



University of Cyprus
Department of Civil and
Environmental Engineering

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ UNITY(VR)

ΝΙΚΟΛΑΣ ΣΙΑΜΠΗ



Περιεχόμενα

Περίληψη Μελέτης.....	4
Εισαγωγή	5
Βιβλιογραφική ανασκόπηση	6
Λογισμικά	9
Revit.....	9
Sim Lab Soft	9
Unity & Microsoft Visual Studio	9
Πορεία δημιουργίας λογισμικού	10
Στόχοι και Μέθοδος	10
Υπολογισμός Εμβαδού Τοιχοποιίας.....	13
Αποτελέσματα.....	14
Κώδικες	17
Δημιουργία μετακινούμενης φιγούρας(player controller).....	17
Αλληλεπίδραση με αντικείμενα.....	19
Interact	19
Interactable	20
Υπολογισμός εμβαδού και τοποθέτηση κώδικα σε όλα τα αντικείμενα.....	20
Wall	20
Attach Script To All Objects	21
Οδηγίες χρήσης.....	22
Συμπεράσματα.....	23
Βιβλιογραφία	24

Εικόνα 1 VR , AR , MR.....	5
Εικόνα 2 Δημοσιεύσεις σχετικά με το virtual reality 1997-2017.....	6
Εικόνα 3 VR in Construction.....	8
Εικόνα 4 Κατασκευή Μελέτης-Revit	10
Εικόνα 5 Μοντέλο FPS player.....	11
Εικόνα 6 Generate Colliders.....	11
Εικόνα 7 Input actions.....	11
Εικόνα 8 Βαρύτητα fps player	12
Εικόνα 9 Fps player view 1	12
Εικόνα 10 Fps player view 2	12
Εικόνα 11 Κώδικες επαφής και επιμέτρησης	13
Εικόνα 12 Τοποθέτηση αντικειμένου σε μορφή Interactable	13
Εικόνα 13 Έναρξη προγράμματος - Unity	14
Εικόνα 14 Αποτέλεσμα πρώτης τοιχοποιίας.....	14
Εικόνα 15 Αποτέλεσμα δεύτερης τοιχοποιίας.....	15
Εικόνα 16 Αποτέλεσμα τρίτης τοιχοποιίας	15
Εικόνα 17 Εμβαδό οροφής μοντέλου	16
Εικόνα 18 Μοντέλο στο λογισμικό Unity.....	22
Κώδικας 1 FPS Player Controller	18
Κώδικας 2 Αλληλεπίδραση με αντικείμενα - Interactrion.....	19
Κώδικας 3 Επικοινωνία κύριας λειτουργίας και υπολογισμού εμβαδού αντικειμένου	20
Κώδικας 4 Υπολογισμός εμβαδού αντικειμένου επιλογής.....	21
Κώδικας 5 Τοποθέτηση κώδικα Wall σε όλα τα αντικείμενα του μοντέλου μελέτης.....	21

Περίληψη Μελέτης

Σε αυτή την εργασία, γίνεται χρήση ορισμένων λογισμικών ώστε να ολοκληρωθεί η μελέτη στην πιο φιλική προς τον χρήστη εμπειρία, ως προς τον υπολογισμό εμβαδών ενός κτιρίου στο πρόγραμμα Unity. Επομένως, γίνεται αναφορά σε κώδικες οι οποίοι κάνουν εφικτή αυτή την δράση και αναλύονται. Ο στόχος του μελετητή είναι να λάβει ένα μοντέλο από την μορφή του Revit στον κόσμο του Unity, έτσι ώστε με την χρήση των οδηγιών οι οποίοι αναγράφονται παρακάτω, ο κάθε χρήστης να έχει την ευκαιρία να αξιοποιήσει αυτή τη μέθοδο στις δικές του απαιτήσεις.

Πιο συγκεκριμένα, σχολιάζονται αναλυτικά τα βήματα εκτέλεσης του ολοκληρωμένου μοντέλου για την αναγνώριση των δυσκολιών τις οποίες έχει αντιμετωπίσει και επιλύσει ο μελετητής. Τα λογισμικά τα οποία χρησιμοποιούνται είναι δημοφιλή στο τομέα της μηχανικής και απαιτούν γνώσεις προγραμματισμού.

Στο τέλος, αναγράφονται τα συμπεράσματα καθώς και τα πλεονεκτήματα αυτής της μελέτης προς τους χρήστες και προβλέπεται μεγάλη ανάπτυξη σε αυτό το κλάδο, αφού πρόκειται να βοηθήσει ένα ευρύ φάσμα στο χώρο των εργοταξίων ως αποτέλεσμα να ευκολυνθεί και να μειωθεί ο φόρτος εργασίας σε πολύ μεγάλα έργα καθώς και μικρά.

Εισαγωγή

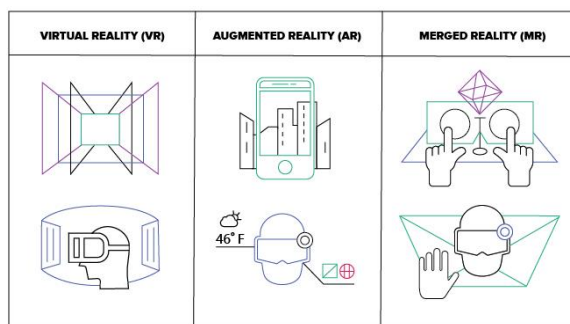
Τα τελευταία χρόνια παρατηρείτε ραγδαία ανάπτυξη τεχνολογίας σχετικά με την εικονική πραγματικότητα(VR). Επομένως, αρκετοί επιστήμονες στο τομέα της Μηχανικής, προσπαθούν να εισάγουν αυτές τις τεχνολογίες στα επαγγέλματά τους για να ευκολυνθεί η εργασία τους. Υπάρχουν αρκετές προκλήσεις και προβλήματα τα οποία προβληματίζουν τους επιστήμονες όσο αφορά τον προγραμματισμό των λογισμικών προγραμμάτων τα οποία δημιουργούνται. Επομένως, χρειάζεται αρκετή γνώση προγραμματιστική και αρκετός χρόνος για να δημιουργηθεί ένα σωστό και εύκολα επεξεργάσιμο αρχείο με τον οποίο ο κάθε χρήστης θα έχει την ευχέρεια να το αξιοποιήσει, ανάλογα με το δικό του έργο είτε μηχανισμό αντίστοιχα.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία, έχει ως κύριο στόχο να επιτρέπει στο κάθε επιστήμονα/εργαζόμενο να αντικατοπτρίζει οποιοδήποτε δημιούργημα τον απασχολεί, μέσω κάποιου αρκετά εξειδικευμένου εξοπλισμού. Ο εξοπλισμός αυτός, πλέον δεν είναι απαγορευτικός ως προς το θέμα της αγοράς του αφού με το πέρασμα του χρόνου και την ανάπτυξης της τεχνολογίας είναι πλέον σημαντικό εργαλείο για τις προσομοιώσεις, συγκεκριμένα σε μεγάλα έργα ή μεγάλα αντικείμενα μελέτης. Επομένως, οι τιμές του εξοπλισμού, σίγουρα είναι ανάλογες του φόρτου εργασίας και των λογισμικών με τα οποία θα συνδέεται.

Η συγκεκριμένη μελέτη, ασχολείται με τον προσδιορισμό των επιμετρήσεων στη φύση των εργοταξίων, καθώς επίσης μπορεί να λάβει πληροφορίες με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και σε άλλες μορφές εργασιών εάν ο μελετητής θέλει να χρησιμοποιήσει το λογισμικό **Unity** για την προσομοίωση της εργασίας του. Συγκεκριμένα, το λογισμικό επιτρέπει στον χρήστη να αναγνωρίσει στο πεδίο εργασίας, τα τετραγωνικά μέτρα της κάθε τοιχοποιίας/οροφής ώστε να μπορούν να παραγγελθούν υλικά(πχ τούβλα ,άμμος, σπάτουλα, τσιμέντο, μπογιά , πολυστερίνη θερμομόνωσης και άλλα) είτε να γίνει σωστή επιμέτρηση εμβαδών για τις πληρωμές εργατών/υπεργολάβων. Με αυτό τον τρόπο, μπορούν να μειωθούν τα έξοδα του εργολάβου σημαντικά, διότι πλέον δεν θα βασίζεται στις ανθρώπινες επιμετρήσεις, οι οποίες αρκετές φορές μπορεί να είναι λάθος και να επιφέρουν ζημιά.

