

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΑΦΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ UNITY»



Του φοιτητή
Παπαδόπουλος Δημήτριος
Αρ. Μητρώου: 185444

Επιβλέπων
Γεώργιος Κοκκώνης
Επίκουρος καθηγητής

Ημερομηνία 31/05/2025

Δημιουργία Μουσείου Εικονικής Πραγματικότητας στο Unity

24212

Δημήτρης Παπαδόπουλος

Γιώργος Κοκκώνης

20/09/2024

31/05/2025

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

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

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

«Σε όλους όσους με στήριξαν σε αυτή τη προσπάθεια»

Πρόλογος

Η ενασχόλησή μου με λογισμικά δημιουργίας εικονικών χώρων στα πλαίσια μαθημάτων του τμήματος που παρακολούθησα, η επιθυμία εξερεύνησης των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών αλλά και το ενδιαφέρον που έχω για το αντικείμενο των μουσείων, αποτέλεσαν τους θεμέλιους λίθους της επιλογής μου να εκπονήσω τη συγκεκριμένη εργασία. Στόχος αυτής της μελέτης, ήταν η ανάπτυξη μιας εφαρμογής εικονικού μουσείου που να αξιοποιεί τις δυνατότητες απτικής αλληλεπίδρασης που διαθέτει η συσκευή “Touch” της 3D Systems, ώστε να παρέχει μια επιμορφωτική, διασκεδαστική και συμπεριληπτική εμπειρία στους χρήστες, με ιδιαίτερη έμφαση σε όσους έχουν προβλήματα όρασης. Κάθε στάδιο της διαδικασίας ανάπτυξης αυτού του εγχειρήματος, αποτέλεσε διδακτική εμπειρία, η οποία με βοήθησε να βελτιωθώ σημαντικά τόσο σε ακαδημαϊκό, όσο και σε προσωπικό επίπεδο.

Περίληψη

Διαχρονικά, τα μουσεία αποτελούν θεσμό ο οποίος βασίζεται κυρίως στην αίσθηση της όρασης για να παρουσιάσει τις συλλογές του. Αυτή η τάση, φαίνεται πως διατηρείται, σε μεγάλο βαθμό, και στα εικονικά μουσεία, μια νέα κατηγορία αυτού του χώρου, που έχει αναπτυχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, αξιοποιώντας τις τεχνολογικές εξελίξεις.

Σε αυτό το πλαίσιο, η συγκεκριμένη εργασία, εξετάζει το κατά πόσο μπορεί να είναι χρήσιμη και ουσιώδης μια διαφορετική προσέγγιση σε αυτή τη τάση, με την αξιοποίηση της δυνατότητας αλληλεπίδρασης μέσω της αίσθησης της αφής που προσφέρουν οι απτικές συσκευές σε ένα εικονικό μουσείο. Αυτή η κατεύθυνση, μπορεί να αποτελέσει δημοφιλή επιλογή για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες (καθώς πλέον παρέχεται ένας νέος τρόπος να αντιληφθούν τα εκθέματα) αλλά και για τα υπόλοιπα μέλη της κοινωνίας, τα οποία για πρώτη ίσως φορά θα μπορέσουν να “αγγίξουν” τα αντικείμενα ενός μουσείου (αυτή η πρακτική σήμερα απαγορεύεται στη συντριπτική πλειοψηφία των φυσικών μουσείων).

Πιο συγκεκριμένα, στα πλαίσια αυτής της μελέτης, αναπτύχθηκε μια εφαρμογή εικονικού μουσείου με τη χρήση του λογισμικού Unity, η οποία επιτρέπει την απτική αλληλεπίδραση μέσω της συσκευής Touch της 3D Systems και παρέχει ηχητικές περιγραφές του περιεχομένου της. Σε μεγάλο βαθμό, η μορφή και οι λειτουργίες αυτού του εγχειρήματος, επηρεάστηκαν από έρευνα ερωτηματολογίου, που διεξήχθη με στόχο τον προσδιορισμό της ιδανικής δομής που θα έπρεπε να έχει ένα τέτοιο σύστημα σύμφωνα με τις απόψεις του κοινού.

Η αποδοχή της τελικής μορφής της εφαρμογής από τους χρήστες κρίνεται ενθαρρυντική για περαιτέρω ανάπτυξη καθώς, μετά από σχετική έρευνα ερωτηματολογίου που έγινε σε μικρό δείγμα ατόμων που τη δοκίμασαν, παρατηρήθηκε πως πιστεύουν ότι είναι ενδιαφέρουσα και χρηστική.

«The Creation of a Virtual Reality Tactile Museum in Unity»

«Dimitris Papadopoulos»

Abstract

Historically, museums have been institutions that primarily rely on the sense of sight to present their collections. This tendency appears to persist, to a large extent, even in virtual museums—a relatively new category in the field that has significantly evolved in recent years by leveraging technological advancements.

Within this context, the present study explores the extent to which a different approach could prove itself to be useful and meaningful: the incorporation of tactile interaction through haptic devices in a virtual museum environment. This direction could offer a valuable alternative for individuals with visual impairments (as it introduces a new way to perceive exhibits), as well as for the general public, who—for perhaps the first time—would have the opportunity to “touch” museum objects, a practice currently prohibited in the vast majority of physical museums.

More specifically, as part of this study, a virtual museum application was developed using Unity software. This project enables tactile interaction via the 3D Systems Touch haptic device and provides audio descriptions of its content. The structure and functionalities of this application were largely shaped by a questionnaire-based survey, which aimed to identify the optimal design of such a system based on public feedback.

The users’ acceptance of the final version of the application is considered encouraging for further development, as a related questionnaire-based survey conducted on a small sample of individuals who tested it showed that they found it interesting and useful.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε. για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσαν, και ειδικότερα τον κύριο Κοκκώνη, για την καθοριστική συνεισφορά του στην εκπόνηση αυτής της εργασίας με εποικοδομητικές παρατηρήσεις, συμβουλές, κατευθύνσεις και παροχή υλικού συσκευών. Σε προσωπικό επίπεδο, εκφράζω τη μέγιστη ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια, στη κοπέλα και στους φίλους μου για τη συνεχή ηθική στήριξη και συμπαράσταση που μου παρείχαν τόσο κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας όσο και στο σύνολο της ακαδημαϊκής μου διαδρομής.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iv
Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Ευχαριστίες	vii
Κατάλογος Σχημάτων	xii
Κατάλογος Πινάκων.....	xviii
Συντομογραφίες.....	xix
Κεφάλαιο 1ο: Χαρακτηριστικά των Μουσείων.....	1
1.1 Ορισμός της λέξης “μουσείο”	1
1.2 Ιστορία του μουσείου.....	1
1.3 Σύγχρονα μουσεία.....	3
1.4 Κατηγορίες μουσείων	5
1.5 Τρέχουσες πρακτικές & τρόπος λειτουργίας των μουσείων.....	5
1.6 Κοινωνικο-οικονομικός αντίκτυπος των μουσείων	6
1.7 Αξιοποίηση νέων τεχνολογιών στο μουσειακό περιβάλλον	7
Κεφάλαιο 2ο: Ψηφιακό - Εικονικό Μουσείο.....	10
2.1 Ιστορία του Ψηφιακού - Εικονικού Μουσείου	10
2.2 Τεχνολογίες που επιτρέπουν την ανάπτυξη ψηφιακών μουσείων	12
2.2.1 Τρισδιάστατη απεικόνιση - 3D	12
2.2.2 Εκτεταμένη πραγματικότητα - XR	12
2.2.2.1 Εικονική πραγματικότητα - VR.....	13
2.2.2.2 Επαυξημένη πραγματικότητα - AR.....	15
2.2.3 Πλατφόρμες διαμόρφωσης εικονικών αντικειμένων & περιβαλλόντων	15
2.3 Παραδείγματα εικονικών μουσείων.....	17
Κεφάλαιο 3ο: Άτομα με Αναπηρία.....	20
3.1 Ιστορική αναδρομή & θέσπιση τρέχοντος δικαιωματικού πλαισίου	20
3.2 Προσπάθειες συμπερίληψης από τα μουσεία	21
Κεφάλαιο 4ο: Εικονικά Μουσεία Τυφλών	24
4.1 Εικονικά μουσεία και άτομα με προβλήματα όρασης	24
4.2 Οι απτικές συσκευές ως λύση προσβασιμότητας	24

4.3	Παραδείγματα εικονικών μουσείων προσβάσιμων σε τυφλούς	25
4.3.1	Τηλε-ρομποτική απτική εξερεύνηση μουσείων	25
4.3.2	Εθνικό μουσείο ιστορίας της τρανσυλβανίας	25
4.3.3	Μουσείο VR “The Night Watch” του Rembrandt	26
Κεφάλαιο 5ο:	Τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν	28
5.1	Επιλογή τεχνολογιών	28
5.2	Λογισμικό Unity	28
5.3	Συσκευή Touch	30
5.4	Συσκευή VR Headset	32
Κεφάλαιο 6ο:	Ανάπτυξη Εφαρμογής	34
6.1	Δομή διαδικασίας ανάπτυξης εφαρμογής	34
6.2	Πιλοτική διαμόρφωση εφαρμογής	34
6.2.1	Δημιουργία του Αρχείου	34
6.2.2	Βασική Παραμετροποίηση	35
6.2.3	Προσθήκη Βασικών Αισθητικών Στοιχείων	36
6.2.4	Προσθήκη Δυνατότητας Κίνησης στο Χώρο	38
6.2.5	Εισαγωγή Δευτερευόντων Αισθητικών Στοιχείων	39
6.2.6	Εισαγωγή Εκθεμάτων	40
6.2.7	Εισαγωγή Υποστήριξης Εξωτερικών Μονάδων	43
6.2.7.1	Συσκευή Touch της 3D Systems	44
6.2.7.1.1	Εγκατάσταση δυνατοτήτων υποστήριξης συσκευής	44
6.2.7.1.2	Τροποποίηση εκθεμάτων ώστε να αλληλεπιδρούν με τη συσκευή	50
6.2.7.2	Συσκευή VR Headset	52
6.2.8	Ολοκλήρωση διαμόρφωσης πιλοτικού σταδίου εφαρμογής	53
6.3	Τελική διαμόρφωση εφαρμογής	54
6.3.1	Μορφή και απόχρωση χώρου μουσειακής έκθεσης	54
6.3.2	Φωτισμός μουσειακής έκθεσης	56
6.3.3	Περιβάλλον μουσειακής έκθεσης	65
6.3.4	Εκθέματα μουσειακής έκθεσης	67
6.3.5	Συμπληρωματικό περιεχόμενο μουσειακής έκθεσης	70
6.3.6	Η εμπειρία του χρήστη της εφαρμογής	74
6.4	Η τελική μορφή της εφαρμογής	79
Κεφάλαιο 7ο:	Σύγκριση με Παρόμοια Εγχειρήματα	83
7.1	Δομή διαδικασίας σύγκρισης	83
7.2	Αισθητική εικονικών μουσείων	83

7.3	Παρουσίαση πληροφορίας εικονικών μουσείων	85
7.4	Παρουσίαση πληροφορίας εικονικών μουσείων	87
Κεφάλαιο 8ο:	Μεθοδολογία Έρευνας.....	90
8.1	Σκοπός της έρευνας	90
8.2	Στόχοι της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα.....	90
8.3	Πληθυσμός και δείγμα της έρευνας.....	91
8.4	Εργαλεία συλλογής δεδομένων.....	91
8.5	Διαδικασία συλλογής δεδομένων	92
8.6	Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων.....	92
8.7	Ζητήματα δεοντολογίας.....	93
Κεφάλαιο 9ο:	Αποτελέσματα Έρευνας.....	94
9.1	Δημογραφικές πληροφορίες.....	94
9.1.1	Φύλο Ερωτηθέντων	94
9.1.2	Ηλικία Ερωτηθέντων	94
9.2	Περιβάλλον Χώρος.....	95
9.2.1	Μορφή Περιβάλλοντος Χώρου.....	95
9.2.2	Απόχρωση Περιβάλλοντος Χώρου.....	96
9.2.3	Τόνος Απόχρωσης Περιβάλλοντος Χώρου.....	97
9.3	Φωτισμός Περιβάλλοντος Χώρου	98
9.3.1	Ένταση φωτισμού	98
9.3.2	Απόχρωση φωτισμού	98
9.3.3	Φωτισμός Εκθεμάτων	99
9.3.4	Φωτισμός Αίθουσας (Προαιρετικό).....	100
9.4	Ευρύτερο Περιβάλλον	100
9.4.1	Περαιτέρω αρχιτεκτονικά-αισθητικά στοιχεία	100
9.4.2	Αρχιτεκτονικό ύφος.....	101
9.5	Το Περιεχόμενο του Χώρου	102
9.5.1	Η Θεματική της έκθεσης.....	102
9.5.2	Πληροφοριακό πλαίσιο των εκθεμάτων	102
9.5.3	Συμπληρωματικό Περιεχόμενο.....	103
9.5.4	Ηχητικό Περιεχόμενο	104
9.6	Συμπεράσματα έρευνας	105
Κεφάλαιο 10ο:	Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης.....	107
10.1	Δομή έρευνας αξιολόγησης	107
10.2	Ερωτήσεις 1 & 2: Δημογραφικές πληροφορίες	107

10.3	Ερώτηση 3: Επαφή του κοινού με το αντικείμενο.....	108
10.4	Ερωτήσεις 4-9: Αξιολόγηση λειτουργιών και χαρακτήρα της εφαρμογής.....	109
10.5	Ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας.....	114
Κεφάλαιο 11ο:	Συμπεράσματα και προτάσεις για βελτιώσεις	115
11.1	Συμπεράσματα έρευνας	115
11.2	Προτάσεις βελτίωσης εφαρμογής	115
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	117
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΙΔΑΝΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ	123
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	134

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Σκίτσο εκθέματος φύλλου φυτού (αριστερά) και το φυσικό αντικείμενο (δεξιά) από τη συλλογή του Sloane [5].	2
Σχήμα 1.2: Απεικόνιση της έκθεσης που έγινε στο Crystal Palace, στο πάρκο Hyde το 1851, που είχε μουσειακά χαρακτηριστικά [6].	2
Σχήμα 1.3: Επισκέπτες μουσείου τέχνης που χρησιμοποιούν σύστημα ηχητικής ξενάγησης με αναγνώριση των εκθεμάτων [11].	4
Σχήμα 1.4: Σύνθεση τέχνης με υποστήριξη του συστήματος “LISTEN” [12].	4
Σχήμα 1.5: Μουσείο ιστορίας της Τιφλίδας (αριστερά) και Κρατικό μουσείο Γεωργιανικού λαϊκού τραγουδιού και οργάνων (δεξιά) [21].	6
Σχήμα 1.6: Στιγμιότυπο οθόνης από εφαρμογή εικονικού μουσείου [27].	8
Σχήμα 1.7: Συσκευή VR Headset, χειριστήριο και κινητό “smartphone” (στην οθόνη του οποίου απεικονίζεται εφαρμογή εικονικού μουσείου) [29].	9
Σχήμα 2.1: Στιγμιότυπο οθόνης από τη ψηφιακή έκθεση “Stormy Weather” όπου παρουσιάζεται το φυσικό υλικό με ψηφιακές περιγραφές [36].	11
Σχήμα 2.2: Εισαγωγή φυσικού εκθέματος σε εικονικό μουσείο, με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας. (a) Φωτογραφία του αντικειμένου. (b) Τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου σε υψηλή ανάλυση. (c) Τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου σε απλοποιημένη μορφή. (d) Απλοποιημένη μορφή τρισδιάστατου αντικειμένου με υφές εικόνες - textures, τοποθετημένη σε εικονικό περιβάλλον [40].	12
Σχήμα 102.3: Η δομή της εκτεταμένης πραγματικότητας και των τεχνολογιών που την απαρτίζουν [41].	13
Σχήμα 2.4: Βασική ιεραρχική δομή ενός συστήματος VR [42].	13
Σχήμα 2.5: Βασικοί τομείς μοντελοποίησης στοιχείων για μια εφαρμογή VR [42].	14
Σχήμα 2.6: Μία εφαρμογή VR με πρόσθετες AR λειτουργίες που παρουσιάζει ένα εικονικό μουσείο και αναπτύχθηκε με τη χρήση του Unity [46].	15
Σχήμα 2.7: Διάγραμμα οπτικοποίησης διαδικασίας διαμόρφωσης τρισδιάστατων μοντέλων στο Blender [48].	16
Σχήμα 2.8: Στιγμιότυπα από τη χρήση της εφαρμογής COSMOTE CHRONOS. Αριστερά και στο κέντρο παρουσιάζεται η χρήση σε επαυξημένο περιβάλλον με την εμφάνιση των εικονικών μοντέλων σε πραγματική επιφάνεια μέσω της κάμερας της συσκευής - φορέα ενώ δεξιά σε ένα εξ ολοκλήρου εικονικό περιβάλλον [52].	18
Σχήμα 2.9: Στιγμιότυπα από τη χρήση της εφαρμογής COSMOTE CHRONOS. Αριστερά παρουσιάζεται η χρήση σε ένα εξ ολοκλήρου εικονικό περιβάλλον, ενώ δεξιά σε επαυξημένο με την εμφάνιση του εικονικού μοντέλου σε πραγματική επιφάνεια μέσω της κάμερας της συσκευής - φορέα [52].	18
Σχήμα 2.10: Στιγμιότυπα από την εφαρμογή εικονικού μουσείου της ιστορικής οικίας του Segeberger [53].	19
Σχήμα 2.11: Το εικονικό μουσείο (εξωτερικά και εσωτερικά), όπως εμφανίζεται με τη χρήση του συστήματος HTC Vive [53].	19
Σχήμα 3.1: Εκτυπωμένο τρισδιάστατο μοντέλο εκθέματος με πρόσθετο κείμενο σε γραφή Braille [62].	22
Σχήμα 3.2: Άτομο με προβλήματα όρασης αλληλεπιδρά με εκτυπωμένο τρισδιάστατο μοντέλο εκθέματος μέσω της αφής [62].	22
Σχήμα 4.1: Διάγραμμα οπτικοποίησης λειτουργίας συστήματος απτικής εξερεύνησης με βάση τη τηλε-ρομποτική [67].	25

Σχήμα 4.2: Ο εξοπλισμός που αξιοποιείται στο μουσείο τρισδιάστατων αντικειμένων του Εθνικού Μουσείου της Ιστορίας της Τρανσυλβανίας [66].	26
Σχήμα 4.3: Στιγμιότυπο οθόνης από την εφαρμογή εικονικού μουσείου για τον πίνακα “The Night Watch” του Rembrandt [65].	27
Σχήμα 5.1: Η δομή των διαθέσιμων λειτουργιών ενός παραθύρου του Unity editor [51].	29
Σχήμα 5.2: Η συσκευή Touch της 3D Systems σε χρήση [71].	31
Σχήμα 5.3: Πίνακας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της συσκευής Touch της 3D Systems, όπως παρουσιάζεται στην σελίδα “3dsystems.com” [71].	32
Σχήμα 5.4: Το σύστημα VR Headset “Meta Quest 3S” της εταιρίας Meta [74].	33
Σχήμα 6.1: Το παράθυρο δημιουργίας του αρχείου στο Unity με τις σχετικές ρυθμίσεις	34
Σχήμα 6.2: Δημιουργία τρισδιάστατου σχήματος κύβου στο Unity	35
Σχήμα 6.3: Το σχήμα του κύβου με κενό περιεχόμενο μετά από την εφαρμογή της εντολής “Flip Normals” (το σχετικό πεδίο είναι ορατό στη δεξιά στήλη).	36
Σχήμα 6.4: Εισαγωγή πηγής φωτός στο εσωτερικό του κύβου.	37
Σχήμα 6.5: Η υφή “Red Plaster Weathered” που χρησιμοποιήθηκε για τους τοίχους του δωματίου	38
Σχήμα 6.6: Η υφή “Old Wood Floor” που χρησιμοποιήθηκε για το πάτωμα και την οροφή του δωματίου	38
Σχήμα 6.7: Το τρισδιάστατο μοντέλο κίονα από το πακέτο “Greek Columns” στη τελική του μορφή, ενταγμένο στον χώρο	39
Σχήμα 6.8: Το τρισδιάστατο μοντέλο “Classic Console 01” στη τελική του μορφή, ενταγμένο στον χώρο	39
Σχήμα 6.9: Ο περιμετρικός διάδρομος που δημιουργήθηκε	40
Σχήμα 6.10: Η διαμόρφωση της οροφής του δωματίου μετά την προσθήκη των 5 μοντέλων πολυελαίων.	40
Σχήμα 6.11: Έκθεμα του εικονικού μουσείου (“Horse Statue 01” του δημιουργού Rico Cilliers από την ιστοσελίδα Poly Haven).	41
Σχήμα 6.12: Έκθεμα του εικονικού μουσείου (“Egypt Pharaoh Bust” του δημιουργού AK STUDIO ART από την ιστοσελίδα Unity Asset Store).	41
Σχήμα 6.13: Έκθεμα του εικονικού μουσείου (“Lidded ritual ewer” της συλλογής Freer Gallery of Art του Smithsonian 3D Digitization).	42
Σχήμα 6.14: Έκθεμα του εικονικού μουσείου με τον επιμέρους φωτισμό που τοποθετήθηκε.	42
Σχήμα 6.15: Η τελική αισθητική διαμόρφωση ενός από τους τέσσερις τοίχους του χώρου της έκθεσης του εικονικού μουσείου.	43
Σχήμα 6.16: Η τελική αισθητική διαμόρφωση του χώρου της έκθεσης του εικονικού μουσείου.	43
Σχήμα 6.17: Η αρχική οθόνη εκκίνησης του Haptic Demos.	45
Σχήμα 6.18: Οι επιλογές για την εισαγωγή του πακέτου “HapticsDirectForUnityV1”.	46
Σχήμα 6.19: Οι επιλογές για την επίλυση του προβλήματος με τα shaders.	47
Σχήμα 6.20: Τοποθέτηση του “TouchActor” εντός του “ΠΛΟΗΓΗΣΗ”.	48
Σχήμα 6.21: Το μοντέλο της συσκευής Touch & η κάμερα του χρήστη.	48
Σχήμα 6.22: Κατάργηση ορατότητας του μοντέλου της συσκευής Touch.	49
Σχήμα 6.23: Το “στυλό” της συσκευής Touch πάνω σε έκθεμα του εικονικού μουσείου.	50
Σχήμα 6.24: Η παραμετροποίηση σε “Mesh Collider” και “Rigid Body” για το μοντέλο “Horse Statue 01” του εικονικού μουσείου.	50
Σχήμα 6.25: Η παραμετροποίηση στο “Haptic Material (Script)” για το μοντέλο “Horse Statue 01” του εικονικού μουσείου.	51

Σχήμα 6.26: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά τη προσθήκη δυνατοτήτων υποστήριξης συσκευής VR.	53
Σχήμα 6.27: Τελική μορφή πιλοτικού σταδίου εφαρμογής εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game”.	53
Σχήμα 6.28: Τελική μορφή πιλοτικού σταδίου εφαρμογής εικονικού μουσείου όπως εμφανίζεται στο σύστημα VR σε συνθήκες “Game”.	54
Σχήμα 6.29: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά τις τροποποιήσεις των αποχρώσεων (προς το φωτεινότερο) των περιμετρικών τοίχων, του πατώματος και της οροφής.	55
Σχήμα 6.30: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” με μερική εφαρμογή της νέας υφής εικόνας στον δεξιό κίονα, και την προηγούμενη στον αριστερό.	56
Σχήμα 6.31: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την εφαρμογή της νέας υφής εικόνας σε όλους τους περιμετρικούς κίονες.	56
Σχήμα 6.32: Η νέα παραμετροποίηση της πηγής φωτός ενός επιμέρους φωτιστικού εκθέματος της έκθεσης του εικονικού μουσείου.	57
Σχήμα 6.33: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την εφαρμογή της νέας παραμετροποίησης στο φωτιστικό του εκθέματος.	58
Σχήμα 6.34: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την εφαρμογή της νέας παραμετροποίησης σε όλα τα φωτιστικά του χώρου.	58
Σχήμα 6.35: Ένας από τους 4 τοίχους της έκθεσης με τα τοποθετημένα πλαίσια για τα παράθυρα.	59
Σχήμα 6.36: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την κατασκευή και τοποθέτηση των πλαισίων για τα μικρά και μεγαλύτερα «παράθυρα».	59
Σχήμα 6.37: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την κατασκευή και τοποθέτηση του πλαισίου της «θύρας».	60
Σχήμα 6.38: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την κατασκευή και τοποθέτηση της πληροφοριακής επιγραφής πάνω από το πλαίσιο της «θύρας».	61
Σχήμα 6.39: Η επιλογή “Insert Edge Loop” (και η σχετική περιγραφή της) όπως εμφανίζεται στο παράθυρο “ProBuilder” του Unity.	62
Σχήμα 6.40: Η κατασκευή χώρου δωματίου εξωτερικά της έκθεσης του εικονικού μουσείου.	63
Σχήμα 6.41: Το νέο δωμάτιο που κατασκευάστηκε, όπως ήταν ορατό από τον χρήστη σε συνθήκες “Game”.	63
Σχήμα 6.42: Η επιλογή “Cut Tool” (και η σχετική περιγραφή της) όπως εμφανίζεται στο παράθυρο “ProBuilder” του Unity.	63
Σχήμα 6.43: Το περίγραμμα του παραθύρου προς αποκοπή, όπως επιλέχθηκε μέσω του “Cut Tool”.	64
Σχήμα 6.44: Η επιλογή “Delete Faces” (και η σχετική περιγραφή της) όπως εμφανίζεται στο παράθυρο “ProBuilder” του Unity.	64
Σχήμα 6.45: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά τις αλλαγές στα παράθυρα του χώρου.	64
Σχήμα 6.46: Το σχήμα κύβου που δημιουργήθηκε, με την υφή “Marble 01”.	65
Σχήμα 6.47: Η τελική μορφή του νέου μοντέλου για τις βάσεις των εκθεμάτων.	66
Σχήμα 6.48: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την αλλαγή των βάσεων των εκθεμάτων σε συνθήκες “Game”.	66
Σχήμα 6.49: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά τις αλλαγές στον περιμετρικό διάδρομο σε συνθήκες “Game”.	67
Σχήμα 6.50: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη χαλιού στο δωμάτιο εισόδου σε συνθήκες “Game”.	67

Σχήμα 6.51: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη των πινακίδων και του φωτισμού σε συνθήκες “Game”.....	68
Σχήμα 6.52: Η ενημερωτική πινακίδα του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη κειμένου.	69
Σχήμα 6.53: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη ενημερωτικού κειμένου στη βάση εκθέματος σε συνθήκες “Game”.....	70
Σχήμα 6.54: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη ενημερωτικού κειμένου σε όλες τις βάσεις των εκθεμάτων σε συνθήκες “Game”.	70
Σχήμα 6.55: Η παραμετροποίηση του υλικού που δημιουργήθηκε με στόχο την προσομοίωση υδάτινης επιφάνειας.	71
Σχήμα 6.56: Το σχήμα με την υφή εικόνας νερού που κατασκευάστηκε.	72
Σχήμα 6.57: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την κατασκευή του μοντέλου δεξαμενής-πισίνας σε συνθήκες “Game”.	72
Σχήμα 6.58: Η τελική μορφή της υδάτινης δεξαμενής με τα στοιχεία πρασίνου που τοποθετήθηκε στο κέντρο του δωματίου της μουσειακής έκθεσης.....	72
Σχήμα 6.59: Η δομή γλάστρας που δημιουργήθηκε με τροποποιήσεις σχημάτων κύβων.	73
Σχήμα 6.60: Η τελική μορφή της δομής γλάστρας που δημιουργήθηκε.	73
Σχήμα 6.61: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την τοποθέτηση των μοντέλων γλαστρών στις γωνίες των τοίχων (ανατολική πλευρά) σε συνθήκες “Game”.	74
Σχήμα 6.62: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την τοποθέτηση των μοντέλων γλαστρών στις γωνίες των τοίχων (δυτική πλευρά) σε συνθήκες “Game”.	74
Σχήμα 6.63: Εισαγωγή του πεδίου “Audio Source” στο αντικείμενο που θα αναπαράγει την μουσική.	75
Σχήμα 6.64: Η παραμετροποίηση του πεδίου “Audio Source” για τη μουσική υπόκρουση.....	76
Σχήμα 6.65: Η παραμετροποίηση του πεδίου “Audio Source” για την υπόκρουση φυσικών ήχων (τρεχούμενο νερό).	76
Σχήμα 6.66: Στιγμιότυπο οθόνης από τη χρήση της εφαρμογής “Text to Speech” της Eleven Labs.	77
Σχήμα 6.67: Η παραμετροποίηση ενός από τα Box Collider που δημιουργήθηκαν με στόχο την αναπαραγωγή ηχητικής περιγραφής για τα εκθέματα.	77
Σχήμα 6.68: Η παραμετροποίηση του πεδίου “Audio Source” που φιλοξενούσε το ηχητικό αρχείο σε κάθε Box Collider.	78
Σχήμα 6.69: Ο κώδικας που τοποθετήθηκε εντός του αρχείου Script.	79
Σχήμα 6.70: Η τελική παραμετροποίηση του στοιχείου “Script”.	79
Σχήμα 6.71: Η τελική δομή ενός Collider εκθέματος με την ηχητική περιγραφή, όπως εμφανιζόταν στη μορφή “Edit” της εφαρμογής.	79
Σχήμα 6.72: Η τελική μορφή του χώρου της έκθεσης του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game”.	80
Σχήμα 6.73: Απτική αλληλεπίδραση με έκθεμα του εικονικού μουσείου.	80
Σχήμα 6.74: Χώρος με οδηγίες χειρισμού της εφαρμογής σε συνθήκες “Game”.....	81
Σχήμα 6.75: Απτική αλληλεπίδραση χρήστη με έκθεμα του εικονικού μουσείου μέσω της συσκευής Touch.....	81
Σχήμα 7.1: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου [76].	83
Σχήμα 7.2: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “The Museum of Pure Form” [77].	84
Σχήμα 7.3: Ο συνολικός χώρος του “The Museum of Pure Form” [77].	84

Σχήμα 7.4: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας”.	85
Σχήμα 7.5: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου. Εμφάνιση λεπτομερούς φωτογραφίας εκθέματος [76].	85
Σχήμα 7.6: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου. Εμφάνιση κειμένου περιγραφής εκθέματος [76].	86
Σχήμα 7.7: Η δομή ενός δωματίου στο εικονικό μουσείο “The Museum of Pure Form”. Στο βάθος στο κέντρο τοποθετείται το έκθεμα, ενώ στους τοίχους παρατηρούνται, σχετικές με το πληροφοριακό πλαίσιο, εικόνες [77].	86
Σχήμα 7.8: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής της εργασίας. Διακρίνεται το έκθεμα με το πλαίσιο κειμένου που το συνοδεύει.	87
Σχήμα 7.9: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου. Διακρίνεται στο πάτωμα επιλογή η οποία μεταφέρει τον χρήστη μπροστά αν την επιλέξει με το ποντίκι [76].	88
Σχήμα 7.10: Απτική αλληλεπίδραση χρήστη με έκθεμα μέσω του εξωσκελετού της εφαρμογής “The Museum of Pure Form” [77].	88
Σχήμα 7.11: Απτική αλληλεπίδραση χρήστη με έκθεμα μέσω της συσκευής Touch της εφαρμογής “Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας”.	89
Σχήμα 9.1: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της πρώτης ερώτησης της έρευνας.	94
Σχήμα 9.2: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δεύτερης ερώτησης της έρευνας.	95
Σχήμα 9.3: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της τρίτης ερώτησης της έρευνας.	96
Σχήμα 9.4: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της τέταρτης ερώτησης της έρευνας.	97
Σχήμα 9.5: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της πέμπτης ερώτησης της έρευνας.	97
Σχήμα 9.6: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της έκτης ερώτησης της έρευνας.	98
Σχήμα 9.7: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της έβδομης ερώτησης της έρευνας.	99
Σχήμα 9.8: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της όγδοης ερώτησης της έρευνας.	100
Σχήμα 9.9: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της ένατης ερώτησης της έρευνας.	100
Σχήμα 9.10: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης ερώτησης της έρευνας.	101
Σχήμα 9.11: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της ενδέκατης ερώτησης της έρευνας.	101
Σχήμα 9.12: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δωδέκατης ερώτησης της έρευνας.	102
Σχήμα 9.13: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης τρίτης ερώτησης της έρευνας.	103
Σχήμα 9.14: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης τέταρτης ερώτησης της έρευνας.	104
Σχήμα 9.15: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης πέμπτης ερώτησης της έρευνας.	105
Σχήμα 9.16: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης έκτης ερώτησης της έρευνας.	105
Σχήμα 10.1: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού ηλικίας των συμμετεχόντων.	108
Σχήμα 10.2: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού φύλου των συμμετεχόντων.	108
Σχήμα 10.3: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου γνώσεων για τις απτικές συσκευές των συμμετεχόντων.	109
Σχήμα 10.4: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου λειτουργικότητας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.	110
Σχήμα 10.5: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου σαφήνειας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.	111
Σχήμα 10.6: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου ποιότητας εμπειρίας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.	112

Σχήμα 10.7: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου ποιότητας της απτικής εμπειρίας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.	112
Σχήμα 10.8: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου συνθετότητας χειρισμού που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.	113
Σχήμα 10.9: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου καινοτομίας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.	114

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 6.1: Παράμετροι Σχήματος Κύβου	37
Πίνακας 6.2.: Παράμετροι Πηγών Φωτός	38
Πίνακας 6.3.: Παράμετροι Απόχρωσης Πηγών Φωτός	39
Πίνακας 6.4.: Παράμετροι Έντασης & Εμβέλειας Πηγών Φωτός	39
Πίνακας 6.5.: Παράμετροι Έντασης & Εμβέλειας Πηγών Φωτός Επιμέρους Φωτιστικών	44
Πίνακας 6.6.: Τιμές παραμέτρων επιλογής “Rigid Body”.	52
Πίνακας 6.7.: Τιμές παραμέτρων κώδικα “Haptic Material (Script)”.	53

Συντομογραφίες

V.R.	Virtual Reality
A.R.	Augmented Reality
X.R.	Extended Reality
FPS	Frames per Second
ΔΙΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία

Κεφάλαιο 1ο: Χαρακτηριστικά των Μουσείων

1.1 Ορισμός της λέξης “μουσείο”

Το Διεθνές Συμβούλιο των Μουσείων - ICOM, έχει επιχειρήσει αρκετές φορές να διατυπώσει ένα κοινώς αποδεκτό ορισμό για τη λέξη μουσείο. Οι αρχικές προσπάθειες δέχτηκαν έντονη κριτική οδηγώντας σε πολλαπλούς επαναπροσδιορισμούς της έννοιας [1].

Η πιο πρόσφατη τέτοια διατύπωση, εγκρίθηκε από τη σύνοδο του ICOM στις 24 Αυγούστου του 2022 στη Πράγα με ποσοστό 92,41%. Η ακριβής μετάφραση του ορισμού στα Ελληνικά όπως διατυπώνεται στην ιστοσελίδα του θεσμού είναι η εξής:

Το Μουσείο είναι ένας μόνιμος μη κερδοσκοπικός οργανισμός, στην υπηρεσία της κοινωνίας, ο οποίος ερευνά, συλλέγει, συντηρεί, ερμηνεύει και εκθέτει τεκμήρια υλικής και άυλης κληρονομιάς. Ανοιχτά και προσβάσιμα στο κοινό, χωρίς αποκλεισμούς, τα μουσεία προάγουν την ποικιλομορφία και την αειφορία. Λειτουργούν και επικοινωνούν με επαγγελματική δεοντολογία και με τη συμμετοχή των κοινοτήτων, προσφέροντας ποικίλες εμπειρίες με σκοπό την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία, τον αναστοχασμό και τη διάδοση της γνώσης [2].

1.2 Ιστορία του μουσείου

Οι ρίζες της λέξης μουσείο εντοπίζονται στην αρχαία Ελλάδα, όπου χρησιμοποιούνταν για τη περιγραφή των σπιτιών των μουσών. Ο όρος συνεπώς αναφερόταν αρχικά σε κτίσματα όπως ναούς που σχετίζονταν με μυθολογικές οντότητες. Στη συνέχεια, η ερμηνεία της λέξης τροποποιήθηκε για να περιγράφει έναν τόπο μελέτης (σχολείο).

Ο όρος άρχισε να συγκλίνει στη σημερινή του σημασία όταν χρησιμοποιήθηκε για τον χαρακτηρισμό του τμήματος του ανακτόρου της Αλεξάνδρειας που περιείχε την βιβλιοθήκη της πόλης και διαδραματίζονταν μελέτες των επιστημών [3].

Αργότερα, ο χαρακτήρας της λέξης “μουσείο” διατυπωνόταν ως εξής: Το μουσείο είναι ένα ίδρυμα, που αποτελείται από μια συλλογή αντικειμένων των οποίων η εγκυρότητα είναι ευρέως αποδεκτή από μία κοινότητα, που είναι ιδιοκτησία κάποιας ηθικής οντότητας και διατηρούνται σε χώρους με αποκλειστικό σκοπό την έκθεση και είναι ανοιχτά στο κοινό σε τακτική βάση.

Στα τέλη του 15ου αιώνα εμφανίστηκαν στην Ιταλία θεσμοί που ανταποκρίνονταν στην παραπάνω περιγραφή και στους επόμενους 2 αιώνες επεκτάθηκαν σταδιακά και στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Ωστόσο, μέχρι το δεύτερο μισό του 18ου αιώνα, η προσέγγιση στην οργάνωση των εκθεμάτων στα μουσεία και στις ιδιωτικές συλλογές ήταν περισσότερο αισθητική παρά ιστορική-επιστημονική [4].

Αυτό άλλαξε μετά τον θάνατο του Sir Hans Sloane (γνωστού φυσιοδίφη, συλλέκτη και γιατρού) στις 11 Ιανουαρίου του 1753, όταν το Βρετανικό κράτος προχώρησε στην αγορά των εκτεταμένων συλλογών του (περιελάμβαναν μεταξύ άλλων ένα εκτενές βοτανολόγιο με αποξηραμένα φυτά) με το ποσό των £20,000. Αυτή η αγορά αποτέλεσε τον θεμέλιο λίθο για τη δημιουργία του Βρετανικού Μουσείου, του πρώτου κρατικού μουσείου στον κόσμο.

Για την ανάδειξη της συλλογής και των συνοδευτικών πληροφοριών της, χρησιμοποιήθηκε η υπάρχουσα δομή ταξινόμησης που καθιέρωσε ο Sloane, με την πρόσθετη εφαρμογή του διωνυμικού

συστήματος ονοματοδοσίας Linnaean και εκδοχών τυποποιημένης περιγραφής. Η τακτική αυτή περιορίστηκε ωστόσο μόνο στο ενημερωτικό σκέλος, καθώς στην χωροθέτηση ακολουθήθηκε η λογική του Sloane [5].



Σχήμα 1.1: Σκίτσο εκθέματος φύλλου φυτού (αριστερά) και το φυσικό αντικείμενο (δεξιά) από τη συλλογή του Sloane [5].

Πέρα από το Βρετανικό μουσείο, εξίσου σημαντική είναι η διαμόρφωση του Λούβρου, το οποίο θεωρείται από πολλούς χαρακτηριστικό παράδειγμα δημόσιου μουσείου. Το 1793, ο Ναπολέων μετέτρεψε το βασιλικό ανάκτορο σε “παλάτι του λαού”. Σε αυτό το πλαίσιο, στην πρώτη επέτειο της Γαλλικής Επανάστασης η είσοδος υπήρξε δωρεάν και ανοιχτή προς όλους. Το απόθεμα της συλλογής, αποτελούνταν από αντικείμενα και κοσμήματα του βασιλιά. Εκείνη την εποχή, το μουσείο είχε ένα πιο συμπεριληπτικό χαρακτήρα και από το ίδιο το Δημοκρατικό πολίτευμα (καθώς η πολιτική ενασχόληση επιτρεπόταν μόνο για τους εύπορους οικονομικά άντρες).

Η έμφαση στη πρόσβαση για όλους εξαπλώθηκε, και οδήγησε στη δημιουργία σχετικών πρωτοβουλιών στο Μουσείο Βικτόρια και Άλμπερτ (V&A), στο Μουσείο του Sir John Soane και στο Εθνικό Μουσείο Ιστορίας από τον Richard Owen.



Σχήμα 1.2: Απεικόνιση της έκθεσης που έγινε στο Crystal Palace, στο πάρκο Hyde το 1851, που είχε μουσειακά χαρακτηριστικά [6].

Από αυτά, το V&A ξεχωρίζει ως μείζον παράδειγμα, καθώς ο, τότε διευθυντής, Henry Cole, χρησιμοποίησε καινοτόμες για την εποχή πρακτικές για τη προσέγγιση του κοινού, όπως διαφημίσεις διαδρομών τρένων και ταξί προς το μουσείο στις εφημερίδες. Οι ριζοσπαστικές αλλαγές εφαρμόστηκαν και στο ίδιο το κτίριο, καθώς κατασκευάστηκαν εστιατόριο, βιβλιοθήκη και ένα ίδρυμα εκμάθησης τεχνών.

Στη συνέχεια, τα δημόσια μουσεία αποτέλεσαν σταδιακά κοινό τύπο αξιοθέατου στις περισσότερες χώρες και είναι επισκέψιμα για ανθρώπους κάθε κοινωνικού στρώματος. Ο μόνος περιορισμός που διατηρήθηκε, ήταν το οικονομικό κόμιστρο. Το παραπάνω, έγινε αφορμή για τη θέσπιση δωρεάν εισόδου σε όλα τα διεθνή μουσεία του Ηνωμένου Βασιλείου από το 2001 και έπειτα [6].

1.3 Σύγχρονα μουσεία

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, η ερμηνεία της λέξης μουσείο υπέστει θεμελιώδεις αλλαγές στο πέρασμα του χρόνου. Η συνεχής εξέλιξη δεν σταμάτησε ούτε στο πρόσφατο παρελθόν, καθώς ο χαρακτήρας των ιδρυμάτων αυτών ήταν σημαντικά διαφορετικός από σήμερα.

Εκείνη τη περίοδο, τα μουσεία θεωρούνταν από το κοινό “ναοί” της υψηλής κουλτούρας και οι μέθοδοι παρουσίασης των εκθέσεων δεν ενθάρρυναν τις συχνές επισκέψεις των θεατών. Ο μέσος άνθρωπος ταύτιζε την ενασχόληση με το αντικείμενο με συναισθήματα πλήξης ενώ ο πιο συνηθισμένος λόγος επίσκεψης ήταν η εκπλήρωση των υποχρεωτικών σχολικών εκδρομών. Όλα αυτά τα φαινόμενα κατέστησαν αδήριτη την ανάγκη για περαιτέρω εξέλιξη του θεσμού [7].

Ως συνέπεια του παραπάνω, ο προσανατολισμός των σύγχρονων μουσείων εξελίχθηκε σημαντικά, και πλέον περιστρέφεται γύρω από την ανάπτυξη νέων μεθόδων εκπαίδευσης, την εξασφάλιση καθολικής προσβασιμότητας, την επαρκή συντήρηση των εκθεμάτων και των κτιριακών εγκαταστάσεων και την εύρεση καινοτόμων τρόπων παρουσίασης του αντικειμένου τους [8].

Στον παιδαγωγικό τομέα, η στόχευση εστιάζει στην καλλιέργεια της δημιουργικότητας και της κριτικής σκέψης, καθώς αυτοί οι παράγοντες μπορούν να εξελίξουν θετικά συγκεκριμένα τμήματα της προσωπικότητας του ατόμου. Η εκπαιδευτική καινοτομία της συγκεκριμένης πρακτικής, έγκειται στο ότι μέσω των προγραμμάτων το παιδί μπορεί να έρθει σε επαφή με τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιούν τα μουσεία και να εξετάσει έτσι τις εκθέσεις με ένα σημαντικά εμπλουτισμένο πρίσμα σε σχέση με το καθιερωμένο [9].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας πρακτικής, αποτελεί ένα από τα προγράμματα του μουσείου της Ακρόπολης, όπου αρχαιολόγοι καθοδηγούν τα παιδιά ώστε να φανταστούν την όψη των δρόμων, αυλών και σπιτιών αρχαίων γειτονιών, ενώ έπειτα έρχονται σε επαφή με αντίγραφα αρχαίων παιχνιδιών και κατασκευάζουν δικές τους εκδοχές [10].

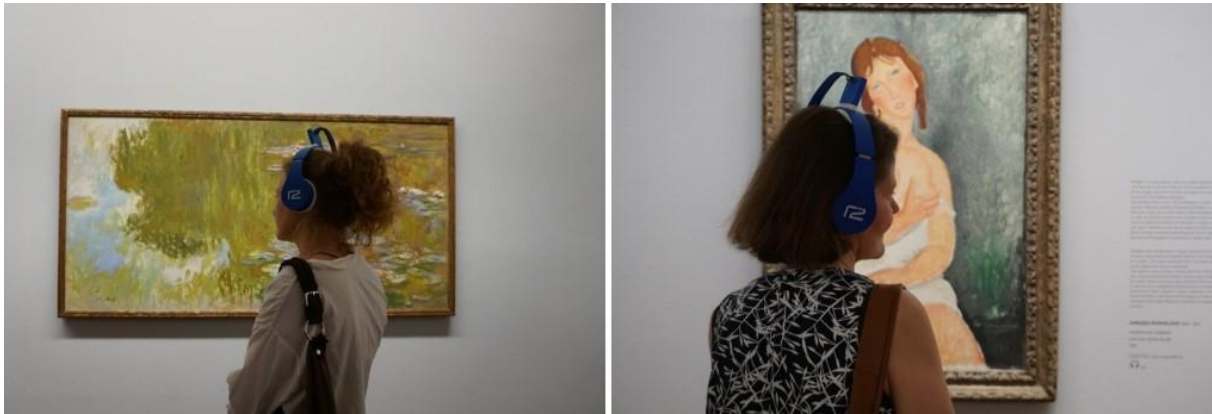
Ως προς τον ενήλικο επισκέπτη, τα μουσεία παρέχουν επίσης μία πληθώρα επιλογών. Το εκτενές πλήθος των σύγχρονων μουσείων επιτρέπει στο άτομο να προγραμματίσει επισκέψεις σε ιδρύματα που καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τα εκάστοτε ενδιαφέροντά του.

Η εμπειρία επίσης του επισκέπτη έχει αναβαθμιστεί σημαντικά, καθώς πλέον παρέχονται περαιτέρω δυνατότητες ενημέρωσης μέσω του πλούσιου εποπτικού και διαδραστικού υλικού ή μέσω των γραφείων πληροφοριών. Επιπλέον, πραγματοποιούνται προβολές μαγνητοσκοπημένου υλικού σε αίθουσες προβολών (όπου παρουσιάζονται βίντεο μικρού μήκους με περιεχόμενο που σχετίζεται με το αντικείμενο της εκάστοτε έκθεσης).

Επίσης, έχουν προστεθεί χώροι δευτερευόντων χρήσεων, όπως αίθουσες ανάπαυσης, κήποι, εστιατόρια, βιβλιοθήκες και καταστήματα με αναμνηστικά αντικείμενα που σχετίζονται με το αντικείμενο του μουσείου.

Τέλος, τις προσπάθειες των μουσείων για προσέγγιση του ευρύ κοινού, συμπληρώνει η αξιοποίηση νέων τεχνολογιών που παρέχουν δυνατότητες περιήγησης με οπτικοακουστικά μέσα [8].

Σε αυτό το πλαίσιο, έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες ηχητικής ξενάγησης. Αυτές οι μέθοδοι, απαιτούν την χρήση εξοπλισμού ακουστικών που συνοδεύονται από κάμερα. Η συσκευή εντοπίζει τα εκθέματα, τα αναγνωρίζει και παραθέτει στον χρήστη την αντίστοιχη ηχητική εκπομπή (περιγραφή των αντικειμένων) [11].



Σχήμα 1.3: Επισκέπτες μουσείου τέχνης που χρησιμοποιούν σύστημα ηχητικής ξενάγησης με αναγνώριση των εκθεμάτων [11].

Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα, είναι το εγχείρημα “LISTEN 2006” το οποίο ανέπτυξε ένα σύστημα που παράγει ήχους βασισμένους στις κινήσεις και το σημείο που έχουν στρέψει τη προσοχή τους οι χρήστες. Αν ο επισκέπτης πλησιάσει ένα έκθεμα, αναπαράγεται η σχετική ηχητική εκπομπή και ενεργοποιείται μία προσομοίωση ήχου κίνησης. Ο χρήστης έχει δυνατότητες ελέγχου της έντασης και διάρκειας των μηνυμάτων μέσω κινήσεων του κεφαλιού, ή με το να πλησιάσει-απομακρυνθεί από το εκάστοτε έκθεμα [12].



Σχήμα 1.4: Σύνθεση τέχνης με υποστήριξη του συστήματος “LISTEN” [12].

Στον τομέα της έρευνας, η συνεργασία των μουσείων με πανεπιστημιακά εργαστήρια (με κύριο αντικείμενο την εκπαίδευση, τη ψυχολογία και τη γνωστική ανάπτυξη) ενισχύεται συνεχώς. Μεταξύ άλλων, σημαντικά ζητήματα που πραγματεύονται αυτές οι συμπράξεις, είναι η διερεύνηση για

διεύρυνση της γνωστικής ανάπτυξης σε μη-συμβατικά περιβάλλοντα, η δυνατότητα ενίσχυσης της παιδαγωγικής αλληλεπίδρασης γονέα-παιδιού μέσω των εκθεμάτων και η ενδυνάμωση των σχετικών με την επιστημονική έρευνα γνώσεων των πολιτών [13].

Οι συντελεστές των μουσείων επίσης συχνά συμμετέχουν σε έρευνες και σχεδιάζουν δραστηριότητες. Τα δείγματα γραφής, παρουσιάζουν ένα περιβάλλον στο οποίο αναλαμβάνουν μία πληθώρα ρόλων στα εγχειρήματα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων δραστηριοτήτων, αποτελούν η δράση ως συνερευνητές ή η συνεισφορά στον ευρύτερο σχεδιασμό [14].

1.4 Κατηγορίες μουσείων

Όπως προαναφέρθηκε, στο σύγχρονο περιβάλλον, τα μουσεία δραστηριοποιούνται σε μία πληθώρα αντικειμένων. Η λέξη “μουσείο” δεν επαρκεί πλέον για τον πλήρη χαρακτηρισμό του εκάστοτε ιδρύματος. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η αδυναμία έχουν επινοηθεί πλέον αρκετά συμπληρωματικά επίθετα [15].

Η επαγγελματική και ακαδημαϊκή βιβλιογραφία ταξινομούν συνεπώς τα μουσεία με βάση τα αντικείμενα που εκθέτουν. Ενδεικτικά, τέτοιοι τίτλοι έχουν προστεθεί στα εθνογραφικά μουσεία, στα μουσεία φυσικής ιστορίας, ανθρωπολογίας, στις γκαλερί τέχνης, και σε ιστορικές κατοικίες [16], [18].

Η παραμετροποίηση επίσης καθορίζεται και από τους εκάστοτε στόχους που εξυπηρετεί το κάθε μουσείο, τον τρόπο διοίκησης και τα χαρακτηριστικά του κοινού που προσελκύουν [16]. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα παιδικά μουσεία, που ορίζονται πλέον ως ξεχωριστή μουσειακή οντότητα και αποσκοπούν στη διεύρυνση των οριζόντων των παιδιών και την ουσιαστική γνωριμία με το χώρο [8], [18].

Επιπλέον, πέρα από τους τυπικούς προσδιορισμούς όπως το: “τεχνών”, “επιστημών”, “εθνογραφίας” και “φυσικής ιστορίας” που αναφέρθηκαν προηγουμένως, αναπτύσσονται και νέες παράμετροι που χαρακτηρίζουν και διαφοροποιούν τα μουσεία. Σε αυτές περιλαμβάνονται μεταβλητές που περιγράφουν τη σχετικότητα, τη συμπερίληψη, την αστικότητα, τη κοινότητα, και το πολιτικό πλαίσιο [15].

Ένα σχετικό παράδειγμα αποτελούν τα μουσεία για τυφλούς, που θα είναι και το κύριο αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας. Σε αυτά, διατίθενται αντίγραφα ήδη υπαρχόντων έργων, τα οποία προσφέρονται στον επισκέπτη ώστε να κατανοήσει τη δομή τους μέσω της ψηλάφησης, αντιμετωπίζοντας έτσι το πρόβλημα αντίληψης που υφίστανται λόγω των προβλημάτων όρασης. Συνοδευτικά, οι λεζάντες του κάθε έργου προσφέρονται σε γραφή Braille. Οι παραπάνω τεχνικές άλλαξαν την προηγούμενη τάξη πραγμάτων, η οποία ήθελε τα μουσεία προνόμιο των ατόμων με όραση.

Επιπροσθέτως, οι προσπάθειες για συμπερίληψη, οδήγησαν στην επινόηση νέων, καινοτόμων μεθόδων έκθεσης των διαφόρων συλλογών [8].

1.5 Τρέχουσες πρακτικές & τρόπος λειτουργίας των μουσείων

Η διαχρονική πρακτική των μουσείων ήταν, και παραμένει, η εκπαίδευση και μετάδοση της πληροφορίας μέσω των εκθέσεών τους. Πλέον ωστόσο, έχει επέλθει σημαντική εξέλιξη σε αυτή τη πάγια προσέγγιση. Αποδίδεται μεγάλη σημασία στην αλληλεπίδραση με τον χρήστη (ενθάρρυνση της συμμετοχής) και στα συναισθήματα που δημιουργούνται από αυτή. Έτσι, το περιεχόμενο της έκθεσης αντιμετωπίζεται ως πηγή έμπνευσης για τη δημιουργία εμπειριών που μετατρέπουν τη διάδοση της γνώσης σε μια διασκεδαστική εμπειρία. Αξιοποιούνται μέθοδοι στατικής αναπαράστασης (διοράματα και κάδρα), τεχνολογικά μέσα (ηχητικοί οδηγοί) ενώ κάθε επιφάνεια του χώρου (οροφή, πάτωμα,

περιμετρικοί τοίχοι) αντιμετωπίζεται ως μέσο μετάδοσης πληροφοριών και συναισθημάτων με τη κατάλληλη αξιοποίηση του φωτός των χρωμάτων και των σχεδίων [19].

