

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**3D ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΣΤΟ
ΚΤΙΡΙΟ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ ΛΕΜΕΣΟΥ**

Ιακωβίδης Νικόλας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2022

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

3D ανακατασκευή και εικονική περιήγηση στο κτίριο της δημοτικής βιβλιοθήκης

Λεμεσού

Ιακωβίδης Νικόλας

Επιβλέπων Καθηγητής

Ανδρέας Αριστείδου

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των
απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του
Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2022

ii

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρουσίας της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά σε όσους με βοήθησαν στην εκπόνηση της.

Πρώτα απ' όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Δρ. Αντρέα Αριστείδου που στήριξε την ιδέα που πρωτινά αρχικά και έπειτα με την δική του εμπειρία και ιδέες που μου πρότεινε με βοήθησε να την αναπτύξω στο μέγιστο. Θέλω να τον ευχαριστήσω για την συνεχή του στήριξη και καθοδήγηση που με βοήθησαν να αναδείξω ένα εμβληματικό και ιστορικό κτίριο για την πόλη μου μέσω τις διπλωματικής εργασίας μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους καθηγητές του τμήματος μου που μέσα από τα μαθήματα τους τόσα χρονιά απέκτησα αρκετές γνώσεις που θα με βοηθήσουν στην μετέπειτα επαγγελματική πορεία της ζωής μου. Επίσης ένα ευχαριστώ στους συμφοιτητές μου όπου μαζί συνοδοιπόροι συνεργαστήκαμε και ανταλλάξαμε γνώσεις σε αυτό το μεγάλο ταξίδι.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου όπου από το πρώτο εξάμηνο των σπουδών μου μέχρι και το τελευταίο στάθηκε στο πλευρό μου στηρίζοντας οποιαδήποτε απόφαση μου.

Περίληψη

Σκοπός της διπλωματικής αυτής ήταν η ανακατασκευή και περιήγηση (μέσα και έξω) μέσω εικονικής πραγματικότητας της Δημοτικής Βιβλιοθήκης της Λεμεσού στα πλαίσια digital twin δηλαδή η δημιουργία ψηφιακών αντιγράφων αντικειμένων τα οποία υπάρχουν στο πραγματικό κόσμο. Επιπλέον μέσα από ερευνά που δημιουργήθηκε ενός μικρού συνόλου ατόμων στα πλαίσια της διπλωματικής παρατηρήσαμε πως πλέον στις μέρες η χρήση της βιβλιοθήκης έχει μειωθεί πάρα πολύ και ο λόγος είναι εμφανές λόγο της ραγδαίας εξέλιξης της τεχνολογίας. Έτσι και εμείς μέσα από αυτό το συμπέρασμα μας δημιουργήθηκε το κίνητρο της ψηφιοποιήσεις του κτιρίου της βιβλιοθήκης έτσι ώστε ο κόσμος να μπορεί να την επισκέπτεται ψηφιακά αλλά και να μπορεί να κάνει κάποιες βασικές λειτουργίες που μπορεί κάποιος να κάνει σε μια φυσική βιβλιοθήκη αλλά και κάποιες άλλες που μονό στα πλαίσια μιας ψηφιακής βιβλιοθήκης θα μπορούσε να τις κάνει έτσι ώστε να του διευκολύνουν την ζωή τους και να τραβήξουν τον κόσμο πίσω στις βιβλιοθήκες. Η διπλωματική μου χωριστικέ σε 2 φάσεις.

Στην πρώτη φάση έγινε η συλλογή των δεδομένων δηλαδή των φωτογραφιών του εξωτερικού κτήριου της βιβλιοθήκης αλλά και περιμετρικά του κτιρίου σε κάποια αντικείμενα όπως παγκάκια και ένα σιντριβάνι. Η συλλογή έγινε μέσω drone και κάμερας από κινητό τηλέφωνο. Έπειτα έγινε η φωτογραμμετρία και δημιουργία του αντικειμένου της βιβλιοθήκης αλλά και των γύρω αντικειμένων σε 3D μορφή μέσω του Reality Capture.

Στην δεύτερη φάση πήρα τα αντικείμενα που δημιούργησα και εφόσον τα καθάρισα εξωτερικά όσο και εσωτερικά τα πρόσθεσα μέσα στο Unity όπου εκεί ασχολήθηκα εξολοκλήρου με αυτό. Δηλαδή έγινε η μοντελοποίηση και διακόσμηση του εσωτερικού της βιβλιοθήκης. Δημιουργήθηκε το εξωτερικό περιβάλλον της βιβλιοθήκης. Επίσης έγινε και η δημιουργία ενός χαρακτήρα που μέσω VR αλλά και μέσω πληκτρολογίου και mouse μπορεί να περιηγηθεί στα δωμάτια της βιβλιοθήκης. Ακόμη δημιούργησα και ένα agent όπου ο χρήστης μέσα από ένα menu επιλογής μπορεί να διαλέξει κάποια

απλά σενάρια που θα υπάρχουν σε μια ψηφιακή βιβλιοθήκη και ο agent θα τον κατευθύνει.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	iii
Περίληψη.....	iv
Κατάλογος Ακρώνυμων	viii
1. Κεφάλαιο 1.....	1
Εισαγωγή	1
1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα και κίνητρο.....	1
1.2 Πληροφορίες κτιρίου Δημοτικής Βιβλιοθήκης Λεμεσού	2
1.3 Προκλήσεις	3
1.4 Σκοπός.....	4
1.5 Οργάνωση Κειμένου	4
2. Κεφάλαιο 2	5
Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	5
2.1 Digital Twins	5
2.2 Εικονικά Μουσεία.....	7
2.3 3D Εικονική Βιβλιοθήκη	8
2.4 Φωτογραμμετρία κτηρίων	9
2.5 Μοντελοποίηση	10
3. Κεφάλαιο 3	11
Έρευνα Χρηστών.....	11
3.1 Σκοπός έρευνας.....	11
3.2 Ερωτηματολόγιο	11
3.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων έρευνας	12
4. Κεφάλαιο 4	19
Απόκτηση δεδομένων και εργαλεία.....	19
4.1 Εργαλεία για λήψη φωτογραφιών.....	19

4.1.1 Drone	19
4.1.2 Κάμερα	20
4.2 Εργαλεία φωτογραμμετρίας.....	21
4.2.1 Reality Capture	21
4.2.2 MeshLab	21
4.3 VR Headset	21
4.4 Game Engine (Μηχανή παιχνιδιών)	21
4.5 Τρισδιάστατα Μοντέλα	22
4.6 Πακέτα	24
4.7 Ισχυρός Υπολογιστής.....	28
5. Κεφάλαιο 5	29
Μεθοδολογία.....	29
5.1 Διαδικασία δημιουργίας 3D μοντέλων με χρήση φωτογραμμετρίας	29
5.2 Καθαρισμός μοντέλου	35
5.3 Τοποθέτηση terrain	36
5.4 Σχεδιασμός εσωτερικού χώρου βιβλιοθήκης.....	37
5.5 Διακόσμηση βιβλιοθήκης	41
5.6 Χαρακτήρας	42
5.7 UI	44
5.8 Ξεναγός	45
5.9 Σενάρια	47
6. Κεφάλαιο 6	49
Αποτελέσματα.....	49
6.1 Αποτελέσματα.....	49
6.2 Δυσκολίες	52
7. Κεφάλαιο 7	53
Συμπεράσματα	53
7.1 Γενικά	53
7.2 Μελλοντική Εργασία	54
Βιβλιογραφία	55

Κατάλογος Ακρώνυμων

VR-Virtual Reality

3D-Τρισδιάστατο

CEO-Chief Executive Officer

PLM- Product Lifecycle Management

DT-Digital Twin

AR-Augmented Reality

DSLR-Digital Single Lens Reflex Camera

PC-Personal Computer

mm-millimeters

mp-megapixels

HDR-High Dynamic Range

RAM-Random Access Memory

GB-Gigabyte

UI-User Interface

GUI-Graphical User Interface

RGB-Red Green Blue

NPC-Non-PlayerCharacter

1. Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα και κίνητρο	1
1.2 Πληροφορίες κτιρίου Δημοτικής Βιβλιοθήκης Λεμεσού	2
1.3 Προκλήσεις	3
1.4 Σκοπός	4
1.5 Οργάνωση Κειμένου	4

1.1 Εισαγωγή στο πρόβλημα και κίνητρο

Στη σύγχρονη εποχή, στις μέρες της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης ο αριθμός των ατόμων που επισκέπτονται την βιβλιοθήκη έχει μειωθεί αισθητά. Ιδιαίτερα η νεολαία έχει απομακρυνθεί πολύ από την βιβλιοθήκη. Οι νέοι σήμερα προτιμούν να διαβάσουν σπίτι ή σε κάποια καφετέρια με παρέα δεν συνηθίζουν να πάνε βιβλιοθήκη ιδιαίτερα στην Λεμεσό. Στην Λευκωσία με την βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Κύπρου τα πράγματα είναι κάπως καλύτερα και ο λόγος είναι προφανές διότι βρίσκετε εντός πανεπιστημιούπολης πολύ κοντά στις αίθουσες διδασκαλίας που βολεύει πολύ τους φοιτητές να την επισκεφτούν αμέσως μετρά την διάλεξη τους. Η απόσταση και ο χώρος στάθμευσης είναι ένας παράγοντας απομάκρυνσης της κοινωνίας από την βιβλιοθήκη. Αυτό είναι σίγουρο με αναμφισβήτητα παράδειγμα της Δημοτικής βιβλιοθήκης Λεμεσού και Λάρνακας όπου ως γνωστόν βρίσκονται στο κέντρο της πόλης όπου ο χώρος στάθμευσης είναι λιγοστός και η κίνηση αφόρητη λόγω των παλιών δρόμων. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας όπως αναφέραμε και πριν απομάκρυνε την κοινωνία στην χρήση της βιβλιοθήκης συγκεκριμένα, πιο ευκολά στις μέρες μας κάποιος θα ψάξει ένα βιβλίο στο διαδίκτυο πάρα να επισκεφθεί την βιβλιοθήκη για να το βρει. Επίσης αρκετός κόσμος δεν έχει γνώσει πως στη βιβλιοθήκη εκτός από το να δανείζετε και να

διαβάζει βιβλία μπορεί να κάνει περισσότερα πράγματα όπως να παρακολουθήσει σεμινάρια να μοιραστεί ένα δωμάτιο με άλλους ώστε να συνδυάσει το διάβασμα με ψυχαγωγία.

Με αφορμή τα πιο πάνω θέματα μαζί με τον καθηγητή μου προβληματιστήκαμε και μας δημιουργήθηκε το κίνητρο για την έρευνα αυτής της διπλωματικής. Στην ψηφιοποίηση της βιβλιοθήκης και την ένταξη στο μέλλον όταν εδραιωθεί περισσότερο στο metaverse όπου οποιοσδήποτε έχει στην κατοχή του συσκευή VR θα μπορεί να επισκεφθεί τον ψηφιακό κόσμο της βιβλιοθήκης και να κάνει διάφορες δραστηριότητες. Επίσης ένας ακόμα λόγος που μας ώθησε σε αυτή την έρευνα είναι ο ορός “digital twin” δηλαδή η δημιουργία ψηφιακών αντιγράφων αντικειμένων τα οποία υπάρχουν στο πραγματικό κόσμο όπου στην περίπτωση μας είναι το κτίριο της βιβλιοθήκης Λεμεσού πρώην Μέγαρο Πηλαβάκη ένα ιστορικό κτίριο για την πόλη της Λεμεσού έτσι ταυτόχρονα διαφυλάσσετε και πολιτιστική κληρονομιά της πόλης σε ψηφιακή μορφή. Τέλος για το συγκεκριμένο κτίριο δεν υπήρξε κάποια παρόμοια έρευνα σε θέμα και ψηφιοποίησης του κτιρίου πράγμα που μας ώθησε ακόμα περισσότερο για προχωρήσουμε στην έρευνα αυτή.

1.2 Πληροφορίες κτιρίου Δημοτικής Βιβλιοθήκης Λεμεσού

Μέγαρο Πηλαβάκη είναι ένα κτήριο στολίδι για την πόλη της Λεμεσού το 1919 όπου αρχίζει η ανοικοδόμηση του, για τα δεδομένα της τότε εποχής ήταν κάτι το μοναδικό δεν υπήρχε όμοιο του. Το κτίριο αυτό είχε μια ιδιαίτερη αρχιτεκτονική όπου ο ιδιοκτήτης του Αντώνης Πηλαβάκης λόγω του επαγγέλματος του σαν έμπορος έκανε πολλά ταξίδια κυρίως στο Μονακό όπου πήγε αρκετές φορές, έτσι υιοθέτησε την αρχιτεκτονική από καζίνο του Μονακό [7]. Συγκεκριμένα έχει σκαλιστές πέτρες και γιρλάντες στα πλαίσια των ανοιγμάτων, με τα αριστοκρατικά μπαλκόνια και τα τοξωτά ανοίγματα στις πόρτες και τα παράθυρα. Επίσης και τα σχέδια του δημιουργήθηκαν στο Παρίσι. Στο εσωτερικό του προθάλαμου βρίσκονται 4 κορινθιακοί κίονες και το δάπεδο ήταν επιστρωμένο με πολύχρωμα πλακάκια. Το 1966 το μέγαρο πωλήθηκε στη Ζήνα Κάντερ η οποία κατέβαλε ένα μέρος της δαπάνης της αγοράς. Τελικά το ανέλαβε ο Δήμος και στέγασε εκεί την Δημοτική Βιβλιοθήκη της Λεμεσού, που μέχρι τότε λειτουργούσε στο Δημαρχείο. Πλέον από το 2017 μέχρι και σήμερα η Δημοτική Βιβλιοθήκη, μετά από χρόνια επισκευών παρουσιάζεται και πάλι στον κόσμο της

Λεμεσού [6]. Στην Εικόνα 1.1 βλέπουμε την σύγκριση του κτηρίου της τότε εποχής με σήμερα.



Εικόνα 1.1: Πρόσοψη της έπαυλης Πηλαβάκη το (α) 1934, και (β) σήμερα.

1.3 Προκλήσεις

Οι προκλήσεις μιας έρευνας όπως αυτής είναι αρκετές, αφού η φωτογραμμετρία μεγάλων αντικείμενων είναι μια νέα τεχνολογία στην οποία δεν υπάρχουν πολλές εφαρμογές ειδικά στην χώρα μας όπου τώρα άρχισε να ανθίζει. Έτσι ήταν για εμάς μια πρόκληση να ασχοληθούμε και να την μάθουμε έστω και με το λίγο υλικό που είχαμε στην διάθεση μας. Ακόμη μια πρόκληση ήταν η συλλογή των φωτογραφιών διότι έπρεπε να γίνει συγκεκριμένη ώρα και σωστά ώστε να μην χρειαστεί να διακάψουμε την συλλογή φωτογραφιών για άλλη μέρα διότι το περιβάλλον του καιρού έπαιξε σημαντική σημασία στη λήψη φωτογραφιών. Δηλαδή έπρεπε να γίνει το πρωί όταν ο ήλιος ήταν από πάνω από το κτήριο έτσι δεν θα σχηματίζονταν πολλές σκιές όπου θα μας έκανε πιο εύκολη την δουλειά μας στην φωτογραμμετρία μετά. Επίσης ο αέρας ήταν πολύ σημαντικός διότι θα δυσκόλευε τις πτήσεις με το drone. Επιπλέον η συλλογή φωτογραφιών έπρεπε να γίνει ομοιόμορφα και με ακρίβεια έτσι ώστε μια φωτογραφία να καλύπτει περίπου το 60% τις προηγούμενης από όλες τις μεριές και τα ύψη του κτηρίου, σημαντική ήταν η βοήθεια του κ. Μελιού Αγαθαγγέλου ο οποίος κατείχε άδεια χειριστή μη επανδρωμένου Αεροσκάφους (Drone) και με την εμπειρία του μας βοήθησε στην συλλογή φωτογραφιών. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την διεύθυνση της βιβλιοθήκης που μας έδωσε την άδεια για την φωτογράφιση του κτηρίου. Ακόμη μια πρόκληση ήταν το αποτέλεσμα της 3D απεικόνισης του κτηρίου να ήταν ένα πιστό αντίγραφο του φυσικού κτιρίου με μεγάλη ακρίβεια ιδιαίτερα στις λεπτομέρειες που είχε στην πρόσοψη του κτηρίου. Τώρα όσο αφορά το metaverse στο οποίο θέλουμε να

ενταχθεί η βιβλιοθήκη στον μέλλον είναι μεγάλη πρόκληση για εμάς διότι είναι ένα καινούριο κομμάτι στο μέλλον του διαδικτύου όπου σιγά σιγά άρχισαν διάφοροι επιχειρηματικοί κολοσσοί να το εντάσσουν στις εταιρίες τους μετά και από την ανακοίνωση που είχαμε πριν λίγους μήνες από τον CEO του Facebook, Mark Zuckerberg για την δημιουργία της Metaverse πλατφόρμας.

