



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Π.Μ.Σ Πολιτισμική Πληροφορική & Επικοινωνία

Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας & Επικοινωνίας

MIRACLES

of Ancient Greece

Δημιουργία VR παιχνιδιού για την ανάδειξη των αρχαιοελληνικών εφευρέσεων



Διπλωματική Εργασία: Αγγελιδάκη Ελένη

Επιβλέπων Καθηγητής: Παπαγεωργίου Δημήτρης

Μυτιλήνη, Ιούνιος 2021

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
1. Εισαγωγή	
1.1 Σκοπός της Έρευνας.....	9
1.2 Δομή Εργασίας.....	10
2. Θεωρητικό Πλαίσιο	
2.1. Εννοιολογικές Διασαφήσεις	11
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	12
2.3 Τύποι Εικονικής Πραγματικότητας.....	14
2.4 Εκφάνσεις της Εικονικής Πραγματικότητας	15
2.5 Χαρακτηριστικά της Εικονικής Πραγματικότητας	16
2.6 Μικτή Πραγματικότητα	16
2.7 Εμβύθιση μέσω συσκευών Εικονικής Πραγματικότητας	17
2.7.1 Frame Rate	18
2.7.2 Τεχνητή Νοημοσύνη	18
2.7.3 Virtual Reality Head Mounted Display	19
2.7.4 Αισθητήρες κίνησης	20
2.8 Εικονικό Περιβάλλον και χρήστης.....	20
2.8.1 Διακρίσεις Εικονικού Περιβάλλοντος	20
2.8.2 Χαρακτηριστικά Εικονικού Περιβάλλοντος	21
2.9 Εφαρμογή της Εικονικής Πραγματικότητας.....	21
2.9.1 Εκπαίδευση	21
2.9.2 Ψυχαγωγία.....	22
2.9.3 Πολιτισμός	22
3. Εικονική Πραγματικότητα στο χώρο των μουσείων.....	23
3.1. Εικονικό Μουσείο.....	23

3.2	Είδη Εικονικών Μουσείων.....	25
3.3	Οφέλη για τους χρήστες.....	26
3.4	Μειονεκτήματα για τους χρήστες.....	26
3.5	Παιχνιδοποίηση και Εικονικά Μουσεία.....	27
4.	Μεθοδολογία.....	28
5.	Αρχαίες εφευρέσεις.....	29
5.1	Οστομάχιον.....	29
5.2	Κρυπτεία (ή Λακωνική) σκυτάλη.....	30
5.3	Αυτόματο Σπονδείο με κερματοδέκτη.....	30
5.4	Αυτόματο άνοιγμα θυρών ναού μετά από θυσία στο βωμό του.....	31
6.	Σενάριο Χρήσης.....	32
7.	Σχεδιασμός Υλοποίηση Εφαρμογής.....	36
7.1	Λογισμικό.....	36
7.1.1	Cinema 4D.....	36
7.1.2	Unity.....	36
7.1.3	Illustrator.....	37
7.1.4	Photoshop.....	37
7.1.5	Oculus Go.....	37
7.2	Μοντελοποίηση.....	38
7.2.1	Σχεδιασμός 3D αντικειμένων με πολύγωνα.....	38
7.2.2	Σχεδιασμός 3D αντικειμένων με Nurbs.....	39
7.3	Σχεδιοκίνηση (animation).....	40
7.4	Τεχνική Bake.....	41
7.5	Σύνδεση συσκευής Oculus Go με τη Unity.....	41
7.6	Ανάπτυξη στη Unity.....	42
7.6.1	On Click () Event.....	42
7.6.2	Teleport.....	42
7.6.3	Σχεδιασμός Περιβάλλοντα χώρου.....	43
7.6.3.1	Skybox.....	43

7.6.3.2 Terrain.....	43
7.6.3.3 Φωτισμός.....	44
7.6.4 Particle System	45
7.6.5 Διαχείριση Animation	46
7.6.6 User Interface.....	47
7.6.7 Ήχοι	48
7.7 Δημιουργία Λογότυπου	48
8. Συμπεράσματα	50
9. Περιορισμοί	51

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας, που εκπονείται στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος “Σχεδίαση Ψηφιακών Πολιτιστικών Προϊόντων” του Πανεπιστημίου Αιγαίου 2019-2021, είναι η σχεδίαση και υλοποίηση μιας εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς και ψυχαγωγικούς σκοπούς, διαμέσου της επαφής των χρηστών με αρχαιοελληνικές τεχνολογικές εφευρέσεις. Η διάδραση του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον βασίζεται στη χρήση της VR μάσκας Oculus Go. Σκοπός της εργασίας είναι ο χρήστης να εξοικειωθεί και να κατανοήσει την κατασκευή και λειτουργία των αρχαίων ελληνικών εφευρέσεων, μέσω της παιχνιδοποίησης, με βιωματική διάδραση και εμπύθιση. Παράλληλα, ο χρήστης θα γνωρίσει τις δυνατότητες της εικονικής πραγματικότητας και της αλληλεπίδρασης του ανθρώπινου παράγοντα με την ψηφιακή εφαρμογή. Η εφαρμογή αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί για πολιτιστικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς από δημόσιους ή ιδιωτικούς φορείς – οργανισμούς ή ακόμα και από την ιδιωτική πρωτοβουλία των χρηστών.

Λέξεις-Κλειδιά: Εικονική πραγματικότητα, αρχαίες ελληνικές εφευρέσεις, εμπύθιση, παιχνιδοποίηση, Oculus GO

Abstract

The main purpose of this work is the design and implementation of a gamified, educational virtual reality application, developed in the context of postgraduate program "Digital Cultural Products Design" of the University of the Aegean 2019-2021. The user's interaction with the virtual environment is based on the use of the Oculus Go VR mask. The aim of the work (project) is through gaming, to allow users to get acquainted and understand the ancient Greek inventions with experiential interaction and immersion and to know the possibilities of virtual reality. This application can be used for cultural and educational purposes by public or private organizations or even by private users.

Keywords: Virtual Reality, Greek ancient Inventions, immersion, gamification, Oculus Go

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου διατριβής, τον κύριο Παπαγεωργίου Δημήτρη, για την εμπιστοσύνη, την επιστημονική βοήθεια και την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής μου.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Κασαπάκη Βλάση, για την πολύτιμη βοήθεια του, τις συμβουλές και τη συμπαράσταση στην υλοποίηση της εφαρμογής.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου και συμφοιτητές μου για τις γνώσεις και εμπειρίες που μου προσέφεραν.

1. Εισαγωγή

1.1 Στόχοι της έρευνας

Η παρούσα εργασία που αποτελείται από δύο μέρη, α) τη θεωρητική διερεύνηση και β) την εκπόνηση του παιχνιδιού εικονικής πραγματικότητας με θέμα “Δημιουργία VR παιχνιδιού για την ανάδειξη των αρχαιοελληνικών εφευρέσεων”. Η ανάπτυξη της εφαρμογής συνιστά ένα εγχείρημα που αποσκοπεί στην πρακτική εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στον χώρο της εκπαίδευσης και της ψυχαγωγίας, δηλαδή, έχει ως επί το πλείστον πολιτιστική διάσταση.

Λαμβάνοντας υπόψη πως ο σύγχρονος άνθρωπος και κυρίως οι νέοι – μαθητές και φοιτητές – έχουν μία παρωχημένη αντίληψη για την πολιτισμική μας παράδοση και μάλιστα, την αρχαιοελληνική, η οποία φαντάζει γι’ αυτούς απόμακρη και αδιάφορη, η παρούσα εργασία αποπειράται να συμφιλιώσει το παρόν με το παρελθόν, τον ψηφιακό κόσμο με την αστείρευτη αίγλη της αρχαιότητας. Μέριμνα είναι αυτό να συμβεί με τρόπους ευχάριστους και εύληπτους χωρίς όμως να χαθεί η ιστορική αξιοπιστία και το παιδευτικό ενδιαφέρον. Προτεραιότητα δίνεται στη δυνατότητα αυτενέργειας και συμμετοχής του χρήστη που σε λίγα μόλις λεπτά καλείται να βιώσει μία ολοκληρωμένη και κατανοητή εικονική εμπειρία, επωφελή για την ιστορική του γνώση και ευχάριστη ως ψυχαγωγικό μέσο.

Η παράδοση – πνευματική υλικοτεχνική – δεν είναι ένα μουσειακό είδος αλλά επενεργεί σημαντικά διευρύνοντας τους ερμηνευτικούς ορίζοντες του δέκτη, διαμέσου παραλληλισμών και συγκρίσεων, μεταξύ παρόντος και παρελθόντος.

Οι εικονικοί τρόποι εκπαίδευσης αποτελούν πλέον ζητούμενο για τη σύγχρονη μάθηση, καθώς αντανakλούν τον εθισμό του ανθρώπου στη λογική της εικόνας και της ψηφιακής πραγματικότητας.

Η παρούσα εφαρμογή απευθύνεται κυρίως σε χρήστες που δεν έχουν μεγάλη εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες και μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που καλούνται να ενδυναμώσουν την αρχαιογνωσία τους με μέσα που τους εξάπτουν τη φαντασία και μπορούν να κινητοποιήσουν την αυτενέργειά τους. Κυρίως απευθύνεται στα σύγχρονα μουσεία, εικονικά η μη, που με ποικίλα εκπαιδευτικά προγράμματα γεφυρώνουν το χάσμα ανάμεσα σε ένα άγνωστο παρελθόν και μια τεχνοκρατική – ψηφιακή πραγματικότητα. Επιδιωκόμενος στόχος είναι όχι η παθητική πρόσληψη

κάποιων εννοιών εκ μέρους των χρηστών – μαθητών αλλά η βιωματική ανα-γνώριση της πολιτισμικής μας παρακαταθήκης.

Η παρούσα τεχνολογία στηρίζεται στις νέες διευρυμένες δυνατότητες που προφέρει στους χρήστες η εικονική πραγματικότητα διαμέσου της πλήρους εμπύθισης, της ψηφιακής αναπαράστασης μίας βιωματικής εμπειρίας.

1.2 Δομή της εργασίας

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι σύγχρονοι ορισμοί της εικονικής πραγματικότητας, προκειμένου να πλαισιωθεί θεωρικά η εργασία. Υπάρχει μία σύντομη ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της έννοιας της εικονικής πραγματικότητας και αναλύονται οι τύποι, οι εκφάνσεις και τα χαρακτηριστικά της. Καταγράφεται το φαινόμενο της μικτής πραγματικότητας και οι διακρίσεις της, καθώς και η εμπύθιση μέσω των συσκευών της εικονικής πραγματικότητας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται εκτενής αναφορά στην εικονική πραγματικότητα και στην παρουσία της στον χώρο των σύγχρονων μουσείων. Αναφέρονται τα είδη των εικονικών μουσείων καθώς και τα οφέλη και τα μειονεκτήματα για τους χρήστες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναλύονται οι αρχαιοελληνικές εφευρέσεις που προβάλλονται στο πρόγραμμα.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το σενάριο χρήσης.

Στο έβδομο κεφάλαιο, αναφέρονται τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και παρουσιάζονται αναλυτικά οι τρόποι σχεδιασμού και υλοποίησης της εφαρμογής.

Στο όγδοο κεφάλαιο, αναφέρονται τα συμπεράσματα

Στο ένατο κεφάλαιο, οι περιορισμοί.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1 Εννοιολογικές διασαφήσεις

Σήμερα η τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας χρησιμοποιείται σε πολλές πτυχές της ζωής του ανθρώπου. Η χρήση της επιτρέπει ώστε ο άνθρωπος να έχει πρόσβαση σε μέρη που παλιότερα δεν μπορούσε να προσφέρει κίνητρα μάθησης με τρόπο παιγνιώδη και να υποστηρίζει την εκπαίδευση σε ιδιαίτερες συνθήκες π.χ. άνθρωποι με κινητικά προβλήματα. Οι τεχνικές διαρκώς εξελίσσονται με σκοπό την καλύτερη απεικόνιση και αλληλεπίδραση. Το χαρακτηριστικό της εικονικής πραγματικότητας είναι ότι πρόκειται για μία διευρυμένη πραγματικότητα, για ένα προσομοιωμένο περιβάλλον το οποίο περιλαμβάνει γραφικά του υπολογιστή και δημιουργείται με τη λειτουργία των τριών διαστάσεων. Η διάδραση που παρέχει, διεγείρει τις ανθρώπινες αισθήσεις. Βέβαια η επιδίωξη της δράσης του χρήστη, όπως στον πραγματικό κόσμο, δέχεται περιορισμούς από το ίδιο το τεχνικό σύστημα (Blach, 2008).

Με δεδομένη τη νοηματική αντίφαση που γεννά ο όρος “εικονική πραγματικότητα”, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες εννοιολογικής διασαφήσης του όρου. Έναν πρώτο ορισμό αποπειράθηκε ο Jaron Lanier, ο οποίος ίδρυσε το VPL (Virtual Programming Languages Research) τη δεκαετία του 1980. Σύμφωνα με τον Lanier η εικονική πραγματικότητα «είναι ένα αλληλεπιδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον, παραγόμενο από υπολογιστή, στον οποίο μπορεί κάποιος να εμπυθιστεί» (Machover, C., & Tice, S., 1994. · Κοκότος, 2007)

Μεταγενέστεροι ορισμοί εμπλουτίζουν τον όρο με την έννοια της προσομοίωσης, δηλαδή της ενοποίησης της ρεαλιστικής πραγματικότητας με την τεχνητή στην οποία μετέχουν ποικίλες αισθητηριακές λειτουργίες, οπτικές, ακουστικές και απτικές (Burdea & Coifett, 2003).

Έτσι ανακατασκευάζεται η πραγματικότητα μέσω συνθετικών εικόνων και ήχων. Οι σκοποί είναι μαθησιακοί και πειραματικοί. Από την πλευρά της καλλιτεχνικής δημιουργίας, η εικονική πραγματικότητα θεωρήθηκε ένα μέσο για μία νέα περιγραφή ερμηνεία του κόσμου, ενώ επικοινωνιακά κατανοήθηκε ως ομαδική επικοινωνία όπου γραπτά μηνύματα χρησιμοποιούνται για συνομιλία σε εικονικό χώρο. Κομβικής σημασίας είναι η έννοια του διαδραστικού τρισδιάστατου περιβάλλοντος στο οποίο τα αντικείμενα έχουν χωρική παρουσία. (Flichy, 2007)

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Η εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality) αποτελεί επιδίωξη του ανθρώπου ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα, όπου θέλησε να απομακρύνει τους περιορισμούς της φυσικής πραγματικότητας και να μεταφερθεί σε ένα άλλο εικονικό επίπεδο (Charles D., Hansen, C. & Johnson, C., 2005). Το avant-garde κίνημα προσπάθησε να εμβολίσει το θεατή μέσα στην εμπειρία του, στο θέατρο, τον κινηματογράφο κ.α. Για παράδειγμα, οι “φουτουριστές” αποσκοπούσαν στην αισθητική μετάπλαση και παρωθούσαν τους δέκτες να εισχωρήσουν στην εικόνα των έργων τους (Mastandrea, S., & Umiltà, M. A. 2016).



Εικόνα 1.. Umberto Boccioni, sketch of The City Rises (1910) ¹

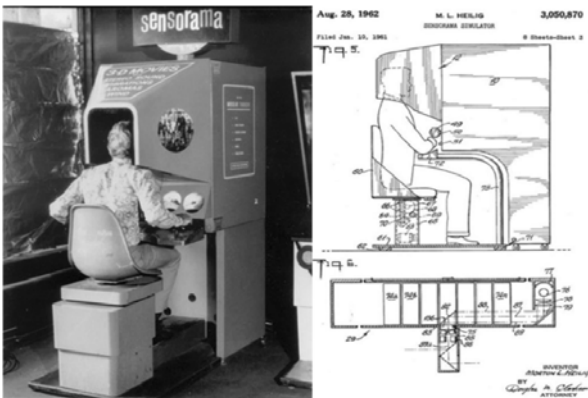
Παράλληλα συστήματα προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της εκπαίδευσης για το χειρισμό αεροσκαφών, υποβρυχίων κτλ. Τα συστήματα αυτά ενδυνάμωναν τις αισθήσεις του χρήστη, όπως την όραση, την ακοή, την αφή και τις σωματικές δονήσεις.