Οι νέες προσεγγίσεις, οδηγούν σε καινοτόμες διαμορφώσεις εκθέσεων που αναμειγνύουν την αλληλεπίδραση, την αφήγηση, και στοιχεία πολλαπλών μέσων με στόχο τη δημιουργία “συναρπαστικών” εμπειριών για τους επισκέπτες. Αυτό δεν ενισχύει μόνο την εμβάθυνση των επισκεπτών στο αντικείμενο αλλά δημιουργεί περαιτέρω δυνατότητες επικοινωνίας για τα μουσεία που ενισχύουν την ανάπτυξη της πολιτιστικής βιομηχανίας.

Πιο συγκεκριμένα, οι πτυχές της ψηφιακής τεχνολογίας, διατελούν έναν κρίσιμο ρόλο στην επίτευξη της ισορροπίας μεταξύ της διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς και της επικοινωνίας του περιεχομένου. Τα μουσεία αξιοποιούν εικονικές εκθέσεις, διαδικτυακούς πόρους, και εφαρμογές κινητών τηλεφώνων ώστε να επεκτείνουν το κοινό τους και να παρέχουν ενισχυμένες εμπειρίες εκπαίδευσης και διασκέδασης. Μέσω όλων των παραπάνω παρέχεται, επιπλέον, ένα αποδοτικό πλαίσιο διαχείρισης των πληροφοριών των εκθεμάτων [20].

Τέλος, σημαντικό χαρακτηριστικό της προσέγγισης των μουσείων, είναι η στενή σχέση με τη κοινότητα. Αυτή η τάση αποδίδεται σε πολλούς παράγοντες με την παγκοσμιοποίηση να αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς. Η απλοποίηση των ταξιδιών που έχει επέλθει τις τελευταίες δεκαετίες, έχει ενισχύσει σημαντικά τον τουρισμό, με τους εκάστοτε επισκέπτες να έχουν μεγάλο ενδιαφέρον για τον τομέα των μουσείων. Αυτή η έλξη έχει άμεση συσχέτιση με την εγγύηση παροχής ενός πολιτιστικού περιβάλλοντος υψηλών προδιαγραφών και ποιότητας που διαθέτουν αυτά τα ιδρύματα ενώ παρέχεται και μεγάλη ποικιλία σχετικών προϊόντων, τόσο υλικών όσο και άυλων [21].



Σχήμα 1.5: Μουσείο ιστορίας της Τιφλίδας (αριστερά) και Κρατικό μουσείο Γεωργιανικού λαϊκού τραγουδιού και οργάνων (δεξιά) [21].

1.6 Κοινωνικο-οικονομικός αντίκτυπος των μουσείων

Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των μουσείων, όπως και των μνημείων, είναι ότι αποτελούν ισχυρούς τουριστικούς πόρους που συμβάλλουν θετικά τόσο στην τοπική όσο και στην εθνική οικονομία [22]. Αυτή η κερδοφορία γίνεται εμφανής από το γεγονός ότι δημιουργούν μεγαλύτερο φορολογικό όφελος από το κόστος συντήρησης που διαθέτουν.

Τα οικονομικά οφέλη τους ωστόσο παρατηρούνται και σε πιο έμμεσους τομείς. Στις προσπάθειές τους για προσέλκυση επενδύσεων, οι τοπικοί φορείς συχνά τα χρησιμοποιούν ως επιχείρημα για να επιδείξουν μία θετική εικόνα για τη περιοχή τους, ενώ συμβάλλουν σημαντικά στην ευρύτερη ανάπτυξη του τουρισμού και των δημιουργικών βιομηχανιών που παρέχουν νέες ροές εισοδήματος για το κράτος [23].

Επιπλέον, τα μουσεία και η κοινότητα, είναι στενά συνδεδεμένα και το ένα μπορεί συχνά να επηρεάζει το άλλο. Έτσι, οι πολλαπλοί διαφορετικοί ρόλοι ενός μουσείου, επηρεάζονται σημαντικά από τις κοινωνικές, πολιτισμικές και πολιτικές εξελίξεις [22]. Σε αυτό το πλαίσιο κινείται και η θεμελιώδης αρχή “από τους ανθρώπους για τους ανθρώπους” στην οποία στηρίζονται τα μουσεία, και έχει οδηγήσει στην υιοθέτηση μιας προσέγγισης που εστιάζει στη πάγια συνεργασία με τη τοπική κοινότητα με στόχο τη δημιουργία ενός επιτυχημένου περιβάλλοντος εργασίας [24].

Ένα παράδειγμα τέτοιας δράσης, αποτελεί η δημιουργία εκπαιδευτικών προγραμμάτων που στοχεύουν στην αναβίωση παραδοσιακών τεχνών μέσω της τοπικής κοινότητας και με την αρωγή του κράτους. Αυτές οι πρακτικές οδηγούν, ποικιλοτρόπως, στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου της τοπικής κοινότητας ενώ παρατηρείται πάλι ένα θετικό οικονομικό πρόσημο. Η υλοποίηση αυτών των προγραμμάτων δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και παράλληλα τα αντικείμενα που κατασκευάζονται από αυτά μπορούν να πωληθούν για να ενισχύσουν τα έσοδα [22].

Όλα αυτά μπορούν να δώσουν και μία πολιτική χροιά στον ρόλο των μουσείων στη σημερινή κοινωνία, καθώς, πέρα από τη συλλογή, διατήρηση, ερμηνεία και προβολή των αντικειμένων, στοχεύουν και στην επίτευξη θετικών κοινωνικών αλλαγών ως θεσμοί υψηλού κύρους. Μέσω της ενθάρρυνσης του διαλόγου και της επιμόρφωσης από τα εκπαιδευτικά προγράμματά του, το μουσείο εμπλουτίζει με διάφορους τρόπους το σύνολο και έχει ισχυρό κοινωνικό αντίκτυπο. Οι εκθέσεις του, αντιμετωπίζονται ως σύνθετα κοινωνικά εγχειρήματα που επικεντρώνονται στην προσβασιμότητα, τη συμπερίληψη και δημιουργία συζητήσεων σχετικών με φλέγοντα ζητήματα που απασχολούν το κοινό [26].

1.7 Αξιοποίηση νέων τεχνολογιών στο μουσειακό περιβάλλον

Ο τρόπος προσέγγισης του πολιτιστικού περιεχομένου από τις νεότερες γενιές φαίνεται πως έχει αλλάξει δραματικά, καθώς παρατηρείται μια σημαντική προτίμηση για τα οπτικοακουστικά μέσα σε σχέση με τα συμβατικά [27]. Αυτή η νέα πραγματικότητα, καθώς και η παράλληλη τάση μείωσης της κρατικής οικονομικής υποστήριξης, έχει αναγκάσει τα μουσεία σε προσπάθειες προσαρμογής [28], [27].

Στο πλαίσιο των ενεργειών τους για να παραμείνουν επίκαιρα στην ραγδαία εξελισσόμενη ψηφιακή εποχή, τα μουσεία επιχειρούν να καινοτομήσουν αξιοποιώντας τις νέες τεχνολογίες και να ενθαρρύνουν την αλληλεπίδραση [29]. Οι προσπάθειες αυτές κυμαίνονται σε ένα πλαίσιο δημιουργίας πλούσιου πολιτιστικού περιεχομένου τόσο για τους καθ' ύλην ειδικούς όσο και για το ευρύ κοινό που θα ενισχύει τη προσωπική κατανόηση, την αφομοίωση, την ερμηνεία, την δημιουργικότητα και την εκδημοκρατικοποίηση της γνώσης ενώ παράλληλα θα ευαισθητοποιεί για καίρια πολιτιστικά και κοινωνικά ζητήματα [30].



Σχήμα 1.6: Στιγμιότυπο οθόνης από εφαρμογή εικονικού μουσείου [27].

Η διάθεση για υιοθέτηση νέων προσεγγίσεων είναι, συνεπώς, ισχυρή και υπάρχει έντονος πειραματισμός ως προς τις τεχνικές αφήγησης και προγραμματισμού με στόχο την παροχή εμπειριών πολλαπλών αισθήσεων που περιστρέφονται γύρω από τις ανάγκες της καταναλωτικής κοινωνίας [29], [31]. Η μεγάλη εξειδίκευση που παρατηρείται πλέον στα τεχνολογικά εργαλεία παρέχει στα μουσεία μια ευρεία φαρέτρα επιλογών για ανάπτυξη καινοτόμων εφαρμογών [30].

Ένα σημαντικό κεφάλαιο αυτών των επιλογών, αποτελεί η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, η οποία αξιοποιείται από τα μουσεία σε ιδέες που ενισχύουν την εμπειρία των επισκεπτών και φαίνεται πως έχει μεγάλες προοπτικές εξέλιξης [29].

Ένα άλλο παράδειγμα νέων προσεγγίσεων, αποτελούν οι τεχνολογίες επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας (AR και VR). Ορισμένα σχετικά εγχειρήματα, επιχειρούν μία μέθοδο δύο όψεων: αξιοποίηση της AR για την ενίσχυση των δια ζώσης επισκέψεων και της VR για την εξ αποστάσεως εξυπηρέτηση των ατόμων που δεν μπορούν να επισκεφτούν το ίδρυμα. Η εικόνα των αποτελεσμάτων δείχνει μία μαζική εκτίμηση της ένταξης αυτών των τεχνολογιών από τους νεότερους επισκέπτες ενώ παρατηρείται σημαντικό όφελος και για τα ίδια τα εκθέματα, καθώς η τεχνολογία AR αποτρέπει την φυσική καταπόνησή τους [27].



Σχήμα 1.7: Συσκευή VR Headset, χειριστήριο και κινητό “smartphone” (στην οθόνη του οποίου απεικονίζεται εφαρμογή εικονικού μουσείου) [29].

Στο πλαίσιο της αξιοποίησης όλων αυτών των νέων τεχνολογικών εργαλείων, πέρα από τους επαγγελματίες της πληροφορικής, σημαντικό ρόλο επιτελούν και οι αρμόδιοι του πολιτιστικού τομέα, οι οποίοι θέτουν τους περιορισμούς και τις δυνατότητες ώστε να γίνει επιτυχής και ομαλή ένταξη των νέων συστημάτων στο ευρύτερο μουσειακό περιβάλλον [30].

Κεφάλαιο 2ο: Ψηφιακό - Εικονικό Μουσείο

2.1 Ιστορία του Ψηφιακού - Εικονικού Μουσείου

Ένα από τα σημαντικά γεγονότα του εικοστού αιώνα, αποτελεί, αναμφισβήτητα, η μεταφορά της ανθρώπινης προσοχής στο νέο, ψηφιακό χώρο που επικεντρώνεται στον εικονικό κόσμο του προσωπικού υπολογιστή και ως επέκταση του διαδικτύου [32]. Αυτή η ριζική αλλαγή δεν άφησε το πεδίο των μουσείων ανεπηρέαστο με τη δημιουργία του πρώτου εικονικού μουσείου να τοποθετείται στη δεκαετία του 1990 [32], [33].

Οι διεργασίες που προηγήθηκαν αυτού του γεγονότος, στηρίχθηκαν στην ανάπτυξη της Κυβερνητικής (Cybernetics) και της Τεχνολογίας των Υπολογιστών. Η καταληκτική φάση της διευρυμένης χρήσης αυτών των μέσων από την ανθρωπότητα ωστόσο, υποδείχθηκε για πρώτη φορά αρκετά νωρίτερα, στη δεκαετία του 1950, από τον Norbert Wiener (δημιουργός της θεωρίας της κυβερνητικής) στο βιβλίο του: “The Human Use of Human Beings” [33].

Η ιστορία της ψηφιακής μετάβασης των μουσείων φαίνεται πως είναι παράλληλη με την ιστορία του ευρύτερου ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς τα πρώτα πειράματα εισαγωγής των υπολογιστών των μουσείων σε ένα δίκτυο, ξεκίνησαν την δεκαετία του 1960 από τον Αμερικανικό Οργανισμό Μουσείων. Οι υπεύθυνοι αντιλήφθηκαν άμεσα τα πολλαπλά οφέλη της δικτύωσης που περιελάμβαναν μεταξύ άλλων: τη δημιουργία κοινών πληροφοριακών συστημάτων, τη διατήρηση ενσωματωμένων καταλόγων, τη μεγαλύτερη ταχύτητα ανταλλαγής και επεξεργασίας δεδομένων και την αποτελεσματικότερη πρόσβαση σε πληροφορίες [34].

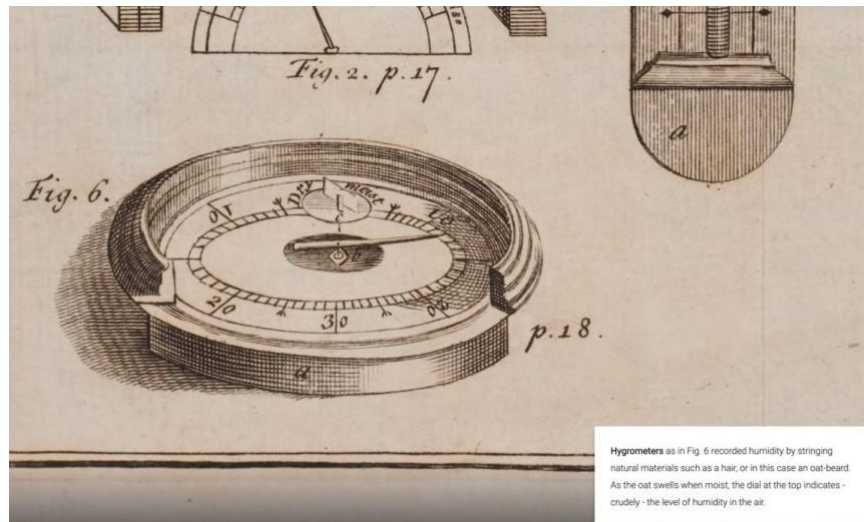
Πέρα από τις ευνοϊκές τεχνολογικές εξελίξεις, η ανάπτυξη ψηφιακών μουσείων, στηρίχθηκε και σε ιδεολογικές μετατοπίσεις. Η Νέα Μουσειολογία, επηρέασε σε μεγάλο βαθμό την προσέγγιση των εκθέσεων από τα μουσεία και έτσι, στη δεκαετία του 1980, υπήρξαν αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο παρουσίαζαν τις πληροφορίες στο ευρύ κοινό. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της νέας μεθοδολογίας ήταν η απόδοση μεγαλύτερης σημασίας στο πληροφοριακό υπόβαθρο των αντικειμένων από ότι στα ίδια τα εκθέματα [35].

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η δεκαετία του 1990, αποτέλεσε την αφετηρία των εικονικών μουσείων, καθώς ιστοσελίδες με αυτό τον τίτλο άρχισαν να εμφανίζονται σταδιακά στο διαδίκτυο. Το περιεχόμενό τους ήταν κυρίως έργα τέχνης που κατασκευάστηκαν με αποκλειστικό στόχο την online προβολή και φωτογραφικές καταγραφές από εκθέσεις φυσικών μουσείων. Η μορφή ήταν καθαρά αρχειακής συλλογής καθότι δεν προσφέρονταν ακόμα δυνατότητες κίνησης του χρήστη σε κάποιο εικονικό χώρο [34].

Μετέπειτα, η ανάπτυξη του τομέα συνεχίστηκε και ακολούθησε τις τεχνολογικές προόδους, ενώ μείζον σημείο καμπής αποτέλεσε η πανδημία του Κορονοϊού (COVID-19) που προκάλεσε ριζικές αλλαγές στον κόσμο με σημαντικές επιπτώσεις στην εργασία και στην ανθρώπινη επικοινωνία. Οι πρακτικές καραντίνας και απαγόρευσης κυκλοφορίας (lockdown) επηρέασαν σημαντικά τα μουσεία, τα οποία είδαν την επισκεψιμότητά τους να μειώνεται δραματικά [33].

Ως μέτρο αντιμετώπισης της δυσμενούς κατάστασης, ορισμένα μουσεία “μετέφεραν” τις συλλογές τους στο διαδίκτυο, οδηγώντας σε μία ποικιλομορφία ψηφιακών εγχειρημάτων. Σε αυτό το περιβάλλον διαφορετικότητας, μερικοί οργανισμοί δημιούργησαν συλλογές με αντικείμενο την πανδημία ενώ άλλοι κοινοποίησαν το ήδη ψηφιοποιημένο αρχείο τους μέσω διαφόρων πλατφορμών.

Σημαντικό ρόλο διετέλεσαν και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, καθώς ευνοούσαν την ανάπτυξη κοινοτήτων επισκεπτών και επηρέασαν έτσι τη βιομηχανία των μουσείων, η οποία ανταποκρίθηκε με τη μεταφορά διαφόρων εκδηλώσεων από τις αίθουσές τους στο διαδίκτυο [36].



Σχήμα 2.1: Στιγμιότυπο οθόνης από τη ψηφιακή έκθεση “Stormy Weather” όπου παρουσιάζεται το φυσικό υλικό με ψηφιακές περιγραφές [36].

Ο πειραματισμός των μουσείων με διάφορα μέσα οδήγησε στη δημιουργία σημαντικών καινοτομιών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι προσπάθειες προσέγγισης των παιδιών μέσω πρακτικών εκπαίδευσης - διασκέδασης και η δημιουργία περιβαλλόντων παρόμοιων με των εικονικών παιχνιδιών [33].

Ως προς τον χαρακτήρα του θεσμού, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, αυτή τη στιγμή το Διεθνές Συμβούλιο Μουσείων επικεντρώνεται στον επαναπροσδιορισμό του ορισμού και συνεπώς της φύσης του “μουσείου”, καθώς η υπάρχουσα ερμηνεία θεωρείται από πολλούς παρωχημένη. Η απουσία ομοφωνίας για το ποιος είναι ο ακριβής χαρακτήρας του μουσείου οδηγεί συνεπώς σε ένα ανώριμο αντίστοιχο περιβάλλον και για το εικονικό μουσείο.

Αυτό, όπως παρατηρήθηκε και στη περίοδο της πανδημίας του κορονοϊού, οδήγησε σε μία ποικιλομορφία αναγνωσεων του όρου και σε αντίστοιχες εφαρμογές, όπως το εικονικό (virtual) μουσείο, το μουσείο ιστού (web) και το συνδεδεμένο (online) μουσείο. Η περιγραφή τελείως διαφορετικών εγχειρημάτων με το ίδιο όνομα είναι ως αποτέλεσμα ένα συχνό φαινόμενο. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο τίτλος “εικονικό μουσείο”, που έχει περιγράψει διαφορετικούς πληροφοριακούς πόρους, εικονικές περιηγήσεις σε αντίγραφα πραγματικών μουσειακών περιβαλλόντων και ψηφιακές συλλογές αντικειμένων [34].

Στην τρέχουσα περίοδο συνεπώς, ο τομέας των εικονικών μουσείων είναι ρευστός αλλά και ραγδαία αναπτυσσόμενος. Σε αυτό το περιβάλλον καινοτομίας αξιοποιούνται διάφορες νέες και υποσχόμενες τεχνολογίες, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) και η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality - VR) που μπορούν να παρέχουν στον θεατή καθηλωτικές εμπειρίες εντός ψηφιακών προσομοιώσεων σκηνών ιστορικών χώρων ή εκθέσεων ενώ η ανάλυση δεδομένων (big data) δίνει στα μουσεία σύνθετες πληροφορίες για τη συμπεριφορά του επισκέπτη και ευνοούν την ανάπτυξη εξατομικευμένων εμπειριών μάθησης.

Επιπλέον, αξιοποιούνται διεπαφές και συσκευές που υποστηρίζουν λειτουργίες αφής, αναγνώρισης εκφράσεων και φωνητικής επικοινωνίας για πολυδιάστατη αλληλεπίδραση με τον χρήστη [37], [38].

2.2 Τεχνολογίες που επιτρέπουν την ανάπτυξη ψηφιακών μουσείων

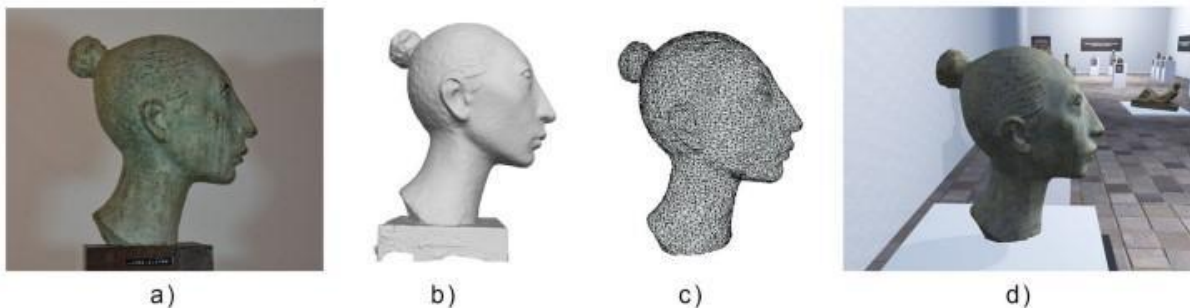
Στο πλαίσιο των αναγκών τρισδιάστατης αναπαράστασης και παρουσίασης των εκθεμάτων (μοντέλα αντικειμένων - αναπαραστάσεις κατεστραμμένων κατασκευών, κειμηλίων χώρων και συμβάντων) ενός εικονικού μουσείου με δυνατότητες πλοήγησης στον χώρο, αξιοποιείται μία πληθώρα τεχνολογικών επιλογών, στις οποίες θα γίνει αναφορά παρακάτω [39].

2.2.1 Τρισδιάστατη απεικόνιση - 3D

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης απεικόνισης αποτελεί τον θεμέλιο λίθο για κάθε εικονικό περιβάλλον. Μέσω της χρήσης της, είναι εφικτή η δημιουργία αντικειμένων και χώρων με τα οποία θα κληθεί να αλληλεπιδράσει ο χρήστης.

Οι τεχνικές αναπαράστασης που αξιοποιούνται για τη δημιουργία εικονικών μουσείων, δεν διαφέρουν από αυτές που χρησιμοποιούνται ευρέως στις υπόλοιπες εκφάνσεις αυτής της τεχνολογίας.

Πιο συγκεκριμένα, συχνά εφαρμόζονται: τεχνικές αποτύπωσης τρισδιάστατων εικόνων, όπως η φωτογραμμετρία (photogrammetry), και τρισδιάστατης διαμόρφωσης μέσω της χρήσης υπολογιστή (3D modeling) [40].



Σχήμα 2.2: Εισαγωγή φυσικού εκθέματος σε εικονικό μουσείο, με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας. (a) Φωτογραφία του αντικειμένου. (b) Τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου σε υψηλή ανάλυση. (c) Τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου σε απλοποιημένη μορφή. (d) Απλοποιημένη μορφή τρισδιάστατου αντικειμένου με υφές εικόνας - textures, τοποθετημένη σε εικονικό περιβάλλον [40].

2.2.2 Εκτεταμένη πραγματικότητα - XR

Ο όρος εκτεταμένη πραγματικότητα (extended reality - XR), αποτελεί μια συγκεντρωτική έννοια, που έχει ως υποκατηγορίες τις τεχνολογίες: της εικονικής (virtual reality - VR), της επαυξημένης (augmented reality - AR) καθώς και της μικτής πραγματικότητας (mixed reality - MR). Η τελευταία αποτελεί συνδυασμό των παραπάνω με το πραγματικό περιβάλλον (ορίζεται συχνά σε αυτό το πεδίο ως RE - real environment) ώστε να παρέχεται μια ενισχυμένη εμπειρία στον θεατή [41].

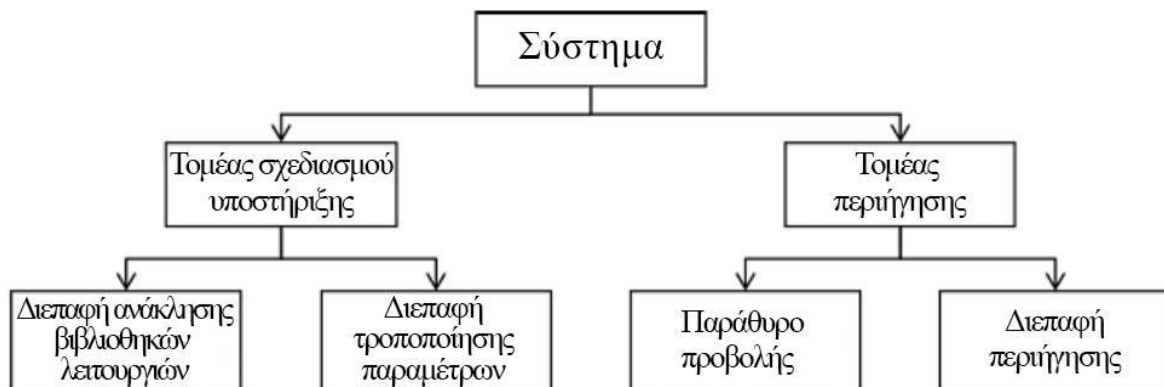


Σχήμα 2.3: Η δομή της εκτεταμένης πραγματικότητας και των τεχνολογιών που την απαρτίζουν [41].

2.2.2.1 Εικονική πραγματικότητα - VR

Μεταξύ των υποκατηγοριών της εκτεταμένης πραγματικότητας, εντοπίζεται η εικονική πραγματικότητα, η οποία αποτελεί μια σύγχρονη τεχνολογία που ενσωματώνει μια πληθώρα εγχειρημάτων, όπως οι τεχνολογίες πολυμέσων, υπολογιστών, γραφικών υπολογιστών, τεχνητής νοημοσύνης και αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστικής μηχανής [42].

Μέσω της χρήσης των αισθητήρων και των δυνατοτήτων ψηφιακής επεξεργασίας δεδομένων μιας υπολογιστικής μηχανής, αυτή η τεχνολογία αναπτύσσει δυνατότητες αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή. Τέτοιες προσομοιώσεις συνδυάζουν οπτικά, ηχητικά και απτικά μέσα σε μια ενιαία οντότητα [43].



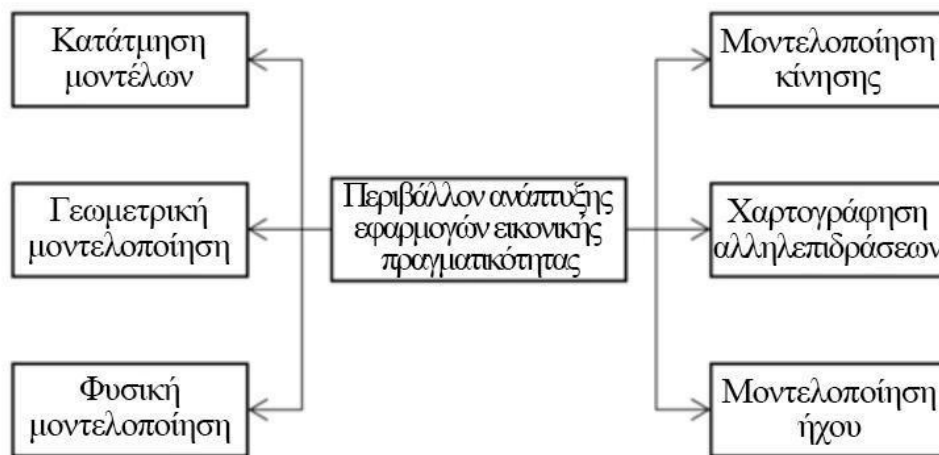
Σχήμα 2.4: Βασική ιεραρχική δομή ενός συστήματος VR [42].

Στόχος της εικονικής πραγματικότητας, είναι η αναπαράσταση ενός ρεαλιστικού, ακουστικού και απτού εικονικού περιβάλλοντος στο οποίο οι χρήστες βιώνουν και αλληλεπιδρούν με αντικείμενα με έναν φυσικό τρόπο που δημιουργεί συναισθήματα και εμπειρίες εμπύθισης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χάρη στην αξιοποίηση ανθρώπινων αισθήσεων όπως η όραση, η ακοή κ.α. από τη τεχνολογία ώστε να παρέχει στον χρήστη μια εμπειρία υψηλής ποιότητας που παραπέμπει σε πραγματικό περιβάλλον - χώρο [42].

Ως προς την επικοινωνία της πληροφορίας, οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας (ειδικά όσες παρουσιάζουν μουσειακό περιεχόμενο) παρουσιάζουν μία λογική παραθύρων με κείμενο και εικονίδια, μία λογική που είναι κυρίαρχη στις δισδιάστατες διεπιφάνειες, αλλά δεν αξιοποιεί στο έπακρο τις δυνατότητες της νέας τεχνολογίας [43].

Οι δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας, παρουσιάζουν πολυμορφική αξιοποίηση, με σημαντικά εγχειρήματα να εντοπίζονται σε τομείς όπως η εκπαίδευση, η διασκέδαση, η ιατρική, οι στρατιωτικές επιχειρήσεις, η αεροδιαστημική, οι συγκοινωνίες, και οι μουσειακές εκθέσεις [44], [42].

Ως προς τον τομέα των εικονικών μουσείων, που απασχολεί τη συγκεκριμένη εργασία, παρακάτω παρουσιάζεται μία μέθοδος γεωμετρικής μοντελοποίησης που δύναται να εφαρμοστεί, μεταξύ άλλων, για την ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος ψηφιακού μουσείου.



Σχήμα 2.5: Βασικοί τομείς μοντελοποίησης στοιχείων για μια εφαρμογή VR [42].

Σε αυτή την ιεραρχία, ο αριθμός των παραμέτρων των μοντέλων αποτελεί αποτέλεσμα αυστηρού ελέγχου που πραγματοποιήθηκε με στόχο την εξοικονόμηση χώρου ώστε να παρέχεται μία εμπειρία εύκολης μετακίνησης στην εικονική ξενάγηση. Γενικότερα, ο αριθμός των μεταβλητών περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό καθώς αφαιρείται οτιδήποτε μη-απαραίτητο ώστε να υπάρξει βελτιστοποίηση στο σύστημα και επίτευξη της πιο λογικής εσωτερικής δομής.

Επιπλέον, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.2, υπάρχουν πολλά περιθώρια ενίσχυσης του ρεαλισμού των αντικειμένων σε ένα περιβάλλον VR με τη τεχνολογία των υφών (texture) να αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα [42].

Στον τομέα της διαμόρφωσης περιβάλλοντων εικονικών μουσείων, η τεχνολογία παρουσιάζει πληθώρα διαθέσιμων επιλογών. Μια από τις πιο σημαντικές, είναι η υβριδική μέθοδος, η οποία αξιοποιεί ένα συνδυασμό μοντελοποίησης με βάση τα γεωμετρικά σχήματα και μετάδοσης εικόνων (φωτογραφίες της μουσειακής σκηνής, φόντων και εκθεμάτων).

Αυτός ο συνδυασμός τρισδιάστατων σχημάτων και εικόνων που παραπέμπουν σε αντίστοιχες δομές, μπορεί να αποδώσει μια ρεαλιστική σκηνή εικονικού μουσείου, η οποία υποστηρίζει δυνατότητες αλληλεπίδρασης για τους χρήστες.

Επιπροσθέτως, ο δημιουργός δύναται να αξιοποιήσει στιγμιότυπα οθόνης από απεικονίσεις πραγματικών αντικειμένων (από διάφορες όψεις) και να δημιουργήσει ένα εικονικό αντίγραφο με την γεωμετρική μέθοδο ανάπτυξης [44].

Μια πληθώρα τέτοιων εγχειρημάτων έχουν αναπτυχθεί στη πάροδο του χρόνου. Μεταξύ αυτών των εφαρμογών, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, υπάρχουν προσπάθειες απόδοσης ακριβών αντιγράφων υπαρκτών φυσικών μουσείων (συλλογές τρισδιάστατων αντικειμένων και δισδιάστατων πινάκων, με τη συνοδεία πληροφοριακού πλαισίου) που στηρίζονται σε πανοραμικές εικόνες 360 μοιρών που αποδίδουν μία εικονική διαδρομή.

Ένα σημαντικό πρόβλημα που εντοπίζεται συνήθως σε τέτοιες εφαρμογές, είναι τα μειωμένα επίπεδα αλληλεπίδρασης μεταξύ χρήστη και μουσείου. Κύρια αιτία αυτής της ανεπάρκειας είναι οι δυσκολίες που παρουσιάζονται στον συντονισμό των πολλαπλών πεδίων που συνεργάζονται για τη ορθή παραγωγή μιας εφαρμογής VR ή AR (γραφικά υπολογιστών, προγραμματισμό, ψηφιακή απεικόνιση, προηγμένη μοντελοποίηση, αρχαιολογία-αναστήλωση) [45].

2.2.2.2 Επαυξημένη πραγματικότητα - AR

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μία σημαντική υποδιαίρεση της εκτεταμένης πραγματικότητας, αποτελεί η επαυξημένη πραγματικότητα. Στον τομέα των μουσείων, η τεχνολογία AR παρέχει περιθώρια ανάπτυξης, υποστηρικτικών της εμπειρίας της επίσκεψης, εφαρμογών.

Με την αξιοποίηση λογισμικών, όπως το Unity, για την σχεδίαση, και χρήση κινητών τηλεφώνων (smartphones) ως φορείς θέασης, ο χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί στον πραγματικό χώρο και να αλληλεπιδράσει εικονικά με τα φυσικά αντικείμενα - εκθέματα (ο προσδιορισμός της θέσης του πραγματοποιείται με τη χρήση της κάμερας) ώστε να δει νέες οπτικές και περεταίρω πληροφορίες [46].



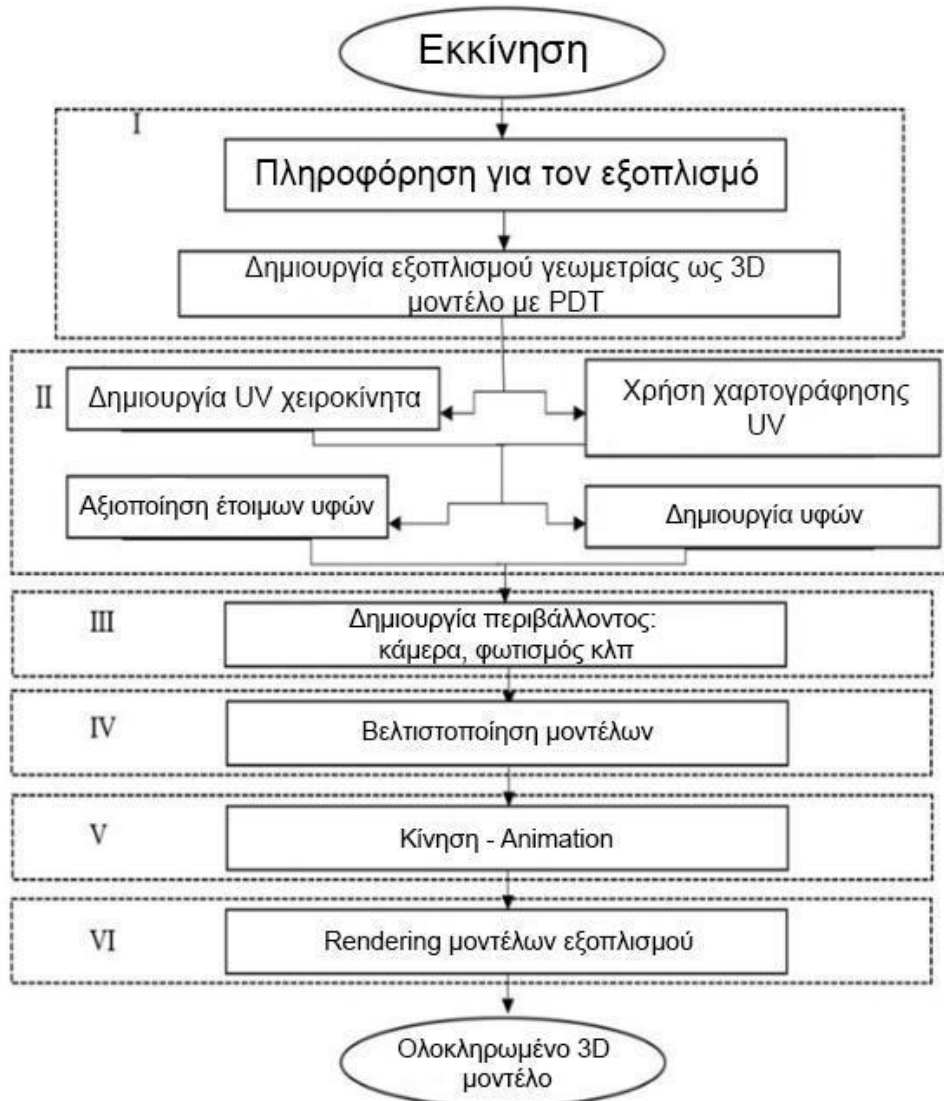
Σχήμα 2.6: Μία εφαρμογή VR με πρόσθετες AR λειτουργίες που παρουσιάζει ένα εικονικό μουσείο και αναπτύχθηκε με τη χρήση του Unity [46].

2.2.3 Πλατφόρμες διαμόρφωσης εικονικών αντικειμένων & περιβαλλόντων

Τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την απόδοση εικονικών αντικειμένων ή περιβαλλόντων, μπορούν να χωριστούν σε 2 γενικές κατηγορίες: αυτά που επικεντρώνονται στη διαμόρφωση των μοντέλων και αυτά που τα αξιοποιούν για τη δημιουργία τρισδιάστατων σύνθετων συνθέσεων.

Για τη πρώτη κατηγορία, σημαντικό παράδειγμα αποτελεί το Blender, το οποίο είναι ένα ισχυρό λογισμικό διαμόρφωσης τρισδιάστατων γραφικών ανοιχτού κώδικα. Στα σημαντικά χαρακτηριστικά του, συγκαταλέγονται οι δυνατότητες διαμόρφωσης μοντέλων, υφών, φυσικής, δομής, τελικής απόδοσης (rendering), κίνησης (animation), απεικόνισης, διαμόρφωσης στοιχείων παιχνιδιών και παραγωγή ειδικών εφέ - ταινίες 3D animation [47].

Η διαδικασία διαμόρφωσης στοιχείων σε αυτή τη πλατφόρμα είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα. Γενικά, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί, μπορεί να χωριστεί σε 6 κύρια στάδια.



Σχήμα 2.7: Διάγραμμα οπτικοποίησης διαδικασίας διαμόρφωσης τρισδιάστατων μοντέλων στο Blender [48].

Ένα άλλο παράδειγμα τέτοιας πλατφόρμας, είναι το 3ds Max, το οποίο παρέχει πληθώρα επιλογών για ανάπτυξη τόσο διςδιάστατων όσο και τρισδιάστατων αντικειμένων. Μέσω της εφαρμογής, ο σχεδιαστής μπορεί να αναπτύξει σύνθετα σχήματα με τη χρήση συναρτήσεων αντικειμένων.

Η κίνηση - animation, επιτυγχάνεται με τη μέθοδο των keyframes, στην οποία διαμορφώνονται στιγμές-ορόσημα από τον χρήστη, και ο υπολογιστής συμπληρώνει αυτόματα τις κινήσεις μετάβασης που υπάρχουν μεταξύ των ορισμένων στάσεων [15]. Επιπλέον, υπάρχει και η δυνατότητα pose-to-pose

animation, στην οποία ο σχεδιαστής διαμορφώνει εξ ολοκλήρου κάθε κίνηση που πρέπει να γίνεται σε κάθε στιγμή [2].

Η προεπιλογή για τον ρυθμό εμφάνισης των καρέ στο 3ds Max είναι 30 frames ανά δευτερόλεπτο (fps), ωστόσο παρέχονται και άλλες επιλογές που καλύπτουν διάφορες ανάγκες της βιομηχανίας (όπως το καθιερωμένο μοτίβο 24 fps των ταινιών ή το 60 fps για το IMAX) [48].

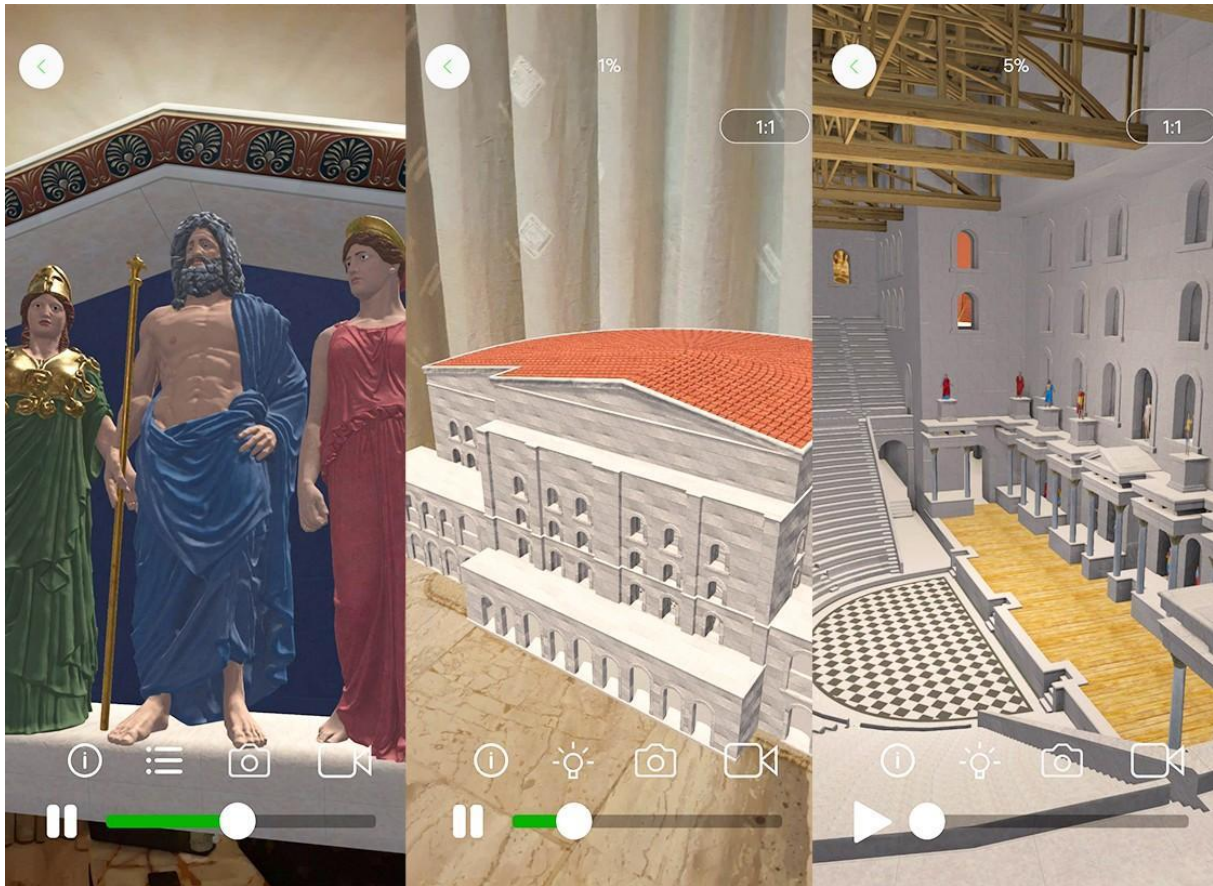
Ως προς την δεύτερη κατηγορία, το Unreal Engine αποτελεί σημαντικό παράδειγμα πλατφόρμας, το οποίο παρέχει υψηλές δυνατότητες οπτικών συνθέσεων και αποδόσεων (render). Υπερέχει στον τομέα παραγωγής γραφικών υψηλού ρεαλισμού, φωτισμού και εντυπωσιακών οπτικών εφέ καθιστώντας το μια από τις καλύτερες επιλογές για τη δημιουργία παιχνιδιών και λοιπών εμβυθιστικών εμπειριών [49].

Πέρα από το Unreal Engine, μια εξίσου σημαντική πλατφόρμα αποτελεί και το Unity, το οποίο αξιοποιήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής αυτής της εργασίας. Το συγκεκριμένο λογισμικό αξιοποιείται ευρέως στους τομείς της ανάπτυξης βιντεοπαιχνιδιών και λοιπού τρισδιάστατου περιεχομένου. Αποτελεί δωρεάν πλατφόρμα (κάτι που οδήγησε στην ανάπτυξη της δραστηριότητας κοινότητας που το απαρτίζει) η οποία παρέχει σημαντική διαλειτουργικότητα μεταξύ συσκευών και προγραμμάτων [50], [51]. Περεταίρω αναλυτική αναφορά σε αυτό το λογισμικό θα γίνει στο κεφάλαιο που αναφέρει τις τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής της εργασίας.

2.3 Παραδείγματα εικονικών μουσείων

Οι τεχνολογίες που αναφέρθηκαν παραπάνω αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την ανάπτυξη εικονικών μουσείων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής αποτελεί το COSMOTE CHRONOS, το οποίο (όπως αναφέρεται στην επίσημη ιστοσελίδα της εφαρμογής: cosmote.gr) αξιοποιεί την εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα για να παρέχει στον χρήστη μια πληρέστερη εμπειρία θέασης αρχαίων κτιρίων και κατασκευών (Προπύλαια της Ακρόπολης των Αθηνών, Ερέχθειο, Παρθενώνας κ.α.).

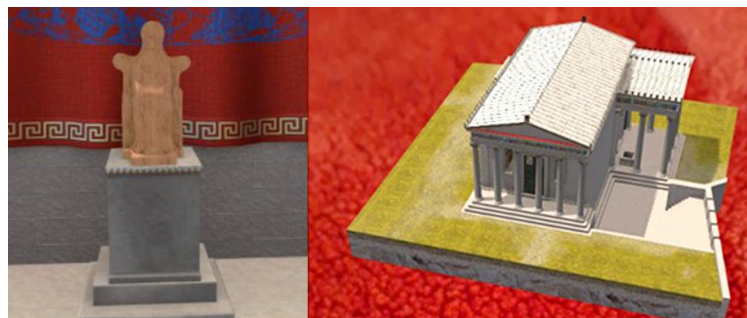
Οι λειτουργίες που υποστηρίζονται είναι: η θέαση του εξωτερικού και εσωτερικού των κτιρίων (σε εικονικές αναπαραστάσεις της μορφής που είχαν στην αρχαιότητα) είτε σε εικονική είτε σε επαυξημένη πραγματικότητα, η προβολή των κτισμάτων στη πραγματική τους τοποθεσία (με την αξιοποίηση της κάμερας) αλλά και οπουδήποτε αλλού, η συνομιλία με την εφαρμογή για επίλυση αποριών σχετικών με την ιστορία των μνημείων (μέσω της Κλειώ, ενός chatbot τεχνητής νοημοσύνης που παρέχει απαντήσεις σε πραγματικό χρόνο) καθώς και η ξενάγηση μέχρι και 5 ατόμων ταυτόχρονα.



Σχήμα 2.8: Στιγμιότυπα από τη χρήση της εφαρμογής COSMOTE CHRONOS. Αριστερά και στο κέντρο παρουσιάζεται η χρήση σε επαυξημένο περιβάλλον με την εμφάνιση των εικονικών μοντέλων σε πραγματική επιφάνεια μέσω της κάμερας της συσκευής - φορέα ενώ δεξιά σε ένα εξ ολοκλήρου εικονικό περιβάλλον [52].

Αυτό το εγχείρημα, ενισχύει σημαντικά τη ψηφιακή συμπερίληψη, καθώς φέρνει τα μνημεία της ακρόπολης πιο κοντά σε όλους τους χρήστες, ακόμα και εκείνους που δυσκολεύονται να βρεθούν στη φυσική τοποθεσία του μνημείου λόγω αναπηρίας ή άλλων προβλημάτων.

Τεχνικά, η εφαρμογή αξιοποιεί το δίκτυο (4G, 5G, WiFi) μέσω των συσκευών (iOS και Android) που υποστηρίζουν ARKit και ARCore, για να παρέχει στους χρήστες πληροφορίες (ατομική ξενάγηση και ηχογραφημένο περιεχόμενο) σε πραγματικό χρόνο [52].



Σχήμα 2.9: Στιγμιότυπα από τη χρήση της εφαρμογής COSMOTE CHRONOS. Αριστερά παρουσιάζεται η χρήση σε ένα εξ ολοκλήρου εικονικό περιβάλλον, ενώ δεξιά σε επαυξημένο με την εμφάνιση του εικονικού μοντέλου σε πραγματική επιφάνεια μέσω της κάμερας της συσκευής - φορέα [52].

Ένα ακόμα σημαντικό παράδειγμα εικονικού μουσείου, αποτελεί το αντίγραφο του μουσείου “Alt-Segeberger Bürgerhaus” (ιστορική αστική οικία) που αναπτύχθηκε από το εργαστήριο Φωτογραμμετρίας και Σάρωσης με Laser του πανεπιστημίου HafenCity του Αμβούργου (με τη χρήση της μηχανής παιχνιδιών Unreal). Το συγκεκριμένο εγχείρημα παρέχει 2 επιλογές στον χρήστη: της περιήγησης στο εικονικό περιβάλλον με χρήση υπολογιστή και της πλήρους εμβύθισης στο ψηφιακό μουσείο μέσω της χρήσης του συστήματος HTC Vive.



Σχήμα 2.10: Στιγμιότυπα από την εφαρμογή εικονικού μουσείου της ιστορικής οικίας του Segeberger [53].

Το HTC Vive, επιτρέπει την αλληλεπίδραση με το μουσείο από την οπτική του επισκέπτη. Σε αυτό το πλαίσιο, η κίνηση πραγματοποιείται μέσω της ερμηνείας της ελεύθερης πραγματικής μετακίνησης του χρήστη στο χώρο. Επιπροσθέτως, παρέχεται και δυνατότητα “τηλεμεταφοράς” ώστε ο θεατής να μεταφέρεται άμεσα στο σημείο ενδιαφέροντος, παρακάμπτοντας την ενδιάμεση διαδρομή στο χώρο.



Σχήμα 2.11: Το εικονικό μουσείο (εξωτερικά και εσωτερικά), όπως εμφανίζεται με τη χρήση του συστήματος HTC Vive [53].

Ως προς την αλληλεπίδραση, ο χρήστης έχει δυνατότητες χρήσης στοιχείων του εικονικού κόσμου ώστε να ελέγχει τη παρουσίαση του κτιρίου. Η επιλογή αντικειμένων και το μενού, ενεργοποιούνται με τη χρήση μιας “ακτίνας laser” που ελέγχεται από το χειριστήριο κίνησης. Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά αυτής της προσπάθειας, είναι η παρουσίαση διαφόρων ιστορικών φάσεων του κτιρίου στον χρήστη (με αξιοποίηση κατάλληλων animations μετάβασης), ο οποίος μπορεί έτσι να αναγνώσει τη συνολική του ιστορία.

Το πρόγραμμα περιλαμβάνει 13 οπτικές ξενάγησης και 52 μενού πληροφοριών. Το μέγεθος του υπολογίζεται στα 500 MByte και μπορεί να εκτελεστεί ως ανεξάρτητη εφαρμογή στα λειτουργικά συστήματα Windows [53]

Κεφάλαιο 3ο: Άτομα με Αναπηρία

3.1 Ιστορική αναδρομή & θέσπιση τρέχοντος δικαιωματικού πλαισίου

Οι πρώτες αναφορές για τον τρόπο αντιμετώπισης των ατόμων με αναπηρίες, εντοπίζονται σε κείμενα αρχαίων Ελλήνων συγγραφέων όπως ο Λυσίας και ο Πλούταρχος. Αυτά τα αποσπάσματα, υποδεικνύουν την ύπαρξη ξεχωριστής κοινωνικής κατηγορίας για αυτούς τους ανθρώπους εκείνη την εποχή.

Ειδικότερα, η διαχείριση των ατόμων με αναπηρίες, φαίνεται πως είχε, σε μεγάλο βαθμό, μη συμπεριληπτικό χαρακτήρα, καθώς συχνά αποκλείονταν από τη συμμετοχή σε στρατιωτικούς, πολιτικούς και θρησκευτικούς θεσμούς.

Μια σημαντική διαφορά σε αυτή τη τάση, φαίνεται πως εφάρμοζε η πόλη-κράτος της Σπάρτης, η οποία είχε μια πιο ιδιόρρυθμη στάση στο ζήτημα, καθώς επέβαλε τιμωρίες σε όσους περιορίζονταν από αναπηρίες και δεν συμμετείχαν σε κρίσιμες δραστηριότητες (όπως ο πόλεμος), ενώ επιβράβευε όσους τις «ξεπερνούσαν» [54].

Στην εποχή της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, παρατηρήθηκε αντίστοιχη μειονεκτική αντιμετώπιση, καθώς οι νόμοι προέβλεπαν τον αποκλεισμό των ατόμων με αναπηρίες από κληρονομικά δικαιώματα και από την εκτέλεση πολιτικών καθηκόντων.

Αυτό το πλαίσιο, αν και τροποποιημένο, συνεχίστηκε να εφαρμόζεται και στα χρόνια του Μεσαίωνα. Ο Sachsenspiegel του Eike von Repgow (περίπου 1230 μ.Χ.), αναφέρει πως τα άτομα που γεννήθηκαν «χαζά, τυφλά ή με έλλειψη χεριών ή ποδιών» δεν μπορούν να κληρονομήσουν περιουσίες σύμφωνα με τον φεουδαρχικό νόμο (Lehnsrecht) αλλά αντίθετα, ο τοπικός νόμος (Landrecht), τους δίνει αυτή τη δυνατότητα [55].

Η τιμωρητική αντιμετώπιση των ατόμων με αναπηρίες φαίνεται πως συνεχίστηκε μέχρι και το αρκετά πρόσφατο παρελθόν, με το κρυφό πρόγραμμα «ευθανασία» των Ναζί να αποτελεί χαρακτηριστικό θλιβερό παράδειγμα. Στα πλαίσια του Krankenmorde, διενεργούνταν πειράματα σε αρρώστους και ανάπηρους ανθρώπους που τελικά οδήγησαν στον θάνατο τριακοσίων χιλιάδων και την επιπλέον στείρωση τετρακοσίων χιλιάδων [56].