1.4 Σκοπός

Συγκεκριμένα η παρούσα έρευνα είχε 2 σκοπούς. Αρχικά ο πρώτος σκοπός ήταν με την ολοκλήρωση του έργου αυτού να παροτρύνουμε και άλλους ερευνητές που δουλεύουν σε παρόμοια πεδία να ασχοληθούν με την φωτογραμμετρία κτιρίων και συγκεκριμένα ιστορικών κτηρίων αλλά και αξιοθέατων που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας μας ,έτσι ώστε να διαφυλαχτούν σε ψηφιακή μορφή σε περίπτωση αλλοίωσης η και καταστροφής τους. Ο δεύτερος σκοπός μας ήταν να φέρουμε τον κόσμο πιο κοντά στην βιβλιοθήκη έστω και εικονικά (με την ένταξη της βιβλιοθήκης στον ψηφιακό κόσμο), όπως ήταν πιο παλιά και ιδιαίτερα την νεολαία όπου δεν γνωρίζει ποσά θετικά πράγματα μπορεί να αποκτήσει από αυτήν.

1.5 Οργάνωση Κειμένου

Κεφάλαιο 1: Σύντομη εισαγωγή στο πρόβλημα, προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν, σκοπός και λίγα λόγια για το κτήριο Δημοτικής Βιβλιοθήκης Λεμεσού.

Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση λίγα λόγια για τους όρους των Digital Twins, φωτογραμμετρίας κτηρίων, μοντελοποίηση αλλά και αναφορές σε παρόμοιες δουλειές.

Κεφάλαιο 3: Αναφορά στην έρευνα που έγινε στα πλαίσια της διπλωματικής, λίγα λόγια για τον σκοπό της έρευνας και η ανάλυση αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 4: Αναφορά στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν όπως επίσης και στα δεδομένα.

Κεφάλαιο 5: Παρουσίαση της μεθοδολογίας βήμα προς βήμα σε όλη τη διάρκεια της διπλωματικής. Αναφορά στα σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν.

Κεφάλαιο 6: Αναφορά στα αποτελέσματα και στις δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν.

Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και μελλοντική επέκταση της διπλωματικής εργασίας.

2. Κεφάλαιο 2

Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

2.1 Digital Twins	5
2.2 Εικονικά Μουσεία	7
2.3 3D Εικονική Βιβλιοθήκη	8
2.4 Φωτογραμμετρία κτηρίων	9
2.5 Μοντελοποίηση	10

2.1 Digital Twins

Ο όρος “Digital Twins” ουσιαστικά είναι όταν γίνεται πιστή αντιγραφή ενός φυσικού αντικειμένου σε ψηφιακή μορφή έτσι σκοπός της τεχνολογίας του digital twins είναι η μετατροπή ενός μοντέλου που βρίσκεται στο φυσικό κόσμο σε ένα ψηφιακό του αντίγραφο που είναι ακριβός το ίδιο καθώς και ορός “Twin” [21]. Για πρώτη φορά ο Michael Grieves του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Φλόριντα εφάρμοσε την έννοια του ψηφιακού δίδυμου στον τομέα της κατασκευαστικής το 2002 [1]. Έτσι πιο μετά ο Grieves πρότεινε το ψηφιακό δίδυμο ως ένα εννοιολογικό μοντέλο που βασίζεται στην διαχείριση κύκλου ζωής του προϊόντος (PLM). Ανεπίσημα η ιδέα του DT ξεκίνησε το 1970 από την NASA αφού τότε δεν υπήρχε και η ανάλογη τεχνολογία του internet of things. Ο λόγος δημιουργίας ενός DT ήταν η διάσωση της αποστολής Apollo 13 όπως όλοι γνωρίζουμε μια δεξαμενή οξυγόνου του σκάφους εξυπηρέτησης ανατινάχθηκε. Έτσι σκοπός τότε της NASA η επιστροφή της αποστολής πίσω στην Γη να είναι ασφαλές και τότε ήταν που δημιούργησε ένα DT στην Γη αφού το σκάφος ήταν 200,000 μιλιά μακριά. Έτσι με την βοήθεια αυτής της προσομοίωσης τους σκάφους οι μηχανικοί κατάφεραν να βρουν λύσεις στο πρόβλημα από την Γη.

Λόγο της ανάπτυξης του DT τα τελευταία χρονιά άρχισε να εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς όπου εφαρμόζετε η τεχνολογία. Ένας τομέας από αυτούς είναι αυτός της κατασκευαστικής όπου η δουλεία θα είναι πιο παραγωγική αλλά και βελτιωμένη σε πιθανόν λάθη που μπορεί να υπάρξουν αφού με την χρήση του DT θα μπορούν να εξετάσουν τα προβλήματα σε ψηφιακή μορφή πριν τα υλοποιήσουν έτσι μειώνεται και ο χρόνος διεκπεραίωσης. Ένας άλλος τομέας είναι της αυτοκινητοβιομηχανίας καθώς μπορεί βοηθήσει στην συλλογή και ανάλυση επιχειρησιακών δεδομένων από ένα όχημα προκειμένου να αξιολογηθεί η κατάστασή του σε πραγματικό χρόνο και να ενημερωθούν για βελτιώσεις προϊόντων, ένα παράδειγμα είναι οι προσομοιωτές των οδηγών της Formula 1 όπου μπορούν να δοκιμάσουν τα μονοθέσια τους για να δώσουν ανατροφοδότηση στους μηχανικούς πριν το τελικό μοντέλο. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιούν και στον τομέα της υγείας όπως σε περίπλοκες επεμβάσεις και εκπαίδευση στη χειρουργική [20]. Τέλος μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα θέμα που είναι πολύ στην μόδα τον τελευταίο καιρό τις “έξυπνές” πόλεις [8], το DT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τις πόλεις να γίνουν πιο βιώσιμες οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά. Μπορούν να προσφέρουν λύσεις στις πολλές περίπλοκες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες πόλεις.

Μια παρόμοια ερευνά με την δική μας όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 2.1 είναι αυτή του ενός υπογείου ελαιοτριβείου στην πόλη Gallipoli στην Ιταλία [2] που παρουσιάζει πως θα μπορούσε αυτή η τεχνολογία να χρησιμοποιηθεί για την διαφύλαξη της πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας αλλά και παράλληλα να προσφέρει την δυνατότητα σε άτομα με κινητικά πρόβλημα επειδή είναι δύσκολη η πρόσβαση τους στο χώρο να έχουν μια εμπειρία με ένα ξεναγό μέσω VR να τους ξενάγηση στο χώρο και να τους αναφέρει διαφορά ιστορικά γεγονότα σε επίπεδο e-learning.



Εικόνα 2.1: (α) Πραγματική φωτογραφία στο εσωτερικό του ελαιοτριβείου, (β) Ψηφιακή φωτογραφία στο εσωτερικό του ελαιοτριβείου με ζωντανή ξενάγηση από τον ξεναγό.

2.2 Εικονικά Μουσεία

Αρχικά ο ορός “μουσείο” πρωτοεμφανίστηκε το 1732 η ετυμολογία του σημαίνει ο “ο ναός των μουσών”, από το Ελληνικό Μουσείο, που υποδείκνυε το κέντρο επιστημονικών μελετών των Πτολεμαίων στην Αλεξάνδρεια [9]. Τον 19ο αιώνα, το στο μουσείο υλοποιήθηκε για την ανάγκη προβολής αντικειμένων που προέρχονται από μεγάλες ιδιωτικές συλλογές (πίνακες, γλυπτά, αντικείμενα τέχνης και αρχαιολογικά αντικείμενα) προκειμένου για τη δημιουργία μιας εγκυκλοπαιδικής γνώσης που θα καλύπτει την κουλτούρα και όλους τους πολιτισμικούς τομείς μια χώρας όπως καλές τέχνες, αρχαίοι πολιτισμοί, εθνογραφία και ιστορία. Στις μέρες μας υπάρχουν πολλά είδη εικονικών μουσείων στο διαδίκτυο, ως εφαρμογές στο υπολογιστή στο κινητό αλλά και το πιο μεταδοτικό σε εκμάθηση σε VR εφαρμογή. Όπου μπορεί να προσφέρουν μια συλλογή από αντικείμενα που παρουσιάζουν ένα αρχαίο πολιτισμό την τότε εποχή. Τέτοια μουσεία έχουν σκοπό στο να είναι εκπαιδευτικά προς τους επισκέπτες πχ. εφαρμογή τους σε εκδρομή από παιδιά σχολείου. Επίσης μπορούν να προσφέρουν ψυχαγωγία στους επισκέπτες με διάφορες δραστηριότητες τις τότε εποχής αλλά και να παρωθήσουν την ερευνά στο κομμάτι της ιστορίας - αρχαιολογίας [3]. Επίσης δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να χρησιμοποιήσει την περιήγηση του στο μουσείο όπως αυτός θέλει δηλαδή μέσω πληκτρολογίου και ποντικιού από τον υπολογιστή του, μέσο οθόνης αφής από το κινητό του τηλέφωνο η μέσω εικονικής πραγματικότητα από VR συσκευή. Σε ένα εικονικό μουσείο ο χρήστης έχει την δυνατότητα μέσα από διάφορα εργαλεία όπως η περιστροφή μεγέθυνση και σμίκρυνση να μελετήσει πιο πολύ τα αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο.

Επιπλέον μια έρευνα που είναι ουσιαστικά μια επέκταση ενός εικονικού μουσείου είναι το Rome Reborn 2.0 από το Πανεπιστήμιο της Βιρτζίνιας, [4] όπου ουσιαστικά έγινε μια ανακατασκευή της πόλης της Ρώμης (βλέπε Εικόνα 2.2) όπου ο χρήστης θα μπορεί να περπατήσει μέσα στους δρόμους της πόλης όπως ήταν στην αρχαία Ρώμη.



Εικόνα 2.2: Rendered μοντέλο της αρχαίας Ρώμης.

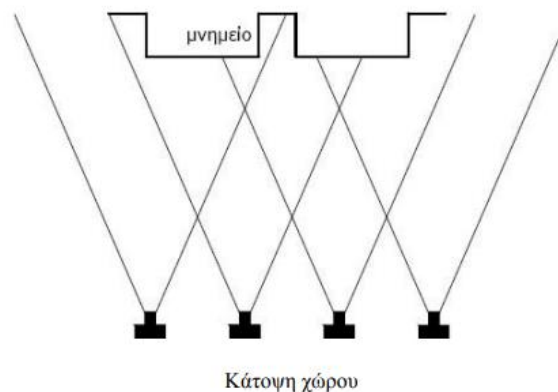
2.3 3D Εικονική Βιβλιοθήκη

Καθώς τα χρόνια περνούσαν έτσι και οι διάφορες βιβλιοθήκες ήθελαν να ενταχθούν στο ψηφιακό κόσμο με την σειρά τους καθώς όπως ανάφερα και στο κεφάλαιο 1 θα αποκτούσε πολλά θετικά μια βιβλιοθήκης από αυτό. Έτσι οι πιο πολλές στις αρχές του 1999 ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν ιστοσελίδες για τις κρατήσεις σε βιβλία αλλά και για δανεισμό ψηφιακών βιβλίων. Μέσα στα επόμενα χρόνια μια καινοτομία που υιοθετήσαν πολλές βιβλιοθήκες για να είναι μέρος του ψηφιακού κόσμου είναι το 360 Virtual Tour. Όπου με την χρήση 360 καμερών γίνονται λήψεις φωτογραφιών και βίντεο και μπορούν έπειτα να εφαρμοστούν και να δημιουργήσουν ένα ολοκληρωμένο tour ακριβώς όπως είναι τα δωμάτια σε ψηφιακή μορφή σε εφαρμογή κινητού ή υπολογιστή. Πλέον τα τελευταία χρόνια με την χρήση του VR/AR Headset αναπτύχθηκε πολύ το VR Library όπου είναι ένα ψηφιακό αντίγραφο της βιβλιοθήκης σε εικονική μορφή και ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί μέσα στη βιβλιοθήκη μέσω της συσκευής. Με παρόμοιο τρόπο γίνεται και το AR Library με την διάφορα πως η χώρα της βιβλιοθήκης είναι σε φυσική μορφή και όχι σε εικονική. Επίσης μέσω του VR στις βιβλιοθήκες κάποιες από αυτές που είναι ιστορικά κτήρια το εκμεταλλεύτηκαν και έδωσαν στους επισκέπτες τους την δυνατότητα να ταξιδέψουν στο παρελθόν και να γνωρίσουν πως ήταν το κτίριο που βρίσκετε τώρα η βιβλιοθήκη. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι της ιστορικής βιβλιοθήκης της Αυστρίας Admont Abbey Library όπου είναι από τα πιο γνωστά αξιοθέατα στην χώρα [10], μετατράπηκε σε ψηφιακή μορφή και έτσι συνδυάζει την προώθηση πολιτιστικής κληρονομιάς της χώρας αλλά και στην διευκόλυνση ως προς την χρήση της στους επισκέπτες. Ένα άλλο παράδειγμα είναι της βιβλιοθήκης του San Jose στην California [12] όπου δίνει την δυνατότητα

στους επισκέπτες της με την χρήση του VR να έχουν μια μοναδική εμπειρία στον ψηφιακό της κόσμο. Βοηθά τους επισκέπτες σε επιτόπου μαθήματα στο πως να χρησιμοποιούν τα VR Headsets και τον επιπλέον εξοπλισμό. Επίσης του δίνει τη δυνατότητα εκτός από την ξενάγηση να ψυχαγωγηθούν με διάφορα παιχνίδια σε VR.

2.4 Φωτογραμμετρία κτηρίων

Η φωτογραμμετρία είναι μια τεχνική προσδιορισμού των διαστάσεων ενός αντικειμένου σε ψηφιακή μορφή με την χρήση φωτογραφιών. Στην μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ένα ιδιαίτερος τρόπος φωτογράφισης για την καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα [5]. Στα αρχικά στάδια της η φωτογραμμετρία χρησιμοποιούνταν πολύ στην τοπογραφία όπου και εξελίχθηκε στα πλαίσια του Α' Παγκοσμίου Πολέμου λόγω του ότι αναπτύχθηκε η αεροφωτογραφία. Έτσι και σήμερα η φωτογραμμετρία χρησιμοποιείται στο τομέα της τοπογραφίας αλλά και σε πολλές οικολογικές μελέτες. Η φωτογραμμετρία χωρίζετε σε κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο λήψης της φωτογραφίας αλλά και τον τρόπο χρήσης της, φωτογραμμετρία αέρα και σε επίγεια φωτογραμμετρία στην δική μας περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν και οι 2 τεχνικές [13]. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν επικαλυπτόμενα ζεύγη εικόνων όπως φαίνεται και στην Εικόνα 2.3.



