

Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας, Ιόνιο Πανεπιστήμιο.

Is There Anybody Out There?

Αφηγηματική Εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας

Κωνσταντίνος Κουκούδης, TX2011026

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ανδρέας Φλώρος

Κέρκυρα, Μάιος 2023

Συνοπτική Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην δημιουργία ενός έργου εικονικής πραγματικότητας με τίτλο *Is There Anybody Out There?*. Η θεματολογία του έργου αφορά στην περίοδο 2020-2021, όπου η ανθρωπότητα ήρθε αντιμέτωπη με την πανδημία του Covid-19 και την καραντίνα που ακολούθησε. Το έργο καλεί τον θεατή να αναβιώσει και να αναστοχαστεί τις προαναφερθείσες καταστάσεις, σε ένα μεταφυσικό σκηνικό, ακολουθώντας τις σκέψεις και τους προβληματισμούς ενός αφηγητή.

Αρχικά γίνεται βιβλιογραφική έρευνα στις επιπτώσεις της πανδημίας, στην ιστορική εξέλιξη και στη σύγχρονη τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας καθώς και στα παρόμοια έργα εικονικής πραγματικότητας που έχουν παραχθεί. Στη συνέχεια, αναλύονται όλες οι πτυχές και οι μεθοδολογίες ανάπτυξης του *Is There Anybody Out There?*, παρουσιάζεται το σενάριο και τέλος τεκμηριώνονται οι εικαστικές και οι τεχνολογικές επιλογές σε υλικό, λογισμικό και σε εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη.

Abstract

This thesis is about creating a virtual reality project titled *Is There Anybody Out There?* that reflects on the period of 2020-2021 when humanity faced the Covid-19 pandemic and subsequent quarantine. The project invites the viewer to relive and reflect on these situations in a metaphysical setting, following the thoughts and musings of a narrator.

The thesis begins with a bibliographic review on the impact of the pandemic, the evolution of virtual reality technology, and similar virtual reality projects that have been produced. Then, it analyzes all aspects and methodologies of developing the *Is There Anybody Out There?* project, presents the scenario, and finally documents the artistic and technological choices in terms of hardware, software, and tools that were used in the development.

Περίληψη

Στο κεφάλαιο της εισαγωγής αναφέρεται το αντικείμενο της εργασίας, το οποίο είναι η ανάπτυξη μιας εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας. Επιπλέον καθορίζονται οι στόχοι της εργασίας, οι οποίοι είναι η δημιουργία της και η αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας της ανάπτυξής της, δίνεται ο ορισμός της εικονικής πραγματικότητας και τέλος, αναφέρονται οι αρχές της μεθοδολογίας της εργασίας.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μια σύντομη επισκόπηση των γεγονότων της πανδημίας και της καραντίνας που ακολούθησε. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι συνέπειες και τα προβλήματα που έφερε αυτή η κατάσταση στον γενικό πληθυσμό, τα οποία αποτελούν την κεντρική θεματολογία του σχετικού έργου που υλοποιήθηκε και έχει τίτλο *Is There Anybody Out There?*.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας, μετά από βιβλιογραφική έρευνα, γίνεται μια ιστορική αναδρομή της εξέλιξης της εικονικής πραγματικότητας και περιγράφονται οι σύγχρονες τεχνολογίες και τα πεδία εφαρμογής της.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας περιγράφονται τα στάδια και η μεθοδολογία ανάπτυξης του έργου.

Στο στάδιο της προ-παραγωγής, αρχικά έγινε μια έρευνα μελέτης παρόμοιων έργων, τα οποία και παρουσιάζονται εν συντομία. Η έρευνα αυτή βοήθησε στον καθορισμό του χαρακτήρα του έργου *Is There Anybody Out There?* καθώς αυτό ενστερνίστηκε κάποια από τα χαρακτηριστικά των έργων της έρευνας, τα οποία φάνηκαν ενδιαφέροντα και λειτουργικά. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το υλικό και το λογισμικό που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί στην υλοποίηση της εφαρμογής και τεκμηριώνεται η επιλογή των συγκεκριμένων τεχνολογιών. Τέλος, στο στάδιο αυτό, υλοποιήθηκε η συγγραφή του σεναρίου του έργου.

Στο στάδιο της παραγωγής, αναλύονται οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, στα γραφικά, στην εμφύχωση των γραφικών, στον ήχο και στον προγραμματισμό της τελικής εφαρμογής.

Στο κεφάλαιο των συμπερασμάτων, γίνεται η αποτίμηση της όλης προσπάθειας και καταγράφονται τα συμπεράσματα που αφορούν στα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής έρευνας και στην επίτευξη όλων των στόχων που έχουν τεθεί: Αν και βασίζεται σε περιορισμένο και αποσπασματικό σενάριο, η εφαρμογή υλοποιήθηκε και λειτουργεί απρόσκοπτα. Επιπροσθέτως έχουν περιγραφεί αναλυτικά τα στάδια και οι διαδικασίες παραγωγής της. Τέλος, αναλύονται και τεκμηριώνονται οι αποκλίσεις από την αρχική πρόταση εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας, όπως αυτή είχε εγκριθεί κατά την αρχική φάση υποβολής της.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται προτάσεις για περαιτέρω ανάπτυξη του έργου οι οποίες αφορούν, στην επέκταση του σεναρίου, στην προσθήκη της αγγλικής γλώσσας, στο beta testing και τη διόρθωση λαθών στον κώδικα, στην αξιολόγησή του έργου από το ευρύ κοινό και στην παρουσίασή του σε φεστιβάλ και εκθέσεις.

Ακολουθεί η βιβλιογραφία και ένα παράρτημα στο οποίο τεκμηριώνεται η συνάφεια της πτυχιακής εργασίας με τα προπτυχιακά μαθήματα του τμήματος Τμήματος Τεχνών Ήχου και Εικόνας.

Πίνακας Περιεχομένων

Συνοπτική Περίληψη.....	1
Abstract.....	2
Περίληψη.....	3
Πίνακας Περιεχομένων.....	5
Εισαγωγή.....	8
Πεδίο Έρευνας και Εφαρμογής.....	8
Στόχος.....	8
Ορισμός της Εικονικής Πραγματικότητας.....	9
Μεθοδολογία.....	10
1. Οι Επιπτώσεις της Πανδημίας Covid-19.....	11
2. Εικονική Πραγματικότητα.....	13
2.1 Ιστορική Αναδρομή.....	13
2.1.1 Στερεοσκοπική Όραση και Στερεοσκόπιο.....	13
2.1.2 Sensorama & Δαμόκλεια Σπάθη.....	14
2.1.3 Επόμενες Καινοτομίες.....	16
2.1.4 Σύγχρονη Ιστορία.....	17
2.2 Τεχνολογία.....	18
2.2.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά του Oculus Rift.....	18
2.2.2 Νεότερη Γενιά Συστημάτων Oculus.....	19
2.2.3 Άλλες Συσκευές.....	20
2.3 Παρούσα Κατάσταση & Πεδία Εφαρμογής.....	21
3. Ανάπτυξη Εφαρμογής.....	22
3.1 Προ-παραγωγή.....	22
3.1.1 Έρευνα Αντίστοιχων Έργων.....	22
3.1.2 Καθορισμός του Χαρακτήρα της Εφαρμογής.....	25
3.1.3 Επιλογή Υλικού και Λογισμικού για την Υλοποίηση του Έργου.....	26
Επιλογή Συσκευής.....	26
Επιλογή Λογισμικού για το Game Design.....	26
Επιλογή Μηχανής Γραφικών.....	27
Επιλογή Λογισμικού Σχεδιασμού 3D Γραφικών.....	27
Επιλογή Λογισμικού Επεξεργασίας Ήχου.....	27
Επιλογή Εργαλείων Προγραμματισμού.....	28
Επιλογή Λογισμικού Version Control.....	28

3.1.4 Συγγραφή Σεναρίου.....	30
Σκηνή 1η.....	31
Σκηνή 2η.....	31
Σκηνή 3η.....	31
Σκηνή 4η.....	32
Σκηνή 5η.....	32
Σκηνή 6η.....	32
3.2 Παραγωγή.....	33
3.2.1 Γραφικά.....	33
Δημιουργία Τρισδιάστατων Γραφικών.....	33
Δημιουργία Shaders.....	36
Δημιουργία Materials.....	39
Φωτισμός.....	40
Post Processing και VFX.....	41
3.2.2 Εμφύχωση Γραφικών.....	43
Keyframe Animations.....	43
Humanoid Animations.....	43
Tweens & Programmed Animations.....	45
3.2.3 Ήχος.....	47
Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	47
Ηχητικός Σχεδιασμός.....	47
Αφήγηση.....	48
Μουσική.....	48
3.2.4 Προγραμματισμός.....	50
Entity Component Systems.....	50
Λογική Οντοτήτων.....	50
Coroutines και Game Loop.....	52
Physics.....	53
Προγραμματισμός Εικονικών Χεριών.....	54
Συμπεράσματα.....	55
Απόκλισεις από την Αρχική Πρόταση.....	57
Προτάσεις για Επιπλέον Ανάπτυξη.....	58
Βιβλιογραφία.....	59
Παράρτημα.....	62
Συνάφεια Πτυχιακή με τα Προπτυχιακά Μαθήματα του ΤΗΧΕΙ.....	62

Εισαγωγή

Πεδίο Έρευνας και Εφαρμογής

Αντικείμενο της εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας αφηγηματικής εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality ή VR) με θέμα τις συνέπειες της απομόνωσης και τα προβλήματα που προέκυψαν στη περίοδο της καραντίνας 2020-2021, λόγω της επιδημίας του Covid-19. Η εφαρμογή, η οποία έχει τίτλο *Is There Anybody Out There?*, σχεδιάστηκε για συστήματα εικονικής πραγματικότητας τελευταίας γενιάς, αναπτύχθηκε σε Oculus Quest 2 και χαρακτηρίζεται ως μια καλλιτεχνική διαδραστική εμπειρία η οποία έχει ως στόχο να θίξει κοινωνικά θέματα, μέσω ενός νέου μέσου καλλιτεχνικής έκφρασης.

Παρόμοιου χαρακτήρα έργα εικονικής πραγματικότητας έχουν ήδη αναπτυχθεί στο παρελθόν από μεμονωμένους καλλιτέχνες, αλλά κυρίως, ως ομαδική προσπάθεια από εταιρείες παραγωγής. Μερικά από τα έργα αυτά ερευνήθηκαν και μελετήθηκαν στο στάδιο της προ-παραγωγής του *Is There Anybody Out There?* και παρουσιάζονται στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας. Τα έργα αυτά είναι το *Is Anna OK?* και το *We Wait* που είναι παραγωγές του BBC Media Applications Technologies Ltd, καθώς και το *The Book of Distance*, μια παραγωγή του National Film Board of Canada και του σκηνοθέτη Randall Okita.

Στόχος

Στόχος της εργασίας είναι η εξερεύνηση νέων διαδραστικών καλλιτεχνικών μέσων και στη συνέχεια, η δημιουργία ενός διαδραστικού καλλιτεχνικού έργου, με χρήση τεχνολογίας αιχμής, ώστε ο θεατής¹, να βιώσει την αφήγηση με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εμπύηση, να

¹ Αξίζει να σημειωθεί ότι “ο θεατής” που αναγράφεται σε αρκετά σημεία στο κείμενο είναι ο άνθρωπος που κάνει χρήση της εφαρμογής και παρακολουθεί συμμετοχικά το έργο. Δεν υπήρξε σκοπός από τον γράφοντα να δωθούν φυλετικά ή σεξιστικά χαρακτηριστικά, καθώς θα μπορούσε να είναι ο/η οποιοσδήποτε/οποιαδήποτε ανεξαρτήτως φύλου, ηλικίας, σεξουαλικού προσανατολισμού, εθνικότητας, θρησκείας κτλ. ειδικά από τη στιγμή που το έργο αναφέρεται σε μια κατάσταση που επηρέασε όλη την ανθρωπότητα ανεξαιρέτως.

αναστοχαστεί την περίοδο της καραντίνας και να προβληματιστεί για τις συνέπειές της πάνω στον έγκλειστο πληθυσμό.

Επιπλέον, με αφορμή και οδηγό την δημιουργία του συγκεκριμένου αυτού έργου, η εργασία, στοχεύει στο να παρουσιάσει, τόσο σε υλικό όσο και σε λογισμικό, την σύγχρονη σχετική τεχνολογία, η οποία επιτρέπει την δημιουργία παρόμοιων έργων, καθώς και την μεθοδολογία ανάπτυξης.

Ορισμός της Εικονικής Πραγματικότητας

Πριν την παρουσίαση των διαφορετικών τεχνολογιών είναι σημαντικό να δοθεί ο ορισμός της εικονικής πραγματικότητας. Εξετάζοντας τη κάθε λέξη χωριστά, εικονικός/-ή σημαίνει “να παρουσιάζεται σαν να είναι χωρίς να είναι” και ήταν μια φράση που άρχισε να χρησιμοποιείται με την ανάπτυξη των Η/Υ τη δεκαετία του ‘60. Η έννοια της πραγματικότητας, είναι ένα κεντρικό φιλοσοφικό ζήτημα και απασχόλησε τους φιλοσόφους, από την εποχή της αρχαίας Ελλάδας μέχρι το διαφωτισμό. Ένας απλοϊκός ορισμός της πραγματικότητας είναι “η ιδιότητα ενός πράγματος να έχει ύπαρξη”. Συνδυάζοντας τους δύο ορισμούς, καταλήγουμε στον γενικό ορισμό της εικονικής πραγματικότητας ως “τη παρουσίαση της ύπαρξης χωρίς να υπάρχει ύπαρξη”.²

Ο όρος εικονική πραγματικότητα, ειπώθηκε για πρώτη φορά από τον Jaron Lanier το 1989, για να περιγράψει μια εμπειρία που επιτυγχάνεται με τη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών όπως των γυαλιών εικονικής πραγματικότητας και των γαντιών διάδρασης, τα οποία χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές αυτές.³ Αν και έχουν δοθεί αρκετοί ορισμοί για την εικονική πραγματικότητα, οι περισσότεροι ορισμοί εστιάζουν στην εμπειρία που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία αυτή στο θεατή, εμβυθίζοντας τον σε έναν εικονικό κόσμο, ο οποίος αποτελείται από τρισδιάστατα γραφικά.⁴

² Bryson S., 2013

³ Ebersole S., 1997

⁴ Mazuryc T. & Gervautz M., 1999

Μεθοδολογία

Όσον αφορά στη μεθοδολογία, η οποία εφαρμόστηκε στην όλη πορεία της εργασίας, αυτή συνοψίζεται στα ακόλουθα:

Αρχικά, έγινε βιβλιογραφική έρευνα, για τις επιπτώσεις της πανδημίας του Covid-19 στον πληθυσμό (οι οποίες παρουσιάζονται στο 1^ο κεφάλαιο), για την εξέλιξη της τεχνολογίας της εικονική πραγματικότητας (παρουσιάζεται στο 2^ο κεφάλαιο) και για τα, παρόμοιας φιλοσοφίας, έργα εικονικής πραγματικότητας που αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια (παρουσιάζονται στο 3^ο κεφάλαιο).

Στη συνέχεια, αφού καθορίστηκε ο χαρακτήρας της εφαρμογής *Is There Anybody Out There?* και αφού επιλέχθηκε το υλικό και το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε, υλοποιήθηκε η ανάπτυξη της εφαρμογής με αρχές και μεθόδους οι οποίες στηρίχθηκαν σε προηγούμενη εμπειρία του γράφοντος.

1. Οι Επιπτώσεις της Πανδημίας Covid-19

Ο ιός του Covid-19 πρωτοεμφανίστηκε τον Δεκέμβριο του 2019, στην πόλη Wuhan της Κίνας και προκάλεσε περιστατικά πνευμονίας άγνωστης αιτιολογίας. Τα περιστατικά αυτά σύντομα αναγνωρίστηκαν ως μια νέα μόλυνση, η οποία αργότερα, ονομάστηκε Covid-19. Τον Ιανουάριο του 2020, ο ιός εξαπλώθηκε σε άλλα μέρη της Κίνας και έπειτα σε άλλες χώρες. Στις 11 Μαρτίου 2020, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ανακοίνωσε την παγκόσμια πανδημία του Covid-19.

Λόγω της επικινδυνότητας της μόλυνσης από τον ιό, σχεδόν όλες οι κυβερνήσεις έλαβαν ποικίλα μέτρα για να αντιμετωπίσουν την πανδημία. Ανάμεσα στα μέτρα αυτά συγκαταλέγονται κλείσιμο επιχειρήσεων και σχολείων και ενθάρρυνση της τηλεργασίας και εκπαίδευσης εξ αποστάσεως, απαγόρευση μεγάλων συναθροίσεων, περιορισμός των μετακινήσεων, καραντίνες και τέλος μέτρα αμιγώς υγειονομικού χαρακτήρα, όπως η χρήση μάσκας και ο εμβολιασμός.⁵

Η πανδημία του Covid-19 και η καραντίνα που ακολούθησε, είχαν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, στην υγεία, στην οικονομία, στην κοινωνία, στην ψυχολογία και στον τρόπο ζωής των ανθρώπων.⁶

Όσον αφορά στην υγεία, η πανδημία είχε σοβαρές συνέπειες καθώς πολλοί ταλαιπωρήθηκαν από τον ιό και αυξήθηκε ο αριθμός των θανάτων. Επίσης, άλλες ασθένειες δεν έλαβαν την απαραίτητη περίθαλψη λόγω υπερφόρτωσης των συστημάτων υγείας.

Όσον αφορά στην οικονομία, το κλείσιμο των επιχειρήσεων οδήγησε στην μείωση του εισοδήματος και της οικονομικής ανάπτυξης, στην απώλεια θέσεων εργασίας, στην αύξηση της ανεργίας και του χρέους.

⁵ Χατζάρα Κ., 2021

⁶ Κιουλάνη Α., 2021

Όσον αφορά στις κοινωνικές επιπτώσεις, η καραντίνα οδήγησε στην απομόνωση των ανθρώπων, γεγονός που περιορίσε τις κοινωνικές επαφές και τις δραστηριότητες που απαιτούν συνάθροιση. Το στρες της απομόνωσης οδήγησε στην αύξηση της ενδοοικογενειακής βίας. Το κλείσιμο των σχολείων έφερε καθυστερήσεις και απώλειες στην πρόοδο των μαθητών οι οποίες δεν αναπληρώθηκαν εξ ολοκλήρου από την παρεχόμενη τηλεκπαίδευση.