Αυτός ο διαχρονικός αποκλεισμός και η, συχνά και βίαιη, τιμωρητική αντιμετώπιση, οδήγησαν στη διαμόρφωση προσπαθειών διεκδίκησης ευνοϊκότερης διαχείρισης για τα άτομα με αναπηρίες. Τέτοιες κινήσεις άρχισαν να γίνονται πιο οργανωμένες στις αρχές του εικοστού αιώνα ενώ ορόσημο αποτέλεσε η δεκαετία του 70 όπου και απέκτησαν μεγάλη ισχύ.

Ακολουθώντας το ρεύμα που διαμορφώθηκε από τη πρωτοβουλία κατοχύρωσης των πολιτικών δικαιωμάτων, οι ακτιβιστές άσκησαν έντονη κριτική στα κυβερνητικά σώματα με το επιχείρημα ότι έχουν σημαντική ευθύνη για τη συνεχιζόμενη καταπίεση των ατόμων με αναπηρίες [57].

Το κίνημα για τα δικαιώματα των ατόμων με αναπηρίες, όπως ονομάστηκε αυτή η ομάδα πολιτικών διεκδικήσεων, απαίτησε την καθιέρωση: ισότητας μεταξύ αναπήρων και υπόλοιπων μελών της κοινωνίας, δυνατότητας ανεξάρτητης διαβίωσης και συνυπολογισμό των απόψεών τους κατά τη

διαμόρφωση αποφάσεων σχετικών με τις αναπηρίες. Πέρα από το θεσμικό πλαίσιο, το κίνημα επιχείρησε να διαμορφώσει μια κουλτούρα-ταυτότητα για την αναπηρία με στόχο την απομάκρυνση των περιορισμών για αυτά τα άτομα στο κοινωνικό επίπεδο [58].

Όλη αυτή η δράση (στην Αμερική), είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία του νόμου για τους Αμερικανούς με αναπηρίες (Americans with Disabilities Act - ADA) που υπογράφηκε στις 26 Ιουνίου 1990 από τον πρόεδρο των Ηνωμένων Πολιτειών, George H.W. Bush. Αυτό το νομοσχέδιο απαγορεύει τις διακρίσεις για τα άτομα με αναπηρίες σε τομείς της καθημερινότητας όπως η εργασία, η μόρφωση, η μεταφορά, η επικοινωνία και η διασκέδαση και επιτρέπει τη πρόσβαση σε κυβερνητικές και αυτοδιοικητικές υπηρεσίες [59].

Τις ευνοϊκές ρυθμίσεις ακολούθησε στις 13 Δεκεμβρίου του 2006, η υπογραφή και ψήφιση της Σύμβασης για τα δικαιώματα των Ατόμων με Αναπηρία, με στόχο την «προώθηση, προστασία και εξασφάλιση της πλήρους και ισότιμης απόλαυσης όλων των δικαιωμάτων και των βασικών ελευθεριών από τα άτομα με αναπηρία, καθώς και τη προώθηση του σεβασμού της εγγενούς τους αξιοπρέπειας» [60].

Παρά τις σημαντικές θεσμικές δράσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω ωστόσο, η μεταχείριση αυτών των ατόμων από την κοινωνία παραμένει σε σημαντικό βαθμό προβληματική μέχρι και σήμερα. Ως σημαντικό αίτιο για αυτή τη κατάσταση, θεωρούνται κοινωνικές νοοτροπίες - αντιλήψεις που δεν υπολογίζουν τους ανάπηρους ως ισότιμα μέλη του συνόλου, αλλά ως «ιδιαίτερα άτομα» [61]. Αυτή η αντιμετώπιση οδηγεί πολλές φορές σε ακύρωση της συμπερίληψης, καθώς τα άτομα με αναπηρίες ωθούνται σε συμβιβασμούς και προσαρμογές.

Για την αντιμετώπιση αυτής της κατάστασης, οι Ηνωμένες Πολιτείες προχώρησαν στην επινόηση στρατηγικών και στη χορήγηση εργαλείων σε ανθρώπους με αναπηρίες ώστε να επιτευχθεί ισορροπία στις δράσεις τους στη κοινωνία σε σχέση με το υπόλοιπο σύνολο [60].

3.2 Προσπάθειες συμπερίληψης από τα μουσεία

Ο όρος κοινωνική συμμετοχή, όταν εφαρμόζεται στο μουσειακό περιβάλλον, περιγράφει την εστίαση στη συμπερίληψη ατόμων που δεν επισκέπτονται τις εκθέσεις είτε από επιλογή είτε από περιορισμούς δυνατοτήτων. Σε αυτό το πλαίσιο, τα μουσεία προσπαθούν να προσεγγίσουν τα άτομα με αναπηρίες με διάφορες τεχνικές.

Για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες, αξιοποιούν τεχνολογίες όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση σε πολλά εγχειρήματα. Μέσω αυτής, κατασκευάζονται αντίγραφα μουσειακών εκθεμάτων με τα οποία μπορούν να έρθουν σε επαφή τα άτομα με προβλήματα όρασης μέσω της αφής ώστε να κατανοήσουν τη γεωμετρία και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους [24].



Σχήμα 3.1: Εκτυπωμένο τρισδιάστατο μοντέλο εκθέματος με πρόσθετο κείμενο σε γραφή Braille [62].

Αυτή η μέθοδος δημιουργίας και εκτύπωσης τρισδιάστατων μοντέλων έχει γίνει σήμερα πιο εύκολη από ποτέ, χάρη σε τεχνικές όπως η αποτύπωση μουσειακών εκθεμάτων σε STL μορφή μέσω σάρωσης. Αυτές οι δυνατότητες έχουν αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό και από ερασιτέχνες για τη δημιουργία ιδιωτικών συλλογών με γνωστά έργα τέχνης. Επίσης, πολλά μουσεία παράγουν και διαθέτουν δωρεάν τέτοιου τύπου αρχεία στο ευρύ κοινό.

Πέρα από τις ηχητικές περιγραφές και τα τρισδιάστατα μοντέλα, για την καλύτερη εξυπηρέτηση των τυφλών, αξιοποιούνται επιγραφές σε μορφή Braille για την ανάδειξη, την καλύτερη κατανόηση και επικοινωνία του σκοπού των εκθεμάτων. Γενικά, οι προσπάθειες επικεντρώνονται στην ενεργοποίηση επιπλέον αισθήσεων όπως η αφή ή η οσμή ώστε να επιτραπεί ο σχηματισμός νοητικών απεικονίσεων των αντικειμένων από τους ανθρώπους που δεν μπορούν να τα δουν με φυσικό τρόπο και να ενισχυθεί το αίσθημα ισότητας [62].



Σχήμα 3.2: Άτομο με προβλήματα όρασης αλληλεπιδρά με εκτυπωμένο τρισδιάστατο μοντέλο εκθέματος μέσω της αφής [62].

Για τα άτομα με προβλήματα ακοής, αναζητούνται διαφορετικές λύσεις, καθώς οι ηχητικοί οδηγοί, αν και αποτελούν σημαντικό εργαλείο πληροφόρησης, κάνουν τη γνώση μη προσβάσιμη σε αυτά. Για να ξεπεραστεί αυτός ο σκόπελος, αξιοποιούνται λύσεις όπως η γλώσσα χειρονομιών International Sign - IS και βίντεο στις μουσειακές εφαρμογές, για οπτικές ξεναγήσεις μέσω συσκευών tablet του επισκέπτη ή του ιδρύματος [63].

Όλες οι παραπάνω πρωτοβουλίες ενισχύουν τη προσβασιμότητα των μουσείων, ειδικά προς τα άτομα με οπτικές αναπηρίες. Σημαντικό πρόβλημα πρόσβασης ωστόσο, παραμένει η προσέγγιση των χώρων, καθώς τα άτομα αυτά είναι σε μεγάλο βαθμό εξαρτημένα από τη βοήθεια της οικογένειας, των φίλων, ή του προσωπικού των μουσείων για τη πραγματοποίηση επισκέψεων [64].

Κεφάλαιο 4ο: Εικονικά Μουσεία Τυφλών

4.1 Εικονικά μουσεία και άτομα με προβλήματα όρασης

Όπως έγινε αντιληπτό και από τα προηγούμενα κεφάλαια, η πρόσβαση σε μουσεία εικονικής πραγματικότητας βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αίσθηση της όρασης. Αυτή η κατάσταση δημιουργεί συνεπώς πολύ σημαντικές δυσκολίες συμμετοχής στις εμπειρίες από άτομα με οπτικές αναπηρίες.

Οι προσπάθειες συμπερίληψης ατόμων με μερική απώλεια όρασης προσανατολίζονται στην εφαρμογή έντονων χρωμάτων ώστε να είναι οι παραστάσεις πιο ευδιάκριτες. Αυτή η στρατηγική ωστόσο δεν αποδίδει σε όσους είναι τυφλοί [65].

Για να λυθεί αυτό το πρόβλημα αποκλεισμού, τα μουσεία οφείλουν να εστιάσουν σε άλλες αισθήσεις όπως η ακοή και η αφή. Με τον τομέα της ακοής να καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από τα περισσότερα εγχειρήματα, οι προσπάθειες πρέπει να προσανατολιστούν περεταίρω προς την αφή. Οφείλουν δηλαδή να παρέχουν απτικές διεπαφές που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον χώρο, μέσω αντίστοιχων συσκευών [50].

4.2 Οι απτικές συσκευές ως λύση προσβασιμότητας

Ο όρος “Haptic”, που περιγράφει συσκευές και διεπαφές που στηρίζονται στην αφή, προέρχεται από το ελληνικό ρήμα “άπτω” που σημαίνει αγγίζω. Συνεπώς, η λέξη χρησιμοποιείται για να σκιαγραφήσει μηχανήματα που αξιοποιούν τους υποδοχείς του δέρματος (που αντιλαμβάνονται τη πίεση, τις δονήσεις, τη σκληρότητα, την υφή, το σχήμα και τη θερμοκρασία των αντικειμένων), τους μύες και τις αρθρώσεις (που αντιλαμβάνονται την κίνηση των αντικειμένων) των ανθρώπων για να μεταδώσουν περιεχόμενο [50].

Πιο συγκεκριμένα, αυτές οι συσκευές αποτελούν μηχανικούς εξοπλισμούς που παρέχουν ανατροφοδότηση δύναμης στο χέρι του χρήστη, με στόχο να αντιληφθεί-νιώσει την υπόσταση των εικονικών μοντέλων με τα οποία αλληλεπιδρά, διαμέσου της αίσθησης της αφής. Αυτή η διαδικασία γίνεται συνήθως μέσω ενός εξαρτήματος σε σχήμα στυλό που έχουν τα μηχανήματα και χειρίζεται το άτομο με το χέρι του [66].

Συνεπώς, αυτά τα χαρακτηριστικά, καθιστούν τις απτικές συσκευές ιδανική επιλογή για την προσέγγιση ατόμων με προβλήματα όρασης καθώς παρέχουν νέες επιλογές αντίληψης ενός χώρου-αντικειμένου.

Ως προς τις διαθέσιμες επιλογές του εμπορίου, παρέχεται πληθώρα διαφορετικών μηχανημάτων. Η ποικιλομορφία έγκειται σε τομείς όπως το μέγεθος, η μέγιστη δύναμη-ροπή που μπορεί να αποδοθεί, η διεπιφάνεια του εκάστοτε λογισμικού, η τιμή και άλλοι. Το κόστος των απτικών συσκευών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από παράγοντες όπως η ποιότητα ανάλυσης θέσης και το μέγεθος δύναμης που μπορούν να δεχτούν.

Για τον προσδιορισμό της καταλληλότερης επιλογής ανά εγχείρημα, απαιτείται ορθή ερμηνεία των παραπάνω χαρακτηριστικών αλλά και μελέτη των εκάστοτε εξειδικεύσεων που παρέχουν οι κατασκευαστές (π.χ.: επίπεδα ακαμψίας και συχνότητας απόκρισης). Συχνά κρίνεται απαραίτητη η διενέργεια φυσικών δοκιμών για την εξακρίβωση των ιδιοτήτων κάθε συσκευής.

Ως προς την αξιοποίηση, τα απτικά μηχανήματα χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων σε διάφορων ειδών προσομοιώσεις, συστήματα τηλεδιαχείρισης και στον τομέα των βιντεοπαιχνιδιών [50].

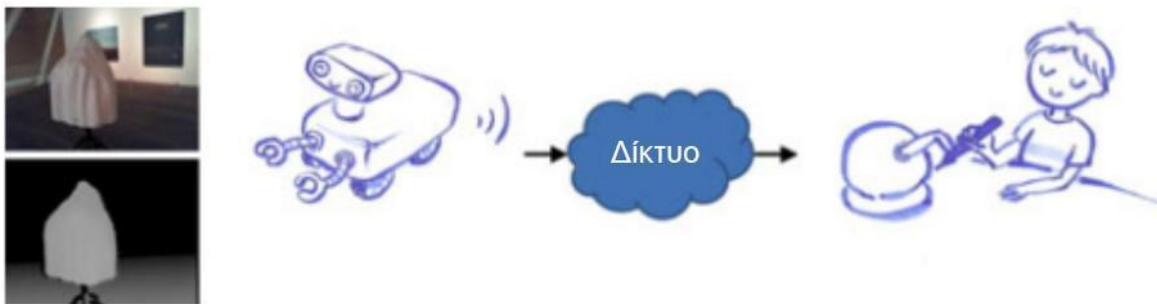
4.3 Παραδείγματα εικονικών μουσείων προσβάσιμων σε τυφλούς

Στα πλαίσια των προσπαθειών συμπερίληψης ατόμων με οπτικές αναπηρίες, ή και εξ ολοκλήρου απώλειας όρασης, έχουν αναπτυχθεί διάφορα εγχειρήματα εικονικών μουσείων που στοχεύουν στην παροχή δυνατοτήτων ουσιαστικής αλληλεπίδρασης με αυτά τα άτομα. Κάποιες από αυτές τις εφαρμογές θα παρουσιαστούν παρακάτω.

4.3.1 Τηλε-ρομποτική απτική εξερεύνηση μουσείων

Ένα πρώτο παράδειγμα εικονικού μουσείου με δυνατότητες προσβασιμότητας για άτομα με οπτικές αναπηρίες, είναι το πειραματικό εγχείρημα: “Τηλε-ρομποτική Απτική Εξερεύνηση Μουσείων για Άτομα με Οπτικές Αναπηρίες” των Chung HyukPark, Eun-Seok Ryu, et al. Σε αυτή τη προσπάθεια, διερευνήθηκε η δυνατότητα ενίσχυσης της εμπειρίας των τυφλών ατόμων μέσω απτικής εξερεύνησης εικονικών αντικειμένων ή περιβαλλόντων με ρομπότ τηλεπαρουσίας (που αξιοποιεί αισθητήρες αντίληψης του χώρου).

Πιο συγκεκριμένα, το εγχείρημα αξιοποιεί μια απτική συσκευή και ένα ρομπότ τηλεπαρουσίας, ώστε ο χρήστης να μπορεί να περιηγείται στον απομακρυσμένο χώρο (με παράλληλη απόδοση του περιβάλλοντος στην διεπαφή μέσω του rendering) και να αισθάνεται τα αντικείμενά του, μέσω της αφής. Επιπλέον, η εφαρμογή παρείχε και ηχητική αφήγηση για περαιτέρω ενίσχυση της εμπειρίας.



Σχήμα 4.1: Διάγραμμα οπτικοποίησης λειτουργίας συστήματος απτικής εξερεύνησης με βάση τη τηλε-ρομποτική [67].

Για την ανάπτυξη σχετικών εγχειρημάτων, απαιτείται η αξιοποίηση ρομποτικών συσκευών με εξοπλισμό RGBD (για εξακρίβωση βάθους, χρώματος κλπ) αισθητήρων οι οποίοι συλλέγουν οπτικές και χωροταξικές πληροφορίες ενός απομακρυσμένου περιβάλλοντος και τις μεταφέρουν στην εφαρμογή και στον χρήστη [67].

4.3.2 Εθνικό μουσείο ιστορίας της τρανσυλβανίας

Ένα επιπλέον σημαντικό παράδειγμα εικονικού μουσείου για τυφλούς, αποτελεί το μουσείο τρισδιάστατων αντικειμένων του Εθνικού Μουσείου της Ιστορίας της Τρανσυλβανίας. Το συγκεκριμένο εγχείρημα παρέχει στους επισκέπτες δυνατότητες απτικής αλληλεπίδρασης με τα εκθέματα.

Αυτές οι λειτουργίες, υποστηρίζονται από το απτικό σύστημα Geomagic Touch, μέσω του “στυλό” του οποίου, οι χρήστες εξερευνούν το εικονικό περιβάλλον των τρισδιάστατων ψηφιοποιημένων μοντέλων

μέσω της αίσθησης της αφής. Η εφαρμογή παρέχει σύνθετες δυνατότητες αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα στους χρήστες, όπως να τα “μεταφέρουν” ή να τα “πιάνουν”.



Σχήμα 4.2: Ο εξοπλισμός που αξιοποιείται στο μουσείο τρισδιάστατων αντικειμένων του Εθνικού Μουσείου της Ιστορίας της Τρανσυλβανίας [66].

Η συσκευή Geomagic Touch, που αξιοποιήθηκε στο εγχείρημα, αποτελεί μια οικονομική αλλά κατασκευαστικά αξιόπιστη επιλογή, καθώς αποτελείται από ανθεκτικά μεταλλικά και πλαστικά εξαρτήματα σε έναν στιβαρό (αλλά και φορητό) σχεδιασμό. Το μηχάνημα παρέχει 6 βαθμούς ελευθερίας και ανατροφοδότηση ισχύος 3 βαθμών.

Σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της συσκευής, και της εφαρμογής γενικότερα, είναι πως δεν χρειάζεται καταρτισμένο προσωπικό για την εγκατάσταση και εκκίνηση, δείχνοντας πως αυτή είναι μια ευέλικτη λύση για τις σύγχρονες μουσειακές εκθέσεις [66].

4.3.3 Μουσείο VR “The Night Watch” του Rembrandt

Το τελευταίο παράδειγμα, δείχνει πως υπάρχουν συχνά δυνατότητες ένταξης πρόσθετων λειτουργιών σε ήδη υπάρχοντα εικονικά μουσεία, με στόχο την εξυπηρέτηση ατόμων με αναπηρίες. Σε αυτό το πλαίσιο, οι Tycho Zaal, Alkim Almila Akdag Salah, et al., επιχείρησαν να εισάγουν τεχνολογίες απτικής και ηχητικής αλληλεπίδρασης για άτομα με απώλεια όρασης στην εφαρμογή που παρουσιάζει τον διάσημο πίνακα “The Night Watch” του Rembrandt.

Σε αυτό το εγχείρημα, οι χαρακτήρες του έργου τέχνης έρχονται στη ζωή μέσω τρισδιάστατων μοντέλων και αλληλεπιδρούν με τους χρήστες καθώς αφηγούνται (ήχος) την ιστορία που τους συνοδεύει. Επιπροσθέτως, τα αντικείμενα που κρατούν, έχουν τοποθετηθεί σε έκθεση στην απέναντι πλευρά του εικονικού δωματίου. Η αλληλεπίδραση με αυτά γίνεται με ηχητικά εφέ και κινήσεις-animations.



Σχήμα 4.3: Στιγμιότυπο οθόνης από την εφαρμογή εικονικού μουσείου για τον πίνακα “The Night Watch” του Rembrandt [65].

Για την καλύτερη αλληλεπίδραση των ατόμων με προβλήματα όρασης, προστέθηκαν δυνατότητες δόνησης στα χειριστήρια όταν ο παίκτης στρέφεται προς κάποιο σημείο ενδιαφέροντος, αλλά και κατεύθυνσης καθώς με κατάλληλες δονήσεις σε κάθε πλευρά των μοχλών ελέγχου οδηγείται ο χρήστης στα εκθέματα. Όταν ο επισκέπτης είναι στραμμένος προς ένα εικονικό αντικείμενο, μπορεί να χρησιμοποιήσει το πλήκτρο-σκανδάλι στο χειριστήριο για περεταίρω αλληλεπίδραση. Αυτό εκκινεί ένα σύντομο animation για κάθε αντικείμενο. Για τις ιστορικές φιγούρες εκκινεί την αφήγηση μιας ιστορίας.

Τεχνικά, αυτή η εμπειρία VR, αναπτύχθηκε εξ ολοκλήρου στο Unity με την αξιοποίηση της βιβλιοθήκης SteamVR που κατασκευάστηκε από τη Valve, καθώς έχει ενσωματωμένη υποστήριξη για τις περισσότερες συσκευές VR του εμπορίου. Στις δοκιμές, χρησιμοποιήθηκε το HTC Vive και τα χειριστήριά του. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες φορούσαν ακουστικά ώστε να μπορούν να ακούν τις ηχητικές αφηγήσεις. Για τη διαχείριση του ήχου, χρησιμοποιήθηκε η επιλογή AudioSource του Unity [65].

Κεφάλαιο 5ο: Τεχνολογίες που αξιοποιήθηκαν

5.1 Επιλογή τεχνολογιών

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναλυτική αναφορά στα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών που επιλέχθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής: “Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας στο Unity” που αποτελεί του κύριο αντικείμενο αυτής της εργασίας. Οι παράγοντες που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο για την εκάστοτε επιλογή ήταν οι δυνατότητες ανάπτυξης που παρέχονται, η ευκολία χρήσης και η διαλειτουργικότητα.

Σε αυτό το πλαίσιο, για την ανάπτυξη του εικονικού χώρου, επιλέχθηκε το λογισμικό Unity, καθώς παρέχει πληθώρα δυνατοτήτων διαμόρφωσης και υποστηρίζει πολλαπλές πλατφόρμες, ενώ η ανοιχτή του κοινότητα επιτρέπει την εύκολη εύρεση και εισαγωγή τρισδιάστατων μοντέλων και υποστήριξη.

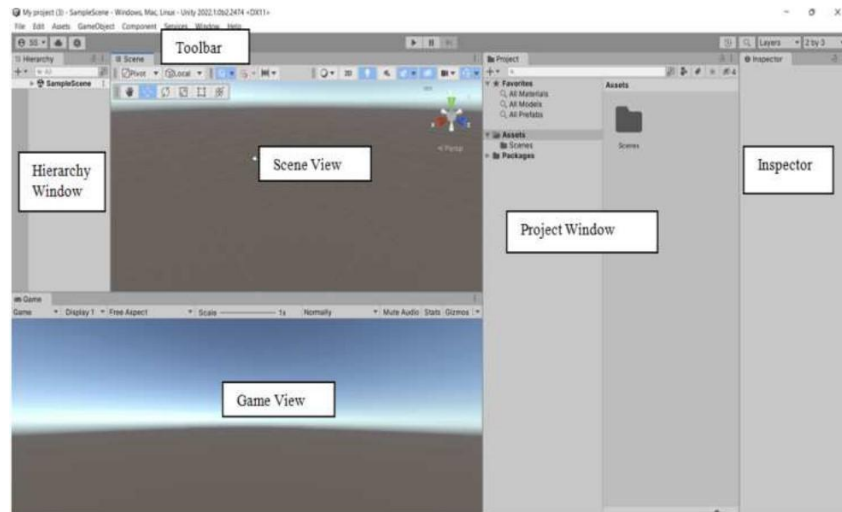
Για το απτικό σκέλος της εφαρμογής, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η συσκευή “Touch” της 3D Systems, καθώς αποτελεί μια φορητή και στιβαρή επιλογή που επιτρέπει την αλληλεπίδραση των χρηστών με το εικονικό περιβάλλον μέσω της αίσθησης της αφής. Σημαντικό πλεονέκτημα αυτού του μηχανήματος, είναι η εύκολη σύνδεση και αναγνώριση από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Τέλος, στα πλαίσια των προσπαθειών ενίσχυσης της εμπειρίας του εικονικού μουσείου, προστέθηκαν και δυνατότητες σύνδεσης συσκευής VR Headset ώστε να ενισχυθεί ο ρεαλισμός για τα άτομα που δεν παρουσιάζουν προβλήματα όρασης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για αυτή τη τελευταία προσθήκη οι δυνατότητες υποστήριξης παραμένουν σε θεωρητικό επίπεδο, καθώς δεν κατέστη δυνατή η φυσική δοκιμή με σχετική συσκευή VR.

5.2 Λογισμικό Unity

Το Unity αποτελεί ένα από τα πιο διάσημα λογισμικά ανάπτυξης βιντεοπαιχνιδιών και τρισδιάστατου περιεχομένου στη σύγχρονη αγορά, με κύρια πλεονεκτήματά του την παροχή πρόσβασης χωρίς χρεώσεις στο κοινό (από το 2015), την εύκολη υποστήριξη από διάφορες πλατφόρμες, τους ενσωματωμένους κανόνες φυσικής, τις λειτουργίες rigid body και τη δραστήρια κοινότητα που το απαρτίζει [50], [51].

Με την αξιοποίησή του, ο χρήστης δύναται να αναπτύξει αρχιτεκτονικές απεικονίσεις και να ορίσει τρισδιάστατες κινήσεις (animations) πραγματικού χρόνου ενώ επιπλέον, υπάρχουν δυνατότητες προγραμματισμού διαφόρων διεργασιών μέσω των γλωσσών C++ και NET [68].



Σχήμα 5.1: Η δομή των διαθέσιμων λειτουργιών ενός παραθύρου του Unity editor [51].

Στον προγραμματιστικό τομέα, το Unity παρέχει διάφορα εργαλεία που βοηθούν την εύκολη ανάπτυξη των script (όπως το Visual Studio Code Editor και το MonoDevelop IDE). Αυτές οι εφαρμογές παρέχουν εργαλεία όπως οι compilers και οι debuggers που ευνοούν την αποδοτική γραφή κώδικα [69].

Η προγραμματιστική δομή του Unity βασίζεται στα αντικείμενα της εφαρμογής (ονομάζονται “Game Objects”). Υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης αυτών με αρχεία κώδικα (scripts) που εισάγονται ως επεκτάσεις της βασικής κλάσης “Mono-Behavior” που χρησιμοποιεί το λογισμικό.

Τα script αυτά συνδέονται, μέσω του μοντέλου πελάτη-διακομιστή (client-server), με Game Objects και έχουν ως κύρια λειτουργία τον έλεγχο για νέα δεδομένα στον Buffer και την ενημέρωση της παρουσίας τόσο για τον χρήστη όσο και για τον διακομιστή [68].

Στο οπτικό επίπεδο, παρέχονται δυνατότητες προσθήκης στοιχείων (assets) και υφών (textures) στο έργο καθώς και ορισμού κανόνων φυσικής (physics), φωτισμού και ηχητικών στοιχείων. Η εφαρμογή γίνεται πλήρως λειτουργική με τη προσθήκη στοιχείων διεπιφάνειας όπως κατάλογοι επιλογών και πίνακες κατάταξης. Για όλα τα παραπάνω, ο χρήστης μπορεί να αξιοποιήσει assets από το Unity Asset Store (σελίδα ηλεκτρονικού εμπορίου για τρισδιάστατα μοντέλα, ήχους, υφές, γραφικά και scripts, δημιουργημένων από τους developers του Unity) [69].

Στη δομή διεπιφάνειας όπου αναπτύσσεται ένα project, η εφαρμογή Unity χωρίζει το περιεχόμενο σε “σκηνές” (“scenes”). Σε ένα αρχείο, μπορούν να οριστούν μια ή παραπάνω τέτοιες σκηνές και να αποδοθούν σε αυτές διάφορες λειτουργίες (εκκίνηση, φόρτωση, εξερεύνηση). Για κάθε τέτοιο τμήμα, υπάρχει αντίστοιχος κώδικας, ο οποίος εκτελεί τις απαραίτητες διεργασίες για την επιτυχή εκτέλεση και εμφάνιση του περιεχομένου με την προκαθορισμένη διαδοχή.

Μία εφαρμογή στο Unity μπορεί να υλοποιηθεί ως χρονολόγιο σκηνών. Σε μία τέτοια διαμόρφωση, υπάρχει διαδοχική παρουσίαση των σκηνών με τη πάροδο του χρόνου με στόχο τη δημιουργία της ψευδαίσθησης της κίνησης.

Σε αυτό το πλαίσιο προσφέρονται πολλές δυνατότητες, καθώς, με την καταγραφή της κίνησης, μπορούν να προγραμματιστούν κινήσεις που πυροδοτούνται από ορισμένη δραστηριότητα, βίντεο που προβάλλονται ανάλογα με τη θέση και τον προσανατολισμό του χρήστη και αλληλεπίδραση με αντικείμενα του χώρου [68].

Στον τομέα της παρουσίασης, το Unity περιλαμβάνει επιλογές για εφέ ήχου, βίντεο, γραφικών και φωτισμού που μπορούν να προσομοιώσουν τον φυσικό κόσμο παρέχοντας εμπειρίες ρεαλιστικής εμβύθισης για τον χρήστη [51].

Το Unity παρέχει δυνατότητες διαμόρφωσης εφαρμογών τόσο στην εικονική όσο και στην επαυξημένη πραγματικότητα. Με χρήση τεχνικών όπως τη σύγχρονη οδομετρία και χαρτογράφηση (Concurrent odometry and mapping - COM), μπορεί να γίνεται προσδιορισμός της θέσης της συσκευής ώστε να γίνει ορθή απόδοση των τρισδιάστατων αντικειμένων σε εικονικά και επαυξημένα περιβάλλοντα. Επιπλέον, υπάρχουν δυνατότητες ερμηνείας και εφαρμογής του φυσικού φωτισμού του χώρου στα επαυξημένα μοντέλα για την ενίσχυση του ρεαλισμού της εμπειρίας [68].

Όλες αυτές οι δυνατότητες καθιστούν το Unity ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο λογισμικό με εφαρμογές του να αξιοποιούνται στον τομέα παραγωγής ταινιών, στα βιντεοπαιχνίδια και σε πάσης φύσεως εκπαιδευτικά εγχειρήματα [51].

5.3 Συσκευή Touch

Γενικά, οι απτικές συσκευές και διεπαφές, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, μπορούν να προκαλέσουν συνθετικές διεγέρσεις στην ιδιοδεκτικότητα και αίσθηση της αφής του χρήστη. Αυτή η εμπειρία, προκαλείται μέσω της αξιοποίησης των μηχανοϋποδοχών των σκελετικών αρθρώσεων και μυών του.

Η ιστορία ανάπτυξης τέτοιων συσκευών έχει ως αφετηρία το 1967, όπου ξεκίνησε η ανάπτυξη του εγχειρήματος “GROPE1”. Το συγκεκριμένο, αποτελούσε απτικό σύστημα που παρείχε απτικές & οπτικές απεικονίσεις 6 διαστάσεων. Η συσκευή αξιοποιούσε έναν μικρό μοχλό για να προσδιορίσει (μέσω ποτενσιόμετρων) τη θέση και να ασκήσει (μέσω σερβοκινητήρων) ανατροφοδότηση δύναμης ενώ παράλληλα παρέχονταν οπτικές παρουσιάσεις σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (καθιστώντας τη, τη πρώτη απτική συσκευή που αναπαριστούσε ένα εικονικό περιβάλλον).

Παρά τη σχετικά άμεση εκκίνηση της ανάπτυξης του τομέα, η συνέχεια δεν ήταν ανάλογη. Το επόμενο σημαντικό στάδιο για την εξέλιξη της τεχνολογίας των απτικών διεπαφών, εντοπίζεται αρκετά χρόνια αργότερα, στη δεκαετία του 90, όπου και δημοσιεύτηκαν αρκετά σχετικά επιστημονικά εγχειρήματα με μικρές χρονικές διαφορές μεταξύ τους (καθιστώντας δύσκολο τον προσδιορισμό των πραγματικά πρωτοπόρων εφαρμογών του είδους).

Από αυτή τη συγκυρία, προέκυψαν, και μετέπειτα βελτιώθηκαν σημαντικά, οι δύο κύριες κατηγορίες απτικών συσκευών: ο εξωσκελετός και η διαχείριση εργαλείου.

Το μοντέλο του εξωσκελετού, αποτελείται από ένα σύνολο μηχανικών εξαρτημάτων που τοποθετούνται στο σώμα του χρήστη (με πιο συνηθισμένη επιλογή τα χέρια) και παρέχουν ανατροφοδότηση 6 διαστάσεων (τρειςδιάστατη άσκηση δύναμης και τρισδιάστατη εφαρμογή τριβής). Η αξιοποίηση αυτής της μορφής είναι ευρεία στον τομέα της έρευνας με κύρια χρήση την τηλεδιαχείριση απομακρυσμένων εργασιών. Η χρήση στο εμπόριο ωστόσο είναι περιορισμένη, καθώς οι μεγάλες ποσότητες εξοπλισμού και το σημαντικό κόστος, αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για τις εταιρίες.

Ο τύπος διαχείρισης εργαλείου παρουσιάζει μια μέθοδο εφαρμογής δύναμης, η οποία αποφεύγει τη χρήση συσκευών με μορφή γαντιού (συχνή επιλογή στους εξωσκελετούς). Η εναλλακτική του προσέγγιση, έγκειται στην αξιοποίηση παρόχων ισχύος έξι διαστάσεων που καταλήγουν σε μοχλό με σχήμα που είναι παρόμοιο με αυτό των στυλό. Η επιλογή αυτού του σχήματος στηρίζεται στη μεγάλη

εξοικείωση που έχει ο μέσος άνθρωπος με τη χρήση εργαλείων όπως το μολύβι, το στυλό κλπ και ενισχύει την ευκολία του χειρισμού. Ο βραχίονας πίσω από τον τελικό μοχλό, αποτελείται από αρκετές αρθρώσεις, οι οποίες μπορούν να υποστηρίξουν το βάρος που ασκείται πάνω τους από τις προηγούμενες - ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζει σημαντικά το μέγεθος των συσκευών [70].

Χαρακτηριστικό παράδειγμα συσκευής της δεύτερης κατηγορίας, αποτελεί ο εξοπλισμός Touch της 3D Systems, που αξιοποιήθηκε στο εγχείρημα αυτής της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, αυτό το μηχανήμα, ασκεί ανατροφοδότηση δύναμης στο χέρι του χρήστη (επιτρέποντάς του να νιώσει εικονικά αντικείμενα) και παράγει ρεαλιστικές εμπειρίες αφής μέσω ενός βραχίονα που καταλήγει σε μοχλό με σχήμα στυλό.



Σχήμα 5.2: Η συσκευή Touch της 3D Systems σε χρήση [71].

Αυτή η συσκευή, διαθέτει το λογισμικό OpenHaptics, που αναπτύχθηκε ειδικά για αυτή, και επιτρέπει την γρήγορη και εύκολη ανάπτυξη απτικών διεπαφών, τροποποίηση υπαρχόντων, πειραματισμό και δημιουργία προϊόντων.

Κάποια από τα σημαντικά πλεονεκτήματα του μηχανήματος είναι: ο εργονομικός, στιβαρός, εύχρηστος και φορητός σχεδιασμός, οι 6 παρεχόμενοι βαθμοί ελευθερίας θέσης, οι 3 παρεχόμενοι βαθμοί ελευθερίας ανατροφοδότησης δύναμης, η σύνδεση μέσω USB 2.0 ή 3.0, η δυνατότητα αφαίρεσης και τροποποίησης του μοχλού-στυλό και η υποστήριξη πακέτων του Unity (που αξιοποιήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής της εργασίας) και του Unreal Engine.

Η συσκευή χαίρει ευρείας αξιοποίησης από εταιρίες, καθώς παρέχει μια οικονομική, εύκολη και φορητή λύση για υπολογιστές και είναι ιδανική για οργανισμούς που διενεργούν συγκεκριμένους τύπους απτικής έρευνας. Οι χρήσεις κυμαίνονται μεταξύ: εφαρμογών προσομοιώσεων, εκπαίδευσης, διαπίστωσης ικανοτήτων, ρομποτικού ελέγχου, εντοπισμού συγκρούσεων, σχεδιασμού μηχανικών διεπαφών, χαρτογράφησης και άλλα [71].

Technical Specifications

Device Specifications	Touch		Touch X	
	Imperial	Metric	Imperial	Metric
Force Feedback Workspace	~ 17 W x 13.7 H x 6.5 D in	> 431 W x 348 H x 165 D mm	~ 14 W x 9 H x 7.1 D in	> 355 W x 228 H x 180 D mm
Footprint (physical area the base of the device occupies on a surface)	~ 6 5/8 W x 8 D in	~ 168 W x 203 D mm	~ 6 5/8 W x 7 1/4 D in	~ 168 W x 184 D mm
Weight (device only)	3 lbs 15 oz	~1.42 kg	7 lbs 3 oz	~3.257 kg
Range of Motion	Hand movement pivoting at wrist		Hand movement pivoting at wrist	
Nominal Position Resolution	> 450 dpi	~0.055 mm	> 1100 dpi	~0.023 mm
Backdrive Friction	< 1 oz	< 0.26 N	< 0.23 oz	< 0.06 N
Maximum Exertable Force (at nominal orthogonal arms position)	.75 lbf	3.3 N	1.8 lbf	7.9 N
Continuous Exertable Force (24 hrs)	> 0.2 lbf	> .88 N	> 0.4 lbf	> 1.75 N
Stiffness	X axis > 7.3 lbs./in Y axis > 13.4 lbs./in Z axis > 5.9 lbs./in	X axis > 1.26 N/mm Y axis > 2.31 N/mm Z axis > 1.02 N/mm	X axis > 10.8 lbs./in Y axis > 13.6 lbs./in Z axis > 8.6 lbs./in	X axis > 1.86 N/mm Y axis > 2.35 N/mm Z axis > 1.48 N/mm
Inertia (apparent mass at tip)	~ 0.101 lbm	~ 45 g	~ 0.077 lbm	~ 35 g
Force Feedback	X, Y, Z		X, Y, Z	
Position Sensing	X, Y, Z (digital encoders)		X, Y, Z (digital encoders)	
Stylus gimbal	Pitch, roll, yaw ($\pm 5\%$ linearity potentiometers)		Pitch, roll, yaw (Magnetic absolute position sensor, 14-bit precision.)	
Interface	USB 2.0 / 3.0 port or USB Hub that supports USB 2.0/ 3.0. 1 KHz refresh rate		USB 2.0 / 3.0 port or USB Hub that supports USB 2.0/ 3.0. Up to 4 KHz refresh rate	
OpenHaptics® SDK, Unreal®, Unity® compatibility	Yes		Yes	

Σχήμα 5.3: Πίνακας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της συσκευής Touch της 3D Systems, όπως παρουσιάζεται στην σελίδα “3dsystems.com” [71].

5.4 Συσκευή VR Headset

Γενικά, οι σύγχρονες οθόνες εικονικής πραγματικότητας που προσαρμόζονται στο κεφάλι (HMDs - Head mounted displays) χωρίζονται σε 2 κατηγορίες: αυτές που λειτουργούν με και χωρίς καλώδιο (μέσω μπαταρίας).

Η σημαντικότερη διαφορά των δύο, είναι ότι οι μη καλωδιωμένες συσκευές, περιέχουν όλα τα υπολογιστικά συστήματα που απαιτούνται για την απόδοση του περιεχομένου στον χρήστη. Σε αυτά τα συστήματα, περιέχονται μονάδες επεξεργασίας γραφικών και αισθητήρες που καταγράφουν τις συντεταγμένες του μηχανήματος για την αντίστοιχη αναπαράσταση εικόνων στον θεατή [72].

Η ιστορία των VR HMD έχει ως αφετηρία το 1968, ημερομηνία που πιστεύεται ότι προτάθηκε για πρώτη φορά η χρήση τέτοιας συσκευής. Και σε αυτή τη περίπτωση, φαίνεται πως ακολουθείται το μοντέλο των απτικών συσκευών, καθώς, παρά την μακρά τους ιστορία, τα VR HMD άρχισαν να κερδίζουν την προσοχή του κοινού μόλις το 2014.

Σε αυτή τη χρονολογία-ορόσημο, οι τεχνολογικοί κολοσσοί της εποχής αποφάσισαν να κάνουν σημαντικές επενδύσεις προς την αξιοποίηση της τεχνολογίας. Τον Μάρτιο του 2014, η Facebook

απόκτησε την εταιρία Oculus VR, ενώ η Sony ακολούθησε με την παρουσίαση του πρωτότυπου VR HMD για τη πλατφόρμα PlayStation 4 (“Project Morpheus”) [73].



Σχήμα 5.4: Το σύστημα VR Headset “Meta Quest 3S” της εταιρίας Meta [74].

Με την πάροδο του χρόνου και με σημαντικές επενδύσεις, τα VR HMD έχουν αποκτήσει δυνατότητες αναπαράστασης περιεχομένου υψηλής ποιότητας μέσω μιας ελαφριάς, ασύρματης και χαμηλού κόστους πλατφόρμας. Αυτές οι αλλαγές δημιούργησαν περιθώρια ευρείας αξιοποίησης σε διάφορες εφαρμογές.

Οι τελευταίες εξελίξεις του κλάδου, περιλαμβάνουν την αξιοποίηση καμερών 360 μοιρών. Η τεχνολογία αυτή αξιοποιεί τις δυνατότητες κίνησης προς πάσα κατεύθυνση που παρέχει το ανθρώπινο κεφάλι για να αναπαριστούν εικονικό περιεχόμενο σε συνδυασμό με το πραγματικό περιβάλλον [75].

Κεφάλαιο 6ο: Ανάπτυξη Εφαρμογής

6.1 Δομή διαδικασίας ανάπτυξης εφαρμογής

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής του εικονικού μουσείου, αποφασίστηκε πως αρχικά θα πρέπει να διαμορφωθεί ένα πιλοτικό εγχείρημα, ώστε να διαπιστωθεί η ορθή λειτουργία όλων των στοιχείων που θα απαιτηθούν, και έπειτα η περαιτέρω εξειδίκευση με στόχο την παροχή της βέλτιστης δυνατής εμπειρίας στους χρήστες.

Στα επόμενα κεφάλαια, θα περιγραφεί αναλυτικά, τόσο το στάδιο της πιλοτικής διαμόρφωσης όσο και αυτό της απόδοσης της τελικής συνθετότητας της εφαρμογής του εικονικού μουσείου.

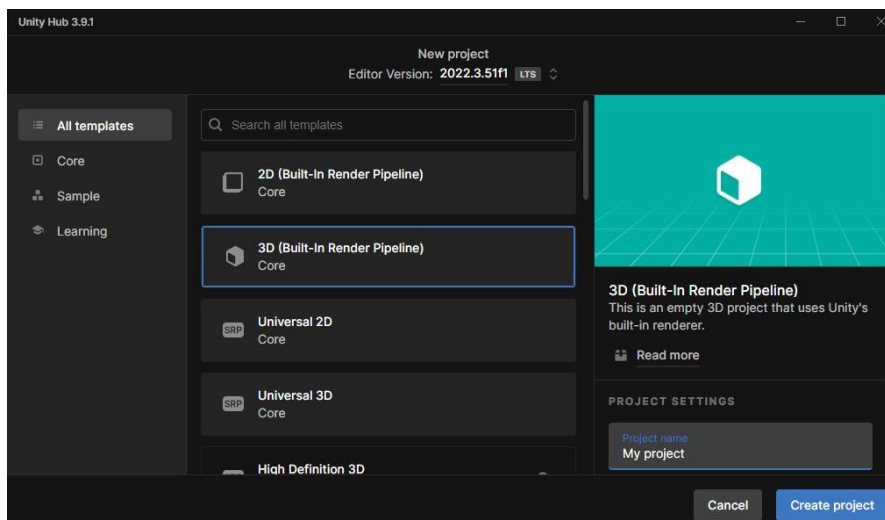
6.2 Πιλοτική διαμόρφωση εφαρμογής

Για αυτό το δοκιμαστικό-πιλοτικό στάδιο, οι κύριοι στόχοι της διαμόρφωσης ήταν ο πειραματισμός με τις δυνατότητες που παρέχονται ώστε να διαπιστωθεί ποιες είναι οι λειτουργίες που θα επιλεγθούν, μια απλοϊκή αισθητική διαμόρφωση του χώρου του εικονικού μουσείου για διενέργεια δοκιμών, και η διερεύνηση δυνατοτήτων ένταξης απτικών λειτουργιών στο εγχείρημα. Η διαδικασία της πιλοτικής ανάπτυξης της εφαρμογής θα παρουσιαστεί αναλυτικά στα παρακάτω κεφάλαια.

6.2.1 Δημιουργία του Αρχείου

Για τη δημιουργία του χώρου στον οποίο θα πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση των χρηστών με τα εικονικά αντικείμενα, χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή Unity (έκδοση: 2022.3.51f1) καθώς, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, παρέχει το κατάλληλο περιβάλλον για ανάπτυξη τρισδιάστατων χώρων, στους οποίους είναι δυνατή η πλοήγηση των χρηστών και έχει αξιοποιηθεί ευρέως στον τομέα υλοποίησης ηλεκτρονικών παιχνιδιών (video games).

Το πρώτο στάδιο της ανάπτυξης του εγχειρήματος ήταν η δημιουργία ενός νέου αρχείου στο Unity. Στο αρχικό παράθυρο της εφαρμογής, επιλέχθηκε: “Δημιουργία Νέου Project”, έπειτα “3D Project” και αφού εισήχθη η ονομασία (ο αρχικός, πρόχειρος τίτλος ήταν “My project”) ολοκληρώθηκε η κατασκευή με την επιλογή “Δημιουργία”.

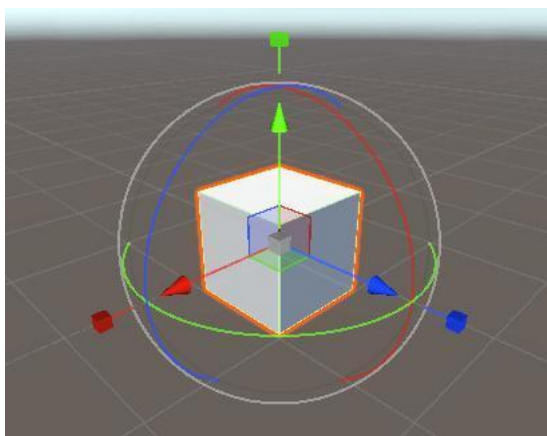


Σχήμα 6.1: Το παράθυρο δημιουργίας του αρχείου στο Unity με τις σχετικές ρυθμίσεις

6.2.2 Βασική Παραμετροποίηση

Το επόμενο βήμα ήταν η ενεργοποίηση των ρυθμίσεων “Post Processing” και “Probuilder”. Έπειτα, εγκαταστάθηκε το πακέτο “Character Controller SUPER” (δημιουργός: Aedan Graves) από την ιστοσελίδα του Unity Package Manager. Στη συνέχεια από την επιλογή “Tools”, επιλέχθηκε η υπο-επιλογή “ProBuilder Window” η οποία εισήχθη στο παράθυρο inspector με drag-drop.

Την διεκπεραίωση των παραπάνω βασικών ρυθμίσεων, ακολούθησε η δημιουργία του πρώτου σχήματος του εγχειρήματος. Προτιμήθηκε το σχήμα του κύβου, που παρέχεται στις προεπιλογές του Unity. Με τον κύβο επιλεγμένο, ενεργοποιήθηκε η επιλογή “Face Selection” (είναι εμφανής στη γραμμή εργαλείων που υπάρχει πάνω από το σχήμα) και τροποποιήθηκαν οι ρυθμίσεις χωροταξίας του αντικειμένου στους άξονες x, y και z.



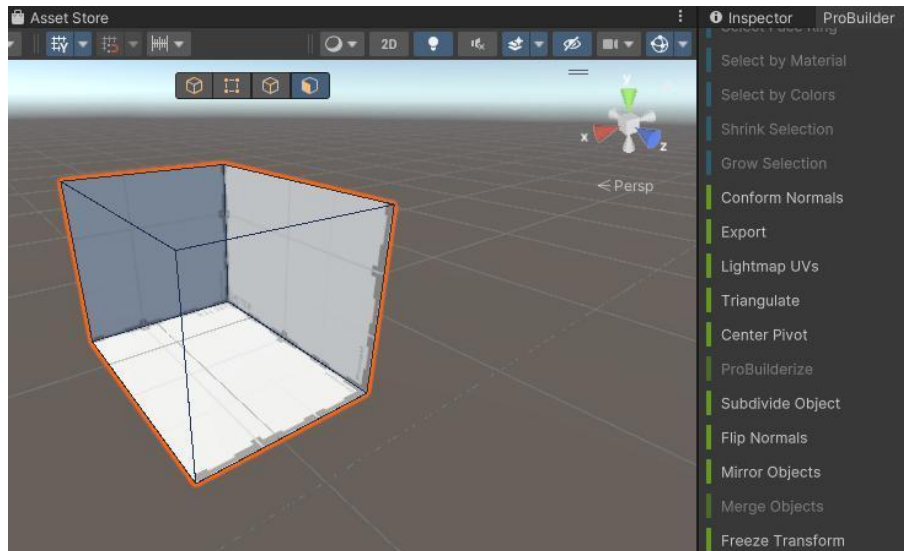
Σχήμα 6.2: Δημιουργία τρισδιάστατου σχήματος κύβου στο Unity

Πίνακας 6.1: Παράμετροι Σχήματος Κύβου

Τύπος Προσαρμογής Σχήματος	X	Y	Z
Position (Θέση του κύβου στο χώρο)	1.432668	0.01	1.47
Scale (Διαστάσεις του κύβου)	5	4	6

Παραπάνω γίνεται αναφορά στον Πίνακα 6.1, όπου περιγράφεται η ακριβής παραμετροποίηση του σχήματος. Οι τιμές του πεδίου Scale είναι ανάλογες με το μετρικό σύστημα, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ότι ο χώρος έχει διαστάσεις 5 μέτρων σε πλάτος, 6 σε μήκος και 4 σε ύψος.

Μέχρι στιγμής ωστόσο, το αντικείμενο ήταν συμπαγές. Για να δημιουργηθεί κενός χώρος εντός του ώστε να παραπέμπει σε δωμάτιο, επιλέχθηκε το σχήμα και από τα διαθέσιμα πεδία του ProBuilder (τοποθετήθηκε προηγουμένως στο παράθυρο Inspector), ενεργοποιήθηκε το Flip Normals. Η προαναφερθείσα επιλογή αφαίρεσε το εσωτερικό περιεχόμενο του τρισδιάστατου σχήματος, αφήνοντας μόνο μία περιμετρική εξωτερική επιφάνεια η οποία προσομοιώνει την ύπαρξη τοίχων, οροφής και πατώματος.



Σχήμα 6.3: Το σχήμα του κύβου με κενό περιεχόμενο μετά από την εφαρμογή της εντολής “Flip Normals” (το σχετικό πεδίο είναι ορατό στη δεξιά στήλη)

6.2.3 Προσθήκη Βασικών Αισθητικών Στοιχείων

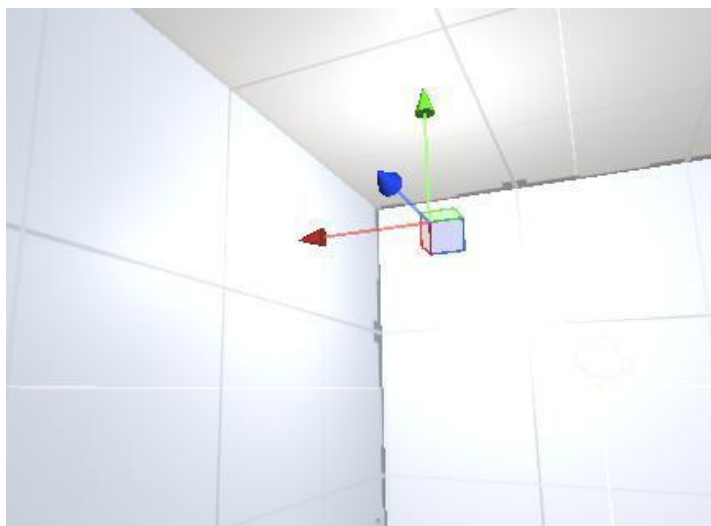
Ο χώρος είχε πλέον αποκτήσει το επιθυμητό σχήμα ωστόσο δεν παρέπεμπε ακόμα σε φυσικό δωμάτιο. Για να επιτευχθεί αυτό, θα έπρεπε να προστεθεί φωτισμός (ώστε να είναι ορατό το περιεχόμενο του εσωτερικού του σχήματος) και κάποιες υφές επιφανειών για να αντικατασταθεί το, προεπιλεγμένο από την εφαρμογή, γκρι χρώμα του σχήματος.

Η προσθήκη πηγών φωτός έγινε με δεξί κλικ στο παράθυρο Hierarchy και επιλογή των πεδίων “Light” και “Point Light”. Αυτή η διαδικασία δημιούργησε μία πηγή φωτός. Για τον επαρκή φωτισμό του χώρου, πραγματοποιήθηκε πολλαπλές φορές ώστε να δημιουργηθούν τα απαραίτητα “φωτιστικά”.

Πίνακας 6.2.: Παράμετροι Πηγών Φωτός

Τύπος Προσαρμογής Πηγής Φωτός	X	Y	Z
Rotation (Περιστροφή πηγής φωτισμού στο χώρο)	89.98	0	0
Scale (Διαστάσεις πηγής φωτισμού)	0.0013	0.0013	0.0013

Παραπάνω γίνεται αναφορά στον Πίνακα 6.2, όπου περιγράφεται η ακριβής παραμετροποίηση περιστροφής και διαστάσεων που χρησιμοποιήθηκε στις περισσότερες πηγές φωτισμού του χώρου.