Εικόνα 2.3: Επικαλυπτόμενα ζεύγη εικόνων περίπου 60%.

Ένα μεγάλο project φωτογραμμετρίας είναι αυτό του κάστρου Czocha στην Πολωνία (βλέπε Εικόνα 2.4) όπου χρησιμοποιήθηκαν laser scans, Drones και Dslr κάμερες για πάρουν ένα δείγμα των 20000 φωτογραφιών και χρειάστηκαν περίπου 2000 ώρες για το rendering του κτηρίου, όπου έπρεπε να σπάσει σε πολλά κομμάτια αντικειμένων λόγω του μεγάλου όγκου που είχε το κτήριο[11].



Εικόνα 2.4: 3D Μοντέλο από το αποτέλεσμα της φωτογραμμετρίας στο κάστρο Czocha.

2.5 Μοντελοποίηση

Η μοντελοποίηση γενικά αντικειμένων χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς της τεχνολογίας για παράδειγμα στα γραφικά υπολογιστών όπου μπορούν να παραχθούν διάφορα αντικείμενα οι χαρακτήρες που θα χρησιμοποιηθούν σε παιχνίδια αλλά και για σκοπούς κυρίως ερευνητικούς. Στην βιομηχανία των αυτοκινήτων ως πρωτότυπα πριν τη παραγωγή τους, στην αρχιτεκτονική σε κτήρια εξωτερικά αλλά και εσωτερικά στην διακόσμηση. Η μοντελοποίηση μπορεί να γίνει με διάφορα εργαλεία όπως Blender, Maya, SketchUp κλπ. Στην δική μας περίπτωση έγινε η μοντελοποίηση στο εσωτερικό του κτηρίου (τοίχους, πόρτες, σκαλιά, κολώνες) αλλά και στην διακόσμηση. Έγινε η χρήση του εργαλείου ProBuilder που είναι ενσωματωμένο στην μηχανή Unity. Σου δίνει τη δυνατότητα να δημιουργήσεις όποιο σχήμα επιθυμείς από το πιο απλό μέχρι και το πιο λεπτομερές. Τέλος σου προσφέρει UV mapping και Texture Features.

3. Κεφάλαιο 3

Έρευνα Χρηστών

3.1 Σκοπός έρευνας	11
3.2 Ερωτηματολόγιο	11
3.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων έρευνας	12

3.1 Σκοπός έρευνας

Ο σκοπός δημιουργίας της έρευνας ήταν να μελετήσουμε το πρόβλημα στο οποίο αναφέρθηκα πιο πάνω γιατί ο κόσμος πλέον δεν συνηθίζει να επισκέπτεται τις φυσικές βιβλιοθήκες. Δώσαμε μέσω του ερωτηματολογίου την ευκαιρία στο κοινό να αναφέρει τους δικούς του λόγους γιατί δεν την επισκέπτεται. Ρωτήθηκαν και αυτοί που πάνε να δώσουν μια ανατροφοδότηση για τις υπηρεσίες της και αν θα αλλάζαν ή πρόσθεταν κάτι που θα έκανε την επισκεψιμότητα μεγαλύτερη. Ο στόχος της έρευνας ήταν για να δούμε ποσό μορφωμένο τεχνολογικά είναι το κοινό της χώρας όσο αφορά των κόσμο του Virtual Reality και έπειτα ποια θα ήταν η αντίδραση τους στην ύπαρξη μιας Virtual βιβλιοθήκης αν θα την χρησιμοποιούσαν, αν την θεωρούσαν ως ένα προνόμιο να υπάρχει και αυτή η δυνατότητα στην βιβλιοθήκη και τέλος ποια services θα χρησιμοποιούσαν σε μια τέτοια βιβλιοθήκη για να τα προσθέσουμε ανάλογα στο project.

3.2 Ερωτηματολόγιο

Συγκεκριμένα διεξαγάγαμε ένα σύνολο 27 ερωτήσεων για να κατανοήσουμε διάφορες πτυχές και τις προσδοκίες τους με την ιδέα της εικονικής βιβλιοθήκης. Για να ξέρουμε τι σχέση έχουν οι χρήστες με τη βιβλιοθήκη σήμερα. 79 συμμετέχοντες απάντησαν

στην διαδικτυακή έρευνα, η οποία είχε 70 έγκυρες απαντήσεις, αφού 9 άτομα από τους συμμετέχοντες άφησαν ημιτελή το ερωτηματολόγιο. Στο πρώτο μέρος της έρευνάς θέσαμε στους συμμετέχοντες ορισμένες ερωτήσεις σχετικά με τη σχέση τους με μια φυσική βιβλιοθήκη, για παράδειγμα πόσο συχνά επισκέπτονται τη βιβλιοθήκη, πόσο συχνά χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες μέσα στη βιβλιοθήκη και πόσο συχνά έχουν πρόσβαση σε πόρους της βιβλιοθήκης μέσω μιας ιστοσελίδας. Αυτές ήταν οι πιο συχνές ερωτήσεις που τους κάναμε και θα εμβαθύνουμε παρακάτω. Στο δεύτερο μέρος τους ρωτήσαμε για τη σχέση τους με την εικονική βιβλιοθήκη, για παράδειγμα ποια είναι η εμπειρία τους με την εικονική πραγματικότητα, αν είναι κάτοχοι VR ακουστικών, αν ξέρουν τι metaverse και αν έχουν ήδη επισκεφτεί μια εικονική βιβλιοθήκη.

Για να διασφαλίσουμε μια δίκαιη αξιολόγηση, προσπαθήσαμε να προσεγγίσουμε ένα διαφορετικό κοινό που συμμετείχε: συλλέξαμε δεδομένα από 45 άνδρες και 25 γυναίκες από διάφορες ομάδες εκπαιδευτικού υπόβαθρου (6% Λύκειο, 4% Κολλέγιο, 46% Πανεπιστήμιο, 26% Μεταπτυχιακό, 19% Διδακτορικό), προερχόμενοι κυρίως από την Κύπρο. Οι χρήστες τους προέρχονται από διαφορετικούς τομείς απασχόλησης / εξειδίκευσης, το 7% από τους από τους Life Sciences, το 21% από τους Social Sciences & Humanities. 57% από Physical Sciences & Engineering και 14% δεν γνωρίζουν. Σημειώστε ότι η τρέχουσα κατάσταση των χρηστών, έχουμε 61% Απασχολούμενους, 36% Φοιτητές. 1% σε άδεια μητρότητας και 1% Άνεργοι.

3.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων έρευνας

Στη σύγχρονη εποχή, τις ημέρες της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης ο αριθμός των ατόμων που επισκέπτονται την βιβλιοθήκη έχει μειωθεί αισθητά. Αναφερόμαστε στην περίπτωση της Κύπρου. Μέσα από την ποσοστιαία έρευνα η οποία συντελέστηκε με τη λήψη ερωτηματολογίων εξάγαγε ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, το 70% επισκέπτονται την βιβλιοθήκη πολύ σπάνια, ή και καθόλου, το υπολιπόν 30% την επισκέπτεται μια φορά το μηνά και ακόμη λιγότεροι. Από τους συχνούς επισκέπτες της βιβλιοθήκης, μόνο το ένα τρίτο αυτών είναι καθημερινοί επισκέπτες(περίπου το 7%). Οι λόγοι που συνέβαλαν στη μη επισκεψιμότητα είναι οι εξής: το 33% θεωρεί ότι η τοποθεσία της βιβλιοθήκης είναι μακριά από τον τόπο διαμονής. Αξίζει να σημειωθεί ότι σχεδόν οι δημόσιες βιβλιοθήκες βρίσκονται στο κέντρο της πόλης. Στην ερώτηση που θέσαμε εάν παίζει ρόλο το ωράριο της βιβλιοθήκης το 76% θεωρεί πως το ωράριο λειτουργίας είναι ικανοποιητικό.

Αναντίλεκτα, μέσα από την έρευνα προκύπτει ότι η μη ύπαρξη ιστοσελίδας της βιβλιοθήκης, όπου ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει το βιβλίο που θέλει ηλεκτρονικά, είναι ένας βασικός λόγος μη χρήσης της βιβλιοθήκης. Αυτό το συμπεραίνουμε από το ποσοστό 56% το οποίο χρησιμοποιεί την ιστοσελίδα της βιβλιοθήκης καθημερινά έως και μηνιαία. Επίσης δείχνει ότι οι άνθρωποι στρέφονται στη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας αφού προτιμούν την άνεση του σπιτιού ή του γραφείου τους. Μεταξύ των λόγων που ως επί το πλείστον προκαλούν την αποστασιοποίηση του κόσμου από την βιβλιοθήκη είναι και ο γρήγορος ρυθμός ζωής και η έλλειψη διαθέσιμου χρόνου.

Σε μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής, όπου οι συμμετέχοντες μπορούσαν να ψηφίσουν για μία ή περισσότερες απαντήσεις, η έρευνα μας αποκάλυψε ότι το 69% των επισκεπτών της φυσικής βιβλιοθήκης χρησιμοποιεί οι υπηρεσίες της βιβλιοθήκης κυρίως για σπουδές, 40% για εργασία (π.χ. ακαδημαϊκά άρθρα) και 13% για άλλους λόγους (π.χ. ελεύθερος χρόνος, ψυχαγωγία).

Οι περισσότεροι οι οποίοι χρησιμοποιούν την βιβλιοθήκη είναι φοιτητές, οι οποίοι την επισκέπτονται είτε για διάβασμα είτε για ξεκούραση μεταξύ των μαθημάτων, ένα από τα πιο συνηθισμένα προβλήματα που αναφέρονται από τους ιδίους είναι ο θόρυβος από τα γύρω άτομα ή/και τα μηχανήματα εκτύπωσης που διακόπτουν την συγκέντρωση του φοιτητή. Ακόμη μια ομάδα ατόμων η οποία επισκέπτεται συχνά την βιβλιοθήκη είναι οι μαθητές για διάβασμα. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι απόφοιτοι πανεπιστημίου παύουν να επισκέπτονται τη βιβλιοθήκη μετά την αποφοίτηση τους. Οι απόφοιτοι κολεγίου βρίσκονται μέσα στην ομάδα ατόμων που δεν χρησιμοποιούν την βιβλιοθήκη διότι έχουν καταρτιστεί επαγγελματικά και δεν θέλουν το κάτι παραπάνω πράγμα που το βλέπουμε μέσα από την ερευνά. Αντίθετοι οι απόφοιτοί πανεπιστημίου συνεχίζουν να πηγαίνουν στην βιβλιοθήκη ακόμη και μετά την αποφοίτησή τους, ιδιαίτερα οι κάτοχοι μεταπτυχιακού διπλώματος και διδακτορικού. Τέλος τα άτομα από τις ανθρωπιστικές σπουδές επισκέπτονται πιο συχνά τη βιβλιοθήκη, ακολουθούν οι φυσικές επιστήμες και τέλος οι κοινωνικές σπουδές.

Σε γενικές γραμμές, οι συμμετέχοντες είναι ως επί το πλείστον ικανοποιημένοι με τις υπηρεσίες βιβλιοθήκης όπως μπορούμε να δούμε σε κλίμακα Λικερτ, Το 70% των επισκεπτών της βιβλιοθήκης ανέφεραν ότι είτε είναι ικανοποιημένοι ή πολύ ικανοποιημένοι με τις υπηρεσίες δανεισμού (25% ουδέτεροι, 5% δυσαρεστημένοι),

47% με τις υπηρεσίες της φωτοτυπικής (41% ουδέτεροι, 12% δυσαρεστημένοι), 68% με την πρόσβαση και την ταχύτητα του Internet και υπηρεσία διαδικτύου της βιβλιοθήκης (23% ουδέτεροι, 9% δυσαρεστημένοι), το 68% με τις υπηρεσίες πληροφόρησης και έρευνας (24% ουδέτεροι, 8% ανικανοποίητοι) και 43% με την πολιτιστικά και εκπαιδευτικά προγράμματα που διοργανώνονται από τη βιβλιοθήκη (40% ουδέτεροι, 17% δυσαρεστημένοι).

Ωστόσο, φαίνεται ότι δεν γνωρίζουν όλοι για τις υπηρεσίες που παρέχει οι βιβλιοθήκη. Για παράδειγμα, το 72% εκείνων που επισκέπτονται συχνά γνώριζαν ότι μπορούν να παρακολουθήσουν μια ξενάγηση στους χώρους της βιβλιοθήκης που εξηγεί συνοπτικά τις υπηρεσίες της, ενώ μόνο το 34% των μη συχνών επισκεπτών το γνωρίζει. Ομοίως, το 76% των συχνών επισκεπτών γνώριζε ότι μπορεί να παρακολουθήσει εξειδικευμένες διαλέξεις και σεμινάρια στη βιβλιοθήκη, και οι μισοί από τους μη συχνούς επισκέπτες. Άλλες υπηρεσίες, όπως π.χ. “Get assistance or meet a mentor/subject specialist/librarian”, book an “exhibition space to organize an event”, or “borrowing books from other libraries” σημειώνουν χαμηλή βαθμολογία και στους συχνούς επισκέπτες (56%) και στους μη (34%). Αυτό δείχνει ότι οι περισσότεροι άνθρωποι που δεν είναι τακτικοί επισκέπτες δεν γνωρίζουν πολλές από τις διαθέσιμες υπηρεσίες που μπορεί να τους ενδιαφέρουν. Αυτό επισημαίνει την ανάγκη σχεδιασμού ενός μενού GUI, στην ψηφιακή μορφή της βιβλιοθήκης που θα εμφανίζει τις υπηρεσίες που θα προσφέρει η βιβλιοθήκη.

Πήραμε τις απαντήσεις για το πως μπορεί το περιβάλλον στην βιβλιοθήκη να γίνει καλύτερο και πιο ελκυστικό, οι περισσότεροι συνέστησαν να υπάρχουν παραπάνω printers/desktop PCs, καλύτερο διαδίκτυο και χώρος όπου μπορούν οι χρήστες να κάνουν το διάλειμμά τους για φαγητό.

Στην συνέχεια της έρευνας χωρίσαμε και πάλι τους χρήστες σε δύο ομάδες, αυτούς που γνωρίζουν τι είναι το VR με ποσοστό 67%(22% τακτικοί χρήστες και 45% έχει χρησιμοποιήσει VR μόνο μία φορά) και σε αυτούς που δεν γνωρίζουν 33%. Ωστόσο, κανένας από τους συμμετέχοντες δεν έχει δικό του headset VR, το 85% δεν έχουν άμεση πρόσβαση σε headset VR, μόνο το 15% έχει πρόσβαση. Ταυτόχρονα τους ρωτήσαμε αν έχουν καλές σχέσεις με το Virtual World, το Metaverse και τις νέες τεχνολογικές καινοτομίες. Ο λόγος πίσω από τις ερωτήσεις είναι για να αποκτήσουμε

ανατροφοδότηση κατά ποσό μια βιβλιοθήκη μπορεί να ενταχθεί στον εικονικό κόσμο και πόσο επωφελές θα είναι αυτό το σενάριο για τους χρήστες. Τις νέες τεχνολογίες τις χρησιμοποιεί σε μεγαλύτερη συχνότητα ο κλάδος των Physical sciences & Engineering με 95% λογικό, επιπλέον το 67% από τον ίδιο κλάδο ότι θα αναμειχθεί περισσότερο στον εικονικό κόσμο του metaverse μελλοντικά. Κανένας από τους 70 χρήστες δεν έχει δικό του VR headset. Ο λόγος είναι η ακρίβεια των συσκευών. Ευελπιστούμε ότι θα πέσουν οι τιμές, όπως συμβαίνει σε όλα τα τεχνολογικά gadgets και έτσι ο απλός κόσμος θα μπορεί να έχει στο σπίτι του μια τέτοια συσκευή η οποία θα είναι αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας του. Μόλις το 16% των ερωτώμενων δεν ξέρει τι είναι το metaverse αυτό σημαίνει πως οι μεγάλες επενδυτικές εταιρείες προώθησαν σωστά το προϊόν. Υψηλό ποσοστό το 43% έχει επισκεφθεί βιβλιοθήκη σε virtual world, ίσως από κάποιο VR που προσφέρεται στις βιβλιοθήκες.