Όσον αφορά στις ψυχολογικές επιπτώσεις, η πανδημία και η καραντίνα επιδείνωσαν υφιστάμενα ή επέφεραν νέα ψυχολογικά προβλήματα, όπως, η κατάθλιψη, το άγχος και οι εξαρτήσεις.⁷

Παρόλο που η πανδημία του κορονοϊού είχε αρνητικές επιπτώσεις, η καραντίνα που επιβλήθηκε είχε και ορισμένες θετικές επιπτώσεις, όπως για παράδειγμα τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.⁸ Θετικές επιπτώσεις υπήρξαν ακόμη και στην ψυχολογία των ατόμων τα οποία βρήκαν τον χρόνο και την ευκαιρία να ασχοληθούν με νέες δραστηριότητες, να εξερευνήσουν τα ενδιαφέροντά τους, να ξεκουραστούν, να αναζητήσουν ηρεμία και γαλήνη στη ζωή τους, να αφιερώσουν χρόνο στον εαυτό τους. Το αν η πλάστιγγα έγειρε προς τις αρνητικές ή προς τις θετικές ψυχολογικές επιπτώσεις, αυτό εξαρτήθηκε από την ιδιοσυγκρασία του κάθε ατόμου και τις ιδιαίτερες συνθήκες κάτω από τις οποίες το κάθε άτομο βίωσε την καραντίνα. Ωστόσο, η αβεβαιότητα για την εξέλιξη της κατάστασης της πανδημίας και η αόριστη διάρκεια της καραντίνας, η οποία φαινόταν να απλώνεται στο μέλλον χωρίς προκαθορισμένη ημερομηνία λήξης, ευνοούσε περισσότερο τις αρνητικές ψυχολογικές συνέπειες παρά τις θετικές.

⁷ Κύρτσου Σ., 2022

⁸ Κόλλιας Ο., 2020

2. Εικονική Πραγματικότητα

2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία της εικονικής πραγματικότητας είναι αρκετά μεγάλη και ξεκινάει αιώνες πίσω. Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά οι σημαντικότεροι σταθμοί εξέλιξης των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας, από την εφεύρεση του στερεοσκοπίου, μέχρι τη δημιουργία των πιο σύγχρονων και προσβάσιμων συσκευών, καθώς και η σχέση τους με καλλιτεχνικές εφαρμογές.

2.1.1 Στερεοσκοπική Όραση και Στερεοσκόπιο

Η πρώτη εφεύρεση που θα μπορούσε να θεωρηθεί το έναυσμα στην δημιουργία της εικονικής πραγματικότητας είναι η δημιουργία του στερεοσκοπίου από τον Charles Wheatstone τον Ιούνιο του 1838, λίγα χρόνια μετά την εφεύρεση της φωτογραφίας. Ο Wheatstone παρατήρησε πως, αν δύο εικόνες με ελαφρώς διαφορετική προοπτική, προβληθούν ξεχωριστά στο κάθε μάτι ενός θεατή, δημιουργείται στον εγκέφαλο του η ψευδαίσθηση τρισδιάστατης προβολής. Αυτό οφείλεται στον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι βλέπουν και αντιλαμβάνονται τρισδιάστατα τον κόσμο, με κάθε μάτι να βλέπει με ελαφρώς διαφορετική προοπτική. Ο Wheatstone δημιούργησε μια συσκευή, η οποία ονομάστηκε στερεοσκόπιο και λειτουργούσε με τις παραπάνω αρχές, παρουσιάζοντας την ανακάλυψη του πάνω στον τρόπο λειτουργίας της ανθρώπινης όρασης.⁹

Στα επόμενα χρόνια, δημιουργήθηκαν πολλές παραλλαγές της συσκευής, οικονομικές, ακόμα και φορητές, οι οποίες είχαν μεγάλη απήχηση σε Ευρώπη και Αμερική. Σε μια εποχή που τα ταξίδια ήταν πολύ ακριβά, τα στερεοσκόπια ήταν ένας τρόπος για την μεσαία τάξη, να δει τοπία από όλο τον κόσμο αξιοποιώντας ένα μέσο το οποίο προσφέρει μεγαλύτερη εμπύθιση σε σχέση με τους πίνακες ζωγραφικής ή τη φωτογραφία. Υπάρχει, για πρώτη φορά στην ιστορία, εικονική μεταφορά ενός θεατή από ένα μέρος σε ένα άλλο, δίχως τη φυσική του παρουσία.¹⁰

⁹ Ismail A. & Pillay J.S., 2023

¹⁰ Thompson C., 2017

2.1.2 Sensorama & Δαμόκλεια Σπάθη

Τα πρώτα συστήματα εικονικής πραγματικότητας, κοντά στη σημερινή τους μορφή, εμφανίζονται την δεκαετία του '50 και του '60.

Το 1962, ο κινηματογραφιστής Morton Heilig, πατεντάρει το Sensorama, μια αυτόνομη συσκευή η οποία δημιουργούσε στους θεατές την ψευδαίσθηση φυσικής παρουσίας σε ένα διαφορετικό περιβάλλον από αυτό που βρίσκονταν. Η συσκευή αυτή, μπορούσε να αναπαράγει στερεοσκοπική κινούμενη εικόνα, αμφιωτικό ήχο και αρώματα. Επιπροσθέτως ένα δονούμενο κάθισμα και ανεμιστήρες, ενίσχυαν ακόμα περισσότερο την εμπειρία των θεατών. Η συσκευή απομόνωνε τον θεατή από το περιβάλλοντα χώρο, έτσι μπορούσε να χρησιμοποιηθεί οπουδήποτε. Στόχος της ήταν να αξιοποιηθεί τόσο στην ψυχαγωγία θεατών σε δημόσιους χώρους (βιβλιοθήκες, σταθμούς, αεροδρόμια κτλ.) όσο και στην εκπαίδευση. Οι ψυχαγωγικές εμπειρίες περιλαμβάναν από εικονικές βόλτες με μηχανή μέχρι εικονικά ταξίδια στην Ιταλία ή το Grand Canyon, ενώ η παραγωγή νέων εμπειριών μπορούσε να γίνει με χρήση στερεοσκοπικής αναλογικής κάμερας που επίσης κατασκεύαζε η εταιρία του Heilig. Παρόλο που η συσκευή αυτή, είχε όλα τα χαρακτηριστικά ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας, δεν ήταν διαδραστική.¹¹

Άλλη πατέντα του Morton Heilig ήταν η Telesphere Mask, η πρώτη οθόνη που προσαρμόζεται στο κεφάλι του θεατή (Head-Mounted Display ή HMD) και προσφέρει στερεοσκοπική όραση και αμφιωτικό ήχο. Η Telesphere Mask μπορεί να θεωρηθεί πρόδρομος των σημερινών συστημάτων εικονικής πραγματικότητας. Επίσης, ο Morton Heilig πατεντάρει το Θέατρο Εμπειριών (Experience Theater), το οποίο ήταν ένα σύστημα αντίστοιχο με το Sensorama, αλλά για μαζικό κοινό.¹²

Την ίδια δεκαετία, ο Ivan Sutherland, ο εφευρέτης του Sketchpad και δημιουργός των πρώτων ψηφιακών γραφικών συστημάτων διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή (Human Computer

¹¹ Mazuryc T. & Gervautz M., 1999

¹² USC School of Cinematic Arts, 2023

Interaction ή HCI) και των συστημάτων σχεδιασμού με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών (Computer Aided Design ή CAD), συλλαμβάνει την ιδέα της Απόλυτης Οθόνης (The Ultimate Display). Βάση αυτής της ιδέας ο θεατής θα έχει την δυνατότητα να επηρεάζει τον εικονικό κόσμο μέσω διαφόρων διεπαφών (όπως διεπαφές αναγνώρισης διαφόρων κινήσεων του σώματος και eye tracking, φωνητικών εντολών, χειριστηρίων με επιταχυνσιόμετρα και οθονών αφής), πολλά από τα οποία εφαρμόζονται σήμερα, τόσο σε συστήματα εικονικής πραγματικότητας όσο και σε άλλες τεχνολογίες. Επίσης, ο Ivan Sutherland, παρουσιάζει την Απόλυτη Οθόνη σαν ένα χώρο όπου ο υπολογιστής θα μπορεί να επηρεάζει την ύπαρξη της ύλης, όπου μια εικονική σφαίρα θα μπορεί να τραυματίσει όντως τον θεατή (ιδέα που παρουσιάζεται στην ταινία Matrix), κάτι το οποίο φυσικά δεν έχει πραγματοποιηθεί.¹³

Το 1968, ο Sutherland, παρουσιάζει τη Δαμόκλεια Σπάθη (Damocles Sword), ένα σύστημα που περιλάμβανε μια οθόνη προσώπου (Head Mounted Display ή HMD) στην οποία προβάλλονταν στερεοσκοπικά ένα εικονικό τρισδιάστατο περιβάλλον. Το σύστημα του είχε την δυνατότητα να αλλάζει την προοπτική της προβολής βάσει των κινήσεων του χρήστη στο χώρο και τον περιστροφών του κεφαλιού του.¹⁴ Αντίστοιχες δυνατότητες, εντοπισμού μετατοπίσεων στον χώρο αλλά και εντοπισμού των κινήσεων του θεατή, προσφέρουν και τα σύγχρονα συστήματα εικονικής πραγματικότητας. Αυτός ο εντοπισμός ενισχύει τη διάδραση των θεατών με τον εικονικό χώρο και συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην εμπύθισή τους στο εικονικό περιβάλλον - έτσι καθίσταται απαραίτητη προϋπόθεση για τον καθορισμό ενός συστήματος ως σύστημα εικονικής πραγματικότητας.¹⁵

¹³ Sterling B., 2009

¹⁴ Ismail A. & Pillay J.S., 2023

¹⁵ Bryson S., 2013

2.1.3 Επόμενες Καινοτομίες

Την δεκαετία του '80 κυκλοφορεί ο Apple II καθώς και συστήματα της Atari και οι υπολογιστές γίνονται πιο προσβάσιμοι από το ευρύ κοινό. Ταυτόχρονα εμφανίζονται καλλιτέχνες και επιστήμονες οι οποίοι έχουν επηρεαστεί από το έργο των προαναφερόμενων πρωτοπόρων της εικονικής πραγματικότητας.

Ο Tom Zimmerman, στο τέλος της δεκαετίας του '70, συλλαμβάνει και δημοσιεύει την ιδέα του να παίζει μουσική στον αέρα, την οποία υλοποιεί λίγα χρόνια αργότερα με την χρήση οπτικών αισθητήρων ελαστικότητας που υπολόγιζαν το λύγισμα του δακτύλου και το μετέτρεπαν σε ηλεκτρικό σήμα.¹⁶ Στην συνέχεια, συνεργάζεται με τον μουσικό και πρωτεργάτη στην τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας Jaron Lanier και μαζί ιδρύουν την εταιρία VPL. Η VPL αναπτύσσει στολές που κάνουν εντοπισμό όλου του σώματος και ένα HMD με την ονομασία EyePhone.¹⁷

Τη δεκαετία του '90, η W Industries/ Virtuality, παράγει το δικό της HMD, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται δύο LCD οθόνες, γυροσκόπιο για τον εντοπισμό της γωνίας θέασης, τέσσερα ηχεία, μικρόφωνο και δύο χειριστήρια, των οποίων η κίνηση εντοπίζεται μαγνητικά. Το σύστημα τροφοδοτούνταν από μία Amiga 3000.¹⁸

Στην δεκαετία του '90, αν και πολλές εταιρείες ήδη παράγουν προσβάσιμο πλέον εξοπλισμό εικονικής πραγματικότητας, τα κέρδη είναι χαμηλά και η διάδοση του παγκόσμιου ιστού φαίνεται να προσελκύει περισσότερο το ενδιαφέρον, ενώ οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας όλο και λιγότερο. Επιπλέον, η τεχνολογία δεν ήταν επαρκής για να υποστηρίξει τα βιντεοπαιχνίδια, έναν κλάδο στον οποίο, η οικονομία των τεχνολογιών εικονικής πραγματικότητας θα μπορούσε να στηριχτεί. Η κοινή γνώμη πίστευε πως, η εικονική

¹⁶ Zimmerman G.T., 1983

¹⁷ Ebersole S., 1997

¹⁸ Tech Monitor, 2023

πραγματικότητα ήταν μια τεχνολογία η οποία πλησίαζε στην κατάργηση της. Κύριος πελάτης και χρηματοδότης, εκείνη και την επόμενη δεκαετία, ήταν ο στρατός.¹⁹

Το 2006, με την εμφάνιση των πρώτων έξυπνων κινητών συσκευών, το κόστος και το μέγεθος των LCD οθονών και των επεξεργαστών μειώνονται, ενώ η ανάλυση και η υπολογιστική ισχύς αυξάνονται, γεγονότα που θα συμβάλουν στην ανάπτυξη της VR τεχνολογίας.

2.1.4 Σύγχρονη Ιστορία

Το 2012, εμφανίζεται ο Luckey Palmer και παρουσιάζει το Oculus Rift DK-1 (Development Kit), μια μάσκα εικονικής πραγματικότητας κόστους 300\$, η οποία αναζωπυρώνει το κίνημα γύρω από την εικονική πραγματικότητα. Ο Palmer βασίστηκε σε προηγούμενη έρευνα, αλλά επιπλέον εντόπισε και έλυσε προβλήματα όπως η μικρή γωνία θέασης (Field of View), η χαμηλή ανανέωση των κάρε (framerate), το βάρος, το κόστος και η δυνατότητα λειτουργίας με επαγγελματικούς ή ακόμα και προσωπικούς υπολογιστές. Η επιτυχημένη καμπάνια χρηματοδότησης, στο Kickstarter, οδήγησε στην κατασκευή και στη διανομή των πρώτων συσκευών ανάπτυξης (Development Kits). Το 2014, η Oculus εξαγοράζεται από τη Facebook, τη σημερινή Meta, και στις αρχές του 2016 κυκλοφόρησε η πρώτη εμπορική έκδοση του Oculus Rift, η οποία ονομάζεται CV1 (Commercial Version).²⁰

¹⁹ Schnipper M, 2023

²⁰ Schnipper M, 2023

2.2 Τεχνολογία

2.2.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά του Oculus Rift

Το Oculus Rift είναι μια συσκευή η οποία συνδέεται σε υπολογιστή, σε αντίθεση με τα αυτόνομα (standalone) συστήματα εικονικής πραγματικότητας. Οι υπολογισμοί και το rendering (οπτικοποίηση) γίνονται στον υπολογιστή ενώ η στερεοσκοπική εικόνα προβάλλεται στις οθόνες του Oculus Rift. Επιπλέον το Oculus Rift, είναι ένα σύστημα με 6 άξονες ελευθερίας, γνωστό και ως 6 DoF (Degrees of Freedom), το οποίο σημαίνει ότι εντοπίζονται οι περιστροφές του κεφαλιού του θεατή καθώς και η φυσική του θέση στο χώρο. Οι παραπάνω μετασχηματισμοί επηρεάζουν την γωνία θέασης στο εικονικό περιβάλλον. Οι διαστάσεις του χώρου εντοπισμού ποικίλουν ανάλογα το σύστημα αλλά συνήθως είναι από 3*3 μέτρα (όπως στο Oculus Rift) μέχρι 5*5 μέτρα. Αντιθέτως, σε συστήματα με 3 άξονες ελευθερίας (3 DoF), η φυσική κίνηση του θεατή στο χώρο δεν υπολογίζεται, παρά μόνο η περιστροφή του κεφαλιού του, περιορίζοντας αρκετά τις δυνατότητες διάδρασης και την εμβύθιση.²¹

Τα συστήματα 6 αξόνων ελευθερίας, όπως και το Oculus Rift συνοδεύονται από χειριστήρια, επίσης 6 αξόνων ελευθερίας, τα οποία λειτουργούν ως εικονικά χέρια, προσφέροντας ακόμα μεγαλύτερη δυνατότητα αλληλεπίδρασης του θεατή με τον εικονικό κόσμο, μέσω φυσικών χειρονομιών. Ο θεατής έχει τη δυνατότητα να “πιάσει” εικονικά αντικείμενα πιέζοντας το χέρι του στο χειριστήριο, ενισχύοντας έτσι την εμβύθιση του στον εικονικό κόσμο. Ο εντοπισμός των περιστροφών, τόσο της μάσκας όσο και των χειριστηρίων, γίνεται μέσω IMU μονάδων (συνδυασμός μονάδων γυροσκοπίων, αξελερόμετρων και μαγνητόμετρων), ενώ ο εντοπισμός της θέσης γίνεται μέσω υπερύθρων καμερών ή αισθητήρων που βρίσκονται στο χώρο.

Όσον αφορά τη θέση και τον τύπο των καμερών, υπάρχουν δύο τεχνικές, η “έξω-μέσα” (Outside-In), όπου δύο ή περισσότερες κάμερες (γνωστές και ως Sensors - Αισθητήρες ή Beacons ή Light Towers - Φάροι) τοποθετούνται στο χώρο και εντοπίζουν την θέση της μάσκας

²¹ Barnard D., 2019

και των χειριστηρίων, στα οποία υπάρχουν υπέρυθρα LEDs και η τεχνική “μέσα-έξω” (Inside-Out) όπου οι κάμερες, οι οποίες εντοπίζουν τις μετατοπίσεις στο χώρο και τη θέση των χειριστηρίων, βρίσκονται πάνω στη συσκευή. Το Oculus Rift αξιοποιεί την πρώτη μέθοδο, η οποία, σε ορισμένες περιπτώσεις, έχει μεγαλύτερη ακρίβεια (π.χ. μπορεί να εντοπίσει τα χειριστήρια ακόμα και αν βρίσκονται πίσω από τη μάσκα), απαιτεί όμως περισσότερο εξοπλισμό και καθιστά την εγκατάσταση και την μεταφορά του συστήματος δυσκολότερες.

Το Oculus Rift διαθέτει διπλή OLED οθόνη, με ανάλυση 1080*1200 pixels (2160*1200 pixels συνολική ανάλυση), ρυθμό ανανέωσης των καρέ στα 90 Hz (απαραίτητο για την ομαλή εμπειρία του χρήστη), ακουστικά over-ear και μικρόφωνο. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της απόστασης των φακών με βάση το IPD (interpupillary distance - απόσταση ματιών) του εκάστοτε θεατή, ενώ η σύνδεση απαιτεί 1 HDMI 1.3 και 1 USB 3.0. Τέλος, για τη σωστή λειτουργία του, απαιτεί τουλάχιστον έναν sensor (ιδανικά δύο αν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και τα χειριστήρια), τους οδηγούς (drivers) της Oculus καθώς και ένα υπολογιστικό σύστημα που πληροί τα κριτήρια που απαιτούνται για τη λειτουργία.²²

2.2.2 Νεότερη Γενιά Συστημάτων Oculus

Το 2019, η Oculus παρουσιάζει δύο νέες συσκευές, το Oculus Rift S και το Oculus Quest (το οποίο μετονομάστηκε σε Meta Quest αλλά στη παρούσα εργασία θα συνεχίσει να αναφέρεται με το αρχικό του όνομα). Το πρώτο σύστημα πρόκειται για να μια ανανεωμένη έκδοση του Oculus Rift, με καλύτερα οπτικά συστήματα και λειτουργία εντοπισμού “μέσα-έξω”, καθιστώντας την εγκατάσταση και την σύνδεση πιο απλή και εύκολη. Το Oculus Quest είναι μια εντελώς νέα, διαφορετική συσκευή, καθώς πρόκειται για ένα αυτόνομο σύστημα εικονικής πραγματικότητας με 6 άξονες ελευθερίας (η εταιρία είχε ήδη παρουσιάσει ένα χρόνο νωρίτερα το Oculus Go, αυτόνομο σύστημα με 3 άξονες ελευθερίας). Το Oculus Quest έχει λειτουργικό σύστημα Android και σύστημα εντοπισμού “μέσα-έξω”. Έτσι δεν υπάρχει περιορισμός στο μέγεθος του χώρου στον οποίο ο χρήστης μπορεί να κινηθεί καθώς δεν απαιτούνται εξωτερικές κάμερες ούτε σύνδεση με υπολογιστική μονάδα. Το Oculus Quest διαθέτει διπλή OLED οθόνη με ανάλυση

²² Oculus, 2023

1600*1440 pixels (2800*1440 pixels συνολική ανάλυση), ρυθμό ανανέωση καρέ στα 72 Hz, ακουστικά ενσωματωμένα στο λουρί στήριξης και μικρόφωνο. Λειτουργεί με έναν επεξεργαστή Qualcomm Snapdragon 835 στα 2.3 GHz, μια κάρτα γραφικών Qualcomm Adreno 540 και διαθέτει 4 GB μνήμης. Τέλος, περιέχει χειριστήρια και δυνατότητα ρύθμισης της απόστασης των φακών.