Σχήμα 6.4: Εισαγωγή πηγής φωτός στο εσωτερικό του κύβου

Πίνακας 6.3.: Παράμετροι Απόχρωσης Πηγών Φωτός

Τύπος Προσαρμογής Πηγής Φωτός	R	G	B	A
Color (Απόχρωση φωτός πηγής φωτισμού)	255	255	255	255

Παραπάνω γίνεται αναφορά στον Πίνακα 6.3, όπου περιγράφεται η ακριβής παραμετροποίηση χρωμάτων που παράγει την τελική απόχρωση φωτός που εκπέμπουν οι περισσότερες πηγές φωτισμού του χώρου. Οι συγκεκριμένες τιμές παράγουν το λευκό χρώμα.

Πίνακας 6.4.: Παράμετροι Έντασης & Εμβέλειας Πηγών Φωτός

Intensity (Ένταση φωτός πηγής φωτισμού)	10
Indirect Multiplier	1
Range (Εμβέλεια φωτός πηγής φωτισμού)	10

Παραπάνω γίνεται αναφορά στον Πίνακα 6.4, όπου περιγράφονται οι τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων που εφαρμόστηκαν στις περισσότερες πηγές φωτισμού του χώρου.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, σε αυτό το στάδιο δεν υπάρχει ακόμα κάποιο χρώμα ή υφή στα τοιχώματα του σχήματος (εμφανίζεται το προεπιλεγμένο γκρι χρώμα). Για να προστεθεί η απαιτούμενη αισθητική αναβάθμιση, επιλέχθηκαν οι υφές (textures) “Old Wood Floor” από τον δημιουργό: Guillaume Monsergent και “Red Plaster Weathered” από τον δημιουργό: Amal Kumar από την ιστοσελίδα polyhaven.com.

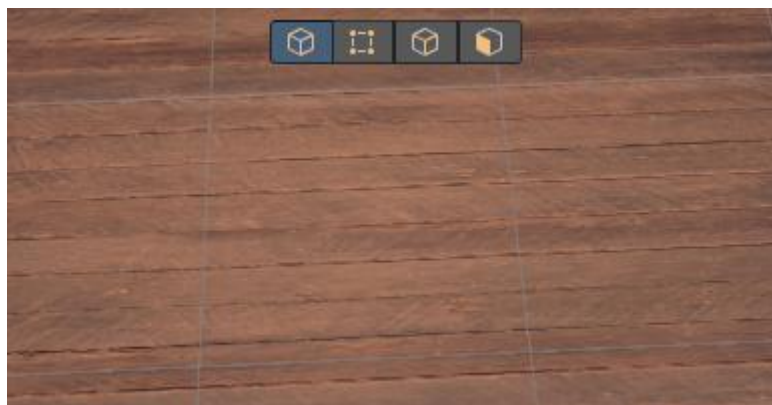
Για τους τοίχους του δωματίου, δημιουργήθηκε ο φάκελος “WALLS”. Εντός του, μέσω δεξιού κλικ επιλέχθηκαν τα: “Create” και έπειτα “Material”. Το νέο Material ονομάστηκε “WALLS” και μέσω του χαρακτηριστικού εικονιδίου από το παράθυρο του Inspector, ορίστηκε ως κλειδωμένο. Η

παραμετροποίηση του συγκεκριμένου υλικού πραγματοποιήθηκε με τη συμπλήρωση των πεδίων Occlusion, Albedo, Normal Map και Detail Albedo με τα αντίστοιχα αρχεία που περιείχε το texture που εγκαταστήθηκε. Ακολούθησαν τροποποιήσεις στην ένταση του κάθε πεδίου ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα.



Σχήμα 6.5: Η υφή “Red Plaster Weathered” που χρησιμοποιήθηκε για τους τοίχους του δωματίου

Την επιτυχή ρύθμιση του υλικού, ακολούθησε η τοποθέτησή του σε ορισμένες επιφάνειες του σχήματος. Αυτό έγινε, μέσω της ενεργοποίησης του “Face Selection” (στη διαθέσιμη γραμμή εργαλείων πάνω από το σχήμα), της επιλογής των επιθυμητών πλευρών και του drag-drop του υλικού σε αυτές. Ομοίως, παρόμοια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τον “χρωματισμό” της οροφής και του πατώματος.



Σχήμα 6.6: Η υφή “Old Wood Floor” που χρησιμοποιήθηκε για το πάτωμα και την οροφή του δωματίου

Μετά την περάτωση των παραπάνω, όλες οι επιφάνειες του δωματίου είχαν απολέσει την προεπιλεγμένη ουδέτερη απόχρωση και πλέον διέθεταν ρεαλιστικές υφές που παρέπεμπαν σε φυσικό χώρο, σημαίνοντας έτσι την ολοκλήρωση της εφαρμογής των βασικών αισθητικών στοιχείων.

6.2.4 Προσθήκη Δυνατότητας Κίνησης στο Χώρο

Την ολοκλήρωση των βασικών δομικών ρυθμίσεων του χώρου, ακολούθησε η πρόβλεψη για πλοήγηση του χρήστη εντός του σε συνθήκες “Game”. Αυτή, πραγματοποιήθηκε μέσω της εισαγωγής του first person controller (προσομοίωση φυσικής κίνησης του χρήστη στο τρισδιάστατο χώρο) που εγκαταστάθηκε προηγουμένως (η διαδικασία περιγράφεται στο κεφάλαιο 6.3). Πιο συγκεκριμένα, προστέθηκε στο Hierarchy το “Character Controller SUPER All-in-one-Package”, απο-επιλέχθηκε η ρύθμιση “lock” στο υλικό “FLOORS”, τοποθετήθηκε η κάμερα του Controller και διαγράφηκε η προεπιλεγμένη κάμερα που είχε τοποθετηθεί στο project από το Unity.

Μετά τις παραπάνω τροποποιήσεις, ο χρήστης είχε τη δυνατότητα πλοήγησης στον χώρο όταν επέλεγε το “Play” μέσω μιας first person οπτικής που προσομοιάζει τη φυσική κίνηση ενός ανθρώπου σε ένα δωμάτιο. Η μετακίνηση πραγματοποιούνταν με τα πλήκτρα W, A, D, S και υπήρχαν δυνατότητες κίνησης ευθεία μπροστά, αριστερά, δεξιά και πίσω αντίστοιχα.

6.2.5 Εισαγωγή Δευτερευόντων Αισθητικών Στοιχείων

Στο πλαίσιο των προσπαθειών απόδοσης περεταίρω συνθετότητας στον χώρο, το επόμενο στάδιο της ανάπτυξης του εγχειρήματος επικεντρώθηκε στη προσθήκη ορισμένων δευτερευόντων στοιχείων με κύριο στόχο την αισθητική αλλά και λειτουργική αναβάθμισή του.

Πιο συγκεκριμένα, τοποθετήθηκαν περιμετρικά του εσωτερικού χώρου τρισδιάστατα μοντέλα κίωνων από το πακέτο “Greek Columns”, του δημιουργού Filippo Palliotto από την ιστοσελίδα του Unity Asset Store. Αυτά τα αρχιτεκτονικά στοιχεία ενώθηκαν κατά το ήμισυ με τα τοιχώματα του δωματίου, ώστε να είναι μόνο η μία τους πλευρά ορατή στο χρήστη. Για την ολοκλήρωση της εμφάνισής τους, χρησιμοποιήθηκε ένα texture από τις προεπιλογές του Unity που παραπέμπει σε μαύρο γρανίτη.



Σχήμα346.7: Το τρισδιάστατο μοντέλο κίονα από το πακέτο “Greek Columns” στη τελική του μορφή, ενταγμένο στον χώρο

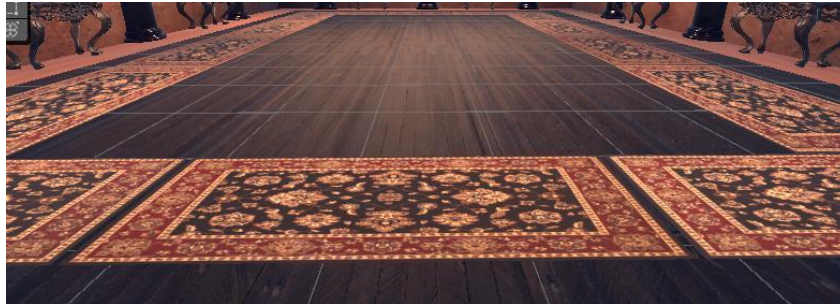
Στη συνέχεια, επιλέχθηκε το μοντέλο “Classic Console 01” του δημιουργού Kirill Sannikov από την ιστοσελίδα Polyhaven.com, το οποίο εντάχθηκε στον χώρο με τις προεπιλογές που είχε ρυθμισμένες για τις υφές. Προστέθηκε 8 φορές περιμετρικά των τοιχωμάτων. Σε κάθε ένα από αυτά τα αντίγραφα, η μία πλευρά εφάπτεται στον εκάστοτε τοίχο. Η τοποθέτηση αυτών των μοντέλων είχε ως στόχο την ανάρτηση των εκθεμάτων στις κορυφές τους.



Σχήμα 6.8: Το τρισδιάστατο μοντέλο “Classic Console 01” στη τελική του μορφή, ενταγμένο στον χώρο

Έπειτα, κατασκευάστηκε, μέσω της τροποποίησης ενός κύβου, ένα δισδιάστατο (μείωση του ύψους σε αμελητέα μικρό μέγεθος) παραλληλόγραμμα, από το οποίο δημιουργήθηκαν τα απαραίτητα αντίγραφα για να υλοποιηθεί μια περιμετρική διαδρομή γύρω από τα έπιπλα. Ο διάδρομος αυτός τοποθετήθηκε

ακριβώς πάνω από το πάτωμα του χώρου και ολοκληρώθηκε αισθητικά με την τοποθέτηση μιας εικόνας χαλιού ως texture.



Σχήμα 6.9: Ο περιμετρικός διάδρομος που δημιουργήθηκε

Τέλος, η συμπλήρωση των δευτερευόντων αισθητικών στοιχείων, ολοκληρώθηκε με τη προσθήκη 5 μοντέλων πολυελαίων (“Chandelier 01” του δημιουργού Kirill Sannikov από την ιστοσελίδα Polyhaven.com) στις θέσεις όπου είχε χωροθετηθεί ο φωτισμός του δωματίου προηγουμένως.



Σχήμα 6.10: Η διαμόρφωση της οροφής του δωματίου μετά την προσθήκη των 5 μοντέλων πολυελαίων.

6.2.6 Εισαγωγή Εκθεμάτων

Η εισαγωγή του επίπλου “Classic Console 01” που θα επιτελέσει τον ρόλο της προθήκης για τα εκθέματα, όρισε το πλήθος των αντικειμένων που θα έπρεπε να προστεθούν στο εικονικό μουσείο.

Για τη συγκεκριμένη εργασία, αποφασίστηκε να ακολουθηθεί ένας χαρακτήρας εφάμιλλος με αρχαιολογικό μουσείο, οπότε όλα τα εκθέματα που επιλέχθηκαν, παραπέμπουν σε ευρήματα διάφορων κατασκευών και έργων τέχνης παλαιότερων του σύγχρονου πολιτισμών. Επιλέχθηκαν 8 αντικείμενα ως τμήματα αυτής της έκθεσης με κύρια πηγή το Unity Asset Store. Τα αντικείμενα απαριθμούνται αναλυτικά παρακάτω:

- “Dragon Statue” (Viacheslav Titenko, Unity Asset Store),
- “Egypt Pharaoh Bust” (AK STUDIO ART, Unity Asset Store),

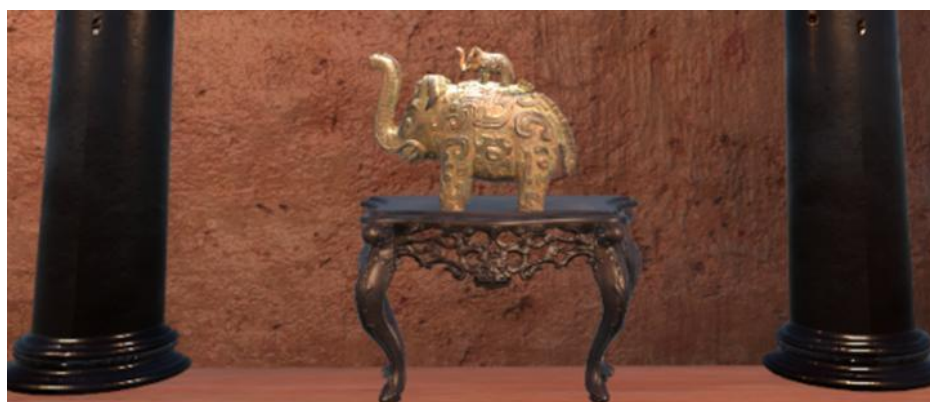
- “Horse Statue 01” (Rico Cilliers, Poly Haven),
- “Kings cup” (EmelyaRules, 3D Export),
- “Lidded ritual ewer” (Freer Gallery of Art Collection, Smithsonian 3D Digitization),
- “Lion Statue” (organicpolygons, Unity Asset Store),
- “Marble Bust 01” (Rico Cilliers, Poly Haven),
- “Vase” (StanislavRadic, 3D Export).



Σχήμα 6.11: Έκθεμα του εικονικού μουσείου (“Horse Statue 01” του δημιουργού Rico Cilliers από την ιστοσελίδα Poly Haven).



Σχήμα 6.12: Έκθεμα του εικονικού μουσείου (“Egypt Pharaoh Bust” του δημιουργού AK STUDIO ART από την ιστοσελίδα Unity Asset Store).

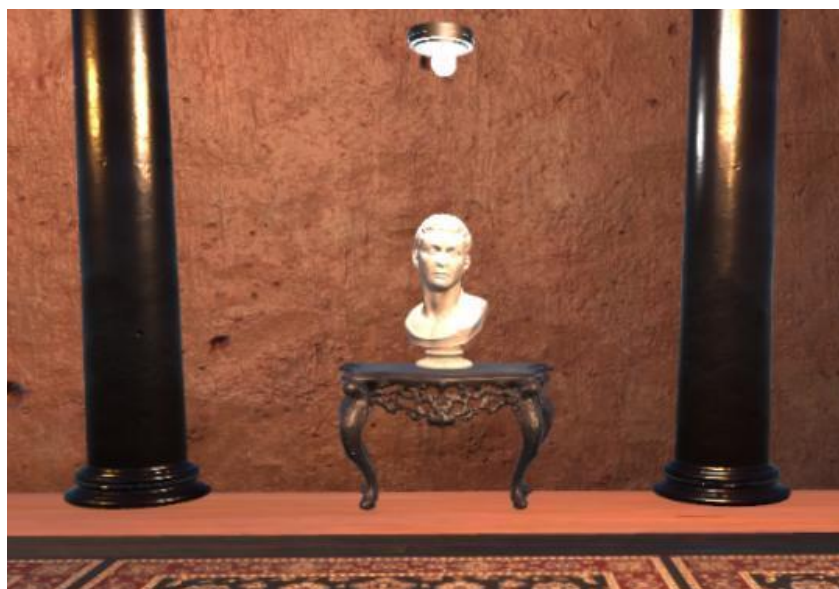


Σχήμα 6.13: Έκθεμα του εικονικού μουσείου (“Lidded ritual ewer” της συλλογής Freer Gallery of Art του Smithsonian 3D Digitization).

Την προσθήκη των εκθεμάτων ακολούθησε η τοποθέτηση επιμέρους φωτισμού πάνω από κάθε αντικείμενο για την καλύτερη ανάδειξή του. Επιλέχθηκε το μοντέλο “Sconce Gaili black 08450W,19” του δημιουργού KinkLight από την ιστοσελίδα 3dskey.org. Αυτό το αντικείμενο προστέθηκε στον χώρο 8 φορές (μία για κάθε έκθεμα) σε μικρή απόσταση πάνω από τα έργα και με τη μία του πλευρά να εφάπτεται των τοιχωμάτων σε κάθε περίπτωση. Η παραμετροποίηση της πηγής φωτός παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.5.: Παράμετροι Έντασης & Εμβέλειας Πηγών Φωτός Επιμέρους Φωτιστικών

Intensity (Ένταση φωτός πηγής φωτισμού)	22
Indirect Multiplier	1
Range (Εμβέλεια φωτός πηγής φωτισμού)	2



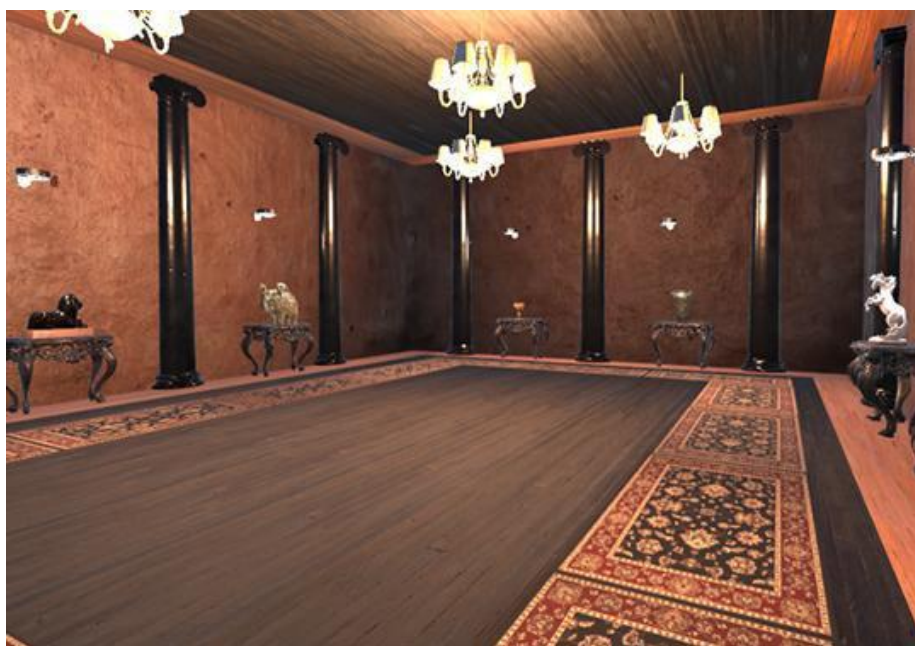
Σχήμα 6.14: Έκθεμα του εικονικού μουσείου με τον επιμέρους φωτισμό που τοποθετήθηκε.

Το παραπάνω, ήταν το καταληκτικό βήμα της αισθητικής διαμόρφωσης του χώρου της έκθεσης του εικονικού μουσείου για αυτό το πιλοτικό-πρωτότυπο στάδιο. Με την μορφή και τη λειτουργία κίνησης να έχουν διευθετηθεί, το επόμενο βήμα επικεντρώθηκε στην ένταξη δυνατοτήτων υποστήριξης

εξωτερικών συσκευών από την εφαρμογή. Σε αυτό το στάδιο, υπήρξε σημαντική εστίαση στη συσκευή Touch της 3D Systems, η οποία θα επιτρέψει απτικές αλληλεπιδράσεις των χρηστών με τον χώρο.



Σχήμα 6.15: Η τελική αισθητική διαμόρφωση ενός από τους τέσσερις τοίχους του χώρου της έκθεσης του εικονικού μουσείου.



Σχήμα 6.16: Η τελική αισθητική διαμόρφωση του χώρου της έκθεσης του εικονικού μουσείου.

6.2.7 Εισαγωγή Υποστήριξης Εξωτερικών Μονάδων

Ο στόχος του εγχειρήματος αυτής της εργασίας, είναι η παροχή μιας επιμορφωτικής, διασκεδαστικής και συμπεριληπτικής εμπειρίας σε αυτούς που θα το χρησιμοποιούν, με ιδιαίτερη έμφαση στα άτομα με προβλήματα όρασης. Σε αυτό το πλαίσιο, επιλέχθηκε η εισαγωγή δυνατοτήτων υποστήριξης συσκευών που θα εμπλουτίσουν την εμπειρία όλων των χρηστών.

Για τους “επισκέπτες” του μουσείου με προβλήματα όρασης, επιλέχθηκε η ένταξη της απτικής συσκευής Touch της 3D Systems, η οποία θα τους επιτρέψει να αντιληφθούν τη γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά των εκθεμάτων μέσω της αίσθησης της αφής.

Για τους υπόλοιπους, επιλέχθηκε η ένταξη δυνατοτήτων υποστήριξης συσκευής VR, ώστε να μπορούν να δουν την έκθεση από μια προοπτική που θα προσομοιώνει τη φυσική παρουσία στον χώρο και θα ενισχύσει σημαντικά τον ρεαλισμό.

Αυτές οι προσθήκες, για τον τρόπο εισαγωγής των οποίων θα γίνει αναλυτική αναφορά παρακάτω, εκτιμάται πως ενισχύουν την καθολική στόχευση της εφαρμογής, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλα τα μέλη της κοινωνίας χωρίς διαχωρισμούς.

6.2.7.1 Συσκευή Touch της 3D Systems

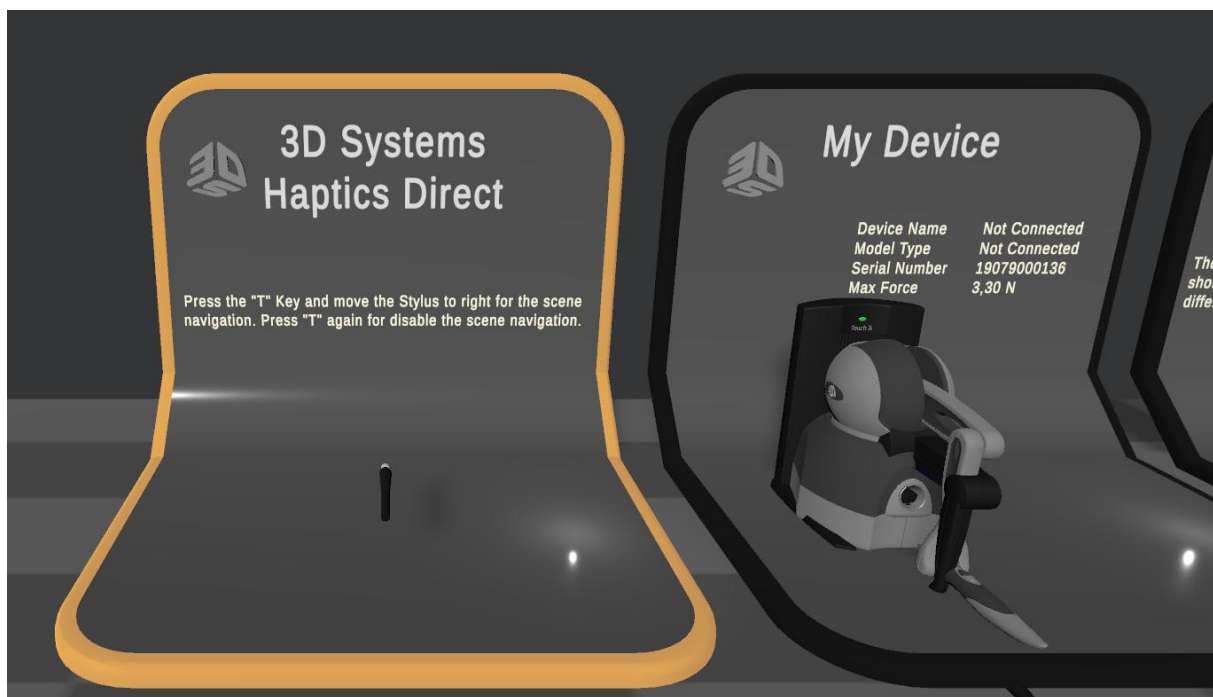
Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναλυτική αναφορά στη διαδικασία που ακολουθήθηκε ώστε να υποστηρίζεται η συσκευή Touch της 3D Systems από την εφαρμογή. Αυτή η μεθοδολογία χωρίζεται σε 2 κύρια στάδια: την επίτευξη αναγνώρισης και εσωτερικής λειτουργίας του μηχανήματος από το Unity, και την εισαγωγή δυνατοτήτων απτικής αλληλεπίδρασης στα εκθέματα του εικονικού μουσείου.

6.2.7.1.1 Εγκατάσταση δυνατοτήτων υποστήριξης συσκευής

Για την προσθήκη δυνατοτήτων υποστήριξης της συσκευής Touch από την εφαρμογή, το πρώτο στάδιο ήταν η επίτευξη της επιτυχούς αναγνώρισης του μηχανήματος από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο διαμορφώνονταν το εικονικό μουσείο.

Η εύρεση των κατάλληλων οδηγών συσκευής (drivers) έγινε από την ιστοσελίδα της κατασκευάστριας εταιρείας 3D Systems (support.3dsystems.com). Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε και εγκαταστάθηκε η έκδοση: “OpenHaptics/v3.5/Touch Device Driver v2023.10.11”.

Ακολούθησε η σύνδεση της συσκευής με τον Η/Υ και η εκκίνηση του Touch Smart Setup, το οποίο ανίχνευσε το μηχάνημα και επέτρεψε την πραγματοποίηση δοκιμών ώστε να διαπιστωθεί η εύρυθμη λειτουργία του. Οι έλεγχοι συνεχίστηκαν με την εκτέλεση του Haptic Demos, στο οποίο παρουσιάζονται όλες οι δυνατότητες της συσκευής στο περιβάλλον του Unity (friction, stiffness κλπ).

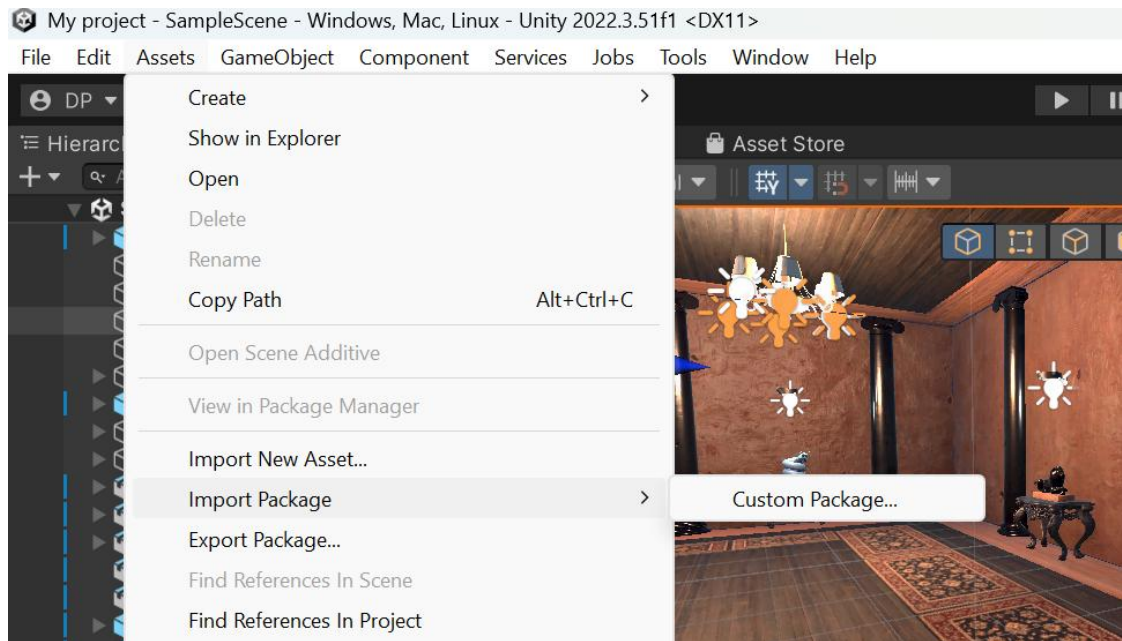


Σχήμα 6.17: Η αρχική οθόνη εκκίνησης του Haptic Demos.

Για την εισαγωγή δυνατοτήτων υποστήριξης της συσκευής από την αναπτυσσόμενη εφαρμογή, εγκαταστάθηκε το “Haptics Direct for Unity V1” της 3D Systems από το Unity Asset Store.

Έπειτα, εκκινήθηκε η εφαρμογή του εικονικού μουσείου στο Unity και από το “Project Settings” επιλέχθηκε το “Player” και “Other Settings”. Εκεί, το πεδίο “Api Compatibility Level” τροποποιήθηκε από τη ρύθμιση “.NET Standard 2.0” σε “.NET 4.x” ώστε να συμπεριληφθούν πακέτα που υποστηρίζουν τη συσκευή. Επιπλέον, ενεργοποιήθηκαν τα “Physics” και “Adaptive Force” (για την διαχείριση των αλληλεπιδράσεων - “συγκρούσεων” μεταξύ των αντικειμένων) από τις επιλογές των ρυθμίσεων. Το “Default Contact Offset” (η απόσταση που χρησιμοποιεί το σύστημα ανίχνευσης συγκρούσεων για να παράξει συγκρουσιακές επαφές) ορίστηκε στο 0.001.

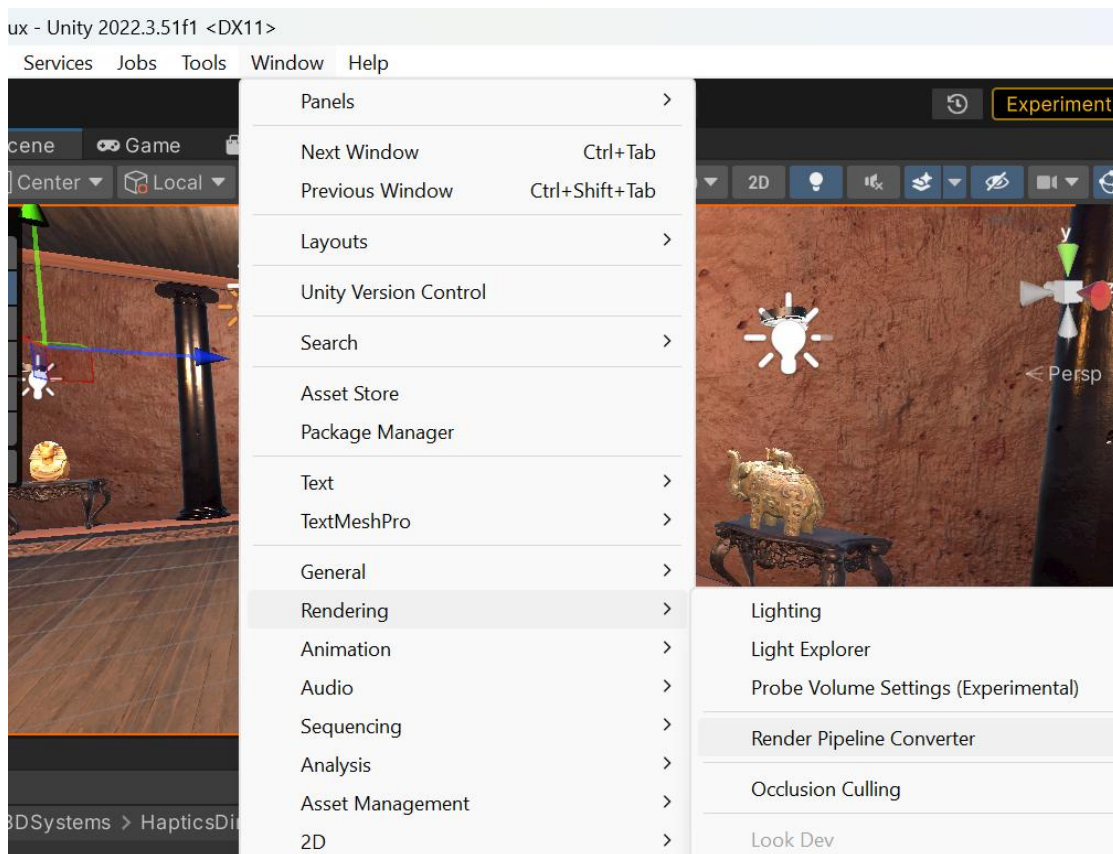
Για την εισαγωγή του προηγουμένως εγκαταστημένου πακέτου, από τη γραμμή επιλογών του Unity επιλέχθηκε το “Assets”, “Import Package” και “Custom Package” και εισήχθη το “HapticsDirectForUnityV1”.



Σχήμα 6.18: Οι επιλογές για την εισαγωγή του πακέτου “HapticsDirectForUnityV1”.

Στην συνέχεια επιλέχθηκε το “Open” με όλα τα στοιχεία του πακέτου επιλεγμένα για εισαγωγή και πατήθηκε το “Import”. Η σκηνή που υπάρχει στο Haptic Demos, περιέχεται και σε αυτό το πακέτο για τη πιστοποίηση της ορθής λειτουργίας της συσκευής εντός της εφαρμογής.

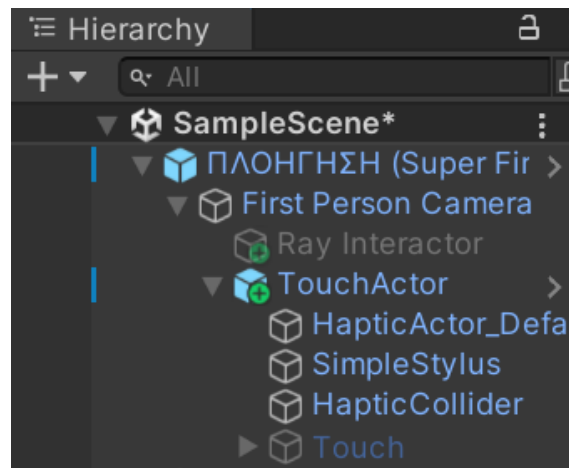
Στην εισαγωγή της σκηνής του Haptic Demos εδώ, παρουσιάστηκε ένα πρόβλημα με τα Shaders των μοντέλων (εμφανιζόταν με ροζ χρώμα και δεν γινόταν αντιληπτά από την απτική συσκευή). Αυτή η επιπλοκή διορθώθηκε με την επιλογή του “Window” από τη γραμμή επιλογών του Unity και “Rendering”, “Render Pipeline Converter”, “Built-in to URP”, “Select all”, και “Intizialize and convert”.



Σχήμα 6.19: Οι επιλογές για την επίλυση του προβλήματος με τα shaders.

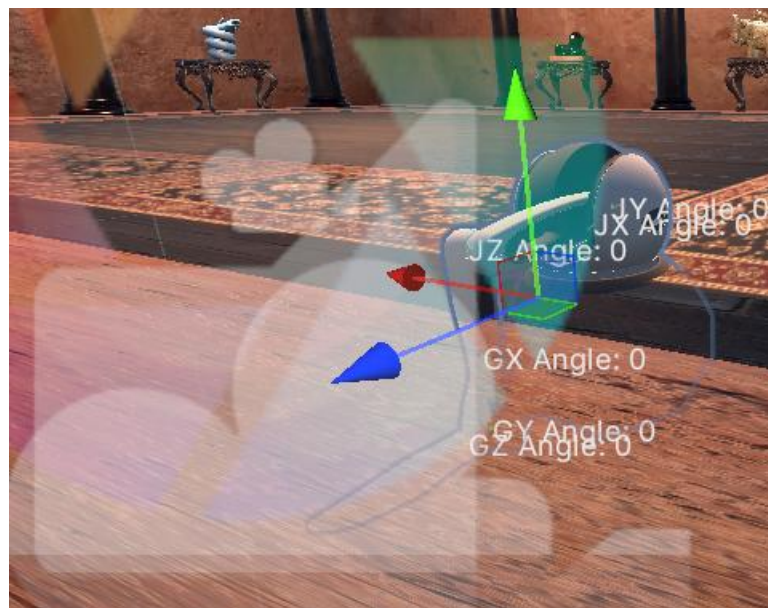
Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω βημάτων, η εφαρμογή πλέον αναγνώριζε και υποστήριζε ορθά την απτική συσκευή (χωρίς ωστόσο ακόμα να μπορεί να αλληλεπιδράσει με τα αντικείμενα). Εντός του χώρου της εικονικής έκθεσης ήταν ορατό το τρισδιάστατο ομοίωμα του μηχανήματος σε στατική θέση.

Η στόχευση όμως ήταν το μοντέλο της συσκευής να “κινείται” μαζί με τον χρήστη στον χώρο ώστε να υπάρχει η δυνατότητα χρήσης της σε κάθε σημείο της έκθεσης. Για να επιτευχθεί αυτό, έγινε drag and drop του ομοιώματος του μηχανήματος, εντός του φακέλου “ΠΛΟΗΓΗΣΗ” και έπειτα στο “First Person Camera” στο Hierarchy. Αυτή η αλλαγή, έκανε τη συσκευή μέρος του κινούμενου χρήστη και άρα μεταφερόμενη ανάλογα με τα κουμπιά κίνησης που επιλέγει κάθε φορά ο θεατής.



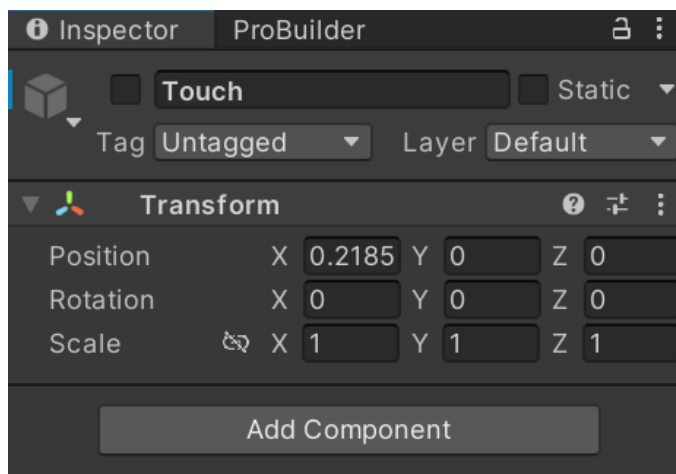
Σχήμα 6.20: Τοποθέτηση του “TouchActor” εντός του “ΠΛΟΗΓΗΣΗ”.

Το μοντέλο της συσκευής ουσιαστικά πλέον κινούταν μαζί με τον χρήστη σαν να το κρατούσε στα “χέρια του”. Σε αυτό το στάδιο παρουσιάστηκε το πρόβλημα της κατάληψης μεγάλου μέρους του οπτικού πεδίου του θεατή από το μοντέλο της συσκευής και αποφασίστηκε το μοντέλο να οριστεί ως μη ορατό, με εξαίρεση το “στυλό” (το άκρο του βραχίονα της συσκευής που μετακινεί ο χρήστης) για λόγους καλύτερης λειτουργικότητας.



Σχήμα 6.21: Το μοντέλο της συσκευής Touch & η κάμερα του χρήστη.

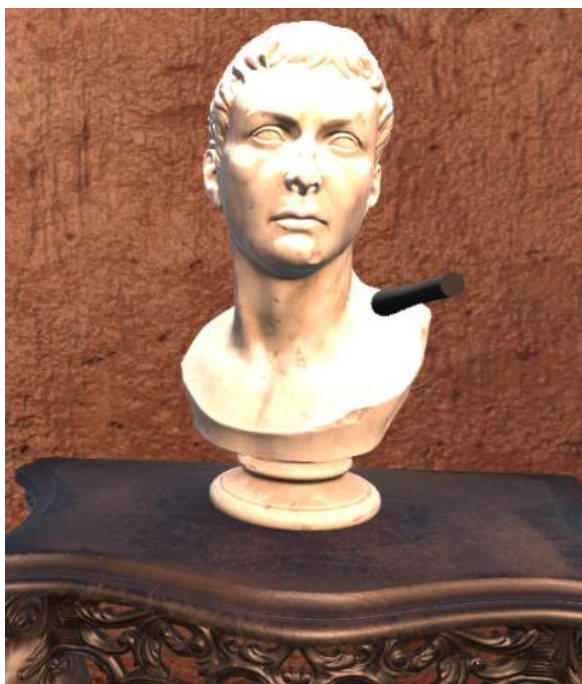
Η αλλαγή αυτή έγινε μέσω της απο-επιλογής της συσκευής Touch (με εξαίρεση του υπο-μοντέλου του “στυλό”) από το παράθυρο του Inspector.



Σχήμα 6.22: Κατάργηση ορατότητας του μοντέλου της συσκευής Touch.

Αυτές οι τροποποιήσεις επέτρεψαν στον χρήστη να κινείται ελεύθερα στον χώρο με την δυνατότητα αξιοποίησης της συσκευής να παραμένει διαθέσιμη σε όλη τη διάρκεια της εμπειρίας. Το μόνο τμήμα της συσκευής που είναι πλέον ορατό είναι το “στυλό”, ώστε ο θεατής να καταλαβαίνει καλύτερα τη θέση του στον εικονικό χώρο.

Ο σχεδιασμός λειτουργίας της εφαρμογής, προβλέπει την ελεύθερη κίνηση του χρήστη στον χώρο (με κατευθύνσεις “εμπρός”, “πίσω”, “δεξιά” και “αριστερά”) μέσω των πλήκτρων του υπολογιστή, την τροποποίηση του οπτικού πεδίου μέσω του κέρσορα (360 μοίρες οριζόντια, κάθετα και διαγώνια) και την αξιοποίηση της συσκευής Touch για απτική αλληλεπίδραση με τα εκθέματα όταν θα έχει φτάσει στην κατάλληλη απόσταση από αυτά. Η κίνηση του “στυλό” της συσκευής είναι σύγχρονη με την εικονική της αναπαράσταση στην εφαρμογή ώστε ο χρήστης να αντιλαμβάνεται πλήρως τις ενέργειές του στη περιοχή.



Σχήμα 6.23: Το “στυλό” της συσκευής Touch πάνω σε έκθεμα του εικονικού μουσείου.

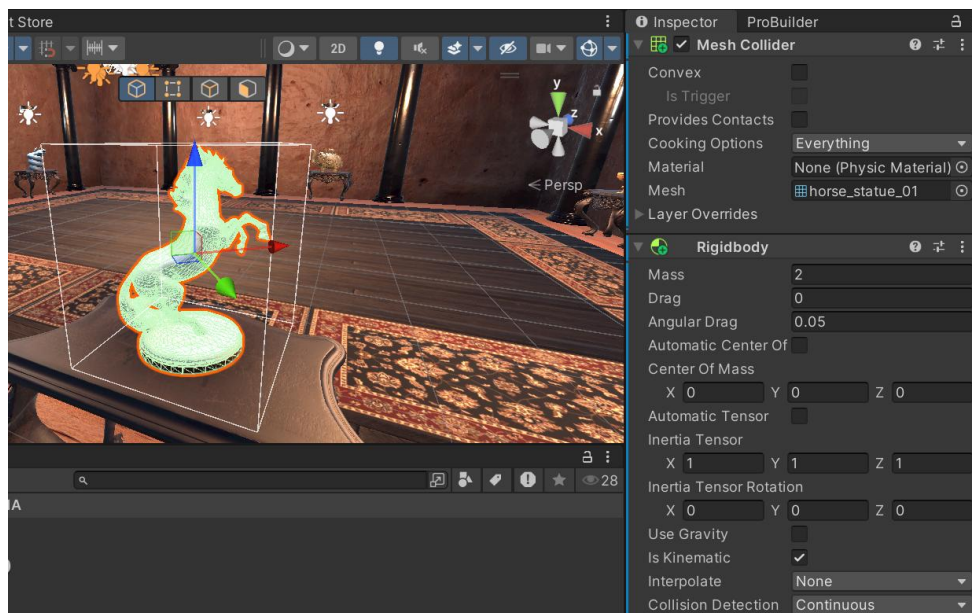
6.2.7.1.2 Τροποποίηση εκθεμάτων ώστε να αλληλεπιδρούν με τη συσκευή

Η συσκευή πλέον είχε ενταχθεί επιτυχώς στην εφαρμογή και ο χρήστης μπορούσε να τη χρησιμοποιήσει, ωστόσο δεν υπήρχε ακόμα δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα. Για να γίνουν αντιληπτά τα εκθέματα από το μηχανήμα συνεπώς, ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία για κάθε αντικείμενο ξεχωριστά.

Με το έκθεμα επιλεγμένο, έγινε εισαγωγή των επιλογών “Mesh Collider”, και “Rigid Body” στο παράθυρο Inspector του αντικειμένου. Για το “Mesh Collider”, στο πεδίο “Cooking Options” επιλέχθηκε το “Everything”, στο “Material” το “None (Physic Material)” και στο “Mesh” εισήχθη το αντίστοιχο mesh που παρέχεται σε κάθε μοντέλο. Η παραμετροποίηση των μεταβλητών της επιλογής “Rigid Body”, παρουσιάζεται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.6.: Τιμές παραμέτρων επιλογής “Rigid Body”.

Mass	2
Drag	0
Angular Drag	0.05



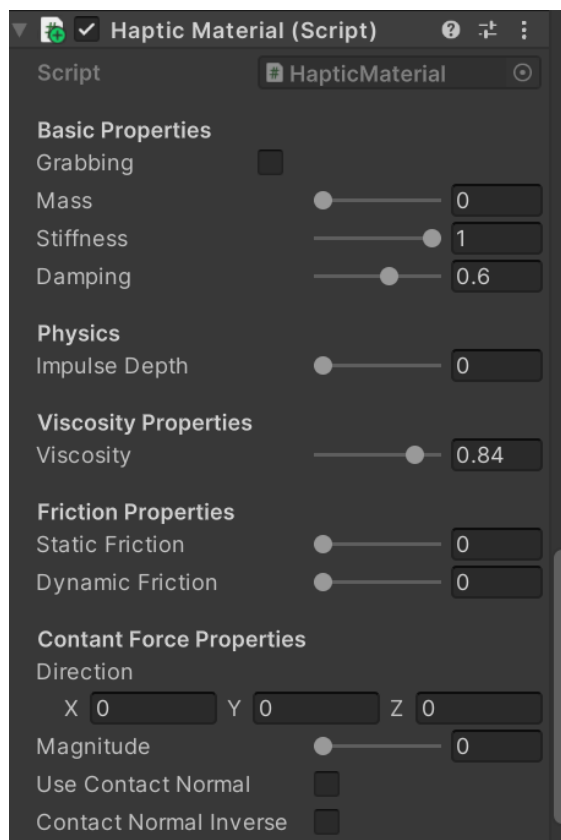
Σχήμα 6.24: Η παραμετροποίηση σε “Mesh Collider” και “Rigid Body” για το μοντέλο “Horse Statue 01” του εικονικού μουσείου.

Τέλος, εισήχθηκε και το Haptic Material (Script), το οποίο περιέχονταν στο πακέτο της συσκευής Touch (η διαδικασία εγκατάστασης του οποίου παρουσιάζεται στο προηγούμενο κεφάλαιο) και ήταν υπεύθυνο

για τη παραμετροποίηση των ιδιοτήτων αφής του κάθε αντικειμένου (σκληρότητα, τριβή κλπ). Η παραμετροποίηση αυτού του αρχείου κώδικα, παρουσιάζεται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 6.7.: Τιμές παραμέτρων κώδικα “Haptic Material (Script)”.

Mass	0
Stiffness	1
Damping	0.6
Impulse Depth	0
Viscosity	0
Static Friction	0
Dynamic Friction	0
Magnitude	0



Σχήμα 6.25: Η παραμετροποίηση στο “Haptic Material (Script)” για το μοντέλο “Horse Statue 01” του εικονικού μουσείου.

Η διαδικασία επιλογής των καταλληλότερων τιμών για κάθε μεταβλητή σε αυτό το αρχείο κώδικα έγινε μέσω εμπειρικών δοκιμών με τη χρήση της συσκευής και βασίζεται στα υποκειμενικά κριτήρια βέλτιστης αίσθησης του ερευνητή.

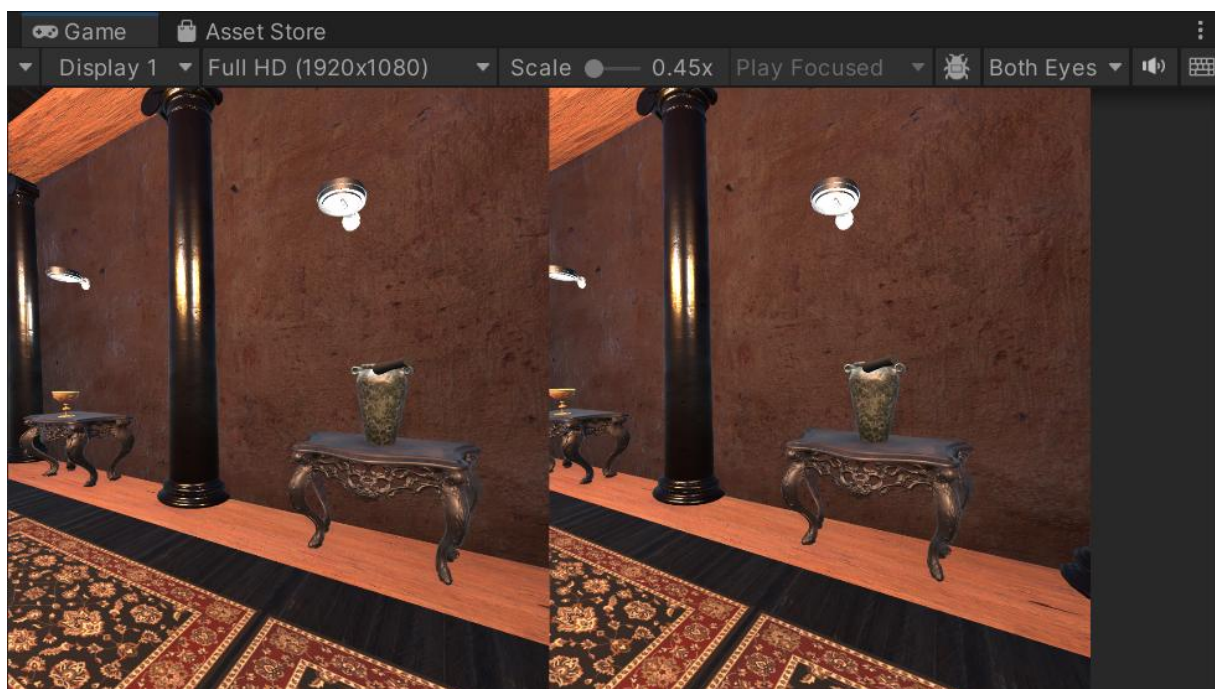
6.2.7.2 Συσκευή VR Headset

Για την προσθήκη δυνατοτήτων υποστήριξης συσκευής VR Headset από την εφαρμογή, το πρώτο στάδιο ήταν η εγκατάσταση σχετικών οδηγιών αναγνώρισης στο Unity. Αυτό, έγινε μέσω των επιλογών “Window”, “Package Manager”, αναζήτησης του “XR Interaction Toolkit” και εγκατάστασής του.

Εν συνεχεία, από την επιλογή “Edit” και μετά “Project Settings” αναζητήθηκε και εγκαταστάθηκε το “XR Plugin Management” με τα πεδία “Oculus” (συσκευή VR Headset) και “Unity Mock HMD” (για δοκιμές εφαρμογής χωρίς να είναι κάποια συσκευή εικονικής πραγματικότητας συνδεδεμένη στον Η/Υ) επιλεγμένα.

Τέλος, για την υποστήριξη δυνατοτήτων απόδοσης εικονικής πραγματικότητας από το εγχείρημα, από την επιλογή “Project Settings” και έπειτα “Player”, ενεργοποιήθηκε η δυνατότητα “Virtual Reality Supported”.

Αυτές οι αλλαγές έδωσαν δυνατότητα υποστήριξης συσκευών VR από την εφαρμογή του εικονικού μουσείου. Με τη χρήση του, ο θεατής θα είχε τη δυνατότητα μετακίνησης του οπτικού του πεδίου προς οποιαδήποτε κατεύθυνση επιθυμούσε (όπως προηγουμένως γινόταν με τον κέρσορα) ανάλογα με τις κινήσεις του κεφαλιού του. Πλέον, κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, παρουσιάζονταν 2 οπτικά πεδία (όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα) του χώρου (ένα για κάθε μάτι του χρήστη). Αν η εφαρμογή εκτελεστεί χωρίς κάποια συσκευή VR σε σύνδεση, η αλλαγή της ρύθμισης του οπτικού πεδίου από “Both eyes” σε “Left eye” ή “Right eye”, επαναφέρει την θέαση στο προηγούμενο επίπεδο (μια οπτική γωνία του χώρου).

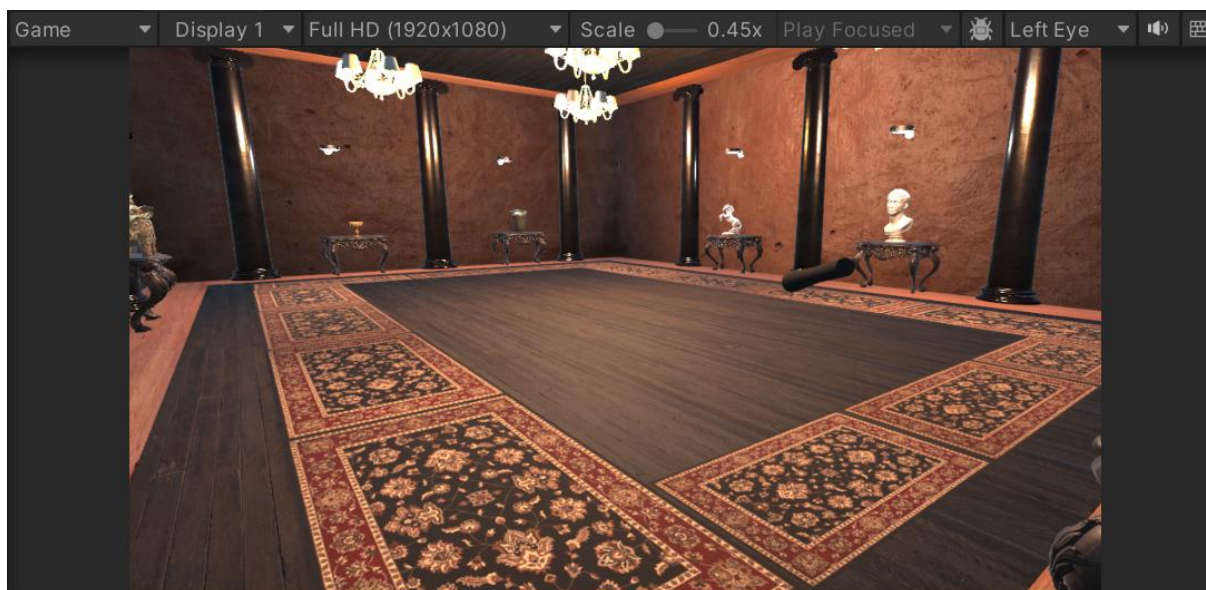


Σχήμα 6.26: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά τη προσθήκη δυνατοτήτων υποστήριξης συσκευής VR.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η δυνατότητα υποστήριξης συσκευής VR από την εφαρμογή του εικονικού μουσείου παρέμεινε σε θεωρητικό στάδιο καθώς δεν κατέστη δυνατή η φυσική δοκιμή με πραγματικό σχετικό μηχανήμα ώστε να διαπιστωθεί σε απόλυτο βαθμό η ορθή λειτουργία.

