



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάπτυξη AR εφαρμογής για μάθημα του Δημοτικού»



Του φοιτητή
Χρήστου Κύτρα
Αρ. Μητρώου: 144404

Επιβλέπων
Ονοματεπώνυμο Χριστίνα Βολιώτη
Διδάσκουσα ως Μετα-Διδάκτορας

Ημερομηνία 27-09-2022

Τίτλος Δ.Ε. Ανάπτυξη AR εφαρμογής για μάθημα του Δημοτικού

Κωδικός Δ.Ε. 22159

Ονοματεπώνυμο φοιτητή/τών Χρήστος Κύτρας

Ονοματεπώνυμο εισηγητή Χριστίνα Βολιώτη

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 15-03-2022

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε 27-09-2022

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Χρήστου Κύτρα που την εκπόνησε/αν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Whether you think you can or think you can't, you're right.»

— Henry Ford 1947

Πρόλογος

Ο λόγος που επέλεξα αυτή την πτυχιακή, είναι ότι στον ελεύθερό μου χρόνο ασχολούμαι με την ανάπτυξη παιχνιδιών στη Μηχανή Unity και το περιβάλλον μου είναι οικείο, επίσης βρίσκω πολύ ενδιαφέρον το κομμάτι της επαυξημένης πραγματικότητας διότι δεν χρησιμοποιείται μόνο για λόγους διασκέδασης αλλά και για εκπαιδευτικούς λόγους. Μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ σημαντικό πρόσθετο εργαλείο στον τομέα της εκπαίδευσης που μπορεί να προσφέρει γνώση με διασκεδαστικό τρόπο. Επίσης επέλεξα αυτή την πτυχιακή γιατί πιστεύω ήταν μια καλή ευκαιρία να διευρύνω τις γνώσεις μου στη δημιουργία παιχνιδιών διαφορετικού τύπου πέρα από του κλασσικού και μάλιστα εκπαιδευτικού περιεχομένου.

Περίληψη

Η συγκεκριμένη πτυχιακή ασχολείται με την ανάπτυξη μιας εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για το μάθημα της “Γεωγραφίας” της 6ης δημοτικού. Πρόκειται για μια εφαρμογή όπου μέσω της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας οι μαθητές μπορούν να λάβουν συμπληρωματική γνώση με ένα πιο σύγχρονο και ταυτόχρονα διασκεδαστικό τρόπο. Ο σκοπός της εφαρμογής είναι οι μαθητές να κάνουν εξάσκηση τις γνώσεις που πήραν από το σχολικό βιβλίο και να επεκτείνουν περισσότερο τις γνώσεις τους με τις πληροφορίες που περιέχει η εφαρμογή.

Το ενδιαφέρον σε αυτή την εφαρμογή είναι ότι ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές αλληλεπιδρούν με το υλικό αυτό γίνεται σε μορφή παιχνιδιών. Αποτελείται από 7 mini-games όπου το κάθε ένα αντιπροσωπεύει ένα κεφάλαιο του βιβλίου. Τα κεφάλαια που περιέχει η εφαρμογή είναι τα εξής: (α) Το σχήμα και οι κινήσεις της Γης, (β) Οι πόλοι, ο Ισημερινός, οι παράλληλοι κύκλοι και οι μεσημβρινοί της Γης, (γ) Ο άξονας και η περιστροφή της Γης – Ημέρα και Νύχτα, (δ) Το ηλιακό μας σύστημα, (ε) Η ατμόσφαιρα, (ζ) Ζώνες βλάστησης και (η) Αξιοθέατα, μνημεία και ιστορική συνέχεια των λαών της Ευρώπης.

Οι τύποι των παιχνιδιών είναι αντιστοίχιση, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και τοποθέτηση αντικειμένων με τη σειρά. Επιπρόσθετα έγινε αξιολόγηση της εφαρμογής από φοιτητές του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΠΠΑΕ. Τα αποτελέσματα είναι αρκετά θετικά, αναδεικνύοντας τη συμβολή των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία.

«Development of an AR application for a lesson in Primary School»

«Christos Kytras»

Abstract

This dissertation deals with the development of an augmented reality application for the "Geography" course of the 6th grade. It is an application where through the technology of augmented reality students can receive additional knowledge in a more modern and fun way. The purpose of the application is for students to practice the knowledge they got from the school book and to further expand their knowledge with the information contained in the application.

The interest in this application is that the way the students interact with this application is in the form of games. It consists of 7 mini-games where each one represents a chapter of the school book. The chapters contained in the application are the following: (a) The shape and movements of the Earth, (b) The poles, the equator, the parallel circles, and the meridians of the Earth, (c) Earth's axis and rotation - Day and Night, (d) Our solar system, (e) The atmosphere, (f) Vegetation zones and (g) Sights, monuments and historical continuity of the peoples of Europe.

The format of the games is matching, multiple choice questions, and placing objects in order. In addition, the application was evaluated by students of the Department of Information and Electronic Engineering of IHU. The results are quite positive, highlighting the contribution of augmented reality applications to the educational process.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ την Επιβλέπουσα Καθηγήτρια Κυρία Βολιώτη Χριστίνα για την άριστη συνεργασία κατά τη διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας. Οποιαδήποτε απορία ή διευκρίνιση χρειάστηκε ήταν εκεί για να με βοηθήσει.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που πίστεψαν σε εμένα, αλλά και τους ανθρώπους που δεν πίστεψαν σε εμένα, γιατί τους μεν ήθελα να τους δικαιώσω, και τους δε να τους διαψεύσω.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	v
Περίληψη	vi
Abstract.....	vii
Ευχαριστίες.....	viii
Περιεχόμενα	ix
Κατάλογος Σχημάτων	xi
Συντομογραφίες.....	xiii
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2ο: Εικονική Πραγματικότητα.....	1
2.1 Εισαγωγή	1
2.2 Εικονική πραγματικότητα	1
2.3 Βαθμοί ελευθερίας στην εικονική πραγματικότητα	2
2.4 Επαυξημένη πραγματικότητα	2
2.5 Η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας	3
2.6 Μικτή πραγματικότητα.....	3
2.7 Κινητή μάθηση	4
Κεφάλαιο 3ο: Πλατφόρμα δημιουργίας παιχνιδιού	5
3.1 Η Μηχανή Unity.....	5
3.1.1 Unity Editor	5
3.1.2 Hierarchy	6
3.1.3 Inspector	6
3.1.4 Console	6
3.1.5 Timeline.....	7
3.1.6 Animator.....	7
3.1.7 Project.....	8
3.1.8 C# Scripts	8
3.1.9 Scene.....	9
3.1.10 Game.....	10
3.1.11 Camera.....	10
3.2 Vuforia.....	11
3.3 Image Tracking.....	11
3.4 Αναγνώριση Κυλινδρικών Αντικειμένων.....	11

3.5	Ground Plane	11
3.6	Εγκατάσταση του Vuforia στο Unity	11
3.7	Vuforia Database	12
3.8	App License Key	14
3.9	Image Target.....	15
Κεφάλαιο 4ο:	Σχεδίαση και ανάπτυξη της AR εφαρμογής	16
4.1	Εισαγωγή	16
4.2	Κεντρικό μενού.....	16
4.3	Πρώτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 1 ^ο “Το σχήμα και οι κινήσεις της Γής”	17
4.4	Δεύτερο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 2 ^ο : Οι Πόλοι, ο Ισημερινός, οι Παράλληλοι Κύκλοι και οι Μεσημβρινή της Γής.	19
4.5	Τρίτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 4 ^ο : Ο άξονας και η περιστροφή της Γής – Ημέρα και Νύχτα.....	21
4.6	Τέταρτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 6 ^ο : Το Ηλιακό μας Σύστημα.....	23
4.7	Πέμπτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 4 ^ο : Η Ατμόσφαιρα	27
4.8	Έκτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 11 ^ο : Ζώνες βλάστησης.....	32
4.9	Έβδομο Παιχνίδι: 31 ^ο Κεφάλαιο: Αξιοθέατα, μνημεία και ιστορική συνέχεια των λαών της Ευρώπης	36
Κεφάλαιο 5ο:	Αξιολόγηση της Εφαρμογής – Ερωτηματολόγιο	40
Κεφάλαιο 6ο:	Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης.....	48
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		50
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Τμήμα κώδικα απ’την υλοποίηση άσκησης του κεφαλαίου «Η ατμόσφαιρα»		51
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Τμήμα κώδικα απ’την υλοποίηση άσκησης του κεφαλαίου «Ο άξονας και η περιστροφή της Γής: ημέρα και νύχτα».....		53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ C : Τμήμα κώδικα για την εμφάνιση μηνυμάτων για τις σωστές και τις λανθασμένες απαντήσεις.....		54

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: VR Headset	1
Σχήμα 2.2: 3-DoF vs 6-DoF	2
Σχήμα 2.3: Επαυξημένη Πραγματικότητα	2
Σχήμα 2.4: Η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας.....	3
Σχήμα 2.5: VR vs AR vs MR	3
Σχήμα 2.6: Definition of Mobile Learning	4
Σχήμα 3.1.1: Unity Editor.....	5
Σχήμα 3.1.2: Hierarchy.....	6
Σχήμα 3.1.3: Inspector	6
Σχήμα 3.1.4: Console.....	6
Σχήμα 3.1.5: Timeline	7
Σχήμα 3.1.6 Animator	7
Σχήμα 3.1.7 Project	8
Σχήμα 3.1.8 C# Scripts	8
Σχήμα 3.1.9 Serialized Field.....	9
Σχήμα 3.1.10 Scene	9
Σχήμα 3.1.11 Συντεταγμένες.....	9
Σχήμα 3.1.12 Camera Component.....	10
Σχήμα 3.1.13 Οπτικό πεδίο.....	10
Σχήμα 3.2 Image Tracking	11
Σχήμα 3.3 Ιστοσελίδα Vuforia	11
Σχήμα 3.4 Import Vuforia	11
Σχήμα 3.5 Vuforia Database.....	12
Σχήμα 3.6 Εισαγωγή Φωτογραφίας στη Βάση.....	12
Σχήμα 3.7 Κατέβασμα της Βάσης.....	13
Σχήμα 3.8 Εισαγωγή AR κάμερας.....	13
Σχήμα 3.9 App License Key.....	14
Σχήμα 3.10 Vuforia Configuration.....	14
Σχήμα 3.11 Εισαγωγή αναγνώρισης φωτογραφίας.....	15
Σχήμα 4.1.1 Δομή της AR Εφαρμογής.....	16
Σχήμα 4.1.2 Κεντρικό Μενού.....	16
Σχήμα 4.2.1 Εικόνα Πρώτου Παιχνιδιού.....	17
Σχήμα 4.2.1 Περιφορά Γύρω απ' τον Ήλιο.....	17
Σχήμα 4.2.2 Περιστροφή της Γής.....	17
Σχήμα 4.2.3 Animation Σκηνής.....	18
Σχήμα 4.2.4 Προγραμματισμός.....	18
Σχήμα 4.2.5 Δημιουργία Animation Περιστροφής	19
Σχήμα 4.3.1 Φωτογραφία δεύτερου Παιχνιδιού.....	19
Σχήμα 4.3.2 Πρώτη Ερώτηση Δεύτερου Παιχνιδιού	20
Σχήμα 4.3.3 Δεύτερη Ερώτηση Δεύτερου Παιχνιδιού.....	20
Σχήμα 4.3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Δεύτερης Άσκησης.....	21
Σχήμα 4.4.1 Εικόνα τρίτου Παιχνιδιού	21
Σχήμα 4.4.2 Περιβάλλον τρίτου παιχνιδιού	22
Σχήμα 4.4.3 Νίκη τρίτου Παιχνιδιού.....	22

Σχήμα 4.4.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά τρίτου Παιχνιδιού	23
Σχήμα 4.4.5 Script τρίτου Παιχνιδιού	23
Σχήμα 4.5.1 Εικόνα Τέταρτου Παιχνιδιού	24
Σχήμα 4.5.2 Σκηνή Τέταρτου Παιχνιδιού	24
Σχήμα 4.5.3 DropDown Τέταρτου Παιχνιδιού.....	25
Σχήμα 4.5.4 Νίκη Τέταρτου Παιχνιδιού.....	25
Σχήμα 4.5.5 Script Τέταρτου Παιχνιδιού	26
Σχήμα 4.5.6 ParticleSystem Τέταρτου Παιχνιδιού.....	27
Σχήμα 4.6.1 Εικόνα Πέμπτου Παιχνιδιού	27
Σχήμα 4.6.2 Περιβάλλον Πέμπτου Παιχνιδιού	28
Σχήμα 4.6.3 DropDown Πέμπτου Παιχνιδιού.....	28
Σχήμα 4.6.4 Νίκη Πέμπτου Παιχνιδιού.....	29
Σχήμα 4.6.5 Εικόνα Πέμπτου Παιχνιδιού στον Editor.....	29
Σχήμα 4.6.6 Script Πέμπτου Παιχνιδιού	30
Σχήμα 4.6.7 Script IEnumerator Πέμπτου Παιχνιδιού	31
Σχήμα 4.6.8 Script DropDown Πέμπτου Παιχνιδιού	32
Σχήμα 4.7.1 Εικόνες Έκτου Παιχνιδιού	32
Σχήμα 4.7.2 Περιβάλλον Έκτου Παιχνιδιού	33
Σχήμα 4.7.3 DropDown Έκτου Παιχνιδιού.....	34
Σχήμα 4.7.4 Νίκη Έκτου Παιχνιδιού.....	34
Σχήμα 4.7.5 Script DropDown Έκτου Παιχνιδιού	35
Σχήμα 4.7.6 Script Έκτου Παιχνιδιού	35
Σχήμα 4.8.1 Εικόνα Έβδομου Παιχνιδιού.....	36
Σχήμα 4.8.2 Περιβάλλον Έβδομου Παιχνιδιού.....	36
Σχήμα 4.8.3 Περιβάλλον Έβδομου Παιχνιδιού στον Editor	37
Σχήμα 4.8.4 Script IEnumerator Έβδομου Παιχνιδιού.....	38
Σχήμα 5.1.1 Ερωτηματολόγιο	39
Σχήμα 5.1.2 Πρώτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	40
Σχήμα 5.1.3 Δεύτερη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	40
Σχήμα 5.1.4 Τρίτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	41
Σχήμα 5.1.5 Τέταρτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	41
Σχήμα 5.1.6 Πέμπτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου.....	42
Σχήμα 5.1.7 Έκτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	42
Σχήμα 5.1.8 Έβδομη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	43
Σχήμα 5.1.9 Όγδοη Ερώτηση Ερωτηματολογίου.....	43
Σχήμα 5.1.10 Ένατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	44
Σχήμα 5.1.11 Δέκατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου	44
Σχήμα 5.1.12 Ενδέκατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου.....	45
Σχήμα 5.1.13 Δωδέκατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου.....	45
Σχήμα 6.1 Κώδικας για τη Μετατόπιση Αντικειμένων.....	47

Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΙΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
VR	Virtual Reality
AR	Augmented Reality
MR	Mixed Reality
vs	Versus
3D	Three Dimensions
2D	Two Dimensions
UI	User Interface
κ.λπ	και τα λοιπά

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει τον τίτλο “Ανάπτυξη AR εφαρμογής για μάθημα του Δημοτικού” και έχει ως θέμα τη δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας (στα αγγλικά ονομάζεται Augmented Reality) για το μάθημα “Γεωγραφία” της ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού. Στόχος της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας είναι να αποτελέσει για τα παιδιά του δημοτικού ένα συμπληρωματικό εργαλείο για την καλύτερη κατανόηση της σχολικής ύλης χρησιμοποιώντας την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR).

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) καθώς και των παρόμοιων τεχνολογιών (Virtual Reality, Mixed Reality) έχουν αρχίσει τα τελευταία χρόνια να χρησιμοποιούνται και στο χώρο της εκπαίδευσης με μεγάλη επιτυχία καθώς αποτελεί έναν πιο καινοτόμο και παραστατικό τρόπο εκμάθησης.

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) προβάλλει τον πραγματικό κόσμο μέσω κάμερας και τον επαυξάνει με δισδιάστατα ή τρισδιάστατα γραφικά αντικείμενα χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως εντοπισμός επιφανειών (Plane Tracking), εντοπισμός εικόνων (Image Tracking), εντοπισμός κυλινδρικών αντικειμένων και εντοπισμός αντικειμένων (Model Tracking) .

Η πλατφόρμα που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία της AR εφαρμογής ονομάζεται «Unity Engine» η οποία είναι μια πλατφόρμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία παιχνιδιών desktop, για εφαρμογές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, ακόμα και για animated ταινίες. Η Unity Engine είναι συμβατή με τα δημοφιλέστερα λογισμικά της αγοράς όπως windows, MacOS και Android καθιστώντας την μια γρήγορη και οικονομική πλατφόρμα εφόσον δε χρειάζεται να δαπανηθούν έξοδα και χρόνος για τη δημιουργία πολλαπλών εκδόσεων μιας εφαρμογής για την υποστήριξη της από άλλα λογισμικά συστήματα.

Για τη δημιουργία της AR εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε επίσης και το Vuforia Engine όπου αποτελεί ένα plugin στο Unity που επιτρέπει τη γρήγορη ανάπτυξη AR εφαρμογών χρησιμοποιώντας της διαθέσιμες βιβλιοθήκες της. Η δημιουργία ανίχνευσης εικόνων γίνεται εύκολα ανεβάζοντας μια φωτογραφία στην ιστοσελίδα του Vuforia και έπειτα από επεξεργασία υπάρχει η δυνατότητα κατεβάσματος μιας τοπικής βάσης από εικόνες και διαχείριση τους από το Unity Engine.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε ονομάζεται “GeoAR” και αποτελείται από επτά mini games όπου το καθένα αντιπροσωπεύει και ένα κεφάλαιο του σχολικού βιβλίου. Η δημιουργία της AR εφαρμογής σε μορφή παιχνιδιού έχει αφενός ως σκοπό την εξοικείωση των μαθητών σε νέες τεχνολογίες και αφετέρου την εκμάθηση της σχολικής ύλης με δημιουργικό και διασκεδαστικό τρόπο.

Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο “Εισαγωγή”, περιέχει γενικές πληροφορίες σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα και παρόμοιων τεχνολογιών, τις δυνατότητες και συνοπτική περιγραφή της εφαρμογής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο “Εικονική πραγματικότητα” περιγράφεται η έννοια της εικονικής πραγματικότητας, γίνεται ανάλυση των διαφορετικών τεχνολογιών και των δυνατοτήτων τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο “Πλατφόρμα δημιουργίας παιχνιδιού” γίνεται μια ιστορική αναδρομή για την πλατφόρμα που αναπτύχθηκε η εφαρμογή, περιγράφονται αναλυτικά τα εργαλεία της πλατφόρμας που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και το plugin για τη δημιουργία της AR εφαρμογής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο “Σχεδίαση και ανάπτυξη της εφαρμογής” αναφέρεται αρχικά η δομή της εφαρμογής και στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά οι οδηγίες χρήσεις και ο σκοπός του κάθε mini game ξεχωριστά. Στο τέλος της περιγραφής του κάθε mini game αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Στο πέμπτο κεφάλαιο “Αξιολόγηση της εφαρμογής - ερωτηματολόγιο” αναλύονται τα στατιστικά απο τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου που δόθηκε σε φοιτητές του τμήματος για την αξιολόγηση της εφαρμογής, καθώς και τα σχετικά συμπεράσματα.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο “Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης” περιγράφονται τα συμπεράσματα από την ανάπτυξη του παιχνιδιού στην πλατφόρμα Unity και τη χρήση της μηχανής Vuforia. Γίνεται αναφορά σε μελλοντικές βελτιώσεις του παιχνιδιού καθώς και ανάλυση προβλημάτων που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια δημιουργίας της εφαρμογής και οι τρόποι με τους οποίους αντιμετωπίστηκαν.

Κεφάλαιο 2ο: Εικονική Πραγματικότητα

2.1 Εισαγωγή

Με τον όρο εικονική πραγματικότητα εννοείται η ύπαρξη ενός εικονικού κόσμου που έχει δημιουργηθεί από τον άνθρωπο, μέσα στον οποίο ιδανικά υπάρχει πλήρη βύθιση των αισθήσεων του ανθρώπου και η αίσθηση του τεχνητού κόσμου ως πραγματικού.

Η εικονική πραγματικότητα αποτελεί πλέον ένα σημαντικό εργαλείο που χρησιμοποιείται πλέον στην ιατρική για προσομοίωση χειρουργικών επεμβάσεων από εκπαιδευόμενους γιατρούς ή ακόμα και για χρήση πραγματικών μηχανημάτων μέσω εικονικής πραγματικότητας για τη διεκπεραίωση χειρουργικών επεμβάσεων σε πραγματικούς ασθενείς, στην εκπαίδευση για την καλύτερη κατανόηση μαθημάτων με τη βοήθεια της εικονικής πραγματικότητας, στο στρατό για τον καλύτερο έλεγχο πολεμικών αρμάτων και για ψυχαγωγικούς λόγους όπως τα βιντεοπαιχνίδια και οι τρισδιάστατες ταινίες.

Υπάρχουν διαφορετικές τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας όπου η κάθε μια χρησιμοποιεί διαφορετικά εργαλεία για την ανάπτυξή της και χρησιμοποιείται για διαφορετικό σκοπό.

Τα τελευταία χρόνια έχει υπάρξει μεγάλη πρόοδος στον τομέα της εικονικής πραγματικότητας με τις συσκευές που βγαίνουν να έχουν όλο και καλύτερη ανάλυση, χαμηλότερο χρόνο απόκρισης και εργονομικό σχεδιασμό για τη βελτίωση της εμπειρίας.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει ανάλυση στις τεχνολογίες της εικονικής πραγματικότητας όπως AR (Augmented Reality), VR (Virtual Reality) και MR (Mixed Reality), η χρησιμότητα της καθεμιάς καθώς και οι δυνατότητές τους.

2.2 Εικονική πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα έχει ως σκοπό την αποκοπή των ερεθισμάτων του πραγματικού κόσμου και αντικατάστασή τους από τον εικονικό έτσι ώστε ο χρήστης να έχει την ψευδαίσθηση ότι ο πραγματικός κόσμος είναι ο εικονικός. Αυτό μέχρι στιγμής πραγματοποιείται με τη χρήση VR headset το οποίο είναι μια μάσκα που στο εσωτερικό της έχει μια οθόνη υψηλής ανάλυσης. Για τον ήχο χρησιμοποιούνται ακουστικά που παράγουν τρισδιάστατο ήχο δημιουργώντας την ψευδαίσθηση ότι οι ήχοι προέρχονται από τον πραγματικό κόσμο. Για τις κινήσεις των χεριών χρησιμοποιούνται ασύρματα controllers και αντιγράφουν την κίνηση που κάνει ο χρήστης στον πραγματικό κόσμο μέσα στον εικονικό[1].