Την επόμενη χρονιά, η εταιρία ενσωματώνει στο λογισμικό της το Oculus Link, ένα πρωτόκολλο, το οποίο επιτρέπει στην συσκευή να λειτουργεί συνδεδεμένη στον υπολογιστή, όπως θα λειτουργούσε ένα Oculus Rift ή ένα Rift S (τα οποία δεν διαφέρουν στην λειτουργία τους και στον τρόπο ανάπτυξης εφαρμογών παρά μόνο στον διαφορετικό τύπο εντοπισμού θέσης).²³ Επιπλέον την ίδια χρονιά παρουσιάστηκε το Oculus Quest 2, μια ελαφρώς βελτιωμένη έκδοση του Oculus Quest.

2.2.3 Άλλες Συσκευές

Πέρα από τις συσκευές της Oculus που αναφέρθηκαν και αναλύθηκαν παραπάνω, άλλες συσκευές 6 αξόνων ελευθερίας που αξίζει να αναφερθούν, καθώς είναι εξίσου σημαντικές και έχουν αντίστοιχους αριθμούς πωλήσεων, είναι το Vive της HTC και το Playstation VR της Sony το οποίο λειτουργεί με την κονσόλα PlayStation 4 Pro και PlayStation 5. Επιπλέον, πολύ διάσημα συστήματα 3 αξόνων ελευθερίας, αντίστοιχα με το Oculus Go, είναι το Google Cardboard και αντίστοιχες παραλλαγές του από άλλες εταιρείες. Πρόκειται για συσκευές από χαρτόνι ή πλαστικό που περιέχουν μόνο τους φακούς και χρησιμοποιούν μια έξυπνη κινητή φορητή συσκευή (smartphone) Android ή iOS για τη προβολή των γραφικών. Αυτά ποικίλλουν σε κόστος και ποιότητα, ενώ εκδόσεις όπως το Samsung Gear VR, ή το Google Daydream, είναι συσκευές σχεδιασμένες για τα πιο εξελιγμένα smartphones, τα οποία έχουν οθόνες με μεγαλύτερη ανάλυση. Τέτοιες συσκευές συμπεριλαμβάνουν συνήθως και χειριστήριο 3 αξόνων ελευθερίας και έχουν καλύτερους φακούς και εφαρμογή κινητής συσκευής σε σχέση με τα απλά cardboards.

²³ Oculus, 2023

2.3 Παρούσα Κατάσταση & Πεδία Εφαρμογής

Συνοψίζοντας, η εικονική πραγματικότητα βρίσκεται σε απόγειό της τόσο τεχνολογικά όσο και εμπορικά. Οι εφευρέσεις των περασμένων δεκαετιών, καθώς και οι πιο επίκαιρες προσαρμογές, οδήγησαν στη δημιουργία προσβάσιμων συσκευών που διαθέτουν ικανοποιητικά χαρακτηριστικά (ανάλυση οθόνης, αναγνώριση κινήσεων κτλ.) ώστε να προσφέρουν εμπειρίες εικονικής πραγματικότητας, δηλαδή “εμπειρίες που παρουσιάζονται σαν να υπάρχουν χωρίς όμως να υπάρχουν”. Η συνέχιση της ανάπτυξης, της βελτίωσης των χαρακτηριστικών και της μείωσης των τιμών είναι η φυσική εξέλιξη της βιομηχανίας της εικονικής πραγματικότητας. Ενδεικτικά το 2019 πουλήθηκαν σε καταναλωτές πάνω από 6 εκατομμύρια VR συσκευές 6 αξόνων ελευθερίας.²⁴

Τέλος, όσον αφορά, στη χρήση της τεχνολογίας, στο είδος και στα πεδία των εφαρμογών, αυτά ποικίλουν, όπως φάνηκε από την απαρχή της ιστορίας της εικονικής πραγματικότητας. Επιστήμονες την αξιοποιούν για στρατιωτικές προσομοιώσεις, ιατρικούς σκοπούς ή για καταστάσεις που δεν είναι εύκολο να αναπαραχθούν στον φυσικό κόσμο. Καλλιτέχνες την αξιοποιούν για την δημιουργία ταινιών, διαδραστικών εμπειριών ή ακόμα και για την δημιουργία πιο πειραματικών έργων. Άλλα πεδία εφαρμογής μπορεί να είναι η διατήρηση πολιτιστικής κληρονομιάς, μέσω εικονικών περιηγήσεων, η εκπαίδευση και η ενημέρωση. Τέλος, μεγάλη μερίδα των χρηστών συσκευών εικονικής πραγματικότητας αξιοποιεί την τεχνολογία για ψυχαγωγία και βιντεοπαιχνίδια.

²⁴ Statista, 2023

3. Ανάπτυξη Εφαρμογής

3.1 Προ-παραγωγή

3.1.1 Έρευνα Αντίστοιχων Έργων

Σημαντικό κομμάτι της προ-παραγωγής είναι η αναζήτηση άλλων διαδραστικών εμπειριών ή βιντεοπαιχνιδιών που, εκτός την ψυχαγωγία, στοχεύουν και στην μετάδοση ενός κοινωνικού μηνύματος. Στη συνέχεια, αναφέρονται ενδεικτικά κάποια έργα, η επίδραση των οποίων συνέβαλε στην διαμόρφωση και την αισθητική του *Is There Anybody Out There?*.

Is Anna OK?

Παραγωγή: BBC Media Applications Technologies Lts

Ανάπτυξη: Aardman Digital

Διάρκεια: 20'

Έτος Παραγωγής: 2018

Η διαδραστική εμπειρία εικονικής πραγματικότητας *Is Anna OK?* είναι βασισμένη σε πραγματικά γεγονότα και πραγματεύεται την ιστορία δύο δίδυμων αδελφών, της Άννας και της Λόρεν. Το 2015, η Άννα χτυπήθηκε από ένα αυτοκίνητο ενώ η Λόρεν ήταν παρούσα στο ατύχημα. Η αφήγηση αφορά στο χρονικό του ατυχήματος και της αποκατάστασης της Άννας και στόχος του έργου είναι η ενημέρωση του ευρύ κοινού για τις επιπτώσεις των εγκεφαλικών βλαβών και της αμνησίας.

Το έργο αποτελείται από δύο μέρη. Ένα από την προοπτική της Άννας, το οποίο είναι σχεδιασμένο ώστε ο θεατής να βρίσκεται καθιστός και ένα από τη σκοπιά της Λόρεν, το οποίο είναι σχεδιασμένο ώστε ο θεατής να βρίσκεται όρθιος. Τα δύο μέρη είναι συμμετρικά και αποτελούνται από 5 ξεχωριστές σκηνές, τις οποίες ο θεατής βιώνει ελαφρώς διαφορετικά από τη σκοπιά της κάθε κοπέλας. Ο θεατής επιλέγει στην αρχή το μέρος που θέλει να παρακολουθήσει,

ενώ μόλις ολοκληρώσει την ιστορία από τη σκοπιά της μιας κοπέλας μπορεί να την παρακολουθήσει και από την σκοπιά της άλλης.²⁵

Το *Is There Anybody Out There?*, όπως αυτό τελικά διαμορφώθηκε, και το *Is Anna OK?*, έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Αυτά είναι τα μεταφυσικά στοιχεία, οι μινιμαλιστικές σκηνές και οι μεταβάσεις μεταξύ σκηνών που πραγματοποιούνται με την αλληλεπίδραση με κάποιο αντικείμενο. Και τα δύο μέρη του *Is Anna OK?* τελειώνουν με τον θεατή, στη θέση της εκάστοτε πρωταγωνίστριας, να τεντώνει το χέρι του και να “ακουμπά” το χέρι της αδερφής. Με αυτό το τρόπο οι σχεδιαστές καταφέρνουν να δημιουργήσουν συναισθηματικούς δεσμούς με τους χαρακτήρες του έργου, πιο εύκολα απ’ ότι με άλλα μέσα όπως κινηματογράφος ή βιντεοπαιχνίδια για υπολογιστή. Τέλος, το *Is Anna OK?* επηρέασε το *Is There Anybody Out There?* στην δομή του σεναρίου, αλλά και όσον αφορά στο εικαστικό κομμάτι, στην αισθητική του.

The Book of Distance

Παραγωγή: National Film Board of Canada

Ανάπτυξη: National Film Board of Canada

Διάρκεια: 30’

Έτος Παραγωγής: 2020

Το *The Book of Distance* είναι ένα διαδραστικό ντοκιμαντέρ εικονικής πραγματικότητας, το οποίο περιγράφει τις εμπειρίες Ιαπώνων μεταναστών στον Καναδά, κατά τη διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου. Πρόκειται για την αληθινή ιστορία της οικογένειας του δημιουργού και σκηνοθέτη Randall Okita και παρουσιάζονται εικόνες και έγγραφα της εποχής. Τα γραφικά, το σκηνικό και οι χαρακτήρες παρουσιάζονται στυλιζαρισμένα αναμειγνύοντας αρκετά διαφορετικά στυλ.

²⁵ Bates C., 2018

Στο έργο παρουσιάζεται ο ίδιος ο Randall Okita, ο οποίος αφηγείται τις διηγήσεις που άκουσε από τον πατέρα του και τον παππού του, ενώ μοιράζεται τις σκέψεις του και τους προβληματισμούς του για τις αδικίες που βίωσαν ως Ιάπωνες μετανάστες τη περίοδο του πολέμου λόγω της καταγωγής τους. Το σκηνικό διαρκώς μεταβάλλεται, παραπέμποντας σε σκηνικό θεατρικής παράστασης, καταφέροντας να μπλέξει τον ρεαλισμό με το μεταφυσικό στοιχείο. Ο θεατής παρακολουθεί την πορεία του παππού του Randall, από το παραδοσιακό Ιαπωνικό σπίτι στο οποίο μεγάλωσε, στο πλοίο με το οποίο μετανάστευσε, στον συνοριακό έλεγχο, στο πρώτο σπίτι της οικογένειας, το οποίο κατασχέθηκε, στα στρατόπεδα συγκέντρωσης και τέλος, στο δεύτερο σπίτι, ενώ υπάρχουν σημεία μεταβάσεων όπου παρουσιάζονται σαν σκηνικό γυρίσματος ή θεάτρου. Η εφαρμογή είναι διαδραστική σε πολύ έντονο βαθμό και παροτρύνει τον θεατή να αλληλεπιδρά σαν να ήταν μέλος της οικογένειας, καλώντας τον να είναι αυτός που θα τραβήξει τις οικογενειακές φωτογραφίες, θα πακετάρει την βαλίτσα, θα περάσει έλεγχο διαβατηρίων, θα βοηθήσει στις δουλειές του σπιτιού, θα χαιρετήσει και θα αποχαιρετήσει αγαπημένα πρόσωπα κτλ. Ο Randall έχει επίγνωση του θεατή, του απευθύνεται όταν μιλάει και καταρρίπτει διαρκώς τον τέταρτο τοίχο, κάτι το οποίο συμβαίνει και στο *Is There Anybody Out There?*.

We Wait

Παραγωγή: BBC Media Applications Technologies Ltds

Ανάπτυξη: BBC Media Applications Technologies Ltds & Aardman Digital

Διάρκεια: 20΄

Έτος Παραγωγής: 2016

Το *We Wait* είναι μια διαδραστική εφαρμογή για Oculus Rift, παραγωγής του BBC, με θέμα το πέρασμα των μεταναστών από την Τουρκία στην Ελλάδα. Χαρακτηρίζεται ως documentary VR experience, και αφηγείται αληθινές ιστορίες μεταναστών που έζησαν αντίστοιχες καταστάσεις. Οι ιστορίες παρουσιάζονται με στυλιζαρισμένα τρισδιάστατα μοντέλα αλλά με ήχο πραγματικό, από συνεντεύξεις ανθρώπων που έκαναν το ταξίδι και επιβίωσαν. Ο θεατής τοποθετείται, σε πρώτο πρόσωπο, να ακολουθήσει μια ομάδα ανθρώπων καθώς επιβιβάζονται σε μια βάρκα και

προσπαθούν, δίχως αποτέλεσμα, να περάσουν στην Ελλάδα.²⁶ Κοινό χαρακτηριστικό του με το *Is There Anybody Out There?* είναι ότι παρουσιάζεται ένα κοινωνικό πρόβλημα, με συμβολικό τρόπο, και ο θεατής ενημερώνεται μέσα από μια προσομοίωση πρώτου προσώπου.

Άλλα παιχνίδια που δεν ήταν εικονικής πραγματικότητας αλλά επηρέασαν άμεσα το σχεδιασμό την αισθητική και την αφήγηση είναι το *That Dragon Cancer* και το *Dear Esther*.

3.1.2 Καθορισμός του Χαρακτήρα της Εφαρμογής

Η έρευνα που προηγήθηκε, και αφορά στο τι σχετικό έχει γίνει από άλλους καλλιτέχνες/δημιουργούς, συνέβαλε στο να ληφθούν αποφάσεις που διαμόρφωσαν τον χαρακτήρα της εφαρμογής *Is There Anybody Out There?*.

Το *Is There Anybody Out There?* σχεδιάστηκε ως standing room-scale εμπειρία, δηλαδή, οι θεατές στέκονται όρθιοι και έχουν δυνατότητα κίνησης στο χώρο ενός μέσου δωματίου (περίπου 3*3 μέτρα). Η συγκεκριμένη πρακτική είναι αρκετά συνηθισμένη στο σχεδιασμό εμπειριών εικονικής πραγματικότητας καθώς προσφέρει στον θεατή έναν εύκολο, ενστικτώδη τρόπο κίνησης σε μικρούς χώρους (σε αντίθεση με συστήματα τηλεμεταφοράς, τα οποία είναι αναγκαστική επιλογή σε μεγάλους ή ανοιχτούς χώρους). Επιπλέον, η πρακτική αυτή συμβάλλει ακόμα περισσότερο στην εμβύθιση του θεατή καθώς τον αναγκάζει να μετακινηθεί, εν αντιθέσει με τις εφαρμογές που εμπεριέχουν τηλεμεταφορά ή κίνηση μέσω χειριστηρίου, όπου ο θεατής μετακινείται μόνο στον εικονικό χώρο δίχως να μετακινείται και στον πραγματικό.

Επιπλέον, το *Is There Anybody Out There?* σχεδιάστηκε για συστήματα 6 αξόνων ελευθερίας, ώστε όλες οι αλληλεπιδράσεις να γίνονται μέσω της φυσικής κίνησης και των χειρονομιών του θεατή, γεγονός που επαυξάνει τις δυνατότητες διάδρασης και την εμβύθιση.

²⁶ BBC Rewind, 2023

3.1.3 Επιλογή Υλικού και Λογισμικού για την Υλοποίηση του Έργου

Επιλογή Συσκευής

Αρχικά, το *Is There Anybody Out There?* άρχισε να υλοποιείται σε συσκευή Oculus Rift. Ο κύριος λόγος επιλογής της συγκεκριμένης συσκευής είναι το γεγονός ότι είναι ένα σύστημα με 6 άξονες ελευθερίας, βασικό προαπαιτούμενο του χαρακτήρα της εφαρμογής.

Ωστόσο, με την εμφάνιση του Oculus Quest το 2019, η ανάπτυξη της εφαρμογής συνεχίστηκε σ' αυτό (και μετέπειτα σε Oculus Quest 2), προσομοιώνοντας, με την χρήση του λογισμικού Oculus Link, το Rift. Παράλληλα, αναπτύχθηκε και έκδοση για το αυτόνομο Quest έτσι ώστε να καλύπτεται σχεδόν όλο το οικοσύστημα της Oculus (εκτός από το Oculus Go το οποίο είναι σύστημα 3 αξόνων ελευθερίας). Το Oculus Quest 2 αποτελεί αυτή τη στιγμή τη πιο ελκυστική επιλογή συστήματος εικονικής πραγματικότητας βάση του σχετικά χαμηλού κόστους του καθώς και τις δυνατότητες που παρέχει για ανάπτυξη και αναπαραγωγή εφαρμογών τόσο σε H/Y, όσο και ως standalone Android σύστημα, με μία μόνο συσκευή.

Με τις κατάλληλες προσαρμογές στον κώδικα, το *Is There Anybody Out There?*, θα μπορούσε να αναπαραχθεί σε οποιοδήποτε από τα συστήματα 6 αξόνων ελευθερίας που περιλαμβάνουν χειριστήρια π.χ. στο Vive της HTC, ή στο Playstation VR της Sony, αλλά θα ήταν αδύνατο να αναπαραχθεί σε άλλο μέσο ή σε σύστημα 3 αξόνων ελευθερίας όπως π.χ. στο Oculus Go, ή στο Google Cardboard.

Επιλογή Λογισμικού για το Game Design

Για τη συγγραφή του σεναρίου, αλλά και την καταγραφή των αντικειμένων του χώρου, των ήχων, των αλληλεπιδράσεων και τη συλλογή εικόνων αναφοράς (references), δηλαδή το Game Design Document, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο Miro. Παρόλο που στο διαδίκτυο υπάρχουν πολλές αναφορές για το πως γράφεται ένα Game Design Document, αλλά και το ποια εργαλεία είναι τα ιδανικότερα, εν τέλει, η επιλογή εργαλείου εξαρτάται από το είδος της παραγωγής και

τις προτιμήσεις των δημιουργών που την υλοποιούν. Στη περίπτωση του *Is There Anybody Out There?*, όπου ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του έγιναν ατομικά, το Miro κρίθηκε ως το καταλληλότερο λογισμικό, επειδή μπορεί να υποστηρίξει οποιουδήποτε είδους πολυμεσικά δεδομένα και τις συνδέσεις μεταξύ αυτών.