Σκοπός της μελέτης είναι, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο εξοπλισμό στο έργο, ο μηχανικός ή ο υπεύθυνος των επιμετρήσεων να μπορεί μέσω της σύνδεσης με το λογισμικό να κινείται στο εργοτάξιο και να συλλέγει πληροφορίες σε όποια φάση και αν βρίσκεται το έργο.

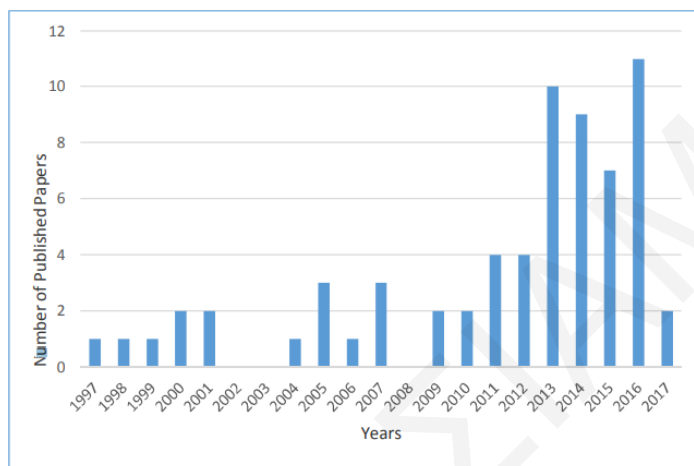
Σημαντικό να αναφερθεί, ότι για σκοπούς απλούστευσης, η μελέτη είναι με βάση την εικονική πραγματικότητα(VR). Στόχος βέβαια, είναι με την χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού να γίνει η σύνδεση της επαυξημένης πραγματικότητας(AR) με την εικονική πραγματικότητα(merged reality).



Εικόνα 1 VR , AR , MR

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Γενικότερα, το θέμα αυτό διερευνάται όλο και περισσότερο με το πέρασμα του χρόνου. Στο εικόνα/πίνακα 2, παρατηρούνται οι δημοσιεύσεις οι οποίες γίνονταν σχετικά με το virtual reality(εικονική πραγματικότητα) στο τομέα της μηχανικής με έρευνα η οποία έγινε το 2019. Προφανώς, παρατηρείται το ενδιαφέρον των μελετητών στα πρόσφατα χρόνια και να αναπτύσσεται κυρίως τα έτη 2013 μέχρι 2016.



Εικόνα 2 Δημοσιεύσεις σχετικά με το virtual reality 1997-2017

Οι σχετικές τεχνολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την εικονική πραγματικότητα χωρίζονται σε πέντε κύριους τύπους:

- 1) VR – Εγκαταστημένο σε Ηλεκτρικό Υπολογιστή
- 2) Immersive VR – Καθηλωτική εικονική πραγματικότητα
- 3) VR βασισμένο σε παιχνίδια τρισδιάστατα
- 4) VR με δυνατότητα BIM(Building information models)
- 5) Επαυξημένη πραγματικότητα – AR

Ο πρώτος τύπος(1) , εφαρμόζεται σε λογισμικό το οποίο υποδεικνύει στον χρήστη με τρισδιάστατες παρουσίες το χώρο εργασίας. Επομένως, η αλληλεπίδραση γίνεται διαμέσου του ποντικιού και του πληκτρολογίου.

Προχωρώντας στον επόμενο τύπο(2), η διαδικασία χρήσης εφαρμόζεται με συγκεκριμένο εξοπλισμό(head-mounted device, sensor gloves), ως αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να αναπαραστήσει τον πλαστό κόσμο γύρω του και να αλληλεπίδραση με αυτόν.

Ο επόμενος τύπος(3), στοχεύει στην αύξηση των αλληλεπιδράσεων χρήστη και περιβάλλοντος. Επομένως, τα αντικείμενα/στοιχεία τα οποία δημιουργούνται, επιτρέπουν στον χρήστη να τα επεξεργαστεί ή ακόμα και να τα μελετήσει. Επίσης, επιτρέπει την χρήση δυνάμεων και συγκρούσεων στα αντικείμενα, προσφέροντας μια καλή εικόνα της πραγματικότητας, πάντοτε όμως ορίζοντας σωστά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των στοιχείων.

Ο τύπος(4), ο οποίος είναι αρκετά σημαντικός στο χώρο της μηχανικής, επιτρέπει στον χρήστη να εισάγει ιδιότητες καθώς και χαρακτηριστικά των στοιχείων. Όλα αυτά, μπορούν να μεταφέρονται εύκολα μεταξύ λογισμικών και να τροποποιούνται. Επίσης, μπορεί ο χρήστης να αναλύσει τα κόστη, τα χρονοπρογράμματα το σχεδιασμό και πολλά άλλα τα οποία είναι χρήσιμα για ένα μηχανικό/ερευνητή. Τέλος, αυτός ο τύπος εικονικής πραγματικότητας, επιτρέπει στο χρήστη την μεταφορά του μοντέλου σχεδιασμού ενός μελετητή σε ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον.

Ο τελευταίος τύπος(5), προσφέρει στον χρήστη ζωντανή προβολή ενός φυσικού περιβάλλοντος, παρέχοντας του ήχο, βίντεο και γραφικά. Συνήθως, η χρήση του γίνεται για την ενίσχυση της μάθησης(Wang et al. , 2018).

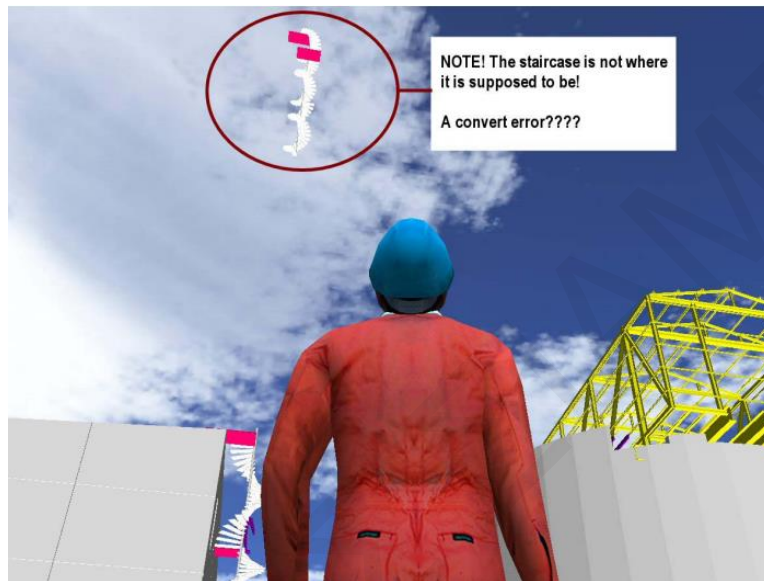
Τα οφέλη τα οποία μπορούν να προσφέρουν αυτές οι τεχνολογίες είναι πάρα πολλά. Αρχίζοντας από το βασικότερο, το κόστος και ο χρόνος μπορούν να επωφεληθούν με την χρήση μιας σωστά ολοκληρωμένης τεχνολογίας. Πιο απλά, η σύνδεση αυτή με την πραγματικότητα θα βοηθήσει το χρονοπρόγραμμα μιας κατασκευής, μειώνοντας σημαντικά τα σφάλματα τα οποία μπορούν να προκληθούν από τον ανθρώπινο παράγοντα. Επίσης, 9-13% χρόνος και 14-19% χρήματα ενός έργου, χάνονται επειδή τα σχέδια μπορεί να έχουν λάθη είτε παρερμηνεύονται(Kumaran et al. 2007).

Η εκπαίδευση του προσωπικού, είναι ακόμα ένας σημαντικός παράγοντας για την σωστή εκτέλεση/διεκπεραίωση ενός έργου. Ο εξοπλισμός ο οποίος θα παραχωρηθεί είναι ωφελίμως όταν ο μελετητής μπορεί να τον αξιοποιήσει. Επομένως, λαμβάνεται μεγάλη ευθυγή στον εργοδότη στο κομμάτι της εκπαίδευσης του προσωπικού με κύριο στόχο την εύκολη/άνετη χρήση του VR στο χώρο του εργοταξίου(Shakil,2018).

Σε έρευνα η οποία έχει γίνει για βελτίωση της εκπαίδευσης στις κατασκευές με τη χρήση της εικονικής πραγματικότητας, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα το περιβάλλον με προηγμένα εργαλεία οπτικοποίησης. Επομένως, με την χρήση της τεχνολογίας αυτής, οι νέοι μηχανικοί θα βοηθηθούν και θα αντλήσουν περισσότερες γνώσεις στο πεδίο της μηχανικής και του κατασκευαστικού τομέα. Συγκεκριμένα, η μοντελοποίηση 4D CAD είναι η κύρια μορφή προηγμένης τεχνολογίας η οποία θα επιφέρει πρόοδο στους μελλοντικούς μηχανικούς αλλά επίσης, οι εκπαιδευτικοί θα αντιμετωπίσουν πολλές προκλήσεις για την μεταφορά των συγκεκριμένων γνώσεων(John I.Messner et al , 2003).