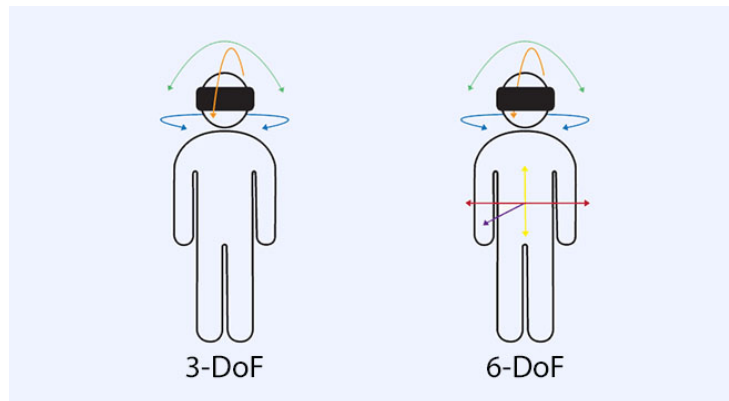


Σχήμα 2.1: VR Headset

2.3 Βαθμοί ελευθερίας στην εικονική πραγματικότητα

Η βαθμοί ελευθερίας στην εικονική πραγματικότητα περιγράφουν τις κινήσεις που υποστηρίζει το headset. Για παράδειγμα τα πρώτα headset υποστήριζαν τρεις βαθμούς ελευθερίας όπου η συσκευή μπορούσε να διαβάσει απ' το χρήστη μόνο περιστροφές στους άξονες X,Y,Z.

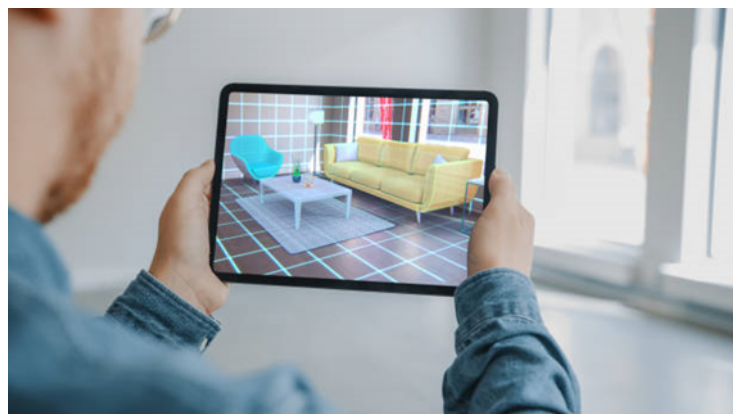
Τα σημερινά headset υποστηρίζουν έξι βαθμούς ελευθερίας δηλαδή η συσκευή μπορεί να διαβάσει εκτός απο την περιστροφή στους τρεις άξονες διαβάσει και τη μετατόπιση του χρήστη μέσα στο χώρο, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα της εμπύθισης του χρήστη.



Σχήμα 2.2: 3-DoF vs 6-DoF

2.4 Επαυξημένη πραγματικότητα

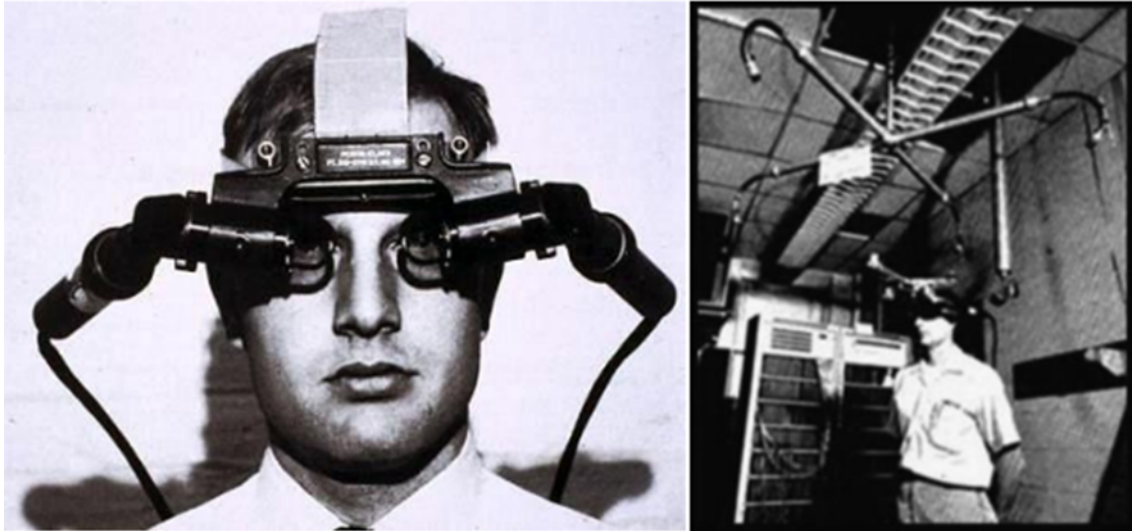
Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει ως σκοπό την επαύξηση του πραγματικού κόσμου με εικονικά τρισδιάστατα αντικείμενα. Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως image tracking και plane tracking δημιουργείται η ψευδαίσθηση ότι τα εικονικά αντικείμενα αποτελούν μέρος του πραγματικού κόσμου καθώς με τη βοήθεια κατάλληλων αλγόριθμων σκανάρεται ο χώρος με μια κάμερα και τα εικονικά αντικείμενα κινούνται στο χώρο ανεξάρτητα απο την κίνηση της κάμερας. Τα τελευταία χρόνια έχουν ενσωματωθεί και λειτουργίες όπως αναγνώριση κυλινδρικών αντικειμένων ακόμα και αναγνώριση πιο περίπλοκων αντικειμένων [2].



Σχήμα 2.3: Επαυξημένη Πραγματικότητα

2.5 Η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας

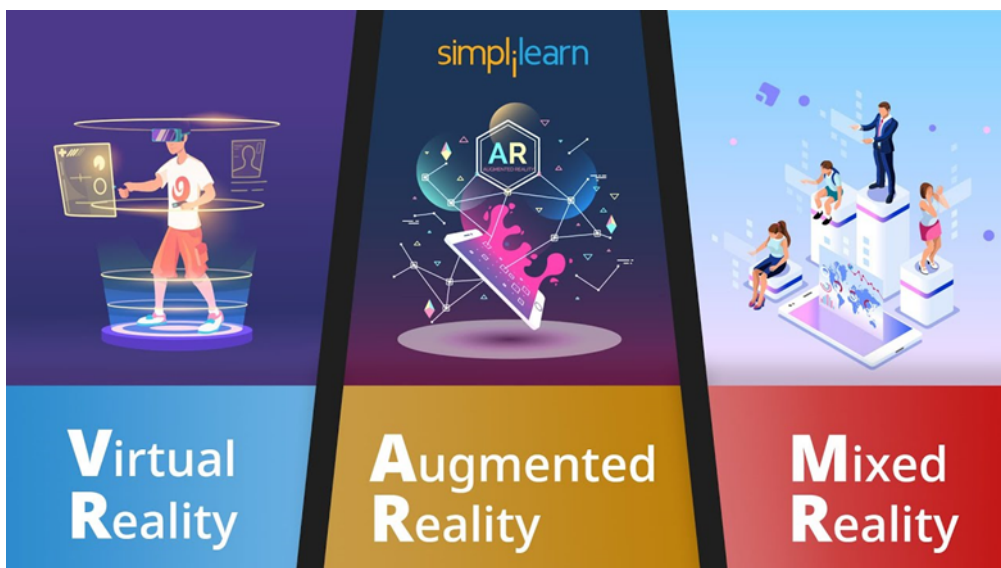
Η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργήθηκε το 1968 από τον Ivan Sutherland. Ο χρήστης φορούσε διάφανα γυαλιά μέσα στα οποία εμφανίζονταν γραφικά που παράγονταν από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η συσκευή ήταν πολύ μεγάλη σε όγκο με αποτέλεσμα να τοποθετηθεί στο ταβάνι της αίθουσας όπου στεγαζόταν[3].



Σχήμα 2.4: Η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας

2.6 Μικτή πραγματικότητα

Η διαφορά της επαυξημένης πραγματικότητας με την μικτή πραγματικότητα είναι ότι στην επαυξημένη πραγματικότητα ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει μόνο με τα εικονικά αντικείμενα που παρουσιάζονται στην οθόνη, ο στόχος της μικτής πραγματικότητας είναι ο χρήστης να μπορεί να συνδυάσει την αλληλεπίδραση των εικονικών αντικειμένων με των φυσικών, να μπορούν δηλαδή να χρησιμοποιηθούν πραγματικά αντικείμενα τα οποία επηρεάζουν τα εικονικά αντικείμενα[4].



Σχήμα 2.5: VR vs AR vs MR

2.7 Κινητή μάθηση

Τα τελευταία χρόνια κινητές συσκευές όπως smartphones και tablets έχουν γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας τα οποία προσφέρουν στους χρήστες γρήγορη επικοινωνία και ψυχαγωγία. Κάθε χρόνος που περνάει η υπολογιστική ισχύ των συσκευών πολλαπλασιάζονται με αποτέλεσμα να μπορούν να υποστηρίξουν πιο περίπλοκα προγράμματα. Η κινητή μάθηση αφορά τη χρήση φορητών συσκευών όπως tablet και smartphones και την αξιοποίησή τους στο χώρο της εκπαίδευσης. Η συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται με αποτελεσματικότητα καθώς ηλεκτρονικές συσκευές όπως τα smartphones κεντρίζουν το ενδιαφέρον των μαθητών. Αυτός ο τρόπος διδασκαλίας αποτελεί ένα συμπληρωματικό εργαλείο για τον εμπλουτισμό των γνώσεων των μαθητών καθώς και ένας ακόμη λόγος για την καλύτερη εξοικείωση των μαθητών με την τεχνολογία[5].



Σχήμα 2.6: Definition of Mobile Learning

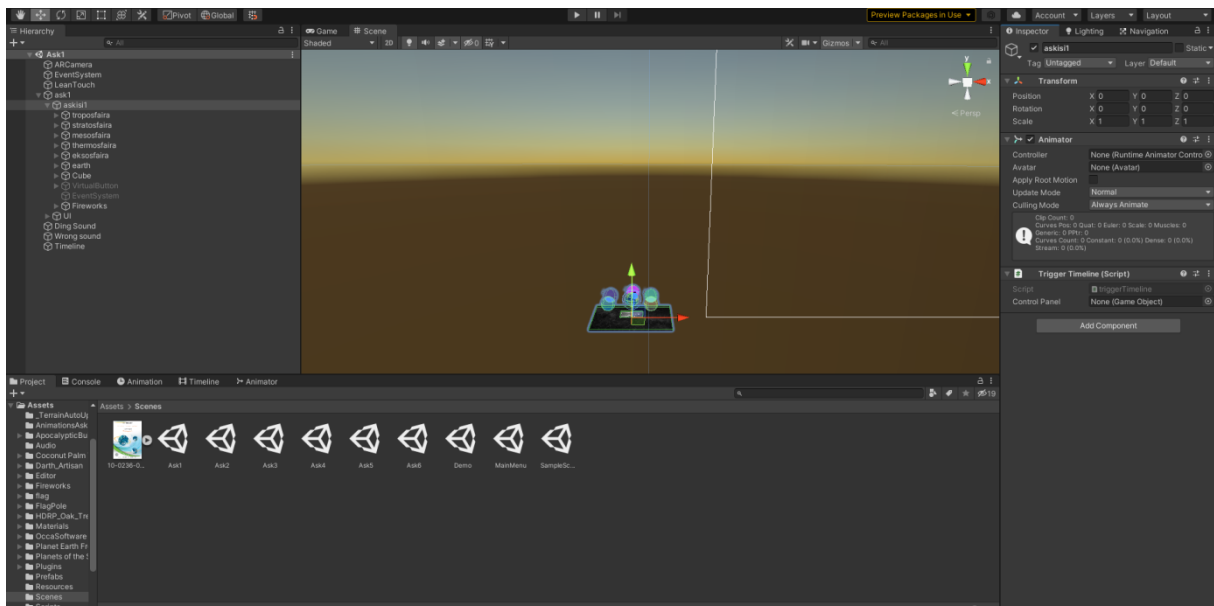
Κεφάλαιο 3ο: Πλατφόρμα δημιουργίας παιχνιδιού

3.1 Η Μηχανή Unity

Η Unity είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης δισδιάστατων και τρισδιάστατων παιχνιδιών όπου δημιουργήθηκε από την εταιρεία Unity Technologies. Δημοσιεύθηκε τον Ιούνιο του 2005. Αρχικά οι εφαρμογές τρέχανε μόνο στο λειτουργικό σύστημα Mac OS X. Στη συνέχεια όμως άρχισε να επεκτείνεται και σε άλλες πλατφόρμες όπως Android, iOS και Windows[6].

Αποτελεί μια από τις πιο φιλικές προς τον χρήστη πλατφόρμα για δημιουργία παιχνιδιών και μπορεί εύκολα κάποιος να ξεκινήσει να φτιάχνει ένα παιχνίδι, είτε είναι δυο διαστάσεων είτε τριών. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κάποιον που δεν έχει γνώσεις προγραμματισμού για να ξεκινήσει να σχεδιάζει το παιχνίδι του. Το περιεχόμενο είναι καθαρά επιλογή του δημιουργού της εφαρμογής, θα μπορούσε για παράδειγμα να δημιουργηθεί μια εφαρμογή για ιατρικά θέματα είτε εφαρμογή για μαθητές σχολείου ή απλά για διασκέδαση[7].

Πολύ μεγάλο πλεονέκτημα αποτελεί η διαδικτυακή βιβλιοθήκη που ονομάζεται asset store, όπου μπορεί ο καθένας να εισάγει στο project του δισδιάστατα ή τρισδιάστατα μοντέλα, λειτουργίες, plugins, ηχητικά και εικόνες είτε δωρεάν είτε επι πληρωμή, βοηθώντας έτσι τις μικρές εταιρείες να προχωρήσουν με τη δημιουργία του παιχνιδιού τους[8].



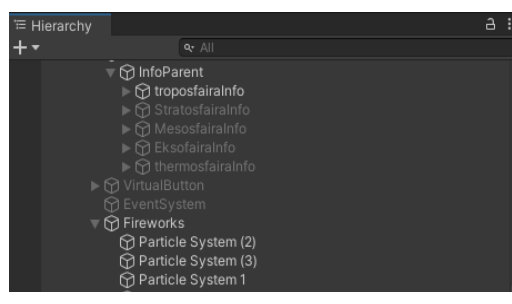
Σχήμα 3.1.1: Unity Editor

3.1.1 Unity Editor

Ο Unity Editor αποτελεί το user interface της πλατφόρμας όπου παρέχει στον χρήστη εργαλεία για τη δημιουργία εφαρμογών. Αποτελείται από παράθυρα όπως το Interface, Hierarchy, Lighting, Project, Console. Όλα τα παράθυρα μπορούν να αλλάξουν θέση και μέγεθος έτσι ώστε ο καθένας να προσαρμόσει το περιβάλλον όπως επιθυμεί.

3.1.2 Hierarchy

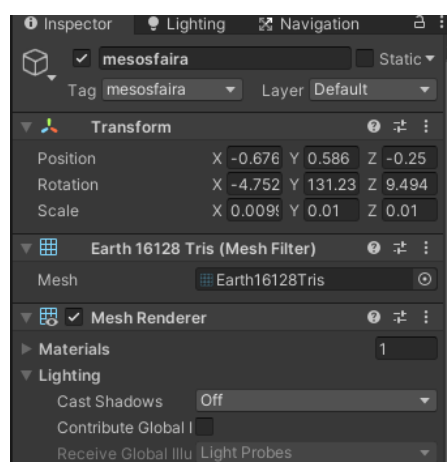
Το παράθυρο “Hierarchy” περιέχει όλα τα gameObjects της κάθε σκηνής. Η ιεραρχία αποτελείται από γονείς και παιδιά, κάποια objects αποτελούν παιδιά κάποιον άλλον gameObjects και το αντίθετο, επίσης δεν υπάρχει όριο στο πόσους γονείς ή πόσα παιδιά θα έχει κάποιο gameObject. Από εδώ μπορεί ο χρήστης είτε να διαγράψει είτε να μετακινήσει ένα gameObject για την καλύτερη διαχείριση της εφαρμογής.



Σχήμα 3.1.2: Hierarchy

3.1.3 Inspector

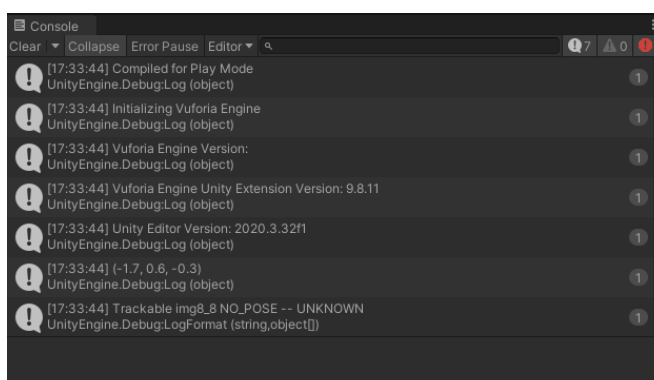
Το παράθυρο “Inspector” περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά (components) ενός αντικειμένου, για παράδειγμα περιέχει το mesh renderer όπου αποτελεί το 3d αντικείμενο, collider όπου αποτελεί τα όρια ενός αντικειμένου, προκειμένου να μην μπορούν άλλα αντικείμενα να περάσουν τα όρια αυτά, το Rigidbody όπου προσθέτει στο αντικείμενο physics ώστε να συμπεριφέρεται με ρεαλιστικό τρόπο μέσα στον κόσμο για παράδειγμα το αντικείμενο επηρεάζεται από τη δύναμη της βαρύτητας μέσα στη σκηνή που έχει δημιουργηθεί. Τα χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου καθορίζονται εξ ολοκλήρου από το χρήστη, για παράδειγμα μπορεί να βάλει σε ένα αντικείμενο Collider και Rigidbody ενώ σε ένα άλλο μπορεί να βάλει μόνο Collider.



Σχήμα 3.1.3: Inspector

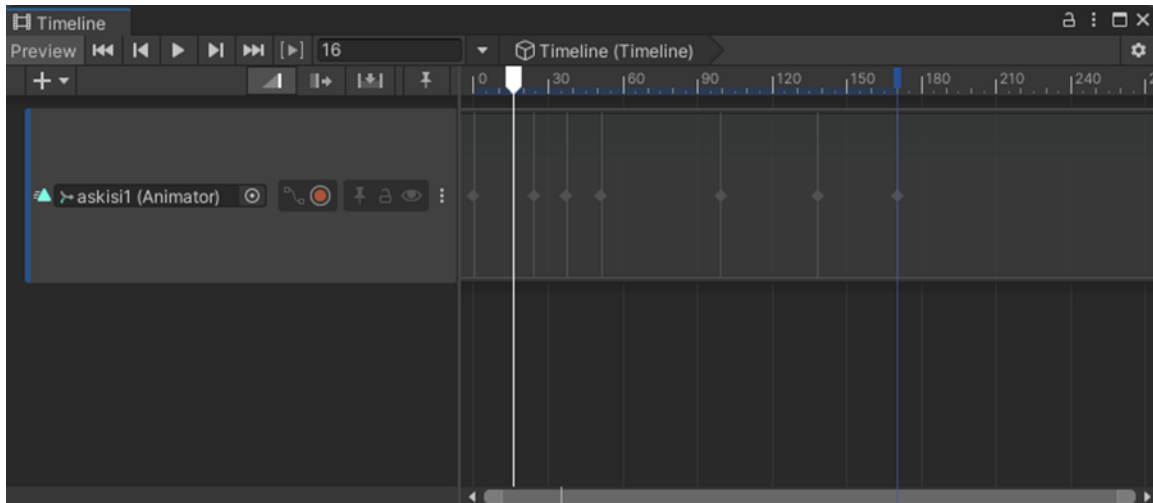
3.1.4 Console

Στο παράθυρο “Console” εμφανίζονται πληροφορίες που πολύ πιθανόν να χρειαστούν σε οποιονδήποτε θέλει να δημιουργήσει μια εφαρμογή στο Unity. Εκεί εμφανίζονται όλα τα Errors που πιθανώς να προκύψουν, απλές παρατηρήσεις ή επισημάνσεις από το πρόγραμμα. Επίσης εξυπηρετεί όποιον θέλει να κάνει Debug κάποιο script που δημιούργησε για την καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς του κώδικα.



Σχήμα 3.1.4: Console

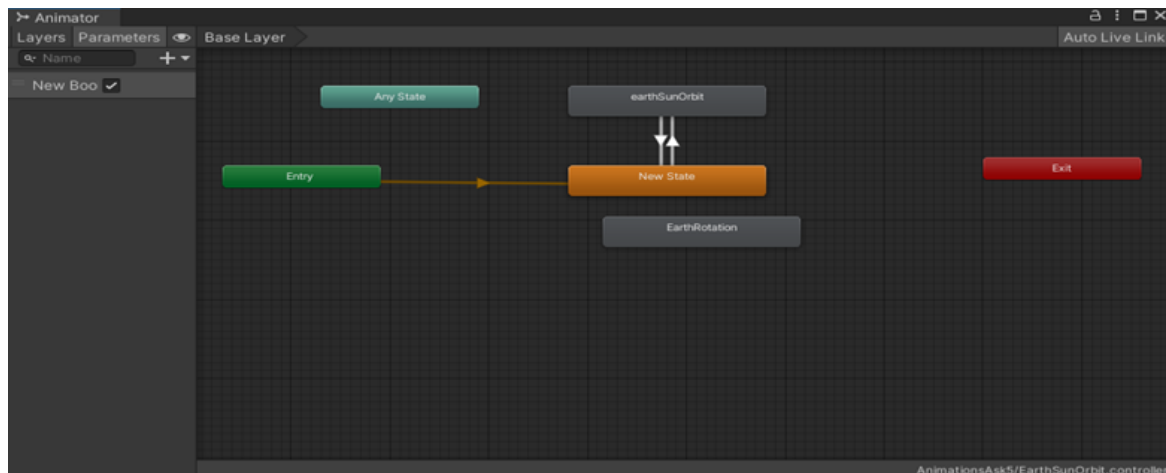
3.1.5 Timeline



Σχήμα 3.1.5: Timeline

Ο σκοπός του Timeline είναι για τη δημιουργία Cut scenes ή cinematics κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, είτε για να δημιουργηθεί μια σκηνοθετημένη κατάσταση κατά την ώρα του παιχνιδιού. Τα στοιχεία που θέλει ο χρήστης να σκηνοθετήσει τα βάζει μέσα στο timeline, και πατώντας το record όλες οι κινήσεις που θα γίνουν σε κάποιο αντικείμενο αποθηκεύονται στο timeline. Ο χρόνος που θα γίνονται οι αλλαγές καθορίζεται μέσω των keys του timeline. Ο χρήστης βάζει μια αρχική θέση του αντικειμένου και μια τελική, και όλα τα ενδιάμεσα καρέ δημιουργούνται αυτόματα από το Unity.