Επιλογή Μηχανής Γραφικών

Για την δημιουργία της εφαρμογής επιλέχθηκε η μηχανή γραφικών Unity, και συγκεκριμένα η έκδοση 2022 και αξιοποίηση του Universal Rendering Pipeline (URP). Η επιλογή αυτή έγινε βάση προηγούμενης εμπειρίας του γράφοντος, τόσο μέσα από μαθήματα και εργασίες στο ΤΗΧΕΙ, όσο και μέσω επαγγελματικής και προσωπικής ενασχόλησης. Επιπλέον, η Unity αποτελεί μια συνηθισμένη επιλογή στο κλάδο της κατασκευής βιντεοπαιχνιδιών και εμπειριών εικονικής πραγματικότητας, καθώς μπορεί να αναπαράγει τρισδιάστατα γραφικά και τρισδιάστατο ήχο, και μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να υπάρχει διάδραση μεταξύ χρήστη και εφαρμογής. Τέλος, η χρήση της είναι δωρεάν για μη εμπορικούς σκοπούς.

Μια εναλλακτική επιλογή θα ήταν η Unreal Engine οι δυνατότητες της οποίας είναι αντίστοιχες με της Unity.

Επιλογή Λογισμικού Σχεδιασμού 3D Γραφικών

Για την δημιουργία των τρισδιάστατων γραφικών επιλέχθηκε το σχεδιαστικό λογισμικό Blender. Η επιλογή του έγινε με βάση την προηγούμενη εμπειρία του γράφοντος αλλά και του γεγονότος ότι το Blender είναι ένα ελεύθερο λογισμικό το οποίο παρέχει όλες τις δυνατότητες των λογισμικών της κατηγορίας του. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε το Substance Painter της Adobe για τη δημιουργία ambient occlusion map (περισσότερα στο κεφάλαιο 3.2.1 *Γραφικά*).

Επιλογή Λογισμικού Επεξεργασίας Ήχου

Για την ηχογράφηση και την ηχητική επεξεργασία επιλέχθηκε το λογισμικό Audacity. Παρόλο που άλλες εναλλακτικές επιλογές αντίστοιχου λογισμικού, όπως τα λογισμικά Pro Tools, Adobe Audition και Cubase, παρέχουν πιο προηγμένες λειτουργίες επεξεργασίας ήχου, κρίθηκε ότι οι

δυνατότητες του Audacity επαρκούν για τις ανάγκες του *Is There Anybody Out There?* και έτσι επιλέχθηκε αυτό γιατί είναι δωρεάν και ανοιχτού κώδικα.

Επιλογή Εργαλείων Προγραμματισμού

Εφόσον η Unity επιλέχθηκε ως η Μηχανή Γραφικών του *Is There Anybody Out There?* η γλώσσα προγραμματισμού είναι η C#, που είναι η κύρια γλώσσα προγραμματισμού στη Unity. Η C# είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που αναπτύχθηκε από τη Microsoft στα τέλη της δεκαετίας του '90. Είναι μια γλώσσα υψηλού επιπέδου που σχεδιάστηκε για να είναι εύκολη στην μάθηση και στη χρήση, και παρέχει πλούσια υποστήριξη, για αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, για γενικού σκοπού προγραμματισμό και για ανάπτυξη εφαρμογών. Τα αρχεία της C# έχουν κατάληξη .cs και αποτελούνται από κώδικα που περιλαμβάνει δήλωση των κλάσεων, των μεθόδων και των μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή.

Όμως, εκτός από την C#, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί και το Oculus SDK (Software Development Kit) το οποίο είναι μια βιβλιοθήκη ανάπτυξης λογισμικού που δημιουργήθηκε από την Oculus για να βοηθήσει τους προγραμματιστές να δημιουργήσουν εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας για τις συσκευές Oculus. Το Oculus SDK παρέχει τις βασικές λειτουργίες κώδικα, τα εργαλεία και την τεκμηρίωση που απαιτούνται για τη δημιουργία εφαρμογών. Παρόλο που, εναλλακτικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το OpenVR, η επιλογή του Oculus SDK βασίστηκε στο γεγονός ότι η χρήση του OpenVR στο Oculus μπορεί να προκαλέσει μειωμένη απόδοση και λειτουργικότητα, σε σχέση με τη χρήση του επίσημου Oculus SDK.

Επιλογή Λογισμικού Version Control

Το λογισμικό για version control είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των αλλαγών στον πηγαίο κώδικα ενός έργου λογισμικού. Η βασική λειτουργία του είναι η διαχείριση των διαφορετικών εκδόσεων του κώδικα, οι οποίες παράγονται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του έργου. Παρέχει ένα σύστημα για τον έλεγχο των αλλαγών στον κώδικα, τον συντονισμό όλων των προγραμματιστών που συμμετέχουν στο έργο και τη διαχείριση των

διαφορετικών εκδόσεων. Για τον σκοπό αυτό επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το GitHub. Παρ' όλο που τα συστήματα για version control έχουν συνδεθεί με την χρήση τους σε μεγάλες ομάδες, για την ομαλή συνεργασία όλων των μελών, η χρήση τους ακόμα και σε ατομικό επίπεδο αποδεικνύεται απαραίτητη καθώς είναι ένα ασφαλές μέσο για διατήρηση των απαραίτητων αντιγράφων ασφαλείας (backup). Επιπλέον, με τη διατήρηση ιστορικού υπάρχει η δυνατότητα ανάκτησης του έργου σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγής του.

3.1.4 Συγγραφή Σεναρίου

Στο τελευταίο στάδιο της προ-παραγωγής γράφτηκε το σενάριο. Θέμα του σεναρίου είναι η εμπειρία της απομόνωσης λόγω της καραντίνας και τα προβλήματα που δημιουργήθηκαν.

Το σκηνικό του έργου είναι ένα δωμάτιο, στο οποίο και εισέρχεται ο θεατής με την έναρξη της εμπειρίας. Στη συνέχεια, εισέρχεται και μια ψηφιακή ανθρώπινη φιγούρα η οποία έχει το ρόλο του αφηγητή. Καθότι το έργο είναι διαδραστικό, η αφήγηση προχωράει με ενέργειες του θεατή, αντίστοιχα με τα έργα *Is Anna OK?* και *The Book of Distance*. Έτσι ο θεατής, καλείται να συμμετάσχει και να αλληλοεπιδράσει με τα εικονικά αντικείμενα, προκειμένου να βιώσει την εμπειρία και να εμβυθιστεί στο σκηνικό. Στην αρχή κάθε σκηνής, το αντικείμενο με το οποίο θα υπάρξει αλληλεπίδραση, εμφανίζεται στο τραπέζι, μπροστά από το θεατή και στο τέλος της σκηνής εξαφανίζεται. Ο διαχωρισμός των σκηνών δεν είναι εμφανής στο θεατή, δεν υπάρχει cut ή fade, και το έργο συνεχίζει αδιάκοπα. Το σενάριο διέπεται από μια μεταφυσική και ελαφρώς σουρεαλιστική αισθητική, καθώς ο χώρος και τα αντικείμενα, διαρκώς μεταβάλλονται. Συνολικά περιλαμβάνονται έξι σκηνές και παρακάτω, παρουσιάζονται η αφήγηση της κάθε μιας, τα αντικείμενα που εμφανίζονται και η απαραίτητη διάδραση ώστε να υπάρξει μετάβαση σε επόμενη σκηνή.

Σκηνή 1^η

Ο θεατής βρίσκεται μόνος του στο κέντρο του δωματίου. Στο τραπέζι μπροστά του εμφανίζεται ένας δίσκος βινυλίου, τον οποίο πρέπει να τοποθετήσει στο γραμμόφωνο που υπάρχει στο χώρο ώστε να ολοκληρωθεί η σκηνή. Μόλις αυτό συμβεί, ξεκινάει να παίζει η μουσική και εισέρχεται στο δωμάτιο ο αφηγητής.

Σκοπός της πρώτης σκηνής είναι η εξοικείωση του θεατή με το χώρο, το μέσο και τον τρόπο αλληλεπίδρασης με τα εικονικά αντικείμενα.

Σκηνή 2^η

Σε αυτή τη σκηνή ο αφηγητής χαιρετά τον θεατή και ξεκινάει να του αφηγείται το χρονικό της πανδημίας. Δηλώνει πως οι πρώτες αναφορές έγιναν στις ειδήσεις κατά την περίοδο των χριστουγεννιάτικων εορτών του 2019, αλλά οι περισσότεροι άνθρωποι, ήταν εφησυχασμένοι και ανυποψίαστοι, σχεδόν κανείς δεν φανταζόταν το τι θα ακολουθούσε. Εκείνη τη στιγμή, εμφανίζεται στο σκηνικό, πίσω από την αφηγητή, χριστουγεννιάτικος στολισμός και δύο ποτήρια κρασιού πάνω στο τραπέζι. Στο τέλος της αφήγησης, ο αφηγητής στέκεται κρατώντας ψηλά το ποτήρι του, αναμένοντας, από τον θεατή, να τσουγκρίσουν. Η διάδραση που καλείται να κάνει ο θεατής, προκειμένου να υπάρξει η μετάβαση στην επόμενη σκηνή, είναι να σηκώσει και αυτός το ποτήρι του στον αέρα.

Σκηνή 3^η

Ο αφηγητής αρχίζει να κινείται στον χώρο και διηγείται τη κατάσταση της απομόνωσης αλλά και της άγνοιας που επικρατούσε κατά τη διάρκεια της. Στο τραπέζι εμφανίζεται ένα ημερολόγιο του οποίου οι σελίδες, μόλις ο θεατής το σηκώσει, αρχίζουν να γυρίζουν από τον ένα μήνα στον επόμενο, ενώ παράλληλα οι μέρες του κάθε μήνα σβήνονται. Η ταχύτητα αλλαγής είναι διαρκώς αυξανόμενη, μέχρι που στο τέλος δεν είναι διακριτό σε ποιον μήνα βρίσκεται το ημερολόγιο.

Σκηνή 4^η

Σε αυτή τη σκηνή, γίνεται αναφορά από τον αφηγητή στις οικονομικές και εργασιακές δυσκολίες της πανδημίας. Ο χώρος γεμίζει με λογαριασμούς που αιωρούνται αλλά υπάρχουν και τρεις λογαριασμοί πάνω στο τραπέζι. Ο θεατής καλείται να σηκώσει, έναν έναν και τους τρεις λογαριασμούς, προκειμένου να συνεχιστεί το έργο. Καθώς τους αφήνει, αυτοί, σαν να είχαν μηδενικό βάρος, γίνονται μέρος των υπολοίπων αιωρούμενων λογαριασμών. Σε αυτό το σκηνικό, αλλάζει, για πρώτη φορά, η χρωματική παλέτα.

Σκηνή 5^η

Ο αφηγητής αρχίζει να διηγείται τα θετικά που μπορεί να προσέφερε η απομόνωση στους ανθρώπους όπως είναι ο ελεύθερος χρόνος για προσωπική καλλιέργεια. Όμως, επιπλέον αναφέρει πως αυτή η ελευθερία του χρόνου μαζί με την ψυχολογική πίεση, μπορεί και να οδήγησε διάφορα άτομα σε καταχρήσεις. Στο τραπέζι εμφανίζονται μπουκάλια με αλκοόλ, ενώ η εικόνα, που λαμβάνει ο θεατής, είναι πλέον ασπρόμαυρη και διαστρεβλωμένη. Μόλις αγγίζει τα μπουκάλια, αυτά σπάνε και ο χώρος γεμίζει αιωρούμενα θραύσματα τα οποία μένουν για λίγη ώρα μέχρι να γίνει επαναφορά της εικόνας και η μετάβαση στην επόμενη σκηνή.

Σκηνή 6^η

Στην τελευταία σκηνή, ο αφηγητής αναφέρει πως έτσι κύλησε ένας και μισός χρόνος πανδημίας και θέτει κάποια ρητορικά ερωτήματα μεταξύ των οποίων και το ερώτημα *υπάρχει κανείς εκεί έξω;* - μετάφραση του τίτλου του έργου. Στόχος των ερωτημάτων είναι ο προβληματισμός του θεατή για το αν η απομόνωση αφορούσε μόνο τη περίοδο της πανδημίας ή αν είναι ένα φαινόμενο που χαρακτηρίζει τη σύγχρονη τεχνοκρατική κοινωνία. Τέλος ο αφηγητής ευχαριστεί το θεατή για την παραμονή του και αποχωρεί από τον χώρο.

3.2 Παραγωγή

3.2.1 Γραφικά

Οι απεικονίσεις στο *Is There Anybody Out There?* αποτελούνται κυρίως από τρισδιάστατα γραφικά. Επιπλέον, έγινε εμψύχωση των γραφικών για την απόδοση κινήσεων, ενώ τέλος δημιουργήθηκαν shaders, τοποθετήθηκε φωτισμός και visual effects (VFX). Τα παραπάνω συνέβαλαν στην αισθητική της εφαρμογής και σχεδιάστηκαν ώστε να υποστηρίξουν την αφήγηση.

Δημιουργία Τρισδιάστατων Γραφικών

Τα αντικείμενα που βρίσκονται σε κάθε σκηνή της εφαρμογής είναι μη οργανικά αντικείμενα (hard surfaces) και η πλειοψηφία τους δημιουργήθηκε με τη μέθοδο box modeling. Σε αυτή τη μέθοδο ο σχεδιαστής ξεκινάει από βασικά γεωμετρικά στερεά (κύβους, σφαίρες, κυλίνδρους) και δίνοντας τις κατάλληλες φόρμες και αναλογίες, αυξάνοντας τον αριθμό των επιφανειών, δημιουργεί πιο σύνθετες γεωμετρίες που αναπαριστούν τα επιθυμητά αντικείμενα. Η δημιουργία των τρισδιάστατων γραφικών υλοποιήθηκε με το σχεδιαστικό πρόγραμμα ελεύθερου λογισμικού Blender.

Στόχος της αισθητικής των μοντέλων είναι η δημιουργία ενός ενιαίου, στυλιζαρισμένου, μη φωτορεαλιστικού αποτελέσματος, με έμφαση κυρίως στους όγκους και τη φόρμα των αντικειμένων. Γι' το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα pipeline (μια σειρά από τα διαδοχικά στάδια επεξεργασίας δεδομένων και την αλληλουχία εργασιών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας) το οποίο αναλύεται στη συνέχεια.

Πρώτο βήμα ήταν η επιλογή παλέτας. Η επιλογή της έγινε από τον ιστότοπο Lospec, ώστε τα χρώματα των αντικειμένων της σκηνής να είναι καλώς καθορισμένα, πεπερασμένα και να ταιριάζουν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η παλέτα Apollo λόγω των έντονων χρωμάτων που περιέχει, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα αντικείμενα και για τα

έπιπλα ενός εσωτερικού χώρου. Τα χρώματά της έχουν αρκετό κορεσμό αλλά παράλληλα δεν είναι ιδιαίτερα κουραστικά για τα μάτια, κάτι το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη στη δημιουργία μιας εμπειρίας εικονικής πραγματικότητας.

Επόμενο βήμα ήταν ο σχεδιασμός των αντικειμένων. Τα μοντέλα των αντικειμένων είναι χαμηλής γεωμετρίας (low poly) αν και σε ορισμένες περιπτώσεις πιο σύνθετων αντικειμένων (π.χ. φυτά, γραμμόφωνο ή κιθάρα) θα χαρακτηρίζονταν μεσαίας γεωμετρίας (mid poly). Σε κάθε μοντέλο ανατίθενται τέσσερα UV maps, κάθε ένα από τα οποία έχει διαφορετικό σκοπό. Ως UV map ορίζεται ένα σύνολο δεδομένων το οποίο αντιστοιχεί τις επιφάνειες του μοντέλου από το τρισδιάστατο χώρο σε ένα δισδιάστατο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Αν και η πιο συνηθισμένη χρήση του UV mapping είναι η τοποθέτηση εικόνων και υφών (texturing), τα UV maps δεν παύουν να αποτελούν πακέτα δεδομένων τα οποία μπορούν να υποστούν επεξεργασία και να χρησιμοποιηθούν κατά βούληση του δημιουργού.

Το πρώτο UV map γίνεται με σκοπό την αντιστοίχιση εικόνων. Στο μοντέλο ορίστηκαν σημεία κοπής (seams) έτσι ώστε να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερα λάθη (stretching errors), σε μη εμφανή σημεία του, όπου αυτό ήταν εφικτό. Η εικόνα που αντιστοιχίζεται σε αυτό το κανάλι, είναι ένα ambient occlusion map, μια μάσκα που σκουραίνει τα πιο σκοτεινά σημεία του μοντέλου (π.χ. γωνίες ή εσοχές) όπου οι σκιές είναι έντονες. Η δημιουργία τους έγινε στο πρόγραμμα Substance Painter της Adobe.

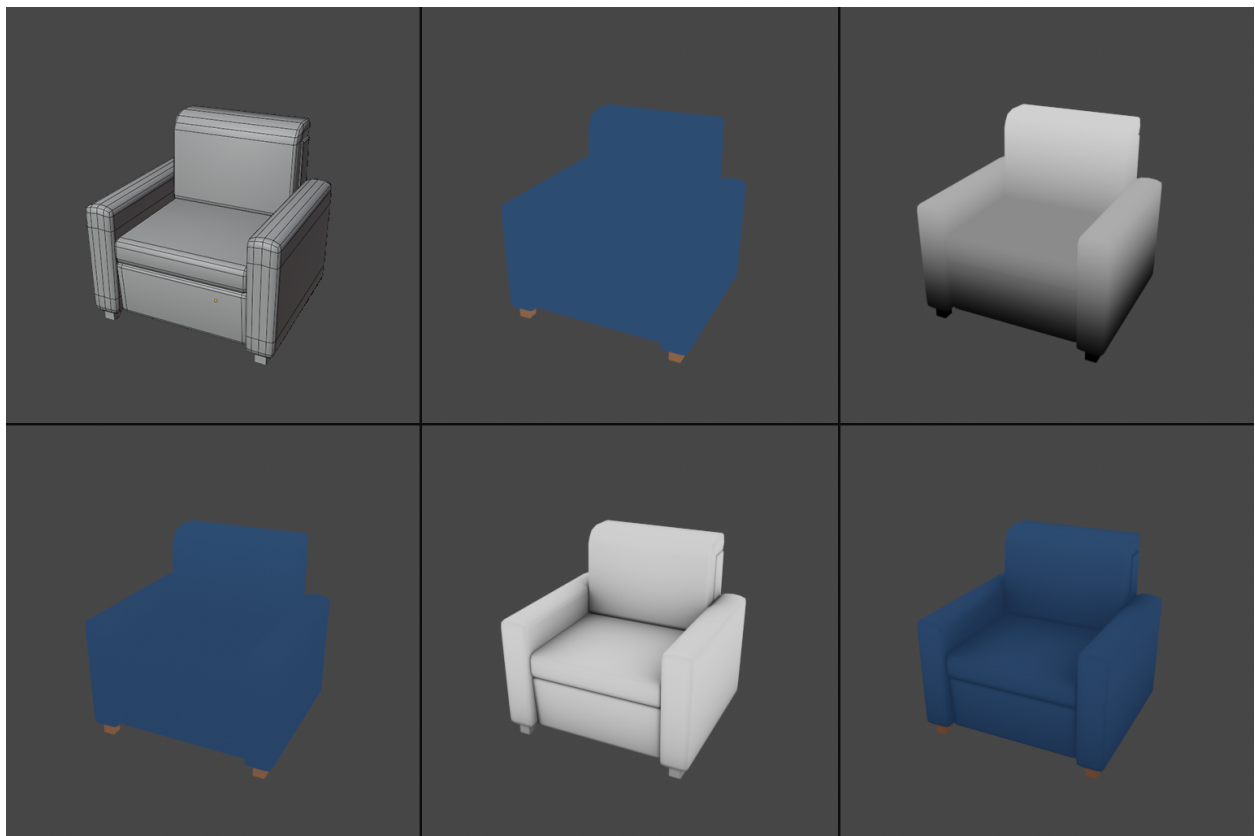
Το δεύτερο UV map έμεινε κενό καθώς χρησιμοποιείται από τις μηχανές γραφικών (Unity ή Unreal) για την δημιουργία στατικού φωτισμού (baked lightmaps), αν στο σενάριο φωτισμού τα μοντέλα είναι στατικά αντικείμενα. Περισσότερες σχετικές πληροφορίες δίνονται στην ενότητα *Φωτισμός*.