Σταδιακά, δημιουργήθηκε η ανάγκη για την επινόηση των αλγορίθμων μέσω των οποίων ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής θα αναγνώριζε τα τρισδιάστατα αντικείμενα από φωτογραφίες. Το συνεχές πραγματικότητας-εικονικότητας σχετίζεται με τη σύνδεση των αντικειμένων τα οποία βρίσκονται και εμφανίζονται σε κατάσταση απεικόνισης.

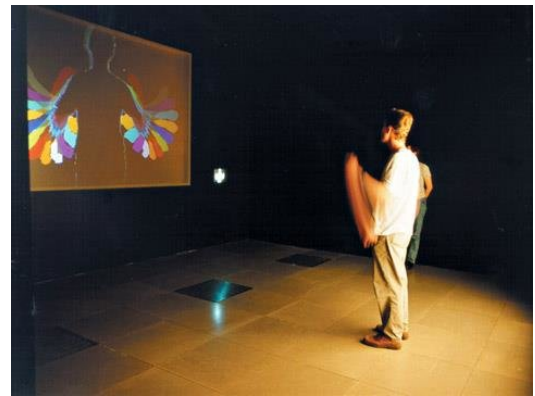
¹ <https://images.app.goo.gl/DtXYPQnu2iSRxdLk6>

Η εικονική πραγματικότητα σήμερα χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικούς, ιατρικούς, πολιτισμικούς, ψυχαγωγικούς και βιομηχανικούς σκοπούς) (Cipresso, Giglioli, Raya, & Riva, 2018).

Οι απαρχές, όμως, βρίσκονται πολλές δεκαετίες πίσω. Η πρώτη μηχανή εικονικής πραγματικότητας, το «Sensorama», παρουσιάστηκε στις Η.Π.Α. το 1962 από τον Morton Heilig και το 1970 ιδρύθηκε το πρώτο εργαστήριο “εικονικής πραγματικότητας” «Videoplace» από τον επιστήμονα Η/Υ, Myron Krueger.



Εικόνα 2.. Μηχανή “Sensorama” , Morton Heilig, 1962²



Εικόνα 3. “Videoplace” Myron Krueger, 1970³

Το 1975, ο προγραμματιστής Will Crowther δημιούργησε ένα παιχνίδι με την ονομασία «Adventure», που έδινε τη δυνατότητα στους παίκτες να διερευνήσουν τον εικονικό κόσμο αλληλεπιδραστικά, με ερωτηματικό και διαλογικό τρόπο.

Το 1977 έγινε πραγματικότητα το πρώτο ενσύρματο γάντι, Cyberglove, ως συσκευή εισόδου για αλληλεπίδραση ανθρώπου–υπολογιστή, από τους Das Sandin, Richard Sayre και Thomas Defanti.



Εικόνα 4. Cyberglove, 1977⁴



Εικόνα 5. Matrix, 1999⁵

² <https://images.app.goo.gl/QamihySuGrFu9eMr8>

³ <https://images.app.goo.gl/jLXoNeVHuVv9VLs48>

Το 1982, κυκλοφόρησε στον κόσμο του θεάματος η ταινία “Iron” με εικόνες παραγόμενες από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Το 1983, ο συγγραφέας έργων επιστημονικής φαντασίας, William Gibson, διατύπωσε για πρώτη φορά τον όρο “κυβερνοχώρος” Το 1990 δημιουργήθηκε σύστημα εικονικής πραγματικότητας με ενσωματωμένα γυαλιά Pop Optics από ερευνητικά προγράμματα της NASA. Το 1999 κυκλοφόρησε η ταινία “Matrix”, βασιζόμενη ολοκληρωτικά στην εικονική πραγματικότητα. Το 2016 εταιρείες παραγωγής Smartphone ενσωμάτωσαν λογιστικά Virtual Reality.

Τέλος, το 2018 η εταιρεία Neurable δημιούργησε τη φορητή συσκευή EEG εγκεφαλικής σάρωσης. Γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω πως η εικονική πραγματικότητα διευρύνει διαρκώς τις δυνάμεις της ανάπτυξης της ψηφιακής τεχνολογίας και η χρήση της εξειδικεύεται και εξατομικεύεται συνεχώς με τη χρήση Η/Υ και smartphones (Yildirim, Elban, & Yildirim, S. 2018· Schroeder, 1993).

2.3 Τύποι Εικονικής Πραγματικότητας

Η εικονική πραγματικότητα διερευνάται διεξοδικά και αποτελεί πεδίο συγκεκριμένων μελετών. Ανάλογα με τους ερευνητές υπάρχει και διαφορετική κατηγοριοποίηση (Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J., Wohlgenannt, I., 2020).

Οι συσκευές οπτικής απεικόνισης, ορίζουν κατηγοριοποιήσεις στους εξής τύπους:

α) **Εμβυθιστική εικονική πραγματικότητα** (immersive virtual reality): όταν ο χρήστης εμβυθίζεται στο περιβάλλον μέσω ενός ειδικού κράνους με τα εξής χαρακτηριστικά:

α1. **Θέαση**. Επιτυγχάνεται με την κίνηση του κεφαλιού και επιτρέπει διεπαφή και πλοήγηση στον τρισδιάστατο κόσμο, επιτρέπεται στο χρήστη να κοιτάζει γύρω, να περπατά ή ακόμα και να ίπταται στον εικονικό κόσμο.

α2. **Αναλογίες** μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού κόσμου.

α3. **Στερεοσκοπική** θέαση που ενισχύει την αντίληψη του βάθους και του χώρου.

α4. **Ρεαλιστική αλληλεπίδραση** με εικονικά αντικείμενα μέσω γαντιών και παρόμοιων συσκευών.

⁴ <https://images.app.goo.gl/XcWg5ToMUmtwSfFT8>

⁵ <https://images.app.goo.gl/pkao5xGz15DeFRzo9>

β) **Επιτραπέζια εικονική πραγματικότητα (desktop virtual reality)** με τη χρήση μιας μονοσκοπικής ή στερεοσκοπικής οθόνης και την επίτευξη της τρισδιάστατης απεικόνισης μέσω ειδικών γυαλιών. Ο απλός προσωπικός υπολογιστής επαρκεί σε αυτή την περίπτωση χωρίς τη χρεία εξειδικευμένου εξοπλισμού (Lee, Wong, & Fung, 2010).

γ) **Προβολική εικονική πραγματικότητα (projection-based)**, όπου η απεικόνιση γίνεται μέσω μονοσκοπικής ή στεροτυπικής προβολής από πολλαπλές οθόνες που περιβάλλουν το χρήστη.

δ) **Κατοπρικοί κόσμοι (mirror worlds)**, όπου ο χρήστης αντιμετωπίζει κάποιας μορφής απεικόνιση του εαυτού του, η οποία αλληλεπιδρά με τον ίδιο σε πραγματικό χρόνο.

(Ricci, Piunti, Tummolini & Castelfranchi (2015)· Κοτσιφάκος, 2008· Χαρίτος & Μαρτάκος, 1999)

Μία άλλη κατηγοριοποίηση είναι η εξής:

α) Πλήρης εμπύθιση που αντιστοιχεί στην εμπυθισμένη ΕΠ

β) Μη εμπυθισμένη που αντιστοιχεί στην επιτραπέζια ΕΠ

γ) Μερική εμπύθιση που αντιστοιχεί στην προβολική ΕΠ.

2.4 Εκφάνσεις της Εικονικής Πραγματικότητας

Οι **βασικές εκφάνσεις** της εικονικής πραγματικότητας που διαμορφώνουν το τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον, με βασικούς παράγοντες το χρήστη και τις ειδικές υπολογιστικές συσκευές, είναι οι παρακάτω:

α) **Εμπύθιση (immersion)** Ο χρήστης βυθίζεται σε ένα εικονικό δυνητικό κόσμο με τη χρήση στερεοσκοπικού κράνους, γαντιών και ολόσωμης φόρμας.

β) **Αλληλεπίδραση (interaction)** Ο χρήστης κινείται σε έναν κόσμο τρισδιάστατο, στον οποίο έχει τη δυνατότητα παρέμβασης δίνοντας εντολές, χρησιμοποιώντας αντικείμενα και συνομιλώντας με συνθετικά όντα.

γ) **Φαντασία (imagination)** Ο νους του χρήστη συνθέτει φανταστικές νοητικές καταστάσεις και εικόνες σύμφωνα με τους κανόνες που έχει θέσει ο δημιουργός του συστήματος. ((Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J., Wohlgenannt, I., 2020)-Sherman & Craig, 2003)

2.5 Χαρακτηριστικά Εικονικής Πραγματικότητας

Η εικονική πραγματικότητα διέπεται από τα εξής χαρακτηριστικά:

α) Διαδραστικός σχεδιασμός

β) Τρισδιάστατη πραγματικότητα

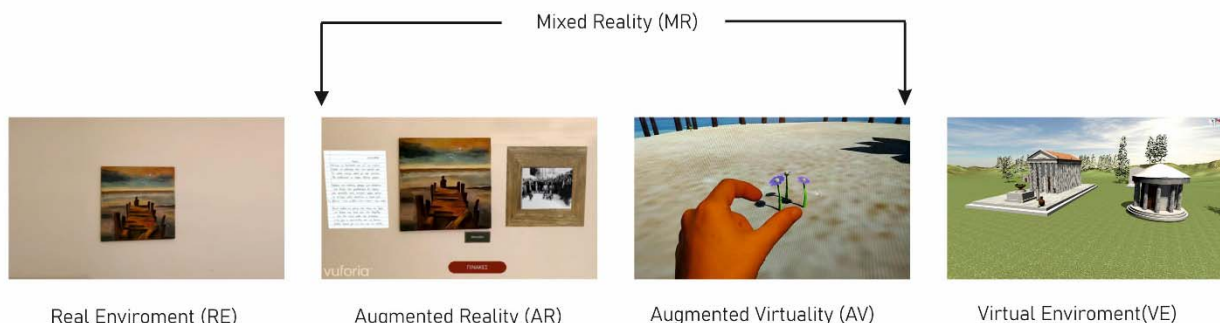
γ) Αλληλεπίδραση

δ) Διαμόρφωση της πραγματικότητας μέσα από την οπτική γωνία του χρήστη (Wickens & Bake, 1995)

2.6 Μικτή Πραγματικότητα (Mixed Reality)

Η μικτή πραγματικότητα (MR) απαρτίζεται από την Επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality) και την Επαυξημένη εικονικότητα (Augmented Virtuality). Συγκεκριμένα, ο όρος μικτή πραγματικότητα αφορά στο συνδυασμό του πραγματικού περιβάλλοντος με εικονικά στοιχεία όπως φαίνεται και στο συνεχές πραγματικότητας – εικονικότητας του Milgram (Milgram et al., 1994). Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μία τεχνολογία στην οποία χρησιμοποιούνται ψηφιακά μέσα για να επαυξήσουν την πραγματικότητα. Σε ένα πραγματικό περιβάλλον γίνονται προσθήκες προκαθορισμένων εικονικών στοιχείων για να επιτευχθεί ο στόχος. Σε αυτό το περιβάλλον ο χρήστης μπορεί να διαδράσει σε πραγματικό χρόνο (Azuma, R, 1997, Azuma et al., 2001).

Η επαυξημένη εικονικότητα θεωρείται το αντίστροφο της επαυξημένης πραγματικότητας. Το μεγαλύτερο μέρος του περιβάλλοντος είναι εικονικό και σε αυτό ενσωματώνονται κάποια πραγματικά στοιχεία. (Milgram et al., 1994).



Εικόνα 6. Το συνεχές της εικονικής πραγματικότητας (virtuality continuum) (Mealy, 2018)

2.7 Εμβύθιση μέσω συσκευών Εικονικής Πραγματικότητας

Με τον όρο «εμβύθιση» εννοούμε κατά πόσο ο χρήστης θα καταφέρει μέσω του υπολογιστή να βιώσει μία ζωντανή, εκτεταμένη, περιβαλλομένη ψευδαίσθηση της πραγματικότητας (Slater and Wilbur, 1997). «Η εμβύθιση είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο που απαιτεί πολλαπλάσια επίπεδα νευρο-ψυχολογικής εμπλοκής όπως αντίληψη, προσοχή και συναίσθημα» (Zhang, Perkis & Arndt, 2017).

Οι συσκευές εικονικής πραγματικότητας αξιοποιούν πολλές από τις νέες τεχνολογικές ανακαλύψεις. Η βελτίωση των φωτορεαλιστικών γραφικών βελτιώνει συνεχώς την αποτελεσματικότητα της εικονικής πραγματικότητας. Οι μάσκες εικονικής πραγματικότητας (Head Mounted Displays) επιδιώκουν τον αποκλεισμό του χρήστη από το εξωτερικό περιβάλλον. Τα φυσικά ερεθίσματα αντικαθίστανται από τα εικονικά και αυτό το χαρακτηριστικό είναι κομβικής σημασίας για τη λειτουργία του εικονικού περιβάλλοντος. Οι αισθητηριακές λειτουργίες –όραση, ακοή, αφή- αντικαθίστανται από τις ειδικές περιφερειακές συσκευές. Η δυσχερέστερη υπόθεση είναι αυτή της όρασης. Αυτό συμβαίνει γιατί ο ανθρώπινος εγκέφαλος παρέχει την αίσθηση της ιδιοδεκτικότητας, μέσω της οποίας αντιλαμβανόμαστε με βάση την κίνηση του κεφαλιού. Η χρήση των εικονικών άκρων οδηγεί στη νοητική σύγχυση μεταξύ πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, σε διάφορα πειράματα οι χρήστες ενστικτωδώς απομακρύνουν τα φυσικά τους άκρα από εικονικά αντικείμενα που σηματοδοτούν κίνδυνο, απειλή ή άγχος.

Η ψευδαίσθηση ενός ρεαλιστικού κόσμου απαιτεί το συνδυασμό χρωμάτων, φωτισμού και ειδικών εφέ φωτισμού. Ταυτόχρονα, ο ήχος με κατεύθυνση και βάθος πρέπει να περικλείει το χρήστη (surround) για να κάνει την ηχητική ακουστική εμπειρία πιο πειστική. Έτσι, καθώς τα headset έχουν απλά στερεοφωνικά ακουστικά, ο ήχος πρέπει να αλλάξει ανάλογα με τις κινήσεις του κεφαλιού.

