

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Πτυχιακή Εργασία

Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας - Μελέτη
Περίπτωσης

Καραστάθης Παναγιώτης
Π2020008

Σεπτέμβριος 2024

Τριμελής Επιτροπή

Παλαμάς Στέργιος
Επίκουρος Καθηγητής
Τμήμα Πληροφορικής, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Σωτηροπούλου Άννα
ΕΔΙΠ
Τμήμα Πληροφορικής, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Καναβός Ανδρέας
Αναπληρωτής Καθηγητής
Τμήμα Πληροφορικής, Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	2
Περίληψη.....	5
1. Εισαγωγή.....	6
1.1 Τεχνολογίες XR.....	6
1.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα - AR.....	8
1.3 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Πολιτισμός.....	9
1.4 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στον Πολιτισμό.....	9
1.4.1 Μουσείο του Λούβρου - Παρίσι.....	10
1.4.2 Αρχαία Ρώμη - Κολοσσαίο και Ρωμαϊκό Φόρουμ.....	10
1.4.3 Ακρωτήρι Σαντορίνης - Προϊστορικός Οικισμός.....	10
1.4.4 Πυραμίδες της Αιγύπτου - Γκίζα.....	11
1.4.5 Μουσείο Prado - Μαδρίτη.....	11
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	12
2.1 Augmented reality mobile apps for cultural heritage reactivation[13].....	12
2.2 The concept of using augmented reality technology to present interactive calligraphic objects[14].....	13
2.3 Cultural Heritage Sites Visualization System Based on Outdoor Augmented Reality[15].....	14
2.4 Value of augmented reality at cultural heritage sites: A stakeholder approach[16]....	15
2.5 Intelligent cathedrals: Using augmented reality, virtual reality, and artificial intelligence to provide an intense cultural, historical, and religious visitor experience[17].....	16
2.6 Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos[18].....	17
2.7 Virtual reality for the enhancement of cultural tangible and intangible heritage: The case study of the Castle of Corsano[19].....	18
3. Μεθοδολογία.....	20
3.1 Γενική Ιδέα.....	20
3.2 Παρουσίαση Εφαρμογής και Στόχοι.....	21
3.3 Εργαλεία και Λογισμικά.....	21
3.3.1 Unity.....	21
3.3.2 Visual Studio.....	22

3.3.3 Audio Engine.....	22
3.3.4 AR SDK.....	22
3.3.5 NFC.....	23
3.3.5.1 Βασικές Λειτουργίες NFC.....	23
3.3.5.2 Πως λειτουργεί το NFC.....	23
3.3.5.3 Ανίχνευση NFC σε Unity Εφαρμογές.....	24
3.3.5.4 Περιορισμοί και Προκλήσεις.....	24
3.3.6 Markers.....	24
3.3.7 Text to Speech.....	25
3.4 Πως χειρίζεται το Unity την AR;.....	26
3.4.1 AR Foundation.....	26
3.4.2 AR Subsystems.....	27
3.4.3 ARKit και ARCore Integration.....	27
3.4.4 XR Interaction Toolkit.....	27
3.4.5 Simulating AR in the Editor.....	27
3.4.6 Επεκτάσεις και Plugins.....	28
3.4.7 Διαχείριση απόδοσης.....	28
3.4.8 Cloud AR Solutions.....	28
3.4.9 Vuforia.....	28
3.4.10 AR Foundation του Unity.....	29
3.4.11 Mixed and Augmented Reality Toolkit (MRTK).....	30
3.5 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εφαρμογής.....	30
3.5.1 Υλοποίηση με NFC.....	31
3.5.2 Υλοποίηση με Markers.....	32
3.6 Προκλήσεις και Περιορισμοί.....	37
4. Παραγωγή 3D Μοντέλων από εκθέματα.....	39
5. Εφαρμογή.....	43
6. Συμπεράσματα.....	47
7. Μελλοντικά.....	48
7.1 Εφαρμογές και Προοπτικές της AR στο Μέλλον.....	48
7.2 Συμβολή της Έρευνας στον Τομέα της AR.....	48
7.3 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	49

Παράρτημα.....	50
Βιβλιογραφία.....	68

Περίληψη

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) έχει κερδίσει ραγδαία δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια, καθώς ενσωματώνεται σε πολλούς τομείς όπως η εκπαίδευση, η υγεία, η διασκέδαση και ο πολιτισμός. Αυτή η πτυχιακή εργασία εστιάζει στη χρήση της AR στον πολιτιστικό τομέα, αναδεικνύοντας τη δυναμική της μέσα από μια συγκεκριμένη εφαρμογή που σχεδιάστηκε για το Μον Ρεπό της Κέρκυρας. Η μελέτη διερευνά τις δυνατότητες και τα οφέλη της AR στην ενίσχυση της εμπειρίας των επισκεπτών και της προβολής της πολιτιστικής κληρονομιάς, καθώς και τις τεχνολογικές προκλήσεις που αντιμετωπίζονται κατά την ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών.

1. Εισαγωγή

Η ανάπτυξη και η διάδοση των τεχνολογιών Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) τα τελευταία χρόνια είναι ταχύτατη. Η AR έχει αρχίσει να ενσωματώνεται σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής, από την εκπαίδευση και την υγεία μέχρι τη διασκέδαση και τον τουρισμό, με σημαντικά οφέλη για τους χρήστες και τις επιχειρήσεις. Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης επιλέχθηκε για να αναδείξει με πρακτικό τρόπο την αξία και την αποτελεσματικότητα της AR σε πραγματικές συνθήκες, καθιστώντας το θέμα άκρως επίκαιρο.

Επισημαίνεται πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) είναι μια από τις πλέον αναδυόμενες τεχνολογίες της τελευταίας δεκαετίας, με τη δυναμική να επαναπροσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και αλληλεπιδρούμε με τον κόσμο γύρω μας. Η AR συνδυάζει τον φυσικό κόσμο με ψηφιακά στοιχεία, δημιουργώντας μια υβριδική εμπειρία που ενισχύει τις αισθήσεις και διευρύνει τις δυνατότητες χρήσης των τεχνολογικών εργαλείων σε διάφορους τομείς της καθημερινής ζωής.

Ο στόχος, λοιπόν, της πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνήσει και να αναλύσει τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σε συγκεκριμένους τομείς, εστιάζοντας σε μια μελέτη περίπτωσης που αναδεικνύει την πρακτική εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας. Η εργασία επιδιώκει να εξετάσει πώς η AR μπορεί να ενισχύσει την εμπειρία των χρηστών και να βελτιώσει τις διαδικασίες μάθησης γύρω από τον πολιτισμό.

1.1 Τεχνολογίες XR

Οι Τεχνολογίες XR^[1] (Extended Reality) αποτελούν έναν ευρύ όρο που καλύπτει όλες τις μορφές της εικονικής, επαυξημένης και μεικτής πραγματικότητας (Virtual Reality - VR, Augmented Reality - AR, Mixed Reality - MR). Αυτές οι τεχνολογίες δημιουργούν περιβάλλοντα όπου ο φυσικός και ο ψηφιακός κόσμος συγχωνεύονται, επιτρέποντας στους χρήστες να βιώσουν και να αλληλεπιδράσουν με εικονικά στοιχεία με τρόπους που προσομοιώνουν ή εμπλουτίζουν την πραγματικότητα.

Η VR δημιουργεί πλήρως εικονικά περιβάλλοντα στα οποία οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν, ενώ η AR προσθέτει εικονικά αντικείμενα στο φυσικό περιβάλλον του χρήστη. Η MR, από την άλλη, επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ πραγματικών και ψηφιακών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας ένα υβριδικό περιβάλλον.

Πιο αναλυτικά, η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality - VR) είναι μια τεχνολογία που δημιουργεί πλήρως εικονικά περιβάλλοντα, τα οποία προσφέρουν στους χρήστες μια ολοκληρωμένη αίσθηση παρουσίας σε έναν ψηφιακό κόσμο. Μέσω ειδικών συσκευών όπως

τα VR headsets, οι χρήστες μπορούν να βυθιστούν σε τρισδιάστατους κόσμους που είναι εντελώς διαφορετικοί από το πραγματικό τους περιβάλλον. Η VR επιτρέπει τη δημιουργία προσομοιώσεων που αναπαριστούν καταστάσεις, τοπία ή σενάρια με υψηλό βαθμό ρεαλισμού, επιτρέποντας αλληλεπιδράσεις και δραστηριότητες που δεν θα ήταν δυνατές στον πραγματικό κόσμο. Αυτή η τεχνολογία έχει ευρεία χρήση σε τομείς όπως η εκπαίδευση, όπου χρησιμοποιείται για προσομοιώσεις που βοηθούν στη μαθησιακή διαδικασία, η ψυχαγωγία με τη μορφή εικονικών παιχνιδιών και η θεραπεία, προσφέροντας νέες προσεγγίσεις για την αποκατάσταση και την ψυχολογική υποστήριξη. Η VR προσφέρει μια μοναδική δυνατότητα για immersive εμπειρίες, αλλά απαιτεί επίσης εξειδικευμένο εξοπλισμό και περιβάλλοντα υψηλής ανάλυσης για να επιτύχει τον επιθυμητό βαθμό αίσθησης παρουσίας.

Σε αντίθεση με την Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) που είναι μια τεχνολογία που επενδύει τον πραγματικό κόσμο με ψηφιακές πληροφορίες, προσφέροντας μια ενισχυμένη οπτική και διαδραστική εμπειρία, η AR δεν δημιουργεί έναν εντελώς εικονικό κόσμο, αλλά ενσωματώνει ψηφιακά στοιχεία, όπως γραφικά, ήχο και βίντεο, στο φυσικό περιβάλλον του χρήστη. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω συσκευών όπως smartphones, tablets ή ειδικά γυαλιά AR, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα που φαίνονται να συνυπάρχουν με το πραγματικό τους περιβάλλον. Η AR έχει βρει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, από την εκπαίδευση και την υγεία μέχρι τη διασκέδαση και την εμπορική προώθηση, προσφέροντας νέους τρόπους αλληλεπίδρασης με τον κόσμο γύρω μας και ενισχύοντας τη συνολική εμπειρία του χρήστη.

Βέβαια η Μεικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality - MR) συνδυάζει στοιχεία της Εικονικής Πραγματικότητας (VR) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) για να δημιουργήσει ένα υβριδικό περιβάλλον όπου οι εικονικές και πραγματικές καταστάσεις συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο. Σε αντίθεση με την AR, η MR δεν περιορίζεται στην προσθήκη ψηφιακών στοιχείων στο φυσικό περιβάλλον, αλλά επιτρέπει τη συνύπαρξη και αλληλεπίδραση αυτών των στοιχείων με πραγματικά αντικείμενα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω προηγμένων συσκευών και τεχνολογιών που ανιχνεύουν και κατανοούν το φυσικό περιβάλλον του χρήστη, όπως το Microsoft HoloLens. Η MR έχει εφαρμογές σε τομείς όπως η εκπαίδευση, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία προσομοιώσεων που συνδυάζουν πραγματικά αντικείμενα με εικονικές αναπαραστάσεις, καθώς και στη βιομηχανία, όπου μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών συντήρησης και εκπαίδευσης.

Η ανάπτυξη των τεχνολογιών XR έχει επηρεάσει σημαντικά πολλούς τομείς, όπως η εκπαίδευση, η ψυχαγωγία, η υγεία και η βιομηχανία, προσφέροντας νέες δυνατότητες για εκπαίδευση, κατάρτιση και ψυχαγωγία. Για παράδειγμα, η VR χρησιμοποιείται σε προσομοιώσεις για την εκπαίδευση ιατρών, ενώ η AR έχει εφαρμογές στην αρχιτεκτονική,

προσφέροντας τη δυνατότητα προβολής τρισδιάστατων μοντέλων κτιρίων σε πραγματικό περιβάλλον. Οι τεχνολογίες XR, μέσω της ενσωμάτωσης της ψηφιακής και φυσικής πραγματικότητας, προσφέρουν στους χρήστες εμπειρίες που ήταν αδιανόητες μέχρι πρόσφατα, διευρύνοντας τις δυνατότητες των ανθρώπων να αλληλεπιδρούν με τον κόσμο γύρω τους με νέους και καινοτόμους τρόπους.

Η βιβλιογραφία γύρω από τις τεχνολογίες XR επισημαίνει την ταχεία ανάπτυξη και την αυξανόμενη δημοτικότητά τους, καθώς και την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σχετικά με την ηθική, την ασφάλεια και την αποδοχή αυτών των τεχνολογιών από την κοινωνία. Οι νέες αυτές τεχνολογίες προσφέρουν εντυπωσιακές δυνατότητες, αλλά φέρνουν μαζί τους και προκλήσεις, όπως η ανάγκη για κατάλληλη ρύθμιση και κατανόηση των επιπτώσεων τους στην ανθρώπινη συμπεριφορά και την κοινωνία συνολικά.

1.2 Επαυξημένη Πραγματικότητα - AR

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα^[2] (Augmented Reality - AR) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την ενσωμάτωση ψηφιακών πληροφοριών, όπως εικόνες, ήχο, βίντεο και γραφικά, στον πραγματικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο. Σε αντίθεση με την Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality - VR), η οποία δημιουργεί έναν πλήρως εικονικό κόσμο, η AR διατηρεί το φυσικό περιβάλλον του χρήστη και το εμπλουτίζει με εικονικά στοιχεία που προστίθενται μέσω συσκευών όπως smartphones, tablets, ή ειδικά γυαλιά AR. Οι χρήστες της AR μπορούν να βλέπουν τα ψηφιακά αντικείμενα ως αν ήταν μέρος του πραγματικού τους περιβάλλοντος, προσφέροντας μια μοναδική διαδραστική εμπειρία.

Η τεχνολογία της AR^[3] έχει ήδη εφαρμοστεί σε πολλούς τομείς, από τη βιομηχανία και την εκπαίδευση έως τον τουρισμό και τη διαφήμιση. Για παράδειγμα, στην εκπαίδευση, η AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρουσιάσει τρισδιάστατα μοντέλα ανατομίας σε φοιτητές ιατρικής, επιτρέποντάς τους να εξερευνήσουν το ανθρώπινο σώμα με τρόπους που δεν ήταν δυνατοί με παραδοσιακές μεθόδους. Στη βιομηχανία, η AR^[4] χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση και υποστήριξη των εργαζομένων σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας οδηγίες και διαγνωστικές πληροφορίες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους. Η δυνατότητα της AR να προσθέτει πληροφορίες στο φυσικό περιβάλλον χωρίς να το αντικαθιστά, την καθιστά ένα ισχυρό εργαλείο για την ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη και την αύξηση της αποδοτικότητας σε πολλούς τομείς.

Η βιβλιογραφία σχετικά με την Επαυξημένη Πραγματικότητα υπογραμμίζει την αυξανόμενη σημασία της στην καθημερινή ζωή και την εργασία, καθώς και τις προκλήσεις που συνοδεύουν την ευρεία υιοθέτησή της. Αυτές περιλαμβάνουν ζητήματα που αφορούν την ασφάλεια των δεδομένων, την ιδιωτικότητα, και την αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής. Παρά τις προκλήσεις αυτές, η AR θεωρείται ότι έχει τη δυνατότητα να αλλάξει ριζικά τον

τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και αλληλεπιδρούμε με τον κόσμο γύρω μας, προσφέροντας απεριόριστες δυνατότητες για δημιουργία, μάθηση και διασκέδαση.

1.3 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Πολιτισμός

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα^[5] (AR) έχει φέρει μια επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο ο πολιτισμός και η πολιτιστική κληρονομιά παρουσιάζονται, βιώνονται και διατηρούνται. Η AR επιτρέπει στους χρήστες να εξερευνήσουν πολιτιστικά μνημεία, μουσεία και ιστορικούς χώρους με έναν νέο, διαδραστικό τρόπο, ενσωματώνοντας ψηφιακά στοιχεία στο πραγματικό περιβάλλον. Μέσω αυτής της τεχνολογίας, οι επισκέπτες ενός μουσείου, για παράδειγμα, μπορούν να δουν αναπαραστάσεις αντικειμένων όπως ήταν στην αρχική τους μορφή ή να παρακολουθήσουν βίντεο και πληροφορίες που αναδύονται πάνω από τα εκθέματα, εμπλουτίζοντας έτσι την εμπειρία τους και ενισχύοντας την κατανόηση της ιστορικής τους σημασίας.

Η χρήση της AR στον πολιτισμό^[6] δεν περιορίζεται μόνο στην εμπειρία των επισκεπτών. Έχει επίσης σημαντικές εφαρμογές στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Μέσω της AR, είναι δυνατό να δημιουργηθούν ψηφιακά αντίγραφα ιστορικών μνημείων που απειλούνται ή έχουν καταστραφεί, διατηρώντας έτσι την εικόνα και την ιστορία τους για τις μελλοντικές γενιές. Επιπλέον, η AR προσφέρει νέες ευκαιρίες για την αναβίωση της πολιτιστικής μνήμης μέσω εκπαιδευτικών εφαρμογών και προγραμμάτων, επιτρέποντας στους μαθητές και τους μελετητές να βιώσουν την ιστορία με τρόπους που προηγουμένως ήταν αδύνατοι.

Η συμβολή της AR στον πολιτισμό είναι εξαιρετικά σημαντική, καθώς ενισχύει τη συμμετοχή του κοινού και προωθεί τη διάδοση της πολιτιστικής κληρονομιάς^[7] με νέους, καινοτόμους τρόπους. Η τεχνολογία αυτή διευρύνει την πρόσβαση σε πολιτιστικά αγαθά, καθιστώντας τα προσβάσιμα σε ένα ευρύτερο κοινό, ανεξάρτητα από γεωγραφικούς ή άλλους περιορισμούς. Καθώς οι τεχνολογίες AR συνεχίζουν να εξελίσσονται^[8], αναμένεται ότι η επιρροή τους στον πολιτισμό θα μεγαλώνει, προσφέροντας ολοένα και περισσότερες ευκαιρίες για την προστασία, την παρουσίαση και την ανακάλυψη της πολιτιστικής μας κληρονομιάς.

1.4 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στον Πολιτισμό

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) έχει πλέον καθιερωθεί ως ένα καινοτόμο εργαλείο για την προώθηση, τη διατήρηση και την παρουσίαση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Μέσω της AR, οι χρήστες μπορούν να βιώσουν τον πολιτισμό με τρόπους που προηγουμένως ήταν αδύνατοι, εμπλουτίζοντας την κατανόηση και την εκτίμηση των

ιστορικών και καλλιτεχνικών αξιών. Τα τελευταία χρόνια, πολλές πολιτιστικές πρωτοβουλίες έχουν αξιοποιήσει την AR για να προσφέρουν στους επισκέπτες μοναδικές εμπειρίες^[9].

1.4.1 Μουσείο του Λούβρου - Παρίσι

Το Μουσείο του Λούβρου, το μεγαλύτερο και ίσως πιο διάσημο μουσείο τέχνης στον κόσμο, αξιοποιεί την AR για να προσφέρει στους επισκέπτες του μια βαθύτερη κατανόηση των εκθεμάτων του. Μέσω μιας AR εφαρμογής, οι επισκέπτες μπορούν να βλέπουν αναπαραστάσεις των έργων τέχνης και των αρχαιολογικών αντικειμένων όπως ήταν στην αρχική τους μορφή. Για παράδειγμα, αγάλματα που σήμερα είναι λευκά και φθαρμένα από τον χρόνο, προβάλλονται με τα αρχικά τους χρώματα, όπως ήταν όταν δημιουργήθηκαν στην αρχαιότητα. Οι πληροφορίες αυτές παρέχονται μέσω μιας εύχρηστης εφαρμογής που οι επισκέπτες κατεβάζουν στο smartphone τους ή μέσω AR γυαλιών που παρέχονται στο μουσείο. Αυτή η διαδραστική προσέγγιση ενισχύει την εκπαιδευτική αξία των εκθεμάτων και προσφέρει μια μοναδική εμπειρία στους επισκέπτες.

1.4.2 Αρχαία Ρώμη - Κολοσσαίο και Ρωμαϊκό Φόρουμ

Στη Ρώμη, οι επισκέπτες έχουν την ευκαιρία να βιώσουν την αρχαία Ρώμη σε όλο της το μεγαλείο μέσω της AR. Στον χώρο του Κολοσσαίου και του Ρωμαϊκού Φόρουμ, οι επισκέπτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν AR γυαλιά ή εφαρμογές κινητών για να δουν πώς ήταν αυτά τα ιστορικά μνημεία κατά την αρχαιότητα. Η AR αναδημιουργεί την αρχιτεκτονική των μνημείων^[10], τους ανθρώπους που ζούσαν και εργάζονταν εκεί, καθώς και τις καθημερινές δραστηριότητες που λάμβαναν χώρα. Για παράδειγμα, οι θεατές μπορούν να παρακολουθήσουν μια εικονική αναπαράσταση των μονομάχων στο Κολοσσαίο ή να δουν το Φόρουμ όπως ήταν την εποχή του Ιουλίου Καίσαρα, με τα κτίρια σε πλήρη άνθηση και τους κατοίκους να περιφέρονται στους δρόμους. Αυτή η AR εμπειρία προσφέρει μια μοναδική ευκαιρία για τους επισκέπτες να βιώσουν την ιστορία με έναν ζωντανό και διαδραστικό τρόπο, φέρνοντας την αρχαιότητα στο σήμερα.