Το τρίτο UV map είναι μια κάθετη προβολή του αντικειμένου (από κάτω προς τα πάνω ή το αντίθετο σε κάποιες περιπτώσεις όπως π.χ. τα φωτιστικά οροφής) και χρησιμοποιήθηκε για να

αποδώσει μια πιο σκοτεινή διαβάθμιση στο κάτω μέρος του μοντέλου και μια πιο φωτεινή στο επάνω.

Τέλος, στο τέταρτο UV map, όλες οι επιφάνειες του αντικείμενου που μοιράζονται το ίδιο χρώμα αντιστοιχίζονται στο ίδιο σημείο του καρτεσιανού επιπέδου. Το τέταρτο UV map χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή του χρώματος από την παλέτα.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ένα αντικείμενο (πολυθρόνα) στα διαφορετικά στάδια του σχεδιασμού του. Πάνω αριστερά φαίνεται η γεωμετρία μέσα από το Blender. Πάνω και κέντρο φαίνεται μόνο με την ανάθεση της παλέτας στο τέταρτο UV map. Πάνω και δεξιά φαίνεται μόνο με τη ανάθεση της διαβάθμισης στο τρίτο UV map. Κάτω αριστερά είναι ο συνδυασμός των δύο παραπάνω. Κάτω και κέντρο φαίνεται με την ανάθεση μόνο του ambient occlusion στο πρώτο UV map, ενώ τέλος κάτω δεξιά φαίνεται το τελικό αποτέλεσμα.



Εικόνα 1: Αντικείμενο σε διαφορετικά στάδια του σχεδιασμού του

Δημιουργία Shaders

Ένας shader είναι σύνολο εντολών που εκτελείται στη GPU (κάρτα γραφικών) και καθορίζει πως θα γίνει το rendering (απεικόνιση) των αντικειμένων ως pixels (εικονοστοιχεία) στην οθόνη. Τόσο το Blender, όσο και οι μηχανές γραφικών περιέχουν node based εργαλεία για τη δημιουργία των shaders. Αν και δεν υπάρχει δυνατότητα μεταφοράς ενός shader από το Blender προς μια μηχανή γραφικών, ο τρόπος που δημιουργούνται, τα nodes και οι λειτουργίες τους στα δύο λογισμικά, είναι αντίστοιχος.

Παράλληλα με τη δημιουργία των μοντέλων, διαμορφώνονταν και ο shader που περιέχει τις λειτουργίες που περιγράφονται στο pipeline στην ενότητα *Δημιουργία Τρισδιάστατων Γραφικών*. Ο shader, ο οποίος δημιουργήθηκε τόσο στο Blender, όσο και στη Unity, χρησιμοποιεί ως inputs τρεις εικόνες (ambient occlusion map στο πρώτο UV map, εικόνα με κάθετο gradient από μαύρο σε άσπρο στο τρίτο UV map και εικόνα της παλέτας στο τέταρτο UV map) από τις οποίες οι δύο τελευταίες είναι κοινές για όλα τα μοντέλα. Ως χρώμα του αντικειμένου ορίζεται το τέταρτο UV map, ενώ τα άλλα δύο πολλαπλασιάζονται σε αυτό. Επιπλέον, ο shader χρησιμοποιεί και τρία input sliders, τα οποία καθορίζουν την ένταση του ambient occlusion, την ένταση της κάθετης διαβάθμισης και την ένταση του χρώματος, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα προσαρμογών κατά τη διάρκεια της τοποθέτησης των αντικειμένων στη σκηνή. Οι sliders έχουν εύρος τιμών 0 έως 1. Το ambient occlusion και το gradient δεν επηρεάζουν καθόλου αν τοποθετηθούν οι slider τους στο 0, ενώ το χρώμα γίνεται μαύρο αν τοποθετηθεί ο slider έντασης του χρώματος σε εκείνη τη τιμή. Αντίστοιχη επιλογή της τιμής 1 επηρεάζει σε πλήρη ένταση (ambient occlusion και gradient), ενώ το χρώμα δεν επηρεάζεται. Οι ενδιάμεσες τιμές δημιουργούν γραμμικές διαβαθμίσεις.

Τέλος, δημιουργήθηκαν στο shader άλλοι δύο sliders. Ο πρώτος καθορίζει το είδος του αντικειμένου, αν δηλαδή είναι μεταλλικό ή διηλεκτρικό, καθώς τα δύο αυτά είδη έχουν εντελώς διαφορετικές ιδιότητες στον τρόπο που απεικονίζονται και αντιδρούν στο φως, τόσο στον φυσικό μας κόσμο όσο και στις μηχανές γραφικών. Ο δεύτερος slider καθορίζει το πόσο λείο

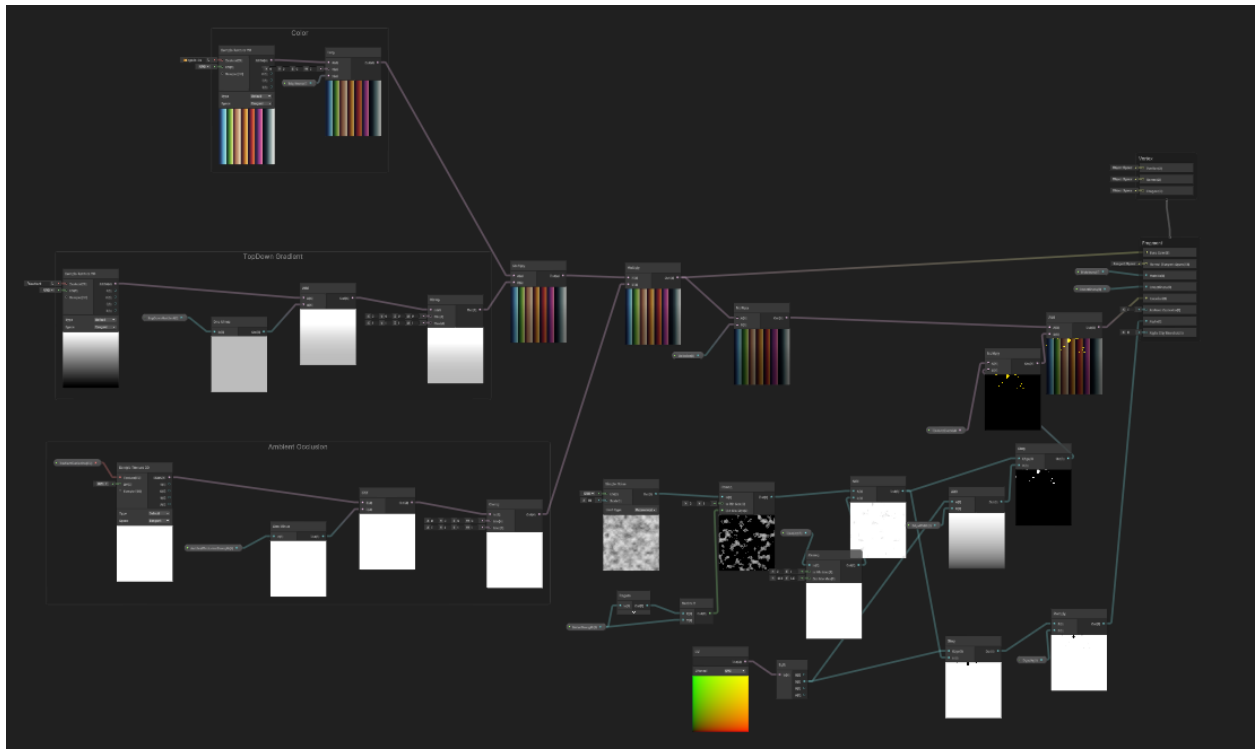
είναι το αντικείμενο (smoothness). Αν και τα περισσότερα αντικείμενα σχεδιάστηκαν μη μεταλλικά και τραχιά, ώστε να έχουν μια μη φωτορεαλιστική και στυλιζαρισμένη αισθητική, κάποια μεταλλικά αντικείμενα (π.χ. εξαρτήματα γραμμοφώνου) απεικονίζονται με πιο φωτορεαλιστικό τρόπο, αντανακλώντας το φως στον περιβάλλοντα χώρο.



Εικόνα 2: Απεικόνιση μεταλλικού αντικειμένου

Ο shader με τις παραπάνω λειτουργίες ονομάστηκε MainShader και χρησιμοποιήθηκε για τα περισσότερα μοντέλα της σκηνής. Επειδή όμως στην απεικόνιση κάποιων αντικειμένων χρειαζόνταν επιπλέον λειτουργίες δημιουργήθηκαν και άλλοι shaders που περιέχουν λειτουργίες συμπληρωματικές του MainShader. Ο MainDissolveShader έχει έναν επιπλέον slider που καθορίζει το ποσοστό του μοντέλου που είναι ορατό, χρησιμοποιώντας το gradient του τρίτου UV Map ως οδηγό (ώστε, το μοντέλο, να εμφανίζεται και να εξαφανίζεται από κάτω προς τα πάνω). Επιπλέον χρησιμοποιεί ένα simple noise map και emission ώστε να φαίνονται “καμένες”

οι άκρες του. Υπάρχουν επίσης δύο input sliders για την ένταση του noise map και το πάχος της άκρης που φαίνεται “καμμένη”.



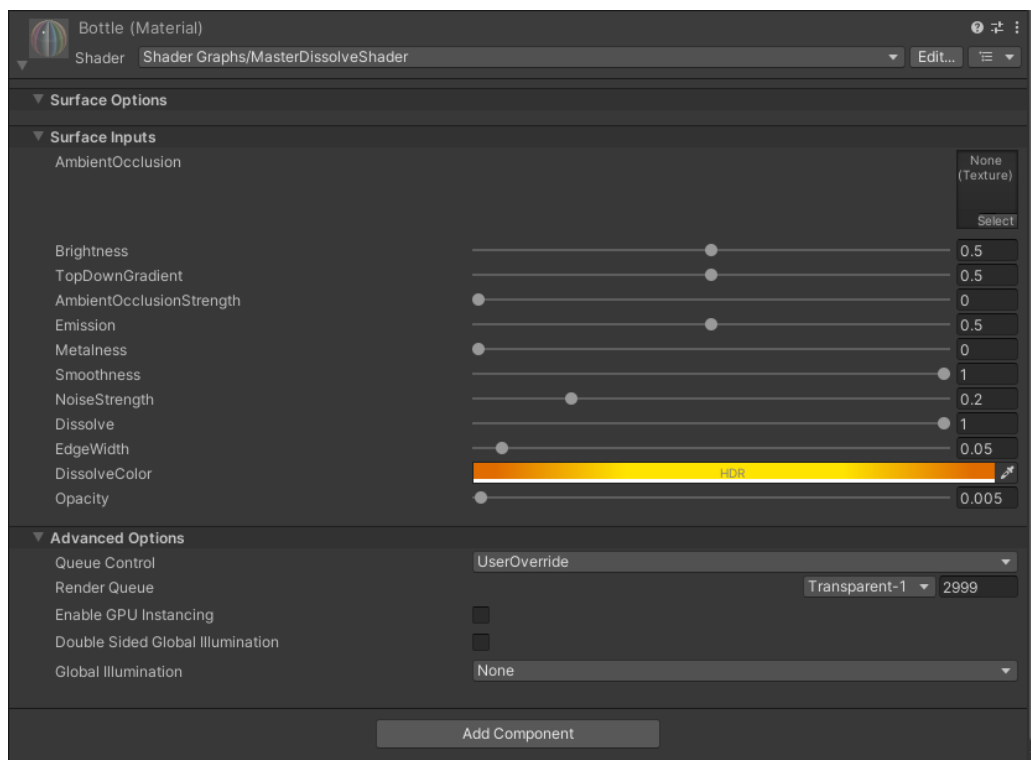
Εικόνα 3: MainDissolveShader

Τέλος, υπάρχει και ο MainDissolveLiquidShader, που είναι μια παραλλαγή του MainDissolveShader. Ο MainDissolveLiquidShader περιστρέφει το πάνω μέρος της επιφάνειας ενός αντικειμένου στους X και Z άξονες, παίρνοντας τις παραμέτρους από ένα C# script το οποίο υπολογίζει τη ταχύτητα του αντικειμένου στους παραπάνω άξονες. Το αποτέλεσμα της περιστροφής είναι η ψευδαίσθηση ότι το αντικείμενο είναι κάποιο υγρό σε δοχείο, δίχως να γίνει πραγματική προσομοίωση που θα απαιτούσε μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ.

Οι δύο τελευταίοι shaders χρησιμοποιούν και έναν ακόμα input slider που καθορίζει τη διαφάνεια των αντικειμένων καθώς χρησιμοποιήθηκαν και για ημιδιαφανή αντικείμενα (π.χ. γυάλινα ποτήρια και μπουκάλια, θραύσματα γυαλιού και υγρά).

Δημιουργία Materials

Για κάθε ένα αντικείμενο της εφαρμογής, δημιουργήθηκε και ανατέθηκε στη Unity ένα διαφορετικό material, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο shader. Τα materials είναι ο τρόπος που αντιστοιχίζονται και δίνονται όλες οι παράμετροι των shaders στan αντικείμενα. Ο MainShader χρησιμοποιήθηκε στα περισσότερα αντικείμενα της σκηνής, ο MainDissolveShader σε αυτά που εμφανίζονται και εξαφανίζονται και ο MainDissolveLiquidShader σε αντικείμενα που συμπεριφέρονται ως υγρά, δηλαδή στα περιεχόμενα ποτηριών και μπουκαλιών. Στο εκάστοτε material αποδίδονται διαφορετικές τιμές στα input sliders καθώς και διαφορετικό ambient occlusion map το οποίο αντιστοιχεί στο κάθε αντικείμενο. Η δημιουργία πολλών διαφορετικών materials δημιουργεί περισσότερα set pass calls που σημαίνει ότι πρέπει να γίνουν περισσότεροι υπολογισμοί κατά τη διάρκεια του rendering για το κάθε frame. Αυτό μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε έλλειψη κάποιων κάρε (frame drop) που είναι ανεπιθύμητο σε κάθε real time εφαρμογή και ιδιαίτερα σε εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας οι οποίες, συνήθως, λειτουργούν με πάνω από 60 fps (frames per second - καρέ/δευτερόλεπτο).



Εικόνα 4: Material αντικείμενου με τις παραμέτρους του

Για την αποφυγή του frame drop, σε μεγάλες παραγωγές, συνήθως πακετάρονται περισσότερα αντικείμενα σε ένα material, γεγονός που καθιστά πιο “ελαφριά” την εφαρμογή αλλά δεν δίνει ελευθερία στο σχεδιασμό (π.χ. κάθε τιμή του shader αναφέρεται σε όλα τα αντικείμενα που είναι πακεταρισμένα στο ίδιο material και τυχόν αλλαγή της τα επηρεάζει όλα). Στο *Is There Anybody Out There?* δεν ήταν απαραίτητη και δεν χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του πακεταρίσματος. Επειδή περιέχει σχετικά λίγα αντικείμενα, δεν παρουσιάζονται δυσλειτουργίες εξαιτίας της παράλειψης του πακεταρίσματος των αντικειμένων και της ανάθεσης διαφορετικού material σε κάθε αντικείμενο, καθώς όλες οι άλλες επιλογές (π.χ. επιλογή Universal Rendering Pipeline, στατικός φωτισμός, μέγεθος εικόνων), αλλά και οι ίδιοι οι shaders, είναι βελτιστοποιημένοι (optimized) ώστε να λειτουργεί και σε standalone VR headsets, όπως το Oculus Quest 2.

Φωτισμός

Ο φωτισμός που επιλέχθηκε για τα αντικείμενα του σκηνικού είναι στατικός ώστε, αφενός η εφαρμογή να έχει την καλύτερη δυνατή ποιότητα soft σκιών και αφετέρου αυτή να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο βελτιστοποιημένη υπολογιστικά. Αυτό σημαίνει ότι για τα στατικά αντικείμενα (δηλαδή αυτά που δεν αλλάζουν θέση στο χώρο) ο φωτισμός ετοιμάστηκε σε μια εικόνα κατά την ανάπτυξη της εφαρμογής (lightmap). Στη συνέχεια, το lightmap αντιστοιχίζεται σε κάθε στατικό αντικείμενο (στο δεύτερο UV map) και φωτίζει πιο έντονα τα σημεία που εκτίθενται στο φως, ενώ παράλληλα δημιουργεί σκιές μεταξύ των αντικειμένων. Τα φώτα τοποθετήθηκαν με φυσικό τρόπο (δύο area lights στα φωτιστικά της οροφής και ένα point light στο επιδαπέδιο φωτιστικό) και έχουν μια κοκκινωπή απόχρωση ώστε να παρουσιάζεται στον θεατή ένα θερμό περιβάλλον.

Παρόλο που η συγκεκριμένη μέθοδος φωτισμού μπορεί να δημιουργήσει και ambient occlusion στα αντικείμενα της σκηνής, έγινε επιλογή το ambient occlusion να αποδοθεί στο material του εκάστοτε αντικειμένου ξεχωριστά μέσω εικόνας στο πρώτο UV map, ώστε άλλα αντικείμενα να έχουν περισσότερη ένταση και άλλα λιγότερη. Επιπλέον με τη χρήση εικόνων που παράχθηκαν στο Substance Painter για το ambient occlusion, βελτιώνεται η ποιότητα των εσωτερικών σκιών

για το κάθε αντικείμενο. Από την άλλη, προσθέτει λίγο υπολογιστικό φόρτο για τη λειτουργία της εφαρμογής, ο οποίος όμως δεν επηρεάζει αισθητά.