Τα εργαλεία αυτά τα οποία σχετίζονται με την εικονική πραγματικότητα, μπορούν να επιφέρουν και μείωση του χρόνου παράδοσης σε σύγκριση με τα δισδιάστατα σχέδια τα οποία χρησιμοποιούνται. Γενικότερα, η εικονική πραγματικότητα(VR) αναπτύχθηκε από την έρευνα προσομοίωσης πτήσης κατά την διάρκεια του Β Παγκοσμίου Πολέμου και στις αρχές των ερευνών γραφικών υπολογιστών στη δεκαετία του 1960. Επομένως, μέχρι τα μέσα του 1990 ήταν μια ανεξερεύνητη περιοχή στον κατασκευαστικό τομέα. Με την ανάπτυξη των επεξεργαστών καθώς και των καρτών γραφικών έχει οδηγηθεί η συγκεκριμένη τεχνολογία στην οπτικοποίηση μεγάλων μοντέλων. Ακόμα, η τεχνολογία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει πρόσθετες αισθητηριακές πληροφορίες όπως τον ήχο και την αντανάκλαση. Επιπρόσθετα, οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον(όπως προαναφέρθηκε), χρησιμοποιώντας τυπικές συσκευές όπως το ποντίκι και τον πληκτρολόγιο. Το VR, είναι ένα χωρικό επικοινωνιακό μέσο το οποίο επιφέρει κατανόηση του κατασκευαστικού σχεδιασμού καθώς και των διαδικασιών οι οποίες πρέπει να γίνουν για την ανέγερση του. Παρότι η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι κυρίως για την απεικόνιση του τελικού προϊόντος, η ανάπτυξη της έχει την δυνατότητα για εξερεύνηση σχεδιασμού με επιλογές, προσομοίωση κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, υποστήριξη μελετών σχεδιασμού και πολλά άλλα.

Η μεγαλύτερη αξία της εικονικής πραγματικότητας(VR), έχει προέλθει από την χρήση της για υποστήριξη αποφάσεων στο εννοιολογικό σχεδιασμό της εγκατάστασης. Επίσης, τα VR θεωρούνται αξιόπιστα αφού προέρχονται άμεσα από τα 3D CAD μοντέλα. Ακόμα ένα πολύ θετικό από την χρήση αυτής της προηγμένης τεχνολογίας είναι ότι το τελικό κόστος του έργου είχε θετική επίδραση όπως και η ποιότητα των έργων. Τέλος, σε μελέτη η οποία έχει γίνει φάνηκε πως το κόστος χρήσης VR είναι αρκετά μικρότερο σε σύγκριση με την εξοικονόμηση στο συντονισμό του σχεδιασμού(το προσωπικό μειώθηκε στο μισό σε σύγκριση με έργο το οποίο χρησιμοποίησε 2D σχεδιασμό),(Woksepp, 2007).



Εικόνα 3 VR in Construction

Λογισμικά



Αρχικά, τα λογισμικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην συγκεκριμένη μελέτη είναι τα εξής:

- 1) Revit
- 2) Sim Lab Soft
- 3) Unity
- 4) Visual Studio (VS)

Το κάθε λογισμικό, συμμετέχει με τον δικό του τρόπο για την ολοκλήρωση της μελέτης. Τα προγράμματα Revit και Sim Lab Soft , έχουν σκοπό να δημιουργήσουν ένα αναγνωρίσιμο αρχείο το οποίο θα μπορεί να εισαχθεί στο Unity, όπου με το Visual Studio θα δημιουργηθούν οι κατάλληλες εντολές για την επιτυχή προσαρμογή του προγράμματος.

Revit

Με την χρήση του προγράμματος Revit, εισάγετε είτε δημιουργείτε το μοντέλο με το οποίο θα ασχολείται ο μελετητής/χρήστης. Επομένως, συνήθως το αρχείο Revit δημιουργείται από τους αρχιτέκτονες ανάλογα με τα ζητήματα/επιλογές του αγοραστή και συμπεριλαμβάνει όλες τις λεπτομέρειες του έργου. Σε αυτό το σημείο, ο μελετητής εξάγει το αρχείο σε μορφή **DBF**. Σε αυτή τη φάση το αρχείο εξάγεται χωρίς να έχει τις υφές(textures).

Sim Lab Soft

Επομένως, για να τοποθετηθούν οι υφές του κτιρίου, χρησιμοποιείται το πρόγραμμα Sim Lab Soft, με το οποίο γρήγορα δημιουργείται αρχείο με όλα τα στοιχεία τα οποία χρειάζεται το Unity για να τα αναγνωρίσει.

Unity & Microsoft Visual Studio

Τα δύο αυτά προγράμματα συνεργάζονται ώστε να δημιουργηθεί το τελικό αποτέλεσμα του Virtual Reality. Στο λογισμικό MVS , γίνεται η εισαγωγή του κώδικα ο οποίος στην συνέχεια της μελέτης θα αναφερθεί σε γλώσσα προγραμματισμού C sharp. Από την άλλη το λογισμικό Unity, λαμβάνει αυτούς τους κώδικες και προσομοιάζει το τελικό αποτέλεσμα το οποίο δημιουργείται.

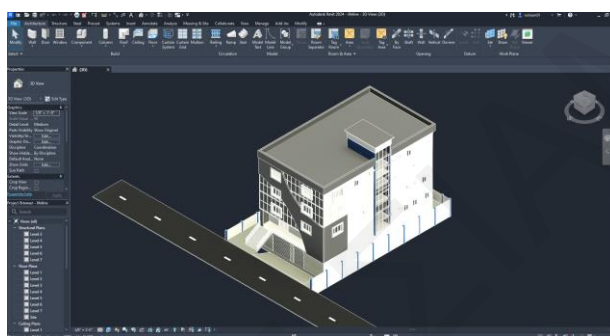
Πορεία δημιουργίας λογισμικού

Στόχοι και Μέθοδος

Οι στόχοι του μελετητή είναι οι εξής:

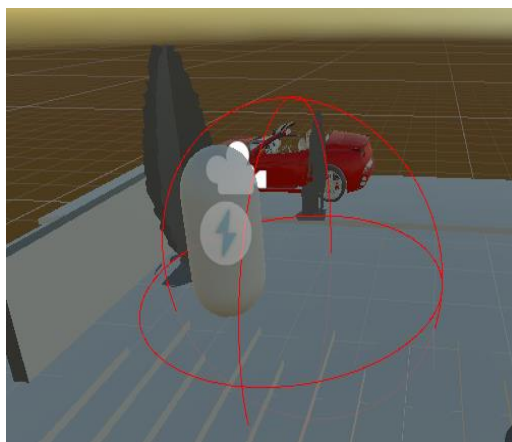
1. Δημιουργία φιγούρας ανθρώπου η οποία μετακινείται στο χώρο μελέτης
2. Δημιουργία κώδικα επαφής με αντικείμενα μοντέλου
3. Δημιουργία γενικού κώδικα υπολογισμού εμβαδού τοιχοποιίας

Η μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται από τον μελετητή, έχει ως στόχο την επεξεργασία και την ανάλυση ενός κτιρίου το οποίο έχει ληφθεί από το λογισμικό Revit. Επομένως, έχει εξαχθεί από το συγκεκριμένο λογισμικό όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4. Ο κάθε χρήστης μπορεί να εισάγει το δικό του αρχείο και με την τοποθέτηση του Asset το οποίο έχει δημιουργήσει ο μελετητής θα γίνει δυνατή η επιμέτρηση όλης της τοιχοποιίας.

