

Ψηφιοποίηση και Ψηφιακή Ανάδειξη ενός Ξύλινου Παραδοσιακού Καϊκιού

Αθανάσιος Διαμαντάς, Ιωάννης Τέρπο, Πέτρος Χονδρός, Βασιλική Χατζηπέτρου, Στέφανος Βαγενάς
Readlab P. C.

Μαρία Παπαθανασάκη, Παναγιώτης Φουντάς, Κωνσταντίνος Κολομβάτσος

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Στις μέρες μας η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και μεθόδων για τη δημιουργία αντικειμένων ψηφιοποίησης διευκολύνει την διατήρηση, ανάδειξη, προώθηση και προβολή μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς. Είναι ευρέως γνωστό πως πολλές χώρες σε εθνικό επίπεδο, αλλά και οργανισμοί όπως μουσεία, βιβλιοθήκες κ.α. διαθέτουν και προβάλλουν συσσωρευτές ψηφιακού πολιτιστικού περιεχομένου προσφέροντας πρόσβαση σε αντικείμενα και μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς από απόσταση. Επιπρόσθετα, η σημασία των νέων τεχνολογιών ψηφιοποίησης γίνεται εύκολα αντιληπτή αν αναλογιστούμε ότι πολλά μνημεία βρίσκονται σε κίνδυνο και θα πρέπει να διασωθούν με ψηφιακό τρόπο και να τεκμηριωθούν ώστε να προσφέρονται στις επόμενες γενιές. Στο παρόν άρθρο, παρουσιάζονται οι διαδικασίες ψηφιοποίησης και ψηφιακής τεκμηρίωσης του περάματος ΕΛΕΝΗ Π. το οποίο αποσυναρμολογήθηκε ελεγχόμενα στα πλαίσια του ερευνητικού έργου *SaveWoodenBoats*. Ο απώτερος στόχος είναι να παρουσιαστούν οι τεχνολογίες που υιοθετήθηκαν ώστε να ψηφιοποιηθεί κάθε τμήμα του σκάφους και στη συνέχεια η ψηφιοποιημένη πληροφορία να αποτελέσει τη βάση για την παρουσίασή του μέσω τεχνολογιών επαυξημένης, εικονικής και μεικτής πραγματικότητας. Περιγράφουμε τη διαδικασία που υιοθετήθηκε βήμα βήμα και αναλύουμε τις τεχνικές προκλήσεις που συναντήσαμε στη διάρκεια των προσπαθειών για την ψηφιακή ανάδειξη του ΕΛΕΝΗ Π. Οι καινοτόμες προσεγγίσεις του έργου παρουσιάζονται με λεπτομέρεια ενώ ταυτόχρονα αποτυπώνουμε παραδείγματα της τελικής εφαρμογής χρηστών μέσω της οποίας μπορεί κάποιος να πλοηγηθεί και να δει τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του σκάφους.

Λέξεις κλειδιά:

Ψηφιοποίηση, Ψηφιακή Σάρωση, Ψηφιακή Ανάδειξη, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Εικονική Πραγματικότητα, Μεικτή Πραγματικότητα

1. Εισαγωγή

Η ραγδαία ανάπτυξη των νέων τεχνολογιών στις μέρες μας έχει εισβάλλει και στη διαχείριση της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η υιοθέτηση ψηφιακών υπηρεσιών μπορεί να διευκολύνει τη δημιουργία μιας βάσης πολιτιστικού περιεχομένου με στόχο την ανάδειξή της όσο το δυνατόν αποδοτικότερα. Το ψηφιοποιημένο πολιτιστικό υλικό μπορεί να αποτελέσει μια από τις σημαντικότερες πηγές για την μετέπειτα διαχείριση του περιεχομένου από τις πολιτιστικές και δημιουργικές βιομηχανίες. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι πέρα από την προσφορά νέων και καινοτόμων υπηρεσιών πάνω το ψηφιοποιημένο πολιτιστικό περιεχόμενο, αυτό μπορεί να διατίθεται σε οποιοδήποτε ενδιαφερόμενο χωρίς χρονικούς περιορισμούς ανεξάρτητα από την τοποθεσία του τελικού χρήστη. Στην ψηφιακή εποχή στην οποία πορευόμαστε, μπορεί εύκολα κάποιος να παρατηρήσει σημαντικές Εθνικές και Διεθνείς προσπάθειες στα πλαίσια της ψηφιοποίησης και ανάδειξης του πολιτιστικού πλούτου. Οι νέες και καινοτόμες υπηρεσίες έχουν ξεκάθαρα οικονομικό αντίκτυπο μεγιστοποιώντας τα οφέλη για την Εθνική οικονομία αλλά και τις τοπικές κοινωνίες.

Στο παρόν άρθρο, παρουσιάζουμε τις ενέργειες ψηφιοποίησης ενός ξύλινου παραδοσιακού καϊκιού, του ΕΛΕΝΗ Π., με σύγχρονες μεθόδους. Ο κύριος στόχος είναι η ψηφιακή διάσωση του σκάφους και η ανάδειξή του μέσω καινοτόμων εφαρμογών υιοθετώντας τεχνολογίες επαυξημένης, εικονικής και μεικτής πραγματικότητας (Augmented, Virtual & Mixed Reality). Ξεκινούμε την παρουσίασή μας με τη διαδικασία ψηφιοποίησης των τμημάτων του σκάφους καθώς και την εξαγωγή των τρισδιάστατων αντικειμένων τα οποία αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη των τελικών εφαρμογών. Η αξία της ψηφιοποίησης αναδεικνύεται μέσα από την παρουσίαση παραδειγμάτων με τη βοήθεια εικόνων ενώ, ταυτόχρονα, παρουσιάζεται και το αποθετήριο της ψηφιοποιημένης πληροφορίας που αποτελεί τη βάση για την αναζήτηση και ανάκτηση των δεδομένων. Ακολουθεί η παρουσίαση των τμημάτων των τελικών εφαρμογών μέσω των οποίων ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να πλοηγηθεί και να ταξιδέψει εικονικά με το σκάφος. Επιπρόσθετα, δίνεται η δυνατότητα της εικονικής χρήσης εργαλείων με τη βοήθεια των οποίων έγινε η αρχική κατασκευή του σκάφους. Με αυτό τον τρόπο ουσιαστικά παρουσιάζουμε ένα σύνολο πρακτικών και βημάτων που θα μπορούσαν δυνητικά να υιοθετηθούν σε παραπλήσιες περιπτώσεις αξιοποιώντας την εμπειρία που αποκτήθηκε.