Τέλος τα αντικείμενα όλης της σκηνής είναι ελαφρώς αυτόφωτα, με χρώμα που παίρνουν από το τέταρτο UV map, το οποίο περιέχει εικόνα παλέτας, πρακτική που εφαρμόζεται σε μη ρεαλιστικά και στυλιζαρισμένα γραφικά. Το πόσο αυτόφωτο ή όχι είναι το κάθε αντικείμενο καθορίζεται στο εκάστοτε material του αντικειμένου.

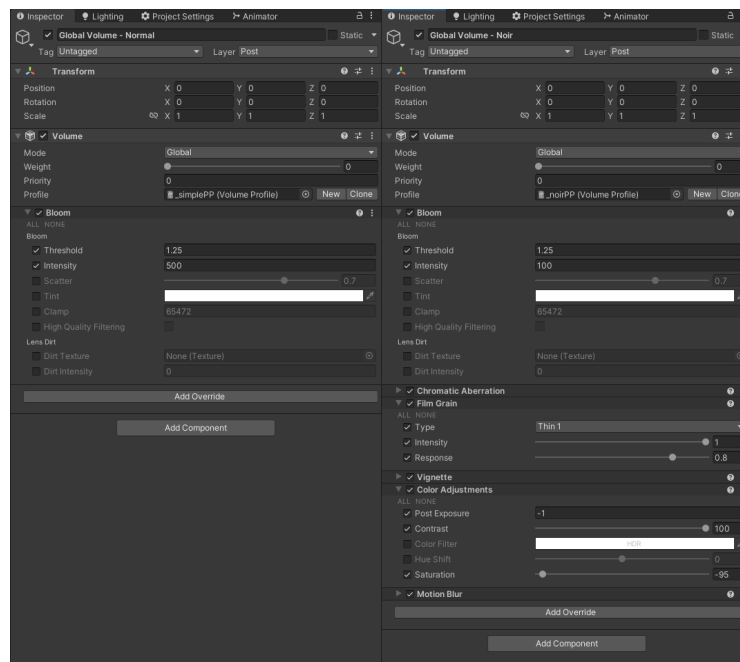


Εικόνα 5: Τελικό οπτικό αποτέλεσμα του χώρου με φωτισμό

Post Processing και VFX

Το post processing είναι η διαδικασία επεξεργασίας της εικόνας, μετά τη δημιουργία της από τον υπολογιστή, προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα της και να δημιουργηθούν τα επιθυμητά εφέ. Το post processing μπορεί να περιλαμβάνει αλλαγές στη φωτεινότητα, στον κορεσμό, στην αντίθεση, στην εστίαση, στον θόρυβο, στο κάδρο και σε άλλα. Εκτός από τις εικαστικές

επιλογές, στο σχεδιασμό των μοντέλων και στο φωτισμό, ιδιαίτερη σημασία για την αισθητική, έχει το post processing καθώς επηρεάζει το σύνολο της τελικής εικόνας που βλέπει ο θεατής. Στο *Is There Anybody Out There?* χρησιμοποιήθηκαν δυο post processing προφίλ. Το πρώτο προφίλ περιέχει απλώς ένα bloom ώστε να τονίζονται σημεία που φωτίζονται πολύ έντονα (π.χ. τα ίδια τα φωτιστικά ή το εφέ εμφάνισης και εξαφάνισης αντικειμένων), ενώ το δεύτερο, πιο σύνθετο, προφίλ περιλαμβάνει chromatic aberration, film grain, vignette, motion blur και color adjustments (μείωση της έκθεσης, αύξηση της αντίθεσης και ελαχιστοποίηση του κορεσμού των χρωμάτων σε σημείο να είναι σχεδόν ασπρόμαυρο). Το δεύτερο αυτό προφίλ σχεδιάστηκε με σκοπό να δημιουργήσει ένταση και μελαγχολία στο θεατή, αλλά και για να διαστρεβλώνεται η εικόνα, όμως σε τόσο βαθμό ώστε να μην προκαλεί δυσφορία. Το δεύτερο προφίλ παρουσιάζεται με τη μισή του ένταση στη 4η Σκηνή (η σκηνή με τους λογαριασμούς) και με όλη του την ένταση στη 5η Σκηνή (η σκηνή με τα μπουκάλια).



Εικόνα 6: Αριστερά - απλό post processing profile, δεξιά - σύνθετο post processing profile

Τα particle systems είναι ένας τρόπος να αποδοθούν VFX (visual effects) όπως καπνός, φωτιά, βροχή, σκόνη κτλ. Στο *Is There Anybody Out There?* χρησιμοποιήθηκε ένα απλό particle system για τη δημιουργία ατμοσφαιρικών σωματιδίων χώρου (όπως σκόνη), πρακτική συνηθισμένη σε παραγωγές εικονικής πραγματικότητας.

3.2.2 Εμπύχωση Γραφικών

Η εμπύχωση των γραφικών μετατρέπει το έργο από ένα στατικό σκηνικό σε μια “ζωντανή” διαδραστική εφαρμογή. Στο *Is There Anybody Out There?* υπάρχουν αρκετοί τύποι animation οι οποίοι υλοποιήθηκαν με διαφορετικούς τρόπους.

Keyframe Animations

Τα πιο απλά animations, όπως το άνοιγμα της πόρτας και το animation του γραμμοφώνου, έγιναν με τη μέθοδο keyframing. Σε αυτή τη μέθοδο, οι τιμές που αφορούν στο μετασχηματισμό ενός τρισδιάστατου αντικειμένου (θέση, περιστροφή, κλίμακα) ορίζονται για διαφορετικές χρονικές στιγμές (οι στιγμές αυτές ονομάζονται keyframes). Για παράδειγμα στο animation του ανοίγματος της πόρτας, τη χρονική στιγμή 0 η περιστροφή της στον Y άξονα ορίζεται 0 και τη χρονική στιγμή 1 (δηλαδή μετά από 1 δευτερόλεπτο) η περιστροφή της στον Y άξονα ορίζεται στις 95 μοίρες. Η μηχανή γραφικών δημιουργεί τις ενδιάμεσες τιμές ανάμεσα στα keyframes και έτσι επιτυγχάνεται η αίσθηση συνεχόμενης κίνησης.

Αφότου δημιουργηθούν τα animation clips, δημιουργείται ο Animator του αντικειμένου, ο οποίος διαχειρίζεται τη λογική των clips και είναι υπεύθυνος για τις μεταβάσεις μεταξύ αυτών. Στον Animator ορίζονται οι συνθήκες που καθορίζουν το πότε θα γίνει η κάθε μετάβαση, οι οποίες αλλάζουν τιμή μέσω κώδικα, με βάση την συνθήκη που έχει προγραμματιστεί (π.χ. όταν ο θεατής τοποθετήσει τον δίσκο βινυλίου στο γραμμόφωνο, γίνεται μετάβαση στο clip τοποθέτησης της βελόνας).

Humanoid Animations

Το δυσκολότερο, στην υλοποίηση του, μέρος της εμπύχωσης, είναι η κίνηση του αφηγητή. Για ανθρωποειδή (humanoid) μοντέλα, προκειμένου να εμπυχωθούν, πρέπει να δημιουργηθεί ένας εικονικός σκελετός (rig). Οι εικονικοί σκελετοί των ανθρωποειδών τρισδιάστατων μοντέλων περιλαμβάνουν εικονικά οστά (bones) και αποτελούν μια απλουστευμένη έκδοση του ανθρώπινου σκελετού (συνήθως είναι 65 εικονικά οστά για όλο το μοντέλο).

Στη συνέχεια, γίνεται η σύνδεση του εικονικού σκελετού με το τρισδιάστατο ανθρωποειδές μοντέλο, έτσι ώστε όταν μετατοπίζεται ένα εικονικό οστό να παραμορφώνεται, με αντίστοιχο τρόπο, και το μοντέλο (skinning).

Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να γίνει με πολλά εργαλεία και τρόπους, από καθόλου μέχρι πλήρως αυτοματοποιημένους. Το rigging και το skinning του αφηγητή έγιναν στο διαδικτυακό εργαλείο Mixamo της Adobe, το οποίο τα παράγει αυτόματα, ζητώντας απλώς από το χρήστη να υποδείξει τη θέση των αγκώνων, των καρπών, του κεφαλιού, της μέσης και των γονάτων.

Το animation των ανθρωποειδών μοντέλων είναι μια πιο σύνθετη εκδοχή keyframe animation, καθώς καταγράφονται οι μεταβολές των μετατοπίσεων κάθε οστού, οι οποίες στη συνέχεια παραμορφώνουν το μοντέλο (skinned mesh) έτσι ώστε να κινείται με τρόπο αντίστοιχο του πραγματικού ανθρώπινου τρόπου κίνησης. Όπως γίνεται αντιληπτό, ένα animation βαδίσματος είναι πολύ πιο σύνθετο και είναι δυσκολότερη η δημιουργία του, από το animation ανοίγματος μια πόρτας. Παρόλο που είναι εφικτό, ο όγκος των δεδομένων για να παραχθεί ένα animation βαδίσματος είναι μεγάλος και η διαδικασία χρονοβόρα. Επιπλέον το τελικό αποτέλεσμα ενδέχεται να μην είναι αισθητικά άρτιο, αν δεν έχει μεγάλη εμπειρία ο δημιουργός. Για τον λόγο αυτό είναι πολύ συνήθης η χρήση έτοιμων animations από συλλογές. Το Mixamo πέρα από εργαλείο αυτόματου rigging και skinning, είναι και μια συλλογή με animations για humanoids. Κάποια από animations του αφηγητή λήφθηκαν από την συλλογή αυτή.

Λόγω της ιδιαίτερης φύσης της δυσκολίας της κατασκευής των humanoids animations, έχουν δημιουργηθεί στολές καταγραφής κινήσεων (motion capture suits) και οι καταγραφές αυτές αξιοποιούνται συχνά από τους παραγωγούς βιντεοπαιχνιδιών και ταινιών animation. Μάλιστα, τα τελευταία χρόνια, χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας, οι συγκεκριμένες λύσεις είναι οικονομικές, προσβάσιμες και εύκολες στη λειτουργία τους. Μια από τις δημοφιλέστερες επιλογές είναι οι στολές της Rokoko, καθώς η επιλογή αυτή συνδυάζει όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Η συγκεκριμένη εταιρία όμως έχει αναπτύξει και μια δωρεάν λύση για την παραγωγή humanoid animations, κατά την οποία, ο χρήστης της υπηρεσίας, καταγράφει σε

βίντεο τις κινήσεις που επιθυμεί και ο αλγόριθμος της Rokoko μετατρέπει την δισδιάστατη εικόνα σε μετασχηματισμούς των οστών του εικονικού σκελετού στον τρισδιάστατο χώρο. Προφανώς η συγκεκριμένη λύση δεν παράγει εξίσου καλά αποτελέσματα με αυτά που παράγει μια στολή γεμάτη αισθητήρες, οι οποίοι καταγράφουν και την παραμικρή κίνηση με ακρίβεια, όμως είναι η βέλτιστη αν υπάρχουν περιορισμένοι οικονομικοί και χρονικοί πόροι, όπως στην περίπτωση του *Is There Anybody Out There?*. Έτσι, τα animations του αφηγητή που δεν υπάρχουν στη συλλογή του Mixamo (π.χ. ομιλία με διάρκεια 30 δευτερολέπτων ή σήκωμα ποτηριού), δημιουργήθηκαν με τον παραπάνω τρόπο.

Τέλος, δημιουργήθηκε ο Animator του αφηγητή, ο οποίος πέρα από τις συνθήκες των μεταβάσεων των animation clips, περιλαμβάνει και μίξεις animations με animation layering και avatar masking για τη διόρθωση κάποιων λαθών. Επιπλέον, δημιουργήθηκε ένα σύστημα, αποτελούμενο από ένα animated κενό αντικείμενο (empty) το οποίο καθοδηγεί τον αφηγητή στη κίνηση του στο χώρο. Τέλος, για ακόμα πιο ρεαλιστική απεικόνιση των κινήσεων, χρησιμοποιήθηκε root motion, το οποίο επιτρέπει στον χαρακτήρα να μετατοπίζει το σώμα του βάσει του animation clip.

Tweens & Programmed Animations

Ένας άλλος τύπος animations που χρησιμοποιήθηκε στο έργο, αφορά εκείνα τα οποία υλοποιήθηκαν με χρήση κώδικα. Η εμφάνιση και η εξαφάνιση των αντικειμένων, όπως γράφτηκε και στην ενότητα *Δημιουργία Shaders*, καθορίζεται από έναν slider στο MainDissolveShader. Ένας εύκολος τρόπος υλοποίησης της μετάβασης αυτής είναι με τη χρήση του πακέτου DOTween, το οποίο δημιουργεί πολύ απλά animations επηρεάζοντας τη τιμή μιας μόνο μεταβλητής (π.χ. τη τιμή του dissolve slider) ορίζοντας αρχική τιμή, τελική τιμή και διάρκεια. Το DOTween παρέχει ευκολία για τον προγραμματισμό τέτοιων animations (που ονομάζονται tweens) και δίνει επιπλέον δυνατότητες όπως τον καθορισμό του τύπου της καμπύλης μεταβολής της τιμής (γραμμική, εκθετική κτλ.), το αν το animation θα αναπαράγεται σε λούπα ή αν θα έχει κάποια καθυστέρηση κτλ. Η υλοποίηση των tweens χωρίς τη χρήση του συγκεκριμένου πακέτου είναι εφικτή αλλά αρκετά πιο πολύπλοκη.

Ένα άλλο animation που αξίζει να αναφερθεί είναι εκείνο του ημερολογίου. Στόχος είναι, αρχικά να απεικονιστούν οι ημέρες ενός μήνα, στη συνέχεια να σβήνονται με τη σειρά, κατόπιν η σελίδα του ημερολογίου να γυρνάει, να εμφανίζεται ο επόμενος μήνας και να υπάρχει επανάληψη της παραπάνω διαδικασίας. Για την επίτευξη της παραπάνω ακολουθίας, αρχικά έγινε καταγραφή κάθε πόζας της γυρισμένης σελίδας σε blendshapes στο Blender, ώστε να μην περιστρέφεται απλά γύρω από έναν άξονα, αλλά να παραμορφώνεται λυγίζοντας, όπως συμβαίνει στην πραγματικότητα στο χαρτί.

Επιπλέον, προγραμματίστηκε ένα σύστημα που κάνει γραμμικές μεταβάσεις ανάμεσα στις πόζες. Προγραμματίστηκε επίσης η εναλλαγή της εικόνας που δείχνει τον κάθε μήνα στην ολοκλήρωση του κάθε κύκλου. Τέλος, προγραμματίστηκε μια ακολουθία που εμφανίζει διαδοχικά το σβήσιμο της κάθε ημέρας, από τη πρώτη μέχρι τη τελευταία ημέρα του μήνα.

Τα πλεονεκτήματα της υλοποίησης μιας τέτοιας πολύπλοκης ακολουθίας μέσω προγραμματισμού, είναι η οικονομία στο χρόνο υλοποίησης και το γεγονός ότι το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει παραμετρικά για οποιοδήποτε αριθμό ποζών σελίδας (π.χ. θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν 8 αντί για 4 πόζες για πιο ομαλή κίνηση) και με οποιοδήποτε αριθμό μηνών (αρκεί να δημιουργηθούν και οι εικόνες του ημερολογίου του κάθε μήνα και να οριστούν η πρώτη και η τελευταία μέρα). Επιπλέον, το πόσο γρήγορα σβήνονται οι ημέρες, ή πόσο γρήγορα γίνεται η αλλαγή της σελίδας ή ποια η μεταβολή της ταχύτητας στη παραπάνω διαδικασία, μπορεί να αλλάξει μέσω παραμέτρων και μεταβλητών. Αν η παραπάνω διαδικασία δημιουργούνταν με keyframe animations, οποιαδήποτε αλλαγή θα ήταν πολύ δύσκολη και χρονοβόρα και το σύστημα δεν θα ήταν εύκολα επεκτάσιμο, απλά με τη προσθήκη επιπλέον δεδομένων.

3.2.3 Ήχος

Εκτός από το κομμάτι της εικόνας, εξίσου σημαντικό ρόλο σε μια εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας έχει και ο ήχος, ο οποίος συμβάλει επιπρόσθετα στην εμπύθιση του θεατή.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Όσον αφορά τους ήχους, είτε πρόκειται για περιβαλλοντικούς ήχους, είτε για την αφήγηση είτε για τη μουσική, αυτοί τοποθετήθηκαν χωρικά πάνω στη πηγή από την οποία εκπέμπονται. Σε περίπτωση που η πηγή μετακινείται και δεν είναι στατική π.χ. στην αφήγηση, το component που είναι υπεύθυνο για την αναπαραγωγή του ήχου στη Unity, το AudioSource, κινείται μαζί με το μοντέλο του αφηγητή.

Για την καλύτερη αμφιωτική αναπαραγωγή τους, χρησιμοποιήθηκε ο spatializer της Oculus, ο οποίος αξιοποιεί HRTF (Head Related Transfer Functions) συναρτήσεις για να προσδώσει με μεγαλύτερη ακρίβεια την κατευθυντικότητα τους. Με αυτό το τρόπο ο θεατής βιώνει ακόμα πιο έντονα την παρουσία του στον εικονικό χώρο καθώς, πέρα από τις αλλαγές των οπτικών ερεθισμάτων βάσει των κινήσεων του σώματος και του κεφαλιού του, μπορεί να βιώσει με ρεαλιστικό τρόπο και τις αλλαγές της κατευθυντικότητας του εκάστοτε ήχου, με βάση τις κινήσεις του ή τις κινήσεις των πηγών.

Ηχητικός Σχεδιασμός

Ο ηχητικός σχεδιασμός έγινε με ήχους από την ιστοσελίδα freesound.org και ήχους από τη συλλογή Universal Sound FX που πωλείται στο Unity Asset Store. Οι ήχοι επεξεργάστηκαν με το πρόγραμμα ανοιχτού λογισμικού Audacity ώστε να ταιριάζουν σε διάρκεια αλλά και να ταιριάζουν με την αισθητική των γραφικών. Επιπλέον, έγινε και συνδυασμός ήχων για την πλαισίωση πιο πολύπλοκων animations, όπως αυτό του γραμμοφώνου. Ο σχεδιασμός έγινε τόσο για τα φυσικά γεγονότα που προκαλούν ήχους (π.χ. άνοιγμα πόρτας), όσο και για τα μεταφυσικά γεγονότα (π.χ. εμφάνιση και εξαφάνιση αντικειμένων).

Αφήγηση

Η ηχογράφηση της αφήγησης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός πυκνωτικού μικροφώνου AKG Perception 220, μιας κάρτας ήχου Focusrite Scarlett 2i2 και του λογισμικού Audacity. Παρόλο που πραγματοποιήθηκε σε συνθήκες σπιτιού και όχι στουντίου ηχογράφησης, το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό, καθώς δεν υπήρχαν επιπλέον θόρυβοι στο χώρο, κατά τη διάρκεια της καταγραφής τους. Επιπλέον, οι αντηχήσεις (reverb), που προστέθηκαν λόγω των ανακλαστικών επιφανειών του χώρου ηχογράφησης, ταιριάζουν με τον χώρο που οπτικά αποδίδεται από την εφαρμογή, καθώς οι δύο χώροι, ο εικονικός και ο πραγματικός της ηχογράφησης, έχουν παρόμοια φυσικά χαρακτηριστικά και μέγεθος. Σε περίπτωση που πραγματοποιούνταν σε συνθήκες στουντίου, η απαραίτητη αντήχηση θα προστίθονταν ψηφιακά κατά την επεξεργασία των ήχων.