Η αποτελεσματικότητα της εμβυθισμένης πραγματικότητας ανάγεται στη διερεύνηση του εικονικού περιβάλλοντος με την ταυτόχρονη χωρίς δυσκολίες αλλαγή της οπτικής γωνίας του χρήστη. Τα γραφικά πρέπει, επομένως, να διαθέτουν υψηλή ανάλυση. Ο ρυθμός ανανέωσης της εικόνας πρέπει να είναι τουλάχιστον 30 καρέ το δευτερόλεπτο. Οι σύγχρονες συσκευές, πλέον,

διαθέτουν υψηλότερους ρυθμούς ανανέωσης. Η χρονική καθυστέρηση είναι το μεγαλύτερο εμπόδιο για την κατασκευή ενός ρεαλιστικού εικονικού περιβάλλοντος. Αν οι εικόνες που εμφανίζονται μέσω του headmount display δεν αποδοθούν αρκετά γρήγορα, η αληθοφάνεια χάνεται. Η χρονική καθυστέρηση μεταξύ των πράξεων του χρήστη και της αλλαγής στο εικονικό περιβάλλον ονομάζεται Latency. Ο όρος χρησιμοποιείται επίσης για τη χρονική καθυστέρηση σε άλλες αισθητήριες εξόδους. Όταν ο χρήστης ανιχνεύσει το Latency, αναγνωρίζει την ύπαρξη του τεχνητού περιβάλλοντος και καταστρέφεται η αίσθηση της εμπύθισης. Για να είναι σε θέση ο εγκέφαλος να υπερβαίνει οποιαδήποτε βραδύτητα στις προβαλλόμενες εικόνες, η καθυστέρηση πρέπει να ελαχιστοποιείται κάτω από τα 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Η τεχνολογία της “έξυπνης παρακολούθησης” (predictive tracking) μελετά πού ενδέχεται να κοιτάξει ο χρήστης και προπορεύεται με rendering στο περιβάλλον. Έτσι μειώνεται ο χρόνος απόκρισης, σε λιγότερο από 30 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Ακόμα η αύξηση του μεγέθους της οθόνης καθιστά την εμπύθιση πιο αποτελεσματική. Η αύξηση του οπτικού πεδίου βελτιώνει την ανάλυση της οθόνης ώστε να διατηρείται η ευκρίνεια της εικόνας. Σε αυτή την κατεύθυνση, σημαντικό ρόλο παίζουν οι μέθοδοι εισόδου που πρέπει να είναι όσο γίνεται πιο φυσικές για τους χρήστες.

2.7.1 Frame Rate

Το **Frame Rate** είναι η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται διαδοχικές εικόνες σε μία κινούμενη οθόνη, με μονάδα μέτρησης τα Hertz. Χρονική ευαισθησία (temporal sensitivity) είναι η ελάχιστη χρονική διάρκεια που χρειάζεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος για να κάνει αντιληπτό ένα ερέθισμα. Το οπτικό σύστημα του ανθρώπου μπορεί να επεξεργαστεί 10 έως 12 εικόνες ανά δευτερόλεπτο ως μεμονωμένες, ενώ αποτελούν μία δέσμη κίνησης. Τα γραφικά των υπολογιστών καθορίζουν αν οι μεμονωμένες εικόνες δημιουργούν την ψευδαίσθηση της ομαλής κίνησης. Για αυτό απαιτείται hardware με σημαντική επεξεργαστική ισχύ και προσεγμένο προγραμματισμό (Watson, 2013).

2.7.2 Τεχνητή νοημοσύνη

Τεχνητή νοημοσύνη ονομάζεται η ικανότητα της μηχανής να ενεργεί ανάλογα με τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος σε αντίθεση με τη νοημοσύνη των ανθρώπων και των υπόλοιπων έμβιων όντων. Ρυθμίζεται από κάποιες ικανότητες που διαθέτει ο ανθρώπινος εγκέφαλος, όπως η κατανόηση της γλώσσας, η αναγνώριση εικόνων, η εκμάθηση και η επίλυση προβλημάτων και η

ανάπτυξη της δημιουργεί τεράστιες προοπτικές και θα διαμορφώσει τις συνθήκες ύπαρξης των μελλοντικών κοινωνιών (Pfefer, Iida. 2004).

2.7.3 Virtual Reality Head Mounted Display

Το **Virtual Reality Head Mounted Display** είναι συσκευή απεικόνισης γυαλιών ή πλήρες κράνος που τοποθετείται στο κεφάλι του χρήστη. Διαθέτει μία κοινή οθόνη και για τα δύο μάτια ή δύο ξεχωριστές για το καθένα, δημιουργώντας την αίσθηση των τριών διαστάσεων.

Η οθόνη είναι το σημαντικότερο μέρος της συσκευής γιατί τροφοδοτεί τα μάτια με εικόνες από διαφορετική οπτική γωνία, όπως συμβαίνει με τη φυσική όραση του ανθρώπου. Βασίζεται στη στερεοσκοπική τεχνολογία που παράγει τρισδιάστατες εικόνες.



Εικόνα 7.. Oculus Go Headset ⁶

Αναφορικά με την οθόνη, οι σημαντικότερες λειτουργίες της είναι ο συντελεστής πλήρωσης και η μεταγωγή του. Η οθόνη δεν μπορεί από μόνη της να ξεγελάσει τελείως το μάτι, γι' αυτό χρησιμοποιούνται και φακοί. Αναφορικά με τα video games, περιορίζονται στο οπτικό πεδίο που μπορεί να δει κανείς στον ψηφιακό κόσμο (Bowman, North, Chen, Polys, Pyla, & Yilmaz, 2003).

⁶ <https://www.vrs.org.uk/dont-buy-an-oculus-go-or-any-3dof-vr/>

2.7.4 Αισθητήρες κίνησης

Για τον ακριβή εντοπισμό της κίνησης μέσα στο χώρο χρησιμοποιούνται, παράλληλα, **ενσωματωμένοι αισθητήρες κίνησης**. Οι βασικότεροι από αυτούς είναι:

α) Το **γυροσκόπιο**, που εξασφαλίζει την κίνηση στους βασικούς άξονες κατεύθυνσης και περιστροφής.

β) Το **μαγνητόμετρο**, που μετράει τη δύναμη του μαγνητικού πεδίου της γης.

γ) Το **επιταχυνσιόμετρο**, που μετράει πόσο γρήγορα κινείται η συσκευή στο χώρο.

Ορισμένες συσκευές προκειμένου να υπολογίσουν την απόλυτη θέση του χρήστη στην εικονική πραγματικότητα, βελτιώνουν περισσότερο την ακρίβειά τους με τη χρήση υπολογιστικής όρασης, δηλαδή εξωτερικές κάμερες και συσκευές, όπως χειριστήρια και ηλεκτρονικά γάντια (Bowman, North, Chen, Polys, Pyla, & Yilmaz, 2003).

2.8 Εικονικό Περιβάλλον και χρήστης

Η συνεκφορά “εικονική” πραγματικότητα παραπέμπει σε μία συνθετική εμπειρία του χρήστη. Η εμπειρία ονομάζεται “εικονική” επειδή οι αισθητηριακές λειτουργίες του χρήστη παράγονται μέσω του συστήματος εξομοίωσης. Το σύστημα αποτελείται από διάφορους τύπους προβολής και καθώς αισθητήρες εντοπίζουν τις κινήσεις του χρήστη προκαλούν διέγερση. Το υπολογιστικό μοντέλο «εικονικός κόσμος ή περιβάλλον» είναι χωρικά οργανωμένο σε εικονικά αντικείμενα που παρουσιάζονται στο χρήστη μέσω της εικονικής πραγματικότητας. Η αλληλεπίδραση επιτρέπει στο χρήστη όχι μόνο να εισχωρήσει σε ένα εικονικό περιβάλλον και να προσλάβει κάποια ερεθίσματα, αλλά παράλληλα να μπορεί να παρέμβει και να αλλάξει αυτό το περιβάλλον σε κάποιο βαθμό (Bowman, North, Chen, Polys, Pyla, & Yilmaz, 2003).

2.8.1 Τύποι εικονικού περιβάλλοντος

Τα εικονικά περιβάλλοντα διακρίνονται στους εξής τύπους:

1. **Κατανεμημένα Εικονικά Περιβάλλοντα:** Πρόκειται για διασκορπισμένα σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα, που συνδέονται μέσω ενός κοινού δικτύου.
2. **Δικτυακά εικονικά Περιβάλλοντα:** Αλληλεπίδραση χρηστών σε διαφορετικό χώρο και χρόνο.

3. **Συνεργατικά εικονικά Περιβάλλοντα:** Οι χρήστες δύνανται να συνεργάζονται σε κοινό περιβάλλον.
4. **Εικονικά περιβάλλοντα μάθησης:** Πρόκειται για ένα σύνολο από εικονικούς κόσμους, που παρέχει στους χρήστες εκπαιδευτική λειτουργία (Μπούρας, Τσιάτσος, Γιαννακά, Καπούλας, 2005)

2.8.2 Χαρακτηριστικά εικονικών Περιβάλλοντων

Σύμφωνα με τους ειδικούς, η χρήση εικονικών περιβαλλόντων διέπεται από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- α) Η εμπειρία του ατόμου εκδηλώνει τις ίδιες συναισθηματικές αντιδράσεις που θα βίωνε στον πραγματικό κόσμο.
- β) Η αίσθηση της παρουσίας είναι εφάμιλλη με εκείνη του πραγματικού κόσμου
- γ) Το κάθε άτομο κουβαλάει μαζί του το δικό του υπόβαθρο εμπειριών
- δ) Αυξάνεται η αίσθηση συμμετοχής του ατόμου στον εικονικό κόσμο.
- ε) Η προσήλωση στα γεγονότα είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με το φυσικό κόσμο όσο εντονότερη είναι η αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον.
- ζ) Ο εικονικός κόσμος ενδέχεται να τροποποιήσει τη συμπεριφορά του ατόμου στον πραγματικό κόσμο.

Άρα, αναπτύσσεται μία διαλεκτική σχέση μεταξύ εικονικής και φυσικής πραγματικότητας που επιδρά εν γένει στη συμπεριφορά του χρήστη (Bell, & Feiner, & Höllerer, 2001).

2.9 Εφαρμογές της εικονικής Πραγματικότητας

Περιορισμένοι στο χώρο της εκπαίδευσης, της ψυχαγωγίας και του πολιτισμού, θα μπορούσαμε να σκιαγραφήσουμε τη λειτουργία της εικονικής πραγματικότητας ως εξής:

2.9.1 Εκπαίδευση

Η εκπαίδευση μπορεί να γίνει περισσότερο αποτελεσματική με τη διεύρυνση των μαθησιακών δυνατοτήτων χάρη στις τρισδιάστατες απεικονίσεις και στα συστήματα εμπύθισης. Η εικονική πραγματικότητα έρχεται να αναπληρώσει περιβάλλοντα που πλέον δεν υπάρχουν ή να μειώσει τα απαιτούμενα κόστη (Helsel, 1992· Φωκίδης & Τσολακίδης, 2011).

Συνήθως για εκπαιδευτικές εφαρμογές προτείνονται επιτραπέζια συστήματα που υλοποιούνται στην τάξη και έχουν χαμηλό κόστος. Η πιστότητα της αναπαράστασης δεν αποτελεί εμπόδιο στην κατανόηση ιδεών, εννοιών και πρακτικών. Γενικότερα, η εκπαιδευτική εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας εμπεριέχει τις εξής δυνατότητες:

- α) Εξερεύνηση τόπων και αντικειμένων που ο μαθητής δεν έχει φυσική πρόσβαση.
- β) Μελέτη αντικειμένων όπου το φυσικό τους μέγεθος, η θέση τους ή άλλες τους ιδιότητες θα καθιστούσαν αδύνατη την παραπάνω δυνατότητα.
- γ) Δημιουργία περιβαλλόντων και αντικειμένων με διαφορετικές ιδιότητες από τις εμπειρικά διανοητές.
- δ) Αλληλεπίδραση με ανθρώπους σε μακρινές φυσικές θέσεις ή φανταστικούς τόπους.

2.9.2 Ψυχαγωγία

Οι δυνατότητες ψυχαγωγίας του χρήστη πολλαπλασιάζονται διαρκώς διαμέσου της αλληλεπίδρασης εικονικού και πραγματικού κόσμου (Stuart, Rory 1996). Η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιείται ευρέως στο χώρο του παιχνιδιού. Εκτός από το παιχνίδι η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιείται στην τέχνη, στα αθλητικά γεγονότα και στο κινηματογράφο.

2.9.3 Πολιτισμός

Κυρίως τα οφέλη είναι ορατά στο χώρο των μουσείων, όπου η ψηφιακή τεχνολογία αναδεικνύει την πολιτισμική κληρονομιά της ανθρωπότητας, εκμηδενίζοντας χρόνο και χωρικές αποστάσεις και δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να αλληλοεπιδράσει με τα εκθέματα βιωματικά και ευχάριστα (Ch'ng, 2012· Μουστάκας, Παλιόκας, Τσακίρης, & Τζοβάρας, 2015)

3. Η εικονική Πραγματικότητα στο χώρο των Μουσείων

Τα μουσεία αποτελούν ένα σημαντικό επίτευγμα του νεότερου πολιτισμού μας. Διαφυλάσσουν την πολιτισμική κληρονομιά των κοινωνιών, αποκαθιστώντας τη σχέση με το παρελθόν τους, αποτελούν χώρους τουριστικής, οικονομικής ανάπτυξης και εξασφαλίζουν τις διαπολιτισμικές επαφές των λαών. Τις τελευταίες δεκαετίες τα Μουσεία έχουν επανακαθορίσει την ταυτότητα και τη λειτουργία τους με τη χρήση των νέων τεχνολογιών.



Εικόνα 8.. Ίδρυμα Ευγενίδου - Περιήγηση στο εικονικό μουσείο της έκθεσης «Η τριήρης και η ναυμαχία της Σαλαμίνας»⁷

3.1 Εικονικό Μουσείο

Τα Εικονικά Μουσεία αποτελούν μια νέα συνθήκη τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς χρησιμοποιούν ψηφιακά εργαλεία για να ξεπερνούν τα συμβατικά προβλήματα επικοινωνίας και να αλληλεπιδρούν με τους χρήστες ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες τους και δυνατότητες των τελευταίων, με απώτερο σκοπό την πιο συναρπαστική και βιωματική εμπειρία τους (Schweibenz, 2004).

Τα μουσεία στην εποχή της νεωτερικότητας έχουν αναλάβει την αισθητική και πολιτιστική διαπαιδαγώγηση του κοινού και συνάμα αποτελούν χώρους πολιτισμικής μνήμης. Στο πλαίσιο της αποτελεσματικότερης εκπαίδευσης των επισκεπτών τους, δείχνουν ενδιαφέρον για την ψηφιοποίηση των εκθεμάτων τους ώστε να πληροφορήσουν και να τέρψουν το κοινό τους με

⁷ <https://images.app.goo.gl/zjhnQCTth95H6YNw9>

τρόπο ελκυστικό και διαδραστικό. Οι νέες τεχνολογίες, η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιούνται ευρέως για να δημιουργηθούν εικονικές αναπαραστάσεις, τόσο στον ίδιο το χώρο των μουσείων όσο και στο διαδίκτυο.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, υποστηρίζοντας τα προγράμματα ψηφιοποίησης των Μουσείων, εκπόνησε μία δράση, το Virtual Multimodal Museum (ViMM), η οποία χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα “Horizon 2020”. Στη δράση αυτή συνδυάζεται η πρωτοβουλία μεταξύ δημοσίου και ιδιωτικού τομέα με θέμα την ψηφιακή πολιτιστική κληρονομιά και τα εικονικά μουσεία.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών συνεπάγεται με τη δημιουργία εικονικών ανακατασκευών -αντικείμενα παλαιότερων εποχών και τόπων, αλλά και εικονικών χαρακτήρων (virtual humans) με τις ανάλογες εικονικές συμπεριφορές (πρακτικές, ομιλίες, κινήσεις, κ.τ.λ.). Οι εφαρμογές που εμπεριέχουν τέτοιου είδους χαρακτήρες δημιουργούν τον εικονικό ξεναγό που βοηθάει το χρήστη στην περιήγησή του στον εικονικό κόσμο, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τα εκθέματα και τις συλλογές του μουσείου.

Υποστηρικτικά των παραπάνω δράσεων είναι τα βίντεο-παιχνίδια σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας που λειτουργούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Αν και η φυσική παρουσία σε ένα μουσειακό χώρο είναι αναντικατάστατη, εντούτοις θεραπεύοντας ανεπάρκειες και ελλείψεις του παρελθόντος στα νέα ψηφιακά μουσεία, παρακάμπτονται γεωγραφικές και οικονομικές δυσκολίες.

