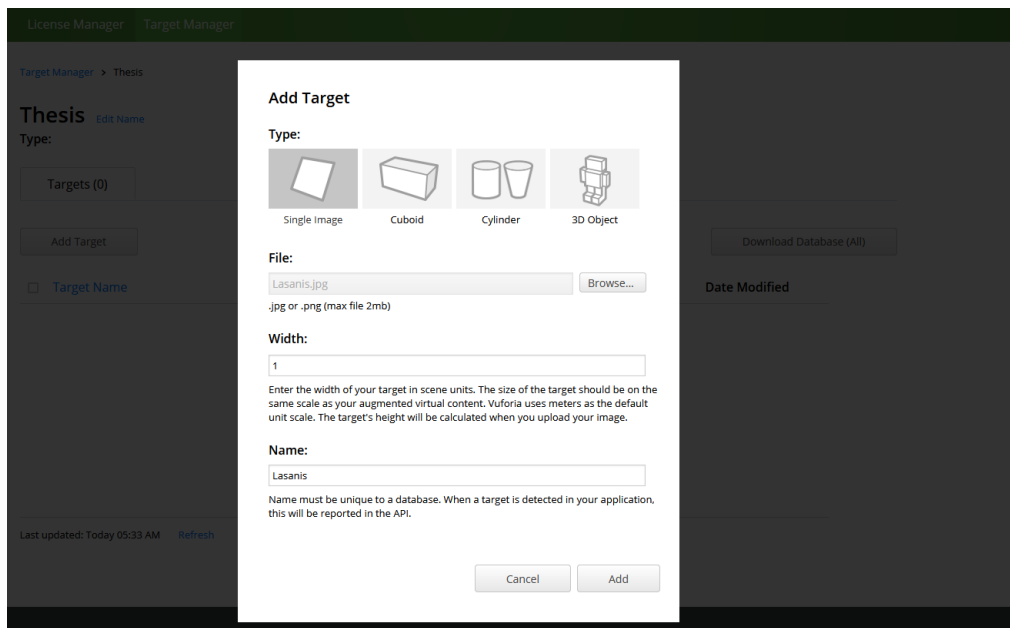
### Εικόνα Π.2.5 Εγγραφή και απόκτηση ενός Basic License στο Vuuforia

Στη συνέχεια, επιλέγουμε από το μενού “Target Manager”, όπως φαίνεται στην εικόνα Π.2.6, και επιλέγουμε “Add Database”.



### Εικόνα Π.2.6 Δημιουργία Database στο Vuuforia

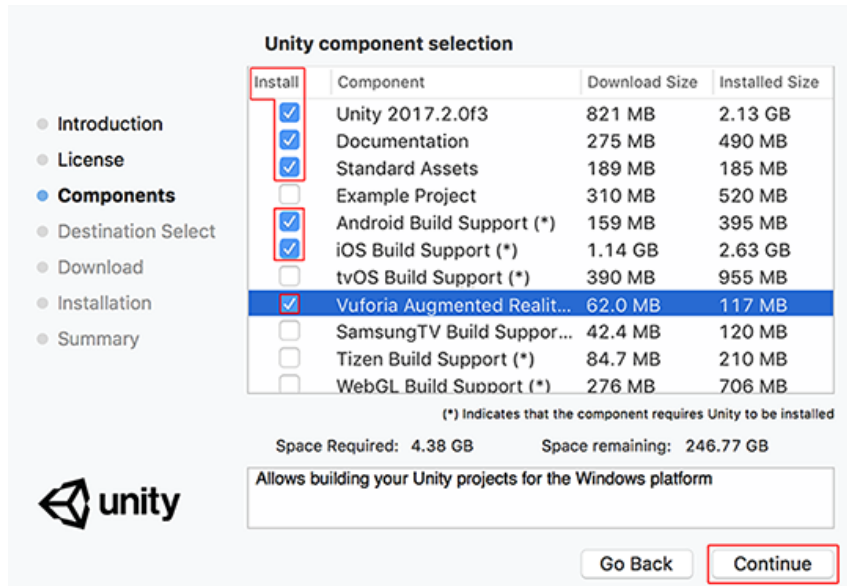
Αφού δημιουργήσουμε το Database, επιλέγουμε “Add Target” και στο μενού που εμφανίζεται στην εικόνα Π.2.7, εισάγουμε την εικόνα του μνημείου, δίνουμε ένα όνομα, και τέλος εισάγουμε το μήκος του πραγματικού μνημείου σε μέτρα (κατά προσέγγιση). Έπειτα, επιλέγουμε το κουμπί “Add”.