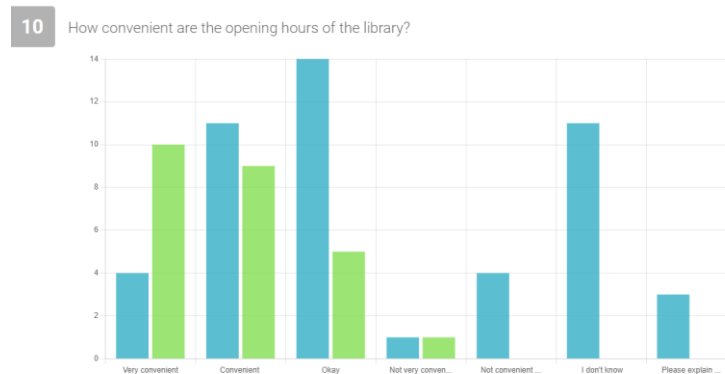
Σε ερώτηση αν οι χρήστες θα χρησιμοποιούσαν την virtual βιβλιοθήκη οι απαντήσεις που πήραμε είναι ενθαρρυντικές, υψηλό ποσοστό απάντησε πως ναι. Ενδεικτικά 63% θεωρεί πως το virtual tour στην βιβλιοθήκη θα ήταν κάτι χρήσιμο. Στην ερώτηση ποια αλλά services θα ήταν χρήσιμα σε μια virtual library, αρκετοί σύστησαν το online VR chat with others of similar interests ή η δυνατότητα να παίρνεις σημειώσεις στα ψηφιακά βιβλία. Επίσης πήραμε και απαντήσεις σε μια virtual βιβλιοθήκη πως το περιβάλλον θα ήταν πιο ελκυστικό όπως η παρουσία ολογραμμάτων των συγγραφέων των βιβλίων όπου θα επεξηγούσαν περιληπτικά το βιβλίο τους, εικονικά πάρτι και συνδυασμούς του VR και AR όπου θα έδιναν άλλη αίσθηση στο χώρο όπου δεν θα μπορούσες να βιώσεις έξω από τον κόσμο του VR. Ο κόσμος αλλάζει και εύλογα οι χρήστες επιθυμούν περιβάλλον μιας βιβλιοθήκης να γίνει πιο ρεαλιστικό.

Σχετικά με τα χαρακτηριστικά που θα έκαναν την VR βιβλιοθήκη πιο ελκυστική οι απαντήσεις ήταν κατά σειρά προτεραιότητας:

1. Visual fidelity (86%)
2. VR experience (83%)
3. Gamification (81%)
4. Social interaction (61%)

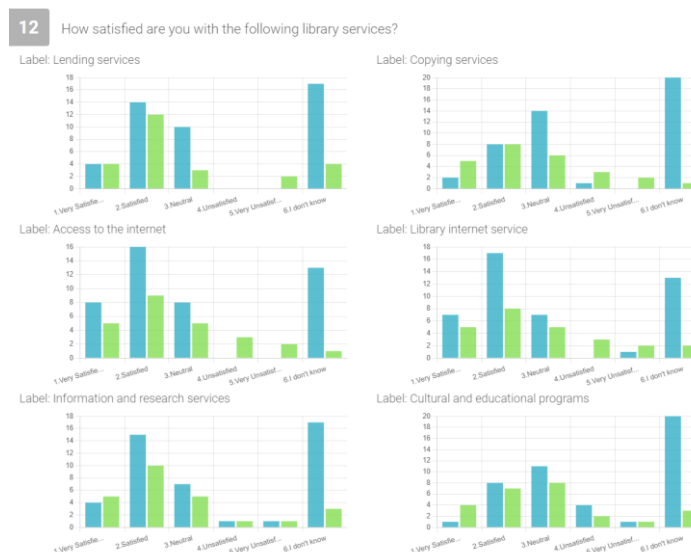
Μπορούμε να δούμε από αυτές τις απαντήσεις τα χαρακτηριστικά που θα έκαναν την βιβλιοθήκη VR πιο ελκυστική είναι αυτές με την άμεση εντύπωση στους χρήστες, όπως VR experience και Visual fidelity ενώ το υπόλοιπα χαρακτηριστικά έρχονται δεύτερα.

Τα ακόλουθα αποτελέσματα Εικόνα 3.1, Εικόνα 3.2 και Εικόνα 3.3 είναι από τους επισκέπτες που πάνε συχνά βιβλιοθήκη και τους υπολοίπους που δεν πάνε. (Με Μπλε χρώμα αυτοί που δεν πάνε συχνά με πράσινο αυτοί που πάνε.)



Εικόνα 3.1: Ερ10. Πόσο βολικό είναι το ωράριο λειτουργίας της βιβλιοθήκης;

Παρατηρούμε ότι σε γενικά πλαίσια οι ώρες λειτουργίας της βιβλιοθήκης είναι ικανοποιητικές αλλά στην περίπτωση αυτόν που δεν χρησιμοποιούν την βιβλιοθήκη βλέπουμε ότι αρκετοί από αυτούς δεν γνωρίζουν το ωράριο ή δεν είναι βολικό για αυτούς επομένως είναι ένας σημαντικός λόγος για μην την επισκέπτονται.



Εικόνα 3.2: Ερ12. Πόσο ικανοποιημένος είσαι με τις παρακάτω υπηρεσίες της βιβλιοθήκης;

Οι πιο πάνω γραφικές αναπαριστούν από μια υπηρεσία που προσφέρει η βιβλιοθήκη και αυτό που παρατηρούμε ότι οι χρήστες που δεν επισκέπτονται την βιβλιοθήκη δεν γνωρίζουν σχεδόν για όλες τις υπηρεσίες που προσφέρει η βιβλιοθήκη. Για αυτό πρέπει να γίνει κάποια ενημέρωση στους χρήστες διότι έχουν πολλά εισπράζουν από την βιβλιοθήκη και δεν το γνωρίζουν.



Εικόνα 3.3: Ερ14. Είσαι εξοικειωμένος με τις πιο κάτω υπηρεσίες της βιβλιοθήκης;

Στις πιο πάνω γραφικές παρατηρούμε εκτός από την πρόσβαση στο διαδίκτυο τις υπόλοιπες υπηρεσίες που προσφέρει οι βιβλιοθήκη ο κόσμος δεν τις γνωρίζει ανεξαρτήτως αν επισκέπτεται την βιβλιοθήκη η όχι. Για παράδειγμα να δανειστεί ένα βιβλίο από άλλη βιβλιοθήκη να παραβρεθεί σε ένα σεμινάριο η σε μια εκδήλωση. Ακόμη μπορεί να συναντήσει ένα μέντορα για να τον ρωτήσει οτιδήποτε αφορά το πεδίο που ασχολείται. Οπότε και εμείς θεωρήσαμε κάποιες από αυτές της υπηρεσίες που δεν γνωρίζει ο κόσμος είναι καλό να εφαρμοστούν σε μια εικονική βιβλιοθήκη.

Τα ακόλουθα αποτελέσματα Εικόνα 3.4 είναι από τους χρήστες που γνωρίζουν τι είναι το VR και τους υπολοίπους που δεν γνωρίζουν . (Με Μπλε χρώμα αυτοί που γνωρίζουν τι είναι το VR με πράσινο αυτοί που δεν γνωρίζουν.)

24 What services would be useful in a VR library?



Εικόνα 3.4: Ερ24. Ποιες υπηρεσίες θα ήταν χρήσιμες σε μια βιβλιοθήκη VR;

Μέσα από αυτές τις γραφικές παραστάσεις διαμορφώσαμε την πλήρη εικόνα για τις επιλογές των υπηρεσιών που θα χρησιμοποιούσαμε στην εικονική βιβλιοθήκη. Αυτές που διακρίθηκαν μέσα από την έρευνα είναι το virtual tour του κτηρίου και των υπηρεσιών, συνάντηση με μέντορα, ειδικό δωμάτιο για ομαδική μελέτη, δανεισμός e-books και παρακολούθηση σε σεμινάριο ή διάλεξη.

4. Κεφάλαιο 4

Απόκτηση δεδομένων και εργαλεία

4.1 Εργαλεία για λήψη φωτογραφιών

4.1.1 Drone 19

4.1.2 Κάμερα 20

4.2 Εργαλεία φωτογραμμετρίας

4.2.1 Reality Capture 21

4.2.2 MeshLab 21

4.3 VR Headset 21

4.4 Game Engine (Μηχανή Παιχνιδιών) 21

4.5 Τρισδιάστατα Μοντέλα 22

4.6 Πακέτα 24

4.7 Ισχυρός Υπολογιστής 28

4.1 Εργαλεία για λήψη φωτογραφιών

4.1.1 Drone

Για την κάλυψη ολόκληρου του κτηρίου από όλες τις πλευρές λόγω του μεγάλου ύψους του χρησιμοποιήσαμε το DJI Mavic 2 Pro (βλέπε Εικόνα 4.1) το οποίο είχε 20mp ανάλυση φωτογραφίας και focal length των 28mm. Να επισημάνω πως ρυθμίστηκε ανάλογα έτσι ώστε να παίρνει φωτογραφίες σε συγκεκριμένο χρόνο ώστε να υπάρχουν

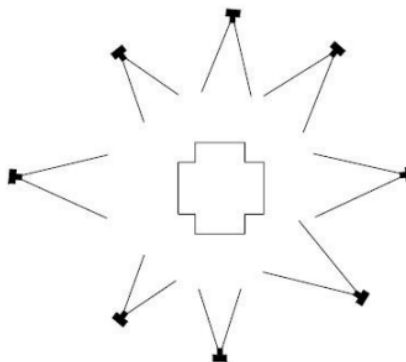
επικαλυπτόμενα ζεύγη εικόνων. Ο αριθμός των φωτογραφιών που πάρθηκαν από drone ήταν 1110.



Εικόνα 4.1: DJI Mavic 2 Pro.

4.1.2 Κάμερα

Για τα χαμηλότερα σημεία του κτηρίου όπου το drone δεν μπορούσε να καλύψει χρησιμοποιήσαμε κάμερα από κινητό τηλέφωνο συγκεκριμένα One Plus 3t όπου τα χαρακτηριστικά της κάμερας του ήταν 16mp ανάλυση φωτογραφίας και focal length των 24mm. Σε αυτή τη φάση ο τρόπος λήψης της φωτογραφίας έπρεπε να γίνει περιμετρικά του κτηρίου και η θέση μου την ώρα που τράβαγα της φωτογραφίες να είναι σταθερή έτσι ώστε και εδώ να υπάρχουν επικαλυπτόμενα ζεύγη εικόνων όπως μπουρμε να δουμε και στην Εικόνα 4.2. Ο αριθμός των φωτογραφιών που πάρθηκαν από κινητό ήταν 195.



Εικόνα 4.2: Περιμετρική κάλυψη κτηρίου.

4.2 Εργαλεία φωτογραμμετρίας

4.2.1 Reality Capture

Το Reality Capture είναι το εργαλείο που βοήθησε στο να παράξουμε το 3D αντίγραφο της βιβλιοθήκης μέσα από τις φωτογραφίες που βγάλαμε. Ο κύριος σκοπός του εργαλείου αυτού είναι φωτογραμμετρία και χρησιμοποιείται από διάφορους τομείς όπως αρχιτεκτονική, 3D Printing και παιχνίδια. Το εργαλείο το προσφέρει μια μεγάλη εταιρία στην βιομηχανία παιχνιδιών, η EPIC GAMES [27].

4.2.2 MeshLab

Το MeshLab το χρησιμοποίησα όταν έγινε η 3D ανακατασκευή του κτηρίου για των καθαρισμό περιφερειακά του κτηρίου αλλά και μέσα από το κτήριο το οποίο ήταν γεμάτο με διάφορα άχρηστα τρίγωνα που δημιουργήθηκαν λόγω του ότι από μέσα δεν πάρθηκαν φωτογραφίες. Το εργαλείο αυτό είναι ανοιχτού κώδικα και εκτός από τον καθαρισμό των αντικειμένων χρησιμοποιείται για την επεξεργασία, επιδιόρθωση και την επιθεώρησης ενός αντικειμένου [26].

4.3 VR Headset

Το VR Headset που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε στην ερευνά είναι Oculus Quest 2 της Meta πρώην Facebook ο λόγος επιλογής του συγκεκριμένου είναι διότι είναι από τα καλύτερα στην αγορά και θα μας πρόσφερε στο μέγιστο το αποτέλεσμα που θέλαμε να έχουμε.

4.4 Game Engine (Μηχανή παιχνιδιών)

Το εργαλείο για την δημιουργία της περιήγησης στην βιβλιοθήκη που επέλεξα είναι το Unity. Μια μηχανή παιχνιδιών από τις πιο δημοφιλές στο χώρο της βιομηχανίας παιχνιδιών που χρησιμοποιείται από εκατομμύρια χρήστες αλλά και πολλές εταιρίες παιχνιδιών. Οι δυνατότητες που σου προσφέρει η συγκεκριμένη μηχανή είναι πάρα πολλές. Σου δίνει τη δυνατότητα να εισάγεις 3D αντικείμενα σε διάφορες μορφές όπως για παράδειγμα στην συγκεκριμένη ερευνά το αντικείμενο της βιβλιοθήκης που παράχθηκε από φωτογραμμετρία αλλά και αλλά που θα να αναφέρω στην υλοποίηση. Επίσης σου προσφέρει δυνατότητα να πράξεις το δικό σου μοντέλο και να σχεδιάσης όπως θέλεις. Ακόμη έχει πάρα πολλά πακέτα ενσωματωμένα που σε βοηθούν αλλά και

αρκετά που δημιουρήσαν διάφοροι χρήστες και το ίδιο το Unity, μπορείς να τα βρεις όλα από το asset store του Unity τα παραπάνω από αυτά είναι και δωρεάν. Τέλος σου δίνει την δυνατότητα εισαγωγής κώδικα για διάφορες λειτουργίες που θα κάνουν το παιχνίδι πιο λειτουργικό [25].

4.5 Τρισδιάστατα Μοντέλα

Τα τρισδιάστατά μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για την διακόσμηση του χώρου εκτός και εντός της βιβλιοθήκης ήταν κυρίως από το Unity Asset Store από το Turbosquid και το Sketchfab.

Balustrade:

Το συγκεκριμένο μοντέλο βλέπε Εικόνα 4.3 χρησιμοποιήθηκε για την περίφραξη του πάνω ορόφου και στις σκάλες .



Εικόνα 4.3: Balustrade

Επίσης χρησιμοποιήθηκε παράθυρο βλέπε Εικόνα 4.4 οπού τοποθετήθηκε στις σκάλες. Η κολώνα στην Εικόνα 4.4 χρησιμοποιήθηκε στο κεντρικό δωμάτιο 4 φορές.