2. Ψηφιακή Αποτύπωση του Σκάφους

2.1 Διαχείριση Σχεδίων και Ψηφιακή Αποτύπωση

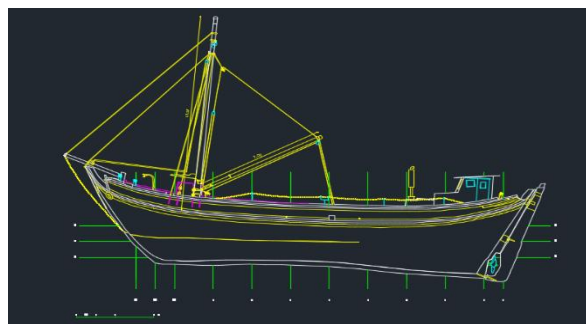
Η μεθοδολογία ψηφιοποίησης του σκάφους ΕΛΕΝΗ Π. αφορά στη χρήση τόσο των υπαρχόντων αλλά και νέων σχεδίων αλλά και στη χρήση κατάλληλων λογισμικών καθώς και ενός ψηφιακού σαρωτή χειρός. Ο απώτερος στόχος είναι η παραγωγή των τρισδιάστατων αντικειμένων που θα αποτελέσουν τη βάση για την προβολή της ψηφιοποιημένης πληροφορίας από το σύστημα επαυξημένης/εικονικής πραγματικότητας. Ένα από τα λογισμικά που είναι Διεθνώς αποδεκτά για τη δημιουργία και διαχείριση σχεδίων είναι το AutoCAD¹. Το AutoCAD χρησιμοποιείται για ακριβή 2D και 3D σχεδίαση, σχεδιασμό και μοντελοποίηση με στερεά, επιφάνειες, αντικείμενα πλέγματος, χαρακτηριστικά τεκμηρίωσης και άλλα. Περιλαμβάνει λειτουργίες για την αυτοματοποίηση εργασιών και την αύξηση της παραγωγικότητας, όπως η σύγκριση σχεδίων, η καταμέτρηση, η προσθήκη αντικειμένων και η δημιουργία πινάκων. Η χρήση του AutoCAD στον τρισδιάστατο σχεδιασμό του σκάφους ΕΛΕΝΗ Π. είναι καίριας σημασίας. Με τη βοήθεια αυτού του λογισμικού μπορούμε να επεξεργαστούμε τα δισδιάστατα σχέδια που απεικονίζουν τομές του σκάφους και να απομονώσουμε διάφορα τμήματά του, για να μετατρέψουμε στην τρισδιάστατη μορφή τους. Βασιζόμαστε σε μεγάλο βαθμό στα δισδιάστατα σχέδια που έχουν παραχθεί σε παλαιότερη μελέτη που εκπόνησε ο Αρχ. Μηχ. Κ.Α. Δαμιανίδης,

¹ <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

την περίοδο 1999-2000, στα πλαίσια του έργου «ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ ΕΛΕΝΗ Π.». Στις εικόνες που ακολουθούν, βλέπουμε το σχέδιο της διαμήκους τομής (Εικόνα 1) και της πλαϊνής όψης του σκάφους (Εικόνα 2). Ταυτόχρονα, για διάφορα τμήματα του σκάφους για τα οποία δεν υπήρχαν διαθέσιμα σχέδια αυτά εκπονήθηκαν από την αρχή με βάση τις μετρήσεις που έγιναν κατά την ελεγχόμενη διάλυση του ΕΛΕΝΗ Π.



Εικόνα 1. Διαμήκους τομή του ΕΛΕΝΗ Π.

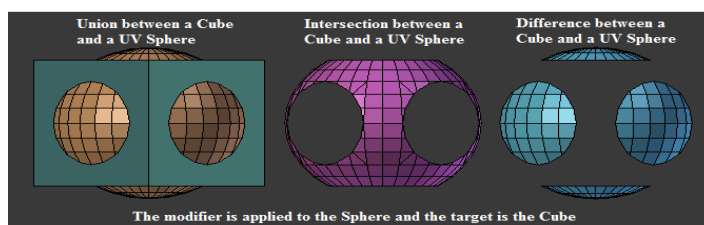


Εικόνα 2. Πλαϊνή όψη του σκάφους.

Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας στο AutoCAD περνούν σε επόμενο λογισμικό για την τελική τρισδιάστατη απεικόνιση.

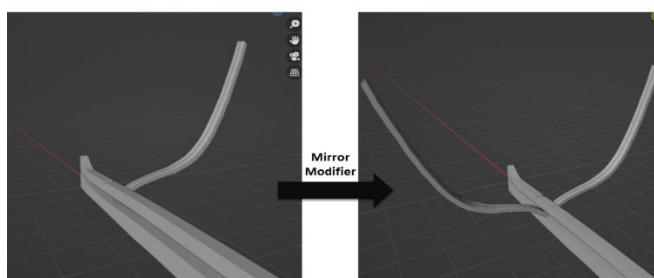
Το Blender² για περισσότερα από 20 χρόνια, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα λογισμικά ανοικτού κώδικα για σχεδίαση τρισδιάστατων γραφικών, μη γραμμική επεξεργασία και για δημιουργία αλληλεπιδραστικών 3D εφαρμογών όπως τα βιντεοπαιχνίδια. Από το AutoCAD εξάγουμε τα επεξεργασμένα δισδιάστατα ψηφιακά σχέδια σε μορφή Drawing Exchange Format (.dxf) και τα εισάγουμε στο λογισμικό Blender για περαιτέρω επεξεργασία και χρήση τους ως «καλούπι» για την ανάπτυξη των τρισδιάστατων κομματιών που απαρτίζουν το σκάφος. Το 3D αντικείμενο που δημιουργείται, εξάγεται σε μορφή Object (.OBJ) ή μορφή Blend (.BLEND), αν θέλουμε να εξάγουμε μεμονωμένα ένα αντικείμενο, ή ολόκληρο project αντίστοιχα. Το OBJ (ή .OBJ) είναι μια μορφή αρχείου ορισμού γεωμετρίας που αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από την Wavefront Technologies. Είναι μια απλή μορφή δεδομένων που αντιπροσωπεύει μόνο την τρισδιάστατη γεωμετρία - δηλαδή, τη θέση κάθε κορυφής, τη θέση UV κάθε κορυφής συντεταγμένων υψής, τις κανονικές κορυφές και τις όψεις που κάνουν κάθε πολύγωνο να ορίζεται ως μια λίστα κορυφών, και κορυφές υψής. Ένα αρχείο BLEND είναι μια τρισδιάστατη εικόνα ή έργο κινουμένων σχεδίων που δημιουργήθηκε με το λογισμικό Blender. Περιλαμβάνει δεδομένα τρισδιάστατου πλέγματος, πληροφορίες φωτισμού, ζωγραφική κορυφών, βασικά καρέ κινούμενων σχεδίων, αντικείμενα NURBS, διαδικαστικές υφές, διάταξη χαρτογράφησης UV και δεδομένα διαδραστικότητας σε πραγματικό χρόνο. Από τις χρησιμότερες λειτουργίες που διαθέτει το Blender, είναι το εργαλείο Modifier (τροποποιητής) που είναι αυτόματες λειτουργίες που επηρεάζουν τη γεωμετρία ενός αντικειμένου με μη καταστροφικό τρόπο. Με τους τροποποιητές, μπορούν να εκτελεστούν αυτόματα πολλά εφέ που διαφορετικά θα ήταν πολύ χρονοβόρο να γίνουν χειροκίνητα και χωρίς να επηρεαστεί η γεωμετρία βάσης του αντικειμένου. Από το μεγάλο πλήθος των τροποποιητών που διαθέτει το Blender, ο τροποποιητής Boolean είναι αυτός που έχει χρησιμοποιηθεί περισσότερο στον τρισδιάστατο σχεδιασμό του σκάφους. Ο τροποποιητής Boolean εκτελεί λειτουργίες σε πλέγματα που κατά τα άλλα είναι πολύ περίπλοκα για να επιτευχθούν με τόσο λίγα βήματα, επεξεργάζοντας τα πλέγματα χειροκίνητα. Χρησιμοποιεί επίσης μία από τις τρεις διαθέσιμες λειτουργίες Boolean για να δημιουργηθεί ένα μόνο πλέγμα από δύο αντικείμενα πλέγματος. Οι λειτουργίες αυτές είναι οι: **(α)** Ένωση (Union), **(β)** Τομή (Intersection), **(γ)** Διαφορά (Difference).