1.4.3 Ακρωτήρι Σαντορίνης - Προϊστορικός Οικισμός

Στο Ακρωτήρι της Σαντορίνης, έναν από τους πιο σημαντικούς προϊστορικούς οικισμούς του Αιγαίου, η AR έχει ενισχύσει δραματικά την εμπειρία των επισκεπτών. Χρησιμοποιώντας την AR^[11], οι επισκέπτες μπορούν να δουν πώς ήταν τα κτίρια και οι δρόμοι του οικισμού πριν από την καταστροφή του από την έκρηξη του ηφαιστείου της Θήρας. Οι τοιχογραφίες που κοσμούσαν τα κτίρια του Ακρωτηρίου αναπαρίστανται στις αρχικές τους θέσεις και χρώματα, ενώ εικονικοί ξεναγοί προσφέρουν πληροφορίες για την καθημερινή ζωή των ανθρώπων που ζούσαν εκεί. Επιπλέον, μέσω της AR, οι επισκέπτες

μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα αντικείμενα που βρέθηκαν στον χώρο, όπως αγγεία και εργαλεία, και να δουν πώς χρησιμοποιούνταν στην καθημερινή ζωή. Αυτή η εμπειρία προσφέρει μια μοναδική ευκαιρία για τους επισκέπτες να «ταξιδέψουν» στον χρόνο και να γνωρίσουν από κοντά τον πολιτισμό και την ιστορία του Ακρωτηρίου.

1.4.4 Πυραμίδες της Αιγύπτου - Γκίζα

Στην Αίγυπτο, οι αρχές έχουν εφαρμόσει την AR για να αναδημιουργήσουν την εμπειρία των επισκεπτών στις Πυραμίδες της Γκίζας και στους τάφους των Φαραώ. Μέσω AR εφαρμογών, οι επισκέπτες μπορούν να δουν τα αυθεντικά χρώματα και τα σχήματα των ιερογλυφικών στους τοίχους των τάφων, όπως ήταν όταν οι πυραμίδες χτίστηκαν. Επιπλέον, αναδημιουργούνται εικονικά οι σκηνές που απεικονίζονται στα ιερογλυφικά, δίνοντας μια ζωντανή αίσθηση του πώς ήταν η ζωή στην αρχαία Αίγυπτο. Οι επισκέπτες μπορούν επίσης να δουν τις πυραμίδες και άλλες αρχαίες κατασκευές όπως ήταν κατά την αρχαιότητα, συμπληρώνοντας την εμπειρία της επίσκεψης με μια διαδραστική διάσταση που φέρνει την ιστορία μπροστά στα μάτια τους.

1.4.5 Μουσείο Prado - Μαδρίτη

Στο Μουσείο Prado στη Μαδρίτη, η AR χρησιμοποιείται με ιδιαίτερα καινοτόμο τρόπο για να ζωντανέψει τα έργα τέχνης. Μέσω μιας AR εφαρμογής, οι επισκέπτες μπορούν να δουν τους πίνακες να «ζωντανεύουν», με τους χαρακτήρες των έργων να κινούνται και να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με το κοινό. Αυτή η τεχνική προσφέρει μια νέα προοπτική στα κλασικά έργα τέχνης, επιτρέποντας στους θεατές να δουν πώς οι καλλιτέχνες δημιούργησαν τα έργα τους και να αντιληφθούν την ιστορία και το περιεχόμενό τους με έναν πιο καθηλωτικό τρόπο. Για παράδειγμα, οι επισκέπτες μπορούν να δουν τον διάσημο πίνακα "Las Meninas" του Diego Velázquez να αποκτά ζωή, με τα μέλη της βασιλικής αυλής να κινούνται μέσα στο πλαίσιο, προσφέροντας μια διαδραστική εμπειρία που ενισχύει την κατανόηση του έργου.

Τελικά η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας στον πολιτισμό προσφέρει μοναδικές δυνατότητες για την ενίσχυση της πολιτιστικής εμπειρίας και τη διεύρυνση της πρόσβασης σε πολιτιστικά αγαθά^[12] και της προσβασιμότητας και της προώθησης της εκπαίδευσης. Με την εξέλιξη των τεχνολογιών AR, η προσφορά διαδραστικών, καθηλωτικών εμπειριών στον τομέα του πολιτισμού αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω, συμβάλλοντας στη διατήρηση, την παρουσίαση, την ανακάλυψη και την διάδοση της πολιτιστικής μας κληρονομιάς με νέους και καινοτόμους τρόπους.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Αυτό το κεφάλαιο εστιάζει στη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και συναφών τεχνολογιών για την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς, ενισχύοντας την εμπειρία των επισκεπτών. Ξεκινά με την παρουσίαση της τεχνολογίας AR και των εργαλείων της, συνεχίζοντας με τη χρήση της σε μουσεία και την αποκατάσταση μνημείων. Τέλος, παρουσιάζονται παραδείγματα εφαρμογών, αναλύοντας τα οφέλη και τις προκλήσεις αυτών των τεχνολογιών.

2.1 Augmented reality mobile apps for cultural heritage reactivation^[13]

Η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία εξετάζει την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και των εφαρμογών κινητών με GPS για την αναζωογόνηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, με έμφαση στην περίπτωση της Πλατείας Cisneros στην Μεντεγίν, Κολομβία. Η Πλατεία Cisneros, σημαντικός οικονομικός κόμβος του 19ου αιώνα, υπέστη φθορά με την πάροδο του χρόνου λόγω κακής διαχείρισης, δύο πυρκαγιών και παρακμής της εμπορικής της λειτουργίας. Ωστόσο, το έργο αναζωογόνησης, που συνδυάζει την AR και τις τεχνολογίες GPS, αποσκοπεί στην αποκατάσταση της ιστορικής και κοινωνικής αξίας της περιοχής, προκειμένου να διατηρηθεί η πολιτιστική της κληρονομιά για τις μελλοντικές γενιές.

Η έρευνα επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της επίδρασης της AR και των εφαρμογών κινητών στην μάθηση και κατανόηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η πειραματική μελέτη που διεξήχθη συνέκρινε ομάδες που χρησιμοποίησαν την προτεινόμενη εφαρμογή Vítica με ομάδες που δεν την χρησιμοποίησαν κατά την ξενάγηση στην περιοχή της Πλατείας Cisneros. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση της εφαρμογής ενίσχυσε την εκπαιδευτική εμπειρία και την κατανόηση της πολιτιστικής κληρονομιάς των συμμετεχόντων.

Η εφαρμογή Vítica σχεδιάστηκε ώστε να παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο μέσω AR, προσφέροντας μια πιο διαδραστική και ελκυστική ξενάγηση. Η εφαρμογή αξιοποιεί ψηφιακό περιεχόμενο που σχετίζεται με την ιστορία και τη σημασία της περιοχής, και καθοδηγεί τον χρήστη σε διάφορα ιστορικά σημεία ενδιαφέροντος μέσω GPS. Η έρευνα υπογραμμίζει τη σημασία της σύνδεσης της τεχνολογίας με την πολιτιστική κληρονομιά, υποστηρίζοντας ότι τέτοιες καινοτομίες μπορούν να εφαρμοστούν ευρέως σε άλλες περιοχές για την προώθηση της ιστορικής συνείδησης και της εκπαίδευσης.

Πιο αναλυτικά η μεθοδολογία της έρευνας περιλάμβανε την ανάπτυξη και δοκιμή της εφαρμογής Vítica, η οποία χρησιμοποιεί τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και GPS για να προσφέρει στους χρήστες μια διαδραστική ξενάγηση στην Πλατεία Cisneros. Η

διαδικασία περιελάμβανε την επιλογή κατάλληλου ψηφιακού περιεχομένου που απεικονίζει την ιστορία και τον πολιτισμό της περιοχής, καθώς και την ενσωμάτωση αυτού του περιεχομένου στην εφαρμογή μέσω AR. Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής, πραγματοποιήθηκε πειραματική μελέτη με δύο ομάδες: μια πειραματική ομάδα που χρησιμοποίησε την εφαρμογή κατά την ξενάγηση και μια ομάδα ελέγχου που ακολούθησε την παραδοσιακή ξενάγηση. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων, καταγράφοντας την εμπειρία των συμμετεχόντων και την επίδραση της εφαρμογής στην κατανόηση και εκτίμηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων ανέδειξε τη σημαντική συμβολή της τεχνολογίας AR στην εμπλουτισμένη εκπαιδευτική εμπειρία των χρηστών.

Συνοψίζοντας, το άρθρο προτείνει ότι η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας και των εφαρμογών κινητών στις προσπάθειες αναζωογόνησης πολιτιστικών χώρων μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη μάθηση και τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η μελέτη της Πλατείας Cisneros αποτελεί παράδειγμα για το πώς οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να αναβαθμίσουν την αντίληψη και την εκτίμηση των πολιτιστικών και ιστορικών χώρων, καθιστώντας τους πιο προσβάσιμους και ελκυστικούς στο ευρύ κοινό.

2.2 The concept of using augmented reality technology to present interactive calligraphic objects^[14]

Η μελέτη επικεντρώνεται στη χρήση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) για την παρουσίαση καλλιγραφικών έργων σε μουσεία, με στόχο την αύξηση της αλληλεπίδρασης και του ενδιαφέροντος των επισκεπτών. Η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει τη δυνατότητα συνδυασμού πραγματικών και εικονικών αντικειμένων, δίνοντας στους χρήστες μια ενισχυμένη εμπειρία που συνδυάζει το φυσικό περιβάλλον με εικονικές πληροφορίες. Η τεχνολογία αυτή έχει ήδη αρχίσει να χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς της πολιτιστικής κληρονομιάς, καθιστώντας τις εκθέσεις πιο ελκυστικές και διαδραστικές για το κοινό.

Η μελέτη παρουσιάζει ένα καινοτόμο σύστημα που χρησιμοποιεί την AR για την έκθεση καλλιγραφικών έργων τέχνης, το οποίο εφαρμόζεται μέσω κινητών εφαρμογών σε μουσεία. Στόχος είναι η δημιουργία μιας πιο καθηλωτικής και εκπαιδευτικής εμπειρίας για τους επισκέπτες, επιτρέποντάς τους να εξερευνήσουν τα καλλιγραφικά έργα με νέους, διαδραστικούς τρόπους. Το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα στους επισκέπτες να παρατηρήσουν και να αλληλεπιδράσουν με τα έργα τέχνης με τρόπους που δεν θα ήταν δυνατοί με τις παραδοσιακές μεθόδους έκθεσης.

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για το συγκεκριμένο έργο περιλαμβάνει τη συλλογή

πληροφοριών για τα καλλιγραφικά αντικείμενα και την εφαρμογή διαφορετικών τεχνικών παρακολούθησης και υλοποίησης. Οι τεχνικές αυτές επιτρέπουν τη σύνδεση του φυσικού εκθέματος με τον εικονικό κόσμο, την παροχή καθοδήγησης εντός του μουσειακού χώρου και την δημιουργική παρουσίαση των εκθεμάτων. Οι επισκέπτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν κινητές συσκευές για να δουν τα εκθέματα με έναν ενισχυμένο τρόπο, προσθέτοντας ήχο, κείμενο και διαδραστικές λειτουργίες.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας AR προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στην παρουσίαση καλλιγραφικών έργων. Εξασφαλίζει την προστασία ευαίσθητων εκθεμάτων, παρέχει πληροφορίες με έναν ελκυστικό τρόπο και αξιοποιεί τον περιορισμένο φυσικό χώρο του μουσείου. Επιπλέον, η χρήση κινητών συσκευών επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση στην AR τεχνολογία, κάνοντάς την προσβάσιμη σε ένα ευρύ κοινό. Οι προτεινόμενες μέθοδοι συνδυάζουν την παραδοσιακή μουσειακή εμπειρία με τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας, δημιουργώντας μια πρωτοποριακή προσέγγιση στην εκπαίδευση και την ψυχαγωγία των επισκεπτών.

Συνοψίζοντας, η ενσωμάτωση της AR τεχνολογίας στις μουσειακές εκθέσεις ανοίγει νέους ορίζοντες στην παρουσίαση και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η μελέτη προτείνει συγκεκριμένα σενάρια εφαρμογής που μπορούν να ενισχύσουν την εμπειρία του επισκέπτη, κάνοντας τα μουσεία πιο ελκυστικά και διαδραστικά. Η χρήση της τεχνολογίας αυτής δεν περιορίζεται μόνο στις προσωρινές εκθέσεις αλλά μπορεί να υιοθετηθεί μόνιμα, συμβάλλοντας στην προώθηση της καλλιγραφικής τέχνης και στην εκπαίδευση του κοινού.

2.3 Cultural Heritage Sites Visualization System Based on Outdoor Augmented Reality^[15]

Η μελέτη αυτή εξετάζει την ανάπτυξη ενός συστήματος οπτικοποίησης πολιτιστικών κληρονομιών βασισμένο σε εξωτερική επαυξημένη πραγματικότητα (AR). Στόχος του συστήματος είναι η απεικόνιση τρισδιάστατων μοντέλων ιστορικών τοποθεσιών και μνημείων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με πολιτιστικά αξιοθέατα μέσω των κινητών τους συσκευών. Σε αντίθεση με τις υπάρχουσες λύσεις που εφαρμόζονται σε εσωτερικούς χώρους, το προτεινόμενο σύστημα επιτρέπει την ελεύθερη χρήση του σε εξωτερικούς χώρους, ξεπερνώντας περιορισμούς που επιβάλλονται από την τοποθεσία και τη στατική φύση των παραδοσιακών μέσων οπτικοποίησης.

Η καινοτομία του συστήματος βασίζεται στη χρήση τεχνολογιών όπως το GPS και αλγορίθμων αναγνώρισης εικόνας όπως το SURF, για την ακριβή τοποθέτηση και προβολή των τρισδιάστατων μοντέλων σε σχέση με το πραγματικό περιβάλλον. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να βιώσουν μια πιο ρεαλιστική και καθηλωτική εμπειρία, ενισχύοντας την κατανόηση

και την εκτίμησή τους για τα ιστορικά μνημεία. Το σύστημα προσφέρει μια νέα προσέγγιση στη διαχείριση και την παρουσίαση πολιτιστικής κληρονομιάς, παρέχοντας ταυτόχρονα πληροφορίες με διαδραστικό και ελκυστικό τρόπο.

Η μεθοδολογία της έρευνας επικεντρώνεται στην ανάπτυξη και εφαρμογή ενός 3D μοντέλου οπτικοποίησης που αξιοποιεί τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας σε εξωτερικούς χώρους. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, δημιουργήθηκαν τρισδιάστατα μοντέλα με τη βοήθεια του λογισμικού 3ds Max, τα οποία στη συνέχεια ενσωματώθηκαν στο σύστημα AR. Η διαδικασία υλοποίησης περιελάμβανε την ανάλυση και τον σχεδιασμό του συστήματος, τη δημιουργία μοντέλων, και την ανάπτυξη του λογισμικού που υποστηρίζει τη λειτουργία του συστήματος σε κινητές συσκευές, κυρίως smartphones. Τα μοντέλα αυτά συνδέθηκαν με εικόνες πανόραμα και συνδυάστηκαν με πραγματικές εικόνες μέσω της κάμερας της συσκευής, προσφέροντας μια πλήρη εμπειρία AR στους χρήστες.

Η εφαρμογή αυτού του συστήματος σε εξωτερικούς χώρους παρέχει τη δυνατότητα χρήσης της AR τεχνολογίας χωρίς τους περιορισμούς του κλειστού χώρου, επιτρέποντας τη δημιουργία ενός πιο διαδραστικού και εντυπωσιακού περιβάλλοντος. Το σύστημα αυτό μπορεί να εφαρμοστεί σε ποικίλα περιβάλλοντα, προσφέροντας μοναδικές ευκαιρίες για εκπαιδευτικούς σκοπούς, τουριστική προώθηση και διαχείριση πολιτιστικών πόρων. Οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα πολιτιστικά μνημεία με τρόπους που δεν ήταν εφικτοί με τις παραδοσιακές μεθόδους, καθιστώντας το ένα σημαντικό εργαλείο για τη διατήρηση και την προώθηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Συνολικά, η μελέτη καταλήγει ότι η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σε εξωτερικούς χώρους προσφέρει σημαντικά οφέλη για την οπτικοποίηση και την προώθηση των πολιτιστικών μνημείων. Το προτεινόμενο σύστημα υπερβαίνει τους περιορισμούς των παραδοσιακών μέσων, προσφέροντας μια διαδραστική, εκπαιδευτική και καθηλωτική εμπειρία που μπορεί να εμπλουτίσει την επίσκεψη σε πολιτιστικούς χώρους και να ενισχύσει την επίγνωση και την εκτίμηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

2.4 Value of augmented reality at cultural heritage sites: A stakeholder approach^[16]

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) αποτελεί μια καινοτόμο τεχνολογία που επιτρέπει την επικάλυψη ψηφιακού περιεχομένου στον πραγματικό κόσμο, βελτιώνοντας την εμπειρία του χρήστη. Στα πολιτιστικά περιβάλλοντα, η AR προσφέρει νέες δυνατότητες για την ενίσχυση της επισκεπτικής εμπειρίας, καθιστώντας την μάθηση πιο διαδραστική και ελκυστική. Η πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη των εφαρμογών AR σε μικρά μουσεία, διερευνώντας την αντιληπτή αξία της από την προοπτική των ενδιαφερόμενων

μερών.

Η έρευνα βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης ενός μικρού μουσείου στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου συλλέχθηκαν ποιοτικά δεδομένα μέσω ομάδων εστίασης και συνεντεύξεων από 24 ενδιαφερόμενα μέρη. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η AR έχει σημαντική αξία για την ιστορική και πολιτιστική διατήρηση, την ενίσχυση της ικανοποίησης των επισκεπτών, την εκπαίδευση και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η AR μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, ενώ ταυτόχρονα προσελκύει νέες αγορές και βελτιώνει την εμπειρία μάθησης.

Αυτή η εργασία συμβάλλει στην κάλυψη του ερευνητικού κενού όσον αφορά την αντιληπτή αξία της AR σε πολιτιστικά περιβάλλοντα, προσφέροντας πολύτιμα στοιχεία για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της τεχνολογίας στα μικρά πολιτιστικά ιδρύματα.

Η μεθοδολογία της έρευνας περιλαμβάνει την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τους ενδιαφερόμενους, εστιάζοντας στις διαφορετικές προοπτικές τους σχετικά με την ενσωμάτωση της AR στο μουσείο. Ειδικότερα, δίνεται έμφαση στην εκπαιδευτική αξία της AR και στον τρόπο με τον οποίο αυτή ενισχύει την κατανόηση της πολιτιστικής κληρονομιάς από τους επισκέπτες.

2.5 Intelligent cathedrals: Using augmented reality, virtual reality, and artificial intelligence to provide an intense cultural, historical, and religious visitor experience^[17]

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη χρήση των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας (AR), εικονικής πραγματικότητας (VR) και τεχνητής νοημοσύνης (AI) για την ενίσχυση της πολιτιστικής, ιστορικής και θρησκευτικής εμπειρίας των επισκεπτών σε καθεδρικούς ναούς. Οι καθεδρικοί ναοί αποτελούν όχι μόνο αρχιτεκτονικά αριστουργήματα αλλά και σημαντικά μνημεία πίστης και πολιτιστικής κληρονομιάς, τα οποία συνδέονται στενά με τις τοπικές κοινότητες. Με αφορμή την πυρκαγιά στον καθεδρικό ναό της Παναγίας των Παρισίων το 2019 και την πανδημία του COVID-19, η ανάγκη για νέες μεθόδους διατήρησης και επίσκεψης αυτών των μνημείων έγινε πιο επιτακτική.

Οι τεχνολογίες AR, VR και AI προσφέρουν μια εναλλακτική λύση για την πρόσβαση σε μνημεία που δεν είναι φυσικά προσβάσιμα λόγω διαφόρων περιορισμών. Η μελέτη επικεντρώνεται σε τρεις συγκεκριμένους καθεδρικούς ναούς: την Παναγία των Παρισίων στη Γαλλία, τον Καθεδρικό Ναό του Αγίου Πέτρου στο Έξετερ της Αγγλίας και τον Καθεδρικό Ναό της Σάντα Μαρία ντε λα Σέντε στη Σεβίλλη της Ισπανίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως οι τεχνολογίες αυτές όχι μόνο συμβάλλουν στη διατήρηση και αποκατάσταση των μνημείων, αλλά προσφέρουν και μια νέα μορφή διαμεσολάβησης με το κοινό, επιτρέποντας στους

επισκέπτες να βιώσουν μια βαθιά πολιτιστική, ιστορική και θρησκευτική εμπειρία.

