

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ



ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Αρ. Πτυχ: 1583

Αρ. Μητρ. : 2017/061

Ημερομηνία: 7/11/2022

Αρ. Πρωτ. : 1202

## ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ ΠΤΥΧΙΟΥ

Πιστοποιείται ότι

**Ο ΤΑΓΑΡΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ του ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ και της ΧΑΡΙΚΛΕΙΑΣ**

Τόπος Γέννησης: ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

αφού παρακολούθησε και περάτωσε με επιτυχία το Πρόγραμμα Σπουδών

**του ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

**της ΣΧΟΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**του ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟΥ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

κρίθηκε άξιος πτυχίου στις 28 Σεπτεμβρίου 2022

**με βαθμό ΕΠΤΑ ΚΑΙ ΣΑΡΑΝΤΑ ΔΥΟ ΕΚΑΤΟΣΤΑ (7,42) "ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ"**

και φέρει τον τίτλο :

**"Πτυχιούχος ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

**Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Τ.Ε.)"**

**Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΔΙΟΙΚΟΥΣΑΣ  
ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΤΟΥ ΔΙ.ΠΑ.Ε.**



**ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΪΣΗΣ**  
**ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΝΟΜΙΚΗΣ Α.Π.Θ.**

**Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ**

**ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΤΣΑΓΚΑΡΗΣ**  
**ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**





Ταχ. Δ/ση : ΣΙΝΔΟΣ, Τ.Θ. 141, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Τ.Κ. 57400

Τηλέφωνο : 2310 013939/40

Πληροφορίες : ΣΤΕΡΓΙΟΣ ΡΑΜΠΟΤΑΣ - Κ. ΖΟΠΟΓΛΟΥ

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΙΣΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ Η ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΤΩΝ ΕΞΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ:

Στοιχεία Ταυτότητας

Επώνυμο : **ΤΑΓΑΡΑΣ** Όνομα : **ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**  
 Πατρώνυμο : **ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ** Μητρώνυμο : **ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ**  
 Ημερ. γέννησης : **16/1/1999** Τόπος γέννησης : **ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ**

Στοιχεία Εγγραφής

Ημερομηνία : **26/9/2017** Ακαδ. Έτος : **2017-2018**  
 Τρόπος Εγγραφής : **ΓΕΛ** Αρ. Μητρώου : **2017/061**

Εγγράφηκε στο ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ της ΣΧΟΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ του ΑΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ.

Ο ανωτέρω εντάχθηκε στο ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ της ΣΧΟΛΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ βάσει του Ν.4610/2019 (ΦΕΚ 70/τΑ'/7-5-2019) και παρακολούθησε το πρόγραμμα σπουδών του Τμήματος ΤΕΙ εισαγωγής του (παρ.2, αρ.11, Ν.4610/2019).

Η ελάχιστη διάρκεια φοίτησης είναι 8 εξάμηνα.

Ο ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΤΑΓΑΡΑΣ αφού επέτυχε στα προβλεπόμενα μαθήματα και συγκέντρωσε τον απαιτούμενο αριθμό διδακτικών μονάδων, κρίθηκε άξιος του πτυχίου του ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ της ΣΧΟΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ του ΑΤΕΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ στις 28/9/2022 με βαθμό: **7,42 (επτά και σαράντα δύο εκατοστά) "ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ"**

**Α ΕΞΑΜΗΝΟ**

Μάθημα	Βαθμός	Ολογράφως	ΤΥΠΟΣ	ΑΜ
Μαθηματικά	6	ΕΞΙ	ΥΠ	5
Τεχνική Φυσική	10	ΔΕΚΑ	ΥΠ	5
Προγραμματισμός Υπολογιστών Ι	5.6	ΠΕΝΤΕ ΚΑΙ ΕΞΙ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	6
Ηλεκτροτεχνία	7.5	ΕΠΤΑ ΚΑΙ ΠΕΝΤΕ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	6
Σχεδίαση με Η/Υ (CAD)	5.9	ΠΕΝΤΕ ΚΑΙ ΕΝΝΕΑ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	5
Φιλοσοφία Τεχνολογίας και Επιστήμης	9	ΕΝΝΕΑ	ΥΕ	3

**Β ΕΞΑΜΗΝΟ**

Μάθημα	Βαθμός	Ολογράφως	ΤΥΠΟΣ	ΑΜ
Εφαρμοσμένα Μαθηματικά	6.2	ΕΞΙ ΚΑΙ ΔΥΟ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	5
Προγραμματισμός Υπολογιστών ΙΙ	9	ΕΝΝΕΑ	ΥΠ	6
Ηλεκτρονική	8.5	ΟΚΤΩ ΚΑΙ ΠΕΝΤΕ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	7
Εφαρμοσμένη Μηχανική-Γενική μηχανολογία	5	ΠΕΝΤΕ	ΥΠ	6
Ηλεκτρικά Κυκλώματα	7.42	ΕΠΤΑ ΚΑΙ ΣΑΡΑΝΤΑ ΔΥΟ ΕΚΑΤΟΣΤΑ	ΥΠ	6





### Γ ΕΞΑΜΗΝΟ

Μάθημα	Βαθμός	Ολογράφως	ΤΥΠΟΣ	ΔΜ
Ηλεκτρονική Αυτοματισμών	9.4	ΕΝΝΕΑ ΚΑΙ ΤΕΣΣΕΡΑ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	6
Ψηφιακά Συστήματα	8.8	ΟΚΤΩ ΚΑΙ ΟΚΤΩ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	7
Ηλεκτρικές Μηχανές	7.92	ΕΠΤΑ ΚΑΙ ΕΝΕΝΗΝΤΑ ΔΥΟ ΕΚΑΤΟΣΤΑ	ΥΠ	7
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ Ι	5	ΠΕΝΤΕ	ΥΠ	7
ΑΓΓΛΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ	8.5	ΟΚΤΩ ΚΑΙ ΠΕΝΤΕ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	3

### Δ ΕΞΑΜΗΝΟ

Μάθημα	Βαθμός	Ολογράφως	ΤΥΠΟΣ	ΔΜ
Μετρολογία-Οργανολογία	6.6	ΕΞΙ ΚΑΙ ΕΞΙ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	7
Κλασικές Εγκαταστάσεις Αυτοματισμού	6.58	ΕΞΙ ΚΑΙ ΠΕΝΗΝΤΑ ΟΚΤΩ ΕΚΑΤΟΣΤΑ	ΥΠ	5
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΙΣΧΥΟΣ	5	ΠΕΝΤΕ	ΥΠ	6
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΙΙ	5	ΠΕΝΤΕ	ΥΠ	6
ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	7	ΕΠΤΑ	ΥΠ	6

### Ε ΕΞΑΜΗΝΟ

Μάθημα	Βαθμός	Ολογράφως	ΤΥΠΟΣ	ΔΜ
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΕΛΕΓΚΤΕΣ ΚΑΙ ΣΕΡΒΟΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	7	ΕΠΤΑ	ΥΠ	7
ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	8	ΟΚΤΩ	ΥΠ	5
ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ	6.5	ΕΞΙ ΚΑΙ ΠΕΝΤΕ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	7
ΜΙΚΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ	6.8	ΕΞΙ ΚΑΙ ΟΚΤΩ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	5
ΔΙΚΤΥΑ Η/Υ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	7.25	ΕΠΤΑ ΚΑΙ ΕΙΚΟΣΙ ΠΕΝΤΕ ΕΚΑΤΟΣΤΑ	ΥΠ	6

### ΣΤ ΕΞΑΜΗΝΟ

Μάθημα	Βαθμός	Ολογράφως	ΤΥΠΟΣ	ΔΜ
ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΑΕ	10	ΔΕΚΑ	ΥΠ	7
Ρομποτική & Πλασματική Πραγματικότητα	7	ΕΠΤΑ	ΥΠ	6
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ CAD-CAM-CAE	6	ΕΞΙ	ΥΠ	5
ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ	7.1	ΕΠΤΑ ΚΑΙ ΕΝΑ ΔΕΚΑΤΟ	ΥΠ	6
Μη Καταστροφικές Δοκιμές και Μετρήσεις	8	ΟΚΤΩ	ΥΕ	3
Μαθηματική Μοντελοποίηση - Αναγνώριση Συστημάτων	7.5	ΕΠΤΑ ΚΑΙ ΠΕΝΤΕ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΕ	3

### Ζ ΕΞΑΜΗΝΟ

Μάθημα	Βαθμός	Ολογράφως	ΤΥΠΟΣ	ΔΜ
ΕΥΦΥΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	9	ΕΝΝΕΑ	ΥΠ	5
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ	8.5	ΟΚΤΩ ΚΑΙ ΠΕΝΤΕ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	5
ΣΤΟΙΧ. ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ CNC	5	ΠΕΝΤΕ	ΥΠ	7
ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ	6.5	ΕΞΙ ΚΑΙ ΠΕΝΤΕ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΠ	6
ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ SCADA	8	ΟΚΤΩ	ΥΠ	4
Διαχείριση και Έλεγχος Εφοδιαστικής Αλυσίδας	6.8	ΕΞΙ ΚΑΙ ΟΚΤΩ ΔΕΚΑΤΑ	ΥΕ	3

### Πτυχιακή Εργασία (ΔΜ 20)

Θέμα	Βαθμός	Ολογράφως	Ημ. Βαθμολ.
ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ	10	ΔΕΚΑ	28/9/2022





ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΕΝΑΡΙΟ  
ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

**Πρακτική Άσκηση (ΔΜ 10)**

Φορέας: ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΙΚΗ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Ε.Ε

Ημ. Έναρξης : 1/12/2021

Ημ. Λήξης : 31/5/2022

Ημ. Ολοκλήρωσης: 21/6/2022

ΣΥΝΟΛΟ ΔΜ : 240.0

Σύνολο μαθημάτων: ΥΠ=34, ΥΕ=4, ΠΡ=0, ΕΠ=0

Βαθμολογική Κλίμακα Επιτυχίας

α) 5 - 6,49 "Καλώς"

β) 6,50 - 8,49 "Λίαν Καλώς"

γ) 8,50 - 10 "Άριστα"

Το πιστοποιητικό αυτό χορηγείται μετά από αίτησή του και θα χρησιμοποιηθεί για κάθε νόμιμη χρήση.



Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΤΣΑΓΚΑΡΗΣ  
ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Η ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΒΕΡΡΑ ΣΕΡΑΣΙΔΟΥ





INTERNATIONAL  
HELLENIC  
UNIVERSITY

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

# Δημιουργία Εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας σε Σενάριο Συναρμολόγησης

---

## Reality Application for Assembly Scenarios

*Κωνσταντίνος Ταγάρας*

*Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτριος Μπεχτσή  
Επικουρικό έργο: Σιδηρόπουλος Βασίλειος*

*Θεσσαλονίκη 2020*







Η παρούσα Διπλωματική Εργασία και τα συμπεράσματά της, σε οποιαδήποτε μορφή, αποτελούν συνιδιοκτησία του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος και του φοιτητή. Οι προαναφερόμενοι διατηρούν το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής (τμηματικά ή συνολικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, ο επιβλέπων και το τμήμα του Δι.Πα.Ε. Η έγκριση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

#### **Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:**

Ο υπογεγραμμένος δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Διπλωματική Εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και συγγράφηκε ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι κατά τη συγγραφή ακολούθησα την πρότυπη ακαδημαϊκή δεοντολογία αποφυγής λογοκλοπής και έχω αποφύγει οποιαδήποτε ενέργεια που συνιστά παράπτωμα λογοκλοπής.

Όνομα: Κωνσταντίνος Ταγάρας

Ημερομηνία: 25/09/2022

Υπογραφή:



## Abstract

People daily interact with the real world, "the natural environment" with various of their senses. Through the development of technology, the physical environment is connected with the virtual one, and the execution of various processes in the physical one becomes easier. It is quite common for a person to be confused when reading an object that is written on paper, yet it becomes easier to understand when they see it in a video, let alone when the video interacts with the surrounding environment. Many electricians have trouble reading a wiring diagram yet many have not learned to read a wiring diagram. The present project solves this problem through the augmented where instructions are given for the correct placement of the materials on an electrical panel without the user having knowledge of reading an electrical plan. It still has room for improvement and additions, where electricians will still be able to create the plan for the board assembler without drawing an electrical plan. Finally, in the fourth chapter, instructions are given for the current use of the application.



## Περίληψη

Περίπου μία παράγραφος, Οι άνθρωποι καθημερινά αλληλεπιδρούν με τον πραγματικό κόσμο , “το φυσικό περιβάλλον” με διάφορες από τις αισθήσεις τους . Μέσω της εξέλιξης της τεχνολογίας ενώνεται το φυσικό περιβάλλον με το εικονικό και η εκτέλεση διαφόρων διεργασιών στο φυσικό, γίνεται ευκολότερη. Είναι αρκετά συχνό φαινόμενο ένας άνθρωπος να μπερδεύεται όταν κάνει ανάγνωση ενός αντικειμένου το οποίο είναι γραμμένο σε χαρτί παρόλα αυτά να του γίνεται πιο εύκολα αντιληπτό όταν το βλέπει σε ένα βίντεο πόσο μάλλον όταν το βίντεο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον γύρο του. Πολλοί ηλεκτρολόγοι αντιμετωπίζουν προβλήματα στην ανάγνωση ηλεκτρολογικού σχεδίου ακόμα πολλοί δεν έχουν μάθει να διαβάζουν ηλεκτρολογικό σχέδιο. Το παρόν έργο λύνει αυτό το πρόβλημα μέσω της επαυξημένης όπου δίνονται οδηγίες για την σωστή τοποθέτησης των υλικών πάνω σε έναν ηλεκτρολογικό πίνακα χωρίς ο χρήστης να διαθέτη γνώσεις ανάγνωσης ηλεκτρολογικού σχεδίου. Ακόμα έχει περιθώρια βελτίωσης και προσθηκών ,όπου ακόμα θα μπορούν ηλεκτρολόγοι να δημιουργούν το σχέδιο για τον συναρμολογητή του πίνακα χωρίς να σχεδιάσουν ηλεκτρολογικό σχέδιο. Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται οδηγίες για την παρούσα χρήση της εφαρμογής.



## Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο οφείλω να ευχαριστήσω τους τους φίλους κα την οικογένεια μου για την ψυχολογική στήριξη και τις διευκολύνσεις που μου παρείχαν. Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή κύριο Μπεχτσή Δημήτριο για την καθοδήγησή του και την επιλογή του θέματος της διπλωματικής εργασίας. Παράλληλα, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υποψήφιο διδάκτορα Σιδηρόπουλο Βασίλειο για τη άριστη συνεργασία που είχαμε κατά την διάρκεια υλοποίησης της εν λόγω εργασίας και λοιπούς εμπλεκόμενους με το έργο.

.



## Πίνακας περιεχομένων

Abstract .....	4
Περίληψη .....	5
Ευχαριστίες .....	6
Πίνακας περιεχομένων .....	7
Επεξήγηση ακρωνύμων .....	8
1 Εισαγωγή .....	9
1.1 Αυτόνομη πλοήγηση .....	9
1.2 Διακριση επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας .....	11
1.3 Η εξέλιξη της φορητής επαυξημένης πραγματικότητας και η επίδρασή της στη δημιουργία εφαρμογών. ....	13
1.4 Ιστορική Αναδρομή.....	14
1.5 Βασικές αρχές σύγχρονων εφαρμογών επαύξησης και τρόποι επαύξησης της πραγματικότητας .....	27
1.5.1 Επαύξηση μέσω ερεθίσματος .....	28
1.5.2 Επαύξηση με βάση την εικόνα .....	28
1.6 Εφαρμογες.....	29
2 Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν .....	31
1.7 Περιγραφή της Unity.....	31
1.8 Unity και διεπαφή χρήστη.....	32
1.9 Δημιουργία παιχνιδιού .....	37
3 Λογισμικά Ανάπτυξης Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας – Vuforia .	40
3.1 Πακέτο Λογισμικού Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	40
3.2 Περιγραφή της Vuforia .....	40
3.3 Vuforia και Unity .....	50
4 Περιγραφή λογισμικού .....	53
4.1 Τρόπος λειτουργίας .....	53
4.2 Περιγραφή εφαρμογής στην Unity .....	58
4.3 Ανάλυση του κώδικα.....	61
4.4 Προσθήκη νέων αντικειμένων .....	69
5 Συμπεράσματα και μελλοντική χρήση .....	75



## Επεξήγηση ακρωνύμων

AR	Augmented Reality
VR	Virtual Reality
MR	Mixed Reality
SDK	Software Development Kit
GPS	Global Positioning System
MTG	Model Target Generator



# 1 Εισαγωγή

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ο διάυλος που ενώνει τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο ώστε ο χρήστης να μπορεί να έχει μια πιο βιωματική εμπειρία, η οποία έλειπε από την χρήση των υπολογιστών. Η φιλοσοφία πίσω από την επαυξημένη πραγματικότητα είναι ο χρήστης να έχει την εμπειρία που θα είχε χωρίς αυτήν αλλά με μια επαύξηση, δηλαδή να υπάρχουν ψηφιακά αντικείμενα τα οποία απεικονίζονται στο πραγματικό περιβάλλον μέσω συσκευών. Ας εξετάσουμε ένα παράδειγμα ώστε να γίνουν κατανοητά τα προαναφερθέντα. Στο παράδειγμα ο χρήστης βρίσκεται σε ένα αμφιθέατρο με άδειες θέσεις κάνοντας πρόβα μια ομιλία. Μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας θα μπορούσε να βλέπει τις θέσεις γεμάτες με κόσμο ώστε να κάνει μια πιο ρεαλιστική πρόβα της ομιλίας του. Η επαυξημένη πραγματικότητα βρίσκει εφαρμογή σε διάφορους τομείς όπως της υγείας, της ψυχαγωγίας, της εκπαίδευσής και πολλούς ακόμα. Η εργασία που θα παρουσιαστεί επάγεται σε διάφορους τομείς αναλόγως την χρήση της, κυρίως στον τομέα της εκπαίδευσης και της βιομηχανίας.

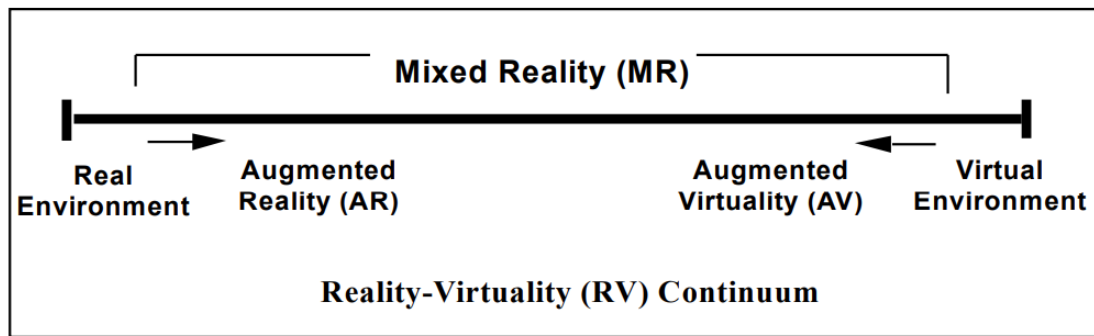
## 1.1 Αυτόνομη πλοήγηση

Μέχρι και σήμερα δεν έχει δοθεί κάποιος ορισμός που να είναι καθολικά αποδεκτός για την Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality-AR). Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες όμως να περιγραφεί.

Ο ορισμός της επαυξημένης Πραγματικότητας “Augmented Reality-AR” επινοήθηκε το 1992 από τους Tom Caudell και David οι οποίοι ήταν υπάλληλοι στην ερευνητική ομάδα της Boeing. Ο ορισμός δόθηκε για να περιγραφεί η λειτουργία ενός συστήματος υποβοήθησης καλωδίωσης των αεροσκαφών [1].

Το 1994 στην εργασία των Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, Fumio Kishino αναπαρίσταται η ένωση και ο διαχωρισμός του πραγματικού με τον εικονικό κόσμο. (Εικόνα 1) [2].





Εικόνα 1: Αναπαράσταση του Virtuality-Reality Continuum.

Στο διάγραμμα αναπαριστούνται οι δύο προαναφερόμενοι κόσμοι και ο συνδυασμός τους στο “Reality-Virtuality (RV) Continuum” όπως αναφέρεται στην εργασία τους. Η ένωση του πραγματικού κόσμου (Real Environment) με τον εικονικό κόσμο (Virtual Environment) ορίζεται ως μεικτή πραγματικότητα (Mixed Reality-MR). Η μεικτή πραγματικότητα χωρίζεται σε δυο κατηγορίες:

- Την επαυξημένη εικονικότητα (Augmented Virtuality – AV) όπου το στοιχείο του εικονικού κόσμου κυριαρχεί σε σχέση με του πραγματικού.
- Την επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) όπου το στοιχείο του πραγματικού κόσμου κυριαρχεί σε σχέση με του εικονικού [3].

Κατά αυτόν τον τρόπο ορίστηκε στην εργασία τους η AR.

Η AR ορίστηκε απο τον Ronald Azuma το 1997 ως “ η ενσωμάτωση τρισδιάστατων ψηφιακών αντικειμένων στον τρισδιάστατο πραγματικό κόσμο σε πραγματικό χρόνο”.Ο ορισμός αυτός θεωρήθηκε ανεπαρκής λόγω της παράληψης άλλων ψηφιακών πληροφοριών που θα μπορούσαν να εμφανίζονται στην AR [4].

Το 2001 ο ορισμός της AR ανανεώθηκε από τον ίδιο το Ronald Azuma σύμφωνα με τον οποίο θα πρέπει να ικανοποιούνται 3 συνθήκες ώστε να θεωρείται ένα σύστημα ,AR. Οι συνθήκες αναλύονται παρακάτω:

- Να υπάρχει ο συνδυασμός του πραγματικού με τον εικονικό κόσμο. Με αυτόν τον τρόπο επαυξάνεται ο πραγματικός κόσμος με τον εικονικό.



- Ένα σύστημα που εναρμονίζει/συνδυάζει τα εικονικά και τα πραγματικά αντικείμενα μεταξύ τους . Δηλαδή οι ο εικονικός να είναι αλληλένδετος με το τι παρουσιάζεται στον πραγματικό κόσμο.
- Να υπάρχει αλληλεπίδραση με τον χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Δηλαδή να εφαρμόζεται απευθείας η επαύξηση και όχι ασύγχρονα με τα γεγονότα [4].

Ένας πιο πρόσφατος ορισμός που δόθηκε απο τον κ.Μουστάκας Κ είναι:

Με τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) αναφερόμαστε σε εφαρμογές υπολογιστών που ενσωματώνουν στον πραγματικό κόσμο, όπως αυτός εκλαμβάνεται από το χρήστη μέσα από τις αισθήσεις του, πληροφορία και υλικό κυρίως εικόνας και ήχου, δημιουργημένα από μια υπολογιστική μονάδα [5].

## 1.2 Διακριση επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας

Συχνά η εικονική πραγματικότητα συγχέεται με την επαυξημένη αλλά η διαφορά τους είναι σχετικά απλή: η εικονική πραγματικότητα αφορά ένα 3D περιβάλλον το οποίο είναι εξ ολοκλήρου τεχνητό, ενώ η επαυξημένη απλά προσθέτει στοιχεία στο ήδη υπάρχον περιβάλλον, εμπλουτίζοντάς το. Και οι δύο τεχνολογίες έχουν ως κοινό στόχο να βυθίσουν τον χρήστη σε ένα τεχνητό και εικονικό περιβάλλον αλλά η προσέγγιση και ο τρόπος που αυτό επιτελείται γίνεται με διαφορετικό στην καθεμία (εικ. 1). Ας δούμε πιο αναλυτικά τις διαφορές τους.

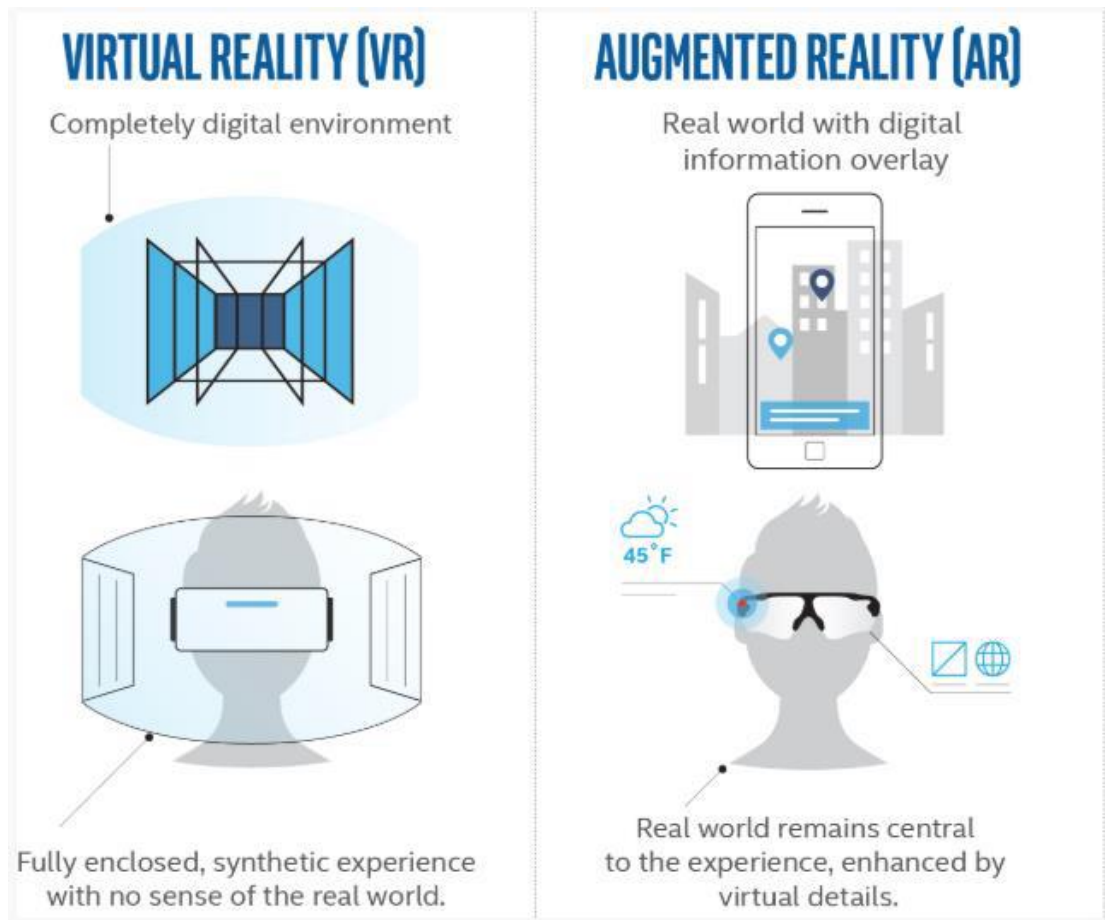
Η εικονική πραγματικότητα δημιουργεί ένα περιβάλλον το οποίο είτε είναι φανταστικό είτε είναι υπαρκτό, το οποίο όμως έχει φωτογραφηθεί προκειμένου να ενσωματωθεί σε μία εφαρμογή. Το κύριο στοιχείο της είναι ότι όταν ο χρήστης βρίσκεται σε αυτό το τεχνητό περιβάλλον, παρά το γεγονός ότι αλληλεπιδρά με ψηφιακά και εικονικά αντικείμενα που υπάρχουν σε αυτό και μπορεί να μετακινηθεί μέσα στον εικονικό χώρο έχοντας την αίσθηση πως βρίσκεται σωματικά εκεί, είναι αποκομμένος από το πραγματικό μέσα στο οποίο κινείται και δρα. Προκειμένου να βυθιστεί πλήρως σε αυτό το περιβάλλον, γίνεται χρήση ειδικού εξοπλισμού (για παράδειγμα ειδικά γυαλιά), ο οποίος όμως δεν είναι διαφανής, διακόπτοντας έτσι κάθε επαφή με τον πραγματικό κόσμο. Το γεγονός αυτό ελλοχεύει τον κίνδυνο της μη αποφυγής εμποδίων που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο και την αδυναμία αντίληψης πιθανών μεταβολών που μπορούν δυνητικά να συμβούν σε αυτόν κατά τη



διάρκεια χρήσης του εξοπλισμού (μετακίνηση αντικειμένων, είσοδος ατόμων ή ζώων που δεν προϋπήρχαν, αλλαγή σε καιρικές συνθήκες κτλ.), καθιστώντας τη χρήση αυτού του εξοπλισμού συχνά ακατάλληλη και επικίνδυνη σε μη αυστηρά ελεγχόμενα περιβάλλοντα, ειδικά σε εξωτερικούς χώρους.

Απεναντίας, η επαυξημένη πραγματικότητα είναι δεν αφορά την δημιουργία ενός εξ ολοκλήρου τεχνητού κόσμου, αλλά πρόκειται για μία μείξη πραγματικού και εικονικού κόσμου μιας και χρησιμοποιεί το πραγματικό – φυσικό περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης εμπλουτίζοντάς το με επιπλέον πληροφορίες. Ο εξοπλισμός που απαιτείται δημιουργεί μία διαφανή οθόνη προβολής πάνω στην οποία προβάλλονται τεχνητά – ψηφιακά στοιχεία, με φόντο όμως τον πραγματικό περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης. Σαν αποτέλεσμα, αναιρεί τον κίνδυνο σύγκρουσης με φυσικά εμπόδια και δεν απομονώνει τον χρήστη από φυσικές υπάρξεις άλλων ατόμων ή μεταβολές στο χώρο, καθιστώντας την έτσι μία πιο ασφαλή τεχνολογία και κατάλληλη τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς χώρους, χωρίς να μειώνει την ψυχαγωγία που μπορεί να αντλεί ο χρήστης από αυτήν. Επίσης, επιτρέπει και ενισχύει τη διάδραση με άλλους, υπαρκτούς με φυσικό τρόπο, χρήστες, δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη συμμετοχή με πραγματικούς ανθρώπους σε παιχνίδια και παρέχοντας μία αίσθηση αμεσότητας. Ακόμα, το γεγονός ότι η κίνηση γίνεται ελεύθερα, χωρίς την χρήση ειδικού εξοπλισμού για την προσομοίωση αυτής, αυξάνει την ευχαρίστηση και την κατανόηση της εκάστοτε εφαρμογής ή παιχνιδιού. Τέλος, ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι δεδομένου πως ο κόσμος στον οποίο περιηγείται ο χρήστης δεν είναι εξ ολοκλήρου τεχνητός, μειώνεται σημαντικά η επεξεργαστική ισχύς που απαιτείται συγκριτικά με αυτή της εικονικής πραγματικότητας.





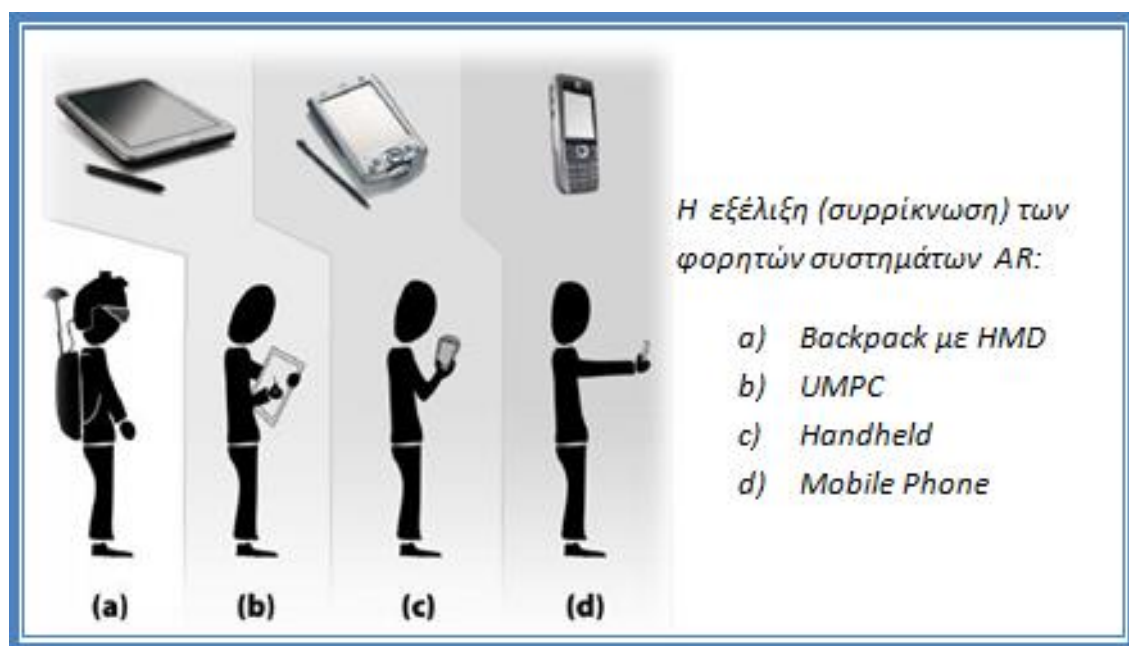
Εικόνα 2: Εικονική και Επαυξημένη πραγματικότητα.

### 1.3 Η εξέλιξη της φορητής επαυξημένης πραγματικότητας και η επίδρασή της στη δημιουργία εφαρμογών.

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας αξιοποιεί στο έπακρο της δυνατότητές της όταν είναι φορητή, γεγονός που έγινε αντιληπτό από την αρχή της δημιουργίας της. Ωστόσο, λόγω των τεχνολογικών περιορισμών, στην αρχή αυτό μεταφραζόταν σε δυσκίνητο και βαρύ εξοπλισμό, με την μορφή υπολογιστών που περιείχαν αισθητήρες θέσης ή κατεύθυνσης και HMDs μέσα σε σακίδια πλάτης που μπορούσαν να φορεθούν. Τα σακίδια αυτά πέρα από βαριά ήταν αναξιόπιστα και ογκώδη, καθιστώντας τα μη κοινωνικά αποδεκτά. Καθώς όμως η τεχνολογία εξελίσσονταν, τα σακίδια αυτά αντικαταστάθηκαν αρχικά από UMPCs (Ultra-Mobile PC), έπειτα από PDAs και στη συνέχεια από κινητά τηλέφωνα (εικ. 2). Τα σημερινά smartphones περιέχουν όλους τους απαραίτητους αισθητήρες σε μέγεθος παλάμης, καθιστώντας ελαφριά, μικρού μεγέθους, πρακτικά και κοινωνικά αποδεκτά, ενώ ταυτόχρονα είναι πολύ πιο αξιόπιστα [6]. Ταυτόχρονα, μεγάλης σημασίας είναι το γεγονός ότι η μείωση αυτή του μεγέθους συμβαδίζει με πολύ σημαντική μείωση της



απαιτούμενης επεξεργαστικής ισχύος. Παράλληλα, με την πάροδο των χρόνων εξελίσσονται και άλλοι παρόμοιοι τομείς όπως τα HDMs, οι φακοί επαφής με δυνατότητα προβολής μέσα στο μάτι και οι Picoprojectors. Τα νέα αυτά μέσα και ο υψηλός βαθμός φορητότητας, πρακτικότητάς και χαμηλής επεξεργαστικής ισχύος τους, δίνει τη δυνατότητα για δημιουργία ολοένα και περισσότερων εφαρμογών, με αυξανόμενη αξιοπιστία, αξιοποιώντας έτσι στο έπακρο τις δυνατότητες της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας. Στην επόμενη ενότητα θα δούμε αναλυτικά τα βήματα που οδήγησαν σε αυτή την εξέλιξη των συσκευών και κατά συνέπεια και των εφαρμογών.



Εικόνα 3: Η εξέλιξη των φορητών συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας

## 1.4 Ιστορική Αναδρομή

Σε αυτή την ενότητα θα χρησιμοποιούνται τα εξής εικονίδια για χονδρική κατηγοριοποίηση γεγονότων, εξελίξεων και έρευνα σχετικά με την εξέλιξη της επαυξημένης πραγματικότητας:

### 1950

Η πρώτη εμφάνιση της AR έγινε το 1950 από τον κινηματογραφιστή Morton Heilig. Ήθελε να μετατραπεί ο κινηματογράφος σε μια πιο βιωματική εμπειρία όπου η όλη η προσοχή του θεατή να εφίσταται στην οθόνη αποκόπτοντας τον από το πραγματικό κόσμο.



## 1992

Το 1962 κατασκευάστηκε ένα πρωτότυπου του οράματος του Morton Heilig το οποίο είχε περιγραφεί από τον ίδιο στο “The Cinema of the Future” ως “Sensorama”. Με το Sensorama διεγείροντας την ακοή, την όραση και την όσφρηση, σε συνδυασμό με άλλες λειτουργίες όπως ήταν η δόνηση, παρέχονταν στον χρήστη μια πιο βιωματική εμπειρία από ότι θα του παρέχονταν με μια οθόνη [7].

## 1966

Η Head mounted display (HMD) το 1966 εφευρέθηκε από τον Ivan Sutherland.

## 1968

Το 1968 κατασκευάστηκε το πρώτο AR σύστημα από το Sutherland. Το οποίο αποτελείται από ένα see-through Head Mounted Display από το οποίο προβάλλονται στον χρήστη τρισδιάστατα μοντέλα. Λόγο της έλλειψης τεχνογνωσίας της εποχής η προβολή των αντικειμένων ήταν περιορισμένη [8].

## 1973

Το 1973 παρουσιάζεται το πρώτο φορητό κινητό τηλέφωνο από την Motorola με όνομα DynaTAC [9].

## 1975

Το 1975 δημιουργείται από τον Myron Krueger το “Videoplace”, ένα δωμάτιο στο οποίο οι χρήστες έχουν την δυνατότητα αλληλεπίδρασης με ψηφιακά αντικείμενα για πρώτη φορά [10].

## 1982

Το 1982 κατασκευάζεται ο πρώτος φορητός υπολογιστής με ονομασία Grid Compass 1100. Ο Grid Compass 1100 ήταν εξοπλισμένος με έναν επεξεργαστή Intel 8086, 350 Kbytes μνήμης και οθόνη με 320x240 ανάλυση.

## 1992



Το 1992 επινοείται ο όρος “ Augmented Reality” από τους Tom Caudell και David Mizell αναφερόμενοι σε ψηφιακή πληροφορία εμφανισμένη στον

πραγματικό κόσμο. Επίσης συζητήθηκαν οι διαφορές μεταξύ VR<sup>1</sup> και AR μια εκ των οποίων ήταν η χρήση μικρότερης επεξεργαστικής ισχύς από της AR από την VR.



Στο COMDEX 1992, παρουσιάστηκε το πρώτο smartphone από την IBM και την Bellsouth με όνομα IBM Simon Personal Communicator.

## 1993



Τον Δεκέμβριο του 1993 το GPS<sup>2</sup> επιτυγχάνει να είναι λειτουργικό για πρώτη φορά. Παρόλο που το GPS αρχικά δημιουργήθηκε για στατιστικούς σκοπούς, σήμερα χρησιμοποιείται από πληθώρα ανθρώπων ως μηχανή πλοήγησης ή για την υποβοήθηση σε άλλες λειτουργίες όπως αυτή της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Η θέση ενός GPS δέκτη υπολογίζεται χρονομετρώντας προσεκτικά τα σήματα που στέλνονται από τους δορυφόρους του GPS.



Το 1993 αναπτύχθηκε από τους Loomis et al. ένα πρωτότυπο σύστημα πλοήγησης σε εξωτερικό χώρο για ανθρώπους με προβλήματα όρασης. Το σύστημα αποτελείται από ένα note-book, έναν δέκτη differential GPS και μια πυξίδα κεφαλής. Από την εφαρμογή χρησιμοποιούνται δεδομένα από μια βάση δεδομένων GIS<sup>3</sup> και παρέχεται βοήθεια για την πλοήγηση των ατόμων μέσω ηχητικών μηνυμάτων “acoustic virtual display”.

## 1994



Ο Paul Milgram και ο Fumio Kishino συντάσσουν το μεγάλο αντίκτυπου άρθρο «Ταξινομία οπτικών αναπαραστάσεων Μεικτής πραγματικότητας» στο οποίο διευκρινίζουν το φάσμα πραγματικότητας – εικονικής πραγματικότητας [2]. Ο Milgram και ο Kishino περιγράφουν ένα συνεχές φάσμα που επεκτείνεται από το πραγματικό περιβάλλον στο εικονικό και σε αυτό της επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο είναι πιο κοντά στο εικονικό περιβάλλον. Σήμερα, το φάσμα του Milgram και ο ορισμός του Azuma (1997) είναι συχνά αποδεκτοί για την περιγραφή της επαυξημένης πραγματικότητας.

---

1 Virtual Reality  
2 Global Positioning System  
3 Geographic Information System



1995



Ο Jun Rekimoto και ο Katashi Nagao δημιουργούν το NaviCam, μία διάταξη παρόμοια με το Chameleon του Fitzmaurice [11]. Το NaviCam χρησιμοποιεί επίσης ένα κοντινό ισχυρό σταθμό εργασίας, αλλά έχει μία κάμερα ενσωματωμένη στην φορητή οθόνη η οποία χρησιμοποιείται για οπτική ανίχνευση. Ο υπολογιστής ανιχνεύει δείκτες κωδικοποιημένους με χρώμα στην εικόνα της ζωντανής κάμερας και παρουσιάζει συμφραστικά ευαίσθητες πληροφορίες απευθείας στο πάνω μέρος της μετάδοσης του βίντεο με ένα διαφανή τρόπο.



Ο Benjamin Bederson εισάγει τον όρο Ακουστική Επαυξημένη Πραγματικότητα (Audio Augmented Reality) παρουσιάζοντας ένα σύστημα που αναπαριστά μία επαύξηση του ακουστικό τρόπου. Το πρωτότυπο που αναπτύχθηκε χρησιμοποιεί έναν MD-player ο οποίος παίζει ακουστική πληροφορία βασισμένη στην εντοπισμένη θέση του χρήστη, σαν μέρος ενός αυτοματοποιημένου ηχητικού ξεναγού μουσείου [12].

1996



Ο Jun Rekimoto παρουσιάζει ένα 2D πλέγμα δεικτών (barcodes τετράγωνου σχήματος), ένα από τα πρώτα συστήματα δεικτών που επιτρέπουν την ανίχνευση μέσω κάμερας με έξι βαθμούς ελευθερίας [13].

1997



Ο Ronald Azuma παρουσιάζει την πρώτη έρευνα στην επαυξημένη πραγματικότητα. Σε αυτή του δημοσίευση, ο Azuma παρέχει έναν ευρέως αναγνωρισμένο ορισμό για την AR [4], που περιγράφεται από τρία χαρακτηριστικά:

- Συνδυάζει πραγματικό και εικονικό
- Είναι διαδραστικό στον πραγματικό κόσμο
- Καταγράφεται σε 3D



Ο Philippe Khan εφευρίσκει την κάμερα του τηλεφώνου, ένα κινητό τηλέφωνο το οποίο είναι ικανό να αποτυπώσει ακίνητες φωτογραφίες. Το 1997, ο Khan χρησιμοποίησε αυτή την εφεύρεση για να μοιραστεί μία εικόνα της νεογέννητης κόρης του με περισσότερο από 2000 φίλους και συγγενείς, σε όλο τον

κόσμο. Σήμερα περισσότερα από τα μισά κινητά τηλέφωνα που χρησιμοποιούνται έχουν ενσωματωμένη κάμερα.



Η Sony κυκλοφορεί το Glasstron, μία σειρά από οπτικά HMD (προαιρετικά διαφανή) για το ευρύ κοινό. Η υιοθέτησή του ήταν σχετικά μικρή, αλλά οι προσιτές τιμές του HMD το έκαναν πολύ δημοφιλές στα εργαστήρια AR έρευνας και στη δημιουργία προτότυπου AR που μπορεί να φορεθεί.

1998



Ο Bruce Thomas και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν το «Map in the hat», έναν υπολογιστή βασισμένο σε σακίδιο ώστε να μπορεί να φορεθεί, ο οποίος περιλαμβάνει GPS, ηλεκτρονική πυξίδα και μία απεικόνιση προσδεμένη στο κεφάλι [14]. Σε αυτό το στάδιο, το σύστημα χρησιμοποιούνταν για καθοδήγηση προσανατολισμού, αλλά αργότερα εξελίχθηκε στο Tinmith, μία AR πλατφόρμα που χρησιμοποιείται από πολλές άλλες AR μελέτες.

1999



Ο Hirokazu Kato και ο Mark Billinghurst παρουσίασαν το ARToolKIT, μία βιβλιοθήκη που ανιχνεύει πόζες με έξι βαθμούς ελευθερίας, χρησιμοποιώντας τετράγωνο fiducial και μία προσέγγιση για αναγνώριση η οποία ήταν βασισμένη στο πρότυπο [15]. Το ARToolKIT είναι διαθέσιμο σαν open source υπό την GPL άδεια και είναι ακόμα πολύ δημοφιλές στην AR κοινότητα.



Ο Tobias Hollerer και οι συνεργάτες του αναπτύσσουν ένα κινητό σύστημα AR το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να εξερευνήσει νέες ιστορίες των υπερμέσων οι οποίες βρίσκονται σε μέρη τα οποία αναφέρουν και να λάβουν μία ξενάγηση με οδηγό η οποία επικαλύπτει μοντέλα παλαιότερων κτηρίων [16]. Αυτό ήταν το πρώτο φορητό AR σύστημα που χρησιμοποίησε RTK GPS και έναν εσωτερικό – μαγνητικό ανιχνευτή προσανατολισμού.



Ο Tobias Hollerer και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν ένα φορητό σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας το οποίο περιλαμβάνει εσωτερικού χώρου επιφάνειες διάδρασης με το χρήστη (επιφάνεια εργασίας, AR tabletop, και φορεμένα στο κεφάλι VR) για να αλληλοεπιδρά με το



χρήστη που βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο [17]. Καθώς οι χρήστες που βρίσκονται σε εξωτερικό χώρο βιώνουν αυτοπροσώπως μία χωρική πολυμεσική παρουσίαση διαμέσου μιας αναπαράστασης που φοριέται στο κεφάλι, οι χρήστες που βρίσκονται στον εσωτερικό χώρο μπορούν να δουν την εξωτερική σκηνή που διαδραματίζεται.



Το Benetton Esc! NT2002, το πρώτο GSM τηλέφωνο με ενσωματωμένο δέκτη GPS βγαίνει στην αγορά στο τέλος του 1999. Είχε ασπρόμαυρη οθόνη με ανάλυση 100x160 pixel. Λόγω της περιορισμένου αποθηκευτικού χώρου, το κινητό κατέβαζε συγκεκριμένους χάρτες μετά από ζήτηση. Το τηλέφωνο περιλάμβανε επίσης έναν ανιχνευτή φίλου ανταλλάσσοντας θέσεις GPS με άλλες Esc! συσκευές μέσω SMS.



Τα ασύρματα πρωτόκολλα δικτύου 802.11a/802.11b – ευρέως γνωστά ως WiFi - καθορίζονται. Η αρχική έκδοση – obsolete – διευκρινίζει bitrates του 1 ή 2 mgabits ανά δευτερόλεπτο (Mbit/s), συν κώδικα διόρθωσης forward λαθών.

2000



Ο Bruce Thomas και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν το AR-Quake, μία επέκταση του δημοφιλούς παιχνιδιού εκκίνησης Quake [18]. Το AR-Quake είναι μια εφαρμογή οπτικής γωνίας πρώτου προσώπου η οποία βασίζεται σε ένα 6DOF σύστημα ανίχνευσης με GPS, μία ψηφιακή πυξίδα και οπτικά βασισμένη ανίχνευση fiducial markers. Οι χρήστες εξοπλίζονται με ένα φορητό σύστημα υπολογιστή σε σακίδιο, ένα HMD και μία απλή συσκευή εισαγωγής με δύο κουμπιά. Το παιχνίδι μπορεί να παιχτεί είτε σε εσωτερικό είτε σε εξωτερικό χώρο όπου οι συνηθισμένες εντολές πληκτρολογίου ή ποντικιού και οι δράσεις γίνονται μέσω κινήσεων του χρήστη στο πραγματικό περιβάλλον χρησιμοποιώντας απλό περιβάλλον εισαγωγής.



Ο Simon Julier και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν το BARS, το Battlefiled Augmented Reality System [19]. Το σύστημα αποτελείται από έναν φορητό υπολογιστή που φοριέται, ένα ασύρματο σύστημα δικτύου και ένα διάφανο HMD. Το σύστημα έχει σα στόχο την επαύξηση μίας σκηνής του πεδίου μάχης με επιπλέον πληροφορίες σχετικά με τις υποδομές του περιβάλλοντος, αλλά και με πιθανές ενέδρες των εχθρών.



Η εταιρία Sharp κυκλοφορεί το πρώτο εμπορικό κινητό τηλέφωνο με κάμερα διαθέσιμο στο ευρύ κοινό. Το επίσημο όνομα του κινητού είναι J-HS04. Η κάμερα του κινητού έχει ανάλυση 0.1 megapixel.

## 2001



Ο Vlahakis και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν το Archeoguide, ένα φορητό AR σύστημα για χώρους πολιτιστικής κληρονομιάς [20]. Το σύστημα εγκαθίσταται γύρω από τον ιστορικό χώρο της Ολυμπίας στην Ελλάδα. Το σύστημα περιέχει μία διασύνδεση πλοήγησης, 3D μοντέλα αρχαίων ναών και αγαλμάτων, και άβαταρ τα οποία ανταγωνίζονται για τη νίκη στον ιστορικό αγώνα δρόμου στο αρχαίο στάδιο. Παρά το γεγονός ότι η επικοινωνία βασίζεται σε WLAN, η ακριβής τοπική προσαρμογή εκτελείται με τη χρήση GPS. Μέσα στο σύστημα μία επεκτάσιμη διάταξη κινητών μονάδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί, ξεκινώντας με ένα σύστημα μεγέθους τετραδίου με HMD, και φτάνοντας σε υπολογιστές μεγέθους παλάμης και υπολογιστές τσέπης.



Ο Kooper και η MacIntyre δημιουργούν τον RWWW πλοηγότη, μία φορητή AR εφαρμογή η οποία δρα σαν διάδραση το παγκόσμιου ιστού (World Wide Web) [21]. Είναι ο πρώτος AR πλοηγότης. Αυτό το πρώιμο σύστημα πάσχει από το πολύπλοκο και βαρύ AR λογισμικό της εποχής, απαιτώντας μία αναπαράσταση που τοποθετείται στο κεφάλι και από πολύπλοκες υποδομές ανίχνευσης. Το 2008 η Wikitude προτείνει μία παρόμοια ιδέα σε ένα κινητό τηλέφωνο.

## 2002

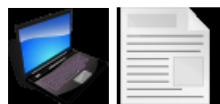


Ο Michael Kalkusch και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν ένα κινητό σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που καθοδηγεί έναν χρήστη ο οποίος βρίσκεται σε ένα άγνωστο κτήριο, ώστε να βρει ένα συγκεκριμένο δωμάτιο – στόχο [22]. Το σύστημα παρουσιάζει ένα παγκόσμια καταχωρημένο προσχέδιο του κτηρίου σημασμένο με καθοδηγητικές πληροφορίες και μία διάφανη προειδοποιητική αναπαράσταση, και έναν τρισδιάστατο world-in-miniature (WIM) χάρτη σε μία πλακέτα που φοριέται στον καρπό η οποία χρησιμεύει και σαν συσκευή εισόδου. Ο εντοπισμός γίνεται χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό



ενσωματωμένου στον τοίχο ARToolkit, δείκτες που παρατηρούνται από μία κάμερα κεφαλής και έναν αδρανειακό ανιχνευτή.

## 2003



Ο Ramesh Raskar και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν το iLamps [23]. Αυτή η δουλειά δημιούργησε ένα πρώτο πρωτότυπο για επαύξηση αντικειμένων με ένα σύστημα προτζέκτορα – κάμερας που κρατιέται στο χέρι. Ένας βελτιωμένος προτζέκτορας μπορεί να προσδιορίσει και να ανταποκριθεί στη γεωμετρία της επιφάνειας που αναπαρίσταται, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα σύμπλεγμα δημιουργίας αυτό-διαμορφωμένης αναπαράστασης. Επιπλέον, διαδραστικές τεχνικές και συνεργασία ανάμεσα σε πολλαπλές μονάδες είναι υπό συζήτηση.



Ο Daniel Wagner και ο Dieter Schmalstieg παρουσιάζουν ένα εσωτερικού χώρου σύστημα καθοδήγησης ΕΠ το οποίο τρέχει αυτόνομα σε PDA [24]. Εκμεταλλεύονται τις ευρέως διαθέσιμες καταναλωτικές συσκευές με την ελάχιστη ανάγκη για υποδομές. Η εφαρμογή παρέχει στο χρήστη μία τρισδιάστατη επαύξηση της θέασης του περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας ένα Windows mobile port του ARToolKit για εντοπισμό που τρέχει απευθείας στο PDA.



Το Siemens SX1 βγαίνει στην κυκλοφορία με το πρώτο παιχνίδι με εμπορική κάμερα ΕΠ κινητού τηλεφώνου το οποίο ονομάζεται Mozzies (ή αλλιώς κυνήγι κουνουπιών). Τα κουνούπια εμφανίζονται με υπέρθεση στο ζωντανό βίντεο της κάμερας. Η στόχευσή τους γίνεται μετακινώντας τριγύρω το κινητό τηλέφωνο έως ότου ένας σταυρός στοχεύσει τα κουνούπια. Στο παιχνίδι απονεμήθηκε ο τίτλος του καλύτερου παιχνιδιού το 2003.

## 2004



Ο Mathias Mohring και οι συνεργάτες του παρουσίασαν ένα σύστημα για ανίχνευση τρισδιάστατων δεικτών για κινητά τηλέφωνα [25]. Αυτοί οι κώδικες μπορούν να προσδεθούν σε φυσικά αντικείμενα προκειμένου να ανασύρουν πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο και τη λειτουργικότητά του. Είναι επίσης κατάλληλοι για αναπαράσταση σε ηλεκτρονικές οθόνες.



Το αόρατο τραίνο εμφανίζεται στις SIGGRAPH 2004 Αναδυόμενες Τεχνολογίες (Emerging Technologies). Πρόκειται για την πρώτη εφαρμογή ΕΠ για πολλούς χρήστες σε συσκευές που είναι φορητές στο χέρι [26].

## 2005



Ο Andres Henrysson εισάγει το ARToolKit στο Symbian [27]. Βασισμένος σε αυτή την τεχνολογία παρουσιάζει το διάσημο παιχνίδι τένις ΕΠ, την πρώτη συνεργατική εφαρμογή ΕΠ που τρέχει σε κινητά τηλέφωνα. Το ARTennis πήρε το βραβείο καλύτερου ανεξάρτητου παιχνιδιού κινητών τηλεφώνων το 2005, καθώς και το βραβείο τεχνολογικού επιτεύγματος.

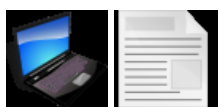


Το πρότζεκτ ULTRA δείχνει τη χρήση ανίχνευσης φυσικών χαρακτηριστικών μη πραγματικού χρόνου σε PDAs προκειμένου να υποστηρίξει ανθρώπους σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένου της συντήρησης και υποστήριξης πολύπλοκων μηχανημάτων, κατασκευή και παραγωγή και εκαιδευτική και πολιτισμική κληρονομιά. Επιπλέον, ένα περιβάλλον συγγραφής αναπτύσσεται για τη δημιουργία σκηνών ΕΠ για της εργασίες συντήρησης.



Τα πρώτα κινητά τηλέφωνα εξοπλισμένα με επιταχυντές τριών αξόνων ήταν το Sharp V603SH και το Samsung SCH-S310, και τα δύο εκ των οποίων πωλούνταν στην Ασία το 2005.

## 2006



Οι Reitmayr και Drummond παρουσιάζουν ένα βασισμένο σε μοντέλο υβριδικό σύστημα ανίχνευσης για επαυξημένη πραγματικότητα εξωτερικού χώρου σε αστικά περιβάλλοντα επιτρέποντας ακριβείς, πραγματικού χρόνου επικαλύψεις σε συσκευή που κρατιέται στο χέρι [28]. Το σύστημα συνδυάζει έναν ανιχνευτή για ακριβή τοποθεσία, μετρήσεις γυροσκοπίου που ανιχνεύουν γρήγορες κινήσεις, μετρήσεις για τη βαρύτητα και το μαγνητικό πεδίο προκειμένου να αποφευχθεί η παρέκκλιση – απόκλιση, και περιφερειακή μνήμη για πλάνα αναφοράς με επιλογή πλάνου διαδικτυακά ώστε να ξαναέρχεται αυτόματα στις αρχικές συνθήκες έπειτα από δυναμικά αποτελέσματα ή αποτυχίες.





Η Nokia παρουσιάζει το Mara, μία πολυαισθητήρια εφαρμογή καθοδήγησης επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά τηλέφωνα. Η πρωτότυπη εφαρμογή επικαλύπτει το συνεχές της γωνίας θέασης που αιχμαλωτίζει η κάμερα, με γραφικά και κείμενο σε πραγματικό χρόνο, σχολιάζοντας τα αντικείμενα του περιβάλλοντος του χρήστη.

## 2007



Οι DiVerdi και Hollerer παρουσιάζουν το GroundCam, ένα σύστημα που συνδυάζει μία κάμερα και έναν ανιχνευτή προσαναολισμού [29]. Η κάμερα σημαδεύει το έδαφος πίσω από το χρήστη και παρέχει 2D πληροφορία ιχνηλάτησης. Η μέθοδος είναι παρόμοια με ένα προραιτικό ποντίκι οθόνης.



Το πρώτο κινητό τηλέφωνο με οθόνη αφής, ευρέως γνωστό ως iPhone πουλιέται από την Apple, δημιουργώντας έναν νέο τρόπο αλληλεπίδρασης με τις συσκευές κινητής τηλεφωνίας.



Το HIT Lab NZ και ο Saatchi παρουσιάζουν την πρώτη παγκοσμίως εφαρμογή διαφήμισης ΕΠ βασισμένη σε κινητά τηλέφωνα για τον ζωολογικό Wellington [30].

## 2008



Ο Wagner και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν την 6DOF εφαρμογή ιχνηθέτησης φυσικών χαρακτηριστικών σε πραγματικό χρόνο, πετυχαίνοντας διαδραστικούς ρυθμούς ανανέωσης παιχνιδιών έως 20Hz. Τροποποιούν σε μεγάλο βαθμό τις ευρέως γνωστές SIFT και Fern μεθόδους προκειμένου να αποκτήσουν περισσότερη ταχύτητα και να μειώσουν την απαιτήσις μνήμης [27].



Η Mobilizy εισάγει το Wikitude, μία εφαρμογή που συνδυάζει GPS και δεδομένα πυξίδας με άρθρα της βικιπαίδειας. Ο Wikitude παγκόσμιος πλοηγός επικαλύπτει πληροφορίες στο πλάνο της κάμερας ενός Android τηλεφώνου σε πραγματικό χρόνο.

2009



Ο Morrison και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν το MapLens, το οποίο πρόκειται για ένα χάρτη κινητού τηλεφώνου ΕΠ χρησιμοποιώντας μαγικούς φακούς σε έναν χάρτινο χάρτη [31].

Διεξάγουν μία ευρεία έρευνα χρηστών με τη μορφή ενός παιχνιδιού που βασίζεται σε εξωτερική τοποθεσία. Το κύριό τους εύρημα είναι ότι τα χαρακτηριστικά ΕΠ διευκολύνουν τη χωροθέτηση δημιουργώντας μία διαρκή ανάγκη αναφοράς στο φυσικό. Οι δοκιμές πεδίου δείχνουν ότι η κύρια δυνατότητα των χαρτών ΕΠ βρίσκεται στη χρήση τους ως συνεργατικό εργαλείο.



Η SPRXmobile κυκλοφορεί το Layar, μία εξελιγμένη παραλλαγή του Wikitude. Το Layar χρησιμοποιεί τον ίδιο μηχανισμό εγγραφής με το Wikitude (GPS και πυξίδα), και το ενσωματώνει σε μία ανοιχτή πλατφόρμα πελάτη-περιηγητή. Οι στιβάδες περιεχομένου είναι ισοδύναμες με τις διαδικτυακές σελίδες σε κανονικούς περιηγητές. Οι υπάρχουσες στιβάδες περιλαμβάνουν Wikipedia, Twitter και Brightkite σε τοπικές υπηρεσίες όπως Yelp, Trulia, εντοπισμός καταστημάτων, κοντινές στάσεις λεωφορείων, κουπόνια κινητών, εμπόρους Mazda και τουρίστες, φύση και πολιτιστικούς οδηγούς. Στις 17 Αυγούστου το Layar γίνεται παγκόσμιο εξυπηρετώντας περίπου 100 στιβάδες περιεχομένου.



Η Microsoft παρουσιάζει το “Project Natal” στην έκθεση παιχνιδιών E3. Είναι η πρώτη εκδοχή ενός νέου περιβάλλοντος λογισμικού, που αποτελείται από τεχνολογία ανίχνευσης κίνησης, μικρόφωνο, έγχρωμη κάμερα και software, και ενσωματώνεται στην κονσόλα Xbox 360.

2010



Ένα σύστημα πανοραμικού χάρτη και ιχνηλάτησης πραγματικού χρόνου για κινητά τηλέφωνα παρουσιάζεται από τον Wagner και τους συνεργάτες του στο VR, το οποίο εκτελεί 3DOF ανίχνευση σε κυλινδρικό χώρο και υποστηρίζει τη χρήση πανοραμικής εικόνας για βελτιωμένη χρήση και εμπειρία στην ΕΠ [32].





Μετά από αρκετές καθυστερήσεις, η Microsoft κυκλοφορεί το κινητό τηλέφωνο Windows τον Οκτώβρη του 2010, και γίνεται το τρίτο μείζον λειτουργικό σύστημα μετά τα iOS και Android.

2011



Ο Grubert και οι συνεργάτες του δημοσιεύουν μία τεχνική αναφορά σχετικά με την πιθανότητα χρήσης περιηγητών ΕΠ, η οποία γίνεται έρευνα για τα θετικά και αρνητικά αυτού του σεναρίου στη δεδομένη χρονική στιγμή.

2012



Τα έξυπνα ρολόγια (smart watches) εισάγονται ευρέως στην αγορά ως μία γενιά κινητών φορέσιμων. Το Pebble και το Sony SmartWatch είναι φιαγμένα ώστε να μπορούν να συνδεθούν με ένα προσωπικό smartphone και να παρέχουν απλές λειτουργίες, όπως ειδοποιήσεις ή απάντηση κλήσεων.



Τα Google Glass (γνωστά και ως Google Project Glass) κάνουν την πρώτη τους εμφάνιση στο κοινό. Πρόκειται για ένα οπτικό HMD το οποίο μπορεί να ελέγχεται από μία ενσωματωμένο αισθητήρα αφής ή από φωνητικές εντολές. Μετά από αυτή την κυκλοφορία, τα γυαλιά αυτά είχαν μεγάλο αντίκτυπο στην έρευνα αλλά ακόμα περισσότερο στην αντίληψη του κοινού για την τεχνολογία ανάμεικτης πραγματικότητας.



Η Nvidia παρουσιάζει στο Siggraph Emerging Technologies το πρωτότυπό τους για μία συσκευή που φοριέται στο κεφάλι η οποία υποστηρίζει στοιχεία ακριβής στέγασης, σύγκλισης και binocular-disparity depth cues . Το πρωτότυπο εισάγει μία προσέγγιση βασισμένη στο φωτισμό για αναπαραστάσεις κοντά στο μάτι οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν ως φορέσιμη τεχνολογία ΕΠ επόμενης γενιάς, καθώς το ήδη υπάρχον λογισμικό δεν μπορεί να παρέχει ακριβή accommodation.



Η PrimeSense, ο δημιουργός του Microsoft Kinect, εισάγει μία μικρότερη έκδοση μιας 3D αισθητήριας συσκευής ονόματι Capri η οποία είναι αρκετά μικρή ώστε να μπορεί να ενσωματωθεί σε κινητές συσκευές όπως το tablet και τα smartphones.



Τον Αύγουστο, η Oculus VR ανακοινώνει το Oculus Rift dev kit, μία αναπαράσταση εικονικής πραγματικότητας προσδεμένη στο κεφάλι. Αυτό ξεκίνησε ένα νέο κύμα ενθουσιασμού στην εικονική πραγματικότητα και στην περαιτέρω ανάπτυξη αναπαραστάσεων προσδεμένων στο κεφάλι κυρίως για σκοπούς παιχνιδιού.

## 2013



Σε αντίθεση με προηγούμενη δουλειά των Gauglitz και των συνεργατών, ο Pirchheim και η ομάδα του παρουσιάζουν μία προσέγγιση χειρισμού καθαρής περιστροφής της κάμερας η οποία τρέχει σε κινητό τηλέφωνο στο ISMAR [33].



Τα Google Glass, τα οποία είχαν ήδη ανακοινωθεί το 2012, γίνονται διαθέσιμα μέσω του προγράμματος explorer στο τέλος του 2013 και αυξάνουν την προσοχή πάνω τους, τόσο θετική όσο και αρνητική, καθώς και ανησυχίες σχετικά με την ιδιοτικότητα και ηθικά ζητήματα.



Ο Taskanen και οι συνεργάτες του προτείνουν μία προσέγγιση για πλήρη 3D ανακατασκευή σε κινητό monocular smartphone και δημιουργούν ένα πυκνό 3D μοντέλο με γνωστή απόλυτη κλίμακα.

## 2014



Το Φεβρουάριο, η Google ανακοινώνει το Project Tango, το οποίο είναι ένα Android smartphone εξοπλισμένο με αισθητήρα Kinect-like 3D και διανέμει μερικές εκατοντάδες ενότητες σε προγραμματιστές και εταιρίες.



Στο VR, ο Ventura και οι συνεργάτες του παρουσιάζουν μια προσέγγιση για εντοπισμό χαρτών SLAM ενσωματωμένων σε κινητό τηλέφωνο με ακρίβεια, ανακατασκευάζοντας αστικά περιβάλλοντα.

## 2015



Τον Ιανουάριο, η Microsoft ανακοινώνει το HoloLens, ένα σύστημα προσδεμένο στο κεφάλι που αναμειγνύει εικονική και επαυξημένη

πραγματικότητα και γίνεται διαθέσιμο αργότερα μέσα στο 2015. Η συσκευή είναι ένας ολοκληρωμένος υπολογιστής με μία διάφανη αναπαράσταση και πολλαπλούς ανιχνευτές.



Τον Μάιο, η DAQRI, μία εταιρία που δουλεύει πάνω σε κράνη ΕΠ, αποκτά ARToolworks. Η Oculus VR ανακοινώνει την απόκτηση της υπερρεαλιστικής όρασης, στρέφοντας την εμπειρογνώσια της εταιρίας στην αναδημιουργία 3D αναπαραστάσεων του πραγματικού εξωτερικού κόσμου σε εικονικά περιβάλλοντα, σε πραγματικό χρόνο. Μερικές μέρες μετά, ανακοινώνεται η απόκτηση της γερμανικής εταιρίας ΕΠ, Metaio, από την Apple. Η Metaio ήταν μία από τις σημαντικότερες εταιρίες στη διανομή της τεχνολογίας ΕΠ σε προγραμματιστές μέσω του SDK τους, το οποίο σταματά απότομα τώρα.



Τον Ιούνιο, η Magic Leap ανακοινώνει ότι θα απελευθερώσουν την πλατφόρμα ΕΠ SDK τους στο κοινό σύντομα. Αναμένεται ότι θα υποστηρίξει τη Unity και την Unreal engine.

## 1.5 Βασικές αρχές σύγχρονων εφαρμογών επαύξησης και τρόποι επαύξησης της πραγματικότητας

Ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας, προκειμένου να λειτουργήσει, απαιτεί την αναγνώριση (εικόνας / αντικείμενου / προσώπου κτλ.), την παρακολούθηση και τη μίξη του πραγματικού κόσμου με εικονικά στοιχεία [34]. Απαραίτητη προϋπόθεση για τις εφαρμογές που κάνουν χρήση της τεχνολογίας επομένως είναι η ύπαρξη συσκευής εισόδου (κάμερα τηλεφώνου, σένσορας), συσκευής απεικόνισης (οθόνη υπολογιστικής μονάδας), αισθητήρα ανίχνευσης (γυροσκόπιο, πυξίδα, GPS) και υπολογιστική μονάδα (κινητό τηλέφωνο, tablet, ηλεκτρονικός υπολογιστής) η οποία πραγματοποιεί όλες τις ενέργειες για την εκτέλεση της εφαρμογής [35].

Η τεχνολογία επαύξησης της πραγματικότητας μπορεί να διαχωριστεί σε έξι τύπους, οι οποίοι κατατάσσονται σε δύο ευρύτερες κατηγορίες: την επαύξηση μέσω κάποιου ερεθίσματος και την επαύξηση με βάση την εικόνα. Σαν ερέθισμα μπορεί να χαρακτηριστεί ένα αντικείμενο – δείκτης, η τοποθεσία GPS, η δυναμική επαύξηση αντικειμένων αλλά και ο συνδυασμός αυτών. Η επαύξηση μέσω εικόνας περιλαμβάνει είτε την ψηφιακή επαύξηση χωρίς σημείο αναφοράς σε σχέση με το τι



βρίσκεται στο οπτικό πεδίο του χρήστη, είτε την επαύξηση μιας αποθηκευμένης / στατικής εικόνας [36].

### 1.5.1 Επαύξηση μέσω ερεθίσματος

1. Η επαύξηση μέσω ερεθίσματος απαιτεί την παρουσία ενός δείκτη προκειμένου να ενεργοποιηθεί η επαύξηση. Οι δείκτες μπορούν να ναι χάρτινα ή φυσικά αντικείμενα που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο. Αυτή η μέθοδος εμπλουτίζει το αντικείμενο ή την εικόνα. Για παράδειγμα, η εφαρμογή Aurasma's επαυξάνει την εμφάνιση ενός πραγματικού δολαρίου με ένα διασκεδαστικό, πατριωτικό κινούμενο σχέδιο.
2. Ένα άλλο ερέθισμα μπορεί να είναι η τοποθεσία. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί την τοποθεσία του GPS της συσκευής σαν ερέθισμα ώστε να αντιστοιχίσει δυναμικές τοποθεσίες με σημεία ενδιαφέροντος προκειμένου να παρέχει σχετικές πληροφορίες ή δεδομένα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το μονόκλ Yelp.
3. Ένας άλλος τρόπος επαύξησης είναι η δυναμική επαύξηση, η οποία ανταποκρίνεται στην όψη ενός αντικειμένου καθώς αυτή αλλάζει. Για παράδειγμα, η εφαρμογή Swivel επιτρέπει στο χρήστη να δοκιμάσει ρούχα ή αξεσουάρ ψηφιακά.
4. Η σύνθετη επαύξηση συνδυάζει μία πραγματική δυναμική όψη του κόσμου με ψηφιακές πληροφορίες που είναι τυπικά προσβάσιμες μέσω του διαδικτύου, κάνοντας χρήση του 2 και του 3. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα Google Glasses, τα οποία οι χρήστες βλέπουν χρήσιμες πληροφορίες για τοποθεσίες με βάση την τοποθεσία του GPS τους.

### 1.5.2 Επαύξηση με βάση την εικόνα

1. Άμεση επαύξηση: η επαύξηση στατικής εικόνας του πραγματικού κόσμου. Για παράδειγμα, υπάρχουν εφαρμογές που επιτρέπουν στους χρήστες να φωτογραφίσουν το δωμάτιό τους και να αλλάξουν τα χρώματα των τοίχων τους. Η εφαρμογή ταυτοποιεί τον τοίχο από όλα τα αντικείμενα και επαυξάνει μόνο αυτόν.

2. Μη ειδική επαύξηση: ψηφιοποιεί μία δυναμική εικόνα του κόσμου χωρίς αναφορά στο τι απεικονίζεται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν παιχνίδια στα κινητά τηλέφωνα, όπου ο χρήστης ακουμπάει την επαύξηση όταν αυτή εμφανίζεται στην οθόνη αλλά χωρίς αυτή να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του χρήστη.

## 1.6 Εφαρμογες

Κάθε μέρα καταβάλλονται τεράστιες προσπάθειες για τον εκσυγχρονισμό και την βελτίωση των τεχνολογιών σε όλους τους τομείς . Η AR έχει την ικανότητα να εφαρμόζεται σε πάρα πολλούς τομείς και να τους εκσυγχρονίσει. Μερικοί από αυτούς αναφέρονται παρακάτω:

### Ιατρική

Ο τομέας της ιατρικής εξελίσσεται ραγδαία ειδικά με τα νέα τεχνολογικά μέσα τα οποία διατίθενται. Με την ενσωμάτωση της AR τεχνολογίας διευκολύνονται πολλές λειτουργίες τις οποίες καλούνται να εκτελέσουν γιατροί και νοσηλευτές. Για παράδειγμα ο στόχος την σύγχρονης βιοϊατρικής είναι η ανάπτυξη ελάχιστα επεμβατικών διαγνωστικών και θεραπευτικών τεχνικών. Το χειρουργείο καθοδηγούμενο από εικόνες είναι μια τεχνική όπου τοποθετείται ένα χειρουργικό μηχάνημα από το οποίο εντοπίζονται οι περιοχές που πρέπει να αποφευχθούν ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος. Αυτές οι περιοχές εκτυπώνονται σε χαρτί. Κατά αυτόν τον τρόπο τα καθήκοντα του γιατρού αυξάνονται διότι η προσοχή στρέφεται σε δυο σημεία. Αυτό μπορεί να είναι προβληματικό για την ροή του χειρουργείου. Με την εισαγωγή της AR λύνεται αυτό το πρόβλημα καθώς η προσοχή του χειρουργού επικεντρώνεται στον ασθενή εμφανίζοντας αυτές τις εικόνες σε πραγματικό χρόνο μπροστά του μέσω μιας HMD<sup>4</sup> [37]

### Εκπαίδευση

Είναι γνωστό πως ο κάθε άνθρωπος αξιοποιεί διαφορετικές μεθόδους για την διευκόλυνση της εκπαίδευσης του σε οποιοδήποτε αντικείμενο. Δεν είναι λίγοι όπου τους διευκολύνει η βιωματική μάθηση. Με την AR δίνεται η δυνατότητα να υπάρχει

---

<sup>4</sup> Head mounted display

μια πιο βιωματική εμπειρία απο το διάβασμα σε κάποιο βιβλίο. Για παράδειγμα στόχος του Entice<sup>5</sup> είναι η διευκόλυνση στην μάθηση της νευροτομίας και της ηπατικής ανατομίας μέσω AR. Οι ενδιαφερόμενοι κρατώντας τρισδιάστατα εκτυπωμένα παρενγκύματα από όργανα , φλέβες τμήματα του εγκεφάλου κλπ μπορούν να δουν ,με επαύξηση μέσω μιας κινητής συσκευής, ρεαλιστικά μοντέλα και πληροφορίες για το εκάστοτε αντικείμενο το οποίο κρατούν [38].

### Ψυχαγωγία

Στον σύγχρονο κόσμο επενδύονται πολλά χρήματα και χρόνος για την ψυχαγωγία των ανθρώπων. Η AR είναι μέρος αυτής της ψυχαγωγίας κυρίως μέσω των AR παιχνιδιών στις κινητές συσκευές. Ένα από τα πιο διάσημα παιχνίδια που παίζονται ακόμα μέχρι και σήμερα είναι το Pokemon Go στο οποίο μεταφέρεται ο κόσμος των Pokemon στον πραγματικό [39].

### Κατασκευές

Σε αρκετές περιπτώσεις τα πολυσέλιδα manuals που χρησιμοποιούνται καθιστούν την κατασκευή ενός μηχανήματος η συστήματος αχρείαστα δύσκολη. Με την AR σε πραγματικό χρόνο μπορούν να δοθούν ξεκάθαρες οδηγίες με τα βήματα τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν. Μια τέτοιου είδους είναι και εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί και θα παρουσιαστεί στην συνέχεια. Συγκεκριμένα σε αυτήν την εφαρμογή γίνεται υποβοήθηση μέσω AR για την εγκατάσταση εξαρτημάτων ενός ηλεκτρολογικού πίνακα.

### Χειρισμό Οχημάτων

Μέσω των κρανών των πιλότων το μαχητικών αεροσκαφών δίνονται διάφορες πληροφορίες σχετικά με την πλοήγηση η την κατάσταση του σκάφους. Κατά των ίδιο τρόπο μέσω μιας HUD<sup>6</sup> ή HMD θα μπορούσαν να λαμβάνονται οι αντίστοιχες πληροφορίες από τους οδηγούς άλλων οχημάτων όπως είναι τα αυτοκίνητα. Κατά αυτόν τον τρόπο η οδήγηση θα μπορούσε να καταστηθει

---

<sup>5</sup> <https://entice.eu/>

<sup>6</sup> Head Up Display



## 2 Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

Σε αυτήν την ενότητα θα μελετηθούν κάποια από τα εργαλεία της unity τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της εργασίας. Ακόμα θα αναλυθούν οι λόγοι που χρησιμοποιήθηκαν αυτά με διάφορα παραδείγματα. Και θα υπάρξει αναλυτικός οδηγός για την λειτουργία της unity.

### 2.1 Περιγραφή της Unity

Η Unity3d είναι μια μηχανή ανάπτυξης λογισμικών εφαρμογών που χρησιμοποιείται κατά βάση για την δημιουργία εφαρμογών με τρισδιάστατο περιεχόμενο ή 2 διαστάσεων. Έγινε διάσημη στους προγραμματιστές βιντεοπαιχνιδιών όλων των ειδών όπως είναι τα shooters πρώτου προσώπου, παιχνιδιών στρατηγικής, shooters τρίτου προσώπου, επίλυσης γρίφων και άλλων πολλών κατηγοριών. Οι εφαρμογές της unity μπορούν να αναπτυχθούν για εφαρμογές του διαδικτύου, προσωπικούς υπολογιστές, κονσόλες και κινητές συσκευές. Στην Unity είναι δυνατή η δημιουργία ενός εικονικού περιβάλλοντος στο οποίο μπορούν να εισαχθούν συστήματα φωτισμού, ήχου, ειδικών εφέ, σκιάων, συστήματα φυσικής, animations. Ακόμα μπορούν να εισαχθούν τρισδιάστατα μοντέλα τα οποία έχουν εξαχθεί από προγράμματα τρισδιάστατου σχεδιασμού όπως είναι το 3DsMax, το Maya, το Blender, το Cinema 4D, αρκεί να είναι σε μορφές αρχείων .FBX, .OBJ, .Blend, .3DS, .dae, .Max. Οι εφαρμογές που αναπτύσσονται μπορούν να δημοσιευθούν σε Mac OSX, Windows, Linux, Web Browsers μέσω Unity Web Player, κινητών με λογισμικό android ή IOS, κονσόλες παιχνιδιών, συσκευές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Η μηχανή γραφικών της unity αναπτύχθηκε σε C και C++ και υποστηρίζει κώδικα γραμμένο σε C# και Javascript

## 2.2 Unity και διεπαφή χρήστη

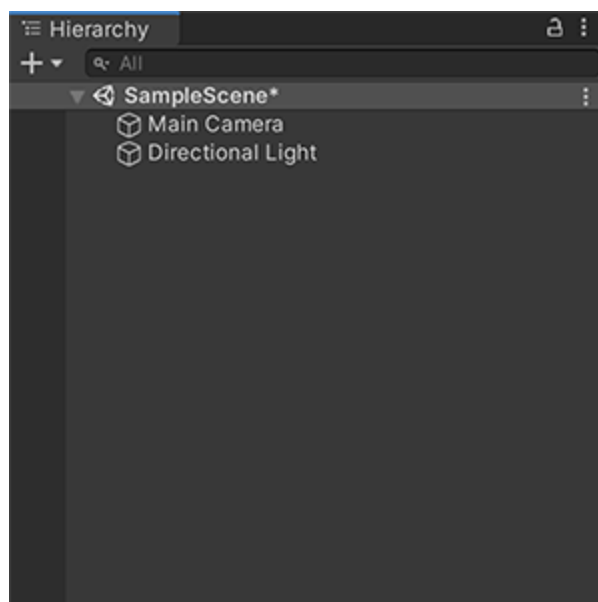
Με το σύστημα διεπαφής ο χρήστης μπορεί να έχει αλληλεπίδραση με την σκηνή καθαυτή μέσω της Toolbar, του παραθύρου της ιεραρχίας, της Scene view, του Game view, των Overlays, του παραθύρου του Inspector, του παραθύρου του Project, του Status bar.

### Toolbar

Μέσω του Toolbar παρέχεται στον χρήστη η δυνατότητα να έχει πρόσβαση στον λογαριασμό, τις υπηρεσίες Cloud της Unity, στα κουμπιά (εκκίνηση, παύση και βηματικός έλεγχος), στην μπάρα αναζήτησης, στο menu επιλογής ορατότητας των στρωμάτων και στο menu επιλογής διαμόρφωσης των στοιχείων που αποτελούν ολό το περιβάλλον της unity.

### Παράθυρο της ιεραρχίας

Το παράθυρο Hierarchy εμφανίζει κάθε GameObject μιας σκηνής, όπως μοντέλα, κάμερες ή Prefabs. Το παράθυρο ιεραρχίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ταξινομηθούν και να ομαδοποιηθούν τα GameObjects που έχουν χρησιμοποιηθεί σε μια σκηνή. Όταν προσθέτονται ή αφαιρούνται GameObjects στην Scene View, γίνονται οι αντίστοιχες αλλαγές και στο παράθυρο Ιεραρχίας. Στο παράθυρο Ιεραρχίας μπορούν να περιέχονται πολλαπλές σκηνές, όπου κάθε GameObject θα περιέχεται από την δικιά του σκηνή.

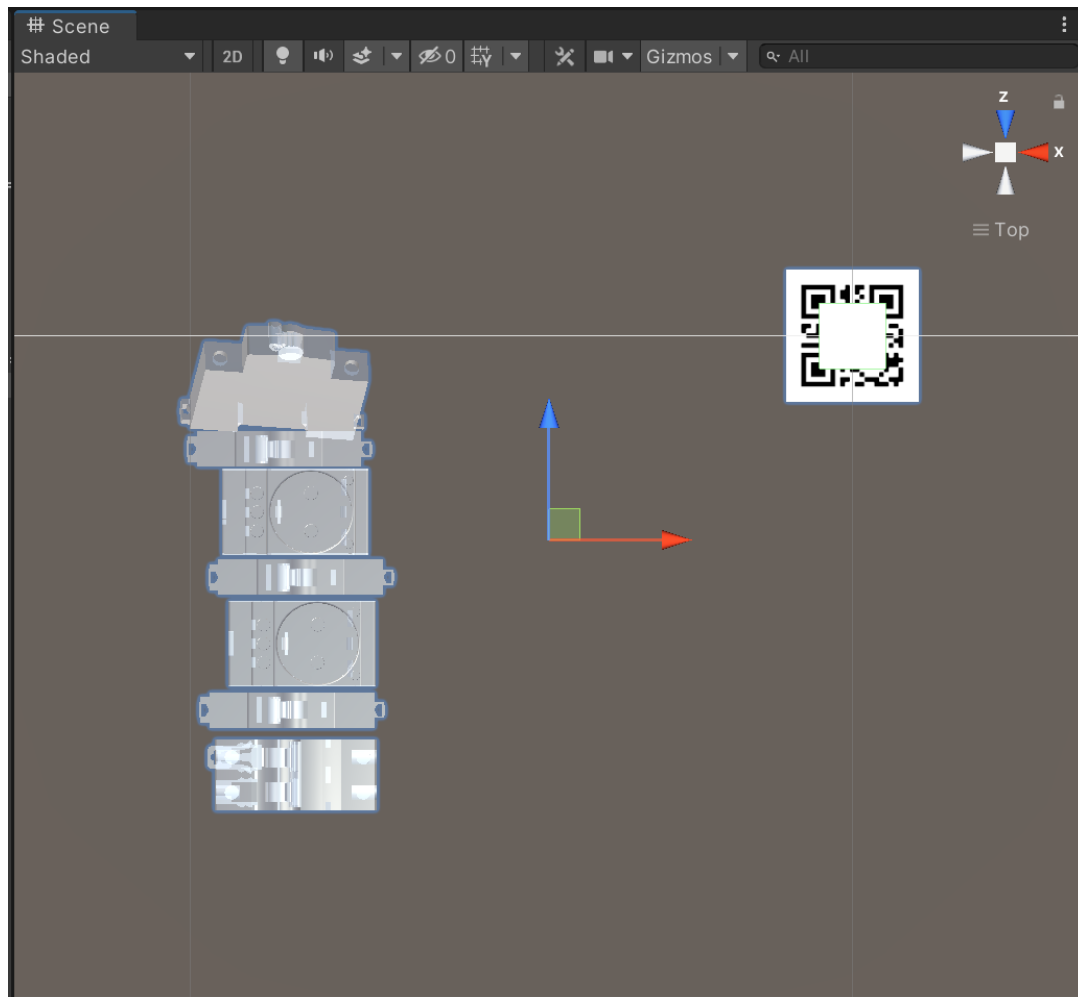


Εικόνα 4: Hierarchy window

### Scene view

Το scene view είναι μια προβολή της σκηνής με την δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χρήστη. Στον χρήστη δίνεται η δυνατότητα πλοήγησης και επεξεργασίας της σκηνής. Με το scene view μπορεί να γίνει η επιλογή και η τοποθέτηση των σκηνικών, χαρακτήρων, καμερών, φώτων και όλων των ειδών τα GameObjects. Επίσης υπάρχει

η δυνατότητα αναπαράστασης της σκηνής σε δύο ή σε τρεις διαστάσεις αναλόγως την εργασία που υλοποιείται .

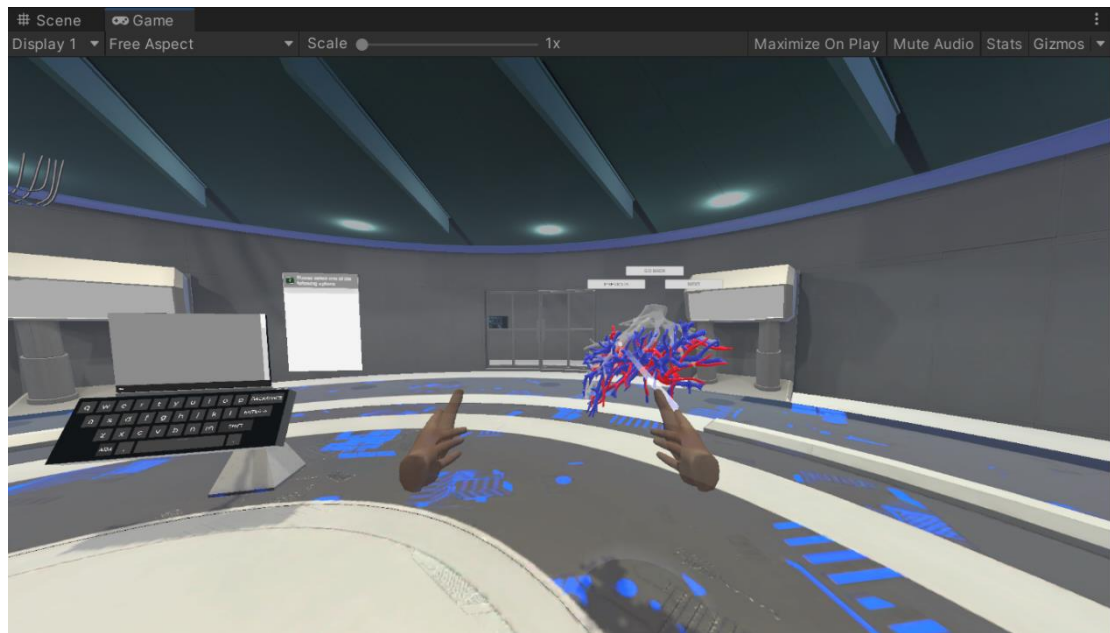


Εικόνα 5:Scene View

### Game view

Το Game view αποδίδεται από τις Κάμερες της εφαρμογής του χρήστη. Αντιπροσωπεύει το παραδοτέα, εφαρμογή. Ο έλεγχος του προβαλλόμενου υλικού στο Game view γίνεται μέσω μιας ή περισσότερων καμερών. Μέσω των καμερών αντιπροσωπεύονται τα “μάτια” του χρήστη. Μέσω του κουμπιού “εκκίνηση” ξεκινάει η προσομοίωση.





Εικόνα 6: Game View

## Overlays

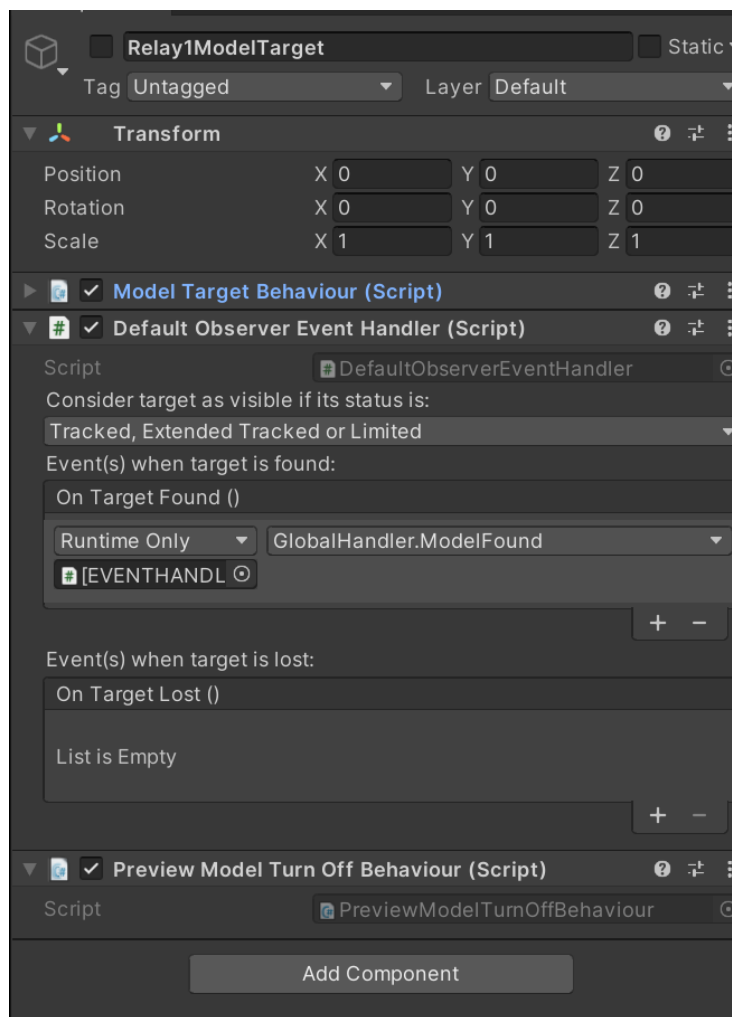
Στα Overlays περιέχονται βασικά εργαλεία επεξεργασίας της σκηνής και των GameObjects. Αυτά τα εργαλεία είναι διαθέσιμα σε πλαίσια επικάλυψης στο παράθυρο της Scene view ώστε να είναι προσβάσιμα με μεγαλύτερη ευκολία. Κατά αυτόν τον τρόπο βελτιώνεται η ροή εργασίας του χρήστη. Η τοποθεσία εμφάνισης και η επιλογή των εργαλείων είναι προσαρμόσιμες από τον χρήστη. Ακόμα μπορούν να αποθηκευτούν προσαρμοσμένα από τον χρήστη overlays ως προεπιλογές για επαναχρησιμοποίηση.



Εικόνα 7: Overlays

### Παράθυρο του Inspector

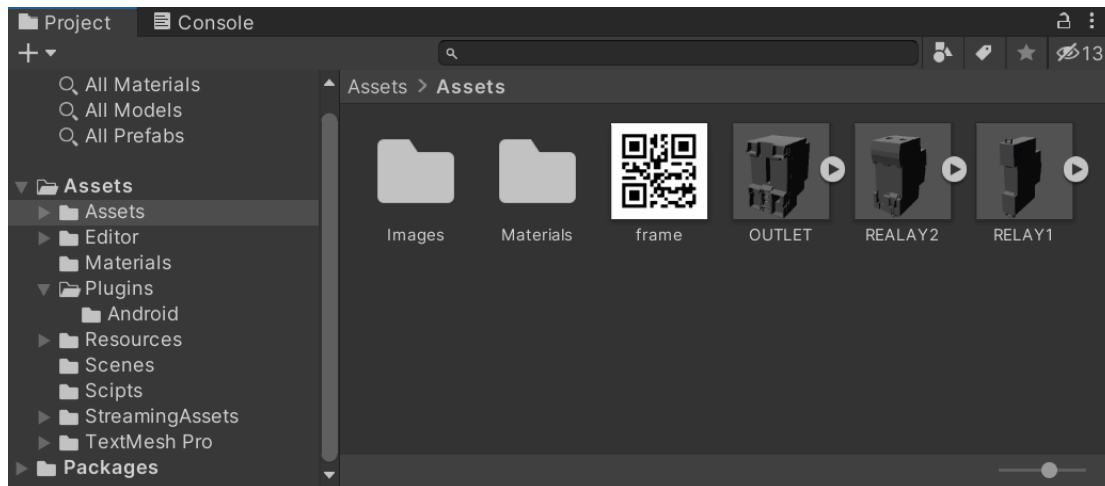
Από το παράθυρο μπορεί να γίνει η επεξεργασία όλων των ιδιοτήτων του εκάστοτε επιλεγμένου GameObject. Το παράθυρο του Inspector είναι διαφορετικό για το κάθε GameObject ακόμα με την επιλογή πολλαπλών GameObjects στο παράθυρο του Inspector θα είναι εμφανισμένα τα κοινά στοιχεία των GameObjects ώστε να επεξεργαστούν όλα μαζί όπως για παράδειγμα οι μαζική απενεργοποίηση των GameObjects. Επιπλέον μπορούν να είναι πολλαπλά παράθυρα του.



Εικόνα 8: Inspector Window

### Παράθυρο του Project

Στο παράθυρο της εργασίας εμφανίζεται οι βιβλιοθήκη των αρχείων του χρήστη που είναι διαθέσιμα για το έργο. Ακόμα είναι ο κύριος τρόπος πλοήγησης και διαχείρισης των αρχελιών του έργου. Με την εκκίνηση του έργου αυτόματα είναι ανοιχτό και το παράθυρο εργασίας.

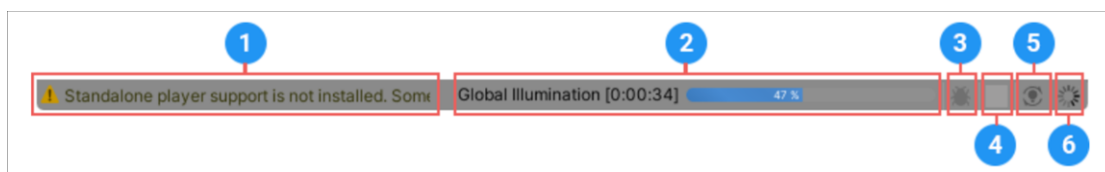


Εικόνα 9: Project Window

### Status Bar

Στην μπάρα κατάστασης εμφανίζονται οι ειδοποιήσεις για τις διάφορες διεργασίες που εκτελούνται από την unity. Ταυτόχρονα παρέχονται εργαλεία σχετιζόμενα με τις προαναφερθείσες διεργασίες.

1. Το πιο πρόσφατο μήνυμα στον παράθυρο της κονσόλας.
2. Μία μπάρα προόδου για διάφορες ασύγχρονες διεργασίες που εκτελούνται στο υπόβαθρο. Αυτές οι εργασίες μπορούν να φανούν αναλυτικά στο παράθυρο διεργασιών υποβάθρου (background tasks window)
3. Η μορφή με την οποία γίνεται η επεξεργασία του κώδικα δηλαδή αν είναι σε Debug mode ή release mode.
4. Για την κατάσταση της μνήμης cache του server.
5. Η κατάσταση της αυτόματης παραγωγής φωτισμού.
6. Μια ένδειξη για αν γίνεται compile κάποιο C# script η κάποια ασύγχρονη διεργασία.



Εικόνα 10:Status bar



## 2.3 Δημιουργία παιχνιδιού

Με την μηχανή της Unity μπορούν να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν παιχνίδια. Υπάρχουν κάποιες βασικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση κάποιων διεργασιών . Υπάρχουν μερικά βασικά εργαλεία τα οποία χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν ώστε να είναι λειτουργικό ένα έργο, μερικά από αυτά είναι οι σκηνές ,τα Gamobjects, τα Prefabs, τα layers , τα Constraints, το Rotation and orientation, τα φώτα , οι κάμερες ,το cross-Platform ,η δημοσιοποίηση των παραδοτέων , η επίλυση προβλημάτων.

### Scenes

Η σκηνή είναι το περιβάλλον στο οποίο μπορεί ο χρήστης να δουλέψει με το περιεχόμενο της Unity. Σε απλές εφαρμογές μπορεί να υλοποιηθεί όλο το έργο σε μια σκηνή ενώ σε πιο περίπλοκες εφαρμογές σε πολλαπλές για παράδειγμα μια σκηνή μπορεί να αποτελεί ένα επίπεδο ενός παιχνιδιού. Με την κάθε σκηνή μπορούν να φορτώνονται τα διαφορετικά στοιχεία του κάθε επιπέδου όπως οι χαρακτήρες το περιβάλλον τα αντικείμενα και όλα τα υπόλοιπα στοιχεία που αποτελούν μια σκηνή.

### GameObjects

Τα GameObjects είναι το πιο σημαντικό αντικείμενο στην Unity. Κάθε αντικείμενο στην σκηνή ενός χρήστη αποτελεί ένα GameObject για παράδειγμα στην κατηγορία των GameObjects ανήκουν από χαρακτήρες και τα αντικείμενα μέχρι τα φώτα και οι κάμερες. Ωστόσο για να είναι λειτουργικό ένα GameObject χρειάζεται κάποια στοιχεία όπως είναι τα scripts, οι ήχους, τα πλέγματα (meshes) και άλλα γραφικά στοιχεία όπως ο φωτισμός ώστε να καθοριστεί η λειτουργία του

### Prefabs

Μέσω του συστήματος των Prefabs δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας , επεξεργασίας και αποθήκευσης ενός GameObject στο οποίο περιέχονται όλα τα στοιχεία του και οι τιμές τους. Με αυτόν τον τρόπο το GameObject γίνεται επαναχρησιμοποιήσιμο δηλαδή μπορούν να δημιουργηθούν πολλαπλά αντίγραφα του στην σκηνή στα οποία μπορούν να επεξεργαστούν οι τιμές τους χωρίς να αλληλοεπηρεάζονται. Ακόμα μπορούν να γίνουν αλλαγές στο prefab καθαυτό από τις οποίες θα επηρεαστούν όλα τα GameObjects στην σκηνή τα οποία έχουν δημιουργηθεί από το εκάστοτε Prefab.

Μια επιπλέον λειτουργία των Prefabs είναι ότι μπορούν να περιέχονται Prefabs μέσα σε άλλα prefabs αυτή η λειτουργία ονομάζεται Nested Prefabs. Τέλος η δημιουργία ενός GameObject κατά διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής μπορεί να γίνει μέσω της φόρτωσης ενός Prefab.

## Layers

Τα Layers είναι ένα εργαλείο το οποίο αξιοποιείται για το διαχωρισμό των GameObjects στις σκηνές. Με την βοήθεια των layers μπορεί να καθοριστεί ο τρόπος αλληλεπίδρασης μεταξύ των GameObjects και των στοιχείων του UI<sup>7</sup>

## Constraints

Μέσω ενός Constraint αντικειμένου επηρεάζεται η θέση , η περιστροφή και το μέγεθος ενός GameObject σε σχέση με ένα άλλο. Η Unity περιέχει τα παρακάτω Constraints:

1. Aim: Το ένα GameObject περιστρέφεται έτσι ώστε να αντικρίζει το άλλο.
2. LookAt: Το ένα GameObject περιστρέφεται προς το άλλο.(Μια απλοποιημένη εκδοχή του Aim.)
3. Parent: Γίνεται η περιστροφή και η μετακίνηση του ενός GameObject αναλογικά με το άλλο.
4. Position: Γίνεται η μετακίνηση του ενός GameObject αναλογικά με το άλλο.
5. Rotation: Γίνεται η περιστροφή του ενός GameObject αναλογικά με το άλλο.
6. Scale: Γίνεται η αλλαγή του μεγέθους του ενός GameObject αναλογικά με το άλλο.

## Rotation and orientation in Unity

Στην unity χρησιμοποιούνται δυο μέθοδοι αναπαράστασης των γωνιών, μέσω των Euler γωνιών και μέσω των quaternions . Οι δύο μέθοδοι μεταξύ τους έχουν διαφορετικές χρήσεις και περιορισμούς αλλά στον χρήστη έχουν τα ίδια αποτελέσματα. Συνήθως η περιστροφή των αντικειμένων στην σκηνή κάνει χρήση του “Transform component” στο οποίο εισάγονται οι Euler γωνίες αλλά η αποθήκευση στο σύστημα της Unity γίνεται σε quaternions τα οποία είναι χρήσιμα για πιο περίπλοκες κινήσεις από αυτές των Euler γωνιών.

## Φώτα

Τα φώτα είναι ένα σημαντικό κομμάτι της σκηνής. Μέσω το φώτων ορίζονται τα χρώματα του τρισδιάστατου περιβάλλοντος το οποίο εμπεριέχεται στη σκηνή. Συνήθως σε μία σκηνή αξιοποιούνται παραπάνω από ένα φώτα τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους. Αφού προστεθούν στην σκηνή τα φώτα μπορεί να γίνει η επεξεργασία τους, όσον αφορά το πως επιδρούν στο περιβάλλον, όπως σε ένα GameObject.

## Κάμερες

Με την βοήθεια των καμερών γίνεται η απεικόνιση του τελικού αποτελέσματος που εμφανίζεται στον χρήστη. Η χρήση της κάμερας είναι απαραίτητη για την απεικόνιση του τρισδιάστατου περιβάλλοντος σε μία οθόνη δυο διαστάσεων. Το εμφανιζόμενο υλικό της οθόνης είναι η αποτύπωση του περιβάλλοντος από την κάμερα. Σε μια εφαρμογή είναι απαραίτητη η χρήση μιας τουλάχιστον κάμερας διότι χωρίς αυτή είναι αδύνατη η αποτύπωση της εφαρμογής στην οθόνη του χρήστη. Πολλαπλές κάμερες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολυσύνθετες εφαρμογές όπου η ανάγκες της εφαρμογής δεν καλύπτονται με την αξιοποίηση μιας κάμερας.



## 3 Λογισμικά Ανάπτυξης Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας – Vuforia

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί η χρηστικότητα των λογισμικών ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας και ο τρόπος λειτουργίας τους. Ακόμα να περιγραφεί αναλυτικά η μηχανή της Vuforia όπως και τα εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται για την επαύξηση καθώς και η σχέση με την Unity.

### 3.1 Πακέτο Λογισμικού Επαυξημένης Πραγματικότητας

Από τα SDK<sup>8</sup> της επαυξημένης πραγματικότητας εξασφαλίζεται η λειτουργικότητα των εφαρμογών της επαυξημένης πραγματικότητας. Μέσω των AR SDKs παρέχονται εργαλεία τα οποία διευκολύνουν την ανάπτυξη AR εφαρμογών όπως είναι η αναγνώριση σε AR, ο εντοπισμός σε AR και αναπαράσταση υλικού σε AR. Το εργαλείο της αναγνώρισης σε AR λειτουργεί ως ο εγκέφαλος της AR εφαρμογής. Το εργαλείο του εντοπισμού σε AR μπορεί να χαρακτηριστεί ως τα μάτια της εφαρμογής και το εργαλείο της αναπαράστασης υλικού σε AR είναι εικονικά αντικείμενα αναπαρασταθέντα στον πραγματικό κόσμο. Μέσω αυτών των εργαλείων καλύπτονται οι ανάγκες των εφαρμογών με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο.

### 3.2 Περιγραφή της Vuforia

Η μηχανή της Vuforia είναι μία πλατφόρμα που αξιοποιείται για την ανάπτυξη AR εφαρμογών. Από την πλατφόρμα της Vuforia χρησιμοποιούνται αξιόπιστες, σταθερές και αποτελεσματικές τεχνικές computer vision από τις οποίες παρέχονται στους προγραμματιστές πολλαπλές διευκολύνσεις, συμβατότητα με μεγάλος εύρος συσκευών και αποδέσμευση από διάφορους περιορισμούς.

Απο την μηχανή της Vuforia προσφέρεται ένα εύρος ανιχνεύσιμου υλικού κατηγοριοποιημένο σε εικόνες, αντικείμενα και περιβάλλον.

#### Ανιχνεύσιμες Εικόνες

Η πλατφόρμα της Vuforia αποτελείται από διαφορετικά εργαλεία όπως είναι το Target Management System, το Cloud Target Database, Device Target Database και το Vuforia engine. Για να γίνει μια εικόνα ανιχνεύσιμη από μεριάς του

προγραμματιστή πρέπει είτε να ανέβει στην βάση δεδομένων της Vuforia η οποία είναι συνδεδεμένη με την εφαρμογή ή να είναι αποθηκευμένη κατευθείαν στην μνήμη της συσκευής όπου πάλι να έχει πρόσβαση η εφαρμογή. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται οι εικόνες στόχοι.(Image Targets) Οι εικόνες που μπορούν να γίνουν αποδεκτές απο το σύστημα της Vuforia είναι αρχεία μορφής JPG ή PNG με μέγιστο μέγεθος τα 2.25MB και ελάχιστη ανάλυση τα 320 pixels.

Οι εικόνες στόχοι (Image Targets) αναπαριστούν τις εικόνες η οποίες μπορούν να ανιχνευτούν απο την μηχανή της Vuforia. Η αναγνώριση τους γίνεται με την συγκριση των δειγμάτων της κάμερας με τις εικόνες στόχους στη βάση δεδομένων. Με το που γίνει η αναγνώριση της εικόνας εμφανίζεται το υλικό της AR.

Ακόμα για τις εικόνες παρέχονται κι άλλα χαρακτηριστικά όπως η ανίχνευση πολλαπλών στόχων εικόνων αποτυπωμένες σε κάποιο γεωμετρικό σχήμα όπως σε ένα κουτί. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η ανίχνευση του αντικειμένου από όλες της μεριές οι οποίες καλύπτονται από τις φωτογραφίες.

Τέλος παρέχονται τα VuMarks τα οποία είναι τα bar code της νέας γενιάς όπως αναφέρονται στο site της Vuforia. Είναι σχέδια τα οποία παρέχουν όλη την πληροφορία που περιέχεται σε ένα bar code αλλά ταυτόχρονα λειτουργούν ως στόχοι εικόνες.

### **Ανιχνεύσιμα αντικείμενα**

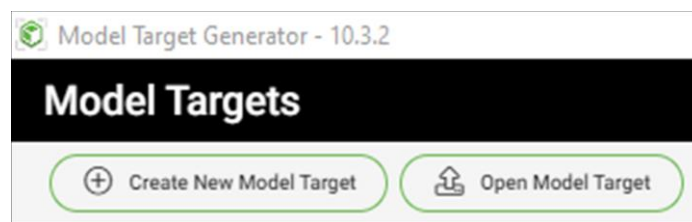
Η ανίχνευση αντικειμένων μέσω του σχήματος τους γίνεται χρησιμοποιώντας τα τρισδιάστατα μοντέλα των αντικειμένων. Για την ανίχνευση αυτών είναι απαραίτητη η δημιουργία μοντέλων στόχων. Μπορούν να ανιχνευτούν αντικείμενα πολλών κατηγοριών όπως είναι ο βιομηχανικός εξοπλισμός, τα οχήματα, τα παιχνίδια τα οικιακά σκεύη και άλλα αντικείμενα με περίπλοκες επιφάνειες .

Για την λειτουργία των μοντέλων στόχων είναι απαραίτητη η πρόσβαση στα τρισδιάστατα μοντέλα του αντικειμένου. Τα τρισδιάστατα μοντέλα μπορούν να δημιουργηθούν σε κάποιο πρόγραμμα σχεδιασμού ή να δημιουργηθεί το ψηφιακό αντίγραφο του πραγματικού αντικειμένου με την διαδικασία της σάρωσης. Για την

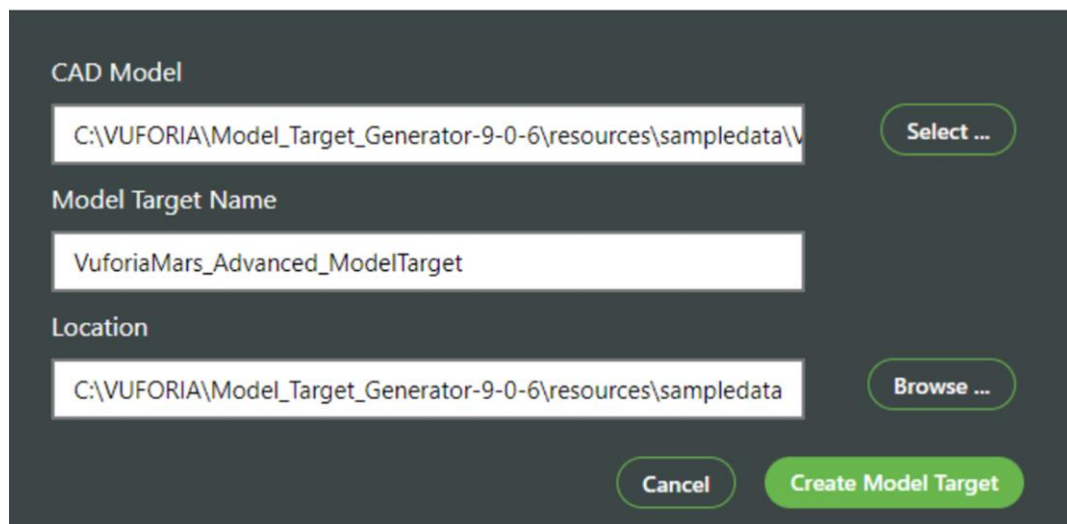
καλύτερη αναγνώριση το αντικείμενο θα πρέπει να είναι άκαμπτο και να μην παρουσιάζονται αντανακλώμενες επιφάνειες πάνω στο αντικείμενο.

Για την δημιουργία μοντέλων στόχων χρειάζεται η εφαρμογή Model Target Generator (MTG). Μέσω της MTG εξάγεται μια βάση δεδομένων της Vuforia η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί από το SDK της Vuforia στην Unity ή σε εφαρμογές υλοποιημένες εξολοκλήρου από τον χρήστη, για την αναγνώριση των αντικειμένων. Όταν εισαχθεί το τρισδιάστατο μοντέλο στην Model Target Generator γίνεται η εκτίμηση της αναγνωρισιμότητας του αντικειμένου και στην συνέχεια ακολουθεί ένας οδηγός δημιουργίας του μοντέλου στόχου.

1. Στο πρώτο βήμα γίνεται η εκκίνηση της διαδικασίας δημιουργίας εκ νέου ή η επεξεργασία των ήδη υπάρχων, μοντέλων στόχων.

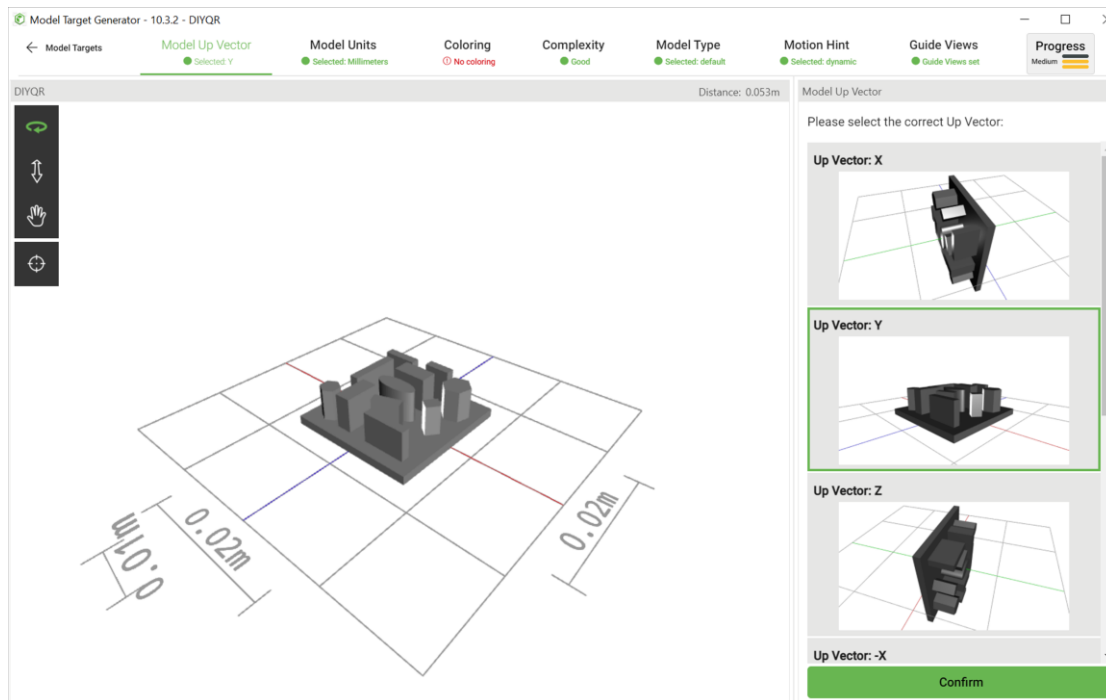


Εικόνα 11: Μπάρα δημιουργίας μοντέλων στόχων.



Εικόνα 13: Παράθυρο επιλογής τρισδιάστατου μοντέλου του αντικειμένου.

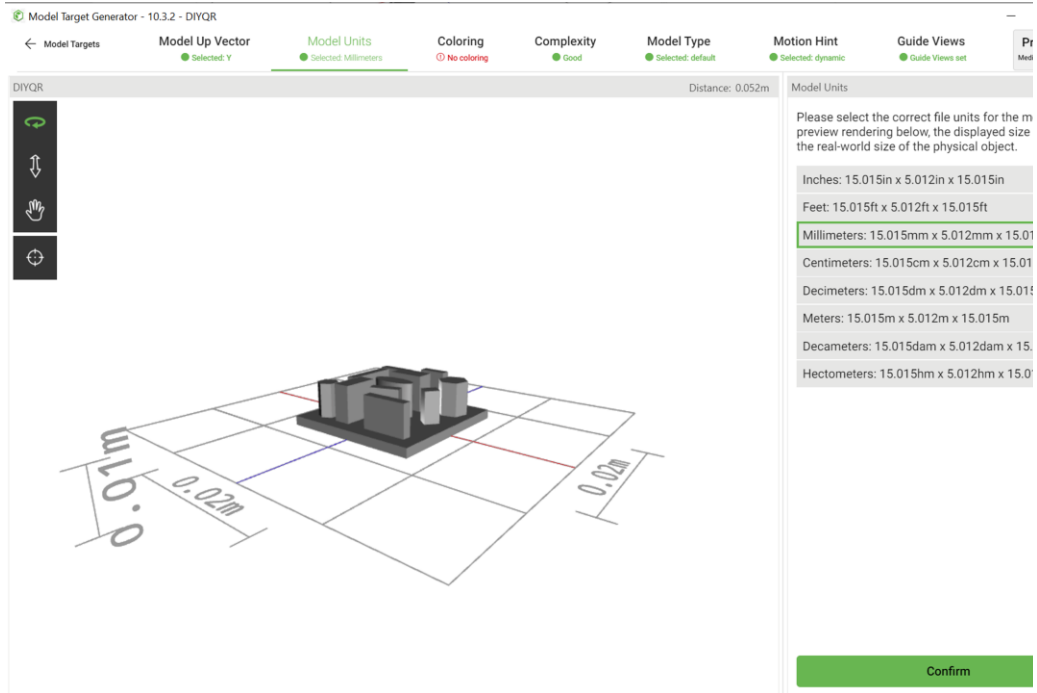
2. Στο πρώτο βήμα γίνεται η επιλογή του προσανατολισμού του αντικειμένου πάνω στους τρεις άξονες.



Εικόνα 12: Παράθυρο προσανατολισμού του αντικειμένου.

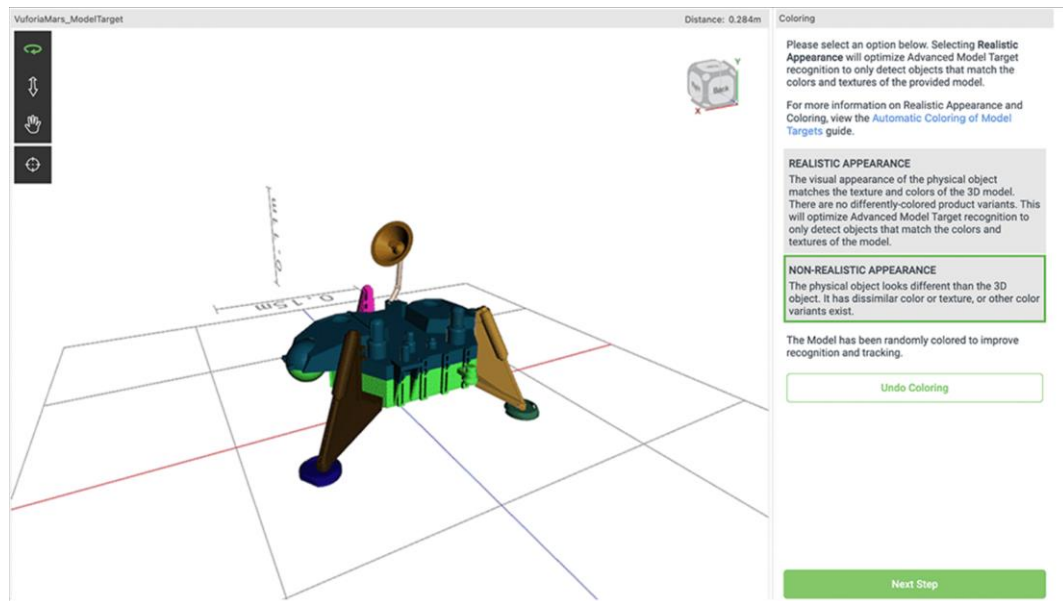
3. Στο δεύτερο βήμα επιλέγονται οι μονάδες μέτρησης μεγέθους του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο. Συνήθως στα προγράμματα σχεδιασμού δεν συμπεριλαμβάνονται οι μονάδες μέτρησης του οπότε επιλέγονται από τον χρήστη.





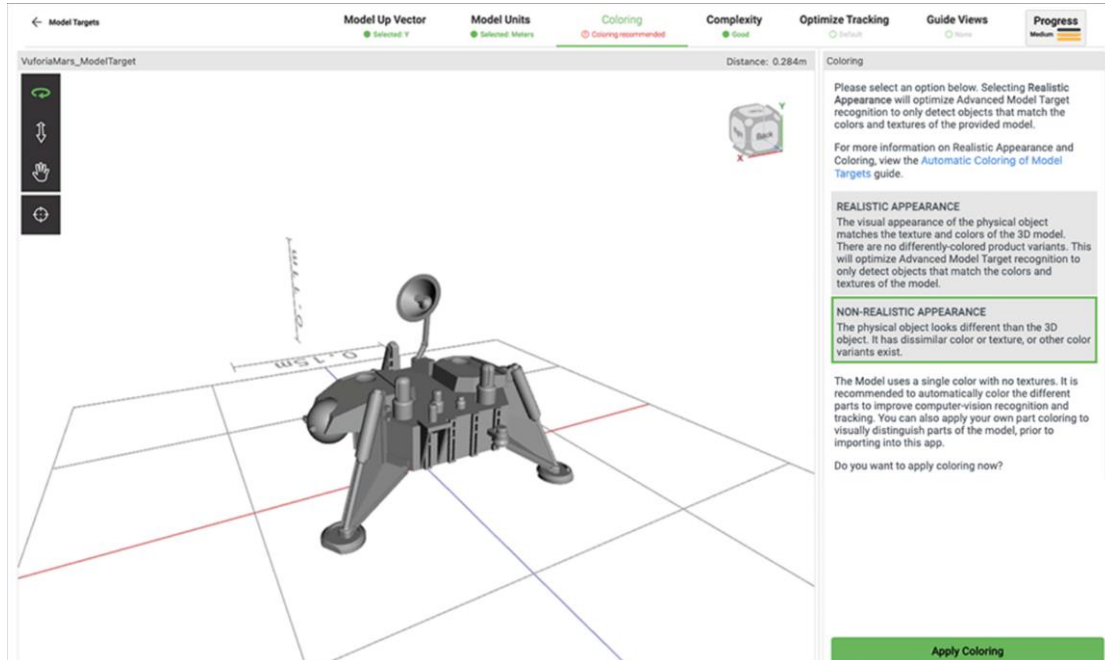
Εικόνα 13: Παράθυρο επιλογής μονάδων μέτρησης.

4. Στο τρίτο βήμα με την επιλογή “**Non Realistic Appearance**” μπορεί να γίνει αυτόματος χρωματισμός του αντικειμένου για καλύτερη αναγνώριση. Ο αυτόματος χρωματισμός είναι χρήσιμος σε αντικείμενα τα οποία αποτελούνται από πολλαπλά κομμάτια όπου δεν υπάρχει κάποιο προυπάρχων Texture. Σε αντικείμενα τα οποία είναι ενιαία θα εφαρμοστεί μόνο ένα χρώμα το οποίο είναι περιττό να γίνει.



Εικόνα 14: Μοντέλο αυτόματου χρωματισμού σε αντικείμενα χωρίς Texture.

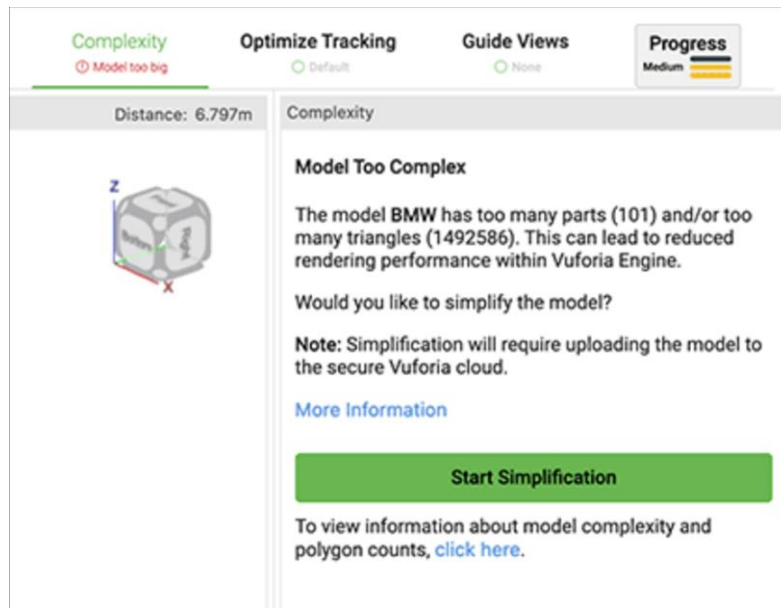
Στην περίπτωση όπου στο αντικείμενο είναι εφαρμοσμένο το texture που υπάρχει και στην πραγματικότητα υπάρχει η επιλογή **“Realistic Appearance”** όπου δεν εφαρμόζεται κάποιος χρωματισμός.



Εικόνα 15: Μοντέλο αυτόματου χρωματισμού σε αντικείμενα με Texture.

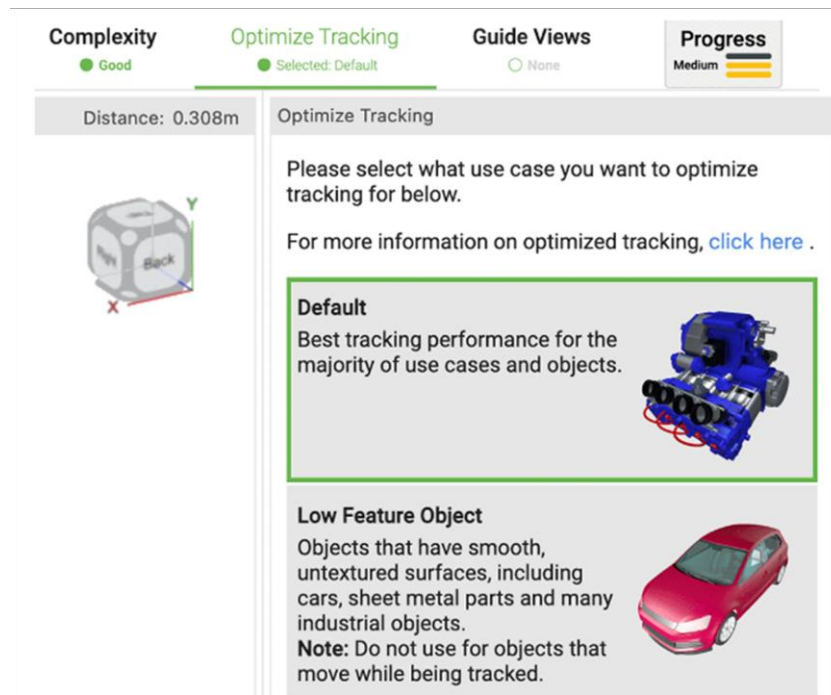
5. Στο τέταρτο βήμα γίνεται ο έλεγχος της πολυπλοκότητας του μοντέλου που έχει εισαχθεί. Το MTG μπορεί να δεχθεί μοντέλα με 400.000 ως μέγιστο αριθμό πολύγωνων και τριγώνων, 20 ως μέγιστο αριθμό αντικειμένων τα

οποία απαρτίζουν το συνολικό μοντέλο και 5 ως μέγιστο αριθμό textures πάνω στο αντικείμενο. Στην περίπτωση που το μοντέλο είναι τόσο πολύπλοκο ώστε να μην μπορεί να εισαχθεί στο MTG υπάρχει μια διαδικασία της Vuforia που γίνεται αυτόματα η οποία ονομάζεται “**Simplification**”. Με την διαδικασία αυτή μειώνονται τα πολύγωνα, τα τρίγωνα και τον αριθμό των αντικειμένων του μοντέλου.



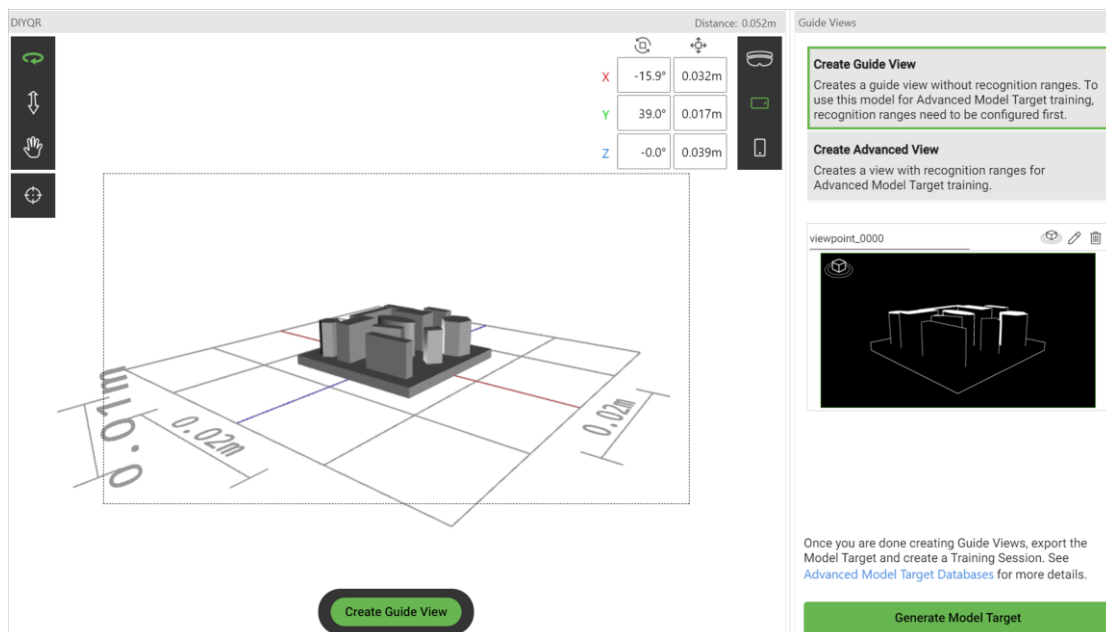
Εικόνα 16: Παράθυρο ελέγχου πολυπλοκότητας αντικειμένου.

6. Στο πέμπτο βήμα γίνεται βελτιστοποίηση της ανίχνευσης. Επιλέγεται η μέθοδος εντοπισμού αναλόγως τα εξωτερικά χαρακτηριστικά του αντικειμένου.
  - a) **Default:** η μέθοδος **Default** χρησιμοποιείται για την πληθώρα των αντικειμένων τα οποία έχουν περίπλοκη γεωμετρία και μπορούν να είναι ευκόλως διακριτά από την μηχανή της Vuforia
  - b) **Low Feature Object:** η μέθοδος **Low Feature Object** χρησιμοποιείται για αντικείμενα με πιο απλή γεωμετρία επιφάνειας ,όπου αντανακλάται το φως και λείες επιφάνειες όπως είναι αυτοκίνητα η βιομηχανικά εργαλεία ή μηχανήματα. Η αναγνωρισιμότητα σε υλικά αυτών των χαρακτηριστικών είναι δυσκολότερη και για αυτόν τον λόγο επιλέγεται αυτή η μέθοδος.
  - c) **AR\_Controller:** η μέθοδος **AR\_Controller** εφαρμόζεται εσωτερικά της **Unity** ή της εφαρμογής που έχει αναπτυχθεί. Με την μέθοδο αυτή γίνεται πιο εύκολη η αναγνώριση αντικειμένων που βρίσκονται συνεχώς σε κίνηση .



Εικόνα 17: Παράθυρο βελτιστοποίησης ανίχνευσης.

7. Στο έκτο βήμα γίνεται η δημιουργία του **Guide View**. Το **Guide View** είναι χρήσιμο για την εκκίνηση της ανίχνευσης ενός μοντέλου στόχου. Υπάρχουν δυο επιλογές, το **Guide View** και το **Advanced View**.

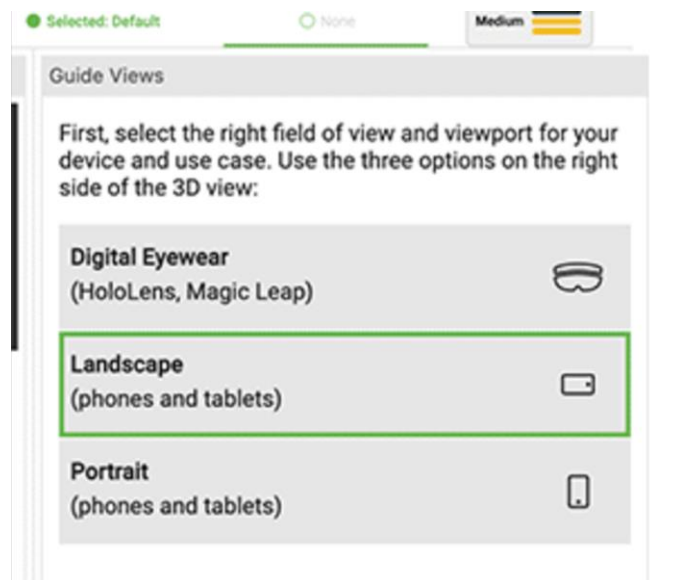


Εικόνα 18: Παράθυρο του Guide View.



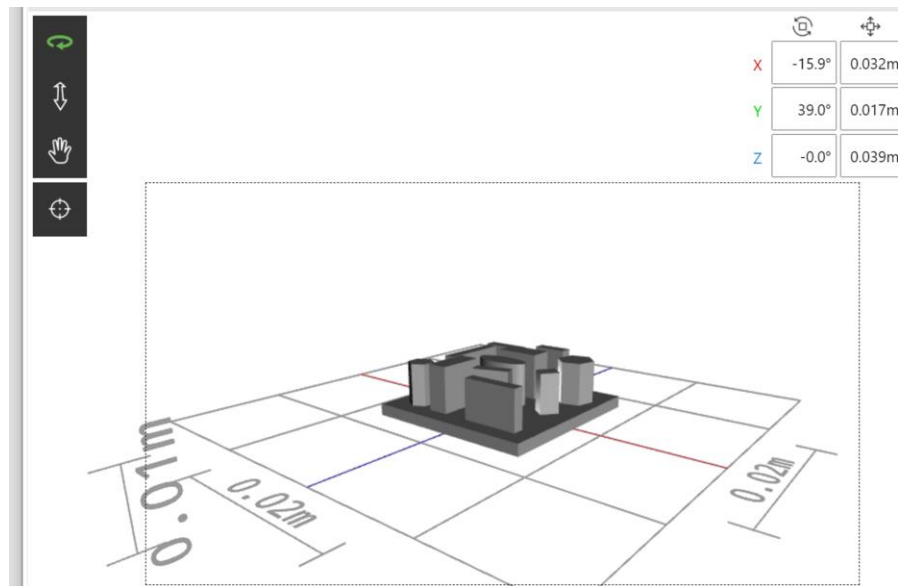
a) **Guide View**: στην επιλογή του **Guide View** την ώρα λειτουργίας εμφανίζονται οι γραμμές διαγράμμισης του μοντέλου οι οποίες θα πρέπει να εφάπτονται με το αντικείμενο στον πραγματικό κόσμο για να γίνει ο εντεοπισμός του. Για την δημιουργία του **Guide View** ακολουθεί ένας οδηγός με βήματα τα οποία πρέπει να ακολουθηθούν από τον χρήστη.

- Στο πρώτο βήμα επιλέγεται η γωνία λήψης του βίντεο απο την κάμερα κατά την ώρα της λειτουργίας της εφαρμογής. Υπάρχουν οι επιλογές **Landscape**, **Portrait** και **Digital Eyewear**.



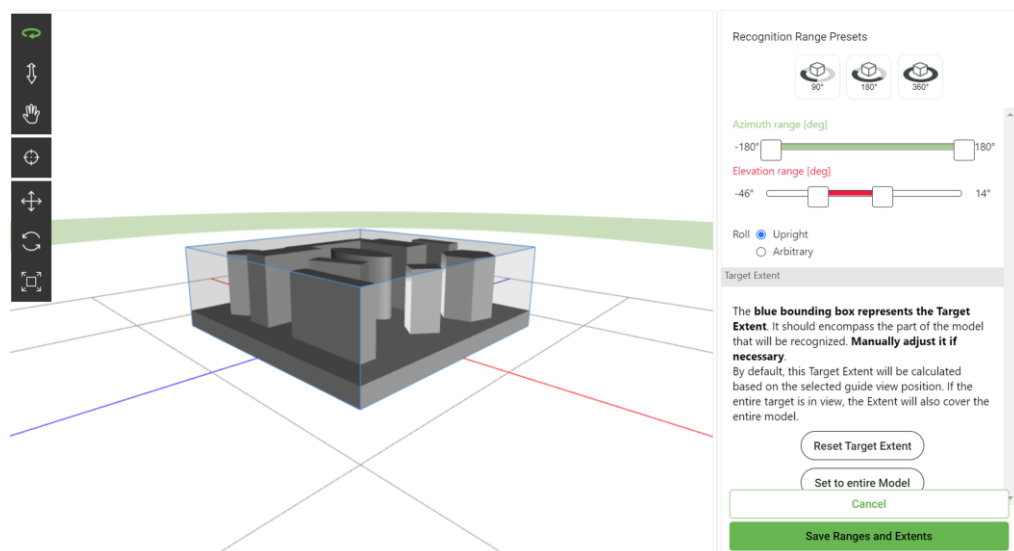
Εικόνα 19: Menu επιλογών γωνίας λήψης βίντεο.

- Στο επόμενο βήμα γίνεται η προσαρμογή του Guide View μέσω των εργαλείων που παρέχονται από την MTG. Με την προσαρμογή αυτή επιλέγεται η θέση τοποθέτησης του αντικείμενο από τον χρήστη την ώρα της αναγνώρισης .



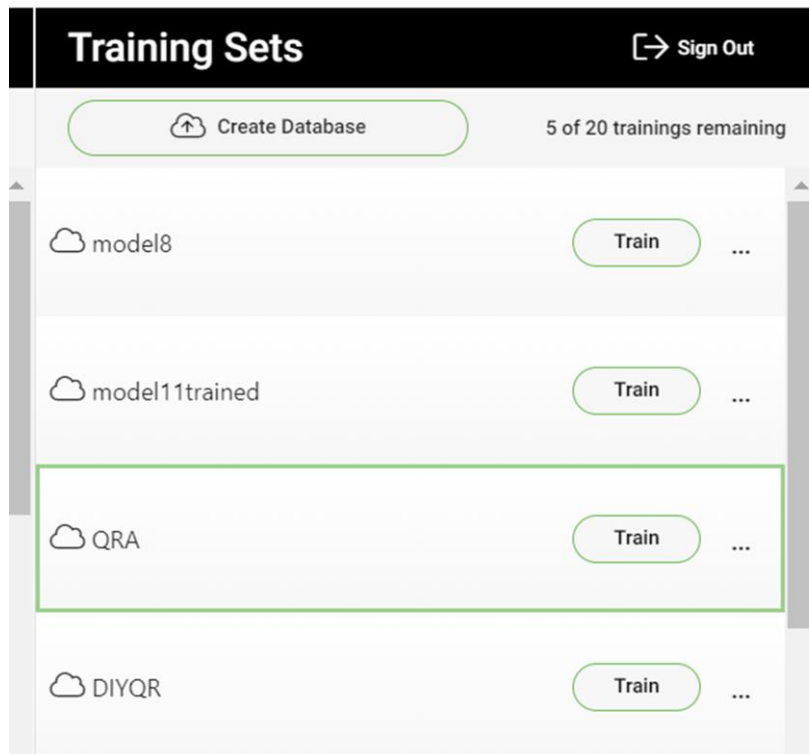
Εικόνα 20: Παράθυρο επεξεργασίας Guide View.

b) **Advanced View**: στην επιλογή **Advanced View** η δημιουργείται ένα μοντέλο στόχος το οποίο είναι αναγνωρίσιμο περιμετρικά. Για να δημιουργηθεί ένα **Advanced View** αρχικά πρέπει να επιλεχθεί το μέγεθος του φάσματος της περιεκτικότητας στο οποίο επιλέγεται να είναι αναγνωρίσιμο το αντικείμενο.



Εικόνα 21: Παράθυρο δημιουργίας Advanced View.

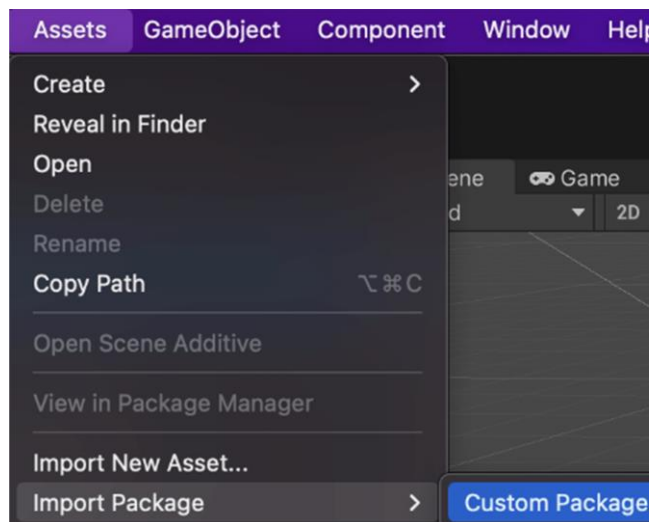
Μετα την δημιουργία του **Advanced View** γίνεται η αποστολή του αρχείου στην βάση δεδομένων της **Vuforia** όπου μέσω deep learning γίνεται η εκπαίδευση του μοντέλου στόχο ώστε να είναι αναγνωρίσιμο κατα τον επιλεγμένο τρόπο.



Εικόνα 22: Παραθυρο αποστολής των Advanced View για εκπαίδευση.

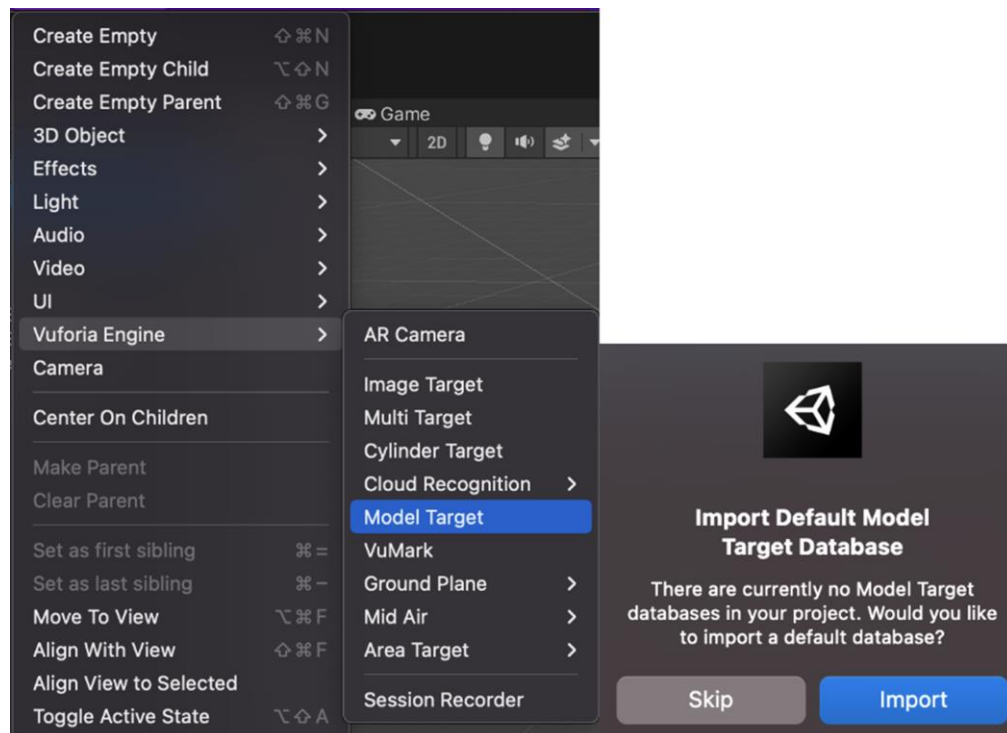
### 3.3 Vuforia και Unity

Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του πακέτου της **Vuforia** είναι ότι μπορεί πολύ εύκολα να εισαχθεί στην Unity. Αυτό μπορεί να γίνει από την μπάρα εργαλείων της **Unity** πατώντας Assets -> Import package -> Custom Package και επιλέγοντας το πακέτο της Vuforia.



Εικόνα 23: Διαδρομή εισαγωγής πακέτου στην Unity.

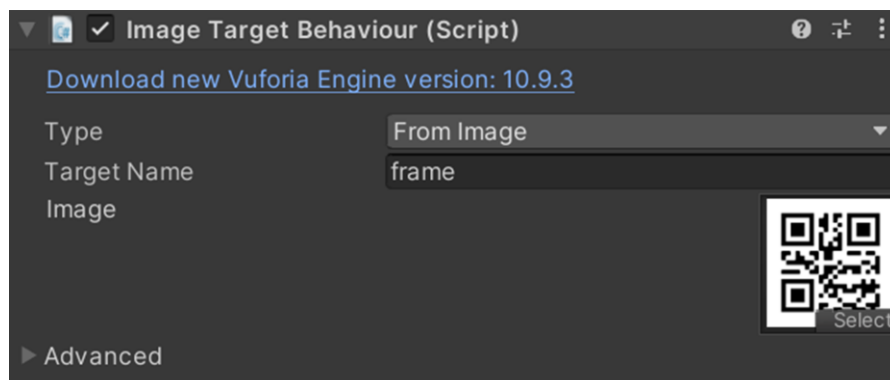
Με την εισαγωγή του πακέτου της **Vuforia** δίνεται η δυνατότητα να εισαχθούν ως **GameObjects** τα αντικείμενα της όπως είναι οι εικόνες στόχοι (Image Targets) και τα μοντέλα στόχοι (Model Target).



Εικόνα 24: Παράδειγμα εισαγωγής Model Target.

## Image

Στο **GameObject** της εικόνας στόχου στο παράθυρο του **Inspector** υπάρχει ένα Script με όνομα Model Target Behavior. Μέσω αυτού του **script** μπορεί να επιλεγεί από τον χρήστη η εικόνα στόχος.

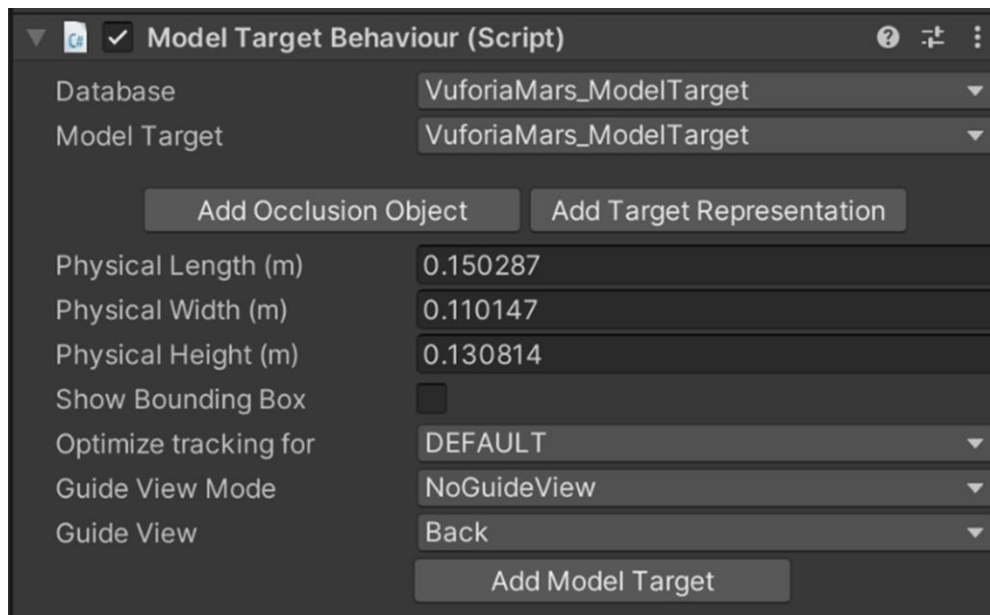


Εικόνα 25: Script του Image Target στην Unity.



## Model Target

Στο **GameObject** του μοντέλου στόχου στο παράθυρο του **Inspector** υπάρχει ένα **Script** με όνομα **Model Target Behavior**. Μέσω αυτού του Script δίνεται η δυνατότητα να δοθούν διάφορες πληροφορίες από τον χρήστη όπως είναι το μοντέλο στόχος το οποίο έχει εξαχθεί από την μηχανή της **Vuforia**, τα φυσικά μεγέθη του αντικειμένου , τον τρόπο ανίχνευσης και το **Guide View** της επιλογής του.



Εικόνα 26: Script του Model Target στην Unity.

## Default Observer Event Handler

Μέσω του **Script Default Observer Handler** δίνεται η δυνατότητα να εκτελεστούν κάποιες διεργασίες, οι οποίες θα έχουν επιλεχθεί από τον χρήστη. Οι εκτέλεση αυτών των διεργασιών μπορεί να γίνει **όταν** η εφαρμογή “βρει” τον στόχο ή όταν τον “χάσει”. Ακόμα υπάρχουν οι επιλογές **Tracked**, **Track or Extrended Tracked** και **Track or Extrended Tracked or Limited**. Μέσω αυτών των επιλογών μπορεί να ρυθμιστεί η εκτέση στην οποία ένα αντικείμενο θεωρείται ανιχνευμένο.

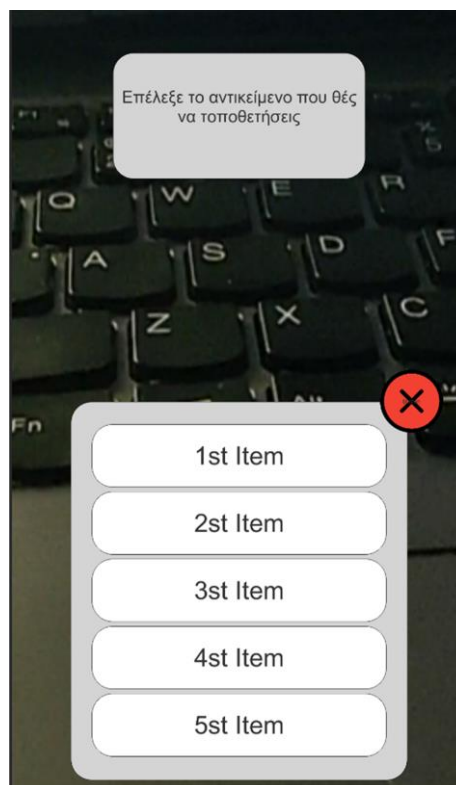
## 4 Περιγραφή λογισμικού

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί η ανάπτυξη της εφαρμογής και θα γίνει επεξήγηση του κώδικα του κάθε script. Ακόμα θα δοθούν οδηγίες για την περαιτέρω ανάπτυξη της ήδη υπάρχουσας εφαρμογής και επιπλέον οδηγίες για την τροποποίηση της.

### 4.1 Τρόπος λειτουργίας

Αρχικά ο βασικός σκοπός της διπλωματικής είναι η διευκόλυνση του χρήστη στην συναρμολόγηση ενός ηλεκτρολογικού πίνακα χωρίς να διαθέτει προγραμματιστικές γνώσεις. Μέσω μιας κινητής συσκευής μπορούν να γίνει καθοδήγηση του χρήστη για τις θέσεις τοποθέτησης των ηλεκτρολογικών συσκευών πάνω στον ηλεκτρολογικό πίνακα. Ένας οδηγός με την λειτουργία της εφαρμογής παρουσιάζεται παρακάτω.

1. Το πρώτο βήμα είναι να επιλεγεί από τον χρήστη το αντικείμενο το οποίο θέλει να τοποθετήσει από το menu επιλογών.



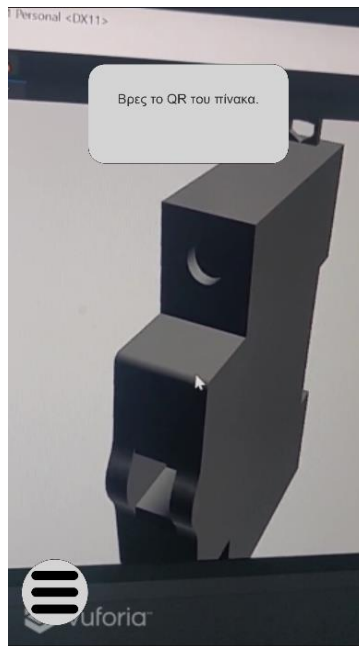
Εικόνα 27: Στιγμιότυπο οθόνης της εφαρμογής του πρώτου βήματος.

2. Στο δεύτερο βήμα εμφανίζεται το τρισδιάστατο μοντέλο του αντικειμένου που έχει επιλεγθεί όπως και το **Guide View** του μοντέλου στόχου του. Επίσης εμφανίζεται ένα κείμενο στο οποίο δίνεται η οδηγία να βρεθεί το απεικονιζόμενο μοντέλο.



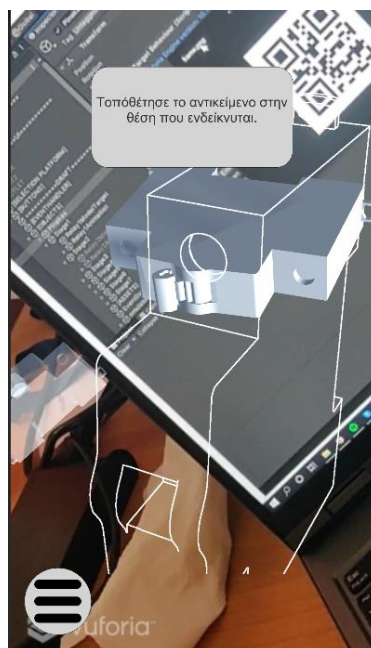
Εικόνα 28: Στιγμιότυπο οθόνης της εφαρμογής του δεύτερου βήματος.

3. Στο τρίτο βήμα οδηγείται ο χρήστης μετά την εύρεση του αντικειμένου. Στο τρίτο βήμα εμφανίζεται ένα κείμενο στο οποίο δίνεται η οδηγία να βρεθεί ο πίνακας ταυτόχρονα ενεργοποιείται η εικόνα στόχος η οποία είναι τοποθετημένη στον πίνακα.



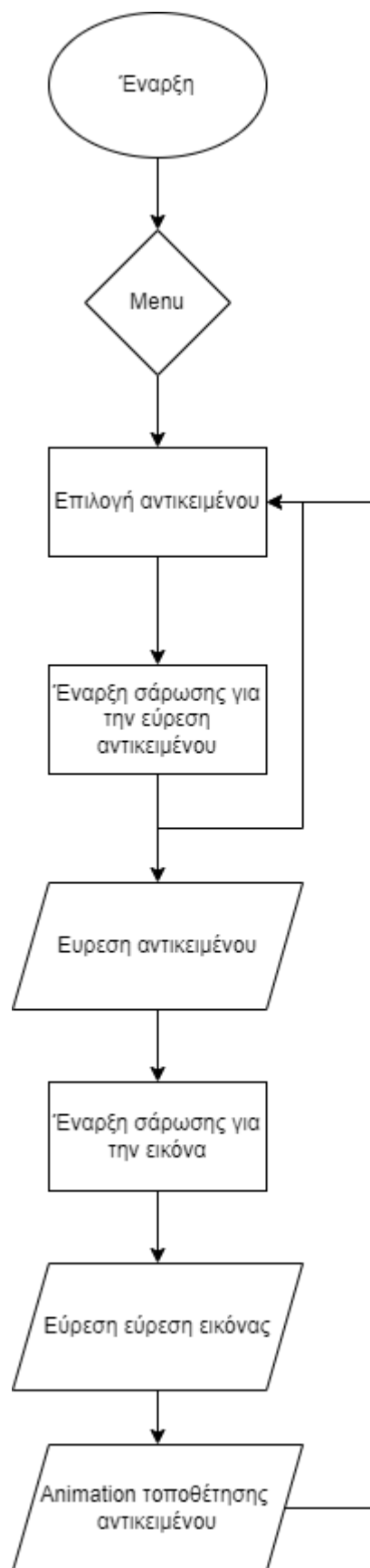
Εικόνα 29: Στιγμιότυπο οθόνης της εφαρμογής του τρίτου βήματος.

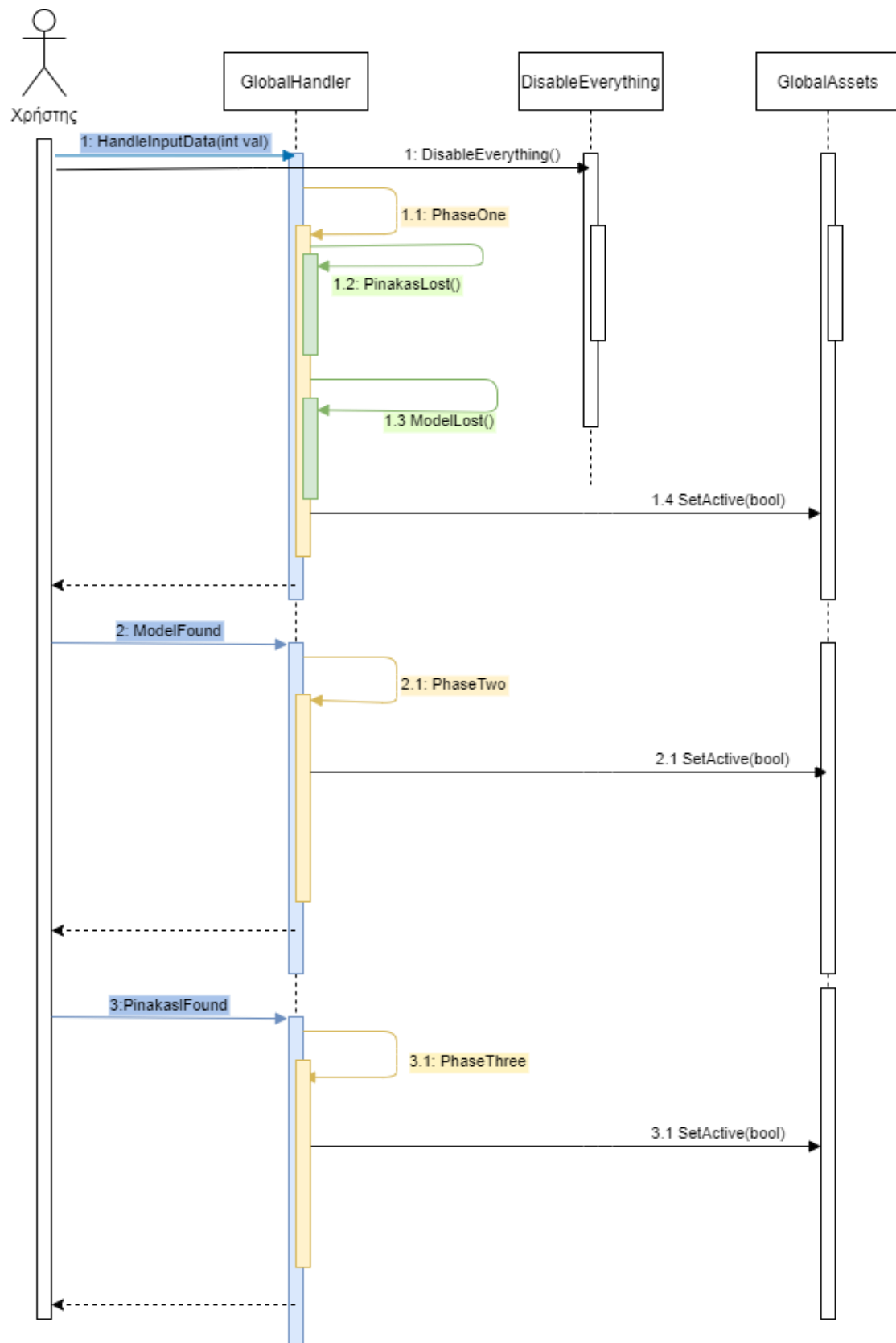
4. Στο τέταρτο βήμα οδηγείται ο χρήστης μετά την εύρεση του πίνακα. Στο τέταρτο βήμα δημιουργείται ένα animation του τρισδιάστατου μοντέλου του επιλεγμένου αντικειμένου το οποίο εκτελεί μια κίνηση σταθερής ταχύτητας από το αντικείμενο στην θέση τοποθέτησης στον πίνακα. Ακόμα εμφανίζεται σταθερά το τρισδιάστατο μοντέλο στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.



Εικόνα 30: Στιγμιότυπο οθόνης της εφαρμογής του τέταρτου βήματος.

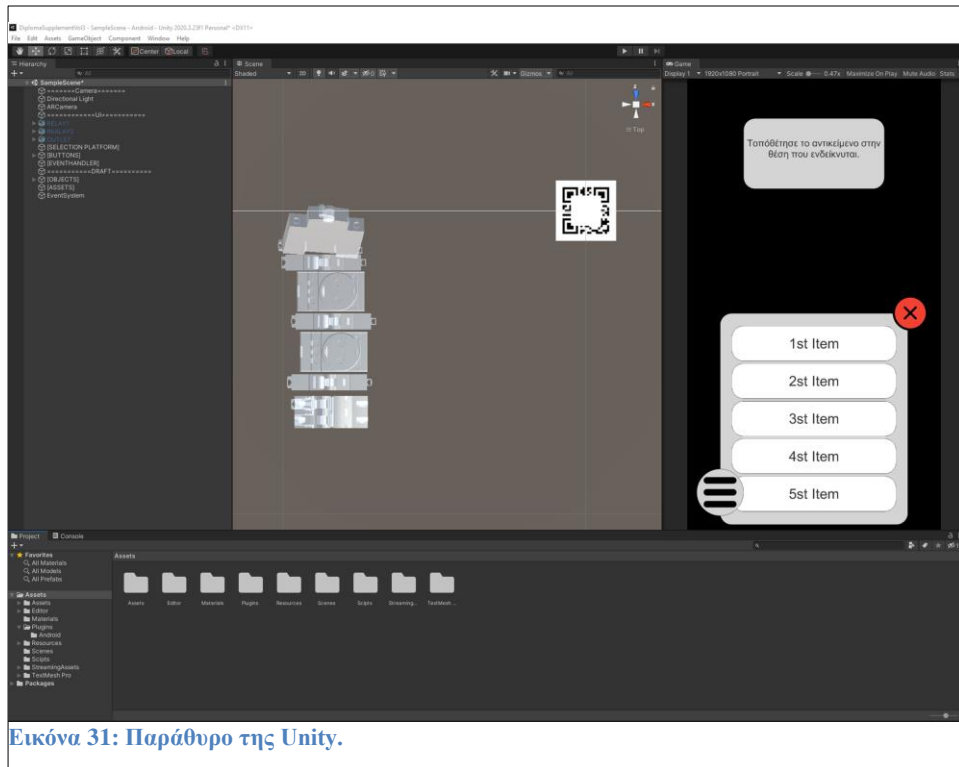






## 4.2 Περιγραφή εφαρμογής στην Unity

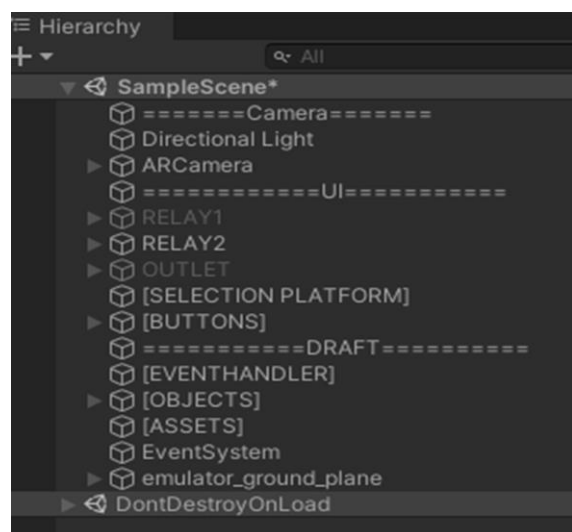
Ανοίγοντας το αρχείο της εφαρμογής στην Unity παρατηρούνται τα GameObjects στο Hierarchy, οι φάκελοι με τα αρχεία της εφαρμογής στο παράθυρο του Project, το Scene View και το GameView.



Εικόνα 31: Παράθυρο της Unity.

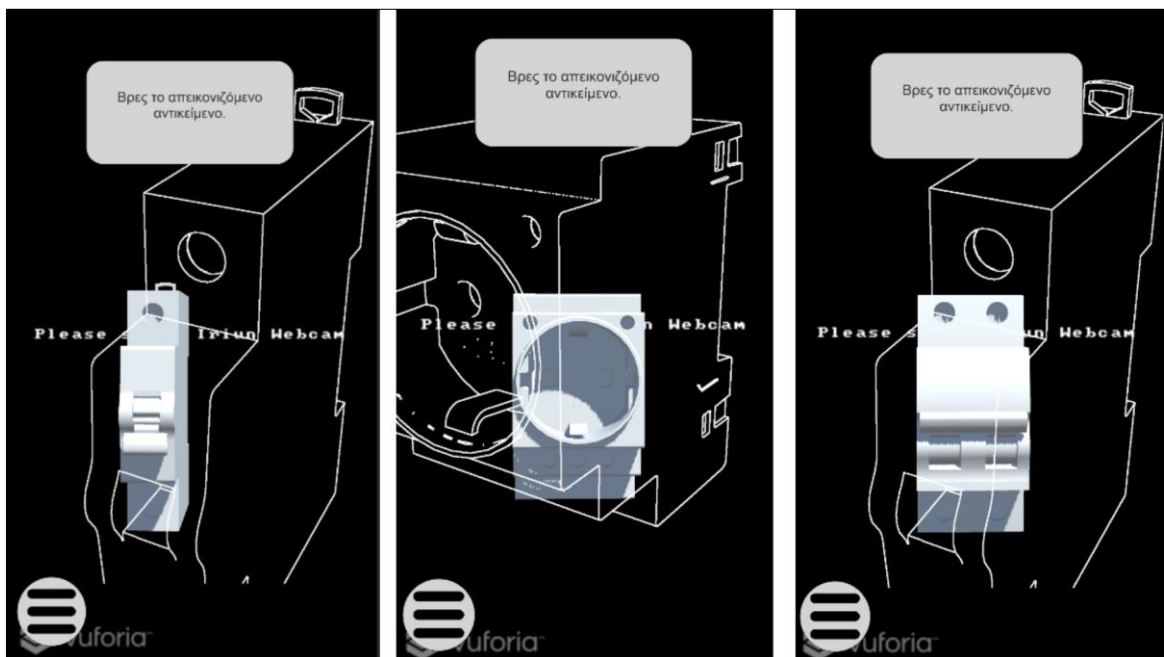
### Hierarchy

Για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου ανάπτυξης της εφαρμογής θα γίνει η ανάλυση των GameObjects στο **hierarchy**.



Εικόνα 32: Παράθυρο του Hierarchy του έργου.

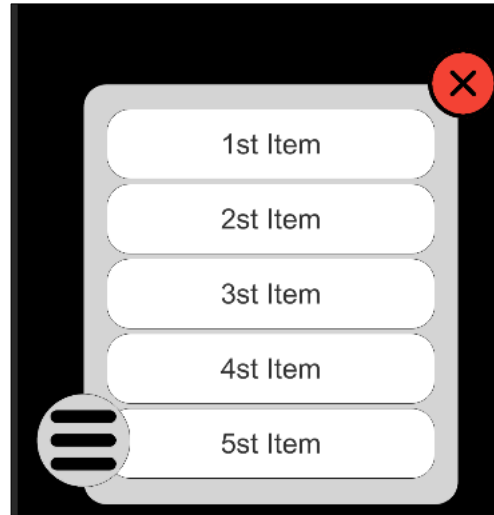
1. Ξεκινώντας από το την ενότητα “Camera” εμφανίζονται δυο GameObject από τα οποία επηρεάζεται το τι βλέπει ο χρήστης.
  - Μέσω του **Directional Light** γίνεται ο φωτισμός των τρισδιάστατων μοντέλων της σκηνής
  - Μέσω της **ARCamera** χρησιμοποιείται η κάμερα της συσκευής με τις απαραίτητες παραμετροποιήσεις ώστε να εκτελούνται οι λειτουργίες της επαυξημένης πραγματικότητας. Το **GameObject ARCamera** εισάγεται μέσω του πακέτου της Vuforia.
2. Στην επόμενη ενότητα “UI” υπάρχουν όλα τα στοιχεία τα οποία απεικονίζονται στην οθόνη της συσκευής και είναι αποκωμένα από την επαυξημένη πραγματικότητα, δηλαδή δεν επηρεάζονται από τον τρισδιάστατο πραγματικό κόσμο.
  - **RELAY1,RELAY2,OUTLET** Χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση του αντικειμένου το οποίο έχει επιλεγθεί για ανίχνευση από τον χρήστη.



Εικόνα 33: Τα τρία αντικείμενα στο παράθυρο του Game View.

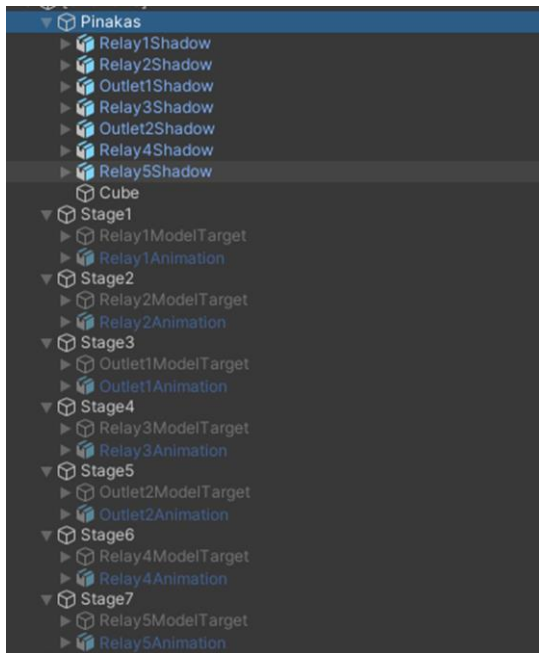


- **[BUTTONS]** : Περιέχονται μέσα όλα τα κουμπιά του **Menu**, δηλαδή αυτά που ανοίγουν και κλείνουν το **Menu** όπως και τα κουμπιά της επιλογής του αντικειμένου το οποίο είναι σειρά του να τοποθετηθεί. Επιπλέον περιέχονται τα κείμενα που εμφανίζονται στα διαφορετικά στάδια της εφαρμογής

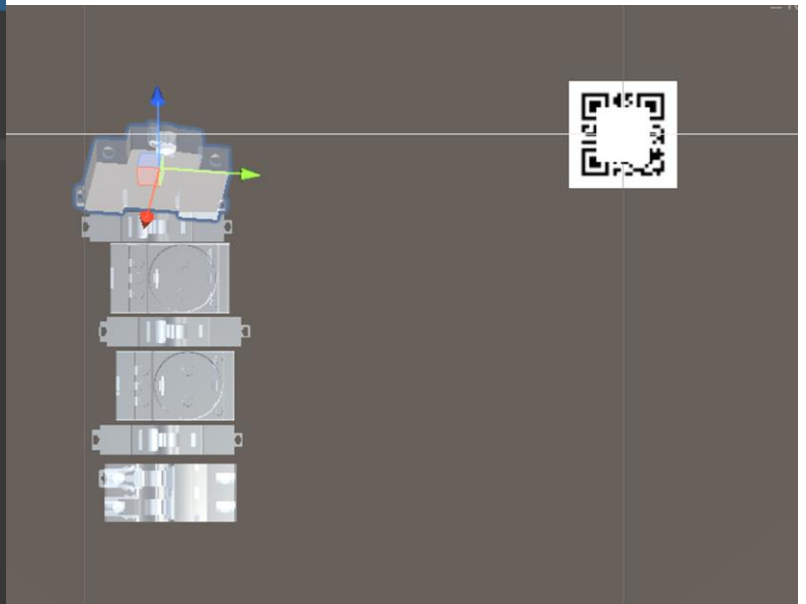


Εικόνα 34 Το Menu στο παράθυρο του GameView.

3. Στην τελευταία ενότητα “**DRAFT**” περιέχονται τα GameObjects που είναι υπεύθυνα για την λειτουργία της εφαρμογής.
  - **[EVENTHANDLER]** : Είναι ένα κενό GameObjects στο οποίο περιέχονται όλα τα Scripts τα οποία είναι υπεύθυνα για την διαχείριση των λειτουργιών των υπολοίπων GameObjects.
  - **[ASSETS]** : Είναι ένα κενό GameObjects στο οποίο περιέχεται ένα script από το οποίο δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης σχεδόν σε όλα τα GameObjects του Project.
  - **[OBJECTS]**: Μέσα βρίσκονται τα μοντέλα στόχοι του κάθε αντικειμένου(**Relay1ModelTarget,Relay2ModelTarget,Relay3ModelTarget,Relay4ModelTarget,Relay5ModelTarget,Outlet1ModelTarget,Outlet2ModelTarget**), τα τρισδιάστατα μοντέλα τα οποία γίνονται animation από την θέση του τρισδιάστατου αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα (**Relay1Animation,Relay2Animation,Relay3Animation,Relay4Animation,Relay5Animation,Outlet1Animation,Outlet2Animation** ), η εικόνα στόχος για την αναγνώριση του πίνακα(**pinakas**) καθώς και τα τρισδιάστατα μοντέλα στις θέσεις τοποθέτησεις πάνω στον πίνακα (**Relay1Shadow, Relay2Shadow, Relay3Shadow, Relay4Shadow, Relay5Shadow, Outlet1Shadow, Outlet2Shadow**).



Εικόνα 35: Τα Children του [OBJECTS].



Εικόνα 36: Τρισδιάστατα μοντέλα στις θέσεις τοποθέτησης πάνω στον πίνακα στο SceneView.

### 4.3 Ανάλυση του κώδικα

Το έργο βασίζεται σε πολλαπλά Scripts τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους για να υπάρξουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Κάποια από τα Scripts δημιουργούνται αυτόματα από την Unity με την εισαγωγή διάφορων αντικειμένων που έχουν αναφερθεί προηγουμένως, σε αυτό το κομμάτι θα αναλυθούν τα έξι Scripts που δημιουργήθηκαν από εμένα .

Το πρώτο Script το οποίο θα αναλυθεί είναι το **GlobalAssets** το οποίο είναι **Singleton**. Γενικά μιλώντας η Singleton είναι μία κλάση η οποία υπάρχει στην σκηνή της **Unity** μόνο μία φορά και μόνο σε ένα **GameObject**. Μέσω της **Singleton** τα υπόλοιπα αντικείμενα μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους και να έχουν πρόσβαση εύκολα σε άλλα **scripts** και **GameObjects**. Στην περίπτωση του συγκεκριμένου έργου όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται στην σκηνή υπάρχουν μέσα στην **GlobalAssets**. Καθεαυτόν τον τρόπο είναι προσβάσιμα απο τα υπόλοιπα **GameObjects**. Μέσω του **GlobalAssets** επιλέγονται και τα **Stages** και τα **Levels** μέσω των μεθόδων **KeepTrackStage()** και **KeepTrackLevel()** από τα κουμπιά των αντικειμένων του πίνακα στο **Scene**.

Το έργο είναι βασισμένο σε **Stages** και **Levels**. Αναλόγως το αντικείμενο που θα επιλεγεί επιλέγεται και το αντίστοιχο Stage ακόμα ανάλογα το στάδιο στο οποίο

βρίσκεται η τοποθέτηση του αντικειμένου επιλέγεται το αντίστοιχο **Level**. Υπάρχουν 7 **Stages** ένα για κάθε αντικείμενο του πίνακα ακόμα υπάρχουν 3 **Levels** ένα για κάθε βήμα της τοποθέτησης του αντικειμένου. Όταν **Level=1** γίνεται η ανίχνευση του αντικειμένου, με το που γίνει η ανίχνευση γίνεται **Level=2**. Στο **Level=2** γίνεται η ανίχνευση του πίνακα, με το που γίνει η ανίχνευση του πίνακα γίνεται **Level=3**. Στο **Level=3** εμφανίζεται το animation από το αντικείμενο στο πραγματικό κόσμο στην θέση που πρέπει να τοποθετηθεί πάνω στον πίνακα. Για παράδειγμα εάν επιλεγεί το πρώτο αντικείμενο και είναι στο στάδιο της εύρεσης του πίνακα θα είναι αντίστοιχα **Stage=1** και **Level=2**. Για την διαχείριση των λειτουργιών που θα εκτελεστούν είναι υπεύθυνο το **GlobalHandler** μέσω της μεθόδου **HandleInputData(int val)**. Στην μέθοδο αυτήν υπάρχουν switch-cases τα οποία αναλόγως το Stage πάνε στο αντίστοιχο Case και μετά μέσα στο κάθε case των stages υπάρχει άλλο switch με 3 cases που αναλόγως το Level πάει στο αντίστοιχο case.

Τα **Stage** και τα **Levels** είναι **Enums** τα οποία δημιουργούνται στο **Script Enumarations**. Στο **Enumarion** υπάρχει και ένα ακόμα **Enum** το **ModelType**. **Enum** είναι τύποι δεδομένων τα οποία χρησιμοποιούνται για την διευκόλυνση της ανάγνωσης του κώδικα. Στο **GlobalAsset** υπάρχουν δυο μεταβλητές η **CurStage** και η **CurLesson** οι οποίες είναι υπεύθυνες για το **Stage** ή το **Level** το οποίο επικρατεί την εκάστοτε στιγμή.

Το τελευταίο **Script** το οποίο είναι υπεύθυνο για την διαχείριση των διεργασιών οι οποίες εκτελούνται είναι το **DisableEverythingOnChange()**. Οι μέθοδοι οι οποίες εμπεριέχονται στο **Script** αυτό είναι υπεύθυνες για την απενεργοποίηση των **GameObjects** και την επαναφορά ρυθμίσεων, στις αλλαγές των καταστάσεων της εφαρμογής.

Υπάρχουν άλλα δύο **Scripts** τα οποία είναι υπεύθυνα για την κίνηση των τρισδιάστατων μοντέλων στο **Scene**. Το ένα ονομάζεται **MovingBoxAnimation** και είναι υπεύθυνο για την κίνηση που εκτελεί το τρισδιάστατο μοντέλο από το πραγματικό αντικείμενο στον κόσμο στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα. Το δεύτερο **Script** ονομάζεται **ConstantRotating** και είναι υπεύθυνο για την συνεχή περιστροφή ενός αντικειμένου στον άξονα y. Και τα δύο scripts τοποθετούνται πάνω στο **GameObject** από το οποίο θα εκτελεστούν αυτές οι κινήσεις.

## Global Assets

Τύπος	Μεταβλητές	Όνομα	Περιγραφή
public	Stage	CurStage	Αναλόγως το κουμπί που έχει πατηθεί απο το Menu με τα αντικείμενα, εισάγεται το stage που βρίσκεται το εκάστοτε αντικείμενο στο CurStage.
public	Level	CurLevel	Αναλόγως το βήμα στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης εισάγεται το Level στο CurLevel.
public	bool	PinakasFound	Ενεργοποιείται όταν βρεθεί η εικόνα που είναι τοποθετημένη στον πίνακα.
public	bool	ModelFound	Ενεργοποιείται όταν βρεθεί το μοντέλο στόχος που είναι ενεργοποιημένο εκείνη την στιγμή.
public	GameObject	Pinakas;	Το GameObject που περιέχει την εικόνα στόχο του πίνακα και ως children τα τρισδιάστατα μοντέλα των αντικειμένων στις θέσης τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
public	GameObject	Menu;	Όλα τα GameObject που αφορούν το Menu στο UI. Δηλαδή τα κουμπιά που επιλέγουν σε πιο Stage βρίσκεται ο χρήστης και τα κουμπια που ανοίγουν και κλείνουν το menu.
public	GameObject	MenuButton;	Το κουμπί που ανοίγει το Menu.
Texts			
public	GameObject	Text;	Περιέχονται όλα τα Texts που εμφανίζονται στην διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής το οποία δίνουν οδηγίες στον χρήστη.
public	GameObject	Text0;	Η πρώτη οδηγία που παίρνει ο χρήστης πριν εκτελέσει κάποια διεργασία
public	GameObject	Text1;	Η δεύτερη οδηγία που παίρνει ο χρήστης αφού επιλέξει το αντικείμενο που θέλει να τοποθετήσει.
public	GameObject	Text2;	Η τρίτη οδηγία που παίρνει ο χρήστης αφού βρει το αντικείμενο που ψάχνει.
public	GameObject	Text3;	Η τεταρτη οδηγία που παίρνει ο χρήστης αφού βρει το πίνακα που πρέπει να τοποθετήσει το αντικείμενο.
Find This			
public	GameObject	SingleRelay;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του μονού Relay το οποίο δείχνει στον χρήστη πως μοιάζει όταν είναι στην διαδικασία που το ψάχνει.
public	GameObject	DoubleRelay;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του διπλού Relay το οποίο δείχνει στον χρήστη πως μοιάζει όταν είναι στην διαδικασία που το ψάχνει.
public	GameObject	Outlet;	Το τρισδιάστατο μοντέλο της πρίζας το οποίο δείχνει στον χρήστη πως μοιάζει όταν είναι στην διαδικασία που το ψάχνει.
Stage 1			
public	GameObject	Relay1Animation;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του πρώτου αντικειμένου το οποίο εκτελεί ένα animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση πάνω στον πίνακα που πρέπει να τοποθετηθεί.
public	GameObject	Relay1ModelTarget;	Το Μοντέλο στόχος του πρώτου αντικειμένου το οποίο με την ενεργοποίηση του κάνει δυνατή την ανίχνευση του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο.



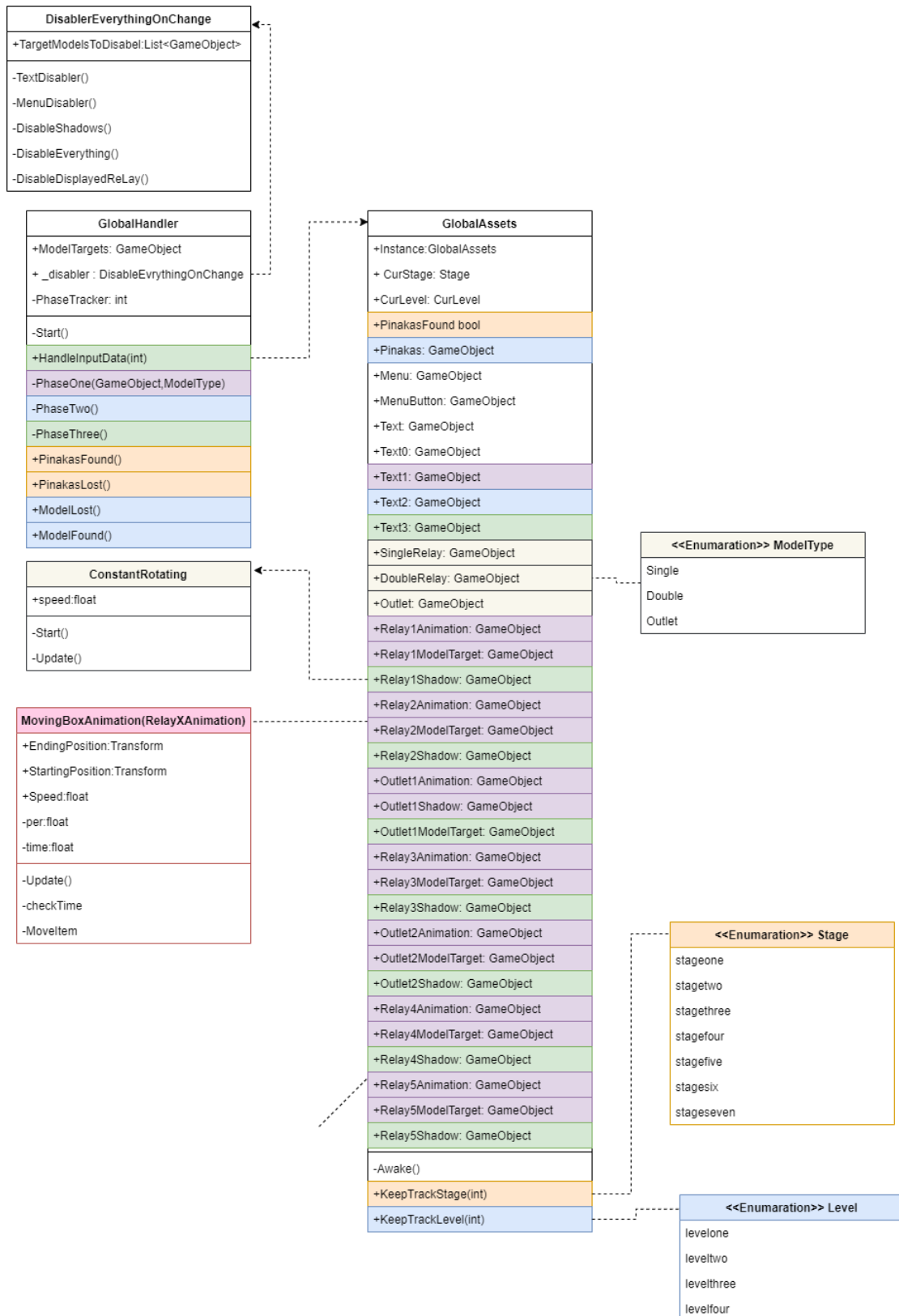
public	GameObject	Relay1Shadow;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του πρώτου αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
Stage 2			
public	GameObject	Relay2Animation;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του δεύτερου αντικειμένου το οποίο εκτελεί ένα animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση πάνω στον πίνακα που πρέπει να τοποθετηθεί.
public	GameObject	Relay2ModelTarget;	Το Μοντέλο στόχος του δεύτερου αντικειμένου το οποίο με την ενεργοποίηση του κάνει δυνατή την ανίχνευση του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο.
public	GameObject	Relay2Shadow;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του δεύτερου αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
Stage 3			
public	GameObject	Outlet1Animation;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του τρίτου αντικειμένου το οποίο εκτελεί ένα animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση πάνω στον πίνακα που πρέπει να τοποθετηθεί.
public	GameObject	Outlet1ModelTarget;	Το Μοντέλο στόχος του τρίτου αντικειμένου το οποίο με την ενεργοποίηση του κάνει δυνατή την ανίχνευση του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο.
public	GameObject	Outlet1Shadow;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του τρίτου αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
Stage 4			
public	GameObject	Relay3Animation;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του τέταρτου αντικειμένου το οποίο εκτελεί ένα animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση πάνω στον πίνακα που πρέπει να τοποθετηθεί.
public	GameObject	Relay3ModelTarget;	Το Μοντέλο στόχος του πρώτου αντικειμένου το οποίο με την ενεργοποίηση του κάνει δυνατή την ανίχνευση του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο.
public	GameObject	Relay3Shadow;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του πρώτου αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
Stage 5			
public	GameObject	Outlet2Animation;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του πέμπτου αντικειμένου το οποίο εκτελεί ένα animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση πάνω στον πίνακα που πρέπει να τοποθετηθεί.
public	GameObject	Outlet2ModelTarget;	Το Μοντέλο στόχος του πέμπτου αντικειμένου το οποίο με την ενεργοποίηση του κάνει δυνατή την ανίχνευση του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο.
public	GameObject	Outlet2Shadow;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του πέμπτου αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
Stage 6			
public	GameObject	Relay4Animation;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του έκτου αντικειμένου το οποίο εκτελεί ένα animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση πάνω στον πίνακα που πρέπει να

			τοποθετηθεί.
public	GameObject	Relay4ModelTarget;	Το Μοντέλο στόχος του έκτου αντικειμένου το οποίο με την ενεργοποίηση του κάνει δυνατή την ανίχνευση του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο.
public	GameObject	Relay4Shadow;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του έκτου αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
Stage 7			
public	GameObject	Relay5Animation;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του έβδομου αντικειμένου το οποίο εκτελεί ένα animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση πάνω στον πίνακα που πρέπει να τοποθετηθεί.
public	GameObject	Relay5ModelTarget;	Το Μοντέλο στόχος του έβδομου αντικειμένου το οποίο με την ενεργοποίηση του κάνει δυνατή την ανίχνευση του αντικειμένου στον πραγματικό κόσμο.
public	GameObject	Relay5Shadow;	Το τρισδιάστατο μοντέλο του έβδομου αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα.
Τύπος	Μεταβλητές	Μέθοδοι Όνομα	Περιγραφή
public	void	KeepTrackStage(int state)	Μπαίνει στο CurStage το Stage το οποίο ανήκει στο κουμπί απο το οποίο εκτελέστηκε η μέθοδος και κατεπέκταση στο αντικείμενο στο οποίο ανήκει το κουμπί.
public	void	KeepTrackLevel(int state)	Μπαίνει στο CurLevel το Level στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης την δεδομένη στιγμή. Δηλαδή σε ένα απο τα τρία βήματα που εκτελούνται για να τοποθετηθεί το αντικείμενο στην θέση του.

## Global Handler

Τύπος	Μεταβλητές	Όνομα	Περιγραφή
public	GameObject	Modeltargets;	Ένα GameObject που τα παιδιά του είναι μία εικόνα στόχος και 7 μοντέλα στόχοι.
public	DisableEverythingOnChange	_disabler	Χρησιμοποιείται για να υπάρχει πρόσβαση στο Script DisableEverythingOnChange
private	int	Phasetracker	Ένα integer το οποίο χρησιμοποιείται σε συνδιασμό με τα Levels ως ένδειξη του σημείο που βρίσκεται ο χρήστης όσον αφορά την ολοκλήρωση της διαδικασίας.
Τύπος	Μεταβλητές	Μέθοδοι Όνομα	Περιγραφή
private	Void	Start	Καλείται την πρώτη φορά που τρέχει το Script. Είναι υπεύθυνο για εισάγει την δυνατότητα σε όλα τα μοντέλα στόχους να καλούν την μέθοδο ModelFound() κατά την ανίχνευση του. Ακόμα κάνει τις απαραίτητες διαμορφώσεις στις μεταβλητές ώστε να είναι έτοιμες για το τρέξιμο της εφαρμογής.
public	void	HandleInputData(int val)	Καλείται απο τα κουμπιά του Menu των αντικειμένων εισάγωντας ένα Integer το οποίο μετατρέπεται σε Stage. Σε ένα Switch εισάγεται το Stage και αναλόγως το Stage πηγαίνει στο αντίστοιχο Case. Στο κάθε Case υπάρχει ένα ακόμα switch που παίρνει σαν integer το Level. Αναλόγως το Level στο case 1 καλείται η μέθοδος PhaseOne() στο case 2 καλείται η μέθοδος Phasetwo() στο case 3 καλείται η μέθοδος PhaseThree().
private	void	PhaseOne(GameObject, ModelType)	Καλείται απο την HandleInputData. Γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές στις τιμές των μεταβλητών και οι απενεργοποιήσεις των μοντέλων ώστε τα ξεκινήσει το πρώτο βήμα τοποθέτησης. Αναλόγως το ModelType ενεργοποιείται το αντίστοιχο τρισδιάστατο μοντέλο το οποίο ψάχνει ο χρήστης. Ακόμα ενεργοποιείται το GameObject που εμπεριέχει το text1 από το script GlobalAssets.
private	void	PhaseTwo()	Καλείται απο την HandleInputData. Απενεργοποιούνται τα text και ότι ήταν ενεργοποιημένο στο πρώτο βήμα και ενεργοποιείται το text

			του δεύτερου βήματος.
private	void	PhaseThree()	Ενεργοποιείται το animation από το πραγματικό μοντέλο στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα και το τρισδιάστατο μοντέλο στην θέση που πρέπει να τοποθετηθεί το πραγματικό πάνω στον πίνακα. Καλείται απο τα μοντέλο στόχους από το GameObject-ModelTarget.Ενεργοποιείται το bool ModelFound απο το GlobalAssets.Γίνεται το CurLevel=2 καλείται η μέθοδος HandleInputData με το CurStage αλλά έχει αλλάξει το CurLevel οπότε μπαίνει στο δεύτερο βήμα.
public	void	ModelFound()	Γίνεται το bool ModelFound false απο το GlobalAssets Καλείται μόλις βρεθεί η εικόνα στόχος απο το GameObject-ImageTarget(Pinakas). Ενεργοποιείται το bool PinakasFound απο το GlobalAssets.Γίνεται το CurLevel=3 καλείται η μέθοδος HandleInputData με το CurStage αλλά έχει αλλάξει το CurLevel οπότε μπαίνει στο τρίτο βήμα.
public	void	ModelLost	Γίνεται το bool PinakasFound false απο το GlobalAssets
public	void	PinakasFound()	
public	void	PinakasLost()	

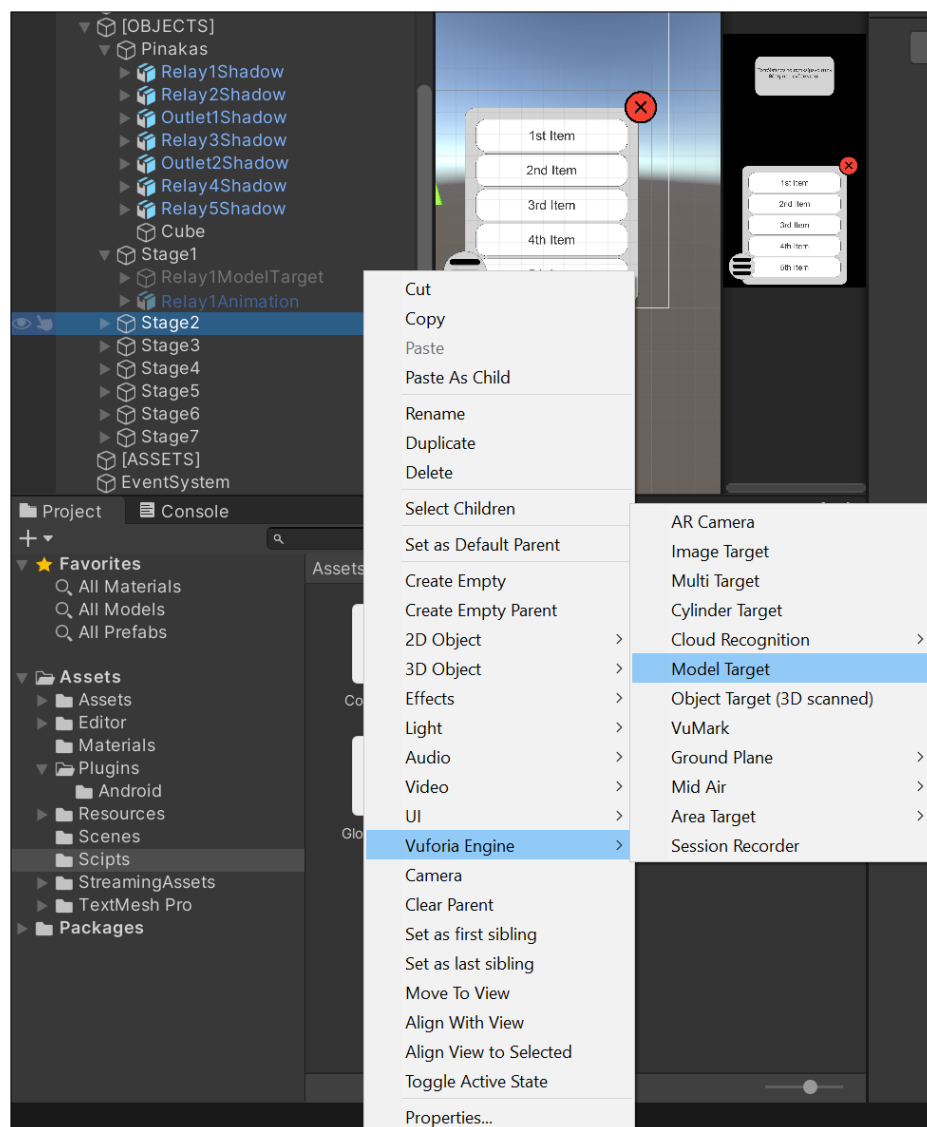




## 4.4 Προσθήκη νέων αντικειμένων

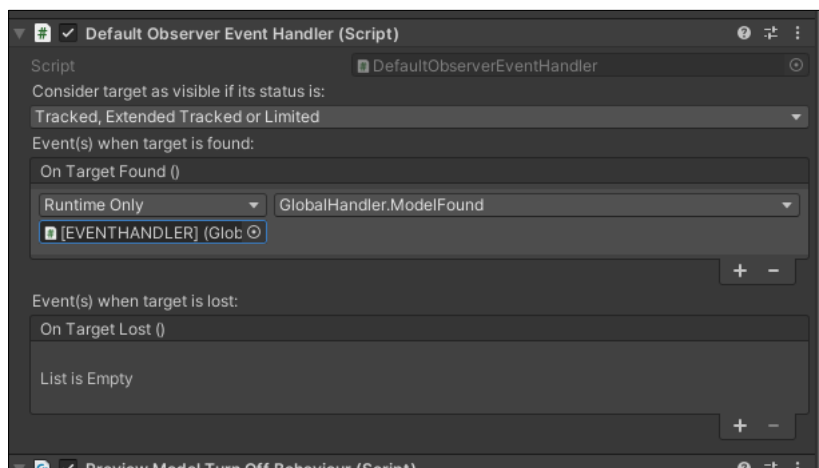
Το έργο είναι μπορεί να διαμορφωθεί από άλλους χρήστες. Η διαμόρφωση που θα αναλυθεί είναι για την προσθήκη νέων αντικειμένων πάνω στον πίνακα. Παρακάτω παρουσιάζεται ο οδηγός

1. Αρχικά πρέπει να δημιουργηθεί καινούργιο Stage. Μέσα στο Stage περιέχεται το μοντέλο στόχος (Model target) στο scene και το τρισδιάστατο μοντέλο το οποίο εκτελεί το animation από το πραγματικό αντικείμενο στην θέση τοποθέτησης.



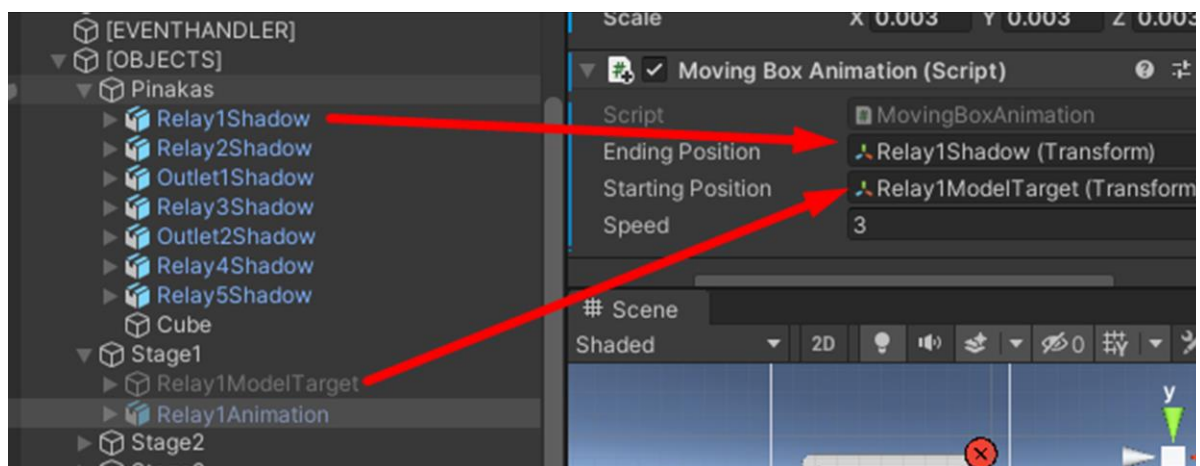
Εικόνα 37: Menu δημιουργίας ModelTarget.

Στον Inspector του model target επιλέγεται το μοντέλο στόχος και το Guide View του αντικειμένου. Στην συνέχεια επιλέγεται στο UnityEvent OnTargetFound() να εκτελείται απο το GameObject [EVENTHANDLER] από το Script GlobalHandler η μέθοδος ModelFound. Και σαν μέθοδος ανίχνευσης η Tracked,Extended Tracked or Limited.



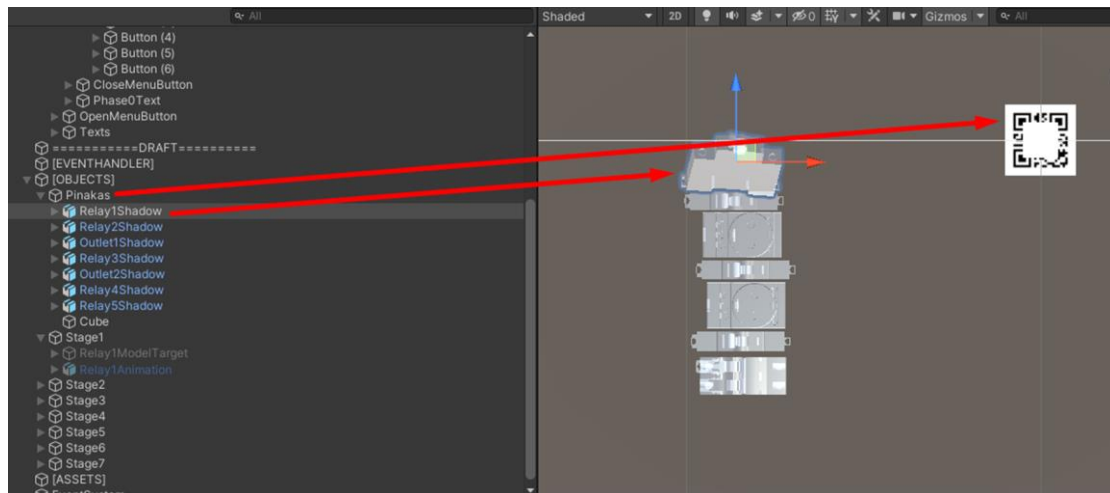
Εικόνα 38: Παράθυρο του Inspector από κάθε Model Target

Στον Inspector του τρισδιάστατου μοντέλου ο χρήστης πρέπει να προσθέσει το Script MovingBox και να βάλει στο Ending Position ένα transform με την τελική θέση και στο Starting Position ένα transform με την αρχική θέση. Στα παραδείγματα της εφαρμογής στο Ending Position μπαίνει το GameObject του τρισδιάστατου μοντέλου του αντικειμένου στην θέση τοποθέτησης πάνω στον πίνακα και στο Starting Position μπαίνει το GameObject του ModelTarget.



Εικόνα 39: Θέσεις τοποθέτησης των GameObjects στο Moving Box Animation Script

Το τρισδιάστατο μοντέλο στην θέση τοποθέτησης του αντικειμένου πάνω στον πίνακα πρέπει να είναι child του Pinakas όπου ο Pinakas είναι ένα GameObject-Image Target. Το μοντέλο στο Scene πρέπει να τοποθετηθεί στην τελική θέση τοποθέτησης του αντικειμένου στην οποία θα βρίσκεται και το αντικείμενο και στον πραγματικό κόσμο.



Εικόνα 40: Αναπαράσταση του Pinakas και των τρισδιάστατων μοντέλων στην σκηνή.

2. Στην συνέχεια αναλόγως το αριθμό των αντικειμένων αν είναι πάνω απο 7 θα πρέπει να προστεθούν στο Script Enumerations στο enum Stage



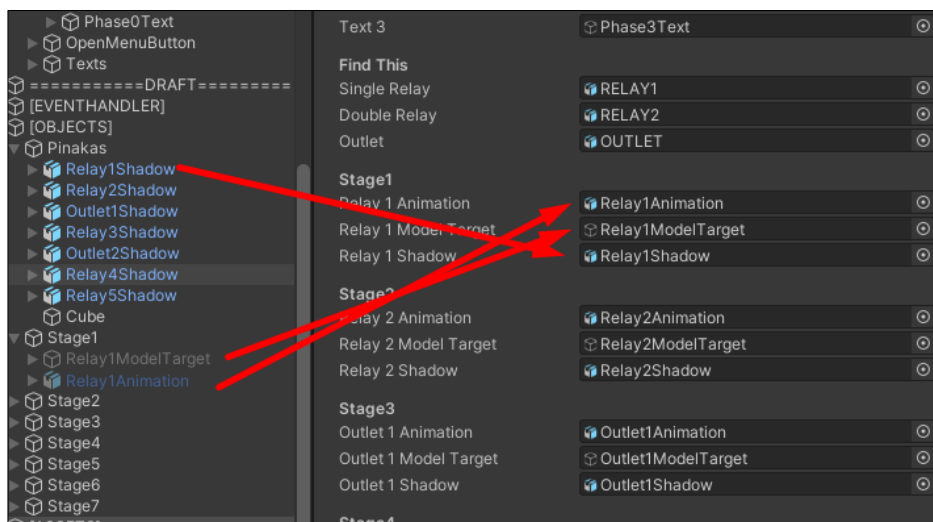
Εικόνα 41: Μέρος του κώδικα του Enumerations.

3. Το επόμενο Script στο οποίο θα πρέπει να γίνουν αλλαγές είναι στο GlobalAssets όπου θα πρέπει να προστεθούν τα 3 GameObjects που θα χρησιμοποιηθούν τα οποία φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.

```
[Header("Stage1")]
public GameObject Relay1Animation;
public GameObject Relay1ModelTarget;
public GameObject Relay1Shadow;
```

Εικόνα 42: Παράδειγμα αναπράστασης ενός αντικειμένου στο GlobalAssets.

Στην συνέχεια στον Inspector προστίθενται τα μοντέλα που προαναφέρθηκαν στην αντίστοιχες θέσεις στο GameObject [ASSETS] στον Inspector στο Script GlobalAssets.



Εικόνα 43: Θέσει τοποθέτησεις των GameObjects στο Global Assets Script.

4. Ακόμα αλλαγές πρέπει να γίνουν στο Script με όνομα GlobalHandler στην μέθοδο HandleInputData. Αν τα αντικείμενα είναι πάνω από 7 στην μέθοδο Start στην for το 7 θα πρέπει να είναι αντίστοιχο του αριθμού των αντικειμένων.

```
private void Start()
{
    for (int i = 1; i <= 7; i++)
    {
        Modeltargets.transform.GetChild(i).GetChild(0).gameObject.SetActive(true);
    }
    GlobalAssets.Instance.CurStage = (Enumerations.Stage)7;
    GlobalAssets.Instance.CurLevel = (Enumerations.Level)1;
    HandleInputData(10);
}
```

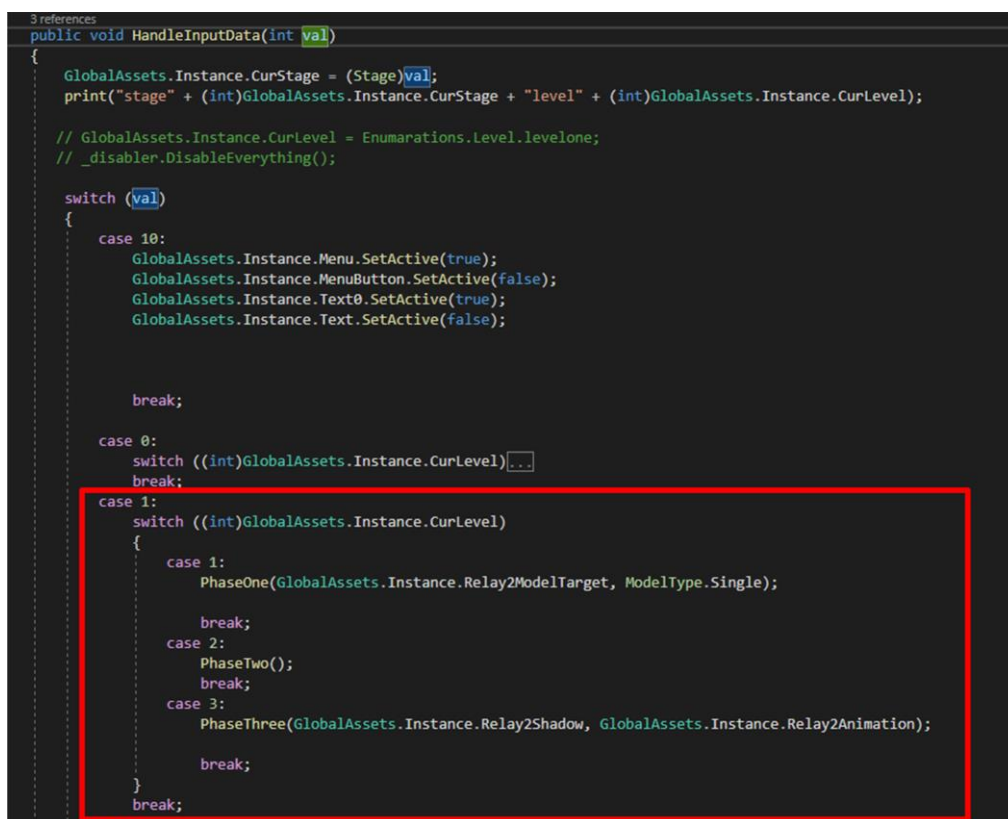
Εικόνα 44: Υπόδειξη της τοποθεσίας του αριθμού 7.

Πρέπει να προστεθεί ένα case για το κάθε επιπλέον αντικείμενο. Στο PhaseOne(Object 1 , Object 2 )

- Object 1: το μοντέλο στόχος που δημιουργήθηκε σε προηγούμενα βήματα στο GlobalAssets.
- Object 2: ο τύπος του αντικειμένου, μονό Relay(Single Relay),διπλό Relay (Double Relay), πρίζα (Outlet).

Στο PhaseThree(Object 1 , Object 2 )

- Object 1: το τρισδιάστατο μοντέλο στην θέση τοποθέτησης στον πίνακα που δημιουργήθηκε σε προηγούμενα βήματα στο GlobalAssets.
- Object 2: το τρισδιάστατο μοντέλο που εκτελεί το animation από το αντικείμενο του πραγματικού κόσμου στην θέση τοποθέτησης στον πίνακα.



```
3 references
public void HandleInputData(int val)
{
    GlobalAssets.Instance.CurStage = (Stage)val;
    print("stage" + (int)GlobalAssets.Instance.CurStage + "level" + (int)GlobalAssets.Instance.CurLevel);

    // GlobalAssets.Instance.CurLevel = Enumarations.Level.levelone;
    // _disabler.DisableEverything();

    switch (val)
    {
        case 10:
            GlobalAssets.Instance.Menu.SetActive(true);
            GlobalAssets.Instance.MenuButton.SetActive(false);
            GlobalAssets.Instance.Text0.SetActive(true);
            GlobalAssets.Instance.Text.SetActive(false);

            break;

        case 0:
            switch ((int)GlobalAssets.Instance.CurLevel)
            {
                break;
            }

        case 1:
            switch ((int)GlobalAssets.Instance.CurLevel)
            {
                case 1:
                    PhaseOne(GlobalAssets.Instance.Relay2ModelTarget, ModelType.Single);

                    break;
                case 2:
                    PhaseTwo();

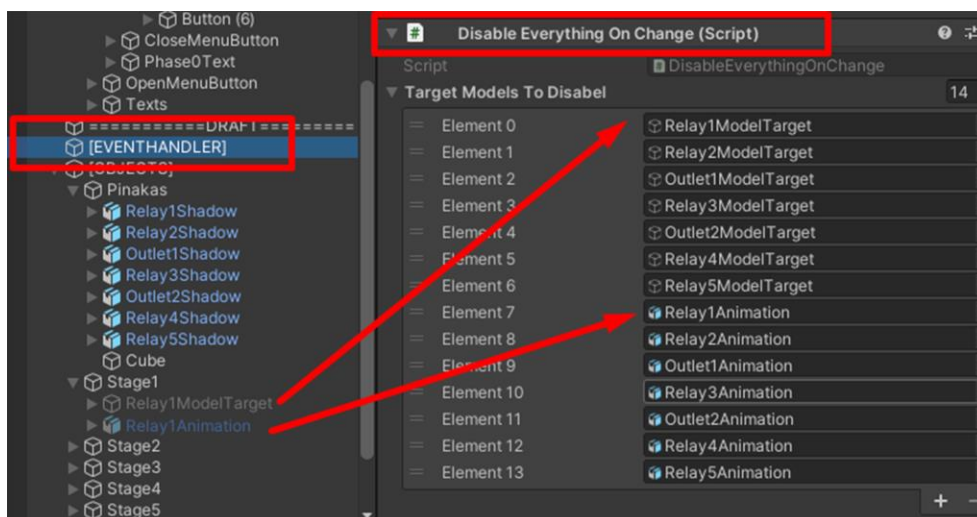
                    break;
                case 3:
                    PhaseThree(GlobalAssets.Instance.Relay2Shadow, GlobalAssets.Instance.Relay2Animation);

                    break;
            }
            break;
    }
}
```

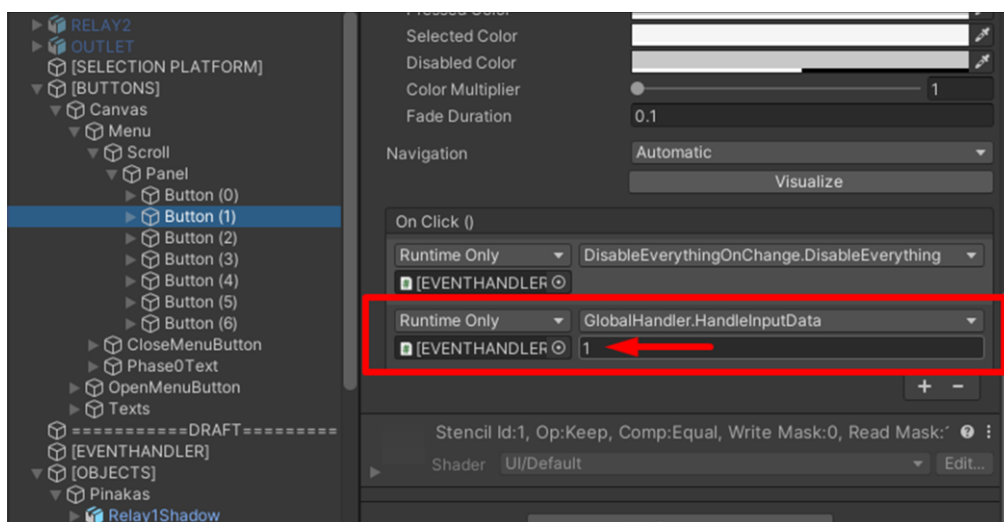
Εικόνα 45: Παράδειγμα αναπαράστασης ενός αντικειμένου στο GlobalHandler Script.

5. Στο GameObject [EVENTHANDLER] στον inspector στο Script DisableEverythingOnChange πρέπει να προστεθούν το Model Target και το τρισδιάστατο μοντέλο που εκτελεί το animation απο την αρχική στην τελική θέση.



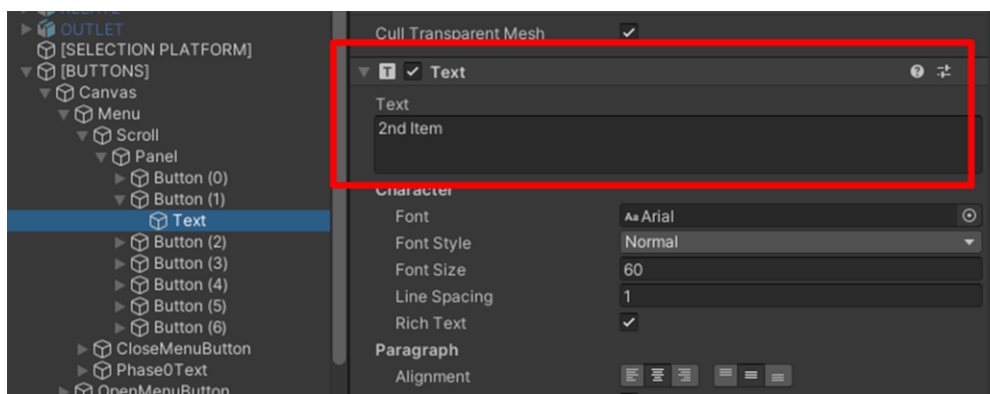


Εικόνα 46: Θέσεις τοποθέτησης των GameObject στο DisableEverythingOnChange Script.



Εικόνα 47: Θέση επιλογής του αριθμού του Stage.

Τέλος πρέπει να δημιουργηθεί το κουμπί επιλογής του αντικειμένου που θέλει να τοποθετήσει ο χρήστης. Το κουμπί πρέπει να ανήκει στο ίδιο Parent (Panel) με τα υπόλοιπα κουμπιά. Μπορεί να γίνει διπλασιασμός ενός απο τα ήδη υπάρχοντα κουμπιά και να αλλάξει ο αριθμός με τον οποίο καλείται η μέθοδος HandleInputData αναλόγως τον αριθμό της σειράς του προστεθειμένου αντικειμένου.



Εικόνα 48: Θέση αλλαγής του κειμένου του κουμπιού.

Η αλλαγή του κειμένου που περιέχεται στο κουμπί γίνεται απο το Child του κουμπιού από το Script Text.

## 5 Συμπεράσματα και μελλοντική χρήση

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία σας παρουσιάστηκε μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας η οποία λειτουργεί σαν οδηγός συναρμολόγησης ενός ηλεκτρολογικού πίνακα. Μέσω αυτής της εφαρμογής δίνεται η δυνατότητα σε χρήστες χωρίς γνώσεις ανάγνωσης ηλεκτρολογικού σχεδίου να φέρουν εις πέρας την συναρμολόγηση ενός πίνακα. Ακόμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση μελλοντικών ηλεκτρολόγων στο κομμάτι της συναρμολόγησης ενός πίνακα. Η συγκεκριμένη πτυχιακή λειτουργεί σαν proof of concept ενός μεγαλύτερου έργου. Σε πιο εξελιγμένες εκδόσεις της θα μπορεί να εισάγεται οποιοδήποτε ηλεκτρολογικό σχέδιο και χωρίς να χρειάζεται επέμβαση απο τον χρήστη να δίνονται οδηγίες για την συναρμολόγηση οποιουδήποτε πίνακα. Ακόμα θα μπορούν να δίνονται οδηγίες για την καλωδίωση και αυτόματη δημιουργία λίστας με τα υλικά που θα χρειαστούν.

## Πίνακας Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ VIRTUALITY-REALITY CONTINUUM. ....	10
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ. ....	13
ΕΙΚΟΝΑ 3: Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΦΟΡΗΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	14
ΕΙΚΟΝΑ 4: HIERARCHY WINDOW .....	32
ΕΙΚΟΝΑ 5: SCENE VIEW .....	33
ΕΙΚΟΝΑ 6: GAME VIEW .....	34
ΕΙΚΟΝΑ 7: OVARLAYS.....	34
ΕΙΚΟΝΑ 8: INSPECTOR WINDOW .....	35
ΕΙΚΟΝΑ 9: PROJECT WINDOW .....	36
ΕΙΚΟΝΑ 10: STATUS BAR .....	36
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΜΠΑΡΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΟΧΩΝ. ....	42
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ. ....	43
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	44
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΧΩΡΙΣ TEXTURE. ....	45
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΜΕ TEXTURE.....	45
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ. ....	46
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ.....	47
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΤΟΥ GUIDE VIEW. ....	47
ΕΙΚΟΝΑ 19: MENU ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΓΩΝΙΑΣ ΛΗΨΗΣ ΒΙΝΤΕΟ. ....	48
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ GUIDE VIEW.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 21: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ADVANED VIEW.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 22: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ADVANCED VIEW ΓΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	50
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΠΑΚΕΤΟΥ ΣΤΗΝ UNITY. ....	50
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ MODEL TARGET. ....	51
ΕΙΚΟΝΑ 25: SCRIPT ΤΟΥ IMAGE TARGET ΣΤΗΝ UNITY.....	51
ΕΙΚΟΝΑ 26: SCRIPT ΤΟΥ MODEL TARGET ΣΤΗΝ UNITY. ....	52
ΕΙΚΟΝΑ 27: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΟΘΟΝΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ. ....	53
ΕΙΚΟΝΑ 28: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΟΘΟΝΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 29: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΟΘΟΝΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ. ....	55
ΕΙΚΟΝΑ 30: ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΟ ΟΘΟΝΗΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΤΕΤΑΡΤΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 31: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΤΗΣ UNITY.....	58
ΕΙΚΟΝΑ 32: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΤΟΥ HIERARCHY ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ. ....	58
ΕΙΚΟΝΑ 33: ΤΑ ΤΡΙΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΑ ΣΤΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΤΟΥ GAME VIEW. ....	59
ΕΙΚΟΝΑ 34 ΤΟ MENU ΣΤΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΤΟΥ GAMEVIEW. ....	60
ΕΙΚΟΝΑ 35: ΤΑ CHILDREN ΤΟΥ [OBJECTS]. ....	61
ΕΙΚΟΝΑ 36: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΠΑΝΩ ΣΤΟΝ ΠΙΝΑΚΑ ΣΤΟ SCENEVIEW.....	61
ΕΙΚΟΝΑ 37: MENU ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ MODEL TARGET.....	69
ΕΙΚΟΝΑ 38: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΤΟΥ INSPECTOR ΑΠΟ ΚΑΘΕ MODEL TARGET .....	70
ΕΙΚΟΝΑ 39: ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ GAMEOBJECTS ΣΤΟ MOVING BOX ANIMATION SCRIPT .....	70
ΕΙΚΟΝΑ 40: ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΗΝ ΣΚΗΝΗ. ....	71
ΕΙΚΟΝΑ 41: ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ ΤΟΥ ENUMERATIONS.....	71
ΕΙΚΟΝΑ 42: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΠΡΑΣΤΑΣΗΣ ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΤΟ GLOBALASSETS.....	72
ΕΙΚΟΝΑ 43: ΘΕΣΕΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ GAMEOBJECTS ΣΤΟ GLOBAL ASSETS SCRIPT.....	72
ΕΙΚΟΝΑ 44: ΥΠΟΔΕΙΞΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ 7.....	72
ΕΙΚΟΝΑ 45: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΠΡΑΣΤΑΣΗΣ ΕΝΟΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΤΟ GLOBALHANDLER SCRIPT.....	73
ΕΙΚΟΝΑ 46: ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ GAMEOBJECT ΣΤΟ DISABLEEVERYTHINGONCHANGE SCRIPT. ....	74
ΕΙΚΟΝΑ 47: ΘΕΣΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΤΟΥ STAGE.....	74
ΕΙΚΟΝΑ 48: ΘΕΣΗ ΑΛΛΑΓΗΣ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΚΟΥΜΠΙΟΥ.....	75

## Βιβλιογραφία

---

- [1] T. P. Caudell and D. W. Mizell, “Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes,” pp. 659–669 vol.2, 2003, doi: 10.1109/hicss.1992.183317.
- [2] P. Milgram, “A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays,” *Ind. Eng.*, no. 12, pp. 1–14, 2011.
- [3] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, and F. Kishino, “<title>Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum</title>,” *Telemanipulator Telepresence Technol.*, vol. 2351, no. January, pp. 282–292, 1995, doi: 10.1117/12.197321.
- [4] M. Billinghurst, A. Clark, and G. Lee, “A survey of augmented reality,” *Found. Trends Human-Computer Interact.*, vol. 8, no. 2–3, pp. 73–272, 2014, doi: 10.1561/11000000049.
- [5] Κ. Μουστάκας, Ι. Παλιόκας, Δ. Τζοβάρας, and Α. Τσακίρης, *Γραφικά και εικονική πραγματικότητα*. Κάλλιπος, 2015.
- [6] D. Wagner and D. Schmalstieg, “History and future of tracking for mobile phone augmented reality,” *Proc. - 2009 Int. Symp. Ubiquitous Virtual Reality, ISUVR 2009*, pp. 7–10, 2009, doi: 10.1109/ISUVR.2009.11.
- [7] “Sensorama - Wikipedia.” <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensorama> (accessed Sep. 08, 2022).
- [8] R. G. Klein, “The relevance of Old World archeology to the first entry of man into the New World,” *Quat. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 391–394, 1975, doi: 10.1016/0033-5894(75)90039-3.
- [9] A. Kay, “Kay72a.pdf.” 1972.
- [10] M. W. Krueger, T. Gionfriddo, and K. Hinrichsen, “Videoplace - an Artificial Reality,” no. April, pp. 35–43, 1985, doi: 10.1145/1165385.317463.
- [11] J. Rekimoto and K. Nagao, “World through the computer: computer augmented interaction with real world environments,” *UIST (User Interface Softw. Technol. Proc. ACM Symp.)*, pp. 29–36, 1995.
- [12] B. B. Bederson, “Audio augmented reality: a prototype automated tour guide,” *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, vol. 2, pp. 210–211, 1995.
- [13] J. Rekimoto, “Augmented reality using the 2d matrix code,” *Proc. Work. Interact. Syst. Softw.*, 1996.
- [14] B. Thomas, V. Demczuk, W. Piekarski, D. Hepworth, and B. Gunther, “A wearable computer system with augmented reality to support terrestrial navigation,” *Int. Symp. Wearable Comput. Dig. Pap.*, vol. 1998-Octob, pp. 168–171, 1998, doi: 10.1109/ISWC.1998.729549.
- [15] H. Kato and M. Billinghurst, “Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system,” *Proc. - 2nd IEEE ACM Int. Work. Augment. Reality, IWAR 1999*, pp. 85–94, 1999, doi: 10.1109/IWAR.1999.803809.
- [16] T. Hollerer, S. Feiner, and J. Pavlik, “Situated documentaries: embedding multimedia presentations in the real world,” *Int. Symp. Wearable Comput. Dig. Pap.*, no. February 1999, pp. 79–86, 1999, doi: 10.1109/iswc.1999.806664.
- [17] T. Höllerer, S. Feiner, T. Terauchi, G. Rashid, and D. Hallaway, “Exploring MARS: Developing indoor and outdoor user interfaces to a mobile augmented reality system,” *Comput. Graph.*, vol. 23, no. 6, pp. 779–785, 1999, doi:

- 10.1016/S0097-8493(99)00103-X.
- [18] B. Thomas *et al.*, “ARQuake: An Outdoor/Indoor AR First Person Application,” *Proc. Int. Symp. Wearable Comput.*, no. C, pp. 139–146, 2000.
  - [19] D. S. Julier and L. Rosenblum, “BARS: Battlefield Augmented Reality System,” *Virtual Real.*, vol. 7525, no. Code 5580, pp. 1–7, 2000, [Online]. Available: <http://discovery.ucl.ac.uk/135538/>.
  - [20] V. Vlahakis *et al.*, “ARCHEOGUIDE: First Results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites,” *Proc. VAST 2001 Virtual Reality, Archeol. Cult. Herit.*, pp. 131–139, 2001.
  - [21] R. Kooper and B. MacIntyre, “Browsing the Real-World Wide Web: Maintaining Awareness of Virtual Information in an AR Information Space,” *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, vol. 16, no. 3, pp. 425–446, 2003, doi: 10.1207/S15327590IJHC1603\_3.
  - [22] M. Kalkusch, T. Lidy, N. Knapp, G. Reitmayr, H. Kaufmann, and D. Schmalstieg, “Structured visual markers for indoor pathfinding,” *ART 2002 - 1st IEEE Int. Augment. Real. Toolkit Work. Proc.*, no. October, 2002, doi: 10.1109/ART.2002.1107018.
  - [23] R. Raskar *et al.*, “RFIG lamps: Interacting with a self-describing world via photosensing wireless tags and projectors,” *ACM Trans. Graph.*, vol. 23, no. 3, pp. 406–415, 2004, doi: 10.1145/1015706.1015738.
  - [24] D. Wagner and D. Schmalstieg, “First steps towards handheld augmented reality,” *Proc. - Int. Symp. Wearable Comput. ISWC*, pp. 127–137, 2003, doi: 10.1109/iswc.2003.1241402.
  - [25] M. Möhring, C. Lessig, and O. Bimber, “Video see-through AR on consumer cell-phones,” *ISMAR 2004 Proc. Third IEEE ACM Int. Symp. Mix. Augment. Real.*, no. Ismar, pp. 252–253, 2004, doi: 10.1109/ismar.2004.63.
  - [26] G. Goos *et al.*, *LNCS 3468 - Pervasive Computing*. 2005.
  - [27] A. Henrysson, M. Billinghurst, and M. Ollila, “Face to face collaborative AR on mobile phones,” *Proc. - Fourth IEEE ACM Int. Symp. Symp. Mix. Augment. Reality, ISMAR 2005*, vol. 2005, pp. 80–89, 2005, doi: 10.1109/ISMAR.2005.32.
  - [28] G. Reitmayr and T. W. Drummond, “Going out: Robust model-based tracking for outdoor augmented reality,” *Proc. - ISMAR 2006 Fifth IEEE ACM Int. Symp. Mix. Augment. Real.*, pp. 109–118, 2006, doi: 10.1109/ISMAR.2006.297801.
  - [29] S. DiVerdi and T. Höllerer, “GroundCam: A tracking modality for mobile mixed reality,” *Proc. - IEEE Virtual Real.*, no. September, pp. 75–82, 2007, doi: 10.1109/VR.2007.352466.
  - [30] “Augmented Reality at Wellington Zoo - The Inspiration Room.” <https://theinspirationroom.com/daily/2007/augmented-reality-at-wellington-zoo/> (accessed Sep. 08, 2022).
  - [31] A. Morrison *et al.*, “Like bees around the hive: A comparative study of a mobile augmented reality map,” *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, no. April, pp. 1889–1898, 2009, doi: 10.1145/1518701.1518991.
  - [32] D. Wagner, A. Mulloni, T. Langlotz, and D. Schmalstieg, “Real-time panoramic mapping and tracking on mobile phones,” *Proc. - IEEE Virtual Real.*, pp. 211–218, 2010, doi: 10.1109/VR.2010.5444786.
  - [33] C. Pirchheim, D. Schmalstieg, and G. Reitmayr, “Handling pure camera rotation in keyframe-based SLAM,” *2013 IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Reality, ISMAR 2013*, no. October, pp. 229–238, 2013, doi: 10.1109/ISMAR.2013.6671783.



- [34] D. Amin and S. Govilkar, “Comparative Study of Augmented Reality Sdk’s,” *Int. J. Comput. Sci. Appl.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–26, 2015, doi: 10.5121/ijcsa.2015.5102.
- [35] J. Carmigniani, B. Furht, M. Anisetti, P. Ceravolo, E. Damiani, and M. Ivkovic, “Augmented reality technologies, systems and applications,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 51, no. 1, pp. 341–377, 2011, doi: 10.1007/s11042-010-0660-6.
- [36] A. Edwards-Stewart, T. Hoyt, and G. M. Reger, “Classifying different types of augmented reality technology,” *Annu. Rev. CyberTherapy Telemed.*, vol. 14, no. January, pp. 199–202, 2016.
- [37] J. Traub, T. Sielhorst, S. M. Heining, and N. Navab, “Advanced display and visualization concepts for image guided surgery,” *IEEE/OSA J. Disp. Technol.*, vol. 4, no. 4, pp. 483–490, 2008, doi: 10.1109/JDT.2008.2006510.
- [38] “Entice – Entice website.” <https://entice.eu/> (accessed Sep. 25, 2022).
- [39] “Pokémon GO.” <https://pokemongolive.com/en/> (accessed Sep. 25, 2022).