**Εικόνα Π.2.7 Εισαγωγή εικόνας, διαστάσεις και ονόματος για το στόχο**

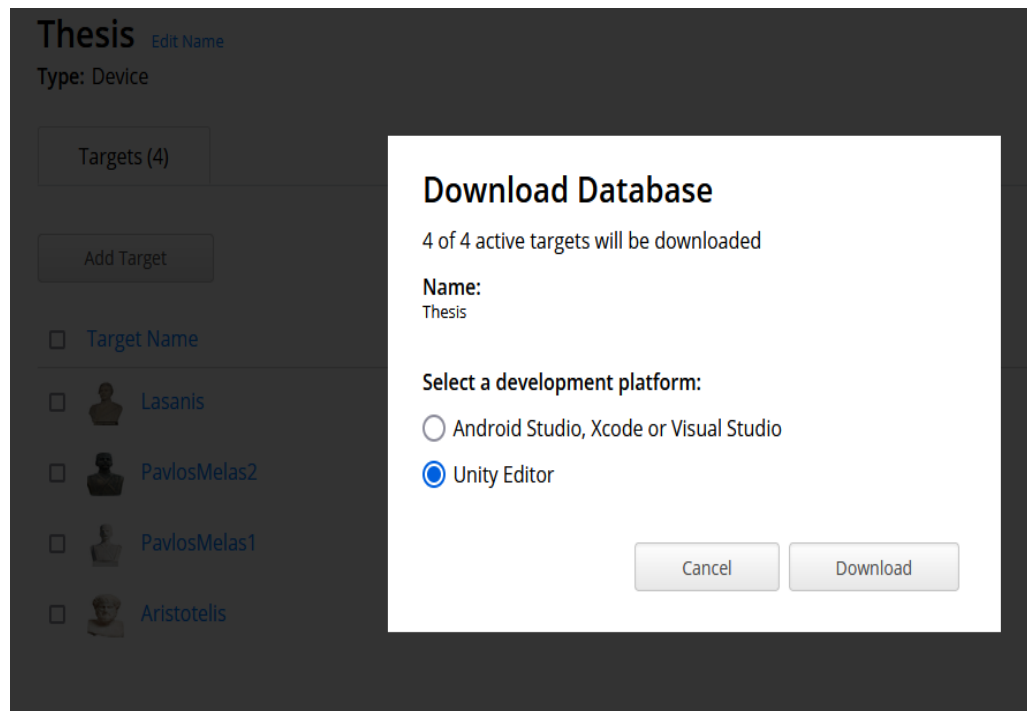
## Π.3 Εισαγωγή του στόχου στο Unity

Αρχικά, κατά την εγκατάσταση του Unity, θα πρέπει να επιλεγθεί να εγκατασταθεί το πακέτο (Software Development Kit) του Vuforia. Θα πρέπει δηλαδή από το μενού επιλογών εγκατάστασης να επιλεγθεί το Vuforia, όπως φαίνεται στην εικόνα Π.3.1:



Εικόνα Π.3.1 Εγκατάσταση του Vuforia στο Unity

Στη συνέχεια, αφού εγκαταστήσουμε το Vuforia στο Unity, πρέπει να αντιγράψουμε στις ρυθμίσεις του Vuforia το μοναδικό API Key του λογαριασμού μας. Διαφορετικά, δεν θα μπορέσουμε να επιλέξουμε το στόχο της βάσης δεδομένων που δημιουργήσαμε, και δεν θα μπορέσει το Vuforia να λειτουργήσει σωστά. Για λόγους ιδιωτικότητας, αυτό το βήμα δεν παρουσιάζεται με μορφή στιγμιότυπου οθόνης. Το επόμενο βήμα, είναι να κάνουμε εξαγωγή της βάσης δεδομένων από την ιστοσελίδα του Vuforia, και να την εισάγουμε στο Unity κάνοντας drag and drop. Επιλέγουμε λοιπόν από το Vuforia το κουμπί Download, όπως φαίνεται στην εικόνα Π.3.2:



**Εικόνα Π.3.2 Εξαγωγή της βάσης δεδομένων σε μορφή για το Unity Editor**

## Π.4 Εξαγωγή εφαρμογής σε μορφή APK

Για την εξαγωγή της εφαρμογής σε APK, απαιτείται αρχικά να είναι εγκατεστημένο το Android SDK, και να είναι ρυθμισμένο σωστά το μονοπάτι του εκτελέσιμου αρχείου στο Unity. Πριν την εξαγωγή της εφαρμογής, πρέπει να είναι ρυθμισμένες οι παρακάτω επιλογές:

- Ονομα της εφαρμογής

Πρόκειται για το όνομα που θα βλέπει ο χρήστης στην οθόνη του κινητού του τηλεφώνου, όταν θα έχει εγκατεστημένη την εφαρμογή. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, το όνομα της εφαρμογής που επιλέχθηκε είναι το “AR Monuments”.

- Target Android version

Πρόκειται για την έκδοση στόχου κατά το compile της εφαρμογής. Συνιστάται να ορίζεται ως target Android version η έκδοση του Android SDK που είναι εγκατεστημένη στον υπολογιστή. Στην δική μας περίπτωση, το Target Android version είναι το Android 11.

- Minimum Android version

Πρόκειται για την ελάχιστη έκδοση Android που θα υποστηρίζει η εφαρμογή. Στην δική μας περίπτωση, το Minimum Android version είναι το Android 6.