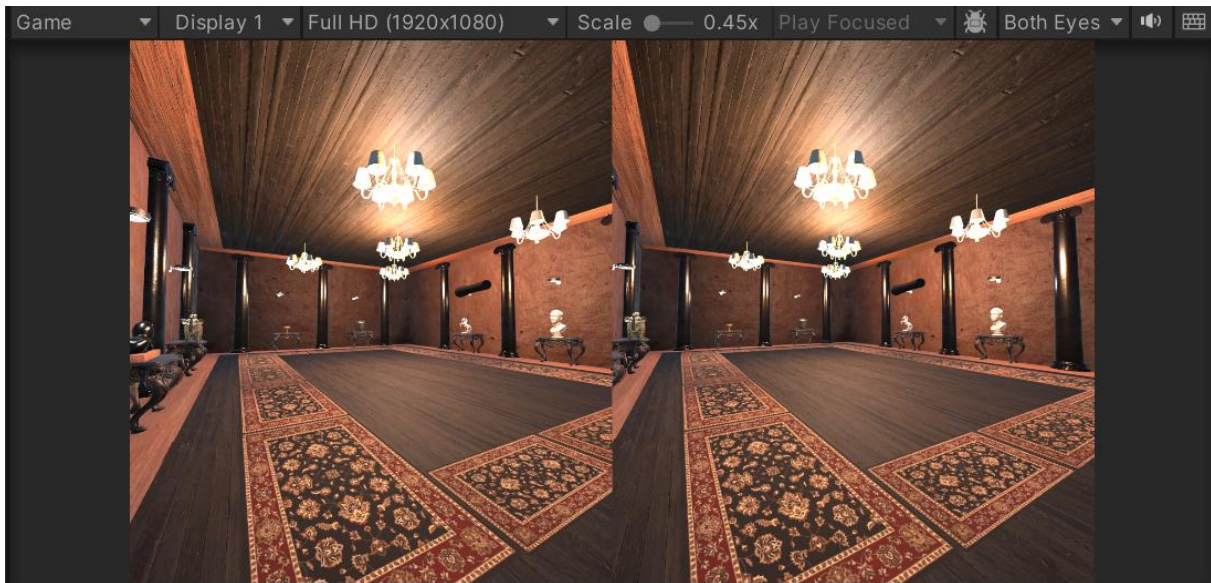
6.2.8 Ολοκλήρωση διαμόρφωσης πιλοτικού σταδίου εφαρμογής

Με την εκπλήρωση των παραπάνω βημάτων, ολοκληρώθηκε η διαμόρφωση της πιλοτικής-πρωτότυπης μορφής της εφαρμογής του εικονικού μουσείου.



Σχήμα 6.27: Τελική μορφή πιλοτικού σταδίου εφαρμογής εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game”.

Πιο συγκεκριμένα, σε αυτό το στάδιο, αναπτύχθηκε ένα δωμάτιο που φιλοξενούσε μια συλλογή 8 εκθεμάτων στο Unity. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν κάποιες απλοϊκές αισθητικές διαμορφώσεις στην αρχιτεκτονική και τον φωτισμό του χώρου και εισήχθησαν δυνατότητες πλοήγησης (με χρήση πλήκτρων), κίνησης κάμερας (μέσω του κέρσορα ή του VR Headset, αν παρέχεται τέτοια επιλογή) και απτικής αλληλεπίδρασης με τα εκθέματα (μέσω της συσκευής Touch της 3D Systems).



Σχήμα 6.28: Τελική μορφή πιλοτικού σταδίου εφαρμογής εικονικού μουσείου όπως εμφανίζεται στο σύστημα VR σε συνθήκες “Game”.

Μέσω της ολοκλήρωσης της ανάπτυξης αυτού του εγχειρήματος, διαπιστώθηκε η ορθή λειτουργία όλων των τμημάτων που το απαρτίζουν και αποφασίστηκε η περαιτέρω εξειδίκευση των χαρακτηριστικών ώστε να παραχθεί ένα αισθητικά και λειτουργικά βελτιστοποιημένο αποτέλεσμα. Η διαδικασία απόδοσης παραπάνω συνθετότητας στην εφαρμογή θα περιγραφεί αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο.

6.3 Τελική διαμόρφωση εφαρμογής

Μετά την ανάπτυξη αυτής της πιλοτικής μορφής της εφαρμογής, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί περαιτέρω εξειδίκευση των στοιχείων της ώστε να παρέχεται μια επιμορφωτική, διασκεδαστική και συμπεριληπτική εμπειρία στους “επισκέπτες” του εικονικού μουσείου.

Για τον προσδιορισμό των κατευθύνσεων των αλλαγών, πραγματοποιήθηκε έρευνα με τη μέθοδο του ερωτηματολογίου (η μεθοδολογία της οποίας θα παρουσιαστεί αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο), ώστε να διαπιστωθούν οι προτιμήσεις του κοινού.

Οι ενότητες των ερωτήσεων προσδιόρισαν την αισθητική, το πληροφοριακό πλαίσιο αλλά και την ευρύτερη λειτουργικότητα του εικονικού μουσείου. Στα επόμενα κεφάλαια, θα παρουσιαστεί αναλυτικά η εφαρμογή όλων των αλλαγών που προτάθηκαν από το κοινό και η πορεία προς τη διαμόρφωση της τελικής μορφής της εφαρμογής του εικονικού μουσείου.

6.3.1 Μορφή και απόχρωση χώρου μουσειακής έκθεσης

Οι πρώτες τροποποιήσεις που έγιναν στην εφαρμογή του εικονικού μουσείου, αφορούσαν την μορφή του χώρου και βασίστηκαν στις απαντήσεις που προέκυψαν από την έρευνα που διενεργήθηκε.

Αποφασίστηκε να διατηρηθεί η δομή δωματίου, καθώς οι συμμετέχοντες του ερωτηματολογίου προτίμησαν τον εσωτερικό χώρο (90,2%) έναντι του εξωτερικού (9,8%).

Η σύγκλιση των ερωτηθέντων με τη πιλοτική μορφή της εφαρμογής ωστόσο δεν συνεχίστηκε και στα επόμενα ζητήματα. Σε ερώτηση σχετική με το χρώμα που επιθυμούν να κυριαρχεί στον χώρο της έκθεσης, το “Λευκό ή συναφείς αποχρώσεις” ήταν η δημοφιλέστερη επιλογή (62,3%) με το “Μαύρο ή

συναφείς αποχρώσεις” να συγκεντρώνει επίσης ένα σημαντικό ποσοστό (21,3%). Εν συνεχεία, σε σχετικό ερώτημα εξειδίκευσης, η απάντηση πως ο τόνος του χρώματος οφείλει να είναι φωτεινός συγκέντρωσε τη μεγαλύτερη προτίμηση (57,4%), με την επιλογή “ενδιάμεσος” (31,1%) και “σκοτεινός” (11,5%) να ακολουθούν.

Με βάση αυτή την ανατροφοδότηση, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν αλλαγές στις υφές (textures) των περιμετρικών τοίχων, του πατώματος και της οροφής του χώρου. Πιο συγκεκριμένα, για τους 4 τοίχους του μουσείου, επιλέχθηκε και εφαρμόστηκε η υφή εικόνας “Marble 01”, του δημιουργού “Rob Tuytel” από τη σελίδα “Polyhaven.com”. Για το πάτωμα και την οροφή διατηρήθηκε η προϋπάρχουσα επιλογή (“Old Wood Floor” του δημιουργού Guillaume Monsergent από την ιστοσελίδα “Polyhaven.com”) και έγιναν τροποποιήσεις στην απόχρωσή της (απόδοση φωτεινότερου τόνου).

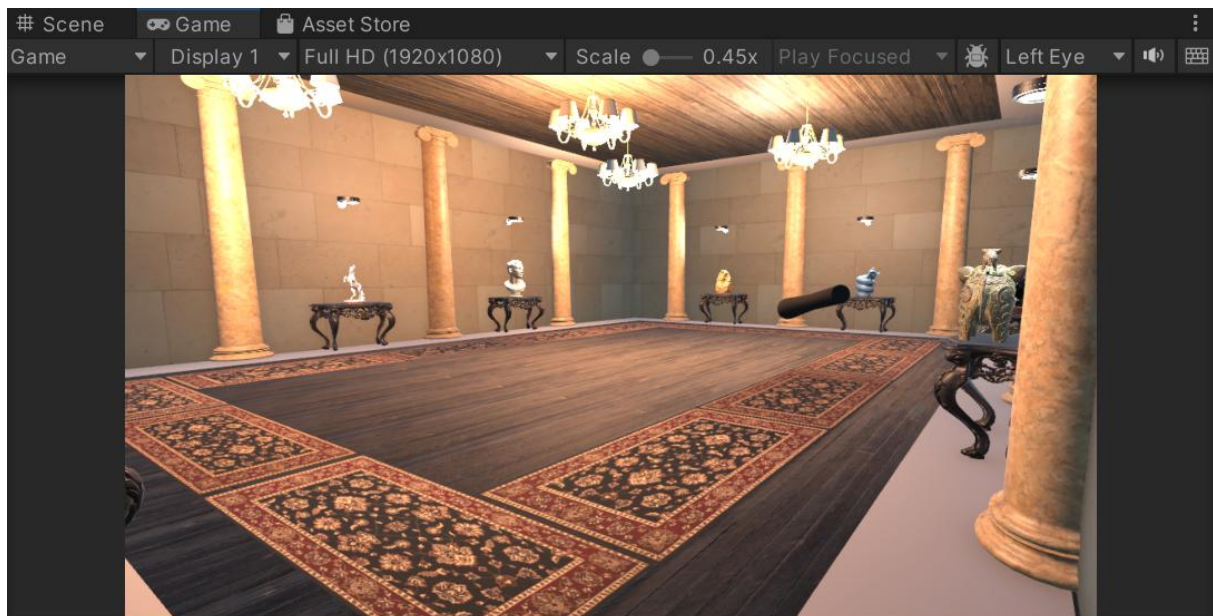


Σχήμα 6.29: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά τις τροποποιήσεις των αποχρώσεων (προς το φωτεινότερο) των περιμετρικών τοίχων, του πατώματος και της οροφής.

Τέλος, αποφασίστηκε να αλλαχθεί προς το φωτεινότερο και η απόχρωση των περιμετρικών κίωνων του δωματίου. Για να γίνει αυτό, επιλέχθηκε και εγκαταστάθηκε η υφή εικόνας “Worn Rock Natural” των δημιουργών Dimitrios Savva και Rob Tuytel από την ιστοσελίδα “Polyhaven.com”.



Σχήμα 6.30: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” με μερική εφαρμογή της νέας υφής εικόνας στον δεξιό κίονα, και την προηγούμενη στον αριστερό.



Σχήμα 6.31: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την εφαρμογή της νέας υφής εικόνας σε όλους τους περιμετρικούς κίονες.

6.3.2 Φωτισμός μουσειακής έκθεσης

Η θεματική ενότητα ερωτήσεων που ακολούθησε, αφορούσε την παραμετροποίηση του φωτισμού που διαθέτει ο χώρος.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προσδιορίσουν την ιδανική, για αυτούς, ένταση των πηγών φωτός στον χώρο. Εδώ, οι απόψεις έτειναν προς το ενδιαμέσο με έντονα φωτεινό καθώς η απάντηση 3 (υπήρχαν 5 επιλογές με την “1” να περιγράφει την χαμηλότερη

φωτεινότητα και την “5” την υψηλότερη) συγκέντρωσε το μεγαλύτερο ποσοστό (49,2%) και ακολούθησαν οι 4 (31,1%) και 5 (11,5%). Οι απαντήσεις 2 (8,2%) και 1 (0%) θεωρήθηκαν αμελητέες λόγω των χαμηλών ποσοστών τους.

Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους ερωτώμενους να προσδιορίσουν την ιδανική, για αυτούς, απόχρωση του κεντρικού φωτισμού του χώρου. Οι απαντήσεις εδώ είχαν μια σχετική ισορροπία, καθώς η θερμή απόχρωση (59%), που ήταν η επικρατέστερη επιλογή, δεν είχε πολύ μεγάλο προβάδισμα από τη ψυχρή (41%).

Μετά από σχετική ερμηνεία των παραπάνω αποτελεσμάτων, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν αλλαγές στον κεντρικό φωτισμό του δωματίου, με κατεύθυνση προς το φωτεινότερο και ελαφρώς θερμό.

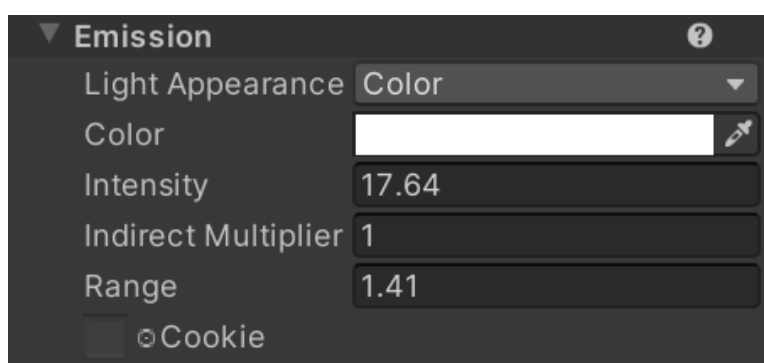
Πιο συγκεκριμένα, στις ήδη υπάρχουσες πηγές φωτός, ενισχύθηκε η μεταβλητή της εμβέλειας (range) από 10, που ήταν προηγουμένως, σε 40 για ευρύτερη διάχυση του φωτός στον χώρο. Επιπλέον, ανά περίπτωση έγινε και αύξηση της έντασης (intensity) από 10 σε 20, 30 ή 40 (η επιλογή της αριθμητικής τιμής κρίθηκε με βάση το οπτικό αποτέλεσμα) για ενίσχυση της φωτεινότητας.

Ως προς τη θερμοκρασία του φωτισμού, αποφασίστηκε να διατηρηθεί η υπάρχουσα δομή, καθώς κάθε πολυέλαιος διαθέτει 2 πηγές φωτός σε λευκό χρώμα (μια ισχυρή και μια ήπια) και 4 σε πορτοκαλί (ήπιας έντασης), κάτι που αποδίδει ένα αποτέλεσμα που συγκλίνει με τις απόψεις του κοινού.

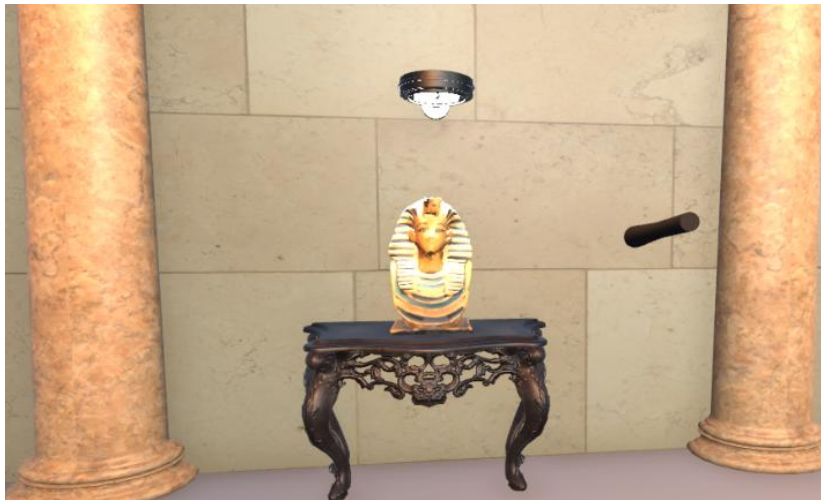
Στα πλαίσια των προσπαθειών ενίσχυσης του φωτισμού, τα επιμέρους φωτιστικά των εκθεμάτων μεταφέρθηκαν πιο κοντά στα αντικείμενα ως προς το ύψος (κάθετη θέση “Y” από 0 σε -0,7) και τροποποιήθηκε η εμβέλεια της πηγής φωτός στη τιμή 1,41.

Στη συνέχεια, σε επόμενη ερώτηση για το αν πρέπει να υπάρχουν ειδικά φωτιστικά για την περαιτέρω ανάδειξη των εκθεμάτων, υποδείχθηκε η ανάγκη διατήρησης αυτού του χαρακτηριστικού που υπήρχε από πριν στην εφαρμογή (καθώς το 96.7% τάχθηκε υπέρ αυτής της λειτουργίας).

Αποφασίστηκε ωστόσο να πραγματοποιηθούν κάποιες τροποποιήσεις. Στα πλαίσια της ενίσχυσης του φωτισμού, τα επιμέρους φωτιστικά των εκθεμάτων μεταφέρθηκαν πιο κοντά στα αντικείμενα ως προς το ύψος (κάθετη θέση “Y” από 0 σε -0,7) και ενισχύθηκε η εμβέλεια (νέα τιμή: 1,41).



Σχήμα 6.32: Η νέα παραμετροποίηση της πηγής φωτός ενός επιμέρους φωτιστικού εκθέματος της έκθεσης του εικονικού μουσείου.



Σχήμα 6.33: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την εφαρμογή της νέας παραμετροποίησης στο φωτιστικό του εκθέματος.

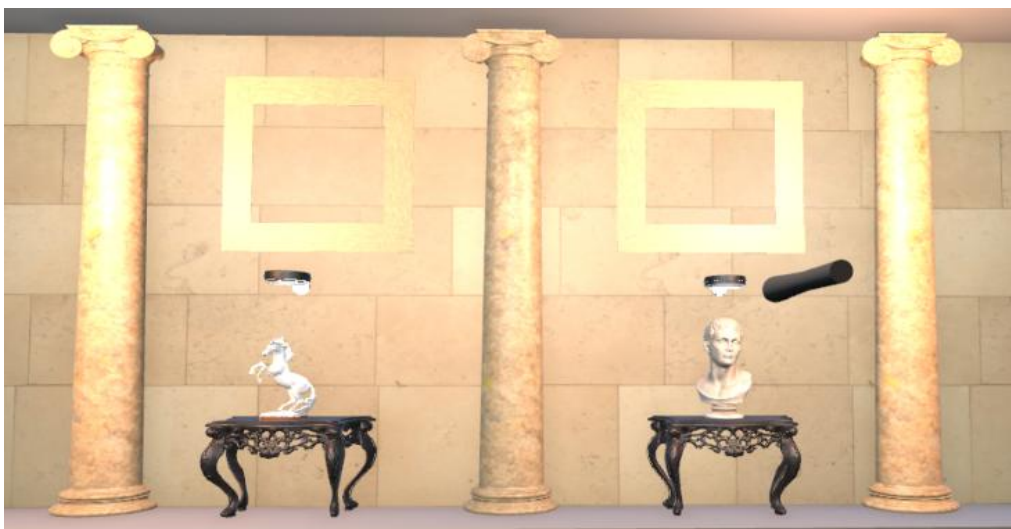


Σχήμα 6.34: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την εφαρμογή της νέας παραμετροποίησης σε όλα τα φωτιστικά του χώρου.

Οι αλλαγές που σχετίζονταν με τον φωτισμό, δεν περιορίστηκαν μόνο στις τεχνητές πηγές. Σε σχετική ερώτηση για το αν επιθυμούν να υπάρχουν παράθυρα στον χώρο, το 80.7% των ερωτηθέντων υπέδειξε την αναγκαιότητα ύπαρξης φυσικού φωτισμού εντός της έκθεσης (με το υπόλοιπο 19.3% να διαφωνεί).

Το πρώτο στάδιο για την εφαρμογή της παραπάνω οδηγίας, ήταν η δημιουργία ενός πλαισίου (εντός του οποίου θα υπάρχει κενό-παράθυρο). Για να πραγματοποιηθεί αυτό, δημιουργήθηκαν 4 σχήματα κοίβου, τα οποία τροποποιήθηκαν κατάλληλα ώστε να προσομοιάζουν σχεδόν δισδιάστατα παραλληλόγραμμα. Έπειτα, αυτά τα 4 σχήματα ενώθηκαν κατάλληλα και εφαρμόστηκε στην επιφάνειά τους η υφή εικόνας “Worn Rock Natural” των δημιουργών Dimitrios Savva και Rob Tuytel από την ιστοσελίδα “Polyhaven.com” (χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως και στους κίονες του χώρου).

Έπειτα, ακολούθησε κατασκευή διπλότυπων τέτοιων πλαισίων και περιμετρική τοποθέτησή τους στους 4 τοίχους του χώρου πάνω από τα εκθέματα. Αυτή η ενέργεια απέδωσε στον χώρο 8 «παράθυρα».

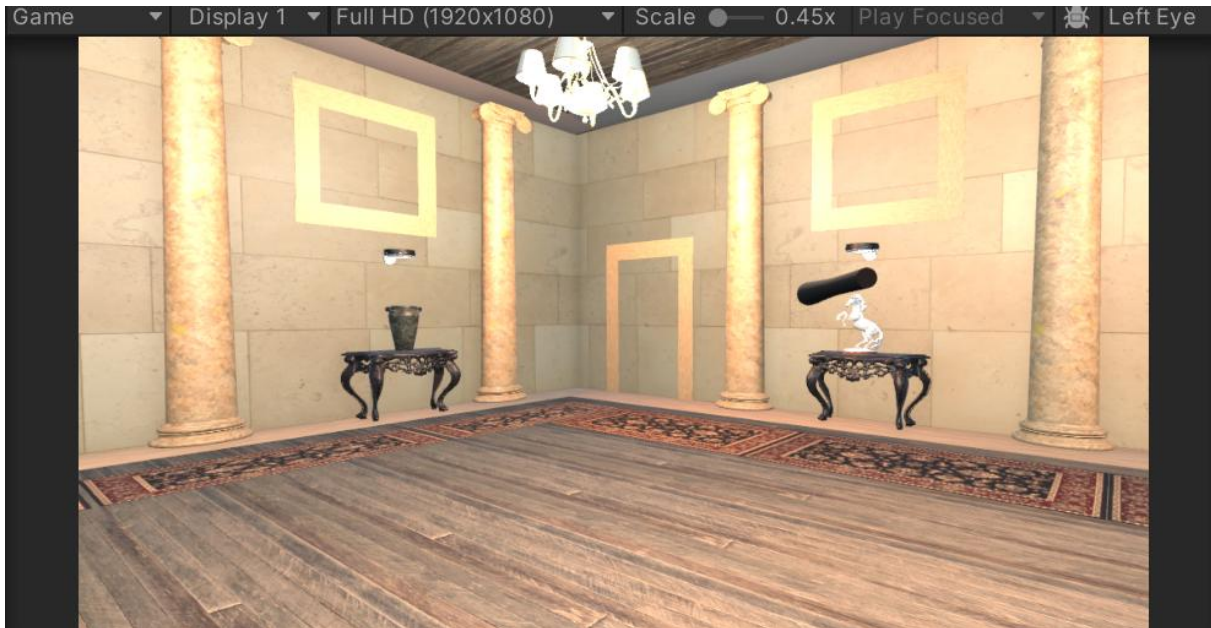


Σχήμα 6.35: Ένας από τους 4 τοίχους της έκθεσης με τα τοποθετημένα πλαίσια για τα παράθυρα.

Στη συνέχεια, αποφασίστηκε η κατασκευή και τοποθέτηση πλαισίων και στα τμήματα των τοίχων που δεν υπήρχε κάποιο έκθεμα. Η δημιουργία αυτών των αντικειμένων προέκυψε από κατάλληλη τροποποίηση του μοντέλου που κατασκευάστηκε παραπάνω, ώστε να είναι μεγαλύτερα σε ύψος. Τέλος, δημιουργήθηκε και ένα πλαίσιο για μία θύρα εισόδου στον χώρο. Αυτό έγινε με την αφαίρεση ενός οριζοντίου παραλληλόγραμμου από διπλότυπο αντίγραφο του προηγούμενου μοντέλου, και απόδοση μεγαλύτερου ύψους στη κατασκευή.



Σχήμα 6.36: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την κατασκευή και τοποθέτηση των πλαισίων για τα μικρά και μεγαλύτερα «παράθυρα».

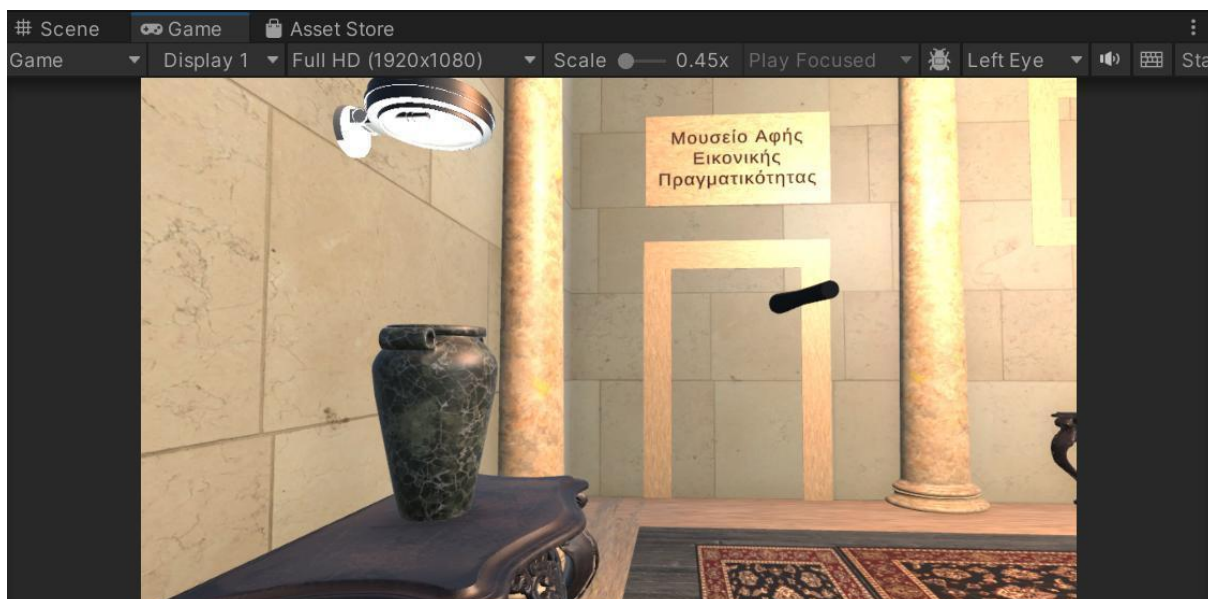


Σχήμα 6.37: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την κατασκευή και τοποθέτηση του πλαισίου της «θύρας».

Έπειτα, η διαμόρφωση του χώρου συνεχίστηκε με τη δημιουργία μιας επιγραφής με το κείμενο: “Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας”, η οποία τοποθετήθηκε πάνω από το πλαίσιο της θύρας εισόδου.

Αναλυτικότερα, δημιουργήθηκε ένα σχήμα παραλληλόγραμμου με την υφή εικόνας “Worn Rock Natural” των δημιουργών Dimitrios Savva και Rob Tuytel από την ιστοσελίδα “Polyhaven.com” στην λογική των πλαισίων για τα παράθυρα και την πόρτα.

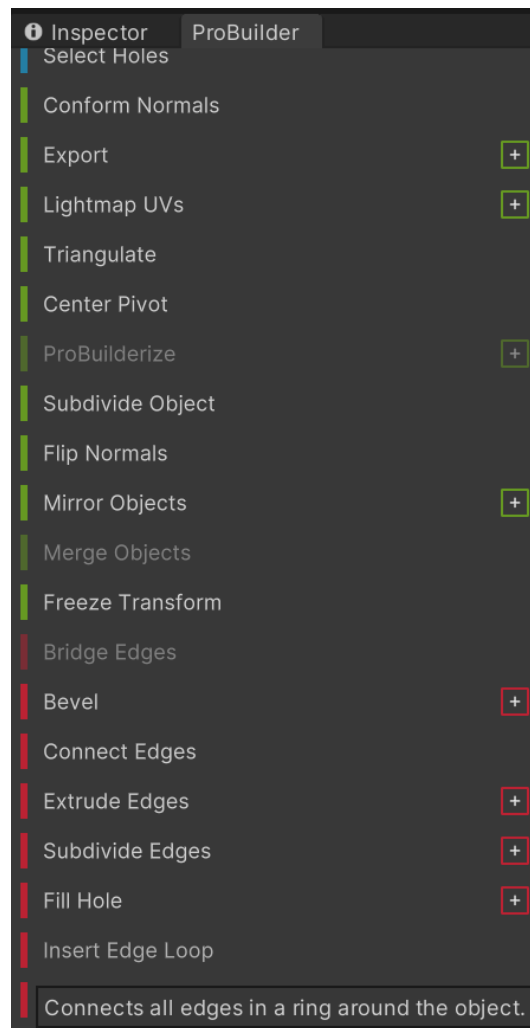
Το τελευταίο στάδιο αυτής της διαμόρφωσης, ήταν η τοποθέτηση του κειμένου. Για να γίνει αυτό, από το πεδίο “UI” επιλέχθηκε το “Text-TextMeshPro”. Από τις ρυθμίσεις του “Canvas” που δημιουργήθηκε, η λειτουργία render ορίστηκε σε “world space”. Η παραπάνω διαδικασία δημιούργησε ένα αντικείμενο με ένα αρχείο κειμένου εντός του. Σε αυτό, εισήχθη ο τίτλος “Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας” και, μετά από τις κατάλληλες τροποποιήσεις μεγέθους και μορφοποίησης, τοποθετήθηκε πάνω από το πλαίσιο που δημιουργήθηκε προηγουμένως.



Σχήμα 6.38: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά την κατασκευή και τοποθέτηση της πληροφοριακής επιγραφής πάνω από το πλαίσιο της «θύρας».

Το επόμενο βήμα για αυτή την ενότητα, αποτέλεσε η αφαίρεση των εσωτερικών επιφανειών-τοιχωμάτων των πλαισίων. Αρχικά, έγιναν αλλαγές στη θύρα εισόδου του χώρου του εικονικού μουσείου.

Πιο συγκεκριμένα, εισήχθησαν 3 “Edge loop” (γραμμές που επιτρέπουν τον προσδιορισμό ενός συγκεκριμένου σχήματος πάνω σε μία επιφάνεια) από το παράθυρο “ProBuilder”, μέσω των οποίων σχεδιάστηκε το περίγραμμα του ανοίγματος της πόρτας σε τμήμα του κύβου που αποτελούσε το δωμάτιο της έκθεσης.

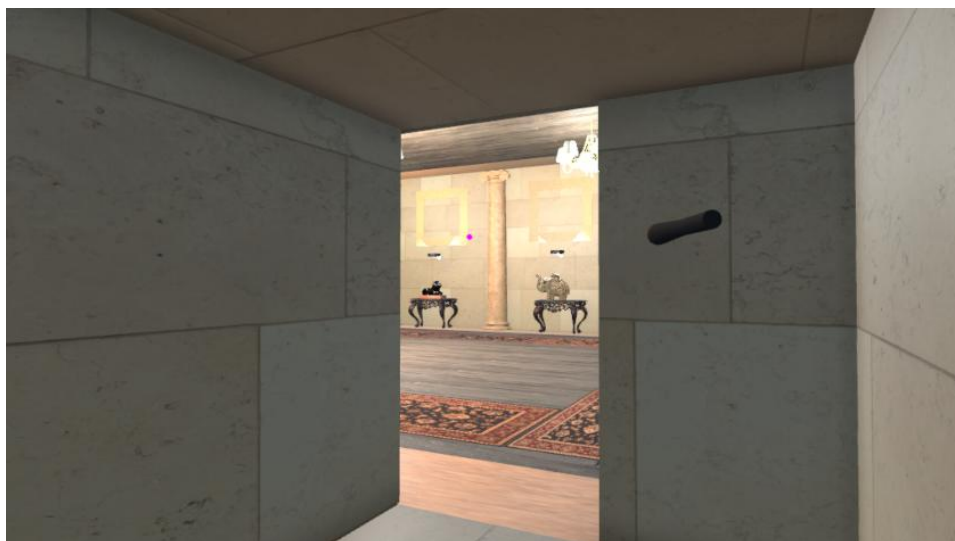


Σχήμα 6.39: Η επιλογή “Insert Edge Loop” (και η σχετική περιγραφή της) όπως εμφανίζεται στο παράθυρο “ProBuilder” του Unity.

Έπειτα, με ενεργοποιημένη τη ρύθμιση “Face selection”, επιλέχθηκε το σχήμα που δημιουργήθηκε και, με το πλήκτρο “Shift” πατημένο, σύρθηκε προς την εξωτερική πλευρά. Η παραπάνω ενέργεια είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μικρού δωματίου (με σκοπό την ανάρτηση πληροφοριών χρήσης της εφαρμογής), εξωτερικά της έκθεσης.

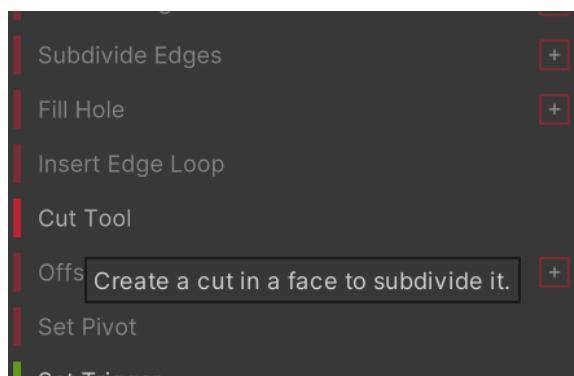


Σχήμα 6.40: Η κατασκευή χώρου δωματίου εξωτερικά της έκθεσης του εικονικού μουσείου.

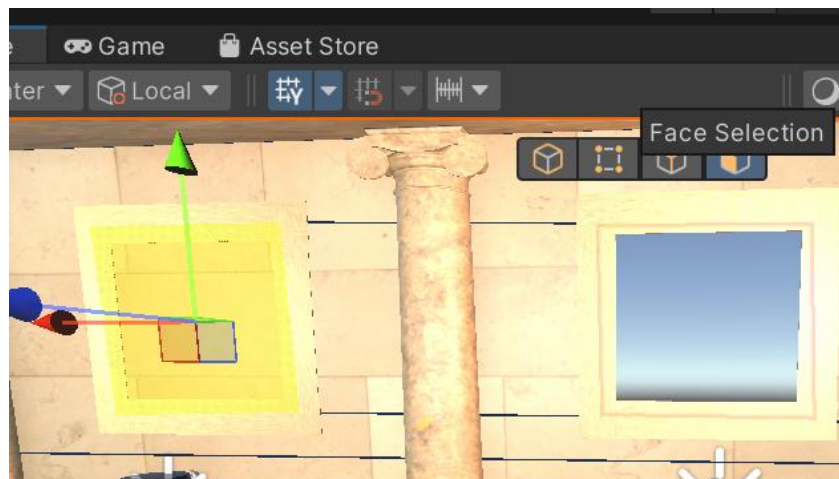


Σχήμα 6.41: Το νέο δωμάτιο που κατασκευάστηκε, όπως ήταν ορατό από τον χρήστη σε συνθήκες “Game”.

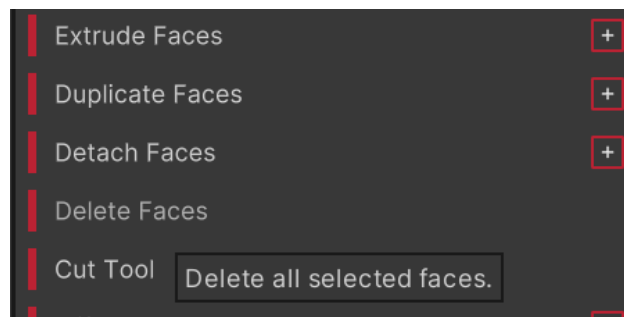
Αντίστοιχη διαδικασία ακολουθήθηκε και για τα παράθυρα. Με τη χρήση του “Cut tool”, σχεδιάστηκε το περίγραμμα του κάθε παραθύρου και, έπειτα, με ενεργοποιημένη τη ρύθμιση “Face selection”, και το εκάστοτε σχήμα επιλεγμένο, επιλέχθηκε το “Delete faces”. Η παραπάνω ενέργεια είχε ως αποτέλεσμα την αφαίρεση της επιφάνειας των σχεδιασμένων σχημάτων και την εμφάνιση της εξωτερικής διαμόρφωσης της σκηνής (μπλε ουρανός) προσομοιάζοντας έτσι αληθοφανή παράθυρα.



Σχήμα 6.42: Η επιλογή “Cut Tool” (και η σχετική περιγραφή της) όπως εμφανίζεται στο παράθυρο “ProBuilder” του Unity.



Σχήμα 6.43: Το περίγραμμα του παραθύρου προς αποκοπή, όπως επιλέχθηκε μέσω του “Cut Tool”.



Σχήμα 6.44: Η επιλογή “Delete Faces” (και η σχετική περιγραφή της) όπως εμφανίζεται στο παράθυρο “ProBuilder” του Unity.



Σχήμα 6.45: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game” μετά τις αλλαγές στα παράθυρα του χώρου.

6.3.3 Περιβάλλον μουσειακής έκθεσης

Η θεματική ενότητα ερωτήσεων που ακολούθησε, αφορούσε την παραμετροποίηση των αντικειμένων του ευρύτερου περιβάλλοντος του χώρου της μουσειακής έκθεσης.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προσδιορίσουν κατά πόσο επιθυμούν να υπάρχουν περεταίρω αρχιτεκτονικά-αισθητικά στοιχεία που δεν σχετίζονται άμεσα με το αντικείμενο της έκθεσης στο δωμάτιο. Εδώ, παρατηρήθηκε μεγάλος διχασμός στις απόψεις του κοινού καθώς οι απαντήσεις “1” και “5” (υπήρχαν 5 επιλογές με την “1” να περιγράφει την απόλυτη διαφωνία και την “5” την απόλυτη συμφωνία στην ύπαρξη περεταίρω αισθητικών λεπτομερειών) συγκέντρωσαν από 10 απαντήσεις, οι “3” και η “4” από 15 και, τέλος, η “2” επιλέχθηκε από 11 άτομα.

Η ερμηνεία αυτών των απαντήσεων έδειξε σχετική ισορροπία των απόψεων με μια ήπια τάση προς τη στήριξη της ύπαρξης αισθητικών στοιχείων. Με βάση αυτή την ανατροφοδότηση, αποφασίστηκε να μη γίνει προσθήκη νέων λεπτομερειών αλλά να διατηρηθούν οι ήδη υπάρχουσες.

Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους ερωτώμενους να προσδιορίσουν το ιδανικό, για αυτούς, αρχιτεκτονικό ύφος για την αίθουσα της έκθεσης. Πρώτη επιλογή εδώ, ήταν η Μοντέρνα αισθητική (39,3%), ενώ σημαντικό ποσοστό συγκέντρωσε και η Νεοκλασική (29,5%). Ακολούθησαν το “Αδιάφορο” (21,3%) και το “Κάποιο άλλο” (9,8%).

Μετά από σχετική ερμηνεία των παραπάνω αποτελεσμάτων, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν αλλαγές στις βάσεις των εκθεμάτων και στον διάδρομο της έκθεσης (με κατεύθυνση προς μια πιο μοντέρνα και αφαιρετική αισθητική) αλλά και η διατήρηση των περιμετρικών κίωνων (ως αναφορά στη δεύτερη επιλογή, που συγκέντρωσε επίσης ένα σημαντικό ποσοστό).

Αναλυτικότερα, δημιουργήθηκε ένα σχήμα κύβου με διαστάσεις παρόμοιες με αυτές των προηγούμενων βάσεων των εκθεμάτων. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε στο αντικείμενο η υφή εικόνας - texture που υπάρχει και στα τοιχώματα του χώρου (“Marble 01”, του δημιουργού “Rob Tuytel” από τη σελίδα “Polyhaven.com”).



Σχήμα 6.46: Το σχήμα κύβου που δημιουργήθηκε, με την υφή “Marble 01”.

Με στόχο την ανάδειξη της αφαιρετικής και μοντέρνας αισθητικής, κατασκευάστηκε νέος κύβος, μικρότερου μεγέθους του αρχικού, ο οποίος περιστράφηκε κατά 30 μοίρες προς τα πάνω και τοποθετήθηκε εν μέρη εντός του πρώτου σχήματος. Σε αυτό το μοντέλο, εισήχθη η υφή εικόνας - texture που υπάρχει στους κίονες και στα πλαίσια παραθύρων του χώρου (“Worn Rock Natural” των δημιουργών Dimitrios Savva και Rob Tuytel από την ιστοσελίδα “Polyhaven.com”). Αυτή η προσθήκη, πέρα από την απόδοση περεταίρω αισθητικού ενδιαφέροντος, δημιούργησε μια επιφάνεια που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την εισαγωγή πληροφοριακού κειμένου σε μεταγενέστερο στάδιο της ανάπτυξης.



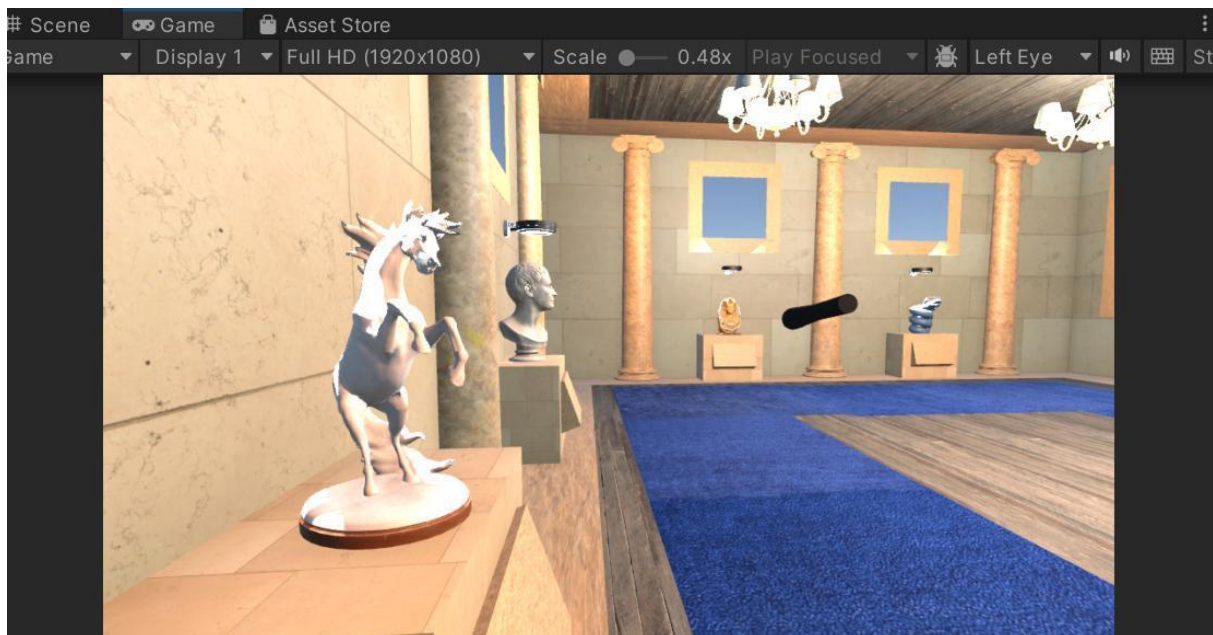
Σχήμα 6.47: Η τελική μορφή του νέου μοντέλου για τις βάσεις των εκθεμάτων.

Με το νέο μοντέλο βάσης των εκθεμάτων να έχει δημιουργηθεί, ακολούθησε η αφαίρεση των προηγούμενων «προθηκών», η δημιουργία 8 αντιγράφων του καινούργιου αντικειμένου, και η τοποθέτησή τους κάτω από κάθε έργο της συλλογής.



Σχήμα 6.48: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την αλλαγή των βάσεων των εκθεμάτων σε συνθήκες “Game”.

Η τελευταία αλλαγή στον τομέα του ύφους του χώρου, πραγματοποιήθηκε στον περιμετρικό διάδρομο. Αρχικά, ενισχύθηκε το πλάτος του διαδρόμου και στη συνέχεια τοποθετήθηκε μια νέα εικόνα υφής με πιο απλοϊκή αισθητική από ότι προηγουμένως.



Σχήμα 6.49: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά τις αλλαγές στον περιμετρικό διάδρομο σε συνθήκες “Game”.

Επιπλέον, με στόχο την αισθητική ομογενοποίηση του χώρου, τοποθετήθηκε παρόμοιο “χαλί” και στο εσωτερικό του νέου δωματίου που δημιουργήθηκε σε προηγούμενο στάδιο.



Σχήμα 6.50: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη χαλιού στο δωμάτιο εισόδου σε συνθήκες “Game”.

6.3.4 Εκθέματα μουσειακής έκθεσης

Η θεματική ενότητα ερωτήσεων που ακολούθησε, αφορούσε την παραμετροποίηση των εκθεμάτων της μουσειακής έκθεσης.

Πιο συγκεκριμένα, αρχικά ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προσδιορίσουν ποια είναι, κατά τη γνώμη τους, η βέλτιστη δομή θεματικής για την συλλογή του μουσείου. Εδώ, η επιλογή “Συγκεκριμένο αντικείμενο (π.χ.: Αρχαιολογική)” συγκέντρωσε σημαντικό προβάδισμα (60,7%) έναντι της “Πολλαπλά αντικείμενα (π.χ.: Αρχαιολογική και Φυσικής Ιστορίας)” (39,3%).

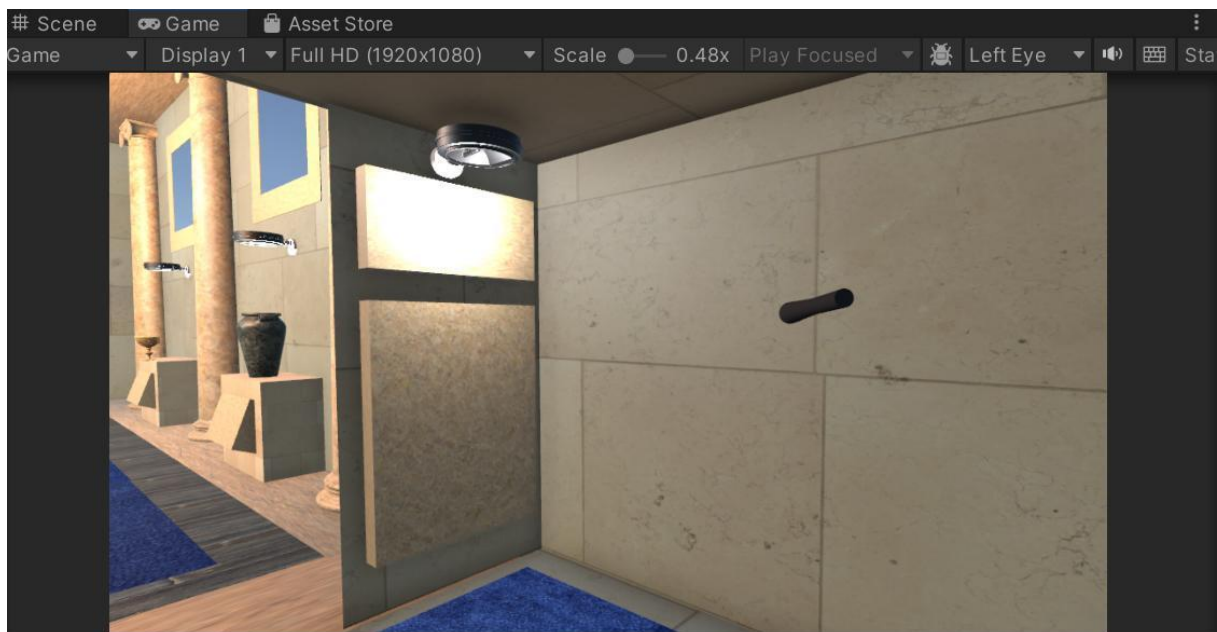
Μετά από σχετική ερμηνεία των παραπάνω αποτελεσμάτων, αποφασίστηκε να διατηρηθεί ο υπάρχων χαρακτήρας της έκθεσης, καθώς θα μπορούσε να προσδιοριστεί ως κυρίως “Αρχαιολογικός” (μονοθεματικός).

Η επόμενη ερώτηση αυτής της ενότητας, αφορούσε τη σημασία του πληροφοριακού πλαισίου των αντικειμένων. Από τις επιλογές “1” (“πολύ σημαντικό”) έως “5” (“καθόλου σημαντικό”), η “1” συγκέντρωσε το μεγαλύτερο ποσοστό (57,4%) με τις “2” (11,5%), “3” (14,8%), “4” (9,8%) και “5” (6,6%) να ακολουθούν με αρκετά λιγότερες απαντήσεις.

Η κατεύθυνση που έδειξε αυτό το ερώτημα ήταν ξεκάθαρη και έτσι αποφασίστηκε να γίνουν αλλαγές προς την καλύτερη ενημέρωση των χρηστών της εφαρμογής. Αυτές οι τροποποιήσεις περιελάμβαναν την προσθήκη πληροφοριακού κειμένου στη βάση κάθε αντικειμένου της έκθεσης.

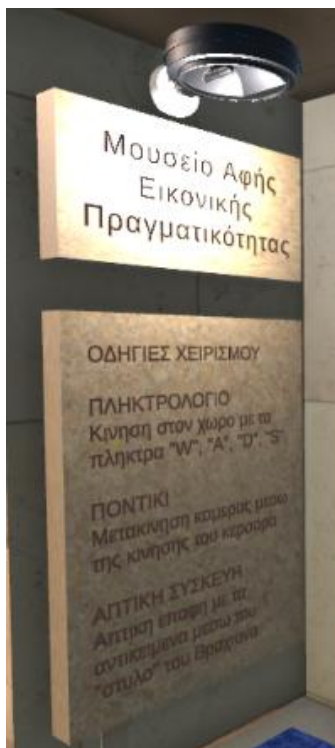
Επιπροσθέτως, κρίθηκε απαραίτητη η εισαγωγή πληροφοριακής πινακίδας που να ενημερώνει τους χρήστες για τον τρόπο χρήσης της εφαρμογής. Έτσι, δημιουργήθηκαν δύο σχήματα κύβου (με κατάλληλη τροποποίηση ώστε να είναι σχεδόν επίπεδα) και τοποθετήθηκαν εντός του μικρού δωματίου εισόδου που υπάρχει εξωτερικά του χώρου της έκθεσης με στόχο τη φιλοξενία εντός τους σχετικού ενημερωτικού κειμένου. Σε αυτά τα σχήματα, εφαρμόστηκε η υφή εικόνας που χρησιμοποιήθηκε και για τα πλαίσια των παραθύρων του χώρου (“Worn Rock Natural” των δημιουργών Dimitrios Savva και Rob Tuytel από την ιστοσελίδα “Polyhaven.com”).

Επιπλέον, πάνω από αυτές τις “πλάκες”, τοποθετήθηκε αντίγραφο του μοντέλου φωτιστικού που υπάρχει πάνω από τα εκθέματα, με τις αντίστοιχες ρυθμίσεις φωτισμού, ώστε να αναδεικνύεται καλύτερα το κείμενο που θα τοποθετηθεί.



Σχήμα 6.51: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη των πινακίδων και του φωτισμού σε συνθήκες “Game”.

Στη συνέχεια, με τρόπο όμοιο αυτού που περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, προστέθηκε σε αυτές τις πινακίδες κείμενο με τον τίτλο της εφαρμογής (“Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας”) και οδηγίες χειρισμού για τους χρήστες.



Σχήμα 6.52: Η ενημερωτική πινακίδα του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη κειμένου.

Ομοίως, τοποθετήθηκε κείμενο περιγραφής στη βάση κάτω από κάθε έκθεμα. Οι πληροφορίες που αναγράφονταν εκεί ήταν προσεγγιστικές, με ελάχιστη σχέση με τη πραγματικότητα, καθώς ο σκοπός του εγχειρήματος είναι η διερεύνηση της λειτουργικότητας κάθε στοιχείου, και όχι η επαρκής ιστορική ενημέρωση των χρηστών.



Σχήμα 6.53: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη ενημερωτικού κειμένου στη βάση εκθέματος σε συνθήκες “Game”.



Σχήμα 6.54: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την προσθήκη ενημερωτικού κειμένου σε όλες τις βάσεις των εκθεμάτων σε συνθήκες “Game”.

6.3.5 Συμπληρωματικό περιεχόμενο μουσειακής έκθεσης

Η θεματική ενότητα ερωτήσεων που ακολούθησε, αφορούσε την εισαγωγή συμπληρωματικού περιεχομένου στον χώρο της μουσειακής έκθεσης.

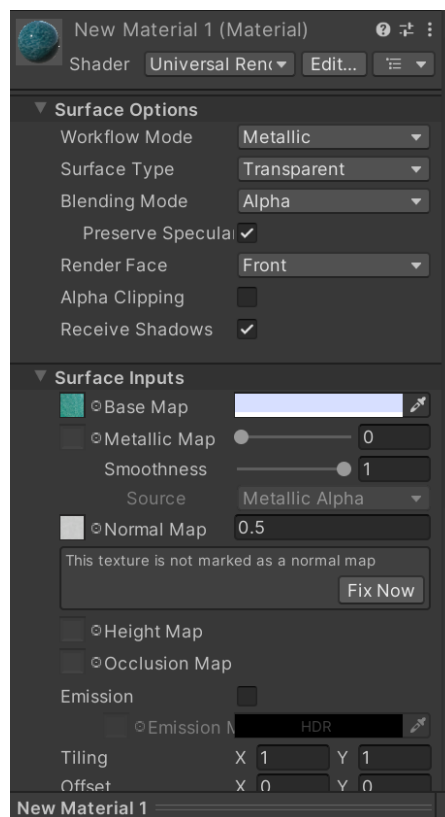
Πιο συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προσδιορίσουν κατά πόσο επιθυμούν να υπάρχουν φυσικά στοιχεία (φυτά, νερό κ.α.) στον χώρο. Εδώ, η επιλογή “1” (υπήρχαν 5 πιθανές απαντήσεις, με την “1” να περιγράφει την απόλυτη συμφωνία και την “5” την απόλυτη διαφωνία)

συγκέντρωσε το μεγαλύτερο ποσοστό (42,6%) με τις “2” (16,4%), “3” (23%), “4” (8,2%) και “5” (9,8%) να ακολουθούν με αρκετά χαμηλότερα νούμερα.