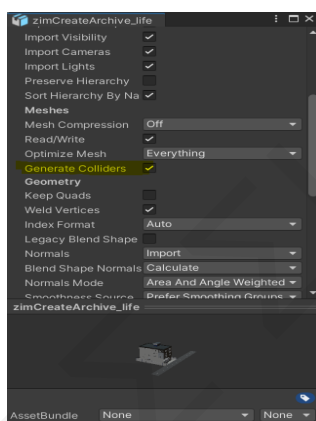


Εικόνα 4 Κατασκευή Μελέτης-Revit

Η επιμέτρηση της τοιχοποιίας θα γίνει με ορισμένους κώδικες οι οποίοι θα αναφερθούν στη συνέχεια αναλυτικά, για την κατανόηση του μοντέλου και την επεξήγηση της χρήσης τους. Για την υλοποίηση του μοντέλου αυτού, χρειάζεται να δημιουργηθεί η φιγούρα-fps player, η οποία θα αναπαραστή τον άνθρωπο(Εικόνα 5). Ο στόχος του μελετητή μπορεί να γίνει εφικτός με τον κατάλληλο εξοπλισμό ο οποίος έχει προαναφερθεί(VR), αλλά σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται η επιλογή στο Unity-First Person. Πολύ σημαντικό να αναφερθεί, όταν τοποθετηθεί το μοντέλο στο λογισμικό Unity, μετά την επεξεργασία των υφών στο λογισμικό Sim Lab soft(το αρχείο αυτό έχει γίνει import στο unity), είναι η ενεργοποίηση των colliders(generate colliders) στις ιδιότητες του μοντέλου(Εικόνα 6). Τοποθετώντας την επιλογή αυτή, μπορεί το μοντέλο fps-player να κινείται στο χώρο του μοντέλου. Σε διαφορετική περίπτωση, ο άνθρωπος(player) δεν έχει σημείο επαφής με το μοντέλο. Αναφορικά με τον κόκκινο κύκλο ο οποίος φαίνεται στη Εικόνα 5 να βρίσκεται γύρο από τον άνθρωπο, έχει τοποθετηθεί ώστε να γίνεται αναγνώριση των αντικειμένων-τοιχών στην συγκεκριμένη απόσταση(2f). Στην πραγματικότητα αυτός ο κύκλος θα είναι η απόσταση χεριού του μέσου ανθρώπου των στοιχείο επιλογής(η απόσταση μπορεί να αλλαχθεί από τον κώδικα interaction).

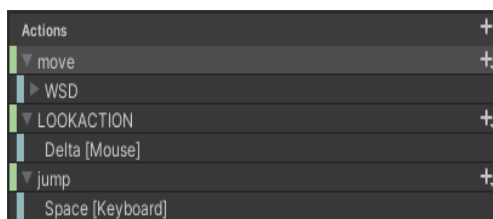


Εικόνα 5 Μοντέλο FPS player

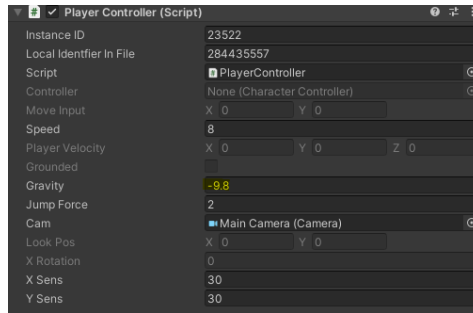


Εικόνα 6 Generate Colliders

Συνεχίζοντας, ο μελετητής έχει τοποθετήσει διάφορα πακέτα (add in) ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να ελέγχει από το πληκτρολόγιο του κάθε χρήστη (input actions, Εικόνα 7), αλλά επίσης και από μοχλό. Η διαδικασία ουσιαστικά είναι χρονοβόρα, αλλά με την εισαγωγή των assets ο χρήστης δεν χρειάζεται να κάνει κάτι για να δουλέψει το πρόγραμμα. Επίσης, έχει τοποθετηθεί η βαρύτητα, η οποία επιτρέπει την αναπαράσταση της πραγματικότητας όπως επίσης και άλλα στοιχεία όπως το sensitivity του ποντικιού για την μετακίνηση στο χώρο.



Εικόνα 7 Input actions

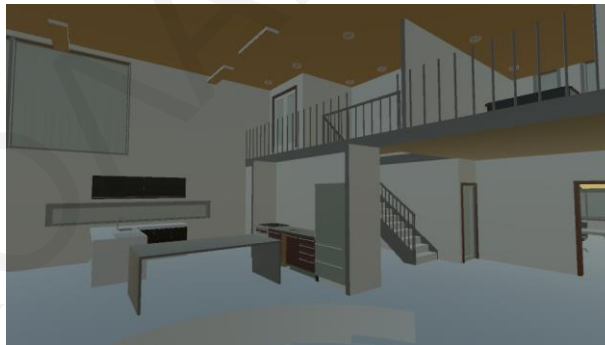


Εικόνα 8 Βαρύτητα fps player

Για την απεικόνιση του μοντέλου κατά το τρέξιμο του λογισμικού unity, χρειάζεται να αφαιρεθούν οι κάμερες όλων των μοντέλων(πχ μοντέλου Revit), αφήνοντας μόνο μια κάμερα η οποία θα τοποθετηθεί στο ύψος κεφαλιού της φιγούρας η οποία έχει δημιουργηθεί. Με αυτό το τρόπο, γίνεται εφικτή η μετακίνηση της φιγούρας στο χώρο(Εικόνα 9,10).



Εικόνα 9 Fps player view 1

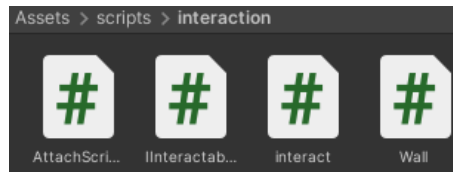


Εικόνα 10 Fps player view 2

Όπως φαίνεται στις πιο πάνω εικόνες, ο πρώτος στόχος έχει υλοποιηθεί(**στόχος 1**) ως αποτέλεσμα ο μελετητής να μπορέσει να προχωρήσει στην δημιουργία κώδικα επαφής με αντικείμενα.

Προχωρώντας στο **στόχο 2** ο οποίος περιλαμβάνει και τον **στόχο 3**, αφορά την επαφή της φιγούρας με τα αντικείμενα του μοντέλου του οποίου έχει εισαχθεί, χρησιμοποιούνται τρεις διαφορετικοί κώδικες(Εικόνα 9). Παρακάτω, φαίνονται αναλυτικά οι ονομασίες του κάθε κώδικα:

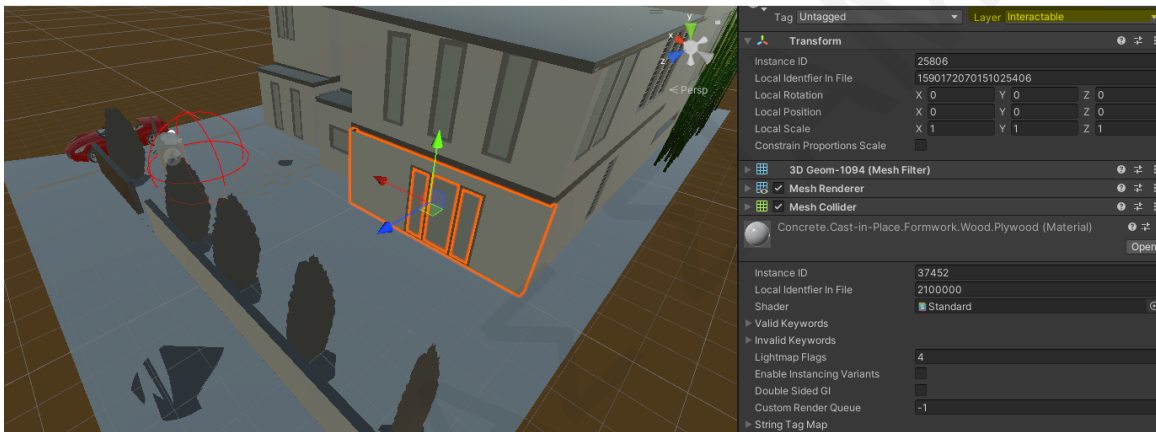
- 1) Interact(τοποθετείται στην φιγούρα player)
- 2) Pinteractable(function για την ένωση των τριών κωδίκων)
- 3) Wall(στόχος 3, υπολογισμός εμβαδού τοιχοποιίας)



Εικόνα 11 Κώδικες επαφής και επιμέτρησης

Στην πιο πάνω εικόνα 11, παρατηρείται ένας ακόμα κώδικας (AttachScriptToAllObjects), ο οποίος αφορά την τοποθέτηση του κώδικα Wall σε **όλες** τις τοιχοποιίες, χωρίς να χρειαστεί ο χρήστης να τις τοποθετεί χειροκίνητα. Αυτό επιτρέπει στο μελετητή καθώς και στους χρήστες την μείωση του χρόνου μοντελοποίησης και την ευκολία χρήσης του συγκεκριμένου asset.

Σημαντικό να αναφερθεί ότι ο κάθε χρήστης για να μπορεί να λάβει αποτελέσματα χρειάζεται να θέσει τα αντικείμενα σε μορφή Interactable (από Default). Αυτό επιτρέπει στη φιγούρα και στο λογισμικό να αναγνωρίσει το αντικείμενο και να ξεκινήσει την διαδικασία υπολογισμού εμβαδού (Εικόνα 11).



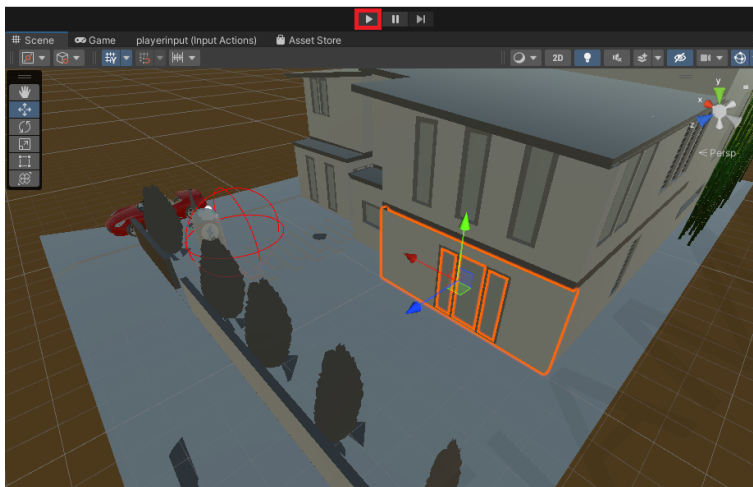
Εικόνα 12 Τοποθέτηση αντικειμένου σε μορφή Interactable

Υπολογισμός Εμβαδού Τοιχοποιίας

Ο υπολογισμός του εμβαδού γίνεται με την χρήση του κώδικα Wall. Σε αυτό τον κώδικα καλείται η συνάρτηση Monobehaviour και Interactable (η οποία καλεί τον γενικό κώδικα της φιγούρας Interaction). Επιπρόσθετα, περιλαμβάνει εντολές οι οποίες χρησιμοποιούν τρίγωνα για τον συγκεκριμένο υπολογισμό. Ως εκ τούτου, καλούνται οι συγκεκριμένες συναρτήσεις και με την χρήση τριών διανυσμάτων (άκρα/κορυφές τριγώνου) γίνεται εφικτός ο υπολογισμός εμβαδού. Για παράδειγμα, εάν μια τοιχοποιία είναι τετραγωνική, χρησιμοποιούνται δύο τρίγωνα τα οποία αθροίζουν βρόχους ανά τρία διανύσματα. Στην συνέχεια όταν το λογισμικό Unity τεθεί σε λειτουργία, εάν η φιγούρα βρίσκεται σε απόσταση $2f$ (ακτίνα 2 μονάδων) από το αντικείμενο μελέτης, γίνεται ο υπολογισμός εμβαδού και επιστρέφεται στο πίνακα αποτελεσμάτων, η τιμή η οποία έχει υπολογισθεί.

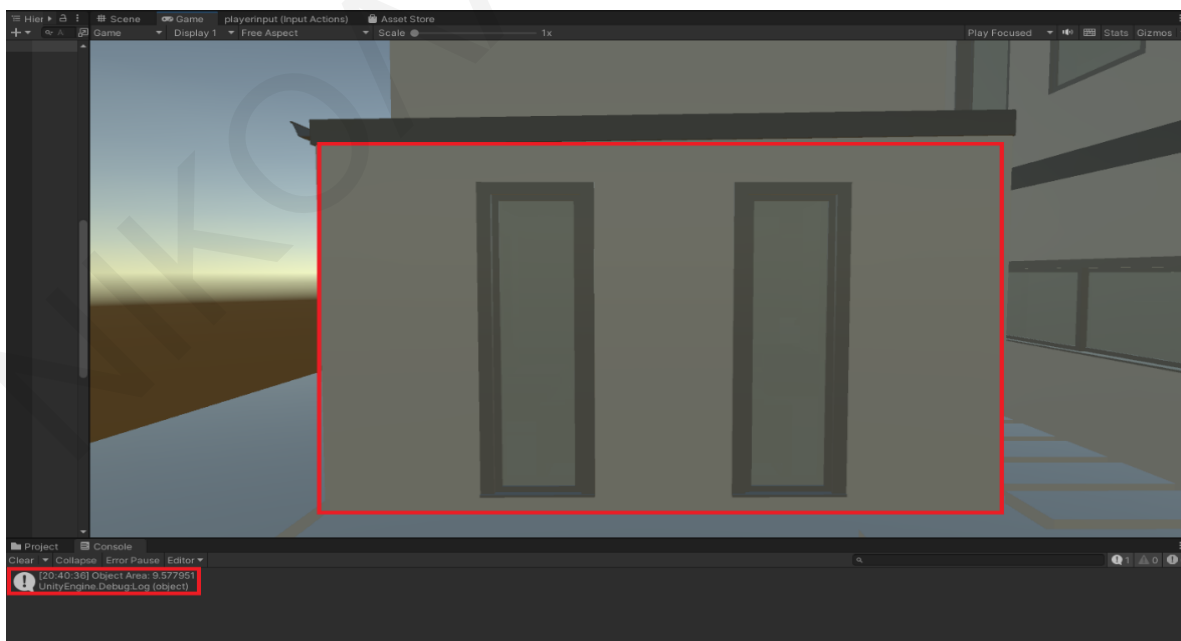
Αποτελέσματα

Ο μελετητής, μετά από την δημιουργία των κωδικών για την σωστή λειτουργία του λογισμικού ως προς τον υπολογισμό των εμβαδών αντικειμένων(τοιχοποιίας) τρέχει το πρόγραμμα Unity ώστε να ανακτήσει τα σχετικά αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης. Αυτή η διαδικασία γίνεται με το κουμπί Play στο πάνω μέρος της σκηνής απεικόνισης του μοντέλου(Εικόνα 13).

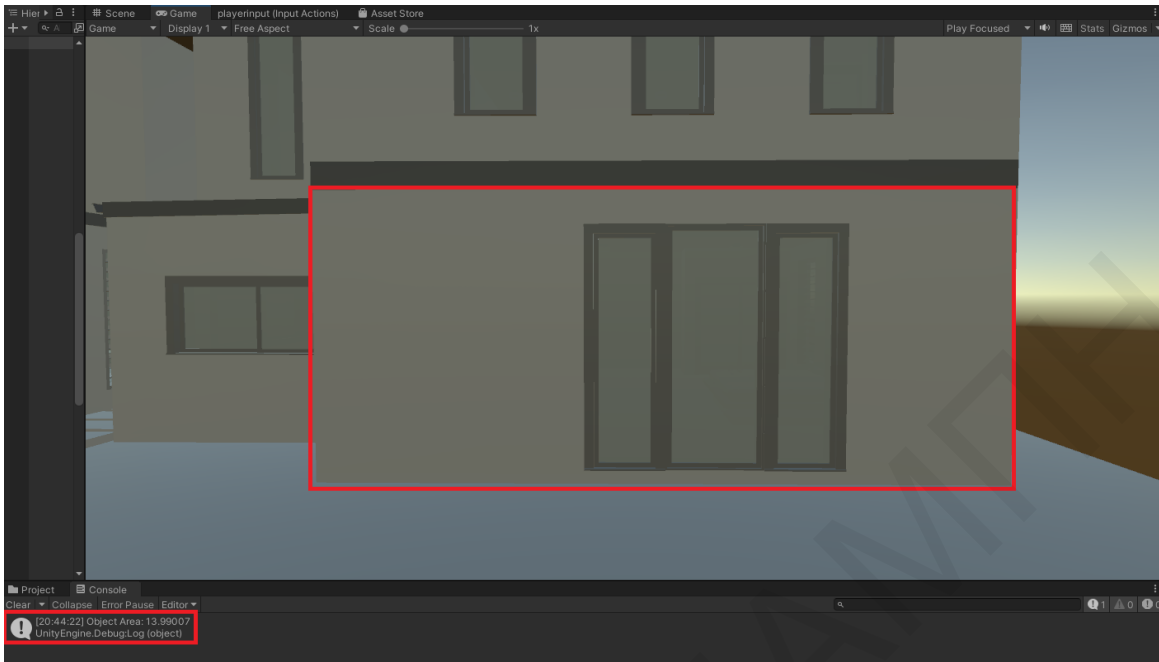


Εικόνα 13 Έναρξη προγράμματος - Unity

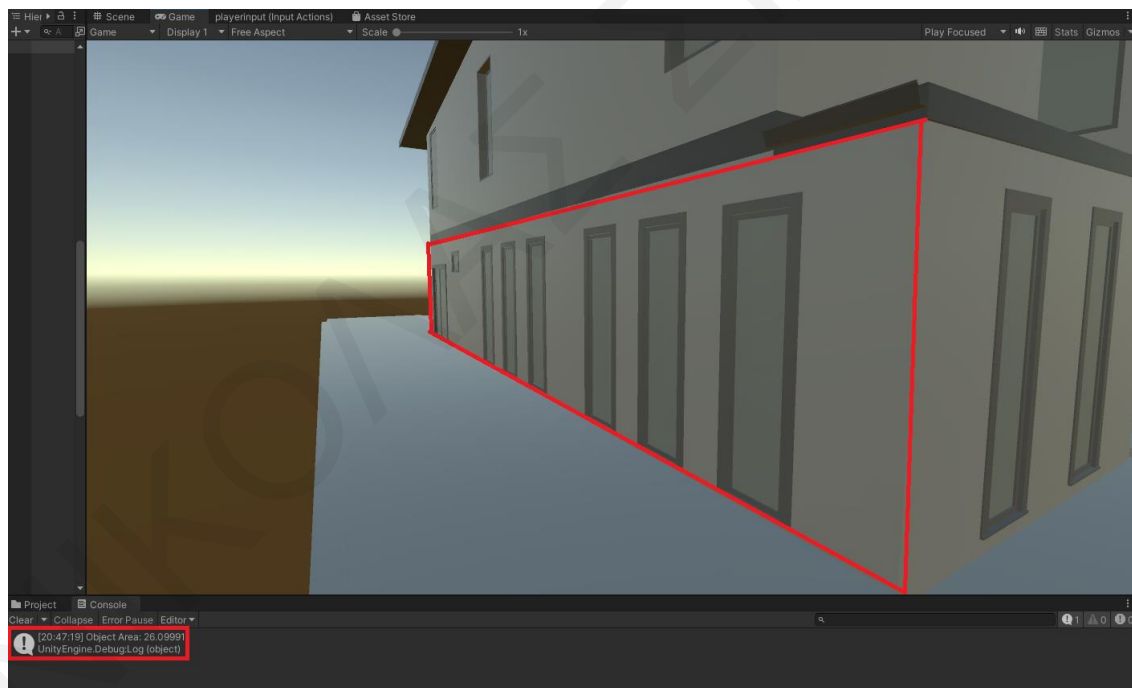
Μετά την συγκεκριμένη έναρξη, ο χρήστης τοποθετείται στη φιγούρα(fps player) και κινείται στο μοντέλο. Με το πάτημα του κουμπιού **E** στο πληκτρολόγιο, εάν η φιγούρα βρίσκεται σε απόσταση $2f$ από οποιοδήποτε αντικείμενο υπολογίζεται το εμβαδό και εμφανίζεται στο παράθυρο της κονσόλας(αποτελεσμάτων). Πιο κάτω στις εικόνες 14,15 και 16 φαίνονται αναλυτικά οι πιο πάνω πληροφορίες. Η πρώτη τοιχοποιία έχει εμβαδόν $9.57m^2$ (Εικόνα 14), η δεύτερη $13.99m^2$ (Εικόνα 15) και η τρίτη έχει $26m^2$ (Εικόνα 16).



Εικόνα 14 Αποτέλεσμα πρώτης τοιχοποιίας

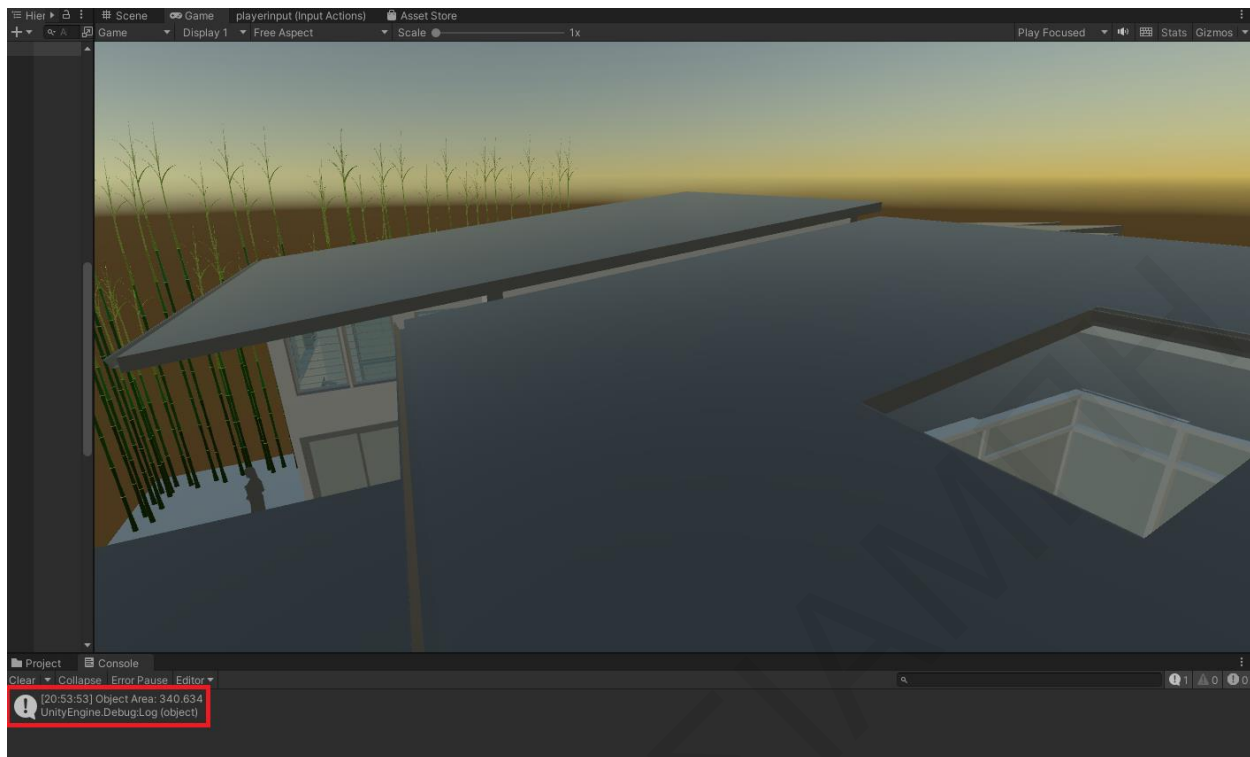


Εικόνα 15 Αποτέλεσμα δεύτερης τοιχοποιίας



Εικόνα 16 Αποτέλεσμα τρίτης τοιχοποιίας

Η πιο πάνω ανάλυση απαιτεί όπως έχει προαναφερθεί, την τοποθέτηση των αντικειμένων σε Interactable μορφή ώστε να είναι αναγνωρίσιμα από τη φιγούρα όταν και εφόσον θέλει ο χρήστης. Επιπρόσθετα, εκτός από τοιχοποιίες, οι μελετητές έχουν την δυνατότητα να μετρήσουν και άλλα εμβαδά όπως για παράδειγμα το εμβαδό οροφής. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να υπολογίσουν για παράδειγμα τα υλικά μόνωσης ενός κτιρίου όπως η πολυστερίνη, το κατρώχαρτο το σκυρόδεμα τα κεραμικά εάν θα είναι προσβάσιμη και άλλα(Εικόνα 17).



Εικόνα 17 Εμβαδό οροφής μοντέλου

Σύμφωνα με τα πιο πάνω αποτελέσματα, οι χρήστες θα μπορούν να επεξεργαστούν τα δεδομένα αυτά εύκολα και γρήγορα με στόχο πάντα την μείωση των περιττών εξόδων και της ακρίβειας των παραγγελιών. Επίσης, γίνεται αυτομάτως πιο εύκολη η επιμέτρηση ποσοτήτων εργοταξίου χωρίς τη χρήση εξωγενών λογισμικών ή την καθυστέρηση επιμέτρησης στο κάθε έργο.

Κώδικες

Σε αυτό το κεφάλαιο αναγράφονται οι κώδικες οι οποίοι έχουν χρησιμοποιηθεί/δημιουργηθεί από τον μελετητή σε αυτή την μελέτη. Να αναφερθεί ότι σε ορισμένα σημεία, έχει βοηθήσει το **Chat GPT**, ένα σύγχρονο εργαλείο το οποίο βοηθά χιλιάδες προγραμματιστές στο τομέα αυτό σε πάρα πολλά αντικείμενα.

Δημιουργία μετακινούμενης φιγούρας(player controller)

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.InputSystem;
public class PlayerCotroller : MonoBehaviour
{
    private CharacterController controller;
    private Vector2 moveInput;
    public float speed;

    private Vector3 playerVelocity;
    private bool grounded;
    public float gravity= -9.8f;
    public float jumpForce = 2f;

    public Camera cam;
    private Vector2 lookPos;
    private float xRotation = 0f;
    public float xSens = 30f;
    public float ySens = 30f;

    public void OnMove(InputAction.CallbackContext context)
    {
        moveInput=context.ReadValue<Vector2>();
    }

    public void OnJump(InputAction.CallbackContext context)
    {
        jump();
    }

    public void OnLook(InputAction.CallbackContext context)
    {
        lookPos= context.ReadValue<Vector2>();
    }

    void Start()
    {
        controller= GetComponent<CharacterController>();
    }

    void Update()
    {
        grounded = controller.isGrounded;
        movePlayer();
        playerLook();
    }
}
```

```

public void movePlayer()
{
    Vector3 moveDirection = Vector3.zero;
    moveDirection.x= moveInput.x;
    moveDirection.z=moveInput.y;
    controller.Move(transform.TransformDirection(moveDirection)*speed*Time.deltaTime);

    playerVelocity.y += gravity * Time.deltaTime;
    if(grounded && playerVelocity.y < 0)
    {
        playerVelocity.y= -2f;
    }
    controller.Move(playerVelocity * Time.deltaTime);
}

public void jump()
{
    if(grounded)
    {
        playerVelocity.y=Mathf.Sqrt(jumpForce * -3f * gravity);
    }
}

public void playerLook()
{
    xRotation -= (lookPos.y * Time.deltaTime) * ySens;
    xRotation = Mathf.Clamp(xRotation, -80f, 80f);

    cam.transform.localRotation= Quaternion.Euler(xRotation,0,0);
    transform.Rotate(Vector3.up * (lookPos.x* Time.deltaTime)* xSens);
}
}

```

Κώδικας 1 FPS Player Controller

Ο πιο πάνω κώδικας, **δεν** έχει παρθεί από το Chat GPT. Αφορά την κίνηση της φιγούρας στο χώρο του μοντέλου, χρησιμοποιώντας κυρίως εντολές κατευθύνσεως στους άξονες.

Αλληλεπίδραση με αντικείμενα

Interact

Ο πιο κάτω κώδικας τοποθετείται στην φιγούρα player ώστε να μπορεί να γίνει αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα στην απόσταση επιλογής.

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

// Ο ΚΟΔΙΚΑΣ ΑΥΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ΣΤΟΝ ΗΡΗΣΤΗ ΝΑ ΕΠΙΚΙΝΟΝΙΣΙ ΜΕ ΟΠΙΟΔΙΠΟΤΕ OBJECT ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΙ
2F
public class interact : MonoBehaviour
{
    [SerializeField]private Transform _interactionPoint;
    [SerializeField]private float _interactionPointRadius=2f;
    [SerializeField]private LayerMask _interactableMask;

    private readonly Collider[] _colliders=new Collider[3];
    [SerializeField] private int _numFound;

    private void Update()
    {
        _numFound=Physics.OverlapSphereNonAlloc(_interactionPoint.position,_interactionPointRadius,_colliders,_interactable
Mask);
        if(_numFound>0)
        {
            var interactable=_colliders[0].GetComponent<IInteractable>();
            if(interactable!=null && Keyboard.current.eKey.wasPressedThisFrame)
            {
                interactable.Interact(this);
            }
        }
    }

    private void OnDrawGizmos()
    {
        Gizmos.color=Color.red;
        Gizmos.DrawWireSphere(_interactionPoint.position,_interactionPointRadius);
    }
}
```

Κώδικας 2 Αλληλεπίδραση με αντικείμενα - Interaction

Στο πιο πάνω κώδικα δίνονται οι απαραίτητες εντολές για την αλληλεπίδραση με τα Interactable αντικείμενα του μοντέλου. **Δεν** έγινε χρήση του Chat GPT.

IInteractable

Ο συγκεκριμένος κώδικας αντιπροσωπεύει το μήνυμα επικοινωνίας με τον κώδικα Wall(είναι σαν μια λειτουργία επικοινωνίας του Interact και του Wall κώδικα.). Δεν έγινε χρήση του Chat GPT.

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

public interface IInteractable
{
    public string InteractionPrompt { get; }
    public bool Interact(interact Interactor);
}
```

Κώδικας 3 Επικοινωνία κύριας λειτουργίας και υπολογισμού εμβαδού αντικειμένου

Υπολογισμός εμβαδού και τοποθέτηση κώδικα σε όλα τα αντικείμενα

Wall

Ο κώδικα αυτός, έχει μεγάλη σημασία αφού εδώ γίνεται ο υπολογισμός του εμβαδού των αντικειμένων μελέτης του μοντέλου. Επομένως, χρειάζεται μεγάλη προσοχή ώστε να βρεθούν τα σωστά μέτρα. **Μερική** χρήση του Chat GPT.

```
using UnityEngine;
```

```
public class Wall : MonoBehaviour, IInteractable
{
    public string InteractionPrompt { get { return "Press E to calculate area"; } }

    public bool Interact(interact interactor)
    {
        float area = CalculateObjectArea();
        Debug.Log("Object Area: " + area);

        return true;
    }
}
//IPOLOGISMOS EMVADWN TIHOPIIAS SE KATHE OBJECT
public float CalculateObjectArea()
{
    MeshFilter meshFilter = GetComponent<MeshFilter>();
    if (meshFilter != null)
    {
        Mesh mesh = meshFilter.sharedMesh;
        float totalArea = 0f;

        if (mesh != null)
        {
            Vector3[] vertices = mesh.vertices;
            int[] triangles = mesh.triangles;

            Transform objectTransform = transform;
            Matrix4x4 localToWorldMatrix = objectTransform.localToWorldMatrix;
            // ta vectors simbolizun tis korifes tu kathe trigonu enos object kai athrizi se brohus ana 3 se kathe epanalipsi
            mehri na ipologisti to evmadon
            for (int i = 0; i < triangles.Length; i += 3)
            {
```

```

    Vector3 vertexA = localToWorldMatrix.MultiplyPoint3x4(vertices[triangles[i]]);
    Vector3 vertexB = localToWorldMatrix.MultiplyPoint3x4(vertices[triangles[i + 1]]);
    Vector3 vertexC = localToWorldMatrix.MultiplyPoint3x4(vertices[triangles[i + 2]]);

    float triangleArea = CalculateTriangleArea(vertexA, vertexB, vertexC);
    totalArea += triangleArea;
}
}

return totalArea;
}

return 0f;
}

public float CalculateTriangleArea(Vector3 a, Vector3 b, Vector3 c)
{
    return Vector3.Cross(b - a, c - a).magnitude / 2f;
}
}

```

Κώδικας 4 Υπολογισμός εμβαδού αντικειμένου επιλογής

Attach Script To All Objects

Ο κώδικας αυτός επιδιώκει την τοποθέτηση του κώδικα Wall σε όλα τα Object του μοντέλου αυτόματα. Έχει ως αποτέλεσμα την άμεση λύση του προβλήματος και την εύρεση των μέτρων μελέτης του μοντέλου. Έγινε **μερική** χρήση του Chat GPT.

```
using UnityEngine;
```

```

public class AttachScriptToAllObjects : MonoBehaviour
// LOGO TON POLAPLWN OBJECTS SE ENA REVIT ARHIO, ME AFTON TO KODIKA TOPOTHETITE TO
SCRIPT WALL SE OLA TA STIHIA
{
    public GameObject scriptPrefab;

    private void Start()
    {
        GameObject[] objects = GameObject.FindObjectsOfType<GameObject>();

        foreach (GameObject obj in objects)
        {
            if (obj != null && obj != gameObject && obj.GetComponent<Wall>() == null)
            {
                obj.AddComponent(scriptPrefab.GetComponent<Wall>().GetType());
            }
        }
    }
}
}

```

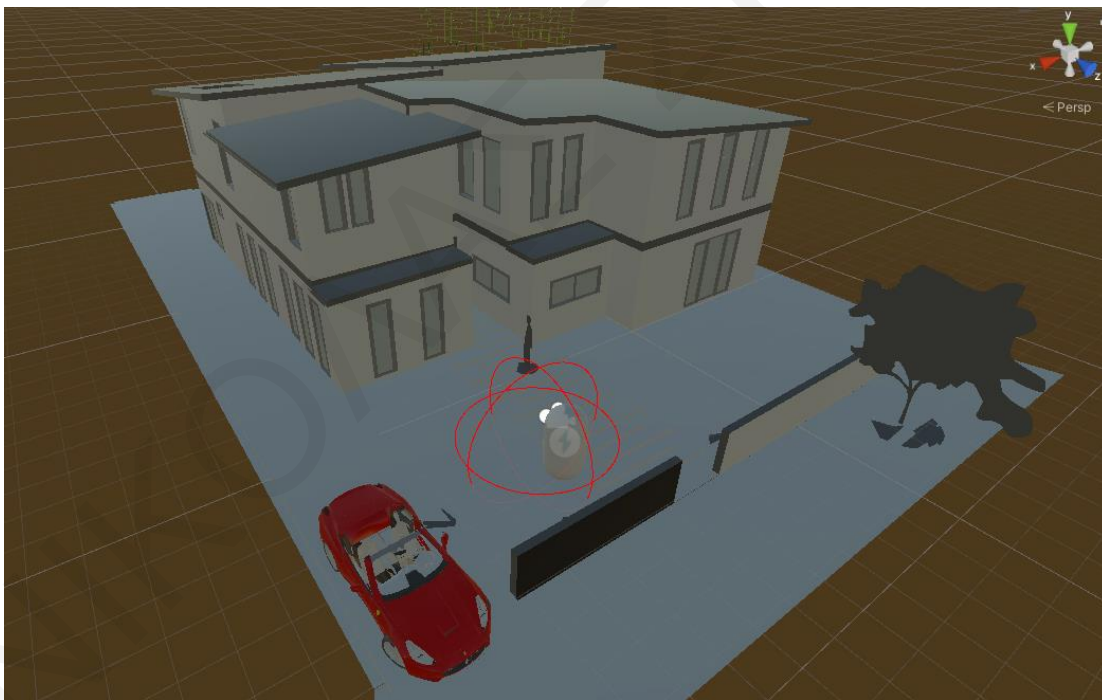
Κώδικας 5 Τοποθέτηση κώδικα Wall σε όλα τα αντικείμενα του μοντέλου μελέτης

Οδηγίες χρήσης

Φθάνοντας στο τέλος της μελέτης η οποία έγινε, ο κάθε χρήστης έχει την ευκαιρία να χρησιμοποιήσει το λογισμικό για να εξυπηρετήσει τους σκοπούς του. Επομένως, χωρίς καμιά δυσκολία, ο κάθε επιστήμονας/μελετητής του κλάδου, μπορεί εύκολα να τοποθετήσει το μοντέλο επιλογής του. Τα βήματα τα οποία πρέπει να γίνουν ώστε να μπορεί ο χρήστης να αξιοποιήσει το λογισμικό αυτό είναι τα εξής:

- 1) Εξαγωγή αρχείου Revit σε μορφή DBF
- 2) Τοποθέτηση αρχείου στο λογισμικό Sim Lab Soft, για να αντληθούν τα δεδομένα των υφών του μοντέλου
- 3) Τοποθέτηση αρχείου asset(Menu Bar → Assets → Import New Asset → Asset το οποίο θα σας σταλεί)
- 4) Drag and drop το αρχείο DBF που έχει αντληθεί από το λογισμικό Revit.
- 5) Drag and drop το αρχείο των υφών του λογισμικού Sim Lab Soft.
- 6) Ενεργοποίηση – Generate colliders
- 7) Διαγραφή κύριας κάμερας μοντέλου, η οποία εμφανίζεται μόλις τοποθετηθεί το αρχείο DBF
- 8) Drag and drop τον κώδικα **AttachScriptToAllObjects** ώστε με την έναρξη του λογισμικού να γίνει η τοποθέτηση του κώδικα Wall σε όλα τα αντικείμενα.
- 9) Τοποθέτηση Interactable(από Default όπως έχει προαναφερθεί).

Ακολουθώντας τα πιο πάνω **9 βήματα** γίνεται η έναρξη του λογισμικού και η σωστή λειτουργία του.



Εικόνα 18 Μοντέλο στο λογισμικό Unity

Συμπεράσματα

Η ανάλυση/μελέτη αυτή, είναι ένα σημαντικό εργαλείο για την πρόοδο στο κλάδο της μηχανικής και πιο συγκεκριμένα στους χώρους εργοταξίου. Οι μηχανικοί καθώς και οι επιμέτρητες, θα έχουν μια καλύτερη εικόνα των μοντέλων των οποίων υλοποιούν. Ο στόχος βέβαια δεν είναι να γίνεται η συνολική επιμέτρηση εξαρχής. Ο χρήστης θα έχει την δυνατότητα με τον κατάλληλο εξοπλισμό να προσομοιώνει το μοντέλο στην πραγματικότητα στην εκάστοτε στιγμή σε οποιαδήποτε φάση του έργου για να κάνει τους σωστούς υπολογισμούς. Αυτό όμως, δεν σημαίνει ότι αποτρέπει τον χρήστη να λάβει μια συνολική άποψη εξαρχής του μοντέλου. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιήσει τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή για μια προσομοίωση των ποσοτήτων των οποίων θα παραγγείλει ώστε να ληφθεί ένα συνολικό ποσό εξόδων του εργολάβου. Στη συνέχεια θα το εφαρμόσει στο πεδίο για ευκολότερη ανάλυση δεδομένων με μειωμένα σφάλματα.

Η συγκεκριμένη μελέτη, έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- 1) Προσομοιωμένο ποσό εξόδων υλικών εξ αρχής.
- 2) Παραγγελία σωστών ποσοτήτων και μείωση ανθρώπινου σφάλματος.
- 3) Γρήγορες επιμετρήσεις ολοκληρωμένων εργασιών στο πεδίο.
- 4) Έλεγχος σωστής χωροθέτησης και τοποθέτησης τοίχων/αντικειμένων στο πεδίο καθώς μπορούν να ληφθούν και διαστάσεις. Επίσης, με την χρήση του Google Maps/Earth, μπορούν να εισαχθούν συντεταγμένες για να γίνει ακριβέστατη η ανάλυση, είτε μπορεί να ορίζεται ένα συγκεκριμένο σημείο αναφοράς.
- 5) Μείωση χρόνου επιμετρήσεων στο εργοτάξιο προς τον μελετητή.

Γενικά, η μελέτη έχει αρκετό ενδιαφέρον και μπορεί να αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό από τον μελετητή. Σίγουρα, το εργαλείο αυτό έχει μεγάλες προοπτικές στο χώρο της μηχανικής και μπορεί να βοηθήσει ένα μεγάλο εύρος χρηστών στο χώρο των εργοταξίων. Το κύριο μειονέκτημα της χρήσης του λογισμικού αυτού και της εικονικής πραγματικότητας, είναι η γνώση των ερευνητών σε αυτό το τομέα. Βέβαια, αυτό το πρόβλημα μπορεί να λυθεί εάν ο εργολάβος ή ο μελετητής δράσει άμεσα και εκπαιδεύσει το προσωπικό/εαυτό του.

Κατά την διάρκεια της δημιουργίας του ολοκληρωμένου μοντέλου, παρατηρήθηκαν από το μελετητή τα εξής προβλήματα τα οποία έχει λύσει:

- 1) Εύρεση λογισμικού για την μεταφορά των υφών στο πρόγραμμα Unity.
- 2) Διαγραφή κύριας κάμερας μοντέλου(σημαντικό για να μπορέσει ο χρήστης με την έναρξη του προγράμματος να ενσωματωθεί στην κάμερα του fps player).
- 3) Αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα. Αρχικά, ήταν αρκετά δύσκολο να εφαρμοστεί κώδικας ο οποίος επιτρέπει στον χρήστη με το πάτημα του κουμπιού **E** στο πληκτρολόγιο να λαμβάνει **μόνο** το εμβαδό του αντικειμένου σε απόσταση 2 μονάδων. Πιο συγκεκριμένα εμφανίζονταν όλα τα εμβαδά όλων των αντικειμένων.
- 4) Ενεργοποίηση colliders. Χωρίς την συγκεκριμένη εντολή, η φιγούρα έπεφτε στο κενό κάθε φορά που το πρόγραμμα ξεκινούσε.

Βιβλιογραφία

Peng Wang, Peng Wu, Jun Wang, Hung Lin Chin, Xiangyu Wang , 8 June 2018 , A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training , Ανάκτηση από: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/6/1204>

Shakil Ahmed , 20 May 2018 , A Review on Using Opportunities of Augmented Reality and Virtual Reality in Construction Project Management , Ανάκτηση από: <https://hrcak.srce.hr/215754>

John I. Messner, Sai C. M. Yerrapathruni, Anthony J. Baratta, and Vaughn E. Whisker , June 2003 , Using Virtual Reality to Improve Construction Engineering Education , Ανάκτηση από: <https://peer.asee.org/using-virtual-reality-to-improve-construction-engineering-education>

Stefan Woksepp , November 2007, VIRTUAL REALITY IN CONSTRUCTION , Ανάκτηση από : <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:999878/FULLTEXT01.pdf>

Chat Open Ai

Google Images