Μουσική

Για τη μουσική επένδυση χρησιμοποιήθηκε το κομμάτι *Is There Anybody Out There?* του συγκροτήματος Pink Floyd, από το δίσκο *The Wall* (1979). Το έργο πήρε τον τίτλο του από το μουσικό αυτό κομμάτι. Όλος ο δίσκος πραγματεύεται κοινωνικά θέματα που αφορούν κυρίως στην εγκατάλειψη, στην απομόνωση και στον ατομικισμό. Παρόλο που το συγκεκριμένο κομμάτι δεν έχει στίχους, όντας καθαρά ορχηστρικό, ο τίτλος του παραπέμπει σε μια κατάσταση απομόνωσης και άγνοιας.

Η επιλογή του συγκεκριμένου κομματιού έγινε και με μουσικά κριτήρια πέρα από την ταύτιση με το έργο στη θεματολογία και το όνομα. Το πρώτος μέρος του κομματιού είναι από Λα μινόρε, ενώ το δεύτερο μισό είναι από Ντο ματζόρε. Στην ιστορία της μουσικής, τα μινόρε κομμάτια τείνουν να χαρακτηρίζονται ως λυπητερά, ενώ τα ματζόρε ως χαρμόσινα. Αυτό διαπιστώνεται εύκολα ακούγοντας το *Is There Anybody Out There?* των Pink Floyd. Επιπλέον, πέρα από την αλλαγή στη κλίμακα αλλάζουν και οι δυναμικές του παιξίματος, γεγονός που διαπιστώνεται παρατηρώντας την κυματομορφή του.

Το πρώτο μέρος του μουσικού κομματιού αναπαράγεται μόλις ο θεατής τοποθετήσει τον δίσκο βινυλίου στο γραμμόφωνο, πριν αρχίσει η αφήγηση, ενώ το δεύτερο μέρος αναπαράγεται, δίχως κάποια ενέργεια του θεατή, μόλις τελειώσει η αφήγηση. Η αναπαραγωγή του σηματοδοτεί το τέλος της εφαρμογής και ολοκληρώνει με έναν τόνο αισιοδοξίας την εμπειρία.

3.2.4 Προγραμματισμός

Προκειμένου ο θεατής, καθώς βιώνει το έργο, να έχει διάδραση με τον εικονικό κόσμο, είναι απαραίτητη η μεταφορά του σεναρίου σε λειτουργίες και αλληλεπιδράσεις. Αφότου αυτές σχεδιάστηκαν, υλοποιήθηκαν με συγγραφή κώδικα.

Entity Component Systems

Η Unity χρησιμοποιεί την γλώσσα προγραμματισμού C# και μια από τις πιο συνηθισμένες αρχιτεκτονικές σχεδιασμού για διαδραστικές εφαρμογές και βιντεοπαιχνίδια, την αρχιτεκτονική Entity Component Systems (ECS). Η βασική ιδέα της αρχιτεκτονικής αυτής είναι να διαχωριστεί η λογική του κώδικα από τα δεδομένα του παιχνιδιού, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης και την ευκολία συντήρησης του κώδικα. Η χρήση του ECS επιτρέπει στους προγραμματιστές να αναπτύξουν λειτουργικότητα στο παιχνίδι χωρίς να υπάρχει η ανάγκη να γράψουν κώδικα για κάθε συνδυασμό δεδομένων/λειτουργιών. Η αρχιτεκτονική Entity Component Systems περιλαμβάνει Οντότητες (Entities) οι οποίες περιέχουν διαφορετικά Συστατικά (Components) όπως π.χ. ένα MeshRenderer που περιέχει ένα μοντέλο, ένα AudioSource υπεύθυνο για την αναπαραγωγή ενός ήχου, ένα Particle System ή οποιοδήποτε άλλο δεδομένο που αφορά την οντότητα. Τέλος, τα Συστήματα (Systems) περιέχουν τις λειτουργίες που πραγματοποιούν οι Οντότητες, όπως την αναπαραγωγή ενός ήχου στο τέλος κάποιου animation, την εμφάνιση ενός μοντέλου με την επίλυση ενός γρίφου ή άναμμα μιας λάμπας μόλις ο θεατής εισέλθει σε μια περιοχή.

Λογική Οντοτήτων

Σε αυτό το σημείο, θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν οι πιο βασικές οντότητες και οι λειτουργίες τους, οι οποίες περιλαμβάνονται σε αρχεία κώδικα C# με τη κατάληξη .cs. Κάθε .cs αρχείο είναι μια κλάση που κληρονομεί λειτουργίες από την MonoBehaviour που είναι βασική κλάση της Unity. Κάποιες σημαντικές συναρτήσεις της MonoBehaviour είναι η Awake() και η Start() οι οποίες εκτελούνται με τη σειρά που αναφέρονται μια και μόνο φορά στην έναρξη της εφαρμογής (ή της κάθε σκηνής της Unity αν περιλαμβάνονται περισσότερες) και χρησιμοποιούνται συνήθως για την αρχικοποίηση των δεδομένων. Άλλη σημαντική συνάρτηση

είναι η Update() η οποία εκτελείται σε κάθε καρέ της εφαρμογής και περιλαμβάνει συνήθως ελέγχους, την λογική των λειτουργιών κτλ. Φυσικά, σε κάθε κλάση μπορούν να οριστούν και επιπλέον συναρτήσεις.

Στην παρακάτω ανάλυση δεν θα γίνει καμία αναφορά στα στατικά αντικείμενα της σκηνής που απλώς είναι υπεύθυνα για την απεικόνιση των μοντέλων.

Game Manager

Η GameManager.cs είναι υπεύθυνη για την ροή της εφαρμογής. Γνωρίζει σε ποιο στάδιο της αφήγησης βρίσκεται ο θεατής και δίνει εντολές προς τα αντικείμενα με τα οποία αλληλεπιδρά (Interactive Objects) να εμφανιστούν ή να εξαφανιστούν, προχωρώντας έτσι σε επόμενο στάδιο. Στον αφηγητή δίνει την εντολή να συνεχίσει την αφήγηση. Επιπλέον περιλαμβάνει τον PostProcessingSwapper.cs που καθορίζει ποιο post processing προφίλ, και σε ποιο βαθμό, θα είναι ενεργοποιημένο.

Interactive Objects

Η InteractiveObjects.cs υπάρχει σε κάθε αντικείμενο με το οποίο αλληλεπιδρά ο θεατής. Βασικές της συναρτήσεις είναι η Evolve() και Dissolve() που εμφανίζουν και εξαφανίζουν το μοντέλο του αντικειμένου. Επιπλέον, αν το αντικείμενο πέσει στο πάτωμα αρχικοποιούν τη θέση του πάνω στο τραπέζι για να μπορεί ο θεατής να συνεχίσει την αφήγηση χωρίς να χρειαστεί να σκύψει και να το μαζέψει. Τέλος, καταστρέφουν εντελώς το αντικείμενο μόλις ολοκληρωθεί το στάδιο του.

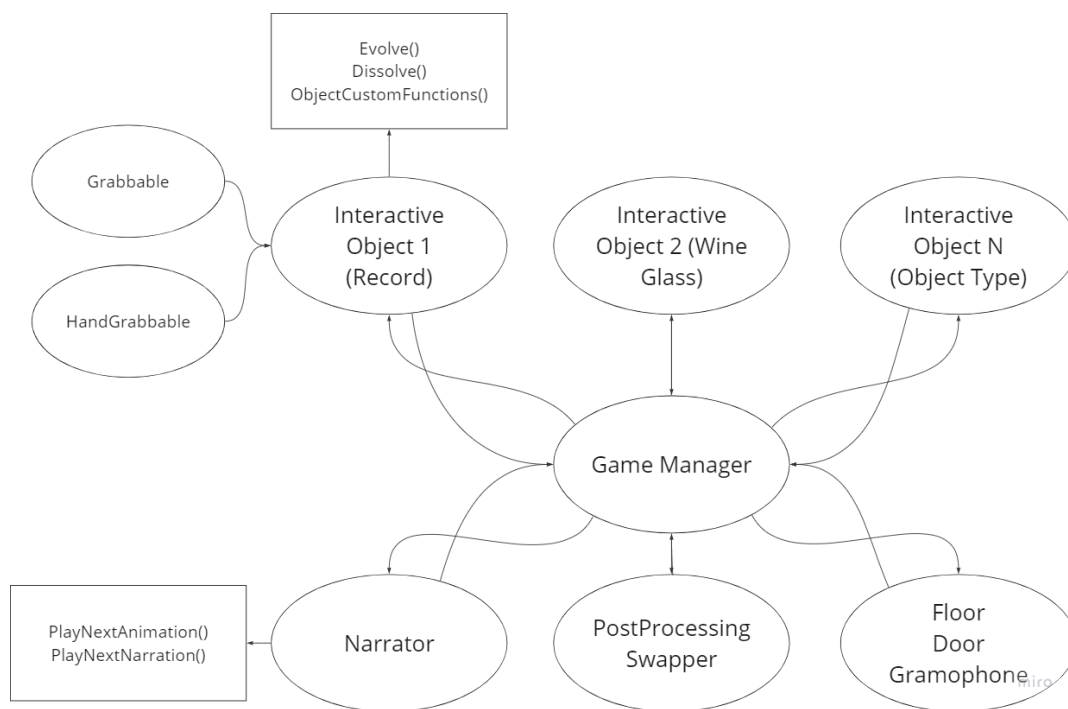
Narrator

Η Narrator.cs είναι υπεύθυνη για την λειτουργία του αφηγητή, αναπαράγοντας του ήχους και συγχρονίζοντας τα animation states του Animator.

Άλλες κλάσεις είναι η Door.cs που αναπαράγει τον ήχο και το animation ανοίγματος και κλεισίματος της πόρτας, η Floor.cs που δίνει εντολή στα Interactive Objects να αρχικοποιηθούν αν ακουμπήσουν τον Collider που βρίσκεται στο πάτωμα και η Gramophone.cs η οποία ελέγχει αν έχει τοποθετηθεί δίσκος και αναπαράγει το animation του γραμμοφώνου όταν αυτό συμβεί.

Επιπλέον, υπάρχουν κλάσεις για τον κάθε τύπο αντικειμένου, ώστε να γίνεται η αναγνώριση του τύπου του Interactive Object και να εκτελούνται οι συγκεκριμένες λειτουργίες των αντικειμένων. Έτσι, η Record.cs ελέγχει αν έχει τοποθετηθεί ο δίσκος και μόλις συμβεί διακόπτει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης, απενεργοποιώντας τα components που είναι υπεύθυνα. Η Glass.cs ελέγχει αν ο θεατής έχει σηκώσει ψηλά το ποτήρι του. Η Calendar.cs περιλαμβάνει το προγραμματιστικό animation του ημερολογίου. Η Bill.cs ελέγχει αν ο θεατής έχει αλληλεπιδράσει με κάθε έναν από τους λογαριασμούς, ενώ τέλος η Bottle.cs είναι υπεύθυνη για την έκρηξη των μπουκαλιών - η οποία περιγράφεται στην ενότητα *Physics*.

Στο παρακάτω διάγραμμα ροής φαίνεται ενδεικτικά και απλουστευμένα η αρχιτεκτονική του κώδικα, δηλαδή πως γίνεται η επικοινωνία μεταξύ των οντοτήτων.



Εικόνα 7: Διάγραμμα ροής της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής (απλουστευμένο)

Coroutines και Game Loop

Για τον συγχρονισμό των διαφόρων γεγονότων της εφαρμογής χρησιμοποιούνται Coroutines. Πρόκειται για συναρτήσεις που εκτελούνται παράλληλα με τη ροή της εφαρμογής. Χάρη σε αυτό το χαρακτηριστικό τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως “χρονόμετρα”, όπου στην αρχή δεν κάνουν τίποτα και μόλις έρθει η κατάλληλη ώρα εκτελούν τη λειτουργία τους, ενώ οι υπόλοιπες λειτουργίες της εφαρμογής συνεχίζουν απρόσκοπτα. Έτσι, στο *Is There Anybody Out There?*, είναι εφικτό, με εύκολο τρόπο, να υπάρξει αναμονή μερικών δευτερολέπτων από τη στιγμή που το στάδιο άλλαξε, μέχρι ο Game Manager να δώσει εντολή στον αφηγητή να κινηθεί, μερικών δευτερολέπτων ακόμα μέχρι αυτός να αναπαράγει το απόσπασμα της αφήγησης, μερικών ακόμα μέχρι να εμφανιστούν τα αντικείμενα και μερικών ακόμα μέχρι να γίνει κάποια αλλαγή στο post processing.

Μόλις όλες οι σκηνές ολοκληρωθούν, η εφαρμογή παραμένει σε εκείνο το στάδιο. Κάνει επανεκκίνηση, και τα πάντα αρχικοποιούνται άμεσα όταν, στο τέλος της εμπειρίας του ο θεατής αφαιρέσει από το κεφάλι του τη μάσκα ή αρχικοποιούνται μετά από ένα λεπτό αν ο θεατής αφαιρέσει την μάσκα πριν την ολοκλήρωση της εμπειρίας του. Οι παραπάνω έλεγχοι μπορούν να πραγματοποιηθούν χάρη σε αισθητήρα που υπάρχει στο εσωτερικό της μάσκας και ενημερώνει τον Game Manager αν είναι φορεμένη ή όχι.

Physics

Καθώς, ο θεατής πρέπει να έχει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα αντικείμενα του χώρου, έγινε σχεδιασμός και προσθήκη φυσικής. Χρησιμοποιήθηκε το Unity Physics, ένα πακέτο φυσικής μηχανικής που παρέχεται από την Unity και επιτρέπει την προσομοίωση της φυσικής συμπεριφοράς αντικειμένων στο παιχνίδι, όπως η κίνηση, η βαρύτητα, οι συγκρούσεις, οι δυνάμεις και καθιστά εφικτή τη δημιουργία ρεαλιστικών περιβαλλόντων και την αληθοφάνεια των κινήσεων των αντικειμένων της εφαρμογής.

Στο *Is There Anybody Out There?*, κάθε αντικείμενο της σκηνής φέρει έναν MeshCollider ώστε να μην επιτρέπει άλλα αντικείμενα να το διαπερνούν, ενώ τα Interactive Objects έχουν και το

component Rigidbody, το οποίο τα κάνει να υπακούν στο νόμο της βαρύτητας, στοιχείο απαραίτητο για να έχουν διαδραστικό χαρακτήρα.

Τέλος, η έκρηξη των μπουκαλιών ήταν μια φυσική προσομοίωση. Για κάθε ένα μπουκάλι, τοποθετήθηκε και ένα μοντέλο του που αποτελείται από θραύσματα του μπουκαλιού. Κάθε ένα από αυτά έχει MeshCollider και τη στιγμή της έκρηξης απενεργοποιούνται τα μοντέλα του μπουκαλιού και του υγρού και ενεργοποιούνται τα μοντέλα των θραυσμάτων. Επιπλέον έχει τοποθετηθεί ένα SphereCollider μέσα σε κάθε μπουκάλι το οποίο τη στιγμή της έκρηξης μεγαλώνει σε μέγεθος απότομα (tween που διαρκεί 0.1 seconds) ώστε να ωθήσει τα θραύσματα προς τα έξω, δίνοντας την αίσθηση έκρηξης. Για την επίτευξη στυλιζαρισμένης, μεταφυσικής αισθητικής, τα θραύσματα αιωρούνται ενώ η ταχύτητά τους σταδιακά αποσβαίνει. Το παραπάνω πραγματοποιήθηκε με απενεργοποίηση της βαρύτητας στο Rigidbody component των θραυσμάτων, και αύξηση του συντελεστή αδράνειάς τους (Angular Drag και Drag).

Προγραμματισμός Εικονικών Χεριών

Υπάρχουν δύο τρόποι αλληλεπίδρασης μέσω των εικονικών χεριών: Ο πρώτος τρόπος απαιτεί την χρήση των χειριστηρίων και υποστηρίζεται και από παλαιότερα συστήματα όπως το Oculus Rift ή το HTC Vive. Ο δεύτερος δεν απαιτεί χειριστήρια, ο εντοπισμός της θέσης των χεριών πραγματοποιείται από τις κάμερες της συσκευής και υποστηρίζεται από πιο σύγχρονα συστήματα εικονικής πραγματικότητας όπως το Oculus Quest 1 και 2.

Για τον προγραμματισμό των εικονικών χεριών χρησιμοποιήθηκε το prefab (τρόπος δήλωσης αρχέτυπων οντοτήτων της Unity) OculusInteractionSampleRig που περιλαμβάνει τις βασικές λειτουργίες για τον εντοπισμό και τη κίνηση του κεφαλιού και των χειριστηρίων. Στο prefab προστέθηκαν επιπλέον components που υποστηρίζουν αλληλεπίδραση με εντοπισμό χεριών (hand tracking) από τις κάμερες της συσκευής. Έτσι ο θεατής, εφόσον χρησιμοποιεί Oculus Quest, μπορεί να βιώσει ακριβώς την ίδια εμπειρία είτε χρησιμοποιεί τα χειριστήρια, είτε όχι.

Προκειμένου να υπάρχει αλληλεπίδραση με τα Interactive Objects, με οποιονδήποτε από τους δύο τρόπους, τοποθετήθηκαν μια σειρά από components που περιλαμβάνονται στο Oculus SDK, στο καθένα από αυτά. Αυτά είναι το Grabbable.cs, το OneGrabFreeTransformer.cs και το ColliderGrabSurface.cs και είναι υπεύθυνα για τον τρόπο με τον οποίο θα γίνεται το “πιάσιμο” των αντικειμένων είτε με το χέρι είτε με το χειριστήριο, το GrabInteractable.cs που είναι υπεύθυνο για την αλληλεπίδραση με το χειριστήριο, το HandGrabInteractable.cs που είναι υπεύθυνο για την αλληλεπίδραση με τα χέρια του θεατή μέσω της αναγνώρισης τους από τις κάμερες, το PhysicsGrabbale.cs που είναι υπεύθυνο για την λειτουργία της φυσικής των Grabbale αντικειμένων και το InteractableDebugVisual.cs που είναι υπεύθυνο για την προβολή περιγράμματος όταν ο θεατής αλληλεπιδρά με κάθε αντικείμενο.

Συμπεράσματα

Η βιβλιογραφική έρευνα για την πανδημία έδειξε ότι πράγματι υπήρξαν συνέπειες και προβλήματα κοινωνικά, οικονομικά, επαγγελματικά και ψυχολογικά στην πλειονότητα του πληθυσμού γεγονός που καθιστά ωφέλιμη την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που στοχεύει στην αναβίωση, στον αναστοχασμό και στον προβληματισμό για την κατάσταση αυτή.

Η βιβλιογραφική έρευνα για την εικονική πραγματικότητα έδειξε ότι η τεχνολογία της έχει ωριμάσει με επακόλουθο την αυξημένη ανάπτυξη και διάδοση των εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας στο ευρύ κοινό. Το γεγονός αυτό την καθιστά ένα κατάλληλο και προσιτό τεχνολογικό μέσο για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής που αναφέρεται στην πανδημία.

Ο στόχος που τέθηκε για την υλοποίηση μιας τέτοιας εφαρμογής επιτεύχθηκε. Η εφαρμογή *Is There Anybody Out There?* εκτελείται απρόσκοπτα, όπως φάνηκε από το alpha-testing, το οποίο υποβλήθηκε από τον γράφοντα και στενό φιλικό του κύκλο. Αποτιμώντας όμως την ίδια την εφαρμογή και ξεκινώντας από το σενάριο, διαπιστώνεται εύκολα, ότι η κάλυψη που παρέχει στο θέμα της είναι αποσπασματική και περιορισμένη, τόσο σε εύρος όσο και σε βάθος. Ο λόγος είναι ότι μια εφαρμογή με σενάριο που καλύπτει ολοκληρωτικά το θέμα θα ξέφευγε κατά πολύ από το πλαίσιο μιας πτυχιακής εργασίας η οποία αντιστοιχεί σε 30 ECTS, δηλαδή σε ένα φόρτο εργασίας 750 ωρών.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι η αξιολόγηση του έργου *Is There Anybody Out There?*, στην καλλιτεχνική του διάσταση, ως έργο τέχνης, είναι μια καθαρά υποκειμενική υπόθεση: Αν και σε ποιο βαθμό, το έργο τέρπει με την αισθητική του, αν κατάφερε να περάσει τα μηνύματα του δημιουργού του στον θεατή, αν του προκάλεσε συναισθήματα, τι είδους συναισθήματα και σε ποιο βαθμό του τα προκάλεσε και γενικά, ποια επίδραση είχε πάνω του, είναι υποκειμενικό και διαφέρει από θεατή σε θεατή. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία, η όποια αποτίμηση του έργου έγινε από τον ίδιο τον συγγραφέα της και δημιουργό του έργου, αφορά στην

τεχνική/τεχνολογική διάσταση όπου και τα αποτελέσματα μιας αξιολόγησης μπορεί να είναι αντικειμενικά.

Από το 3^ο κεφάλαιο, το οποίο περιγράφει και τεκμηριώνει την ανάπτυξη της εφαρμογής, προκύπτει ότι, για την υλοποίηση της, απαιτούνται γνώσεις και δεξιότητες πολλών αντικειμένων, τα οποία, στη βιομηχανία παραγωγής διαδραστικών έργων και βιντεοπαιχνιδιών, καλύπτονται από διαφορετικά άτομα με διαφορετικούς ρόλους (3D Modeller, Animator, Tech Artist, Lighting Artist, Programmer, Designer, Director, Writer κτλ.). Η υλοποίηση του *Is There Anybody Out There?* ήταν μια διαδικασία εξερεύνησης αυτών των ρόλων και μια διαδικασία εφαρμογής γνώσεων και δεξιοτήτων από διαφορετικές ειδικότητες, οι οποίες, γνώσεις και δεξιότητες, αποκτήθηκαν κατά την διάρκεια των σπουδών στο Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας και κατά την διάρκεια της μετέπειτα επαγγελματικής ενασχόλησης του γράφοντος. Υπό το πρίσμα αυτό, ο δεύτερος στόχος, ο οποίος τέθηκε στο κεφάλαιο της Εισαγωγής και αφορά στην παρουσίαση της τεχνολογίας της εικονικής πραγματικότητας και της μεθοδολογίας ανάπτυξης των εφαρμογών της, επίσης επιτεύχθηκε πλήρως. Ασχέτως του ελλειπούς της σεναρίου και του μικρού της μεγέθους, η εφαρμογή *Is There Anybody Out There?*, ενσωματώνει όλες τις διαφορετικές τεχνολογίες και μεθόδους που απαιτούνται για την ανάπτυξη μιας, μεγάλης σε έκταση και με ολοκληρωμένο σενάριο, εφαρμογής και οι οποίες, τεχνολογίες και μέθοδοι, παρουσιάζονται στο 3^ο κεφάλαιο.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η παραγωγή ενός αφηγηματικού έργου εικονικής πραγματικότητας από ένα άτομο, δεν είναι ιδιαίτερα απλή διαδικασία. Απαιτεί ποικίλες γνώσεις, δεξιότητες και, συναρτήσει πάντα της έκτασης του έργου, πολλές εργατοώρες, ωστόσο, είναι μια διαδικασία εφικτή.

Αποκλίσεις από την Αρχική Πρόταση

Σε σχέση με την αρχική πρόταση της πτυχιακής εργασίας υπήρξαν αρκετές αποκλίσεις στο περιεχόμενο, στο μέσο και στο χρονοδιάγραμμα υλοποίησης. Η αρχική πρόταση υποβλήθηκε το 2016. Το αρχικό πλάνο περιλάμβανε την ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου διαδραστικού έργου με κοινωνικό περιεχόμενο, η υλοποιημένη εφαρμογή του οποίου, θα εκτελούνταν σε υπολογιστή. Έπειτα από την ενασχόληση του γράφοντος και με την εικονική πραγματικότητα, επιλέχθηκε η μεταφορά του έργου στο μέσο της εικονικής πραγματικότητας, καθώς είναι πιο καινοτόμο και προσφέρει περισσότερες δυνατότητες αλληλεπίδρασης και εμπύθισης του θεατή, ο οποίος τοποθετείται μέσα στο σκηνικό, αντί απλώς να το βλέπει σε μια οθόνη υπολογιστή. Επιπλέον, έγιναν αλλαγές στη θεματολογία της αφήγησης, καθώς το αρχικό πλάνο αφορούσε στην παρουσίαση μιας ιστορίας στην οποία θα αναδεικνύονταν τα κοινωνικά και οικονομικά προβλήματα της περιόδου της κρίσης που ξεκίνησε το 2009. Το έργο που τελικά υλοποιήθηκε αφορά τα προβλήματα της καραντίνας και της πανδημίας του 2019. Αλλά και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης άλλαζε συνεχώς, λόγω αυξημένων επαγγελματικών υποχρεώσεων του γράφοντος, καθώς από το 2016, δραστηριοποιείται ως επαγγελματίας στο χώρο ανάπτυξης διαδραστικών εφαρμογών.

Προτάσεις για Επιπλέον Ανάπτυξη

Η πρώτη πρόταση για επιπλέον ανάπτυξη αφορά στην επέκταση του σεναρίου ώστε αυτό να καλύπτει όσο το δυνατόν σε μεγαλύτερο βαθμό το θέμα της εφαρμογής. Αν αυτό επιτευχθεί, η επέκταση της ίδιας της εφαρμογής με την προσθήκη νέων σκηνών αλλά και νέων δραστηριοτήτων στις υφιστάμενες σκηνές δεν είναι παρά θέμα χρόνου και μόνο, καθώς όλες οι απαιτούμενες τεχνικές και μεθοδολογίες έχουν ήδη διερευνηθεί και εφαρμοστεί.

Η δεύτερη πρόταση αφορά στη προσθήκη επιλογής αγγλικής αφήγησης ώστε το έργο να μπορεί να απευθυνθεί σε παγκόσμιο κοινό.

Η τρίτη πρόταση αφορά στις δοκιμές (beta testing) από ένα ευρύ κοινό με σκοπό τον εντοπισμό και την επίλυση δυσλειτουργιών (bugs) που ενδέχεται να εντοπιστούν.

Η τέταρτη πρόταση αφορά στην αξιολόγηση της εφαρμογής, ως καλλιτεχνικό έργο, από το ευρύ κοινό, μέσω της κατάθεσης των απόψεων όσων βίωσαν την εμπειρία.

Τέλος, προτείνεται η συμμετοχή του έργου σε φεστιβάλ και εκθέσεις που περιλαμβάνουν έργα εικονικής πραγματικότητας όπως το Athens Digital Art Festival (ADAF) και το Φεστιβάλ Κινηματογράφου Θεσσαλονίκης, αλλά και σε διάφορα φεστιβάλ του εξωτερικού όπου το έργο μπορεί να αξιολογηθεί από πιο εξειδικευμένο κοινό.

Βιβλιογραφία

1. Adobe. *Substance 3D Documentation*. Προσβάσιμο στο: <https://substance3d.adobe.com/documentation/home>
2. Audacity. *Audacity Reference Manual*. Προσβάσιμο στο: <https://manual.audacityteam.org/>
3. Azif Ismail and Jayesh S. Pillai. *Virtual Reality: Introduction*. D'source Digital Online Learning Environment. Ανακτήθηκε στις 27/03/2021 από <https://www.dsource.in/course/virtual-reality-introduction>
4. Barnard Dom. *Degrees of Freedom in VR*. VirtualSpeech. Ανακτήθηκε στις 30/03/2021 από <https://virtualspeech.com/blog/degrees-of-freedom-vr>
5. Bates Claire. *Is Anna OK?*. BBC News. Ανακτήθηκε στις 04/04/2021 από https://www.bbc.co.uk/news/resources/idt-sh/is_anna_ok
6. BBC Rewind. *We Wait*. BBC Rewind. Ανακτήθηκε στις 01/04/2021 από <https://canvas-story.bbcwind.co.uk/we-wait/>
7. Blender. *Blender 3.5 Reference Manual*. Προσβάσιμο στο: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>
8. Bryson Steve. 2013. *Virtual Reality: A Definition History - A Personal Essay*. Ανακτήθηκε στις 29/03/2021 από <https://arxiv.org/pdf/1312.4322.pdf>
9. Ebersole Samuel. 1997. *A brief history of virtual reality and its social applications*. Ανακτήθηκε στις 20/02/2023 από https://www.academia.edu/es/629431/A_brief_history_of_virtual_reality_and_its_social_applications
10. Mazuryk Thomas and Gervautz Michael. 1999. *Virtual Reality History, Applications, Technology and Future*. Ανακτήθηκε στις 20/02/2023 από https://www.academia.edu/11402876/Virtual_Reality_History_Applications_Technology_and_Future
11. Miro. *Miro Homepage*. Προσβάσιμο στο: <https://miro.com/>

12. National Film Board of Canada. *The Book of Distance*. nfb.ca, Ανακτήθηκε στις 05/02/2023 από https://www.nfb.ca/interactive/the_book_of_distance/
13. Oculus. *Device Specifications*. Προσβάσιμο στο: <https://developer.oculus.com/resources/oculus-device-specs/>
14. Oculus. *PC SDK*. Προσβάσιμο στο: <https://developer.oculus.com/documentation/native/pc/>
15. Schnipper Matthew. *The rise and fall of Virtual Reality*. The Verge. Ανακτήθηκε στις 30/03/2021 από <https://www.theverge.com/a/virtual-reality>
16. Statista. *Unit shipments of virtual reality (VR) devices worldwide from 2017 to 2019 (in millions), by vendor*. Statista. Ανακτήθηκε στις 30/03/2021 από <https://www.statista.com/statistics/671403/global-virtual-reality-device-shipments-by-vendor/>
17. Sterling Bruce. *Augmented Reality: "The Ultimate Display" by Ivan Sutherland, 1965*. Wired. Ανακτήθηκε στις 02/04/2021 από <https://www.wired.com/2009/09/augmented-reality-the-ultimate-display-by-ivan-sutherland-1965/>
18. Steve Dixon. 2006. *A history of virtual reality in performance*. International Journal of Performance Arts and Digital Media, Volume 2 Number 1.
19. Tech Monitor. *W Industries makes virtual reality a reality at £20,000*. Tech Monitor. Ανακτήθηκε στις 04/04/2021 από https://techmonitor.ai/technology/w_industries_makes_virtual_reality_a_reality_at_ukp20000
20. Thompson Clive. *Stereographs: The Original Virtual Reality*. Smithsonian Magazine. Ανακτήθηκε στις 30/03/2021 από <https://www.smithsonianmag.com/innovation/stereographs-original-virtual-reality-180964771/>
21. Unity. *Unity Documentation*. Προσβάσιμο στο: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>

22. USC School of Cinematic Arts. *Morton Heilig: Inventor VR*. USC HMM Foundation Moving Image Archive. Ανακτήθηκε στις 30/03/2023 από <https://www.uschefnerarchive.com/morton-heilig-inventor-vr/>
23. Zimmerman G. Thomas. *Digital data entry glove interface device*. US4414537A, Εθνικό Γραφείο Ευρεσιτεχνιών των ΗΠΑ, 08 Νοεμβρίου 1983
24. Κιουλάνη Αναστασία. 2021. *Οι Επιπτώσεις της πανδημίας στον πληθυσμό*. Διπλωματική εργασία: Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Προσβάσιμο στο: <https://apothesis.eap.gr/archive/item/74505>
25. Κόλλιας Οδυσσέας. 2020. *Οι θετικές κοινωνικές επιπτώσεις από την κρίση του κορονοϊού*. HuffPost Greece. Ανακτήθηκε στις 20/01/2023 από https://www.huffingtonpost.gr/entry/oi-thetikes-koinonikes-epiptoseis-apo-ten-krise-toe-koronoioe_gr_5ea177f9c5b69150246e3ca8
26. Κύρτσου Σοφία. 2022. *Η χρήση του αλκοόλ ως απόρροια κοινωνικής απομόνωσης, η περίπτωση της καραντίνας*. Διπλωματική εργασία: ΑΠΘ Νομική Σχολή & Παν/μιο Λευκωσίας Τμήμα Νομικής. Προσβάσιμη στο: <http://ikee.lib.auth.gr/record/344832/files/>
27. Χατζάρα Κωνσταντίνα. 2021. *Οι επιπτώσεις της πανδημίας Covid19 στη ζωή του πληθυσμού. Μέτρα περιορισμού της διασποράς της λοίμωξης Covid19 και παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή και τήρησή τους από τον πληθυσμό*. Διπλωματική εργασία: Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Προσβάσιμη στο: <https://apothesis.eap.gr/archive/item/160072>

Παράρτημα

Συνάφεια Πτυχιακή με τα Προπτυχιακά Μαθήματα του ΤΗΧΕΙ

Η ανάπτυξη μιας αφηγηματικής εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας έχει άμεση σχέση με το προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Τμήματος Τεχνών Ήχου και Εικόνας καθώς συνδυάζει την τέχνη με τον προγραμματισμό και την τεχνολογία. Πιο συγκεκριμένα από τα 54 μαθήματα που ολοκληρώθηκαν από τον γράφοντα, τα 21, δηλαδή το 39%, έχουν άμεση σχέση με κάποιο στάδιο της υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας ενώ και τα υπόλοιπα έθεσαν τις βάσεις για την αντίληψη της εικόνας, του ήχου, αλλά και της τέχνης και της τεχνολογίας γενικά.

Οι αρχές του δομημένου αλλά και του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού διδάχτηκαν στα μαθήματα Προγραμματισμός I και Προγραμματισμός II. Απαραίτητα μαθήματα για το σχεδιασμό διαδραστικών εφαρμογών ήταν τα Διαδραστικά Πολυμέσα I, Διαδραστικά Πολυμέσα II και Διαδραστικά Οπτικοακουστικά Συστήματα. Τέλος, στο μάθημα Ψηφιακή Σύνθεση Εικονικών Περιβαλλόντων έγινε η εισαγωγή στη μηχανή γραφικών Unity.

Όσον αφορά στο κομμάτι της εικόνας, τα μαθήματα Τρισδιάστατα Γραφικά, Τρισδιάστατα Μοντέλα και Εμπνύχωση Τρισδιάστατων Μοντέλων, έθεσαν τις βάσεις γνώσεων και δεξιοτήτων που απαιτήθηκαν για τον σχεδιασμό των γραφικών της εφαρμογής. Βέβαια έμμεσο, αλλά σημαντικό, ρόλο στην αντίληψη του φωτισμού και στη διαμόρφωση του τελικού οπτικού αποτελέσματος, έπαιξαν και τα διάφορα μαθήματα σχεδίου και φωτογραφίας.

Στο κομμάτι του ηχητικού σχεδιασμού τα μαθήματα Ακουστική και Ψυχοακουστική, Τεχνολογία Ήχου, Ηχητικός Σχεδιασμός, Ηχητική Επεξεργασία, Ψηφιακή Επεξεργασία Ήχου, Ηλεκτροακουστική και Ακουστική Χώρων, Εισαγωγή στην Ηχοληψία & Τέχνη Ήχου, ήταν σημαντικά, τόσο για τις ηχογραφήσεις, για την ηχητική επένδυση και για την επεξεργασία, όσο

και για την διαμόρφωση σωστής αντίληψης της χωρικής τοποθέτησης, η οποία είναι απαραίτητη για ένα ρεαλιστικό εικονικό ηχητικό περιβάλλον.

Για τον σχεδιασμό γενικότερα, τα μαθήματα Σενάριο και Στοιχεία Δραματοουργίας, Αφηγηματική Δομή Πολυμέσων, Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Παιχνιδιών Βίντεο έθεσαν τις βάσεις για την οργάνωση και την προ-παραγωγή της διαδραστικής αφήγησης.

Για τη συγγραφή του κειμένου της πτυχιακής εργασίας, οι απαραίτητες αρχές διδάχτηκαν στο μάθημα Επιστημονική Μεθοδολογία.

Αξίζει να αναφερθεί πως και τα μαθήματα που δεν είχαν άμεση σχέση με το αντικείμενο, όπως Εικαστική Επένδυση Ήχου, Εγκαταστάσεις και Οπτικοακουστικά Μέσα κ.α., βοήθησαν στην διαμόρφωση μιας σωστής αντίληψης των διαδραστικών πολυμέσων και της εικονικής πραγματικότητας.

Η γνώση, αλλά κυρίως η εμπειρία, που απαιτείται για την ολοκληρωμένη δημιουργία μιας εφαρμογής εικονικής πραγματικότητας είναι περισσότερη από αυτή που ο χρόνος επιτρέπει να αποκτηθεί σε ένα πανεπιστημιακό πρόγραμμα σπουδών και προκύπτει από τον συνδυασμό διαθεματικών γνώσεων και εμπειριών. Απαραίτητη ήταν λοιπόν και η αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο και η ανάπτυξη επιπλέον δεξιοτήτων τόσο από επίσημα online μαθήματα (MOOCs) όσο και από ανεπίσημα tutorials, καθώς και η αναζήτηση στο documentation των διαφόρων λογισμικών. Επιπλέον, οι δοκιμές και τα πειράματα, στην προσπάθεια επίτευξης ενός ολοκληρωμένου έργου, είναι απαραίτητα, ειδικά σε μέσα και λογισμικά, όπως αυτά που χρησιμοποιήθηκαν, τα οποία εξελίσσονται καθημερινά.