Μετά από σχετική ερμηνεία των παραπάνω αποτελεσμάτων, αποφασίστηκε να προστεθούν στον χώρο μοντέλα φυτών και υδάτινες κατασκευές.

Αρχικά, για το σκέλος του νερού, δημιουργήθηκε ένα σχήμα κύβου (που τροποποιήθηκε σε ορθογώνιο παραλληλόγραμμο), στο οποίο εισήχθη υλικό - material που κατασκευάστηκε με στόχο τη ρεαλιστική αναπαράσταση υδάτινης επιφάνειας.

Για τη δημιουργία αυτού του στοιχείου, αξιοποιήθηκε μια φωτογραφία επιφάνειας νερού και, μέσω κατάλληλων ρυθμίσεων, το υλικό έγινε ανακλαστικό και ανώμαλο, προσομοιάζοντας ήπια κυματική κατάσταση. Η λύση αυτή κρίθηκε ως χρυσή τομή μεταξύ των επιλογών του κοινού και των αποδόσεων της εφαρμογής, καθώς η δημιουργία υδάτινης επιφάνειας με διαφάνεια και animation (ρεαλιστικότερη λύση) θα επηρέαζε σημαντικά τον χρόνο φόρτωσης του εγχειρήματος.



Σχήμα 6.55: Η παραμετροποίηση του υλικού που δημιουργήθηκε με στόχο την προσομοίωση υδάτινης επιφάνειας.



Σχήμα 6.56: Το σχήμα με την υφή εικόνας νερού που κατασκευάστηκε.

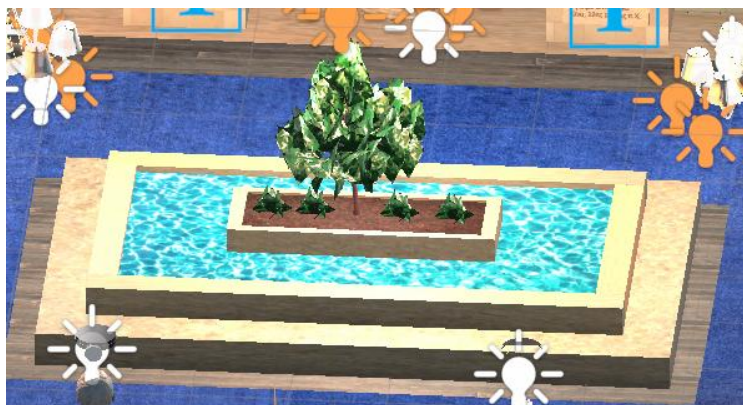
Στη συνέχεια κατασκευάστηκε, μέσω κατάλληλης τροποποίησης σχημάτων κύβων, μια δεξαμενή-πισίνα, εντός της οποίας τοποθετήθηκε το υδάτινο στοιχείο. Για την ενίσχυση του ρεαλισμού, σε αυτό το νέο μοντέλο εφαρμόστηκε η υφή εικόνας - texture “Worn Rock Natural” των δημιουργών Dimitrios Savva και Rob Tuytel από την ιστοσελίδα “Polyhaven.com”.



Σχήμα 6.57: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την κατασκευή του μοντέλου δεξαμενής-πισίνας σε συνθήκες “Game”.

Ακολούθως, δημιουργήθηκε αντίγραφο του προηγούμενου μοντέλου και τοποθετήθηκε (μετά από σχετική σμίκρυνση) στο εσωτερικό της υδάτινης επιφάνειας. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε σχήμα κύβου, στο οποίο εφαρμόστηκε ως υφή εικόνας μία φωτογραφία χρώματος και τοποθετήθηκε εντός του μικρότερου μοντέλου δεξαμενής.

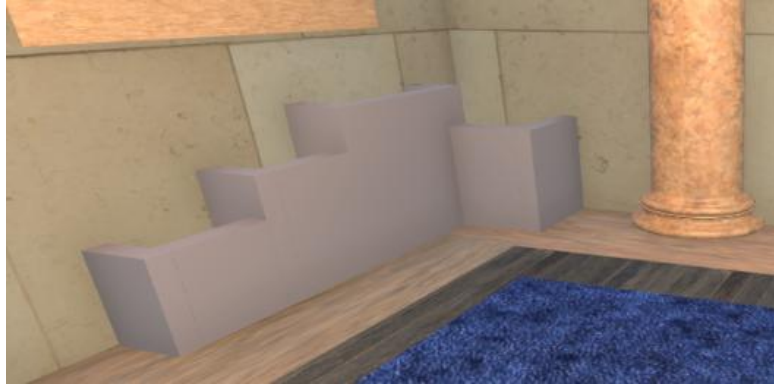
Έπειτα, εγκαταστάθηκε το πακέτο μοντέλων “Lemon Trees” του δημιουργού NUMENA από το “Unity Asset Store”. Από αυτή τη συλλογή, τοποθετήθηκε εντός του προηγούμενου κατασκευάσματος, η δομή του μεγάλου δέντρου και κάποια μικρότερα περιμετρικά του, ώστε να προσομοιάζουν θάμνους.



Σχήμα 6.58: Η τελική μορφή της υδάτινης δεξαμενής με τα στοιχεία πρασίνου που τοποθετήθηκε στο κέντρο του δωματίου της μουσειακής έκθεσης.

Με τα παραπάνω βήματα, ολοκληρώθηκε η κεντρική κατασκευή που ικανοποίησε την επιθυμία του κοινού για φυσικά στοιχεία όπως νερό και πράσινο.

Μετά από αυτό, αποφασίστηκε να τοποθετηθούν περεταίρω στοιχεία βλάστησης στις 4 γωνίες του δωματίου. Για να γίνει αυτό, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο μοντερνιστικής γλάστρας με αξιοποίηση σχημάτων κύβων.



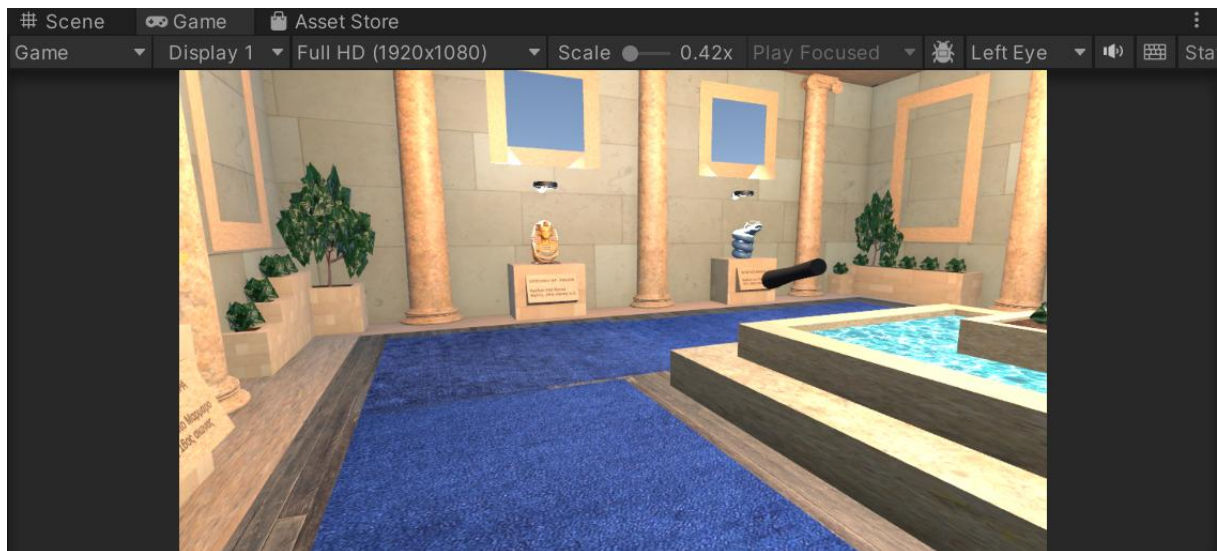
Σχήμα 6.59: Η δομή γλάστρας που δημιουργήθηκε με τροποποιήσεις σχημάτων κύβων.

Σε αυτό το νέο μοντέλο, εφαρμόστηκε η υφή εικόνας “Marble 01”, του δημιουργού “Rob Tuytel” από τη σελίδα “Polyhaven.com”. Στο εσωτερικό των οπών του, τοποθετήθηκαν σχήματα κύβων με την υφή εικόνας χρώματος, που χρησιμοποιήθηκε και προηγουμένως, και τα μοντέλα δέντρων, που εφαρμόστηκαν και στη προηγούμενη κατασκευή.



Σχήμα 6.60: Η τελική μορφή της δομής γλάστρας που δημιουργήθηκε.

Δημιουργήθηκαν 3 αντίγραφα αυτής της κατασκευής τα οποία, μετά από επιμέρους τροποποιήσεις, τοποθετήθηκαν στις υπόλοιπες γωνίες του χώρου της έκθεσης. Με αυτές τις αλλαγές ολοκληρώθηκε η διαδικασία απόδοσης φυσικών στοιχείων στο δωμάτιο.



Σχήμα 6.61: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την τοποθέτηση των μοντέλων γλαστρών στις γωνίες των τοίχων (ανατολική πλευρά) σε συνθήκες “Game”.



Σχήμα 6.62: Η εφαρμογή του εικονικού μουσείου μετά την τοποθέτηση των μοντέλων γλαστρών στις γωνίες των τοίχων (δυτική πλευρά) σε συνθήκες “Game”.

6.3.6 Η εμπειρία του χρήστη της εφαρμογής

Η επόμενη, και τελευταία, θεματική ενότητα ερωτήσεων, αφορούσε την εισαγωγή στοιχείων που μπορούν να ενισχύσουν την εμπειρία του χρήστη της εφαρμογής του εικονικού μουσείου.

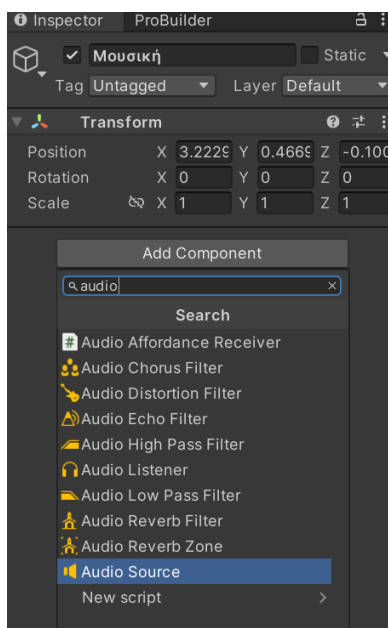
Πιο συγκεκριμένα, αρχικά, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να επιλέξουν αν επιθυμούν ο χώρος της έκθεσης να διαθέτει ηχητική υπόκρουση. Εδώ, η απάντηση “Ναι” συγκέντρωσε τη πλειοψηφία (77%) με την “Όχι” να ακολουθεί με πολύ χαμηλότερο ποσοστό (23%).

Στη συνέχεια, υπήρξε εξειδίκευση στο παραπάνω ερώτημα, καθώς ζητήθηκε από τους χρήστες που συμφώνησαν με τη προσθήκη ήχων προηγουμένως, να προσδιορίσουν το είδος που θα ταίριαζε περισσότερο (δυνόταν δυνατότητα επιλογής και παραπάνω από ενός στοιχείου ανά ερωτηθέντα). Οι

κορυφαίες απαντήσεις σε αυτό το ζήτημα ήταν οι “Φυσικοί ήχοι (π.χ.: άνεμος, ροή νερού κ.α.)” και “Μουσική” (42,9% η κάθε μια) ενώ σημαντικό ποσοστό συγκέντρωσε και η “Περιγραφή των εκθεμάτων” (36,7%). Η επιλογή “Άλλο” (2%) δεν αποτέλεσε επιλογή αρκετών ερωτηθέντων.

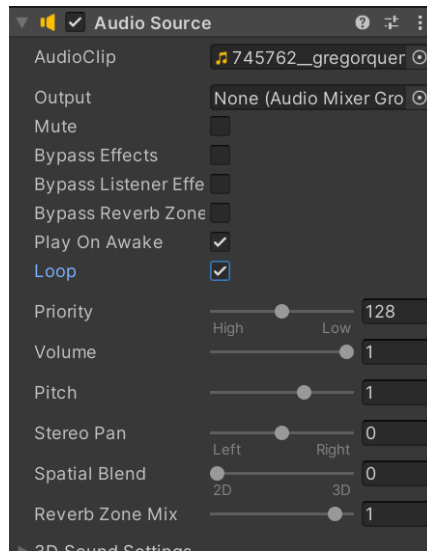
Μετά από σχετική ερμηνεία των παραπάνω αποτελεσμάτων, αποφασίστηκε να προστεθούν στο χώρο ηχητικές υποκρούσεις μουσικής, φυσικών ήχων καθώς και περιγραφές εκθεμάτων.

Αρχικά, για την εισαγωγή μουσικής, δημιουργήθηκε ένα Game Object στο Unity, στο οποίο προστέθηκε το Component “Audio Source” (για υποστήριξη αρχείων ήχου).



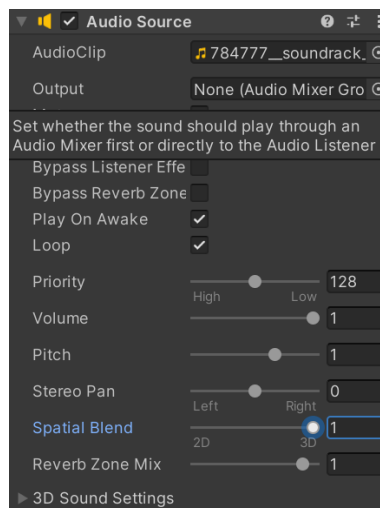
Σχήμα 6.63: Εισαγωγή του πεδίου “Audio Source” στο αντικείμενο που θα αναπαράγει την μουσική.

Στη συνέχεια, εγκαταστήθηκε από την ιστοσελίδα “freesound.org” το αρχείο “Chopin - Nocturne Op. 9 No.2” (μορφή MP3) του δημιουργού GregorQuendel και εισήχθη στο νέο αντικείμενο, στο πεδίο “AudioClip” του “Audio Source”. Έπειτα, ενεργοποιήθηκαν οι επιλογές “Play on Awake” (ώστε ο ήχος να αναπαράγεται με την εκκίνηση της εφαρμογής) και “Loop” (ώστε να αναπαράγεται συνεχώς). Οι παραπάνω αλλαγές πρόσθεσαν μουσική υπόκρουση στον χώρο.



Σχήμα 6.64: Η παραμετροποίηση του πεδίου “Audio Source” για τη μουσική υπόκρουση.

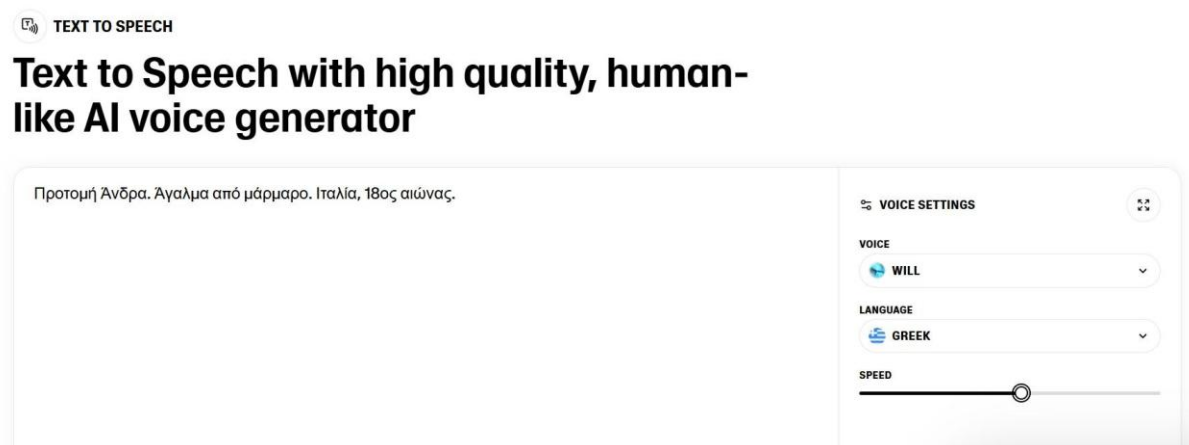
Έπειτα, για την εισαγωγή φυσικών ήχων, δημιουργήθηκε και πάλι ένα Game Object στο Unity, στο οποίο προστέθηκε το Component “AudioSource”. Στη συνέχεια, εγκαταστήθηκε από την ιστοσελίδα “freesound.org” το αρχείο “Iguazu Falls - Fountain” (μορφή MP3) του δημιουργού Soundrack και εισήχθη στο νέο αντικείμενο, στο πεδίο “AudioClip” του “AudioSource”. Έπειτα, ενεργοποιήθηκαν οι επιλογές “Play on Awake” και “Loop”. Επίσης, στο πεδίο “Spatial Blend” επιλέχθηκε το “3D” (ώστε ο ήχος να αλλάζει ένταση ανάλογα με το πόσο κοντά στη πηγή του βρίσκεται ο χρήστης). Τέλος, το αντικείμενο του ήχου τοποθετήθηκε εντός της κατασκευής με την υδάτινη δεξαμενή του χώρου. Οι παραπάνω αλλαγές πρόσθεσαν υπόκρουση φυσικών ήχων στον χώρο.



Σχήμα 6.65: Η παραμετροποίηση του πεδίου “Audio Source” για την υπόκρουση φυσικών ήχων (τρεχούμενο νερό).

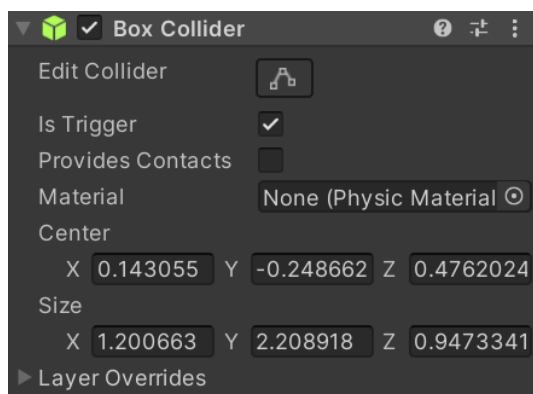
Τέλος, για την εισαγωγή ηχητικής περιγραφής για κάθε έκθεμα του μουσείου, αξιοποιήθηκε η ιστοσελίδα “Text to speech” της Eleven Labs, όπου πληκτρολογήθηκε το σχετικό κείμενο (ίδιο με αυτό

που αναγράφεται στις πινακίδες κάτω από τα αντικείμενα) και έγινε λήψη αρχείων MP3 με ανάγνωσή των πληροφοριών από φωνή τεχνητής νοημοσύνης.

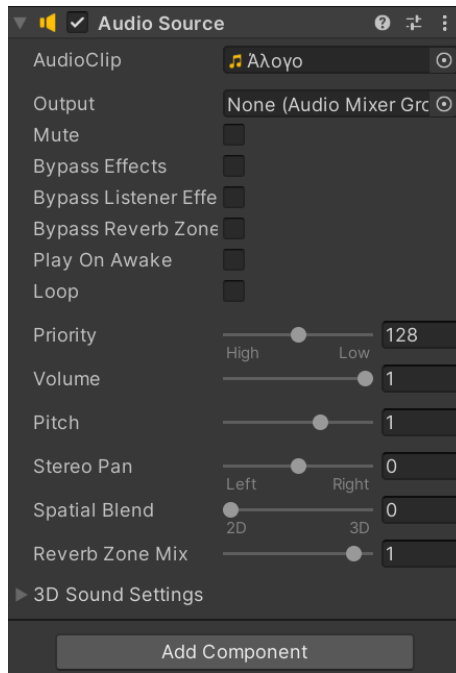


Σχήμα 6.66: Στιγμιότυπο οθόνης από τη χρήση της εφαρμογής “Text to Speech” της Eleven Labs.

Στο Unity, δημιουργήθηκε ένα Box Collider για κάθε έκθεμα του δωματίου (συνολικά 8), και τοποθετήθηκε στον χώρο μπροστά από το εκάστοτε αντικείμενο, με στόχο τον εντοπισμό της στιγμής που ο χρήστης βρίσκεται σε εκείνη την περιοχή. Η επιλογή “Is Trigger” των Collider ενεργοποιήθηκε, ώστε με την είσοδο του χειριστή σε αυτά, να προκαλείται κάποιο γεγονός στην εφαρμογή. Στο παράθυρο “Inspector” του Box Collider επιλέχθηκε το “Add Component” και “Audio Source”. Στο πεδίο “AudioClip” του Audio Source εισήχθη το εκάστοτε αρχείο MP3 φωνητικής περιγραφής του εκθέματος.



Σχήμα 6.67: Η παραμετροποίηση ενός από τα Box Collider που δημιουργήθηκαν με στόχο την αναπαραγωγή ηχητικής περιγραφής για τα εκθέματα.



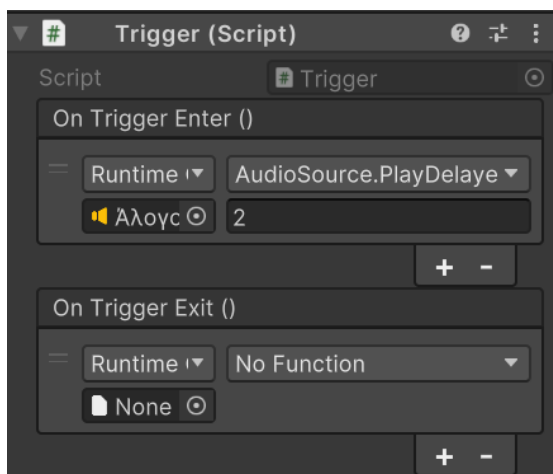
Σχήμα 6.68: Η παραμετροποίηση του πεδίου “Audio Source” που φιλοξενούσε το ηχητικό αρχείο σε κάθε Box Collider.

Στη συνέχεια, επιλέχθηκε και πάλι το “Add Component” και “Script”. Στο αρχείο κώδικα που δημιουργήθηκε, εισήχθη αλγόριθμος, ο οποίος παρέχει οδηγίες για πρόκληση γεγονότων στην είσοδο και έξοδο του χρήστη από την περιοχή του Collider. Επίσης, τοποθετήθηκε οδηγία για δημιουργία μηνύματος που εμφανίζεται στο πεδίο “Debug” του Unity όταν ο χρήστης (ή κάποιο άλλο στοιχείο) εισέρχεται στη περιοχή του Collider όταν η εφαρμογή είναι σε συνθήκες “Game”. Στο πεδίο “On Trigger Enter ()” του Script που δημιουργήθηκε, εισήχθη το αρχείο του Audio Source που αναπτύχθηκε προηγουμένως. Ως συνάρτηση διαχείρισης αυτού του στοιχείου, ορίστηκε η “AudioSource.PlayDelayed()”, η οποία αναπαράγει τον ήχο μετά από κάποιο χρονικό διάστημα από τη στιγμή που έγινε το γεγονός που ενεργοποιεί τη διαδικασία (εδώ αυτό το διάστημα ορίστηκε ως 2 δευτερόλεπτα ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο να ακούγονται 2 περιγραφές ταυτόχρονα).

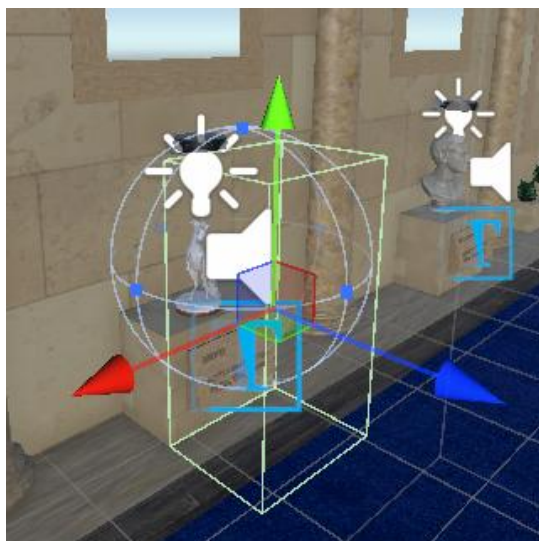
```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;

public class Trigger : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] UnityEvent onTriggerEnter;
    [SerializeField] UnityEvent onTriggerExit;
    void OnTriggerEnter(Collider other) {
        Debug.Log("Trigger Enter: " +
other.gameObject.name);
        onTriggerEnter.Invoke();
    }
    void OnTriggerExit(Collider other) {
        onTriggerExit.Invoke();
    }
}
```

Σχήμα 6.69: Ο κώδικας που τοποθετήθηκε εντός του αρχείου Script.



Σχήμα 6.70: Η τελική παραμετροποίηση του στοιχείου “Script”.



Σχήμα 6.71: Η τελική δομή ενός Collider εκθέματος με την ηχητική περιγραφή, όπως εμφανιζόταν στη μορφή “Edit” της εφαρμογής.

Η συγκεκριμένη αλλαγή, που αποτέλεσε την τελευταία τροποποίηση που έγινε στην εφαρμογή του εικονικού μουσείου, επέτρεψε την αναπαραγωγή ήχου περιγραφής για το εκάστοτε έκθεμα, όταν ο χρήστης βρισκόταν στην ευρύτερη περιοχή του. Αυτή η προσθήκη κρίθηκε ως μεγάλης σημασίας, καθώς μπορούσε να διευκολύνει σημαντικά τα άτομα με προβλήματα όρασης στο να αντιληφθούν την ταυτότητα του αντικειμένου με το οποίο αλληλεπιδρούν.

6.4 Η τελική μορφή της εφαρμογής

Μετά το πέρας όλων των παραπάνω βημάτων και διαδικασιών, η εφαρμογή του εικονικού μουσείου αφής είχε ολοκληρωθεί. Το τελικό αποτέλεσμα περιλαμβάνει έναν εικονικό χώρο δωματίου μουσειακής συλλογής με 8 εκθέματα, διάφορα αρχιτεκτονικά-διακοσμητικά αντικείμενα, φυσικά στοιχεία όπως πράσινο και νερό, παράθυρα και περιμετρικό διάδρομο.



Σχήμα 6.72: Η τελική μορφή του χώρου της έκθεσης του εικονικού μουσείου σε συνθήκες “Game”.



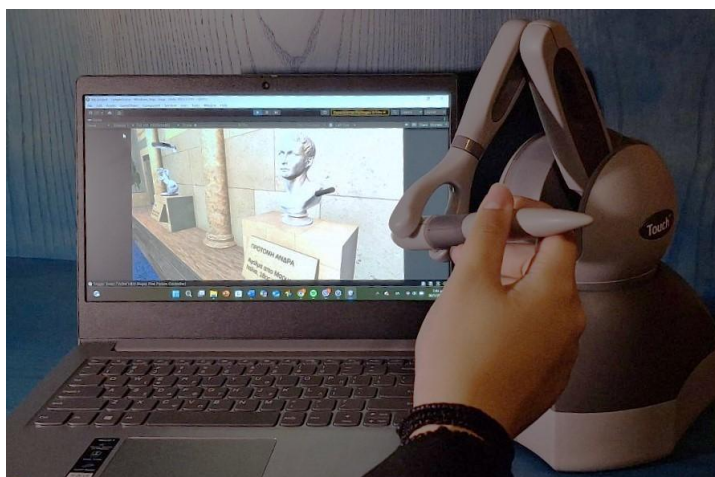
Σχήμα 6.73: Απτική αλληλεπίδραση με έκθεμα του εικονικού μουσείου.

Επιπλέον, υπάρχει βοηθητικός χώρος στον οποίο εκκινούν την εφαρμογή οι χρήστες και περιέχεται ειδική επιγραφή που εξηγεί με κάθε λεπτομέρεια το πως μπορούν να κινηθούν στον χώρο και να αλληλεπιδράσουν με τα εκθέματα μέσω της συσκευής Touch.



Σχήμα 6.74: Χώρος με οδηγίες χειρισμού της εφαρμογής σε συνθήκες “Game”.

Λαμβάνοντας υπόψη τη στόχευση του εγχειρήματος μεταξύ άλλων και προς τα άτομα με οπτικές αναπηρίες, πέρα από τη δυνατότητα απτικής αλληλεπίδρασης, προστέθηκαν ηχητικά στοιχεία (μουσική, φυσικοί ήχοι, περιγραφές εκθεμάτων) που ενισχύουν τη προσβασιμότητα της εφαρμογής προς όλους.



Σχήμα 6.75: Απτική αλληλεπίδραση χρήστη με έκθεμα του εικονικού μουσείου μέσω της συσκευής Touch.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως, λόγω της αξιοποίησης των αποτελεσμάτων σχετικού ερωτηματολογίου, η εφαρμογή φαίνεται πως αισθητικά και λειτουργικά παρέχει μια αρκετά ικανοποιητική εμπειρία, η οποία σε μεγάλο βαθμό καλύπτει τις ανάγκες του κοινού.

Τεχνολογικά, η εφαρμογή, από πλευράς υλικού (hardware), αξιοποιεί το σύστημα ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, τη περιφερειακή συσκευή του ποντικιού και τη συσκευή Touch της 3D Systems, ενώ υπάρχει προγραμματιστική υποδομή και για υποστήριξη συσκευών VR Headset.

Από πλευράς λογισμικού (software), το εγχείρημα χρησιμοποιεί το Unity και τα προγράμματα οδήγησης (drivers) της συσκευής Touch. Κρίνεται πως η αναπαραγωγή της εφαρμογής είναι αρκετά εύκολη και μπορεί να πραγματοποιηθεί και από μη καταρτισμένο προσωπικό, καθώς δεν έχει μεγάλες

απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ ενώ η εγκατάσταση του Unity και των σχετικών drivers αποτελεί μια απλή διαδικασία.

Ανάλογη ευκολία παρατηρείται και στο σκέλος της μεταφοράς των συσκευών, καθώς το σύστημα μπορεί να υποστηριχθεί από φορητούς υπολογιστές και η συσκευή Touch δεν έχει απαγορευτικό μέγεθος ή βάρος για τη μετακίνηση σε διάφορες τοποθεσίες.

Κεφάλαιο 7ο: Σύγκριση με Παρόμοια Εγχειρήματα

7.1 Δομή διαδικασίας σύγκρισης

Μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής του εικονικού μουσείου αφής, κρίθηκε σκόπιμη η διενέργεια σύγκρισης με άλλα, παρόμοια, εγχειρήματα ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτή η εργασία συγκλίνει με τις κατευθύνσεις που ακολουθούνται από άλλους ερευνητές και αν καινοτομεί σε κάποιο τομέα.

Αυτή η μελέτη χωρίστηκε σε 3 ενότητες, οι οποίες εξετάζουν: το αισθητικό, το ενημερωτικό και το λειτουργικό επίπεδο. Στα παρακάτω κεφάλαια θα γίνει αναλυτική αναφορά για το κατά πόσο διαφέρει ή ομοιάζει το εγχείρημα αυτής της εργασίας με άλλα εικονικά και απτικά μουσεία που έχουν αναπτυχθεί.

Για την διεκπαιρέωση αυτής της διαδικασίας, επιλέχθηκαν 2 εικονικά και απτικά μουσεία: το εικονικό “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου και το εικονικό και απτικό “The Museum of Pure Form” των C. Loscos, F. Tecchia et al.

7.2 Αισθητική εικονικών μουσείων

Αρχικά, ως προς τον τομέα της αισθητικής, το παράδειγμα “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου αξιοποιεί την τεχνική της φωτογραμμετρίας για να αποδώσει ένα ακριβές και ρεαλιστικό εικονικό αντίγραφο των χώρων του μουσείου. Ως εκ τούτου, η διαρρύθμιση του χώρου συμφωνεί απόλυτα με αυτή του φυσικού μουσείου. Παρατηρείται μια κυριαρχία των λευκών και μαύρων χρωμάτων ενώ ο φωτισμός είναι έντονος, με επιμέρους φωτιστικά που αναδεικνύουν τα εκθέματα και πληροφοριακές επιγραφές [76].



Σχήμα 7.1: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου [76].

Το “The Museum of Pure Form”, διαφέρει σε σχέση με τη πρώτη περίπτωση, καθώς αποτελεί φανταστικό κατασκεύασμα και όχι αντίγραφο κάποιου υπάρχοντος μουσείου (τα εκθέματα ωστόσο είναι αντίγραφα πραγματικών αντικειμένων που σαρώθηκαν). Ο χώρος αυτής της έκθεσης κατασκευάστηκε με την αξιοποίηση του 3DsMax. Οι αποχρώσεις που κυριαρχούν είναι αυτές του κόκκινου και του γκρι

Κεφάλαιο 7

ενώ υπάρχει έντονος φωτισμός, με επιμέρους φωτιστικά που αναδεικνύουν τα εκθέματα και στοιχεία που πληροφορούν για τη προέλευση των εκθεμάτων [77].



Σχήμα 7.2: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “The Museum of Pure Form” [77].



Σχήμα 7.3: Ο συνολικός χώρος του “The Museum of Pure Form” [77].

Το εικονικό μουσείο αφής, που υλοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, δεν αξιοποίησε μοντέλα υπαρκτών εκθεμάτων ή χώρων ούτε εφαρμόστηκε η τεχνική της φωτογραμμετρίας. Για την κατασκευή του χώρου της έκθεσης χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλα τροποποιημένα σχήματα του λογισμικού Unity και μοντέλα αρχιτεκτονικών στοιχείων από το Unity Asset Store με εφαρμογή υφών εικόνας - textures. Οι λευκές - γκρι και μπλε είναι οι κυρίαρχες αποχρώσεις ενώ υπάρχει έντονος φωτισμός, με επιμέρους φωτιστικά που αναδεικνύουν τα εκθέματα και επιγραφές με πληροφορίες για τα αντικείμενα.



Σχήμα 7.4: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας”.

7.3 Παρουσίαση πληροφορίας εικονικών μουσείων

Ως προς τον τομέα της παρουσίασης πληροφοριών, το παράδειγμα “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου παρέχει επιλογές ανάγνωσης κειμένων περιγραφών για το κάθε έκθεμα και προβολής λεπτομερών φωτογραφιών, μέσω σχετικών εικονιδίων [76].



Σχήμα 7.5: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου. Εμφάνιση λεπτομερούς φωτογραφίας εκθέματος [76].



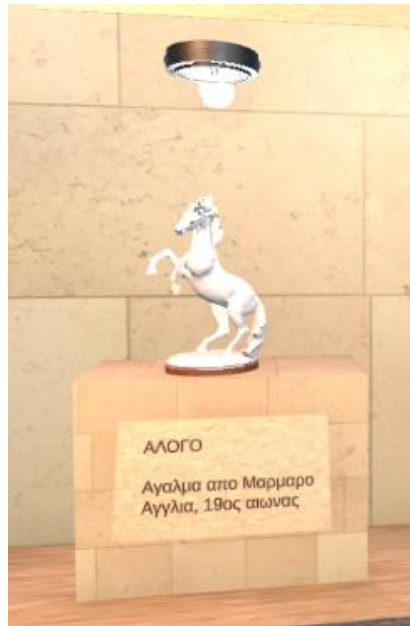
Σχήμα 7.6: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου. Εμφάνιση κειμένου περιγραφής εκθέματος [76].

Το “The Museum of Pure Form”, ακολουθεί μια αρκετά διαφορετική προσέγγιση στον τομέα παρουσίασης πληροφοριών. Κάθε δωμάτιο του εικονικού μουσείου φιλοξενεί μόνο ένα έκθεμα (στο κέντρο του) με τους τοίχους να αξιοποιούνται για ανάρτηση εικόνων σχετικών με τον τόπο προέλευσης και την ιστορία του κεντρικού αντικειμένου [77].



Σχήμα 7.7: Η δομή ενός δωματίου στο εικονικό μουσείο “The Museum of Pure Form”. Στο βάθρο στο κέντρο τοποθετείται το έκθεμα, ενώ στους τοίχους παρατηρούνται, σχετικές με το πληροφοριακό πλαίσιο, εικόνες [77].

Το εγχείρημα αυτής της εργασίας, παρουσίαζε τις πληροφορίες των εκθεμάτων σε ειδικές επιγραφές κάτω από τις βάσεις τους, ενώ τοποθετήθηκε (για την ενημέρωση των ατόμων με οπτικές αναπηρίες) και ηχητική περιγραφή, η οποία εκκινούσε την αναπαραγωγή, μόλις ο χρήστης πλησίαζε το εκάστοτε έκθεμα.



Σχήμα 7.8: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής της εργασίας. Διακρίνεται το έκθεμα με το πλαίσιο κειμένου που το συνοδεύει.

7.4 Παρουσίαση πληροφορίας εικονικών μουσείων

Το “Virtual Tours” διαθέτει περιορισμένες επιλογές χειρισμού ενώ δεν αξιοποιεί κάποια εξωτερική συσκευή για την ενίσχυση της εμπειρίας (με εξαίρεση τον υπολογιστή του εκάστοτε χρήστη). Η πλοήγηση στον χώρο γίνεται με την χρήση του κέρσορα και κλικ πάνω σε βέλη που δείχνουν τις διαθέσιμες κατευθύνσεις κίνησης (παρόμοιο σύστημα με αυτό του “Street view” του Google maps). Το οπτικό πεδίο του χρήστη προσαρμόζεται επίσης με την ανάλογη κίνηση του κέρσορα [76].



Σχήμα 7.9: Στιγμιότυπο οθόνης κατά τη χρήση της εφαρμογής “Virtual Tours” του μουσείου του Λούβρου. Διακρίνεται στο πάτωμα επιλογή η οποία μεταφέρει τον χρήστη μπροστά αν την επιλέξει με το ποντίκι [76].

Το “The Museum of Pure Form”, αποτελεί ένα σύνθετο ολοκληρωμένο σύστημα που περιλαμβάνει λογισμικό αναπαράστασης γραφικών, βάση δεδομένων που φιλοξενεί τα τρισδιάστατα μοντέλα, σύστημα προβολής (στερεοσκοπικό σύστημα οπτικοποίησης), απτική συσκευή και διεπιφάνεια. Η παραμετροποίηση της εφαρμογής έγινε με γνώμονα την εύκολη εισαγωγή σε συμβατικούς υπολογιστές και έτσι υπήρξε προσπάθεια περιορισμού των απαιτήσεων σε υπολογιστική ισχύ.

Η λειτουργία του εγχειρήματος μοιράζεται σε 2 υπολογιστικούς κόμβους, οι οποίοι διαχειρίζονται τη προσομοίωση και ελέγχουν την απτική διεπιφάνεια. Η επικοινωνία μεταξύ αυτών των μηχανημάτων, γίνεται με σύνδεση Ethernet υψηλής ταχύτητας μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας TCP/IP.

Ως προς το απτικό σκέλος, η εφαρμογή αξιοποιεί 2 συσκευές (Light-Exos και Pure-Form Hand-Exoskeleton) που είναι τοποθετημένες σε εξωσκελετό που εφαρμόζει στο χέρι του χρήστη. Το μηχανήμα Light-Exos, επιτρέπει την τοποθέτηση σε φορητή υποστήριξη ώστε να μπορεί ο χρήστης να κινείται στο χώρο και το Pure-Form Hand-Exoskeleton εντοπίζει τη θέση του χεριού και του ασκεί δυνάμεις. Αυτός ο συνδυασμός επιτρέπει την απόδοση μεγαλύτερου ρεαλισμού στην αίσθηση, καθώς περιλαμβάνει μεγάλη ακρίβεια στη παλάμη αλλά και άσκηση δυνάμεων σε ολόκληρο το χέρι [77].



Σχήμα 7.10: Απτική αλληλεπίδραση χρήστη με έκθεμα μέσω του εξωσκελετού της εφαρμογής “The Museum of Pure Form” [77].

Το εικονικό μουσείο αφής που υλοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αξιοποίησε την απτική συσκευή Touch της 3D Systems, ενώ διαθέτει υποδομή για σύνδεση με συσκευές VR Headset.

Η εφαρμογή επιτρέπει την πλήρη κίνηση (προς όλες τις κατευθύνσεις) του χρήστη και του οπτικού του πεδίου στον χώρο, μέσω των πλήκτρων του υπολογιστή και της κίνησης του κέρσορα (ή του VR Headset, αν υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησής του). Όταν προσεγγίζει κάποιο έκθεμα, ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει απτικά μέσω του στυλό του βραχίονα της συσκευής Touch.

Η φορητότητα και η ευκολία σύνδεσης και εγκατάστασης σε υπολογιστές που διαθέτει το μηχανήμα Touch, καθιστά την εφαρμογή μια εύκολα εγκαταστάσιμη λύση.



Σχήμα 7.11: Απτική αλληλεπίδραση χρήστη με έκθεμα μέσω της συσκευής Touch της εφαρμογής “Μουσείο Αφής Εικονικής Πραγματικότητας”.

Κεφάλαιο 8ο: Μεθοδολογία Έρευνας

8.1 Σκοπός της έρευνας

Στο πλαίσιο των προσπαθειών διαμόρφωσης ενός ευχάριστου, επιμορφωτικού και διασκεδαστικού περιβάλλοντος εικονικού μουσείου για όλους τους χρήστες, διενεργήθηκε μελέτη η οποία είχε ως στόχο τη διερεύνηση των απόψεων κατοίκων της Ελλάδας για το ποια είναι τα καταλληλότερα στοιχεία που οφείλει να διαθέτει μια τέτοια εφαρμογή.

Μία τέτοια κοινωνική έρευνα, αφορά την ακαδημαϊκή διερεύνηση θεμάτων σχετικών με τις κοινωνικές επιστήμες και διεξάγεται διότι «υπάρχουν πτυχές της κατανόησής μας για το τι συμβαίνει στην κοινωνία που δεν έχουν επιλυθεί» [73].

Ειδικότερα, για την κάλυψη των παραπάνω απαιτήσεων, επιλέχθηκε η ποσοτική μέθοδος του ερωτηματολογίου, καθώς κρίθηκε ως η καταλληλότερη για την εξυπηρέτηση των αναγκών της συγκεκριμένης έρευνας.

Ως προς την επίτευξη των στόχων, για τους οποίους θα γίνει εκτενής αναφορά παρακάτω, απαιτήθηκαν πληροφορίες που μπορούν να παρέχουν άτομα διαφόρων ηλικιών, φύλων και κοινωνικοοικονομικών υποβάθρων καθώς τα χαρακτηριστικά της διερεύνησης δεν περιορίζονται σε κάποιο δείγμα ειδικών χαρακτηριστικών. Τέλος, οι πληροφορίες συγκεντρώθηκαν μέσω κλειστών ερωτήσεων, καθώς η περαιτέρω εξειδίκευση θεωρήθηκε περιττή.

Εντούτοις, συνοπτικά, το πλαίσιο μιας τέτοιας ποσοτικής έρευνας, ορίζεται ως εξής:

“Έρευνα που δίνει συνήθως έμφαση στην ποσοτικοποίηση κατά τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων. Ως ερευνητική στρατηγική, έχει παραγωγικό και αντικειμενοκρατικό χαρακτήρα, και ενσωματώνει ένα μοντέλο ερευνητικής διαδικασίας που προέρχεται από τις φυσικές επιστήμες (ειδικότερα, μία δομή με επιδράσεις από τον θετικισμό), όμως οι ερευνητές του χώρου της ποσοτικής έρευνας δεν αποδέχονται πάντα τα τρία αυτά στοιχεία στο σύνολό τους” [78].

8.2 Στόχοι της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της διερεύνησης μέσω του ερωτηματολογίου με τίτλο "Δημιουργία Μουσείου Αφής Εικονικής Πραγματικότητας στο Unity", ήταν η μελέτη των απόψεων κατοίκων της Ελλάδας για το ποια είναι τα καταλληλότερα στοιχεία που οφείλει να διαθέτει ένα εικονικό μουσείο.

Το εγχείρημα αυτό, περιλαμβάνει την ερμηνεία απόψεων σχετικά με το ποιά οφείλει να είναι η μορφή του περιβάλλοντος του χώρου, το περιεχόμενό του, καθώς και επιμέρους χαρακτηριστικά που εμπλουτίζουν την εμπειρία του επισκέπτη.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που παρουσιάστηκαν στους συμμετέχοντες, ήταν τα εξής:

- Κρίνετε ότι το περιβάλλον του εικονικού μουσείου οφείλει να είναι εσωτερικός χώρος;
- Ποιά χρώματα και ποιές αποχρώσεις θεωρούνται οι καταλληλότερες για ένα εικονικό μουσείο;
- Πιστεύετε ότι ο φωτισμός πρέπει να είναι έντονος και με θερμή απόχρωση;
- Οφείλουν τα εκθέματα να αναδεικνύονται με επιμέρους φωτιστικά;
- Αποτελεί η ύπαρξη φυσικού φωτισμού απαραίτητη προσθήκη σε ένα εικονικό μουσείο;
- Υπάρχει η ανάγκη προσθήκης περαιτέρω αρχιτεκτονικών-αισθητικών στοιχείων στον εικονικό μουσειακό χώρο, μην σχετικών με το αντικείμενο της έκθεσης;

- Οφείλει ο εκθεσιακός χώρος να ακολουθεί συγκεκριμένο αρχιτεκτονικό στυλ και αν ναι ποιο από αυτά κρίνεται ως το προτιμότερο;
- Θεωρείτε ότι η θεματική της έκθεσης οφείλει να ακολουθεί συγκεκριμένο αντικείμενο;
- Πόσο σημαντικό κρίνετε πως είναι το πληροφοριακό πλαίσιο των εκθεμάτων;
- Κρίνετε απαραίτητη τη προσθήκη φυσικών στοιχείων στην εικονική αίθουσα;
- Θεωρείτε την ύπαρξη ηχητικού περιεχομένου αναπόσπαστο κομμάτι ενός εικονικού μουσείου;

8.3 Πληθυσμός και δείγμα της έρευνας

Γενικά, σε μία έρευνα, πληθυσμός ορίζεται το σύνολο των μονάδων από το οποίο επιλέγεται το δείγμα [78]. Στο εγχείρημα που πραγματεύεται αυτή η εργασία, ο πληθυσμός αποτελούνταν από ανθρώπους που κατοικούν εντός της Ελλάδας.

Επιπλέον, υπάρχει η μεταβλητή του δείγματος, η οποία περιγράφει το τμήμα του πληθυσμού που επιλέγεται για διερεύνηση [78]. Στη συγκεκριμένη έρευνα, το δείγμα απαρτίζεται από 61 άτομα (46 γυναίκες και 15 άντρες). Από αυτούς, οι περισσότεροι (36) είναι άτομα ηλικίας 40-65 ετών. Υπήρχαν ακόμα 12 συμμετέχοντες ηλικίας 24-40 ετών, 6 18-24 και άλλοι 6 κάτω των 18. Τέλος, η ομάδα των άνω των 65 ετών εκπροσωπήθηκε από έναν ερωτώμενο.

Προχωρώντας στην δειγματοληψία, οι μέθοδοί της χωρίζονται σε κατηγορίες πιθανοτικής και μη πιθανοτικής δειγματοληψίας [72]. Το μη πιθανοτικό δείγμα, στο οποίο εστιάζει η συγκεκριμένη έρευνα, δεν προϋποθέτει τη συμμετοχή του συνόλου του πληθυσμού της εξεταζόμενης ομάδας στην μελέτη. Στον αντίποδα, ο ερευνητής είναι το πρόσωπο που θα επιλέξει το δείγμα, ή θα λάβει γνώση μέσω δεύτερων προσώπων για αυτό, ή το ίδιο το δείγμα θα προσφερθεί να συμμετάσχει [75].

Ειδικότερα, στο ερωτηματολόγιο αυτής της εργασίας, αξιοποιήθηκαν δύο μέθοδοι μη πιθανοτικής δειγματοληψίας. Πρόκειται για την δειγματοληψία ευκολίας και την δειγματοληψία χιονοστιβάδας. Το δείγμα ευκολίας είναι εκείνο στο οποίο ο ερευνητής έχει εύκολη πρόσβαση. Στην προκειμένη περίπτωση αξιοποιήθηκαν δεδομένα από κοντινά πρόσωπα, στα οποία ο ερευνητής είχε άμεση πρόσβαση. Ωστόσο, προκειμένου να συγκεντρωθεί ένα ικανοποιητικό δείγμα προστέθηκε και η μέθοδος της χιονοστιβάδας. Εδώ πρόκειται για μία ακόμα μορφή δειγματοληψίας ευκολίας με σημαντική διαφοροποίηση στο γεγονός ότι ο ερευνητής ζητά από άτομα που έχουν ήδη συμμετάσχει στην έρευνα να τον φέρουν σε επαφή με περισσότερα άτομα, στα οποία δεν είχε μέχρι πρότινος πρόσβαση [78].

8.4 Εργαλεία συλλογής δεδομένων

Για τη διερεύνηση που διενεργήθηκε σε αυτή την εργασία, το ερωτηματολόγιο ατομικής συμπλήρωσης κρίθηκε ως η βέλτιστη επιλογή συγκέντρωσης δεδομένων. Πρόκειται για μια φόρμα η οποία συχνά αποστέλλεται μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και αποτελείται από κλειστές ερωτήσεις, τις οποίες καλείται να απαντήσει ο συμμετέχων ατομικά [78].

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί έναν οικονομικά προσιτό τρόπο συλλογής δεδομένων από μεγάλο κομμάτι του πληθυσμού. Είναι ένας μηχανισμός που, αν εκτελεστεί ορθά, μπορεί να αποφέρει δεδομένα υψηλής ποιότητας με μεγάλη απόκριση και υψηλή ανωνυμία (γεγονός που οδηγεί σε πιο ειλικρινείς - αυθόρμητες απαντήσεις και μειώνει τις προκαταλήψεις). Επιπλέον, για την αποδοτική αξιοποίηση, σημαντικός είναι ο προσδιορισμός του κοινού-στόχου (ακόμη και γεωγραφικά κατανομημένου) με σαφήνεια, η επαρκής γνώση των ερωτηθέντων για τα ζητήματα που ρωτούνται και η αριθμητική εστίαση στην ανάλυση [79].

Το ερωτηματολόγιο αυτής της εργασίας, περιελάμβανε τις εξής θεματικές:

- Δημογραφικές Πληροφορίες
- Μορφή Περιβάλλοντος Χώρου
- Απόχρωση Περιβάλλοντος Χώρου
- Φωτισμός Περιβάλλοντος Χώρου
- Φωτισμός Εκθεμάτων
- Φυσικός φωτισμός Αίθουσας (Προαιρετικό)
- Ευρύτερο Περιβάλλον
- Τα Εκθέματα του Χώρου
- Συμπληρωματικό Περιεχόμενο
- Ηχητικό Περιεχόμενο

8.5 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η έρευνα με θέμα "Δημιουργία Μουσείου Αφής Εικονικής Πραγματικότητας στο Unity" διεξήχθη στα πλαίσια του εαρινού ακαδημαϊκού εξαμήνου, 2025. Κατά την έναρξη της έρευνας, οι συμμετέχοντες πληροφορήθηκαν για τη μελλοντική αξιοποίηση των απαντήσεών τους μέσω ενημερωτικού σχετικού κειμένου. Επιπλέον, στα πλαίσια των δεοντολογικών κανόνων, διευκρινήστηκε η αποκλειστική ακαδημαϊκή χρήση των αποτελεσμάτων και κυρίως η εξασφάλιση της ανωνυμίας τους. Η επικοινωνία με τους συμμετέχοντες προέκυψε είτε τηλεφωνικά, είτε μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, είτε μέσω ανάρτησης σε δημόσιες ομάδες του διαδικτύου.

Οι ερωτώμενοι έλαβαν μέσω διεύθυνσης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου τη φόρμα με τις ερωτήσεις της συνέντευξης. Εντός του ερωτηματολογίου, συμπεριλήφθηκε και το ενημερωτικό κείμενο, το οποίο όφειλαν να διαβάσουν οι συμμετέχοντες πριν την έναρξη της έρευνας. Ωστόσο, υπήρχαν ερωτώμενοι που έλαβαν το ερωτηματολόγιο είτε μέσω άλλων συμμετεχόντων είτε έπειτα από ανάρτηση σε δημόσιες ομάδες του μέσου κοινωνικής δικτύωσης Facebook. Η συμπλήρωση, έλαβε χώρα σε ώρα και μέρα της επιλογής του καθενός. Τα δεδομένα που προέκυψαν, μελετήθηκαν μετά από γνωστοποίηση της πρόθεσης αξιοποίησής τους. Οι συνεντευξιζόμενοι, από τους οποίους προήλθαν τα δεδομένα, είναι άτομα διαφόρων ηλικιών τα οποία διαμένουν στην χώρα.

8.6 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Της συλλογής δεδομένων, έπεται η ανάλυση. Για αυτή τη διαδικασία, επιλέχθηκε η διερευνητική μέθοδος μελέτης, στην οποία, ο ερευνητής μέσω της ανάλυσης ανακαλύπτει τι υποδηλώνουν οι πληροφορίες που συγκέντρωσε [80].

Στην έρευνα αυτής της εργασίας, το αντικείμενο μελέτης ήταν το ποια χαρακτηριστικά οφείλει να έχει ένα ιδανικό, για τους χρήστες, εικονικό μουσείο. Κατά τη διερεύνηση αυτού του ζητήματος, μελετήθηκε ξεχωριστά κάθε μεταβλητή (π.χ.: η ηλικία των συμμετεχόντων) με τη τεχνική της μονομεταβλητής ανάλυσης [81].

Για την καλύτερη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν διαγράμματα. Σε αυτή τη παρουσίαση αξιοποιήθηκαν κυκλικά διαγράμματα και ραβδογράμματα και οι ποσότητες αναπαραστάθηκαν σε συχνότητες και σε ποσοστά [80].

Η επιλογή αυτών των μεθόδων έγινε καθώς αποτελούν απλές τεχνικές παρουσίασης και μπορούν εύκολα να γίνουν κατανοητές από τον αναγνώστη [78], [80].

8.7 Ζητήματα δεοντολογίας

Κάθε έρευνα οφείλει να συμπεριλαμβάνει τα ζητήματα δεοντολογίας, τα οποία ορίζουν κανόνες και αρχές, που υποχρεούνται να σεβαστεί ο ερευνητής [80]. Ένα από αυτά, αποτελεί η αρχή της αξιοπρέπειας, η οποία προβλέπει εκούσια και συνειδητή συμμετοχή στην διερεύνηση μετά από σχετική ενημέρωση, για κάθε συμμετέχοντα. Πιο συγκεκριμένα, πριν την έναρξη της έρευνας, απαιτείται διενέργεια επαρκούς πληροφόρησης με στόχο οι συμμετοχές να γίνονται με ελεύθερη βούληση και πλήρη επίγνωση της διαδικασίας που θα ακολουθήσει. Αυτή η ενημέρωση πραγματοποιείται μέσω ενός ενημερωτικού σημειώματος που περιγράφει επαρκώς τους στόχους και τη μεθοδολογία που θα εφαρμοστεί.

Επιπλέον, σε αυτό το πληροφοριακό έντυπο, πρέπει να αναφέρεται με κατανοητό τρόπο πως δεν θα γίνει καμία καταγραφή προσωπικών στοιχείων και θα διασφαλιστεί η ανωνυμία. Αυτό συνεπάγεται πως ο ερευνητής θα αξιοποιήσει την αρχή της ευεργεσίας για να διαφυλάξει την ιδιωτικότητα των ερωτώμενων. Μέσω αυτής της προφύλαξης, αποφεύγεται η πρόκληση βλάβης και έκθεσης από τα δεδομένα των απαντήσεων [81].

Στο ερωτηματολόγιο που απασχόλησε αυτή την εργασία, όλες οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν, ήταν προσβάσιμες μόνο από τον ερευνητή και τον επιβλέποντα καθηγητή.

Ένα σημαντικό στοιχείο της δεοντολογίας που έλειψε από αυτή την έρευνα, είναι η γραπτή δήλωση συγκατάθεσης συμμετοχής σε αυτή. Θα μπορούσε να συμπεριληφθεί εντός του ερωτηματολογίου μία επιπλέον ερώτηση που να εξακριβώνει κατά πόσο οι ερωτώμενοι συμμετέχουν στην έρευνα με δική τους βούληση, έπειτα από προηγούμενη πλήρη ενημέρωσή τους.

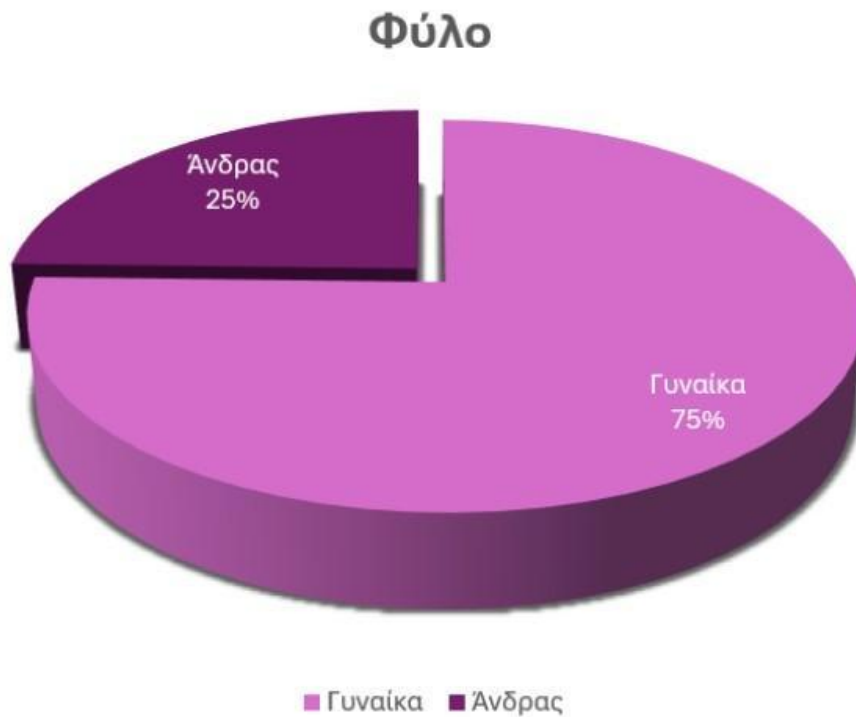
Κεφάλαιο 9ο: Αποτελέσματα Έρευνας

9.1 Δημογραφικές πληροφορίες

Στο πρώτο στάδιο της έρευνας, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που θα προσδιόριζαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος. Τα ερωτήματα αυτής της ενότητας επικεντρώθηκαν στο φύλο και στην ηλικιακή ομάδα του κοινού.

9.1.1 Φύλο Ερωτηθέντων

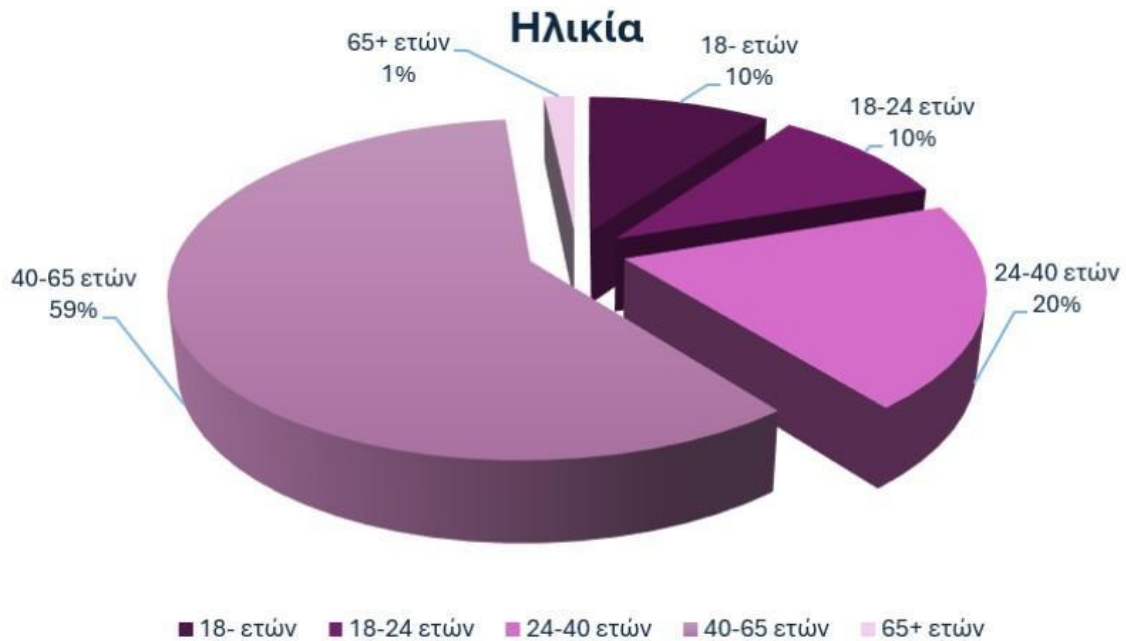
Η πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου καλούσε τους ερωτώμενους να προσδιορίσουν το φύλο τους. Από τα 61 άτομα που συμπλήρωσαν τη φόρμα, οι 46 (75,4%) δήλωσαν γυναίκες, και οι υπόλοιποι 15 (24,6%), άντρες.



Σχήμα 9.1: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της πρώτης ερώτησης της έρευνας.

9.1.2 Ηλικία Ερωτηθέντων

Ακολούθησε ερώτηση σχετική με την ηλικιακή ομάδα που ανήκουν οι συμμετέχοντες. Οι διαθέσιμες επιλογές περιελάμβαναν 5 ηλικιακές κατηγορίες. Από αυτές, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων (59%) αποτελείται από 36 άτομα ηλικίας 40-65 ετών. Στην συνέχεια ακολουθεί η ηλικιακή ομάδα των 24-40 ετών με 12 συμμετέχοντες (19,7 %). Οι κατηγορίες κάτω των 18 και 18-24 έχουν 6 άτομα έκαστη (9,8%). Τέλος, η ομάδα των άνω των 65 ετών αποτελείται από μόλις ένα άτομο (1,6%).



Σχήμα 9.2: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δεύτερης ερώτησης της έρευνας.

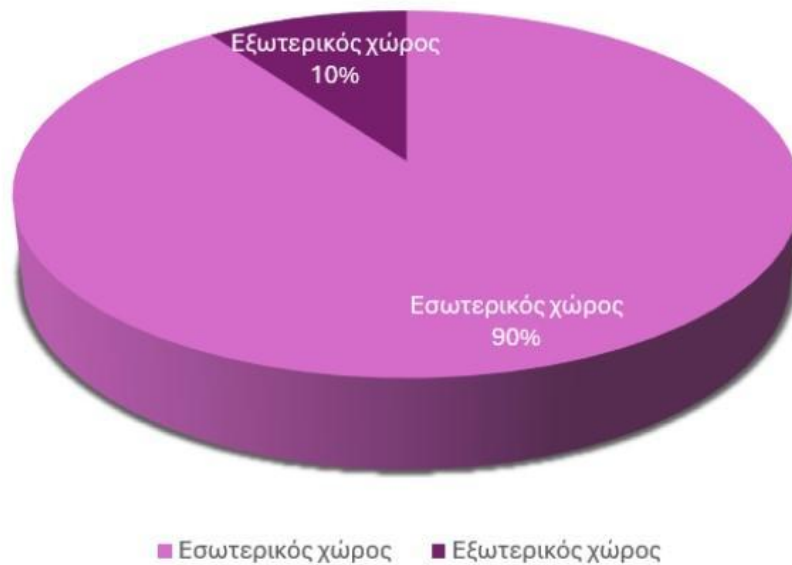
9.2 Περιβάλλον Χώρος

Στο δεύτερο στάδιο της έρευνας, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που θα προσδιόριζαν τον επιθυμητό περιβάλλοντα χώρο της έκθεσης του εικονικού μουσείου. Τα ερωτήματα αυτής της ενότητας επικεντρώθηκαν σε ζητήματα όπως η μορφή, ο φωτισμός, η αρχιτεκτονική κλπ.

9.2.1 Μορφή Περιβάλλοντος Χώρου

Όσον αφορά τη μορφή του περιβάλλοντος χώρου, η συντριπτική πλειοψηφία δηλώνει ότι η τοποθεσία της μουσειακής έκθεσης οφείλει να αποτελεί εσωτερικό χώρο 90,2% (55). Το υπόλοιπο 9,8% (6) θεωρεί προτιμότερη την επιλογή του εξωτερικού χώρου.

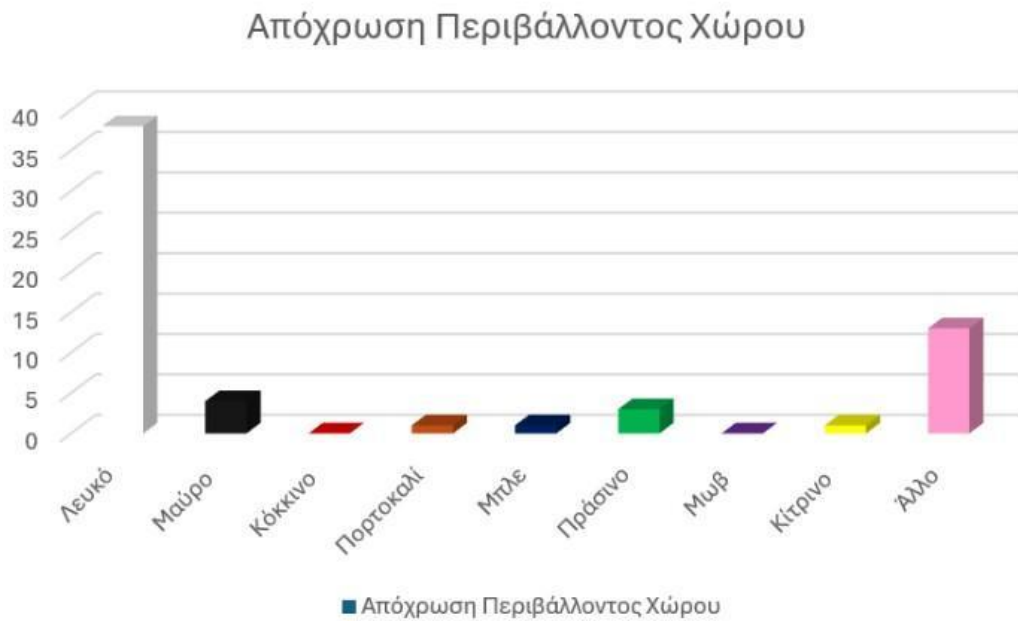
Μορφή Περιβάλλοντος Χώρου



Σχήμα 9.3: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της τρίτης ερώτησης της έρευνας.

9.2.2 Απόχρωση Περιβάλλοντος Χώρου

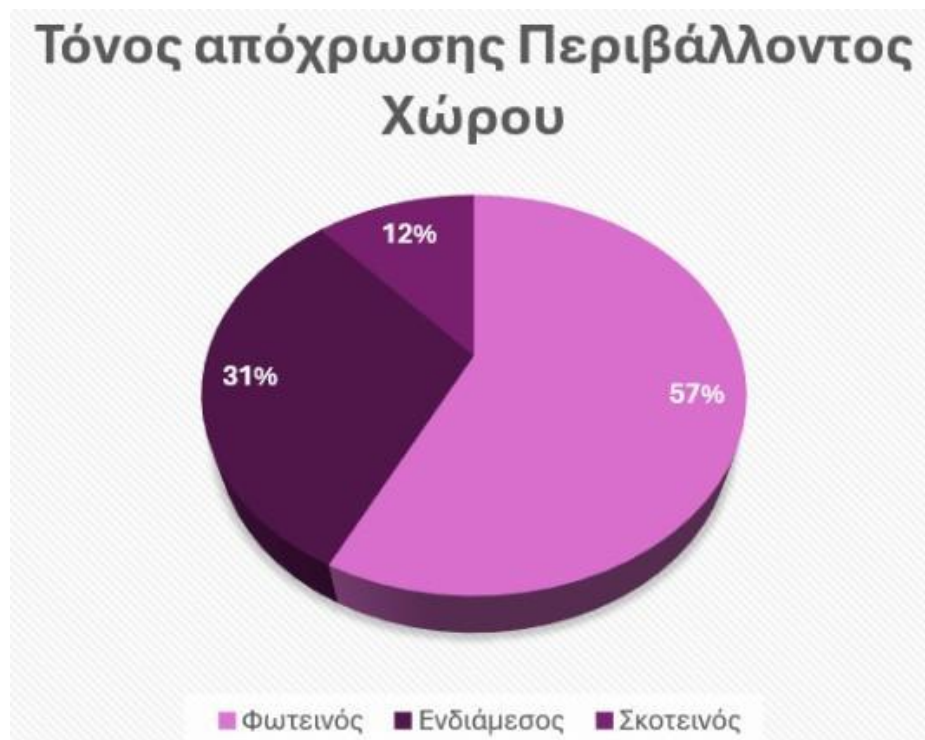
Για την απόχρωση του χώρου της έκθεσης υπήρξαν 9 διαφορετικές επιλογές. Η επικρατούσα ήταν η απάντηση που περιείχε το λευκό χρώμα ή συναφείς αποχρώσεις με 62,3% (38). Ακολουθούσε, χωρίς περαιτέρω διευκρίνιση το άλλο με 21,3% (13) που υποδεικνύει ότι ένας σημαντικός αριθμός ατόμων δεν καλύφθηκε από τις διαθέσιμες προτάσεις. Με το αρκετά μικρότερο ποσοστό των 6,6% (4) ακολουθεί το μαύρο, ενώ κοντά παραμένει το πράσινο με 4,9% (3). Το μπλε, κίτρινο και πορτοκαλί συγκέντρωσαν από 1,6% έκαστο, ενώ το μωβ και κόκκινο δεν επιλέχθηκαν από κανέναν συμμετέχοντα.



Σχήμα 9.4: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της τέταρτης ερώτησης της έρευνας.

9.2.3 Τόνος Απόχρωσης Περιβάλλοντος Χώρου

Συνεχίζοντας με την απόχρωση, η πλειοψηφία των 57,4% (35) δηλώνει ότι επιθυμεί ο τόνος των αποχρώσεων που επέλεξε να είναι φωτεινός. Το 31,1% (19) κρίνει ως προτιμότερο την ενδιάμεση ένταση, ενώ το ποσοστό των 11,5% (7) επιλέγει σκοτεινότερες αποχρώσεις.



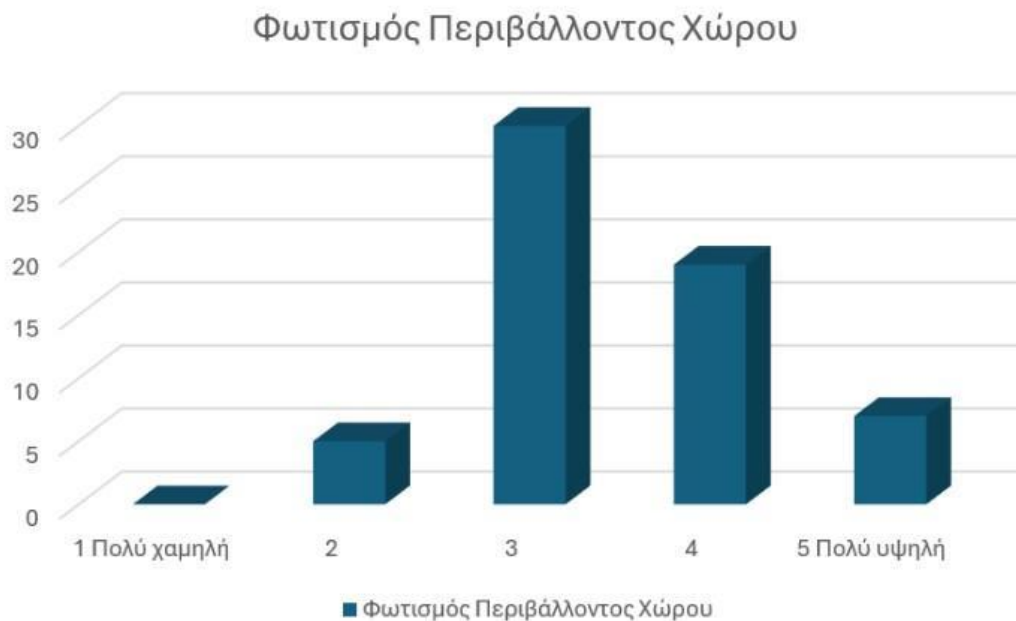
Σχήμα 9.5: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της πέμπτης ερώτησης της έρευνας.

9.3 Φωτισμός Περιβάλλοντος Χώρου

Στο τρίτο στάδιο της έρευνας, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που θα προσδιόριζαν τα χαρακτηριστικά του φωτισμού της έκθεσης του εικονικού μουσείου. Τα ερωτήματα αυτής της ενότητας επικεντρώθηκαν σε ζητήματα όπως η ένταση και η απόχρωση του φωτός στην αίθουσα των εκθεμάτων.

9.3.1 Ένταση φωτισμού

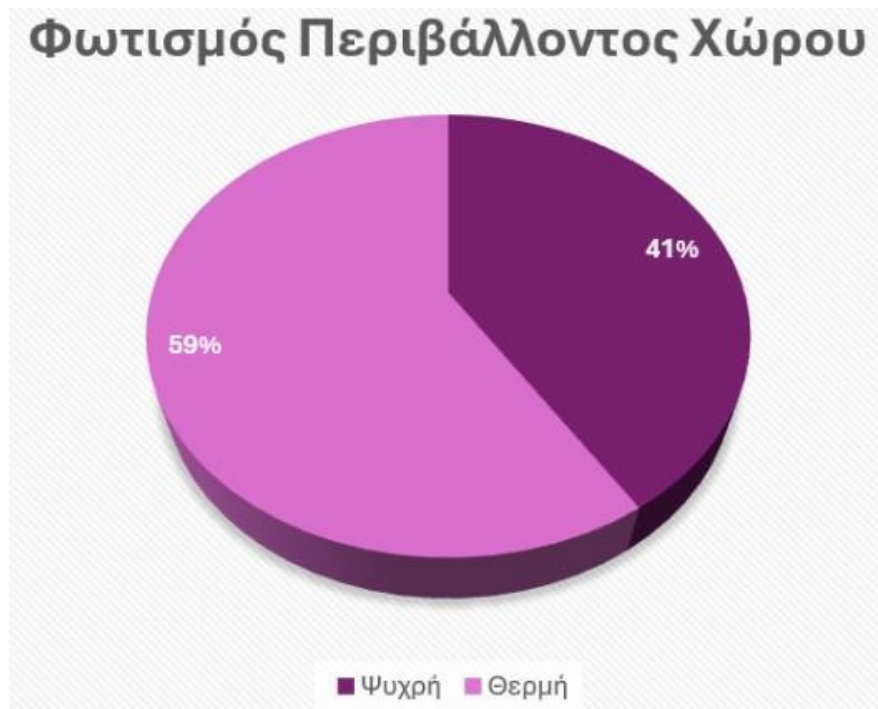
Για το ερώτημα σχετικά με την ένταση του φωτισμού, οι απαντήσεις τοποθετήθηκαν σε κλίμα Likert με το 1 να αποτελεί την χαμηλότερη επιλογή και, προοδευτικά, το 5 την υψηλότερη. Εδώ, η επιλογή 1 δεν επιλέχθηκε από κανέναν (0%). Στο 2, οι συμμετέχοντες αυξάνονται σε 8,2% (5). Στην ενδιάμεση ένταση της επιλογής 3, φαίνεται να τείνουν οι περισσότεροι ερωτηθέντες με ποσοστό 49,2% (30) ενώ ακολουθεί η ελαφρώς υψηλότερη ένταση της επιλογής 4 με 31,1% (19). Τέλος, η πιο ισχυρή ένταση, που αποτελεί και τελευταία επιλογή της κλίμακας, με αριθμό 5, συγκέντρωσε ποσοστό 11,5% (7).



Σχήμα 9.6: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της έκτης ερώτησης της έρευνας.

9.3.2 Απόχρωση φωτισμού

Ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών του φωτισμού εξειδικεύτηκε περισσότερο σε αυτή την ερώτηση, όπου οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να επιλέξουν το χρώμα του. Το 59% των συμμετεχόντων (36) επέλεξε τη θερμή, ενώ το υπόλοιπο 41% (25) τη ψυχρή απόχρωση.



Σχήμα 9.7: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της έβδομης ερώτησης της έρευνας.

9.3.3 Φωτισμός Εκθεμάτων

Στην ερώτηση εάν ο φωτισμός του χώρου οφείλει να αναδεικνύει τα εκθέματα με επιμέρους φωτιστικά, το 96,7% (59) επέλεξε “Ναι”. Το υπόλοιπο 3,3% (2) φαίνεται ότι κρίνει μη απαραίτητη την ύπαρξη αυτού του χαρακτηριστικού.



Σχήμα 9.8: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της όγδοης ερώτησης της έρευνας.

9.3.4 Φωτισμός Αίθουσας (Προαιρετικό)

Σε συνέχεια της παραπάνω ερώτησης για την μορφή της περιβάλλουσας περιοχής, όσοι επέλεξαν τον εσωτερικό χώρο κλήθηκαν να απαντήσουν εάν κρίνουν την ύπαρξη φυσικού φωτισμού (παράθυρο, φεγγίτης κ.α.) απαραίτητη. Το 80,7% (46) συμφωνεί με την προσθήκη αυτού του χαρακτηριστικού ενώ το 19,3% (11) θεωρεί πως δεν είναι απαραίτητο.



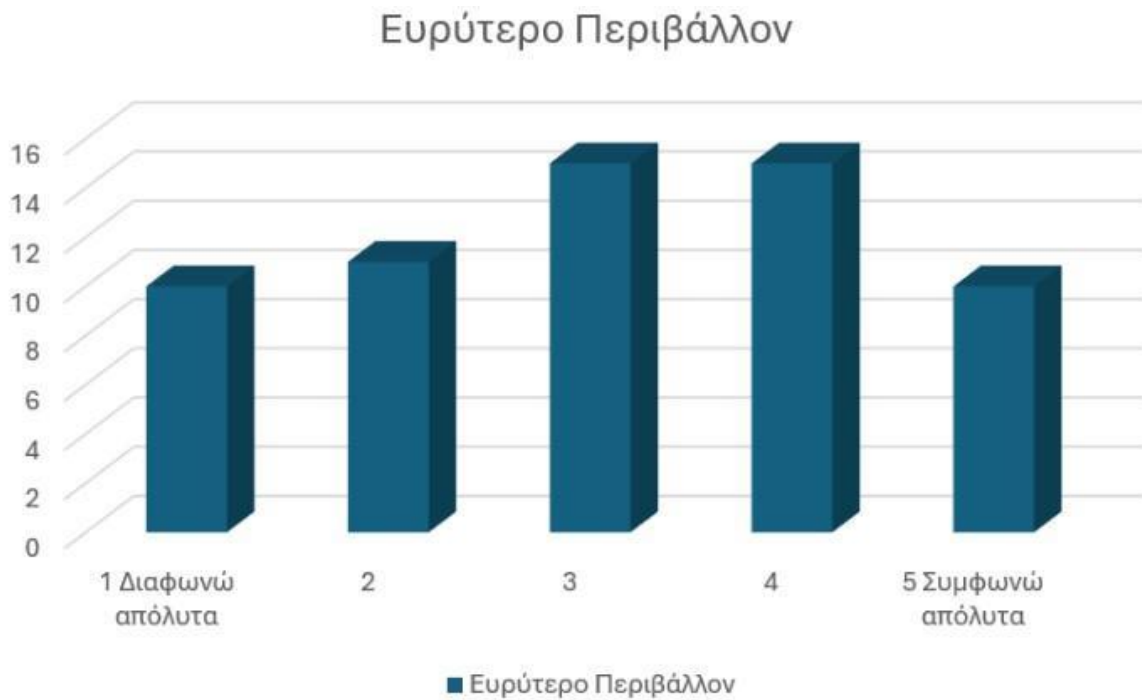
Σχήμα 9.9: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της ένατης ερώτησης της έρευνας.

9.4 Ευρύτερο Περιβάλλον

Στο τέταρτο στάδιο της έρευνας, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που θα προσδιόριζαν τα χαρακτηριστικά του ευρύτερου περιβάλλοντος του εικονικού μουσείου. Τα ερωτήματα αυτής της ενότητας επικεντρώθηκαν σε ζητήματα σχετικά με την αρχιτεκτονική της αίθουσας των εκθεμάτων.

9.4.1 Περαιτέρω αρχιτεκτονικά-αισθητικά στοιχεία

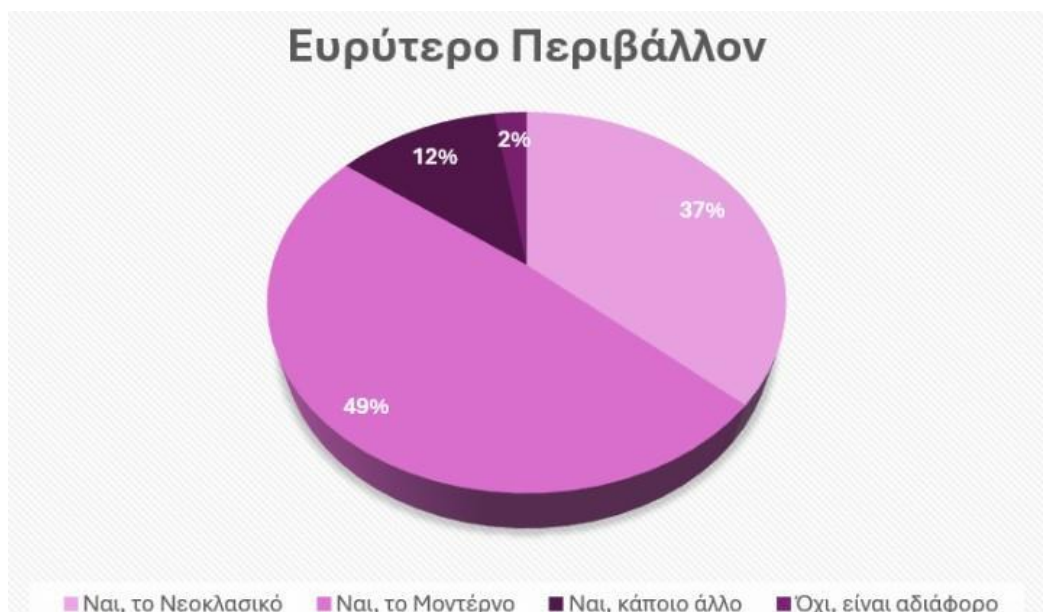
Σε αυτό το ερώτημα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να επιλέξουν κατά πόσο επιθυμούν ο χώρος της έκθεσης να διαθέτει περαιτέρω αρχιτεκτονικά και γενικότερα αισθητικά στοιχεία. Εδώ φαίνεται πως το δείγμα δεν υποδεικνύει με μεγάλο ποσοστό κάποια απάντηση, καθώς διαμοιράζεται και στις τρεις επιλογές της κλίμακας Likert. Το 32,4% (21) τοποθετείται κάτω από την μέση της διαβάθμισης δηλώνοντας ότι διαφωνεί με την προσθήκη τέτοιων στοιχείων. Το διαφωνώ απόλυτα συγκέντρωσε 16,4% (10) ενώ το διαφωνώ 18% (11). Από την άλλη το 41% (25) αντιμετωπίζει θετικά την προσθήκη αφού το 24,6% (15) συμφωνεί και το 16,4% (10) συμφωνεί απόλυτα. Εξίσου σημαντικό είναι, τέλος, το ποσοστό των 24,6% (15) που τοποθετείται στην μέση κρατώντας ουδέτερη θέση.



Σχήμα 9.10: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης ερώτησης της έρευνας.

9.4.2 Αρχιτεκτονικό ύφος

Σε μία προσπάθεια περαιτέρω εξειδίκευσης των κατευθύνσεων που υποδεικνύει το δείγμα, η έρευνα τους έδωσε κάποιες επιλογές αρχιτεκτονικών αισθητικών για να επιλέξουν αυτή που προτιμούν. Η επιλογή για το μοντέρνο ύφος φαίνεται να κυριαρχεί στις προτιμήσεις των ερωτώμενων με 39,3% (24). Ακολουθεί το νεοκλασικό ρεύμα με 29,5% (18). Σημαντικό ποσοστό (21,3%, 13 συμμετέχοντες) επίσης συγκέντρωσε και η επιλογή που αναφέρει πως το είδος αρχιτεκτονικής δεν έχει μεγάλη σημασία, ενώ το 9,8% (6) δήλωσε ότι η μουσειακή έκθεση οφείλει να ακολουθεί ένα διαφορετικό πρότυπο απ' όσα προτάθηκαν.



Σχήμα 9.11: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της ενδέκατης ερώτησης της έρευνας.

9.5 Το Περιεχόμενο του Χώρου

Στο πέμπτο, και τελευταίο, στάδιο της έρευνας, οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που θα προσδιόριζαν τα χαρακτηριστικά του περιεχομένου της έκθεσης του εικονικού μουσείου. Τα ερωτήματα αυτής της ενότητας επικεντρώθηκαν σε ζητήματα σχετικά με τη θεματική της αίθουσας των εκθεμάτων.

9.5.1 Η Θεματική της έκθεσης

Το συγκεκριμένο ερώτημα καλούσε τους συμμετέχοντες να επιλέξουν αν το αντικείμενο της έκθεσης πρέπει να είναι συγκεκριμένο (π.χ.: αρχαιολογικά εκθέματα), ή πολυθεματικό (π.χ.: εκθέματα σχετικά με την αρχαιολογία αλλά και τη φυσική ιστορία). Οι ερωτηθέντες επέλεξαν κυρίως την συγκεκριμένη θεματική με ποσοστό 60,7% (37), ενώ το υπόλοιπο 39,3% (24) επιθυμεί η έκθεση να περιέχει διάφορων θεματικών αντικείμενα.



Σχήμα 9.12: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δωδέκατης ερώτησης της έρευνας.

9.5.2 Πληροφοριακό πλαίσιο των εκθεμάτων

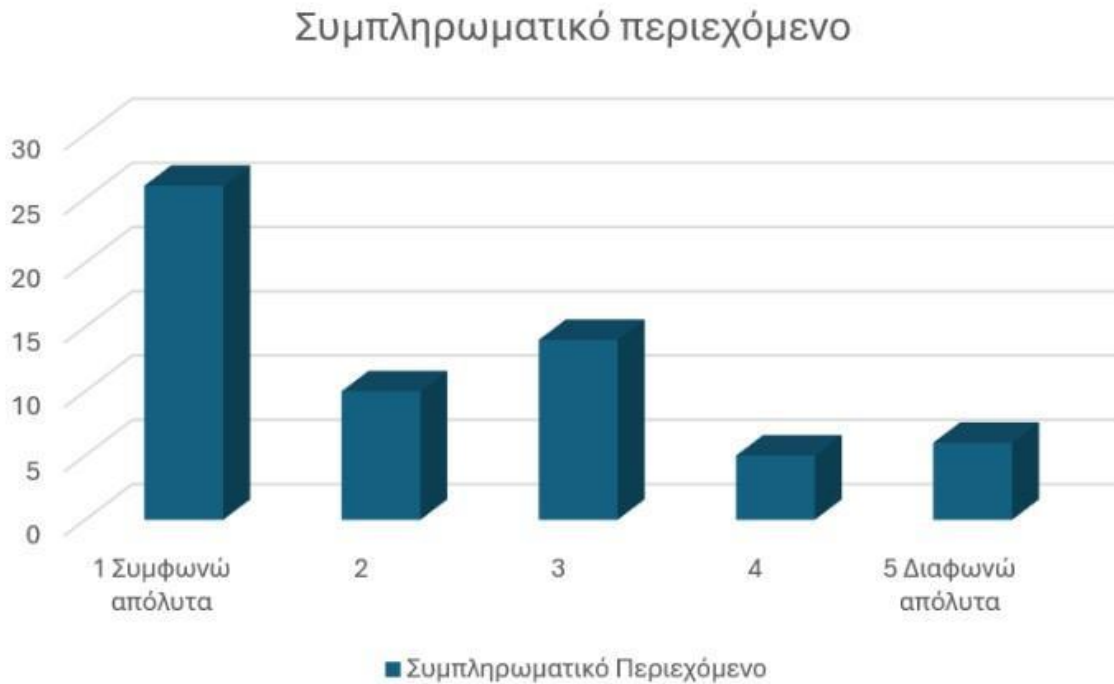
Στην αξιολόγηση της σημασίας του πληροφοριακού πλαισίου των εκθεμάτων, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να επιλέξουν από το 1 έως το 5 πόσο σημαντική βρίσκουν την προσθήκη του (όπου 1= πολύ σημαντικό και 5=αδιάφορο). Η πλειοψηφία το έκρινε ως πολύ σημαντικό αφού 57,4% (35) επέλεξε το 1 ως απάντηση. Στις υπόλοιπες επιλογές υπήρχε σχετικός διαμοιρασμός. Το 2 συγκέντρωσε 11,5% (7), το 3 14,8% (9), το 4 9,8% (6) και το 5 6,6% (4). Οι περισσότεροι ερωτηθέντες τάσσονται κάτω από το 3, επομένως κυρίως την θεωρούν σημαντική παροχή.



Σχήμα 9.13: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης τρίτης ερώτησης της έρευνας.

9.5.3 Συμπληρωματικό Περιεχόμενο

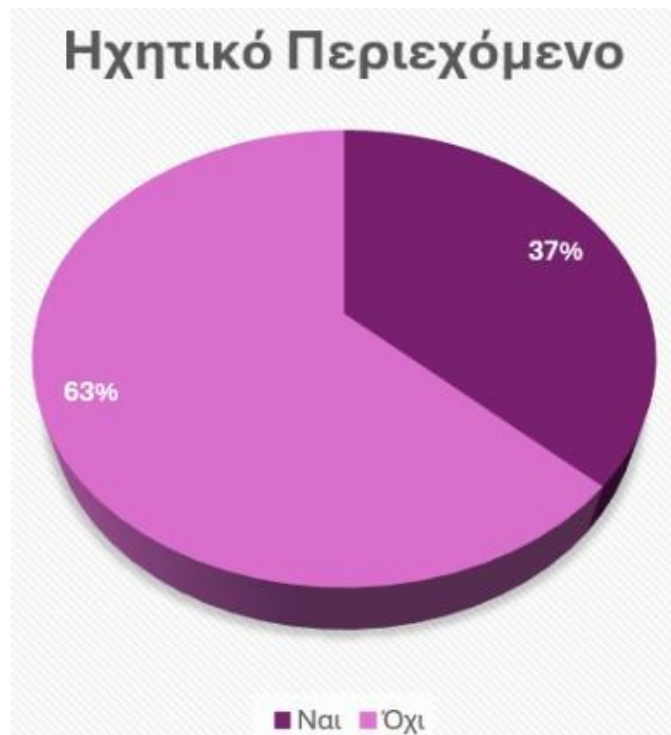
Ένα ακόμα στοιχείο για την διαμόρφωση του χώρου είναι η προσθήκη φυσικών στοιχείων (π.χ.: νερό, φυτά κ.α.). Και σε αυτό το ερώτημα οι περισσότερες απαντήσεις τοποθετούνται κάτω από το 3. Στο 1 (συμφωνώ απόλυτα) παρατηρείται το ποσοστό των 42,6% (26) ενώ στο 2 (συμφωνώ) ένα μικρότερο ποσοστό των 16,4% (10). Από την άλλη πλευρά το 4 (διαφωνώ) συγκέντρωσε 8,2% (5) και το 5 9,8% (6), γεγονός που τα καθιστά πολύ χαμηλότερα από το αντίστοιχο ποσοστό συμφωνίας. Παρατηρείται, εντούτοις, και ένα σημαντικό ποσοστό ουδετερότητας στο 3. Το 23% (14) δήλωσε ότι δεν συμφωνεί αλλά και δεν διαφωνεί.



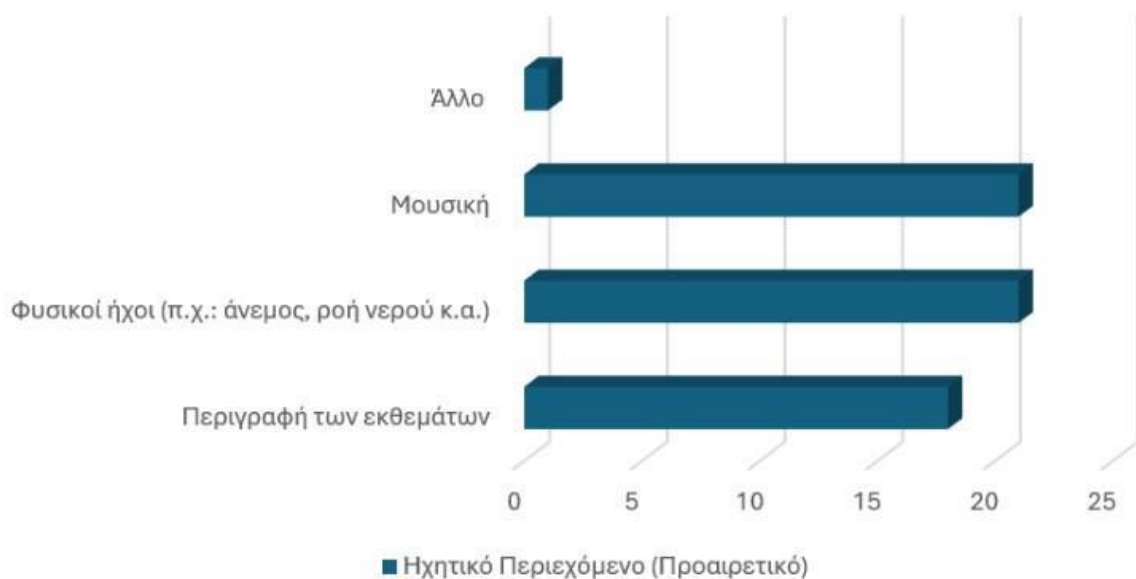
Σχήμα 9.14: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης τέταρτης ερώτησης της έρευνας.

9.5.4 Ηχητικό Περιεχόμενο

Τέλος, οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν για το αν πρέπει να υπάρχει ηχητική υπόκρουση στο εικονικό μουσείο και, αν ναι, τι μορφή θα ήθελαν να έχει. Οι περισσότεροι έκριναν ότι η έκθεση οφείλει να διαθέτει ηχητική υπόκρουση (77%) και προτιμούν κατά κύριο λόγο την μουσική (42,9%) και τους φυσικούς ήχους (π.χ.: άνεμος, ροή νερού κ.α.) (42,9%). Εξίσου σημαντική φαίνεται να κρίνεται η περιγραφή των εκθεμάτων (36,7%). Ένα 2% θα προτιμούσε να προστεθεί και κάτι διαφορετικό από τα παραπάνω. Υπήρχαν, ωστόσο, και άτομα που θεώρησαν ότι το ηχητικό περιεχόμενο δεν αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για ένα εικονικό μουσείο (23%).



Σχήμα 9.15: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης πέμπτης ερώτησης της έρευνας.



Σχήμα 9.16: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της δέκατης έκτης ερώτησης της έρευνας.

9.6 Συμπεράσματα έρευνας

Απο τη μελέτη των αποτελεσμάτων της παραπάνω έρευνας, προέκυψε πως οι ερωτηθέντες υπέδειξαν μια κατεύθυνση κυρίως μοντέρνας αισθητικής σε εσωτερικό χώρο με άπλετο φως και ανοιχτόχρωμες αποχρώσεις για τον χώρο του εικονικού μουσείου. Επιπλέον, εμφανής έγινε η προτίμησή τους προς την προσθήκη φυσικών στοιχείων όπως νερό και φυτά, ηχητικής υπόκρουσης (τόσο μουσικής όσο και ήχων περιβάλλοντος) αλλά και αναλυτικών περιγραφών για τα εκθέματα (ηχητικών και γραπτών).

Ως προς τα χαρακτηριστικά του δείγματος, οι απαντήσεις παρατηρήθηκε πως δεν έχουν κάποια έντονη διαφοροποίηση ανάλογα το φύλο ή την ηλικία.

Η ανατροφοδότηση που παρείχε αυτό το ερωτηματολόγιο, αξιοποιήθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό στη τελική διαμόρφωση της εφαρμογής (η διαδικασία προσαρμογής περιγράφεται αναλυτικά σε προηγούμενο κεφάλαιο) και συνεισέφερε στην ανάπτυξη ενός ποιοτικού, επιμορφωτικού, συμπεριληπτικού και διασκεδαστικού αποτελέσματος.

Η έρευνα έδωσε ξεκάθαρες αλλά γενικές κατευθύνσεις ως προς το ποιες αλλαγές θα έπρεπε να γίνουν στο εικονικό μουσείο και χρειάστηκε να γίνει εκτενής ερμηνεία για την επιτυχή εφαρμογή τους. Συνεπώς, μια πρόταση βελτίωσης αντίστοιχων μελετών, θα ήταν η προσθήκη ερωτήσεων, όπου οι συμμετέχοντες θα μπορούσαν να προσδιορίσουν με ακρίβεια τις επιθυμίες τους με γραπτό κείμενο.

Κεφάλαιο 10ο: Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης

10.1 Δομή έρευνας αξιολόγησης

Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης της εφαρμογής, αποφασίστηκε η διενέργεια έρευνας ερωτηματολογίου, ώστε να διαπιστωθεί ο βαθμός ικανοποίησης, ή μη, που έχουν οι χρήστες για κάθε τομέα αυτού του εγχειρήματος. Πιο συγκεκριμένα, στα πλαίσια αυτής της μελέτης, δημιουργήθηκε μια φόρμα 9 ερωτήσεων (μέσω του Google forms), η οποία διαμοιράστηκε ηλεκτρονικά σε άτομα που χρησιμοποίησαν την εφαρμογή. Ο στόχος αυτής της προσπάθειας, ήταν η καταγραφή των απόψεων του κοινού σχετικά με τη λειτουργικότητα, το ενδιαφέρον και τη ποιότητα της εμπειρίας που παρέχει το σύστημα εικονικού μουσείου που κατασκευάστηκε.

Τα ερωτήματα που απάρτιζαν αυτή την έρευνα, ήταν τα εξής:

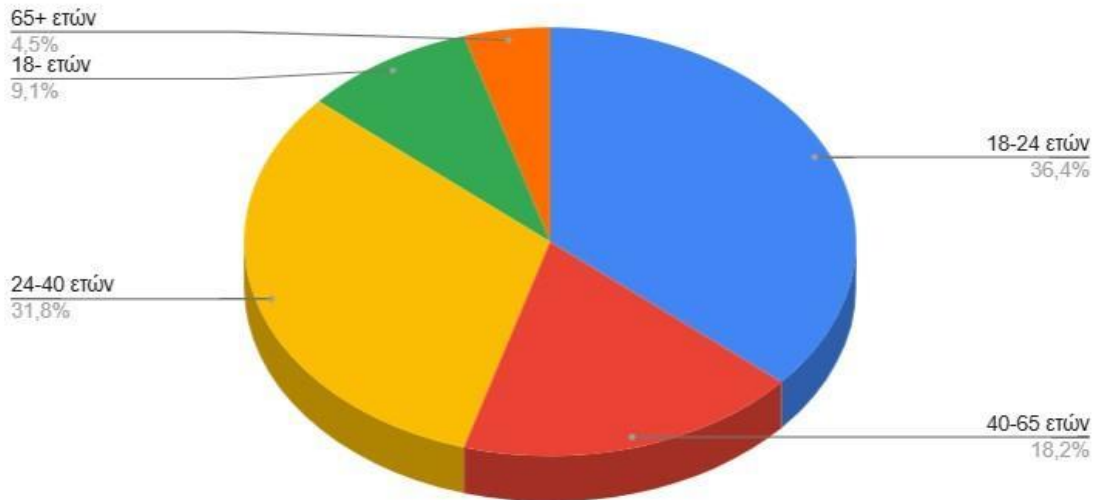
- 1) Ποια είναι η ηλικιακή σας ομάδα;
- 2) Ποιο είναι το φύλο σας;
- 3) Οι γνώσεις και η ενασχόλησή σας με συσκευές απτικής ανάδρασης είναι:
- 4) Η εφαρμογή του απτικού εικονικού μουσείου που σας παρουσιάστηκε πιστεύετε πως ήταν:
- 5) Ο χειρισμός της εφαρμογής ήταν:
- 6) Η ενασχόληση με την εφαρμογή ήταν:
- 7) Η απτική εμπειρία πιστεύετε πως ήταν:
- 8) Ο χειρισμός της συσκευής και η αλληλεπίδραση με τον χώρο και τα εκθέματα πιστεύετε πως ήταν:
- 9) Η τεχνολογική υλοποίηση και ο χαρακτήρας του εγχειρήματος πιστεύετε πως ήταν:

Όπως προαναφέρθηκε, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν στις παραπάνω ερωτήσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά από τη χρήση της εφαρμογής, ώστε οι απόψεις τους να είναι ακριβείς και όσο γίνεται αντικειμενικές. Στα περισσότερα ζητήματα, οι επιλογές ακολουθούσαν τη κλίμακα 1-5 (με την “1” συνήθως να περιγράφει τη χειρότερη απόδοση και την “5” τη βέλτιστη). Σε αυτή την έρευνα συμμετείχαν 22 άτομα.

10.2 Ερωτήσεις 1 & 2: Δημογραφικές πληροφορίες

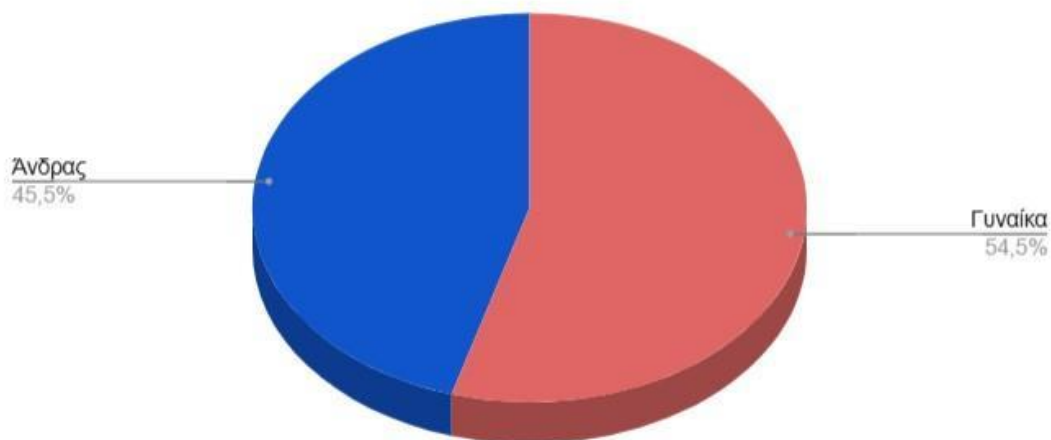
Οι πρώτες 2 ερωτήσεις της φόρμας, αφορούσαν γενικές δημογραφικές πληροφορίες. Πιο συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προσδιορίσουν την ηλικία και το φύλο τους. Όπως φαίνεται και στις παρακάτω εικόνες διαγραμμάτων, όλες οι διαθέσιμες επιλογές ηλικίας έχουν κάποιο εκπρόσωπο (με τους περισσότερους ωστόσο να ανήκουν στις κατηγορίες “18-24 ετών” και “24-40 ετών”) ενώ υπάρχει σχετική ισορροπία ως προς το φύλο (54,5% γυναίκες και 46,5% άνδρες).

Ποια είναι η ηλικιακή σας ομάδα;



Σχήμα 10.1: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού ηλικίας των συμμετεχόντων.

Ποιο είναι το φύλο σας;

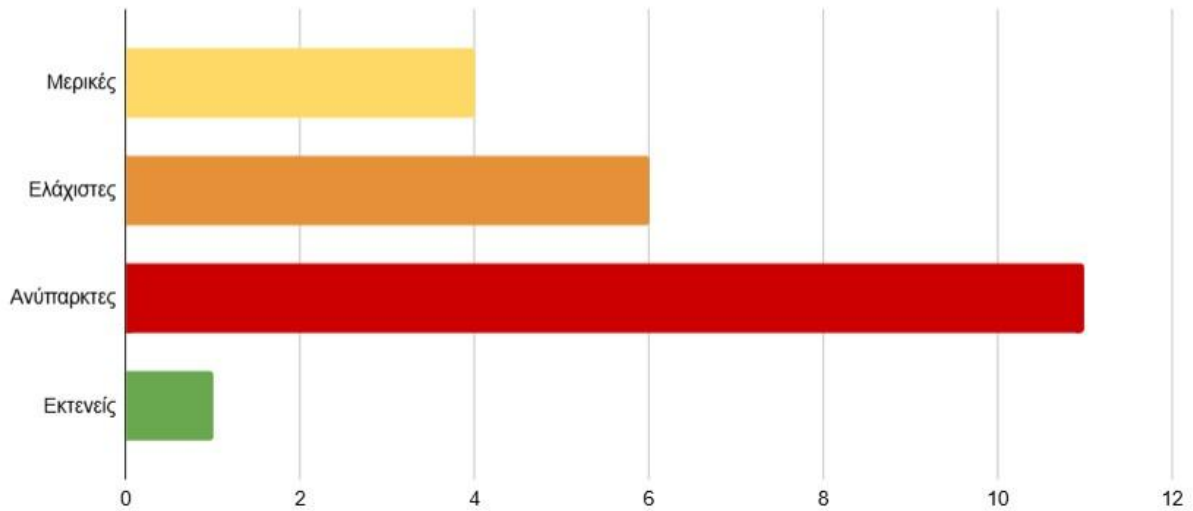


Σχήμα 10.2: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού φύλου των συμμετεχόντων.

10.3 Ερώτηση 3: Επαφή του κοινού με το αντικείμενο

Η τρίτη ερώτηση της έρευνας αφορούσε το κατά πόσο οι συμμετέχοντες έχουν επαφή και γνώσεις, σχετικές με τις απτικές διεπαφές. Όπως φαίνεται και στη παρακάτω εικόνα, η μεγάλη πλειοψηφία έχει ελάχιστη ή ανύπαρκτη σχέση με το αντικείμενο, κάτι που ήταν αναμενόμενο, καθώς οι σχετικές τεχνολογίες και εφαρμογές δεν είχαν γενικά μεγάλη αξιοποίηση από το ευρύ κοινό κατά τη διενέργεια αυτής της μελέτης.

Οι γνώσεις και η ενασχόλησή σας με συσκευές απτικής ανάδρασης είναι:



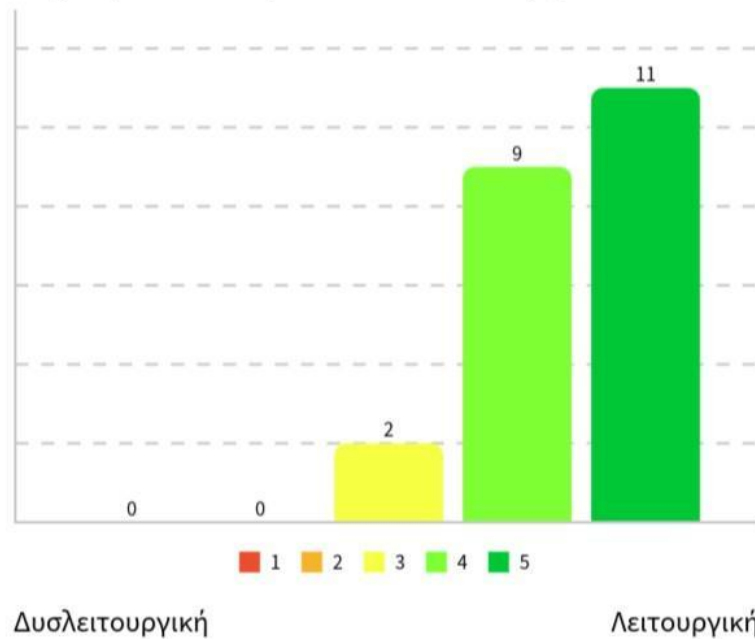
Σχήμα 10.3: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου γνώσεων για τις απτικές συσκευές των συμμετεχόντων.