Εικόνα 4.4: (α)Κεντρικό Παράθυρο,(β)Κολώνα στην κεντρική είσοδο.

Για τους σκοπούς του ShareRoom χρησιμοποιήθηκαν το πιο κάτω μοντέλο Εικόνα 4.5 όπου υπάρχει γραφείο και καρέκλες για τους χρήστες της βιβλιοθήκης.



Εικόνα 4.5: Γραφείο με καρέκλες στο Share Room.

Στην Εικόνα 4.6 μπορούμε να δούμε το πίνακα που χρησιμοποιήθηκε για τα σεμινάρια και τις παρουσιάσεις στο Seminar Room. Επίσης στην ίδια εικόνα φαίνεται το μοντέλο της γραμματείας που χρησιμοποιήθηκε για την υποδοχή και για τον σκοπό του ξεναγού.



Εικόνα 4.6: (α)Πίνακας στο Seminar Room, (β) Γραμματέα στην υποδοχή.

Στην πιο κάτω Εικόνα 4.7 μπορούμε να δούμε το μοντέλο του έπιπλού της βιβλιοθήκης όπου με αντίγραφο του χρησιμοποιήθηκε στο Study Room ως μια ενιαία βιβλιοθήκη. Επίσης στην Εικόνα 4.7 βλέπουμε και το γραφείο με καρέκλα και υπολογιστή που θα το χρησιμοποιήσει ο μέντορας στο Mentor Room.



Εικόνα 4.7: (α)Έπιπλο Βιβλιοθήκης στο Study Room, (β) Έπιπλο γραφείου με καρέκλα στο Mentor Room.

4.6 Πακέτα

Χρησιμοποιήθηκαν διάφορα πακέτα από το Unity Asset Store κάποια για την διακόσμηση του χώρου και κάποια άλλα για τις λειτουργίες του παιχνιδιού.

ProBuilder

Το συγκεκριμένο πακέτο (βλέπε Εικόνα 4.8) το χρησιμοποίησα στην μοντελοποίηση του εσωτερικού χώρου δηλαδή για την δημιουργία των δωματίων, πόρτες, παράθυρα και σκάλες [23].

ProGrids

Το συγκεκριμένο εργαλείο στην Εικόνα 4.8 με βοήθησε πολύ στον σχεδιασμό και την τοποθέτηση των αντικειμένων μέσω ενός πλέγματος που καθόριζε το έδαφος με δυναμικό τρόπο [24].



Εικόνα 4.8: (α) Εργαλείο ProBuilder, (β) Εργαλείο ProGrids

Free HDR Sky

Πακέτο οπού πρόσφερε σε ανάλυση 4k HDR πανοραμάτων του ουρανού την μέρα και τη νύχτα. Εγώ επέλεξα την στιγμή του ηλιοβασιλέματος με σύννεφα (βλέπε Εικόνα 4.9) [14].



Εικόνα 4.9: Πανόραμα ηλιοβασιλέματος

Stone Fence

Το πακέτο αυτό μου πρόσφερε την περίφραξη γύρω από την αυλή του κτηρίου της βιβλιοθήκης. Όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 4.10 [16].



Εικόνα 4.10: Περίφραξη αυλής

Street Lights Pack

Το συγκεκριμένο πακέτο πρόσφερε διάφορα μοντέλα από φώτα που χρησιμοποιούνται σε δρόμους και πάρκα όπου χρησιμοποίησα για τα φώτα έξω στην αυλή της βιβλιοθήκης. Όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 4.11 [17].

Coconut Palm Tree Pack

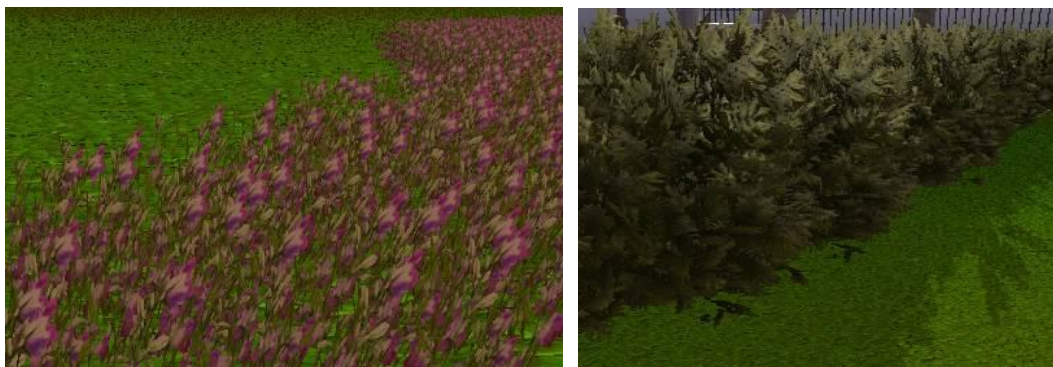
Το συγκεκριμένο πακέτο μου πρόσφερε τα φοινικόδεντρα που είναι στο προαύλιο της βιβλιοθήκης αλλά και περιφερειακά από αυτή. Όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 4.11 [18].



Εικόνα 4.11: (α) Εξωτερικό φως στην αυλή, (β) Φοίνικας

Grass And Flowers Pack 1

Το πακέτο αυτό μου έδωσε τα λουλούδια το γρασίδι και τους θάμνους όπου τα πρόσθεσα στην αυλή της βιβλιοθήκης όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.12 [19] .



Εικόνα 4.12: (α) Γρασίδι με λουλούδια, (β) Θάμνοι στην αυλή

Oculus Integration

Το πακέτο αυτό σου δίνει τη δυνατότητα να ενσωματώσεις τη συσκευή Oculus VR με το παιχνίδι σου στο Unity .Υπάρχουν προκατασκευασμένα αντικείμενα σε συνδυασμό με ετοιμους κώδικες για κάθε ενεργεία που προσαρμόζουν το project σου σε VR μορφή [15].

4.7 Ισχυρός Υπολογιστής

Για σκοπούς της έρευνας αυτής χρειάστηκε ένα ισχυρός υπολογιστής διότι ανακατασκευή ενός μοντέλου με χρήση φωτογραμμετρίας είναι μια πολύ βαρετή δουλειά για ένα απλό υπολογιστή. Συγκεκριμένα τα βασικά χαρακτηριστικά του υπολογιστή που χρησιμοποίησα είναι επεξεργαστής Intel i9 11^{ης} γενιάς, μνήμη RAM 32GB και κάρτα γραφικών Nvidia GeForce RTX 3080 Ti.

5. Κεφάλαιο 5

Μεθοδολογία

5.1 Διαδικασία δημιουργίας 3D μοντέλων με χρήση φωτογραμμετρίας	29
5.2 Καθαρισμός 3D μοντέλων	35
5.3 Τοποθέτηση terrain	36
5.4 Σχεδιασμός εσωτερικού χώρου βιβλιοθήκης	37
5.5 Διακόσμηση βιβλιοθήκης	41
5.6 Χαρακτήρας	42
5.7 UI	44
5.8 Ξεναγός	45
5.9 Σενάρια	46

5.1 Διαδικασία δημιουργίας 3D μοντέλων με χρήση φωτογραμμετρίας

Η διαδικασία όπως αναφέραμε και πιο πάνω έγινε μέσω της φωτογραμμετρίας συγκεκριμένα με την βοήθεια του Reality Capture και του MeshLab.

Επιλογή φωτογραφιών

Αρχικά γίνεται η επιλογή των φωτογραφιών μέσα από τις πολλές φωτογραφίες που τραβήχτηκαν κάποιες δεν εστίαζαν στο κτήριο της βιβλιοθήκης η γενικά στο αντικείμενο που θέλαμε να δημιουργήσουμε. Έπειτα υπήρχαν φωτογραφίες όπου λόγω μερικής σκιάς που υπήρχε έπρεπε να τους αυξήσω τη φωτεινότητα έστω να φαίνονται καλύτερα οι λεπτομερείς. Πιο κάτω μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.1 και Εικόνα 5.2 τις φωτογραφίες που πάρθηκαν από drone και στην Εικόνα 5.3 και Εικόνα 5.4 αυτές από κάμερα κινητού.



Εικόνα 5.1: Δείγμα λήψης από drone 1



Εικόνα 5.2: Δείγμα λήψης από drone 2



Εικόνα 5.3: Δείγμα λήψης από κάμερα 1



Εικόνα 5.4: Δείγμα λήψης από κάμερα 2

Δημιουργία των Point Clouds

Μετά από τη επιλογή των εικόνων έκανα την ευθυγράμμιση τους μέσα από το Reality Capture έτσι ώστε να δημιουργηθούν τα Point Clouds όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.5. Τα Point Clouds βοηθούν στο να σχεδιαστή με λίγα λογία το καλούπι του τρισδιάστατου μοντέλου στη συνέχεια. Ουσιαστικά είναι ένα πλήθος σημείων που καταγράφηκαν με την χρήση της κάμερας. Υπολογίζεται μια θέση συντεταγμένων X,Y,Z για κάθε σημείο και παράγετε ένα σύνολο μετρήσεων συντεταγμένων 3D όπου συχνά περιλαμβάνει την τιμή του χρώματος σε RGB.



Εικόνα 5.5: Εμφάνιση των Point Clouds με της λήψεις των φωτογραφιών

Καθαρισμός των Point Clouds που δεν χρειάζονται

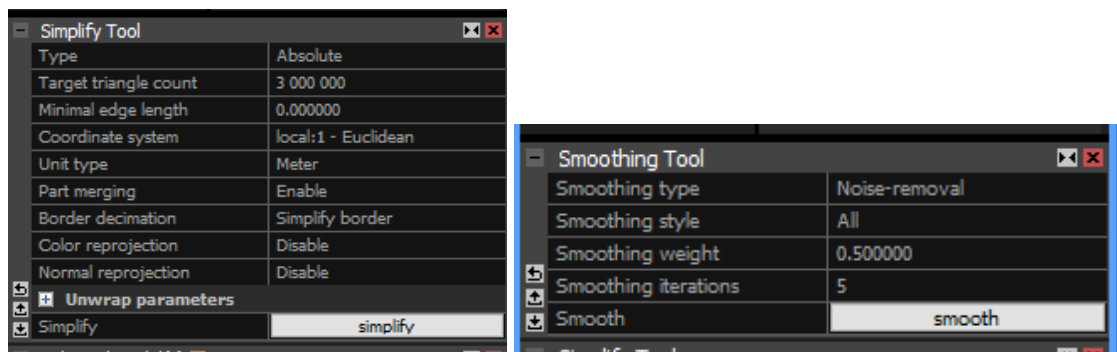
Λόγω της χρήσης του drone δεν μπορέσαμε να περιορίσουμε της λήψεις των φωτογραφιών ώστε να εστιάσουν στο κτήριο παραπάνω έτσι όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 5.5 παράχθηκαν και Point Clouds τα οποία δεν μας χρειάζονται και πρέπει να αφαιρεθούν πριν προχωρήσουμε στην δημιουργία του μοντέλου. Ο καθαρισμός έγινε με την χρήση Reconstruction Region Box όπου επιλέχθηκε το κτήριο μόνο και με το Filter Selection καθαρίστηκαν. Αποτέλεσμα μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.6.



Εικόνα 5.6: Point Clouds μετά τον καθαρισμό του χώρου περιφερειακά του κτηρίου

Ανακατασκευή

Αφού δημιουργήσαμε το point cloud έπειτα μπορούμε να προχωρήσουμε με την ανακατασκευή του κτηρίου (βλέπε Εικόνα 5.8). Η ανακατασκευή του κτηρίου ουσιαστικά είναι το αποτέλεσμα του μοντέλου μας αλλά όχι το τελικό. Η ανακατασκευή έγινε σε υψηλή ανάλυση με αποτέλεσμα να παραχθούν 111 κομμάτια και 152.6M τρίγωνα. Τα τρίγωνα δημιουργούνται όταν ενωθούν οι άκρες των points. Λόγω του μεγάλου αριθμού αναγκάστηκα να μειώσω τον αριθμό των τριγώνων σε 3M διότι θα μου δημιουργούσε πρόβλημα μετά στην εισαγωγή του στο Unity επειδή θα ήταν αρκετά μεγάλο. Τα τρίγωνα τα μείωσα με το simplify tool. Επίσης χρησιμοποίησα και το smoothing tool για να μου κάνει πιο λείες τις επιφάνειες του μοντέλου. Τέλος αφαίρεσα τα ελαττώματα που υπήρχαν με την τοπολογία του μοντέλου. Παραδείγματα αυτών των tools μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.7.



Εικόνα 5.7: Simplify Tool & Smoothing Tool.



Εικόνα 5.8: Αποτέλεσμα ανακατασκευής μοντέλου

Texturing του μοντέλου

Αφού δημιουργήθηκε και το μοντέλο το μόνο πράγμα που μένει είναι να δώσουμε τις υφές των χρωμάτων του. Έτσι με την χρήση του texturing (βλέπε Εικόνα 5.9) έδωσα χρώμα στο μοντέλο. Όπου μπορούμε να δούμε το τελικό αποτέλεσμα στην Εικόνα 5.10.

Texturing	
Coloring style	Texturing-based
Unwrapping style	Maximal texture count
Count of textures	1
Texture resolution	8192 x 8192
Chart gutter size	2 texels
Texture utilization (wit...	80%
Optimal texel size	302.463196 Meter per texel
Texture quality	17%
Texel size	1683.273438 Meter per texel

Εικόνα 5.9: Texturing



Εικόνα 5.10: Τελικό μοντέλο με Texture

Εξαγωγή μοντέλου

Η Εξαγωγή του μοντέλου έγινε σε μορφή Wavefront Obj μαζί με τα textures του έτσι ώστε το Unity να το διαβάσει.

Επιπλέον μοντέλα

Εκτός από το κεντρικό μοντέλο του κτηρίου δημιούργησα ακόμα δυο μοντέλα (βλέπε Εικόνα 5.11 και Εικόνα 5.12) με παρόμοιο τρόπο. Το ένα είναι το σιντριβάνι όπου

βρίσκετε στην μπροστινή αυλή της βιβλιοθήκης και το άλλο είναι τα παγκάκια όπου δημιούργησα ένα και τα αντέγραψα σε όλη τη αυλή.



Εικόνα 5.11: Μοντέλο για το παγκάκι



Εικόνα 5.12: Μοντέλο για το σιντριβάνι

5.2 Καθαρισμός μοντέλου

Όπως ανέφερα στο προηγούμενο κεφαλαίο χρειάστηκε να γίνει καθαρισμός στο εσωτερικό της βιβλιοθήκης διότι ήταν γεμάτο από άχρηστα τρίγωνα (βλέπε Εικόνα 5.13) που δημιουργήθηκαν, διότι ο αλγόριθμος της φωτογραμμετρίας προσπάθησε να δημιουργήσει τον εσωτερικό χώρο όπου υπήρχαν παράθυρα και πόρτες χωρίς δεδομένα από εικόνες. Ο σκοπός του καθαρισμού ήταν για να δημιουργήσω τα δωμάτια της βιβλιοθήκης με την χρήση μοντελοποίησης και πάλι όπως ανέφερα πιο πριν το πρόγραμμα που με βοήθησε να το κάνω αυτό ήταν το MeshLab. Με την χρήση του Zbrush επέλεξα προσεκτικά ένα-ένα τα τρίγωνα και μετά τα διέγραφα. Έπρεπε να είμαι πολύ προσεκτικός να μην επιλέξω επιφάνειες από το μοντέλο επειδή μετά θα

δημιουργούσα τρύπες. Αποτέλεσμα του καθαρισμού μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.14.