² <https://www.blender.org/>



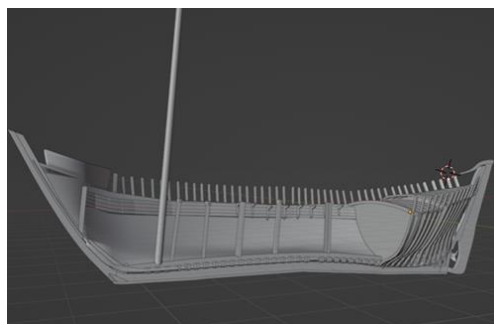
Εικόνα 3. Οι τρεις λειτουργίες του τροποποιητή Boolean.

Εκμεταλλευόμενοι τη συμμετρία του περάματος, ένας ακόμα τροποποιητής που χρησιμοποιήθηκε σε μεγάλο βαθμό, είναι ο τροποποιητής Καθρέπτης (Mirror), με τη βοήθεια του οποίου δημιουργούμε το συμμετρικό οποιουδήποτε αντικείμενου ως προς τους άξονες x, y και z. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό της δημιουργίας των νομέων. Όπως βλέπουμε και στην επόμενη εικόνα, με τη χρήση του Καθρέπτη, μπορούμε εύκολα, έχοντας δημιουργήσει τον μισό νομέα, να δημιουργήσουμε τον υπόλοιπο με συμμετρία ως προς τον άξονα y.

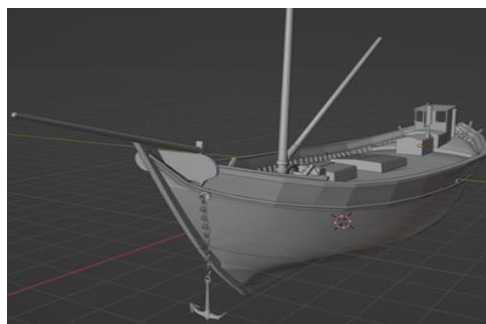


Εικόνα 4. Ο τροποποιητής Καθρέπτης.

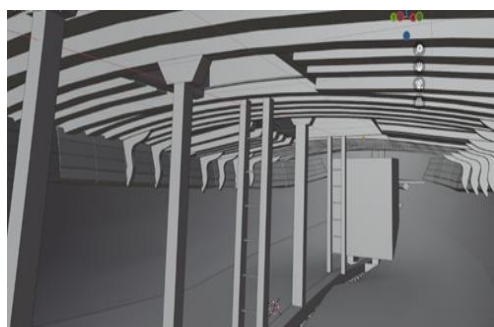
Χρησιμοποιώντας τους παραπάνω τροποποιητές, αλλά και πολλούς ακόμα που μας επέτρεψαν να δημιουργήσουμε τα αντικείμενα του σκάφους, προέκυψε το ψηφιακό μοντέλο, όπως αυτό φαίνεται στις εικόνες που ακολουθούν.



Εικόνα 5. Τομή του ΕΛΕΝΗ Π.



Εικόνα 6. Πλήρη και υπερκατασκευές στο κατάστρωμα.



Εικόνα 7. Αποψη της πρύμνης στο εσωτερικό του αμπαριού.



Εικόνα 8. Το μοντέλο του ΕΛΕΝΗ Π. με χρώμα, στο ψηφιακό λιμάνι της Ύδρας

2.2 Ψηφιακή Σάρωση

Επιπρόσθετα με την ψηφιακή τρισδιάστατη αποτύπωση των αντικειμένων του σκάφους βασιζόμενοι στα σχέδιά του, γίνεται χρήση ενός σαρωτή τρισδιάστατων αντικειμένων (3D Scanner) τύπου Crealty CR-SCAN01 αλλά και του λογισμικού Polycam που επιτρέπει την δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων με χρήση φωτογραφιών.

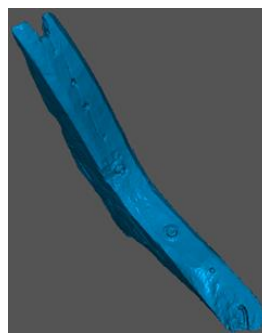
Ο σαρωτής CR-SCAN01 υιοθετεί έναν έξυπνο αλγόριθμο ευθυγράμμισης μεγάλης κλίμακας για να εξασφαλίσει αυτόματη αντιστοίχιση χωρίς χειροκίνητη ευθυγράμμιση πλέγματος, βαθμονόμηση ή χρήση δεικτών. Ο αλγόριθμος ευθυγράμμισης των πολλαπλών λήψεων, είναι υψηλής ακρίβειας που βασίζεται σε χαρακτηριστικά χρώματος και δομής. Το CR-SCAN01 εξασφαλίζει την επεξεργασία μοντέλων, την αυτόματη πλήρωση κενών, την αυτόματη επισκευή χρωμάτων, την αυτόματη αναγνώριση υποστρώματος και την ομαλή αφαίρεση θορύβου. Τα αντικείμενα που σαρώνονται με το CR-SCAN01 τυγχάνουν επεξεργασίας στο λογισμικό CR Studio³. Το 3D Scanner χρησιμοποιείται για να σαρώσουμε διασωθέντα τμήματα του περάματος, με σκοπό να αποκτήσουμε την ψηφιακή τους μορφή, και την υφή τους. Τα αντικείμενα αυτά στη συνέχεια θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν είτε ως μέρος του ψηφιακού τρισδιάστατου σκάφους, είτε να προβληθούν ως μεμονωμένα αντικείμενα. Στις παρακάτω εικόνες βλέπουμε σε βήματα τη δημιουργία ψηφιακού αντιγράφου ενός μπρατσολιού με την χρήση του CR-SCAN01 και του CR studio για την αποτύπωση της γεωμετρίας και της υφής του σε συνδυασμό με το Blender που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή αποχρώσεων του καφέ σε ξύλινα και μεταλλικά μέρη.



Εικόνα 9. Σαρωμένες όψεις αντικειμένου.



Εικόνα 10. Η άποψη του αντικειμένου μετά την ευθυγράμμιση.



Εικόνα 11. Τελικό αντικείμενο.



Εικόνα 12. Το τελικό αντικείμενο μετά την εφαρμογή χρώματος.

Το δεύτερο λογισμικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία 3D μοντέλων είναι το Polycam. Η χρήση του Polycam μας επέτρεψε την δημιουργία 3D μοντέλων αποδίδοντας πιστά το πραγματικό χρώμα των αντικειμένων. Η Εικόνα 13 δείχνει το αποτέλεσμα της δημιουργίας του παραπάνω μπρατσολιού με την χρήση του Polycam. Ενδέχεται να υπάρχουν αλλοιώσεις στο χρώμα ενός αντικειμένου που έχει παραχθεί στο Polycam, μιας και αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες φωτισμού που επικρατούν στο περιβάλλον τη στιγμή της λήψης. Σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, το αντικείμενο εμφανίζεται πιο σκούρο από ότι πραγματικά είναι, ενώ σε λευκό φως, το αντικείμενο εμφανίζεται ιδιαίτερα ανοιχτόχρωμο.



Εικόνα 13: Τρισδιάστατη αναπαράσταση μπρατσολιού σε λευκό φως.