Η δυνατότητα των ψηφιακών τεχνολογιών να προσφέρουν εμπλουτισμένες επισκέψεις καθιστά δυνατή τη δημιουργία 3D μοντέλων των καθεδρικών ναών, τα οποία χρησιμοποιούνται για μελέτη και ανάλυση. Τέτοια μοντέλα επιτρέπουν την καλύτερη κατανόηση, συντήρηση και αναπαραγωγή σύνθετων δομών όπως είναι τα ξύλινα πλαίσια οροφής, τα βιτρό παράθυρα και τα αγάλματα. Επιπλέον, οι τεχνολογίες αυτές χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση και την ψυχαγωγία του κοινού, προσφέροντας μια εναλλακτική στις παραδοσιακές επισκέψεις. Για παράδειγμα, στο καθεδρικό ναό του Αγίου Πέτρου στο Έξετερ, οι επισκέπτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την επαυξημένη πραγματικότητα για να δουν μέρη του ναού όπως ήταν αρχικά.

Η μεθοδολογία της μελέτης βασίζεται στη χρήση της περίπτωσης πολλαπλών καθεδρικών ναών για την ανάδειξη των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών στη διατήρηση και παρουσίαση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Εφαρμόζοντας και αξιολογώντας τις τεχνολογίες αυτές σε διαφορετικούς ναούς και πολιτιστικά πλαίσια, η μελέτη αναδεικνύει τα οφέλη τους τόσο στη διατήρηση όσο και στη δημιουργία μιας βαθιάς και διαδραστικής εμπειρίας για τους επισκέπτες. Αυτές οι τεχνολογίες ενισχύουν την προσβασιμότητα, ενώ παράλληλα διατηρούν και αναδεικνύουν την πλούσια ιστορική και θρησκευτική κληρονομιά των καθεδρικών ναών, προσφέροντας μια εμπειρία που συχνά ξεπερνά την παραδοσιακή φυσική επίσκεψη.

2.6 Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos^[18]

Η μελέτη που περιλαμβάνεται στο αρχείο ασχολείται με τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα (VR και AR), για την αναπαράσταση και αλληλεπίδραση με πολιτιστικούς χώρους, με επίκεντρο το Ρωμαϊκό Θέατρο στην πόλη Βύβλο του Λιβάνου. Σκοπός της μελέτης είναι να βελτιώσει την εμπειρία των επισκεπτών, παρέχοντας μια πιο ολοκληρωμένη και ακριβή απεικόνιση της αρχικής μορφής του θεάτρου, το οποίο σήμερα βρίσκεται σε κακή κατάσταση διατήρησης.

Η Βίβλος είναι μία από τις αρχαιότερες συνεχώς κατοικημένες πόλεις στον κόσμο, με ιστορία που ξεκινά από τη Νεολιθική Εποχή. Το Ρωμαϊκό Θέατρο της Βύβλου, το οποίο κατασκευάστηκε το 218 μ.Χ., αποτελεί σημαντικό στοιχείο της πολιτιστικής κληρονομιάς, αν και ελάχιστα τμήματα της αρχικής του δομής έχουν διασωθεί. Το έργο περιλάμβανε τη δημιουργία ενός υποθετικού μοντέλου που αναπαριστά την αρχική μορφή του θεάτρου, βασιζόμενο σε ιστορικές αναφορές και συγκρίσεις με άλλα θέατρα της Ρωμαϊκής εποχής.

Η διαδικασία κατασκευής του μοντέλου περιλάμβανε τη χρήση σύγχρονων τεχνικών

υπολογιστικής γραφής για την παραγωγή ενός τρισδιάστατου μοντέλου του υπάρχοντος θεάτρου, καθώς και την ανάπτυξη εφαρμογών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας για την απεικόνισή του. Οι εφαρμογές αυτές επιτρέπουν στους χρήστες να εξερευνήσουν το χώρο με τρόπο που υπερβαίνει τη συμβατική επίσκεψη σε έναν αρχαιολογικό χώρο, προσφέροντας τους μια πιο βαθιά κατανόηση της ιστορικής του σημασίας.

Η μελέτη αντιμετώπισε αρκετές προκλήσεις, όπως η ακριβής αναπαράσταση του θεάτρου με βάση τα λιγοστά απομεινάρια του και η ανάγκη προσαρμογής των μοντέλων στα δεδομένα που ήταν διαθέσιμα. Η ανακατασκευή βασίστηκε σε γεωμετρικές αναλύσεις και συγκρίσεις με παρόμοιες δομές, όπως το Θέατρο της Ασπένδου στην Τουρκία. Το υποθετικό μοντέλο που δημιουργήθηκε δεν αποτελεί ακριβή απεικόνιση του αρχικού θεάτρου, αλλά μια εκπαιδευτική αναπαράσταση που συνδυάζει επιστημονικά δεδομένα και τεχνολογική καινοτομία.

Η μεθοδολογία της μελέτης περιλάμβανε τρία βασικά βήματα: την παραγωγή ενός τρισδιάστατου υπολογιστικού μοντέλου του υπάρχοντος θεάτρου, την ανάλυση των δεδομένων για την υποθετική ανακατασκευή της αρχικής δομής, και την ανάπτυξη των εφαρμογών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Για την παραγωγή του τρισδιάστατου μοντέλου, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές εξαγωγής σημειακών νεφών από εικόνες, καθώς και αλγόριθμοι για τη δημιουργία γεωμετρικών πλεγμάτων και την εφαρμογή υφών, ώστε να προκύψει ένα ρεαλιστικό οπτικό αποτέλεσμα.

Η εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας επέτρεψε στους χρήστες να περιηγηθούν στο θέατρο, ενώ η επαυξημένη πραγματικότητα προσέφερε την εμπειρία μιας ιστορικής αναπαράστασης του θεάτρου στο φυσικό του χώρο, αποκαλύπτοντας τις χαμένες δομές και προσφέροντας σχετικό πληροφοριακό υλικό. Οι προκλήσεις περιλάμβαναν την ισορροπία μεταξύ ρεαλισμού και απόδοσης, καθώς και την ακριβή προσαρμογή των τεχνολογικών εφαρμογών στις ιδιαιτερότητες του αρχαιολογικού χώρου.

2.7 Virtual reality for the enhancement of cultural tangible and intangible heritage: The case study of the Castle of Corsano^[19]

Το άρθρο εστιάζει στην ανάπτυξη μιας καθηλωτικής εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας (VR) για την ανάδειξη του Κάστρου του Κορσάνο, ενός παλαιού και απρόσιτου κάστρου σε ένα μικρό χωριό της Σαλεντίας στην Ιταλία. Το έργο ξεκινά με την τρισδιάστατη ανακατασκευή του κτηρίου και αποσκοπεί στην παροχή ιστορικών πληροφοριών σχετικά με το Κάστρο, οι οποίες αντλούνται από την ανάλυση της υλικής και άυλης πολιτιστικής κληρονομιάς του. Το εγχείρημα αυτό περιλαμβάνει τη συλλογή αναμνήσεων για τα έθιμα και τις παραδόσεις που σχετίζονται με το κάστρο, και καταλήγει σε

μια εφαρμογή που επιτρέπει στους χρήστες να εξερευνήσουν ψηφιακά το χώρο και την ιστορία του Κάστρου, ακόμα και από το σπίτι τους.

Η μελέτη επικεντρώνεται στη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως η Εικονική Πραγματικότητα, για την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς, με στόχο να δημιουργηθεί ένα εργαλείο που να συνδυάζει την αναπαράσταση της ιστορίας με τη χρήση της τεχνολογίας. Η εφαρμογή εστιάζει στη δημιουργία μιας καθηλωτικής εμπειρίας που ενισχύει την αίσθηση παρουσίας και την πρόσβαση σε απρόσιτους χώρους, προσφέροντας παράλληλα πληροφορίες σχετικά με την ιστορική εξέλιξη του κάστρου και των παραδόσεών του.

Η εφαρμογή περιλαμβάνει μια ιστορική επισκόπηση του Κάστρου από τον 12ο έως τον 20ό αιώνα, και περιγράφει τις τεχνολογικές εξελίξεις που οδήγησαν στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής VR. Η επιλογή του Oculus Quest-2 ως το πιο κατάλληλο συσκευή για την εμπειρία VR βασίστηκε στην ευκολία χρήσης και την αποτελεσματική απεικόνιση των ψηφιακών χώρων. Το έργο αποσκοπεί στην προώθηση της πρόσβασης και της κατανόησης της πολιτιστικής κληρονομιάς, ενώ αναμένει την πλήρη αποκατάσταση και φυσική πρόσβαση στο κάστρο.

Η μεθοδολογία του έργου περιλάμβανε την τρισδιάστατη ανακατασκευή του Κάστρου χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως η φωτογραμμετρία και η 3D μοντελοποίηση. Η ανάπτυξη της εφαρμογής VR βασίστηκε στη χρήση του Oculus Quest-2, ένα αυτόνομο σύστημα που επιτρέπει στους χρήστες να απολαμβάνουν την εμπειρία χωρίς την ανάγκη σύνδεσης με υπολογιστή. Η συγκεκριμένη συσκευή επιλέχθηκε λόγω της δυνατότητας ελεύθερης κίνησης του χρήστη και της ενίσχυσης της εμπειρίας μέσω του συστήματος "Passthrough+" που εγγυάται την ασφάλεια κατά τη διάρκεια της εικονικής περιήγησης.

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε ώστε να προσφέρει μια καθηλωτική εμπειρία που επιτρέπει στους χρήστες να εξερευνήσουν το κάστρο και τις ιστορικές του φάσεις μέσα από την εικονική πραγματικότητα, συμβάλλοντας στην ανάδειξη της υλικής και άυλης κληρονομιάς του Κάστρου του Κορσάνο.

3. Μεθοδολογία

3.1 Γενική Ιδέα

Όπως προαναφέρθηκε, η ανάπτυξη των τεχνολογιών Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) τα τελευταία χρόνια είναι ταχύτατη. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί αλληλένδετη με την πολιτιστική κληρονομιά, αφού μπορεί να παράσχει μια μοναδική εμπειρία στον επισκέπτη. Η παρούσα πτυχιακή εργασία, λοιπόν, επιλέχθηκε για να αναδείξει με πρακτικό τρόπο την αξία και την αποτελεσματικότητα της AR σε πραγματικές συνθήκες αλλά και να επαναπροσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και αλληλεπιδρούμε με τον κόσμο γύρω μας.

Στα πλαίσια λοιπόν, αυτής της προσπάθειας επιλέχθηκε το αρχαιολογικό Μουσείο Παλαιόπολης Κέρκυρας το οποίο βρίσκεται μέσα στο πάρκο του ανακτόρου Μον Ρεπό. Το Μον Ρεπό (Mon Repos) είναι μια ιστορική έπαυλη και πάρκο στην Κέρκυρα, που βρίσκεται πάνω από τη θάλασσα στα ανατολικά της πόλης. Χτίστηκε το 1826 από τον Άγγλο αρμοστή Sir Frederick Adam ως θερινή κατοικία για τον ίδιο και τη σύζυγό του. Το όνομα "Mon Repos" σημαίνει "Η ανάπαυση μου" στα γαλλικά, υποδεικνύοντας τον χαρακτήρα της έπαυλης ως τόπο ξεκούρασης και ηρεμίας. Η έπαυλη είναι γνωστή για την αρχιτεκτονική της, που συνδυάζει νεοκλασικά και αποικιακά στοιχεία. Το κτήμα είναι επίσης σημαντικό λόγω του ρόλου του στην ιστορία της Ελλάδας. Εκεί γεννήθηκε ο πρίγκιπας Φίλιππος, Δούκας του Εδιμβούργου, σύζυγος της Βασίλισσας Ελισάβετ Β' του Ηνωμένου Βασιλείου. Το Μον Ρεπό περιβάλλεται από έναν μεγάλο κήπο και δάσος, το οποίο φιλοξενεί διάφορα είδη φυτών και ζώων, ενώ υπάρχουν και αρχαιολογικά ευρήματα, όπως τα ερείπια αρχαίου ναού. Σήμερα, η έπαυλη λειτουργεί ως μουσείο και είναι ανοιχτή στο κοινό, προσφέροντας μια ματιά στην ιστορία και τον πολιτισμό της Κέρκυρας.



Εικόνα 1. Μον Ρεπό

3.2 Παρουσίαση Εφαρμογής και Στόχοι

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) χρησιμοποιώντας το Unity. Η εφαρμογή αξιοποιεί την κάμερα του κινητού τηλεφώνου του χρήστη, επιτρέποντάς του να περιηγηθεί μέσα στο κτίριο του Μον Ρεπό και να αλληλεπιδράσει με διάφορα εκθέματα. Ο χρήστης μπορεί να σταματήσει σε διαφορετικά σημεία του χώρου και πλησιάζοντας το κινητό του σε ένα marker προκειμένου να το σκανάρει, θα μπορεί να λάβει πληροφορίες στην οθόνη του ή να ακούσει ηχητικές περιγραφές σχετικά με το συγκεκριμένο έκθεμα.

Πιο αναλυτικά, η εφαρμογή που αναπτύχθηκε για την παρούσα πτυχιακή εργασία, "Mon Repo AR", είναι μια κινητή εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR) που σχεδιάστηκε για να ενισχύσει την εμπειρία των επισκεπτών στην έπαυλη Μον Ρεπό στην Κέρκυρα, Ελλάδα. Η εφαρμογή αξιοποιεί την πλατφόρμα Unity και μια πληθώρα τεχνολογιών που αναφέρονται παρακάτω. Οι στόχοι που τέθηκαν για την εφαρμογή είναι:

- Να προσφέρει έναν διαδραστικό και ελκυστικό τρόπο εξερεύνησης της έπαυλης Μον Ρεπό στους επισκέπτες.
- Να παρέχει ενημερωτικά κείμενα και ηχητικό περιεχόμενο σχετικά με την ιστορία και τη σημασία των μνημείων της έπαυλης.

Ουσιαστικά, η εφαρμογή στοχεύει στην αλληλεπίδραση χρηστών με 3D μοντέλα. Τα εκθέματα θα "ζωντανεύουν" μέσω του κινητού ενώ η εφαρμογή θα ενσωματώνει και ήχο και περιγραφές σε πολλαπλές γλώσσες, βελτιώνοντας έτσι την προσβασιμότητα και τη διεπαφή με τον χρήστη. Θα μπορεί να υλοποιηθεί και περιστροφή του εκθέματος και φυσικά θα συμπεριλαμβάνονται και οδηγίες χρήσης. Εν τέλει, η εφαρμογή προσφέρει μια ολοκληρωμένη, διαδραστική εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας, με στόχο την ενίσχυση της εμπειρίας του χρήστη.

3.3 Εργαλεία και Λογισμικά

Από εργαλεία και λογισμικά χρησιμοποιήθηκαν η μηχανή παιχνιδιού Unity και ως περιβάλλον ανάπτυξης το Visual Studio. Συγχρόνως η ενσωματωμένη μηχανή ήχου της Unity, Audio Engine και τα AR SDK, το NFC, τα markers και τέλος Text to Speech (TTS).

3.3.1 Unity

Η Unity είναι μια ισχυρή και ευέλικτη μηχανή παιχνιδιού που χρησιμοποιείται ευρέως για την ανάπτυξη τρισδιάστατων και δισδιάστατων παιχνιδιών, αλλά και εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και εικονικής πραγματικότητας (VR). Είναι ένα

ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν διαδραστικές εμπειρίες με μεγάλη ακρίβεια και λεπτομέρεια. Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα της Unity είναι η υποστήριξή της για πολλαπλές πλατφόρμες, επιτρέποντας την ανάπτυξη εφαρμογών για Android, iOS, Windows, και άλλες συσκευές. Η Unity διαθέτει ενσωματωμένες δυνατότητες για την επεξεργασία γραφικών, φυσικής και προσομοιώσεων, καθώς και ένα μεγάλο κατάστημα πόρων (Asset Store) από το οποίο οι προγραμματιστές μπορούν να κατεβάσουν ή να αγοράσουν έτοιμα μοντέλα, ήχους και άλλα στοιχεία για τα έργα τους.

3.3.2 Visual Studio

Το Visual Studio είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment, IDE) που χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη λογισμικού σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, όπως C#, C++, και Python. Στην περίπτωση της Unity, το Visual Studio χρησιμοποιείται ως το κύριο εργαλείο για την επεξεργασία και τη διαχείριση του κώδικα της εφαρμογής. Παρέχει ισχυρά εργαλεία για τον εντοπισμό σφαλμάτων (debugging), τη διαχείριση έργων, καθώς και δυνατότητες ενσωμάτωσης με συστήματα ελέγχου εκδόσεων (version control), όπως το Git. Το Visual Studio υποστηρίζει επίσης διάφορες επεκτάσεις και plugins που μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγικότητα των προγραμματιστών, κάνοντας το ιδανικό για ανάπτυξη εφαρμογών σε περιβάλλοντα όπως η Unity.

3.3.3 Audio Engine

Η ενσωματωμένη μηχανή ήχου της Unity, γνωστή ως Audio Engine, παρέχει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για την αναπαραγωγή, επεξεργασία και διαχείριση ήχου μέσα σε μια εφαρμογή ή παιχνίδι. Μέσω αυτής της μηχανής, οι προγραμματιστές μπορούν να εισάγουν ήχους, να ρυθμίσουν την ένταση, την επανάληψη (looping), και να εφαρμόσουν διάφορα εφέ ήχου (audio effects) στα αρχεία ήχου που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή.

3.3.4 AR SDK

Το AR SDK αναφέρεται σε ένα πακέτο εργαλείων και βιβλιοθηκών που παρέχονται για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Ανάλογα με την πλατφόρμα και τις ανάγκες της εφαρμογής, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα AR SDKs, όπως το ARCore της Google για Android συσκευές ή το ARKit της Apple για iOS συσκευές.

3.3.5 NFC

Η βιβλιοθήκη NFC είναι ένα λογισμικό που επιτρέπει την επικοινωνία με τις τεχνολογίες Near Field Communication (NFC). Η NFC είναι μια ασύρματη τεχνολογία που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ δύο συσκευών όταν βρίσκονται σε κοντινή απόσταση, συνήθως λίγων εκατοστών. Σε εφαρμογές όπως η "Mon Repo AR", η NFC βιβλιοθήκη χρησιμοποιείται για την ανίχνευση και ανάγνωση πληροφοριών από NFC tags (ετικέτες NFC) που βρίσκονται κοντά στα μνημεία. Όταν ο χρήστης πλησιάσει το τηλέφωνό του σε ένα NFC tag, η βιβλιοθήκη αυτή επιτρέπει στην εφαρμογή να αναγνωρίσει την ταυτότητα του tag και να προβάλει το αντίστοιχο περιεχόμενο, όπως κείμενο ή ήχο, που σχετίζεται με το συγκεκριμένο μνημείο.

3.3.5.1 Βασικές Λειτουργίες NFC

Ο NFC (Near Field Communication) είναι μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας μικρής εμβέλειας που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση, συνήθως λίγων εκατοστών. Είναι μια εξέλιξη της τεχνολογίας RFID (Radio Frequency Identification) και χρησιμοποιείται ευρέως για ανέπαφες πληρωμές, ανταλλαγή δεδομένων και άλλες εφαρμογές.

Βασικές Λειτουργίες του NFC:

- Card Emulation Mode: Η συσκευή λειτουργεί σαν μια NFC κάρτα, π.χ., για ανέπαφες πληρωμές.
- Reader/Writer Mode: Η συσκευή λειτουργεί σαν αναγνώστης ή εγγραφέας για NFC tags (ετικέτες).
- Peer-to-Peer Mode: Οι συσκευές ανταλλάσσουν δεδομένα απευθείας μεταξύ τους.

3.3.5.2 Πως λειτουργεί το NFC

1. Ανίχνευση και Έναρξη Επικοινωνίας: Όταν δύο NFC συσκευές ή μια NFC συσκευή και ένα NFC tag πλησιάσουν αρκετά, δημιουργείται ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που επιτρέπει την επικοινωνία τους.
2. Ανταλλαγή Δεδομένων: Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω ραδιοκυμάτων σε πολύ χαμηλές συχνότητες (13.56 MHz), καθιστώντας την τεχνολογία ενεργειακά αποδοτική και γρήγορη.
3. Ασφάλεια: Η μικρή εμβέλεια της NFC (έως 4 εκατοστά) προσφέρει φυσική ασφάλεια, καθώς μειώνεται η πιθανότητα παρεμβολής από άλλες συσκευές.