10.4 Ερωτήσεις 4-9: Αξιολόγηση λειτουργιών και χαρακτήρα της εφαρμογής

Στα ερωτήματα που ακολούθησαν, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να αποτυπώσουν τις απόψεις τους για το επίπεδο λειτουργικότητας, τον χαρακτήρα αλλά και την ποιότητα του συστήματος τόσο ως ιδέας όσο και ως πρακτικού αποτελέσματος.

Στη τέταρτη ερώτηση, κλήθηκαν να απαντήσουν κατά πόσο κρίνουν ότι είναι λειτουργική συνολικά η εφαρμογή. Τα αποτελέσματα εδώ ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, καθώς οι επιλογές που περιγράφουν τη θετική εντύπωση (η “4” και η “5”) συγκέντρωσαν αθροιστικά ποσοστό 90,9% με την ουδέτερη γνώμη (“3”) να ακολουθεί με 9,1%.

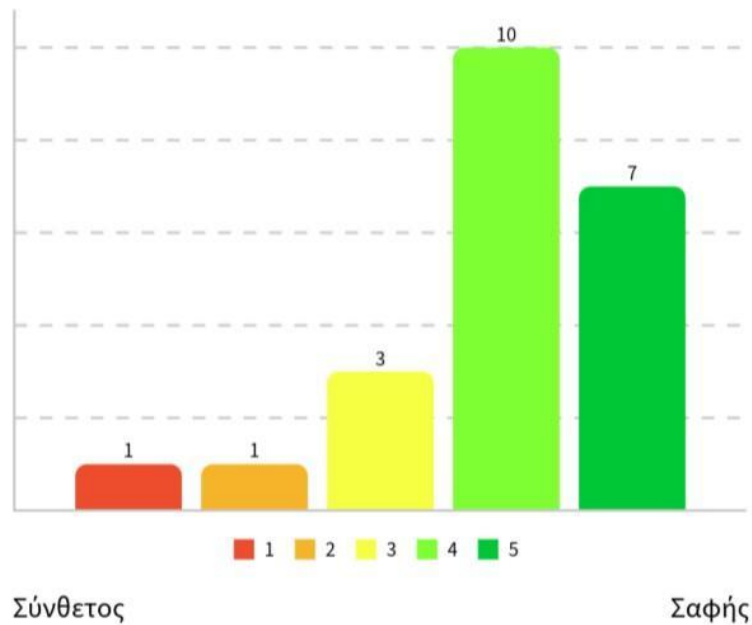
Η εφαρμογή του απτικού εικονικού μουσείου που σας παρουσιάστηκε πιστεύετε πως ήταν:



Σχήμα 10.4: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου λειτουργικότητας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.

Στη συνέχεια, ακολούθησε ερώτηση σχετικά με το επίπεδο σαφήνειας που διέθετε ο χειρισμός της εφαρμογής. Και εδώ, υπήρχε ένα σημαντικό ποσοστό που έκρινε πως υπήρχε μεγάλη σαφήνεια (αθροιστικό ποσοστό επιλογών “4” και “5”: 77,3%), με την ουδέτερη γνώμη να ακολουθεί με 13,6% και οι αρνητικές να είναι τελευταίες με 9%. Η ικανοποίηση του κοινού αποδίδεται πιθανότατα στην ύπαρξη ενημερωτικού υλικού εντός του εικονικού χώρου για τον τρόπο χρήσης της εφαρμογής.

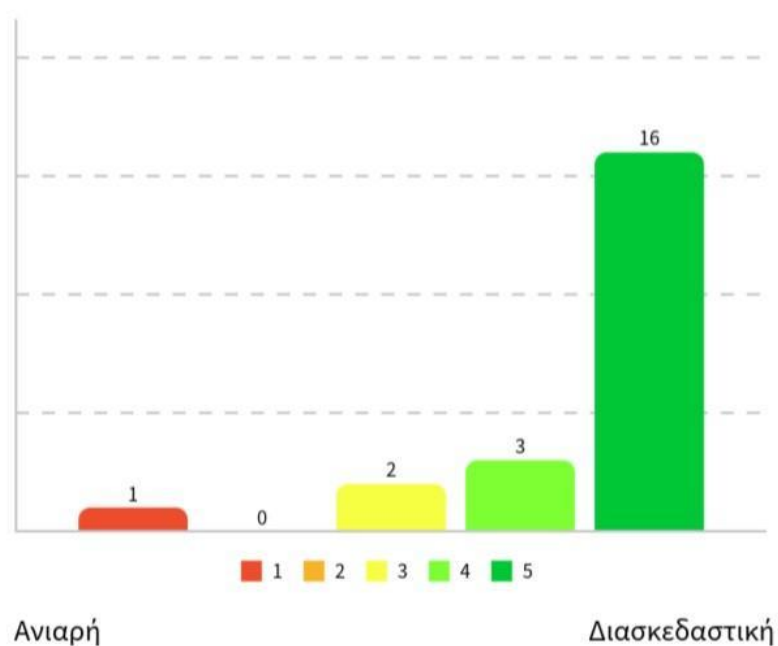
Ο χειρισμός της εφαρμογής ήταν:



Σχήμα 10.5: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου σαφήνειας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.

Ακολούθησε ερώτημα σχετικό με τη ποιότητα της συνολικής εμπειρίας της εφαρμογής. Το 86,3% των χρηστών έκρινε αθροιστικά το όλο εγχείρημα ως διασκεδαστικό με το 9,1% να έχει ουδέτερη γνώμη και το 4,5% να το θεωρεί αδιάφορο.

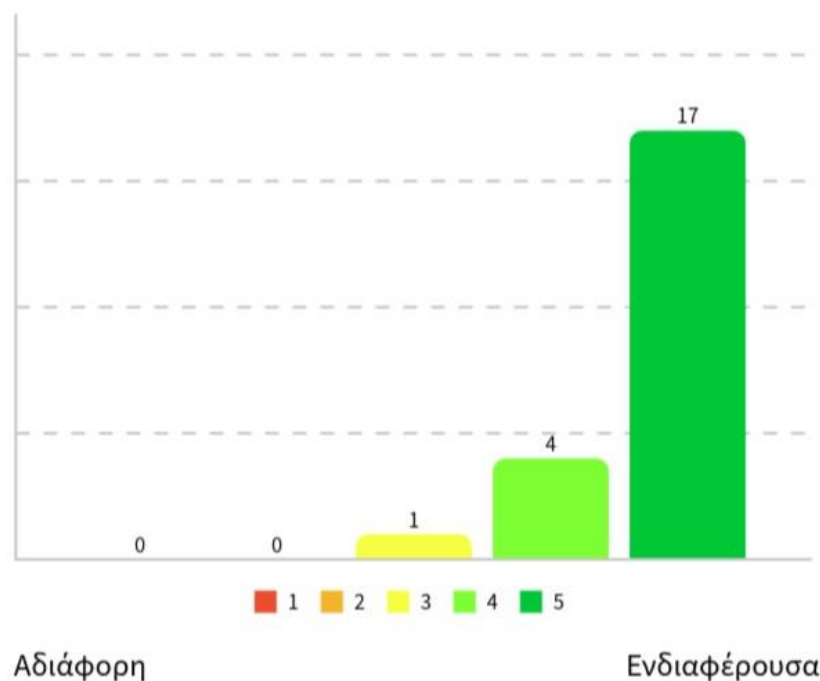
Η ενασχόληση με την εφαρμογή ήταν:



Σχήμα 10.6: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου ποιότητας εμπειρίας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.

Η έβδομη ερώτηση αφορούσε την ποιότητα της απτικής εμπειρίας. Και εδώ το κοινό φαίνεται πως έμεινε ικανοποιημένο, καθώς το 95,5% χαρακτηρίζει την εμπειρία ενδιαφέρουσα ή μερικώς ενδιαφέρουσα, με το υπόλοιπο 4,5% να έχει ουδέτερη γνώμη.

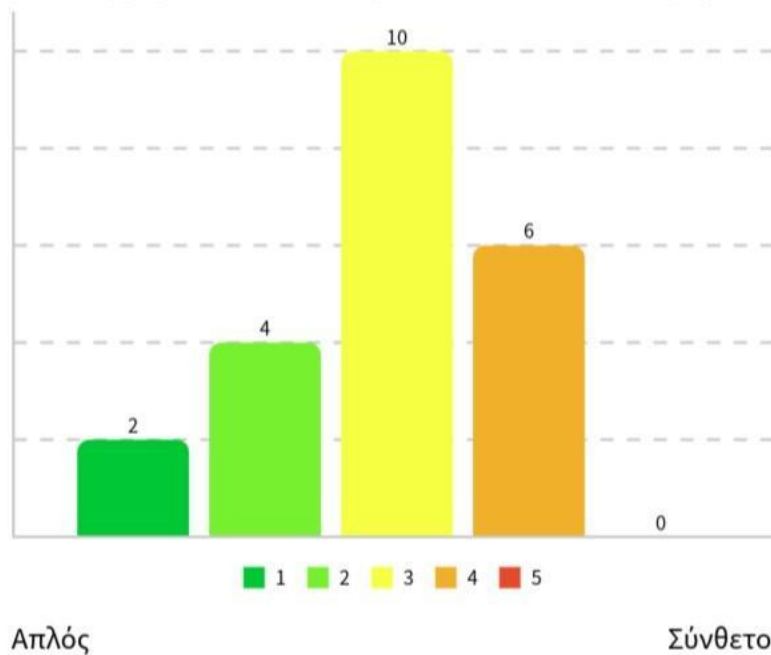
Η απτική εμπειρία πιστεύετε πως ήταν:



Σχήμα 10.7: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου ποιότητας της απτικής εμπειρίας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.

Στο όγδοο ερώτημα, οι συμμετέχοντες προσδιόρισαν το επίπεδο ικανοποίησής τους από τη χρήση της συσκευής και της αλληλεπίδρασης με τα εκθέματα. Εδώ, τα αποτελέσματα έδειξαν μια μερικώς δυσαρεστημένη άποψη, η οποία ερμηνεύεται πως προέκυψε από τη δυσκολία των χρηστών να χρησιμοποιήσουν τρεις συσκευές (πληκτρολόγιο, ποντίκι, Touch), σε κάποιες περιπτώσεις ταυτόχρονα. Πιο συγκεκριμένα, η ουδέτερη γνώμη ήταν η δημοφιλέστερη επιλογή, με την άποψη ότι ο χειρισμός είναι σύνθετος να ακολουθεί με 27,3% και τις θετικές γνώμες (απλός χειρισμός) να ακολουθούν με αθροιστικό ποσοστό 27,3%.

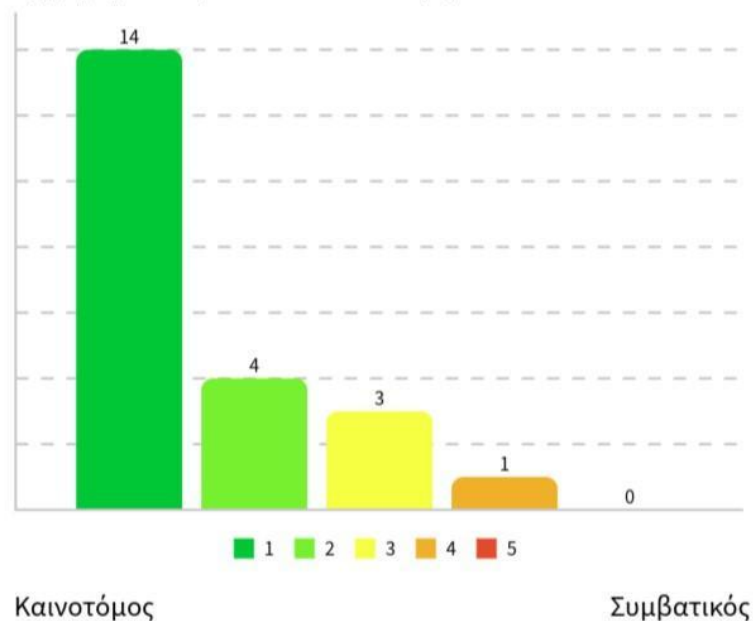
Ο χειρισμός της συσκευής και η αλληλεπίδραση με τον χώρο και τα εκθέματα πιστεύετε πως ήταν:



Σχήμα 10.8: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου συνθετότητας χειρισμού που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.

Τέλος, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να περιγράψουν το επίπεδο καινοτομίας που πιστεύουν ότι διαθέτει το συγκεκριμένο εγχείρημα. Εδώ, τα αποτελέσματα έδειξαν μια άκρως ενθαρρυντική άποψη, καθώς το 81,8% πιστεύει ότι η εφαρμογή είναι καινοτόμα ή μερικώς καινοτόμα, με την ουδέτερη γνώμη να ακολουθεί με 13,6% και την αρνητική με 4,5%.

Η τεχνολογική υλοποίηση και ο χαρακτήρας του εγχειρήματος πιστεύετε πως ήταν:



Σχήμα 10.9: Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων ερώτησης προσδιορισμού επιπέδου καινοτομίας που πιστεύουν οι συμμετέχοντες ότι έχει η εφαρμογή.

10.5 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας

Από τα παραπάνω αποτελέσματα, κρίνεται πως οι χρήστες έμειναν σε μεγάλο βαθμό ικανοποιημένοι από την εφαρμογή του μουσείου, καθώς την έκριναν ενδιαφέρουσα, καινοτόμα και λειτουργική. Οι αποδόσεις του εγχειρήματος ωστόσο δεν κρίθηκαν ως απεγάδιαστες. Στο ζήτημα του χειρισμού, οι συμμετέχοντες έδωσαν μια μερικώς αρνητική γνώμη, κάτι που κρίνεται πως έγκειται στο μεγάλο πλήθος συσκευών (3) που χρειάζεται να αξιοποιηθούν για τη χρήση της εφαρμογής. Αυτή η κατεύθυνση κρίνεται πως είναι ιδιαίτερα σημαντική και θα πρέπει να ληφθεί σε μεγάλο βαθμό υπ όψιν σε ενδεχόμενες μελλοντικές βελτιώσεις της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 11ο: Συμπεράσματα και προτάσεις για βελτιώσεις

11.1 Συμπεράσματα έρευνας

Με τη διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής και τις συναφείς δοκιμές και αξιολογήσεις να έχουν ολοκληρωθεί, ακολούθησε η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με το όλο εγχείρημα.

Ως προς του στόχους που είχαν τεθεί, κρίνεται πως το παραδοτέο αυτής της εργασίας τους εκπληρώνει σε μεγάλο βαθμό, καθώς αποτελείται από εικονικό περιβάλλον που απασχολεί τρεις ανθρώπινες αισθήσεις (όραση, αφή και ακοή) για να πληροφορήσει τον χρήστη για τα εκθέματα μιας μουσειακής συλλογής μέσω ενός επιμορφωτικού, διασκεδαστικού και συμπεριληπτικού τρόπου.

Ο χειρισμός της συσκευής “Touch”, που αποτέλεσε το κύριο αντικείμενο της εργασίας, πραγματοποιούνταν απρόσκοπτα με ταυτόχρονη, σύγχρονη με τις φυσικές κινήσεις, αναπαραγωγή εικονικού αντιγράφου του “στυλό” του βραχίονα στην οθόνη, ώστε ο χειριστής να έχει πλήρη επίγνωση της θέσης του εντός του τεχνητού περιβάλλοντος. Η ευκολία χειρισμού κρίθηκε ως μέτρια από όσους την δοκίμασαν, καθώς παρατηρήθηκε μικρή δυσκολία ταυτόχρονου χειρισμού τριών συσκευών (πληκτρολόγιο, ποντίκι, Touch) και δεν παρουσιάστηκαν προβλήματα ως προς την κίνηση ή την απτική αλληλεπίδραση με τα εκθέματα, η οποία αξιολογήθηκε ως υψηλού επιπέδου.

Επιπλέον, ενθαρρυντικά ήταν και τα αποτελέσματα σχετικά με το πόσο ενδιαφέρουσα βρίσκουν οι χρήστες την εφαρμογή, καθώς αντίστοιχη ερώτηση του ερωτηματολογίου αξιολόγησης συγκέντρωσε υψηλό ποσοστό αποδοχής.

Όλες οι παραπάνω συνθήκες, δείχνουν πως υπάρχει σημαντικό περιθώριο αξιοποίησης παρόμοιων τεχνολογιών και εφαρμογών, καθώς το παράδειγμα αυτής της εργασίας φαίνεται πως συγκέντρωσε υψηλά ποσοστά αποδοχής από το κοινό.

Γενικά, η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο συμπερίληψης από ιδρύματα όπως κρατικά μουσεία και ιδιωτικές πρωτοβουλίες για τα άτομα με οπτικές αναπηρίες, καθώς οι απτικές δυνατότητες που διαθέτει, τους επιτρέπουν να αντιληφθούν τα χαρακτηριστικά των τρισδιάστατων αντικειμένων μέσω της αίσθησης της αφής.

Στα αρνητικά αυτής της κατεύθυνσης ωστόσο, εντοπίζεται ο παράγοντας του κόστους. Αν και το εγχείρημα είναι δομημένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να αναπτύσσεται εύκολα σε συμβατικούς (και άρα οικονομικούς) φορητούς υπολογιστές, οι περιφερειακές συσκευές που το συνοδεύουν (VR Headset και Touch) έχουν σημαντικό κόστος, το οποίο ίσως αποτελέσει απαγορευτικό παράγοντα σε ενδεχόμενη αξιοποίηση από ιδιώτες ή μικρούς οργανισμούς.

Αυτό το πρόβλημα ενδέχεται να εξαλειφθεί αν το σύστημα αξιοποιηθεί με την προοπτική επένδυσης. Μία λύση είναι να ζητείται χρηματικό αντίτιμο για τη χρήση της εφαρμογής ώστε να αποσβεστεί το κόστος απόκτησης των συσκευών, να καλυφθούν οι ανάγκες συντήρησης και να παραχθεί οικονομικό κέρδος.

11.2 Προτάσεις βελτίωσης εφαρμογής

Κατά την ανάπτυξη του συστήματος, όπως και κατά την προβολή του τελικού αποτελέσματος, προέκυψαν διάφορες ιδέες για απόδοση περεταίρω συνθετότητας ή βελτίωσης των λειτουργιών της εφαρμογής. Μερικές από αυτές είναι:

- Προσθήκη περισσότερων εκθεμάτων στον χώρο της μουσειακής έκθεσης. Τα νέα μοντέλα μπορούν να προσδώσουν περισσότερη ποικιλομορφία στη συλλογή αν διαθέτουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από τα υπάρχοντα, όπως το να αποτελούν ανάγλυφα έργα ή μη στερεά αντικείμενα (π.χ.: υγρά, ώστε να αξιοποιηθεί και η ιδιότητα “Viscosity” της συσκευής Touch).
- Δημιουργία περισσότερων “δωματίων” με εκθέματα, με στόχο την παροχή μιας πιο πλήρους εμπειρίας επίσκεψης μουσείου.
- Απλοποίηση του συστήματος χειρισμού της εφαρμογής από τον χρήστη. Η αξιοποίηση τριών στοιχείων (πληκτρολόγιο, ποντίκι ή VR Headset και συσκευή Touch) για την αναπαραγωγή της εφαρμογής ίσως δυσκολέψει κάποιους επισκέπτες του μουσείου. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, θα μπορούσε, ενδεικτικά, να μεταφερθεί η δυνατότητα κίνησης από τα πλήκτρα του υπολογιστή στο ποντίκι ή στη συσκευή Touch.
- Δημιουργία δεύτερης επιλογής κίνησης του χρήστη, που να είναι πλήρως προσαρμοσμένη στις ανάγκες των ατόμων με προβλήματα όρασης. Αν και η απτική αλληλεπίδραση και το ηχητικό περιεχόμενο αποτελούν φιλικές προσθήκες προς αυτούς τους ανθρώπους, η πλοήγηση στον χώρο βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αίσθηση της όρασης και έτσι αποτελεί μεγάλη δυσκολία για αυτούς. Για να αντιμετωπιστεί αυτή η δυσμενής κατάσταση, θα μπορούσε να κατασκευαστεί μια νέα επιλογή κίνησης, η οποία να βασίζεται σε ηχητικά ή απτικά ερεθίσματα, ώστε να μπορούν τα άτομα με προβλήματα όρασης να χρησιμοποιούν την εφαρμογή με ανεξαρτησία και χωρίς δυσκολίες.
- Προσθήκη δυνατοτήτων υποστήριξης του εγχειρήματος από συσκευές κινητών τηλεφώνων. Η εφαρμογή θα μπορούσε να απευθυνθεί σε μεγαλύτερο ποσοστό του κοινού, αν διέθετε και μια, απλοποιημένη, έκδοση για smartphones ώστε να μπορούν να την εγκαταστήσουν στη συσκευή τους και να ενημερωθούν άμεσα για τα χαρακτηριστικά της.
- Προσθήκη δυνατοτήτων επαυξημένης πραγματικότητας ώστε οι χρήστες να μπορούν να δουν τα εκθέματα μέσω της κάμερας της συσκευής τους ή του VR Headset στον χώρο τους.
- Εισαγωγή πραγματικών φυσικών εκθεμάτων μουσείων και σχετικού με αυτά πληροφοριακού πλαισίου. Με τις δυνατότητες τρισδιάστατης σάρωσης, ακόμα και από συσκευές κινητών τηλεφώνων που παρέχει πλέον η τεχνολογία, θα ήταν αρκετά απλή η διαδικασία ένταξης πραγματικών αντικειμένων εκθέσεων στην εφαρμογή, με τη σύμφωνη γνώμη κάποιου μουσειακού οργανισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] H. Robinson, “Debating the 'museum': a quantitative content analysis of international proposals for a new ICOM museum definition”, *International Journal of Heritage Studies*, vol. 27, no. 11, pp. 1163–1178, Nov. 2021.
- [2] International Council of Museums, “Museum Definition”, International Council of Museums, 2025. [Online]. Available: <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/museum-definition/>
- [3] G. B. Goode, *Museum History and Museums of History*. Kessinger Publishing, 2010.
- [4] K. Pomian, “Museums, paintings and history”, *Nordisk Museologi*, vol. 2, pp. 61-72, Feb. 1970.
- [5] Edwin D. Rose, “Specimens, slips and systems: Daniel Solander and the classification of nature at the world’s first public museum, 1753–1768”, *British Society for the History of Science*, vol. 2, pp. 206-237, Apr. 2018.
- [6] Martins, C. S. N., “Was culture a commodity ‘all’ Victorians Could Afford?—Notes on the first British public museums”, *Anglo Saxonica*, vol. 19, Apr. 2021.
- [7] Alejziak B., “Innovativeness of the museum offer in the cultural education of children and youth: The example of selected museum facilities in Krakow”, *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, vol. 2, no. 19, pp. 11-20, 2011.
- [8] Δαλακούρα, Ν., & Τσαούση, Α, *Πολιτισμός-Τέχνες-Διαχείριση Ελεύθερου Χρόνου* Ευρωπαϊκή Ένωση, CA: ΓΓΕΕ-Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2008.
- [9] Milovanov, K. Y., & Nikitina, E. E, “Communicative, information and education environment of modern museum”, In SHS Web of Conferences ’08, 2016, vol.29, pp. 01050.
- [10] Μουσείο Ακρόπολης, “Παιχνίδια με... παρελθόν”, Μουσείο Ακρόπολης | Επίσημος ιστοχώρος, 2025. [Online]. Available: <https://www.theacropolismuseum.gr/oikogeneiaka-programmata/paihnidia-me-parelthon>
- [11] Vallez, N., Krauss, S., Espinosa-Aranda, J. L., Pagani, A., Seirafi, K., & Deniz, O., “Automatic museum audio guide”, *Sensors*, vol. 20, no. 3, pp. 779, Jan. 2020.
- [12] Zimmermann, A., & Lorenz, A., “LISTEN: a user-adaptive audio-augmented museum guide”, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 18, no. 5, pp. 389-416, Jul. 2008.
- [13] Dillon, M. R., & Lawrence, C. R., “Common content, philosophy, and programming support thriving collaborations between cognitive science labs and museums”, *Mind, Brain, and Education*, vol. 18, no. 1, pp. 28-34, 2024.
- [14] Hladik, S., “Examining the roles of science museum facilitators in academic research”, *Journal of Museum Education*, vol. 48, no. 2, pp. 153-166, Oct. 2023.
- [15] Gray C., & McCall V., “Analysing the Adjectival Museum: Exploring the bureaucratic nature of museums and the implications for researchers and the research process”, *Museum and Society*, vol. 2, no. 16, pp. 124-137, Jul. 2018.
- [16] Farkhatdinov N., & Acord, S. K., “Witnessing Culture: Museums, Exhibitions and the Artistic Encounter”, *The SAGE Handbook of Cultural Sociology*, vol. 55, pp. 496-509, Jul. 2016.

- [17] Cleff, T., "Exploratory data analysis in business and economics", *Exploratory Data Analysis in Business and Economics*, Jan. 2014.
- [18] E. P. Alexander και M. Alexander, *Museums in motion: an introduction to the history and functions of museums, Second edition*. Lanham New York Toronto Plymouth, UK, CA: AltaMira Press, a division of Rowman & Littlefield Publishers, Inc, 2008.
- [19] Ahmed, M., "The Educational Function of Modern Museums", *IWNW*, vol. 1, no. 1, pp. 43-56, 2022.
- [20] Fanzhen Qi, "Balancing Cultural Heritage Preservation and Cultural Industry Development: The Role and Challenges of Museums", *HBEM*, vol. 21, pp. 1071-1073, Dec. 2023.
- [21] Zubitashvili, T., "The role of museums for the issue of tourism development", *Sciental Journal of Education Humanities and Social Sciences*, vol. 2, no. 10, pp. 25-30, Feb. 2024.
- [22] Shubbar, E. K. A., Sattar, M. A., & Fahad, A. L. E. S., "The economic importance of museums and their role in the development of cultural tourism With reference to Iraq", *Transylvanian Review*, vol. 27, no. 45, Oct. 2019.
- [23] Coman, A., "The Economics of Cultural Heritage: The Case of Museums", *Manager*, vol. 28, no. 1, pp. 63-73, Dec. 2018.
- [24] Dina Adel Mohamed, "Museums and Community Engagement", *International Journal of Tourism Archaeology and Hospitality*, vol. 2, no. 2, pp. 151-158, Jul. 2022.
- [25] Leccese, F., Salvadori, G., Maccheroni, D., & Feltrin, F., "Lighting and visual experience of artworks: Results of a study campaign at the National Museum of San Matteo in Pisa, Italy", *Journal of Cultural Heritage*, vol. 45, pp. 254-264, Mar. 2020.
- [26] Shruti Sainani, "Inclusivity in Art Museums", Oct. 2020.
- [27] Bachiller, C., Monzo, J. M., & Rey, B., "Augmented and virtual reality to enhance the didactical experience of technological heritage museums", *Applied Sciences*, vol. 13, no. 6, pp. 3539, Mar. 2023.
- [28] Pauget, B., Tobelem, J. M., & Bootz, J. P., "The future of French museums in 2030", *Technological forecasting and social change*, vol. 162, pp. 120384, Oct. 2021.
- [29] Li, M., & Zhong, M., "Navigating the Digital Landscape: Trends and Challenges for museums in the 21st century", *Human Factors in Communication of Design*, vol. 90, no. 90, Sep. 2023.
- [30] Avlonitou, C., & Papadaki, E., "Using extended reality technologies in modern museums", *Arts & Communication*, pp. 3428, May 2024.
- [31] Ziębińska-Witek, A., "Can the Museum Be an Agent of Social Change? A New Model of the Functioning of the Museum in the Twenty-First Century", *Muzeológia a kultúrne dedičstvo*, vol. 11, no. 3, pp. 23-35, Jan. 2023.
- [32] Almaty, G. A. Meirmanova, B. K. Baudiyarova, "VIRTUAL MUSEUM AND ITS PURPOSE", *HoH*, vol. 93, no. 1, pp. 192-200, Mar. 2021.
- [33] Belova, A. D., "Digital multimodality of museums discourse during Covid-19 pandemic", *Studia Linguistica*, vol. 18, pp. 9-23, Jan. 2021.
- [34] Povroznik, N., "Digital history of virtual museums: The transition from analog to internet environment", In *DHN '10*, 2020, pp. 125-136.

- [35] Styliani, S., Fotis, L., Kostas, K., & Petros, P., “Virtual museums, a survey and some issues for consideration”, *Journal of cultural Heritage*, vol. 10, no. 4, pp. 520-528, Oct. 2009.
- [36] Burke, V., Jørgensen, D., & Jørgensen, F. A., “Museums at home: Digital initiatives in response to COVID-19”, *Norsk museumstidsskrift*, vol. 6, no. 2, pp. 117-123, Dec. 2020.
- [37] L. Yan, “Emerging Technologies in Digital Museums: A Literature Review of Educational Application and Evaluation Methods”, *TSSEHR*, vol. 11, pp. 666-677, Aug. 2024.
- [38] Mofan Cheng, “Analysis of Digital Curating in Museums”, *Dean&Francis*, vol. 1, no. 5, pp. 1-5, Feb. 2024.
- [39] Ευαγγελία Κακλιδάκη, “Μνημεία και μουσεία σε περιβάλλον OpenSim”, In Πανελλήνιο Συνέδριο «Η εκπαίδευση στην εποχή των Τ.Π.Ε.» '11, 2015, pp. 41-50.
- [40] Carvajal, D. A. L., Morita, M. M., & Bilmes, G. M., “Virtual museums. Captured reality and 3D modeling.”, *Journal of Cultural Heritage*, vol. 45, pp. 234-239, Oct. 2020.
- [41] Rauschnabel, P. A., Felix, R., Hinsch, C., Shahab, H., & Alt, F., “What is XR? Towards a framework for augmented and virtual reality”, *Computers in human behavior*, vol. 133, pp. 107289, Mar. 2022.
- [42] Fu, Y., & Li, G., “Research on Virtual Exhibition System Platform of Museum Based on VR Technology”, In 2021 IEEE 4th International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE) '09, 2021, pp. 368-371.
- [43] Luo, J., Aumeboonsuke, V., & He, Z., “Artificial Intelligence and Digital Museum VR Environment Design Based on Embedded Image Processing”, *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, vol. 9, no. 1, pp. 1-22, Dec. 2024.
- [44] Bao, W., & Zhang, H., “Artificial Intelligence and VR Environment Design of Digital Museum Based on Embedded Image Processing”, *Wireless Communications and Mobile Computing*, Jun. 2022.
- [45] Banfi, F., & Mandelli, A., “Interactive virtual objects (ivos) for next generation of virtual museums: from static textured photogrammetric and hbim models to xr objects for vr-ar enabled gaming experiences”, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, vol. 46, pp. 47-54, Aug. 2021.
- [46] Van Nguyen, S., Le, S. T., Tran, M. K., & Tran, H. M., “Reconstruction of 3D digital heritage objects for VR and AR applications”, *Journal of Information and Telecommunication*, vol. 6, no. 3, pp. 254-269, Dec. 2022.
- [47] Soni, L., Kaur, A., & Sharma, A., “A Review on Different Versions and Interfaces of Blender Software”, In 2023 7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI) '04, 2023, pp. 882-887.
- [48] Zhecheva, G., “Paper Possibilities of Computer Animation in 3ds Max and Its Application in the Educational Process”, In 2024 5th International Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems (CIEES) '11, 2024, pp. 1-5.
- [49] Janovský, M., “Pre-Dam Vltava River Valley—A Case Study of 3D Visualization of Large-Scale GIS Datasets in Unreal Engine”, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 13, no. 10, pp. 344, Sep. 2024.

- [50] Saad, E., Funnell, W. R. J., Kry, P. G., & Ventura, N. M., “A virtual-reality system for interacting with three-dimensional models using a haptic device and a head-mounted display”, In 2018 IEEE Life Sciences Conference (LSC) '03, 2018, pp. 191-194.
- [51] Singh, S., & Kaur, A., “Game development using unity game engine”, In 2022 3rd International Conference on Computing, Analytics and Networks (ICAN) '11, 2022, pp. 1-6.
- [52] Cosmote, “COSMOTE CHRONOS Δίνουμε ζωή στην ιστορία μας!”, Cosmote, 2025. [Online]. Available: https://www.cosmote.gr/cs/cosmote/gr/CHRONOS.html?gad_source=1&gad_campaignid=20124419456&gbraid=0AAAAAo_TeI2dS4ff6nVxqz9hkQFXOchlG&gclid=Cj0KCQjw_8rBBhCFARIsAJrc9yD4Ot_M6bULNBYSqThMhXNAoObM6T5yOgzSp0XCwO8OMf4gfn_7tVUaAv78EALw_wcB
- [53] Kersten, T., Tschirschwitz, F., & Deggim, S., “Development of a virtual museum including a 4D presentation of building history in virtual reality”, In TC II & CIPA 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures '03, 2017, pp. 361-367.
- [54] Penrose Jr, W. D., “The discourse of disability in ancient Greece”, *Classical World*, vol. 108, no. 4, pp. 499-523, Jun. 2015.
- [55] Metzler, I., “Disability in the Middle Ages: Impairment at the intersection of historical inquiry and disability studies”, *History compass*, vol. 9, no. 1, pp. 45-60, Jan. 2011.
- [56] Robertson, Michael, Astrid Ley, and Edwina Light, “The First into the Dark: The Nazi Persecution of the Disabled”, *UTS ePRESS*, Oct. 2019.
- [57] Lea, M., “Judy Heumann and the Disability Rights Movement”, *UF Journal of Undergraduate Research*, vol. 21, no. 2, Feb. 2020.
- [58] Kaldık, B., “ENGELLİ HAKLARI HAREKETİ: BİR AKTİVİST HAREKET OLARAK GELİŞİMİ, TALEPLERİ VE TOPLUMSAL BAĞLAMI”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, vol. 31, no. 2, Oct. 2022.
- [59] Courtney-Long, E. A., Carroll, D. D., Zhang, Q. C., Stevens, A. C., Griffin-Blake, S., Armour, B. S., & Campbell, V. A., “Prevalence of disability and disability type among adults”, *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, vol. 64, no. 29, Jul. 2015.
- [60] Martínez-Medina, A., Morales-Calvo, S., Rodríguez-Martín, V., Meseguer-Sánchez, V., & Molina-Moreno, V., “Sixteen years since the convention on the rights of persons with disabilities: what have we learned since then?”, *International journal of environmental research and public health*, vol. 19, no. 18, pp. 11646, Sep. 2022.
- [61] Oliva, M. D. J. A. O., Martinez, A. R., & Sandoval-Bringas, J. A., “Ethics, Disability and Society: Reflections of Inclusion and Social Integration”, In 2019 International Conference on Inclusive Technologies and Education (CONTIE) '02, 2019, pp. 35-354.
- [62] Montusiewicz, J., Barszcz, M., & Korga, S., “Preparation of 3D models of cultural heritage objects to be recognised by touch by the blind—case studies”, *Applied Sciences*, vol. 12, no. 23, pp. 11910, Nov. 2022.
- [63] Brischetto, A., Iacono, E., & Becchimanzi, C., “Digital technologies in museums: Critical issues and opportunities for equal access to cultural heritage”, *AHFE INTERNATIONAL*, pp. 32-41, 2023.

- [64] Asakawa, S., Guerreiro, J., Sato, D., Takagi, H., Ahmetovic, D., Gonzalez, D., ... & Asakawa, C., "An independent and interactive museum experience for blind people", In Proceedings of the 16th International Web for All Conference '05, 2019, pp. 1-9.
- [65] Zaal, T., Salah, A. A. A., & Hürst, W., "Toward inclusivity: Virtual reality museums for the visually impaired", In 2022 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR) '12, 2022, pp. 225-233.
- [66] Comes, R., "Haptic devices and tactile experiences in museum exhibitions", *Journal of Ancient History and Archaeology*, vol. 3, no. 4, Dec. 2016.
- [67] Park, C. H., Ryu, E. S., & Howard, A. M., "Teleroptic haptic exploration in art galleries and museums for individuals with visual impairments", *IEEE transactions on Haptics*, vol. 8, no. 3, pp. 327-338, Jul. 2015.
- [68] Barrile, V., Bernardo, E., Fotia, A., & Bilotta, G., "A combined study of cultural heritage in archaeological museums: 3D survey and mixed reality", *Heritage*, vol. 5, no. 3, pp. 1330-1349, Jun. 2022.
- [69] Kohli, D., Khurana, D., Singh, B., Kaur, A., & Sachdeva, P., "Exploring the Capabilities of Unity 3D Gaming Software", In 2024 OPJU International Technology Conference (OTCON) on Smart Computing for Innovation and Advancement in Industry 4.0 '06, 2024, pp. 1-6.
- [70] Grunwald, M., "Human haptic perception: Basics and applications", *Springer Science & Business Media*, Nov. 2008.
- [71] 3D Systems, "Touch Haptic Device", 3D Systems, 2025. [Online]. Available: <https://www.3dsystems.com/haptics-devices/touch>
- [72] Acharya, A. S., Prakash, A., Saxena, P., & Nigam, A., "Sampling: Why and how of it", *Indian Journal of Medical Specialties*, vol. 4, no. 2, pp. 330-333, Jan. 2013.
- [73] O. Gervasi, "Computational Science and Its Applications", *ICCSA 2016: 16th International Conference*, no. 9788, Jul. 2016.
- [74] Meta, "Meta Quest 3S Unreal device. Unreal price.", Meta, 2025. [Online]. Available: <https://www.meta.com/quest/quest-3s/>
- [75] S. Livatino, "Photorealistic True-Dimensional Visualization of Remote Panoramic Views for VR Headsets", *IEEE Access*, vol. 11, pp. 60305-60323, Jun. 2023.
- [76] Louvre Fr, "Petite Galerie - Musée du Louvre - Venus d'Ailleurs", HD Media Visites virtuelles, 2025. [Online]. Available: <https://www.louvre.fr/visites-en-ligne/petitegalerie/saison6/>
- [77] Loscos, Céline & Tecchia, Franco & Frisoli, Antonio & Carrozzino, Marcello & Widenfeld, Hila & Swapp, David & Bergamasco, Massimo, "The Museum of Pure Form: touching real statues in an immersive virtual museum", *The 5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage*, pp. 271-279, 2004.
- [78] Bryman, A., *Μέθοδοι κοινωνικής έρευνας, (II. Σακελλαρίου, μεταφρ.)*. Αθήνα, CA: Gutenberg, 2017.
- [79] Marshall, G., "The purpose, design and administration of a questionnaire for data collection", *Radiography*, vol. 11, no. 2, pp. 131-136, Sep. 2005.

- [80] Robson, C., *Η έρευνα του πραγματικού κόσμου: Ένα μέσον για κοινωνικούς επιστήμονες και επαγγελματίες ερευνητές*, (Β. Νταλάκου, Κ. Βασιλικού, μεταφρ.). Αθήνα, CA: Gutenberg, 2010.
- [81] Glesne, C., *Η ποιοτική έρευνα: Οδηγός για νέους επιστήμονες*, (Γ. Α. Κουλαουζίδης, μεταφρ.). Αθήνα, CA: Μεταίχμιο, 2018.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΙΔΑΝΙΚΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ

Μουσείο Εικονικής Πραγματικότητας

Το παρακάτω ερωτηματολόγιο αποτελεί μέρος της πτυχιακής εργασίας με τίτλο "Δημιουργία Μουσείου Αφής Εικονικής Πραγματικότητας στο Unity" η οποία αξιοποιεί τη συσκευή Touch της 3D Systems και το λογισμικό Unity για να παρέχει μία εμπειρία εικονικού μουσείου στους χρήστες.

Οι απαντήσεις που θα επιλέξετε στις παρακάτω ερωτήσεις έχουν ως στόχο τον προσδιορισμό της ποιότητας της εφαρμογής.

Χρόνος συμπλήρωσης: 4-5 λεπτά

Οι απαντήσεις σας θα αξιοποιηθούν αποκλειστικά για ακαδημαϊκούς σκοπούς και θα διατηρηθεί η ανωνυμία σας.

Σας ευχαριστώ για τον χρόνο σας!

demetrespapadopoulos27@gmail.com [Εναλλαγή λογαριασμού](#)



Δεν κοινοποιήθηκε

* Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση

Δημογραφικές Πληροφορίες *

Ποια είναι η ηλικιακή σας ομάδα;

- ☐ 18- ετών
- ☐ 18-24 ετών
- ☐ 24-40 ετών
- ☐ 40-65 ετών
- ☐ 65+ ετών

Δημογραφικές Πληροφορίες *

Ποιο είναι το φύλο σας;

- ☐ Άνδρας
- ☐ Γυναίκα

Μορφή Περιβάλλοντος Χώρου *

Το περιβάλλον της μουσειακής έκθεσης οφείλει να είναι:



- ☐ Εξωτερικός Χώρος

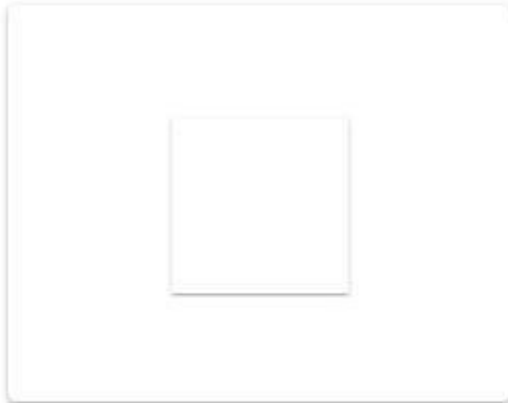


- ☐ Εσωτερικός Χώρος
-

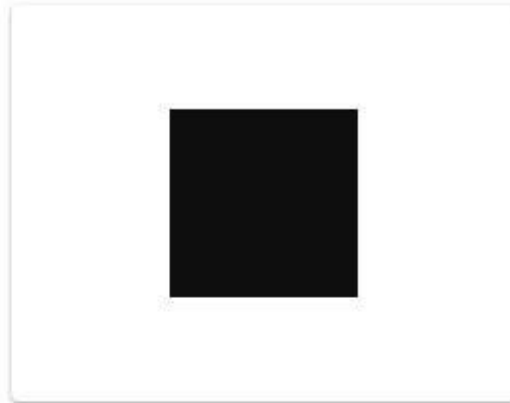
Απόχρωση Περιβάλλοντος Χώρου

*

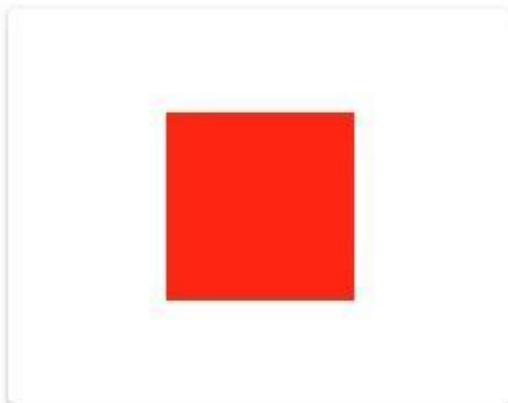
Το κυρίαρχο περιμετρικό χρώμα του χώρου της μουσειακής έκθεσης οφείλει να είναι:



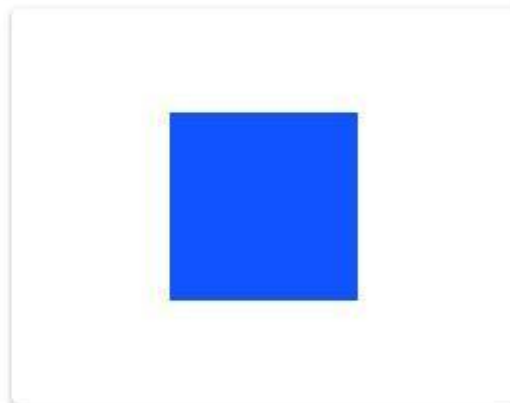
☐ Λευκό ή συναφείς αποχρώσεις



☐ Μαύρο ή συναφείς αποχρώσεις



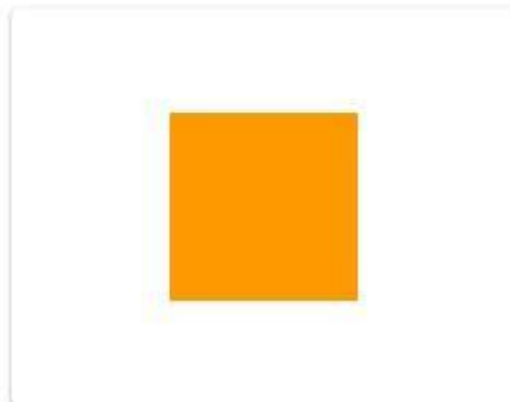
☐ Κόκκινο ή συναφείς αποχρώσεις



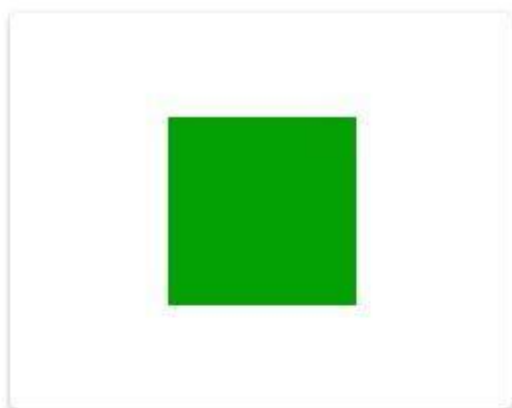
☐ Μπλε ή συναφείς αποχρώσεις



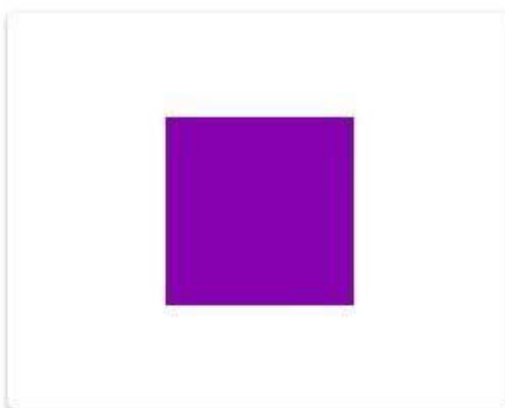
☐ Κίτρινο ή συναφείς αποχρώσεις



☐ Πορτοκαλί ή συναφείς αποχρώσεις



☐ Πράσινο ή συναφείς αποχρώσεις



☐ Μωβ ή συναφείς αποχρώσεις



☐ Άλλο

Απόχρωση Περιβάλλοντος Χώρου

*

Ο τόνος της απόχρωσης που επιλέξατε οφείλει να είναι:



☐ Φωτεινός



☐ Ενδιάμεσος



☐ Σκοτεινός

Φωτισμός Περιβάλλοντος Χώρου

*

Η ένταση του φωτισμού του χώρου οφείλει να είναι:



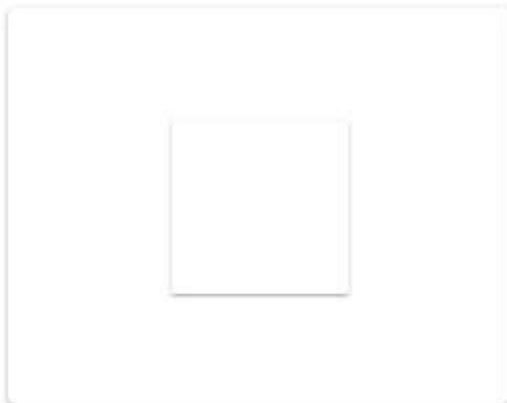
1 2 3 4 5

Χαμηλή ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Υψηλή

Φωτισμός Περιβάλλοντος Χώρου

*

Η απόχρωση του φωτισμού του χώρου οφείλει να είναι:



☐ Ψυχρή



☐ Θερμή

Φωτισμός Εκθεμάτων

*

Ο φωτισμός του χώρου οφείλει να αναδεικνύει τα εκθέματα με επιμέρους φωτιστικά;



☐ Ναι

☐ Όχι

Φωτισμός Αίθουσας (Προαιρετικό)

Απαντήστε μόνο αν προηγουμένως επιλέξατε πως ο χώρος της έκθεσης πρέπει να είναι εσωτερικός (δωμάτιο). Ο χώρος οφείλει να διαθέτει φυσικό φωτισμό (παράθυρο, φεγγίτης κ.α.);



☐ Ναι

☐ Όχι

Ευρύτερο Περιβάλλον

*

Ο χώρος οφείλει να διαθέτει περεταίρω αρχιτεκτονικά-αισθητικά στοιχεία που δεν σχετίζονται άμεσα με το αντικείμενο της έκθεσης;



1

2

3

4

5

Διαφωνώ

☐☐☐☐☐

Συμφωνώ

Ευρύτερο Περιβάλλον



Ο χώρος της έκθεσης του εικονικού μουσείου οφείλει να ακολουθεί κάποιο αρχιτεκτονικό ύφος;



☐ Ναι, το Νεοκλασικό



☐ Ναι, το Μοντέρνο



☐ Ναι, κάποιο άλλο



☐ Όχι, είναι αδιάφορο

Τα Εκθέματα του Χώρου

*

Η θεματική της έκθεσης οφείλει να ακολουθεί:

- ☐ Συγκεκριμένο αντικείμενο (π.χ.: Αρχαιολογική)
- ☐ Πολλαπλά αντικείμενα (π.χ.: Αρχαιολογική και Φυσικής Ιστορίας)

Τα Εκθέματα του Χώρου

*

Το πληροφοριακό πλαίσιο των εκθεμάτων (επιγραφές, σχεδιαγράμματα κ.α.) είναι:

	1	2	3	4	5	
Πολύ σημαντικό	☐	☐	☐	☐	☐	Αδιάφορο

Συμπληρωματικό Περιεχόμενο

*

Ο χώρος οφείλει να διαθέτει φυσικά στοιχεία (φυτά, νερό κ.α.);



	1	2	3	4	5	
Συμφωνώ	☐	☐	☐	☐	☐	Διαφωνώ

Ηχητικό Περιεχόμενο

*

Ο χώρος οφείλει να διαθέτει κάποια ηχητική υπόκρουση;

☐ Ναι

☐ Όχι

Ηχητικό Περιεχόμενο (Προαιρετικό)

Αν απαντήσατε ναι στη προηγούμενη ερώτηση, τι τύπου ηχητικό περιεχόμενο θα προτιμούσατε; (Μπορείτε να επιλέξετε και παραπάνω από μία επιλογή. Αν στη προηγούμενη ερώτηση επιλέξατε "Όχι", αγνοήστε αυτή την ερώτηση)

☐ Περιγραφή των εκθεμάτων

☐ Φυσικοί ήχοι (π.χ.: άνεμος, ροή νερού κ.α.)

☐ Μουσική

☐ Άλλο

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Αξιολόγηση Εφαρμογής Μουσείου Αφής Εικονικής Πραγματικότητας

Το παρακάτω ερωτηματολόγιο αποτελεί μέρος της πτυχιακής εργασίας με τίτλο "Δημιουργία Μουσείου Αφής Εικονικής Πραγματικότητας στο Unity" η οποία αξιοποιεί τη συσκευή Touch της 3D Systems και το λογισμικό Unity για να παρέχει μία εμπειρία εικονικού μουσείου στους χρήστες.

Οι απαντήσεις σας θα αξιοποιηθούν αποκλειστικά για ακαδημαϊκούς σκοπούς και θα διατηρηθεί η ανωνυμία σας. Η συμμετοχή είναι εθελοντική. Τα βασικά δημογραφικά στοιχεία ζητούνται αποκλειστικά για στατιστικούς σκοπούς, χωρίς περιθώρια ταυτοποίησης.

Χρόνος συμπλήρωσης: 3-4 λεπτά

Δημογραφικές Πληροφορίες

Ποια είναι η ηλικιακή σας ομάδα;

- ☐ 18- ετών
- ☐ 18-24 ετών
- ☐ 24-40 ετών
- ☐ 40-65 ετών
- ☐ 65+ ετών

Δημογραφικές Πληροφορίες

Ποιο είναι το φύλο σας;

- ☐ Άνδρας
- ☐ Γυναίκα

Σχέση με το αντικείμενο

Οι γνώσεις και η ενασχόλησή σας με συσκευές απτικής ανάδρασης είναι:

- ☐ Ανύπαρκτες
- ☐ Ελάχιστες
- ☐ Μερικές
- ☐ Εκτενείς

Αξιολόγηση εφαρμογής

Η εφαρμογή του απτικού εικονικού μουσείου που σας παρουσιάστηκε πιστεύετε πως ήταν:

	1	2	3	4	5	
Δυσλειτουργική	☐	☐	☐	☐	☐	Λειτουργική

Αξιολόγηση εφαρμογής

Ο χειρισμός της εφαρμογής ήταν:

	1	2	3	4	5	
Σύνθετος	☐	☐	☐	☐	☐	Σαφής

Αξιολόγηση εφαρμογής

Η ενασχόληση με την εφαρμογή ήταν:

	1	2	3	4	5	
Ανιαρή	☐	☐	☐	☐	☐	Διασκεδαστική

Αξιολόγηση εφαρμογής

Η απτική εμπειρία πιστεύετε πως ήταν:

	1	2	3	4	5	
Αδιάφορη	☐	☐	☐	☐	☐	Ενδιαφέρουσα

Αξιολόγηση εφαρμογής

Ο χειρισμός της συσκευής και η αλληλεπίδραση με τον χώρο και τα εκθέματα πιστεύετε πως ήταν:

	1	2	3	4	5	
Απλός	☐	☐	☐	☐	☐	Σύνθετος

Αξιολόγηση εφαρμογής

Η τεχνολογική υλοποίηση και ο χαρακτήρας του εγχειρήματος πιστεύετε πως ήταν:

	1	2	3	4	5	
Καινοτόμος	☐	☐	☐	☐	☐	Συμβατικός