Το 2017 στη Ν.Υ. των Η.Π.Α. ιδρύθηκε το πρώτο εικονικό μουσείο, που λειτουργεί αποκλειστικά σε συνθήκες εικονικής πραγματικότητας. Οι συλλογές αποτελούνται από 74 έργα Φλαμανδών και Ολλανδών ζωγράφων και είναι διαθέσιμες αποκλειστικά μέσω της V/R τεχνολογίας. Με τη μέθοδο της φωτομετρίας και ύστερα από αλληπάλληλες φωτογραφίσεις κατασκευάστηκε ένα οπτικό μοντέλο υψηλής ανάλυσης που παρέχει στους επισκέπτες τη δυνατότητα να επεξεργάζονται τα χρώματα, τα πινέλα ζωγραφικής και τους πίνακες από κάθε πλευρά.

Το μουσείο αυτό αποτέλεσε το έναυσμα για τη δημιουργία ομοειδών μουσείων στις Η.Π.Α. και την Αγγλία και για ελληνική εταιρεία startup, όπου μέσω της εφαρμογής app “kotinos VR”, υποστηρίζει εικονικές περιηγήσεις στον ιερό χώρο της αρχαίας Ολυμπία (Schweibenz, Werner, 2019). .

3.2 Διακρίσεις εικονικών μουσείων

Σύμφωνα με τον Schweibenz W. (2004), μεταξύ των διαφόρων ειδών εικονικών μουσείων, αξιολογώμετα είναι τα εξής:

Το εικονικό μουσείο είναι μία συλλογή από ψηφιακά αποθηκευμένες εικόνες, αρχεία ήχου και άλλα ιστορικά, επιστημονικά ή πολιτισμικά στοιχεία που γίνονται προσβάσιμα μέσω ηλεκτρονικών μέσων. Τα εικονικά μουσεία που αποτελούν ψηφιακές προεκτάσεις των φυσικών μουσείων, διακρίνονται σε τέσσερα είδη:

α) **Μουσείο τύπου φυλλαδίου:** Ενημερώνει τους μελλοντικούς επισκέπτες ως εργαλείο marketing, παρέχοντας πληροφορίες όπως: την περιοχή, τις ώρες λειτουργίας και τις προγραμματισμένες εκδηλώσεις του μουσείου.

β) **Μουσείο περιχομένου:** Πρόκειται για ιστοσελίδα που ενημερώνει για τις συλλογές που είναι διαθέσιμες για το χρήστη.

γ) **Μουσεία μαθησιακού περιβάλλοντος (Learning Museum):** Είναι μία ιστοσελίδα που προσφέρει διαφορετικούς τρόπους πρόσβασης στους εικονικούς επισκέπτες ανάλογα με το ηλικιακό ή γνωσιακό τους υπόβαθρο. Το εικονικό αυτό μουσείο συναρτάται με την εκπαιδευτική διαδικασία δίνοντας κίνητρα για επιπλέον μάθηση. Πρόκειται για κατανοητά και εύκολα στη χρήση, διαδραστικά περιβάλλοντα μάθησης σε ποικιλόμορφους χώρους. Οι χρήστες μπορούν, από διαφορετικά σημεία πρόσβασης, ανάλογα με την ηλικία τους, τις γνώσεις τους κ.τ.λ. να επισκέπτονται τα συγκεκριμένα διαδικτυακά περιβάλλοντα. Η μάθηση επικεντρώνεται στη διάθεση πληροφοριών και τη δημιουργία ενός ευχάριστου προσομοιωτικού περιβάλλοντος και την αλληλεπίδραση του χρήστη με τα online εκθέματα και τις συλλογές του μουσείου.

δ) **Μουσείο εικονικής πραγματικότητας (Virtual Museum)**

Συνίσταται στην απόλυτη εφαρμογή προσομοίωσης σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα, με την αλληλεπίδραση και τη βιωματική σχέση του χρήστη της εικονικής πραγματικότητας, που μικρές αποκλίσεις έχει από μία επίσκεψη σε ένα φυσικό μουσείο.

Τα εικονικά μουσεία απευθύνονται σε ποικίλους χρήστες, από εφόρους και ειδήμονες έως φοιτητές, μαθητές και τουρίστες. Οι εκθέσεις των εικονικών μουσείων προσφέρουν πληροφορίες που ικανοποιούν τις ιδιαίτερες ανάγκες των παραπάνω εικονικών επισκεπτών (Schweibenz, 2019).

3.3 Οφέλη για τους Χρήστες

α) **Πρόσβαση:** Τα εικονικά μουσεία παρέχουν πρόσβαση στον οποιοδήποτε, ακόμη και σε ανθρώπους με ειδικές ανάγκες.

β) **Μάθηση και ψυχαγωγία:** Τα περισσότερα εικονικά μουσεία έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να υποθάλπουν τη μάθηση μέσω της κατασκευής και του παιχνιδιού. Οι επισκέπτες υπερβαίνουν την παθητική κατάσταση, αλληλεπιδρούν και συμμετέχουν ενεργά στη δημιουργία της εμπειρίας της επίσκεψης, χρησιμοποιώντας τα εργαλεία-χειριστήρια της εφαρμογής. Οι χρήστες διαμορφώνουν τους όρους της θέασης τους (οπτικές γωνίες) και δεν επιβάλλεται σε αυτούς μία προκαθορισμένη συνθήκη δράσης. Οι εκθέσεις επαυξημένης πραγματικότητας περιλαμβάνουν και φυσικές διεπαφές, όπως οι “κάρτες-σημάδια” που αποτελούν σύνδεση μεταξύ του εικονικού και του πραγματικού κόσμου. Ο επισκέπτης μπορεί να πιάσει και να επεξεργαστεί τα εκθέματα και να τα δει στα χέρια του μέσω της συσκευής προβολής.

γ) είναι επισκέψιμα χωρίς μέγιστο κόστος

δ) εκμηδενίζουν τα γεωγραφικά και χρονικά όρια σε παγκόσμιο επίπεδο

ε) είναι προσβάσιμα σε διαφορετικές κοινωνικές ομάδες

ζ) οι περιηγήσεις διαθέτουν υψηλή ευκρίνεια και ανάλυση και

η) δε χρειάζεται ξεναγός. (Atamuratov, 2020).

3.4 Μειονεκτήματα για τους Χρήστες

α) Τα εξελιγμένα συστήματα γραφικών που χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση μέσω του υπολογιστή μπορεί να είναι υπερβολικά ρεαλιστικά. Βασίζονται σε ελλιπή στοιχεία και τη φαντασία των επιστημόνων, δίνοντας πολλές φορές μια ψευδαίσθηση καλής γνώσης του παρελθόντος, αποπροσανατολιστική για το δέκτη.

β) Οι τεχνολογικά αναλφάβητοι αποκλείονται συχνά από τέτοιες δράσεις, καθώς δε διαθέτουν τις απαιτούμενες δεξιότητες.

γ) Συχνά, απουσιάζουν οι εναλλακτικές απόψεις του ίδιου θέματος και δίνεται έμφαση σε μία μονόπλευρη θέαση του ανακατασκευασμένου θέματος, ενδεχομένως λανθασμένη. Έτσι το παρελθόν αλλοιώνεται και στρεβλώνεται.

δ) δεν υπάρχει άμεση εγγύτητα με τα εκθέματα.

ε) δεν υπάρχει δυνατότητα συνομιλίας και ανταλλαγής απόψεων με τους άλλους επισκέπτες.

Τα εικονικά μουσεία μπορούν να διατηρούν τις πολιτισμικές γνώσεις με καινοτόμες μεθόδους. Δεν αντικαθιστούν τα πραγματικά μουσεία, αλλά λειτουργούν παραπληρωματικά και συμπληρωματικά (Sylaiou, Liarokapis, Kotsakis, Patias, 2009).

3.5 Παιχνιδοποίηση και εικονικά μουσεία

Καθώς το πλήθος των ευρημάτων αυξάνεται, τα περισσότερα μουσεία αδυνατούν να τα καταστήσουν προσβάσιμα στο ευρύ κοινό και έτσι τα σωρεύουν στις αποθήκες. Τα εικονικά μουσεία δίνουν τη λύση σε αυτό το πρόβλημα, καθώς μπορούν πλέον να τα παρουσιάζουν με ψηφιακό τρόπο. Επίσης η εικονική πραγματικότητα μπορεί να αναπαραστήσει πολιτιστικά μνημεία τα οποία έχουν καταστραφεί στην πάροδο του χρόνου ή έχουν υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις ή ακόμα βρίσκονται σε δυσπρόσιτες και επικίνδυνες περιοχές.

Ο όρος «παιχνιδοποίηση» (gamification) περιγράφει την εφαρμογή στοιχείων σχεδιασμού παιχνιδιών σε ένα εικονικό περιβάλλον (Huotari & Hamani, 2012).

Η παιχνιδοποίηση αυξάνει τα κίνητρα συμμετοχής των χρηστών με τρόπο ευχάριστο και διαδραστικό. Η ανατροφοδότηση που προσφέρει είναι άμεση και προσφέρει ευχάριστη εμπειρία μάθησης και ενισχύει τις δεξιότητες των χρηστών.

Από την άλλη υπάρχουν και μειονεκτήματα, όπως οι αστοχίες και οι ανακρίβειες στο σχεδιασμό της παιχνιδοποίησης της V/R εφαρμογής, το γεγονός πως οι μεγαλύτερες γενιές δεν είναι εξοικειωμένες με τις νέες τεχνολογίες και έχουν προβλήματα χειρισμού και ότι πολλοί χρήστες χάνουν το ενδιαφέρον τους αν το παιχνίδι είναι περίπλοκο και δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στο χειρισμό του. Ακόμη, ελλοχεύει ο κίνδυνος, ο χρήστης να εκλάβει περισσότερο τη διαδικασία ως παιχνίδι και όχι ως τρόπο μάθησης (Παπαδημητρίου, 2015).

Για τους παραπάνω λόγους το σενάριο του παιχνιδιού πρέπει να είναι σαφές με σωστά οργανωμένες και σχεδιασμένες πληροφορίες και εύστοχη επιλογή πλαισίου, όπου διαδραματίζεται το παιχνίδι, ώστε η εμπειρία του χρήστη να ναι κατανοητή και παιδευτικά ωφέλιμη.

4. Μεθοδολογία

Ζώντας σε μία περιοχή με πλούσια πολιτισμική κληρονομιά και αναστοχαζόμενη τη σύγχρονη τάση για ψηφιοποίηση που σχετίζεται με τα δικά μου ενδιαφέροντα, θεώρησα ότι το σύγχρονο μουσείο ανακατασκευής της αρχαίας τεχνολογίας ανοίγει ένα μεγάλο πεδίο στη δυνατότητα ψηφιοποίησης των εφευρέσεων των αρχαίων Ελλήνων , με τα σύγχρονα εργαλεία.

Κατά τη μεταφορά των ανακατασκευών που υπάρχουν στο μουσείο Κοτσανά στην ψηφιακή μορφή ακολουθήθηκαν οι παρακάτω φάσεις:

Φάση 1: Επισκεπτόμενη το μουσείο Κοτσανά και πραγματοποιώντας έρευνα πεδίου και βλέποντας την ανακατασκευή των εφευρέσεων των αρχαίων Ελλήνων αναζήτησα τη βιβλιογραφία και διερεύνησα τη δυνατότητα ψηφιοποίησης βασιζόμενη τόσο στις ανακατασκευές που υπήρχαν στον χώρο του μουσείου όσο και στα βιβλιογραφικά δεδομένα.

Φάση 2: Από τις καταγραφές επιλέχθηκαν οι εφευρέσεις που ανταποκρινόταν στο προσωπικό μου ενδιαφέρον, στη δυνατότητα ψηφιοποίησης και παιχνιδοποίησης, στη δυνατότητα πρόσληψης από το θεατή και στον εντυπωσιακό τους χαρακτήρα. Οι εφευρέσεις αυτές ήταν οι εξής: Το Οστομάχιον, η Κρυπτεία ή Λακωνική σκυτάλη, το Αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη και το Αυτόματο άνοιγμα θυρών ναού μετά από θυσία στο ναό.

Φάση 3: Η δημιουργία σεναρίου χρήσης ακολούθησε την επιλογή των εφευρέσεων. Κύριος γνώμονας υπήρξε η πρωτοτυπία η λειτουργικότητα της εφαρμογής, χωρίς την απώλεια του ψυχαγωγικού της και εκπαιδευτικού της χαρακτήρα.

Φάση 4: Η μοντελοποίηση των τρισδιάστατων αντικειμένων πραγματοποιήθηκε με αντικείμενο αναφοράς τις φωτογραφίες των εφευρέσεων. Η μοντελοποίηση έγινε είτε με τη χρήση πολύγωνων, είτε με τη βοήθεια των Nurbs.

Φάση 5: Πραγματοποιήθηκε μεταφορά τρισδιάστατων αντικειμένων στη μηχανή δημιουργίας παιχνιδιών Unity.

Φάση 6: Επιχειρώντας να βρω την ενοποιητική αρχή που συνδέει τις εφευρέσεις δημιούργησα ένα λογότυπο βασιζόμενο στο “Οστομάχιον” το αρχαιότερο παζλ της αρχαιότητας

5. Αρχαίες Ελληνικές Εφευρέσεις

Η εφαρμογή φιλοδοξεί να εξοικειώσει τους χρήστες της με εφευρέσεις της αρχαιοελληνικής τεχνολογίας σ' ένα εικονικό περιβάλλον με σκοπό την επίτευξη αληθοφάνειας και τη βιωματική συμμετοχή.

Οι αρχαιοελληνικές εφευρέσεις επιλέχθηκαν με κριτήρια

- α) τον εντυπωσιακό τους χαρακτήρα
- β) τη λειτουργική τους αξία στο σενάριο
- γ) τη θεματική τους συνάφεια καθώς μπορούν να αποτελούν αντικείμενα στον ίδιο ψηφιακό χώρο και
- δ) την εύχρηστη παιχνιδοποίηση τους.