3.3.5.3 Ανίχνευση NFC σε Unity Εφαρμογές

Η ανίχνευση NFC σε Unity εφαρμογές βασίζεται στη χρήση listeners που ενεργοποιούνται όταν μια NFC συσκευή ή tag πλησιάσει τη συσκευή. Το Unity, μέσω των plugins, παρέχει μεθόδους για την ανίχνευση και την επεξεργασία αυτών των συμβάντων. Η ανίχνευση NFC μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα εφαρμογών, από παιχνίδια και διαδραστικές εφαρμογές, μέχρι συστήματα πληρωμών και έλεγχο ταυτότητας.

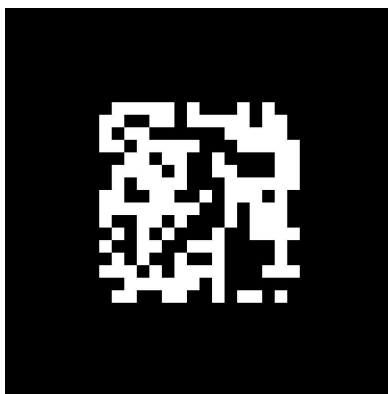
3.3.5.4 Περιορισμοί και Προκλήσεις

- **Συμβατότητα:** Τα NFC APIs διαφέρουν ανάμεσα σε Android και iOS, οπότε η cross-platform ανάπτυξη μπορεί να είναι πιο περίπλοκη.
- **Ασφάλεια:** Ενώ το NFC είναι φυσικά ασφαλές λόγω της μικρής του εμβέλειας, απαιτούνται πρόσθετα μέτρα ασφάλειας για κρίσιμες εφαρμογές, όπως οι πληρωμές.

Τελικά συμπεραίνουμε ότι η υλοποίηση NFC στο Unity μπορεί να γίνει μέσω εξειδικευμένων plugins που επιτρέπουν την ανίχνευση και την αλληλεπίδραση με NFC tags. Ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής, οι προγραμματιστές μπορούν να ανιχνεύσουν, να διαβάσουν ή και να γράψουν δεδομένα σε NFC tags, προσφέροντας έτσι νέες δυνατότητες και εμπειρίες χρήσης.

3.3.6 Markers

Τα markers που χρησιμοποιούνται στη Unity για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας (AR) είναι ειδικά γραφικά σύμβολα ή εικόνες που αναγνωρίζονται από την κάμερα της συσκευής. Όταν η κάμερα ανιχνεύει ένα marker, το σύστημα AR μπορεί να τοποθετήσει εικονικά αντικείμενα ή πληροφορίες πάνω από αυτό, δημιουργώντας την αίσθηση ότι αυτά τα αντικείμενα αλληλεπιδρούν με τον πραγματικό κόσμο. Τα markers συνήθως σχεδιάζονται με μοναδικά μοτίβα, που διευκολύνουν την ακριβή αναγνώριση και παρακολούθηση. Μέσω της Unity και της βιβλιοθήκης ARToolkit, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν διαδραστικές εμπειρίες. Επιπλέον, οι συγκεκριμένοι markers μπορούν να δημιουργηθούν χρησιμοποιώντας την ιστοσελίδα ARMaker^[20], που παρέχει εργαλεία για τη σχεδίαση και την προσαρμογή τους. Ενδεικτικά στην εικόνα 2 απεικονίζεται ένα marker που δημιουργήθηκε στην ιστοσελίδα που προαναφέρθηκε.



Εικόνα 2. Marker

3.3.7 Text to Speech

Η τεχνολογία Μετατροπής Κειμένου σε Ομιλία (TTS) είναι μια καινοτόμος διαδικασία που επιτρέπει τη μετατροπή γραπτού κειμένου σε προφορικό λόγο, επιτρέποντας στους χρήστες να ακούνε το περιεχόμενο αντί να το διαβάζουν. Η λειτουργία του TTS βασίζεται σε έναν συνδυασμό γλωσσολογικών και τεχνολογικών παραμέτρων που επιτρέπουν την αναπαραγωγή ανθρώπινης ομιλίας με φυσικότητα.

Η βασική διαδικασία πίσω από το TTS περιλαμβάνει τρία κύρια στάδια:

1. Ανάλυση και Κατανόηση του Κειμένου

Σε αυτό το στάδιο, το TTS σύστημα αναλύει το κείμενο που πρόκειται να μετατραπεί σε ομιλία. Η ανάλυση περιλαμβάνει τη γραμματική και τη συντακτική δομή της γλώσσας, τη σημασιολογία των λέξεων, καθώς και τον προσδιορισμό της σωστής προφοράς, τονισμό και παύσεις. Αυτή η ανάλυση είναι σημαντική για να αποδοθεί με ακρίβεια το κείμενο σε προφορικό λόγο, όπως θα το έκανε ένας φυσικός ομιλητής.

2. Μετατροπή σε Φωνητική Αναπαράσταση

Αφού ολοκληρωθεί η ανάλυση του κειμένου, το σύστημα το μετατρέπει σε φωνητικές μονάδες (φωνήματα). Τα φωνήματα είναι τα μικρότερα δομικά στοιχεία ήχου σε μια γλώσσα, τα οποία συνδυάζονται για να δημιουργήσουν λέξεις. Στο TTS, χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα μοντέλα για να αναπαράγουν τη φυσική προφορά των λέξεων και των φράσεων.

3. Σύνθεση Ομιλίας

Το τελευταίο στάδιο είναι η σύνθεση της ομιλίας, όπου το TTS σύστημα χρησιμοποιεί τις φωνητικές μονάδες για να δημιουργήσει συνεχές ηχητικό σήμα που αναπαράγει την ανθρώπινη φωνή. Τα σύγχρονα συστήματα TTS μπορούν να

χρησιμοποιήσουν δύο βασικές μεθόδους: την ακουστική σύνθεση ή τη σύνθεση βασισμένη σε δείγματα (concatenative synthesis). Η ακουστική σύνθεση χρησιμοποιεί μαθηματικά μοντέλα για την παραγωγή ήχων, ενώ η σύνθεση βασισμένη σε δείγματα χρησιμοποιεί ηχογραφημένα κομμάτια ανθρώπινης φωνής που ενώνονται ώστε να σχηματίσουν πλήρεις προτάσεις.

Με τη ραγδαία ανάπτυξη των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, τα σύγχρονα συστήματα TTS έχουν βελτιωθεί σημαντικά. Οι αλγόριθμοι μάθησης μπορούν να βελτιώσουν την αναγνώριση προφοράς, τον τονισμό και τη φυσικότητα της φωνής, επιτυγχάνοντας πλέον μια εμπειρία σχεδόν αδιαχώριστη από την ανθρώπινη ομιλία.

Η τεχνολογία TTS χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορες εφαρμογές, όπως σε βοηθήματα απόρων με προβλήματα όρασης, σε ψηφιακούς βοηθούς, σε έξυπνες συσκευές και σε εφαρμογές πλοήγησης, επιτρέποντας σε πολλούς χρήστες να αλληλεπιδρούν με τεχνολογία πιο άμεσα και προσβάσιμα.

3.4 Πως χειρίζεται το Unity την AR;

Το Unity είναι μία από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες για την ανάπτυξη επαυξημένης πραγματικότητας (AR), προσφέροντας ένα πλούσιο σετ εργαλείων και plugins που διευκολύνουν τη δημιουργία AR εφαρμογών. Ακολουθεί μια αναλυτική επισκόπηση του πώς το Unity χειρίζεται το AR.

3.4.1 AR Foundation

Το **AR Foundation** είναι το κύριο πλαίσιο εργασίας (framework) της Unity για την ανάπτυξη εφαρμογών AR. Επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν εφαρμογές που λειτουργούν τόσο σε iOS όσο και σε Android, αξιοποιώντας τις δυνατότητες των πλατφορμών ARKit (για iOS) και ARCore (για Android).

- **Cross-platform compatibility:** Το AR Foundation παρέχει μια ενιαία API, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να γράψουν κώδικα μία φορά και να τον εκτελέσουν σε διαφορετικές πλατφόρμες.
- **Feature Support:** Το AR Foundation υποστηρίζει βασικά χαρακτηριστικά της AR, όπως αναγνώριση επιπέδων (plane detection), παρακολούθηση αντικειμένων (object tracking), αναγνώριση εικόνων (image recognition), και παρακολούθηση κίνησης (motion tracking).

3.4.2 AR Subsystems

Το AR Foundation αξιοποιεί διάφορα "subsystems" για να αλληλεπιδρά με τις λειτουργίες του AR. Αυτά τα subsystems παρέχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένες δυνατότητες, όπως:

- **Plane Detection Subsystem:** Για την ανίχνευση επιπέδων σε πραγματικό χρόνο, όπως δάπεδα ή τραπέζια.
- **Raycasting Subsystem:** Για να εντοπίζει το σημείο όπου ο χρήστης κοιτάζει ή αγγίζει στην AR σκηνή.
- **Anchor Subsystem:** Για να τοποθετείς ψηφιακά αντικείμενα στον πραγματικό χώρο, με σταθερή θέση.

3.4.3 ARKit και ARCore Integration

Το Unity υποστηρίζει πλήρως τα **ARKit** και **ARCore** μέσω του AR Foundation. Κάθε μία από αυτές τις πλατφόρμες παρέχει εργαλεία για να ενισχύσει την εμπειρία του χρήστη:

- **ARKit (iOS):** Παρέχει δυνατότητες όπως Face Tracking, Body Tracking, και περιβαλλοντικό mapping.
- **ARCore (Android):** Παρέχει δυνατότητες όπως Depth API, Cloud Anchors, και Augmented Faces.

3.4.4 XR Interaction Toolkit

Το **XR Interaction Toolkit** παρέχει μια συλλογή εργαλείων και script για τη δημιουργία διαδραστικών AR εφαρμογών. Επιτρέπει την εύκολη προσθήκη χειρισμών και διαδραστικών στοιχείων σε AR εφαρμογές, χωρίς να χρειάζεται ο προγραμματιστής να αναπτύξει την λειτουργικότητα από την αρχή.

3.4.5 Simulating AR in the Editor

Το Unity επιτρέπει επίσης την εξομοίωση AR εμπειριών μέσα από το Unity Editor, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να δοκιμάζουν και να ρυθμίζουν τις AR σκηνές τους χωρίς να χρειάζεται να αναπτύξουν την εφαρμογή σε πραγματική συσκευή.

3.4.6 Επεκτάσεις και Plugins

Το Unity προσφέρει επίσης υποστήριξη για διάφορα plugins και SDKs τρίτων κατασκευαστών, όπως το Vuforia, που ενισχύουν τις δυνατότητες AR προσθέτοντας επιπλέον χαρακτηριστικά όπως η αναγνώριση και η παρακολούθηση συγκεκριμένων αντικειμένων.

3.4.7 Διαχείριση απόδοσης

Οι εφαρμογές AR είναι απαιτητικές από πλευράς επεξεργαστικής ισχύος, οπότε το Unity παρέχει εργαλεία για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης, όπως η χρήση των Lightweight Render Pipeline (LWRP) και Universal Render Pipeline (URP) για βελτιστοποίηση της απόδοσης της γραφικής επεξεργασίας.

3.4.8 Cloud AR Solutions

Το Unity παρέχει επίσης δυνατότητες για την ενσωμάτωση υπηρεσιών cloud, επιτρέποντας την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων AR από το cloud, κάτι που είναι χρήσιμο για πιο σύνθετες εφαρμογές AR που απαιτούν διαμοιρασμό δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συσκευών ή χρηστών.

3.4.9 Vuforia

Το Vuforia είναι ένα από τα πιο γνωστά AR SDKs που ενσωματώνεται άψογα με το Unity. Προσφέρει ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και χαρακτηριστικών που επιτρέπουν την ανάπτυξη εφαρμογών AR με ευκολία. Ας δούμε κάποια από τα βασικά στοιχεία του:

- **Image Targets:** Το Vuforia επιτρέπει τη χρήση στατικών εικόνων (π.χ., λογότυπα, αφίσες) ως σημεία στόχευσης. Όταν η κάμερα αναγνωρίζει την εικόνα, το Unity μπορεί να εμφανίσει επαυξημένα γραφικά ή περιεχόμενο στην οθόνη.
- **Multi Targets:** Υποστηρίζει στόχους που αποτελούνται από πολλαπλές εικόνες ή επιφάνειες, επιτρέποντας πιο σύνθετες εμπειρίες AR.
- **Model Targets:** Το Vuforia μπορεί να αναγνωρίσει τρισδιάστατα αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο και να επαυξηθεί την εμπειρία με ψηφιακό περιεχόμενο.
- **AR Markers και Spatial Mapping:** Επιτρέπει τη χρήση ειδικών δεικτών (markers) ή την αναγνώριση του περιβάλλοντος για την τοποθέτηση αντικειμένων AR.

- **Cloud Recognition:** Χρησιμοποιεί cloud-based βάσεις δεδομένων για να αναγνωρίσει εικόνες και αντικείμενα σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας τη δυνατότητα να διαχειρίζεται μεγάλα σύνολα δεδομένων.

Το Vuforia προσφέρει ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο για την ανάπτυξη εφαρμογών AR μέσα στο Unity, επιτρέποντας τη χρήση προσαρμοσμένων στόχων και την ενσωμάτωση σύνθετων αλληλεπιδράσεων.

3.4.10 AR Foundation του Unity

Το AR Foundation είναι το ενσωματωμένο framework του Unity για την ανάπτυξη AR εφαρμογών. Το AR Foundation κάθεται πάνω στα **ARKit** (Apple) και **ARCore** (Google), επιτρέποντας στους προγραμματιστές να γράφουν κώδικα που μπορεί να τρέχει τόσο σε iOS όσο και σε Android. Τα βασικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν:

- **Device Tracking:** Το AR Foundation χρησιμοποιεί τα ARKit και ARCore για να παρακολουθεί τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής στον φυσικό κόσμο, επιτρέποντας ακριβή τοποθέτηση ψηφιακών αντικειμένων στο περιβάλλον.
- **Plane Detection:** Αναγνωρίζει επίπεδες επιφάνειες όπως τραπέζια ή δάπεδα και τοποθετεί επαυξημένα αντικείμενα πάνω σε αυτές.
- **Point Clouds:** Επιτρέπει τη χαρτογράφηση σημείων στον χώρο, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πιο ακριβή τοποθέτηση αντικειμένων και για τον εντοπισμό χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος.
- **Light Estimation:** Προσαρμόζει τη φωτεινότητα και τα χρώματα των επαυξημένων αντικειμένων ώστε να ταιριάζουν με τις συνθήκες φωτισμού του φυσικού περιβάλλοντος.
- **Anchor:** Χρησιμοποιεί αγκυρώσεις (anchors) για να "κλειδώνει" ψηφιακά αντικείμενα στον φυσικό κόσμο, ακόμη και αν η συσκευή κινηθεί ή το περιβάλλον αλλάξει.
- **AR Interactions:** Παρέχει εργαλεία για την αναγνώριση χειρονομιών, την αλληλεπίδραση με επαυξημένα αντικείμενα και τη δημιουργία πιο πλούσιων εμπειριών.

Το AR Foundation είναι ιδανικό για προγραμματιστές που θέλουν να δημιουργήσουν cross-platform εφαρμογές AR, καθώς επιτρέπει τη συγγραφή κοινόχρηστου κώδικα που μπορεί να τρέχει σε πολλές πλατφόρμες.

3.4.11 Mixed and Augmented Reality Toolkit (MRTK)

Το MRTK είναι ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε αρχικά από τη Microsoft για χρήση με τα HoloLens, αλλά υποστηρίζεται επίσης από το Unity. Το MRTK είναι σχεδιασμένο για εφαρμογές Mixed Reality αλλά έχει εφαρμογές και στην AR, ειδικά για πιο σύνθετα σενάρια αλληλεπίδρασης.

- **Gestures and Inputs:** Υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα χειρονομιών και άλλων τύπων εισόδου, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο AR χρησιμοποιώντας τα χέρια τους, φωνητικές εντολές και άλλες φυσικές αλληλεπιδράσεις.
- **Spatial Awareness:** Παρέχει εργαλεία για την αναγνώριση και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της ανίχνευσης τοίχων, δαπέδων και άλλων χαρακτηριστικών του χώρου.
- **UI Components:** Το MRTK προσφέρει έτοιμα UI στοιχεία που είναι ειδικά σχεδιασμένα για AR και MR εμπειρίες, επιτρέποντας την εύκολη ενσωμάτωση λειτουργιών όπως τα holograms και τα 3D widgets.

Το MRTK είναι κατάλληλο για πιο προηγμένες εφαρμογές AR που απαιτούν πολυδιάστατες αλληλεπιδράσεις και ακριβή εντοπισμό του περιβάλλοντος.

Συνολικά, το Unity προσφέρει μια ισχυρή και ευέλικτη πλατφόρμα για την ανάπτυξη AR εφαρμογών, εξοπλίζοντας τους προγραμματιστές με όλα τα απαραίτητα εργαλεία για να δημιουργήσουν και να βελτιστοποιήσουν AR εμπειρίες υψηλής ποιότητας. Ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου, οι προγραμματιστές μπορούν να επιλέξουν το Vuforia για εξειδικευμένες εφαρμογές, το AR Foundation για cross-platform λύσεις ή το MRTK για πιο προηγμένα σενάρια αλληλεπίδρασης. Όλα αυτά τα εργαλεία ενσωματώνονται ομαλά στο Unity, επιτρέποντας τη δημιουργία καθηλωτικών AR εμπειριών με υψηλή ποιότητα και απόδοση.

3.5 Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Εφαρμογής

Για την υλοποίηση της εφαρμογής "Mon Repos AR" σε πρωταρχικό στάδιο χρειάζεται η εγκατάσταση του unity editor και των απαιτούμενων modules. Αφού ολοκληρωθεί η εγκατάσταση τους επιλέγοντας "New project" και έπειτα "AR Mobile (Core)" για template ολοκληρώνεται το πρώτο βήμα στη δημιουργία της εφαρμογής. Πρωταρχικό βήμα σε κάθε νέο project είναι η λήψη των απαραίτητων βιβλιοθηκών. Για την παρούσα εφαρμογή χρειάζονται οι εξής:

- AR Foundation
- Google ARCore XR Plugin
- TextMeshPro
- XR Plugin Management
- XR Interaction Toolkit
- <https://github.com/KhronosGroup/UnityGLTF.git>

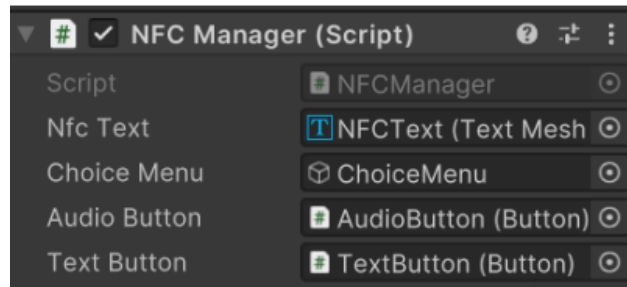
Ζωτικής σημασίας αποτελεί η λειτουργία της κάμερας για μια εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR). Προκειμένου λοιπόν να επιτευχθεί η σωστή λειτουργία της κάμερας χρειάστηκε από το "Hierarchy μενού" να προστεθεί το "AR Session" και το "XR Origin (AR Rig)" καθώς και τα δύο απαιτούνται για τη σωστή λειτουργία της κάμερας στην εφαρμογή μας.

3.5.1 Υλοποίηση με NFC

Εφόσον θα χρησιμοποιηθεί NFC τεχνολογία θα πρέπει να συνταχθεί και το κατάλληλο script για να τη διαχειρίζεται σωστά. Αφού λοιπόν, ολοκληρωθεί η συγγραφή το αρχείο "NFCManager.cs" θα είναι έτοιμο.

Έπειτα προκειμένου να εμφανίζονται στην οθόνη οι ζητούμενες πληροφορίες χρειάζεται η χρήση ενός "canvas" από το UI του Unity. Στο "canvas" αφού προστεθεί ένα "text element", θα εμφανίζονται οι πληροφορίες. Φυσικά για να γίνουν όλα αυτά πρέπει να υποστηρίζεται η δυνατότητα της τεχνολογίας NFC, για αυτό το λόγο χρειάζονται τα αρχεία NFCActivity.java και AndroidManifest.xml για να έχουμε το ζητούμενο αποτέλεσμα.

Παράλληλα πρέπει να προσφέρεται η επιλογή στον χρήστη, να διαλέξει ανάμεσα σε κείμενο ή ηχογραφημένο ήχο για τις πληροφορίες του μνημείου. Βέβαια για κάτι τέτοιο χρειάζεται και το κατάλληλο μενού. Πρώτα απ' όλα χρειάζεται η προσθήκη ενός "panel" στο "canvas" που είχε δημιουργηθεί και νωρίτερα με την κατάλληλη ονομασία ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τι αναφερόμαστε, όπως "ChoiceMenu". Έπειτα, δημιουργούμε δύο κουμπιά ως "παιδιά" του "ChoiceMenu", ένα "AudioButton" και ένα "TextButton", τα οποία γράφουν "Audio" και "Text" αντίστοιχα. Ενημερώνοντας το αρχείο NFCManager.cs που δημιουργήθηκε νωρίτερα, τα νέα κουμπιά θα μπορούν να αξιοποιηθούν. Και τέλος καθορίζουμε την ακριβή θέση των κουμπιών στο "Inspector" πάνελ από το αρχείο NFCManager. Η εικόνα 3 αποτελεί μια σύντομη ματιά σε ένα τμήμα του κώδικα.