³ <https://www.crealty.com/blog/3d-scanner-software-cr-studio-20all-new-and-interactive-experience>

3. Αποθήκευση και Διαχείριση της Ψηφιοποιημένης Πληροφορίας

3.1 Μεταδεδομένα και Διαχείριση τρισδιάστατων Μοντέλων

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζουμε τη διαδικασία δημιουργίας μεταδεδομένων (δομημένη πληροφορία η οποία χρησιμοποιείται για την περιγραφή, την επεξήγηση, τον εντοπισμό, τη χρήση και τη διαχείριση μιας πληροφοριακής πηγής) για την περιγραφή της ψηφιοποιημένης πληροφορίας καθώς και την αρχιτεκτονική του αποθετηρίου και της διεπαφής μέσω της οποίας εξωτερικό λογισμικό μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση στα δεδομένα.

Τα μεταδεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Εθνικού και του Ευρωπαϊκού Συσσωρευτή πολιτιστικού περιεχομένου που λειτουργούν ως πύλες συσσώρευσης ψηφιακού πολιτιστικού περιεχομένου. Το SearchCulture.gr έχει σκοπό την συγκέντρωση, τη διασύνδεση και την παροχή ενιαίας αναζήτησης στο σύνολο του ελληνικού ψηφιακού πολιτιστικού περιεχομένου το οποίο παράγεται από έγκριτους φορείς. Η Europeana (<https://www.europeana.eu/el>) είναι ένα Ίδρυμα που εδρεύει στην Ολλανδία και δημιουργήθηκε το 2008. Η Europeana κατάφερε να δημιουργήσει μια διαδικτυακή Πύλη πρόσβασης σε πάνω από 50 εκατομμύρια ψηφιακούς πόρους. Η Europeana στο πλαίσιο της πολιτικής της, συνεργάζεται με θεματικούς και εθνικούς συσσωρευτές, οι οποίοι αναλαμβάνουν να προσφέρουν υπηρεσίες υποστήριξης. Το SearchCulture.gr και η Europeana έχουν ορίσει βασικές αρχές και συστάσεις για την σταθερή διάθεση του ψηφιακού περιεχομένου τόσο σε τελικούς χρήστες - μέσα από εύχρηστα διαδικτυακά περιβάλλοντα που διαθέτουν αποτελεσματικούς τρόπους αναζήτησης και περιήγησης-, όσο και σε τρίτα συστήματα και εφαρμογές, με την υιοθέτηση μηχαναγνώσιμων μεταδεδομένων σε καθιερωμένα σχήματα και προτύπων διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών.

Στα πλαίσια του έργου υιοθετήθηκαν όλα τα υποχρεωτικά μεταδεδομένα καθώς και μεταδεδομένα τα οποία αναπαριστούν βασική πληροφόρηση για κάθε αντικείμενο. Υιοθετούνται τρεις κύριοι τύποι πολιτιστικών μεταδεδομένων: **(α) τα περιγραφικά μεταδεδομένα** χρησιμοποιούνται για την περιγραφή μιας πηγής ώστε να εξασφαλίζεται η περιγραφή, η ταυτοποίηση και η εύρεσή της. Τέτοια στοιχεία αφορούν στον τίτλο, το δημιουργό, τις λέξεις-κλειδιά και τη σύνοψη, **(β) τα δομικά μεταδεδομένα** προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο είναι οργανωμένα και δομούνται σύνθετα αντικείμενα και τις σχέσεις μεταξύ επιμέρους μερών, π.χ. οι σελίδες ενός βιβλίου, τα κεφάλαια, ο πίνακας περιεχομένων, το ευρετήριο, κ.λπ. ενός βιβλίου και ο τρόπος οργάνωσής τους, αποτελούν τα δομικά χαρακτηριστικά, **(γ) τα διαχειριστικά μεταδεδομένα** προσφέρουν πληροφορία που χρησιμοποιείται στη διαχείριση της πηγής, όπως, π.χ. πότε και πώς δημιουργήθηκε η πηγή, το είδος του αρχείου και ποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτή. Το νεότερο μοντέλο αναπαράστασης ή τεκμηρίωσης ψηφιακών πολιτιστικών πόρων που χρησιμοποιείται από την Europeana είναι το **Europeana Data Model (EDM)** το οποίο υιοθετήθηκε κατά τη σχεδίαση του αποθετηρίου. Το EDM υιοθετεί ένα ανοικτό δυναμικό πλαίσιο πολυεπίπεδης αναπαράστασης ενώ παράλληλα βασίζεται στις τεχνολογίες του σημασιολογικού ιστού (Web 3.0). Οι ιδιότητες του EDM, ως RDF ιδιότητες, μπορούν να παίρνουν τιμή είτε λεκτικές τιμές, με πιθανό προσδιοριστή για την γλώσσα, είτε αναφορές μέσω URI (αναφορικές τιμές, URIRef, μέσω του γνωρίσματος `rdf:resource`). Παρά τη συμφωνία του SearchCulture.gr με την Europeana για τη χρήση του EDM μοντέλου υπάρχει διαφωνία μεταξύ τους όσον αφορά την απαίτηση συμπλήρωσης σε κάποιες από τις ιδιότητες. Λόγω της διαφωνίας αυτής αποφασίστηκε να υιοθετηθούν όλες τις ιδιότητες των κλάσεων που έχουν θεωρηθεί ως υποχρεωτικές από τουλάχιστον έναν από τους δύο φορείς (SearchCulture.gr και Europeana).

3.2 Ψηφιακό Αποθετήριο και Διεπαφές

Για την αποθήκευση των μεταδεδομένων που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, αλλά και τον συσχετισμό τους με επιπλέον ψηφιοποιημένη πληροφορία όπως εικόνες, βίντεο και 3D αρχεία δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων. Στη βάση δεδομένων δημιουργήσαμε ένα σύνολο από 42 ‘βασικούς’ πίνακες οι οποίοι σχετίζονται μεταξύ τους προκειμένου να δώσουμε την αναπαράσταση του διαγράμματος των κλάσεων που επιλέχθηκαν από αυτές που προτείνουν οι δύο προαναφερόμενοι φορείς. Για το λόγο αυτό χωρίσαμε τις ιδιότητες των βασικών κλάσεων των μεταδεδομένων σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις ιδιότητες που λαμβάνουν μία τιμή ανεξάρτητα από την κλάση που ανήκουν και τύπο της τιμής τους. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι ιδιότητες των κλάσεων των μεταδεδομένων που λαμβάνουν πολλαπλές τιμές ανεξάρτητα από την κλάση που ανήκουν ή τον τύπο τιμής τους. Με βάση την παραπάνω λογική δημιουργήσαμε ένα πίνακα για την πρώτη κατηγορία και 30 πίνακες για τη δεύτερη κατηγορία ιδιοτήτων των μεταδεδομένων. Επίσης δημιουργήθηκαν 11 ακόμη πίνακες προκειμένου να αποθηκευτούν οι τιμές των ιδιοτήτων των συγκεκριμένων κλάσεων. Δημιουργήθηκαν ακόμη 3 επιπλέον πίνακες για την αποθήκευση πληροφοριών για τις εικόνες, τα βίντεο και των αρχείων που περιέχουν τρισδιάστατη αναπαράσταση του αντικειμένου για το οποίο καταχωρήθηκαν τα μεταδεδομένα.