5.1 Οστομάχιον

Πρόκειται για μία μορφή παζλ, ένα νοητικό παιχνίδι των αρχαίων Ελλήνων που βασίζεται σε ένα μαθηματικό πρόβλημα του Αρχιμήδη. Το παιχνίδι αποτελείται από ένα τετράγωνο που διαιρείται σε 14 γεωμετρικά μέρη. Ο παίκτης καλείται να ξανασηματίσει με όσους περισσότερους τρόπους μπορεί δημιουργώντας κάποια συγκεκριμένη φιγούρα π.χ ένα σκύλο, ένα πύργο κ.τ.λ. Ο Αρχιμήδης με αυτόν τον τρόπο αποδεικνύει πως το εμβαδόν καθενός από τα 14 κομμάτια είναι ρητό υποπολλαπλάσιο του εμβαδού του αρχικού τετραγώνου και αναζητά το σύνολο των δυνατών του συνδυασμών. Το 2003 μέσω ενός προγράμματος αποδείχθηκε ότι μπορεί να γίνουν 536 συνδυασμοί ή 17.152, αν συνυπολογιστούν οι συμμετρίες με περιστροφές, κατοπτρισμούς κ.τ.λ (Κοτσανάς, 2015)



Εικόνα 9.. Το (Ο)στομάχιον του Αρχιμήδη⁸

⁸ <https://images.app.goo.gl/RniHwp2QQpjXLHxT6>

5.2 Κρυπτεία ή Λακωνική Σκυτάλη



Εικόνα 10.. Κρυπτεία ή Λακωνική Σκυτάλη (Κοτσανάς, 2015, p. 84)

Πρόκειται για μία λεπτή μεμβράνη κατεργασμένου δέρματος, περίπου 3mm στην οποία αφού ο χρήστης – αποστολέας έγραφε το μήνυμα του, την τύλιγε σε ένα κυλινδρικό ξύλο. Στη συνέχεια την ξετύλιγε κι την παρέδιδε στον αγγελιοφόρο και κανείς δεν μπορούσε να τη διαβάσει παρά μόνο αν ξανατυλιγόταν σε ξύλο ίδιων διαστάσεων. Χρησιμοποιείται από τον 7ο αιώνα για την επικοινωνία των Σπαρτιατών αξιωματούχων, δηλαδή των πέντε εφόρων, του βασιλιά και του αρχιστράτηγου. Η κρυπτεία σκυτάλη ταίριαζε στο κλίμα της λακωνικής λιτής και κρυπτογραφημένης επικοινωνίας που προτιμούσαν οι Σπαρτιάτες ως φιλοπόλεμος λαός και εξασφάλιζε μυστικότητα. (Κοτσανάς, 2015)

5.3 Αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη



Εικόνα 11.. Αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη (Κοτσανάς, 2015, p. 60)

Σύμφωνα με τις πηγές, πρόκειται για τον πρώτο μηχανισμό αυτόματης πώλησης της ιστορίας. Βρισκόταν έξω από τους ναούς και επέτρεπε τη λήψη αγιασμού από τους πιστούς έπειτα από τη ρίψη ενός πεντάδραχμου κέρματος. Το νόμισμα έπεφτε πάνω στο δίσκο ενός ζυγού που με την εκτροπή του άνοιγε την κωνική βαλβίδα και έτσι έρρεε μία ποσότητα νερού. (Κοτσανάς, 2015)

5.4 Αυτόματο άνοιγμα θυρών ναού μετά από θυσία στο βωμό

Ο Ήρων ο Αλεξανδρινός επινόησε αυτό το μηχανισμό προκειμένου να δημιουργεί την αίσθηση του θαύματος στους πιστούς. Στο υπόγειο του ναού σε άξονες περιστροφής των θυρών του ναού τυλίγονταν οι αλυσίδες ενός ζυγού, ο οποίος είχε ένα δοχείο στη μία πλευρά και ένα αντίβαρο στην άλλη. Δυνάμει της φωτιάς της θυσίας, ο αέρας στο κλειστό δοχείο του βωμού διαστελλόταν και εισχωρούσε μέσω του σωληνίσκου σε ένα κλειστό δοχείο νερού. Η πίεση του νερού μέσω ενός σιφωνίου βάραινε το δοχείο του νερού που υπερνικούσε το αντίβαρο και προκαλούσε την εκτροπή του ζυγού προς το μέρος του. Οι αλυσίδες του ζυγού με τη σειρά τους, περιέστρεφαν τους άξονες κι έτσι άνοιγαν οι θύρες του ναού. Μετά το τέλος της θυσίας η αντιστροφή του φαινομένου έκλεινε τις θύρες. (Κοτσανάς, 2015)



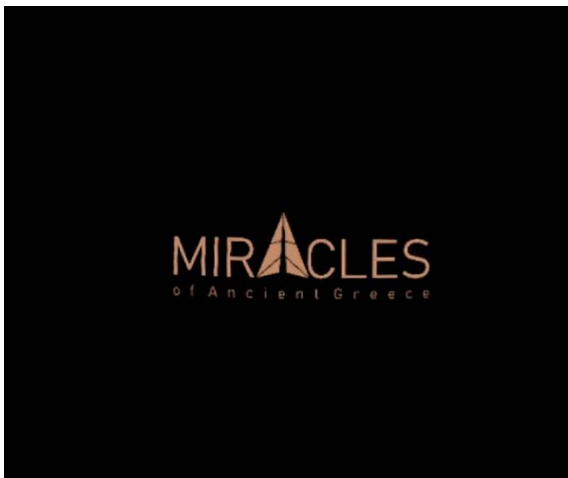
Εικόνα 12. Αυτόματο άνοιγμα θυρών ναού μετά από θυσία στο βωμό (Κοτσανάς, 2015, p. 57)

Έτσι λοιπόν οι χρήστες της εφαρμογής μπορούν να γνωρίσουν ένα μέρος της τεχνολογίας των αρχαίων Ελλήνων και να κατανοήσουν πως εκτός από πνευματικά επιτεύγματα, ο αρχαιοελληνικός πολιτισμός επινόησε και τεχνικά μέσα που εξυπηρετούσαν ποικίλες ανάγκες πρακτικές, επικοινωνιακές, μαθησιακές και θρησκευτικές, τελετουργικές. Αυτή η γνώση προσφέρεται μέσω της εμπυθισμένης εικονικής πραγματικότητας με τρόπο βιωματικό κι διαδραστικό χωρίς πολλές θεωρητικές αναλύσεις ή απόμακρες περιγραφές.

6. Σενάριο Χρήσης

Ο σχεδιασμός του σεναρίου της εφαρμογής σχετικά με τις αρχαιοελληνικές εφευρέσεις έγινε με κύριο σκοπό να βιώσει ο χρήστης μέσω της εικονικής πραγματικότητας μία ξεχωριστή, ευχάριστη και συνάμα εκπαιδευτική εμπειρία ψυχαγωγικού χαρακτήρα. Η αλληλεπίδραση του χρήστη με τον ψηφιακό κόσμο του δίνει τη δυνατότητα να γνωρίσει ορισμένες αρχαίες ελληνικές εφευρέσεις και τη λειτουργία τους, να κατανοήσει το μέγεθος της προόδου που είχε σημειωθεί στις κατασκευές κατά την αρχαιότητα και να μεταφερθεί έστω και εικονικά σε εκείνη την εποχή.

Ο χρήστης ακολουθεί μια σειρά από βήματα και ενέργειες, που έχουν προκαθοριστεί. Σταδιακά αποκαλύπτονται οι πληροφορίες που αφορούν κάθε εφεύρεση ξεχωριστά και ο χρήστης καθοδηγείται με τρόπο που ανατροφοδοτείται η περιήγησή του σε κάθε στάδιο.



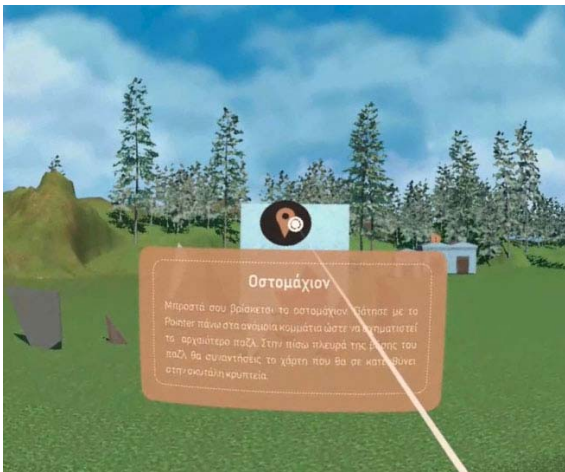
Εικόνα 13. Λογότυπο εφαρμογής



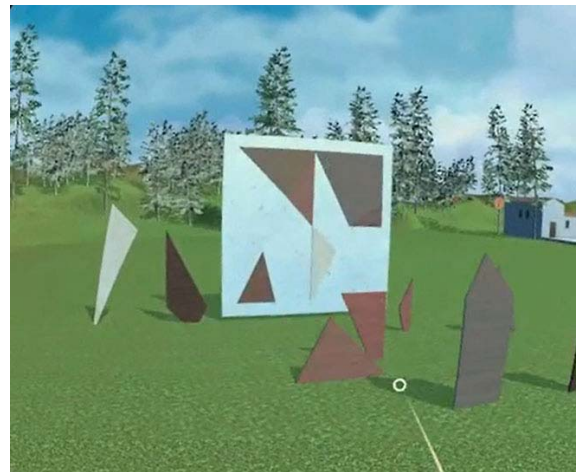
Εικόνα 14. Αρχικό πάνελ

Κατά την εκκίνηση, όταν ο χρήστης φορέσει τη μάσκα, το πρώτο πράγμα που εμφανίζεται μπροστά του είναι μία εισαγωγική εικόνα με το λογότυπο της εφαρμογής: “Miracles of Ancient World”, με χρυσά γράμματα σε μαύρο φόντο (Εικόνα 13). Αυτόματα μεταβαίνει στον εικονικό κόσμο και βρίσκεται σε έναν επίπεδο σχεδόν, υπαίθριο χώρο με γρασίδι στο έδαφος και πολλά δέντρα στους παρακείμενους λόφους. Στο κέντρο του χώρου κυριαρχεί ένας αρχαίος ναός, ο οποίος περιστοιχίζεται από μερικά κτίσματα.

Στο πλαίσιο μιας προκαθορισμένης διαδρομής, ο χρήστης συναντά ένα μεγάλο πάνελ που τον καλωσορίζει και του παρέχει απαραίτητες οδηγίες σχετικά με την περιήγησή του στον χώρο (**Εικόνα 14**). Οι οδηγίες αυτές είναι σχετικές με την ορθή χρήση του Pointer, τις δυνατότητες που του διασφαλίζουν το “Σήμα βοήθειας” και “Σήμα πληροφοριών”, τα οποία δύναται να αξιοποιήσει σε όλες τις εφευρέσεις, καθώς και τον τρόπο πλοήγησής του στον χώρο. Αφού ο χρήστης ενημερωθεί, μπορεί να κλείσει το πάνελ με το πάτημα ενός κουμπιού (x).



Εικόνα 15. Σήμα βοήθειας

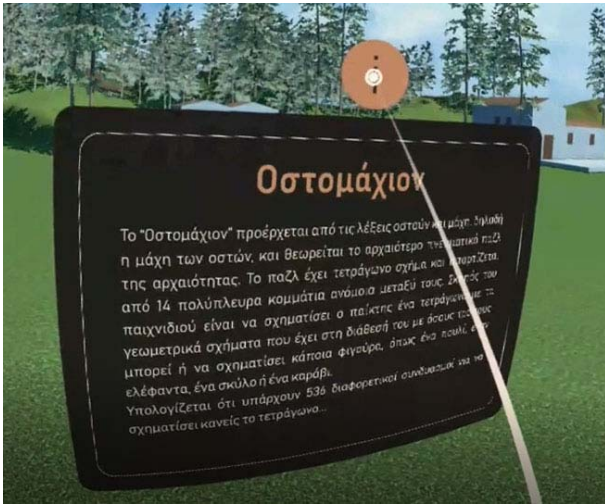


Εικόνα 16. Πάζλ «Οστομάχιον»

Μόλις μετακινηθεί στον εικονικό κόσμο, εμφανίζεται μπροστά του το πρώτο “Σήμα βοήθειας” (**Εικόνα 15**), όπου αιωρείται. Στοχεύοντας πάνω του με το pointer, θα του δοθούν γραπτές οδηγίες σχετικά με τις μετέπειτα κινήσεις του. Προχωρώντας λίγα βήματα θα εμφανιστούν μπροστά του διάσπαρτα ξύλινα κομμάτια από το παζλ “Οστομάχιον” (**Εικόνα 16**), καρφωμένα στο έδαφος. Εάν σημαδεύσει και πατήσει πάνω σε ένα κομμάτι, θα εξαφανιστεί και την ίδια στιγμή θα προστεθεί πάνω σε μια μεγάλη τετράγωνη επιφάνεια που βρίσκεται μπροστά του. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο χρήστης διαδράσει με όλα τα κομμάτια, θα έχει τη δυνατότητα να δει μπροστά του σχηματισμένο ολόκληρο το αρχαιότερο παζλ. Στη συνέχεια θα πρέπει να πατήσει πάνω στο “Σήμα πληροφοριών” (**Εικόνα 17**) που βρίσκεται δίπλα στο παζλ, για να ανοίξει ένα πάνελ με ιστορικές πληροφορίες για την εφεύρεση.

Αφού διαβάσει τις πληροφορίες και κλείσει το πάνελ, θα κοιτάξει στο πίσω μέρος του ταμπλό με το παζλ και θα εντοπίσει έναν χάρτη (**Εικόνα 18**) που θα του δείχνει σε ποιο ακριβώς σημείο

βρίσκεται και σε ποιο σημείο πρέπει να οδηγηθεί προκειμένου να ανακαλύψει την επόμενη αρχαιοελληνική εφεύρεση.



Εικόνα 17. Σήμα πληροφοριών



Εικόνα 18. Χάρτης

Ο χρήστης, ακολουθώντας τα σημάδια του χάρτη, θα κατευθυνθεί μπροστά στην επόμενη εφεύρεση, την “Κρυπτεία Σκυτάλη” (Εικόνα 19) . Χωρίς να γνωρίζει τίποτα για την ξύλινη σκυτάλη που βρίσκεται μπροστά του, θα ζητήσει βοήθεια. Διαβάζοντας τις βοηθητικές πληροφορίες κατανοεί ότι το μήνυμα που αναγράφεται πάνω στην ταινία της σκυτάλης θα τον οδηγήσει στην επόμενη εφεύρεση που είναι το “Αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη”. Ο χρήστης θα κοιτάξει την κρυπτεία και θα δει ότι πάνω στη δερμάτινη ταινία που είναι τυλιγμένη στη σκυτάλη είναι γραμμένο το μήνυμα “Πήγαινε στο Περιστύλιο”.



Εικόνα 19. Κρυπτεία σκυτάλη



Εικόνα 20. Αυτόματο σπονδείο με κερματοδέκτη



Εικόνα 21. Άναμα φωτιάς και άνοιγμα των θυρών



Εικόνα 22. Άγαλμα θεάς Άρτεμης

Μόλις εντοπίσει το περιστύλιο στον χώρο, θα προχωρήσει προς τα εκεί και θα εντοπίσει δίπλα του ένα αγγείο (Εικόνα 20) με μία οπή στο πάνω μέρος και ένα νόμισμα στο πλάι. Με τη χρήση της «Βοήθειας» ενημερώνεται ότι για να φτάσει στον τελικό προορισμό του, που είναι ο ναός, θα πρέπει πρώτα να εξαγνιστεί πίνοντας αγίασμα. Για να το καταφέρει αυτό, θα πρέπει να πατήσει πάνω στο νόμισμα. Όταν πατήσει πάνω του με το Pointer, το νόμισμα θα πέσει μέσα στην οπή και ταυτόχρονα θα τρέξει αγίασμα στο δοχείο.

Ο χρήστης πλέον βρίσκεται μπροστά στον ναό και είναι έτοιμος να απολαύσει το πανάρχαιο θαύμα του «Αυτόματου ανοίγματος των θυρών μετά από θυσία στο βωμό». Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να πατήσει με το Pointer πάνω στην αναμμένη δάδα. Όταν διαδράσει πάνω στο αντικείμενο, θα ανάψει αυτόματα η φωτιά και ταυτόχρονα θα ανοίξουν διάπλατα οι θύρες του ναού (Εικόνα 21). Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να προχωρήσει στο εσωτερικό του ναού και να απολαύσει από κοντά το άγαλμα της θεάς Άρτεμης (Εικόνα 22).

Για να γίνει η εμπειρία της εικονικής πραγματικότητας ρεαλιστικότερη και να επιτευχθεί η πλήρης εμπύθιση του χρήστη, δεν αρκούν τα αληθοφανή τρισδιάστατα γραφικά ή τα ευρήματα του σεναρίου. Είναι απαραίτητο η εφαρμογή να συνοδεύεται από ήχους συναφείς με το αντικείμενο. Στην εφαρμογή επιλέχθηκε ως ήχος περιβάλλοντος (background music) το μουσικό κομμάτι Seikilos Epitaph with the Lyre of Apollo, το άκουσμα του οποίου με την ατμοσφαιρική υποβλητικότητα του παραπέμπει στην αρχαία Ελλάδα και στο αινιγματικό και μυστηριακό πνεύμα που συνοδεύει τις αρχαιοελληνικές εφευρέσεις στη φαντασία του χρήστη.