Εικόνα 3. Οργάνωση των στοιχείων ενός script για αλληλεπίδραση με NFC

Στην συνέχεια, για να εμφανίζονται οι πληροφορίες για κάθε μνημείο θα πρέπει να είναι αποθηκευμένες και να χωρίζονται με ένα ID για να μπορεί η εφαρμογή να καταλάβει ποιο αρχείο να εμφανίσει. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο κώδικα ο οποίος θα βοηθάει να αποθηκεύονται οι πληροφορίες, οι οποίες είναι MonumentID, MonumentName, description και AudioClip. Υπογραμμίζεται ότι description και AudioClip είναι οι πληροφορίες που εμφανίζονται ή ακούγονται όταν το διαλέξει ο χρήστης. Φυσικά για κάθε μνημείο χρειάζεται και ο απαραίτητος κώδικας. Πιο αναλυτικά, για κάθε μνημείο θα πατήσουμε δεξί κλικ στη περιοχή "Project" του Unity και έπειτα 'Create -> Monument Data'. Για το κάθε μνημείο χρησιμοποιούμε ένα διαφορετικό ID και τις σωστές πληροφορίες. Ολοκληρώνοντας αυτό ανανεώνουμε ξανά το NFCManager.cs και προσθέτουμε όλα τα αρχεία των μνημείων στο κατάλληλο σημείο, όπως κάναμε προηγουμένως για τα κουμπιά.

Παρ' όλα αυτά, η υλοποίηση με το NFC δεν λειτουργούσε και δυστυχώς δεν προσδιορίστηκε ο λόγος. Προκειμένου, λοιπόν, να ξεπεραστεί το πρόβλημα η εφαρμογή υλοποιήθηκε με markers.

3.5.2 Υλοποίηση με Markers

Έχοντας εγκατεστημένο το Unity Editor και των απαραίτητων modules ακολουθήκαν τα εξής βήματα για να δημιουργηθεί μια λειτουργική εφαρμογή.

Βήμα 1: Δημιουργία του Canvas και Κουμπιών

Αρχικά, μια εφαρμογή χρειάζεται ένα interface. Έτσι στην οθόνη προστίθεται ένα Canvas. Σε αυτό δημιουργούνται δύο κουμπιά, το ένα για την αναπαραγωγή του ήχου και το άλλο για την εμφάνιση περιγραφών του μοντέλου. Η προσθήκη των κουμπιών γίνεται ως children του Canvas και ονομάζονται "AudioButton" και "DescriptionButton".

Βήμα 2: Εισαγωγή και Διαχείριση Μοντέλων (3D .glb Models)

Για την εμφάνιση τρισδιάστατων μοντέλων, χρειάζεται η εισαγωγή αρχείων ".glb" που αντιπροσωπεύουν κάθε αντικείμενο του μουσείου. Για κάθε μοντέλο δημιουργείται

διαφορετικό marker, ώστε όταν το σύστημα εντοπίζει το κατάλληλο marker να εμφανίζεται το αντίστοιχο μοντέλο. Χρησιμοποιήθηκαν markers παρόμοια με QR codes, και κάθε ένα από αυτά συνδέεται με το αντίστοιχο μοντέλο που θέλαμε να προβάλλουμε.

Βήμα 3: Σύνδεση των Μοντέλων με τα Markers

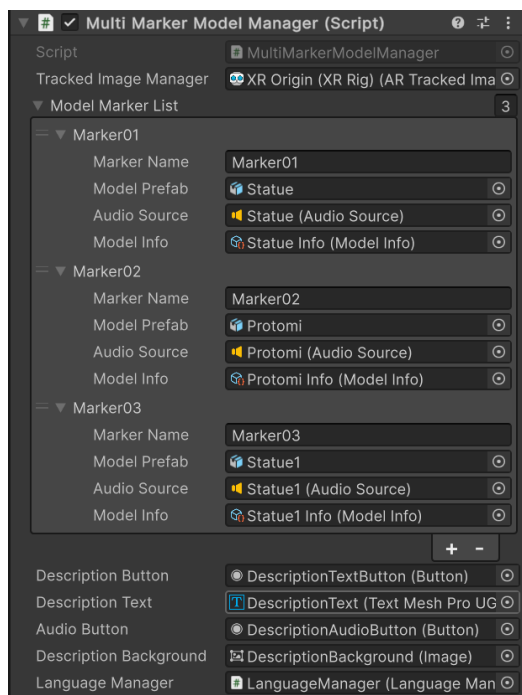
Η Βιβλιοθήκη Αναγνωρισμένων Εικόνων (Reference Image Library) έχει κύριο ρόλο. Για να μπορούν να συνδεθούν τα 3D μοντέλα με τα markers, χρησιμοποιήθηκε μια βιβλιοθήκη εικόνων αναφοράς. Αυτή η βιβλιοθήκη περιέχει τις εικόνες των markers που αντιστοιχούν στις φυσικές κάρτες (QR-like codes) με τα οποία σκανάρονται και εμφανίζονται τα μοντέλα. Τα βήματα για να επιτευχθεί αυτό είναι:

- Δημιουργία Βιβλιοθήκης: Στο Unity, από το Assets επιλέγουμε Create -> XR -> Reference Image Library.
- Προσθήκη Εικόνων: Προσθέτουμε τα QR codes ή τις εικόνες των markers στο αρχείο της βιβλιοθήκης. Κάθε εικόνα θα αντιστοιχίζεται σε ένα marker και συνεπώς σε ένα 3D μοντέλο.

Η σύνδεση των μοντέλων με τους markers έγινε μέσω του Tracked Image Manager, το οποίο αποτελεί στοιχείο του AR Foundation. Για κάθε marker (εικόνα) που χρησιμοποιήθηκε, προσδιορίστηκε το αντίστοιχο μοντέλο στο σύστημα. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο χρήστης σκανάρει ένα συγκεκριμένο marker, το script ενεργοποιεί την προβολή του σχετικού μοντέλου.

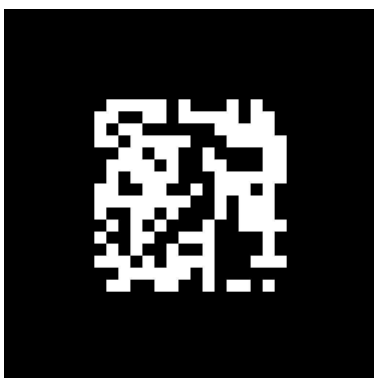
Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το “ARTrackedImageManager” για να παρακολουθούμε τα markers και να συνδέσουμε τα μοντέλα με τις εικόνες που χρησιμοποιούνται ως markers. Όταν το σύστημα ανιχνεύει ένα marker, δημιουργείται το κατάλληλο μοντέλο και τοποθετείται στον χώρο μέσω του script. Στην εικόνα 4 το script “MultiMarkerModelManager” φαίνεται να διαχειρίζεται τα τρία markers: Marker01, Marker02 και Marker03. Για κάθε marker, ορίζονται τα εξής:

- Model Prefab: Το 3D μοντέλο που συνδέεται με τον marker
- Audio Source: Το ηχητικό αρχείο που σχετίζεται με το μοντέλο
- Model Info: Οι πληροφορίες που θα εμφανίζονται για το εκάστοτε μοντέλο όταν το marker σαρώνεται

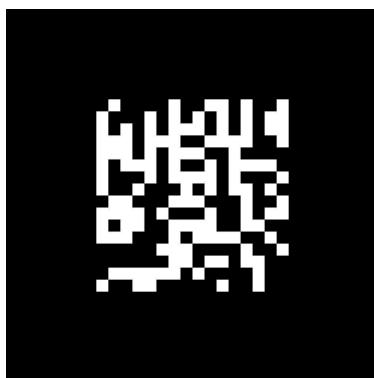


Εικόνα 4. Script Multi Marker Model Manager

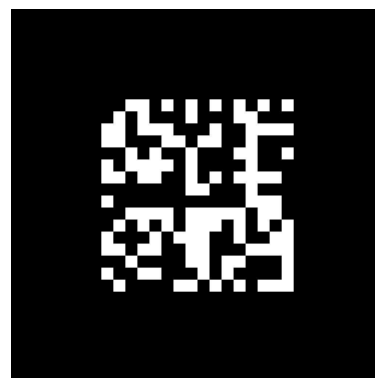
Τα markers εικονικά είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5. Marker 01



Εικόνα 6. Marker 02



Εικόνα 7. Marker 03

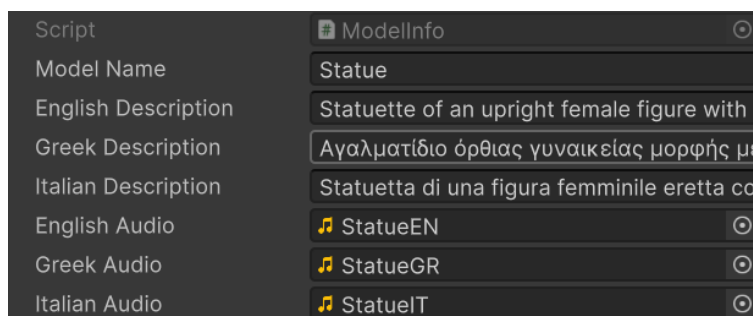
Βήμα 4: Δημιουργία Script για την αλληλεπίδραση με τα Μοντέλα

Για να προστεθεί η δυνατότητα μετακίνησης και αλλαγής μεγέθους του μοντέλου στην AR εφαρμογή, χρειάζεται ένα ειδικό script το οποίο επιτρέπει την αλληλεπίδραση του χρήστη με το μοντέλο μέσω αφής. Ο χρήστης μπορεί να περιστρέψει το μοντέλο, να το μετακινήσει ή να αλλάξει το μέγεθός του, προσφέροντας μια πιο δυναμική και διαδραστική εμπειρία.

Βήμα 5: Δημιουργία Script για τα Μοντέλα και τον Ήχο (Model Info)

Γράφτηκε ένα script με το οποίο καταχωρούνται τα δεδομένα για κάθε μοντέλο. Για κάθε μοντέλο προσδιορίζονται τα εξής πεδία:

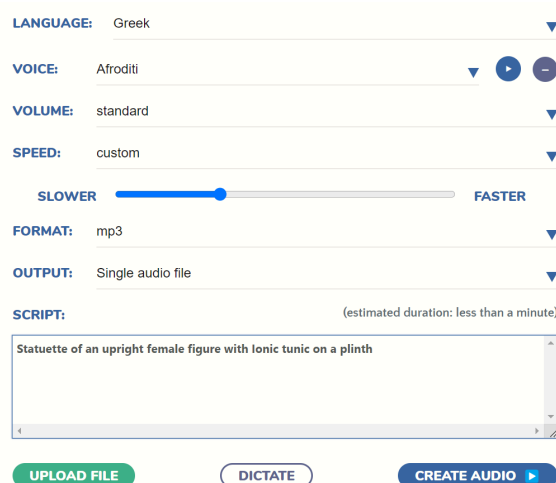
- ModelID: Μοναδικό αναγνωριστικό για το κάθε μοντέλο
- ModelName: Το όνομα του μοντέλου (π.χ., "Άγαλμα")
- ModelDescription: Περιγραφή του μοντέλου σε τρεις γλώσσες (Αγγλικά, Ελληνικά, Ιταλικά)
- ModelAudio: Το αρχείο ήχου που παίζει όταν ο χρήστης επιλέξει να ακούσει την περιγραφή



Script	ModelInfo
Model Name	Statue
English Description	Statuette of an upright female figure with
Greek Description	Αγαλματίδιο όρθιας γυναικείας μορφής με
Italian Description	Statuetta di una figura femminile eretta co
English Audio	StatueEN
Greek Audio	StatueGR
Italian Audio	StatueIT

Εικόνα 8. Script για Μοντέλα και Ήχο

Τα αρχεία ήχου δημιουργήθηκαν με τη μέθοδο Text to Speech (TTS) και συγκεκριμένα με το online εργαλείο “www.narakeet.com”^[25]. Κατά την υλοποίηση επιλέχθηκαν οι επιθυμητές γλώσσες (Αγγλικά, Ελληνικά, Ιταλικά). Έπειτα προστέθηκε η περιγραφή από το κάθε μοντέλο ξεχωριστά και έγιναν οι κατάλληλες επιλογές στις ρυθμίσεις για το επιθυμητό αποτέλεσμα. (π.χ. επιλογή αργής ταχύτητας στην ελληνική γλώσσα για πιο κατανοητό αποτέλεσμα.)



LANGUAGE: Greek

VOICE: Afroditi

VOLUME: standard

SPEED: custom

FORMAT: mp3

OUTPUT: Single audio file

SCRIPT: (estimated duration: less than a minute)

Statuette of an upright female figure with Ionic tunic on a plinth

UPLOAD FILE | DICTATE | CREATE AUDIO

Εικόνα 9. Εργαλείο Text to Speech

Βήμα 6: Ανίχνευση Marker και Διαχείριση Μοντέλων

Το script που χειρίζεται την ανίχνευση και την απώλεια του marker διασφαλίζει ότι τα μοντέλα και τα κουμπιά εμφανίζονται και εξαφανίζονται όπως απαιτείται. Χρησιμοποιώντας το “event trackedImagesChanged” από το “ARTrackedImageManager”, προσδιορίζεται πότε ένα marker εντοπίζεται (found) ή χάνεται (lost). Όταν ένα marker ανιχνεύεται, το αντίστοιχο μοντέλο και τα κουμπιά εμφανίζονται στην οθόνη. Αντίθετα, όταν το marker χάνεται από την κάμερα, το μοντέλο και τα κουμπιά εξαφανίζονται. Με αυτόν τον τρόπο, εξασφαλίζεται ότι τα κουμπιά και τα μοντέλα εμφανίζονται και εξαφανίζονται δυναμικά, ανάλογα με το αν ο χρήστης βλέπει το marker ή όχι.

Βήμα 7: Εναλλαγή Γλωσσών

Για την υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών, δημιουργήθηκε ένα σύστημα αλλαγής γλώσσας το οποίο ενημερώνει δυναμικά τα κείμενα και τις περιγραφές. Οι γλώσσες περιλαμβάνουν Αγγλικά, Ελληνικά, και Ιταλικά. Υπογραμμίζεται ότι έχει προστεθεί ένα dropdown menu για την επιλογή γλώσσας. Όταν ο χρήστης επιλέγει γλώσσα, το script ενημερώνει τα κείμενα και τους ήχους ανάλογα με τη γλώσσα που έχει επιλεγεί.

Βήμα 8: Ρύθμιση του Ήχου

Χρησιμοποιήθηκε το AudioSource για να προσθέσουμε την υποστήριξη αναπαραγωγής ήχου. Για να διασφαλίσουμε ότι ο ήχος δεν θα παίζει συνεχώς, έχει ρυθμιστεί το κουμπί ώστε να ξεκινά και να σταματά την αναπαραγωγή του ήχου.

Βήμα 9: Ρύθμιση Απόκρυψης Κουμπιών

Εφόσον το μοντέλο κρύβεται όταν ο marker δεν είναι πλέον ορατός, ρυθμίστηκαν και τα κουμπιά ώστε να κρύβονται όταν το marker δεν είναι ενεργό. Αυτό επιτεύχθηκε μέσω ενός event listener που παρακολουθεί την κατάσταση του marker.

Βήμα 10: Δημιουργία του Build

Ολοκληρώθηκε η διαδικασία με τη δημιουργία του τελικού build, το οποίο είναι πλέον έτοιμο για εγκατάσταση σε Android συσκευές.

Πριν το “χτίσιμο” και την δοκιμή της εφαρμογής, θα πρέπει οι ρυθμίσεις να είναι κατάλληλες για τις συσκευές που στοχεύουμε π.χ Android. Από το “Project settings” και την καρτέλα “XR Plug-in Managment”, επιλέγεται το εικονίδιο του Android. Για σιγουριά,

ελέγχουμε ότι έχει επιλεγθεί (έχει το σήμα ) δίπλα από το "Google ARCore". Συνεχίζοντας, στη καρτέλα "Player" και έπειτα στη καρτέλα "Other Settings" χρειάζονται κάποιες αλλαγές.

1. Αλλάζουμε τις ρυθμίσεις "Color space" από "Gamma" σε "Linear"
2. Κάνουμε uncheck το "Auto Graphics API"
3. Προσθέτουμε το "OpenGL ES3" και αφαιρούμε το προηγούμενο από το πεδίο "Graphics API"
4. Κάνουμε uncheck στο "Multithreaded Rendering"
5. Αλλάζουμε το "Texture compression format" από "ASTC" σε "ETC" και το "Normal Map Encoding" από "DXT5nm-style" σε "XYZ"
6. Κάνουμε check δίπλα από το "Apply display rotation during rendering"
7. Αλλάζουμε τις ρυθμίσεις για το Minimum και Maximum API level σε "Android 10 (API level 29)" και "Automatic (Highest installed)".
8. Αλλάζουμε το "Scripting Backend" από "Mono" σε "IL2CPP"
9. Κάνουμε uncheck στο "Use incremental GC" και κάνουμε check στο "ARM64".

Τώρα έχουν ολοκληρωθεί όλες τις απαραίτητες ρυθμίσεις. Οπότε, “χτίζουμε” την εφαρμογή και δοκιμάζουμε αν δουλεύει όπως προορίζεται, γυρνάμε πίσω και αλλάζουμε ότι είναι απαραίτητο να αλλαχτεί για την άρτια λειτουργία της εφαρμογής.

Με αυτόν τον τρόπο υλοποιήθηκε η εφαρμογή Mon Repos AR, παρέχοντας στους επισκέπτες τη δυνατότητα να εξερευνήσουν τα εκθέματα μέσω της τεχνολογίας AR, με υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών και αναπαραγωγή ήχου.

3.6 Προκλήσεις και Περιορισμοί

Κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής Mon Repos AR, παρουσιάστηκαν αρκετές προκλήσεις και περιορισμοί που αφορούσαν τόσο την τεχνική υλοποίηση όσο και τη χρηστικότητα της εφαρμογής. Μερικές από τις κύριες προκλήσεις περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Αναγνώριση Marker και Αξιοπιστία AR: Η αναγνώριση των markers και η ακριβής τοποθέτηση των ψηφιακών αντικειμένων στο χώρο δεν ήταν πάντα ακριβής, ειδικά σε περιβάλλοντα με χαμηλό φωτισμό ή υπερβολικό φως. Η αξιοπιστία των markers επηρεάστηκε επίσης από τη χρήση χαμηλής ανάλυσης εικόνων ή κακής ποιότητας εκτυπώσεις των markers.

2. Διαχείριση NFC: Η υλοποίηση με χρήση της τεχνολογίας NFC δεν λειτούργησε όπως αναμενόταν, γεγονός που οδήγησε σε αλλαγή της προσέγγισης και χρήση των markers για την αναγνώριση των εκθεμάτων. Ο λόγος της αποτυχίας της υλοποίησης με NFC δεν κατέστη δυνατόν να προσδιοριστεί πλήρως.
3. Βελτιστοποίηση Απόδοσης: Λόγω των απαιτήσεων των AR εφαρμογών σε επεξεργαστική ισχύ, η βελτιστοποίηση της απόδοσης ήταν κρίσιμη. Η χρήση του Unity με AR SDKs όπως το ARCore και το ARKit βοήθησε στην επίτευξη καλύτερης απόδοσης, αλλά υπήρχαν ακόμη προκλήσεις, κυρίως σε παλαιότερες συσκευές.
4. Περιορισμοί στο Μέγεθος των Δεδομένων: Τα μεγάλα αρχεία 3D μοντέλων και ήχου αύξησαν το μέγεθος της εφαρμογής, γεγονός που θα μπορούσε να περιορίσει τη διανομή της μέσω των καταστημάτων εφαρμογών και να επηρεάσει τον χρόνο λήψης και εγκατάστασης από τους χρήστες.
5. Διαχείριση Πολυγλωσσικού Περιεχομένου: Η υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών απαιτούσε προσεκτική διαχείριση και οργάνωση του περιεχομένου, ώστε να είναι εύκολη η εναλλαγή μεταξύ των γλωσσών χωρίς προβλήματα.
6. Εμπειρία Χρήστη (UI): Μια σημαντική πρόκληση ήταν η σχεδίαση μιας διεπαφής χρήστη που να είναι φιλική και εύκολη στη χρήση, ειδικά για επισκέπτες που δεν είναι εξοικειωμένοι με την επαυξημένη πραγματικότητα ή την τεχνολογία εν γένει.