Η εισαγωγή τόσο των μεταδεδομένων όσο και των εικόνων, βίντεο και των αρχείων που περιέχουν την τρισδιάστατη αναπαράσταση γίνεται μέσω της διεπαφής που αναπτύχθηκε. Για την ανάπτυξη της διεπαφής χρησιμοποιήθηκαν οι γλώσσες προγραμματισμού HyperText Markup Language (HTML), Cascading Style Sheets (CSS) και JavaScript ενώ για την σύνδεση με την βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η MySQL. Η διεπαφή που αναπτύχθηκε έχει 12 λειτουργίες. Η πρώτη λειτουργία αφορά την **εισαγωγή** των ιδιοτήτων των κλάσεων του EDM μοντέλου που περιγράψαμε στις προηγούμενες παραγράφους. Ο χρήστης μπορεί να εισάγει πληροφορίες για κάθε βασική κλάση του EDM μοντέλου, να συμπληρώσει σωστά και με ευκολία τις ιδιότητες των κλάσεων των μεταδεδομένων. Η δεύτερη λειτουργία είναι η **ενημέρωση** ενός ή περισσότερων ιδιοτήτων του EDM για ένα αντικείμενο πολιτιστικής κληρονομιάς. Η τρίτη επιλογή είναι η **διαγραφή** όλων των πληροφοριών ενός αντικειμένου συμπεριλαμβανομένων των εικόνων, των βίντεο και τα 3D μοντέλα για το επιλεγθέν αντικείμενο. Η τέταρτη, η πέμπτη και η έκτη επιλογή σχετίζονται με την **υποβολή**, την **ενημέρωση** και την **διαγραφή** πληροφοριών για μια εικόνα που σχετίζεται με κάποιο αντικείμενο ενώ η έβδομη, η όγδοη και η ένατη επιλογή αφορά την **υποβολή**, την **ενημέρωση** και την **διαγραφή** πληροφοριών ενός βίντεο. Η δέκατη, η ενδέκατη και η δωδέκατη επιλογή σχετίζεται με την **υποβολή**, την **ενημέρωση** και την **διαγραφή** πληροφοριών ενός 3D αντικειμένου και η σύνδεσή του με κάποιο ψηφιοποιημένο αντικείμενο.

Τέλος, πάνω από αυτό το αποθετήριο έχει δημιουργηθεί μια διεπαφή ανάκτησης της ψηφιοποιημένης πληροφορίας από εξωτερικό λογισμικό με τη μορφή ενός REST API. Το προτεινόμενο API προσφέρει όλες τις απαραίτητες λειτουργικότητες ώστε να μπορεί λογισμικό όπως αυτό που αφορά στο σύστημα επαυξημένης/εικονικής πραγματικότητας να ανακτά το αποθηκευμένο περιεχόμενο. Οι κλήσεις είναι απλές που πραγματοποιούνται με τη χρήση ενός URL ενώ η επιστροφή των δεδομένων γίνεται με τη χρήση μιας json μορφής.

4. Ανάδειξη της Ψηφιοποιημένης Πληροφορίας

4.1 Υιοθετούμενο Υλικό και Λογισμικό

Η ανάπτυξη των εφαρμογών Επαυξημένης (AR), Εικονικής (VR) και Μικτής (MR) Πραγματικότητας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της πλατφόρμας Unity. Η ενιαία αναπτυξιακή πλατφόρμα της Unity⁴, σε συνδυασμό με την ισχυρή γραφική της μηχανή, διευκόλυνε την αποδοτική επαναχρησιμοποίηση του κώδικα και των πόρων στις διάφορες πλατφόρμες, προσφέροντας ουσιαστικές εξοικονομήσεις χρόνου και πόρων. Επιπλέον, μέσω της γλώσσας

⁴ <https://unity.com/>

προγραμματισμού C#, δημιουργήθηκαν και ενσωματώθηκαν προσαρμοσμένες συμπεριφορές και λειτουργίες σε τρισδιάστατα ψηφιακά αντικείμενα, με κύριο στόχο την προώθηση της ρεαλιστικότητας και την βελτίωση της χρηστικότητας των εφαρμογών.

Δεδομένα Εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας

Στη περίπτωση της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας τα απαραίτητα δεδομένα που χρειάζονται για τη σωστή λειτουργία της αποτελούνται από τα εξής:

- **Ψηφιακά αντικείμενα:** η δημιουργία και η επεξεργασία των εικονικών αντικειμένων θα έχει ως αποτέλεσμα τη σωστή και λειτουργική τοποθέτησή τους στον πραγματικό χώρο.
- **Πληροφορίες τμημάτων ΕΛΕΝΗ Π:** πληροφορίες για διάφορα τμήμα του ΕΛΕΝΗ Π. όπως περιγραφή, φωτογραφίες και βίντεο θα χρησιμοποιηθούν για την πληροφόρηση και την ενημέρωση του χρήστη σχετικά με το είδος, τη χρήση, καθώς και την ακριβή τοποθέτηση του αντικειμένου στο πέραμα.
- **Δεδομένα ανίχνευσης και αναγνώρισης:** για την προσομοίωση των ψηφιακών αντικειμένων είναι απαραίτητη η ανίχνευση και η αναγνώριση χωρικών δεδομένων στον πραγματικό χώρο για την τοποθέτηση της προσομοίωσης σε συγκεκριμένο σημείο. Για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθούν διάφορες εικόνες-στόχοι (image targets).
- **Απαιτήσεις πραγματικού περιβάλλοντος:** ο σωστός φωτισμός, ο διαθέσιμος χώρος καθώς και το απλό, δίχως πολύ πληροφορία παρασκήνιο είναι ορισμένες από τις βασικές απαιτήσεις που χρειάζεται οποιαδήποτε εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας.

Δεδομένα Εφαρμογής Εικονικής Πραγματικότητας

Λόγω των υψηλών απαιτήσεων που απαιτούνται για τη δημιουργία ενός εικονικού κόσμου και την υλοποίηση των σεναρίων στην εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας, είναι αναγκαία η αποθήκευση και χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων. Το σύνολο δεδομένων απαιτείται για την ακριβή αναπαράσταση και αλληλεπίδραση των στοιχείων στον εικονικό περιβάλλοντα χώρο, διασφαλίζοντας την αυθεντικότητα και την ποιότητα της εμπειρίας των χρηστών. Ορισμένα από τα δεδομένα αυτά είναι:

- **Δεδομένα χειριστηρίων Meta Quest 2:** τα δεδομένα από τα χειριστήρια της συσκευής Meta Quest 2, γνωστά και ως Oculus Touch controllers, περιλαμβάνουν τις τρισδιάστατες θέσεις των χειριστηρίων στον χώρο, τις κινήσεις του χρήστη, καθώς και πληροφορίες σχετικά με τα κουμπιά που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση με τον εικονικό κόσμο.
- **Ψηφιακά αντικείμενα:** ο εικονικός κόσμος διαμορφώνεται από ποικίλα ψηφιακά αντικείμενα, με την ψηφιακή αναπαράσταση του πλοίου ΕΛΕΝΗ Π. και του ψηφιακού λιμανιού της Ύδρας να κατέχουν κεντρικό ρόλο.
- **Πληροφορίες τμημάτων ΕΛΕΝΗ Π.:** πληροφορίες για ορισμένα αντικείμενα του περάματος είναι απαραίτητες για τη σκηνή περιήγησης της εφαρμογής, καθώς ο χρήστης μπορεί να τηλεμεταφέρεται σε διάφορα σημεία αναφοράς όπου θα παρουσιάζονται πληροφορίες για τα αντίστοιχα τμήματα του σκάφους.
- **Ηχητικά δεδομένα:** η προσθήκη ηχητικών στοιχείων όπως ο ήχος της θάλασσας, οι φωνές των γλάρων, ο ήχος του κινητήρα, του μηχανισμού της άγκυρας κ.α. συνιστούν μια σημαντική προσθήκη.
- **Λεπτομερή περιγραφή διαδικασιών απόπλου:** καταγράφοντας με λεπτομέρεια τα βήματα, τις αλληλεπιδράσεις και τα γεγονότα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του απόπλου, εξασφαλίζεται η ακριβής αναπαραγωγή της διαδικασίας στον εικονικό κόσμο.
- **Υφές αντικειμένων (textures):** οι υφές των ψηφιακών αντικειμένων αναφέρονται στα επιφανειακά χαρακτηριστικά και στην εμφάνιση αυτών. Με τα textures ρυθμίζονται διάφορες όψεις ενός αντικειμένου όπου μία υφή μπορεί να μοιάζει με λεία ή τραχιά, μαλακή ή σκληρή, ματ ή γυαλιστερή κλπ.

Δεδομένα Εφαρμογής Μικτής Πραγματικότητας

Για την υλοποίηση και ανάπτυξη της εκπαιδευτικής εφαρμογής Μικτής Πραγματικότητας, τα απαραίτητα δεδομένα που χρειάζονται είναι:

- **Πληροφορίες ναυπηγικών εργαλείων:** οι πληροφορίες ναυπηγικών εργαλείων περιλαμβάνουν περιγραφές από διάφορα εργαλεία και εξοπλισμό που χρησιμοποιούνταν στην κατασκευή, επισκευή και συντήρηση ξύλινων σκαφών.
- **Δεδομένα ερωτήσεων και απαντήσεων:** αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν μια συλλογή ερωτήσεων που σχετίζονται με το τρισδιάστατο σκάφος και τα διάφορα τμήματά του, το καθένα σε συνδυασμό με τις σωστές απαντήσεις του.
- **Ψηφιακά αντικείμενα:** τα ψηφιακά αντικείμενα της εφαρμογής MR αποτελούνται από διάφορα ναυπηγικά εργαλεία, τη ψηφιακή μορφή του ΕΛΕΝΗ Π., πάγκος εργασίας, ψηφιακά κουμπιά κλπ.
- **Textures και materials:** τα textures και materials συμβάλλουν στην οπτική πιστότητα των 3D περιβαλλόντων και αντικειμένων. Οι υφές (textures) παρέχουν τις λεπτομέρειες της επιφάνειας, τα χρώματα και τα μοτίβα που κάνουν τα τρισδιάστατα αντικείμενα να φαίνονται ρεαλιστικά. Τα υλικά (materials), από την άλλη πλευρά, καθορίζουν πώς το φως αλληλεπιδρά με αυτές τις επιφάνειες, επηρεάζοντας ιδιότητες όπως η αντανάκλαση, η διαφάνεια και η γυαλάδα.
- **Στοιχεία UI/UX:** Αυτά τα στοιχεία, περιλαμβάνουν ολογραφικές επικαλύψεις, μενού, κουμπιά και οπτικές ενδείξεις και χρησιμεύουν ως γέφυρα μεταξύ του ψηφιακού και του φυσικού κόσμου, επιτρέποντας στους χρήστες να πλοηγούνται διαισθητικά και να αλληλεπιδρούν με επαυξημένα 3D περιβάλλοντα.
- **Δεδομένα χωρικής χαρτογράφησης:** αποτελούνται από περίπλοκες τρισδιάστατες αναπαραστάσεις του πραγματικού περιβάλλοντος, κατασκευασμένες μέσω αισθητήρων και καμερών σε συσκευές όπως το HoloLens 2. Τα χωρικά δεδομένα επιτρέπουν στις εφαρμογές να κατανοούν και να αλληλεπιδρούν με το φυσικό περιβάλλον, επιτυγχάνοντας την ακριβή τοποθέτηση των ψηφιακών αντικειμένων.

4.2 Εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας

Ο κύριος στόχος της παρούσας εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας υποδεικνύεται ως η υλοποίηση ενός προηγμένου συστήματος διαδραστικής πληροφόρησης του χρήστη σε σχέση με διάφορα τμήματα του περάματος ΕΛΕΝΗ Π. Η εν λόγω εφαρμογή προσφέρει τη δυνατότητα παρατήρησης του προσομοιωμένου περάματος σε ψηφιακή τρισδιάστατη μορφή, με έμφαση στην αναγνώριση και επισήμανση τμημάτων του πλοίου που έχει επιλέξει ο χρήστης για λεπτομερείς πληροφορίες. Παράλληλα, η εφαρμογή παρέχει ένα σύνολο φωτογραφιών, βίντεο και περιγραφών, που αναφέρονται στο εκάστοτε επιλεγμένο τμήμα του πλοίου, με σκοπό την παροχή συνολικής ενημέρωσης στον χρήστη.

Η εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας παρέχει ένα φιλικό προς τον χρήστη **κεντρικό μενού** που περιλαμβάνει βασικές επιλογές, όπως η επιλογή γλώσσας, η έναρξη και η έξοδος από την εφαρμογή. Με την εκκίνηση της εφαρμογής, η κάμερα της συσκευής του χρήστη ενεργοποιείται, επιτρέποντας την σάρωση μιας συγκεκριμένης εικόνας στόχου που είναι προγραμματισμένη να ενεργοποιήσει την προσομοίωση ενός συγκεκριμένου "σεναρίου".

Το "**σενάριο**" αναφέρεται σε ομάδες τμημάτων του πλοίου ΕΛΕΝΗ Π., επιτρέποντας στους χρήστες να εξερευνήσουν συγκεκριμένα μέρη του πλοίου. Κάθε ομάδα αντιστοιχεί σε μια ξεχωριστή πτυχή ή περιοχή του πλοίου, την οποία οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν για να παρατηρήσουν και να προσκομίσουν περισσότερες πληροφορίες. Σε κάθε **προσομοίωση**, παρέχεται ένα μενού πλοήγησης, παρέχοντας στους χρήστες μια οργανωμένη και διαισθητική διεπαφή για την πρόσβαση στις επιθυμητές πληροφορίες. Με την ενεργοποίηση μιας προσομοίωσης, παρουσιάζεται στον χρήστη ένας κατάλογος με τα ονόματα αντικειμένων που σχετίζονται με την εν λόγω ομάδα. Αυτή η επιλογή επιτρέπει στους χρήστες να επιλέξουν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο προς εξερεύνηση με περισσότερες λεπτομέρειες. Επιλέγοντας ένα

αντικείμενο, επισημαίνεται το επιλεγμένο τμήμα και χρωματίζεται για να ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα μέρη του πλοίου.



Εικόνα 14. Στιγμιότυπα εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Κάθε επιλεγμένο αντικείμενο στην εφαρμογή συνοδεύεται από περιγραφικό **κείμενο** και μια σειρά από **εικόνες** και **βίντεο** τα οποία παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το επιλεγμένο αντικείμενο, την ιστορική του σημασία και τον ρόλο του.