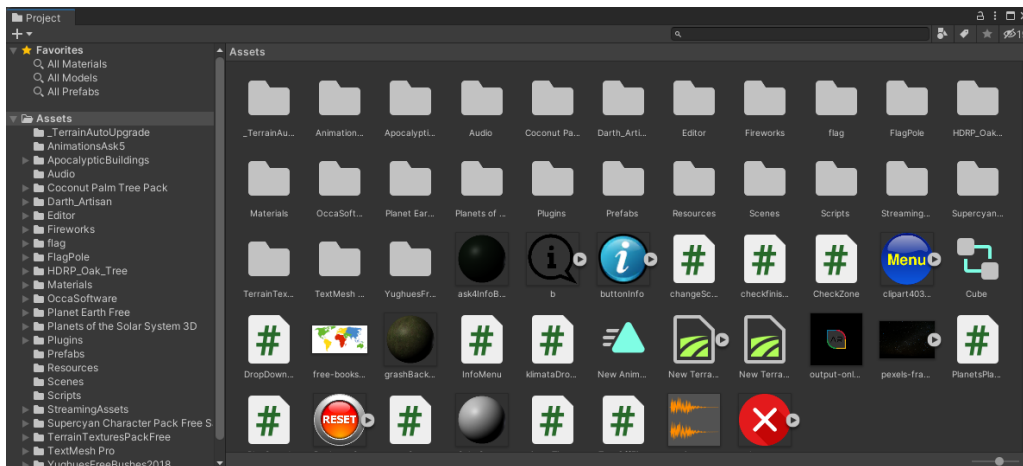
3.1.6 Animator



Σχήμα 3.1.6 Animator

Ο “Animator” καθορίζει τις εναλλαγές μεταξύ των animations, την διάρκεια της εναλλαγής καθώς και τη σειρά με την οποία θα παίξουν τα animations. Με τον “Animator” επίσης μπορούν να καθοριστούν και οι συνθήκες οι οποίες πρέπει να εξυπηρετηθούν προκειμένου να εκτελεστεί κάποιο animation όπως για παράδειγμα βάζοντας ως συνθήκη μια μεταβλητή Boolean, ένα Animation μπορεί να εκτελεστεί μόνο αν αυτή η μεταβλητή είναι true, η εναλλαγή της τιμής Boolean από true σε false και το αντίθετο καθορίζεται από κώδικα, αρκεί να αναφερθεί στο script το συγκεκριμένο animator. Ακόμα εκτός από Boolean μπορεί ο χρήστης να βάλει Float, Integer ή ακόμα και trigger.

3.1.7 Project



Σχήμα 3.1.7 Project

Το παράθυρο project είναι κάτι σαν το file explorer των windows. Με αυτό μπορεί ο χρήστης να περιηγηθεί στους φακέλους του project μας, να δημιουργήσει καινούργια αρχεία κάθε μορφής που υποστηρίζονται από το Unity όπως scripts, materials εικόνες, ηχητικά κ.λ.π. Ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό είναι ότι μπορεί ο χρήστης να κάνει αναζήτηση των αρχείων με βάση το είδος τους, θα μπορούσε για παράδειγμα να αναζητήσει όλα τα Materials που υπάρχουν στο project και για ακόμα καλύτερο φιλτράρισμα μπορεί να αναζητήσει ταυτόχρονα με βάση το όνομα.

3.1.8 C# Scripts

Τα scripts του Unity υλοποιούνται σε γλώσσα C# δίνοντας στο χρήστη τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει την αντικειμενοστρέφεια της γλώσσας προς όφελος του. Κάθε GameObject στο Unity είναι ένα αντικείμενο συγκεκριμένου τύπου, τα built in αντικείμενα έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες αλλά φυσικά λόγω της αντικειμενοστρέφειας της γλώσσας μπορεί να δημιουργήσει και τους δικούς του τύπους αντικειμένων με ιδιότητες που τις καθορίζει αυτός. Επίσης το unity έχει μια μεγάλη βιβλιοθήκη από μεθόδους για την καλύτερη και ευκολότερη διαχείριση των αντικειμένων. Για παράδειγμα για να απενεργοποιηθεί ένα αντικείμενο από τη σκηνή πρέπει να γίνει μόνο η κλήση της μεθόδου SetActive() για το συγκεκριμένο αντικείμενο.

```

GameObject troposfairaStartingPosition2;
GameObject stratosfairaStartingPosition2;
GameObject mesosfairaStartingPosition2;
GameObject eksosfairaStartingPosition2;
GameObject thermosfairaStartingPosition2;
[SerializeField] GameObject fireworks;
[SerializeField] GameObject fireworks2;
[SerializeField] GameObject fireworks3;
[SerializeField] GameObject fireworks4;
[SerializeField] GameObject WrongAnswerIcon;
[SerializeField] GameObject CorrectAnswerIcon;

AudioSource audio;
int turn=1;

// Start is called before the first frame update

private void Start()
{
    troposfairaStartingPosition2 = troposfairaStartingPosition;
    stratosfairaStartingPosition2 = stratosfairaStartingPosition;
    mesosfairaStartingPosition2 = mesosfairaStartingPosition;
    eksosfairaStartingPosition2 = eksosfairaStartingPosition;
    thermosfairaStartingPosition2 = thermosfairaStartingPosition;
    Debug.Log(troposfairaStartingPosition2.transform.position);

    fireworks.SetActive(false);
    fireworks2.SetActive(false);
    fireworks3.SetActive(false);
    fireworks4.SetActive(false);

```

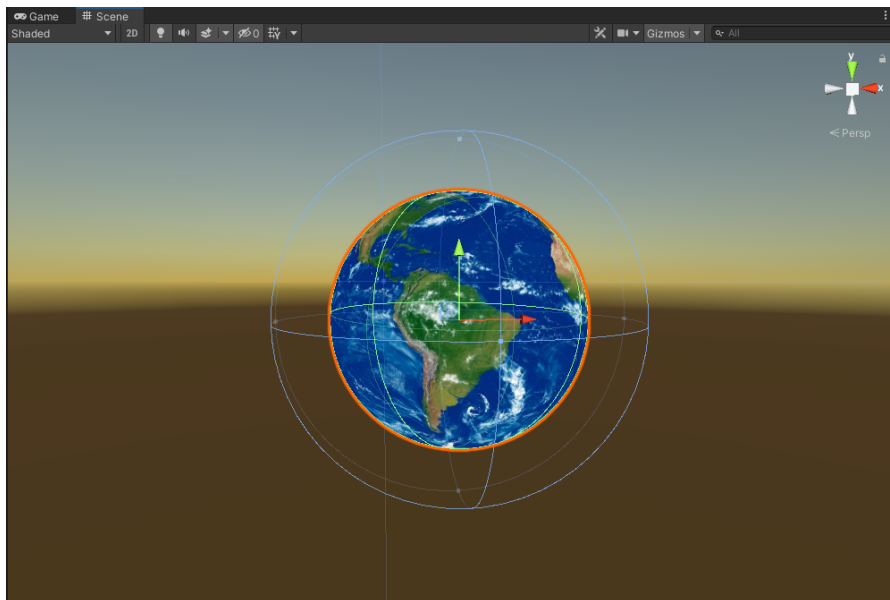
Σχήμα 3.1.8 C# Scripts

Σε περίπτωση όμως που θέλει ο χρήστης να παραμετροποιήσει ένα αντικείμενο από ένα script που βρίσκεται ως component πάνω σε άλλο αντικείμενο, δεν έχει παρά να αρχικοποιήσει ένα αντικείμενο και να βάλει πίσω από αυτό τη λειτουργία [Serialized field], με αυτό τον τρόπο πηγαίνοντας στον editor κάνει drag drop το αντικείμενο που θέλει πάνω στη θέση που δημιουργήθηκε απ' το Serialized field και πλέον έχει πρόσβαση σε αυτό το GameObject.



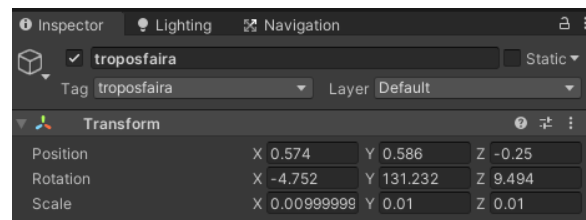
Σχήμα 3.1.9 Serialized Field

3.1.9 Scene



Σχήμα 3.1.10 Scene

Στο παράθυρο Scene απεικονίζεται ο 3d κόσμος και όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται στο παράθυρο "Hierarchy". Αυτό το παράθυρο δίνει τη δυνατότητα να μετακινηθούν τα αντικείμενά μέσα στον κόσμο, να περιστραφούν, να παραμορφωθούν ή να γίνει αλλαγή στο μέγεθός τους. Κάθε αντικείμενο έχει τις δικές του συντεταγμένες μέσα στον κόσμο και ανάλογα με τις συντεταγμένες που έχει, φαίνεται και στο αντίστοιχο μέρος μέσα στον κόσμο. Κάθε αντικείμενο έχει τις δικές του Global και local μεταβλητές,

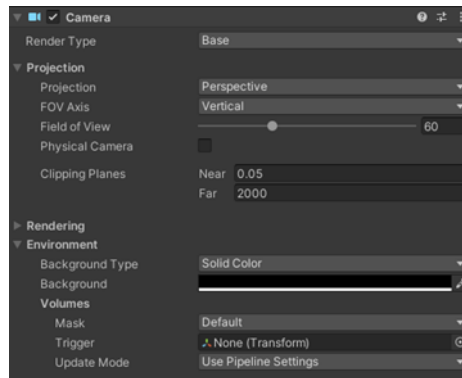


Σχήμα 3.1.11 Συντεταγμένες

τα αντικείμενα που δεν έχουν parent, έχουν τις global μεταβλητές, όμως όταν ένα αντικείμενο βρίσκεται μέσα σε κάποιον parent οι συντεταγμένες του καθορίζονται με βάση τον parent.

3.1.10 Game

Πατώντας το κουμπί Play η εφαρμογή ξεκινάει μέσα από τον Editor και έχει ο χρήστης τη δυνατότητα να δοκιμάσει την εφαρμογή χωρίς να κάνει εξαγωγή το project. Για να μπορέσει να δει τον κόσμο που δημιούργησε απ' το παράθυρο Game θα χρειαστεί να τοποθετήσει ένα Camera component σε κάποιο αντικείμενο.



Σχήμα 3.1.12 Camera Component

3.1.11 Camera

Αλλάζοντας τις ρυθμίσεις στο Component “Camera” μπορεί ο χρήστης να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο βλέπει τον τρισδιάστατο κόσμο. Για παράδειγμα αλλάζοντας την τιμή του “Field of View” μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει σε μοίρες το οπτικό του πεδίο (στις δύο εικόνες φαίνεται η διαφορά στη ρύθμιση του field of view, στην πρώτη εικόνα η τιμή του field of view είναι 60 ενώ στη δεύτερη είναι 115). Ενεργοποιώντας την επιλογή “Physical Camera” μπορεί να κάνει κάποιες έξτρα ρυθμίσεις οι οποίες είναι αντίστοιχες με αυτές μιας κανονικής κάμερας, για παράδειγμα μπορεί να αλλάξει το μέγεθος του σένσορα ή τον τύπο.

Η επιλογή Clipping Planes αποκόπτει τα αντικείμενα που βρίσκονται πολύ κοντά ή πολύ μακριά στην κάμερα ανάλογα με τις τιμές που δώσαμε στον editor.



Σχήμα 3.1.13 Οπτικό πεδίο

3.2 Vuforia

Το Vuforia είναι ένα εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού εικονικής πραγματικότητας για έξυπνα κινητά ή άλλες παρόμοιες φορητές συσκευές. Αποτελεί plugin στο Unity και για να το χρησιμοποιήσει ο χρήστης θα πρέπει να το εγκαταστήσει μέσα στο περιβάλλον του Unity. Χρησιμοποιώντας την κάμερα μιας συσκευής, έχει τη δυνατότητα να εντοπίζει αντικείμενα ή εικόνες σε πραγματικό χρόνο και να προσθέτει δισδιάστατα ή τρισδιάστατα αντικείμενα τα οποία τα δημιούργησε μέσα απ' το Unity. Το Vuforia υποστηρίζει Android και iOS συσκευές [9].

Με την ευελιξία που προσφέρει το περιβάλλον του Unity σε συνδυασμό με το Vuforia, ο χρήστης έχει ότι χρειάζεται στα χέρια του ώστε να δημιουργήσει εφαρμογές για οποιαδήποτε ανάγκη του προκύψει. Μπορεί να φτιάξει εφαρμογές για εκπαιδευτικούς λόγους, ιατρικούς λόγους ή απλά για λόγους διασκέδασης.

3.3 Image Tracking

Το Vuforia έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει εικόνες και πάνω σε αυτές να προσθέτει εικονικά αντικείμενα έτσι ώστε να δίνει την ψευδαίσθηση ότι βρίσκονται στον πραγματικό κόσμο. Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα να αναγνωρίζει πολλαπλές εικόνες ταυτόχρονα σε πραγματικό χρόνο, με αυτό τον τρόπο δίνει την ευελιξία στους προγραμματιστές για τη δημιουργία σύνθετων εφαρμογών[10].



Σχήμα 3.2 Image Tracking

3.4 Αναγνώριση Κυλινδρικών Αντικειμένων

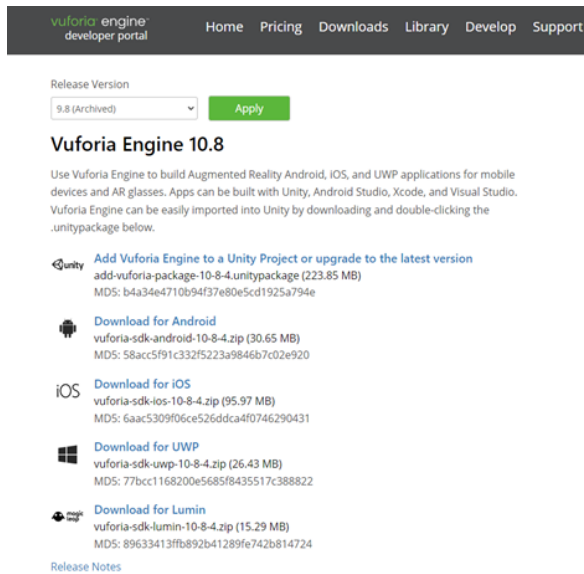
Το Vuforia υποστηρίζει αναγνώριση κυλινδρικών αντικειμένων, αυτό σημαίνει ότι μπορεί ο χρήστης να αντικαταστήσει εικονικά την υφή ενός πραγματικού αντικειμένου με μια εικονική και καθώς μετακινεί ή περιστρέφει το αντικείμενο, αντίστοιχα ακολουθεί και η εικονική υφή, δίνοντάς του την ψευδαίσθηση ότι η εικονική υφή είναι και πραγματική.

3.5 Ground Plane

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό του Vuforia είναι η δυνατότητα εντοπισμού επιφανειών, δηλαδή καθώς σκανάρει ο χρήστης το χώρο με την κάμερα, η εφαρμογή εντοπίζει τις επιφάνειες και μπορεί να εμφανίσει αντικείμενα τα οποία θα μείνουν στην ίδια θέση ακόμα και αν κάνει πλήρη περιστροφή με την κάμερα.

3.6 Εγκατάσταση του Vuforia στο Unity

Αρχικά πηγαίνοντας στην ιστοσελίδα του vuforia engine, στην καρτέλα “Downloads” πρέπει να επιλεγεί μια έκδοση και έπειτα κλικ στην επιλογή “Add Vuforia Engine to a Unity Project or upgrade to the latest version”. Στο παρόν project χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 9.8.11 του Vuforia.



Σχήμα 3.3 Ιστοσελίδα Vuforia

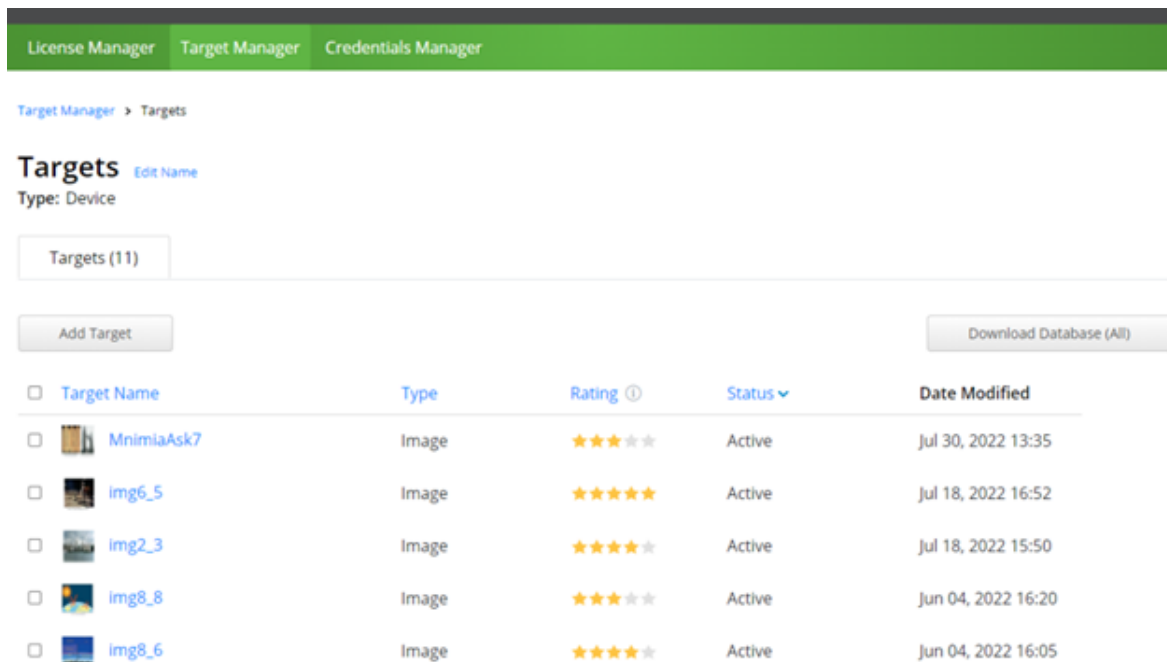


Σχήμα 3.4 Import Vuforia

Έχοντας ήδη ανοιχτό το project στο Unity και έχοντας ανοίξει το αρχείο από τη σελίδα του Vuforia εμφανίζεται ένα παράθυρο με την επιλογή import,πατώντας το στη συνέχεια γίνεται εγκατάσταση με όλα τα απαραίτητα αρχεία για τη σωστή λειτουργία του Vuforia.

3.7 Vuforia Database

Για να χρησιμοποιηθεί η λειτουργία “Image tracking” του Vuforia Engine θα χρειαστεί πρώτα να ανέβουν εικόνες στην ιστοσελίδα του Vuforia, αυτό γίνεται πηγαίνοντας στην ιστοσελίδα του Vuforia, στην καρτέλα “Develop” και στη συνέχεια στην επιλογή “Add Target.”



Σχήμα 3.5 Vuforia Database

Στο νέο παράθυρο που εμφανίζεται στον τύπο του στόχου πρέπει να πατηθεί η επιλογή “Image”, ανεβάζουμε τη φωτογραφία, καθορίζουμε την τιμή πλάτους, τέλος του δίνουμε όνομα και πατάμε “Add”. Έχοντας προσθέσει πλέον την καινούργια φωτογραφία, θα χρειαστεί να ενσωματωθεί η καινούργια βάση δεδομένων στο project.

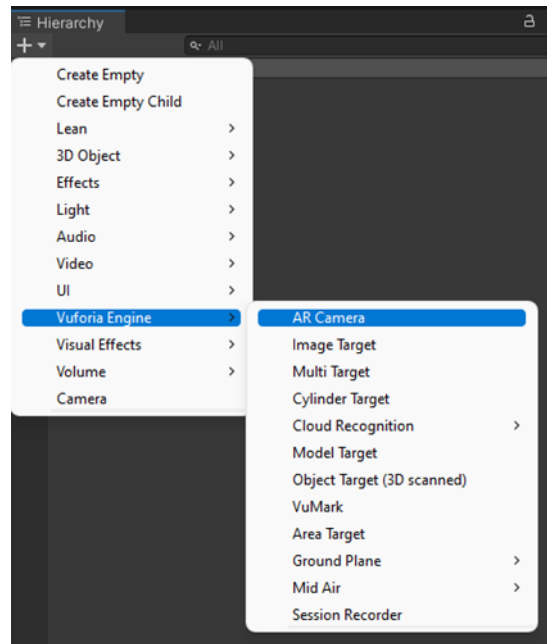
Σχήμα 3.6 Εισαγωγή Φωτογραφίας στη Βάση

Στην καρτέλα “Target Manager” πατάμε το κουμπί “Download Database”, διαλέγουμε την επιλογή “Unity Editor” και έτσι η βάση θα κατέβει στον υπολογιστή.

Έχοντας ήδη ανοιχτό το project στο Unity, ανοίγουμε το αρχείο που κατεβάσαμε και στο νέο παράθυρο που θα ανοίξει πατάμε “import” έτσι ώστε να ενσωματώσουμε τη βάση με τις φωτογραφίες στο project.

Σχήμα 3.7 Κατέβασμα της Βάσης

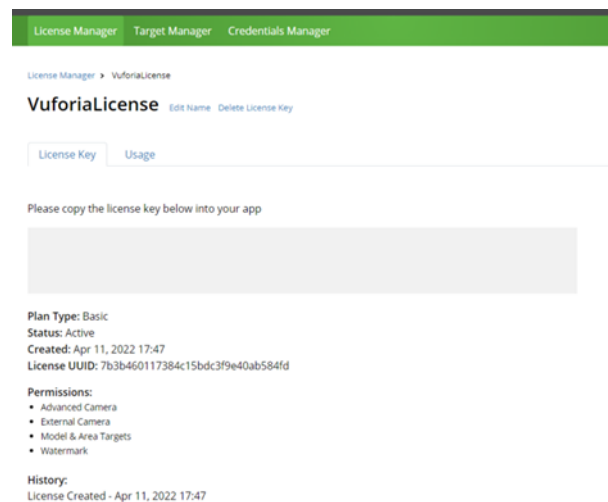
Για να ενσωματώσουμε στην εφαρμογή μας το Image tracking, θα χρειαστούμε μια “ARCamera” και ένα “Image Target”, έτσι στο παράθυρο “Hierarchy” πατάμε δεξί κλικ για να μας εμφανίσει το μενού με τις επιλογές των GameObjects που μπορούμε να εισάγουμε στη σκηνή, έπειτα πηγαίνουμε στην επιλογή “Vuforia Engine” και απο εκεί διαλέγουμε τα δύο βασικά GameObjects που θα χρειαστούμε.



Σχήμα 3.8 Εισαγωγή AR κάμερας

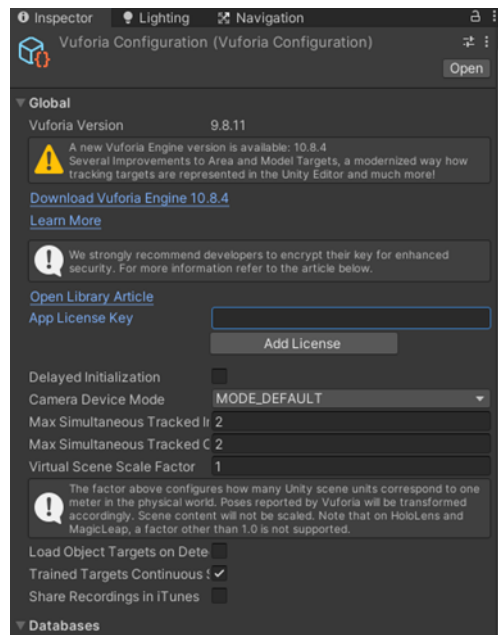
3.8 App License Key

Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε το Vuforia, αρχικά θα χρειαστεί να ενσωματώσουμε στο project ένα μοναδικό κλειδί το οποίο το παίρνουμε από το site του Vuforia. Από την ιστοσελίδα του Vuforia επιλέγουμε την καρτέλα “License Manager”, απο εκεί πατάμε το κουμπί “Get Development Key” και στη συνέχεια θα μας εμφανίσει ένα κλειδί το οποίο πρέπει να το ενσωματώσουμε στο project.