Παρά τις δυσκολίες αυτές, η εφαρμογή υλοποιήθηκε με επιτυχία, προσφέροντας μια καινοτόμο και διαδραστική εμπειρία στους χρήστες, αν και ορισμένοι από τους περιορισμούς παραμένουν ως ανοιχτά θέματα για μελλοντικές βελτιώσεις.

4. Παραγωγή 3D Μοντέλων από εκθέματα

Η φωτογραμμετρία αποτελεί μια εξαιρετικά σημαντική τεχνική για την καταγραφή, μέτρηση και αναπαράσταση αντικειμένων σε τρισδιάστατη μορφή, χρησιμοποιώντας μόνο φωτογραφίες. Μέσω της λήψης εικόνων από διαφορετικές γωνίες, η φωτογραμμετρία αναπαράγει αντικείμενα ή τοπία με μεγάλη ακρίβεια, καθιστώντας την ιδανική για τη δημιουργία 3D μοντέλων. Αυτή η τεχνική έχει εφαρμογή σε διάφορους τομείς, όπως η αρχαιολογία, η τοπογραφία, τα βιντεοπαιχνίδια και οι ταινίες, αλλά και στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς μέσω της κατασκευής ψηφιακών αντιγράφων αντικειμένων και εκθεμάτων^[22,24].

Η διαδικασία παραγωγής 3D μοντέλων μέσω φωτογραμμετρίας περιλαμβάνει πολλά στάδια. Αρχικά, πραγματοποιείται η λήψη φωτογραφιών από διαφορετικές γωνίες, ώστε να καλυφθούν όλες οι όψεις του αντικειμένου. Για κάθε γωνία, συνήθως απαιτούνται πολλές φωτογραφίες για να εξασφαλιστεί η ακρίβεια της αναπαράστασης^[24].

Ακολουθεί η ευθυγράμμιση των εικόνων με τη βοήθεια λογισμικού φωτογραμμετρίας, το οποίο εντοπίζει κοινά σημεία μεταξύ των εικόνων και τα "συνδέει" για να δημιουργήσει ένα τρισδιάστατο σχήμα υπολογίζοντας τις αποστάσεις και τις γωνίες μεταξύ τους. Αυτή η φάση είναι κρίσιμη, καθώς η ορθή αντιστοίχιση των εικόνων καθορίζει την ακρίβεια του τελικού μοντέλου^[21,22].

Στη συνέχεια, το λογισμικό δημιουργεί ένα δίκτυο σημείων (point cloud), χρησιμοποιώντας τα κοινά σημεία για να κατασκευάσει ένα πλέγμα (mesh) που αποτελεί τη βάση του τρισδιάστατου μοντέλου. Το πλέγμα αυτό αντιπροσωπεύει την επιφάνεια του αντικειμένου σε τρισδιάστατη μορφή^[22]. Στην τελική φάση, εφαρμόζεται η υφή (texture) στο μοντέλο, ώστε να αποδοθούν οι λεπτομέρειες και τα χρώματα των εικόνων πάνω στην επιφάνεια του μοντέλου, δημιουργώντας έτσι μια ρεαλιστική αναπαράσταση^[21].

Πιο αναλυτικά, τα βήματα είναι τα ακόλουθα:

1. Λήψη Εικόνων: Λήψη φωτογραφιών από διαφορετικές γωνίες, εξασφαλίζοντας κάλυψη κάθε όψης του αντικειμένου.
2. Ευθυγράμμιση: Τα λογισμικά φωτογραμμετρίας εντοπίζουν τα κοινά σημεία μεταξύ των φωτογραφιών και τα "συνδέουν" για να δημιουργήσουν ένα τρισδιάστατο σχέδιο.
3. Δημιουργία Δικτύου Σημείων: Το λογισμικό χρησιμοποιεί τα σημεία αυτά για να κατασκευάσει ένα πλέγμα (mesh) που αποτελεί τη βάση του τρισδιάστατου μοντέλου.
4. Εφαρμογή Υφής: Οι λεπτομέρειες και τα χρώματα των εικόνων εφαρμόζονται πάνω στο μοντέλο, δημιουργώντας μια ρεαλιστική αναπαράσταση.

Φυσικά η ακρίβεια των αποτελεσμάτων εξαρτάται από την ποιότητα των εικόνων, τη γωνία λήψης και τη χρήση κατάλληλου λογισμικού.

Αυτή η τεχνική επιτρέπει τη δημιουργία λεπτομερών ψηφιακών μοντέλων αντικειμένων, τα οποία μπορεί να είναι ανεκτίμητα για τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η διαδικασία περιλαμβάνει πολλά βασικά βήματα, όπως προετοιμασία, εγγραφή σάρωσης, προεπεξεργασία, επεξεργασία, μέτρηση και ανάλυση και εξαγωγή του τελικού τρισδιάστατου μοντέλου για περαιτέρω χρήση.

Στη διαδικασία της φωτογραμμετρίας, υπάρχουν διάφορα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τρισδιάστατων μοντέλων. Ένα από τα πιο δημοφιλή είναι το 3DF Zephyr, το οποίο επιτρέπει τη δημιουργία πλήρων 3D μοντέλων από εικόνες και παρέχει δυνατότητες επεξεργασίας και βελτιστοποίησης των μοντέλων. Άλλα εργαλεία, όπως το MeshLab, χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση και καθαρισμό των μοντέλων, αφαιρώντας θόρυβο και ανεπιθύμητα στοιχεία από το σύννεφο σημείων. Το Regard3D είναι ένα ακόμα δημοφιλές δωρεάν εργαλείο που χρησιμοποιείται για την αναγνώριση και τρισδιάστατη αναπαράσταση αντικειμένων με χρήση της τεχνικής “Structure from Motion” (SfM), επιτρέποντας τη δημιουργία υψηλής ποιότητας 3D μοντέλων από μια σειρά εικόνων^[21,22].

Η φωτογραμμετρία, αν και αποτελεσματική, δεν είναι η μόνη μέθοδος για την τρισδιάστατη σάρωση αντικειμένων. Συγκριτικά με τη μέθοδο laser scanning, η φωτογραμμετρία έχει το πλεονέκτημα της χαμηλότερης κόστους και της ευκολίας χρήσης, απαιτώντας μόνο μια κάμερα και κατάλληλο λογισμικό. Ωστόσο, η laser scanning μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα, ειδικά σε μεγάλα ή περίπλοκα έργα, όπως σε κτηριακές αποτυπώσεις ή τοπογραφικές έρευνες. Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαρτάται από τις απαιτήσεις του έργου, την προϋπολογισμό και τις συγκεκριμένες συνθήκες της αναπαράστασης. Συχνά, οι δύο μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν για να παρέχουν βελτιωμένα αποτελέσματα και πιο λεπτομερείς αναπαραστάσεις.

Παρότι η φωτογραμμετρία προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα με ακριβή και λεπτομερή μοντέλα, υπάρχουν προκλήσεις που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα των αποτελεσμάτων. Η ποιότητα των εικόνων, οι γωνίες λήψης, η πολυπλοκότητα των υφών και οι συνθήκες φωτισμού παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ακρίβεια του μοντέλου^[24]. Αντικείμενα με περίπλοκες ή σκούρες υφές, όπως πλεγμένα καλάθια ή όπλα με μεταλλικές επιφάνειες, μπορεί να παρουσιάσουν προβλήματα στην αποτύπωση των λεπτομερειών. Για παράδειγμα, το σκούρο kujang, ένα παραδοσιακό όπλο από τη Δυτική Ιάβα, παρουσίασε δυσκολίες κατά την ψηφιακή αποτύπωσή του λόγω της δομής και της σκίασης^[24]. Αυτές οι προκλήσεις υπογραμμίζουν την ανάγκη για προσεκτικό σχεδιασμό και εκτέλεση κατά τη διαδικασία σάρωσης για να εξασφαλιστούν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Η φωτογραμμετρία έχει ευρεία εφαρμογή σε μουσεία και ιδρύματα πολιτιστικής κληρονομιάς. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Boboko, ένα παραδοσιακό

ινδονησιακό αντικείμενο από τη Δυτική Ιάβα, που χρησιμοποιήθηκε για τη διατήρηση και μεταφορά τροφίμων. Η χρήση φωτογραμμετρίας επέτρεψε τη λεπτομερή καταγραφή του σχήματος και της υφής του, παρά τις προκλήσεις που προέκυψαν λόγω του περίπλοκου πλέγματος από μπαμπού^[24].

Επίσης, το παραδοσιακό όπλο kujang, εκτός από εργαλείο, λειτουργεί ως σύμβολο κοινωνικής θέσης και πολιτιστικής ταυτότητας στην Ιάβα. Δεν είναι απλώς ένα όπλο αλλά και ένα «πιάντελ», ένα εργαλείο που ενισχύει την αυτοπεποίθηση και αντιπροσωπεύει την κοινωνική θέση. Μέσω της φωτογραμμετρίας, αποτυπώθηκε η πολιτιστική και ιστορική σημασία του αντικειμένου, ενώ η λεπτομερής τρισδιάστατη αναπαράσταση βοήθησε τους ερευνητές να εξετάσουν την κατασκευή και τα υλικά του^[24].

Η χρήση των 3D μοντέλων δεν περιορίζεται μόνο στη φυσική διατήρηση αντικειμένων. Εφαρμόζεται επίσης σε ψηφιακά μουσεία και εικονικές εκθέσεις, επιτρέποντας στους επισκέπτες να εξερευνούν τα εκθέματα μέσω διαδικτυακών πλατφορμών. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η εικονική έκθεση αντικειμένων από το Αρχαιολογικό Μουσείο της Κωνσταντινούπολης, όπου μικρά ιστορικά αντικείμενα αναδημιουργήθηκαν ψηφιακά και εκτέθηκαν διαδικτυακά^[22].

Τα 3D μοντέλα μέσω φωτογραμμετρίας δεν είναι μόνο χρήσιμα για τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, αλλά επίσης για την εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μαθητές και οι ερευνητές μπορούν να μελετήσουν αντικείμενα εξ αποστάσεως, χωρίς να χρειάζεται να τα αγγίζουν ή να βρίσκονται φυσικά κοντά τους. Επιπλέον, η ψηφιακή αποτύπωση διευκολύνει τη σχεδιαστική εκπαίδευση, παρέχοντας πολύτιμες γνώσεις για την υλικότητα, την ιστορία και την πολιτιστική σημασία των αντικειμένων^[21].

Η ψηφιακή καταγραφή μέσω φωτογραμμετρίας έχει επίσης ενισχύσει την προσβασιμότητα του κοινού στα μουσεία, επιτρέποντας τη χρήση τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας (VR) και επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Τρισδιάστατα μοντέλα εκθεμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ψηφιακές πλατφόρμες και να προσφέρουν στο κοινό αλληλεπιδραστικές εμπειρίες^[21,22].

Η τεχνολογία της φωτογραμμετρίας συνεχώς εξελίσσεται, προσφέροντας νέες δυνατότητες για τη δημιουργία ακόμα πιο ακριβών και ρεαλιστικών 3D μοντέλων. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) στην επεξεργασία των εικόνων μπορεί να αυτοματοποιήσει τη διαδικασία αναγνώρισης και αποκατάστασης σφαλμάτων, βελτιώνοντας την ποιότητα των μοντέλων με λιγότερη ανθρώπινη παρέμβαση. Επίσης, νέες τεχνικές, όπως η πολυφασματική φωτογραμμετρία, επιτρέπουν την αποτύπωση λεπτομερειών που δεν είναι ορατές με γυμνό μάτι, προσφέροντας μια πιο βαθιά κατανόηση της υλικότητας των αντικειμένων. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών μπορεί να επαναπροσδιορίσει την ψηφιακή καταγραφή πολιτιστικών αντικειμένων και να προσφέρει ακόμα μεγαλύτερη ακρίβεια σε αντικείμενα με πολύπλοκες γεωμετρίες.

Παρά τα σημαντικά οφέλη της φωτογραμμετρίας, υπάρχουν ηθικές και νομικές προκλήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ένα από τα βασικά ζητήματα είναι η προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας των αντικειμένων. Η ψηφιακή καταγραφή ενός αντικειμένου μπορεί να δημιουργήσει αντίγραφα που διακινούνται και χρησιμοποιούνται χωρίς την κατάλληλη άδεια από το μουσείο ή το ίδρυμα που το κατέχει. Επιπλέον, σε κάποιες περιπτώσεις, η ψηφιοποίηση ευαίσθητων ή ιερών πολιτιστικών αγαθών μπορεί να θεωρηθεί ανάρμοστη ή να προκαλέσει αντιδράσεις από τις κοινότητες που σχετίζονται με αυτά τα αντικείμενα. Επομένως, είναι απαραίτητο να υπάρχει σαφές νομικό πλαίσιο και σεβασμός προς τις πολιτιστικές πρακτικές κατά τη διαδικασία ψηφιοποίησης.

Η φωτογραμμετρία δεν περιορίζεται μόνο στον τομέα της πολιτιστικής κληρονομιάς, αλλά έχει ευρείες εφαρμογές και σε άλλες βιομηχανίες. Στη μηχανική, για παράδειγμα, χρησιμοποιείται για την ανάλυση και τον έλεγχο ποιότητας προϊόντων, επιτρέποντας την ακριβή αποτύπωση δομών και γεωμετριών. Στον τομέα της αρχιτεκτονικής, οι αρχιτέκτονες χρησιμοποιούν 3D μοντέλα για να αποτυπώσουν με ακρίβεια κτήρια και τοπία, διευκολύνοντας τη διαδικασία σχεδίασης και την ανάλυση έργων ανακαίνισης. Στην ιατρική, η φωτογραμμετρία μπορεί να συμβάλει στην τρισδιάστατη αναπαράσταση οστών και ιστών, διευκολύνοντας την εκπαίδευση φοιτητών ιατρικής και την προετοιμασία για χειρουργικές επεμβάσεις. Αυτές οι εφαρμογές δείχνουν τη σημαντικότητα της φωτογραμμετρίας σε ποικιλία τομέων, ενισχύοντας την καινοτομία και την αποτελεσματικότητα στη βιομηχανία.

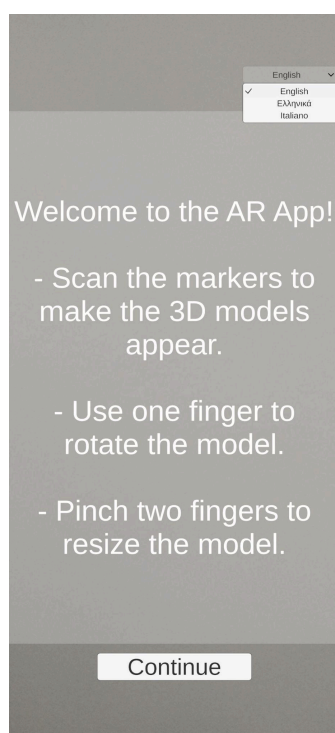
Εν τέλει το συμπέρασμα είναι πως η φωτογραμμετρία αποτελεί μια οικονομικά αποδοτική μέθοδο δημιουργίας 3D μοντέλων, η οποία έχει ευρείες εφαρμογές στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς, την εκπαιδευτική διαδικασία και την παρουσίαση αντικειμένων σε ψηφιακά και φυσικά περιβάλλοντα. Παρότι υπάρχουν τεχνικές προκλήσεις, η προσεκτική προετοιμασία και εκτέλεση της διαδικασίας μπορεί να αποδώσει εντυπωσιακά και ακριβή αποτελέσματα, εμπλουτίζοντας τη γνώση και την κατανόηση των ιστορικών αντικειμένων.

5. Εφαρμογή

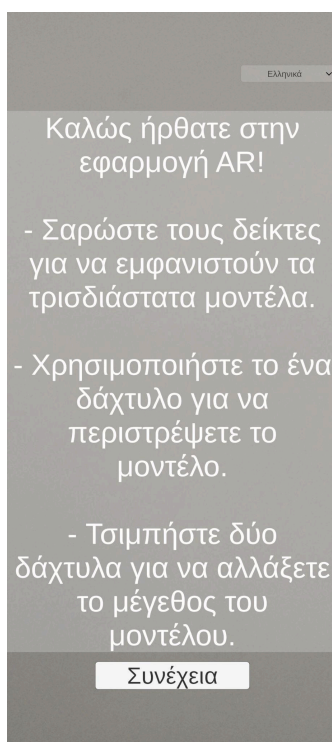
Όταν ανοίξουμε την εφαρμογή, το πρώτο που βλέπουμε είναι η σελίδα των οδηγιών, η οποία εμφανίζεται στα αγγλικά (προεπιλεγμένη γλώσσα).

Στην πάνω δεξιά γωνία του μενού υπάρχει ένα dropdown που μας επιτρέπει να αλλάξουμε τη γλώσσα ανάμεσα στα αγγλικά, ελληνικά και ιταλικά. Αυτό το μενού θα εμφανίζεται καθ'όλη την διάρκεια χρήσης της εφαρμογής (εικόνα 10). Στις εικόνες 11 και 12 απεικονίζεται η αρχική σελίδα των οδηγιών σε όσες γλώσσες υποστηρίζει η εφαρμογή.

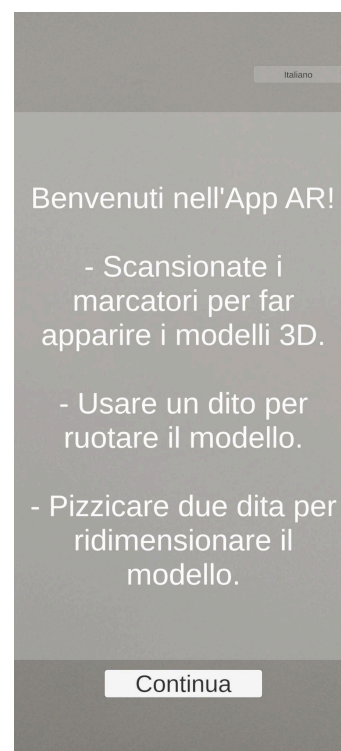
Πατώντας το κουμπί "Continue" ή "συνέχεια" ή "Continua" αναλόγως την γλώσσα που έχει επιλέξει ο χρήστης, εμφανίζεται η δεύτερη σελίδα των οδηγιών (εικόνα 13).



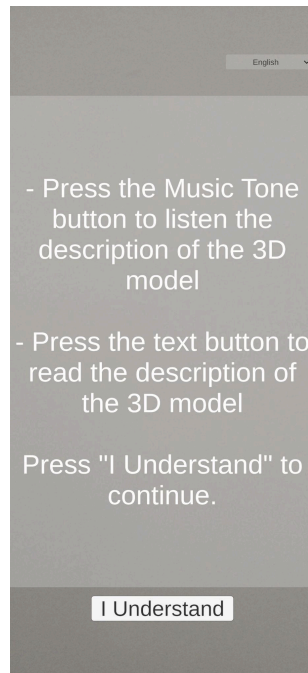
Εικόνα 10. Πρώτη Σελίδα Οδηγιών και Μενού



Εικόνα 11. Πρώτη Σελίδα Οδηγιών στα Ελληνικά



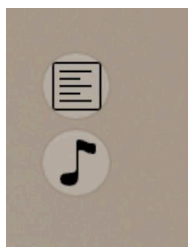
Εικόνα 12. Πρώτη Σελίδα Οδηγιών στα Ιταλικά



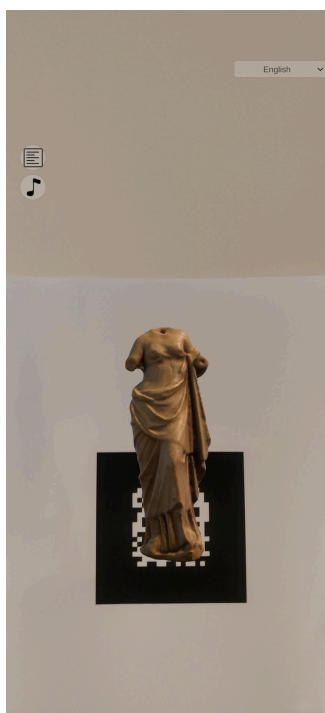
Εικόνα 13. Δεύτερη Σελίδα Οδηγιών

Στη συνέχεια, πατώντας το κουμπί "I Understand", το μενού εξαφανίζεται. Από αυτό το σημείο και έπειτα, ο χρήστης πρέπει να εντοπίσει ένα marker με την κάμερα της συσκευής του. Όταν το marker αναγνωριστεί, το τρισδιάστατο μοντέλο που συνδέεται με αυτό το marker εμφανίζεται στην οθόνη.

Μαζί με το μοντέλο εμφανίζονται δύο κουμπιά: το κουμπί περιγραφής και το κουμπί ήχου. Το κουμπί περιγραφής λειτουργεί ως διακόπτης (toggle) για να εμφανίζεται ή να κρύβεται η περιγραφή του μοντέλου, ενώ το κουμπί ήχου αναπαράγει ηχητικά την περιγραφή μέσω μιας τεχνολογίας TTS (Text-to-Speech).