7. Σχεδιασμός Υλοποίηση Εφαρμογής

7.1 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στην εφαρμογή

7.1.1 Cinema 4D

Το C4D είναι το λογισμικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία των τρισδιάστατων γραφικών και ανήκει στη γερμανική εταιρεία Maxon. Το Cinema 4D αποτελεί ένα πλήρες λογισμικό πακέτο και περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία, τη ρεαλιστική απόδοση και την κίνηση των αντικειμένων. Χρησιμοποιείται κυρίως από επαγγελματίες σχεδιαστές ή μικρές εταιρείες.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του προγράμματος είναι:

1. Η μοντελοποίηση
2. Η κίνηση των αντικειμένων
3. Η εφαρμογή των materials στα αντικείμενα
4. Ο φωτισμός
5. Τα εφέ
6. Η απόδοση (McQuilkin, Powers, 2012)

7.1.2 Unity

Η Unity είναι μία από τις πιο διαδεδομένες μηχανές δημιουργίας παιχνιδιών, η οποία δημιουργήθηκε από την εταιρεία Unity Technologies το 2004 στη Δανία. Διατίθεται στη βασική της έκδοση δωρεάν και δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να δημιουργήσουν παιχνίδια και εφαρμογές, με 2D και 3D γραφικά, σε περιβάλλον PC, MAC και Linux. Η Unity χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού C# η οποία μοιάζει με την C++ αλλά είναι πιο απλή.

Το Interface της Unity αποτελείται από 6 μέρη:

1. **Σκηνή** (scene): Είναι ο χώρος που τοποθετούνται τα αντικείμενα, οι χαρακτήρες, οι κάμερες και τα φώτα.
2. **Assets/project**: Είναι το μέρος που αποθηκεύονται οι φάκελοι με οτιδήποτε υπάρχει στο παιχνίδι.

3. **Παιχνίδι** (game): Εδώ μπορεί ο χρήστης να παίξει το παιχνίδι.
4. **Ιεραρχία** (hierarachy): Σε αυτό τον χώρο εμφανίζονται τα αντικείμενα που υπάρχουν στη σκηνή με ιεραρχική σειρά (πατέρας – παιδιά)
5. **Inspector**: Στον εξερευνητή φαίνονται όλες οι ρυθμίσεις και οι ιδιότητες των στοιχείων που υπάρχουν στη Unity.
6. **Κονσόλα** (console): Στην κονσόλα εμφανίζονται όλα τα μηνύματα σχετικά με την πορεία του παιχνιδιού και τα λάθη (errors) με τον τρόπο διόρθωσής τους.⁹

7.1.3 Illustrator

Το λογισμικό πρόγραμμα Adobe illustrator είναι το κορυφαίο πρόγραμμα δημιουργίας γραμμικών (vector) γραφικών. Δημιουργήθηκε από την εταιρεία Adobe Inc και κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το 1987.

Το Adobe Illustrator θεωρείται το καταλληλότερο πρόγραμμα για τη δημιουργία λογοτύπων, χαρτών, infographics, φωτορεαλιστικών σχεδίων, διαγραμμάτων και γραφημάτων. Το βασικότερο πλεονέκτημα των διανυσματικών γραφικών είναι ότι, όσο κι αν μεγεθυνθούν, δεν μειώνεται η ποιότητα της ανάλυσης τους.¹⁰

7.1.4 Photoshop

Το Photoshop είναι το διασημότερο πρόγραμμα δημιουργίας και επεξεργασίας φωτογραφίας. Δημιουργήθηκε το 1987 από τους Αμερικανούς αδερφούς Thomas και Knoll, οι οποίοι πούλησαν την άδεια το 1988 στην Adobe System Incorporation. Στην εφαρμογή “Miracles of Ancient World” χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την επεξεργασία κάποιων textures.¹¹

7.1.5 Oculus Go

Η μάσκα εικονικής πραγματικότητας Oculus Go είναι ένα Standalone headset εικονικής πραγματικότητας, που σημαίνει ότι δε χρειάζεται η τοποθέτηση ενός έξυπνου κινητού στο εσωτερικό της για να λειτουργήσει και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κινείται ελεύθερα στον

⁹ <https://docs.unity3d.com/Manual/UsingTheEditor.html>

¹⁰ <https://www.vectordiary.com/illustrator/what-is-illustrator/>

¹¹ <https://www.britannica.com/technology/Adobe-Photoshop>

χώρο, χωρίς περιορισμούς. Κυκλοφόρησε από την εταιρεία Oculus VR το 2018 και πλέον έχει αποσυρθεί από την αγορά και το έχει διαδεχθεί το βελτιωμένο μοντέλο Oculus Quest.¹²

Η μάσκα Oculus Go θεωρείται απαρχαιωμένη γιατί διαθέτει 3 **DOF** βαθμούς ελευθερίας (Degrees of Freedom), σε αντίθεση με τα εξελιγμένα μοντέλα που διαθέτουν 6 βαθμούς ελευθερίας. Οι συσκευές με 3 βαθμούς ελευθερίας ενημερώνονται με βάση την περιστροφή του κεφαλιού αλλά όχι με την κίνηση του σώματος στον χώρο.¹³

7.2 Μοντελοποίηση

Τα περισσότερα τρισδιάστατα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή έχουν ληφθεί από τις πλατφόρμες **sketchfab.com** και **free3d.com**, που παρέχουν δωρεάν τρισδιάστατα μοντέλα γραφικών. Τα Materials έχουν ληφθεί από τη δωρεάν βιβλιοθήκη **materials C4dCenter.com**.

Για τις ανάγκες της εφαρμογής χρειάστηκε κάποια από τα έτοιμα μοντέλα να τροποποιηθούν και κάποια άλλα να δημιουργηθούν από την αρχή. Για την επεξεργασία και τη μοντελοποίηση των τρισδιάστατων αντικειμένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πρόγραμμα C4d.

Η μοντελοποίηση είναι η μαθηματική αναπαράσταση ενός αντικειμένου 3 διαστάσεων (ύψους, πλάτους, βάθους) χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο λογισμικό.

Για τον σχεδιασμό τρισδιάστατων αντικειμένων υπάρχουν δύο τρόποι:

Ο ένας είναι με τη χρήση πολυγώνων και ο άλλος με τη βοήθεια των NURBS (*Non-Uniform Rational B-Spline*). (Bernhardt, 2014)

Στην εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν και οι δύο τρόποι σχεδιασμού.

7.2.1 Σχεδιασμός 3D αντικειμένων με πολύγωνα

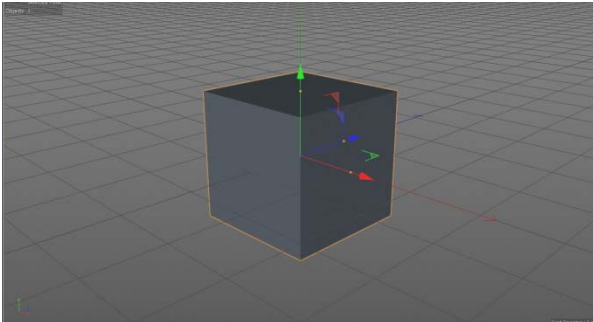
Η τεχνική σχεδίασης με πολύγωνα χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία της πόρτας του ναού, η οποία έχει δυο φύλλα που ανοίγουν ταυτόχρονα με φορά προς το εσωτερικό του ναού.

Για να δημιουργηθεί το φύλλο της πόρτας, έγινε εισαγωγή στο πρόγραμμα ενός πρωτόγονου μοντέλου (primitive object) συγκεκριμένα ενός κύβου (cube) (**Εικόνα 23**) που τροποποιήθηκε και προσαρμόστηκε στις επιθυμητές διαστάσεις, ενώ στη συνέχεια προστέθηκε fillet (**Εικόνα 24**) για να είναι οι γωνίες του στρογγυλεμένες. Έγινε edidable (τροποποιήσιμο), επιλέχθηκαν κάποιες πλευρές του και εφαρμόστηκε η εντολή extrude, δηλαδή δημιουργήθηκαν καινούργιες πλευρές και ακμές ανάλογα με το σχέδιο.

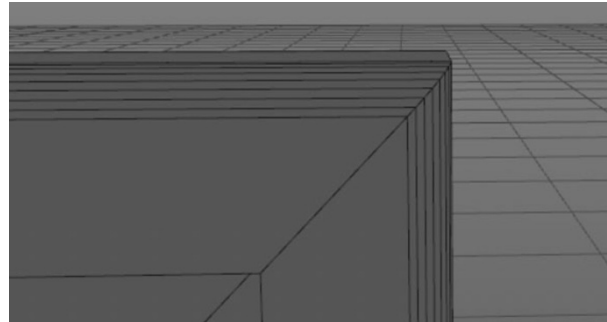
¹² <https://www.vrs.org.uk/dont-buy-an-oculus-go-or-any-3dof-vr/>

¹³ <https://www.vrs.org.uk/dont-buy-an-oculus-go-or-any-3dof-vr/>

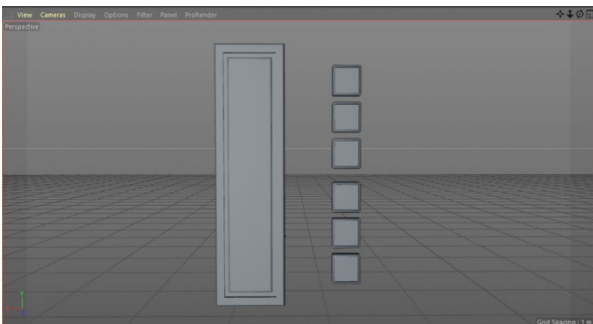
Αφού δημιουργήθηκε το βασικό μέρος του φύλλου, προστέθηκαν ακόμα 6 κύβοι (Εικόνα 25) που λειτούργησαν ως διακοσμητικά τετράγωνα στην μπροστινή και την πίσω πλευρά των φύλλων της πόρτας. Για τα χερούλια της πόρτας χρησιμοποιήθηκαν 2 σφαίρες (spheres) και ένας δακτύλιος (torus).



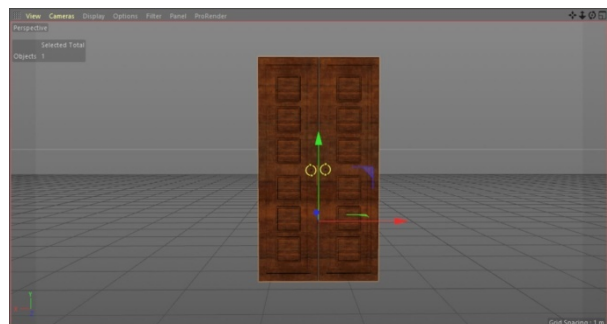
Εικόνα 23. Εισαγωγή του κύβου



Εικόνα 24. Προσθήκη fillet



Εικόνα 25. Προσθήκη 6 κύβων

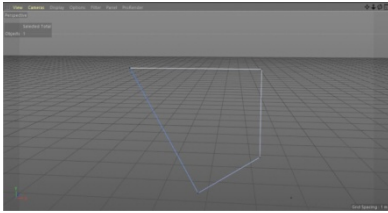


Εικόνα 26. Προσθήκη material στο αντικείμενο

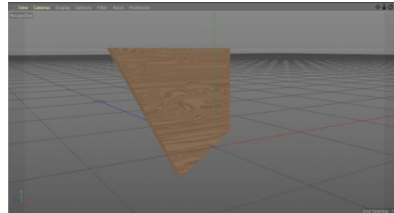
Στο τέλος προστέθηκε στο τρισδιάστατο αντικείμενο ένα Material (Εικόνα 26) που προσδίδει την ιδιότητα της ρεαλιστικής απόδοσης. Ως βασικό χρώμα (base color) χρησιμοποιήθηκε η υφή ξύλου. Για ακόμα πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα προστέθηκε normal στο texture, που έχει την ιδιότητα να προσδίδει βάθος ή ύψος στην υφή ανάλογα με τις απαιτήσεις του δημιουργού.

7.2.2 Σχεδιασμός 3D αντικειμένων με NURBS

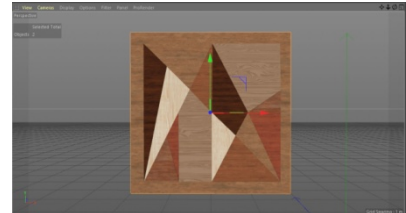
Η τεχνική σχεδίασης τρισδιάστατων αντικειμένων με NURBS χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία του παζλ. Αρχικά επιλέχθηκε η μπροστινή οθόνη προβολής (viewport) του προγράμματος στο πεδίο φόντου (background) και έπειτα έγινε εισαγωγή της εικόνας του παζλ. Η εικόνα του παζλ χρησιμοποιήθηκε ως εικόνα αναφοράς και πάνω σε αυτή βασίστηκε ο σχεδιασμός των τρισδιάστατων κομματιών. Στη συνέχεια έγινε εισαγωγή ενός κύβου, ο οποίος με τις κατάλληλες μετατροπές χρησιμοποιήθηκε ως βάση του παζλ.



Εικόνα 27. Σχεδιασμός περιγράμματος



Εικόνα 28. Προσθήκη Extrude

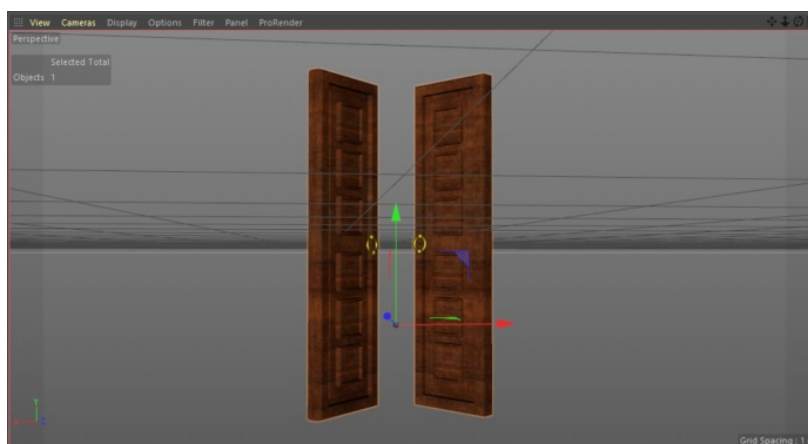


Εικόνα 29. Υφές ξύλου σε όλα τα κομμάτια

Με το εργαλείο spline σχεδιάστηκε το περίγραμμα (**Εικόνα 27**) για το κάθε κομμάτι του παζλ από σημείο σε σημείο (δισδιάστατο σχέδιο). Έπειτα χρησιμοποιήθηκε το spline σαν “παιδί” του extrude (**Εικόνα 28**) για να γίνει το αντικείμενο τρισδιάστατο. Η ίδια τεχνική εφαρμόστηκε και στα 14 κομμάτια (**Εικόνα 29**) του παζλ. Στο τέλος προστέθηκαν διαφορετικές υφές ξύλου σε όλα τα κομμάτια, για να παραπέμπει όσο το δυνατόν περισσότερο στο αυθεντικό “Οστομάχιον”, που αποτελούνταν από ξύλινα κομμάτια.

7.3 Σχεδιοκίνηση (Animation)

Στο C4D εφαρμόστηκε η τεχνική animation (**Εικόνα 30**) που χρησιμοποιεί τα keyframes, τα οποία βρίσκονται σε ένα χρονοδιάγραμμα. Δημιουργήθηκε ένα animation με το οποίο θα άνοιγαν ταυτόχρονα εσωτερικά του ναού και τα δύο φύλλα της πόρτας.



Εικόνα 30. Προσθήκη animation στην πόρτα

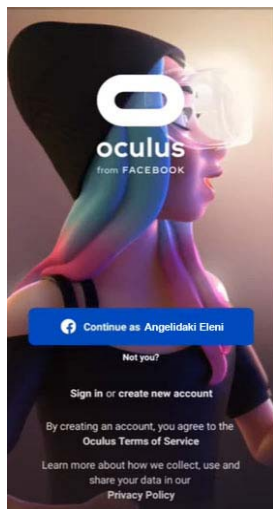
Για να γίνει αυτό, έπρεπε αρχικά να μεταφερθεί το κέντρο βάρους (axis center) στις άκρες των φύλλων ώστε να γίνεται η περιστροφή με τη σωστή φορά. Στη συνέχεια προστέθηκε ένα keyframe στα 100 frames και έγινε περιστροφή στα δύο φύλλα της πόρτας 90°. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε το πρώτο στάδιο της σχεδιοκίνησης, το οποίο θα μεταφερθεί στη συνέχεια στη Unity.