Σχήμα 3.9 App License Key

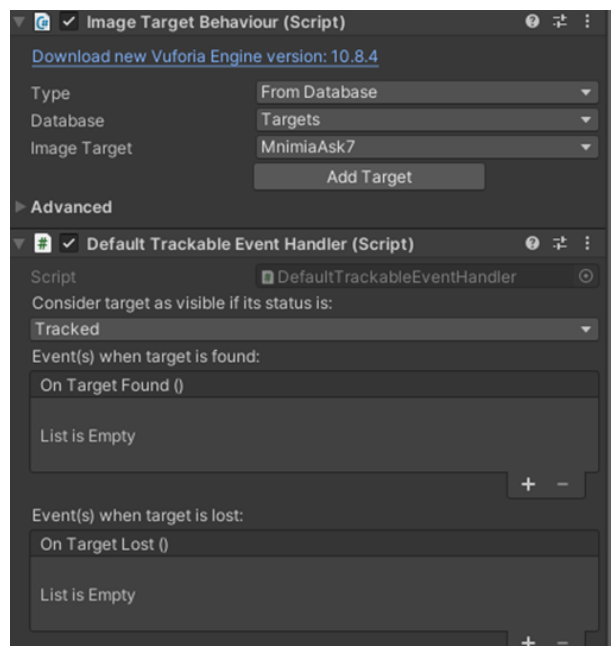
Εφόσον έχουμε αντιγράψει το κλειδί από την ιστοσελίδα, πηγαίνουμε πίσω στο project και επιλέγουμε την ARCamera και ψάχνουμε στο παράθυρο “Inspector” το Component “Vuforia Behaviour (Script)” και πατάμε το κουμπί “Open Vuforia Engine Configuration”. Το παράθυρο που εμφανίζεται στη συνέχεια είναι οι γενικές ρυθμίσεις για τη συμπεριφορά του Vuforia, στο πεδίο “App License Key” κάνουμε επικόλληση το κλειδί που αντιγράψαμε απο την ιστοσελίδα και πατάμε “Add License”.



Σχήμα 3.10 Vuforia Configuration

3.9 Image Target

Για να μπορέσουμε να κάνουμε την κάμερα να αναγνωρίζει μια εικόνα, απο το παράθυρο “Hierarchy” επιλέγουμε το “Image Target” που έχουμε ήδη προσθέσει, έπειτα στο παράθυρο “Inspector” εμφανίζεται το Component “Image Target Behaviour (Script)” στην επιλογή “Type” επιλέγουμε “From Database” έτσι ώστε να ψάξει τις φωτογραφίες απο τη βάση, στην επιλογή “Database” διαλέγουμε τη βάση που θα χρησιμοποιήσουμε και τέλος στην επιλογή “Image Target” διαλέγουμε τη φωτογραφία που θέλουμε.



Σχήμα 3.11 Εισαγωγή αναγνώρισης φωτογραφίας

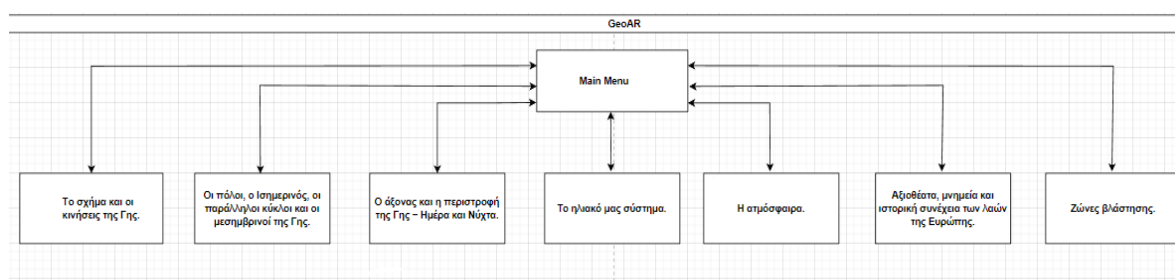
Κεφάλαιο 4ο: Σχεδίαση και ανάπτυξη της AR εφαρμογής

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται περιγραφή στη δομή της εφαρμογής καθώς και ανάλυση του τρόπου ανάπτυξής της.

Η εφαρμογή ονομάζεται «GeoAR» και περιέχει επτά σκηνές – παιχνίδια όπου το καθένα αντιπροσωπεύει ένα κεφάλαιο απ' το μάθημα της γεωγραφίας της ΣΤ' τάξης του δημοτικού[5].

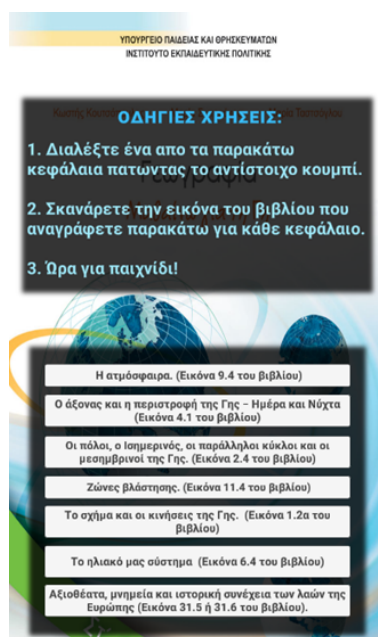
Η δομή της εφαρμογής όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.1 αποτελείται από μια κεντρική σκηνή όπου περιέχει επτά κουμπιά με τα ονόματα του κάθε κεφαλαίου. Πατώντας ένα από τα κουμπιά ανοίγει το αντίστοιχο παιχνίδι. Καθ' όλη τη διάρκεια παραμονής σε ένα από τα παιχνίδια υπάρχει η δυνατότητα επανεκκίνησης της σκηνής ή μεταφορά στο κεντρικό μενού.



Σχήμα 4.1.1 Δομή της AR Εφαρμογής

4.2 Κεντρικό μενού

Ανοίγοντας την εφαρμογή GeoAR εμφανίζεται το κεντρικό μενού. Το κεντρικό μενού αποτελείται από μια background εικόνα και από 7 κουμπιά, όπου το καθένα αντιστοιχεί σε ένα παιχνίδι/κεφάλαιο του βιβλίου. Το ποιο κεφάλαιο αφορά το κάθε κουμπί είναι γραμμένο επάνω στα ίδια τα κουμπιά. Με το που επιλέξουμε ένα κουμπί αλλάζει το scene και μας πηγαίνει στο αντίστοιχο παιχνίδι.



Σχήμα 4.1.2 Κεντρικό Μενού

4.3 Πρώτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 1ο “Το σχήμα και οι κινήσεις της Γής”

Οδηγίες χρήσης και περιγραφή της εφαρμογής

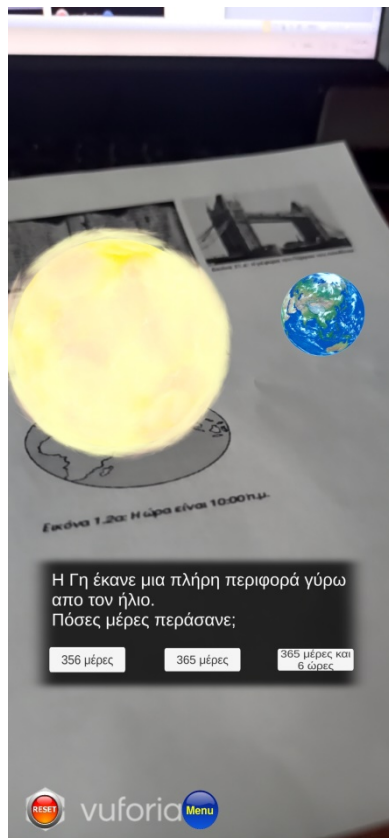
Ανοίγοντας την εφαρμογή GeoAR, εμφανίζεται το κεντρικό μενού, έπειτα επιλέγουμε το κεφάλαιο “1. Το σχήμα και οι κινήσεις της Γης” και στη συνέχεια αφού ανοίξει η κάμερα, για να ξεκινήσουμε το παιχνίδι σαρώνουμε τη φωτογραφία “1.2α” από το 1ο κεφάλαιο του βιβλίου.



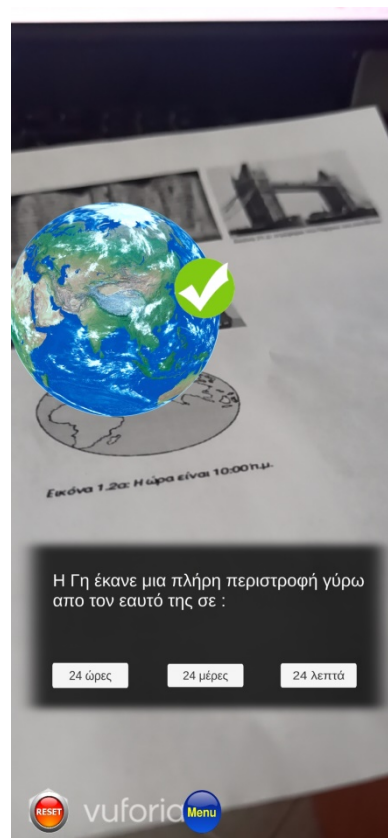
Εικόνα 1.2α: Η ώρα είναι 10:00π.μ.

Σχήμα 4.2.1 Εικόνα Πρώτου Παιχνιδιού

Μετά τη σάρωση της εικόνας, θα εμφανιστεί στην οθόνη η διεπαφή χρήστη, ένα reset button κάτω αριστερά όπου πατώντας το θα ξεκινήσει το παιχνίδι από την αρχή, ένα menu button όπου πατώντας το θα μας οδηγήσει στο κεντρικό μενού, ο Ήλιος, η Γή, 1 ερώτηση και από κάτω τρία κουμπιά με τις απαντήσεις. Η πρώτη άσκηση περιλαμβάνει ένα animation όπου η Γή κάνει μια πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο και η ερώτηση είναι σε πόσες μέρες η Γή έκανε μια πλήρη περιφορά γύρω από τον Ήλιο. Ένα από τα τρία κουμπιά είναι η σωστή απάντηση. Για να επιλέξουμε τη σωστή, πατάμε ένα από αυτά τα κουμπιά και έτσι μας πηγαίνει στην επόμενη ερώτηση.



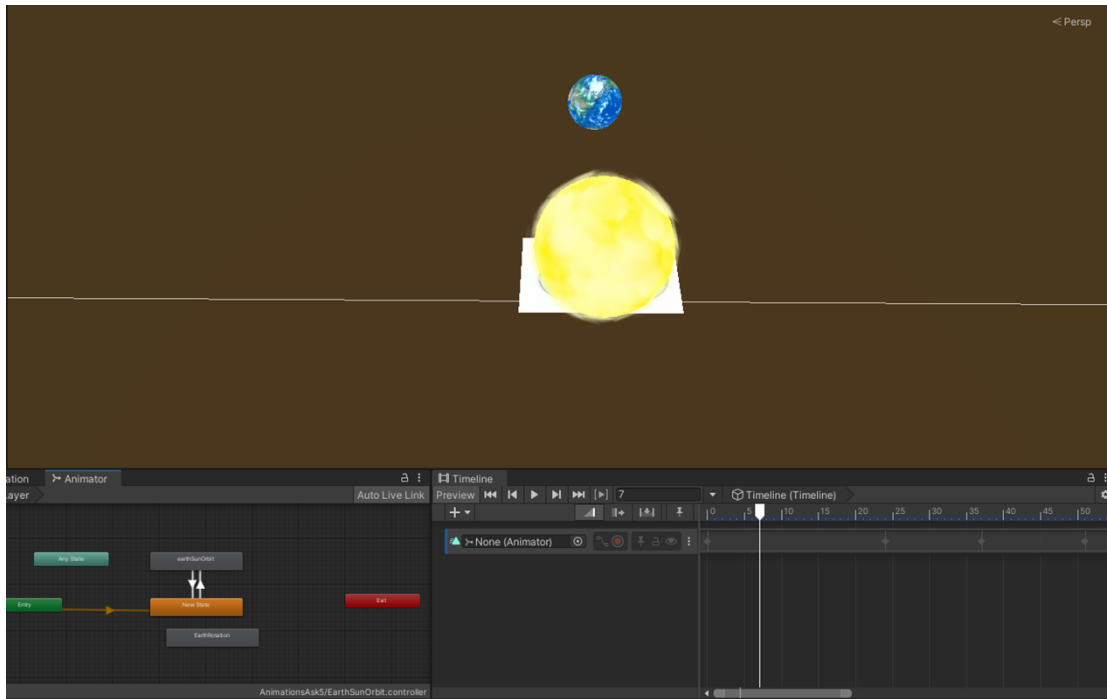
Σχήμα 4.2.1 Περιφορά Γύρω απ' τον Ήλιο



Σχήμα 4.2.2 Περιστροφή της Γής

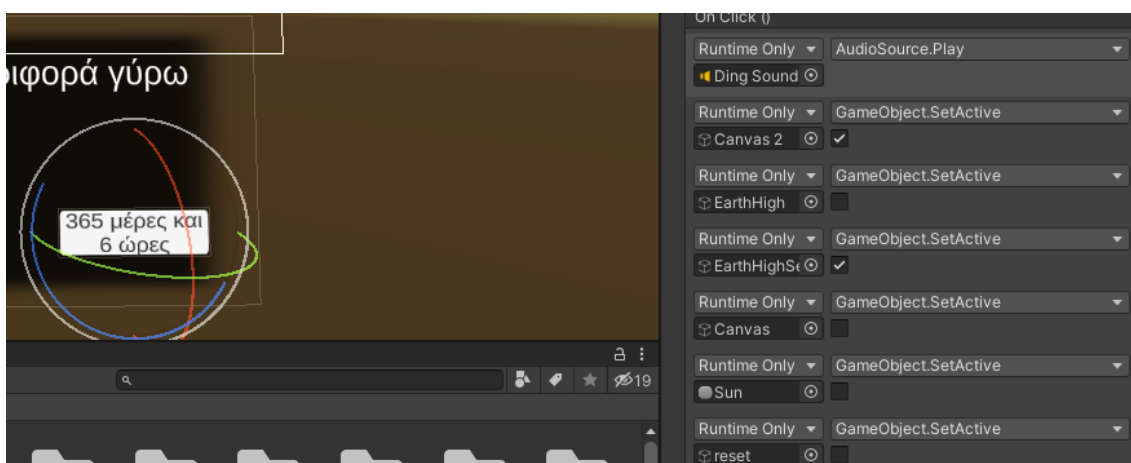
Η επόμενη άσκηση περιλαμβάνει ένα animation όπου η Γή περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της μια φορά και η ερώτηση είναι σε πόσες ώρες η Γή έχει κάνει μια πλήρη περιστροφή γύρω από τον εαυτό της. Απαντώντας σωστά και σε αυτή την ερώτηση εμφανίζεται μια εικόνα με ένα τικ και έτσι το παιχνίδι τελειώνει. Σε κάθε περίπτωση αν ο χρήστης απαντήσει λάθος εμφανίζεται ένα μήνυμα λάθους. Ολοκληρώνοντας το παιχνίδι ο χρήστης μπορεί να ξανα παίξει το παιχνίδι πατώντας το κουμπί reset ή μπορεί να επιλέξει το menu button για να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού ώστε να παίξει κάποιο άλλο παιχνίδι.

Τεχνικά χαρακτηριστικά



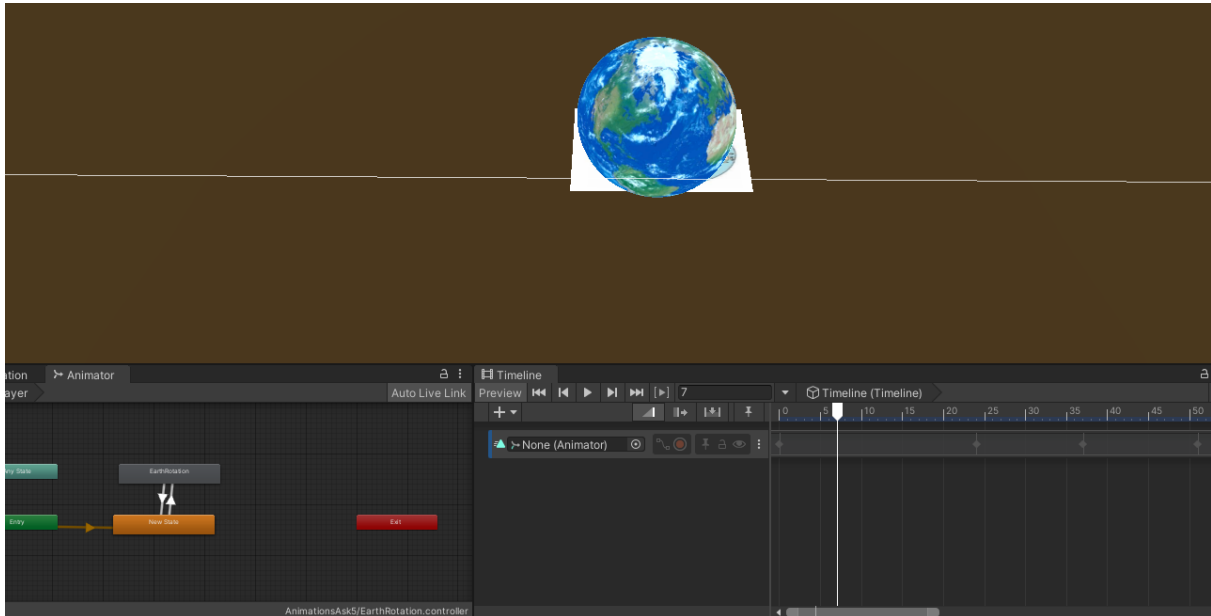
Σχήμα 4.2.3 Animation Σκηνής

Η πρώτη άσκηση έγινε με τη βοήθεια του Timeline ώστε η Γή να κινείται γύρω από τον Ήλιο. Επίσης με τη βοήθεια του Animator η κίνηση αυτή γίνεται έως ότου ολοκληρωθεί η πρώτη άσκηση. Αντίστοιχα στη δεύτερη άσκηση, η περιστροφική κίνηση της Γής επιτεύχθηκε με τη βοήθεια του Timeline, και κάνοντας χρήση του Animator η κίνηση γίνεται



έως ότου ολοκληρωθεί η άσκηση. Σχήμα 4.2.4 Προγραμματισμός

Όσον αφορά τη συμπεριφορά των κουμπιών, με τη χρήση της function `OnClick()`, όταν ο χρήστης πατήσει τη σωστή απάντηση ακούγεται ένα ηχητικό σωστής απάντησης, ενεργοποιείται ο καμβάς της δεύτερης ερώτησης, ενεργοποιούνται τα `GameObjects` της επόμενης ερώτησης και τέλος απενεργοποιείται ο καμβάς και τα `GameObjects` αυτής της άσκησης.



Σχήμα 4.2.5 Δημιουργία Animation Περιστροφής

4.4 Δεύτερο

Παιχνίδι: Κεφάλαιο 2^ο

: Οι Πόλοι, ο Ισημερινός, οι Παράλληλοι Κύκλοι και οι Μεσημβρινή της Γης.

Οδηγίες χρήσης και περιγραφή της εφαρμογής

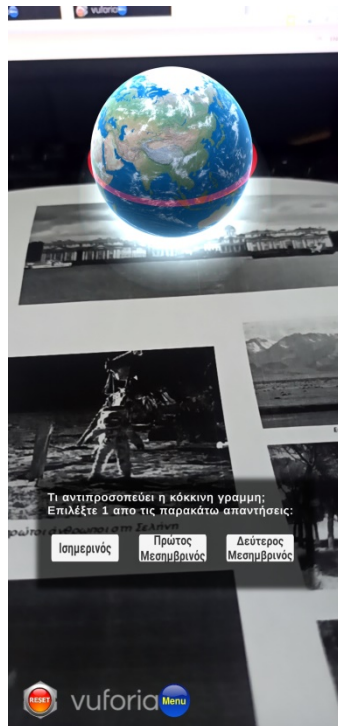
Από το κεντρικό μενού επιλέγουμε το 2ο κεφάλαιο "Οι πόλοι, ο Ισημερινός, οι παράλληλοι κύκλοι και οι μεσημβρινοί της Γης", στη συνέχεια ανοίγει η κάμερα, για να ξεκινήσουμε το παιχνίδι σκανάρουμε την εικόνα 2.4 απο το δεύτερο κεφάλαιο του βιβλίου.



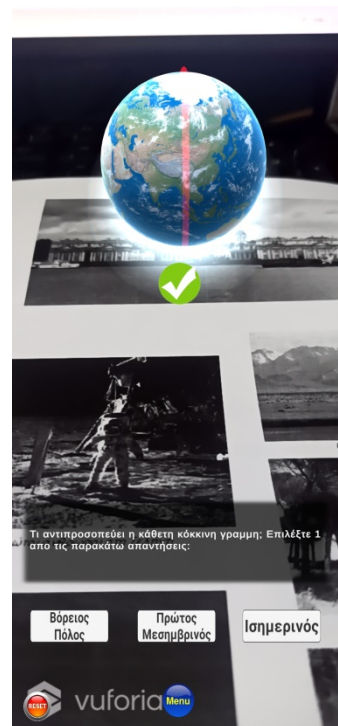
Σχήμα 4.3.1 Φωτογραφία δεύτερου Παιχνιδιού

Μετά τη σάρωση της εικόνας θα εμφανιστεί στην οθόνη η Γη και μια γραμμή γύρω απο τη Γη η οποία αντιπροσωπεύει τον Ισημερινό. Το user interface περιλαμβάνει την ερώτηση και τρία κουμπιά από τα οποία το ένα περιλαμβάνει τη σωστή απάντηση. Το reset button όπου μπορεί ο χρήστης να αρχίσει το παιχνίδι απο την αρχή και τέλος το menu button απο το οποίο ο χρήστης μπορεί να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού για να παίξει άλλο παιχνίδι. Ο σκοπός του παιχνιδιού είναι ο χρήστης να απαντήσει

σωστά στο τι αντιπροσωπεύει η γραμμή γύρω από τη Γή. Απαντώντας σωστά το παιχνίδι περνάει στην επόμενη ερώτηση.