Εικόνα 14. Κουμπιά



Εικόνα 15. Τρισδιάστατο Μοντέλο -
Αποτέλεσμα Marker01

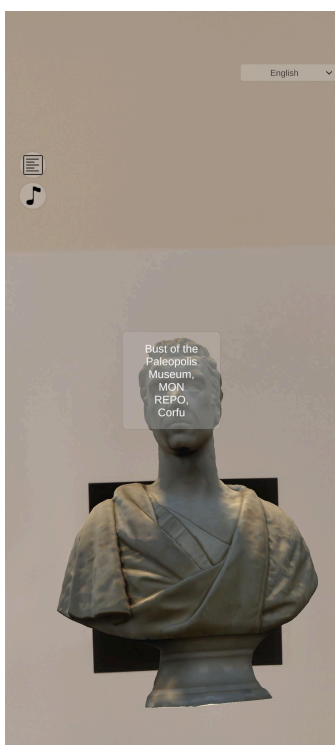


Εικόνα 16. Τρισδιάστατο Μοντέλο - Αποτέλεσμα Marker01
συνοδευόμενο από περιγραφή

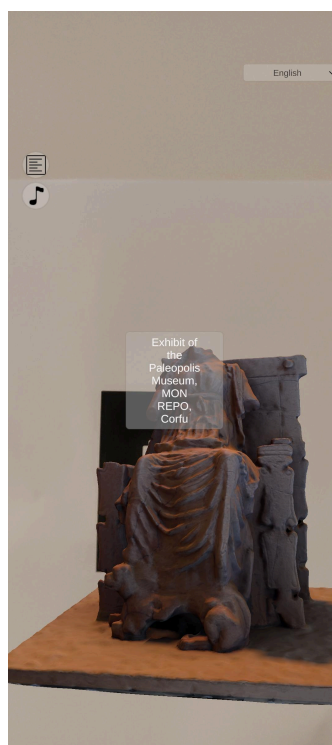
Όταν το marker δεν είναι πλέον ορατό από την κάμερα, το τρισδιάστατο μοντέλο εξαφανίζεται, μαζί με τα δύο κουμπιά. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα ανά πάσα στιγμή να χρησιμοποιήσει το dropdown για να αλλάξει γλώσσα, και η αλλαγή αυτή επηρεάζει τόσο την περιγραφή όσο και τον ήχο για κάθε μοντέλο που εμφανίζεται στην εφαρμογή.

Σε όλα τα μοντέλα που υλοποιήθηκαν αν πατηθεί το κουμπί του ήχου θα αναγγέλλεται το υποφαινόμενο κείμενο. Παράλληλα υπογραμμίζεται πως οποιαδήποτε στιγμή, μπορούν να προστεθούν περισσότερα μοντέλα μιας και η εφαρμογή είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε η προσθήκη τους να είναι εύκολα υλοποιήσιμη.

Στις εικόνες παρακάτω φαίνονται τα υπόλοιπα τρισδιάστατα μοντέλα συνοδευόμενα από το κείμενο τους.



Εικόνα 17. Τρισδιάστατο Μοντέλο - Αποτέλεσμα
Marker02 συνοδευόμενο από περιγραφή



Εικόνα 18. Τρισδιάστατο Μοντέλο - Αποτέλεσμα
Marker03 συνοδευόμενο από περιγραφή

6. Συμπεράσματα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επιβεβαιώνει ότι η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την εμπειρία των επισκεπτών σε πολιτιστικούς χώρους, προσφέροντας μια πιο διαδραστική και ελκυστική παρουσίαση της ιστορικής κληρονομιάς. Η εφαρμογή Mon Repos AR, η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο αυτής της μελέτης, επιτρέπει στους επισκέπτες του Μον Ρεπό στην Κέρκυρα να αλληλεπιδρούν με εκθέματα μέσω κινητών συσκευών, προσφέροντας πληροφορίες και οπτικοακουστικό υλικό.

Οι κύριες προκλήσεις που αναδείχθηκαν περιλαμβάνουν την αναγνώριση των markers σε διάφορες συνθήκες φωτισμού, τη βελτιστοποίηση της απόδοσης της εφαρμογής, καθώς και τον χειρισμό μεγάλων αρχείων που επιβραδύνουν τη λήψη και την εγκατάσταση της εφαρμογής. Παρά τις τεχνικές δυσκολίες, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση της AR μπορεί να εμπλουτίσει σημαντικά την εμπειρία των επισκεπτών, ενώ παράλληλα προβάλλει την πολιτιστική κληρονομιά με καινοτόμο τρόπο.

Μελλοντικά, η περαιτέρω βελτίωση της τεχνολογίας και η ενσωμάτωση νέων δυνατοτήτων, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και τα δίκτυα 5G, μπορούν να προσφέρουν ακόμη μεγαλύτερες δυνατότητες στον τομέα της AR, ενισχύοντας τη διαδραστικότητα και την πρόσβαση στην πολιτιστική κληρονομιά.

Επιπλέον, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σε πολιτιστικούς χώρους μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο εκδημοκρατισμού της γνώσης, επιτρέποντας την πρόσβαση στην πολιτιστική κληρονομιά σε ένα ευρύτερο και ποικιλόμορφο κοινό. Μέσω της AR, οι επισκέπτες μπορούν να βιώσουν την ιστορία και τον πολιτισμό με τρόπους που ξεπερνούν τα γλωσσικά και γεωγραφικά εμπόδια, καθιστώντας την εμπειρία πιο προσβάσιμη. Επίσης, η δυνατότητα ανάπτυξης AR εφαρμογών με χαμηλότερο κόστος και για διάφορες πλατφόρμες μπορεί να διευρύνει τη χρήση της τεχνολογίας σε μικρότερες πολιτιστικές μονάδες, ενισχύοντας την προβολή και προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς σε παγκόσμιο επίπεδο.

Τέλος, η συνεχής εξέλιξη της AR σε συνδυασμό με την αυξανόμενη διαθεσιμότητα φορητών συσκευών καθιστά την τεχνολογία αυτή ιδανικό εργαλείο για την ενίσχυση της βιωσιμότητας των πολιτιστικών χώρων, προσελκύοντας νεότερες γενιές και ενθαρρύνοντας την ενεργή συμμετοχή των επισκεπτών στη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

7. Μελλοντικά

Οι μελλοντικές προοπτικές της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) είναι τεράστιες και η συμβολή της παρούσας έρευνας στον τομέα αυτό είναι ένα λιθαράκι προς αυτή την μελλοντική εξέλιξη. Οι προτάσεις για μελλοντική έρευνα ποικίλουν και σίγουρα με την πάροδο των ετών θα διαφοροποιηθούν.

7.1 Εφαρμογές και Προοπτικές της AR στο Μέλλον

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί μία από τις πλέον αναπτυσσόμενες τεχνολογίες, με εφαρμογές που επεκτείνονται σε πολλούς τομείς, όπως η εκπαίδευση, η υγεία, η διασκέδαση, και φυσικά ο πολιτισμός. Οι δυνατότητες της AR συνεχώς διευρύνονται, καθώς νέες τεχνολογίες, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και το 5G, ενσωματώνονται σε αυτήν. Η ταχεία ανάπτυξη της AR αναμένεται να επηρεάσει δραστικά τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούμε με το φυσικό και ψηφιακό κόσμο, καθιστώντας την εμπειρία πιο διαδραστική και καθηλωτική.

Στον τομέα του πολιτισμού, η AR προσφέρει μοναδικές ευκαιρίες για την αναζωογόνηση και την προβολή της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η δυνατότητα να συνδυάζεται η πραγματικότητα με ψηφιακές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει στους χρήστες να βιώνουν την ιστορία με έναν εντελώς νέο τρόπο. Στο μέλλον, αναμένονται περισσότερες εφαρμογές που θα ενσωματώνουν τεχνολογίες όπως η AR σε μουσεία, ιστορικούς χώρους και τουριστικά αξιοθέατα, προσφέροντας στους επισκέπτες μια πλούσια και προσαρμοσμένη εμπειρία.

7.2 Συμβολή της Έρευνας στον Τομέα της AR

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας έχει συμβάλει σημαντικά στην κατανόηση και εφαρμογή της AR σε πραγματικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη της εφαρμογής "Mon Repo AR" αποτελεί ένα παράδειγμα για το πώς η AR μπορεί να βελτιώσει την εμπειρία των επισκεπτών σε πολιτιστικά μνημεία.

Η συμβολή της παρούσας έρευνας εντοπίζεται στην επίδειξη του τρόπου με τον οποίο η AR μπορεί να ενισχύσει την εκπαιδευτική και πληροφοριακή αξία πολιτιστικών χώρων. Επιπλέον, το έργο αυτό ανοίγει τον δρόμο για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη στον τομέα της AR, ειδικά όσον αφορά την ενσωμάτωση αυτής της τεχνολογίας σε ευρύτερες πολιτιστικές και τουριστικές εφαρμογές.

7.3 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Σίγουρα η έρευνα στο κομμάτι της Επαυξημένης Πραγματικότητας πρέπει να συνεχιστεί και φυσικά να εξελιχθεί. Οι τομείς που μπορεί να επεκταθεί η Επαυξημένη Πραγματικότητα ποικίλλουν και ο καθένας κρύβει προκλήσεις. Για την προώθηση της έρευνας στον τομέα της AR, προτείνονται οι εξής κατευθύνσεις:

1. **Περαιτέρω Ανάπτυξη του Περιεχομένου:** Η ανάπτυξη πιο σύνθετων και πλούσιων σε πληροφορία περιεχομένων που αξιοποιούν πλήρως τις δυνατότητες της AR, όπως 3D μοντέλα και διαδραστικά σενάρια.
2. **Επέκταση σε Διαφορετικές Πλατφόρμες:** Η έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί σε άλλες πλατφόρμες, πέραν των Android συσκευών, όπως τα AR glasses ή τα συστήματα Mixed Reality (MR).
3. **Ανάλυση Χρηστικότητας και Αντίκτυπου:** Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες περιλαμβάνουν την ανάλυση της χρηστικότητας και του αντίκτυπου της AR στην εμπειρία των χρηστών, μέσω ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων αξιολόγησης.
4. **Αξιοποίηση Νέων Τεχνολογιών:** Ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, όπως το 5G, για τη βελτίωση της απόδοσης και της διαδραστικότητας των εφαρμογών AR.
5. **Επέκταση της Διαλειτουργικότητας με Άλλες Τεχνολογίες:** Δυνατότητα ενσωμάτωσης της AR με άλλες αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως το Internet of Things (IoT), για να δημιουργηθούν δυναμικά και διαδραστικά περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, η συνεργασία της AR με αισθητήρες IoT θα μπορούσε να επιτρέψει την προσαρμογή του περιεχομένου ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος (π.χ., φως, θερμοκρασία).

Με την υιοθέτηση αυτών των προτάσεων, η έρευνα και η ανάπτυξη στον τομέα της AR μπορεί να προχωρήσει σε ακόμα πιο καινοτόμες και εντυπωσιακές εφαρμογές, προσφέροντας μοναδικές εμπειρίες στους χρήστες και αναβαθμίζοντας την πρόσβαση στην πολιτιστική κληρονομιά.

Παράρτημα

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην ανάπτυξη και διαχείριση διαδραστικών εμπειριών επαυξημένης πραγματικότητας, αξιοποιώντας την παρακολούθηση πολλαπλών σημείων αναγνώρισης και την υποστήριξη πολυγλωσσικών περιγραφών και ήχων. Μέσω του αναλυτικού κώδικα που παρουσιάζεται, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να εξερευνούν 3D μοντέλα, να αλληλεπιδρούν μαζί τους και να λαμβάνουν πληροφορίες σε διάφορες γλώσσες. Η ευέλικτη αυτή προσέγγιση συνεισφέρει σημαντικά στην παροχή καθηλωτικών και πολυδιάστατων εμπειριών χρήστη, ανοίγοντας νέες δυνατότητες στην εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας

Πιο συγκεκριμένα στο παράρτημα, πραγματοποιείται μια πιο αναλυτική περιγραφή του κεφαλαίου 3.5.2 συμπεριλαμβάνοντας τον κώδικα για την υλοποίηση της εφαρμογής.

Αρχικά, ο κώδικας που ακολουθεί, αφορά την διαχείριση πολλαπλών σημείων αναγνώρισης (markers) σε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Ο κύριος σκοπός του είναι να παρακολουθεί εικόνες που ανιχνεύονται από την κάμερα και να εμφανίζει 3D μοντέλα και περιγραφές για αυτά τα μοντέλα, καθώς και ήχο που σχετίζεται με αυτά. Πιο αναλυτικά:

1. **Διαχείριση Εικόνας:** Χρησιμοποιεί τον `ARTrackedImageManager` για να παρακολουθεί αλλαγές στα ανιχνευμένα σημεία αναγνώρισης.
2. **Λίστα Μαρκαδίων:** Περιέχει μια λίστα `modelMarkerList`, που περιλαμβάνει πληροφορίες για κάθε σημείο αναγνώρισης, όπως το όνομα, το 3D μοντέλο, και τον ήχο.
3. **UI Στοιχεία:** Έχει διάφορα στοιχεία διεπαφής χρήστη (UI) για την εμφάνιση περιγραφών και την αναπαραγωγή ήχου.
4. **Αλληλεπίδραση Χρήστη:** Όταν ανιχνευθεί ένα σημείο, το αντίστοιχο μοντέλο ενεργοποιείται και εμφανίζεται. Ο χρήστης μπορεί να πατήσει κουμπιά για να δείξει/κρύψει την περιγραφή ή να αναπαράγει/σταματήσει τον ήχο.
5. **Καταστάσεις Παρακολούθησης:** Αν το σημείο αναγνώρισης χάσει την παρακολούθηση του, το μοντέλο και οι σχετικές περιγραφές κρύβονται.
6. **Εναλλαγή ήχου:** Η αναπαραγωγή ήχου ελέγχεται μέσω ενός κουμπιού, και αλλάζει το κείμενο του κουμπιού ανάλογα με την κατάσταση αναπαραγωγής.

Συνολικά, ο κώδικας δημιουργεί μια διαδραστική εμπειρία AR, όπου οι χρήστες μπορούν να εξερευνούν 3D μοντέλα και να ακούνε σχετικές πληροφορίες.

```

using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using TMPro; // For TextMeshPro
using UnityEngine.XR.ARFoundation;
using UnityEngine.XR.ARSubsystems;

public class MultiMarkerModelManager : MonoBehaviour
{
    public ARTrackedImageManager trackedImageManager;
    public List<ModelMarker> modelMarkerList;

    // UI Elements
    public Button descriptionButton; // Button for showing the
description
    public TextMeshProUGUI descriptionText; // Text for TextMesh Pro
    public Button audioButton; // Button for controlling audio
playback
    public Image descriptionBackground; // Transparent background for
description text

    // Reference to LanguageManager
    public LanguageManager languageManager; // LanguageManager to
handle text/audio switching

    private AudioSource currentAudioSource; // Store the active audio
source for the model
    private bool isDescriptionVisible = false; // Track if description
is visible or not
    private bool isAudioPlaying = false; // Track if the audio is
currently playing

    void OnEnable()
    {
        trackedImageManager.trackedImagesChanged +=
OnTrackedImagesChanged;

        // Initially hide the description text, background, button, and
audio button

```

```

        descriptionButton.gameObject.SetActive(false);
        descriptionText.gameObject.SetActive(false);
        descriptionBackground.gameObject.SetActive(false); // Hide the
background initially
        audioButton.gameObject.SetActive(false);

        // Add listeners to the buttons for toggling the description
and audio
        descriptionButton.onClick.AddListener(ToggleDescription);
        audioButton.onClick.AddListener(ToggleAudio);
    }

    void OnDisable()
    {
        trackedImageManager.trackedImagesChanged -=
OnTrackedImagesChanged;
    }

    // Handle changes when tracked image states update
    void OnTrackedImagesChanged(ARTrackedImagesChangedEventArgs
eventArgs)
    {
        var foundMarkers = new HashSet<string>();

        foreach (var trackedImage in eventArgs.updated)
        {
            foreach (var modelMarker in modelMarkerList)
            {
                if (trackedImage.referenceImage.name ==
modelMarker.MarkerName)
                {
                    foundMarkers.Add(modelMarker.MarkerName); // Track
found markers

                    modelMarker.ModelPrefab.SetActive(trackedImage.trackingState ==
TrackingState.Tracking);

                    if (trackedImage.trackingState ==
TrackingState.Tracking)

```

```

        {
            modelMarker.ModelPrefab.transform.position =
trackedImage.transform.position;

            // Set the current model info and audio in the
LanguageManager

languageManager.SetCurrentModel(modelMarker.ModelInfo,
modelMarker.AudioSource);

            currentAudioSource = modelMarker.AudioSource;
// Update the current audio source

            // Show the description and audio buttons
descriptionButton.gameObject.SetActive(true);
audioButton.gameObject.SetActive(true);

            // Reset audio state
isAudioPlaying = false;

audioButton.GetComponentInChildren<TextMeshProUGUI>().text = "Play
Audio";

        }
        break;
    }
}

// Handle lost markers
foreach (var modelMarker in modelMarkerList)
{
    if (!foundMarkers.Contains(modelMarker.MarkerName))
    {
        HandleMarkerLost(modelMarker); // Call for each marker
that is not found
    }
}

}

// Handle when a marker is lost

```

```

void HandleMarkerLost(ModelMarker modelMarker)
{
    modelMarker.ModelPrefab.SetActive(false); // Deactivate the
model
    if (modelMarker.AudioSource != null &&
modelMarker.AudioSource.isPlaying)
    {
        modelMarker.AudioSource.Stop(); // Stop audio if it's
playing
    }

    // Hide the description button, text, background, and audio
button when the marker is lost
    descriptionButton.gameObject.SetActive(false);
    descriptionText.gameObject.SetActive(false);
    descriptionBackground.gameObject.SetActive(false);
    audioButton.gameObject.SetActive(false);

    // Reset flags
    isDescriptionVisible = false;
    isAudioPlaying = false;
}

// Toggle description visibility when the button is pressed
void ToggleDescription()
{
    if (!isDescriptionVisible)
    {
        descriptionText.gameObject.SetActive(true); // Show
description
        descriptionBackground.gameObject.SetActive(true); // Show
background
        isDescriptionVisible = true;
    }
    else
    {
        descriptionText.gameObject.SetActive(false); // Hide
description

```

```

        descriptionBackground.gameObject.SetActive(false); // Hide
background
        isDescriptionVisible = false;
    }
}

// Toggle audio playback when the audio button is pressed
void ToggleAudio()
{
    if (currentAudioSource != null)
    {
        Debug.Log("AudioSource found, toggling audio...");
        if (!isAudioPlaying)
        {
            currentAudioSource.Play();
            isAudioPlaying = true;

audioButton.GetComponentInChildren<TextMeshProUGUI>().text = "Stop
Audio";

            Debug.Log("Audio is playing: " +
currentAudioSource.clip.name);
        }
        else
        {
            currentAudioSource.Stop();
            isAudioPlaying = false;

audioButton.GetComponentInChildren<TextMeshProUGUI>().text = "Play
Audio";

            Debug.Log("Audio stopped.");
        }
    }
    else
    {
        Debug.Log("AudioSource is null.");
    }
}
}

```

```

[System.Serializable]
public class ModelMarker
{
    public string MarkerName; // Name of the marker
    public GameObject ModelPrefab; // 3D model
    public AudioSource AudioSource; // Audio source attached to the
model
    public ModelInfo ModelInfo; // ScriptableObject containing
multi-language text/audio
}

```

Στην συνέχεια, ο ακόλουθος κώδικας επιτρέπει την περιστροφή και την κλίμακα ενός 3D αντικειμένου μέσω αφής (ή με τη χρήση του ποντικιού). Η κύρια λειτουργικότητα περιλαμβάνει την περιστροφή του αντικειμένου με μία αφή και την κλίμακα του μέσω μιας χειρονομίας "pinch-to-zoom" με δύο αφές. Πιο αναλυτικά:

1. Περιστροφή Αντικειμένου:

- Όταν υπάρχει μία αφή, το αντικείμενο περιστρέφεται ανάλογα με την κίνηση της αφής. Η ταχύτητα περιστροφής ρυθμίζεται από τη μεταβλητή `rotationSpeed`.
- Ο χρήστης μπορεί να περιστρέψει το αντικείμενο οριζόντια και κάθετα, ανάλογα με την κατεύθυνση της κίνησης της αφής.

2. Κλίμακα Αντικειμένου:

- Όταν υπάρχουν δύο αφές, η κλίμακα του αντικειμένου προσαρμόζεται με τη χειρονομία "pinch-to-zoom". Η ταχύτητα κλίμακας ελέγχεται από τη μεταβλητή `scaleSpeed`.
- Ο κώδικας διασφαλίζει ότι η κλίμακα του αντικειμένου παραμένει εντός καθορισμένων ορίων μέσω των μεταβλητών `minScale` και `maxScale`.