7.4 Τεχνική Bake

Μια ενδιαφέρουσα τεχνική που εφαρμόστηκε στα ακίνητα αντικείμενα της σκηνής είναι το **Bake**. Είναι μία τεχνική που ενώνει όλα τα materials των αντικειμένων και τα ενοποιεί. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται ο όγκος των αντικειμένων.

Για να εφαρμοστεί το Bake, έγινε εισαγωγή των αντικειμένων με τα materials τους στη σκηνή και προστέθηκε ο κατάλληλος φωτισμός. Επιλέχθηκε από το **Rendering Settings** το **Ambient Occlusion** και το **Global Illumination**. Ακολούθως, επιλέχθηκαν με click μόνο τα αντικείμενα και εφαρμόστηκε η εντολή **Bake Object** (Objects → Bake Object). Όταν άνοιξε η καρτέλα του Bake Object, επιλέχτηκε το Single Texture, το Normals και το Ambient Occlusion, έγινε ρύθμιση του μέγεθος και του πλάτος και επιλέχτηκε η μορφή αρχείου jpeg. Έτσι δημιουργήθηκε ένα νέο ενιαίο Material που εφαρμόζεται στα αντικείμενα εκ νέου.

7.5 Σύνδεση της συσκευής Oculus Go με τη Unity



Εικόνα 31. Λογαριασμός μέσω Facebook



Εικόνα 32. Σύζευξη με τη συσκευή

Για να συνδεθεί η συσκευή Oculus Go με το λογισμικό Unity, είναι απαραίτητο να γίνει λήψη της εφαρμογής Oculus στο κινητό. Στην εφαρμογή θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα νέος λογαριασμός μέσω Facebook (**Εικόνα 31**) και στη συνέχεια θα γίνει σύζευξη με τη συσκευή (**Εικόνα 32**) Oculus Go. Αργότερα δημιουργείται ένας οργανισμός στο site της Oculus. Μόλις δημιουργηθεί ο οργανισμός, ενεργοποιείται στην εφαρμογή το Developer Mode. Επομένως, συνδέεται η συσκευή Oculus Go μέσω USB με τον υπολογιστή.

7.6 Ανάπτυξη στη Unity

Η ανάπτυξη της εφαρμογής στη Unity ξεκίνησε με το άνοιγμα ενός νέου Project στο Unity Hub. Στο νέο Project έγινε λήψη του πακέτου Oculus Integration από το Asset Store. Το πακέτο **Oculus Integration** περιέχει assets και components, που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία VR εφαρμογών. Μέσα στο πακέτο υπάρχει και η κάμερα **OVR Camera Rig**, η οποία είναι ειδικά σχεδιασμένη για χρήση σε projects εικονικής πραγματικότητας. Η κάμερα μεταφέρθηκε στην Ιεραρχία (Hierarchy)

Αργότερα, έγινε λήψη ενός άλλου πακέτου, του **Oculus Laser Pointer**. Το πακέτο είχε μία έτοιμη σκηνή πάνω στην οποία βασίστηκε η ανάπτυξη του Project. Η σκηνή περιείχε το Pointer, που έχει την ιδιότητα να δημιουργεί Raycasting και δίνει τη δυνατότητα επιλογής τρισδιάστατων αντικειμένων.

7.6.1 On Click () Event

Το πακέτο Oculus Integration περιέχει το Script Interactable, που, όταν εισαχθεί στα αντικείμενα, αποκτούν τη λειτουργικότητα του κουμπιού (button). Όταν ένα αντικείμενο έχει την ιδιότητα του κουμπιού, εμφανίζεται στο Inspector το πρόσθετο On Click (). Σε αυτό το πεδίο μπορεί να προστεθεί με click and drag είτε ένα script με κάποια μέθοδο είτε ένα Audio Source με ήχο.

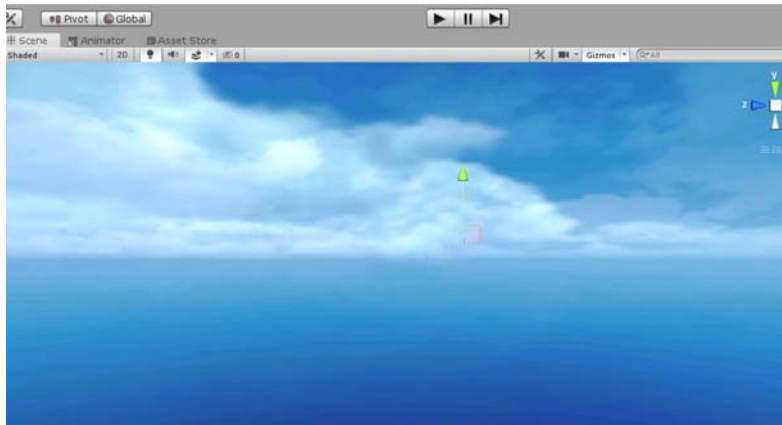
7.6.2 Teleport

Για την πλοήγηση του χρήστη στο χώρο της εικονικής πραγματικότητας, είναι απαραίτητη η τηλεμεταφορά (teleporting), η μεταφορά δηλαδή από το ένα σημείο στο άλλο. Για να δημιουργηθεί στην εφαρμογή το teleporting, προστέθηκε στο script Pointer η μέθοδος Teleport και στο αντικείμενο ground προστέθηκε το script Interactable. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης στοχεύοντας στο έδαφος μπορεί να μεταφερθεί σε όποιο σημείο επιθυμεί.

7.6.3 Σχεδιασμός του περιβάλλοντος χώρου

Για να διαμορφωθεί ο περιβάλλον χώρος της σκηνής, χρειάστηκε να προστεθεί ένα Skybox και ένα Terrain και ο κατάλληλος φωτισμός.

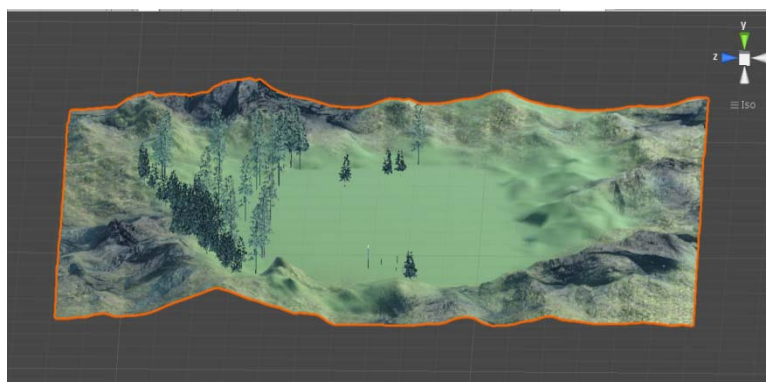
7.6.3.1 Skybox



Εικόνα 33. Skybox εφαρμογής

Το Skybox (**Εικόνα 33**) είναι ένας τρόπος προσθήκης φόντου στους τρισδιάστατους χώρους. Για τη σκηνή του παιχνιδιού επιλέχθηκε από το Asset Store ένα δωρεάν Skybox που απεικονίζει ένα γαλάζιο ουρανό με σύννεφα. Για την ένταξη του στη σκηνή επιλέχθηκε από το Menu της Unity το Lighting Settings (Window → Rendering → Lighting Settings). Από το αναδυόμενο παράθυρο επιλέχθηκε από το Skybox Material το Skybox 01.

7.6.3.2 Terrain

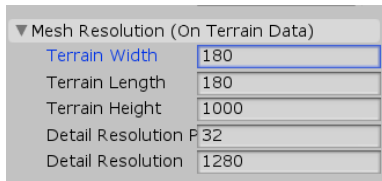


Εικόνα 34. Terrain εφαρμογής

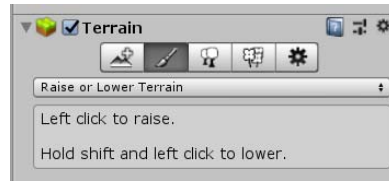
Για τη δημιουργία του εδάφους (Terrain) (**Εικόνα 34**) ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

Από το menu επιλέχθηκε το Terrain (Game Object → 3D Object → Terrain). Στην καρτέλα Inspector διαμορφώθηκαν οι επιθυμητές διαστάσεις (**Εικόνα 35**) του Terrain. Από το Paint Terrain

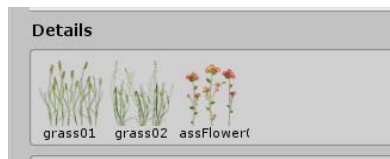
επιλέχθηκε το **(Εικόνα 36)** Raise or Low Terrain, για να υψωθούν λόφοι και βουνά τριγύρω. Αφού έγιναν οι κατάλληλες ανυψώσεις του εδάφους, προστέθηκε από το **(Εικόνα 37)** Paint Details γρασίδι και από το **(Εικόνα 38)** Paint Trees δέντρα. (Goldstone, 2009)



Εικόνα 35. Διαστάσεις Terrain



Εικόνα 36. Raise or Low Terrain



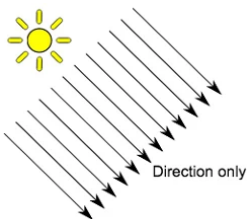
Εικόνα 37. Γρασίδι



Εικόνα 38. Δέντρα

7.6.3.3 Φωτισμός (lighting):

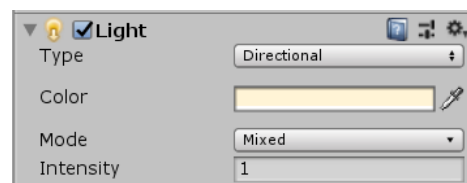
Ο φωτισμός που επιλέχθηκε για την εφαρμογή είναι το Directional Light **(Εικόνα 39)** που εκπέμπει φωτισμό προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση. Χρησιμοποιείται επί το πλείστον για γενικό φωτισμό, κυρίως σε εξωτερικούς χώρους και αντικαθιστά τον ήλιο. Η πηγή φωτισμού μπορεί να τοποθετηθεί σε αρκετά μεγάλη απόσταση από το κύριο μέρος της σκηνής. Από τις παραμέτρους επιλέχθηκαν οι απαλές σκιές **(Εικόνα 40)** και μειώθηκε η ένταση **(Εικόνα 41)** του φωτισμού.¹⁴



Εικόνα 39. Direction Light



Εικόνα 40. Σκιές



Εικόνα 41. Ένταση φωτισμού

14

Αφού ολοκληρώθηκε η δημιουργία του φόντου και του εδάφους, ακολούθησε η εισαγωγή των τρισδιάστατων αντικειμένων σε μορφή fbx στον φάκελο Assets.

Το πρώτο αντικείμενο που προστέθηκε στη σκηνή είναι το παζλ “Οστομάχιον”, που αποτελείται από τη βάση του παζλ και τα 14 κομμάτια του. Το ζητούμενο είναι, όταν ο παίκτης διαδρά με ένα κομμάτι του παζλ, το κομμάτι να εξαφανίζεται και ταυτόχρονα να προστίθεται ένα αντίγραφο του στη βάση του παζλ, με στόχο στο τέλος να σχηματιστεί ολόκληρο το παζλ στο ταμπλό. Για να υλοποιηθεί αυτό, χρειάστηκε αρχικά να μπει ένα box collider και ένα script (Interactable) σε κάθε κομμάτι. Στο Inspector δημιουργήθηκε ένα On Click(), στο οποίο προστέθηκε το script Interaction Controller με τη μέθοδο που καταστρέφει το αντικείμενο στο έδαφος και άλλο ένα On Click(), το οποίο περιέχει τη μέθοδο που εμφανίζει το αντικείμενο στο ταμπλό.

7.6.4 Particle System

Το σύστημα σωματιδίων (Particle System) είναι ένα σύστημα εφέ που επιτρέπει την προσθήκη μικρών σωματιδίων στα αντικείμενα για να προσομοιωθούν κάποια φαινόμενα όπως ο καπνός, η φωτιά ή τα κινούμενα υγρά.

Στην εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν τα Particle Systems για τη φωτιά και τη δάδα, που βρίσκονται μπροστά στον ναό, καθώς και για να προσομοιωθεί το αγίασμα που τρέχει από τον αυτόματο κερματοδέκτη.

Για το εφέ της φωτιάς πάνω στον βωμό, προστέθηκε στην ιεραρχία (hierarchy) με δεξί κλικ το component Particle System (Effects→ Particle System). Στο πεδίο Inspector έγιναν οι απαραίτητες ρυθμίσεις και προστέθηκε ένα νέο Material (Fire) με μία ασπρόμαυρη φωτογραφία, η επεξεργασία της οποίας έγινε στο Photoshop. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργήθηκε το εφέ για το τρεχούμενο αγίασμα και για τη δάδα.¹⁵

¹⁵ <https://learn.unity.com/tutorial/introduction-to-particle-systems#6025fdd9edbc2a112d4f0134>



Εικόνα 42. Particle System για τη φωτιά και τη δάδα



Εικόνα 43. Particle System για το αγίασμα

Για να ενεργοποιηθούν τα Particle Systems όταν ο χρήστης διαδρά με τη δάδα ή το νόμισμα, χρειάστηκε να προστεθεί στα αντικείμενα ένα box collider και το script (Interactable) και να προστεθεί στο Interaction Controller ένα Script (Particles) με μεθόδους που ενεργοποιούνται από το On Click() event όταν ο χρήστης διαδρά με τη δάδα ή το νόμισμα.

7.6.5 Διαχείριση Animation

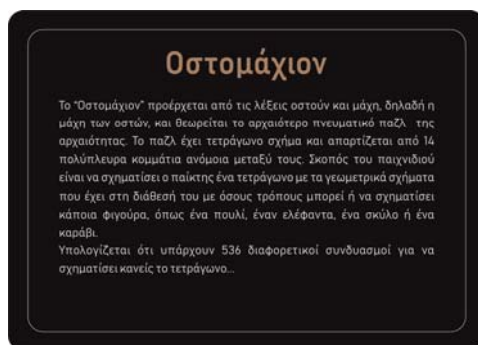
Στη Unity έγινε η διαχείριση της σχεδιοκίνησης (animation) που δημιουργήθηκε στο C4d. Για να επιτευχθεί το άνοιγμα της θύρας όταν ο χρήστης πατάει πάνω στη δάδα, ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα: Έγινε εισαγωγή του αρχείου Door-final που περιείχε το Animation και εισήχθη στα Assets. Στο Inspector του Door-final προστέθηκαν δύο Clips, το Open (0 , 100) και το Idle (0,0). Στον χώρο των Assets προστέθηκε με δεξί κλικ ένα Animator Controller που ρυθμίζει τα στάδια της κίνησης. Από την καρτέλα Animator που άνοιξε, συνδέθηκαν το Entry, το Idle και το Open. Το Door-final μεταφέρθηκε από τα Assets στην Ιεραρχία και στο πεδίο Inspector προστέθηκε το Animator Controller.

Στη συνέχεια προστέθηκε στη δάδα το script Intractable, που δίνει στο αντικείμενο την ιδιότητα του κουμπιού. Στο πρόσθετο On Click() προστέθηκε το script Interaction Controller, αφού πρώτα είχε προστεθεί στο script η μέθοδος για το άνοιγμα της πόρτας.

7.6.6 User Interface



Εικόνα 44. Αρχικό πάνελ



Εικόνα 45. Πάνελ πληροφοριών



Εικόνα 46. Πάνελ βοήθειας

Η διεπαφή χρήστη (User Interface) είναι το μέσο αλληλεπίδρασης του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον. Στην παρούσα εφαρμογή το εικαστικό μέρος του User Interface δημιουργήθηκε στο Adobe Illustrator και στη συνέχεια μεταφέρθηκε στη Unity. Ο χρήστης έρχεται πρώτη φορά σε επαφή με το User Interface στο ξεκίνημα της περιήγησης, όταν συναντάει μπροστά του το πάνελ που τον καλωσορίζει και του δίνει τις πρώτες οδηγίες. Εκτός από το αρχικό πάνελ ο χρήστης συναντάει καθ' όλη τη διάρκεια της περιήγησης τα “Σήματα βοήθειας” και τα “Σήματα πληροφοριών”.

Για τη δημιουργία των πάνελ έγινε εισαγωγή στην Ιεραρχία του καμβά (canvas) με δεξί click (UI → Canvas). Σε αυτό το πεδίο προστέθηκαν όλα πάνελ. Όπως και τα υπόλοιπα αντικείμενα προστέθηκε το script interactable, που προσδίδει την ιδιότητα που κουμπιού.

7.6.7 Ήχοι

Στην εφαρμογή χρησιμοποιήθηκαν δύο ήχοι: ο ένας είναι ο ήχος περιβάλλοντος που ακούγεται καθ' όλη τη διάρκεια της περιήγησης και ο άλλος είναι ο ήχος ανάδρασης¹⁶ (feedback), που ακούγεται όταν ο χρήστης διαδρά με τα αντικείμενα. Για την εισαγωγή του ήχου περιβάλλοντος¹⁷, προστέθηκε στο πεδίο της ιεραρχίας (hierarchy) το component, Audio Source, που μετονομάστηκε σε Background Music. Στο πεδίο Inspector έγιναν οι ρυθμίσεις ώστε να ακούγεται ο ήχος με την έναρξη της εφαρμογής και σε επανάληψη. Για τον ήχο ανάδρασης δημιουργήθηκε ένα άλλο Audio Source (Tap) που προστέθηκε σε όλα τα αντικείμενα, σαν κουμπί και ενεργοποιείται όταν ο χρήστης διαδρά με αυτά.

7.7 Λογότυπο

Το λογότυπο που χρησιμοποιήθηκε στην εφαρμογή ονομάζεται **Miracles of Ancient World (Θαύματα της Αρχαίας Ελλάδας)**. Σκοπός ήταν τόσο το λεκτικό όσο και το συμβολικό μέρος του λογοτύπου να είναι εναρμονισμένα με το συνολικό ύφος της εφαρμογής.



Εικόνα 47. Λογότυπο εφαρμογής

Για τον σχεδιασμό του **συμβολικού μέρους** του λογοτύπου, το οποίο αντικαθιστά το γράμμα **A** από τη λέξη MIRACLES, πηγή έμπνευσης αποτέλεσε μία από τις αρχαίες εφευρέσεις που χρησιμοποιήθηκε στην εφαρμογή. Συγκεκριμένα το “Όστομάχιον”, το αρχαιότερο παζλ της αρχαιότητας. Από το παζλ χρησιμοποιήθηκαν κάποια από τα κομμάτια του, τα οποία ενώθηκαν και σχημάτισαν ένα τρίγωνο. Το τρίγωνο συμβολίζει την εξέλιξη, την κατεύθυνση και τον σκοπό. Είναι κατάλληλο για νέες τεχνολογίες, όπως η εικονική πραγματικότητα.

¹⁶ www.freesound.org.

¹⁷ www.freemusicarchive.org

Η γραμματοσειρά που χρησιμοποιήθηκε είναι η **Bahnschrift Light**. Η Bahnschrift ανήκει στο γεωμετρικό στιλ Sans-Serif. Σχεδιάστηκε από τον Aaron Bell και ανήκει στις βασικές σειρές. Η **Bahnschrift Light** είναι κομψή, απλή και ευανάγνωστη και είναι ιδανική για το λεκτικό μέρος του λογότυπου.

Ο χρωματισμός που έχει χρησιμοποιηθεί είναι ένα χρώμα ανάμεσα στο καφέ και στο χρυσό. Το χρώμα αυτό προσδίδει πολυτέλεια, κομψότητα και διαχρονικότητα. Συνδυάζεται εξίσου καλά και με μαύρο και λευκό φόντο. Το χρωματικό μοντέλο (χρωματική παλέτα) που χρησιμοποιήθηκε είναι το RGB.

8. Συμπεράσματα

Η εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας αξιοποίησε τα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα και πέτυχε να τα συνδέσει με τα αρχαία ελληνικά επιτεύγματα (εφευρέσεις). Με αυτόν τον τρόπο άνοιξε ένας διάλογος μεταξύ του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού και του σύγχρονου πολιτισμού ώστε ο θεατής να είναι σε θέση αξιοποιώντας την εικονική πραγματικότητα να προσλάβει και να θαυμάσει το βάθος και την επινοητικότητα των αρχαίων Ελλήνων. Κατά μία έννοια η εφαρμογή αποτελεί μία απόπειρα συσχέτισης και συμφιλίωσης ανάμεσα στην τεχνολογία του παρελθόντος και την τεχνολογία του παρόντος, ώστε να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα στο άγνωστο παρελθόν και στην ψηφιακή εποχή που ζούμε. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα μέσω της εμπύθισης που του προσφέρει η εικονική πραγματικότητα να μεταφερθεί νοερά σε εκείνη την εποχή να δει από κοντά τα θαύματα της αρχαιότητας και να διαδράσει μαζί τους. Ως προς το τεχνικό μέρος Η χρήση της μάσκας και η περιήγηση στο εικονικό περιβάλλον είναι απλή και κατανοητή καθώς απευθύνεται σε χρήστες που δεν έχουν μεγάλη εξοικείωση με τις νέες τεχνολογίες.

9. Περιορισμοί

Μία από τις αρχικές προθέσεις για την εκπόνηση της εργασίας ήταν η πλαisiώση της με ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της εφαρμογής από τους χρήστες. Όμως, οι ιδιαίτερες υγειονομικές συνθήκες που προέκυψαν τους τελευταίους μήνες εξαιτίας της πανδημίας, ματαίωσαν το εγχείρημα.

Ένα άλλο πρόβλημα ήταν ο συνδυασμός των αρχαιοελληνικών εφευρέσεων με το χώρο του ψηφιακού περιβάλλοντος που ανακαλεί περισσότερες εικόνες από την κλασική δωρική τεχνοτροπία, ενώ οι ίδιες ανάγονται σε μία κάπως μεταγενέστερη εποχή (ελληνιστική). Σε αυτό το σημείο η εφαρμογή δεν αλλοιώνει την ιστορική πραγματικότητα καθώς η αρχιτεκτονική του τοπίου διατηρήθηκε για αιώνες στον αρχαίο κόσμο.

Επιπρόσθετα, αρχική πρόθεση ήταν το τρισδιάστατο περιβάλλον της εφαρμογής να είναι εμπλουτισμένο με πολύ περισσότερα αντικείμενα, αυτό όμως δεν κατέστη εφικτό εξαιτίας της περιορισμένης επεξεργαστικής δυνατότητας της μάσκας εικονικής πραγματικότητας Oculus GO.

Η εφαρμογή θα μπορούσε να δημιουργηθεί και σε Desktop / επιτραπέζια τεχνολογία. Με αυτό τον τρόπο θα θεραπευόταν οι δυσκολίες της μάσκας για το χρήστη.

Ακόμα πρέπει να σημειώσουμε πως η πλοήγηση στο χώρο με τη χρήση της μάσκας εντάσσεται σε μία ευθύγραμμη κανονικότητα που υπακούει σε προκαθορισμένες εντολές.

Το interface/διεπαφή του χρήστη θα μπορούσε εκτός από οπτική βοήθεια να περιλαμβάνει και ηχητική βοήθεια.

Επιπλέον, μια πιο εξελιγμένη εκδοχή της εφαρμογής θα μπορούσε να απαρτίζεται από γρίφους, τους οποίους ο χρήστης θα έπρεπε να λύσει ώστε να προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

Κοκότος, Δ. (2007). *Εικονικά Περιβάλλοντα Πληροφόρησης*. Αθήνα: Σταμούλης.

Κοτσανάς, Κ. (2015). Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία, Οι εφευρέσεις των αρχαίων Ελλήνων, Πύργος.

Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τζοβάρας, Δ., & Τσακίρης, Α. (2015). Εικονική Πραγματικότητα
Κεφάλαιο 9. Στο *Γραφικά και Εικονική Πραγματικότητα*. Kallipos

Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τσακίρης, Α., & Τζοβάρας, Δ. (2015). *Δράση Κάλλιπος-Ελληνικά
Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα*. Ανάκτηση 2020, από:

http://repfiles.kallipos.gr/html_books/50/Chapter_9/index.html

Μπούρας, Χ., Τσιάτσος, Θ., Γιαννακά Ε., Καπούλας Β., (2005). *Δικτυακά Εικονικά Περιβάλλοντα*,
Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα

Παπαδημητρίου, Γ. (2015). *Σχεδίαση και ανάπτυξη ενός e-banking συστήματος με χρήση
gamification*. Αθήνα: Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Φωκίδης, Ε., & Τσολακίδης, Κ. (2011). *Εικονική Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση, Θεωρία και
Πράξη*. Ζεφύρι: Διάδραση.

Ξενόγλωσση

AlAwadhi S., AlHabib N., Murad D., AlDeei F., AlHouti M., Beyrouthy T., et al. (2017). Virtual reality application for interactive and informative learning, *2nd international conference on bio-engineering for smart technologies*, IEEE.

Anderson E F, McLoughlin L, Liarokapis F, et al. Developing serious games for cultural heritage: a state-of-the-art review[J]. *Virtual reality*, 2010, 14(4): 255-275

Atamuratov, R. (2020). The importance of the virtual museums in the educational process. *European Journal of Research and Reflection in Education, Sciences*, 8 (2).

Azuma, R. (1997) A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators and virtual environments* 6(4):355–385.

Azuma, R. T., Baillet, Y., Behringer, R, Feiner, S. K. Julier, S. and MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6): 34–47.

Bell, & Feiner, & Höllerer,. (2001). View Management for Virtual and Augmented Reality. 101-110. 10.1145/502348.502363.

- Bernhardt Zeman N,. (2014). Essential Skills for 3D Modeling, Rendering, and Animation
- Blach R. (2008). Virtual Reality Technology - An Overview. In: Talaba D., Amditis A. (eds) Product Engineering. Springer, Dordrecht.
- Bowman, D. A., North, C., Chen, J., Polys, N. F., Pyla, P. S., & Yilmaz, U. (2003). Information-rich virtual environments. Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology - VRST '03. <https://doi.org/10.1145/1008653.1008669>
- Burdea, G., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality, Technology, Second Edition*. Canada: John Wiley & Sons.
- Ch'ng, E. (2012). New ways of accessing information spaces using 3D multitouch tables. In Proceedings of the Art, Design and Virtual Worlds Conference, Cyberworlds 2012, 25–27 September 2012. Darmstadt, Germany.
- Charles D. Hansen, C. & Johnson, C. (2005). Visualization Handbook, Butterworth-Heinemann, xiv-xvii.
- Cipresso, P., Giglioli, I., Raya, A., & Riva, G. (2018). The Past, Present, and Future of Virtual and Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature. *Frontiers in psychology*, 9, 2086. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086>.
- Flichy, P. (2007). *The Internet Imaginaire*. USA: MIT Press Books.
- Helsel, S. (1992). Virtual Reality and Education. *Educational Technology*, 32(5), 38-42.
- Huotari, K., & Hamani, J. (2012). Defining Gamification - A Service Marketing Perspective. In *Proceeding of the 16th international academic MindTrek conference* (pp. 17-22). ACM.
- Lee, E.A-L., Wong, K.W. and Fung, C.C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers and Education*, 55 (4). pp. 1424-1442.
- Liu, Y., Tan, W., Chen, C., Liu, C., Yang, J., & Zhang, Y. (2019). A Review of the Application of Virtual Reality Technology in the Diagnosis and Treatment of Cognitive Impairment. *Frontiers in aging neuroscience*, 11, 280.
- Machover, C., & Tice, S. (1994). Virtual reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 14, 15-16.
- Mastandrea, S., & Umiltà, M. A. (2016). Futurist Art: Motion and Aesthetics As a Function of Title. *Frontiers in human neuroscience*, 10, 201. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00201>.
- McQuilkin & Anne Powers, (2012). *CINEMA 4D: The Artist's Project Sourcebook*, Taylor & Francis.
- Mealy P. (2018), "Virtual & Augmented Reality for Dummies", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. and Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum
- Parker E, Saker M. (2020). Art museums and the incorporation of virtual reality: Examining the impact of VR on spatial and social norms. *Convergence*. 26(5-6):1159-117.
- Pfeifer R., Iida F. (2004) Embodied Artificial Intelligence: Trends and Challenges. In: Iida F., Pfeifer R., Steels L., Kuniyoshi Y. (eds) Embodied Artificial Intelligence. Lecture Notes in

- Computer Science, vol 3139. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-27833-7_1
- Radianti, J., Majchrzak, T., Fromm, J., Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda, *Computers & Education*, 147,103778, ISSN 0360-1315.
- Rheingold, H., 1991. *Virtual reality: Exploring the brave new technologies*. Simon & Schuster Adult Publishing Group.
- Ricci, A., Piunti, M., Tummolini, L. & Castelfranchi, C. (2015). The Mirror World: Preparing for Mixed-Reality Living}, *Pervasive Computing*, IEEE (14).
- Sherman, W., & Craig, A. (2003). *Understanding Virtual Reality*. California: Morgan Kaufmann Publishers.
- Schroeder, R. (1993). Virtual reality in the real world: History, applications and projections, *Futures*, 25 (9). 963-973.
- Schweibenz, Werner. (2019). The virtual museum: an overview of its origins, concepts, and terminology. *The Museum review* 4(1).
- Schweibenz, W. (2004). Virtual Museums, The Development of Virtual Museums. *ICOM News Thematic Files*, σ. Vol. 57 No.3.
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603– 616
- Stuart, R. (1996). *The Design of Virtual Reality*. New York: McGraw- Hill Companies.
- Sylaiou, S. Liarokapis, F. Kotsakis, K. & Patias, P. (2009). Virtual museums, a survey and some issues for consideration, *Journal of Cultural Heritage*, 10.
- Watson, A. (2013). High Frame Rates and Human Vision: A View Through the Window of Visibility}, *SMPTE Motion Imaging Journal*, 122. doi = {10.5594/j18266}
- Wickens, C. D., & Baker, P. (1995). *Cognitive issues in virtual reality*. In W. Barfield & T. A. Furness III (Eds.), *Virtual environments and advanced interface design* (p. 514–541). Oxford University Press.
- Yildirim, G., Elban, M., Yildirim, S. (2018). Analysis of Use of Virtual Reality Technologies in History Education: A Case Study. *Asian Journal of Education and Training*, 4(2): 62-69.
- Zhang, C., Perkis, A., Arndt, S. (2017). Spatial immersion versus emotional immersion, which is more immersive? *Ninth International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, Erfurt, pp. 1–6.

Πηγές από το διαδίκτυο

Ancient Temple - 3D Model - Sérhiy Harbuzyuk Ανάκτηση 18, Δεκεμβρίου, 2020

<https://sketchfab.com/3d-models/ancient-temple-4c5aacdc17a34271a08e16acb7efe4b2>

Artemis, Grégoire Desrousseaux, Ανάκτηση 13, Απριλίου, 2021

<https://sketchfab.com/3d-models/artemis-c143bc34131c404a9c01a160b641299f>

Torch Simple - Psychloor: Ανάκτηση 18, Δεκέμβριος, 2020

<https://sketchfab.com/3d-models/torch-simple-305bfb6ea73148a3bcc6e01a046596b8>

Seikilos Epitaph with the Lyre of Apollo by Lina Palera (Lyre 2.0 Project player) Ανάκτηση 1,
Φεβρουαρίου, 2021

https://freemusicarchive.org/music/Lina_Palera_Lyre_20_Project_player/An_Appreciation/01_Seikilos_Epitaph_with_the_Lyre_of_Apollo