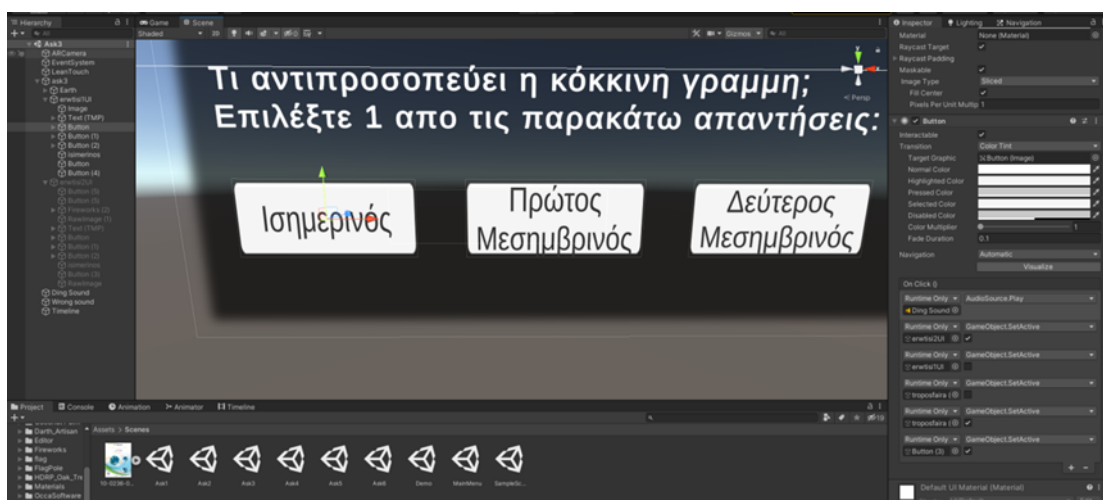
Σχήμα 4.3.2 Πρώτη Ερώτηση Δεύτερου Παιχνιδιού



Σχήμα 4.3.3 Δεύτερη Ερώτηση Δεύτερου Παιχνιδιού

Η επόμενη ερώτηση περιλαμβάνει μια κόκκινη γραμμή γύρω από τη Γή το οποίο αντιπροσωπεύει τον πρώτο μεσημβρινό. Ο χρήστης πρέπει να διαλέξει μια από τις επιλογές ώστε να βρεί τη σωστή απάντηση. Βρίσκοντας τη σωστή απάντηση εμφανίζεται ένα τικ στην οθόνη όπου σημαίνει ότι ο χρήστης ολοκλήρωσε το παιχνίδι, σε κάθε περίπτωση όταν ο χρήστης απαντήσει λάθος σε κάποια ερώτηση εμφανίζεται μήνυμα λάθους.

Τεχνικά χαρακτηριστικά



Με τη βοήθεια Σχήμα 4.3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Δεύτερης Άσκησης της μεθόδου OnClick()

στο user interface καθορίζονται η σωστή και η λάθος απάντηση. Πατώντας μια λάθος απάντηση εμφανίζεται στην οθόνη μήνυμα λάθους καθώς και ηχητικό μήνυμα, απαντώντας σωστά εμφανίζεται τικ στην οθόνη και το αντίστοιχο ηχητικό σωστής απάντησης. Στη συνέχεια γίνεται απενεργοποίηση των GameObjects και το user interface της ερώτησης που μόλις απαντήθηκε και ενεργοποιούνται τα GameObjects και το user interface της επόμενης ερώτησης.

4.5 Τρίτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 4ο: Ο άξονας και η περιστροφή της Γής – Ημέρα και Νύχτα

Οδηγίες χρήσης και περιγραφή της εφαρμογής

Επιλέγοντας απ' το κεντρικό μενού το κεφάλαιο “ Ο άξονας και η περιστροφή της Γης – Ημέρα και Νύχτα”, στη συνέχεια ανοίγει η κάμερα, για να ξεκινήσουμε το παιχνίδι σκανάρουμε την εικόνα 4.1 απο το τέταρτο κεφάλαιο του βιβλίου.



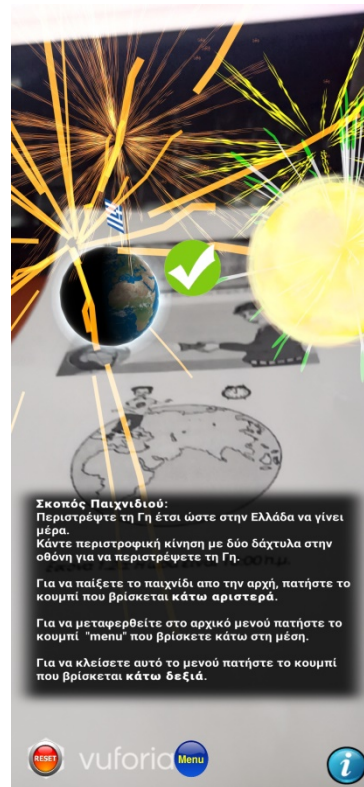
Σχήμα 4.4.1 Εικόνα τρίτου Παιχνιδιού

Μετά το σκανάρισμα, εμφανίζεται στην οθόνη η Γή όπου με ένα spot light και την Ελληνική σημαία καθορίζεται η θέση της Ελλάδας, ο Ήλιος, και το UI το οποίο αποτελείται απο πληροφορίες για τη χρήση της εφαρμογής και του user interface, το menu button όπου πατώντας το μας μεταφέρει στο κεντρικό μενού, το reset button όπου πατώντας το ξεκινάει το παιχνίδι απο την αρχή και τέλος το κουμπί των πληροφοριών όπου μπορούμε να κρύψουμε και να εμφανίσουμε τις οδηγίες χρήσης της εφαρμογής.

Ο σκοπός του παιχνιδιού είναι να περιστρέψουμε τη Γη έτσι ώστε στην Ελλάδα απο νύχτα να γίνει μέρα. Αυτό πραγματοποιείται με περιστροφική κίνηση δύο δακτύλων επάνω στο μοντέλο της Γής. Εφόσον περιστρέψουμε τη Γή έχουμε τελειώσει το παιχνίδι, η δυνατότητα της περιστροφικής κίνησης απενεργοποιείται, εμφανίζεται ένα τικ στην οθόνη και ακολουθούν πυροτεχνήματα και ηχητικό δείχνοντας στο χρήστη ότι το παιχνίδι έχει τελειώσει. Έπειτα ο χρήστης έχει την επιλογή να ξανά παίξει το παιχνίδι ή να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού.



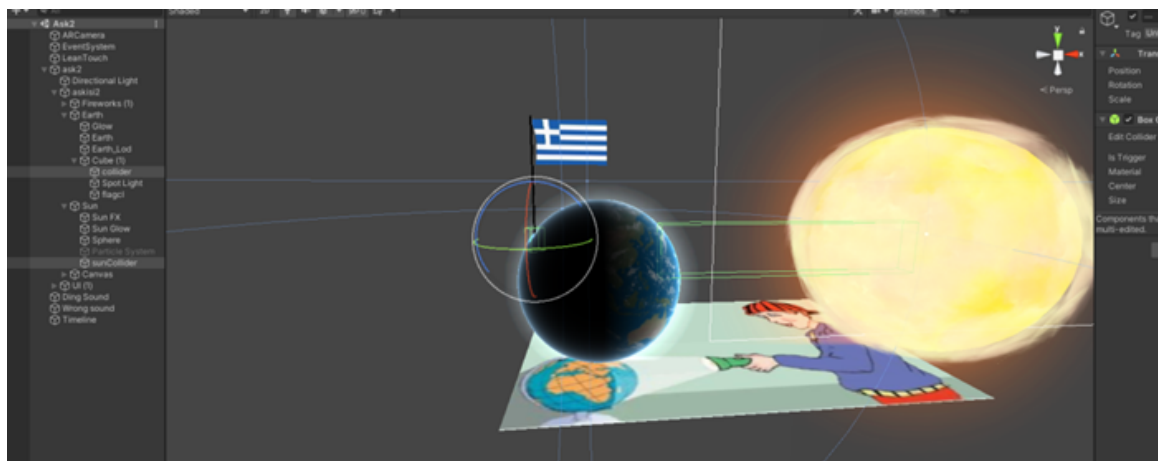
Σχήμα 4.4.2 Περιβάλλον τρίτου παιχνιδιού



Σχήμα 4.4.3 Νίκη τρίτου Παιχνιδιού

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Στην εφαρμογή υπάρχει ένα collider για τη Γη και ένα trigger επάνω στον ήλιο, χρησιμοποιώντας τη function OnTriggerEnter όταν το collider ακουμπήσει στο trigger που βρίσκεται στον ήλιο θα τρέξει η function και έτσι θα ενεργοποιηθούν τα πυροτεχνήματα και το tik που δείχνει ότι το παιχνίδι τελείωσε.



Σχήμα 4.4.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά τρίτου Παιχνιδιού

Το Script που περιλαμβάνει το OnTriggerEnter είναι component της Γής και αποτελείται από 7 serialized fields τα οποία είναι ένα ηχητικό, η εικόνα που δείχνει ότι το παιχνίδι τελείωσε και 4 πυροτεχνήματα (τα οποία δημιουργήθηκαν με τη βοήθεια του particle system).

```

1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4
5
6  public class CollisionWithSun : MonoBehaviour
7  {
8      [SerializeField] AudioSource tinkSound;
9      [SerializeField] GameObject ImageTik;
10     [SerializeField] GameObject rotateObject;
11     [SerializeField] GameObject firework1;
12     [SerializeField] GameObject firework2;
13     [SerializeField] GameObject firework3;
14     [SerializeField] GameObject firework4;
15
16     private void Start()
17     {
18         firework1.SetActive(false);
19         firework2.SetActive(false);
20         firework3.SetActive(false);
21         firework4.SetActive(false);
22     }
23     private void OnTriggerEnter(Collider other)
24     {
25         tinkSound.Play();
26         ImageTik.SetActive(true);
27         firework1.SetActive(true);
28         firework2.SetActive(true);
29         firework3.SetActive(true);
30         firework4.SetActive(true);
31         rotateObject.GetComponent<Lean.Touch.LeanTwistRotateAxis>().enabled = false;
32     }
33 }

```

Σχήμα 4.4.5 Script τρίτου Παιχνιδιού

Στη function start τα πυροτεχνήματα απενεργοποιούνται και στη function OnTriggerEnter παίζει ένα ηχητικό, τα πυροτεχνήματα ενεργοποιούνται και η δυνατότητα περιστροφής της Γής απενεργοποιείται.

4.6 Τέταρτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 6^ο: Το Ηλιακό μας Σύστημα

Οδηγίες χρήσης και περιγραφή της εφαρμογής

Ανοίγοντας την εφαρμογή GeoAR, εμφανίζεται το κεντρικό μενού, έπειτα επιλέγουμε το κεφάλαιο “6. Το ηλιακό μας σύστημα ” και στη συνέχεια αφού ανοίξει η κάμερα, για να ξεκινήσουμε το παιχνίδι σαρώνουμε τη φωτογραφία “6.4” από το 6ο κεφάλαιο του βιβλίου.



Εικόνα 6.4: Οι πρώτοι άνθρωποι στη Σελήνη

Σχήμα 4.5.1 Εικόνα Τέταρτου Παιχνιδιού

Μετά τη σάρωση της εικόνας θα εμφανιστεί στην οθόνη θα εμφανιστεί ένα background, όλοι οι πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, ο ήλιος, οι διαθέσιμες θέσεις που πρέπει να μπουν οι πλανήτες (οι άσπρες μπαλίτσες), στο κάτω μέρος υπάρχουν πληροφορίες για τους πλανήτες και οι δακτύλιοι αντιπροσωπεύουν την απόσταση από τον ήλιο. Όσον αφορά το user interface έχουμε τις οδηγίες χρήσεις της εφαρμογής, πατώντας το κουμπί πληροφοριών που βρίσκεται κάτω δεξιά μπορούμε να κρύψουμε και να εμφανίσουμε τις οδηγίες. Στο κάτω μέρος της οθόνης έχουμε το menu button όπου πατώντας το μπορούμε να μεταφερθούμε στο κεντρικό μενού και στο κάτω δεξιά μέρος της οθόνης βρίσκεται το reset button σε περίπτωση που θέλουμε να ξεκινήσουμε το πρόγραμμα από την αρχή.



Σχήμα 4.5.2 Σκηνή Τέταρτου Παιχνιδιού

Drop Down menu

Πατώντας το drop down menu που βρίσκεται πάνω αριστερά στην οθόνη μπορούμε να επιλέξουμε κάποιον πλανήτη που θέλουμε να μάθουμε πληροφορίες για αυτόν. Με το που επιλέξουμε, εμφανίζεται στο κάτω μέρος του περιβάλλοντος ένα κουτί με τις αντίστοιχες πληροφορίες.

Εφόσον ο χρήστης τοποθετήσει όλους τους πλανήτες στη σωστή απόσταση το παιχνίδι ολοκληρώνεται και εμφανίζεται ένα tick στην οθόνη, πυροτεχνήματα και ηχητικό. Έπειτα ο χρήστης είτε μπορεί να ξανά παίξει το παιχνίδι πατώντας το reset button είτε μπορεί να πατήσει το menu button ώστε να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού και να παίξει άλλο παιχνίδι.



Σχήμα 4.5.3 DropDown Τέταρτου Παιχνιδιού



Σχήμα 4.5.4 Νίκη Τέταρτου Παιχνιδιού

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Για να διασφαλιστεί ότι ο χρήστης θα τοποθετήσει τον κάθε πλανήτη στη σωστή θέση, αρχικά δημιουργήθηκαν Serialized fields ώστε να μπορεί να ελεγχθεί η συμπεριφορά των πλανητών, καθώς και των πυροτεχνημάτων, των visuals και των ηχητικών.

Τα στρόγγυλα αντικείμενα που ήδη βρίσκονται γύρω από τον ήλιο έχουν όνομα ίδιο με τον πλανήτη όπου πρέπει να τοποθετηθεί στο εκάστοτε σημείο. Έτσι, μέσα στη function OnTriggerEnter και τον έλεγχο if, αρχικά ελέγχεται αν το collider που έγινε μεταξύ δύο αντικειμένων έχει το ίδιο όνομα. Επειδή όλα τα στρόγγυλα αντικείμενα έχουν το ίδιο script, για να διασφαλιστεί ότι μόνο στο συγκεκριμένο collision θα γίνουν αλλαγές, γίνεται και ένας δεύτερος έλεγχος if για να ελεγχθεί αν το όνομα του collider (other) έχει ένα συγκεκριμένο όνομα. Στην περίπτωση που η συνθήκη εξυπηρετείται, ενεργοποιείται το text με το όνομα του συγκεκριμένου πλανήτη σε εκείνη τη θέση και ενεργοποιείται το 3d μοντέλο του αντίστοιχου πλανήτη, όπου στην αρχή του παιχνιδιού ήταν απενεργοποιημένο. Ο πλανήτης που επιλέχθηκε για να τοποθετηθεί στη σωστή θέση, απενεργοποιείται. Επίσης παίζει ένα ηχητικό και εμφανίζεται ένα tik στην οθόνη για να δει ο χρήστης ότι ο εκάστοτε πλανήτης τοποθετήθηκε στη σωστή θέση. Σε περίπτωση που ένας πλανήτης τοποθετηθεί σε λάθος θέση εμφανίζεται το αντίστοιχο μήνυμα και ηχητικό λάθους.

```

[SerializeField] GameObject MarsList;
[SerializeField] GameObject JupiterList;
[SerializeField] GameObject UranusList;
[SerializeField] GameObject NeptuneList;
[SerializeField] GameObject SaturnList;
[SerializeField] AudioSource WrongSound;
[SerializeField] AudioSource CorrectSound;
[SerializeField] GameObject WrongAnswerIcon;
[SerializeField] GameObject CorrectAnswerIcon;

[SerializeField] ParticleSystem firework1;
[SerializeField] ParticleSystem firework2;
[SerializeField] ParticleSystem firework3;
[SerializeField] ParticleSystem firework4;
[SerializeField] AudioSource WinSound;

bool isPlaying1 = false;
bool isPlaying2 = false;
bool isPlaying3 = false;
bool isPlaying4 = false;

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.transform.name == this.transform.name)
    {
        if (this.transform.name == "EarthList")
        {
            EarthText.SetActive(true);
            Earth.SetActive(true);
            EarthList.SetActive(false);
            CorrectSound.Play();
            StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        }
        else if (this.transform.name == "VenusList")
        {
            VenusText.SetActive(true);
            Venus.SetActive(true);
            VenusList.SetActive(false);
            CorrectSound.Play();
            StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        }
        else if (this.transform.name == "MercuryList")
        {
            MercuryText.SetActive(true);
            Mercury.SetActive(true);
            MercuryList.SetActive(false);
            CorrectSound.Play();
            StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        }
    }
}

```

Σχήμα 4.5.5 Script Τέταρτου Παιχνιδιού

Σε κάθε τοποθέτηση ελέγχεται αν όλα τα gameobjects που αρχικά ήταν απενεργοποιημένα, έχουν όλα ενεργοποιηθεί. Και αν αυτή η συνθήκη ισχύει, εμφανίζονται πυροτεχνήματα και παίζει ηχητικό.

```

if (Earth.active && Venus.active && Mercury.active
    && Mars.active && Jupiter.active
    && Uranus.active && Neptune.active && Saturn.active)
{
    firework1.Play();
    firework2.Play();
    firework3.Play();
    firework4.Play();
    WinSound.Play();
}

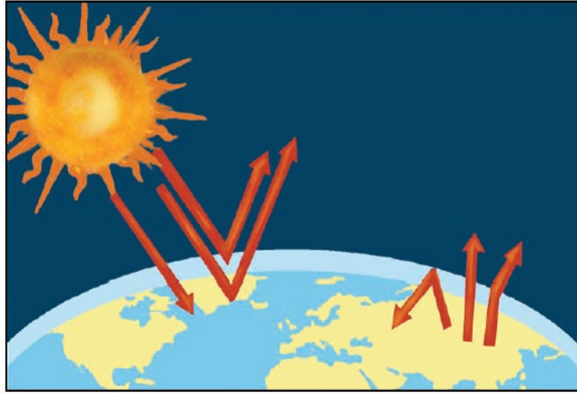
```

Σχήμα 4.5.6 ParticleSystem Τέταρτου Παιχνιδιού

4.7 Πέμπτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 4^ο: Η Ατμόσφαιρα

Οδηγίες χρήσης και περιγραφή της εφαρμογής

Ανοίγοντας την εφαρμογή GeoAR, εμφανίζεται το κεντρικό μενού, έπειτα επιλέγουμε το κεφάλαιο “9. Η Ατμόσφαιρα” και στη συνέχεια αφού ανοίξει η κάμερα, για να ξεκινήσουμε το παιχνίδι σαρώνουμε τη φωτογραφία “9.4” από το 9^ο κεφάλαιο του βιβλίου.

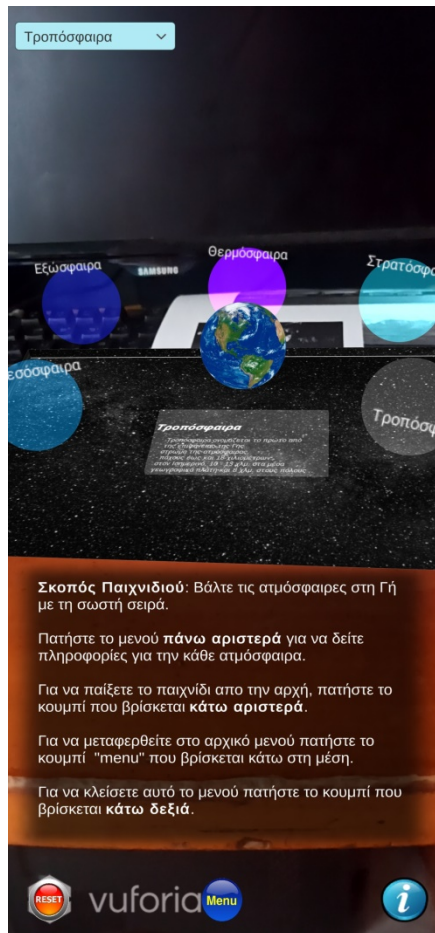


Εικόνα 9.4: Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

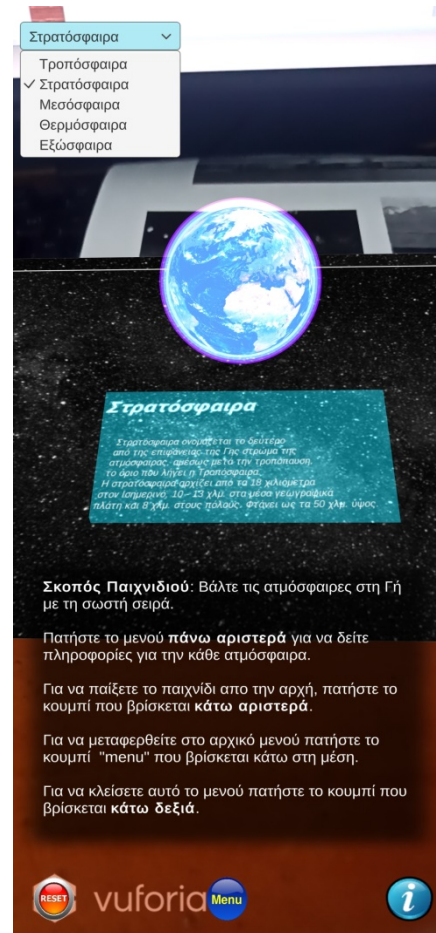
Σχήμα 4.6.1 Εικόνα Πέμπτου Παιχνιδιού

Μετά τη σάρωση της εικόνας, θα εμφανιστεί στην οθόνη η διεπαφή χρήστη όπου αποτελείται από τις οδηγίες χρήσης της εφαρμογής, το κουμπί πληροφοριών όπου μπορούμε να εμφανίσουμε και να κρύψουμε τις οδηγίες, το dropdown menu, το menu button όπου μπορούμε να μεταφερθούμε στην κεντρική σελίδα, το reset button όπου πατώντας το μπορούμε να ξεκινήσουμε το παιχνίδι από την αρχή, η Γη και τα στρώματα της ατμόσφαιρας και ένα κουτάκι που περιέχει πληροφορίες για τις ατμόσφαιρες. Στη μέση βρίσκεται η Γη και τα στρογγυλά αντικείμενα γύρω της αντιπροσωπεύουν τα στρώματα της ατμόσφαιρας.

Σκοπός του παιχνιδιού είναι να τοποθετηθούν τα στρώματα της ατμόσφαιρας στη Γη με τη σειρά. Κάτω από τη Γη υπάρχουν πληροφορίες για την ατμόσφαιρα που επιλέξαμε. Σε περίπτωση που τοποθετήσουμε μια ατμόσφαιρα στη Γη με λάθος σειρά, ακούγεται ηχητικό λάθος, κατάλληλο μήνυμα στην οθόνη και η εφαρμογή δεν μας αφήνει να τοποθετήσουμε την ατμόσφαιρα. Αν τοποθετήσουμε σωστά μια ατμόσφαιρα, η ατμόσφαιρα θα εμφανιστεί αυτόματα στη Γη, θα εμφανιστεί tick στην οθόνη και θα ακουστεί κατάλληλο ηχητικό.