3. Διαχείριση Επαφών:

- Η κίνηση της πρώτης αφής παρακολουθείται για περιστροφή, ενώ οι δύο επαφές παρακολουθούνται για αλλαγές στην κλίμακα.
- Οι κατάλληλες συνθήκες για την έναρξη, κίνηση και τερματισμό της αφής ελέγχονται για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία.

Συνολικά, ο κώδικας προσφέρει μια διαδραστική εμπειρία στους χρήστες, επιτρέποντάς τους να περιστρέφουν και να αλλάζουν το μέγεθος των 3D αντικειμένων εύκολα με κινήσεις αφής.

```

using UnityEngine;

public class RotateAndScaleObject : MonoBehaviour
{
    public float rotationSpeed = 50f; // Speed for rotation (lower this
to reduce speed)
    public float scaleSpeed = 0.01f; // Speed for scaling
(pinched-to-zoom)
    public float minScale = 0.5f; // Minimum scale limit
    public float maxScale = 20.0f; // Maximum scale limit (can now
go larger)

    private Vector2 lastTouchPosition; // Stores the last position of
the first touch
    private bool isRotating = false; // Flag to check if rotation is
happening

    void Update()
    {
        // Handle rotation with single touch (or mouse drag)
        if (Input.touchCount == 1)
        {
            Touch touch = Input.GetTouch(0);

            if (touch.phase == TouchPhase.Began)
            {
                isRotating = true;
                lastTouchPosition = touch.position;
            }
            else if (touch.phase == TouchPhase.Moved && isRotating)
            {
                Vector2 deltaTouch = touch.position -
lastTouchPosition;

                // Adjust the rotation speed here
                float rotationX = deltaTouch.x * rotationSpeed *
Time.deltaTime;
                float rotationY = deltaTouch.y * rotationSpeed *
Time.deltaTime;

```

```

        // Apply rotation to the model
        transform.Rotate(Vector3.down, rotationX, Space.World);
// Rotate horizontally
        transform.Rotate(Vector3.right, rotationY,
Space.World); // Rotate vertically

        lastTouchPosition = touch.position;
    }
    else if (touch.phase == TouchPhase.Ended)
    {
        isRotating = false;
    }
}

// Handle pinch-to-zoom with two touches
if (Input.touchCount == 2)
{
    Touch touchZero = Input.GetTouch(0);
    Touch touchOne = Input.GetTouch(1);

    // Get current and previous positions of both touches
    Vector2 touchZeroPrevPos = touchZero.position -
touchZero.deltaPosition;
    Vector2 touchOnePrevPos = touchOne.position -
touchOne.deltaPosition;

    // Calculate the magnitude (distance) between the touches
    float prevTouchDeltaMag = (touchZeroPrevPos -
touchOnePrevPos).magnitude;
    float currentTouchDeltaMag = (touchZero.position -
touchOne.position).magnitude;

    // Find the difference in distances between the previous
and current touches
    float deltaMagnitudeDiff = currentTouchDeltaMag -
prevTouchDeltaMag;

    // Scale the object based on the pinch gesture

```

```

        float scaleFactor = deltaMagnitudeDiff * scaleSpeed;
        Vector3 newScale = transform.localScale + new
Vector3(scaleFactor, scaleFactor, scaleFactor);

        // Clamp the scale to prevent the object from getting too
small or too large
        newScale.x = Mathf.Clamp(newScale.x, minScale, maxScale);
        newScale.y = Mathf.Clamp(newScale.y, minScale, maxScale);
        newScale.z = Mathf.Clamp(newScale.z, minScale, maxScale);

        // Apply the new scale to the object
        transform.localScale = newScale;
    }
}
}

```

Έπειτα, ο ακόλουθος κώδικας δημιουργεί ένα ScriptableObject για την αποθήκευση πληροφοριών σχετικά με ένα 3D μοντέλο, συμπεριλαμβανομένων περιγραφών και ηχητικών κομματιών σε διάφορες γλώσσες. Πιο περιγραφικά:

1. Δημιουργία ScriptableObject:

- Ο κώδικας ορίζει μια κλάση ModelInfo, η οποία επεκτείνει το ScriptableObject. Αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν αντικείμενα που αποθηκεύουν δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη σκηνή χωρίς να χρειάζεται να τα επαναλαμβάνουν σε κάθε αντικείμενο.

2. Πληροφορίες Μοντέλου:

- Περιέχει μια μεταβλητή modelName, που αποθηκεύει το όνομα του μοντέλου.
- Διάφορες περιγραφές του μοντέλου είναι διαθέσιμες σε τρεις γλώσσες: Αγγλικά, Ελληνικά και Ιταλικά. Οι μεταβλητές englishDescription, greekDescription και italianDescription κρατούν τις αντίστοιχες περιγραφές.

3. Ηχητικά Κομμάτια:

- Περιλαμβάνει ηχητικά κομμάτια για κάθε γλώσσα μέσω των μεταβλητών englishAudio, greekAudio και italianAudio, επιτρέποντας την αναπαραγωγή ήχου που σχετίζεται με τις περιγραφές του μοντέλου.

4. Δημιουργία Νέου Αντικειμένου:

- Η γραμμή [CreateAssetMenu(fileName = "ModelInfo", menuName = "Localization/ModelInfo")] επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν νέα

ModelInfo αντικείμενα απευθείας από το μενού του Unity, διευκολύνοντας την οργάνωση και την τοποθέτηση περιεχομένου.

Συνολικά, ο κώδικας παρέχει μια ευέλικτη και οργανωμένη μέθοδο για την αποθήκευση και διαχείριση πολύγλωσσων περιγραφών και ήχων για 3D μοντέλα σε εφαρμογές Unity.

```
using UnityEngine;

[CreateAssetMenu(fileName = "ModelInfo", menuName =
"Localization/ModelInfo")]
public class ModelInfo : ScriptableObject
{
    public string modelName; // Name of the model

    // Text for different languages
    public string englishDescription;
    public string greekDescription;
    public string italianDescription;

    // Audio clips for different languages
    public AudioClip englishAudio;
    public AudioClip greekAudio;
    public AudioClip italianAudio;
}
```

Επιπλέον, ο κώδικας που διαχειρίζεται την πολυγλωσσία στην εφαρμογή ακολουθεί. Ειδικότερα, επιτρέπει στους χρήστες να επιλέγουν γλώσσα και να βλέπουν τις αντίστοιχες περιγραφές και ήχους για τα μοντέλα. Ουσιαστικά υλοποιούνται τα εξής:

1. Διαχείριση Γλωσσών:

- Ορίζει μια enum τύπου Language που περιλαμβάνει τρεις γλώσσες: Αγγλικά, Ελληνικά και Ιταλικά. Η τρέχουσα γλώσσα αποθηκεύεται στη μεταβλητή `currentLanguage`.

2. Δημιουργία Dropdown:

- Περιέχει ένα TMP_Dropdown για την επιλογή γλώσσας και ένα TextMeshProUGUI για την εμφάνιση της περιγραφής του μοντέλου.

3. Αρχικοποίηση:

- Στη μέθοδο Start(), προστίθεται listener στο dropdown για να καλεί τη μέθοδο SetLanguage() όταν αλλάζει η επιλογή γλώσσας. Επίσης, ρυθμίζει τη γλώσσα στην προεπιλεγμένη.

4. Ρύθμιση Γλώσσας:

- Η μέθοδος SetLanguage() ενημερώνει την τρέχουσα γλώσσα με βάση την επιλογή στο dropdown και καλεί τη μέθοδο UpdateModelLanguage() για να ενημερώσει την περιγραφή και τον ήχο του μοντέλου.

5. Μοντέλο και Ήχος:

- Η μέθοδος SetCurrentModel() αποθηκεύει το τρέχον μοντέλο και τον ηχητικό του πόρο και ενημερώνει τη γλώσσα.

6. Ενημέρωση Γλώσσας Μοντέλου:

- Η μέθοδος UpdateModelLanguage() ελέγχει το τρέχον μοντέλο και τον ήχο, και ενημερώνει την περιγραφή και τον ήχο με βάση την επιλεγμένη γλώσσα.

7. Αναπαραγωγή Ήχου:

- Η μέθοδος PlayAudio() αναπαράγει τον ήχο αν υπάρχει ηχητικό κομμάτι διαθέσιμο.

Συνολικά, ο κώδικας παρέχει μια ευέλικτη λύση για την υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών στην εφαρμογή, διευκολύνοντας τους χρήστες να επιλέγουν τη γλώσσα που επιθυμούν και να ακούνε τις αντίστοιχες περιγραφές των μοντέλων.

```
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using TMPro;

public class LanguageManager : MonoBehaviour
{
    public enum Language { English, Greek, Italian }
    public static Language currentLanguage = Language.English;

    public TMP_Dropdown languageDropdown; // Dropdown for language
selection
    public TextMeshProUGUI descriptionText; // The UI text for the
description

    private ModelInfo currentModel; // Currently active model
```

```

    private AudioSource currentAudioSource; // Currently active
model's audio source

    void Start()
    {
        // Initialize the language dropdown listener
        languageDropdown.onValueChanged.AddListener(delegate {
SetLanguage(languageDropdown.value); });
        SetLanguage(languageDropdown.value); // Set default language
    }

    public void SetLanguage(int languageIndex)
    {
        switch (languageIndex)
        {
            case 0: currentLanguage = Language.English; break;
            case 1: currentLanguage = Language.Greek; break;
            case 2: currentLanguage = Language.Italian; break;
        }

        // Update the currently selected model's description and audio
UpdateModelLanguage();

        // Update the tutorial texts and buttons
FindAnyObjectByType<InstructionsManager>().SetLanguageTexts();
    }

    public void SetCurrentModel(ModelInfo model, AudioSource
audioSource)
    {
        currentModel = model;
        currentAudioSource = audioSource;
        UpdateModelLanguage();
    }

    void UpdateModelLanguage()
    {
        if (currentModel == null || currentAudioSource == null) return;

```

```

// Update text and audio based on the selected language
switch (currentLanguage)
{
    case Language.English:
        descriptionText.text = currentModel.englishDescription;
        currentAudioSource.clip = currentModel.englishAudio;
        break;
    case Language.Greek:
        descriptionText.text = currentModel.greekDescription;
        currentAudioSource.clip = currentModel.greekAudio;
        break;
    case Language.Italian:
        descriptionText.text = currentModel.italianDescription;
        currentAudioSource.clip = currentModel.italianAudio;
        break;
}
}

public void PlayAudio()
{
    if (currentAudioSource != null && currentAudioSource.clip !=
null)
    {
        currentAudioSource.Play();
    }
}
}

```

Τέλος, απαιτείται ο κώδικας που θα διαχειρίζεται τις οδηγίες χρήσης για μια εφαρμογή, επιτρέποντας στους χρήστες να βλέπουν μια σειρά από πληροφορίες σε διάφορες γλώσσες. Συγκεκριμένα αφορά:

1. Διαχείριση Οδηγιών:

- Ο κώδικας περιέχει δύο πεδία κειμένου (instructionsText1 και instructionsText2) για τις οδηγίες σε δύο σελίδες. Τα κείμενα εμφανίζονται μέσω του TextMeshProUGUI.

2. Κουμπιά Πλοήγησης:

- Περιλαμβάνει δύο κουμπιά: `continueButton` για να προχωρήσει στην επόμενη σελίδα και `closeButton` για να κλείσει το μενού των οδηγιών.

3. Προσαρμογή Κειμένων:

- Τα κείμενα των οδηγιών και των κουμπιών προσαρμόζονται ανάλογα με την επιλεγμένη γλώσσα, η οποία ελέγχεται μέσω της `LanguageManager`.

4. Αρχικοποίηση:

- Στη μέθοδο `Start()`, οι αρχικές οδηγίες και τα κείμενα ρυθμίζονται με βάση την τρέχουσα γλώσσα. Οι πρώτες οδηγίες εμφανίζονται ενώ η δεύτερη σελίδα και το κουμπί κλεισίματος είναι κρυφά.

5. Ρύθμιση Γλώσσας:

- Η μέθοδος `SetLanguageTexts()` ενημερώνει τα κείμενα στις κατάλληλες γλώσσες σύμφωνα με την τρέχουσα γλώσσα του `LanguageManager`.

6. Εμφάνιση Δεύτερης Σελίδας:

- Η μέθοδος `ShowNextPage()` κρύβει την πρώτη σελίδα και εμφανίζει τη δεύτερη, ενώ αποκρύπτει το κουμπί συνέχειας και δείχνει το κουμπί κλεισίματος.

7. Κλείσιμο Μενού:

- Η μέθοδος `CloseMenu()` αποκρύπτει όλα τα στοιχεία του μενού των οδηγιών, συμπεριλαμβανομένων των οδηγιών και της εικόνας φόντου.

Συνολικά, ο κώδικας παρέχει μια δομή για την παρουσίαση οδηγιών σε χρήστες σε διάφορες γλώσσες, επιτρέποντάς τους να περιηγούνται στις πληροφορίες με εύκολο και κατανοητό τρόπο.

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using TMPro;

public class InstructionsManager : MonoBehaviour
{
    // Text fields for both pages
    public TextMeshProUGUI instructionsText1; // First page TMP text
    public TextMeshProUGUI instructionsText2; // Second page TMP text

    public Button continueButton; // Button to go to the next page
    public Button closeButton; // Button to close the tutorial
}
```

```

// Background image reference
public Image backgroundImage;

// Add references for the button text in each language
public TextMeshProUGUI continueButtonText;
public TextMeshProUGUI closeButtonText;

// Add references for the tutorial text in each language
public string englishInstructions1;
public string greekInstructions1;
public string italianInstructions1;

public string englishInstructions2;
public string greekInstructions2;
public string italianInstructions2;

// Add references for button texts in each language
public string englishContinueText = "Continue";
public string greekContinueText = "Συνέχεια";
public string italianContinueText = "Continua";

public string englishCloseText = "Close";
public string greekCloseText = "Κλείσιμο";
public string italianCloseText = "Chiudi";

// Add text alignment settings (optional, depending on your layout
needs)
public TextAlignmentOptions alignmentOption =
TextAlignmentOptions.Center; // Default to center alignment

void Start()
{
    SetLanguageTexts(); // Set the initial language texts

    // Show the first set of instructions
    instructionsText1.gameObject.SetActive(true);
    instructionsText2.gameObject.SetActive(false);
    closeButton.gameObject.SetActive(false); // Hide the close
button initially

```

```

        backgroundImage.gameObject.SetActive(true); // Show the
background image

        // Set up button listeners
        continueButton.onClick.AddListener(ShowNextPage);
        closeButton.onClick.AddListener(CloseMenu);
    }

    // Function to set tutorial text and button text based on selected
language
    public void SetLanguageTexts()
    {
        switch (LanguageManager.currentLanguage)
        {
            case LanguageManager.Language.English:
                instructionsText1.text = englishInstructions1;
                instructionsText2.text = englishInstructions2;
                continueButtonText.text = englishContinueText;
                closeButtonText.text = englishCloseText;
                break;
            case LanguageManager.Language.Greek:
                instructionsText1.text = greekInstructions1;
                instructionsText2.text = greekInstructions2;
                continueButtonText.text = greekContinueText;
                closeButtonText.text = greekCloseText;
                break;
            case LanguageManager.Language.Italian:
                instructionsText1.text = italianInstructions1;
                instructionsText2.text = italianInstructions2;
                continueButtonText.text = italianContinueText;
                closeButtonText.text = italianCloseText;
                break;
        }

        // Set the text alignment for the instructions
        instructionsText1.alignment = alignmentOption;
        instructionsText2.alignment = alignmentOption;

        // Set the text alignment for the buttons (optional)

```

```

        continueButtonText.alignment = alignmentOption;
        closeButtonText.alignment = alignmentOption;
    }

    // Show the second page of the tutorial
    public void ShowNextPage()
    {
        instructionsText1.gameObject.SetActive(false);
        instructionsText2.gameObject.SetActive(true);
        continueButton.gameObject.SetActive(false); // Hide continue
button on the second page
        closeButton.gameObject.SetActive(true); // Show close button
    }

    // Close the tutorial
    public void CloseMenu()
    {
        instructionsText1.gameObject.SetActive(false);
        instructionsText2.gameObject.SetActive(false);
        continueButton.gameObject.SetActive(false); // Hide continue
button
        closeButton.gameObject.SetActive(false); // Hide close button
        backgroundImage.gameObject.SetActive(false); // Hide the
background image
    }
}

```

Βιβλιογραφία

- [1] Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2017). "Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum." *Frontiers in Virtual Reality*, 1(1), 1-11.
- [2] Billinghurst, M., & Kato, H. (2002). "Collaborative augmented reality." *Communications of the ACM*, 45(7), 64-70.
- [3] Craig, A. B. (2013). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Morgan Kaufmann.
- [4] Cawood, S., & Fiala, M. (2007). *Augmented reality: A practical guide*. Pragmatic Bookshelf.
- [5] Bekele, M. K., & Champion, E. (2019). "A comparison of augmented reality and virtual reality techniques for enhancing cultural heritage accessibility and engagement." *International Journal of Heritage Studies*, 25(3), 290-311.
- [6] Díaz, P., Martín-Rodilla, P., & Iglesias, C. A. (2015). "Augmented reality and storytelling in cultural heritage." *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 8(4), 1-25.
- [7] Economou, M., & Tost, L. P. (2007). "Evaluating the use of virtual reality and multimedia applications for presenting the past." *Museum Management and Curatorship*, 22(2), 183-196.
- [8] Sylaiou, S., Mania, K., Karoulis, A., & White, M. (2010). "Exploring the relationship between presence and enjoyment in a virtual museum." *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(5), 243-253.
- [9] Styliani, S., Fotis, L., Kostas, K., & Petros, P. (2009). "Virtual museums, a survey and some issues for consideration." *Journal of Cultural Heritage*, 10(4), 520-528.
- [10] Damala, A., & Stojanovic, N. (2012). "Tailoring the Adaptive Augmented Reality (A2R) Museum Visits: The cases of ARtSENSE and CHESS." *Proceedings of the 4th International Conference on Information Society and Technology*.
- [11] Champion, E. (2015). *Critical Gaming: Interactive History and Virtual Heritage*. Ashgate Publishing.

- [12] Díaz, K. D., & Antonopoulou, S. (2020). "Augmented Reality for Cultural Heritage: The Technology Behind the Digital Restoration of the Past." *Heritage*, 3(1), 339-351.
- [13] Hincapié, M., Díaz, C., Zapata-Cárdenas, M. I., Rios, H. D. J. T., Valencia, D., & Güemes-Castorena, D. (2021). Augmented reality mobile apps for cultural heritage reactivation. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107281.
- [14] Pauls, A., & Karsakov, A. (2021). The concept of using augmented reality technology to present interactive calligraphic objects. *Procedia Computer Science*, 193, 407-414.
- [15] Han, J. G., Park, K. W., Ban, K. J., & Kim, E. K. (2013). Cultural heritage sites visualization system based on outdoor augmented reality. *Aasri Procedia*, 4, 64-71.
- [16] tom Dieck, M. C., & Jung, T. H. (2017). Value of augmented reality at cultural heritage sites: A stakeholder approach. *Journal of destination marketing & management*, 6(2), 110-117.
- [17] Allal-Chérif, O. (2022). Intelligent cathedrals: Using augmented reality, virtual reality, and artificial intelligence to provide an intense cultural, historical, and religious visitor experience. *Technological Forecasting and Social Change*, 178, 121604.
- [18] Younes, G., Kahil, R., Jallad, M., Asmar, D., Elhadj, I., Turkiyyah, G., & Al-Harithy, H. (2017). Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos. *Digital applications in archaeology and cultural heritage*, 5, 1-9.
- [19] De Paolis, L. T., Chiarello, S., Gatto, C., Liaci, S., & De Luca, V. (2022). Virtual reality for the enhancement of cultural tangible and intangible heritage: The case study of the Castle of Corsano. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 27, e00238.
- [20] <https://shawnlehner.github.io/ARMaker/>
- [21] Rahaman, H., Champion, E., & Bekele, M. (2019). From photo to 3D to mixed reality: A complete workflow for cultural heritage visualisation and experience. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 13, e00102.
- [22] Yilmaztürk, S. K. F. (2005, September). 3D-Reconstruction of Small Historical Objects to Exhibit in Virtual Museum by Means of Digital Photogrammetry. *CIPA 2005 XX International Symposium*.

[23] Triantafyllou, V., Kotsopoulos, K. I., Tsolis, D., & Tsoukalos, D. (2022, July). Practical techniques for aerial photogrammetry, polygon reduction and aerial 360 photography for cultural heritage preservation in AR and VR applications. In 2022 13th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA) (pp. 1-8). IEEE.

[24] Puspita, A. A., Triharini, M., & Salam, M. R. B. (2021, December). A Study on Museum Artifact Digitization Using Photogrammetry Method for Preservation and Design Education. In ICON ARCCADE 2021: The 2nd International Conference on Art, Craft, Culture and Design (ICON-ARCCADE 2021) (pp. 343-350). Atlantis Press.

[25] www.narakeet.com