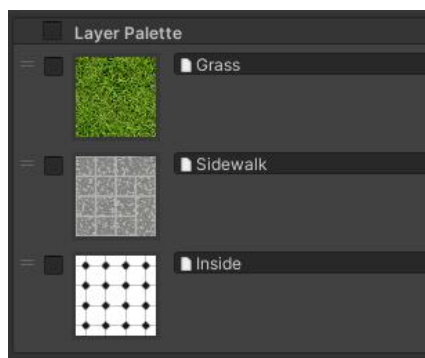
Εικόνα 5.13: Εσωτερικός χώρος πριν το καθάρισμα.



Εικόνα 5.14: Εσωτερικός χώρος μετά το καθάρισμα

5.3 Τοποθέτηση terrain

Αρχικά δημιούργησα νέο terrain με διαστάσεις 100 πλάτος, 100 μήκος και 600 ύψος. Έπειτα επέλεξα 3 διαφορετικά layers για σχεδιασμό του δαπέδου ανάλογα χώρο όπως βλέπεις στην Εικόνα 5.15. Έπειτα τοποθέτησα τα αντικείμενα του εξωτερικού χώρου δένδρα, θάμνους γρασίδι, λουλούδια, παγκάκια, λάμπες, περιφράξεις και το σιντριβάνι ακολουθώντας πάντα την σχεδίαση του φυσικού μοντέλου.



Εικόνα 5.15: Layers

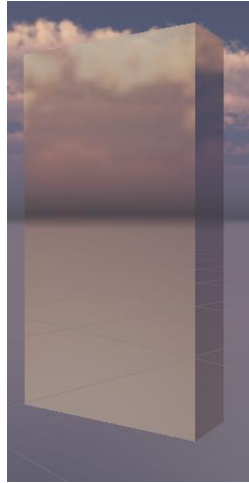
5.4 Σχεδιασμός εσωτερικού χώρου βιβλιοθήκης

Όπως ανάφερα και πριν ο σχεδιασμός του εσωτερικού χώρου έγινε με χρήση μοντελοποίησης με την βοήθεια των εργαλείων ProBuilder και ProGrids του Unity.

Για να σχεδιάσω όσο πιο πιστά μπορούσα ένα αντίγραφο της βιβλιοθήκης χρησιμοποίησα το 360 tour από την duoovision [28] όπου μπορείς να δεις του χώρους εσωτερικά της βιβλιοθήκης σε ψηφιακές φωτογραφίες χωρίς έχεις πρόσβαση σε κάποια υπηρεσία της βιβλιοθήκης.

Δημιουργία τζαμιών

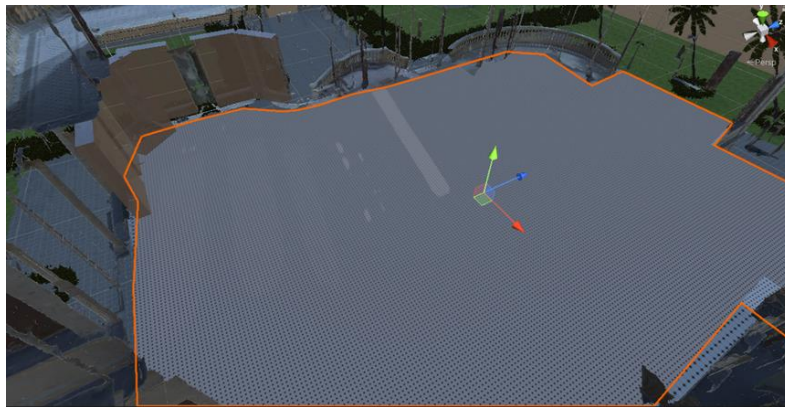
Για το λόγο του ότι η φωτογραμμετρία σχεδίασε τα τζάμια ενός παραθύρου σαν ένα κενό αντικείμενο δεν φαίνονται και τόσο ωραία ειδικά μετά τον καθαρισμό του που επεξήγησα πιο πριν. Έτσι μέσω του Unity σχεδίασα ένα καλούπι τζαμιού. Ουσιαστικά δημιούργησα ένα κενό σχήμα και του πρόσθεσα material που μοιάζει σαν γυαλί με την χρήση του rendering mode σε transparent και την αύξηση του metallic όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.16. Έκανα αντίγραφα του συγκεκριμένου σχήματος και το έβαλα όπου χρειαζόταν.



Εικόνα 5.16: Τζάμι

Εισαγωγή πατώματος και οροφής κτηρίου

Λόγο του ότι το κτήριο στην φυσική του μορφή είναι υψωμένο προς τα πάνω έτσι χρειάστηκε να δημιουργήσω ένα πάτωμα με την χρήση του Polyshape όπου εφάρμοσα ευθείες ανάλογα με το σχήμα της βιβλιοθήκης για να έχω το ίδιο καλούπι και στο πάτωμα και έπειτα του πρόσθεσα και το κατάλληλο material ώστε να είναι κοντά με το σχέδιο στα πλακάκια του φυσικού (βλέπε Εικόνα 5.17). Με τον ίδιο τρόπο έγινε και η οροφή του κτηρίου αφού το μοντέλο παρέμεινε το ίδιο.

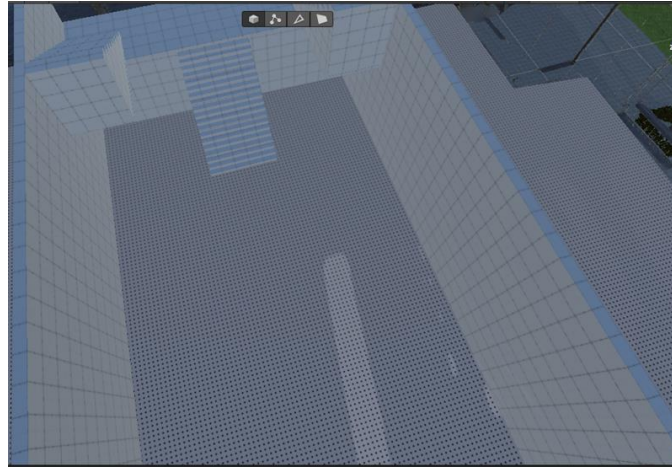


Εικόνα 5.17: Εφαρμογή πατώματος βιβλιοθήκης

Σχεδιασμός κεντρικής εισόδου του κτηρίου

Αρχικά τοποθέτησα τους τείχους έτσι ώστε να χωρίσω τα υπόλοιπα δωμάτια από το κεντρικό δωμάτιο της εισόδου. Η τοποθέτηση και δημιουργία των τοίχων έγινε με την δημιουργία ενός κύβου μέσω του ProBuilder και έπειτα επέκτεινα το πλάτος και το

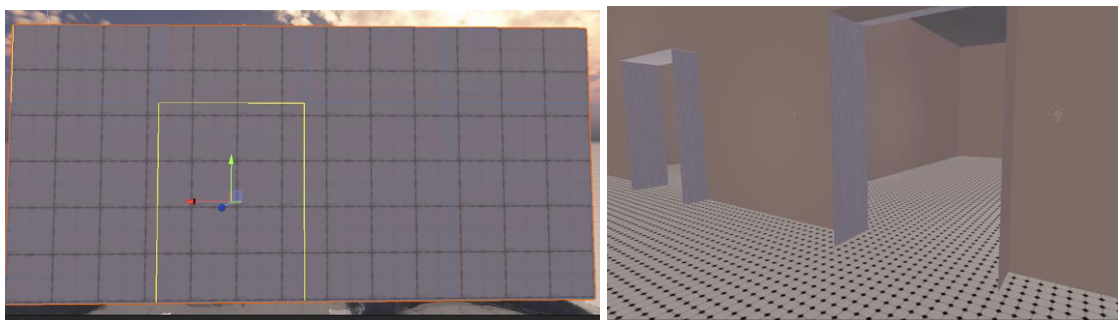
μήκος του έτσι ώστε να το προσαρμόσω στα δικά μου δεδομένα. Επίσης του έδωσα πάχος 0.5 και επανέλαβα την διαδικασία και για τις 4 μεριές. Έπειτα τοποθέτησα τις σκάλες για τον 1^ο όροφο μέσω του ShapeTool. Στην Εικόνα 5.18 φαίνεται η διαδικασία.



Εικόνα 5.18: Διαμόρφωση Κεντρικής εισόδου

Δημιουργία πόρτας

Το κτήριο είχε 11 πόρτες συμπεριλαμβανομένου και της κεντρικής. Έτσι η μέθοδος που χρησιμοποίησα για την δημιουργία τους ήταν και στις 11 περιπτώσεις πανομοιότυπος. Δηλαδή δημιούργησα ένα σχήμα κύβου (βλέπε Εικόνα 5.19) να είναι στο μέγεθος της πόρτας και μετά το εφάρμοζα στους τοίχους όπου ήθελα να δημιουργήσω την πόρτα και με την επιλογή Insert Edge Loop τράβαγα άκρες να εφάπτονται ακριβώς στον κύβο που είχα ήδη πάνω έπειτα τον αφαιρούσα. Έτσι είχα το καλούπι σχηματισμένο από τις άκρες όλες μαζί και δημιουργούσα την τρύπα για την πόρτα και από τις δυο πλευρές. Επίσης μετά την δημιουργία της πόρτας επειδή υπήρχε κενό τραβούσα και πάλι τις άκρες έτσι ώστε να δημιουργηθεί και πάλι ο τοίχος μαζί με ένα παραστατό όπου θα κάνει την πόρτα να φαίνεται πιο όμορφη όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.19.



Εικόνα 5.19: (α)Επιλογή των ακρών για την δημιουργία της πόρτας, (β) Δημιουργία παραστατών στις πόρτες

Σχεδιασμός διαδρόμων 1^{ου} ορόφου

Ο σχεδιασμός του 1^{ου} ορόφου έγινε παρόμοια με αυτό του ισόγειου. Δηλαδή δημιούργησα και πάλι τους τοίχους με τις πόρτες έτσι ώστε να χωριστούν οι διάδρομοι από τα υπόλοιπα δωμάτια. Η μικρή διαφορά του 1^{ου} ορόφου ότι έπρεπε να σχεδιάσω ένα κενό στην μέση όπου θα φαινόταν το ισόγειο όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.20. Το κενό το δημιούργησα με την ίδια τεχνική που δημιούργησα και τις πόρτες.

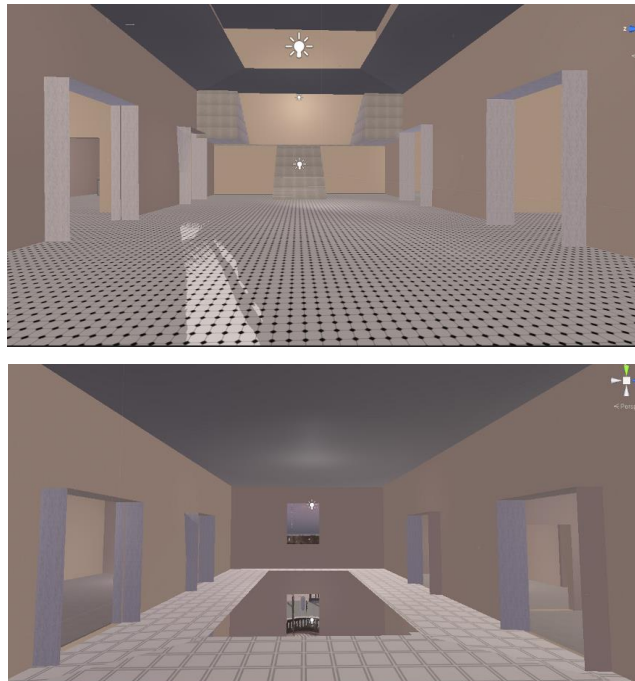


Εικόνα 5.20: Σχεδίαση 1^{ου} ορόφου

Διαμόρφωση των δωματίων

Η διαμόρφωση των υπολοίπων δωματίων έγινε με παρόμοιο τρόπο όπως και της κεντρικής εισόδου δηλαδή τοποθετήθηκαν τοίχοι γύρω γύρω και ένα πάτωμα όπου χώριζε τον 1ο όροφο με το ισόγειο. Στο σύνολο δημιουργήθηκαν 7 δωμάτια έξω η

κεντρική είσοδος. Συγκεκριμένα 4 δωμάτια στο ισόγειο (βλέπε Εικόνα 5.21) όπου θα μιλήσω για αυτά πιο κάτω και τα υπόλοιπα 3 στον 1ο όροφο.



Εικόνα 5.21: (α)Ισόγειο κεντρική είσοδος, (β) Πρώτος όροφος.

5.5 Διακόσμηση βιβλιοθήκης

Η διαδικασία της διακόσμησης του χώρου είναι πολύ σημαντική καθώς θα παίξει σημαντικό ρόλο αν ακολουθείτε πιστά το αντίγραφο της φυσικής βιβλιοθήκης. Επίσης θα δώσει ένα ελκυστικό περιβάλλον στον χρήστη οπου μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτό. Τα αντικείμενα για την διακόσμηση όπως ανέφερα και πιο πάνω τα πήρα κυρίως από πακέτα στο Unity Asset store.

Διακόσμηση κεντρικής εισόδου

Όπως μπορούμε να δούμε και από την Εικόνα 5.21 έδωσα χρώμα στους τοίχους στα πλακάκια και έβαλα τους κατάλληλους φωτισμούς με την χρήση point lights διότι οι εξωτερικοί φωτισμοί directional lights δεν μπορούν να εμφανιστούν και μέσα στο κτήριο. Στη συνέχεια πρόσθεσα 4 κολώνες που αντιπροσωπεύουν τους 4 κορινθιακούς κίονες του κτηρίου και επίσης πρόσθεσα περίφραξη στις σκάλες με την χρήση των balustrades που είδαμε πιο πάνω. Τέλος πρόσθεσα την γραμματεία στην υποδοχή μαζί

με το γραφείο υποδοχής όπου θα είναι σε ρολό ξεναγού που θα αναλύσω στην συνέχεια.

Διακόσμηση διάδρομων 1^{ου} ορόφου

Η διακόσμηση εδώ όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.21 έγινε με τον ίδιο τρόπο όπως στο ισόγειο. Δηλαδή προστέθηκε πάτωμα με διαφορετικά πλακάκια από το ισόγειο και τα υπόλοιπα δωμάτια οι τοίχοι πήραν το ίδιο χρώμα, τοποθέτησα φωτισμούς και τέλος έβαλα περιφράξεις στο κενό που υπάρχει στην μέση και φαίνεται το ισόγειο.

Διακόσμηση στα υπόλοιπα δωμάτια

Η διακόσμηση στα υπόλοιπα δωμάτια όσο αφορά τους τοίχους τα πλακάκια και τους φωτισμούς είναι ακριβώς η ίδια όπως αυτά της κεντρικής εισόδου. Εκτός από αυτά πρόσθεσα στο κάθε δωμάτιο από τα 4 που βρίσκονται στο ισόγειο διαφορετικά αντικείμενα ανάλογα με το σενάριο που υπάρχει. Για παράδειγμα στο (1) Share meeting room πρόσθεσα γραφείο με καρέκλες και χαρακτήρες ατόμων. Στο (2) Mentor room πρόσθεσα τον μέντορα που κάθεται στο γραφείο του με τον προσωπικό του υπολογιστή. Στο (3) Seminar room πρόσθεσα ένα άτομο που παρουσιάζει καθώς και τον πίνακα παρουσίασης και κόσμο με καρέκλες να παρακολουθεί. Τέλος στο (4) Study Room πρόσθεσα γραφείο με καρέκλες και έπιπλο βιβλιοθήκης.