Σχήμα 4.6.2 Περιβάλλον Πέμπτου Παιχνιδιού



Σχήμα 4.6.3 DropDown Πέμπτου Παιχνιδιού

DropDown Menu

Το dropdown menu αποτελεί μέρος του user interface και βρίσκεται πάνω αριστερά στην οθόνη. Η λειτουργία του είναι ότι πατώντας το μπορούμε να διαλέξουμε ανάμεσα σε 5 στρώματα της ατμόσφαιρας, επιλέγοντας ένα, κάτω από τη Γη εμφανίζονται πληροφορίες για την ατμόσφαιρα που επιλέξαμε. Πατώντας στο επάνω μέρος του dropdown μπορούμε να αποκρύψουμε τις υπόλοιπες επιλογές.

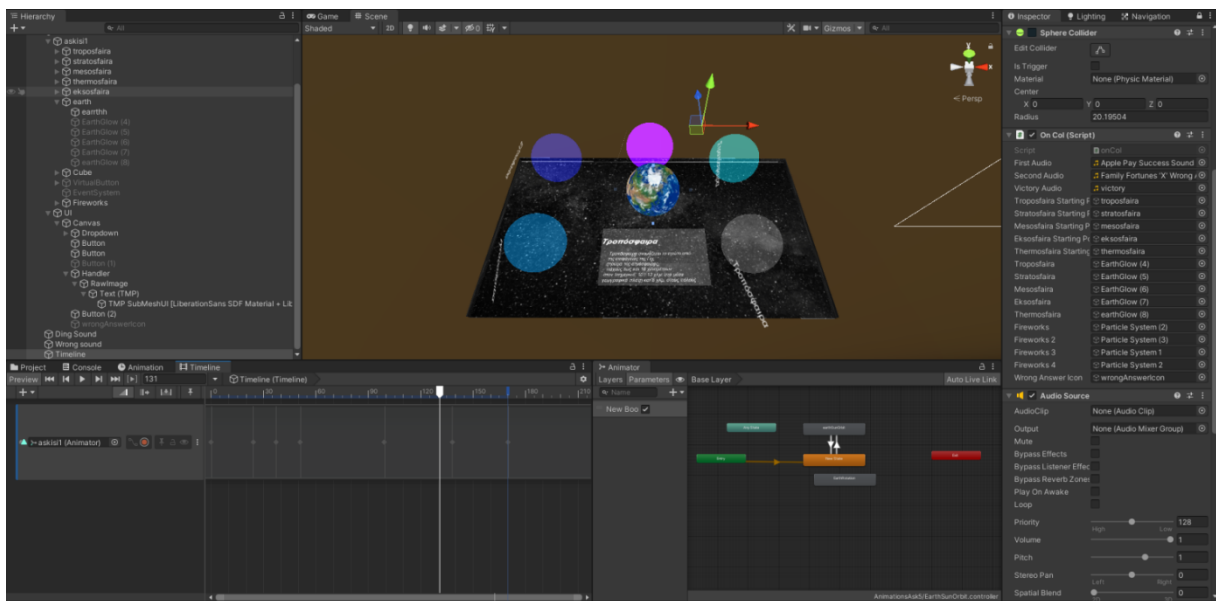
Έχοντας τοποθετήσει όλες τις ατμόσφαιρες επάνω στη Γη με τη σωστή σειρά, το παιχνίδι έχει ολοκληρωθεί και εμφανίζονται πυροτεχνήματα και ηχητικό, τότε ο χρήστης έχει επιλογή να πατήσει το reset button ώστε να ξανά παίξει το παιχνίδι ή μπορεί να πατήσει το menu button ώστε να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού.



Σχήμα 4.6.4 Νίκη Πέμπτου Παιχνιδιού

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

TimeLine



Σχήμα 4.6.5 Εικόνα Πέμπτου Παιχνιδιού στον Editor

Για τη βελτίωση της αισθητικής του παιχνιδιού, με τη βοήθεια του Timeline, με το που η κάμερα κάνει track την εικόνα ξεκινάει ένα animation με όλα τα αντικείμενα και στο τέλος τοποθετούνται στην τελική θέση ώστε να ξεκινήσει το παιχνίδι. Με τη βοήθεια του Animator το animation γίνεται μόνο μια φορά και γίνεται με το που ανιχνευθεί η εικόνα του παιχνιδιού.

Κώδικας για τις λειτουργίες του παιχνιδιού

Με το που ξεκινήσει το παιχνίδι, τα gameObjects των πυροτεχνημάτων απενεργοποιούνται. Επάνω στη Γή υπάρχουν 5 στρόγγυλα αντικείμενα τα οποία αντιπροσωπεύουν την ατμόσφαιρα, αυτά στην αρχή του παιχνιδιού απενεργοποιούνται, όταν ο χρήστης τοποθετήσει μια ατμόσφαιρα με τη σωστή σειρά τότε η αντίστοιχη ατμόσφαιρα που είναι επάνω στη Γη ενεργοποιείται έτσι ώστε να δώσει μια αίσθηση ατμόσφαιρας επάνω στη Γη. Με τη βοήθεια της μεθόδου OnCollisionEnter η οποία βρίσκεται ως component επάνω στη Γη και με τον έλεγχο if, ελέγχουμε με τη μεταβλητή turn για το ποιά ατμόσφαιρα πρέπει να τοποθετηθεί μετά, ελέγχοντας ταυτόχρονα για το όνομα του tag που έχει το gameObject που έκανε collide με τη Γή.

Σε περίπτωση που η συνθήκη εξυπηρετείται τότε η ατμόσφαιρα που κουνούσε ο χρήστης καταστρέφεται, και ενεργοποιείται η αντίστοιχη ατμόσφαιρα επάνω στη Γή, εμφανίζεται tik στην οθόνη για ένα δευτερόλεπτο με τη βοήθεια μιας Coroutine, η μεταβλητή turn αυξάνεται κατά ένα για να πάει στην επόμενη ατμόσφαιρα, παίζει ηχητικό και το script κάνει return. Σε περίπτωση που τοποθετηθεί λάθος μια ατμόσφαιρα εμφανίζεται μήνυμα και ηχητικό λάθους.

```

thermosfairaStartingPosition2 = thermosfairaStartingPosition;
Debug.Log(troposfairaStartingPosition2.transform.position);

fireworks.SetActive(false);
fireworks2.SetActive(false);
fireworks3.SetActive(false);
fireworks4.SetActive(false);

troposfaira.SetActive(false);
stratosfaira.SetActive(false);
mesosfaira.SetActive(false);
eksosfaira.SetActive(false);
thermosfaira.SetActive(false);
}
private void OnCollisionEnter(Collision collision)
{
    audio = GetComponent();
    if (turn == 1 && collision.gameObject.tag=="troposfaira")
    {
        Destroy(collision.gameObject);
        troposfaira.SetActive(true);
        StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        turn++;
        audio.clip = firstAudio;
        audio.Play();

        return;
    }

    if (turn == 2 && collision.gameObject.tag == "stratosfaira")
    {
        Destroy(collision.gameObject);
        stratosfaira.SetActive(true);
        StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        turn++;
        audio.clip = firstAudio;
        audio.Play();
    }
}

```

Σχήμα 4.6.6 Script Πέμπτου Παιχνιδιού

IEnumerator

Για να εμφανιστεί με τη βοήθεια script το αντίστοιχο μήνυμα στην οθόνη για το αν ο χρήστης τοποθέτησε την ατμόσφαιρα με τη σωστή σειρά, χρησιμοποιούμε τη μέθοδο showWrongAnswerIcon και showCorrectAnswerIcon αντίστοιχα.

```
IEnumerator showWrongAnswerIcon()
{
    float f = 0.0f;
    float start = Time.time;

    Debug.Log("coroutineB() started " + start);

    while (f < 2f)
    {
        WrongAnswerIcon.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(1.0f);
        f += 1.0f;
        WrongAnswerIcon.SetActive(false);
    }

    // Intended to handling exit of the this coroutine.
    // However coroutineA() shuts coroutineB() down. This
    // means the following lines are not called.
    float t = Time.time - start;
    Debug.Log("coroutineB() finished " + t);
    yield return null;
}

IEnumerator showCorrectAnswerIcon()
{
    float f = 0.0f;
    float start = Time.time;

    Debug.Log("coroutineB() started " + start);

    while (f < 2f)
    {
        CorrectAnswerIcon.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(1.0f);
        f += 1.0f;
        CorrectAnswerIcon.SetActive(false);
    }
}
```

Σχήμα 4.6.7 Script IEnumerator Πέμπτου Παιχνιδιού

DropDown Menu

Για τη δημιουργία του dropDown menu τοποθετήθηκε στο UI το Script HandleInputData για να ελέγχει τη συμπεριφορά του dropdown. Όταν παρατηρήσει αλλαγή τιμής στο dropDown ελέγχει για το ποιο value επιλέχθηκε, αν για παράδειγμα επιλέχθηκε η τροπόσφαιρα, το κουτί κάτω απο τη Γή που περιέχει πληροφορίες για την τροπόσφαιρα εμφανίζεται και όλα τα υπόλοιπα απενεργοποιούνται. Η ίδια ακριβώς διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τις υπόλοιπες επιλογές.

```

public class DropDownHandler : MonoBehaviour
{
    public GameObject troposfairaInfo;
    public GameObject stratosfairaInfo;
    public GameObject mesosfaira;
    public GameObject thermosfaira;
    public GameObject eksosfaira;

    public void HandleInputData(int val) {
        if (val == 0) {
            troposfairaInfo.SetActive(true);
            stratosfairaInfo.SetActive(false);
            mesosfaira.SetActive(false);
            eksosfaira.SetActive(false);
            thermosfaira.SetActive(false);
        }
        if (val == 1)
        {
            troposfairaInfo.SetActive(false);
            stratosfairaInfo.SetActive(true);
            mesosfaira.SetActive(false);
            eksosfaira.SetActive(false);
            thermosfaira.SetActive(false);
        }
        if (val == 2)
        {
            troposfairaInfo.SetActive(false);
            stratosfairaInfo.SetActive(false);
            mesosfaira.SetActive(true);
            eksosfaira.SetActive(false);
            thermosfaira.SetActive(false);
        }
        if (val == 3)
        {
            troposfairaInfo.SetActive(false);
            stratosfairaInfo.SetActive(false);
            mesosfaira.SetActive(false);
            thermosfaira.SetActive(true);
            eksosfaira.SetActive(false);
        }
    }
}

```

Σχήμα 4.6.8 Script DropDown Πέμπτου Παιγνιδιού

4.8 Έκτο Παιχνίδι: Κεφάλαιο 11^ο : Ζώνες βλάστησης

Οδηγίες χρήσης και περιγραφή της εφαρμογής

Ανοίγοντας την εφαρμογή GeoAR, εμφανίζεται το κεντρικό μενού, έπειτα επιλέγουμε το κεφάλαιο “11. Ζώνες βλάστησης ” και στη συνέχεια αφού ανοίξει η κάμερα, για να ξεκινήσουμε το παιχνίδι σαρώνουμε τη φωτογραφία “11.2 ή 11.3 ή 11.4” από το 11^ο κεφάλαιο του βιβλίου.



Εικόνα 11.2: Τούνδρα



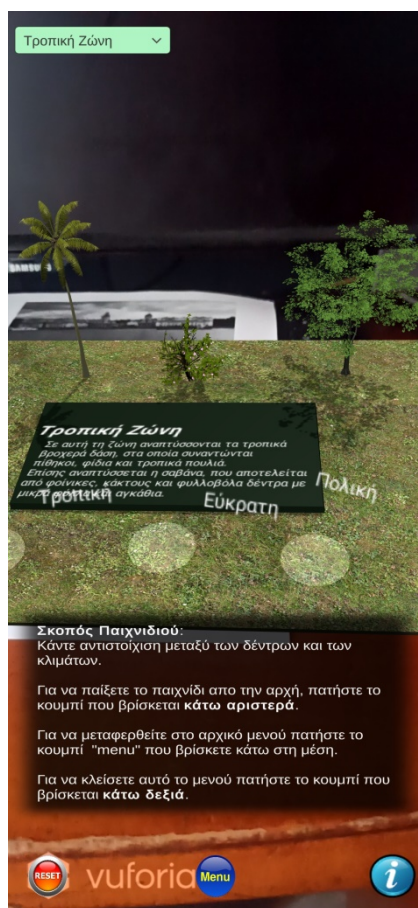
Εικόνα 11.3: Βλάστηση στην εύκρατη ζώνη



Εικόνα 11.4: Σαβάνα

Σχήμα 4.7.1 Εικόνες Έκτου Παιγνιδιού

Μετά τη σάρωση της εικόνας εμφανίζεται στην οθόνη ένα background με grass material, τρία δέντρα από διαφορετικά κλίματα το καθένα, 3 στρόγγυλα αντικείμενα όπου το καθένα αντιπροσωπεύει ένα κλίμα. Το user interface περιλαμβάνει ένα DropDown menu στο πάνω αριστερά μέρος της οθόνης, ένα reset button στο κάτω αριστερά μέρος της οθόνης, πατώντας το ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει το παιχνίδι απο την αρχή, ένα menu button στο κάτω μέρος της οθόνης, πατώντας το ο χρήστης μπορεί να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού, ένα κουμπί όπου πατώντας το ο χρήστης μπορεί να κρύψει η να εμφανίσει τις οδηγίες χρήσης της εφαρμογής. Ο σκοπός του παιχνιδιού είναι ο χρήστης να τοποθετήσει τα δέντρα στο σωστό κλίμα (στρόγγυλα αντικείμενα).



Σχήμα 4.7.2 Περιβάλλον Έκτου Παιχνιδιού

DropDown Menu

Το dropdown menu αποτελεί μέρος του user interface και βρίσκεται πάνω αριστερά στην οθόνη. Η λειτουργία του είναι ότι πατώντας το εμφανίζονται τρία διαφορετικά κλίματα, επιλέγοντας ένα από αυτά, εμφανίζονται πληροφορίες για το κάθε κλίμα.

Τοποθετώντας όλα τα δέντρα στο σωστό κλίμα εμφανίζεται στην οθόνη ένα tik και το παιχνίδι τελειώνει. Ο χρήστης είτε μπορεί να πατήσει το reset button έτσι ώστε να ξαναπαίξει είτε μπορεί να πατήσει το menu button έτσι ώστε να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού.



Σχήμα 4.7.3 DropDown Έκτου Παιχνιδιού



Σχήμα 4.7.4 Νίκη Έκτου Παιχνιδιού

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

DropDown Menu

Η συμπεριφορά του dropDown menu καθορίζεται από το script `klimataDropDownHandler()` το οποίο αποτελεί component του user interface, σε συνδυασμό με την built in function `OnValueChanged()` του dropDown menu όταν αλλάξει η τιμή του dropDown εκτελείται η μέθοδος `kilamataDropDownHandler()`. Η μέθοδος αποτελείται από τρία public Gameobjects στα οποία μέσω του inspector τοποθετήθηκαν τα τρία στρόγγυλα αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν τα κλίματα, έτσι κατά την αλλαγή της τιμής στο dropDown ανάλογα με την τιμή που επιλέχθηκε εμφανίζονται και οι ανάλογες πληροφορίες για το αντίστοιχο κλίμα.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class KlimataDropDownHandler : MonoBehaviour
{
    public GameObject tropikiInfo;
    public GameObject efkratiInfo;
    public GameObject polikiInfo;

    public void HandleInputData(int val)
    {
        if (val == 0)
        {
            tropikiInfo.SetActive(true);
            efkratiInfo.SetActive(false);
            polikiInfo.SetActive(false);
        }
        if (val == 1)
        {
            tropikiInfo.SetActive(false);
            efkratiInfo.SetActive(true);
            polikiInfo.SetActive(false);
        }
        if (val == 2)
        {
            tropikiInfo.SetActive(false);
            efkratiInfo.SetActive(false);
            polikiInfo.SetActive(true);
        }
    }
}

```

Σχήμα 4.7.5 Script DropDown Έκτου Παιχνιδιού

Κώδικας για τις λειτουργίες του παιχνιδιού

Με τη βοήθεια της κλάσης CheckZone ελέγχεται εάν κάποιο δέντρο έχει τοποθετηθεί στο σωστό κλίμα. Η κλάση CheckZone είναι component σε κάθε στρόγγυλο αντικείμενο που αντιπροσωπεύει ένα από τα κλίματα, αποτελείται από έξι Serialized fields που περιέχουν ηχητικά, visuals και το αντίστοιχο στρόγγυλο αντικείμενο. Στη function OnCollisionEnter με το που το εκάστοτε GameObject κάνει collision με κάποιο άλλο αντικείμενο, ελέγχει αν τα ονόματα μεταξύ των δύο είναι ίδια, εάν η συνθήκη εξυπηρετείται τότε αυτό σημαίνει ότι έγινε σωστή τοποθέτηση ενός δέντρου σε κάποιο κλίμα, έπειτα ενεργοποιείται το GameObject του εκάστοτε δέντρου στο position που βρίσκεται το αντίστοιχο κλίμα, εμφανίζεται ένα tik στην οθόνη και ενεργοποιείται κατάλληλο ηχητικό. Σε κάθε περίπτωση λάθος τοποθέτησης εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα στη οθόνη συνοδευόμενο από ηχητικό.

```

5 public class CheckZone : MonoBehaviour
6 {
7     [SerializeField] GameObject meshSuccess;
8     [SerializeField] GameObject wrongAudio;
9     [SerializeField] GameObject correctAudio;
10    [SerializeField] GameObject disableObject;
11    [SerializeField] GameObject WrongAnswerIcon;
12    [SerializeField] GameObject CorrectAnswerIcon;
13
14    private void OnCollisionEnter(Collision collision)
15    {
16        if (collision.transform.name == gameObject.transform.name)
17        {
18            meshSuccess.SetActive(true);
19            disableObject.SetActive(false);
20            StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
21            correctAudio.transform.GetComponent<AudioSource>().Play();
22        }
23        else { wrongAudio.transform.GetComponent<AudioSource>().Play();
24            StartCoroutine(showWrongAnswerIcon());
25        }
26    }
27
28    IEnumerator showWrongAnswerIcon()
29    {
30        float f = 0.0f;
31        float start = Time.time;
32
33        Debug.Log("coroutineB() started " + start);
34
35        while (f < 2f)
36        {
37            WrongAnswerIcon.SetActive(true);
38            yield return new WaitForSeconds(1.0f);
39            f = f + 1.0f;
40            WrongAnswerIcon.SetActive(false);
41        }
42
43        // Intended to handling exit of the this coroutine.
44        // However coroutineA() shuts coroutineB() down. This
45        // means the following lines are not called.
46        float t = Time.time - start;
47        Debug.Log("coroutineB() finished " + t);
48        yield return null;
49    }
50 }

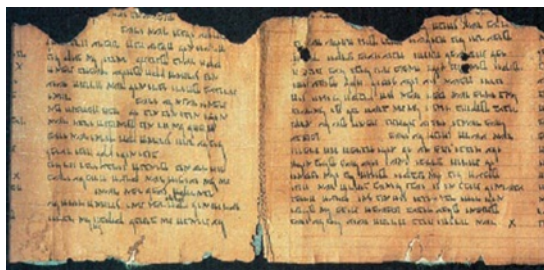
```

Σχήμα 4.7.6 Script Έκτου Παιχνιδιού

4.9 Έβδομο Παιχνίδι: 31^ο Κεφάλαιο: Αξιοθέατα, μνημεία και ιστορική συνέχεια των λαών της Ευρώπης

Οδηγίες χρήσης και περιγραφή της εφαρμογής

Ανοίγοντας την εφαρμογή GeoAR, εμφανίζεται το κεντρικό μενού, έπειτα επιλέγουμε το κεφάλαιο “31. Αξιοθέατα, μνημεία και ιστορική συνέχεια των λαών της Ευρώπης ” και στη συνέχεια αφού ανοίξει η κάμερα, για να ξεκινήσουμε το παιχνίδι σαρώνουμε τη φωτογραφία “31.5” από το 31^ο κεφάλαιο του βιβλίου ή την εικόνα 31.6 από το κεφάλαιο του βιβλίου.



Εικόνα 31.5: Πάπυρος της Νεκράς Θάλασσας

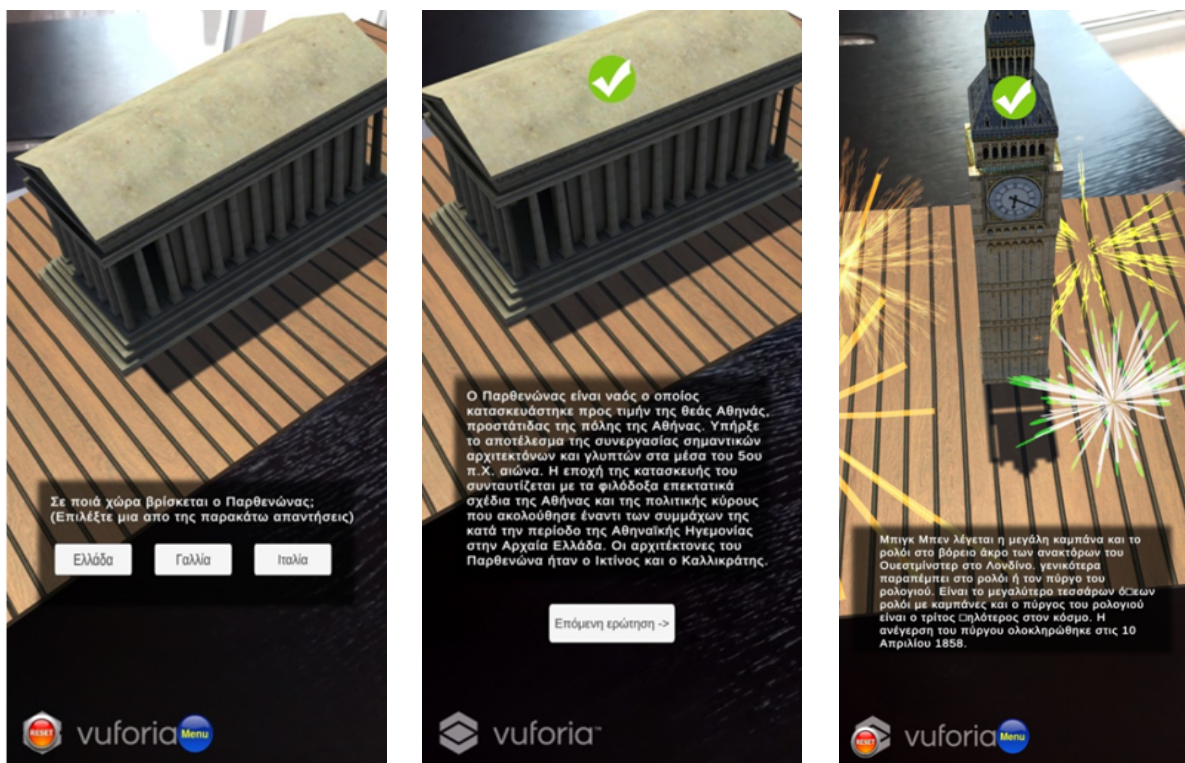


Εικόνα 31.6: Η γέφυρα του Πύργου του Λονδίνου

Σχήμα 4.8.1 Εικόνα Έβδομου Παιχνιδιού

Μετά τη σάρωση της εικόνας εμφανίζεται στην οθόνη, το πρώτο μνημείο της άσκησης που είναι ο Παρθενώνας και ένα terrain. Όσον αφορά το user interface εμφανίζεται στην οθόνη μια ερώτηση και τρία κουμπιά όπου ένα από αυτά αντιπροσωπεύει τη σωστή απάντηση, ένα reset button όπου πατώντας το μπορούμε να ξανά αρχίσουμε το παιχνίδι από την αρχή και ένα menu button όπου πατώντας το μπορούμε να μεταφερθούμε στο αρχικό μενού.

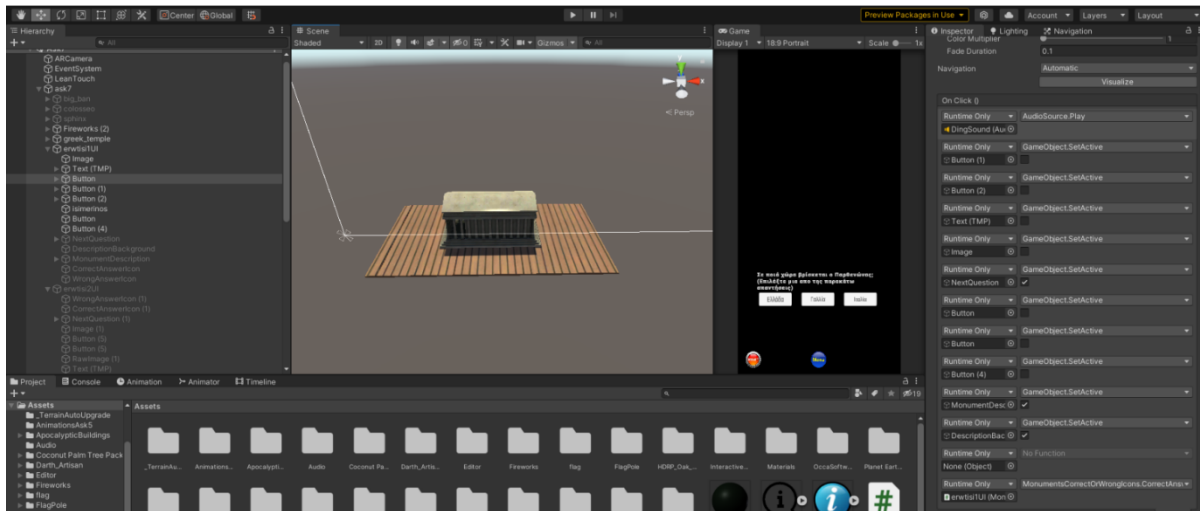
Ο σκοπός του παιχνιδιού είναι ο χρήστης να βρει σε ποια χώρα ανήκει το κάθε μνημείο που εμφανίζεται ως τρισδιάστατο αντικείμενο στην οθόνη, ο χρήστης μπορεί να διαλέξει μεταξύ των τριών κουμπιών που εμφανίζονται στην οθόνη, μια εκ των οποίων αποτελεί τη σωστή απάντηση, με το που επιλέξει τη σωστή απάντηση εμφανίζεται στην οθόνη ένα tik και εμφανίζονται κάποιες πληροφορίες για το εκάστοτε μνημείο στην οθόνη καθώς και ένα κουμπί όπου πατώντας το εμφανίζεται το επόμενο μνημείο και η επόμενη ερώτηση, ο χρήστης έχει απεριόριστες προσπάθειες και σε περίπτωση λάθους απλά εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα στη οθόνη και ηχητικό.



Σχήμα 4.8.2 Περιβάλλον Έβδομου Παιχνιδιού

Το παιχνίδι αποτελείται από τέσσερις ερωτήσεις, έτσι αφού ο χρήστης απαντήσει σωστά και στην τελευταία ερώτηση, εμφανίζεται ένα tik στην οθόνη, ακούγεται ηχητικό και εμφανίζονται πυροτεχνήματα και έτσι το παιχνίδι έχει ολοκληρωθεί, έπειτα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να πατήσει το reset button και να παίξει το παιχνίδι από την αρχή, αλλιώς μπορεί να πατήσει το menu button έτσι ώστε να μεταφερθεί στο κεντρικό μενού.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά



Σχήμα 4.8.3 Περιβάλλον Έβδομου Παιχνιδιού στον Editor

Οι εναλλαγές των ερωτήσεων και η ενημέρωση του user interface γίνεται με τη βοήθεια της ενσωματωμένης μεθόδου `OnClick()` που βρίσκεται επάνω στα κουμπιά. Όταν ο χρήστης πατήσει ένα κουμπί που αποτελεί μια λάθος απάντηση με τη βοήθεια της `OnClick()` εμφανίζεται στην οθόνη μήνυμα λάθους και ηχητικό, ενώ αν απάντηση σωστά, πάλι με τη βοήθεια της `OnClick()` εμφανίζουμε ένα παράθυρο με τις πληροφορίες του εκάστοτε μνημείου, απενεργοποιούνται τα κουμπιά και η ερώτηση και εμφανίζεται ένα καινούργιο κουμπί το οποίο πατώντας το εμφανίζεται η επόμενη ερώτηση με ένα άλλο μνημείο.

IEnumerator

Για την εμφάνιση κατάλληλου μηνύματος στην οθόνη ανάλογα με το αν ο χρήστης διάλεξε μια λάθος ή μια σωστή απάντηση γίνεται με τη βοήθεια της `IEnumerator`. Αρχικά έχουν δημιουργηθεί δύο `GameObjects` τα οποία το ένα περιλαμβάνει ως `Component` μια φωτογραφία για τη σωστή απάντηση και μια για τη λάθος. Χρησιμοποιώντας την ιδιότητα `SerializeField` έχουμε τη δυνατότητα να διαχειριστούμε τη συμπεριφορά αυτών των δύο αντικειμένων, έτσι σε περίπτωση σωστής ή λάθος απάντησης, καλούμε την `showWrongAnswerIcon()` ή την `showCorrectAnswerIcon()`, ενεργοποιούμε το `GameObject` και το απενεργοποιούμε σε ένα δευτερόλεπτο.

```

public class MonumentsCorrectOrWrongIcons : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] GameObject CorrectAnswerIcon;
    [SerializeField] GameObject WrongAnswerIcon;

    IEnumerator showWrongAnswerIcon()
    {
        float f = 0.0f;
        float start = Time.time;

        Debug.Log("coroutineB() started " + start);

        while (f < 2f)
        {
            WrongAnswerIcon.SetActive(true);
            yield return new WaitForSeconds(1.0f);
            f += 1.0f;
            WrongAnswerIcon.SetActive(false);
        }

        // Intended to handling exit of the this coroutine.
        // However coroutineA() shuts coroutineB() down. This
        // means the following lines are not called.
        float t = Time.time - start;
        Debug.Log("coroutineB() finished " + t);
        yield return null;
    }

    IEnumerator showCorrectAnswerIcon()
    {
        float f = 0.0f;
        float start = Time.time;

        Debug.Log("coroutineB() started " + start);

        while (f < 2f)
        {
            CorrectAnswerIcon.SetActive(true);
            yield return new WaitForSeconds(1.0f);
            f += 1.0f;
            CorrectAnswerIcon.SetActive(false);
        }
    }
}

```

Σχήμα 4.8.4 Script IEnumerator Έβδομου Παιχνιδιού

Κεφάλαιο 5ο: Αξιολόγηση της Εφαρμογής – Ερωτηματολόγιο

Μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα για την αξιολόγηση της AR εφαρμογής, και απαντήθηκε από 43 φοιτητές του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων, του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (ΔΙ.ΠΑ.Ε.), εκ των οποίων 6 ήταν κορίτσια και 37 αγόρια. Το ερωτηματολόγιο έχει τη μορφή που βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα.

Φύλο: Κορίτσι
Αγόρι

Ερωτηματολόγιο Εφαρμογής ΣΤ Δημοτικού

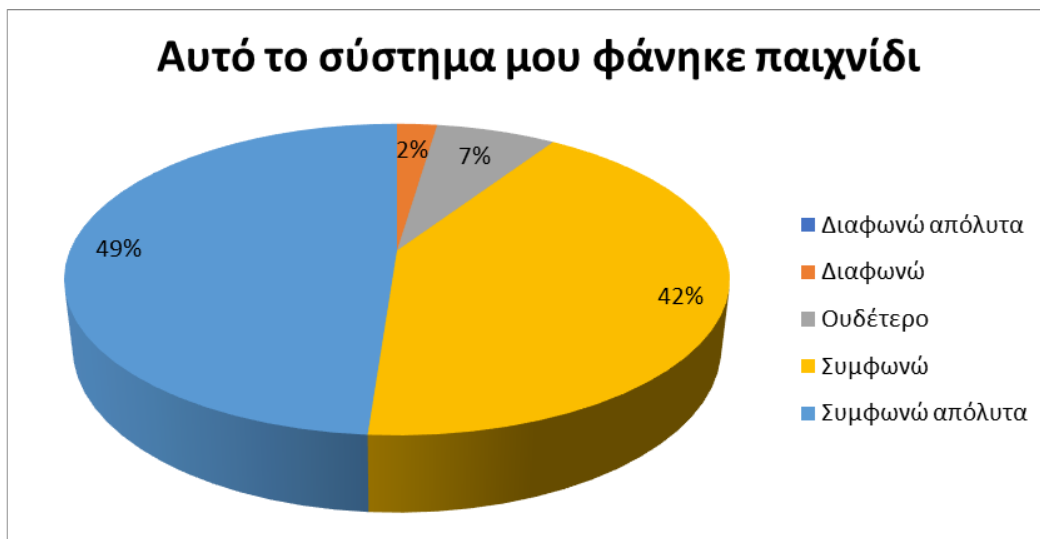
Απαντήστε με την τοποθέτηση του στο κουτί που αντιστοιχεί η άποψή σας, όπως η ερώτηση 0.

	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ουδέτερο	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ
1. Αυτό το σύστημα μου φάνηκε παιχνίδι	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Πιστεύω ότι οι εφαρμογές θα άρεσαν στους μαθητές	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το σύστημα συχνά	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Βρήκα αυτό το σύστημα αδικαιολόγητα περίπλοκο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Πιστεύω ότι αυτό το σύστημα ήταν εύκολο στη χρήση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Νομίζω ότι θα χρειαστώ τη βοήθεια από κάποιον τεχνικό προκειμένου να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Βρήκα τις λειτουργίες αυτού του συστήματος καλά οργανωμένες	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ένιωσα ότι οι λειτουργίες του συστήματος δεν ανταποκρίνονται σε αυτά που κάνει	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μπορούσαν να μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα πολύ γρήγορα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Βρήκα αυτό το σύστημα πολύ περίπλοκο και δύσκολο στη χρήση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτό το σύστημα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Σας ευχαριστούμε!

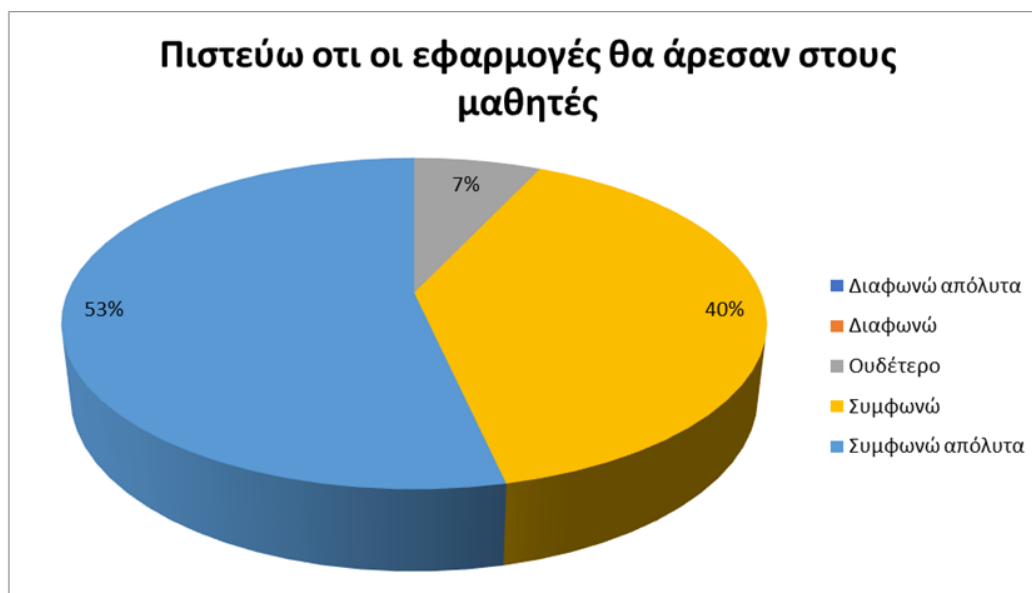
Σχήμα 5.1.1 Ερωτηματολόγιο

Παρακάτω θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν τα στατιστικά που συλλέχθηκαν από το ερωτηματολόγιο.



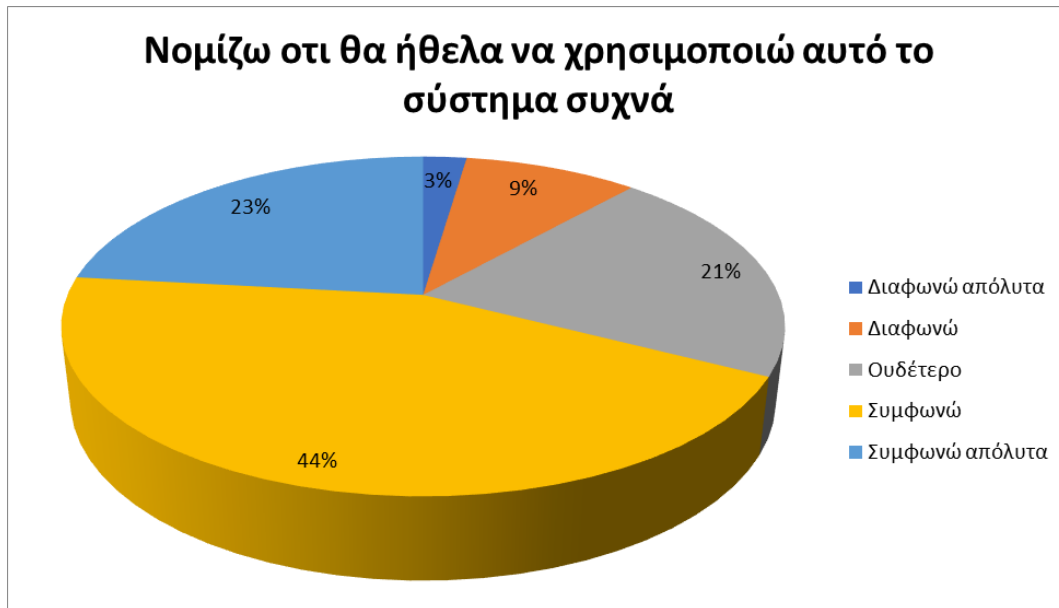
Σχήμα 5.1.2 Πρώτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Αυτό το σύστημα μου φάνηκε παιχνίδι” 1 (2%) φοιτητής απάντησε “διαφωνώ”, 3 (7%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο”, 18 (42%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ” και 21 (49%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”.



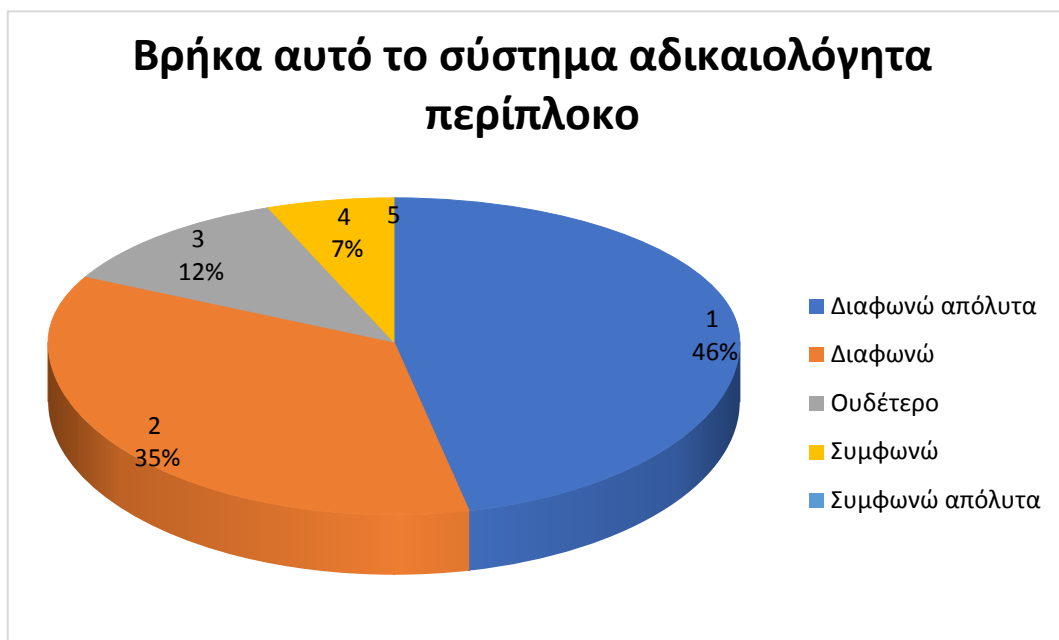
Σχήμα 5.1.3 Δεύτερη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Πιστεύω ότι οι εφαρμογές θα άρεσαν στους μαθητές” 3 (7%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο”, 17 (40%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ” και 23 (53%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”.



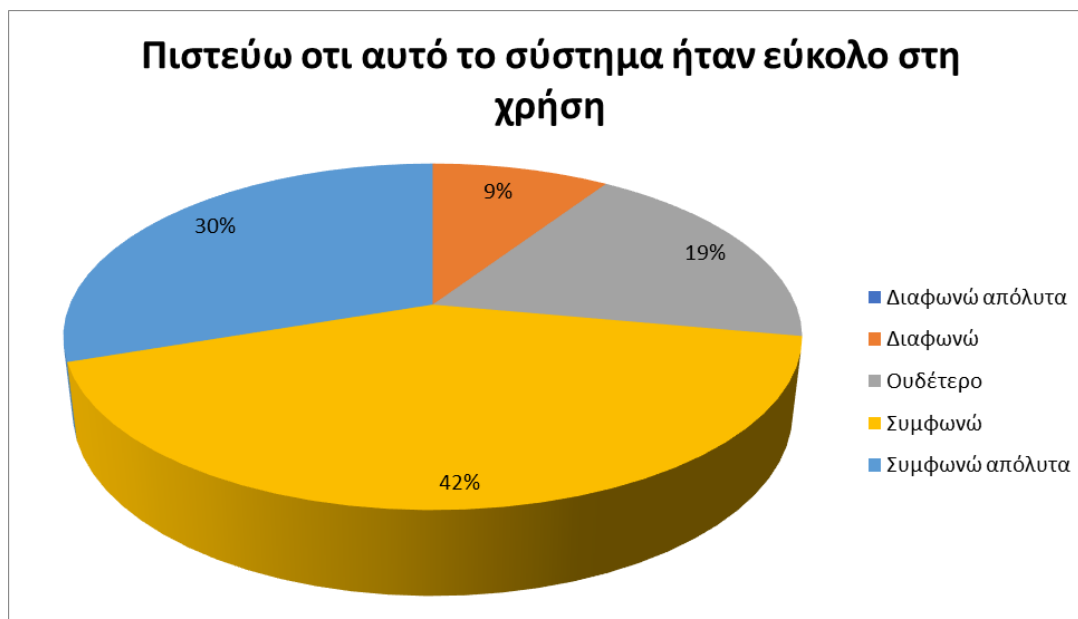
Σχήμα 5.1.4 Τρίτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “ Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το σύστημα συχνά” 1 (3%) φοιτητής απάντησε “διαφωνώ απόλυτα”, 4 φοιτητές (9%) απάντησαν “διαφωνώ”, 9 (7%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο”, 19 (44%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ” και 9 (23%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”.



Σχήμα 5.1.5 Τέταρτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “ Βρήκα αυτό το σύστημα αδικαιολόγητα περίπλοκο” 20 (46%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ απόλυτα”, 15 (35%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 5 (12%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο” και 3 (7%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ”.



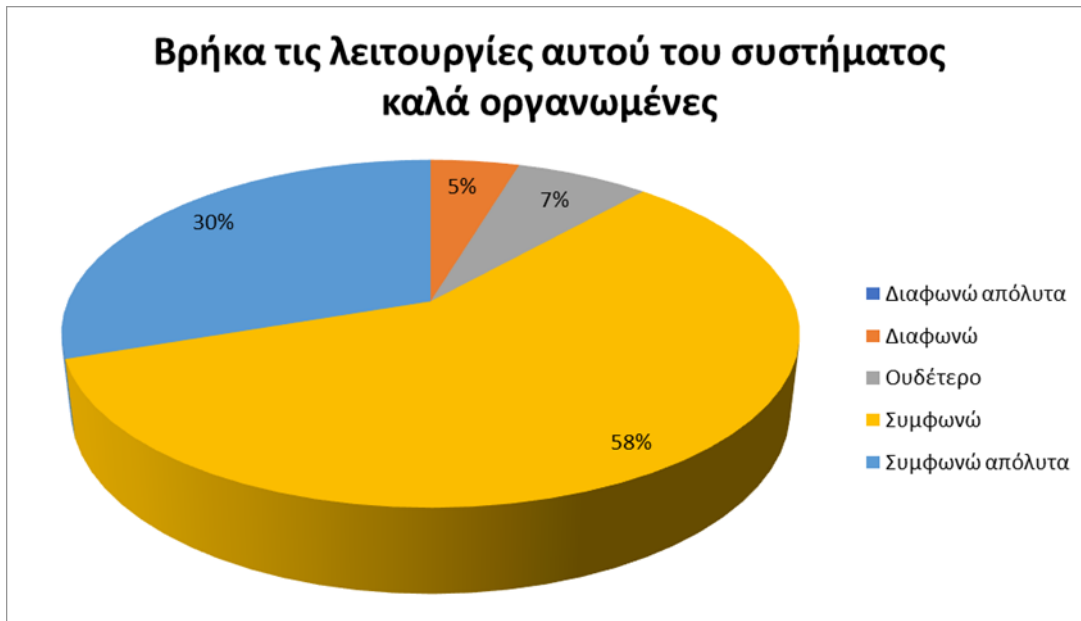
Σχήμα 5.1.6 Πέμπτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Πιστεύω οτι αυτό το σύστημα ήταν εύκολο στη χρήση” 4 (9%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 8 (19%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο” και 18 (42%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ” και 13 (30%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”.



Σχήμα 5.1.7 Έκτη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Νομίζω οτι θα χρειαστώ τη βοήθεια από κάποιον τεχνικό προκειμένου να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα” 25 (58%) φοιτητές απάντησαν “Διαφωνώ απόλυτα”, 9 (21%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 4 (9%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο” και 5 (12%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ”.



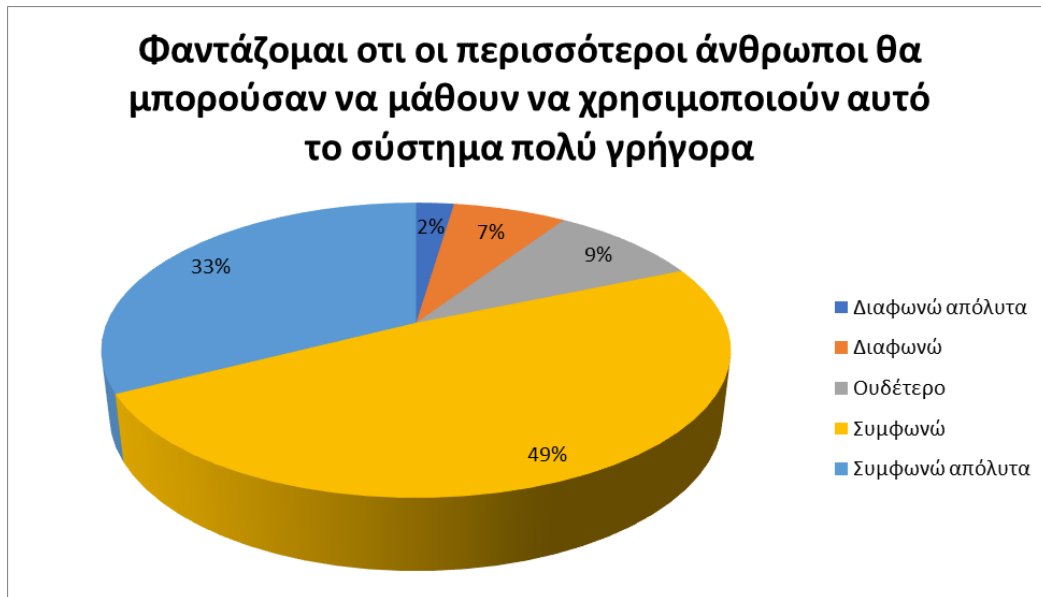
Σχήμα 5.1.8 Έβδομη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Βρήκα τις λειτουργίες αυτού του συστήματος καλά οργανωμένες” 2 (5%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 3 (7%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο”, 25 (58%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ” και 13 (30%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”.



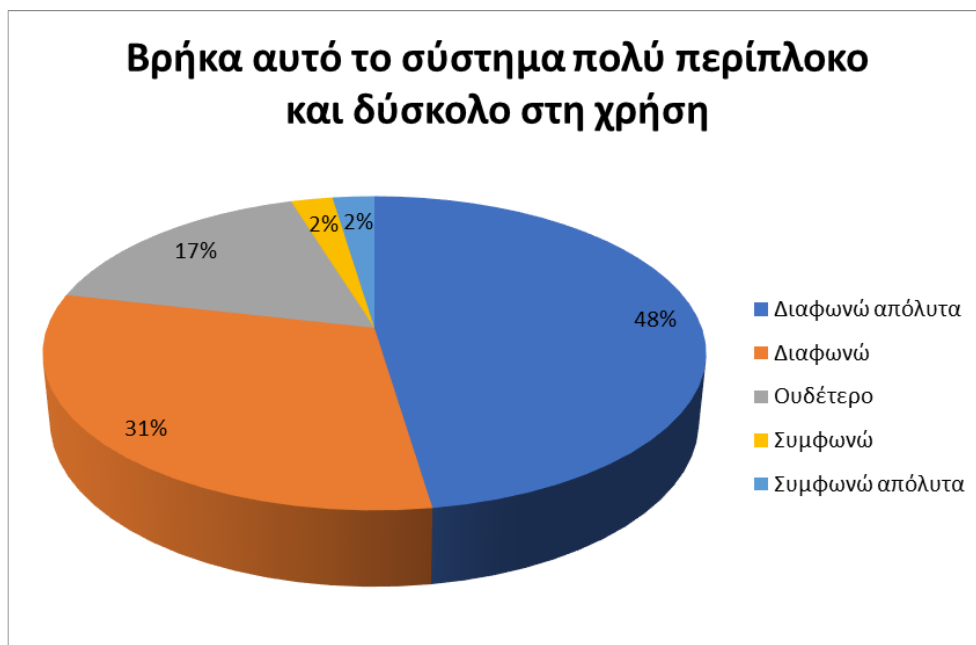
Σχήμα 5.1.9 Ογδοη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Ένωσα ότι οι λειτουργίες του συστήματος δεν ανταποκρίνονται σε αυτά που κάνει”, 26 (61%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ απόλυτα”, 9 (21%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 4 (9%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο” και 4 (9%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ”.



Σχήμα 5.1.10 Ένατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

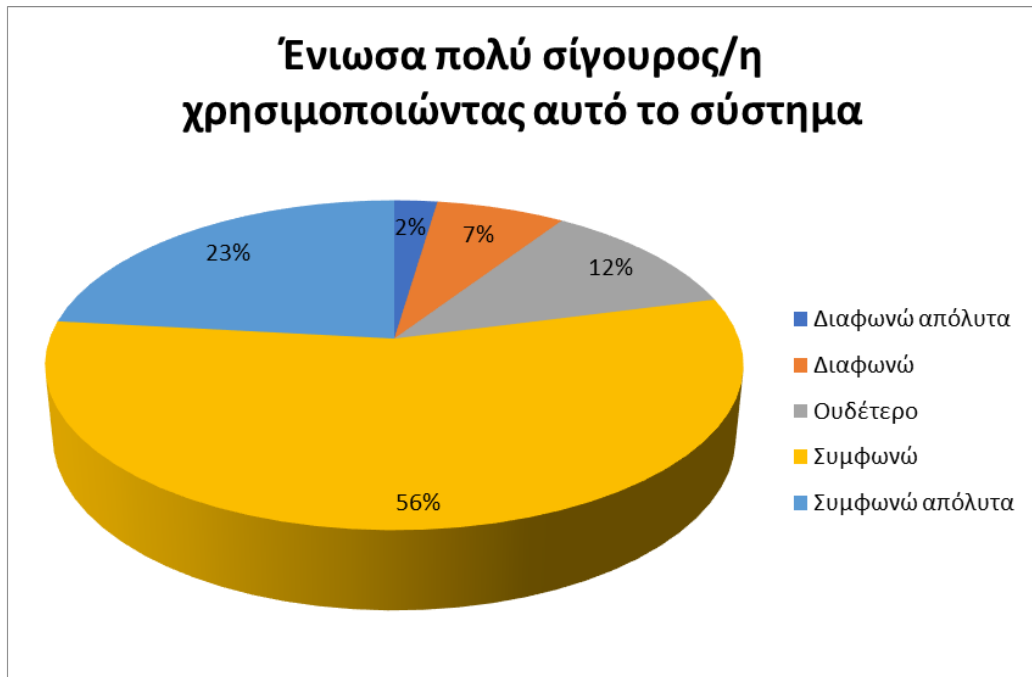
Στην ερώτηση “Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μπορούσαν να μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το σύστημα πολύ γρήγορα” 1 φοιτητής απάντησε “διαφωνώ απόλυτα”, 3 (7%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 4 (9%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο”, 21 (49%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ και 14 (33%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”.



Σχήμα 5.1.11 Δέκατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

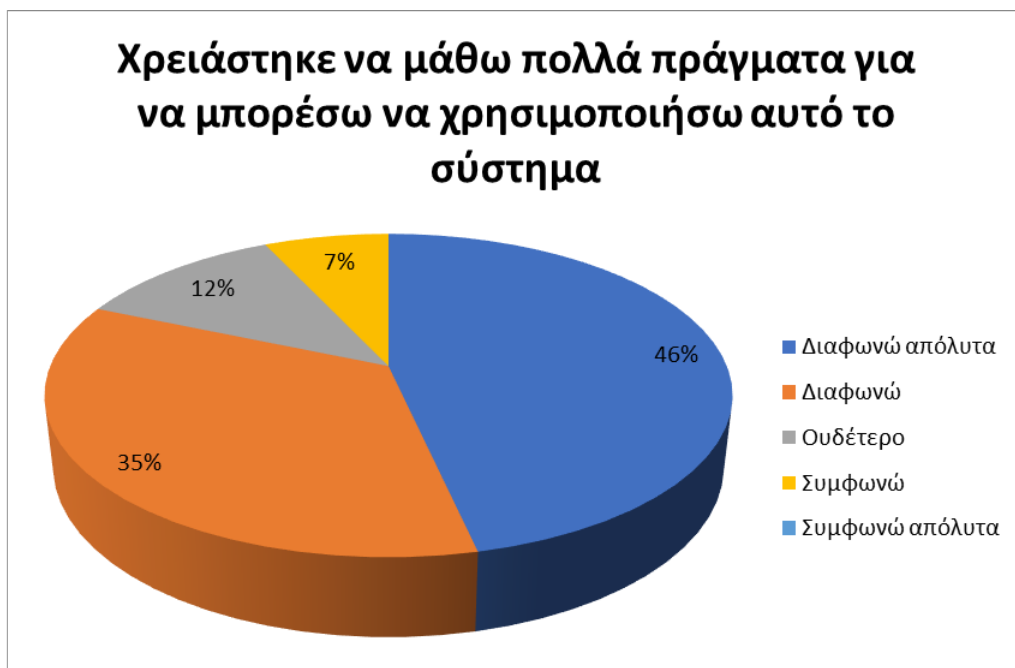
Στην ερώτηση “Βρήκα αυτό το σύστημα πολύ περίπλοκο και δύσκολο στη χρήση” 20 (48%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ απόλυτα”, 13 (31%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 7 (17%) φοιτητές

απάντησαν “ουδέτερο”, 1 (2%) φοιτητής απάντησε “συμφωνώ και 1 (2%) φοιτητής απάντησε “συμφωνώ απόλυτα”.



Σχήμα 5.1.12 Ενδέκατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτό το σύστημα” 1 (2%) φοιτητής απάντησε “διαφωνώ απόλυτα”, 3 (7%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 5 (12%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο”, 24 (56%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ και 10 (23%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”.



Σχήμα 5.1.13 Δωδέκατη Ερώτηση Ερωτηματολογίου

Στην ερώτηση “Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα για να μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα” 20 (46%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ απόλυτα”, 15 (35%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ”, 5 (12%) φοιτητές απάντησαν “ουδέτερο” και 3 (7%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ”.

Συμπέρασμα

Βλέποντας τις απαντήσεις των φοιτητών παρατηρείται ότι η εφαρμογή είναι αρκετά απλή στη χρήση και δε χρειάζεται ιδιαίτερες γνώσεις για να τη χρησιμοποιήσει κάποιος. Για παράδειγμα στην ερώτηση “αυτή η εφαρμογή μου φάνηκε παιχνίδι” το 42% των φοιτητών απάντησαν “συμφωνώ” και το 49% “συμφωνώ απόλυτα” που αποδεικνύει ότι η εφαρμογή κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό έχει διαμορφωθεί όπως αρχικά ήταν ο στόχος, να έχει τη μορφή παιχνιδιού.

Στην ερώτηση “βρήκα αυτό το σύστημα πολύ περίπλοκο και δύσκολο στη χρήση” το 49% των φοιτητών απάντησαν “συμφωνώ και 14 (33%) φοιτητές απάντησαν “συμφωνώ απόλυτα”, όπως φαίνεται οι περισσότεροι φοιτητές χρησιμοποίησαν την εφαρμογή με ευκολία και χωρίς να αντιμετωπίσουν πρόβλημα.

Στην ερώτηση “Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα για να μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα” 20 (46%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ απόλυτα”, 15 (35%) φοιτητές απάντησαν “διαφωνώ” που σημαίνει ότι οι φοιτητές με βασικές γνώσεις στη χρήση του smartphone ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή με ευκολία.

Κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος οι φοιτητές συμφώνησαν στο ότι είναι πολύ ενδιαφέρον να συνδυάζεται το παιχνίδι με τη γνώση.

Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

Χρησιμοποιώντας το Unity άλλα και το Vuuforia μπορεί εύκολα κάποιος με βασικές γνώσεις αντικειμενοστρεφή προγραμματισμού να φτιάξει εφαρμογές με αξία και ενδιαφέρον, αφήνοντας τους πολύπλοκους αλγόριθμους να τους διαχειριστεί το Unity και για τη λειτουργία της επαυξημένης πραγματικότητας το Vuuforia. Κύριο μέλημα αυτού που θέλει να δημιουργήσει μια εφαρμογή στο Unity είναι να οργανώσει σωστά τη δομή του project για τη δική του διευκόλυνση αλλά και αυτών που θα χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή.

Στο παρόν project, χάρη στην εύκολη διαχείριση των GameObject και των Component που προσφέρει το Unity, ο κώδικας που γράφτηκε κυρίως αφορά τη συμπεριφορά κάποιων GameObject έτσι ώστε να υλοποιηθούν τα mini games, Όσον αφορά τα Animations που φτιάχτηκαν, επειδή το Unity συμπληρώνει τα ενδιάμεσα καρέ αυτόματα, υπήρξε μεγάλη ευκολία στη δημιουργία τους. Όσον αφορά το User Interface στα Mini Games, στις περισσότερες περιπτώσεις η υλοποίηση και η συμπεριφορά του UI έγινε αποκλειστικά από το διαχειριστικό του Unity με αποτέλεσμα να χρειαστεί πολύ μικρό κομμάτι κώδικα σε κάποιες περιπτώσεις, κάνοντας την υλοποίηση του project γρήγορη και σχετικά εύκολη.

Προβλήματα και αντιμετώπιση

Μια από τις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή είναι η βιβλιοθήκη LeanTouch που διαβάζει τα touch events στην οθόνη, έτσι ώστε να μπορούμε να μετακινήσουμε αντικείμενα που βλέπουμε στην οθόνη με το δάχτυλο[6]. Το αρχικό πρόβλημα ήταν ότι αυτή η βιβλιοθήκη είχε σχεδιαστεί για να μετακινεί μόνο ένα αντικείμενο πάνω στην οθόνη, με αποτέλεσμα όταν έβαλα ως component αυτή τη λειτουργία σε πολλαπλά αντικείμενα που ήθελα να έχω τη δυνατότητα να μετακινήσω, μετακινούνταν όλα ταυτόχρονα.

Η λύση ήταν ότι με τη βοήθεια του RayCast, το οποίο δουλεύει σαν μια ακτίνα που κατευθύνεται σε κάποιο αντικείμενο με κέντρο το δάχτυλο του χρήστη, να παίρνουμε πληροφορίες για το που βρίσκεται το δάχτυλο του χρήστη επάνω στην οθόνη, σε συνδυασμό με έναν έλεγχο if όπου ελέγχει ότι το όνομα του αντικειμένου που έχει το Component με την ιδιότητα μετακίνησης είναι το ίδιο με το αντικείμενο που ακουμπάει ο χρήστης με το δάχτυλό του. Έτσι μετακινείται ένα αντικείμενο τη φορά.

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using Lean;

public class EnableDrag : MonoBehaviour
{
    // Start is called before the first frame update
    string btnName;

    void Start()
    {
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        if (Input.touchCount > 0 && Input.touches[0].phase == TouchPhase.Began)
        {
            Ray ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.GetTouch(0).position);
            RaycastHit hit;
            if (Physics.Raycast(ray, out hit))
            {
                if (gameObject.transform.name == hit.transform.name)
                {
                    gameObject.transform.GetComponent<Lean.Touch.LeanDragTranslate>().enabled = true;
                }
                else { gameObject.transform.GetComponent<Lean.Touch.LeanDragTranslate>().enabled = false; }
            }
        }
    }
}

```

Σχήμα 6.1 Κώδικας για τη Μετατόπιση Αντικειμένων

Μελλοντικές επεκτάσεις

Μια μελλοντική επέκταση που θα μπορούσε να γίνει για τη βελτίωση της ποιότητας της εφαρμογής, είναι η δημιουργία ενός Scoreboard, η εφαρμογή δηλαδή θα συνδέεται με μια βάση δεδομένων και καθώς οι μαθητές παίζουν η εφαρμογή να κρατάει το score τους και να το ανεβάζει στη βάση δεδομένων. Επίσης και οι μαθητές αλλά και οι καθηγητές να έχουν πρόσβαση στα score έτσι ώστε οι μαθητές να βάζουν τα δυνατά τους και να πετυχαίνουν καλύτερα score και να μαθαίνουν περισσότερα πράγματα παίζοντας.

Μια ακόμα μελλοντική επέκταση, είναι η υποστήριξη περιστροφής του User Interface από Portrait σε Landscape έτσι ώστε ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να γυρίσει πλάγια το κινητό σε περίπτωση που τον βολεύει καλύτερα.

Συμπέρασμα

Καθώς έχει πολύ μεγάλη σημασία ο χρόνος που χρειάζεται για να δημιουργηθεί μια εφαρμογή, η χρήση εργαλείων που κάνουν πιο σύντομη και πιο εύκολη την ανάπτυξη μιας εφαρμογής είναι μονόδρομος. Επίσης είναι πολύ σημαντικό να χρησιμοποιούμε τις δυνατότητες που μας δίνει η τεχνολογία για να παίρνουμε καινούργιες γνώσεις, ακόμη πιο σημαντικό όμως είναι όταν μαθαίνουμε καινούργια πράγματα μέσω της τεχνολογίας να γίνεται με τρόπο διασκεδαστικό, έτσι ώστε να υπάρχει η κατάλληλη παρακίνηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Μουστάκας Κ., Παλιόκας Ι., Τσακίρης Α., Τζοβάρας Δ., 2015. Γραφικά και εικονική πραγματικότητα. Διαθέσιμο στο: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/4491>.
- [2] Jonathan Linowes and Krystian Babilinski, Augmented reality for developers: Build practical augmented reality applications with Unity, ARCore, ARKit and Vuforia. Packt Publishing Ltd, 2017.
- [3] John K. Haas “A History of the Unity Game Engine” Διαθέσιμο στο: <https://core.ac.uk/download/pdf/212986458.pdf>.
- [4] Ευσταθίου Φίλιππος, Συστήματα επικοινωνίας μικτής πραγματικότητας σε πραγματικό χρόνο.
- [5] Μπάκα Μ., Επαυξημένη πραγματικότητα και εκπαίδευση: Διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στο πλαίσιο διδασκαλίας. 2018.
- [6] John K. Haas “A History of the Unity Game Engine” Διαθέσιμο στο: <https://core.ac.uk/download/pdf/212986458.pdf>.
- [7] Unity Game Engine [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://unity.com>.
- [8] Unity Asset Store [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://assetstore.unity.com>.
- [9] Vuforia Engine [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://developer.vuforia.com>.
- [10] Alexandro Simonetti Ibañe, Josep Paredes Figueras. Vuforia v1.5 SDK: Analysis and evaluation of capabilities. 2013.
- [11] Γεωγραφία ΣΤ’ Δημοτικού – Βιβλίο Μαθητή. Διαθέσιμο στο: http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2272/Geografia_ST-Dimotikou_html-empl.
- [12] Lean Touch [Online]. Διαθέσιμο στο: <https://carloswilkes.com/Documentation/LeanTouch>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Τμήμα κώδικα απ'την υλοποίηση άσκησης του κεφαλαίου «Η ατμόσφαιρα»

Με τον παρακάτω κώδικα τα αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν τα στρώματα της ατμόσφαιρας μπορούν να μπουν στη Γη μόνο αν έρθει η σειρά τους, αλλιώς εμφανίζεται μήνυμα λάθους και κατάλληλο ηχητικό.

```
private void OnCollisionEnter(Collision collision)
{
    audio = GetComponent();
    if (turn == 1 && collision.gameObject.tag=="troposfaira")
    {
        Destroy(collision.gameObject);
        troposfaira.SetActive(true);
        StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        turn++;
        audio.clip = firstAudio;
        audio.Play();

        return;
    }

    if (turn == 2 && collision.gameObject.tag == "stratosfaira")
    {
        Destroy(collision.gameObject);
        stratosfaira.SetActive(true);
        StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        turn++;
        audio.clip = firstAudio;
        audio.Play();

        return;
    }
    if (turn == 3 && collision.gameObject.tag == "mesosfaira")
    {
        Destroy(collision.gameObject);
        mesosfaira.SetActive(true);
        StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
        turn++;
        audio.clip = firstAudio;
        audio.Play();

        return;
    }

    if (turn == 4 && collision.gameObject.tag == "thermosfaira")
    {
```

```

    StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
    Destroy(collision.gameObject);
    thermosfaira.SetActive(true);
    turn++;
    audio.clip = firstAudio;
    audio.Play();

    return;
}

if (turn == 5 && collision.gameObject.tag == "eksosfaira")
{
    Destroy(collision.gameObject);
    eksosfaira.SetActive(true);
    StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
    audio.clip = victoryAudio;
    audio.Play();

    fireworks.SetActive(true);
    fireworks2.SetActive(true);
    fireworks3.SetActive(true);
    fireworks4.SetActive(true);
    fireworks.GetComponent<ParticleSystem>().Play();
    fireworks2.GetComponent<ParticleSystem>().Play();
    fireworks3.GetComponent<ParticleSystem>().Play();
    fireworks4.GetComponent<ParticleSystem>().Play();

}

else
{
    audio.clip = secondAudio;
    audio.Play();
    StartCoroutine(showWrongAnswerIcon());
}

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Τμήμα κώδικα απ'την υλοποίηση άσκησης του κεφαλαίου «Ο άξονας και η περιστροφή της Γής: ημέρα και νύχτα»

```
[SerializeField] AudioSource tinkSound;
[SerializeField] GameObject ImageTik;
[SerializeField] GameObject rotateObject;
[SerializeField] GameObject firework1;
[SerializeField] GameObject firework2;
[SerializeField] GameObject firework3;
[SerializeField] GameObject firework4;

private void Start()
{
    firework1.SetActive(false);
    firework2.SetActive(false);
    firework3.SetActive(false);
    firework4.SetActive(false);
}
private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    tinkSound.Play();
    ImageTik.SetActive(true);
    firework1.SetActive(true);
    firework2.SetActive(true);
    firework3.SetActive(true);
    firework4.SetActive(true);
    rotateObject.GetComponent<Lean.Touch.LeanTwistRotateAxis>().enabled = false;
}
```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ C : Τμήμα κώδικα για την εμφάνιση μηνυμάτων για τις σωστές και τις λανθασμένες απαντήσεις

```
[SerializeField] GameObject WrongAnswerIcon;
[SerializeField] GameObject CorrectAnswerIcon;

IEnumerator showWrongAnswerIcon()
{
    float f = 0.0f;
    float start = Time.time;

    Debug.Log("coroutineB() started " + start);

    while (f < 2f)
    {
        WrongAnswerIcon.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(1.0f);
        f = f + 1.0f;
        WrongAnswerIcon.SetActive(false);
    }

    // Intended to handling exit of the this coroutine.
    // However coroutineA() shuts coroutineB() down. This
    // means the following lines are not called.
    float t = Time.time - start;
    Debug.Log("coroutineB() finished " + t);
    yield return null;
}
IEnumerator showCorrectAnswerIcon()
{
    float f = 0.0f;
    float start = Time.time;

    Debug.Log("coroutineB() started " + start);

    while (f < 2f)
    {
        CorrectAnswerIcon.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(1.0f);
        f = f + 1.0f;
        CorrectAnswerIcon.SetActive(false);
    }

    // Intended to handling exit of the this coroutine.
    // However coroutineA() shuts coroutineB() down. This
    // means the following lines are not called.
    float t = Time.time - start;
    Debug.Log("coroutineB() finished " + t);
    yield return null;
}
public void StartCoroutineCorrect()
{
    StartCoroutine(showCorrectAnswerIcon());
}
```

```
}  
public void StartCoroutineWrong()  
{  
    StartCoroutine(showWrongAnswerIcon());  
}
```