Για την **ανάπτυξη** της παρούσας εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκαν βασικές τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένης της μηχανής παιχνιδιού Unity, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία εφαρμογών για πολλές πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων των λειτουργικών συστημάτων Android και iOS για τις οποίες προορίζεται και η υποστήριξη της εν λόγω εφαρμογής. Επιπρόσθετα, το λογισμικό Blender χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία και επεξεργασία τρισδιάστατων εικονικών αντικειμένων, ενώ η γλώσσα προγραμματισμού C# εφαρμόστηκε για την προγραμματιστική υλοποίηση συγκεκριμένων λειτουργιών, που επιτρέπουν στον χρήστη την αλληλεπίδραση με την προσομοίωση.

4.3 Εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας

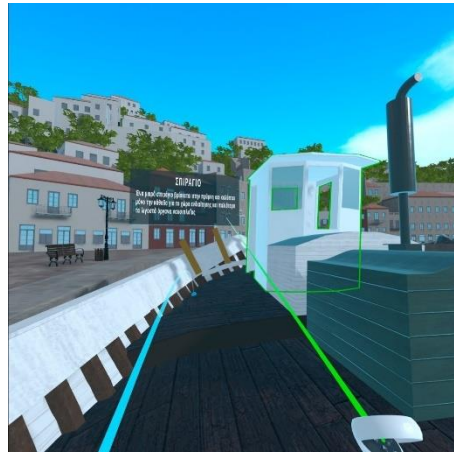
Η εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας αποσκοπεί στην εμπύθιση του χρήστη στον εικονικό κόσμο, αναπαριστώντας το λιμάνι της Ύδρας και το πλοίο ΕΛΕΝΗ Π. με λεπτομέρεια και ρεαλισμό. Στόχος της εφαρμογής είναι να δημιουργήσει στο χρήστη την αίσθηση ότι πραγματικά βρίσκεται στο φυσικό περιβάλλον του λιμανιού και του πλοίου, επιτρέποντάς του να αλληλεπιδρά με το σκάφος και να εξερευνήσει τις λεπτομέρειές του. Επιπλέον, η εφαρμογή προσφέρει τη δυνατότητα στον χρήστη να εκτελέσει τις διαδικασίες και τις ενέργειες που πραγματοποιούσε το πλήρωμα του πλοίου κατά την αναχώρησή τους από την προβλήτα. Αυτό περιλαμβάνει λεπτομερείς αναπαραστάσεις των ενεργειών που πρέπει να εκτελέσει ο χρήστης, προσφέροντάς του τη δυνατότητα να εκπαιδευτεί και να κατανοήσει την ακριβή διαδικασία.

Η εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας αποτελείται από δύο σκηνές, οι οποίες σχεδιάστηκαν με ακρίβεια για να προσφέρουν στον χρήστη μια εκπαιδευτική εμπειρία. Στην πρώτη σκηνή, στη **Σκηνή Περιήγησης**, ο χρήστης βρίσκεται στο εικονικό λιμάνι της Ύδρας, κοιτώντας προς το πλοίο ΕΛΕΝΗ Π.. Χρησιμοποιώντας έναν μηχανισμό τηλεμεταφοράς, με τη χρήση των χειριστηρίων, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να περιηγηθεί στο εικονικό περιβάλλον και να επιβιβαστεί στο πλοίο. Αφού επιβιβαστεί, είναι ελεύθερος να εξερευνήσει το πέραμα με σε όλες του τις περιοχές. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά με διαδραστικά σημεία

πληροφοριών που τοποθετούνται σε όλο το πλοίο, προσφέροντάς του τη δυνατότητα να μάθει περισσότερα για σημαντικά του μέρη. Επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να εισέλθει μέσα στο αμπάρι και να εξερευνήσει την αρχιτεκτονική αυτής της περιοχής, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη κατανόηση του σχεδιασμού και της κατασκευής του περάματος.



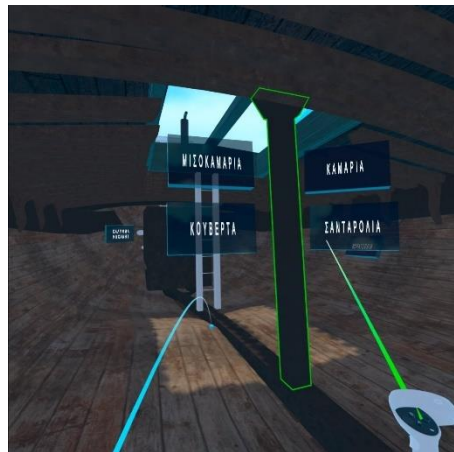
Εικόνα 15. Σκηνή Περιήγησης VR: Τηλεμεταφορά.



Εικόνα 16. Σκηνή Περιήγησης VR: Επισήμανση Αντικειμένων.



Εικόνα 17. Σκηνή Περιήγησης VR: Πληροφορίες Αντικειμένων.



Εικόνα 18. Σκηνή Περιήγησης VR: Αμπάρι.

Στη δεύτερη σκηνή, στη **Σκηνή Απόπλους**, ο χρήστης ξεκινάει πάνω στο κατάστρωμα του ΕΛΕΝΗ Π. και σταδιακά αρχίζει το σενάριο της πλεύσης. Αρχικά παρουσιάζονται τα βήματα απόπλου στον χρήστη, δηλαδή όλες τις ενέργειες που έπρεπε να εκτελέσει το πλήρωμα για να ξεκινήσει το ταξίδι. Ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει σταδιακά τα απαραίτητα βήματα, τα οποία αναπαρίστανται με ακρίβεια για να προσφέρουν μια όσο πιο κατανοητή και ξεκούραστη εμπειρία. Η προσοχή στη λεπτομέρεια δίνεται στην ακριβή απεικόνιση των ενεργειών που εκτελούνται.



Εικόνα 19. Στιγμιότυπα Σκηνής Απόπλους εφαρμογής VR

Για την εύκολη μετάβαση μεταξύ των δύο αυτών σκηνών, παρέχεται ένα **σύστημα μενού** που επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει τη σκηνή της προτίμησής του στην αρχή της εφαρμογής. Το μενού παρέχει μια σαφή και εύχρηστη διεπαφή, επιτρέποντας στους χρήστες να περιηγηθούν ανάμεσα στη σκηνή εξερεύνησης και τη σκηνή απόπλου χωρίς δυσκολία. Επίσης, από το αρχικό μενού παρέχεται η δυνατότητα προβολής οδηγιών για κάθε σκηνή καθώς και η τροποποίηση βασικών ρυθμίσεων της εφαρμογής.



Εικόνα 20. Αρχικό Μενού εφαρμογής VR

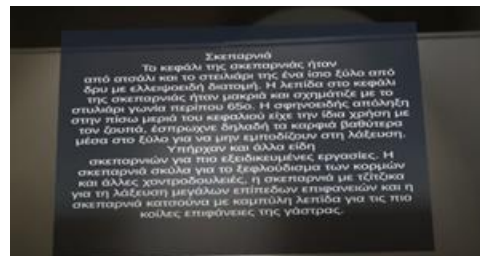
4.4 Εφαρμογή Μικτής Πραγματικότητας

Κύριος στόχος της εφαρμογής Μικτής Πραγματικότητας είναι η δημιουργία μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής με σκοπό την παροχή ενημερωτικών πληροφοριών σχετικά με διάφορα εργαλεία ναυπηγικής που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή, επισκευή και συντήρηση ξύλινων σκαφών. Επιπρόσθετα θα δημιουργηθεί μία δεύτερη σκηνή ενός quiz ερωτήσεων σχετικά με τα τμήματα του ΕΛΕΝΗ Π. Η δεύτερη σκηνή επιτρέπει στους χρήστες να αξιολογήσουν τις γνώσεις τους σχετικά με την αρχιτεκτονική και τα χαρακτηριστικά του πλοίου μέσω ερωτήσεων σε συνδυασμό με την τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση των τμημάτων.