- Android logo

Είναι το εικονίδιο της εφαρμογής, το οποίο θα βλέπει ο χρήστης και στο Google Play Store, αλλά και όταν θα έχει εγκατεστημένη την εφαρμογή στο κινητό του. Στην εφαρμογή “AR Monuments”, επιλέχθηκε η χρήση του παρακάτω εικονιδίου (Εικόνα Π.4.1):



Εικόνα Π.4.1 Το εικονίδιο της εφαρμογής “AR Monuments”.

Πριν την εξαγωγή της εφαρμογής, πρέπει να βεβαιωθούμε πως στο παράθυρο “Build” είναι επιλεγμένες όλες οι σκηνές του Project. Αν μια σκηνή δεν έχει επιλεγθεί, δε θα συμπεριληφθεί στο τελικό APK, με αποτέλεσμα η εφαρμογή να μη λειτουργεί σωστά και να εμφανίζονται απροσδόκητοι τερματισμοί.



- [1] Arena, F.; Collotta, M.; Pau, G.; Termine, F. An Overview of Augmented Reality. *Computers* 2022, 11, 28. <https://doi.org/10.3390/computers11020028>
- [2] Runji, J.M., Lee, YJ. & Chu, CH. Systematic Literature Review on Augmented Reality-Based Maintenance Applications in Manufacturing Centered on Operator Needs. *Int. J. of Precis. Eng. and Manuf.-Green Tech.* (2022). <https://doi.org/10.1007/s40684-022-00444-w>
- [3] Minaee, Shervin and Liang, Xiaodan and Yan, Shuicheng "Modern Augmented Reality: Applications, Trends, and Future Directions", <https://doi.org/10.48550/arxiv.2202.09450>
- [4] [Marker and modified graph cut algorithm for augmented reality gaming](#)  
R.M.D. Sundaram and Shriram K. Vasudevan, *International Journal of Advanced Intelligence Paradigms* 2022 22:1-2, 37-53
- [5] Perry, Bernadette, Collaborative learning via mobile language gaming and augmented reality: affordances and limitations of technologies, 2022-04-05, <http://hdl.handle.net/1828/13849>
- [6] Marc Riar, Nannan Xi, Jakob J. Korb, Ruediger Zarnekow, Juho Hamari, Using augmented reality for shopping: a framework for AR induced consumer behavior, literature review and future agenda
- [7] Eleni Mavragani and Paliouras Dionysios, Gen "Z" and Tourism Destination: A Tourism Perspective of Augmented Reality Gaming Technology
- [8] Chris Zhu, Man-U. Io, Henrique Fátima Boyol Ngan, Rachel Luna Peralta, Understanding augmented reality marketing in world cultural heritage site, the lens of authenticity perspective <https://doi.org/10.1177/13567667221090990>
- [9] Roman, M.; Kosiński, R.; Bhatta, K.; Niedziółka, A.; Krasnodębski, A. Virtual and Space Tourism as New Trends in Travelling at the Time of the COVID-19 Pandemic. *Sustainability* 2022, 14, 628. <https://doi.org/10.3390/su14020628>
- [10] Shan Jiang, Brent Moyle, Ryan Yung, Li Tao & Noel Scott (2022) Augmented reality and the enhancement of memorable tourism experiences at heritage sites, *Current Issues in Tourism*, DOI: 10.1080/13683500.2022.2026303
- [11] Shiwei Shen, Kexin Xu, Marios Sotiriadis and Yuejiao Wang Exploring the factors influencing the adoption and usage of Augmented Reality and Virtual Reality applications in tourism education within the context of COVID-19 pandemic
- [12] Xiaojun Fana, Xinyu Jianga and Nianqi Dengb, Immersive technology: A meta-analysis of augmented/virtual reality applications and their impact on tourism experience <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2022.104534>
- [13] Chris Zhu, Lawrence Hoc Nang Fong & Manrong Gan (2022) Rethinking the consequences of postmodern authenticity: the case of a World Cultural Heritage in Augmented Reality, *Current Issues in Tourism*, DOI: [10.1080/13683500.2022.2033181](https://doi.org/10.1080/13683500.2022.2033181)
- [14] Fabrizio Nevola, Tim Coles & Cristina Mosconi (2022) Hidden Florence revealed? Critical insights from the operation of an augmented reality app in a World Heritage City, *Journal of Heritage Tourism*, DOI: [10.1080/1743873X.2022.2036165](https://doi.org/10.1080/1743873X.2022.2036165)
- [15] Ortega, G., Sánchez-Guerrero, J., Sánchez-Guerrero, D., Haro-Velasteguí, A. (2022). Augmented Reality in Technology Education for Tourism Promotion. In: Rocha, Á., Ferrás, C., Méndez Porras, A., Jimenez Delgado, E. (eds) *Information Technology and Systems. ICITS 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 414. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-030-96293-7_46)





# ***Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια***

---

βλπ  
κ.λπ.  
κ.ο.κ

βλέπε  
και λοιπά  
και ούτω καθεξής

# *Απόδοση Ξενόγλωσσων Όρων*

---

operating System

source code

code compile

target

Επεξεργαστής πηγαίου κώδικα Unity

λειτουργικό Σύστημα

πηγαίος κώδικας

μεταγλώττιση κώδικα

στόχος

Unity Editor