5.6 Χαρακτήρας

Η δημιουργία του χαρακτήρα που θα χρησιμοποιηθεί για να δώσει στο χρήστη την ευκαιρία να μετακινηθεί στους εξωτερικούς χώρους της βιβλιοθήκης όπως επίσης και στους εσωτερικούς χώρους σε δωμάτια και σκάλες. Ακόμη θα μπορεί να αλληλοεπιδρά με αντικείμενα. Για να υπάρχει κάποιο σχήμα στον χαρακτήρα του έδωσα ένα απλό σχήμα μιας κάψουλας με χρώμα άσπρο. Ο χαρακτήρας φαίνεται στην Εικόνα 5.22.

Κάμερα

Η κάμερα που επέλεξα να εφαρμόσω στην κάψουλα του χαρακτήρα είναι πρώτου-προσώπου διότι δίνει στο χρήστη πιο μεγάλη εμπειρία στην περιήγηση του χώρου και μας ενδιαφέρει πως θα φέρνεται ο χώρος πιο πολύ παρά πως θα φέρνεται ο χαρακτήρας.

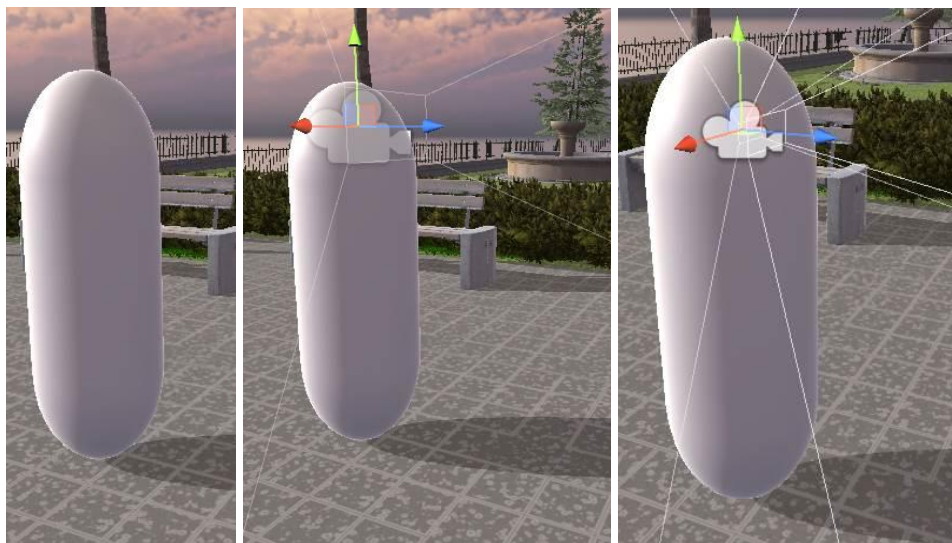
Ακόμα ένας λόγος ήταν για να μπορεί να εφαρμοσθή και μετέπειτα η κάμερα του VR από το πακέτο Oculus Integration χωρίς κανένα πρόβλημα.

Κίνηση κάμερας

Η κίνηση της κάμερας έγινε εφικτή με την βοήθεια ενός απλού κώδικα που έγραψα και τον εφάρμοσα στην κάμερα έτσι ώστε να κινείται ανάλογα με την κίνηση του ποντικιού του χρήστη. Η τοποθέτηση της έγινε στο πάνω μέρος της κάψουλας όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.22.

Κίνηση κάμερας VR

Η ενσωμάτωση της κάμερας του VR έγινε μέσω του πακέτου Oculus Integration και συγκεκριμένα του OVRCameraRig prefab οπού περιείχε την κάμερα αλλά και ενσωματωμένους κώδικες σε αυτήν οπού βοηθούσαν στην κίνηση της μέσω του headset. Η τοποθέτηση της έγινε όπως και της κανονικής κάμερας στο πάνω μέρος της κάψουλας όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.22.

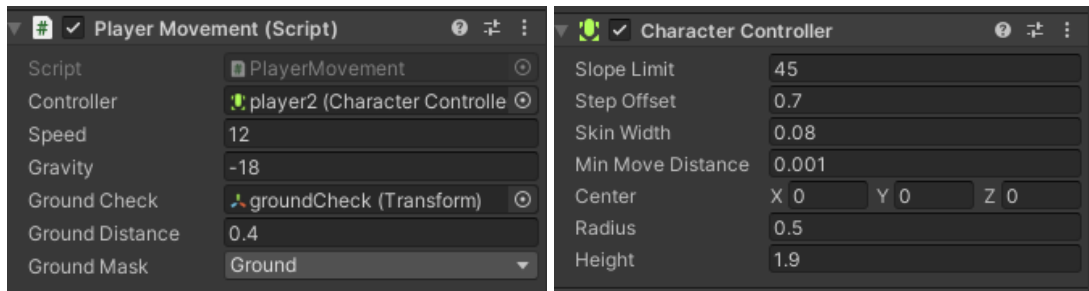


Εικόνα 5.22: (α)Χαρακτήρας, (β)Τοποθετηση Καμερας, (γ)Τποθετηση Καμερας VR

Κίνηση χαρακτήρα

Μέσω κώδικα κατάφερα να κάνω τον χαρακτήρα να κινείται μέσα στο χώρο. Μπορεί να κινηθεί με τα βελάκια στο πληκτρολόγιο και με τον συνδυασμό WASD για τις αντίστοιχες κινήσεις πάνω-αριστερά-κάτω-δεξιά. Επίσης του ανάθεσα το Layer Ground

για να βρίσκεται πάνω στο πάτωμα και να μην πέφτει κάτω από το terrain λόγω βαρύτητας. Αντίστοιχα αν βρίσκετε σε ψηλότερη θέση από αυτή που πρέπει με την βαρύτητα καταγάγει πίσω στο πάτωμα. Τέλος έθεσα το slope limit του character controller σε 45 έτσι ώστε να ανεβαίνει με ευκολία τα σκαλιά. Μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.23 τα χαρακτηριστικά για τον χαρακτήρα.



Εικόνα 5.23: Script κίνησης χαρακτήρα και χαρακτηριστικά του χαρακτήρα

5.7 UI

Το UI στο Unity είναι ο χώρος αλληλεπίδρασης του χρήστη με το παιχνίδι. Δίνει τον πλήρη έλεγχο του παιχνιδιού στο χρήστη και ταυτόχρονο μέσω αυτού μεταδίδει πληροφορίες σε αυτόν. Δίνει στο χρήστη μια φιλική εικόνα προς το παιχνίδι και παράλληλα αποτελεσματική χρήση χωρίς να το δυσκολεύει.

Για να προσθέσω UI στο παιχνίδι χρησιμοποίησα τον καμβά (Canvas) του Unity οπότε είναι ένα ορθογώνιο panel και βρίσκονται όλα τα στοιχεία του UI επάνω. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.24. Εγώ συγκεκριμένα χρησιμοποίησα κουμπιά για τις επιλογές και text οπότε θα εμφανίζει τα ανάλογα μηνύματα.

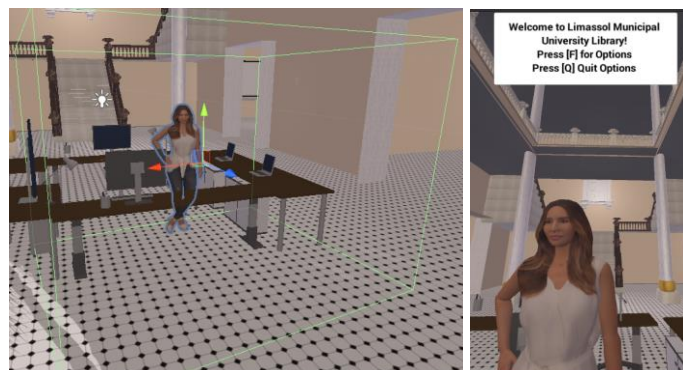


Εικόνα 5.24: Καμβάς

5.8 Ξεναγός

Το ρολό του ξεναγού μέσα στην βιβλιοθήκη τον κάνει η γραμματέας που βρίσκετε στην είσοδο. Δηλαδή με το που μπει ο χρήστης στην βιβλιοθήκη το πρώτο πράγμα που θα δει είναι ο ξεναγός οπού μπορεί να αλληλοεπιδράσει μεταξύ του μέσω του UI που είδαμε πιο πάνω.

Η τεχνική που χρησιμοποίησα εδώ ήταν να επιλέξω το μοντέλο του ξεναγού και να οριοθετήσω το μοντέλο μέσω ενός κουτιού box collider όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.25. Αφού έβαλα το μοντέλο σε ένα κουτί του όρισα μια ετικέτα με όνομα NPC. Έτσι μέσω κώδικα έβαλα τον έλεγχο όταν ο χρήστης βρίσκεται στα όρια οριοθέτησης του μοντέλου που έχει ετικέτα NPC να εμφανίζει τον καμβά με το μήνυμα καλωσορίσματος και έπειτα ο χρήστης καλείτε να πατήσει “F” για να εμφανιστούν οι επιλογές και “Q” αν θέλει να φύγουν. Όπως μπορούμε να δούμε στην εικόνα 5.25.



Εικόνα 5.25: (α)Οριοθέτηση γραμματείας, (β) Εμφάνιση μηνύματος

NavmeshAgent

Το NavmeshAgent είναι μια λειτουργία που προσφέρει το unity να ορίσεις σε ένα χαρακτήρα μέσα στο παιχνίδι τον χώρο που μπορεί να κινηθεί αυτόματα από μόνος του. Κυρίως δεν χρησιμοποιείται στο κύριο χαρακτήρα που μετακινεί ο χρήστης, στα παιχνίδια συνήθως χρησιμοποιείται σε zombie η κακούς τα οποία κινούνται από μόνά του πάνω κάτω και πρέπει να τα αποφύγεις [22].

Η χρήση που το έκανα εγώ στην ερευνά μου είναι εντελώς διαφορετική καθώς το χρησιμοποίησα ως ξεναγό να μετακινεί τον χαρακτήρα του χρήστη στα δωμάτια όπου αυτός θα επιλέξει μέσα από τα σενάρια που θα του βγάλει με την αλληλεπίδραση του με την γραμματεία.

Αρχικά σχεδίασα με την επιλογή bake όλα τα πιθανά μονοπάτια μέσα στο κτήριο που μπορεί να μετακινηθεί ο χαρακτήρας όπως μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 5.26. Έπειτα έθεσα το NavmeshAgent πάνω στο χαρακτήρα και με την χρήση κώδικα όρισα τις συντεταγμένες των δωματίων όπου θα μετακινόταν ο χαρακτήρας ανάλογα με την επιλογή που θα έκανε. Αν θέλει ο χρήστης να μετκινηθεί από μόνος του μετά την ξενάγηση του Navmesh μπορεί να πατήσει το “Z” στο πληκτρολόγιο .



Εικόνα 5.26: (α) Πιθανά μονοπάτια με χρήση του NavmeshAgent, (β) Εφαρμογή κώδικα και NavmeshAgent πάνω στον χαρακτήρα

5.9 Σενάρια

Μέσα από την έρευνα μας που κάναμε καταλήξαμε στο να εφαρμόσουμε τα πιο κάτω σενάρια όπου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει :

1. Virtual tour and info
2. Book lending
3. Attend to virtual a seminar/conference
4. Book a virtual meeting-share room
5. Book a meet with mentor

Virtual tour and info

Στο πρώτο σενάριο ουσιαστικά ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στους χώρους της βιβλιοθήκης και επιπλέον μπορεί να μάθει περισσότερες πληροφορίες για την ιστορία του κτηρίου και τις υπηρεσίες που προσφέρονται.

Book lending

Στο δεύτερο σενάριο οι χρήστες μπορούν να επισκεφτούν το δωμάτιο που υπάρχουν τα βιβλία και να δανειστούν ή να διαβάσουν κάποια από αυτά σε ηλεκτρονική μορφή σε ένα όμορφο και ήσυχο μέρος ειδικά διαμορφωμένο για τους λάτρεις των βιβλίων.

Attend to a virtual seminar/conference

Στο τρίτο σενάριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τους χρήστες ως επισκέπτες ενός εικονικού σεναρίου που τους ενδιαφέρει. Από την άλλη μπορεί κάποιος να κάνει κράτηση του χώρου για να διοργανώσει ένα εικονικό σεμινάριο/συνέδριο. Ο χώρος αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί από καθηγητές πανεπιστήμιου που θέλουν να παρουσιάσουν τις διαλέξεις τους, από φοιτητές που θέλουν να παρουσιάσουν τις εργασίες τους αλλά και από εταιρίες που θέλουν να παρουσιάσουν τα προγράμματα που προσφέρουν. Τα θετικά ενός εικονικού σεμιναρίου είναι αρκετά έναντι του φυσικού. Για παράδειγμα σε ένα τέτοιο σεμινάριο μπορούν να παρακολουθήσουν άτομα από διάφορες τοποθεσίες σε όλο το κόσμο. Επίσης δεν υπάρχει περιορισμός θέσεων. Τέλος

δεν υπάρχει το σύνηθες πρόβλημα όπου κάποια μερίδα από το κοινό λόγο τις θέσεις τους δεν μπορούν ευκολά να παρακολουθήσουν τον παρουσιαστή ή το πίνακα που παρουσιάζει ,στο εικονικό σεμινάριο όλοι βλέπουν το ίδιο.

Book a virtual meeting-share room

Στο τέταρτο σενάριο οι χρήστες μπορούν να οργανώσουν και να κάνουν κράτηση μιας εικονικής συνάντησης. Με λίγα λογία το δωμάτιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από φοιτητές/μαθητές για εικονικές ομαδικές μελέτες. Επίσης μπορούν να γίνουν εικονικές κοινωνικές συναντήσεις ατόμων για ανταλλαγή ιδεών και απόψεων.

Book a meet with mentor

Στο πέμπτο και τελευταίο σενάριο οι χρήστες μπορούν να κάνουν μια εικονική κράτηση με ένα μέντορα (ειδικό στον τομέα τους π.χ. βιβλιοθηκάρχους, επιστήμονες, ακαδημαϊκούς) και να κάνουν διάφορες ερωτήσεις σε αυτόν σε ερευνητικά ή ακαδημαϊκά θέματα και αυτοί με την σειρά τους να τους δώσουν τις ανάλογες απαντήσεις όπου θα τους βοηθούσε κατάλληλα.

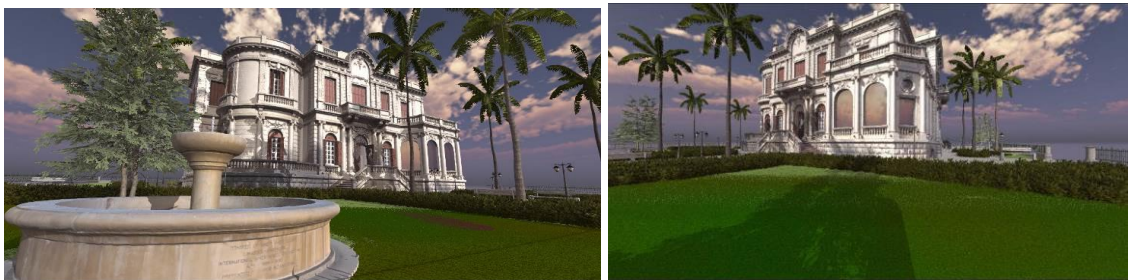
6. Κεφάλαιο 6

Αποτελέσματα

6.1 Αποτελέσματα	49
6.2 Δυσκολίες	52

6.1 Αποτελέσματα

Όσα ανέλυσα λεπτομερώς πιο πάνω στην μεθοδολογία σε αυτό το κεφάλαιο μπορούμε να τα δούμε στην τελική τους μορφή της με χρήση των παρακάτω εικόνων. Συγκεκριμένα στην Εικόνα 6.1 μπορούμε να δούμε μέσα από τα μάτια του χρήστη το περιβάλλον έξω στην αυλή με φόντο το εμβληματικό κτήριο της βιβλιοθήκης από δυο διαφορετικές οπτικές γωνίες.



Εικόνα 6.1: Εξωτερική αυλή βιβλιοθήκης

Στην Εικόνα 6.2 μπορούμε να δούμε από πού ξεκινά ο χρήστης την περιήγηση στην βιβλιοθήκη από τον εξωτερικό χώρο και ανεβαίνοντας τα σκαλιά που φαίνονται στην εικόνα μπορεί να μπει στην είσοδο της βιβλιοθήκης όπως φαίνεται στην ίδια εικόνα.



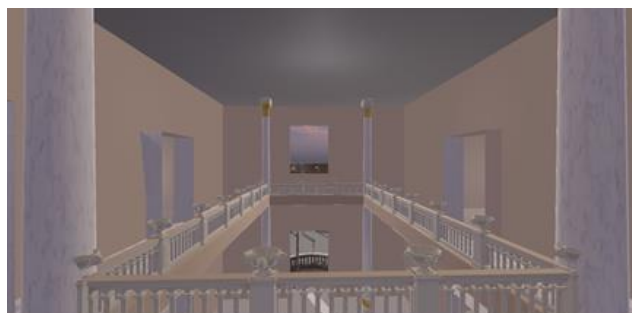
Εικόνα 6.2: (α)Κεντρική είσοδος αυλής, (β) Είσοδος στην βιβλιοθήκη

Στην Εικόνα 6.3 μπορούμε να δούμε την αλληλεπίδραση του χρήστη με το NPC του μοντέλου της γραμματείας καθώς και την εμφάνιση του UI με το μήνυμα καλωσορίσματος στην βιβλιοθήκη και τις επιλογές των σεναρίων.



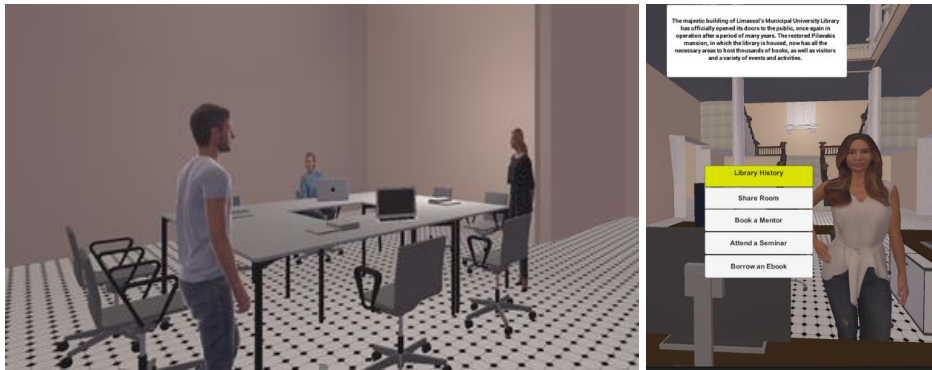
Εικόνα 6.3: Αλληλεπίδραση με την γραμματεία

Στην Εικόνα 6.4 μπορούμε να δούμε τον 1^ο όροφο του κτηρίου στην τελική του μορφή όσο αφορά την διακόσμηση.



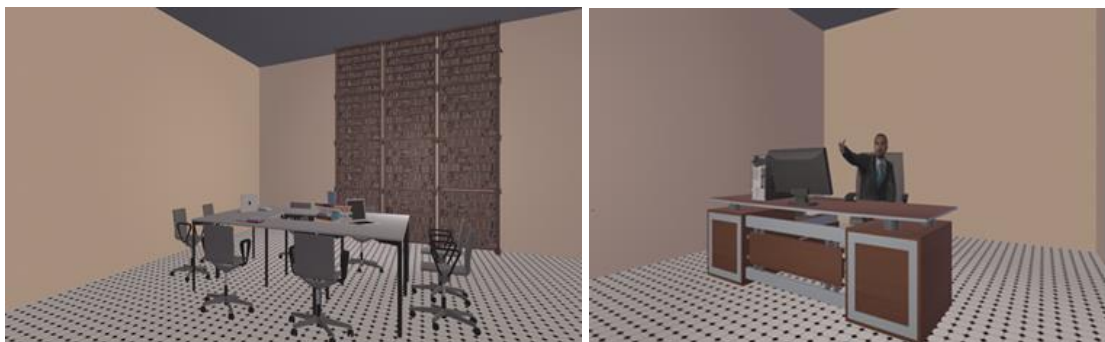
Εικόνα 6.4: Πρώτος όροφος

Πιο κάτω στην Εικόνα 6.5 μπορούμε να δούμε το σενάριο book a virtual meeting-share room όπου χρήστης μπορεί να κάνει κράτηση ένα δωμάτιο με άλλους συμφοιτητές του για παράδειγμα ώστε να οργανώσουν την μελέτη τους για μια κοινή εργασία που έχουν. Επίσης στην ίδια φωτογραφία (β) βλέπουμε και το σενάριο όπου ο χρήστης μπορεί να μάθει πληροφορίες για την βιβλιοθήκη.



Εικόνα 6.5: (α) Virtual meeting-share room, (β) Πληροφορίες Βιβλιοθήκης

Στην Εικόνα 6.6 μπορούμε να δούμε το τελικό αποτέλεσμα στο δωμάτιο όπου ο χρήστης επιλεγεί το σενάριο book lending δηλαδή μπορεί να δανειστεί το βιβλίο του μέσα και να το διαβάσει. Στην ίδια εικόνα (β) ο χρήστης αφού επιλέξει το σενάριο book a meet with mentor μπορεί να συναντήσει στο γραφείο του τον μέντορα όπου θα του κάνει ερωτήσεις ανάλογα με το πεδίο που τον ενδιαφέρει.



Εικόνα 6.6: (α) Virtual study room, (β) Virtual mentor room.

Τέλος στην Εικόνα 6.7 μπορούμε να δούμε το τελικό δωμάτιο όπου ο χρήστης επιλέγει το σενάριο attend to a virtual seminar/conference, μπορεί να επισκεφθεί το δωμάτιο όπου θα έχει την επιλογή να παρακολουθήσει ένα σεμινάριο που τον ενδιαφέρει καθώς και μια παρουσίαση που προσφέρει κάποιος καθηγητής.



Εικόνα 6.7: Virtual seminar room

6.2 Δυσκολίες

Οι δυσκολίες που αντιμετώπισα ήταν καθαρά θέμα της απειρίας που είχα με τα εργαλεία της φωτογραμμετρίας και της μηχανής παιχνιδιών Unity. Στις αρχές μου πείρε αρκετό χρόνο να δημιουργήσω ένα σωστό μοντέλο μέσω της φωτογραμμετρίας διότι η διαδικασία της φωτογραμμετρίας ήταν χρονοβόρα και έπρεπε να την κάνω αρκετές φορές ώστε να βγάλω ένα καλό αποτέλεσμα. Επίσης είχα μια δυσκολία με ένα αντικείμενο στο εξωτερικό της βιβλιοθήκης. Συγκεκριμένα με ένα στέγαστρο με αλουμίνιο λόγω της ιδιομορφίας που είχε που όσες φορές και αν προσπάθησα να το κάνω δεν έβγαινε ωραίο αποτέλεσμα. Ένα άλλο πρόβλημα που αντιμετώπισα ήταν το scaling του κτηρίου λόγω του μεγάλου όγκου του ,το οποίο μου δημιούργησε θέμα μετά στο Unity όταν το έκανα re-scale το texture γινόταν μαύρο. Επίσης με δυσκόλεψε πολύ το σύστημα του NavmeshAgent διότι όπως ανέφερα και πριν χρησιμοποιείτε πιο πολύ σε ουδέτερους χαρακτήρες η σε παιχνίδια με τρίτο πρόσωπο. Εγώ πήγα να το προσαρμόσω σε πρώτο πρόσωπο και ο χαρακτήρας μπλεκόταν με τον Agent και δεν πήγαινε στην κατεύθυνση που ήθελα ,η κάμερα μπερδεύοταν και αυτή κάποιες φορές και κοιτούσε σε λάθος κατευθύνσεις. Εν τέλει μετά από αρκετό ψάξιμο και προσπάθεια βρήκα λύση. Τέλος είχαμε και κάποιους περιορισμούς όσο αφορά την ερευνά. Το κοινό που απάντησε στην ερευνά λόγω του ότι η έννοιες του VR και του Metaverse είναι σχετικά κάτι νέο για αυτούς δεν είχαμε τις αναμενόμενες απαντήσεις σε κάποια σημεία πράγμα που μας δυσκόλεψε στο να βγάλουμε πιο πολλά συμπεράσματα.

7. Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

7.1 Γενικά	53
7.2 Μελλοντική Εργασία	54

7.1 Γενικά

Γενικά το θέμα της διπλωματικής μου ήταν πολύ ενδιαφέρον και μέσω αυτής έμαθα καινούρια εργαλεία που σιγουρά θα τα χρησιμοποιήσω στην μετέπειτα επαγγελματική μου πορεία. Συσχετιστήκαν ο τομέας της φωτογραμμετρίας μαζί με αυτόν την πληροφορικής και των γραφικών για την παραγωγή των αποτελεσμάτων. Μέσα από την εκτέλεση της κατανόησα ποσό σημαντική είναι η πολιτιστική κληρονομιά των κτηρίων σε μια χώρα και ότι αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι στην ιστορία της. Η γνώσεις που είχα γύρω από τους ορους του Virtual Reality και του Metaverse στην αρχή ήταν ελάχιστες αλλά στην πορεία της διπλωματικής και μέσα από την ερευνά που κάναμε αυξήθηκαν. Πλέον η τεχνολογία είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας και πρέπει όλοι μας να την εκμεταλλευτούμε στο έπακρον γιατί τα θετικά που μας προσφέρει είναι πολλά. Στην περίπτωση μας βλέπουμε υπάρχει προφανής ανάγκη εκσυγχρονισμού των βιβλιοθηκών προκειμένου να διατηρήσουν την σημασία τους στην εικονική εποχή που έρχεται και κάποια προβλήματα που αναδείξαμε στην ερευνά μας όσο αφορά την φυσική βιβλιοθήκη θα παύσουν να είναι πλέον προβλήματα.

7.2 Μελλοντική Εργασία

Μέχρι στιγμής η παρούσα διπλωματική βρίσκεται σε ένα καλό στάδιο για την περεταίρω ανάπτυξη της και ένταξης της στον κόσμο του Metaverse. Ουσιαστικά τα σενάρια και υπηρεσίες που προσφέρονται μέσα στην βιβλιοθήκη βρίσκονται σε απλή μορφή χωρίς αρκετή διαδραστικότητα με τους χρήστες. Έτσι θα ήταν καλό να δοθεί παραπάνω έμφαση στην λειτουργικότητα και την αλληλεπίδραση του χρήστη προς τη βιβλιοθήκη όπου το περιβάλλον θα φαίνεται πιο ρεαλιστικό και πιο κοντά σε αυτό της φυσικής βιβλιοθήκης. Δηλαδή να υπάρξει ένα live chat αναμεσα στους χρήστες, θα μπορούσε να ενταχθεί ο διάλογος με ηχητικά μηνύματα και βιντεοκλήσεις. Οι κινήσεις στους χαρακτήρες να είναι πιο ρεαλιστικές. Ακόμη μια επέκταση που θα ήταν ωραία να ενταχθεί είναι η χρήση ολογραμμάτων των συγγραφέων των βιβλίων όπου θα μπορούσε κάποιος κάνει διάλογο ζωντανά μαζί του. Τέλος για να επιτευχθούν όλα αυτά πρέπει να αναβαθμιστούν και οι ίδιες οι βιβλιοθήκες και να ενταχθούν σιγά σιγά στην ψηφιακή εποχή.

Βιβλιογραφία

- [1] M. Grieves, "Digital Twin," 2015.
- [2] F. Gabellone, "A digital twin for distant visit of inaccessible," 2020.
- [3] F. Djindjian, "THE VIRTUAL MUSEUM: AN INTRODUCTION," 2007.
- [4] B. F. M. U. H. Kimberly Dylla, "Rome Reborn 2.0: A Case Study of Virtual City," 2008.
- [5] K. Γεώργιος, "ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΕΤΡΙΑ," 2013.
- [6] Δήμος Λεμεσού, 4 September 2019. [Online]. Available: <https://www.limassolmunicipal.com.cy/el/library>.
- [7] T. Andreou, "Limassol, memory flashback," 2009.
- [8] A. D. A. H.-F. H. J. Maryam Farsi, Digital Twin Technologies and Smart Cities, 2020.
- [9] G. D. Lewis, "Encyclopedia Britannica," [Online]. Available: <https://www.britannica.com/topic/museum-cultural-institution>. [Accessed 24 April 2022].
- [10] Benediktinerstift Admont, [Online]. Available: <https://www.stiftadmont.at/en/library>. [Accessed 20 April 2022].
- [11] H. Shortle, "Randrlife," 15 June 2021. [Online]. Available: <https://www.randrlife.co.uk/czocha-castle-has-moved-to-a-virtual-space-what-was-discovered/>. [Accessed 5 February 2022].
- [12] San Jose Public Library, "San Jose," [Online]. Available: <https://www.sjpl.org/virtual-reality>. [Accessed 24 April 2021].
- [13] K. Kingsland, "Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage," 2020.
- [14] Unity Asset Store, "Free HDR Sky," [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/sky/free-hdr-sky-61217>. [Accessed 22 February 2022].
- [15] Unity Asset Store, "Oculus Integration," [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/oculus-integration-82022>. [Accessed 2 March 2022].

- [16] Unity Asset Store, "Stone Fence," [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/exterior/stone-fence-2437>. [Accessed 6 February 2022].
- [17] Unity Asset Store, "Street Lights Pack," [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/exterior/street-lights-pack-31644>. [Accessed 8 February 2022].
- [18] Unity Asset Store, "Coconut Palm Tree Pack," [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/vegetation/trees/coconut-palm-tree-pack-7888>. [Accessed 2 February 2022].
- [19] Unity Asset Store, "Grass And Flowers Pack 1," [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/nature/grass-and-flowers-pack-1-17100>. [Accessed 7 February 2022].
- [20] C. Miskinis, March 2019. [Online]. Available: <https://www.challenge.org/insights/digital-twin-history/>. [Accessed 3 April 2022].
- [21] Twi-global, [Online]. Available: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-digital-twin>. [Accessed 5 April 2022].
- [22] Unity Manual, "NavmeshAgent," [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-NavMeshAgent.html>. [Accessed 12 March 2022].
- [23] Unity Manual, "ProBuilder," [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.probuilder@5.0/manual/index.html>. [Accessed 21 January 2022].
- [24] Unity Manual, "ProGrids," [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.progrids@3.0/manual/index.html>. [Accessed 20 January 2022].
- [25] Unity, [Online]. Available: <https://unity.com/>. [Accessed 12 December 2021].
- [26] MeshLab, [Online]. Available: <https://www.meshlab.net/>. [Accessed 4 October 2021].
- [27] Reality Capture, [Online]. Available: <https://www.capturingreality.com/>. [Accessed 21 November 2021].
- [28] duooVision, "Cyprus 3d virtual interactive tools," [Online]. Available: <https://my.matterport.com/show/?m=GgWGrgEfKL8>. [Accessed 2 March 2022].