Η πρώτη σκηνή της εφαρμογής Μικτής Πραγματικότητας συνδυάζει το εικονικό περιβάλλον με τον πραγματικό κόσμο, δημιουργώντας έναν **εικονικό πάγκο εργασίας**. Σε αυτόν τον πάγκο εργασίας, παρουσιάζονται ιστορικά **ναυπηγικά εργαλεία**, τα οποία μοντελοποιούνται με ακρίβεια μέσω του Blender. Η εφαρμογή ξεκινά δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη να τοποθετήσει τον πάγκο εργασίας στο πραγματικό χώρο. Με την τοποθέτησή του, εμφανίζονται τα ιστορικά εργαλεία. Οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα εργαλεία μέσω χειρισμού με τα χέρια, χωρίς κάποιο χειριστήριο, λαμβάνοντάς τα και εξερευνώντας τα. Κάθε εργαλείο συνοδεύεται από ένα περιγραφικό **κείμενο πληροφοριών**, που παρέχει λεπτομερείς εξηγήσεις για τη χρήση και τον ρόλο του εργαλείου στην κατασκευή του πλοίου ΕΛΕΝΗ Π. Η εφαρμογή επιτρέπει την ελεύθερη εξερεύνηση και περιστροφή των εργαλείων, ενισχύοντας την κατανόηση και την εκτίμηση των χρηστών για τη ναυπηγική τεχνολογία.



Εικόνα 21. Αναπαράσταση ψηφιακών εργαλείων ξυλοναυπηγικής.



Εικόνα 22. Κείμενο πληροφοριών.

Στη δεύτερη σκηνή της εφαρμογής Μικτής Πραγματικότητας, εισάγεται ένα **εκπαιδευτικό quiz ερωτήσεων** που σχετίζεται με τα τμήματα του ΕΛΕΝΗ Π.. Παράλληλα με το quiz, παρουσιάζεται η προσομοίωση του ψηφιακού μοντέλου του πλοίου. Σε κάθε ερώτηση,

εμφανίζεται ένα τμήμα του πλοίου ξεχωριστά και ο χρήστης θα πρέπει να απαντήσει από ένα πλήθος επιλογών που διατίθενται, σχετικά με την εύρεση του ονόματος αυτού του τμήματος. Ο χρήστης θα μπορεί να κινείται γύρω από τη ψηφιακή προσομοίωση ώστε να αναλύσει τη δομή και τις λεπτομέρειες του τμήματος διεξοδικά. Με αυτόν τον τρόπο, η δεύτερη σκηνή συμβάλλει στην ενίσχυση της εκπαιδευτικής εμπειρίας των χρηστών, ενθαρρύνοντας τη συμμετοχή και την εκμάθηση σχετικά με το πέραμα ΕΛΕΝΗ Π.

5. Συμπεράσματα

Η ευχρηστία και η εμπειρία του χρήστη αποτέλεσαν πρωταρχικό μέλημα στην ανάπτυξη των τριών εφαρμογών AR/VR/MR. Για τον μετριασμό της ασθένειας κίνησης (Virtual Reality sickness⁵) στο VR, χρησιμοποιήθηκε μια πολύπλευρη προσέγγιση που συνδύαζε τη **βελτιστοποίηση των γραφικών**, τη σημαντική **αύξηση των καρτέ ανά δευτερόλεπτο (fps)** και την εφαρμογή της κίνησης με βάση την **τηλεμεταφορά**. Βελτιστοποιώντας την απόδοση στα γραφικά, εξασφαλίστηκε μια πιο ομαλή και οπτικά ελκυστική εμπειρία, ενώ η αύξηση των fps συνέβαλε στη μείωση των συμπτωμάτων ναυτίας κίνησης. Σε συνδυασμό με την κίνηση μέσω τηλεμεταφοράς, επέτρεψε στους χρήστες να περιηγηθούν στο εικονικό περιβάλλον με ευκολία και άνεση. Επιπλέον, δόθηκε μεγάλη έμφαση στις **διεπαφές χρήστη**, επιτρέποντας την **εύκολη πλοήγηση** και το **χειρισμό** των μενού και στις τρεις εφαρμογές. Με σκοπό την εξοικείωση και την γρηγορότερη εκμάθηση των χρηστών, κάθε μία εφαρμογή παρέχει οδηγούς αλληλεπίδρασης, παρέχοντας στους χρήστες ευκολότερη εκμάθηση των βασικών λειτουργιών.

Ο **εντοπισμός αντικειμένων σε πραγματικό χρόνο** τόσο στην εφαρμογή AR όσο και MR έθεσε αρκετά κρίσιμα εμπόδια στην ανάπτυξη των εφαρμογών. Για τη διασφάλιση της ακριβούς ανίχνευσης, ήταν απαραίτητη η τροποποίηση του πραγματικού περιβάλλοντος, όπως η **βελτιστοποίηση των συνθηκών φωτισμού** για την επίτευξη μιας ισορροπίας μεταξύ της ελαχιστοποίησης των σκιών και της αποφυγής του υπερβολικά έντονου φωτισμού στο σημείο προσομοίωσης. Η **επαρκής κατανομή του φυσικού χώρου** για την προσομοίωση ήταν ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι τα αντικείμενα θα μπορούσαν να παρακολουθούνται με ακρίβεια σε πραγματικές διαστάσεις. Τυχόν επιφάνειες στον πραγματικό χώρο που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν **αντανάκλασεις** και να εμποδίσουν την ανίχνευση αντικειμένων καλύφθηκαν με ειδικά ματ υφάσματα. Επιπρόσθετα, η **εύκολη πρόσβαση στις εικόνες στόχων** (image targets⁶), είχαν ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της αξιοπιστίας της ανίχνευσης. Μια άλλη πρόκληση ήταν η **υποστήριξη ψηφιακών αντικειμένων υψηλής ανάλυσης**, που αντιμετωπίστηκε με τη χρήση τεχνικών όπως η **μείωση του αριθμού των πολυγώνων** (polygon count⁷) και το **texture mapping**⁸ για την προσθήκη υφών σε ομάδες τρισδιάστατων αντικειμένων, διατηρώντας παράλληλα την οπτική πιστότητα. Τέλος, σχετικά με την απόδοση των γραφικών, βελτιστοποιήθηκε η κάθε εφαρμογή ξεχωριστά ανάλογα με τη συσκευή στην οποία απευθύνεται, ενσωματώνοντας την τεχνική **light baking**⁹ και **βελτιστοποιώντας τις ρυθμίσεις γραφικών** προσαρμοσμένες στις δυνατότητες κάθε πλατφόρμας. Αυτές οι λύσεις συνέβαλαν συλλογικά σε μια ομαλότερη και πιο ρεαλιστική εμπειρία στις τρεις εφαρμογές.

⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality_sickness

⁶ <https://library.vuforia.com/objects/image-targets>

⁷ [https://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_\(computer_graphics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_(computer_graphics))

⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Texture_mapping

⁹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Lightmap>

Υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ - ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: ΤΙΕΔΚ- 04083)



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης