



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εκπαιδευτικό παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας
με στόχο την βελτίωση διδασκαλίας των
μαθημάτων Ιστορίας στην ΣΤ΄ Δημοτικού



Του φοιτητή
Πρόγιου Νικόλαου
Αρ. Μητρώου: 175002

Επιβλέπων
Κεραμόπουλος Ευκλείδης
Αναπληρωτής Καθηγητής

Θεσσαλονίκη 2023

Τίτλος Π.Ε. Εκπαιδευτικό παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας με στόχο την βελτίωση διδασκαλίας των μαθημάτων Ιστορίας στην ΣΤ΄ Δημοτικού

Κωδικός Π.Ε. 22187

Όνοματεπώνυμο φοιτητή Νικόλαος Πρόγιος

Όνοματεπώνυμο εισηγητή Ευκλείδης Κεραμόπουλος

Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε 2022-03-24

Ημερομηνία περάτωσης Π.Ε. 2023-06-16

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 πτυχιακή εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Πρόγιου Νικόλαου που την εκπόνησε. 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 απαραίτητα και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Πρόλογος

Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται ραγδαία εξέλιξη σε τεχνολογίες όπου μέχρι πρότινος δεν ήταν ευρέως γνωστές. Αυτό συμβαίνει διότι διανύουμε μία εποχή όπου επιτυγχάνονται νέα μεγαλύτερα τεχνολογικά επιτεύγματα, πιο περίπλοκα, αλλά κυρίως πιο εξυπηρετικά για τον άνθρωπο. Ένα από αυτά είναι η επαυξημένη πραγματικότητα.

Η εξέλιξη της, μας δίνει την ευκαιρία να την χρησιμοποιήσουμε βελτιώνοντας την καθημερινότητα μας σε οποιοδήποτε τομέα θεωρούμε αναγκαίο, όπως αυτόν της εκπαίδευσης. Με την Ε.Π., η διδασκαλία στην τάξη μπορεί να είναι πιο διαδραστική, καθώς θα επιτρέψει στους εκπαιδευτικούς να παρουσιάσουν εικονικά παραδείγματα εννοιών, προσθέτοντας στοιχεία παιχνιδιού και παρέχοντας περισσότερη υλική υποστήριξη. Με τον τρόπο αυτό δίνουμε μία νέα πνοή στην εκπαιδευτική διαδικασία επιτρέποντας στους μαθητές να μαθαίνουν γρηγορότερα και να απομνημονεύουν πληροφορίες ευκολότερα.

Η ένωση της τεχνολογίας με την εκπαίδευση, κάνει πιο δημιουργικό το μάθημα αλλά δίνει και την ευκαιρία τόσο στους μαθητές όσο και σε εμάς να εξερευνήσουμε την συνύπαρξη τους.

Περίληψη

Μέσα από την δημιουργία αυτής της πτυχιακής εργασίας, για το μάθημα Ιστορίας της ΣΤ' δημοτικού, μας δίνεται η δυνατότητα να δούμε πώς μπορεί να επιτευχθεί η υλοποίηση ενός διαδραστικού παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας (Ε.Π.) όπως και η χρήση του στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Το συγκεκριμένο παιχνίδι βασίζεται στην ύλη του σχολικού βιβλίου με στόχο να βελτιώσει την εκμάθηση της Ιστορίας προς τους μαθητές μέσω της Ε.Π.. Για την υλοποίηση του παιχνιδιού έγινε χρήση του, Blender για την δημιουργία 3D και 2D αντικειμένων, Unity για την δημιουργία του παιχνιδιού, Vuforia για το μέρος της Ε.Π. ενώ ο κώδικας της εφαρμογής είναι γραμμένος σε γλώσσα C#.

Στα πρώτα κεφάλαια της Π.Ε. γίνεται θεωρητική αναφορά στην Ε.Π. και στα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν. Ενώ στο τέταρτο είναι που ξεκινάει η έμπρακτη εφαρμογή αυτών. Από το πέμπτο μέχρι και το ένατο κεφάλαιο αναφέρεται η όλη ανάπτυξη του παιχνιδιού. Το κάθε κεφάλαιο βασίζεται στην ύλη της αντίστοιχης ενότητας του βιβλίου, παρουσιάζοντας νέα αντικείμενα αλλά και δυνατότητες στον επαυξημένο κόσμο. Τέλος, στο δέκατο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας καθώς και οι μελλοντικές αναβαθμίσεις της εφαρμογής.

Educational game augmented reality with the aim of improving the teaching of History courses in the 6th grade

Nikolaos Progios

Abstract

Through the creation of this thesis, for the 6th grade History course, we are given the opportunity to see how the creation of an augmented reality (AR) interactive game can be achieved, as well as its use in the educational process.

This game is based on the curriculum of the school book with the aim of improving student learning of history through AR. For the implementation of the game, Blender was used to create 3D and 2D objects, Unity for creating the game, and the Vuforia package for the AR part. The application's code is written in C#.

In the first chapter of the thesis, a theoretical reference is made to, AR and the programs used, while in the fourth we apply them. From the fifth to the ninth chapter the whole development of the game is mentioned. Each chapter builds on the corresponding section of the book, introducing new objects and possibilities in the augmented world. Finally, the tenth chapter presents the conclusions of the thesis as well as the future upgrades of the application.

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέπων καθηγητή κ. Ευκλείδη Κεραμόπουλο για την όλη συνεργασία στις σπουδές μου, μα κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσε να αναλάβω και να ολοκληρώσω μια από τις πτυχιακές του κύκλου ‘Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση’.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής που ευγενικά δέχθηκαν να αξιολογήσουν την πτυχιακή μου εργασία καθώς και για τον χρόνο που διέθεσαν.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη.....	iv
Abstract	v
Ευχαριστίες	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Σχημάτων	xi
Συντομογραφίες.....	xiv
Κεφάλαιο 1ο: Επαυξημένη Πραγματικότητα και Ιστορία	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή Ε.Π.....	1
1.3 Ιστορία ΣΤ’ Δημοτικού	2
1.4 Δομή της πτυχιακής.....	3
1.5 Επίλογος.....	3
Κεφάλαιο 2ο: Ανάλυση εκτεταμένης πραγματικότητας	5
2.1 Εισαγωγή.....	5
2.2 Τύποι εκτεταμένης πραγματικότητας.....	5
2.2.1 Επαυξημένη πραγματικότητα (AR).....	5
2.2.2 Εικονική πραγματικότητα (VR)	6
2.2.3 Μικτή πραγματικότητα (MR).....	6
2.2.4 Διαφορές μεταξύ VR, AR, MR στο οπτικό πεδίο	6
2.3 Βαθμοί ελευθερίας	7
2.3.1 Τρεις βαθμοί ελευθερίας	7
2.3.2 Έξι βαθμοί ελευθερίας.....	7
2.4 Ουσιαστική λειτουργία εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας.....	8
2.5 Επαυξημένη/Εικονική πραγματικότητα στην καθημερινή μας ζωή	8
2.5.1 Η κατάσταση της εκτεταμένης πραγματικότητας (AR, VR, MR)	8
2.5.2 Εφαρμογές Επαυξημένης/ Εικονικής/ Μικτής πραγματικότητας	9
2.6 Μελλοντικές βλέψεις για την εκτεταμένη πραγματικότητα.....	12
2.6.1 Εκτεταμένη πραγματικότητα, τεχνητή νοημοσύνη και 5G	12
2.6.2 Εκτεταμένη πραγματικότητα και ρομποτική.....	12
2.6.3 Επερχόμενες δεξιότητες AR και VR.....	13
2.7 Ευκαιρίες για νέες θέσεις εργασίας.....	13

2.7.1	Αλλαγές, επιπτώσεις και το μέλλον στον εργασιακό κλάδο	13
2.7.2	Θέσεις εργασίας εκτεταμένης πραγματικότητας.....	14
2.8	Σύνοψη Κεφαλαίου	14
Κεφάλαιο 3ο:	Προγράμματα και Μέθοδοι προς υλοποίηση	15
3.1	Εισαγωγή.....	15
3.2	Unity.....	15
3.2.1	Εγκατάσταση Unity Hub.....	15
3.2.2	Δημιουργία νέου 3D project.....	16
3.2.3	Εγκατάσταση πρόσθετων πακέτων μέσω Unity Package Manager	19
3.2.4	Εξαγωγή Unity Project σε APK	20
3.3	Vuforia	23
3.3.1	Εγκατάσταση και εισαγωγή Vuforia πακέτου στο project.....	23
3.3.2	Προσθήκη AR Camera.....	24
3.3.3	Χορήγηση License Key	24
3.3.4	Βάση δεδομένων	24
3.3.5	Image Target.....	25
3.4	Blender	26
3.4.1	Περιβάλλον Blender.....	26
3.4.2	High Poly και Low Poly στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση	27
3.5	Visual Studio	28
3.6	Adobe Photoshop	28
3.7	Επίλογος.....	29
Κεφάλαιο 4ο:	Εισαγωγή στο παιχνίδι	31
4.1	Εισαγωγή.....	31
4.2	App icon	31
4.3	Δομή και κανόνες (πρότυπο) κώδικα	31
4.4	Σκηνή Έναρξης	32
4.4.1	Πληροφορίες-Οδηγίες	34
4.5	Μενού Ενοτήτων	35
4.6	Νοοτροπία παιχνιδιού.....	37
4.7	Επίλογος.....	37
Κεφάλαιο 5ο:	Οι εξελίξεις στην Ευρώπη κατά τους Νεότερους Χρόνους	39
5.1	Εισαγωγή.....	39
5.2	Δημιουργία AR σκηνής.....	39
5.3	Καλωσόρισμα πρώτης σκηνής	39

5.3.1	Animation.....	41
5.4	Δημιουργία 3D αντικειμένων στο Blender.....	41
5.4.1	Σχολικός πίνακας.....	42
5.4.2	Σχολικές καρέκλες.....	45
5.5	Διαμόρφωση εικονικού χώρου στο Unity.....	48
5.6	Υλοποίηση παιχνιδιού.....	49
5.7	Ολοκλήρωση πρώτης σκηνής.....	51
5.8	Επίλογος.....	52
Κεφάλαιο 6ο: Οι Έλληνες κάτω από την οθωμανική και τη λατινική κυριαρχία.....		53
6.1	Εισαγωγή.....	53
6.2	Δημιουργία AR σκηνής.....	53
6.3	Καλωσόρισμα δεύτερης σκηνής.....	54
6.4	Δημιουργία 3D αντικειμένων στο Blender.....	55
6.4.1	Έδρα δασκάλου/δασκάλας.....	55
6.4.2	Γραφείο μαθητών.....	56
6.5	Υλοποίηση παιχνιδιού.....	59
6.6	Ολοκλήρωση δεύτερης σκηνής.....	61
6.7	Επίλογος.....	63
Κεφάλαιο 7ο: Η Μεγάλη Επανάσταση.....		65
7.1	Εισαγωγή.....	65
7.2	Δημιουργία AR σκηνής.....	65
7.3	Καλωσόρισμα τρίτης σκηνής.....	65
7.4	Δημιουργία 3D αντικειμένων στο Blender.....	67
7.4.1	Ρολόι.....	67
7.4.2	Πίνακας ανακοινώσεων.....	69
7.4.3	Κούπα.....	72
7.5	Υλοποίηση παιχνιδιού.....	73
7.6	Ολοκλήρωση τρίτης σκηνής.....	77
7.7	Επίλογος.....	79
Κεφάλαιο 8ο: Η Ελλάδα στον 19 ^ο αιώνα.....		81
8.1	Εισαγωγή.....	81
8.2	Δημιουργία AR σκηνής.....	81
8.3	Καλωσόρισμα τέταρτης σκηνής.....	81
8.4	Δημιουργία 3D αντικειμένων (φιγούρες).....	83
8.4.1	Φιγούρα Α - Καραϊσκάκης.....	83

8.4.2	Φιγούρα Β - Τρικούπης	86
8.4.3	Φιγούρα Γ - Κολοκοτρώνης	87
8.4.4	Φιγούρα Δ - Βασιλιάς Όθων	89
8.5	Υλοποίηση παιχνιδιού	90
8.6	Ολοκλήρωση τέταρτης σκηνής	94
8.7	Επίλογος	96
Κεφάλαιο 9ο:	Η Ελλάδα στον 20 ^ο αιώνα	97
9.1	Εισαγωγή	97
9.2	Δημιουργία AR σκηνής	97
9.3	Καλωσόρισμα πέμπτης σκηνής	97
9.4	Δημιουργία 3D αντικειμένων (φιγούρες ηρώων)	99
9.4.1	Φιγούρα Α - Παύλος Μελάς	99
9.4.2	Φιγούρα Β - Αυξεντίου	100
9.5	Υλοποίηση παιχνιδιού	101
9.6	Ολοκλήρωση πέμπτης σκηνής	105
9.7	Επίλογος	107
Κεφάλαιο 10ο:	Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης	109
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	110
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Κώδικας 7 ^ο Κεφαλαίου	113
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Κώδικας 9 ^ο Κεφαλαίου	117

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης της Ε.Π.	2
Σχήμα 1.2: Εξώφυλλο βιβλίου Ιστορίας	2
Σχήμα 2.1: VR MR AR υπό την ομπρέλα του XR	5
Σχήμα 2.2: Διαφορές μεταξύ VR AR MR	7
Σχήμα 2.3: Χρήση ενός smartphone για μια εμπειρία AR και VR	8
Σχήμα 2.4: Εικονική τοποθέτηση επίπλων σε δωμάτιο με smartphone από την Ikea	10
Σχήμα 2.5: Αστικό τοπίο με επικάλυψη εικονικών δεδομένων	13
Σχήμα 3.1: Εγκατάσταση Unity μέσω Unity Hub	18
Σχήμα 3.2: Εγκατάσταση Visual Studio και Android Build Support.....	18
Σχήμα 3.3: Δημιουργία 3D project	19
Σχήμα 3.4: Unity Editor	19
Σχήμα 3.5: Παράθυρο Hierachy	20
Σχήμα 3.6: Παράθυρο Project Browser	20
Σχήμα 3.7: Παράθυρο Inspector	20
Σχήμα 3.8: Παράθυρο Game View	21
Σχήμα 3.9: Τοποθεσία εγκατάστασης Android Module	23
Σχήμα 3.10: Build Settings	23
Σχήμα 3.11: Player Settings	24
Σχήμα 3.12: Υποστηριζόμενες εκδόσεις android	24
Σχήμα 3.13: Διαμόρφωση ανάλυσης για το Game View	25
Σχήμα 3.14: Προσθήκη QR code ως target	26
Σχήμα 3.15: Εισαγωγή QR code στόχος	27
Σχήμα 3.16: Επιλογή World Center το Image Target	28
Σχήμα 3.17: Αλλαγή τύπου κάμερας σε βελτιστοποίηση ταχύτητας.....	28
Σχήμα 3.18: Περιβάλλον Blender	28
Σχήμα 3.19: Διαφορές High Poly και Low Poly στη τρισδιάστατη μοντελοποίηση	30
Σχήμα 4.1: App icon	33
Σχήμα 4.2: Εισαγωγική Σκηνή	34
Σχήμα 4.3: Κώδικας WelcomeScene	36
Σχήμα 4.4: OnClick ρυθμίσεις για το κουμπί Έξοδος	36
Σχήμα 4.5: Ιεραρχική δομή WelcomeScene	36
Σχήμα 4.6: Παράθυρο Πληροφοριών-Οδηγιών	37
Σχήμα 4.7: Μενού Ενοτήτων	38
Σχήμα 4.8: Κώδικας ChaptersMenuScript	38
Σχήμα 4.9: Ιεραρχική δομή ChaptersMenuScene	39
Σχήμα 5.1: Image Target πρώτης πίστας	41
Σχήμα 5.2: Κώδικας κουμπιού πίσω	42
Σχήμα 5.3: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος	42
Σχήμα 5.4: Συναρτήσεις Start, ShowHidePanel και StartGame	42
Σχήμα 5.5: Πάνελ Καλωσορίσματος	43
Σχήμα 5.6: Shading του Blender	44
Σχήμα 5.7: Το Material για τις βάσεις του πίνακα	44
Σχήμα 5.8: Πρώτη μορφή του πίνακα από το Shading του Blender	45
Σχήμα 5.9: Ιδιότητες εξαγόμενου αντικειμένου Blender	46

Σχήμα 5.10: Περιεχόμενα αντικειμένου Blender	46
Σχήμα 5.11: Εργαλεία του Edit Mode	47
Σχήμα 5.12: Χρήση το Loop Cut	47
Σχήμα 5.13: Χρήση το Extrude Region	48
Σχήμα 5.14: Modifier Bevel στην βάση της καρέκλας	49
Σχήμα 5.15: Τελική μορφή της σχολικής καρέκλας	50
Σχήμα 5.16: Ιδιότητες της καρέκλας στο Unity	50
Σχήμα 5.17: AR σκηνή πρώτης πίστας	50
Σχήμα 5.18: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων	51
Σχήμα 5.19: Μέθοδο LoadQnA πρώτης πίστας	51
Σχήμα 5.20: Μέθοδο PressedAnswer	52
Σχήμα 5.21: Ιεραρχία σκηνής πρώτης πίστας	53
Σχήμα 5.22: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους	54
Σχήμα 6.1: Image Target δεύτερης πίστας	55
Σχήμα 6.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος	56
Σχήμα 6.3: Συναρτήσεις Start, StarGame και ShowHidePanel	56
Σχήμα 6.4: Εισαγωγικό πάνελ	56
Σχήμα 6.5: Εργαλεία του Edit Mode	57
Σχήμα 6.6: Έδρα καθηγητή σε solid mode στο Blender	57
Σχήμα 6.7: Γραφείο μαθητή σε solid mode στο Blender	58
Σχήμα 6.8: Δήλωση χρωμάτων επιφανειών γραφείου	59
Σχήμα 6.9: Γενικό Material γραφείου (Low Poly modeling)	59
Σχήμα 6.10: Material ποδιών γραφείου (High Poly modeling)	60
Σχήμα 6.11: Εικονική σκηνή Unity δεύτερης πίστας	61
Σχήμα 6.12: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων	61
Σχήμα 6.13: Μέθοδο LoadQnA της δεύτερης πίστας	62
Σχήμα 6.14: Μέθοδο PressedAnswer	63
Σχήμα 6.15: Ιεραρχία σκηνής δεύτερης πίστας	64
Σχήμα 6.16: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους	65
Σχήμα 7.1: Image Target τρίτης πίστας	67
Σχήμα 7.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος	68
Σχήμα 7.3: Συναρτήσεις Start, StartGame και ShowHidePanel	68
Σχήμα 7.4: Εισαγωγικό πάνελ	69
Σχήμα 7.5: Ρολόι	70
Σχήμα 7.6: Scene collection ρολογιού στον Blender	71
Σχήμα 7.7: Λεία καμπυλωτή γωνία πίνακα	72
Σχήμα 7.8: Πινέζα πίνακα	72
Σχήμα 7.9: Scene collection πίνακα ανακοινώσεων στο Blender	73
Σχήμα 7.10: Πίνακας ανακοινώσεων στο Blender	73
Σχήμα 7.11: Καπάκι κούπας σε Wireframe Viewport	74
Σχήμα 7.12: Material βάσης κούπας	74
Σχήμα 7.13: Κούπα σε Material Preview Viewport	75
Σχήμα 7.14: Εικονική σκηνή Unity τρίτης πίστας	76
Σχήμα 7.15: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων	77
Σχήμα 7.16: Μέθοδο LoadQnA της τρίτης πίστας	77
Σχήμα 7.17: Μέθοδο PressedAnswer	78

Σχήμα 7.18: Μέθοδο CorrectOrWrongChoice μη ασύγχρονη	79
Σχήμα 7.19: Ιεραρχία σκηνής τρίτης ενότητας	80
Σχήμα 7.20: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους	81
Σχήμα 8.1: Image Target τέταρτης πίστας	83
Σχήμα 8.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος	84
Σχήμα 8.3: Συναρτήσεις Start, StartGame και ShowHidePanel	84
Σχήμα 8.4: Εισαγωγικό πάνελ	85
Σχήμα 8.5: Εικόνα Γεώργιου Καραϊσκάκη	85
Σχήμα 8.6: Προτομή σε αρχικό στάδιο	86
Σχήμα 8.7: Εικόνα και Φιγούρα Καραϊσκάκη	88
Σχήμα 8.8: Εικόνα Χαρίλαου Τρικούπη	88
Σχήμα 8.9: Εικόνα και Φιγούρα Τρικούπη	89
Σχήμα 8.10: Εικόνα Γεώργιου Κολοκοτρώνη	90
Σχήμα 8.11: Εικόνα και Φιγούρα Κολοκοτρώνη	90
Σχήμα 8.12: Εικόνα Βασιλιά Όθων	91
Σχήμα 8.13 Material φιγούρας Βασιλιά Όθων	92
Σχήμα 8.14: Εικόνα και Φιγούρα Βασιλιά Όθων	92
Σχήμα 8.15: Εικονική σκηνή Unity τέταρτης πίστας	93
Σχήμα 8.16: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων	94
Σχήμα 8.17: Μέθοδος LoadQnA της τέταρτης πίστας	94
Σχήμα 8.18: Μέθοδος Update και GetMouseButtonDown	95
Σχήμα 8.19: Box Collider της Δ φιγούρας	95
Σχήμα 8.20: Μέθοδος Pressed Answer	96
Σχήμα 8.21: Μέθοδος CorrectOrWrongChoice	96
Σχήμα 8.22: Ιεραρχία σκηνής τέταρτης πίστας	97
Σχήμα 8.23: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους	98
Σχήμα 9.1: Image Target πέμπτης πίστας	99
Σχήμα 9.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος	100
Σχήμα 9.3: Συναρτήσεις Start, StartGame και ShowHidePanel	100
Σχήμα 9.4: Εισαγωγικό πάνελ	100
Σχήμα 9.5: Εικόνα Παύλου Μελά	101
Σχήμα 9.6: Εικόνα και Φιγούρα Παύλου Μελά	102
Σχήμα 9.7: Εικόνα Γρηγόριου Αυξεντίου	102
Σχήμα 9.8: Εικόνα και Φιγούρα Αυξεντίου	103
Σχήμα 9.9: Εικονική σκηνή Unity πέμπτης πίστας	104
Σχήμα 9.10: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων	104
Σχήμα 9.11: Μέθοδο LoadQnA της πέμπτης πίστας	105
Σχήμα 9.12: Μέθοδος Update και GetMouseButtonDown	106
Σχήμα 9.13: Μέθοδος Pressed Answer	106
Σχήμα 9.14: Μέθοδος CorrectOrWrongChoice	107
Σχήμα 9.15: Ιεραρχία σκηνής πέμπτης πίστας	108
Σχήμα 9.16: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους	109

Συντομογραφίες

Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
ΔΠΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
XR	Extended Reality
AR	Augmented reality
Ε.Π.	Επαυξημένη Πραγματικότητα
VR	Virtual Reality
MR	Mixed Reality
APK	Android Package Kernel
UI	User interface
UX	User experience
AI	Artificial Intelligence
IoT	Internet of Things

Κεφάλαιο 1ο: Επαυξημένη Πραγματικότητα και Ιστορία

1.1 Εισαγωγή

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας ή αλλιώς Augmented Reality, είναι μια τεχνολογία όπου εμπλουτίζει τον φυσικό με τον ψηφιακό κόσμο. Ως επί το πλείστον συναντάμε την χρήση της στις έξυπνες κινητές συσκευές. Η χρήση της κάμερας με μια εικόνα δείκτη ή και σε συνδυασμό με το gps της κινητής συσκευής, δίνουν την δυνατότητα προβολής πρόσθετων πληροφοριών για την εικόνα ή αντίστοιχα για τη γεωγραφική θέση, δημιουργώντας έτσι ένα επαυξημένο πληροφοριακά τελικό αποτέλεσμα. Η εμφάνιση δεδομένων πραγματοποιούνται στις οθόνες των κινητών συσκευών, ή από ειδικά γυαλιά προβολής Ε.Π.. Η εμφάνιση της τεχνολογίας αυτής άρχισε να γίνεται ευρέως γνωστή την τελευταία δεκαετία (παρόλο που ως έννοια υπάρχει από παλαιότερα) καθώς η τεράστια διάδοση των κινητών συσκευών και η συνεχής εξέλιξη των τεχνολογικών επιτευγμάτων (αισθητήρες, κάμερες κτλ) έχουν δώσει την δυνατότητα για την καθημερινή χρήση της [1].

1.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή Ε.Π.

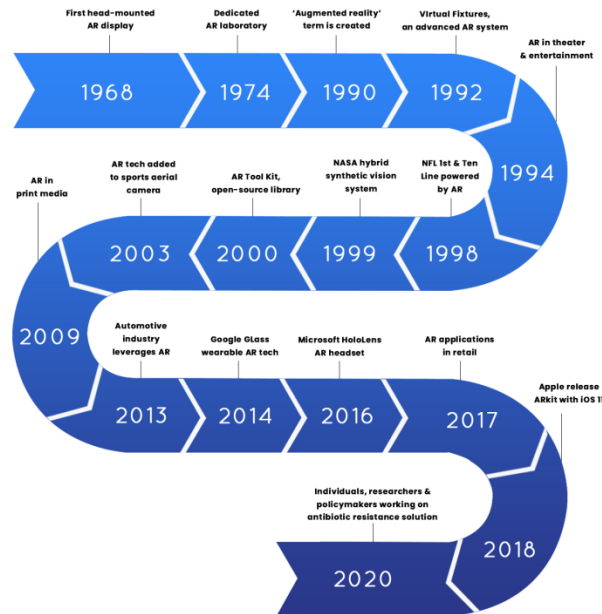
Η αναστάτωση που έφερε το Pokemon Go το 2016 εκτόξευσε την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) στο έπακρο. Παρόλο που φαινόταν σαν τη πιο πρόσφατη τεχνολογική εφεύρεση, όταν οι άνθρωποι σε όλο τον κόσμο έτρεχαν «να πιάσουν φιγούρες», το AR στην πραγματικότητα εφευρέθηκε το 1968 [2].

Την αρχή του AR την εντοπίζουμε, όταν ο Ivan Sutherland ανέπτυξε το πρώτο σύστημα οθόνης που τοποθετείται στο κεφάλι. Οι επακόλουθες εξελίξεις στο AR περιλάμβαναν εφαρμογές για την Πολεμική Αεροπορία και βελτιωμένες δοκιμές οπτικής πλοήγησης για τη NASA. Ο όρος «Επαυξημένη Πραγματικότητα» επινοήθηκε μόλις το 1990, από τον ερευνητή της Boeing Tom Caudell. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000, η Ε.Π. και το διαδίκτυο ένωσαν τις δυνάμεις τους, αλλά μόλις το 2009 ενισχύθηκε από την επανάσταση των smartphone. Με την Ε.Π. να γνωρίζει μια δεύτερη αναζωπύρωση χάρη στην άνθηση της τεχνολογίας smartwear. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής, σχετικά με τα έξυπνα αξεσουάρ όπου φοράει ο χρήστης, π.χ. Google Glass ή Magic Leap, έδειξε στον κόσμο ότι η AR είναι επιτέλους έτοιμη να εκπληρώσει την υπόσχεσή της. Εμπνευσμένο από την Ε.Π. που βασίζεται σε smartphone, γνωστό και ως Handheld AR, τα γυαλιά ή τα ακουστικά την κάνουν πιο προσιτή (στο λειτουργικό κομμάτι) και φθηνότερη δίνοντας έτσι στον καθένα από εμάς την ευκαιρία να την απολαύσει [2].

Το Handheld AR χρησιμοποιεί συσκευές χειρός όπως smartphone στα οποία είναι εγκατεστημένες εφαρμογές AR για πρόσβαση και εφαρμογή AR. Γνωστή εφαρμογή είναι, η χρήση του smartphone για την δοκιμή εικονικών επίπλων στο σπίτι (στην εφαρμογή IKEA) και το Live View in Google Maps χρησιμοποιώντας την κάμερα στο πίσω μέρος του τηλεφώνου για να προσδιορίσει που βρισκόμαστε, επιδεικνύοντας την κατεύθυνση και τις λεπτομέρειες στην οθόνη, αντί να παρουσιάζει απλώς έναν χάρτη [2].

Παρακάτω στο Σχήμα 1.1 παρουσιάζεται σε μορφή χρονοδιαγράμματος η εξέλιξη της επαυξημένης πραγματικότητας, από το 1968 μέχρι και σήμερα.

Augmented Reality Timeline



Σχήμα 1.1: Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης της Ε.Π.

1.3 Ιστορία ΣΤ' Δημοτικού



Σχήμα 1.2: Εξώφυλλο βιβλίου Ιστορίας

Στο μάθημα Ιστορίας στη Στ' δημοτικού χρησιμοποιείται το βιβλίο “Ιστορία του νεότερου και σύγχρονου κόσμου” (Σχήμα 1.2). Σε μια περίοδο πολύ σημαντική, η οποία ξεκινά από την Άλωση της Κωνσταντινούπολης και φτάνει μέχρι τις μέρες μας, αναλύοντας κυρίως την ιστορία της πατρίδας μας. Επιπλέον αναφέρει και για τις εξελίξεις εκτός Ελλάδος, στην Ευρώπη και στον υπόλοιπο κόσμο. Πιο συγκεκριμένα παραθέτει τα γεγονότα που έλαβαν χώρα, από την Άλωση έως την Επανάσταση του 1821 με την οποία δημιουργήθηκε το σύγχρονο ελληνικό κράτος, καθώς και για εξελίξεις στις

ιστορικές ελληνικές χώρες. Με τον όρο αυτό εννοούμε τις περιοχές που αποτελούν την ελληνική χερσόνησο, τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους, τη Μικρά Ασία, τον Πόντο, την Ανατολική Θράκη καθώς και την Κύπρο. Αυτές ήταν οι περιοχές όπου άκμασε ανέκαθεν ο ελληνικός πολιτισμός και όπου κατοικούσαν Έλληνες [3].

Οι μαθητές έχουν να μελετήσουν μέσα από το βιβλίο, πέντε μεγάλες ενότητες όπου θα τους εφοδιάσουν με πολύ χρήσιμες γνώσεις για τα γεγονότα που έλαβαν χώρα τους τελευταίους έξι αιώνες.

1.4 Δομή της πτυχιακής

Η πτυχιακή εργασία βασίζεται στην ύλη του σχολικού βιβλίου και αποτελείται από δέκα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο της Π.Ε. γίνεται βασική αναφορά στην Ε.Π. και στο μάθημα της Ιστορίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική αναφορά στην Ε.Π.. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά, με παραδείγματα, στα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή. Στο τέταρτο κεφάλαιο υλοποιούνται κυρίως οι δύο βασικές εισαγωγικές σκηνές της εφαρμογής.

Από το πέμπτο μέχρι και το ένατο κεφάλαιο αναφέρεται η υλοποίηση της κάθε σκηνής που αντιστοιχεί σε κεφάλαιο του βιβλίου. Πιο συγκεκριμένα, στο πέμπτο κεφάλαιο δημιουργείται η βασική δομή της επαυξημένης σχολικής τάξης περιλαμβάνοντας τα ιστορικά γεγονότα της ενότητας «Οι εξελίξεις στην Ευρώπη κατά τους Νεότερους Χρόνους» του σχολικού βιβλίου. Το έκτο κεφάλαιο εμπλουτίζει τον προϋπάρχον επαυξημένο κόσμο και οι ασκήσεις του βασίζονται στην ύλη της ενότητας «Οι Έλληνες κάτω από την οθωμανική και τη λατινική κυριαρχία» του βιβλίου. Το έβδομο κεφάλαιο εμπλουτίζει επιπλέον τον επαυξημένο κόσμο και οι ασκήσεις του βασίζονται στην ύλη της ενότητας «Η Μεγάλη Επανάσταση» του βιβλίου. Το όγδοο κεφάλαιο εμπλουτίζει επιπλέον με φιγούρες ηρώων τον επαυξημένο κόσμο και οι ασκήσεις του βασίζονται στην ύλη της ενότητας «Η Ελλάδα στον 19^ο αιώνα» του βιβλίου. Το ένατο κεφάλαιο εμπλουτίζει επιπλέον με φιγούρες ηρώων τον επαυξημένο κόσμο και οι ασκήσεις του βασίζονται στην ύλη της ενότητας «Η Ελλάδα στον 20^ο αιώνα» του βιβλίου. Τέλος, στο δέκατο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας καθώς και οι μελλοντικές αναβαθμίσεις της εφαρμογής.

1.5 Επίλογος

Στο πρώτο κεφάλαιο έγινε μια σύντομη εισαγωγή στην πτυχιακή, αναφέροντας τα βασικά για την επαυξημένη πραγματικότητα και το σχολικό μάθημα Ιστορίας της Στ' δημοτικού.

Κεφάλαιο 2ο: Ανάλυση εκτεταμένης πραγματικότητας

2.1 Εισαγωγή

Η «εκτεταμένη πραγματικότητα» είναι ένας γενικός όρος που συμπεριλαμβάνει την εικονική πραγματικότητα (VR), την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και την μικτή πραγματικότητα (MR). Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναλυτική αναφορά σε τι ακριβώς αναφέρονται αυτοί οι όροι, τι επιτυγχάνουν στην πράξη αλλά και με ποιο τρόπο θα αναπτυχθούν και θα επηρεάσουν το μέλλον μας [4].

Όλα τα χρόνια, οι άνθρωποι πάντα ψάχναμε οπτικούς τρόπους για να εκφράσουμε την έμπνευση, τη παραγωγικότητα και την επιθυμία μας να προχωρήσουμε πέρα από τον φυσικό κόσμο. Σκοπός είναι η αναπαράσταση σκηνών, στιγμών και εμπειριών που θα επιτρέπουν σε άλλους να τις ζήσουμε, αν όχι όλες, ενός πλήθος εκ των αισθήσεων, προσφέροντας την ευκαιρία πραγματοποίησης επιθυμιών και οραμάτων ή και ζωής σε φανταστικούς κόσμους. Με την υποστήριξη της τεχνολογίας, μπορούμε να έχουμε πιο ρεαλιστικές και στοχευμένες εμπειρίες με απόλυτο βίωμα για τις αισθήσεις μας. Αυτό είναι δυνατό μέσω της εικονικοποίησης και της Ε.Π. ή με τον συνδυασμό και των δύο σε ένα μικτό περιβάλλον [5].

Στο παρόν κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά στη εκτεταμένη πραγματικότητα, η οποία περιλαμβάνει την εικονική, τη μικτή και την επαυξημένη πραγματικότητα (Σχήμα 2.1) όπου θα αναλυθούν λεπτομερώς.



Σχήμα 2.1: VR MR AR υπό την ομπρέλα του XR

2.2 Τύποι εκτεταμένης πραγματικότητας

2.2.1 Επαυξημένη πραγματικότητα (AR)

Σύμφωνα με την Ελβετική Ένωση Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας (SSVAR), η «επαυξημένη πραγματικότητα υπερθέτει ψηφιακά δημιουργημένο περιεχόμενο στο πραγματικό περιβάλλον του χρήστη. Οι εμπειρίες επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να αφορούν από ενημερωτικό κείμενο επάνω σε αντικείμενα ή τοποθεσίες μέχρι διαδραστικά φωτορεαλιστικά εικονικά αντικείμενα. Η επαυξημένη πραγματικότητα διαφέρει από τη μικτή πραγματικότητα υπό την έννοια ότι τα αντικείμενα επαυξημένης πραγματικότητας (π.χ. γραφικά, ήχοι) υπερτίθενται και δεν ενσωματώνονται στο περιβάλλον του χρήστη» [5].

Για να γίνει καλύτερα αντιληπτή η έννοια της Ε.Π., αρκεί να θυμηθούμε το Pokémon GO. Ένα παιχνίδι όπου μας καθοδήγησε στην αναζήτηση και αιχμαλώτιση «ψηφιακών» πλασμάτων (που δεν είναι υπαρκτά στον φυσικό μας κόσμο) τα οποία προστίθενται ως 3D ψηφιακά αντικείμενα επάνω στον πραγματικό κόσμο. Η ας θυμηθούμε τις ταινίες Iron Man, όπου ο αναλογικός κόσμος εμπλουτίζεται με ψηφιακές διασυνδέσεις [5].

2.2.2 Εικονική πραγματικότητα (VR)

Η «εικονική πραγματικότητα είναι ένα περιβάλλον χρήστη πλήρους εμπύθισης που επηρεάζει ή μεταβάλλει τα αισθητηριακά ερεθίσματα (π.χ. όραση, ήχο, αφή και οσμή) και μπορεί να δώσει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με αυτά τα αισθητηριακά ερεθίσματα με βάση τη συμμετοχή του χρήστη στον εικονικό κόσμο. Η αλληλεπίδραση γίνεται τυπικά, αλλά όχι αποκλειστικά, μέσω μιας οθόνης προσαρμοσμένης στο κεφάλι, της χρήσης χωρικού ή άλλου ήχου ή και ελεγκτών κίνησης (με ή χωρίς ερεθίσματα ή ανάδραση αφής).» -SSVAR, 2021 [5]

Για να καταλάβουμε καλύτερα τι είναι το VR, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για παράδειγμα μία ακόμα ταινία, The Matrix. Αυτά είναι περιβάλλοντα στα οποία μεταφερόμαστε σε εικονικούς (ψηφιακούς) κόσμους, αφήνοντας πίσω μας τον φυσικό (αναλογικό) κόσμο [5].

Οι δύο αυτές τεχνολογίες σχετίζονται με τον πραγματικό και τον ψηφιακό κόσμο με τον εξής τρόπο. Η εικονική πραγματικότητα βασίζεται σε ένα περιβάλλον που αναπτύσσεται συνολικά από υπολογιστή, ενώ η Ε.Π. βρίσκεται ανάμεσα στον πραγματικό κόσμο όπου εμπλουτίζεται από τον ψηφιακό κόσμο που δημιουργούν οι υπολογιστές [5].

2.2.3 Μικτή πραγματικότητα (MR)

Η «μικτή πραγματικότητα συνδυάζει απρόσκοπτα το πραγματικό περιβάλλον ενός χρήστη με το ψηφιακά δημιουργημένο περιεχόμενο, όπου και τα δύο περιβάλλοντα συνυπάρχουν για να δημιουργήσουν μια υβριδική εμπειρία. Στη μικτή πραγματικότητα, τα εικονικά αντικείμενα συμπεριφέρονται υπό κάθε έννοια σαν να βρίσκονται στον πραγματικό κόσμο, π.χ. εμποδίζονται από φυσικά αντικείμενα, ο φωτισμός τους συνάδει με τις πραγματικές πηγές φωτός στο περιβάλλον, ακούγονται σαν να βρίσκονται στον ίδιο χώρο με τον χρήστη. Καθώς ο χρήστης αλληλεπιδρά με τα πραγματικά και τα εικονικά αντικείμενα, τα εικονικά αντικείμενα θα αντανακλούν τις αλλαγές στο περιβάλλον όπως θα το έκανε κάθε πραγματικό αντικείμενο στον ίδιο χώρο.» -SSVAR, 2021 [5]

Δεν είναι καθόλου σπάνιο το γεγονός ότι οι άνθρωποι μπερδεύονται στο να διαχωρίσουν την MR με την AR μιας και οι δύο περιλαμβάνουν ένα συνδυασμό του πραγματικού και του ψηφιακού κόσμου. Η βασική διαφορά είναι ότι, στο περιβάλλον της MR, μπορούμε να αλληλεπιδρούμε με τις ψηφιακές συσκευές. Επίσης, διασυνδέεται ο φυσικός με τον ψηφιακό κόσμο και αντιπροσωπεύονται μόνο από μία πραγματικότητα [5].

2.2.4 Διαφορές μεταξύ VR, AR, MR στο οπτικό πεδίο

Στο Σχήμα 2.2 απεικονίζετε στα αριστερά μία VR μάσκα, όπου με την χρήση της ο φυσικός κόσμος δεν υφίσταται άλλα μόνο ο μπλε εικονικός κόσμος που προβάλλεται μέσα από αυτή. Στο κέντρο απεικονίζεται η εφαρμογή της AR μέσω smartphone, όπου εμπλουτίζει τον φυσικό κόσμο που έχουμε άμεση επαφή, με εικονικά αντικείμενα. Στα δεξιά απεικονίζεται η εφαρμογή της MR, όπου με την χρήση της μάσκας, προβάλλονται εικονικά αντικείμενα στον φυσικό κόσμο χωρίς να έχουμε φυσική πρόσβαση σε αυτόν.



Σχήμα 2.2: Διαφορές μεταξύ VR AR MR

2.3 Βαθμοί ελευθερίας

Υπάρχουν δύο επίπεδα (βαθμοί ελευθερίας) που καθορίζουν την ποιότητα και το επίπεδο της εμπειρίας τόσο στο VR όσο και στο AR. Ονομάζονται επίπεδο τρία και έξι. Αυτά τα επίπεδα ελευθερίας παρέχονται μέσα, από το κινητό για AR και από το headset (μάσκα) στην περίπτωση του VR ή πιο συγκεκριμένα από το αντίστοιχο σύστημα που υποστηρίζει την εμπειρία. Έτσι όταν χρησιμοποιούμε το VR ή AR headset, είναι απαραίτητο να ελέγχουμε το επίπεδο βαθμού ελευθερίας που επιτρέπουν, καθώς επηρεάζει το ποσοστό εμπειρίας που θα έχουμε [5].

2.3.1 Τρεις βαθμοί ελευθερίας

Το επίπεδο τρία αναγνωρίζει τρεις κινήσεις. Το σύστημα αυτό εντοπίζει την περιστροφική κίνηση γύρω από τους άξονες x, y και z (pitch, yaw, roll) αλλά όχι τη μεταθετική. Δεν μπορεί να αντιληφθεί την φυσική συνολική κίνηση του χρήστη, αλλά αντιλαμβάνεται μόνο κινήσεις του κεφαλιού γύρω από τους τρεις άξονες. Αυτό σημαίνει ότι τύπος κινήσεων του χρήστη (περπάτημα, πήδημα ή σκύψιμο) δεν μεταφέρονται στον εικονικό κόσμο [5].

Μία από τις συσκευές που υποστηρίζει τρεις βαθμούς ελευθερίας είναι το VR headset Oculus GO.

2.3.2 Έξι βαθμοί ελευθερίας

Το επίπεδο έξι αναγνωρίζει έξι κινήσεις. Το σύστημα αυτό παρακολουθεί τόσο την περιστροφική όσο και τη μεταθετική κίνηση ενός σώματος σε έναν τρισδιάστατο χώρο. Το να υπάρχουν έξι βαθμοί ελευθερίας σε μια εικονική εμπειρία σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να "**περιστρέφεται**":

- κινούμενος μεταξύ X και Y – pitch
- κινούμενος μεταξύ X και Z – yaw
- κινούμενος μεταξύ Z και Y – roll

και ο χρήστης μπορεί επίσης να "**μετατίθεται**":

- κινούμενος πάνω-κάτω κατά μήκος του άξονα Y – κάθετη ταλάντωση (heaving)
- κινούμενος προς τα εμπρός και προς τα πίσω κατά μήκος του άξονα X – διαμήκη ταλάντωση (surging)
- κινούμενος αριστερά και δεξιά κατά μήκος του άξονα Z – εγκάρσια ταλάντωση (swaying)

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι κινήσεις του χρήστη να μεταφέρονται στον εικονικό κόσμο, όχι μόνο αν κουνήσει το κεφάλι του, καθώς και αν περπατήσει, πηδήξει ή σκύψει [5].

Μία από τις συσκευές που υποστηρίζει τους έξι βαθμούς ελευθερίας είναι η AR headset Microsoft HoloLens 2.

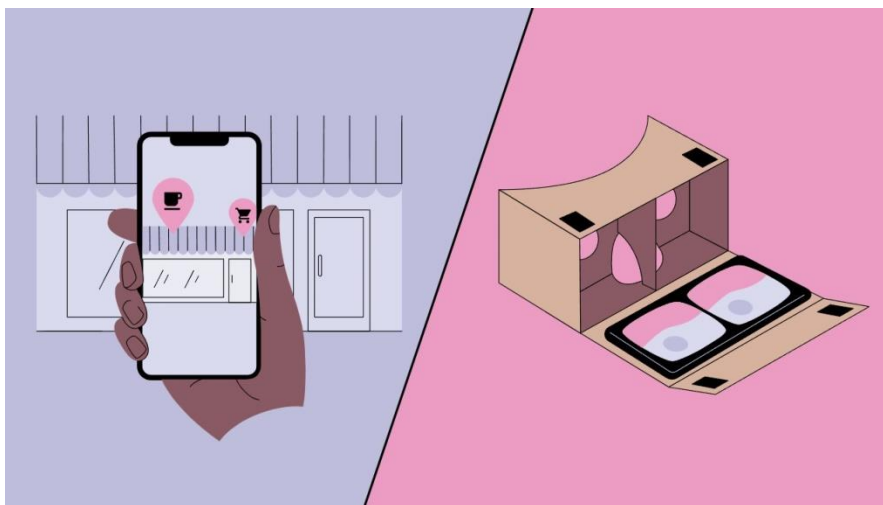
2.4 Ουσιαστική λειτουργία εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας

Ας αναλύσουμε μερικούς τρόπους με τους οποίους μπορούμε να βιώσουμε την εικονική ή την επαυξημένη πραγματικότητα καθώς και τι είναι απαραίτητο για να μας βοηθήσει να τις αναπαραστήσουμε από τον φυσικό κόσμο στον εικονικό. Επιπλέον το πώς μπορούμε να εμφανίσουμε ψηφιακά αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο ή ακόμη και πως να αλληλεπιδράσουμε μαζί τους [5].

Το αποτέλεσμα θα διαφέρει, από το πόσο σύνθετη και «πραγματική» περιμένουμε να είναι η εμπειρία. Για αρχή ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα smartphone (με μερικούς από τους βασικούς αισθητήρες όπως επιταχυνσιόμετρο και γυροσκόπιο για VR), πιθανώς να μπορούμε να έχουμε μια εμπειρία VR ή AR. Για μια εμπειρία VR χρειαζόμαστε μόνο μια συσκευή όπως το Google Cardboard, και φυσικά μια εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας ή μια εμπειρία WebVR ανεπτυγμένη με τη μορφή και το περιβάλλον μιας ιστοσελίδας [5].

Στο στάδιο που βρίσκονται πλέον τα smartphone είναι μια ισχυρή συσκευή που μας επιτρέπει εύκολα να αλλάζουμε τον φυσικό κόσμο γύρω μας. Παρ' όλα αυτά, πρέπει να αντιληφθούμε ότι έχουν βελτιωθεί σε θαυμαστό σημείο τα smartphone ακόμα και για VR ή AR χρήση, όμως η διαφορά στο αποτέλεσμα θα είναι ποιοτικότερη από ένα σύστημα που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε αποκλειστικά για να παρέχει μια εμπειρία εικονικής ή επαυξημένης πραγματικότητας, όπως μια οθόνη προσαρμοσμένη στο κεφάλι [5].

Το Σχήμα 2.3, απεικονίζει στα αριστερά την χρήση της AR τεχνολογίας μέσα από ένα smartphone επαυξάνοντας τον πραγματικό κόσμο, ενώ στα δεξιά την χρήση της VR τεχνολογίας μέσα από ένα smartphone με την χρήση του Google Cardboard προβάλλοντας ένα εικονικό κόσμο.



Σχήμα 2.3: Χρήση ενός smartphone για μια εμπειρία AR και VR

2.5 Επαυξημένη/Εικονική πραγματικότητα στην καθημερινή μας ζωή

2.5.1 Η κατάσταση της εκτεταμένης πραγματικότητας (AR, VR, MR)

Είτε αξιοποιήσουμε την τεχνολογία αυτή ως ένα διασκεδαστικό παιχνίδι είτε την χρησιμοποιήσουμε πιο επαγγελματικά, η XR εδραιώνεται όλο και περισσότερο στην καθημερινότητα δείχνοντας μας την σημαντικότητα της. Αυτό είναι εμφανές και από την μαζική ενσωμάτωση της στην αγορά [6-7].

Με τις τεχνολογίες της XR να καλύπτουν συνεχώς νέα κομμάτια στην αγορά, η ανάγκη για την εξέλιξη τους μεγαλώνει, έχοντας σαν θετικό αποτέλεσμα ότι μας παρουσιάζονται νέες δυνατότητες,

εξελιγμένες σε ταχύτητα και λειτουργίες σε σύντομα χρονικά διαστήματα. Παρ' όλα αυτά οι προηγούμενες πλατφόρμες και συσκευές γίνονται γρήγορα παρωχημένες [6-7].

Το πόσο σοβαρά λαμβάνουν οι εταιρίες τις νέες τεχνολογίες, όπως την AR, φαίνεται από τα χρηματικά ποσά που επενδύουν. Ο παγκόσμιος εξαμηνιαίος οδηγός δαπανών για την επαυξημένη και την εικονική πραγματικότητα της Διεθνούς Ένωσης Δεδομένων (IDC) αναφέρει: πως «οι παγκόσμιες δαπάνες για την επαυξημένη και την εικονική πραγματικότητα προβλέπεται να ανέλθουν στα 160 δισεκατομμύρια δολάρια το 2023, παρουσιάζοντας σημαντική άνοδο σε σχέση με τις προβλέψεις των 16,8 δισεκατομμυρίων δολαρίων για το 2019» [7-8].

Σε παρόμοια έρευνα, η PwC αναφέρει ότι «Η εικονική και η επαυξημένη πραγματικότητα μπορούν να προσθέσουν 1,5 τρισεκατομμύρια δολάρια στην παγκόσμια οικονομία μέχρι το 2030». Κάπως έτσι μας δείχνουν μια άλλη πλευρά που καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η εκτεταμένη πραγματικότητα μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την παγκόσμια οικονομία [7][9].

Το σίγουρο είναι ότι θα βιώσουμε στην καθημερινή μας ζωή καθώς και στην βιομηχανία μία επιπλέον επιρροή μιας και το ύψος τέτοιων επενδύσεων θα φέρει και τις ανάλογες επιπτώσεις [7].

2.5.2 Εφαρμογές Επαυξημένης/ Εικονικής/ Μικτής πραγματικότητας

Στην συνέχεια θα δούμε που συναντάμε τις XR τεχνολογίες στην καθημερινή μας ζωή, πώς και πόσο επηρεάζουν τις θέσεις και τους χώρους εργασίας. Ξεκινώντας από τον τομέα του μάρκετινγκ στις αγορές, και καταλήγοντας στο άμεσα ενδιαφερόμενο θέμα σχετικά με την εκπαίδευση και την μελλοντική κατάρτιση στους χώρους εργασίας [7].

2.5.2.1 Διαφήμιση, μάρκετινγκ και αγορές

Όσες εταιρίες υιοθέτησαν από τα αρχικά τους στάδια τις VR και AR τεχνολογίες κατάφεραν να δώσουν πρώτοι στους πελάτες τους την δυνατότητα να τις εκμεταλλευτούν ως στρατηγικές μάρκετινγκ ή ακόμα και ως αφορμή να δοκιμάσουν προϊόντα πριν τα αγοράσουν.

Η εταιρία ένδυσης GAP, η οποία είχε ανακοινώσει το 2017 μια εφαρμογή που ονομάζεται Dressing Room, επιτρέπει στους πελάτες να δοκιμάζουν ρούχα σε εικονικούς ανθρώπους [7][10]. Παρόμοια ιδέα συναντάμε και στην εταιρία Sephora όπου το 2016, χρησιμοποίησε και αυτή AR για να μπορούν οι πελάτες της να δοκιμάζουν ψηφιακά κραγιόν και eyeliner ώστε να βλέπουν το αποτέλεσμα χωρίς να τα δοκιμάζουν πραγματικά αλλά ούτε καν να βρίσκονται στο κατάστημα [7][11]. Η προσπάθεια της Ikea, για εικονική τοποθέτηση επίπλων στον χώρο μας, φαίνεται στο Σχήμα 2.4.



Σχήμα 2.4: Εικονική τοποθέτηση επίπλων σε δωμάτιο με smartphone από την Ikea

Σχετικά με τον κλάδο των κτηματομεσιτικών, υλοποιώντας την AR και την VR οι πελάτες θα μπορούν να εξερευνούν ακίνητα, καταλήγοντας σε μια πρώτη άποψη χωρίς να το έχουν επισκεφτεί με φυσική παρουσία [7].

2.5.2.2 Υγεία

Η άμεση χρήση του VR θα βοηθήσει σε θεραπεία ασθενών που αντιμετωπίζουν τραύματα ψυχικής υγείας, όπως εθισμούς και μετατραυματικές διαταραχές στρες (PTSD). Από την πλευρά των ιατρών η άμεση χρήση της θα συνδράμει σε χειρουργικές επεμβάσεις καθώς θα μπορούν να υποβάλλονται σε δοκιμές ψηφιακών προ-χειρουργικών μοντέλων. Συνεπώς θα τους βοηθήσει στην βελτίωση των δεξιοτήτων τους με εκπαιδευτικούς προσομοιωτές [7].

2.5.2.3 Αναψυχή/Ψυχαγωγία

Συνδυάζοντας σε μια πρόταση τις λέξεις ψυχαγωγία και εκτεταμένη πραγματικότητα (XR), προκύπτει το gaming. Τομέας που βοήθησε στην ανάδειξη της, κάνοντας την γνωστή στο ευρύ κοινό. Για τον λόγο αυτό έχει την μεγαλύτερη ανάπτυξη και επενδύσεις [7].

Από τα πρώτα παιχνίδια, σε έξυπνη κινητή συσκευή που βοήθησαν στην διάδοση της AR συγκεκριμένα, ήταν το Pokemon Go. Κάνοντας χρήση AR με βάση την τοποθεσία, φέρνει στον πραγματικό κόσμο τους χαρακτήρες pokemon δημιουργώντας μια εικονική προσομοιωμένη εμπειρία προβολής. Μια εφαρμογή για smartphone όπου παρακινούσε τους χρήστες να βγουν έξω και να αλληλεπιδράσουν με το πραγματικό περιβάλλον τους μέσα από τον εικονικό κόσμο του παιχνιδιού. Κυκλοφόρησε δωρεάν τον Ιούλιο του 2016, τα δυο πρώτα 24ωρα έφερε στα ταμεία του Nintendo market 7,5 δισεκατομμύρια δολάρια, συμπληρώνοντας πάνω από 500 εκατομμύρια λήψεις τον πρώτο χρόνο, δίνοντας του τον τίτλο ενός παγκόσμιου πρωτοποριακού παιχνιδιού σε smartphone στο χώρο της AR [7][12-13].

Επιπλέον, ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι όλο και περισσότερα μουσεία και άλλοι πολιτισμικοί χώροι δίνουν την δυνατότητα στους μελλοντικούς τους επισκέπτες να απολαύσουν μια μοναδική εμπειρία AR και VR, αποκτώντας έτσι μία ουσιώδη πρώτη επαφή με τα εκθέματα του χώρου προτού τα επισκεφτούν. Την συγκεκριμένη νοοτροπία υιοθέτησαν ταινίες και άλλες μορφές αφήγησης, παρέχοντας νέες μορφές εμπειρίας. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι το Βιβλίο της Απόστασης και το Έβερεστ - Εικονική Πραγματικότητα [7][14-15].

2.5.2.4 Τουρισμός και ταξίδια

Λόγω της πανδημίας (Covid-19) δημιουργήθηκαν περιορισμοί και για τον τουρισμό, δίνοντας χώρο για την AR και VR να εισχωρήσουν και να εξελιχτούν και στον τον τομέα αυτό με τον εξής τρόπο. Υιοθετώντας την AR και VR επιτρέπει στους ταξιδιώτες να αλληλεπιδράσουν με το μέρος που σκέφτονται για τις διακοπές τους πριν καν αναχωρήσουν. Έτσι όχι μόνο επιβεβαιώνουν την αρχική τους απόφαση αλλά θα έχουν αποκτήσει ακόμα ένα κίνητρο για να βιώσουν την εμπειρία αυτή από κοντά [7].

Κυρίως μέσω VR, οι εμπειρίες σε απομακρυσμένες, και ενίοτε σε επικίνδυνες περιοχές, πλέον είναι πιο προσιτές. Εξαιρετικό παράδειγμα είναι το National Geographic όπου μας δίνει την δυνατότητα να αλληλεπιδράσουμε με ελέφαντες, λιοντάρια καθώς και με ζώα που δεν υπάρχουν στο σήμερα, ταξιδεύοντας σε παλαιολιθικές εποχές. Αλλά ακόμα και αν έχουμε την ευκαιρία να επισκεφτούμε φυσικά τα μέρη αυτά, η χρήση της AR και VR μπορούν να λειτουργήσουν ως συνοδοιπόροι σε διάφορες καταστάσεις. Μια από τις κορυφαίες εταιρίες στην υλοποίηση της βασικής ιδέας είναι η Google, με το Google Lens να παρέχει πλήθος δυνατοτήτων, όπως υποδεικνύοντας το κείμενο της περιγραφής από κάποιο έκθεμα στο smartphone μας μεταφράζοντας το σε οποιαδήποτε γλώσσα, ή ακόμα και να αναγνωρίζει πλήρως το έκθεμα εμφανίζοντας πλήθος πληροφοριών. Επιπλέον με το Google Maps να προσθέτει ψηφιακά επίπεδα πληροφοριών στον φυσικό δρόμο όσο μετακινούμαστε από το σημείο A στο σημείο B. Τέλος, το Smartify, μια παγκόσμια πλατφόρμα η οποία μας δίνει την ευκαιρία να κατευθύνουμε το smartphone μας σε ένα έργο τέχνης και να μας παρουσιάσουν πρόσθετες πληροφορίες ανακαλύπτοντας την τέχνη και τον πολιτισμό είτε έχει να κάνει με μουσεία, γκαλερί, ιστορικά σπίτια, πάρκα γλυπτών ακόμα και street art [7][16].

2.5.2.5 Δημοσιογραφία

Κυρίως με την χρήση της AR οι δημοσιογράφοι απέκτησαν μια μεγάλη ευκαιρία που τους επιτρέπει να παρουσιάζουν πιο ζωντανά τα ρεπορτάζ τους δίνοντας μας την αίσθηση για μια πιο άμεση επαφή με την είδηση, τους χαρακτήρες και τον τόπο των συμβάντων. Η παρουσίαση ενός ρεπορτάζ να μεταφερθεί σε τρισδιάστατη μορφή ήταν ιδέα που υλοποιήθηκε από αρκετά ειδησεογραφικά μέσα, με ένα από αυτά να είναι από την σελίδα UNVR. VR βίντεο με τίτλο «Clouds Over Sidra» σχετικά με την προσφυγική κρίση στην Συρία όπου μεταφερόμαστε στην θέση μιας προσφυγοπούλας και βιώνουμε την καθημερινότητα στο κέντρο συγκέντρωσης [7][17]. Ένα άλλο παράδειγμα, από την NYT αυτή την φορά, είναι μια διαστημική εμπειρία VR δίνοντας μας την ευκαιρία να εξερευνήσουμε το InSight, την τελευταία αποστολή της NASA στον Άρη [7][18].

2.5.2.6 Εκπαίδευση και κατάρτιση στον χώρο εργασίας

Η AR και VR τεχνολογίες έχουν το μεγαλύτερο αντίκτυπο στην εκπαίδευση (από τους βασικότερους πυλώνες για τον κάθε πολιτισμό) και την μετέπειτα πορεία για την κατάρτιση στους χώρους εργασίας. Με την χρήση τους μειώνεται το ρίσκο για πιθανή πρόκληση βλάβης σε καταστάσεις όπου η κατάρτιση περιέχει κάποιο επικίνδυνο κομμάτι. Παράλληλα παρέχει την αντίστοιχη βοήθεια για την εξέλιξη γνώσεων που αλλιώς δύσκολα θα επιτυγχάνονταν. Με τον τρόπο αυτό η AR και η VR ωθούν για την γρηγορότερη αναβάθμιση των ικανοτήτων τους [7].

Εξαρτήματα όπως γυαλιά AR παρέχουν πιο ουσιώδες κατάρτιση, προβάλλοντας ένα manual (τεχνικά εγχειρίδια) ή και τεχνικές προδιαγραφές για την καλύτερη συνεργασία τους με τον αντίστοιχο εξοπλισμό [7]. Πιο συγκεκριμένα, η Labster, μία κορυφαία πλατφόρμα στον κόσμο για εικονικές επιστημονικές προσομοιώσεις εργαστηρίων, έδωσε την δυνατότητα για αλληλεπίδραση με σύνθετα εργαλεία, αφήνοντας στην άκρη την ιδέα για επένδυση ενός μεγάλου χρηματικού κεφαλαίου,

παρακολουθώντας ακόμα και ο καθένας από το σπίτι στην συσκευή του. Επιπλέον έχει παρατηρηθεί, κυρίως σε εργασιακές θέσεις μεγάλου κινδύνου όπου είναι απαραίτητη η χρήση εξοπλισμών με τηλεχειρισμό υψηλού κόστους, οι ίδιες οι εταιρίες να φροντίζουν για την παροχή προγραμμάτων κατάρτισης (σε AR και VR) και νέων ευκαιριών προς τους συνεργάτες τους να έχει σημαντική σημασία. Με στόχο την ασφάλεια, την μείωση κόστους αλλά διατήρηση της αποδοτικότητας ακόμα και για απομακρυσμένους χώρους εργασίας, οι εργαζόμενοι μπορούν να εκπαιδευτούν σε πραγματικά σενάρια μέσω των προσομοιωτών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας [7][19].

2.6 Μελλοντικές βλέψεις για την εκτεταμένη πραγματικότητα

Εδώ είναι όπου αναλαμβάνει η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση φέρνοντας έναν γενικό ψηφιακό μετασχηματισμό χωρίς να αποκλείει κανένα κλάδο δημιουργώντας τις ανάλογες προκλήσεις.

2.6.1 Εκτεταμένη πραγματικότητα, τεχνητή νοημοσύνη και 5G

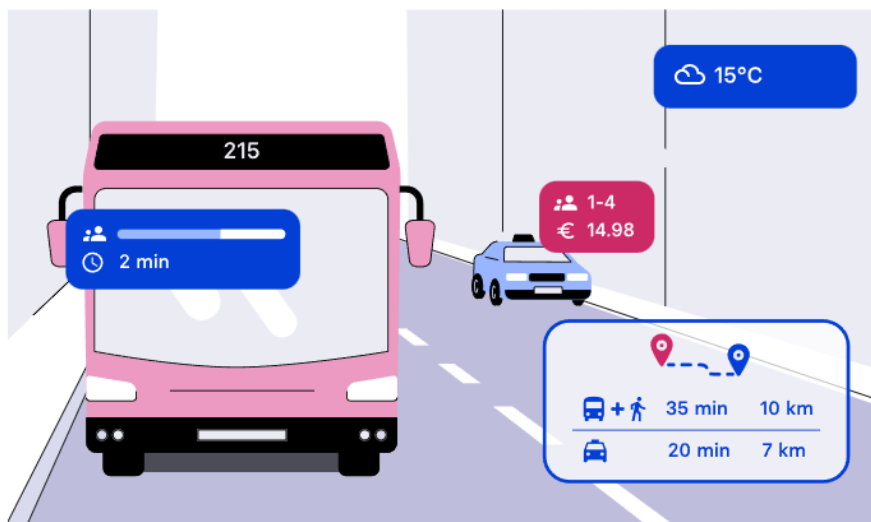
Στον τωρινό ψηφιακό μετασχηματισμό ο συνδυασμός της AI, με την όποια μορφή (AR, VR, MR) της XR μπορούν μαζί να δώσουν πρόσβαση σε εξειδικευμένες πληροφορίες βοηθώντας τους εργαζόμενους να πάρουν καλύτερες αποφάσεις. Το σύστημα θα εξελίσσεται συνεχώς μέσα από την συλλογή δεδομένων που αφορούν την αλληλεπίδραση χρηστών-μηχανών.

Συνδυάζοντας τις δυνατότητες του 5G με την όλη διαδικασία συλλογής, αποστολής δεδομένων και ενημέρωσης συστημάτων να έχει φτάσει σε κορυφαίο σημείο για τα ως τώρα επίπεδα. Βέβαια καθοριστικός ο ρόλος της εξέλιξη του smartphone, μιας έξυπνης κινητής συσκευής που την έχουμε επιλέξει ως επέκταση του χεριού μας. Είναι συνδεδεμένη με τα πάντα δημιουργώντας τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, με τις νέες δυνατότητες σε ταχύτητες που έφερε το 5G θα μπορεί κάποιος να εργαστεί σε απόσταση (remote) χρησιμοποιώντας XR τεχνολογίες, π.χ. ένα χειρουργός, ένας δάσκαλος ή ένας τεχνικός συντήρησης. Το 5G είναι ρόλος κλειδί ώστε να δούμε όλα αυτά να πραγματοποιούνται [20].

2.6.2 Εκτεταμένη πραγματικότητα και ρομποτική

Μεγάλη έκπληξη προκαλεί η συνεχής ποιοτική ένωση κλάδων, όπως της XR και της ρομποτικής αναπτύσσοντας τον τομέα των αναδυόμενων τεχνολογιών. Τα νέα μικτά περιβάλλοντα που δημιουργούνται αποτελούν μια από τις βασικές αρχές που βασίζετε ο σημερινός ψηφιακός μετασχηματισμός. Στην συγκεκριμένη περίπτωση (XR και ρομποτική) ο εμπλουτισμός του κλάδου με AI, 5G και του IoT θα εξελίξει όλο και περισσότερα λειτουργικά περιβάλλοντα που συνδυάζουν τον εικονικό με τον πραγματικό κόσμο. Ποιο απλά θα έχουμε αυτοματοποιημένα ή ημιαυτοματοποιημένα συστήματα κάνοντας χρήση τις προαναφερθέντες τεχνολογίες σε πειραματικό στάδιο ή και στην εκπαίδευση [20].

Σαφώς και κάτι τέτοιο μπορεί να λειτουργήσει στην καθημερινότητα μας. Η παρούσα αλληλεπίδραση μας με τα ρομπότ μπορεί να εξελιχθεί μέσα από περιβάλλοντα μικτής πραγματικότητας (MR), ενισχύοντας την προϋπάρχουσα αλληλεπίδραση ανθρώπου μηχανής με στόχο την καλύτερη λειτουργία και έλεγχο των ρομπότ. Το πώς μπορούν όλα τα παραπάνω να συνδυαστούν, σε ένα γενικό καθημερινό πλαίσιο, διατυπώνετε στο Σχήμα 2.5.



Σχήμα 2.5: Αστικό τοπίο με επικάλυψη εικονικών δεδομένων

2.6.3 Επερχόμενες δεξιότητες AR και VR

Γίνεται μεγάλη προσπάθει για ολική ψηφιοποίηση του κόσμου, συγχωνεύοντας το αναλογικό, δημιουργώντας μια λεπτή γραμμή ανάμεσα στην ψηφιακή από την αναλογική μας ζωή. Ως ένα βαθμό υπεύθυνη είναι η AR και η VR, στοχεύοντας στις πιο εις βάθος εμπειρίες για τον εργασιακό κλάδο όπως και για την κοινωνική αλληλεπίδραση της ζωής μας. Έτσι αναμένουμε μια πρωτοπόρα μετάβαση από τη δισδιάστατη στην τρισδιάστατη εποχή [20].

Ο συνδυασμός της XR με άλλες αναδύμενες τεχνολογίες θα βοηθήσει στην βελτίωση των δυνατοτήτων μας ως ανθρώπινα όντα, αναπτύσσοντας τις διαδικασίες που υποστηρίζουν την εξέλιξη μας. Βασικό κριτήριο είναι ως κοινωνία να έχουμε υψηλά κριτήρια για να διασφαλίσουμε ότι, η εξέλιξη της τεχνολογίας αφορά την πρόσβαση και το κέρδος για όλους [20].

2.7 Ευκαιρίες για νέες θέσεις εργασίας

2.7.1 Αλλαγές, επιπτώσεις και το μέλλον στον εργασιακό κλάδο

Όπως έχουμε παρατηρήσει και από παλαιότερες ανερχόμενες τεχνολογίες, έτσι και η XR ήταν αναμενόμενο να φέρει μια κάποια αναστάτωση στους εργασιακούς χώρους. Σε κάποιους λιγότερο, αλλά στην πλειοψηφία θα μας επηρεάσει ριζικά μεταμορφώνοντας τον τρόπο που γνωρίζουμε και αλληλεπιδρούμε με τον ψηφιακό κόσμο, αλλάζοντας τα 2D οικοσυστήματα. Με τις δυνατότητες που προσφέρουν οι AR, VR και MR η μετάβαση σε ένα οικοσύστημα με τις αλληλεπιδράσεις μας να πραγματοποιούνται σε τρεις διαστάσεις είναι κοντά, δίνοντας την ελευθερία για νέες μεθόδους, περιβάλλοντα και λειτουργίες στον εργασιακό χώρο. Επιπλέον, ριζικά θα αλλάξει (κι' άλλο) ο τρόπος με τον οποίο διαχειριζόμαστε τις πληροφορίες [21].

Όσο αφορά τις επιπτώσεις, είναι αναμενόμενη η αύξηση της αποτελεσματικότητας στη ρύθμιση των εργασιών, βελτιώνοντας και διευκολύνοντας τις νέες μορφές συνεργατικής εργασίας. Συνδυάζοντας τα ψηφιακά δεδομένα με την πραγματικότητα προκειμένου να βελτιωθούν οι ικανότητες των εργαζομένων ελαχιστοποιώντας αστοχίες και σφάλματα στην εκτέλεση των εργασιών μέσω της προσομοίωσης και της 3D προβολής διαδικασιών. Συνοψίζοντας, θα βιώσουμε την αναδιαμόρφωση του χώρου εργασίας ο οποίος θα ευνοήσει πρωτοπόρες εμπειρίες γεμάτες προκλήσεις [21].

Τέλος, ο ψηφιακός μετασχηματισμός θα επηρεάσει σημαντικά τον εργασιακό κλάδο, ξεκινώντας από συγκεκριμένες θέσεις εργασίας μέχρι και ριζικά έναν επαγγελματικό τομέα. Σε αυτές τις αλλαγές στηρίζεται οι σειρά νέων θέσεων και επαγγελμάτων που θα δημιουργηθούν μέσα από τις νέες ανάγκες [21].

2.7.2 Θέσεις εργασίας εκτεταμένης πραγματικότητας

2.7.2.1 Θέσεις εργασίας

Από τις βασικότερες θέσεις είναι του προγραμματιστή σε περιβάλλοντα όπως το Unity και Unreal, όπου και θα στηριχτεί η Π.Ε. σε αυτό (Unity). Software developer λοιπόν υπεύθυνος για τη δημιουργία εφαρμογών AR, VR, MR ανεξαρτήτως πλατφόρμας χρησιμοποιώντας Unity (C#) ή Unreal (C++) ως πλατφόρμα ανάπτυξης [21].

Οι σχεδιαστές UI/UX για XR περιβάλλοντα είναι υπεύθυνοι για τον σχεδιασμό διαγραμμάτων και μοντέλων ροής χρηστών για 3D εικονικών κόσμων. Μία βασική θέση εργασίας, διότι ο σχεδιασμός για 3D περιβάλλοντα διαφέρει ριζικά από τον προϋπάρχον σχεδιασμό έργων για την 2D υλοποίηση. Παρόμοιο είναι και το κομμάτι για τα ηχητικά και βίντεο εφέ για VR, όπου είναι υπεύθυνος για την δημιουργία ήχου και βίντεο για 3D VR κόσμους ώστε να συγχρονιστούν με όλα τα 3D αντικείμενα της VR εμπειρίας [21].

Επιπλέον, η θέση του ερευνητή για τις AR, VR, MR τεχνολογίες όπου με την αναστάτωση που έχουν φέρει και έκτος τεχνολογικού κλάδου, οι επιπτώσεις σε οικονομικές, κοινωνικές, προσωπικές καταστάσεις μπορούν να περιοριστούν εάν οι εταιρίες που διαθέτουν δεδομένα τα προσφέρουν για να διευκολύνουν την λήψη αποφάσεων. Έτσι η έρευνα των τεχνολογιών αυτών θα βοηθήσει στο να αναδειχθούν κατευθύνσεις που αφορούν την ανάπτυξη και την εφαρμογή τους [21].

2.7.2.2 Αναδυόμενες και νέες θέσεις εργασίας

Μπορεί την δεδομένη στιγμή να μας φαίνονται απίθανα τα παρακάτω μελλοντικά επαγγέλματα, αλλά δεν είναι. Στυλίστας ολογράμματος, υπεύθυνος για το styling που αφορά την ανάπτυξη σκηνών σε ένα περιβάλλον που υλοποιείτε σε XR εφαρμογή. Ο σχεδιαστής/σύμβουλος τρόπου ζωής επαυξημένης πραγματικότητας όπου θα είναι σαν ένας σύμβουλος όπως εκείνους που υφίστανται ήδη για τα social media. Τέλος, ο προσωπικός εκπαιδευτής εγκεφάλου όπου, χάρις τις ευκαιρίες που προκύπτουν λόγω της XR σε σχέση με την παροχή συγκεκριμένων εμπειριών σε ανθρώπους με αναπηρίες θα μπορέσουν να τις βιώσουν μαζί με έναν ειδικό με δεξιότητες στην BCI (διεπαφή εγκεφάλου-υπολογιστή). Αυτός ο υπεύθυνος θα χρειαστεί να προσαρμόσει την αντίστοιχη εφαρμογή που θα είναι κατάλληλη σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη [21].

2.8 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο δεύτερο κεφάλαιο έγινε εις βάθος ανάλυση της επαυξημένης πραγματικότητας καθώς και σύγκριση με τις υπόλοιπες XR τεχνολογίες.

Κεφάλαιο 3ο: Προγράμματα και Μέθοδοι προς υλοποίηση

3.1 Εισαγωγή

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύσαμε πλήρως την εκτεταμένη πραγματικότητα που εν τέλει σχετίζεται με αρκετούς κλάδους. Στο τρίτο κεφάλαιο της Π.Ε. θα εστιάσουμε στο τεχνικό κομμάτι της AR τεχνολογίας. Θα περιηγηθούμε στα προγράμματα που χρησιμοποιήσαμε για να καταλήξουμε στο καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα (εμπειρία) της εφαρμογής.

Η επιλογή των κατάλληλων προγραμμάτων/εργαλείων όπως και η ορθή χρήση τους είναι από τα βασικότερα κριτήρια για να έχουμε ένα όμορφο, εύχρηστο και λειτουργικό αποτέλεσμα. Σαφώς και η όλη διαδικασία περιέχει ένα σημαντικό βαθμό δυσκολίας μιας και ο συνδυασμός διαφορετικών προγραμμάτων (εργαλείων) και η απαίτηση για διαφορετικές ικανότητες και δεξιότητες προς αυτά, κάνει την όλη διαδικασία, για την εκπόνηση της Π.Ε., να είναι πιο σύνθετη.

Τα επακόλουθα προγράμματα και εργαλεία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία και την υλοποίηση AR (και VR) project [5].

- Ανάπτυξη πλατφόρμας AR και VR: Unity, Unreal, Amazon Sumerian
- 3D μοντελοποίηση: Blender, 3ds Max, SketchUP, MODO, Maya
- Κιτ ανάπτυξης λογισμικού (SDKs)/ frameworks: Vuforia, ARKit, ARCore, WikiTude Cardboard SDK, Oculus SDK, Windows Mixed Reality, React 360, OpenVR
- Διαδικτυακό περιβάλλον: A-Frame, Web XR API, AR.js

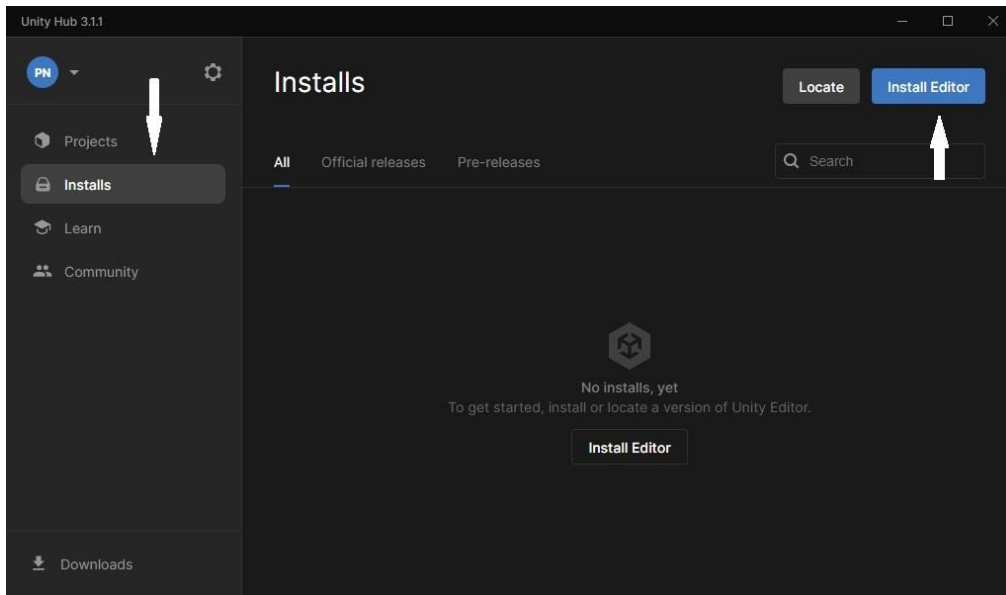
Για τη δημιουργία των εφαρμογών AR, στα πλαίσια της ΠΕ, χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα Unity, Blender, Vuforia, Visual Studio και το Adobe Photoshop.

3.2 Unity

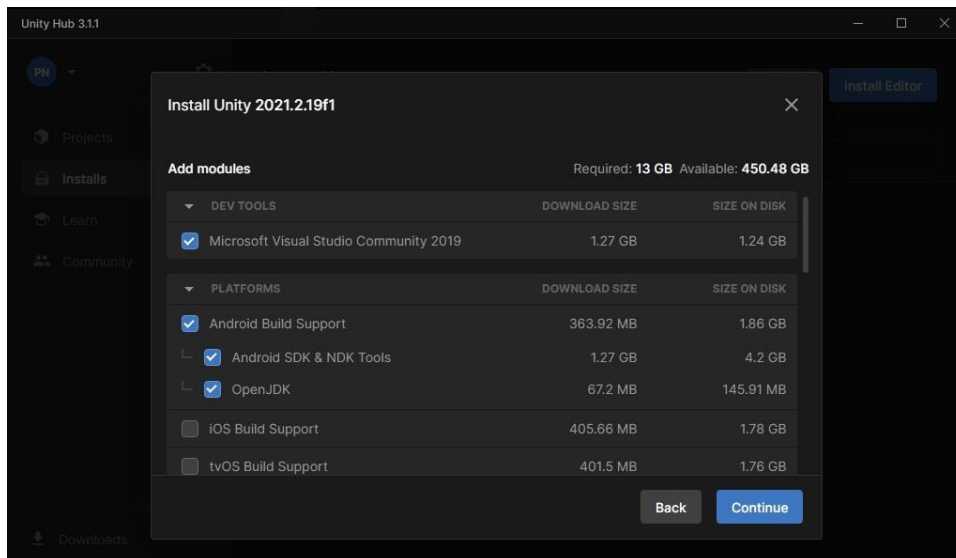
Το Unity είναι η πιο δημοφιλής μηχανή δημιουργίας παιχνιδιών στον κόσμο. Συνδυάζει πολλά χαρακτηριστικά μαζί και είναι αρκετά ευέλικτη για να φτιάξει σχεδόν οποιοδήποτε παιχνίδι μπορούμε να φανταστούμε. Έχει χρησιμοποιηθεί, εκτός από την δημιουργία παιχνιδιών, και για κινούμενα σχέδια, ταινίες και άλλα. Παρέχει την δυνατότητα σε αρχάριους αλλά και σε έμπειρους δημιουργούς παιχνιδιών να φτιάξουν κάτι όμορφο και εύχρηστο. Επιπλέον, ένα από τα δυνατά χαρακτηριστικά του Unity είναι πως υποστηρίζει την υλοποίηση οποιουδήποτε project σε ποικίλες πλατφόρμες (Console, Pc, Ios) όπως το Android όπου και θα δούμε κατά την εξέλιξη της Π.Ε..

3.2.1 Εγκατάσταση Unity Hub

Η εγκατάσταση της μηχανής Unity, προϋποθέτει το κατέβασμα του προγράμματος Unity Hub (έκδοση 3.1.1) μέσω του unity.com/download. Με το πέρας της εγκατάστασης του, μέσα από το εύχρηστο μενού του (Σχήμα 3.1), έγινε η εγκατάσταση της μηχανής Unity (έκδοση 2021.2.19f1) η οποία περιλαμβάνει το Visual Studio 2019 (έκδοση 16.11.11) καθώς και το απαραίτητο πακέτο Android Build Support (Σχήμα 3.2) ώστε να υπάρχει η επιθυμητή συμβατότητα με Android συσκευές.



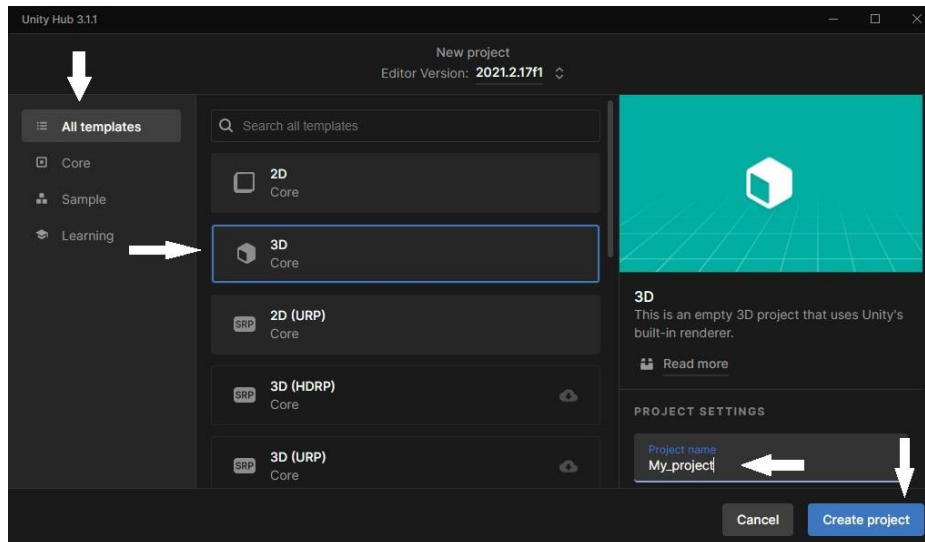
Σχήμα 3.1: Εγκατάσταση Unity μέσω Unity Hub



Σχήμα 3.2: Εγκατάσταση Visual Studio και Android Build Support

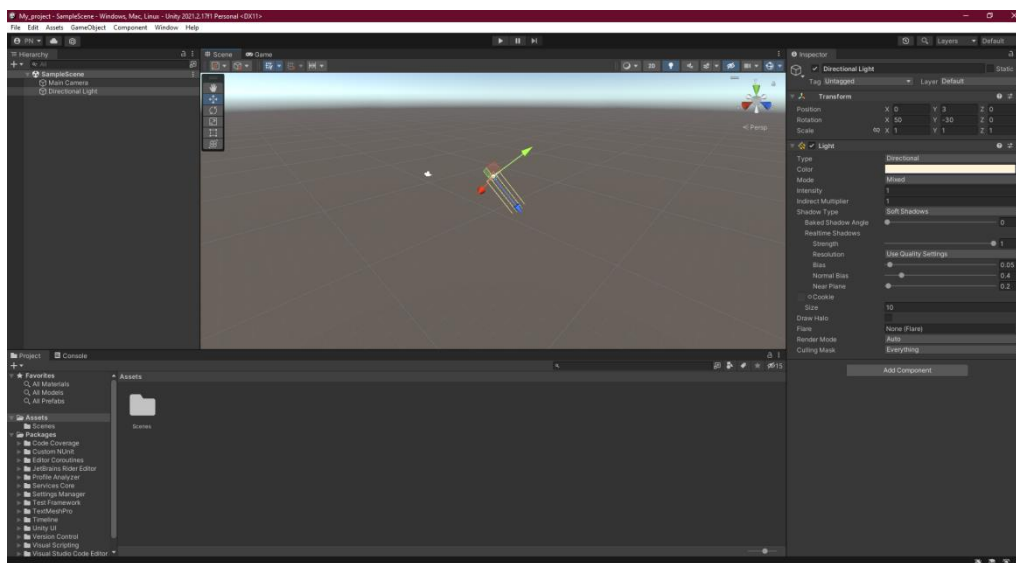
3.2.2 Δημιουργία νέου 3D project

Έχοντας ολοκληρώσει την εγκατάσταση του Unity, προχωράμε στην δημιουργία νέου project. Ενώ βρισκόμαστε στο αρχικό μενού του Unity Hub, στην κατηγορία Projects πατώντας στο New Project, εμφανίζεται ένα pop up παράθυρο. Επιλέγουμε το 3D core project και δίνουμε όνομα στο text field που βρίσκεται στα δεξιά (Σχήμα 3.3).



Σχήμα 3.3: Δημιουργία 3D project

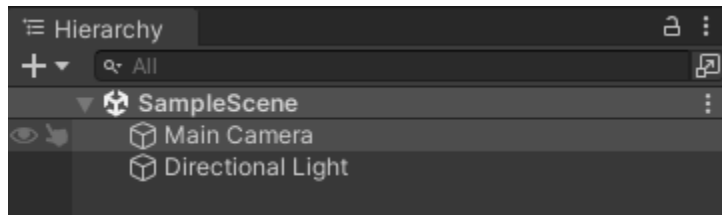
Με το πέρας της εγκατάστασης ανοίγει ο Unity Editor, ο οποίος περιέχει τα δυο βασικά αντικείμενα, "Main Camera" και το "Directional Light" τα οποία είναι στο κέντρο, αλλά αποτελείται και από πολλά υπο-παράθυρα (Σχήμα 3.4) το περιβάλλον του project.



Σχήμα 3.4: Unity Editor

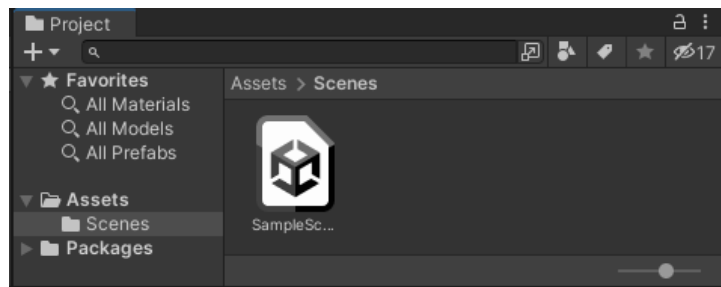
Πριν αρχίσουμε τις μετατροπές στις ρυθμίσεις όπου θα μας βοηθήσουν στην ομαλή εξέλιξη της Π.Ε., ας πλοηγηθούμε λίγο στα υπο-παράθυρα που εμφανίστηκαν. Τα βασικά παράθυρα είναι το Project Browser, Inspector, Game View, Scene View και Hierarchy.

Στα αριστερά βρίσκεται το παράθυρο Hierarchy (Σχήμα 3.5) το οποίο μας αναφέρει τα αντικείμενα που βρίσκονται στην τρέχουσα σκηνή. Επίσης, με την εισαγωγή κάθε αντικειμένου στην εκάστοτε σκηνή, η λίστα ενημερώνεται αυτόματα.



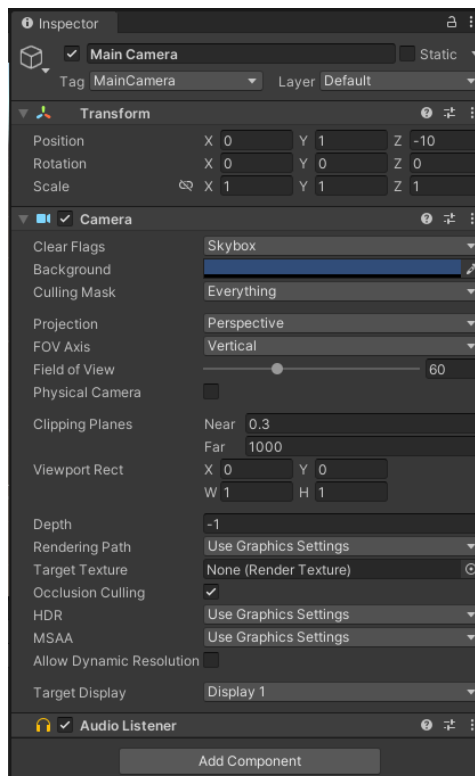
Σχήμα 3.5: Παράθυρο Hierarchy

Στο κάτω μέρος είναι το Project Browser (Σχήμα 3.6). Ένα παράθυρο όπου η διαρρύθμιση του είναι αρκετά κοντά σε αυτή του Windows File Explorer καθώς και του Mac os. Σε αυτό βρίσκουμε τις σκηνές και πακέτα που έχουμε εισάγει στο Unity και είναι έτοιμα προς χρήση.



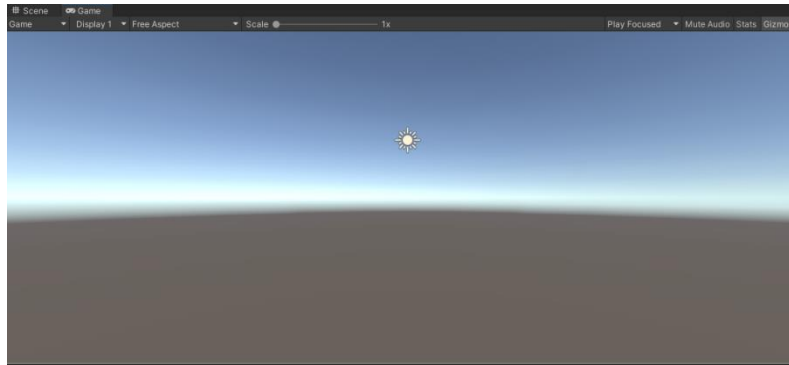
Σχήμα 3.6: Παράθυρο Project Browser

Στα δεξιά είναι το Inspector (Σχήμα 3.7) στο οποίο μπορούμε να μεταβάλουμε τις τιμές με βάση τις ανάγκες του project. Σε αυτό εμφανίζονται και είναι διαθέσιμα προς επεξεργασία τα στοιχεία (components), οι ιδιότητες (properties) και οι ιδιότητες μορφοποίησης (transform properties → position, rotation, scale) του κάθε αντικειμένου.



Σχήμα 3.7: Παράθυρο Inspector

Τέλος, το Game View (Σχήμα 3.8), όπου βρίσκεται στο κέντρο, είναι ο χώρος όπου κατασκευάζουμε το παιχνίδι. Με μεγάλη ακρίβεια, προσθέτουμε αντικείμενα στην σωστή θέση, απλά με drag and drop, χάρη στα τρισδιάστατα χειριστήρια του Scene View.



Σχήμα 3.8: Παράθυρο Game View

Τα περισσότερα παράθυρα όπως και οι τιμές όπου αναφέρθηκαν βρίσκονται στις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις μιας και είμαστε στο αρχικό στάδιο περιήγησης του προγράμματος. Τέλος το κάθε παράθυρο μπορεί να μετακινηθεί σε άλλη θέση στον user interface του Unity για πιθανή μεγαλύτερη ευχρηστία.

3.2.3 Εγκατάσταση πρόσθετων πακέτων μέσω Unity Package Manager

Μετά την δημιουργία του project και μια μικρή περιήγηση στο περιβάλλον του unity, ας εισάγουμε μερικά από τα βασικά πρόσθετα πακέτα, όπως το Device Simulator, AR Foundation και άλλα, που είναι απαραίτητα για τις απαιτήσεις και την συμβατότητας της εφαρμογής.

Μέσω του unity package manager, το οποίο η εταιρία το πρόσθεσε από την 2017.2 έκδοση και μετά, δείχνει στο χρήστη τα πακέτα που είναι ήδη εγκατεστημένα με επιλογές όπως αφαίρεση ή ενημέρωση, καθώς και τα διαθέσιμα πακέτα προς ενημέρωση. Η διαδρομή για την εμφάνιση του, μέσα από το unity, είναι Window → Package Manager.

3.2.3.1 Πακέτα Device Simulator, Visual Studio Code Editor, AR Foundation

Το πακέτο Device Simulator μας δίνει την δυνατότητα να εκτελέσουμε την εφαρμογή μέσα από το unity όπως θα το εκτελούσε μια έξυπνη κινητή συσκευή. Στην συγκεκριμένη έκδοση του unity (2021.2.16f1) υπάρχει προ εγκατεστημένο το πακέτο αυτό [22].

Το πακέτο Visual Studio Code Editor (έκδοση 1.2.5) συμβάλει στην υποστήριξη για το Visual Studio ως code editor για το unity. Παρόλο που έχει εξαιρετικό επεξεργαστή το unity για την δημιουργία μιας εφαρμογής/παιχνιδιού, δεν δίνει την δυνατότητα για δημιουργία κώδικα μέσα σε αυτό. Έτσι με το πακέτο αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το visual studio για την δημιουργία, επεξεργασία και τον εντοπισμό σφαλμάτων στον κώδικά με την χρήση C#. Επίσης υποστηρίζει την δημιουργία αρχείων csproj [23].

Το πακέτο AR Foundation (έκδοση 4.2.3) είναι ιδανικό για την δημιουργία και την υποστήριξη εφαρμογών AR συμβατές σε Android και IOS με ελάχιστες έως και καθόλου αλλαγές στον μεταξύ τους κώδικα. Επιπλέον μας προσφέρει την επιλογή να βλέπουμε το αποτέλεσμα ταυτόχρονα με την δημιουργία του [24].

3.2.3.2 Πακέτα TextMeshPro, ProBuilder, Vuforia Engine AR

Το πακέτο TextMeshPro (έκδοση 3.0.6) είναι ο αντικαταστάτης του Unity UI Text και του Text Mesh. Ένα ακόμα πακέτο με ισχυρές δυνατότητες και ευκολία στη χρήση, που χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνικές απόδοσης κειμένου σε συνδυασμό με προσαρμοσμένες σκιάσεις. Γνωστό και ως TMP, προσφέροντας σημαντικές βελτιώσεις στο εμφανισιακό κομμάτι και παρέχει πληθώρα επιλογών όσον αφορά το στυλ κειμένου, τον έλεγχο μορφοποίησης, διάταξης κειμένου όπως στην απόσταση χαρακτήρων, λέξεων, γραμμών με πάνω από 30 διαθέσιμες ετικέτες εμπλουτισμένου κειμένου με υποστήριξη για αρκετές γραμματοσειρές και στυλ. Μέσα σε αυτές είναι και ελληνική γραμματοσειρά [25].

Το πακέτο ProBuilder (έκδοση 5.0.4) είναι ένα εξαιρετικό ευπροσάρμοστο εργαλείο σχετικό με το 3D modeling και την σχεδίαση επιπέδου, κατάλληλο για την κατασκευή αντικειμένων απλής γεωμετρίας, αλλά ικανό και για λεπτομερή επεξεργασία. Με την χρήση του μπορούμε να δημιουργήσουμε γρήγορα πρωτότυπα δομών, πολύπλοκα χαρακτηριστικά εδάφους ακόμα και οχημάτων ή όπλων. Για την επίτευξη μιας επιπλέον επεξεργασίας εις βάθος και την βελτίωση, κυρίως ως προς την εμφάνιση των αντικειμένων. Το ProBuilder μπορεί να το καταφέρει σε συνεργασία με άλλα ψηφιακά παρόμοια εργαλεία δημιουργίας περιεχομένου (π.χ. Maya) [26].

Για το πακέτο Vuforia Engine AR (έκδοση 10.7.2) δεν δίνεται η δυνατότητα εγκατάστασης του εξαρχής. Μπορεί να προστεθεί έχοντας ολοκληρωθεί η εκτέλεση των βημάτων έως και την ενότητα 3.5.3. Το πακέτο αυτό είναι πλέον το πιο αναγκαίο για την υλοποίηση εφαρμογών AR για έξυπνες κινητές συσκευές. Μέσω αυτό μπορούμε να προσθέσουμε εύκολα προηγμένες λειτουργίες υπολογιστικής όρασης για την δημιουργία μοναδικών εμπειριών AR. Σημαντικό εργαλείο του vuforia engine είναι ότι αναγνωρίζει εύκολα και QR codes, ως image target, ώστε να γίνεται εμφάνιση περιεχομένου AR σε αυτό [27].

Όλα τα προαναφερθέντα πακέτα (κεφάλαιο 3.3.1 και 3.3.2) παρέχονται δωρεάν όπως και μερικά από αυτά να τα βρίσκουμε να είναι ήδη προ εγκατεστημένα (Unity UI, Test FrameWork ...) αναλόγως την έκδοση του unity όπου χρησιμοποιούμε.

3.2.4 Εξαγωγή Unity Project σε APK

Έχοντας ολοκλήρωση την εγκατάσταση του Unity (κεφάλαιο 3.2), το περιβάλλον του Unity Editor όπως και τα βασικά πακέτα του (κεφάλαιο 3.3), ως προετοιμάσουμε τόσο την android συσκευή μας όσο και το unity ώστε να ακολουθήσει αργότερα η μετατροπή της εφαρμογής σε APK.

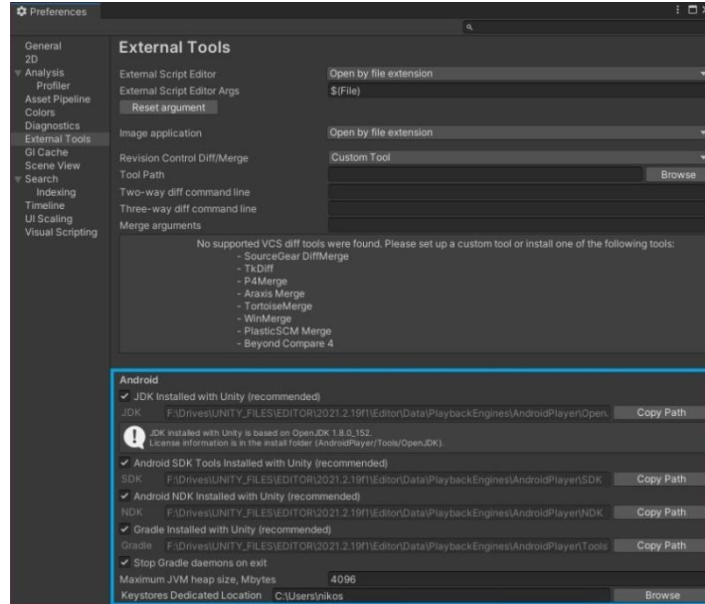
Επιπλέον, η μηχανή Unity μπορεί να μεταφέρει ένα Unity Project σε μία πληθώρα από πλατφόρμες όπως Pc (Windows, Linux), Smartphone (IOS, Android), Console (PS4, Xbox) κ.α. με ελάχιστες έως καθόλου αλλαγές.

3.2.4.1 Ρυθμίσεις Συσκευής Android

Από τις εργοστασιακές ρυθμίσεις τους, μια android συσκευή δεν θεωρείται ασφαλές να εκτελέσει μια εφαρμογή τρίτου (εκτός google play store). Υπάρχει σαφώς η δυνατότητα αλλαγής της επιλογής αυτής. Στις ρυθμίσεις του τηλεφώνου ενεργοποιούμε τις ρυθμίσεις για προγραμματιστές (Developer Mode) καθώς και την ρύθμιση εντοπισμός σφαλμάτων USB (USB Debugging). Η διαδικασία ενεργοποίησης των ρυθμίσεων αυτών, πιθανόν να διαφέρει από εταιρία σε εταιρία (λόγο των διαφορετικών UI που συναντάμε) έτσι δεν θα γίνει αναφορά σε πιο λεπτομερή βήματα. Επιπλέον εγκαθιστούμε στο smartphone τις εξής εφαρμογές, Υπηρεσίες Google Play για AR και η Unity Remote 5, με την πρώτη συνήθως να την βρίσκουμε προ εγκατεστημένη στα νέα smartphone.

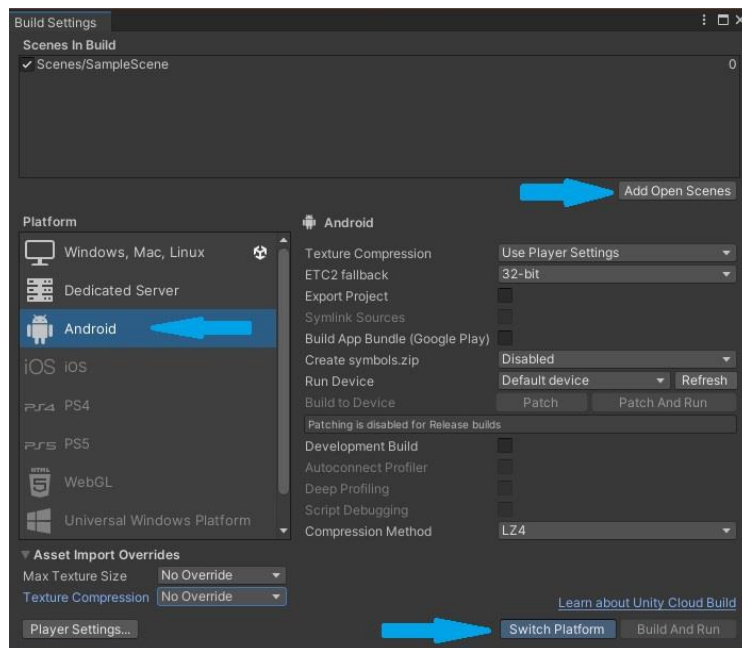
3.2.4.2 Ρυθμίσεις Unity

Η διαδικασία μεταφοράς της εφαρμογής σε android συσκευή επιτυγχάνετε κάνοντας χρήση του Android Module (Android Build Support) όπου κάναμε εγκατάσταση στο κεφάλαιο 3.2.1 (Σχήμα 3.2). Εύκολα μπορούμε να ελέγξουμε την επιτυχή εγκατάσταση των εργαλείων ακολουθώντας τα εξής βήματα: Edit → Preferences → Analysis → External Tools στην υπο-καρτέλα Android (Σχήμα 3.9).



Σχήμα 3.9: Τοποθεσία εγκατάστασης Android Module

Στην συνέχεια, στο κύριο μενού File → Build Settings είναι οι ρυθμίσεις που αφορούν την έκδοση Android. Σε αυτό θα γίνει η επιλογή της πλατφόρμας στην οποία θα γίνει build το Unity Project. Έτσι, επιλέγουμε Add Open Scenes για προσθήκη των σκηνών που δημιουργήσαμε (στην παρούσα φάση υπάρχει μια σκηνή, το παράδειγμα), επιλέγουμε Android από την λίστα Platform και τέλος το κουμπί Switch Platform (Σχήμα 3.10).

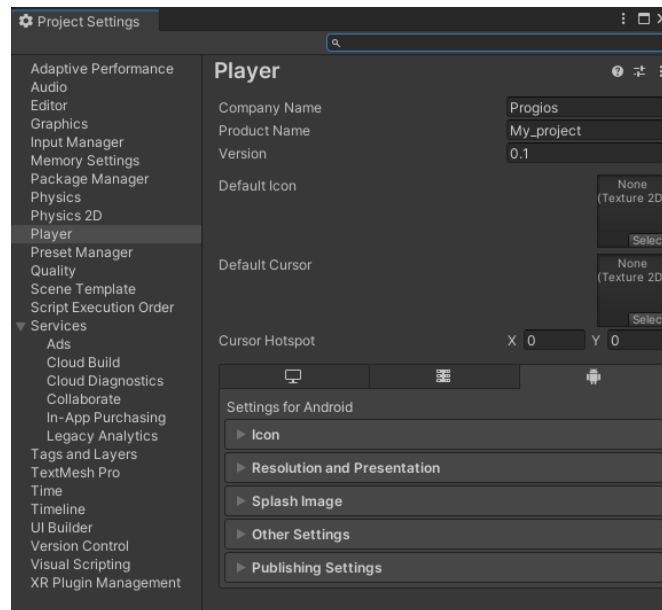


Σχήμα 3.10: Build Settings

Κεφάλαιο 3

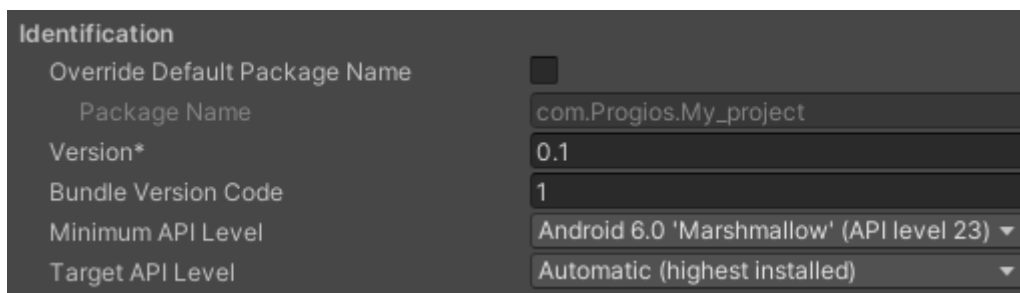
Όταν θα έχει ολοκληρωθεί η εφαρμογή και θα θελήσουμε να περάσουμε το APK στο smartphone μας, τότε θα ξανά επισκεφτούμε την καρτέλα αυτή με μικρές αλλαγές στις ρυθμίσεις, κυρίως για την εισαγωγή όλων των σκηνών.

Κάτω αριστερά στο Σχήμα 3.10, το κουμπί Player Settings οδηγεί στην καρτέλα Player του παραθύρου Project Settings η οποία παρέχει περαιτέρω ρυθμίσεις για την έκδοση της android εφαρμογής (Σχήμα 3.11).



Σχήμα 3.11: Player Settings

Πιο συγκεκριμένα, στο Other Settings μία από τις ρυθμίσεις που μπορούμε να δούμε ή να αλλάξουμε είναι η ελάχιστη επιτρεπτή έκδοση όπου θα μπορεί να τρέξει το παιχνίδι (με minimum API να συνίσταται το Android 6.0 'Marshmallow' με API level 23), όπως και την μέγιστη υποστηριζόμενη έκδοση (Σχήμα 3.12).

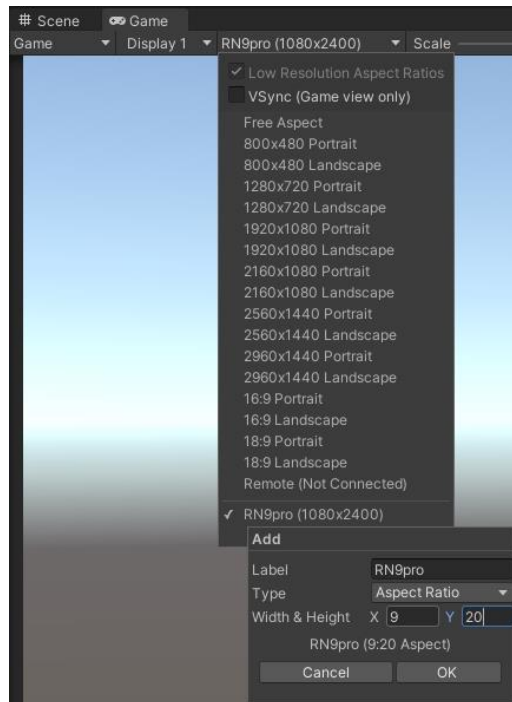


Σχήμα 3.12: Υποστηριζόμενες εκδόσεις android

Προαιρετικά προτείνεται και η αλλαγή του Target Devices από All Devices σε Phones, Tablets and TV Devices only, όπως και η απενεργοποίηση του Multithreaded Rendering μιας και από συζητήσεις σε διαδικτυακά forum φαίνεται να ευθύνεται για προβλήματα εκτέλεσης του APK στα smartphone.

Επιπλέον για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής ανεξάρτητα από το μέγεθος και την ανάλυση της οθόνης κάθε συσκευής, βρίσκουμε τις ρυθμίσεις ανάλυσης στην υπο-κατηγορία Resolution and Presentation (Σχήμα 3.11), στην καρτέλα Player.

Επιπλέον, μπορούμε να προσαρμόσουμε το ratio ή το resolution του Game View σε όποιες τιμές οθόνης θέλουμε, σε custom ή κάποια από τα προτεινόμενα. Συγκεκριμένα, για το Game χρησιμοποιήθηκε το ratio 9:20 όπως το κινητό μου (Σχήμα 3.13).



Σχήμα 3.13: Διαμόρφωση ανάλυσης για το Game View

Όσο για τον Simulator επιλέγουμε το Google Pixel 5 (με resolution 1080 x 2340 pixels και 19,5:9 ratio) που είναι ελάχιστη η διαφορά σε ανάλυση και ratio με το δικό μου, πετυχαίνοντας από την αρχή μια εμπειρία παρόμοια σε χώρο όπως με αυτήν στο τέλος. Με τις παραπάνω ρυθμίσεις (για το Game View) περιορίζουμε την εφαρμογή να τρέχει σε portrait mode (κάθετη οθόνη) για λόγους ευχρηστίας.

Βέβαια υπάρχει και εναλλακτική λύση, η σύνδεση του smartphone με τον υπολογιστή (μέσω usb καλωδίου) με τις εξής ρυθμίσεις στο unity για την αναγνώριση της συσκευής, Edit → Project settings → Editor → Unity Remote με το Device να οριστεί σε Any Android Device.

3.3 Vuforia

Το Vuforia AR Software παρέχει μέσω της μηχανής της ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών και στόχων κάνοντας έτσι τη διαδικασία ανάπτυξης AR πιο ευέλικτη. Σχεδιάστηκε από την Qualcomm για εφαρμογές AR στα smartphone μέσω των καμερών τους. Ένα από τα πιο πρόσφατα χαρακτηριστικά της είναι το Vuforia Model Targets όπου αποτελεί την βασική δυνατότητα για εμπορικές και για βιομηχανικές χρήσεις. Επιτρέπει στις εφαρμογές να αναγνωρίζουν φυσικά αντικείμενα όπως αυτοκίνητα, παιχνίδια και να τα παρακολουθούν ανεξάρτητα εάν είναι επίπεδες εικόνες, επιφάνειες ή 3D αντικείμενα. Δίνει την δυνατότητα μέσω AI στον υπολογιστή να τα αναγνωρίζει βάση συγκεκριμένων σχημάτων και εικόνων χάρις το AR Virtual Camera της Vuforia [28-29].

3.3.1 Εγκατάσταση και εισαγωγή Vuforia πακέτου στο project

Για την λήψη και εγκατάσταση του Vuforia, είναι απαραίτητος ένας λογαριασμός. Με την δημιουργία του, μέσα από το περιβάλλον της σελίδας, βρίσκουμε στην κατηγορία Downloads στην ποιο

πρόσφατη έκδοση (10.7.2) σε μορφή συμβατή με την πλατφόρμα που χρειαζόμαστε (Unity). Με μια απλή εκτέλεση του exe αρχείου που έγινε λήψη, επιλέγουμε το unity project που θέλουμε να προστεθεί και μετά το κουμπί import για επιβεβαίωση εισαγωγής στο project.

3.3.2 Προσθήκη AR Camera

Διαγράφοντας την βασική κάμερα του Unity, που προστίθενται αυτόματα στην σκηνή μας κατά την δημιουργία του project, προσθέτουμε στη σκηνή μια κάμερα με AR δυνατότητες, κάνοντας δεξί κλικ στο παραθύρου Hierarchy (αριστερά) και επιλέγουμε Vuforia Engine → AR Camera. Οι ιδιότητες της φαίνονται στο Inspector (δεξιά). Απενεργοποιούμε τη default main camera και ορίζουμε τη AR camera ως main camera. Στο Vuforia Behaviour (Script) περιλαμβάνονται οι πιο βασικές επιλογές που έχουν να κάνουν με τη συμπεριφορά της κάμερα. Μια από τις αλλαγές που κάνουμε είναι στο open vuforia engine configuration → Device Tracker → Android Settings, αλλάζουμε το ARCore Requirement σε required. Επιπλέον προσθέτουμε ένα AR session από Game Object → XR → AR Session. Για αρχή, θα χρειαστούμε την άδεια χρήσης.

3.3.3 Χορήγηση License Key

Με το πέρας εισαγωγής της AR camera, θα χρειαστούμε μια license (άδεια χρήσης). Έτσι μέσα από την σελίδα του vuforia στην κατηγορία Develop, στη υποκατηγορία License Manager, επιλέγουμε Get Basic, κατάλληλη για τις ανάγκες της Π.Ε., δίνοντας το όνομα της αρεσκείας μας στην άδεια. Κάνοντας κλικ πάνω στην άδεια, βλέπουμε ολόκληρο το license key όπου το αντιγράφουμε και το προσθέτουμε στο project μας ακολουθώντας τα έξης βήματα: ιδιότητες AR camera → Vuforia Behaviour → Open Vuforia Engine configuration → Global → και στο text field του App License Key κάνουμε επικόλληση το κλειδί.

3.3.4 Βάση δεδομένων

Για την λειτουργία της AR camera πρέπει να ορίσουμε ένα στόχο (σημείο) όπου θα εμφανίζει τις επαυξημένες πληροφορίες σε αυτό. Για αρχή χρειαζόμαστε μια βάση δεδομένων όπου θα έχει διαθέσιμο τον στόχο. Μέσω της ιστοσελίδας του vuforia επιλέγουμε Develop → Target Manager → Add Database. Δίνουμε ένα όνομα, επιλέγουμε τύπο βάσης (Device) και έχει δημιουργηθεί. Για την προσθήκη στόχου επιλέγουμε την βάση μας και μετά add target προτείνοντας μας μια σειρά από τύπους αντικειμένων όπως μια απλή εικόνα μέχρι και 3D αντικείμενο. Έτσι μιας και η εφαρμογή βασίζεται στην ύλη του σχολικού βιβλίου, ως target θα χρησιμοποιηθεί συγκεκριμένη εικόνα για την κάθε ενότητα του βιβλίου όπου και θα ενημερώνεται ο χρήστης με την έναρξη της κάθε σκηνής.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.14, προστέθηκε και ένα QR Code το οποίο δημιουργήθηκε στην ιστοσελίδας AR Marker [30]. Ο λόγος ύπαρξης του είναι μόνο για το development κομμάτι κάνοντας την σάρωση πιο γρήγορη χωρίς την χρήση του βιβλίου.

Add Target

Type:


Single Image


Cuboid


Cylinder


3D Object

File:

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

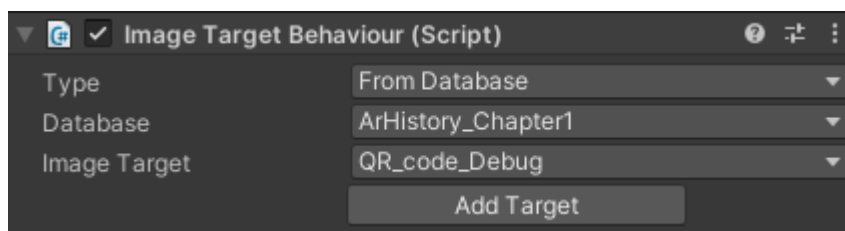
Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

Σχήμα 3.14: Προσθήκη QR code ως target

Τέλος αφού δημιουργήσαμε την βάση με τον στόχο μας, μπορούμε να την κατεβάσουμε στην μορφή της πλατφόρμας που θα το χρησιμοποιήσουμε (unity editor). Μέσω του target manager επιλέγουμε την βάση μας και έπειτα το κουμπί Download Database (All). Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία εγκατάστασης όπως του vuforia πακέτου (κεφάλαιο 3.3.1).

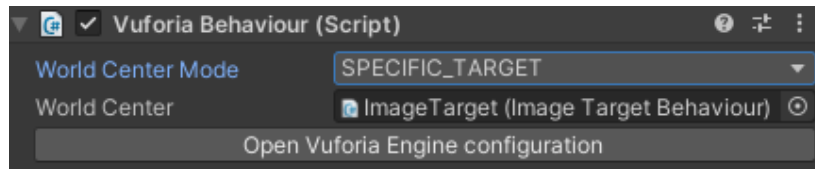
3.3.5 Image Target

Σχετικά με τον ορισμό του στόχου (Σχήμα 3.15), είναι ίδια διαδικασία προσθήκης με την AR camera (κεφάλαιο 3.5.2). Εδώ τις βασικές ρυθμίσεις συμπεριφοράς του τις συναντάμε (στο inspector) μέσω του Image Target Behavior script όπου θα ορίσουμε τον τύπο της βάσης όπως την ίδια και τον στόχο.



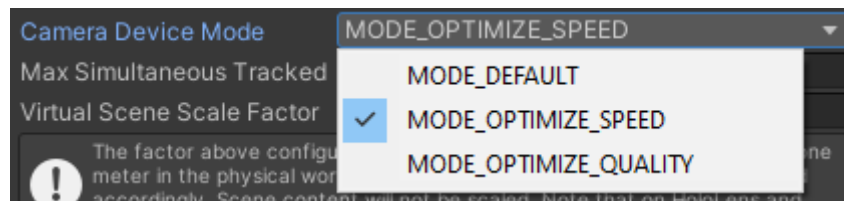
Σχήμα 3.15: Εισαγωγή QR code στόχος

Με την ολοκλήρωση όλων των παραπάνω, μπορούμε πλέον να προσαρμόσουμε κάποιες ρυθμίσεις, κυρίως προς την AR κάμερα για καλύτερη μελλοντική λειτουργία. Σχετικά με την συμπεριφορά της AR κάμερας (Vuforia Behaviour) κάνουμε αλλαγή το World Center Mode σε συγκεκριμένο στόχο και επιλέγουμε ως World Center το Image Target (Σχήμα 3.16) όπως και η επιλογή του κεντρικού σημείου αναφοράς να είναι ο πρώτος στόχος που θα αναγνωρίσει η συσκευή.



Σχήμα 3.16: Επιλογή World Center to Image Target

Συνεχίζοντας, μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε μέσα από το Open Vuforia Engine configuration → Global → Camera Device Mode, τον τύπο της κάμερας (Σχήμα 3.17) μέσα από τρεις επιλογές. Την προεπιλεγμένη κατάσταση, την βελτιστοποίηση ποιότητας και την βελτιστοποίηση ταχύτητας όπου επιλέγουμε, καταφέρνοντας έτσι πιο άμεση απόκριση στην αναγνώριση εικόνας του παιχνιδιού.



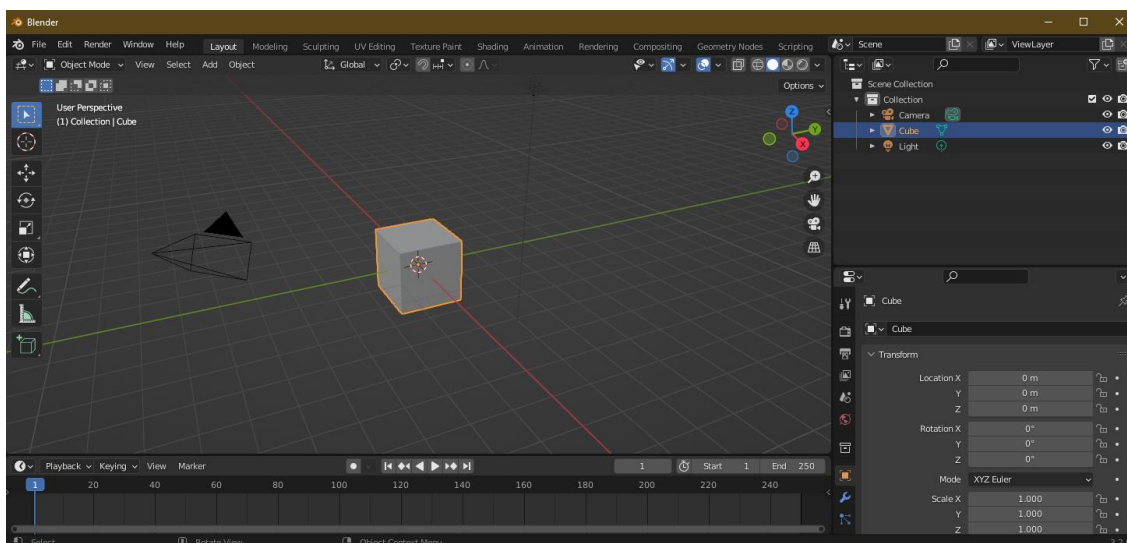
Σχήμα 3.17: Αλλαγή τύπου κάμερας σε βελτιστοποίηση ταχύτητας

3.4 Blender

“Η ελευθερία να δημιουργείς”. Αυτό είναι το μότο της εταιρίας η οποία πλέον έχει φτάσει στο σημείο όπου είναι ένα από τα πιο ισχυρά εργαλεία ανοιχτού κώδικα όπου χρησιμοποιείται για την σχεδίαση 3D γραφικών. Πιο συγκεκριμένα, σχετίζεται με animation modeling, rendering, απεικόνιση (imaging), σκίαση (shading) και δημιουργία 3D παιχνιδιών σε πραγματικό χρόνο [31-32].

Η έκδοση blender που χρησιμοποιήθηκε στην Π.Ε. είναι η 3.2.0 για την δημιουργία 3D αντικειμένων, όπως τον σχολικό πίνακα, τα γραφεία μαθητών, τις φιγούρες και αλλά διάφορα αντικείμενα για τον εμπλουτισμό του επαυξημένου χώρου, όπου θα αναλυθούν στα αντίστοιχα κεφάλαια.

3.4.1 Περιβάλλον Blender



Σχήμα 3.18: Περιβάλλον Blender

Με την εκκίνηση του προγράμματος, συναντάμε το περιβάλλον αυτό (Σχήμα 3.18) όπου υπάρχουν ήδη στην σκηνή μας αντικείμενα όπως, μια κάμερα (στα αριστερά), ένας κύβος (στο κέντρο) και το φώς (στα δεξιά).

Η δεξιά πλευρά του περιβάλλοντος της εφαρμογής χωρίζεται σε δύο κομμάτια:

- πάνω δεξιά, όπου είναι η λίστα με τα αντικείμενα που βρίσκονται στην σκηνή μας
- κάτω δεξιά, όπου υπάρχει μια πληθώρα ρυθμίσεων σχετικές με το επιλεγμένο αντικείμενο αντίστοιχα.

Στα αριστερά, μέσα στην σκηνή, συναντάμε ένα σύντομο κάθετο μενού όπου περιλαμβάνει κάποιες βασικές επιλογές όπως, για περιστροφή, μετακίνηση και επέκταση. Η επιλογές αυτές είναι ίδιες για κάθε mode. Επιλέγοντας το edit mode εμφανίζονται και άλλες πιο προσαρμοσμένες.

Στο οριζόντιο μενού έξω από την σκηνή υπάρχουν μερικές ίδιες λειτουργίες με αυτές που αναφέραμε νωρίτερα (edit, modeling, sculpting). Οι πρόσθετες δυνατότητες όπως είναι το UV editing, texture paint, shading για την δημιουργία όλων των materials, animation και rendering είναι αυτές που χαρακτηρίζουν το blender. Πιο λεπτομερείς ρυθμίσεις, για το κάθε αντικείμενο όπως και κατηγορία συναντάμε στο κάτω δεξιά παράθυρο.

3.4.2 High Poly και Low Poly στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση (3D modeling) είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για τις επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου σε όλο τον κόσμο. Η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων επιτρέπει στις εταιρείες να εμφανίζουν τα προϊόντα τους σε ένα εντελώς νέο επίπεδο λεπτομέρειας, δίνοντας στους πελάτες την ευκαιρία να δοκιμάσουν τα μοντέλα πριν κάνουν μια αγορά. Τα δύο αυτά μοντέλα είναι το High Poly και το Low Poly. Οι δύο αυτοί όροι προήλθαν από την τεχνική μοντελοποίησης πολυγώνων. Όπου, τα 2D πολύγωνα (μικρά και κλειστά γεωμετρικά σχήματα που έχουν κορυφές και όψεις) ενώνονται μεταξύ τους για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων [34-35].

Το Low Poly 3D Modeling έχει τρία βασικά πλεονεκτήματα, όπου το καθιστούν ιδανικό για συγκριμένες υλοποιήσεις. Είναι εύκολα στην χρήση τους αφού τα low poly τρισδιάστατα μοντέλα είναι εύκολο να φορτωθούν, να προβληθούν και να επεξεργαστούν. Ο χαμηλός αριθμός πολυγώνων σημαίνει εύκολη φόρτωση και προβολή για μικρό μέγεθος. Επιπλέον, είναι εύκολο να επεξεργαστούν λόγω του λιγότερο περίπλοκου πλέγματος τους. Είναι καλό για εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο όπως το Unity, γιατί τα μοντέλα αυτά δεν απαιτούν υψηλή υπολογιστική ισχύ για απόδοση ιδίως για rendering. Έτσι, είναι ιδανικά για on the fly rendering, όπως στα παιχνίδια και στα κινούμενα σχέδια. Επιπλέον είναι ιδανικό για Metaverse, μιας και τα low poly είναι εκπληκτικά για εμπειρίες AR και VR. Ο υπολογιστής μπορεί να υπολογίσει γρήγορα τη χειραγώγηση των τρισδιάστατων μοντέλων σε ένα εικονικό περιβάλλον. Ως εκ τούτου, οι χρήστες μπορούν να τα χειριστούν σε πραγματικό χρόνο με ελάχιστη έως καθόλου καθυστέρηση. Ένα από τα δυο μειονεκτήματα του είναι ότι είναι λιγότερο εντυπωσιακά οπτικά αφού τα γεωμετρικά σχήματα που δημιουργούν ένα τρισδιάστατο αντικείμενο είναι λιγότερα. Ως εκ τούτου, το στυλ μοντελοποίησης στερείται λεπτομερειών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα λιγότερο εντυπωσιακά γραφικά σε σύγκριση με τα μοντέλα high poly. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες τεχνικές που μπορούν να τα κάνουν να εμφανίζονται ως μοντέλο υψηλής πολυπλοκότητας. Το δεύτερο αρνητικό είναι ότι η προσθήκη εφέ γίνεται χειροκίνητα από τον χρήστη, εφόσον περιλαμβάνει χαμηλότερη ανάλυση, πρέπει να προστεθεί εφέ χειροκίνητα. Αυτό περιλαμβάνει ανακλάσεις, διαθλάσεις, σκιές και άλλα εφέ στο τρισδιάστατο μοντέλο [34-35].

Το High Poly 3D modeling κατά βάση έχει ένα βασικό πλεονεκτήματα, όπου αντίστοιχα το καθιστά ιδανικό για συγκριμένες υλοποιήσεις. Ξεκινώντας με τις ρεαλιστικές 3D αναπαραστάσεις μιας και

προσφέρει γραφικά πολύ υψηλής ποιότητας, έτσι έχουν ως αποτέλεσμα λεπτομερή, ακριβή και αληθινά τρισδιάστατα μοντέλα. Ακόμη και η από κοντά προβολή των μοντέλων δεν αλλοιώνει το αποτέλεσμα. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι καλοί για την απόδοση βίντεο και εικόνων υψηλής ποιότητας. Στα μειονεκτήματα βρίσκουμε δύο. Είναι χρονοβόρο μιας και τα high poly 3D models χρειάζονται πολύ χρόνο για rendering και calculation. Ο επεξεργαστής πρέπει να χειριστεί πολλά στοιχεία πριν παράγει το αποτέλεσμα. Τέλος, οι πόροι σε χρήση που έχει ανάγκη, απαιτούν συσκευές υψηλών χαρακτηριστικών για την προβολή και την επεξεργασία αυτών των μοντέλων. Οι δημιουργοί και οι χρήστες χρειάζονται τις πιο πρόσφατες συσκευές για πρόσβαση σε αυτά τα τρισδιάστατα μοντέλα.

Σε μία πιο περιληπτική μορφή, παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ High και Low Poly στο Σχήμα 3.19.

Criteria	High Poly	Low Poly
Complexity	<ul style="list-style-type: none"> - High complexity. - A large number of polygons to work upon. - Higher chances of errors. - Models have to be reworked multiple times. 	<ul style="list-style-type: none"> - Low complexity. - Fewer number of polygons to manipulate. - Lesser chances of errors. - Retopology to add details.
Detailing	<ul style="list-style-type: none"> - Hyper-detailed. - Can show intricate details like ornaments, decor in an environment. 	<ul style="list-style-type: none"> - Less detailed than high poly models. - Can't be used for meticulous detailing of a model. - Smoother and less textured surface.
Texture	<ul style="list-style-type: none"> - Difficult. - Various texture maps are used for high-quality results. 	<ul style="list-style-type: none"> - Can't be the complex for the sake of purpose. - The baking technique is used for realistic results.
Rendering	<ul style="list-style-type: none"> - Time-consuming rendering. - Depending upon the model, it may take several days. - Photo realistic results. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fast - Real-time rendering - Good for Games, AR, and VR experiences
Usage	<ul style="list-style-type: none"> - Static Renders. - Scene creation. - Feature Animation. 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmented and Virtual Reality. - Gaming. - 3D configuration. - Interactive 3D views.

Σχήμα 3.19: Διαφορές High Poly και Low Poly στη τρισδιάστατη μοντελοποίηση

3.5 Visual Studio

Το Microsoft Visual Studio είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) από τη Microsoft. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη προγραμμάτων για πλήθος πλατφόρμων. Το Visual Studio χρησιμοποιεί πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού της Microsoft όπως το Windows API, τα Windows Forms, το Windows Presentation Foundation, το Windows Store και το Microsoft Silverlight. Μπορεί να παράγει τόσο εγγενή όσο και διαχειριζόμενο κώδικα. Χρησιμοποιήθηκε στην Π.Ε. λόγω του Unity για των κώδικα C#.

3.6 Adobe Photoshop

Το πιο δημοφιλή εργαλείο της Adobe, το οποίο προσφέρεται για την δημιουργία και επεξεργασία εικόνων καθώς και την σχεδίαση 3D γραφικών. Χάρης το πλήθος εργαλείων που μας προσφέρει

καλύπτει όλες τις ανάγκες μας. Μερικά από τα εργαλεία του, βοηθάνε στην προσθήκη καλλιτεχνικών εφέ, διορθώσεις φωτογραφιών και δημιουργία σχεδίου από το μηδέν [35].

Στην συγκεκριμένη Π.Ε. έγινε χρήση photoshop για την εξ ολοκλήρου δημιουργία ή επεξεργασία UI στοιχείων των σκηνών. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του εικονιδίου κειμένου, του εικονιδίου εφαρμογής (app icon), των κουμπιών (Buttons), την εικόνα του μενού καθώς στο γραφιστικό σχεδιασμό για το εικονικό τρισδιάστατο γραφείο μαθητή στο κεφάλαιο 6.3.2.

3.7 Επίλογος

Στο τρίτο κεφάλαιο έγινε πλήρης ανάλυση, εγκατάσταση και ρύθμιση των προγραμμάτων που βασίζεται η εφαρμογή της πτυχιακής εργασίας.

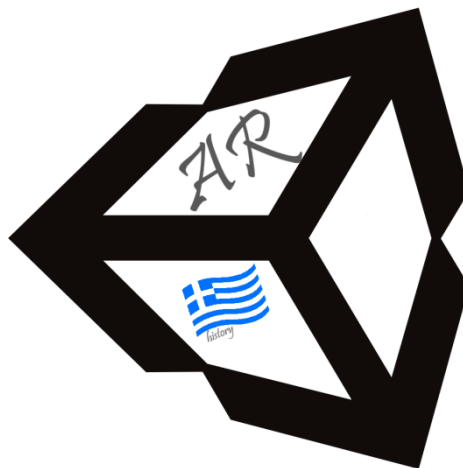
Κεφάλαιο 4ο: Εισαγωγή στο παιχνίδι

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η αναλυτική περιγραφή του παιχνιδιού, ο σχεδιασμός εισαγωγικού μενού, οι ‘κανόνες’ που θα ακολουθήσουμε καθώς και ο τρόπος λειτουργίας της εφαρμογής μιας και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή αφού απευθύνεται κυρίως σε μαθητές της έκτης δημοτικού.

4.2 App icon

Η πρώτη επαφή του χρήστη είναι με το εικονίδιο της εφαρμογής (Σχήμα 4.1). Έτσι με κορμό το υπάρχων logo του unity, έγιναν κάποιες μετατροπές. Ορίστηκε ως background color το λευκό, και προστέθηκαν τα αγγλικά αρχικά της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) σε pristina γραμματοσειρά όπως και την αγγλική λέξη της ιστορίας (history) όπου τοποθετήθηκε διακριτικά κάτω από την Ελληνική κυματιστή σημαία. Η επεξεργασία του original logo του unity και οι αλλαγές χρώματος φόντου, της σημαίας και του κειμένου, έγιναν στο photoshop.



Σχήμα 4.1: App icon

Για να το ορίσουμε στην εφαρμογή, το icon που φτιάξαμε ως APK icon και app icon, θα χρειαστεί να ακολουθήσουμε μια σειρά βημάτων μέσα στο unity project. Για αρχή προσθέτουμε την εικόνα μας σε φάκελο του project, προτείνεται η δημιουργία ενός φακέλου Pictures μέσα στον φάκελο Assets όπου θα προστεθούν και μελλοντικές εικόνες εκεί. Στην συνέχεια File → Build Settings → Player Settings → Player → Default Icon και το επιλέγουμε από το αναδύμενο παράθυρο με τα διάφορα προ εγκατεστημένα εικονίδια που εμφανίζονται.

4.3 Δομή και κανόνες (πρότυπο) κώδικα

Πριν ξεκινήσουμε την δημιουργία της πρώτης εισαγωγικής σκηνής του παιχνιδιού θα δημιουργήσουμε την δομή του παιχνιδιού καθώς και ένα βασικό πρότυπο για το κομμάτι του κώδικα όπου θα ακολουθείτε σε όλες τις unity σκηνές. Για την κάθε ενότητα του βιβλίου θα δημιουργήσουμε μία μόνο σκηνή, όπου η κάθε μια θα περιλαμβάνει από την αρχή ένα EventSystem, την ARCamera (ή την Main Camera οι 2D σκηνές) με το Directional Light της, ένα καμβά 2D (OutArCanvas) όπου οι λειτουργίες που προσφέρει σε κάθε επαυξημένη σκηνή καθώς και για το πως υλοποιείτε θα το αναλύσουμε στο κεφάλαιο 5.3. Επιπλέον θα περιέχουν ένα αντικείμενο κώδικα (ScriptObject) όπου θα επισυνάπτετε σε κάθε αντικείμενο της αντίστοιχης σκηνής. Ουσιαστικά θα κάνει μια σύνδεση των

αντικειμένων της σκηνής με τις μεταβλητές όπου ορίστηκαν στο αρχείο κώδικα του αντίστοιχου κεφαλαίου.

Με τον τρόπο αυτό ορίζουμε μια οργανωμένη προγραμματιστική δομή όπου θα ακολουθείτε αυστηρά από κάθε σκηνή καθώς και με την:

- χρήση μόνο επτά ολοκληρωμένων unity σκηνών (δύο εισαγωγικές και πέντε για την κάθε ενότητα του βιβλίου)
- επαναχρησιμοποίηση αντικειμένων (εσωτερικά στην σκηνή όπου αυτό είναι δυνατόν) με αλλαγές στο περιεχόμενο τους μέσω κώδικα
- δήλωση μεταβλητών με τον μικρότερο σε δέσμευση μνήμης τύπου δεδομένων, όπου είναι δυνατόν
- κλήση του ίδιου του κώδικα μέσα από μία μέθοδο, για την υλοποίηση παρόμοιων ενεργειών, δίνοντας του απλά μια διαφορετική τιμή ως παράμετρο σε κάθε κλήση της
- δήλωση μεταβλητών/μεθόδων ως private, και όπου είναι απαραίτητο τότε μόνο public
- χρήση νέων μεθόδων γραφής κώδικας, όπως είναι lambda expressions

επιτυγχάνουμε ένα πρόγραμμα όπου, ο κώδικας του θα μπορεί εύκολα να αναγνωστεί και από τρίτους, μα κυρίως δίνοντας στον χρήστη μια εφαρμογή αρκετά εμπλουτισμένη σε περιεχόμενο μα και χαμηλή σε απαιτήσεις ισχύος.

4.4 Σκηνή Έναρξης



Σχήμα 4.2: Εισαγωγική Σκηνή

Με την εκτέλεση της εφαρμογής, έχοντας πατηθεί το προαναφερθέν εικονίδιο θα εμφανιστεί η σκηνή καλωσορίσματος (Σχήμα 4.2). Ξεκινώντας την υλοποίησή της, μέσα από το project browser δημιουργούμε μια νέα σκηνή, την WelcomeScene η οποία θα είναι ένας 2D καμβάς. Έτσι με την χρήση του κουμπιού 2D από το υπο μενού στο παράθυρο της σκηνής γίνεται μετατροπή της προβολής.

Στην συνέχεια από το παράθυρο Hierarchy προστέθηκε ένα ήχος εμπλουτίζοντας την εισαγωγή με ένα κομμάτι ήχου πλήρως συνδεδεμένο με την περιπέτεια που δημιουργεί το μάθημα της ιστορίας. Στο Inspector έγιναν κάποιες ρυθμίσεις, όπως το Loop και το fade in, για την πιο ομαλή προσαρμογή του ήχου στην εφαρμογή.

Για την δημιουργία καμβά, Hierarchy → UI → Canva. Όσον αφορά την εικόνα του καμβά, μέσω του photoshop, δημιουργήθηκε μια κάθετη εικόνα σε αναλογίες 9:20 με background color μια ελαφριά απόχρωση του γκρι. Με βασική πηγή εικόνων το βιβλίο ιστορίας, έγινε χρήση μερικών από τις βασικές εικόνες, μετατρέποντας τις σε ασπρόμαυρες διαγράφοντας το πίσω φόντο, ώστε να προστεθούν στην εικόνα μιας και για βασικό συνδυασμό χρωμάτων στην εφαρμογή επιλέχτηκε το γκρι με το πορτοκαλί. Στην συνέχεια προστέθηκε το κείμενο, UI → TextMeshPro, όπου μέσω του inspector, κατά βάση, προστέθηκε το όνομα, στυλ, στοίχιση, χρώμα και η γραμματοσειρά κειμένου. Με παρόμοια λογική και βήματα προστέθηκε το εικονίδιο ‘πληροφορίες’, τα στοιχεία μου και η έκδοση της εφαρμογής.

Επιπλέον προστέθηκαν δυο εμφανή κουμπιά, Έναρξη και Έξοδος καθώς και μια εικόνα κουμπί για οδηγίες καθοδήγησης για το παιχνίδι. Μερικές από τις παραμετροποιήσεις που έγιναν στα εμφανή κουμπιά είναι οι εξής: Material σε Font Material, Highlighted Color σε κίτρινο χρώμα, Pressed & Selected Color σε πράσινο για το κουμπί Έναρξη και σε κόκκινο για το Έξοδος. Όσον αφορά το κείμενο των κουμπιών, το εμφωλευμένο TMP πραγματοποιήθηκαν παρόμοιες ρυθμίσεις με αυτές του προαναφερθέντος κειμένου. Για την εκτέλεση εντολών μέσω των κουμπιών δημιουργήθηκε ένα C# script αρχείο (WelcomeScript) σε ένα νέο φάκελο μέσα στο Assets με όνομα Scripts (όπου μελλοντικά θα περιλαμβάνει όλα τα νέα scripts). Έτσι Create → C# Script και άνοιγμα του script όπου θα δημιουργηθούν τρεις νέες μεθόδους.

- LoadChaptersMenuScene, η οποία θα καλέσει την επόμενη σκηνή (ChaptersMenuScene)
- ExitGame, η οποία θα ενεργοποιηθεί όταν επιλεχτεί το κουμπί έξοδος για το κλείσιμο της εφαρμογής
- ShowMoreInfo, για την εμφάνιση του πάνελ οδηγιών για το παιχνίδι.

Οι τρεις παραπάνω μέθοδοι είναι public τύπου void. Οι εντολές που χρησιμοποιήθηκαν στον κώδικα για το κεφάλαιο αυτό (Σχήμα 4.3) έχουν ως προαπαιτούμενο την εισαγωγή κάποιων βιβλιοθηκών όπως είναι η SceneManager.

Τέλος, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4.3 δημιουργήθηκε ένα αντικείμενο (ScriptObject) όπου προσθέτουμε (Add Component) του script αρχείου της σκηνής (WelcomeScript) ώστε στις ιδιότητες του κάθε αντικειμένου να το επισυνάψει για να καλέσει την αντίστοιχη μέθοδο όταν το επιλέξουμε (Σχήμα 4.4). Η ιεραρχική δομή των αντικειμένων που έχει προκύψει για την σκηνή αυτή απεικονίζεται στο Σχήμα 4.5. Εκεί παρατηρείτε και ένα VersionText όπου βρίσκεται στο κάτω δεξιά μέρος της σκηνής και αναφέρει την έκδοση στην οποία βρίσκεται η εφαρμογή.

```

public class WelcomeScript : MonoBehaviour {

    public GameObject GuidePanel;

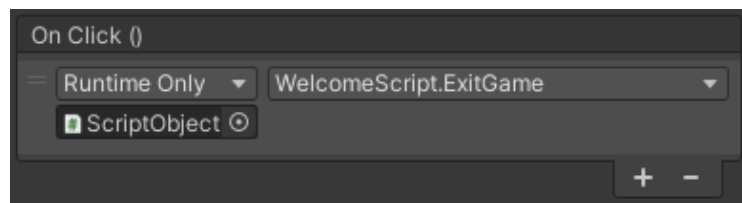
    public void LoadChaptersMenuScene() => SceneManager.LoadScene("ChaptersMenuScene");

    public void ExitGame() => Application.Quit();

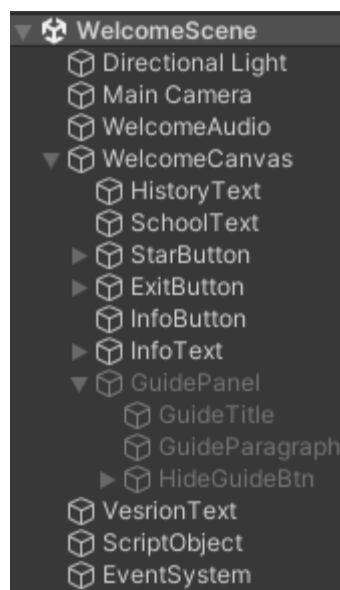
    public void ShowMoreInfo() {
        if (GuidePanel != null) {
            bool isActive = GuidePanel.activeSelf;
            GuidePanel.SetActive(!isActive);
        }
    }
}

```

Σχήμα 4.3: Κώδικας WelcomeScene



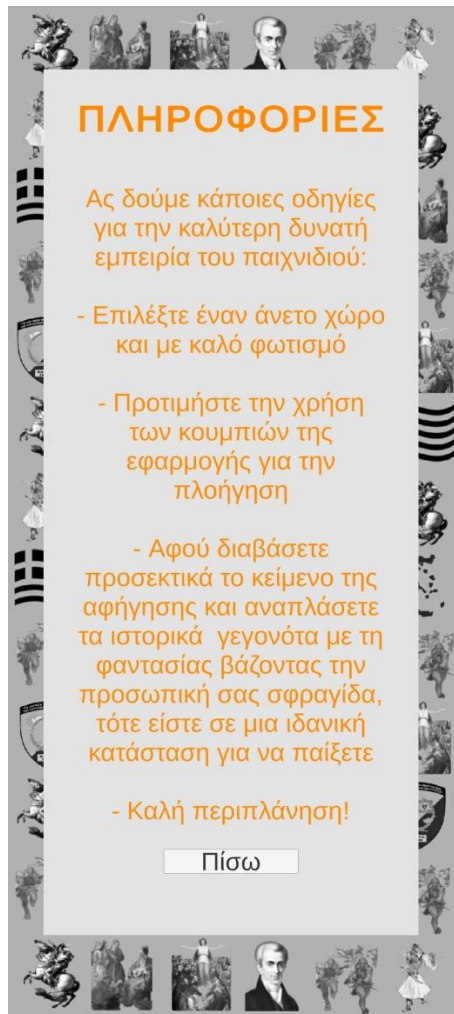
Σχήμα 4.4: OnClick ρυθμίσεις για το κουμπί Έξοδος



Σχήμα 4.5: Ιεραρχική δομή WelcomeScene

4.4.1 Πληροφορίες-Οδηγίες

Όπως φαίνεται και από το Σχήμα 4.2 το εικονίδιο της πληροφορίας, είναι ουσιαστικά ένα κουμπί. Ένα κουμπί όπου με το πάτημα του θα εμφανίζεται ένα κρυμμένο πάνελ (όχι κάποια νέα σκηνή) όπου θα περιλαμβάνει περεταίρω πληροφορίες και οδηγίες για την εφαρμογή, χωρίς να κλείσει η υπάρχουσα σκηνή. Στο πάνελ (Σχήμα 4.6) βρίσκουμε δυο κομμάτια κειμένου και ένα κουμπί για την απόκρυψη του πάνελ.



Σχήμα 4.6: Παράθυρο Πληροφοριών-Οδηγιών

4.5 Μενού Ενοτήτων

Με το πάτημα του κουμπιού της ‘Έναρξης’ θα μας εμφανιστεί το μενού για τις ενότητες όπου περιλαμβάνει η εργασία. Οι τεχνικές λεπτομέρειες για την δημιουργία ενός νέου καμβά-μενού, η επεξεργασία κειμένου, όπως και οι ιδιότητες των κουμπιών είναι πανομοιότυπες με αυτό του κεφαλαίου 4.4. Αναφορικά δημιουργήθηκαν δύο καμβάδες, διατηρώντας το βασικό φόντο (εικόνα) ως background, και στον δεύτερο με ένα πιο ελαφρύ φόντο, μιας και πλέον θέλουμε να δώσουμε έμφαση στο μενού, δηλαδή στην κάθε ενότητα του βιβλίου. Έτσι για κάθε ενότητα θα υπάρχει μία ομάδα κειμένου-κουμπιού (Σχήμα 4.7). Τα κουμπιά περιέχουν την εικόνα που το ίδιο το σχολικό βιβλίο προβάλλει στο εξώφυλλο του, συνδέοντας το κάθε ένα με την αντίστοιχη ενότητα.



Σχήμα 4.7: Μενού Ενοτήτων

Επιπλέον, και αυτή η σκηνή περιλαμβάνει το δικό της ScriptObject για το αρχείο κώδικα (Σχήμα 4.8) ακολουθώντας το πρότυπο για την δομή τόσο των αντικειμένων όσο και για τον κώδικα (κεφάλαιο 4.3). Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε πέντε ενότητες (σκηνές) και ταυτόχρονα να υπάρχει μία μόνο μέθοδο και για τις πέντε αξιοποιώντας την δυνατότητα μιας προσαρμοσμένης παραμέτρου από την εικόνα κουμπί. Ως παράμετρο, ο αριθμός της σκηνής που θέλει ο χρήστης ανοίξει. Έτσι ορίστηκε ίδιο όνομα στις σκηνές, έκτος από το μεσαίο χαρακτήρα (τον αύξων αριθμό) καταφέροντας έναν σύντομο, γρήγορο, ευκατανόητο κομμάτι κώδικα, απλά και έξυπνα. Τέλος στο Σχήμα 4.9 φαίνεται η ιεραρχική δομή της συγκεκριμένης σκηνής (ChaptersMenuScene).

```
public class ChaptersMenuScript : MonoBehaviour {
    public void OpenChapterN(int N) => SceneManager.LoadScene($"Chapter{N}Scene");
    public void LoadWelcomeScene() => SceneManager.LoadScene("WelcomeScene");
}
```

Σχήμα 4.8: Κώδικας ChaptersMenuScript



Σχήμα 4.9: Ιεραρχική δομή ChaptersMenuScene

4.6 Νοοτροπία παιχνιδιού

Όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι που κυρίως υλοποιείται για τους μαθητές της έκτης δημοτικού. Μιας και έχουμε να κάνουμε με παιχνίδι, είναι ο λόγος για την προσθήκη της WelcomeScene μιας και κάθε παιχνίδι έχει μια παρόμοια εισαγωγική καρτέλα με τα βασικά κουμπιά για έναρξη ή έξοδος καθώς και ένα επιπλέον κουμπί για κάποιες βασικές οδηγίες της εφαρμογής. Εν συνεχεία, στην δεύτερη σκηνή (ChaptersMenuScene) είναι που προβάλλεται το μενού που χωρίζει τις πέντε ενότητες του βιβλίου σε πέντε πίστες (σκηνές) όπως προαναφέρθηκε. Οι επαυξημένες σκηνές που ακολουθούν περιέχουν όλες την βασική δομή του παιχνιδιού, μια σχολική τάξη. Με την ολοκλήρωση της κάθε ενότητας, ξεκλειδώνονται νέα τρισδιάστατα αντικείμενα όπου θα εμπλουτίσουν τον επόμενο επαυξημένο χώρο καθώς και η δυνατότητα απαντήσεων σε κάποιες ερωτήσεις με έναν διαφορετικό τρόπο. Η αρχή γίνεται στο κεφάλαιο πέντε όπου θα δούμε στη πρώτη ενότητα, μια σκηνή η οποία περιέχει τα βασικά επαυξημένα αντικείμενα δίνοντας χρόνο, ίδιος σε κάποιον μαθητή να εξερευνήσει τον εικονικό μας κόσμο μιας και αυτή, η πρώτη σκηνή, θα περιέχει την βασική δομή που θα έχουν όλες οι επακόλουθες σκηνές.

4.7 Επίλογος

Στο τέταρτο κεφάλαιο έγινε η υλοποίηση του εικονιδίου εφαρμογής, των εισαγωγικών μενού καθώς και ορισμός της δομής του παιχνιδιού.

Κεφάλαιο 5ο: Οι εξελίξεις στην Ευρώπη κατά τους Νεότερους Χρόνους

5.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε πως υλοποιείται το θεωρητικό κομμάτι, κυρίως της AR camera, όπου αναλύσαμε νωρίτερα στο κεφάλαιο 3.3 και στην συνέχεια θα δημιουργήσουμε ένα μικρό επαυξημένο κόσμο ο οποίος θα βασίζεται στην πρώτη ενότητα του βιβλίου της ιστορίας, και πιο συγκεκριμένα σε δέκα ερωτήσεις στην ύλη του βιβλίου, μέσα από ένα επαυξημένο γνώριμο περιβάλλον, μία σχολική τάξη.

Η πρώτη σκηνή θα περιέχει την βασική δομή που θα έχουν όλες οι επακόλουθες σκηνές. Ένα παραδοσιακό πράσινο πίνακα όπου θα εμφανίζονται οι ερωτήσεις και λίγα βήματα πίσω, τρεις καρέκλες, επίσης στο στυλ του παραδοσιακού, όπως ήταν παλιά τα σχολεία της χώρας μας. Στην πλάτη της κάθε καρέκλας θα εμφανίζεται μια από τις τρεις πιθανές απαντήσεις, για αρχή σε μορφή κειμένου.

5.2 Δημιουργία AR σκηνής

Ακολουθώντας τους κανόνες που ορίστηκαν, δημιουργήθηκε μια νέα σκηνή (Chapter1Scene) στον προκαθορισμένο φάκελο (Scenes). Αφαιρέθηκε η default main camera και στην συνέχεια έγινε εισαγωγή του vuforia πακέτου όπως αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3.3.1, και πλέον υπάρχει η δυνατότητα για προσθήκη (Hierarchy → Vuforia Engine) κάμερας με AR δυνατότητες. Στο πεδίο της Vuforia Behaviour, προστίθεται το license key. Τέλος από την σελίδα της Vuforia, έγινε εισαγωγή της βάσης που δημιουργήθηκε στο κεφάλαιο 3.3.4 με image target της πίστας αυτής το Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Image Target πρώτης πίστας

Ακριβής αναλυτικά βήματα για τα παραπάνω, υπάρχουν στα κεφάλαια 3.3.1 έως και 3.3.5, όπου αναλύονται και κάποιες από τις βασικές λειτουργίες του unity, όπως και των άλλων προγραμμάτων.

5.3 Καλωσόρισμα πρώτης σκηνής

Έχοντας προσθέσει στην σκηνή την κάμερα AR καθώς και το image target, με τις αντίστοιχες ρυθμίσεις για το καθένα, θα δημιουργήσουμε τα αντικείμενα του χώρου. Για αρχή δημιουργήθηκε έξω από το image target ένας διαφανής καμβάς (OutArCanvas). Ως Canvas Scaler ορίζουμε Scale with Screen Size, αλλάζουμε την προβολή σκηνής σε δυο διαστάσεις και προσθέτουμε ένα κουμπί (κάτω αριστερά) κάνοντας τις ανάλογες παραμετροποιήσεις. Μία από αυτές είναι να το κάνουμε κουμπί εικόνας προσθέτοντας την ιδιότητα image για την εισαγωγή της δικιάς μας εικόνας αφού την

μετατρέψουμε (μέσα από το Inspector) το Texture Type από Default σε Sprite (2D and UI). Και σε αυτή την ενότητα ακολουθείτε το πρότυπο για την δομή κώδικα όπου έχει οριστεί στο κεφάλαιο 4.3, σχετικά με το ScriptObject όπως και την αξιοποίηση των έξυπνων δυνατοτήτων που παρέχει η C#. Πατώντας το κουμπί (Piso), εκτελεί ο κώδικας του σχήματος 5.2 ώστε να επιστρέψει στο μενού ενοτήτων. Αποφεύγω να ανοίξω ένα κλασικό μπλοκ από αγκύλες και κάνω χρήση του παρακάτω συμβόλου, όπου δίνει στην μέθοδο την μία εντολή αυτή, με έναν μη συνηθισμένο τρόπο. Η μέθοδος αυτή είναι τύπου lambda expression.

```
public void LoadChaptersMenuScene() => SceneManager.LoadScene("ChaptersMenuScene");
```

Σχήμα 5.2: Κώδικας κουμπιού πίσω

Το κουμπί αυτό όπου θα βρίσκεται μόνιμα στην οθόνη, που μας δίνει την δυνατότητα να διακόψουμε το παιχνίδι ανά πάσα στιγμή. Η εμφάνιση του θα γίνεται με ένα animation εισαγωγής (κεφάλαιο 5.3.1).

Επιπλέον μέσα σε αυτό τον καμβά προστέθηκε ένα πάνελ (WelcomeGoodbye_Panel), το οποίο θα εμφανίζεται δυο φορές σε κάθε ενότητα, με διαφορετικό περιεχόμενο το οποίο θα αλλάζει δυναμικά μέσα από τον κώδικα, με την δήλωση των αντικειμένων να φαίνεται στο Σχήμα 5.3.

```
public GameObject Welcome_Panel, WelcomeImage, GoodByeImage,
    StarKef1Game, EndKef1NextGame;
public TMP_Text TitlePanel, GuideChapter;
```

Σχήμα 5.3: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος

Η πρώτη είναι όταν ξεκινάει μια νέα σκηνή και εκτελείτε η default μέθοδο Start (Σχήμα 5.4) όπου με την σειρά της εκτελεί την ShowHidePanel (Σχήμα 5.4) με παράμετρο το κείμενο 'Welcome' μιας και σε αυτή την κατάσταση βρίσκεται. Με το πέρασμα του πρώτου ελέγχου εμφανίζει το πάνελ (Σχήμα 5.5) και στην συνέχεια ξεκινάει να εκτελεί τις εντολές μέσα από τον έλεγχο, εάν η παράμετρος (ComeOrBye) είχε τιμή Welcome. Έτσι στο πεδίο του τίτλου (TitlePanel) μας καλωσορίζει με το ανάλογο κείμενο και μας εμφανίζεται μία εικόνα (WelcomeImage) για το πώς θα είναι η σκηνή όπου θα προβληθεί στον επαυξημένο κόσμο, όπως και κάποιες οδηγίες για αυτή. Η δεύτερη φορά που εμφανίζει το πάνελ αυτό είναι στο κεφάλαιο 5.7.

```
public void Start() => ShowHidePanel("Welcome");

public void StartGame(){
    ShowHidePanel("");
    LoadQnA();
}

private void ShowHidePanel(string WelcomeOrGoodBye) {
    if (Welcome_Panel != null) {
        bool isActive = Welcome_Panel.activeSelf;
        Welcome_Panel.SetActive(!isActive);
    }
    if (WelcomeOrGoodBye == "Welcome") {
        TitlePanel.text = "Καλωσήρθες στην 1η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Για την περιήγηση στον επαυξημένο κόσμο,"
            + "είναι απαραίτητη η σάρωση της 1ης φωτογραφίας απο την 12η σελίδα του σχολικού βιβλίου.\n"
            + "\nΚαλή αρχή!!";
        switchWelcomeGoodByePanel(true);
    }
    else if (WelcomeOrGoodBye == "GoodBye") {
        TitlePanel.text = "Ολοκλήρωσες την 1η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        switchWelcomeGoodByePanel(false);
        GuideChapter.text = "Συγχαρητήρια για την προσπάθεια αυτή!";
    }
}
```

Σχήμα 5.4: Συναρτήσεις Start, ShowHidePanel και StartGame



Σχήμα 5.5: Πάνελ Καλωσορίσματος

Πατώντας το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’ (Σχήμα 5.5) καλείτε η μέθοδος StartGame (Σχήμα 5.4) όπου εκτελεί την ShowHidePanel, ώστε από τον πρώτο έλεγχο που θα περάσει να απενεργοποιήσει το πάνελ. Αυτό γίνεται με τον έλεγχο if που εκτελείτε κάθε φορά που καλείτε η μέθοδος αυτή (περίπου όπως και νωρίτερα), περιέχοντας τρεις γραμμές κώδικα με την εξής λογική. Δώσε σε αυτό το πάνελ, την αντίθετη κατάσταση από αυτή που έχει τώρα.

Με την απενεργοποίηση του πάνελ είναι η στιγμή όπου η εφαρμογή περιμένει από τον χρήστη να σαρώσει την εικόνα του σχήματος 5.1.

5.3.1 Animation

Σχετικά με κουμπί εικόνα που δημιουργήθηκε νωρίτερα, η διαδικασίες που έγιναν είναι πλέον γνωστές για το συγκεκριμένο. Το καινούργιο είναι η κίνηση. Στο Window → Animation ανοίγει ένα νέο παράθυρο, με την επιλογή create του animation folder καθώς και του (LeftToRight) όπου θα το αποθηκεύσει στον υπολογιστή. Επιλέγουμε το αντικείμενο, το κουμπί και μετά ορίζουμε το σημείο όπου θέλουμε να ξεκινάει, με την ταχύτητα που θα εμφανιστεί και που θα σταματήσει. Τέλος, πάμε στον φάκελο που αποθηκεύτηκε και ανοίγουμε τις ιδιότητες του ώστε να αφαιρέσουμε την επιλογή για επανάληψη (loop). Κάτι παρόμοιο δεν εφαρμόστηκε για το πάνελ, μιας και δεν μπορεί να συνδυαστεί με την ενεργοποίηση/απενεργοποίηση αντικειμένων μέσω του κώδικα.

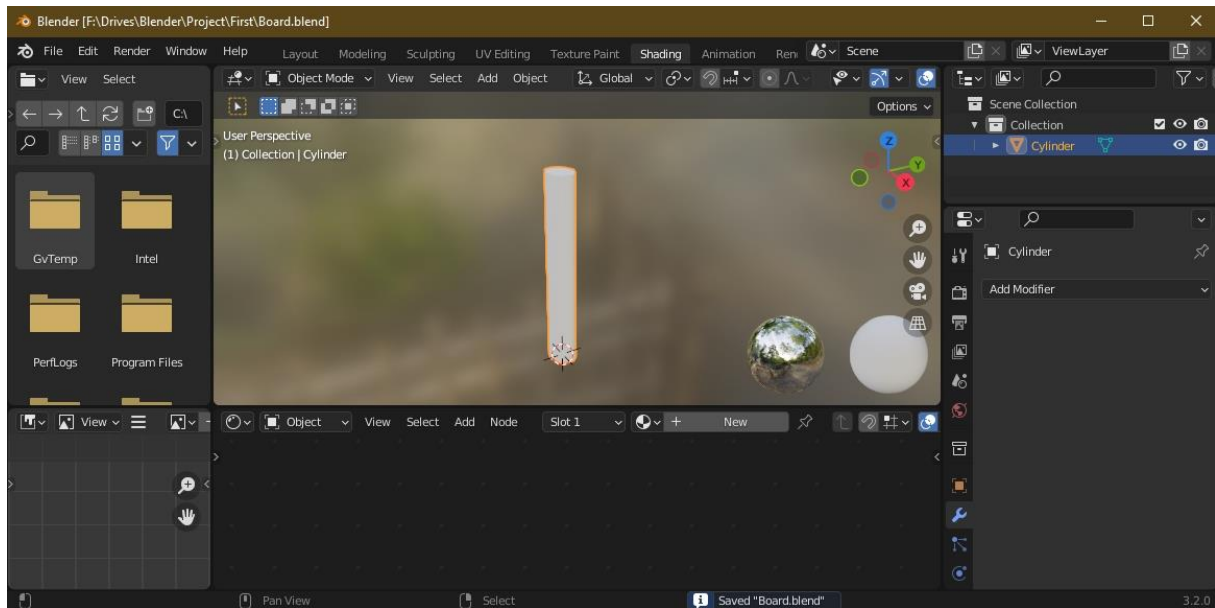
5.4 Δημιουργία 3D αντικειμένων στο Blender

Έχοντας ολοκληρωθεί η δημιουργία της AR σκηνής και του πάνελ καλωσορίσματος, συνεχίζουμε στο blender με το να δημιουργήσουμε κάποια από τα κύρια αντικείμενα που σε αυτά στηρίζεται η εφαρμογή.

5.4.1 Σχολικός πίνακας

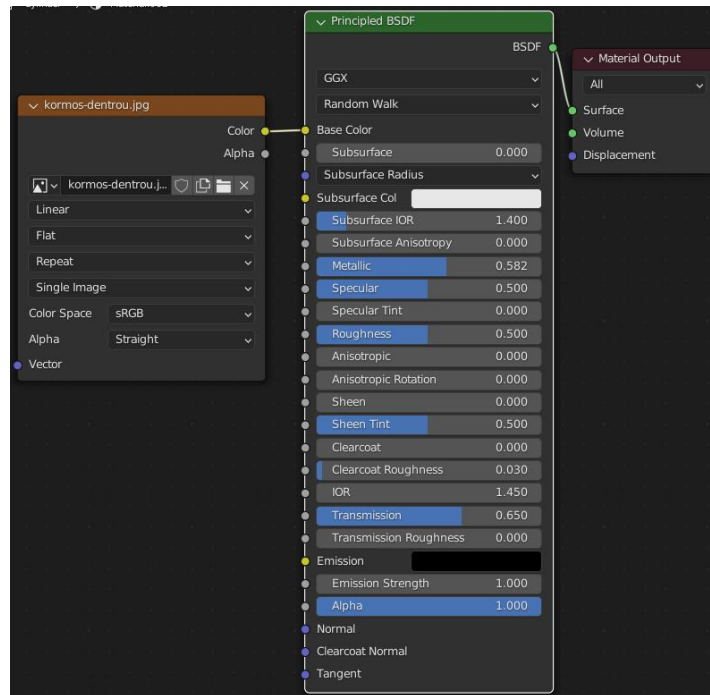
Η AR σκηνή στο unity είναι έτοιμη για την προσθήκη αντικειμένων, από το blender. Ανοίγοντας το, δημιουργούμε ένα νέο άδειο χώρο έτσι ώστε να προσθέσουμε αντικείμενα για την δημιουργία της σκηνής. Αναλυτική αναφορά του περιβάλλοντος της εφαρμογής έγινε στο κεφάλαιο 3.4.

Επιλέγουμε Add → Mesh → Cylinder, προσαρμόζουμε τις τιμές του x - y - z της εκάστοτε κατηγορίας location - rotation - scale. Έπειτα από τη καρτέλα Shading, επιλέγουμε τον κύλινδρο (Σχήμα 5.6), το ένα από τα δύο πόδια του μελλοντικού πίνακα.



Σχήμα 5.6: Shading του Blender

Επιλέγουμε το New που βρίσκεται στο κέντρο του παραθύρου. Μέσω του Principled BSDF μια από τις πρώτες επιλογές είναι να του δώσουμε χρώμα. Εδώ επιλέχτηκε μια διαφορετική προσέγγιση, προσθέτοντας μια εικόνα κάνοντας Add → Texture → Image Texture. Η εικόνα μοιάζει με κορμό από δέντρο, δίνοντας το μια πιο αληθοφανή αίσθηση από ένα απλό ελαφρύ καφέ χρώμα. Το πεδίο color συνδέθηκε με το base color του Principled BSDF. Από το κάθετο μενού στα δεξιά επιλέχτηκε το προ τελευταίο (Material Properties) και επιλέχτηκε το preview στην επιλογή sphere. Επιπλέον από το BSDF (Σχήμα 5.7) μία από τις ρυθμίσεις που προσαρμόστηκαν ήταν το metallic και το transmission. Όσον αφορά του UV Editing για το περιτύλιγμα της εικόνα του κορμού, δεν έγινε κάποια προηγμένη ρύθμιση μιας και ταιριάζει κατάλληλα.



Σχήμα 5.7: Το Material για τις βάσεις του πίνακα

Έχοντας ολοκληρώσει την δημιουργία της πρώτης βάσης του πίνακα στο Layout και την εμφάνιση του (Material) στο Shading, επιστρέφουμε στο Layout για να κάνουμε duplicate την βάση διατηρώντας όλες τις ρυθμίσεις όπου κάναμε στο αρχικό.

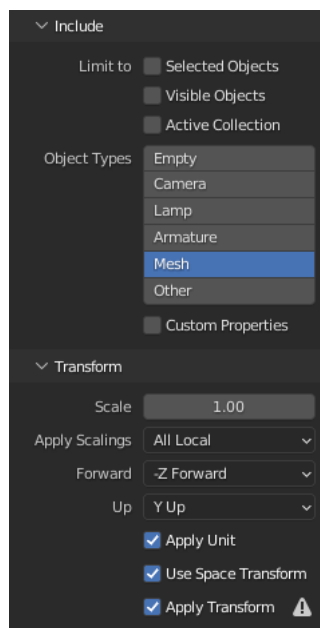
Επιπλέον προσθέτουμε ένα αντικείμενο τύπου κύβου, όπου προσαρμόζουμε το μέγεθος σε όλους τους άξονες (x, y, z) φτάνοντας το σε μια μορφή όπου θα ταιριάζει με πίνακα. Πριν ξεκινήσουμε με το material του, διαμορφώνουμε πλήρως την ένωση των τριών αντικειμένων στην σκηνή μας. Πιο συγκεκριμένα την απόσταση μεταξύ τους και το μέγεθος τους ως σύνολο πλέον. Τέλος στο shading δημιουργούμε αντίστοιχα ένα Principled BSDF, κυρίως για το χρώμα του πίνακα, όπου είναι (σε δεκαεξαδική μορφή) #D6701F και κάποιες λεπτομέρειες όπως το metallic κ.α.. Με το πέρας των βημάτων αυτών, δημιουργήθηκε η βασική όψη (πίσω και το μπροστά περίγραμμα) του πίνακα.

Στην συνέχεια ακολουθούμε ξανά τα βήματα της προηγούμενης παραγράφου, δημιουργώντας ένα ακόμα ίδιο αντικείμενο σε χρώμα πράσινο (#37B246) μικραίνοντας τις τιμές του x και z αναλογικά για να μην προεξέχει από το προηγούμενο (καφέ αντικείμενο), και για τον άξονα z οι τιμές μένουν ίδιες. Μετακινώντας το ως προς τον άξονα του, προς τα εμπρός ώστε να υπερβαίνει (στο ελάχιστο) σε θέση καταφέρνοντας το αποτέλεσμα στο Σχήμα 5.8. Τέλος, από το Modifier Properties (Σχήμα 5.6) προστέθηκε και στα δυο πάνω κομμάτια του πίνακα (καφέ και πράσινο) ένα modifier ξεχωριστά, το Bevel με 0,06m τιμή στο amount δίνοντας μια ελαφριά καμύλη στα υπάρχων αντικείμενα (κομμάτια), μα κυρίως στα άκρα τους.



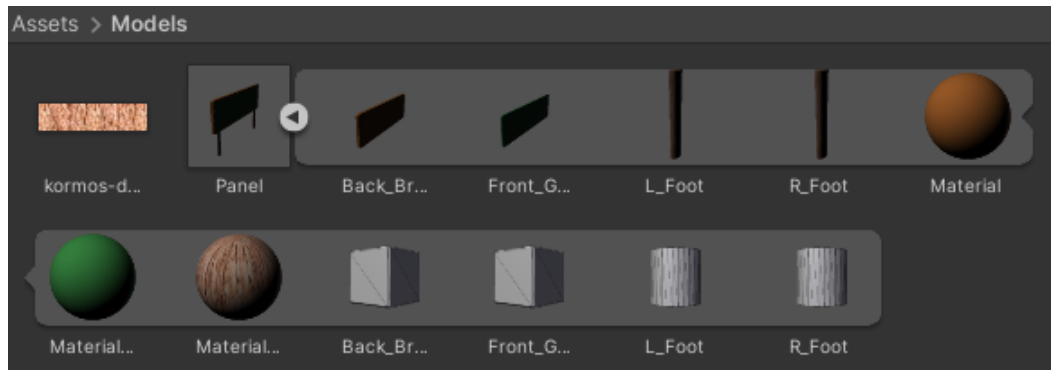
Σχήμα 5.8: Πρώτη μορφή του πίνακα από το Shading του Blender

Με την δημιουργία του πρώτου ολοκληρωμένου αντικειμένου στο Blender, τον πίνακα, ας κάνουμε κάποιες δοκιμές. Για την εξαγωγή του πίνακα ακολουθούμε τα εξής βήματα: File → Export → FBX (.fbx) και από τον file explorer που μας ανοίγει, δίνουμε όνομα της αρεσκείας μας (Board), επιλέγουμε τον φάκελο προς αποθήκευση που θέλουμε και στα δεξιά από τις βασικές ιδιότητες που συναντάμε, για την συγκεκριμένη υλοποίηση, φροντίζουμε να είναι όπως το Σχήμα 5.9.



Σχήμα 5.9: Ιδιότητες εξαγωγής αντικειμένου Blender

Επιστρέφοντας στο Unity project, εισάγουμε το fbx αρχείο στο φάκελο models όπως και την εικόνα κορμού δέντρου (Σχήμα 5.10). Για την εμφάνιση του στον εικονικό χώρο, το εισάγουμε στο imageTarget.

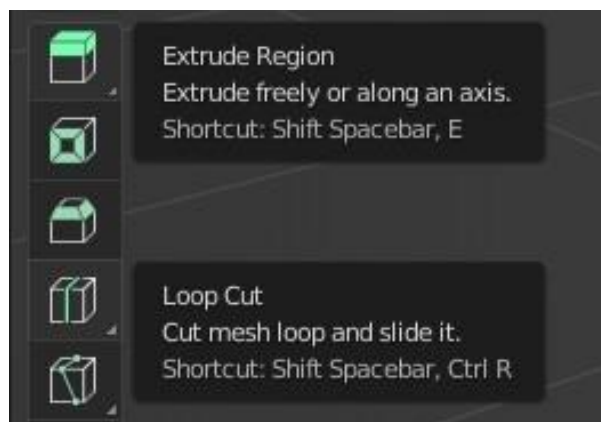


Σχήμα 5.10: Περιεχόμενα αντικειμένου Blender

5.4.2 Σχολικές καρέκλες

Για την υλοποίηση μιας σχολικής παραδοσιακής καρέκλας στο blender τα δεδομένα δυσκολεύουν σε σχέση με τον σχολικό πίνακα που υλοποιήθηκε νωρίτερα, μιας και αποτελείται από αρκετά κομμάτια, κυρίως με καμπύλες.

Δημιουργούμε ένα νέο κενό project και προσθέτουμε ένα κύβο με τιμές στο scale $x=1$, $y=1$ και $z=0,05$. Αλλάζουμε το γυροσκόπιο ώστε να έχουμε άμεση επαφή με την κάτω επιφάνεια για να ετοιμάσουμε τα πόδια της καρέκλας. Σε αυτό το σημείο, από το μενού ή με το πλήκτρο Tab, αλλάζουμε από Object Mode σε Edit Mode για να εμφανιστούν οι επιπλέον δυνατότητες στα αριστερά. Δύο από αυτές που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το Loop Cut και το Extrude Region (Σχήμα 5.11).



Σχήμα 5.11: Εργαλεία του Edit Mode

Κάνοντας χρήση του Loop Cut, καταφέρνουμε να χωρίσουμε τον κύβο σε τμήματα (Σχήμα 5.12)



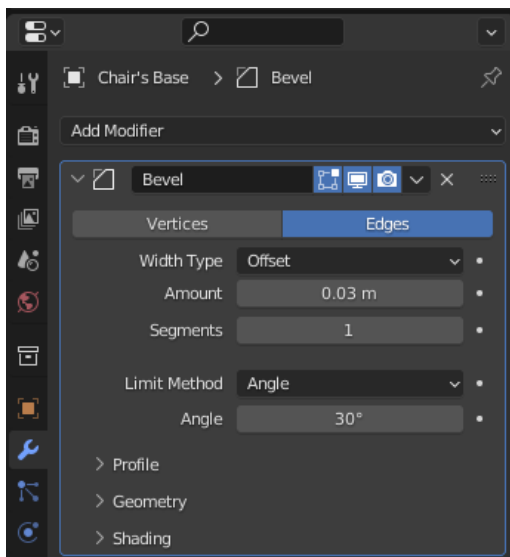
Σχήμα 5.12: Χρήση το Loop Cut

Σε αυτό το σημείο αλλάζουμε από Vertex selection mode σε Face selection mode (το βρίσκουμε στο πάνω μενού) και έτσι μπορούμε να επιλέξουμε ταυτόχρονα τις τέσσερις γωνίες και να κάνουμε χρήση του Extrude Region εργαλείου καταφέροντας από το υπάρχον αντικείμενο να το επεκτείνουμε μερικώς δημιουργώντας τέσσερα πόδια ίδιων διαστάσεων. Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία για την επέκταση δυο σημείων από την επάνω μεριά σχηματίζοντας την βάση της πλάτης. (Σχήμα 5.13).



Σχήμα 5.13: Χρήση το Extrude Region

Από το Modifier Properties προσθέτουμε στην Chair's Base (Σχήμα 5.13) ένα modifier, το Bevel (Σχήμα 5.14) με 0,03m τιμή στο amount δίνοντας μια ελαφριά κυρτότητα στο υπάρχον αντικείμενο (κομμάτι), μα κυρίως στα άκρα του.



Σχήμα 5.14: Modifier Bevel στην βάση της καρέκλας

Στην συνέχεια δημιουργούμε ένα ανεξάρτητο αντικείμενο (Chair's Button), μεγαλύτερο κατά 5% από τις διαστάσεις του προηγούμενου κύβου με σκοπό να καλύπτει μόνο το εικονικό κάθισμα της καρέκλας (όχι τα πόδια, όχι την πλάτη) και του προσθέτουμε το modifier bevel με τιμή 0,03m στο amount.

Για την πλάτη της καρέκλας (Chair's Back), προσθέτουμε ένα Plane (Add → Mesh → Plane) δίνοντας του αρχικές τιμές position $x=90$ $y=-90$ $z=0$ και scale $x=0,2$ $y=0,90$ $z=0,05$. Στο αντικείμενο (κομμάτι) αυτό προστέθηκαν δύο modifier, το bevel με $amount=0,023m$ και το Array με $count=3$ και το Factor $x=1,3$ $y=0$ $z=0$.

Έχοντας δώσει στα τρία κομμάτια (Chair's Base, Chair's Buttum, Chair's Back) της καρέκλας, τις διαστάσεις και την μορφή που χρειαζόμαστε, από το Layout πάμε στο Shading για να δώσουμε χρώμα σε κάθε ένα από αυτά. Πιο συγκεκριμένα προσθέτουμε ένα ίδιο material για κάθε ένα από τα κομμάτια με την εξής διαφορά:

- Chair's Base με base color το κερασί κόκκινο (#D2042D)
- Chair's Buttum και Chair's Back με base color το κάμελ (#D6701F)

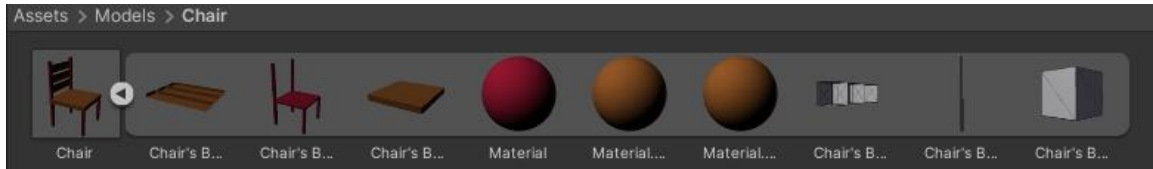
Με την ολοκλήρωση των παραπάνω βημάτων, το αποτέλεσμα που προκύπτει απεικονίζεται στο σχήμα 5.15.



Σχήμα 5.15: Τελική μορφή της σχολικής καρέκλας

Για την εξαγωγή από το blender επιλέγουμε την μορφή FBX(.fbx), από το Object Type μόνο το Mesh και στο Transform το Apply Transform, ίδια διαδικασία με τον πίνακα στον Σχήμα 5.9.

Στο Unity project, εισάγουμε το fbx αρχείο του αντικειμένου Chair (Σχήμα 5.16) στο φάκελο models, και το εισάγουμε στο imageTarget μαζί με το προϋπάρχον του πίνακα.



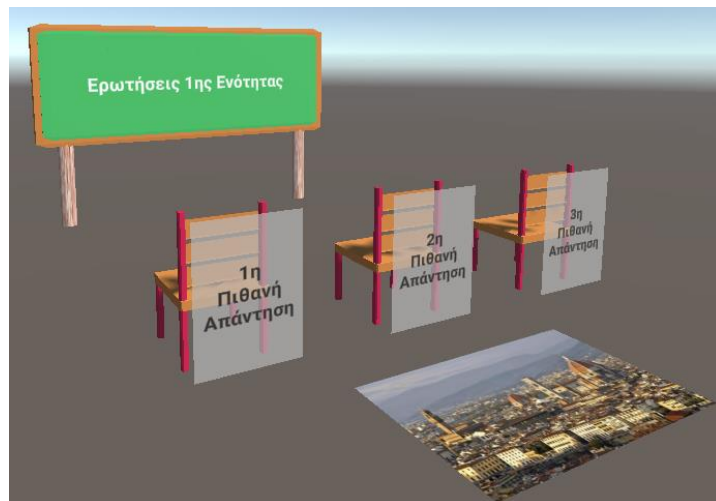
Σχήμα 5.16: Ιδιότητες της καρέκλας στο Unity

5.5 Διαμόρφωση εικονικού χώρου στο Unity

Τοποθετούμε τα αντικείμενα που έχουμε εισάγει στο Unity μέσα στην AR σκηνή διαμορφώνοντας τον χώρο όπως μια απλή σχολική τάξη. Πρώτα τοποθετούμε την καρέκλα, κάνοντας δύο αντίγραφα της και τις τοποθετούμε σε ίδιο ύψος (άξονας y), σειρά (άξονας z) και απόσταση μεταξύ τους.

Πιο μπροστά από τις καρέκλες προσθέτουμε το αντικείμενο πίνακα (Panel) μαζί με ένα TextMeshPro (TableQuestion) όπου θα εμφανίζονται οι βασικές ερωτήσεις που περιέχονται στο βιβλίο του μαθητή καθώς και κάποιες επιπλέον όπου δημιουργήθηκαν από την ίδια ύλη.

Πίσω από τις καρέκλες δημιουργούμε ένα καμβά (AnswersCanvas) όπου περιλαμβάνει το κείμενο για τις απαντήσεις των ερωτήσεων που πίνακα. Μερικές από τις βασικές ιδιότητες των κουμπιών για τις πιθανές απαντήσεις είναι: το component της εικόνας να δέχεται Source Image τύπου UISprite, για Material χρησιμοποιούμε το Bangers SDF-Drop Shadow και το TextMeshPro σε Roboto-Bold SDF όπου αναγνωρίζει πλήρως όλους τους νεοελληνικούς χαρακτήρες. Πλέον η σκηνή, σε σχεδιαστικό κομμάτι είναι όπως το Σχήμα 5.17.



Σχήμα 5.17: AR σκηνή πρώτης Ενότητας

Στα παραπάνω αντικείμενα έχουν προστεθεί με προσοχή και αναλογικά οι τιμές για την θέση, το μέγεθος και την μεταξύ τους απόσταση για κάθε εικονικό τρισδιάστατο αντικείμενο, όπου κατά την προβολή της σκηνής θα εμφανιστεί ένας ομοιόμορφος χώρος με σωστές αναλογίες.

5.6 Υλοποίηση παιχνιδιού

Έχοντας δημιουργήσει τον εικονικό χώρο ετοιμάζουμε τον κώδικα που θα χρησιμοποιήσουμε στην ενότητα αυτή. Ορίζουμε σε σειρά ανά ομάδα τον τύπο των αντικειμένων που θα χρησιμοποιήσουμε, λίγες βοηθητικές μεταβλητές καθώς και τους τρεις βασικούς πίνακες (Σχήμα 5.18). Ακολουθώντας τους κανόνες που ορίστηκαν στο κεφάλαιο 4.3, δίνοντας στις βοηθητικές μεταβλητές τον μικρότερο τύπο για δέσμευση μνήμης, `short` με 16 bits και όχι `int` που είναι 32 bits.

```
public TMP_Text TableQuestion;
public GameObject AnswersCanvas;
public List<TMP_Text> AnswersText = new List<TMP_Text>();

private short line, row_text, column, correctAnswersCounter;

private string[] Questions = {
    "Ποια ήταν η <<πρωτεύουσα>> της ευρωπαϊκής Αναγέννησης;",
    "Ποιοι καλλιτεχνικοί τομείς αναπτύχθηκαν κυρίως την περίοδο της Αναγέννησης;",
    "Ποιοι επιστημονικοί τομείς αναπτύχθηκαν κυρίως την περίοδο της Αναγέννησης;",
    "Με βάση την Πηγή 2 (Σελ.14) τι επικαλείται ο Μαρτίνος Λούθηρος για να στηρίξει την απόφαση του να αμφισβητήσει το αλάθητο του Πάπα;",
    "Ποιες ήταν οι σπουδαιότερες γεωγραφικές ανακαλύψεις των Ευρωπαίων κατά τον 15ο και τον 16ο αιώνα;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια περίοδο έζησε ο Ισαάκ Νεύτων;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια περίοδο έζησε ο Βολταίρος;",
    "Ποιες ήταν οι δύο μεγάλες επαναστάσεις που ξέσπασαν στα τέλη του 18ου αιώνα; Έχοντας επηρεασθεί από τις ιδέες του Διαφωτισμού",
    "Ποιες ομοιότητες παρατηρείτε ανάμεσα στην Αμερικάνικη και την Γαλλική Επανάσταση;",
    "Ποια θεωρούνται τα σημαντικότερα ανθρώπινα δικαιώματα με βάση τα κείμενα των δύο πηγών (Σελ.22);"
};

private string[,] TextChoices = {
    {"Ολλανδία", "Ελλάδα", "Φλωρεντία"},
    {"Ζωγραφική\nΓραμμική", "Ζωγραφική\nΓλυπτική\nΑρχιτεκτονική", "Γλυπτική\nΘέατρο"},
    {"Ιατρική\nΖωολογία", "Ιατρική\nΑνατομία\nΑστρονομία", "Αστρονομία\nΓεωλογία"},
    {"Τα λεγόμενα της Αγίας γραφής", "Τα λεγόμενα της Καινής Διαθήκης", "Τα λεγόμενα απο το Κοράνι"},
    {"Αμερική", "Χαμένη Ατλαντίδα", "Μυκήνες"},
    {"1643\n-1727", "1712\n-1778", "1694\n-1778"},
    {"1643\n-1727", "1694\n-1778", "1712\n-1778"},
    {"Ελληνική Επανάσταση", "Αμερικάνικη\nκαι\nΓαλλική\nΕπανάσταση", "Ιταλική Επανάσταση"},
    {"Χρόνος\nΑνεξαρτησία\nΔιαφωτισμός", "Διαφωτισμός\nΧρόνος", "Ανεξαρτησία\nΤόπος"},
    {"Ζωή\nΙσοότητα\nΕλευθερία", "Ιδιοκτησία\nΑθλητισμός", "Ισοότητα\nΥγνος"}
};

private short[] correctAnswers = { 2, 1, 1, 0, 2, 0, 1, 1, 0, 0 };
```

Σχήμα 5.18: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων

Όπως αναφέραμε στο κεφάλαιο 5.3, με το πάτημα του κουμπιού ‘Ας ξεκινήσουμε’ στο πάνελ καλωσορίσματος, καλείτε η μέθοδο `StartGame`, όπου κλείνει το πάνελ και βρίσκεται σε αναμονή να σαρώσουμε το σχήμα 5.1. Με το πέρας της σάρωσης, συνεχίζει για να καλέσει την μέθοδο `LoadQnA` όπου εκτελεί μια σειρά από εντολές (Σχήμα 5.19). Με την ολοκλήρωση του πρώτου ελέγχου, εάν η οριζόντια θέση που βρίσκονται οι πιθανές απαντήσεις στον 2D πίνακα, είναι μικρότερη από το μέγεθος του πίνακα, τότε στο κείμενο του πίνακα (`PanelQuestions`) θα εμφανίσει την αντίστοιχη ερώτηση καθώς και τις πιθανές απαντήσεις γι’ αυτήν. Η βοηθητική μεταβλητή `line`, περιέχει την θέση της κάθε ερώτησης και με την χρήση της, την αυξάνουμε επιτόπου κατά ένα. Περίπου ίδια λογική διατηρεί και η μεταβλητή `column` για την σειρά των επιλογών μονό που αφού εμφανίσουμε όλες τις επιλογές σε σειρά, την μηδενίζουμε ώστε να ξεκινήσει στην νέα σειρά με τιμή μηδέν. Η μεταβλητή `row_text` αυξάνεται μόνο όταν εμφανιστούν όλες οι επιλογές μίας σειράς έτσι ώστε να είναι έτοιμη όταν την ξανά χρησιμοποιήσουμε να πάει στην επόμενη σειρά. Με την χρήση `lambda expression` καθώς και της συνάρτησης `forEach` (αντί για το κλασικό `for loop`), επιτυγχάνετε πιο “καθαρός”, και σαφώς πιο ευανάγνωστος κώδικας.

```

private bool LoadQnA() {
    if (row_text < TextChoices.GetLength(0)) {
        AnswersText.ForEach(
            answersText => answersText.text = TextChoices[row_text, column++]);
        column = 0; row_text++;
    }
    else {
        return false;
    }
    TableQuestion.text = Questions[line++];
    return true;
}

```

Σχήμα 5.19: Μέθοδος LoadQnA πρώτης πίστας

Στο σημείο αυτό έχουν εμφανιστεί όλα τα αντικείμενα στον εικονικό χώρο καθώς και οι ερωτήσεις.

Όταν επιλέξουμε μια από τις απαντήσεις καλείται η μέθοδος PressedAnswer (Σχήμα 5.20) όπου δέχεται μία ακέραια τιμή ως παράμετρο, από την απάντηση που επιλέξαμε με αντίστοιχη τιμή μηδέν, ένα, δύο. Ουσιαστικά ελέγχουμε εάν η επιλογή μας (choice) είναι ίδια με την σωστή απάντηση που έχει οριστεί στον πίνακα correctAnswers. Εάν είναι τότε αυξάνουμε τον μετρητή σωστών απαντήσεων (correctAnswersCounter) κατά μία μονάδα. Μετά την εκτέλεση του κώδικα αυτού συνεχίζουμε σε ένα δεύτερο έλεγχο όπου καλεί την μέθοδο που φτιάξαμε (Σχήμα 5.19) για να ελέγχει εάν υπάρχει επόμενη ερώτηση και να την εμφανίσει. Εάν δόθηκε απάντηση στην τελευταία ερώτηση, η LoadQnA θα μας επιστρέψει τιμή false και θα περάσει τον έλεγχο για λάθος τιμή. Εν συνεχεία, απενεργοποιείται ο καμβάς που περιέχει τις πιθανές απαντήσεις και ταυτόχρονα, στον τρισδιάστατο εικονικό πίνακα αναφέρουμε το τέλος της ενότητας αυτής καθώς και τις σωστές με τις λάθος απαντήσεις που δόθηκαν. Για τις λανθασμένες, αποφεύγουμε να κάνουμε χρήση ενός επιπλέον μετρητή που θα αυξάναμε μέσα από έναν έλεγχο για εσφαλμένη απάντηση. Αντ' αυτού, μόνο σε ένα σημείο και για μία φορά στον κώδικα κάνουμε την εξής πράξη, αφαιρούμε από το σύνολο των ερωτήσεων τον μετρητή με τις σωστές.

Τέλος, κάνουμε χρήση της βιβλιοθήκης System.Threading.Tasks για να προσθέσουμε μια μικρή συνολική καθυστέρηση τριών δευτερολέπτων πριν εμφανίσουμε το πάνελ ολοκλήρωσης (ShowHidePanel) της ενότητας αυτής. Έτσι θα μπορεί με άνεση ο χρήστης, ιδίως οι μαθητές να δουν τα αποτελέσματα με τις επιδόσεις τους στον πίνακα. Για την παύση αυτή, εκτός από την χρήση της βιβλιοθήκης και την ίδια την εντολή, είναι ως προαπαιτούμενο η μέθοδος στην οποία θα την εκτελέσουμε να είναι τύπου async (ασύγχρονη). Αυτό γίνεται μιας και η C# εκτελείται line by line, αλλά στην συγκεκριμένη περίπτωση δεν θέλουμε να κάνουμε παύση το main thread, αλλά μόνο τις επόμενες εντολές.

```

public async void PressedAnswer(int choice) {
    CorrectOrWrongChoice(choice);
    if (!LoadQnA()) {
        await Task.Delay(300);
        AnswersCanvas.SetActive(false);
        TableQuestion.text = "Τέλος 1ης Ενότητας."
            + "\nΣωστες Απαντήσεις: " + correctAnswersCounter
            + "\nΛανθασμένες Απαντήσεις: " + (Questions.Length-correctAnswersCounter);
        await Task.Delay(2700);
        ShowHidePanel("GoodBye");
    }
}

```

Σχήμα 5.20: Μέθοδο PressedAnswer

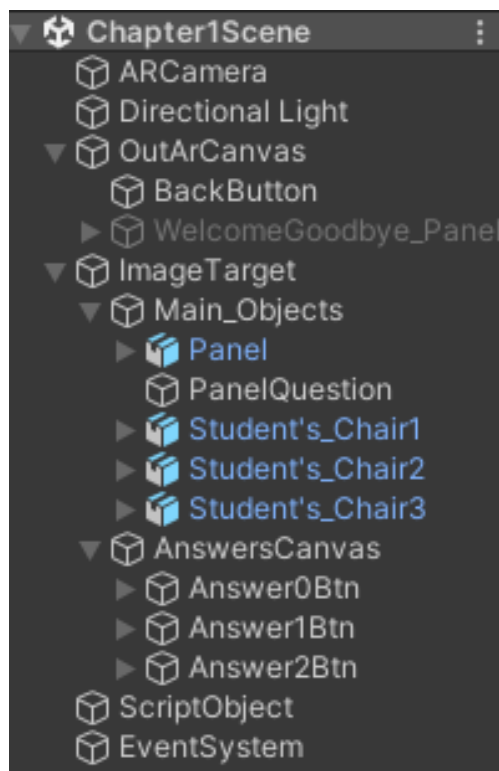
5.7 Ολοκλήρωση πρώτης σκηνής

Έχοντας ολοκληρωθεί το εκπαιδευτικό παιχνίδι της πρώτης ενότητας, το WelcomeGoodbye_Panel θα εμφανιστεί (το ίδιο πάνελ με το κεφάλαιο 5.3) με διαφορετικό περιεχόμενο όμως μέσω κώδικα. Ως τίτλος θα υπάρχει ένα μήνυμα ‘Ολοκλήρωσες την πρώτη ενότητα του παιχνιδιού μας’ καθώς και θα εμφανιστεί μια εικόνα όπου θα μας επιβραβεύει για την όλη προσπάθεια. Σε αυτό το σημείο θα υπάρχει η δυνατότητα να επιλέξουμε μέσω κουμπιού για την συνέχεια στην επόμενη ενότητα ή το κουμπί για την επιστροφή στο αρχικό μενού ενοτήτων.

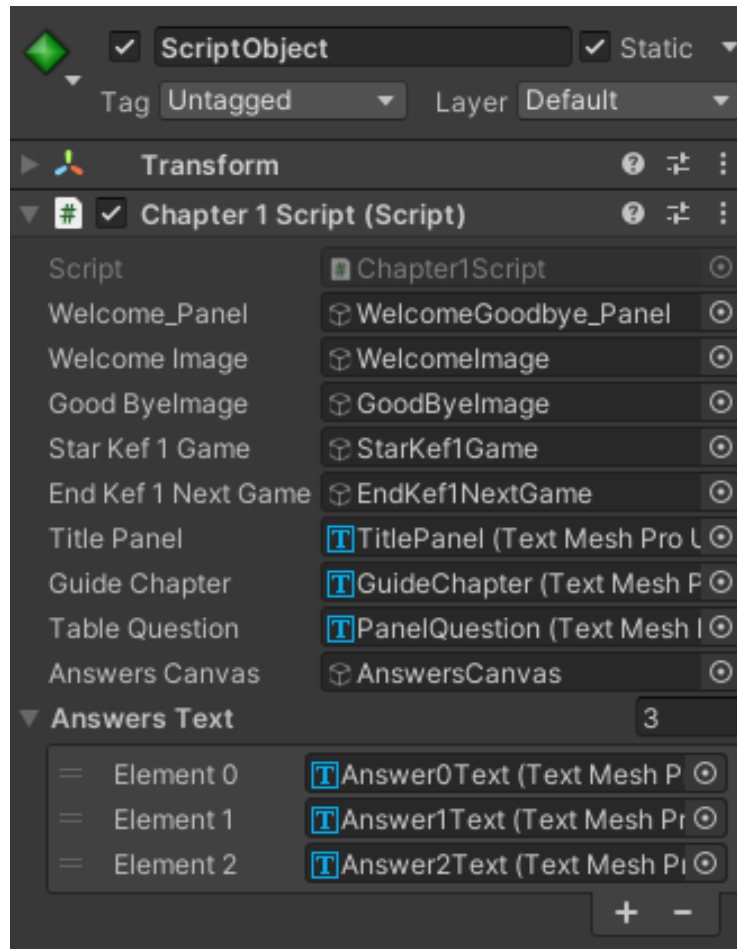
Κλείνοντας, σχετικά με τον κώδικα, οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν στην σκηνή αυτή είναι η εξής:

- System.Threading.Tasks : για την εκτέλεση της εντολής await Task.Delay()
- UnityEngine.SceneManagement : για την εκτέλεση της εντολής για αλλαγή σκηνής και για την δημιουργία μεταβλητών τύπου Game Object
- UnityEngine: για το casting της κλάσης μας σε MonoBehaviour και για το Sprite πίνακα εικόνων
- UnityEngine.UI : κυρίως για τις μεταβλητές των κουμπιών (Button)
- TMPro : κυρίως για τις μεταβλητές τύπου TMP_Text

Στο Σχήμα 5.21 απεικονίζεται η τελική ιεραρχία που ακολουθήθηκε καθώς και η σύνδεση των αντικειμένων αυτών με τις μεταβλητές (που δημιουργήσαμε στο script κώδικα), μέσω του ScriptObject (Σχήμα 5.22).



Σχήμα 5.21: Ιεραρχία σκηνής πρώτης ενότητας



Σχήμα 5.22: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους

5.8 Επίλογος

Το πέμπτο κεφάλαιο, όπου βασίζεται στην ύλη της πρώτης ενότητας του σχολικού βιβλίου, έγινε η υλοποίηση της πρώτης πίστας του παιχνιδιού ακολουθώντας αναλυτικά την βασική δομή που ορίστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 6ο: Οι Έλληνες κάτω από την οθωμανική και τη λατινική κυριαρχία

6.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό βασίζεται στην δεύτερη ενότητα του βιβλίου της ιστορίας, και πιο συγκεκριμένα σε ερωτήσεις μέσα από την ύλη του βιβλίου, σε ένα βασικό επαυξημένο περιβάλλον το οποίο δημιουργήθηκε ωρίτερα, μία σχολική τάξη. Η σκηνή θα περιέχει την βασική δομή που έχουμε ορίσει (ένα πίνακα και τρεις καρτέκλες) εμπλουτίζοντας την με ένα γραφείο μαθητή για κάθε καρτέκλα και ένα πιο σύνθετο ως έδρα δασκάλου. Στην πίσω όψη της κάθε καρτέκλας του μαθητή θα εμφανίζεται μια από τις τρεις πιθανές απαντήσεις, με την δυνατότητα πλέον ως απάντηση και με εικόνα. Με τους τρόπους αυτούς δίνουμε στον χρήστη μια επιβράβευση που βρίσκεται στην δεύτερη πίστα (ενότητα) του παιχνιδιού μας καθώς και ένα επιπλέον κίνητρο εξερεύνησης νέων αντικειμένων.

6.2 Δημιουργία AR σκηνής

Ακολουθώντας τους κανόνες που ορίσαμε, δημιουργούμε μια νέα σκηνή (Chapter2Scene) και από τα πρώτα πράγματα όπου κάνουμε είναι να αφαιρέσουμε την default main camera. Στην συνέχεια εισάγουμε το vuforia πακέτο όπως ορίσαμε στο κεφάλαιο 3.3.1 και πλέον μπορούμε να προσθέσουμε μια κάμερα με AR δυνατότητες, και στο πεδίο της Vuforia Behaviour, το license key. Εν συνέχεια κατεβάζουμε από την σελίδα της vuforia την βάση που κάναμε και την εισάγουμε στο image target που φαίνεται στο Σχήμα 6.1.

Ακριβής αναλυτικά βήματα για τα παραπάνω, υπάρχουν στα κεφάλαια 3.3.1 έως και 3.3.5, όπου αναλύσαμε και κάποιες από τις βασικές λειτουργίες του unity, όπως και των άλλων προγραμμάτων.



Σχήμα 6.1: Image Target δεύτερης πίστας

Στην συνέχεια δημιουργούμε το ScriptObject για την αντιστοίχιση των αντικειμένων της σκηνής με τις μεταβλητές στο κομμάτι του κώδικα και συνεχίζουμε στην δημιουργία έξω από το image target ενός διαφανή καμβά (OutArCanvas), ακολουθώντας τα αναλυτικά βήματα του κεφαλαίου 5.3. Αναφορικά ορίζουμε στο Canvas Scaler για Scale with Screen Size, αλλάζουμε την προβολή σκηνής σε δυο διαστάσεις και προσθέτουμε ένα κουμπί. Στο καμβά θα εμφανίζεται ένα κουμπί (Piso), με το

animation από το κεφάλαιο 5.3.1, για την έξοδο από την πίστα του παιχνιδιού όπου θα βρίσκεται κάτω αριστερά καθ' όλη την διάρκεια του παιχνιδιού.

6.3 Καλωσόρισμα δεύτερης σκηνής

Στο εξωτερικό διάφανο διδιάστατο καμβά προσθέτουμε και ένα πάνελ (WelcomeGoodbye_Panel), το οποίο θα εμφανίζεται δυο φορές σε κάθε ενότητα, με διαφορετικό περιεχόμενο το οποίο θα αλλάζει δυναμικά μέσα από τον κώδικα, με την δήλωση των αντικειμένων να απεικονίζονται στο Σχήμα 6.2.

```
public GameObject Welcome_Panel, WelcomeImage, GoodByeImage,
    StarKef2Game, EndKef2NextGame;
public TMP_Text TitlePanel, GuideChapter;
```

Σχήμα 6.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 6.3 με την έναρξη της σκηνής καλείτε αυτόματα η μέθοδος Start, όπου με την σειρά της καλεί την ShowHidePanel, με παράμετρο το κείμενο 'Welcome' μιας και σε αυτή την κατάσταση βρίσκεται, εμφανίζοντας το εισαγωγικό πάνελ (Σχήμα 6.4) της σκηνής αυτής. Περνώντας τον πρώτο έλεγχο εμφανίζει το πάνελ και συνεχίζει με τους παρακάτω ελέγχους, εάν η παράμετρος (ComeOrBye) είχε τιμή Welcome. Στο πεδίο του τίτλου (TitlePanel) μας καλωσορίζει με το ανάλογο κείμενο και μας εμφανίζει μία εικόνα (WelcomeImage) για το πώς θα είναι η σκηνή όπου θα προβληθεί στον επαυξημένο κόσμο. Η δεύτερη φορά που εμφανίζει το πάνελ αυτό είναι στο κεφάλαιο 6.6.

```
public void Start() => ShowHidePanel("Welcome");

private void ShowHidePanel(string WelcomeOrGoodBye) {
    if (Welcome_Panel != null) {
        bool isActive = Welcome_Panel.isActiveSelf;
        Welcome_Panel.SetActive(!isActive);
    }
    if (WelcomeOrGoodBye == "Welcome") {
        switchWelcomeGoodByePanel(true);
        TitlePanel.text = "Καλωσήρθες στην 2η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Για την περιήγηση στον επαυξημένο κόσμο,"
            + "είναι απαραίτητη η σάρωση της φωτογραφίας απο την 4th σελίδα του σχολικού βιβλίου.\n" +
            "\nΚαλή επιτυχία!";
    }
    else if (WelcomeOrGoodBye == "GoodBye") {
        switchWelcomeGoodByePanel(false);
        TitlePanel.text = "Ολοκλήρωσες την 2η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Συγχαρητήρια για την προσπάθεια αυτή!";
    }
}

public void StartGame() {
    ShowHidePanel("");
    LoadQnA();
}
```

Σχήμα 6.3: Συναρτήσεις Start, ShowHidePanel και StartGame



Σχήμα 6.4: Εισαγωγικό πάνελ

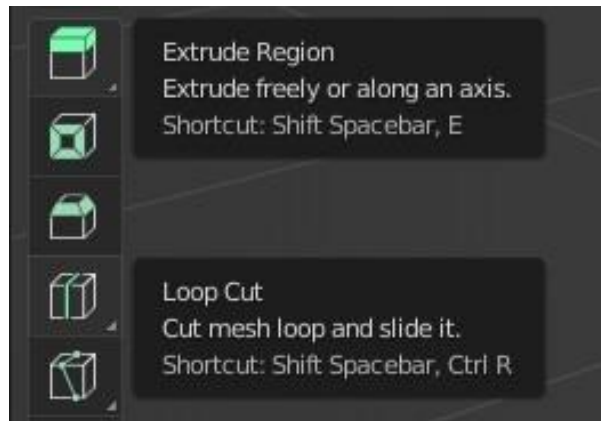
Με το πάτημα του κουμπιού ‘Ας ξεκινήσουμε’ (Σχήμα 6.4) καλείτε η μέθοδο StartGame (Σχήμα 6.3) όπου καλεί την ShowHidePanel ώστε να απενεργοποιήσει το πάνελ. Αυτό γίνεται με τον έλεγχο if που εκτελείτε κάθε φορά που καλείτε η μέθοδος αυτή, περιέχοντας τρεις γραμμές κώδικα με την εξής λογική. Δώσε σε αυτό το πάνελ, την αντίθετη κατάσταση από αυτή που έχει τώρα. Με την απενεργοποίηση του πάνελ είναι η στιγμή όπου η εφαρμογή περιμένει από τον χρήστη να σαρώσει το σχήμα 6.1.

6.4 Δημιουργία 3D αντικειμένων στο Blender

Σε αυτή την σκηνή, όπως αναφέρθηκε, θα έχουμε και κάποια αντικείμενα ακόμα. Πιο συγκεκριμένα θα φτιάξουμε στο blender μία σύνθετη έδρα για τον/την δάσκαλο/δασκάλα της τάξης και ένα απλό γραφείο μαθητή που θα συνδυάζεται με την κάθε καρέκλα.

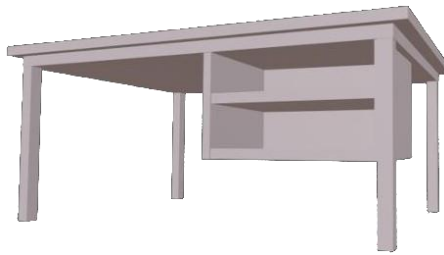
6.4.1 Έδρα δασκάλου/δασκάλας

Ξεκινώντας με την έδρα, της οποίας τα παρακάτω βήματα που θα ακολουθήσουμε μοιάζουν με την υλοποίηση της καρέκλας, όπου αναλυτικά βήματα βρίσκονται κεφάλαιο 5.4.2. Δημιουργούμε ένα κύβο, αλλάζουμε τις διαστάσεις τους ώστε να το μετατρέψουμε σε μια πλατιά επίπεδη επιφάνεια (Desk_Top) όπου θα είναι η επάνω πλευρά του γραφείου. Στην συνέχεια δημιουργούμε ένα αντίγραφο (Desk_Bottom) της επιφάνειας αυτής όπου και το τοποθετούμε κάτω από την προηγούμενη με μικρότερο μήκος και πλάτος της τάξεως του 10%. Σε αυτό το σημείο, από το μενού ή με το Tab, αλλάζουμε από Object Mode σε Edit Mode για να μας εμφανιστούν οι επιπλέον δυνατότητες στα αριστερά. Δύο από αυτές που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το Loop Cut και το Extrude Region (Σχήμα 6.5). Καταφέρνοντας να δημιουργήσουμε εικονικά χωρίσματα στα άκρα της επιφάνειας αυτής (μέσω του Loop Cut) και στην συνέχεια να τα επεκτείνουμε (μέσω του Extrude Region) προσθέτοντας έτσι και πόδια στην έδρα.



Σχήμα 6.5: Εργαλεία του Edit Mode

Τέλος, δημιουργούμε τέσσερις λεπτές πλατιές επιφάνειες από κύβο, ώστε να κατασκευάσουμε δύο ράφια κάτω δεξιά από την έδρα. Μια επιφάνεια για αριστερά, μια για δεξιά, μια για κάτω και μία για το χώρισμα στην μέση. Τα τοποθετούμε κάτω από το Collection (όπως τα ονομάζει το blender) Desk_Bottom. Η τελική μορφή του αντικειμένου αυτού σε Display in solid mode είναι το Σχήμα 6.6.



Σχήμα 6.6: Έδρα καθηγητή σε solid mode στο Blender

Όσον αφορά το χρώμα, επιλέγουμε το ίδιο (D6701F) με το κάτω μέρος και την πλάτη της καρέκλας, δίνοντας μια συνολική ομοιομορφία στον χώρο, μιας και θέλουμε να εστιάσουμε στον πίνακα (πράσινο) όπου θα είναι οι ερωτήσεις και στην πλάτη των καρεκλών (σε μια απόχρωση του κόκκινου) όπου θα είναι οι πιθανές απαντήσεις.

6.4.2 Γραφείο μαθητών

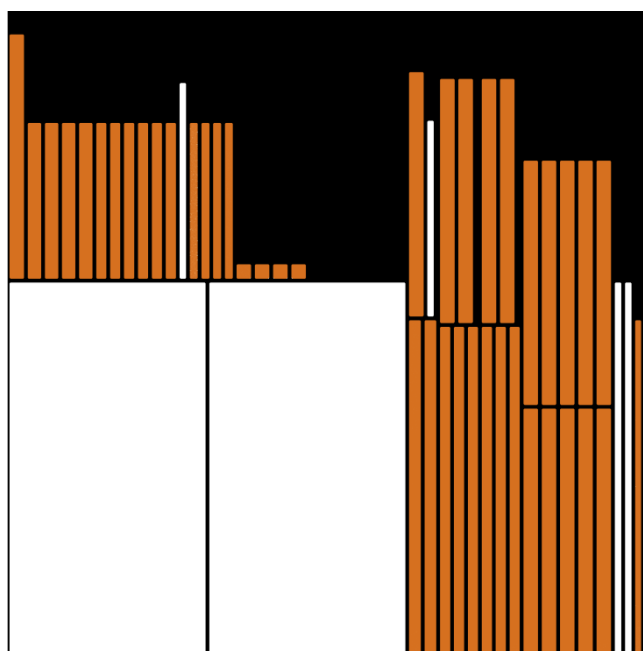
Συνεχίζοντας με το γραφείο (θρανίο) των μαθητών, δημιουργούμε ένα κύβο, αλλάζοντας τις διαστάσεις τους ώστε να το μετατρέψουμε σε μια πλατιά επίπεδη επιφάνεια (Table_Basic) όπου θα είναι η επάνω πλευρά του γραφείου. Στην συνέχεια δημιουργούμε ένα αντίγραφο (Table_Secondary) της επιφάνειας αυτής όπου και το τοποθετούμε κάτω από την προηγούμενη με μια μικρή μείωση στο μέγεθος. Κάνοντας χρήση δύο εκ των βασικότερων εργαλείων του blender, Loop Cut και το Extrude Region, προσθέτουμε και σε αυτό το γραφείο πόδια (Σχήμα 6.7) σε μια διαφορετική υλοποίηση τόσο σχεδιαστική όσο και στην προσθήκη material.



Σχήμα 6.7: Γραφείο μαθητή σε solid mode στο Blender

Σχεδιαστικά, με τον γνωστό πλέον τρόπο κάνουμε κάθετη επέκταση προς τα κάτω, δημιουργώντας έτσι τα τέσσερα πόδια. Ξανά κάνοντας χρήση του Loop Cut. “κόβουμε” την αρχή των ποδιών, ώστε με το εργαλείο Extrude Region να επεκτείνουμε το σημείο εκείνο σε κάθε πόδι δίνοντας ένα εσωτερικό περίγραμμα. Στην συνέχεια, ακολουθούμε παρόμοια λογική για να κάνουμε μία σύνδεση προς το κάτω μέρος των ποδιών.

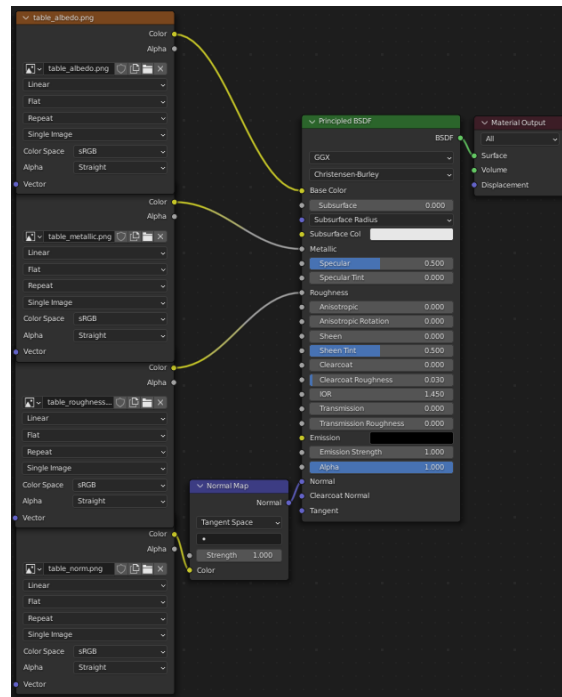
Στο συγκεκριμένο αντικείμενο, μπορούμε να προσεγγίσουμε τον χρωματισμό του με μία διαφορετική λογική. Να σχεδιάσουμε όλες τις πλευρές από το κάθε κομμάτι του γραφείου σε τρεις png εικόνες. Ξεκινώντας με το επάνω επίπεδο κομμάτι (Table_Basic), θα χρειαστούμε να σχεδιάσουμε έξι σημεία. Δύο μεγάλες επιφάνειες για το επάνω και το κάτω μέρος καθώς και τις τέσσερις τριγύρω πλευρές. Με την ίδια λογική συνεχίζουμε και με τα πόδια όπως και με τις ενώσεις τους. Η πρώτη εικόνα (Σχήμα 6.8) θα περιέχει τον χρωματισμό του κάθε κομματιού όπου θα την συνδέσουμε με το Base Color του Material. Η δεύτερη εικόνα, θα περιέχει την τραχύτητα των επιφανειών για αυτό και θα την συνδέσουμε στο πεδίο Roughness του Material. Το τρίτο αρχείο εικόνας θα περιέχει την χαρτογράφηση (Normal mapping) Color του Normal Map και αυτό με την σειρά του στο Normal του γενικού Material του γραφείου.



Σχήμα 6.8: Δήλωση χρωμάτων επιφανειών γραφείου

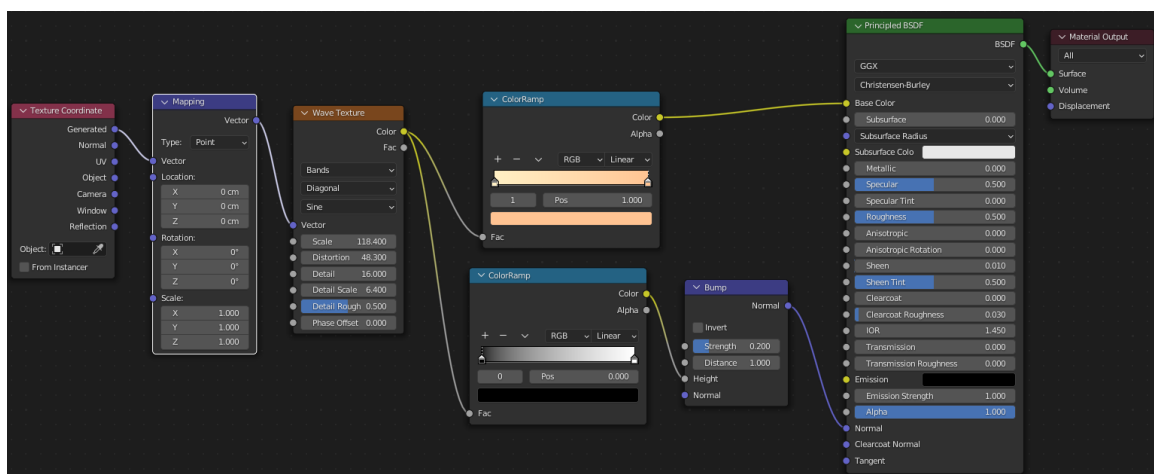
Κεφάλαιο 6

Τις τρεις αυτές εικόνες τις χρειαστήκαμε για το γενικό material (Σχήμα 6.9) του γραφείου Table_lowpoly. Το όνομα αυτό, του το δίνουμε μιας και το αντικείμενο αυτό ασχολείται με την Low Poly modeling του γραφείου όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 6.9: Γενικό Material γραφείου (Low Poly modeling)

Τέλος, χωρίς να αναλύσουμε επιπλέον λεπτομέρειες για το γραφείο μαθητή, αναφορικά μόνο ότι περιέχει και αντικείμενο High Poly modeling (Table_highpoly) στο οποίο προσθέσαμε το material για τα πόδια του γραφείου κάνοντας ένα συνδυασμό το ColorRamp, Wave Texture, Mapping και Texture Coordinate (Σχήμα 6.10).



Σχήμα 6.10: Material ποδιών γραφείου (High Poly modeling)

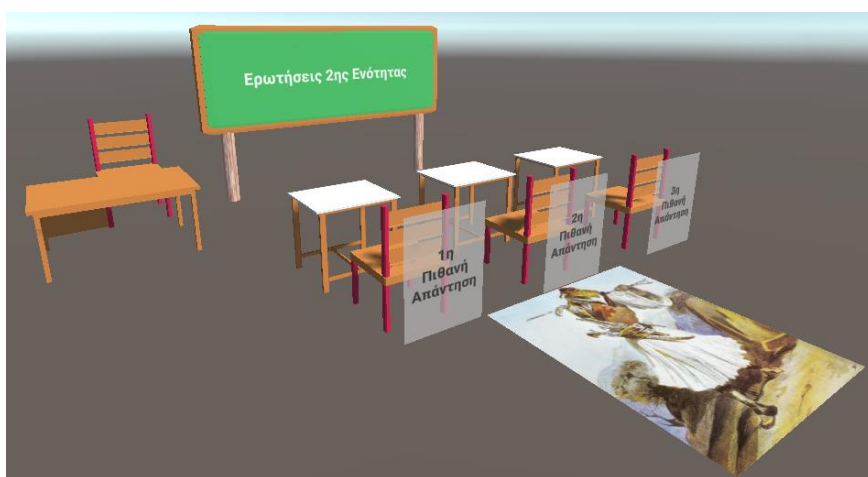
Σχετικά με το πώς ορίζονται τα μοντέλα High Poly και Low Poly στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση, καθώς και τι διαφορές έχουν, μπορούμε να βρούμε λεπτομέρειες στο κεφάλαιο 3.4.2.

6.5 Υλοποίηση παιχνιδιού

Με το πέρας όλων των παραπάνω βημάτων, στήσιμο AR σκηνής και δημιουργία νέων τρισδιάστατων αντικειμένων, βρισκόμαστε στο σημείο όπου θα διαμορφώσουμε τον εικονικό χώρο, κυρίως με τα αντικείμενα όπου δημιουργήσαμε νωρίτερα στο κεφάλαιο 5.4 καθώς και τα νέα του κεφαλαίου 6.4.

Συνολικά η εικονική μας σκηνή για το κεφάλαιο αυτό θα περιέχει τα εξής τρισδιάστατα αντικείμενα: ένα σχολικό πίνακα, την έδρα με την καρέκλα του καθηγητή καθώς και τρία σετ με γραφείο και καρέκλα μαθητή. Τοποθετούμε τα αντικείμενα που έχουμε εισάγει στο unity μέσα στην AR σκηνή διαμορφώνοντας τον χώρο, όπως μια σχολική τάξη. Για αρχή τοποθετούμε τρεις καρέκλες σε αναλογική απόσταση μεταξύ τους. Μπροστά από τις καρέκλες τοποθετούμε τα γραφεία των μαθητών σε αναλογική θέση με τις καρέκλες. Πίσω από τις καρέκλες δημιουργούμε ένα καμβά (AnswersCanvas) όπου περιλαμβάνει το κείμενο για τις απαντήσεις των ερωτήσεων που πίνακα. Μερικές από τις βασικές ιδιότητες των κουμπιών για τις πιθανές απαντήσεις είναι, το component της εικόνας να δέχεται Source Image τύπου UISprite, για Material το Bangers SDF-Drop Shadow και για το TextMeshPro σε Roboto-Bold SDF όπου αναγνωρίζει πλήρως όλους τους νεοελληνικούς χαρακτήρες. Πιο μπροστά, προσθέτουμε το αντικείμενο πίνακα (Panel) μαζί με ένα TextMeshPro (TableQuestion) όπου θα εμφανίζονται οι ερωτήσεις. Στα αριστερά του πίνακα προσθέτουμε την έδρα του καθηγητή και μια ακόμη καρέκλα.

Στα παραπάνω αντικείμενα έχουν προστεθεί με προσοχή και αναλογικά οι τιμές για την θέση, το μέγεθος και την μεταξύ τους απόσταση για κάθε εικονικό τρισδιάστατο αντικείμενο, όπου κατά την προβολή της σκηνής θα εμφανιστεί ένας ομοιόμορφος χώρος με σωστές αναλογίες. Συνεχίζοντας στη δεύτερη πίστα του παιχνιδιού έχουμε ξεκλειδώσει τα νέα αντικείμενα (έδρα καθηγητή και γραφεία μαθητών) όπου προσθέσαμε στην εικονική σκηνή. Σε σχεδιαστικό κομμάτι η σκηνή είναι όπως το Σχήμα 6.11.



Σχήμα 6.11: Εικονική σκηνή Unity δεύτερης πίστας

Και στο κομμάτι του κώδικα προστέθηκε μια νέα δυνατότητα. Ξεκινώντας με τα βασικά ορίζουμε ανά ομάδα και σε σειρά τον τύπο των αντικειμένων που θα χρησιμοποιήσουμε, λίγες βοηθητικές μεταβλητές καθώς και τους τέσσερις πλέον βασικούς μας πίνακες. Πιο συγκεκριμένα η πρώτη ομάδα μεταβλητών είναι για το εισαγωγικό πάνελ που αναφέραμε νωρίτερα. Η δεύτερη ομάδα περιέχει το καμβά για τις απαντήσεις, το tmp_text για τις ερωτήσεις καθώς και τις πιθανές απαντήσεις (κείμενο και κουμπιά). Συγκρίνοντας με το προηγούμενο κεφάλαιο, έκτος από την λίστα κουμπιών (AnswersBtn) προσθέτουμε και την λίστα (ImageChoices) με τις φωτογραφίες για απαντήσεις, ενώ η

Κεφάλαιο 6

τρύτη ομάδα έχει τις βοηθητικές μεταβλητές που θα χρειαστούμε. Στην τέταρτη και τελευταία ομάδα, βρίσκονται οι πίνακες για τις ερωτήσεις, τις πιθανές απαντήσεις κειμένου, τις πιθανές απαντήσεις εικόνων και οι σωστές θέσεις των απαντήσεων. Όπως και μας προϋδεάζει το Σχήμα 6.12, πλέον από την πίστα αυτή θα έχουμε την δυνατότητα να απαντάμε στις ερωτήσεις επιλέγοντας μία από τις εικόνες ως πιθανή απάντηση.

```
public TMP_Text TableQuestion;
public GameObject AnswersCanvas;
public List<TMP_Text> AnswersText = new List<TMP_Text>();
public List<Button> AnswersBtn = new List<Button>();
public List<Sprite> ImageChoices = new List<Sprite>();

private short line, row_text, column, row_img, correctAnswersCounter;

private string[] Questions = {
    "Ποια ήταν τα σπουδαιότερα προβλήματα που αντιμετώπισαν οι Έλληνες την περίοδο της ξένης κυριαρχίας;",
    "Με βάση την Πηγή 2 (Σελ.30), ποια είναι η ελπίδα που εκφράζουν οι υπόδουλοι Έλληνες;",
    "Ποια ήταν η θέση και ο ρόλος του Οικουμενικού Πατριαρχείου κατά την Τουρκοκρατία;",
    "Ποιες ήταν οι περίοδοι της μετανάστευσης των Ελλήνων στο εξωτερικό;",
    "Ποιες αξίες κυριαρχούν στα κείμενα του Ρήγα Βελεστινλής (Φεραίος) με βάση τις δύο πρώτες πηγές(Σελ.60);",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή ενός Αρματολού;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Αγίου Κοσμά του Αιτωλού;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Ευγένιου Βούλγαρη;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Κλέφτη;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Αδαμάντιου Κοραή;"
};

private string[,] TextChoices = {
    {"Ψηλές φορολογίες\|Παιδομάζωμα\|Αγχαρείς", "Παιδομάζωμα\|Κακοκραρία", "Ανεργία\|Παιδομάζωμα"},
    {"Ισότητα", "Απελευθέρωση\|από τους\|Τούρκους", "Ανάπτυξη"},
    {"Θρησκευτικός Ηγέτης", "Υπουργός\|Εξωτερικού", "Αρματολός"},
    {"Εθελοντική\|150-160, Υποχρεωτική\|170-180\|παιώνα", "Υποχρεωτική\|160-170, Εθελοντική\|180-190\|παιώνα", "Υποχρεωτική\|150-160, Εθελοντική\|170-180\|παιώνα"},
    {"Βελτίωση\|δρόμων", "Μόρφωση των\|παιδιών, \|Εφαρμογή\|νόμων", "Ανάπτυξη\|Γεωργίας" }
};

private short[] correctAnswers = { 0, 1, 0, 2, 1, 0, 2, 0, 1, 0 };
```

Σχήμα 6.12: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων

Συνεχίζοντας στο παιχνίδι από το κεφάλαιο 6.2, έχοντας πατήσει το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’, κλείνει το πάνελ καλωσορίσματος. Αφού σαρώσουμε το Σχήμα 6.1 συνεχίζουμε με την εκτέλεση της μεθόδου LoadQnA όπου εκτελεί μια σειρά από εντολές (Σχήμα 6.13). Πιο συγκεκριμένα διατηρούμε την λογική από το προηγούμενο κεφάλαιο, εμφανίζουμε τις ερωτήσεις στον πίνακα και τις πιθανές απαντήσεις κειμένου πίσω από τις καρτέλες, μονό που πλέον τις εμπλουτίζουμε και με εικόνες ως απαντήσεις.

```
private bool LoadQnA() {
    if (row_text < TextChoices.GetLength(0)) {
        AnswersText.ForEach(answersText => answersText.text = TextChoices[row_text, column++]);
        column = 0; row_text++;
    }
    else if (row_img < ImageChoices.Count) {
        AnswersText.ForEach(answerText => answerText.text = "");
        AnswersBtn.ForEach(answerBtn => {
            answerBtn.GetComponent<Image>().material = null;
            answerBtn.image.sprite = ImageChoices[row_img++];
        });
    }
    else {
        return false;
    }
    TableQuestion.text = Questions[line++];
    return true;
}
```

Σχήμα 6.13: Μέθοδος LoadQnA της δεύτερης πίστας

Η LoadQnA ξεκινάει με τον πρώτο έλεγχο που έχουμε, εάν η οριζόντια θέση που βρίσκονται οι πιθανές απάντηση, στον 2D πίνακα, είναι μικρότερη από το μέγεθος του πίνακα, τότε στο κείμενο του πίνακα (PanelQuestions) θα εμφανίσει την αντίστοιχη ερώτηση καθώς και τις πιθανές απαντήσεις γι’ αυτήν. Η βοηθητική μεταβλητή line, περιέχει την θέση της κάθε ερώτησης και με την χρήση της, την αυξάνουμε επιτόπου κατά ένα. Παρόμοια λογική διατηρεί και η μεταβλητή column για την σειρά των

επιλογών μονό που αφού εμφανίσουμε όλες τις επιλογές σε σειρά την μηδενίζουμε. Η μεταβλητή `row_text` αυξάνεται μόνο όταν εμφανιστούν όλες οι επιλογές μίας σειράς έτσι ώστε να είναι έτοιμη όταν την ξανά χρησιμοποιήσουμε να πάει στην επόμενη σειρά. Με το πέρας όλων των πιθανών απαντήσεων κειμένου η `LoadQnA` θα συνεχίσει στις πιθανές απαντήσεις εικόνων.

Η μέθοδος θα συνεχίσει στο δεύτερο μπλοκ κώδικα (μιας και ο πρώτος πλέον δεν ισχύει) και θα εμφανίσουμε την ερώτηση στον πίνακα. Κάνουμε εκκαθάριση των τιμών που έχουν τα κουμπιά των απαντήσεων, πιο συγκεκριμένα διαγράφουμε το `material` (Bangers SDF) που χρησιμοποιούσαμε νωρίτερα στις απαντήσεις κειμένου καθώς και του προϋπάρχον κειμένου, και εμφανίζουμε τις εικόνες των πιθανών απαντήσεων που αντιστοιχούν στην συγκεκριμένη ερώτηση.

```
public async void PressedAnswer(int choice) {
    CorrectOrWrongChoice(choice);
    if (!LoadQnA()) {
        await Task.Delay(300);
        AnswersCanvas.SetActive(false);
        TableQuestion.text = "Τέλος 2ης Ενότητας."
            + "\nΣωστες Απαντήσεις: " + correctAnswersCounter
            + "\nΛανθασμένες Απαντήσεις: " + (Questions.Length - correctAnswersCounter);
        await Task.Delay(2700);
        ShowHidePanel("GoodBye");
    }
}
```

Σχήμα 6.14: Μέθοδος `PressedAnswer`

Όταν επιλέξουμε μια από τις απαντήσεις καλείτε η μέθοδος `PressedAnswer` (Σχήμα 6.14) όπου δέχεται μία ακέραια τιμή ως παράμετρο. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην απάντηση που επιλέξαμε. Ουσιαστικά ελέγχουμε εάν η επιλογή μας (`choice`) είναι ίδια με την σωστή απάντηση που έχει οριστεί στον πίνακα `correctAnswers`. Εάν είναι τότε αυξάνουμε τον μετρητή σωστών απαντήσεων (`correctAnswersCounter`) κατά μία μονάδα. Μετά την εκτέλεση του κώδικα αυτού συνεχίζουμε σε ένα δεύτερο έλεγχο όπου καλεί την μέθοδο που φτιάξαμε (Σχήμα 6.13) για να ελέγξει εάν υπάρχει επόμενη ερώτηση και να την εμφανίσει. Εάν δώσαμε απάντηση στην τελευταία ερώτηση, η `LoadQnA` θα μας επιστρέψει τιμή `false` και θα περάσει τον έλεγχο για λάθος τιμή. Εν συνεχεία, απενεργοποιείται ο καμβάς που περιέχει τις πιθανές απαντήσεις και ταυτόχρονα, στον τρισδιάστατο εικονικό πίνακα αναφέρουμε το τέλος της ενότητας αυτής καθώς και τις σωστές με τις λάθος απαντήσεις που δώσαμε. Τέλος, κάνουμε χρήση της βιβλιοθήκης `System.Threading.Tasks` για να προσθέσουμε μια συνολική καθυστέρηση τριών δευτερολέπτων πριν εμφανίσουμε το πάνελ ολοκλήρωσης (`ShowHidePanel`) της ενότητας αυτής. Για την “παύση” αυτή, εκτός από την χρήση της βιβλιοθήκης και την ίδια την εντολή, είναι ως προαπαιτούμενο η μέθοδος στην οποία θα την εκτελέσουμε να είναι τύπου `async` (ασύγχρονη) μιας και θέλουμε να κάνουμε “παύση” μόνο εκείνο το σημείο κώδικα και όχι το `main thread` της εφαρμογής.

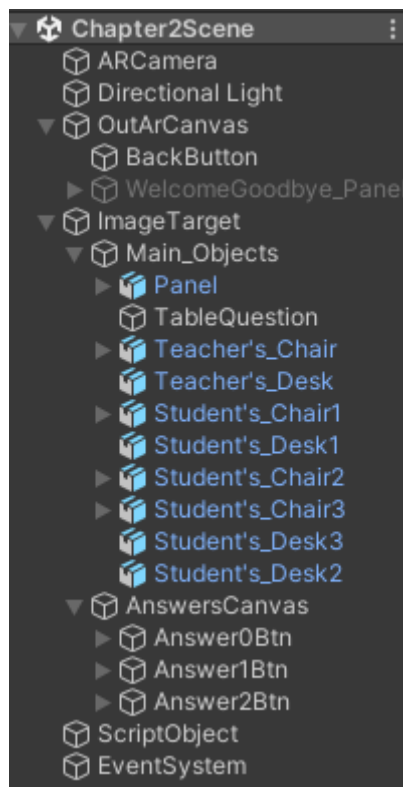
6.6 Ολοκλήρωση δεύτερης σκηνής

Έχοντας ολοκληρωθεί το εκπαιδευτικό παιχνίδι της δεύτερης ενότητας, το `WelcomeGoodbye_Panel` θα εμφανιστεί (το ίδιο πάνελ με το κεφάλαιο 6.2) με διαφορετικό περιεχόμενο όμως μέσω κώδικα. Ως τίτλος θα υπάρχει ένα μήνυμα ‘Ολοκλήρωσες την δεύτερη ενότητα του παιχνιδιού μας’ καθώς και θα εμφανιστεί μια εικόνα όπου θα μας επιβραβεύει για την προσπάθεια που κάναμε. Σε αυτό το σημείο θα υπάρχει η δυνατότητα να επιλέξουμε εάν θα συνεχίσουμε στην επόμενη ενότητα ή εάν θα επιστρέψουμε στο αρχικό μενού ενότητων.

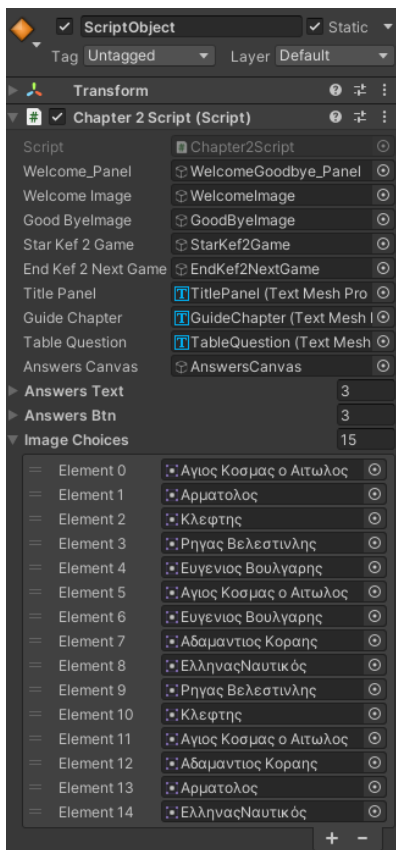
Κλείνοντας, σχετικά με τον κώδικα, οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήσαμε για συγκεκριμένη χρήση στην σκηνή αυτή είναι οι εξής:

- UnityEngine : για το casting της κλάσης μας σε MonoBehaviour, για το Sprite πίνακα εικόνων
- UnityEngine.SceneManagement : για την εκτέλεση της εντολής για αλλαγή σκηνής και για την δημιουργία μεταβλητών τύπου Game Object
- TMPro : κυρίως για τις μεταβλητές τύπου TMP_Text
- UnityEngine.UI : κυρίως για τις μεταβλητές των κουμπιών (Button)
- System.Threading.Tasks : για την εκτέλεση της εντολής await Task.Delay()
- System.Collections.Generic : για την δημιουργία array λίστας (List<T>)

Στο Σχήμα 6.15 συναντάμε την τελική ιεραρχία που ακολουθήσαμε καθώς και την σύνδεση των αντικειμένων αυτών με τις μεταβλητές μέσω του ScriptObject (Σχήμα 6.16).



Σχήμα 6.15: Ιεραρχία σκηνής δεύτερης πίστας



Σχήμα 6.16: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους

6.7 Επίλογος

Το έκτο κεφάλαιο, όπου βασίζεται στην ύλη της δεύτερης ενότητας του σχολικού βιβλίου, έγινε η υλοποίηση της δεύτερης πίστας του παιχνιδιού προσθέτοντας στην υπάρχουσα δομή νέες δυνατότητες και αντικείμενα στον επαυξημένο κόσμο.

Κεφάλαιο 7ο: Η Μεγάλη Επανάσταση

7.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό βασίζεται στην τρίτη ενότητα του βιβλίου της ιστορίας, και πιο συγκεκριμένα σε ερωτήσεις μέσα από την ύλη του βιβλίου, στο επαυξημένο περιβάλλον το οποίο δημιουργήσαμε νωρίτερα, μία σχολική τάξη. Η σκηνή θα περιέχει την βασική δομή που έχουμε ορίσει (ένα πίνακα, την έδρα με την καρέκλα του δασκάλου καθώς και τα γραφεία με τις καρέκλες των μαθητών) εμπλουτίζοντας την με αντικείμενα που συνήθως συναντάμε σε μια σχολική τάξη. Με τους τρόπους αυτούς δίνουμε στον χρήστη μια επιβράβευση που βρίσκεται στην τρίτη πίστα (ενότητα) του παιχνιδιού μας καθώς και ένα επιπλέον κίνητρο εξερεύνησης νέων αντικειμένων.

7.2 Δημιουργία AR σκηνής

Ακολουθώντας τους κανόνες που ορίσαμε, δημιουργούμε μια νέα σκηνή (Chapter3Scene) και από τα πρώτα πράγματα όπου κάνουμε είναι να αφαιρέσουμε την default main camera. Στην συνέχεια εισάγουμε το vuuforia πακέτο όπως είδαμε στο κεφάλαιο 3.3.1 και πλέον μπορούμε να προσθέσουμε μια κάμερα με AR δυνατότητες, και στο πεδίο της Vuuforia Behaviour το license key. Εν συνεχεία κατεβάζουμε από την σελίδα της vuuforia την βάση μας με image target το Σχήμα 7.1.



Σχήμα 7.1: Image Target τρίτης πίστας

Ακριβής αναλυτικά βήματα για τα παραπάνω, υπάρχουν στα κεφάλαια 3.3.1 έως και 3.3.5. Στην συνέχεια δημιουργούμε το ScriptObject για την αντιστοίχιση των αντικειμένων της σκηνής με τις μεταβλητές στο κομμάτι του κώδικα και συνεχίζουμε και εδώ στην δημιουργία έξω από το image target ένα διαφανή καμβά (OutArCanvas), ακολουθώντας τα αναλυτικά βήματα του κεφαλαίου 5.3.

7.3 Καλωσόρισμα τρίτης σκηνής

Στο εξωτερικό διάφανο δισδιάστατο καμβά προσθέτουμε και ένα πάνελ (WelcomeGoodbye_Panel), το οποίο θα εμφανίζεται δυο φορές σε κάθε ενότητα, με διαφορετικό περιεχόμενο το οποίο θα αλλάζει δυναμικά μέσα από τον κώδικα, με την δήλωση των αντικειμένων να φαίνεται στο Σχήμα 7.2.

```
public GameObject Welcome_Panel, WelcomeImage, GoodByeImage,
    StarKef3Game, EndKef3NextGame;
public TMP_Text TitlePanel, GuideChapter;
```

Σχήμα 7.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 7.3 με την έναρξη της σκηνής καλείτε αυτόματα η Start, όπου με την σειρά της καλεί την ShowHidePanel, με παράμετρο το κείμενο 'Welcome' μιας και σε αυτή την κατάσταση βρίσκεται, εμφανίζοντας το εισαγωγικό πάνελ (Σχήμα 7.4) της σκηνής αυτής. Περνώντας τον πρώτο έλεγχο εμφανίζει το πάνελ και συνεχίζει με τους παρακάτω ελέγχους, εάν η παράμετρος (ComeOrBye) είχε τιμή Welcome. Έτσι στο πεδίο του τίτλου (TitlePanel) μας καλωσορίζει με το ανάλογο κείμενο και μας εμφανίζει μία εικόνα (WelcomeImage) για το πως θα είναι η σκηνή όπου θα προβληθεί στον επαυξημένο κόσμο. Η δεύτερη φορά που εμφανίζει το πάνελ αυτό είναι στο κεφάλαιο 7.6.

```
public void Start() => ShowHidePanel("Welcome");

public void StartGame(){
    ShowHidePanel("");
    LoadQnA();
}

private void ShowHidePanel(string WelcomeOrGoodBye) {
    if (Welcome_Panel != null) {
        bool isActive = Welcome_Panel.SetActiveSelf;
        Welcome_Panel.SetActive(!isActive);
    }
    if (WelcomeOrGoodBye == "Welcome") {
        switchWelcomeGoodByePanel(true);
        TitlePanel.text = "Καλωσήρθες στην 3η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Για την περιήγηση στον επαυξημένο κόσμο,"
            +"είναι απαραίτητη η σάρωση της φωτογραφίας απο την 72η σελίδα του σχολικού βιβλίου.\n" +
            "\nΚαλή επιτυχία!!";
    }
    else if (WelcomeOrGoodBye == "GoodBye") {
        switchWelcomeGoodByePanel(false);
        TitlePanel.text = "Ολοκλήρωσες την 3η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Συγχαρητήρια για την προσπάθεια αυτή!";
    }
}
```

Σχήμα 7.3: Συναρτήσεις Start, StartGame και ShowHidePanel



Σχήμα 7.4: Εισαγωγικό πάνελ

Αφού πατήσουμε το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’ (Σχήμα 7.4) καλείτε η μέθοδος StartGame (Σχήμα 7.3) όπου εκτελεί την ShowHidePanel ώστε να απενεργοποιήσει το πάνελ. Αυτό γίνεται με τον έλεγχο if που εκτελείτε κάθε φορά που καλείτε η μέθοδος αυτή με την εξής λογική, δώσε σε αυτό το πάνελ την αντίθετη κατάσταση από αυτή που έχει τώρα. Με την απενεργοποίηση του πάνελ η εφαρμογή περιμένει από τον χρήστη να σαρώσει το σχήμα 7.1.

7.4 Δημιουργία 3D αντικειμένων στο Blender

Σε αυτή την σκηνή, όπως αναφέραμε, θα έχουμε και κάποια αντικείμενα ακόμα. Πιο συγκεκριμένα θα φτιάξουμε στο blender τρία νέα αντικείμενα όπου συνήθως τα συναντάμε σε μία σχολική τάξη. Τα αντικείμενα αυτά θα προστεθούν στον εικονικό μας χώρο για τον εμπλουτισμό της σκηνής.

7.4.1 Ρολόι

Ξεκινώντας με το Ρολόι, το πρώτο αντικείμενο όπου θα σχεδιάσουμε στο blender για το κεφάλαιο αυτό. Πρώτα εισάγουμε ένα κυλίνδρο και προσαρμόζουμε τις τιμές του, σε αναλογίες ενός κλασικού ρολογιού τοίχου (WallClock). Στην συνέχεια δίνουμε μια πιο λεία κυκλική επιφάνεια στο περίγραμμα του αντικειμένου και δημιουργούμε μια μικρή εσοχή αφήνοντας χώρο για να προσθέσουμε αργότερα τους δείκτες και τα νούμερα από τις ώρες.

Πιο συγκεκριμένα, αφού εισάγουμε τον κύλινδρο, από το Layout παράθυρο, αλλάζουμε σε Edit Mode και επιλέγουμε το Face Selection Mode, έτσι ώστε να επιλέξουμε μια επιφάνεια της μπροστά πλευράς με την χρήση του εργαλείου Insert Faces και μειώνοντας την σε σχέση με το συνολικό αντικείμενο. Στην συνέχεια, κάνοντας χρήση του Extrude Region, μειώνουμε το ύψος του, εισχωρώντας προς τα μέσα, δίνοντας το επιθυμητό βάθος. Μέσω του εργαλείου Loop Cut, επιλέγουμε το περίγραμμα (στεφάνι) του ρολογιού επεκτείνοντας το ελαφρώς προς τα επάνω, και ταυτόχρονα χρησιμοποιούμε το Bevel, δίνοντας ένα πιο ομαλό περίγραμμα. Επιπλέον προσθέτουμε ένα modifier για το “χώρισμα” του αντικειμένου σε δυο επιφάνειες, το Subdivision Surface. Με τον τρόπο αυτό, θα μπορούμε να ορίσουμε δύο διαφορετικά material, ένα για το περίγραμμα (σκούρο καφέ) και ένα για το εσωτερικό του

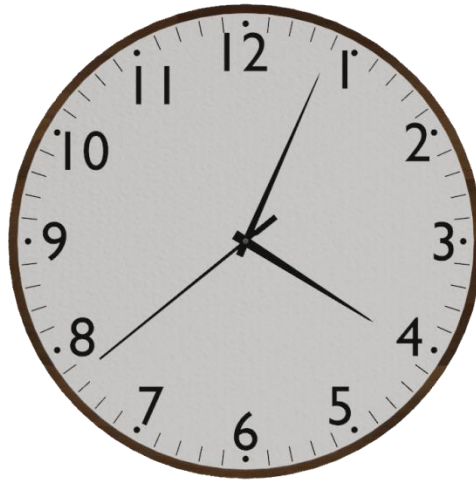
ρολογιού (άσπρο). Πρώτα, δημιουργούμε ένα material για το εσωτερικό του ρολογιού (WhitePaperMaterial) δίνοντας του μια εξωτερική εικόνα, σε μια “ελεύθερη” απόχρωση του λευκού. Επιλέγοντας το κέντρο του ρολογιού (Circle Selection-συντόμευση πληκτρολογίου γράμμα C) και επεκτείνοντας (Ctrl και το σύμβολο +) σε όλη την εσωτερική επιφάνεια, διαλέγουμε από την δεξιά λίστα με τα material το WhitePaperMaterial και επιλέγουμε το κουμπί Assign. Παρόμοια διαδικασία ακολουθούμε και για το περίγραμμα του ρολογιού, προσθέτοντας ένα νέο material (WoodFlooring044_3K) και επιλέγοντας τον χώρο του περιγράμματος ώστε να του το αναθέσουμε.

Όσον αφορά τους αριθμούς για τις ώρες, τους δείκτες, καθώς και κάποια ακόμα πρόσθετα χαρακτηριστικά που συναντάμε στο εσωτερικό του ρολογιού, υπάρχει η δυνατότητα να αποφύγουμε τον σχεδιασμό τους, μιας και έχουν αρκετή λεπτομέρεια που θέλει προσοχή. Μπορούμε αντί να προσθέσουμε ένα άσπρο background material (όπως κάναμε νωρίτερα) να προσθέσουμε μια φωτογραφία (ως material) ενός εσωτερικού ρολογιού όπου περιλαμβάνει όλα τα χαρακτηριστικά στην εισαγόμενη εικόνα.

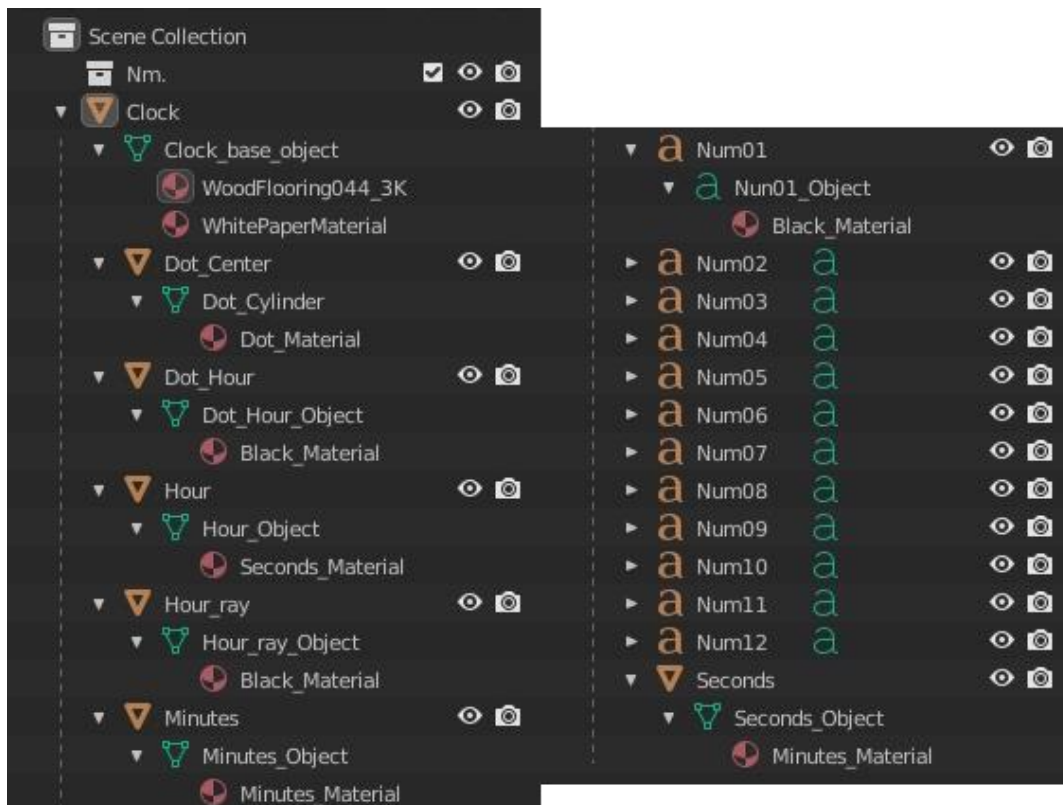
Σε αυτή την Π.Ε., όλα τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά, θα τα δημιουργήσουμε εμείς, φτάνοντας στο επιθυμητό αποτέλεσμα όπου είναι το Σχήμα 7.5. Ξεκινώντας με τις γραμμές που έχουν τα ρολόγια ως αναφορά για το κάθε δεκάλεπτο της ώρας (Hour_ray), προσθέτουμε ένα κύβο με διαστάσεις κοντά στο μηδέν και με μορφή ορθογώνιου παραλληλόγραμμου. Επιπλέον προσθέτουμε ένα κύλινδρο (Dot_Hour) σε διαστάσεις κουκίδας όπου θα βρίσκεται πάνω από κάθε νούμερο της ώρας. Στην συνέχεια προσθέτουμε ένα αντικείμενο κειμένου για το κάθε νούμερο της ώρας (Num+A/A). Όσο αφορά τους δείκτες προσθέτουμε τρία αντικείμενα κύβου και τα επεξεργαζόμαστε με βάση το patron των κανονικών δεικτών κάνοντας χρήση, κατά κύρια βάση, του εργαλείου Loop Cut, όπου το βρίσκουμε στο παράθυρο Layout σε Edit Mode. Σχετικά με το μικρό εκείνο εξάρτημα όπου μετακινεί τους δείκτες, προσθέτουμε στο κέντρο του ρολογιού ένα ακόμα κύλινδρο, όπου θα περνάει μέσα από τους δείκτες.

Τέλος, τοποθετούμε τις γραμμές των δεκαλέπτων (Hour_ray), τις κουκίδες της ώρας (Dot_Hour) και τα νούμερα των ωρών σε αναλογική θέση μεταξύ τους. Όσον αφορά τους δείκτες, προσθέτουμε πρώτα τον λεπτοδείκτη (Minutes), μετά τον δείκτη της ώρας (Hour) και τέλος τον δείκτη των δευτερολέπτων (Seconds) όπως βρίσκονται και στα πραγματικά κλασικά ρολόγια. Σε κάθε ένα από τα παραπάνω προσθέτουμε ένα νέο material με το χρώμα μαύρο, αυξάνοντας τις τιμές των πεδίων Specular, Roughness, Sheen Tint, Clearcoat Roughness, IQR, Alpha, δίνοντας ένα πιο αληθοφανές χρώμα. Ολοκληρώνοντας το αντικείμενο αυτό προσθέτουμε και μια τελευταία πινελιά, το εξάρτημα εκείνο που περιστρέφει τους δείκτες (Dot_Center) με material το χρώμα γρι (8B8B8B).

Το λεπτομερές scene collection του ρολογιού φαίνεται στο Σχήμα 7.6.



Σχήμα 7.5: Ρολόι



Σχήμα 7.6: Scene collection ρολογιού στον Blender

7.4.2 Πίνακας ανακοινώσεων

Συνεχίζοντας με τον πίνακα ανακοινώσεων (NoteBoard), προσθέτουμε στο βασικό Collection της σκηνής, ένα κύβο (Add → Mesh → Cube). Από το Object Properties δίνουμε τις κατάλληλες διαστάσεις ώστε να το προσαρμόσουμε εμφανισιακά όπως ένας πίνακας. Αλλάζοντας από Object Mode σε Edit Mode συναντάμε κάποια από τα βασικά εργαλεία του blender, ακολουθώντας παρόμοια εργαλεία με αυτά που χρησιμοποιήσαμε στην δημιουργία του ρολογιού. Μερικά από αυτά θα μας βοηθήσουν ώστε να επεξεργαστούμε τον πίνακα καταφέροντας να σχεδιάσουμε ένα περίγραμμα ως κάδρο. Τρία από τα βασικά εργαλεία είναι το:

Κεφάλαιο 7

- Bevel, για την κοπή αντικειμένων υπό συγκεκριμένη γωνία δημιουργώντας έτσι μια τομή
- Knife, για την κοπή αντικειμένων και δημιουργία ενός “ξεχωριστού” κομματιού, συνήθως για να δώσουμε διαφορετικό material στα κομμάτια αυτά, από το συνολικό αντικείμενο
- Smooth, για να κάνουμε πιο λεία τις γωνίες των επιλεγμένων κορυφών

Επίσης, θα μας βοηθήσουν, για λεπτομέρειες, μερικά από τα εξαιρετικά εργαλεία που προσφέρει το blender και στην Sculpting κατηγορία, όπως είναι το: Draw, Clay Thumb, Box Trim. Καταφέρνοντας έτσι ένα αρκετά λείο με καμπύλες περίγραμμα όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.7.



Σχήμα 7.7: Λεία καμπυλωτή γωνία πίνακα

Έχοντας ολοκληρώσει τα παραπάνω συνεχίζουμε με τις ανακοινώσεις του πίνακα. Δημιουργούμε τρεις κύβους, αλλάζουμε τις διαστάσεις τους σε τιμές αρκετά κοντά στο μηδέν, μιας και θέλουμε να έχουν ελάχιστο πάχος και μικρό ύψος. Τα τοποθετούμε αρκετά κοντά στον πίνακα (Board), σε διαφορετικά σημεία, σε μία πλάγια κλίση. Δίνουμε και σε αυτά, σε αύξων αριθμό, όνομα αντικειμένου (Note + A/A).

Δίνοντας μια πλάγια κλίση, στις σημειώσεις, επιτυγχάνουμε μια πιο ρεαλιστική εικόνα. Παρόμοια λογική θα καταφέρουμε με την δημιουργία αντικειμένου πινέζας. Προσθέτουμε ένα Mesh αντικείμενο τύπου Cylinder το οποίο θα το χωρίσουμε σε τρία νοητά κομμάτια. Ένα για την επάνω πλευρά της πινέζας, οπού θα μείνει ως έχει. Ένα στη μέση όπου θα κάνει μια καμπυλωτή να εισχωρήσει προς τα μέσα, και το κάτω μέρος όπου κρατάει και αυτό την εμφάνιση της ακριανής πλευράς του κυλίνδρου σε μια πιο λεπτή εκδοχή (Σχήμα 7.8).

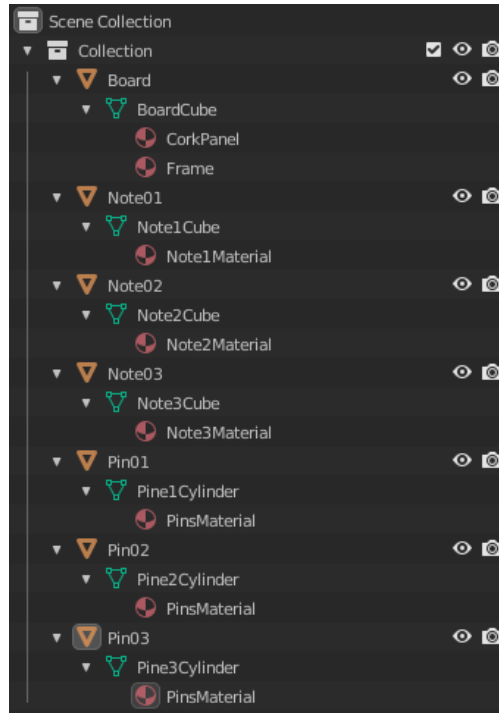


Σχήμα 7.8: Πινέζα πίνακα

Όπως κάναμε νωρίτερα σε κάθε αντικείμενο, έτσι και σε αυτό αφήνουμε για το τέλος τον χρωματισμό του. Στο κεφάλαιο πέντε, είδαμε τον πιο απλό τρόπο για την δημιουργία ενός material του αντικειμένου στο blender. Στο κεφάλαιο έξι, στο γραφείο του μαθητή, είδαμε έναν αρκετά σύνθετο

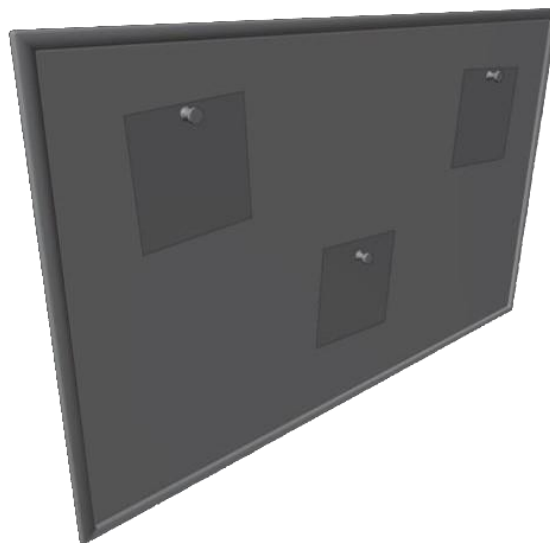
τρόπο για την προσθήκη ενός material. Εδώ στο κεφάλαιο επτά, για τον πίνακα ανακοινώσεων θα δούμε μια νέα δυνατότητα.

Για αρχή μέσω blender, θα προσθέσουμε σε κάθε αντικείμενο ένα κενό material. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 7.9, ο πίνακας (Board) αποτελείται από δύο material, ένα για το εσωτερικό πάνελ (CorkPanel) και ένα για το εξωτερικό (Frame). Λίγο παρακάτω οι σημειώσεις, με ξεχωριστό material η κάθε μια. Στο τέλος οι πινέζες, όπου έχουν το ίδιο material (PinsMaterial). Όλα τα προαναφερθέντα material θα τα δώσουμε χρώμα στο unity όταν εισάγουμε το αντικείμενο αυτό.



Σχήμα 7.9: Scene collection πίνακα ανακοινώσεων στο Blender

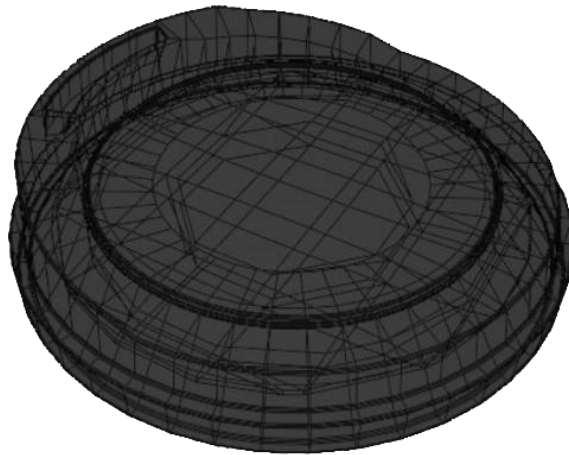
Η τελική μορφή του πίνακα ανακοινώσεων στο blender είναι στο Σχήμα 7.10.



Σχήμα 7.10: Πίνακας ανακοινώσεων στο Blender

7.4.3 Κούπα

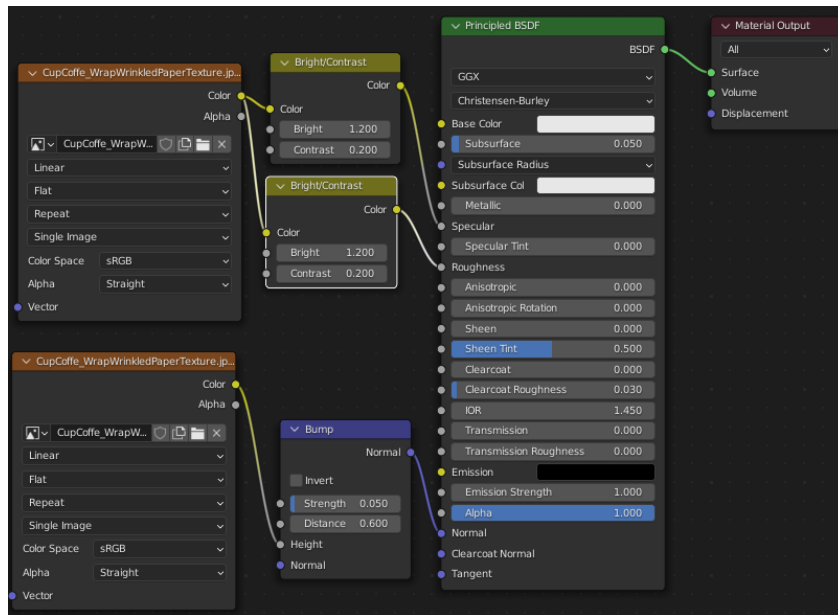
Συνεχίζοντας με μία κούπα, δημιουργούμε για αρχή έναν κύλινδρο για την βάση (Cup_Base) της κούπας και συνεχίζουμε με ένα ακόμα κύλινδρο για το επάνω μέρος (Cup_Top). Από το sculpting μενού έγινε η χρήση των εξής εργαλείων: Draw, Scrape, Pinch και το Box Mask. Από το Layout μενού, σε Edit Mode έγινε η χρήση των εξής εργαλείων: Extrude Region, Bevel και το Poly Build. Μετά από αρκετές δοκιμές στα σημεία όπου θα κόψουμε, θα τεντώσουμε και θα λυγίσουμε το αποτέλεσμα στο σχεδιαστικό κομμάτι για το επάνω μέρος, το καπάκι της κούπας, είναι στο Σχήμα 7.11.



Σχήμα 7.11: Καπάκι κούπας σε Wireframe Viewport

Όσον αφορά την βάση της κούπας, ακολουθήθηκε παρόμοια λογική με το καπάκι της, καθώς και σε εργαλεία. Συνεχίζουμε επιλέγοντας σημεία στον κύλινδρο όπου θα θελήσουμε να κόψουμε ή και να τεντώσουμε. Πιο συγκεκριμένα, από το επάνω προς το κάτω μέρος του κυλίνδρου επιλέγουμε σημεία με σωστή αναλογία μεταξύ τους όσο αφορά το ύψος, το πλάτος και την μεταξύ τους απόσταση, έτσι ώστε να δώσουμε μια κλίση προς τα μέσα του κυλίνδρου όπως συνηθίζουν οι κούπες.

Σχετικά με το material του αντικειμένου αυτού, για το καπάκι της κούπας προσθέτουμε μια απόχρωση του κόκκινου. Για την βάση της κούπας, προσθέτουμε μια απόχρωση του ζεστού άσπρου ως βασικό χρώμα και μια εικόνα, που να έχει την υφή του τσαλακωμένου χαρτιού (ως περιτύλιγμα), συνδέοντας την με τα πεδία Specular και Roughness μέσω των “φίλτρων” για να δώσουμε ένα τόνο λαμπρότητας (Bright) και μερικής αντίθεσης (Contrast) και για τα δύο πεδία. Το material της βάσης της κούπας φαίνεται στο Σχήμα 7.12.



Σχήμα 7.12: Material βάσης κούπας

Τέλος, μπορούμε να συνδέσουμε το περιτύλιγμα της κούπας μέσω του Bump στο Normal πεδίο δίνοντας το μια πιο ογκώδη εμφάνιση. Έχοντας ολοκληρώσει όλα τα παραπάνω, το αποτέλεσμα μας απεικονίζεται στο Σχήμα 7.13.



Σχήμα 7.13: Κούπα σε Material Preview Viewport

7.5 Υλοποίηση παιχνιδιού

Με το πέρας όλων των παραπάνω βημάτων, στήσιμο AR σκηνής και δημιουργία νέων τρισδιάστατων αντικειμένων, βρισκόμαστε στο σημείο όπου θα διαμορφώσουμε τον εικονικό χώρο, κυρίως με τα προϋπάρχον αντικείμενα, του κεφαλαίου 6.4 καθώς και τα νέα του κεφαλαίου 7.4.

Συνολικά η εικονική μας σκηνή για το κεφάλαιο αυτό θα περιέχει τα εξής τρισδιάστατα αντικείμενα: ένα σχολικό πίνακα, την έδρα με την καρέκλα του καθηγητή καθώς, τρία σετ με γραφείο και καρέκλα μαθητή, ένα ρολόι τοίχου, ένα πίνακα ανακοινώσεων καθώς και μια κούπα. Τοποθετούμε τα

αντικείμενα που έχουμε εισάγει στο unity μέσα στην AR σκηνή διαμορφώνοντας τον χώρο, όπως μια σχολική τάξη. Για αρχή τοποθετούμε τρεις καρέκλες σε αναλογική απόσταση μεταξύ τους καθώς και με τα γραφεία των μαθητών. Πίσω από τις καρέκλες δημιουργούμε ένα καμβά (AnswersCanvas) όπου περιλαμβάνει τις πιθανές απαντήσεις των ερωτήσεων που πίνακα. Πιο μπροστά, προσθέτουμε το αντικείμενο πίνακα (Panel) μαζί με ένα TextMeshPro (TableQuestion) όπου θα εμφανίζονται οι ερωτήσεις. Στον άξονα θέσης X του πίνακα τοποθετούμε, στην δεξιά πλευρά του τον πίνακα ανακοινώσεων και στα αριστερά του ίδιου άξονα το ρολόι. Στην αριστερή πλευρά της σκηνής προσθέτουμε την έδρα του καθηγητή, μια ακόμη καρέκλα και την κούπα. Επιπλέον, δεν θα μπορούσε να λείπει από μία ελληνική σχολική τάξη, η εικόνα του Ιησού Χριστού μαζί με ένα Σταυρό. Για τον λόγο αυτό, στο καμβά (Additional_Objects) μαζί με τα υπόλοιπα πρόσθετα τρισδιάστατα αντικείμενα όπου δημιουργήσαμε νωρίτερα, προσθέτουμε δύο δισδιάστατα αντικείμενα εικόνας (Image) στο επάνω κεντρικό μέρος του πίνακα. Μέσω του Photoshop διαγράφουμε το background φόντο του Σταυρού καθώς και της εικόνας του Ιησού. Τις εισάγουμε στο Unity, μετατρέπουμε το Texture Type τους σε Sprite και τις εισάγουμε στην σκηνή.

Στα παραπάνω αντικείμενα έχουν προστεθεί με προσοχή και αναλογικά οι τιμές για την θέση, το μέγεθος και την μεταξύ τους απόσταση για κάθε εικονικό τρισδιάστατο (και μη) αντικείμενο, όπου κατά την προβολή της σκηνής θα εμφανιστεί ένας ομοιόμορφος χώρος με σωστές αναλογίες. Συνεχίζοντας στη τρίτη πίστα του παιχνιδιού έχουμε ξεκλειδώσει τα νέα αντικείμενα όπου προσθέσαμε στην εικονική σκηνή μας. Στο σχεδιαστικό κομμάτι η σκηνή μας είναι όπως το Σχήμα 7.14.



Σχήμα 7.14: Εικονική σκηνή Unity τρίτης πίστας

Σαφώς και στο κομμάτι του κώδικα, θα προσθέσουμε μια νέα δυνατότητα, την οποία θα αναλύσουμε στην μέθοδο CorrectOrWrongChoice της PressedAnswer. Ξεκινώντας με τα βασικά ορίζουμε ανά ομάδα και σε σειρά τον τύπο των αντικειμένων που θα χρησιμοποιήσουμε, λίγες βοηθητικές μεταβλητές καθώς και τους τέσσερις βασικούς μας πίνακες (Σχήμα 7.15). Πιο συγκεκριμένα η πρώτη ομάδα περιέχει το καμβά για τις απαντήσεις, το tmp_text είναι για τις ερωτήσεις του πίνακα, τις πιθανές απαντήσεις (αντικείμενα) σε λίστα (κείμενο και κουμπιά) καθώς και τις πιθανές απαντήσεις εικόνων σε λίστα. Στην δεύτερη ομάδα βρίσκουμε τις βοηθητικές μεταβλητές που θα χρειαστούμε. Στην τρίτη και τελευταία ομάδα βρίσκονται οι πίνακες με τις ερωτήσεις, τις πιθανές απαντήσεις κειμένου, και τις σωστές θέσεις των απαντήσεων (κειμένου και εικόνων).

```

public TMP_Text TableQuestion;
public GameObject AnswersCanvas;
public List<TMP_Text> AnswersText = new List<TMP_Text>();
public List<Button> AnswersBtn = new List<Button>();
public List<Sprite> ImageChoices = new List<Sprite>();

private short line, row_text, column, row_img, correctAnswersCounter;

private string[] Questions = {
    "Ποιοι ήταν οι ιδρυτές της φιλικής εταιρίας;",
    "Ποιος ήταν ο στόχος της Φιλικής Εταιρείας;",
    "Τι ήταν ο Ιερός Λόχος και πότε δημιουργήθηκε;",
    "Ποιοι ήταν οι πρωταγωνιστές στην έναρξη της επανάστασης στην Πελοπόννησο;",
    "Ποια ημερομηνία έγινε η μάχη στο Πέτα;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταυριάζει σε αυτή της Λασκαρίνας Μπουμπουλίνας;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταυριάζει σε αυτή του Κωνσταντίνου Κανάρης;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταυριάζει σε αυτή του Διονύσιου Σολωμού;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταυριάζει σε αυτή του Μάρκου Μπότσαρη;",
    "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταυριάζει σε αυτή του Γεώργιου Καραϊσκάκης;",
};
private string[,] TextChoices = {
    {"Ξανθός\\nΣκουφάς\\nΤσακάλωφ", "Ξανθός\\nΚαραολής\\nΤσακάλωφ", "Ζάκος\\nΒούλγαρης\\nΤσακάλωφ"},
    {"Οργάνωση της\\nΙταλικής\\nΑπελευθέρωσης", "Οργάνωση της\\nΕλληνικής\\nΑπελευθέρωσης", "Ανάπτυξη\\nτου\\nεμπορίου"},
    {"Στρατιωτικό\\nσώμα\\n1824", "Προεδρείο\\nτης Βουλής\\n1815", "Στρατιωτικό\\nσώμα\\n1821"},
    {"Κολοκοτρώνης\\nΠαπαφλέσσας\\nΨηλάντης", "Παλαιών Πατρών\\nΓερμανός,\\nΖάκος", "Κολοκοτρώνης"},
    {"14\\nΙουλίου\\n1821", "4\\nΙουλίου\\n1822", "4\\nΜαρίου\\n1822"}
};
private short[] correctAnswers = { 0, 1, 2, 0, 1, 2, 0, 1, 0, 1 };

```

Σχήμα 7.15: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων

Συνεχίζουμε το παιχνίδι από το κεφάλαιο 7.3, έχοντας πατήσει το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’, κλείνει το πάνελ καλωσορίσματος. Αφού σαρώσουμε το Σχήμα 7.1 συνεχίζουμε με την εκτέλεση της μεθόδου LoadQnA όπου εκτελεί μια σειρά από εντολές (Σχήμα 7.16). Πιο συγκεκριμένα διατηρούμε την λογική από το προηγούμενο κεφάλαιο, εμφανίζουμε τις ερωτήσεις στον πίνακα και τις πιθανές απαντήσεις κειμένου πίσω από τις καρτέλες, είτε είναι κείμενο, είτε είναι εικόνα.

```

private bool LoadQnA() {
    if (row_text < TextChoices.GetLength(0)) {
        AnswersText.ForEach(answersText => answersText.text = TextChoices[row_text, column++]);
        column = 0; row_text++;
    }
    else if (row_img < ImageChoices.Count) {
        AnswersText.ForEach(answerText => answerText.text = "");
        AnswersBtn.ForEach(answerBtn => {
            answerBtn.GetComponent<Image>().material = null;
            answerBtn.image.sprite = ImageChoices[row_img++];
        });
    }
    else {
        return false;
    }
    TableQuestion.text = Questions[line++];
    return true;
}

```

Σχήμα 7.16: Μέθοδο LoadQnA της τρίτης πίστας

Η LoadQnA ξεκινάει με τον πρώτο έλεγχο που έχουμε, εάν η οριζόντια θέση που βρίσκονται οι πιθανές απάντηση, στον 2D πίνακα, είναι μικρότερη από το μέγεθος του πίνακα, τότε στο κείμενο του πίνακα (PanelQuestions) εμφάνισε την αντίστοιχη ερώτηση καθώς και τις πιθανές απαντήσεις γι’ αυτήν. Η βοηθητική μεταβλητή line, περιέχει την θέση της κάθε ερώτησης και με την χρήση της, την αυξάνουμε επιτόπου κατά ένα. Περίπου ίδια λογική διατηρεί και η μεταβλητή column για την σειρά των επιλογών μονό που αφού εμφανίσουμε όλες τις επιλογές σε σειρά την μηδενίζουμε ώστε να ξεκινήσει στην νέα σειρά με τιμή μηδέν. Η μεταβλητή row_text αυξάνεται μόνο όταν εμφανιστούν όλες οι επιλογές μια σειράς. Με το πέρας όλων των πιθανών απαντήσεων κειμένου η LoadQnA θα συνεχίσει στις πιθανές απαντήσεις εικόνων.

Η μέθοδος θα συνεχίσει στο δεύτερο μπλοκ κώδικα και εμφανίζουμε την ερώτηση στον πίνακα, κάνουμε εκκαθάριση των τιμών που έχουν τα κουμπιά των απαντήσεων και εμφανίζουμε τις εικόνες των πιθανών απαντήσεων που αντιστοιχούν στην συγκεκριμένη ερώτηση.

```
public async void PressedAnswer(int choice) {
    CorrectOrWrongChoice(choice);
    if (!LoadQnA()) {
        await Task.Delay(300);
        AnswersCanvas.SetActive(false);
        TableQuestion.text = "Τέλος 3ης Ενότητας."
            + "\nΣωστες Απαντήσεις: " + correctAnswersCounter
            + "\nΛανθασμένες Απαντήσεις: " + (Questions.Length - correctAnswersCounter);
        await Task.Delay(2700);
        ShowHidePanel("GoodBye");
    }
}

private async void CorrectOrWrongChoice(int choice) {
    if (choice == correctAnswers[--line]) {
        correctAnswersCounter++;
        AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.green;
    }
    else {
        AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.red;
    }
    line++;
    await Task.Delay(300);
    AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.white;
}
```

Σχήμα 7.17: Μέθοδο PressedAnswer

Στο σημείο αυτό έχουν εμφανιστεί όλα τα αντικείμενα στον εικονικό χώρο καθώς και οι ερωτήσεις. Όταν επιλέξουμε μια από τις απαντήσεις καλείτε η μέθοδο PressedAnswer όπου δέχεται μία ακέραια τιμή, ως παράμετρο. Η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην απάντηση που επιλέξαμε. Ουσιαστικά ελέγχουμε εάν η επιλογή μας (choice) είναι ίδια με την σωστή απάντηση που έχει οριστεί στον πίνακα correctAnswers. Εάν είναι, τότε αυξάνουμε τον μετρητή σωστών απαντήσεων (correctAnswersCounter) κατά μία μονάδα.

Όπως και μας προϋδεάζει το Σχήμα 7.17, πλέον από την πίστα αυτή θα έχουμε την δυνατότητα, όταν επιλέγουμε μία από την πιθανές απαντήσεις, να χρωματίζεται με πράσινο ή κόκκινο χρώμα η σωστή ή η λάθος αντίστοιχα επιλογή. Διατηρούμε μια (ασύγχρονη) παύση για 0,3 δευτερόλεπτα έτσι ώστε να γίνει αντιληπτός ο χρωματισμός και στην συνέχεια τον αντικαθιστούμε με τον προϋπάρχον. Παρόμοιο αποτέλεσμα θα μπορούσαμε να έχουμε εάν στην μέθοδο CorrectOrWrongChoice εκτελούσαμε τις εντολές του σχήματος 7.17. Δημιουργώντας ένα αντικείμενο τύπου ColorBlock το οποίο θα μας δώσει πρόσβαση, μέσω του κώδικα, στα χρωματικά πεδία ενός κουμπιού (Normal Color, Highlighted Color, Pressed Color) και πιο συγκεκριμένα στο Pressed Color όπου χρειαζόμαστε. Η βασική διαφορά του κώδικα αυτού (Σχήμα 7.18) με τον προηγούμενο (Σχήμα 7.17) είναι ότι εδώ δεν θα χρειαστούμε την βιβλιοθήκη System.Threading.Tasks για μια ασύγχρονη μέθοδο. Μιας και την έχουμε εισάγει όμως, για χρήση και σε άλλα σημεία του script, διατηρούμε στην μέθοδο CorrectOrWrongChoice στο κώδικα του σχήματος 7.17.

```
private void CorrectOrWrongChoice (int choice) {
    ColorBlock cb = AnswersBtn[choice].colors;
    if (choice == correctAnswers[--line]) {
        correctAnswersCounter++;
        cb.pressedColor = Color.green;
    }
    else{
        cb.pressedColor = Color.red;
    }
    line++;
    AnswersBtn[choice].colors = cb;
}
```

Σχήμα 7.18: Μέθοδο CorrectOrWrongChoice μη ασύγχρονη

Μετά την εκτέλεση του κώδικα αυτού (Σχήμα 7.17) συνεχίζουμε σε ένα δεύτερο έλεγχο όπου καλεί την μέθοδο που φτιάξαμε (Σχήμα 7.16) για να ελέγξει εάν υπάρχει επόμενη ερώτηση και να την εμφανίσει. Εάν δώσαμε απάντηση στην τελευταία ερώτηση, η LoadQnA, απενεργοποιούμε τον καμβά που περιέχει τις πιθανές απαντήσεις και ταυτόχρονα, στον τρισδιάστατο εικονικό πίνακα αναφέρουμε το τέλος της ενότητας αυτής καθώς και τις σωστές με τις λάθος απαντήσεις που δώσαμε. Τέλος, κάνουμε χρήση της βιβλιοθήκης System.Threading.Tasks για να προσθέσουμε μια μικρή παύση τριών δευτερολέπτων (όπως κάναμε νωρίτερα με τον χρωματισμό) πριν εμφανίσουμε το πάνελ ολοκλήρωσης (ShowHidePanel) της ενότητας αυτής.

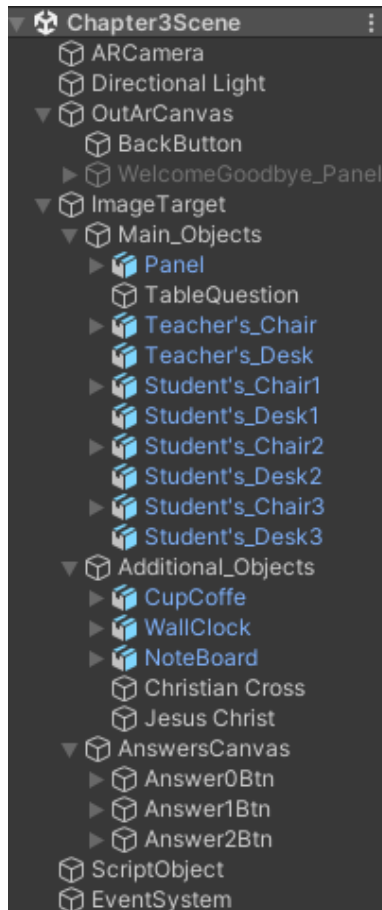
7.6 Ολοκλήρωση τρίτης σκηνής

Έχοντας ολοκληρωθεί το εκπαιδευτικό παιχνίδι της τρίτης ενότητας, το WelcomeGoodbye_Panel θα εμφανιστεί (το ίδιο πάνελ με το κεφάλαιο 7.2) με διαφορετικό περιεχόμενο όμως μέσω κώδικα. Ως τίτλος θα υπάρχει ένα μήνυμα ‘Ολοκλήρωσες την τρίτη ενότητα του παιχνιδιού μας’ καθώς και θα εμφανιστεί μια εικόνα όπου θα μας επιβραβεύει για την προσπάθεια που κάναμε. Σε αυτό το σημείο θα υπάρχει η δυνατότητα να επιλέξουμε μέσω κουμπιού για να συνεχίσουμε στην επόμενη ενότητα ή εάν θα επιστρέψουμε στο αρχικό μενού ενότητων.

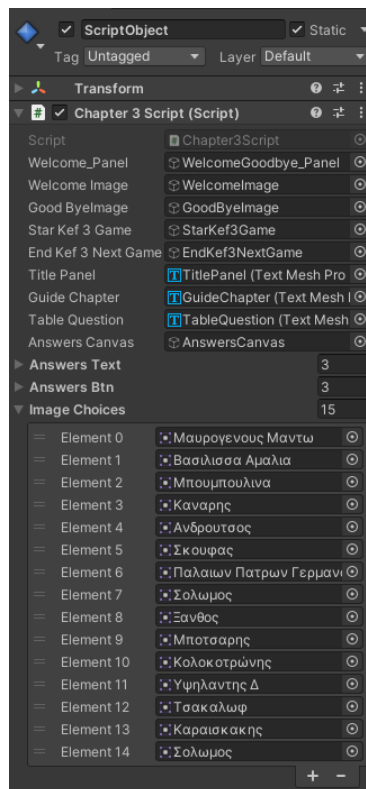
Κλείνοντας, σχετικά με τον κώδικα, οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήσαμε για συγκεκριμένη χρήση στην σκηνή αυτή είναι οι εξής:

- UnityEngine : για το casting της κλάσης μας σε MonoBehaviour και για τον Sprite πίνακα εικόνων
- UnityEngine.SceneManagement : για την εκτέλεση της εντολής για αλλαγή σκηνής και για την δημιουργία μεταβλητών τύπου Game Object
- TMPro : κυρίως για τις μεταβλητές τύπου TMP_Text
- UnityEngine.UI : κυρίως για τις μεταβλητές των κουμπιών (Button)
- System.Threading.Tasks : για την εκτέλεση της εντολής await Task.Delay()
- System.Collections.Generic : για την δημιουργία array λίστας (List<T>)

Στο Σχήμα 7.19 συναντάμε την τελική ιεραρχία που ακολουθήσαμε καθώς και την σύνδεση των αντικειμένων αυτών με τις μεταβλητές, μέσω του ScriptObject (Σχήμα 7.20).



Σχήμα 7.19: Ιεραρχία σκηνής τρίτης ενότητας



Σχήμα 7.20: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους

7.7 Επίλογος

Το έβδομο κεφάλαιο, όπου βασίζεται στην ύλη της τρίτης ενότητας του σχολικού βιβλίου, έγινε η υλοποίηση της τρίτης πίστας του παιχνιδιού προσθέτοντας στην υπάρχουσα δομή νέες δυνατότητες και αντικείμενα στον επαυξημένο κόσμο που συναντάμε σε μία ελληνική σχολική τάξη.

Κεφάλαιο 8ο: Η Ελλάδα στον 19^ο αιώνα

8.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό βασίζεται στην τέταρτη ενότητα του βιβλίου της ιστορίας, και πιο συγκεκριμένα σε ερωτήσεις μέσα από την ύλη του βιβλίου πάνω στο επαυξημένο περιβάλλον το οποίο δημιουργήσαμε, μία σχολική τάξη. Η σκηνή θα περιέχει την βασική δομή που έχουμε ορίσει (μια πλήρης εικονική σχολική τάξη) καθώς και τις υπάρχουσες δυνατότητες για την απάντηση των δέκα ερωτήσεων. Σε αυτό το κεφάλαιο, στον τρόπο απάντησης των ερωτήσεων, είναι όπου θα προσθέσουμε μια εντελώς νέα δυνατότητα. Με τον τρόπο αυτό δίνουμε στον παίκτη μια επιβράβευση που βρίσκεται στην προ τελευταία ενότητα (πίστα) του παιχνιδιού μας καθώς και ένα επιπλέον κίνητρο εξερεύνησης νέων αντικειμένων.

8.2 Δημιουργία AR σκηνής

Ξεκινώντας από το βασικό στήσιμο της σκηνής, ας δούμε συνοπτικά τα βήματα όπου ακολουθούν παρόμοια λογική με τα προηγούμενα κεφάλαια. Δημιουργούμε μια νέα σκηνή (Chapter4Scene) και από τα πρώτα πράγματα που κάνουμε είναι να αφαιρέσουμε την default main camera. Στην συνέχεια κάνουμε εισαγωγή του vuforia πακέτου όπως είδαμε στο κεφάλαιο 3.3.1 και πλέον μπορούμε να προσθέσουμε μια κάμερα με AR δυνατότητες, και στο πεδίο της Vuforia Behaviour το license key. Εν συνεχεία εισάγουμε από την σελίδα της vuforia την βάση με το image target που δημιουργήσαμε, βάση εικόνας από το βιβλίο (Σχήμα 8.1), για την ενότητα αυτή.



Σχήμα 8.1: Image Target τέταρτης πίστας

Ακριβής αναλυτικά βήματα για τα παραπάνω, υπάρχουν στα κεφάλαια 3.3.1 έως και 3.3.5, όπου είδαμε και κάποιες από τις βασικές λειτουργίες του unity. Στην συνέχεια δημιουργούμε το ScriptObject για την αντιστοίχιση των αντικειμένων της σκηνής με τις μεταβλητές στο κομμάτι του κώδικα και συνεχίζουμε και εδώ στην δημιουργία έξω από το image target ένα διαφανή καμβά (OutArCanvas), ακολουθώντας τα αναλυτικά βήματα του κεφαλαίου 5.3. Αναφορικά το ορίζουμε με Scale with Screen Size προσθέτουμε ένα κουμπί για την έξοδο από την πίστα του παιχνιδιού όπου θα βρίσκεται κάτω αριστερά καθ' όλη την διάρκεια του παιχνιδιού.

8.3 Καλωσόρισμα τέταρτης σκηνής

Στο εξωτερικό διάφανο δισδιάστατο καμβά προσθέτουμε και ένα πάνελ (WelcomeGoodbye_Panel), το οποίο θα εμφανίζεται δυο φορές σε κάθε ενότητα, με διαφορετικό περιεχόμενο το οποίο θα αλλάζει δυναμικά μέσα από τον κώδικα, με την δήλωση των αντικειμένων να φαίνεται στο Σχήμα 8.2.

```
public GameObject Welcome_Panel, WelcomeImage, GoodByeImage,
    StarKef3Game, EndKef3NextGame;
public TMP_Text TitlePanel, GuideChapter;
```

Σχήμα 8.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 8.3 με την έναρξη της σκηνής καλείτε αυτόματα η Start, όπου με την σειρά της καλεί την ShowHidePanel, με παράμετρο το κείμενο 'Welcome' μιας και σε αυτή την κατάσταση βρίσκεται, εμφανίζοντας το εισαγωγικό πάνελ (Σχήμα 8.4). Με το πέρας του πρώτου ελέγχου εμφανίζει το πάνελ και συνεχίζει με τους παρακάτω ελέγχους, εάν η παράμετρος (WelcomeOrGoodBye) είχε τιμή Welcome. Έτσι στο πεδίο του τίτλου (TitlePanel) μας καλωσορίζει με το ανάλογο κείμενο και μας εμφανίζεται μία εικόνα (WelcomeImage) για το πώς θα είναι η σκηνή όπου θα προβληθεί στον επαυξημένο κόσμο. Η δεύτερη φορά που εμφανίζει το πάνελ αυτό είναι στο κεφάλαιο 8.6.

```
public void Start() => ShowHidePanel("Welcome");

public void StartGame() {
    ShowHidePanel("");
    LoadQnA();
}

private void ShowHidePanel(string WelcomeOrGoodBye) {
    if (Welcome_Panel != null) {
        bool isActive = Welcome_Panel.activeSelf;
        Welcome_Panel.SetActive(!isActive);
    }
    if (WelcomeOrGoodBye == "Welcome") {
        switchWelcomeGoodByePanel(true);
        TitlePanel.text = "Καλωσήρθες στην 4η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Για την περιήγηση στον επαυξημένο κόσμο,"
            + "είναι απαραίτητη η σάρωση της φωτογραφίας απο την 148η σελίδα του σχολικού βιβλίου.\n" +
            "\nΚαλή επιτυχία!!";
    }
    else if (WelcomeOrGoodBye == "GoodBye") {
        switchWelcomeGoodByePanel(false);
        TitlePanel.text = "Ολοκλήρωσες την 4η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Συγχαρητήρια για την προσπάθεια αυτή!";
    }
}
```

Σχήμα 8.3: Συναρτήσεις Start, StartGame και ShowHidePanel



Σχήμα 8.4: Εισαγωγικό πάνελ

Αφού πατήσουμε το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’ καλείτε η μέθοδο StartGame (Σχήμα 8.3) όπου εκτελεί την ShowHidePanel ώστε να απενεργοποιήσει το πάνελ. Αυτό γίνεται με τον έλεγχο if που εκτελείτε κάθε φορά που καλείτε η μέθοδος. Με την απενεργοποίηση του πάνελ είναι η στιγμή όπου η εφαρμογή περιμένει από τον χρήστη να σαρώσει την εικόνα από την σελίδα 148 του βιβλίου όπως αναφέρεται στο εισαγωγικό πάνελ.

8.4 Δημιουργία 3D αντικειμένων (φιγούρες)

Σε αυτή την σκηνή, όπως αναφέραμε, θα έχουμε και κάποια αντικείμενα ακόμα. Πιο συγκεκριμένα θα φτιάξουμε στο blender τέσσερα νέα αντικείμενα, όπου θα αναπαριστούν φιγούρες ανθρώπων που συνδέονται με την ιστορία μας. Άμεση συσχέτιση με τα ιστορικά γεγονότα της ενότητας αυτή έχουν μόνο οι δύο. Οι άλλοι δύο σχετίζονται με την ιστορία της επόμενης ενότητας, αλλά δημιουργούνται και χρησιμοποιούνται πρώτα εδώ ως εναλλακτικές απαντήσεις.

8.4.1 Φιγούρα Α - Καραϊσκάκης

Ξεκινώντας με την φιγούρα του Αρχιστράτηγου Γεώργιου Καραϊσκάκη (Σχήμα 8.5) όπου βασίστηκε σε εικόνα αρχείου.



Σχήμα 8.5: Εικόνα Γεώργιου Καραϊσκάκη

Με πατρών την παραπάνω εικόνα, επιλέγουμε στο blender ένα από τα έτοιμα αντικείμενα όπου έχει, τον κύκλο ώστε να ετοιμάσουμε την διαμόρφωση του κεφαλιού του ήρωα. Επιλέγουμε Sculpting mode για να χρησιμοποιήσουμε αρκετά από τα πληθώρα εργαλεία του blender.

Το πρώτο είναι το Grab, το οποίο θα το χρησιμοποιήσουμε στο να τεντώσουμε ελαφρώς το αντικείμενο προς τα κάτω δημιουργώντας έτσι το πιγούνι αλλά και από την πίσω πλευρά στο επάνω μέρος δίνοντας μας ένα σχήμα πιο κοντά στην μορφή ενός ανθρώπινου κεφαλιού.

Το δεύτερο είναι το Mask, το οποίο μας δίνει την δυνατότητα να σημειώσουμε μια περιοχή (το κεντρικό κάτω μέρος του αντικειμένου) και επιλέγοντας Invert mask να επεξεργαστούμε το σημείο εκείνο. Έτσι μπορούμε να το επεκτείνουμε για την δημιουργία του λαιμού. Κάνουμε clear mask, επιλέγουμε το Draw Sharp το οποίο σε συνδυασμό με το Sculpt Draw πιέζουν το αντικείμενο προς τα μέσα βοηθώντας μας έτσι να φτιάξουμε τα μάτια. Παρόμοια δυνατότητα προσφέρει και το Clay Strips αφήνοντας πίσω μία πιο τραχιά επιφάνεια την οποία την διορθώνουμε με το Scaper Peaks. Η χρήση αυτού του εργαλείου γίνεται για τα μάγουλα. Και κάπως έτσι σχεδόν έχει δημιουργηθεί και η μύτη από το βαθούλωμα για τα μάτια και για τα μάγουλα (Σχήμα 8.6).



Σχήμα 8.6: Προτομή σε αρχικό στάδιο

Ένα από τα εργαλεία που μπορεί να μας δώσει μια σχεδόν αληθοφανής μύτη είναι το Clay Strips το οποίο σημειώνουμε την περιοχή που θέλουμε και χρησιμοποιούμε το Grab για την επέκταση της περιοχής αυτής. Όσο αφορά τα ρουθούνια της μύτης μπορεί να γίνει χρήση του Sculpt Draw, όπου το εφαρμόσαμε και νωρίτερα.

Σχετικά με την προσθήκη των ματιών, ο χώρος έχει διαμορφωθεί νωρίτερα έτσι και προχωράμε σε ένα από τους τρόπους για την δημιουργία ματιών. Η προσθήκη δυο στρόγγυλων αντικειμένων, όπως η σφαίρα, είναι μια σύνθετη λύση. Αφού τοποθετήσουμε την πρώτη, της προσθέτουμε το πρώτο Modifier, το Mirror. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να τις έχουμε σε αναλογική θέση μεταξύ τους και σαφώς ότι επεξεργασία κάνουμε στην μία να την εφαρμόζουμε άμεσα και στην άλλη.

Ολοκληρώνοντας την βασική προτομή φιγούρας, διαμορφώνουμε και το στόμα. Στην συγκεκριμένη φιγούρα, του Γεωργίου Καραϊσκάκη όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 8.5, έχουμε και το μουστάκι του. Παραμένουμε σε Sculpting Mode και με το Clay Strips ορίζουμε την περιοχή για το στόμα, με το Draw Sharp την διαμορφώνουμε καλύτερα όπως και με το Crease εργαλείο δίνουμε μια περιγραφική μορφή στα χίλια. Φυσικά το Draw Sharp μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το σαγόνι, όπως και για το μουστάκι. Επιπλέον σε συνδυαστική χρήση του Grab και του Draw Sharp μπορούμε να διαμορφώσουμε ένα μικρό διαχωριστικό κενό μεταξύ προσώπου και λαιμού ξεκινώντας από το πίσω μέρος τους κεφαλιού.

Ολοκληρώνουμε το πρόσωπο διαμορφώνοντας τα αυτιά, χρησιμοποιούμε το Mask, για το πλάγιο σημείο στο κεφάλι που θέλουμε. Κάνουμε Invert Mask, και με το Grab, δημιουργούμε ταυτόχρονα

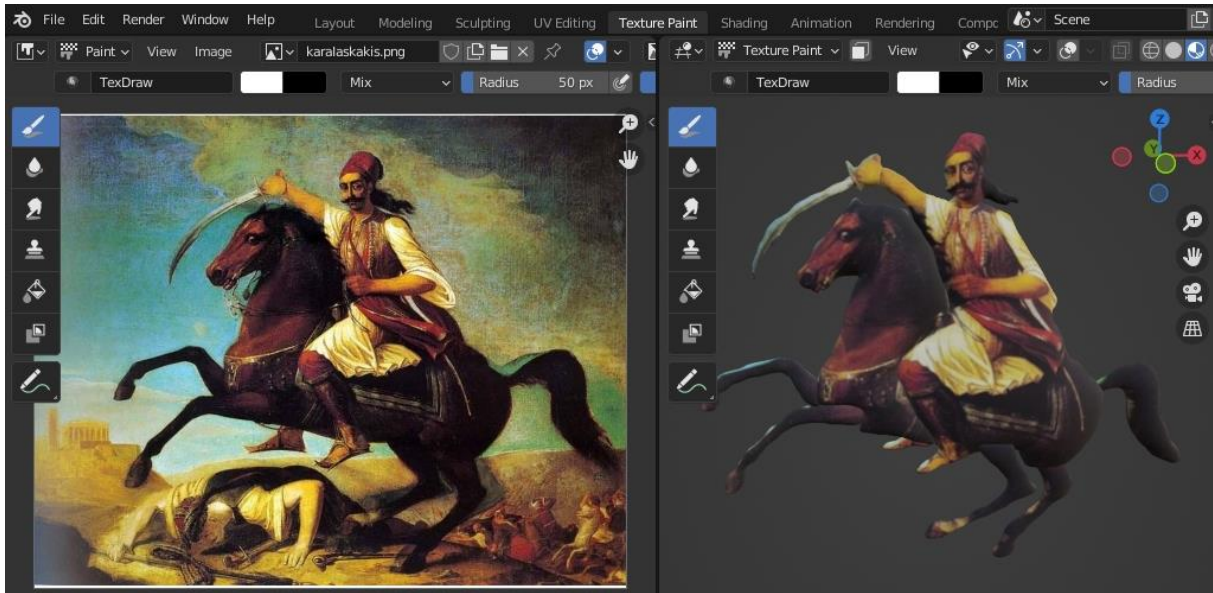
ένα μικρό εξόγκωμα και για τα δύο αυτιά. Για το εσωτερικό βάθος του αυτιού επιθυμητό αποτέλεσμα μας δίνει το SculptDraw εργαλείο. Με όλα τα παραπάνω εργαλεία καταφέραμε και δημιουργήσαμε ένα βασικό κομμάτι της φιγούρας μας.

Συνεχίζουμε με το κεφάλι του αλόγου το οποίο σε βήματα μοιάζει αρκετά με του ανθρώπου. Επιλέγουμε ένα από τα έτοιμα αντικείμενα του blender ως βάση, τον κύκλο. Επιλέγουμε Sculpting mode για να χρησιμοποιήσουμε αρκετά από τα πληθώρα εργαλεία του με πρώτο το Grab, το οποίο θα το χρησιμοποιούμε στο να επεκτείνουμε ελαφρώς το αντικείμενο προς τα μπροστά δημιουργώντας έτσι το μακρύ σχηματικά πρόσωπο του αλόγου. Το δεύτερο είναι το Mask, το οποίο μας δίνει την δυνατότητα να σημειώσουμε μια περιοχή (το πίσω κάτω μέρος του αντικειμένου) και επιλέγοντας Invert mask να επεξεργαστούμε το σημείο εκείνο. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να το επεκτείνουμε για την δημιουργία του λαιμού. Κάνουμε clear mask επιλέγουμε το Draw Sharp το οποίο σε συνδυασμό με το Sculpt Draw πιέζουν το αντικείμενο προς τα μέσα βοηθώντας μας έτσι να φτιάξουμε τα μάτια. Όσο αφορά τα ρουθούνια της μύτης μπορεί να γίνει χρήση του Sculpt Draw, όπου το εφαρμόσαμε και νωρίτερα τόσο στο σχεδιασμό της βάσης του κεφαλιού του ήρωα καθώς και στο άλογο. Σχετικά με την δημιουργία των ματιών επιλέγουμε την προσθήκη δυο στρόγγυλων αντικειμένων, όπως η σφαίρα. Αφού τοποθετήσουμε την πρώτη, της προσθέτουμε ως Modifier, το Mirror. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να τις έχουμε σε αναλογική θέση μεταξύ τους και σαφώς ότι επεξεργασία κάνουμε στην μία να την εφαρμόζουμε άμεσα και στην άλλη. Ολοκληρώνοντας το πρόσωπο του αλόγου, για στόμα απλά διαμορφώνουμε μια σχισμή με την χρήση του Clay Strips.

Σχετικά με υπόλοιπα μέρη της φιγούρας, τα χέρια/πόδια του ήρωα σε σχεδιαστικό κομμάτι μπορούν να έχουν την ίδια βάση με τα πόδια του αλόγου. Ξεκινώντας με το κύλινδρο για τα χέρια του ήρωα, θα χρησιμοποιήσουμε εργαλεία από το Sculpt Mode όπως το Draw, Draw Sharp, Inflate, Grab για πιο αληθοφανής απεικόνιση το Pinch, Crease και ελαφρώς το Scrape πετυχαίνοντας έτσι τις γωνίες που θέλουμε να διαμορφώσουμε ιδίως στο μπροστά χέρι. Όσο αφορά τα δάκτυλα, έγινε χρήση εργαλείων όπως το Clay, Pinch και Crease δημιουργώντας έτσι ένα μικρό κενό μεταξύ τους.

Για τα πόδια του αλόγου, ακολουθήθηκε παρόμοια λογική με τα χέρια του ήρωα με βάση τον κύλινδρο και εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Pinch, Grab, Draw Sharp, Crease και Thumb, δίνοντας το αντίστοιχο λύγισμα που απεικονίζεται για το κάθε πόδι.

Για την σχεδιαστική ολοκλήρωση της φιγούρας, σχετικά με το σώμα του ήρωα ως βάση χρησιμοποιήθηκε ο κύβος και κατά βάση εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Clay Thump, Inflate, Crease, Pinch, Grab. Με τα εργαλεία αυτά, διαμορφώθηκε το σώμα του ήρωα έχοντας δοθεί και κάποια όχι τόσο εμφανές χαρακτηριστικά όπως μια ελαφριά καμπύλη στο πίσω πάνω μέρος της πλάτης καθώς και ένα ελαφρύ φούσκωμα στο στέρνο λόγω της στολής (φορεσιάς). Σχετικά με το σώμα του αλόγου, ως βάση χρησιμοποιήθηκε ο κύλινδρος σε οριζόντια μορφή και κατά βάση εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Clay Strips, Inflate, Crease, Elastic Deform, Grab. Με τα εργαλεία αυτά, διαμορφώθηκε το σώμα του αλόγου έχοντας δοθεί ένα ελαφρύ φούσκωμα στο κεντρικό μέρος καθώς και με λεπτομέρεια τα άκρα του μπροστά (κάτω από το λαιμό) όπως και πίσω. Με τον τρόπο αυτό, έχουμε ως αποτέλεσμα μια αρκετά άρτια φιγούρα με τη σύνδεση των αρχικών κομματιών, που δημιουργήθηκαν νωρίτερα, καθώς και κάποιων πρόσθετων για την καλύτερη αισθητική εικόνα να απεικονίζονται στο Σχήμα 8.7.



Σχήμα 8.7: Εικόνα και Φιγούρα Καραϊσκάκη

8.4.2 Φιγούρα Β - Τρικούπης

Συνεχίζοντας με την φιγούρα του Χαρίλαου Τρικούπη (Σχήμα 8.8), όπου βασίστηκε σε εικόνα αρχείου.



Σχήμα 8.8: Εικόνα Χαρίλαου Τρικούπη

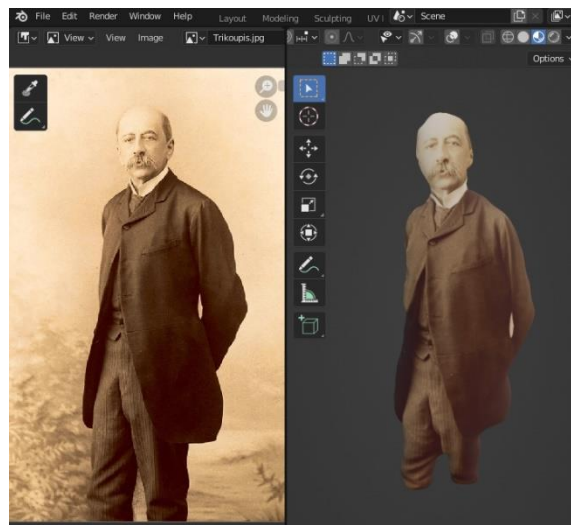
Με πατρών την παραπάνω εικόνα, επιλέχτηκε στο blender ένα από τα αντικείμενα όπου έχει, τον κύκλο ώστε να ετοιμάσουμε την διαμόρφωση του κεφαλιού του ήρωα. Επιλέγοντας Sculpting mode για την χρήση αρκετών από τα πληθώρα εργαλεία του. Το Grab, χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του πιγουνιού, τεντώνοντας ελαφρώς το αντικείμενο αλλά και για την πίσω πλευρά στο επάνω μέρος δίνοντας ένα σχήμα πιο κοντά στην μορφή ενός ανθρώπινου κεφαλιού. Με το Mask, το οποίο δίνει την δυνατότητα για σημείωση μιας περιοχής (το κεντρικό κάτω μέρος του αντικειμένου) και μέσω του Invert mask για επεξεργασία επεκτείνοντας το για την δημιουργία του λαιμού. Συνδυαστικά το Draw Sharp με το Sculpt Draw πιέζουν το αντικείμενο προς τα μέσα δημιουργώντας χώρο για τα μάτια. Το Clay Strips και το Scraper Peaks είναι εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τα μάγουλα. Αντίστοιχη χρήση τους έγινε και για την μύτη με το Clay Strips να σημειώνει την περιοχή και στην συνέχεια με το Grab για την επέκταση της περιοχής αυτής. Όσο αφορά τα ρουθούνια της μύτης μπορεί να γίνει χρήση του Sculpt Draw, όπου εφαρμόστηκε καινωρίτερα.

Σχετικά με την προσθήκη των ματιών, δυο στρόγγυλα αντικείμενα όπως η σφαίρα, είναι μια σύνηθες λύση. Μετά την τοποθέτηση της πρώτης, ως Modifier ορίστηκε το Mirror, το οποίο τα τοποθετεί σε αναλογική θέση μεταξύ τους. Σχετικά με το στόμα έγινε χρήση του Clay Strips για ορισμό περιοχής, και Draw Sharp με Crease για μια περιγραφική μορφή στα χίλια. Το Draw Sharp χρησιμοποιήθηκε για το σαγόνι, όπως και για το μουστάκι. Επιπλέον σε συνδυαστική χρήση του Grab και του Draw Sharp διαμορφώνετε ένα μικρό διαχωριστικό κενό μεταξύ προσώπου και λαιμού ξεκινώντας από το πίσω μέρος τους κεφαλιού. Ολοκληρώνεται το πρόσωπο διαμορφώνοντας τα αυτιά, χρησιμοποιώντας το Mask και το Grab, δημιουργώντας ένα μικρό εξόγκωμα και για τα δύο αυτιά. Οι όποιες διορθώσεις χρειάστηκαν έγιναν με το SculptDraw εργαλείο.

Σχετικά με υπόλοιπα μέρη της φιγούρας έγινε χρήση του κυλίνδρου για τα χέρια του ήρωα και για την καλύτερη προσαρμογή τους εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Inflate, Grab, Pinch, Crease και ελαφρώς το Scrape πετυχαίνοντας έτσι τις γωνίες που θέλουμε να διαμορφώσουμε ιδίως στο αριστερό χέρι. Για τα πόδια, ακολουθήθηκε παρόμοια λογική με τα χέρια με βάση τον κύλινδρο και εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Pinch, Grab, Draw Sharp και Crease.

Για την σχεδιαστική ολοκλήρωση της φιγούρας, σχετικά με το σώμα χρησιμοποιήθηκε ο κύβος και κατά βάση εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Clay Thump, Inflate, Crease, Pinch, Grab. Με τα εργαλεία αυτά, διαμορφώθηκε το σώμα του ήρωα έχοντας δοθεί ελαφριά καμπύλη στο πίσω πάνω μέρος της ωμοπλάτης.

Με τον τρόπο αυτό, έχουμε ως αποτέλεσμα μια φιγούρα όπου με τη σύνδεση των αρχικών κομματιών, που δημιουργήθηκαν νωρίτερα, καθώς και κάποιων πρόσθετων για την καλύτερη αισθητική εικόνα έχουμε ως αποτέλεσμα στο Σχήμα 8.9.



Σχήμα 8.9: Εικόνα και Φιγούρα Τρικούπη

8.4.3 Φιγούρα Γ - Κολοκοτρώνης

Συνεχίζοντας με την φιγούρα του Γεώργιου Κολοκοτρώνη (Σχήμα 8.10), όπου βασίστηκε σε εικόνα αρχείου.



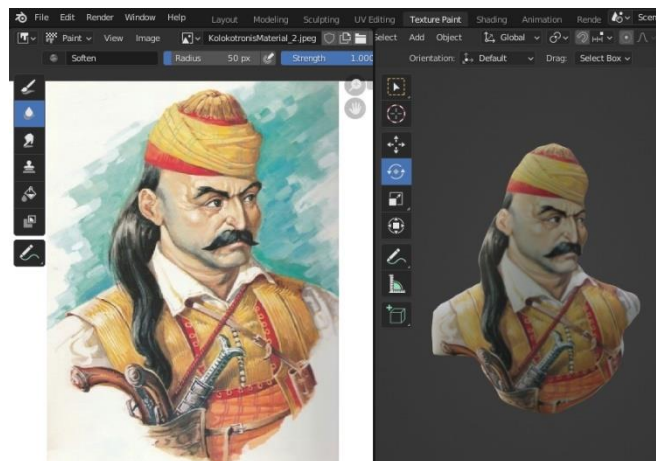
Σχήμα 8.10: Εικόνα Γεώργιου Κολοκοτρώνη

Με πατρών την παραπάνω εικόνα, επιλέχτηκε στο blender ένα από τα αντικείμενα όπου έχει, τον κύκλο ώστε να ετοιμάσουμε την διαμόρφωση του κεφαλιού του ήρωα. Μέσω του Sculpting mode έγινε χρήση εργαλείων όπως το: Grab για το τέντωμα του αντικείμενο για το πιγούνι, το Draw Sharp με το Sculpt Draw πιέζοντας το αντικείμενο προς τα μέσα δημιουργώντας χώρο για τα μάτια, το Clay Strips και το Scraper Peaks είναι εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τα μάγουλα. Αντίστοιχη χρήση τους έγινε και για την μύτη με το Clay Strips και το Grab για την επέκταση της περιοχής αυτής.

Σχετικά με τα μάτια έγινε η προσθήκη δυο στρόγγυλων αντικειμένων (σφαίρα). Μετά την τοποθέτηση της πρώτη, ως Modifier ορίστηκε το Mirror, το οποίο τα τοποθετεί σε αναλογική θέση μεταξύ τους. Το Draw Sharp χρησιμοποιήθηκε για το σαγόνι, όπως και για το μουστάκι. Επιπλέον σε συνδυαστική χρήση του Grab και του Draw Sharp διαμορφώνετε ένα μικρό διαχωριστικό κενό μεταξύ προσώπου και λαιμού ξεκινώντας από το πίσω μέρος τους κεφαλιού. Ολοκληρώνεται το πρόσωπο διαμορφώνοντας τα αυτιά. Χρησιμοποιούμε το Mask και με το Grab, δημιουργούμε ταυτόχρονα ένα μικρό εξόγκωμα και για τα δύο αυτιά. Οι όποιες διορθώσεις χρειάστηκαν έγιναν με το Sculp Draw εργαλείο.

Για την σχεδιαστική ολοκλήρωση της φιγούρας, σχετικά με το σώμα χρησιμοποιήθηκε ο κύβος και κατά βάση εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Clay Thump, Inflate, Crease, Pinch, Grab. Με τα εργαλεία αυτά, διαμορφώθηκε μέρος του σώματος του ήρωα έχοντας δοθεί ελαφριά καμπύλη στο πίσω πάνω μέρος της ωμοπλάτης.

Με τον τρόπο αυτό, έχουμε ως αποτέλεσμα μια φιγούρα με τη σύνδεση των αρχικών κομματιών, που δημιουργήθηκαν νωρίτερα, καθώς και κάποιων πρόσθετων για την καλύτερη αισθητική εικόνα (Σχήμα 8.11).



Σχήμα 8.11: Εικόνα και Φιγούρα Κολοκοτρώνη

8.4.4 Φιγούρα Δ - Βασιλιάς Όθων

Συνεχίζοντας με την φιγούρα του Βασιλιά Όθων Α' της Ελλάδος (Σχήμα 8.12), όπου βασίστηκε σε εικόνα αρχείου.

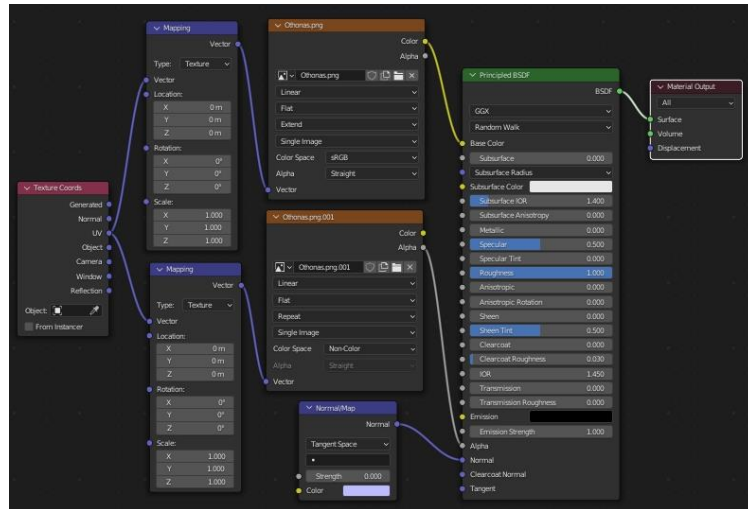


Σχήμα 8.12: Εικόνα Βασιλιά Όθων

Με πατρών την παραπάνω εικόνα, επιλέχτηκε στο blender ένα από τα αντικείμενα όπου έχει, τον κύκλο ώστε να ετοιμάσουμε την διαμόρφωση του κεφαλιού. Επιλέγοντας Sculpting mode για την χρήση αρκετών από τα πληθώρα εργαλεία. Πρώτο το Grab, χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία του πιγουνιού, τεντώνοντας ελαφρώς το αντικείμενο αλλά και για την πίσω πλευρά στο επάνω μέρος δίνοντας ένα σχήμα πιο κοντά στην μορφή ενός ανθρώπινου κεφαλιού. Με το Mask, το οποίο δίνει την δυνατότητα για σημείωση μιας περιοχής και μέσω του Invert mask για επεξεργασία επεκτείνοντας το για την δημιουργία του λαιμού. Συνδυαστικά το Draw Sharp με το Sculpt Draw πέζουν το αντικείμενο προς τα μέσα δημιουργώντας χώρο για τα μάτια. Το Clay Strips και το Scraper Peaks είναι εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τα μάγουλα. Αντίστοιχη χρήση τους έγινε και για την μύτη με το Clay Strips να σημειώνει την περιοχή και στην συνέχεια με το Grab για την επέκταση της.

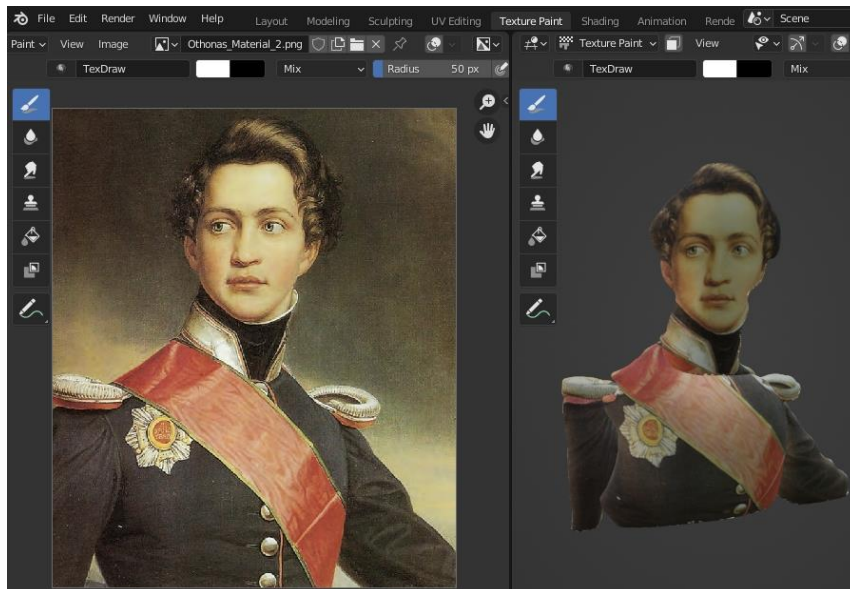
Σχετικά με την δημιουργία των ματιών, η προσθήκη δυο στρόγγυλων αντικειμένων, όπως η σφαίρα, είναι μια σύνηθες λύση. Μετά την τοποθέτηση της πρώτη, ως Modifier ορίστηκε το Mirror, το οποίο τα τοποθετεί σε αναλογική θέση μεταξύ τους, αρκετά βολικό κυρίως για το ομοιόμορφο τοπικό χρωματισμό. Σχετικά με το στόμα έγινε χρήση του Clay Strips για ορισμό περιοχής, και Draw Sharp με Crease για μια περιγραφική μορφή στα χίλια. Επιπλέον σε συνδυαστική χρήση του Grab και του Draw Sharp διαμορφώνετε ένα μικρό διαχωριστικό κενό μεταξύ προσώπου και λαιμού ξεκινώντας το πίσω μέρος τους κεφαλιού όπου στην συγκεκριμένη φιγούρα φαίνεται ελαφρώς στην αριστερή πλευρά λόγο της στολής. Ολοκληρώνεται το πρόσωπο διαμορφώνοντας τα αυτιά, χρησιμοποιούμε το Mask και με το Grab, δημιουργούμε ταυτόχρονα ένα μικρό εξόγκωμα και για τα δύο αυτιά, μέρος του οποίου καλύπτεται από τα “μαλλιά”. Οι όποιες διορθώσεις χρειάστηκαν έγιναν με το SculptDraw εργαλείο. Για τα υπόλοιπα μέρη της φιγούρας μας έγινε χρήση του κυλίνδρου για τα χέρια και για την καλύτερη προσαρμογή τους εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Inflate, Grab, Pinch, Crease και ελαφρώς το Scrape.

Για την σχεδιαστική ολοκλήρωση της φιγούρας, σχετικά με το σώμα χρησιμοποιήθηκε ο κύβος και κατά βάση εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Clay Thump, Inflate, Crease, Pinch, Grab. Με τα εργαλεία αυτά, διαμορφώθηκε το σώμα έχοντας δοθεί μια ελαφριά ενίσχυση στο στέρνο. Όσο αφορά το material της φιγούρας, φαίνεται στο Σχήμα 8.13



Σχήμα 8.13: Material φιγούρας Βασιλιά Όθων

Με τα βήματα αυτά, ολοκληρώθηκε η φιγούρα με τη σύνδεση των αρχικών κομματιών, που δημιουργήθηκαν νωρίτερα, καθώς και κάποιων πρόσθετων για καλύτερη αντιστοιχία (Σχήμα 8.14).



Σχήμα 8.14: Εικόνα και Φιγούρα Βασιλιά Όθων

8.5 Υλοποίηση παιχνιδιού

Με το πέρας όλων των παραπάνω βημάτων, στήσιμο AR σκηνής και δημιουργία νέων τρισδιάστατων αντικειμένων, πλέον μπορούμε να διαμορφώσουμε τον εικονικό χώρο, κυρίως με τα προϋπάρχον αντικείμενα, από το κεφάλαιο 7.4 καθώς και τα νέα του κεφαλαίου 8.4.

Συνολικά η εικονική σκηνή για το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τις εξής τέσσερις κατηγορίες τρισδιάστατων αντικειμένων:

- Main Objects, όπου περιέχει τα πρώτα βασικά αντικείμενα όπως είναι ο σχολικός πίνακας, η έδρα με την καρέκλα του καθηγητή καθώς και τρία σετ με γραφείο και καρέκλα μαθητή
- Additional Objects, όπου περιέχει πρόσθετα αντικείμενα όπως ένα ρολόι τοίχου, ένα πίνακα ανακοινώσεων, μια κούπα καθώς και δυο 2D αντικείμενα όπως η εικόνα του Ιησού Χριστού και με το σταυρό του.

- Answers Canvas, όπου περιέχει τα τρία κουμπιά απαντήσεων, τα οποία θα προσαρμόζονται ανάλογα μέσω κώδικα για την εμφάνιση κειμένου ή εικόνας.
- Figures Canvas, όπου θα περιέχει τις τέσσερις τρισδιάστατες φιγούρες που δημιουργήθηκαν νωρίτερα.

Έχοντας τοποθετήσει στην εικονική σκηνή τα υπάρχον αντικείμενα των τριών κατηγοριών που δημιουργήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, τοποθετούνται και οι νέες φιγούρες. Αναφορικά στο κέντρο της σκηνής είναι ο πίνακας, προς τα παραπάνω στον άξονα y βρίσκονται οι εικόνες, στα δεξιά του πίνακα στον άξονα x ο πίνακας ανακοινώσεων, στα αριστερά το ρολόι καθώς και η καρέκλα με την έδρα και την κούπα του δασκάλου. Τέλος προς τα αρνητικά του άξονα z από τον πίνακα, είναι τα τρία σετ με καρέκλες και γραφείο των μαθητών με το κάθε ένα να έχει κουμπί για τις απαντήσεις.

Συνεχίζοντας στη τέταρτη ενότητα (πίστα) του παιχνιδιού έχουμε ξεκλειδώνονται τα νέα αντικείμενα (φιγούρες) όπου προσθέσαμε στην εικονική σκηνή μας. Σε σχεδιαστικό κομμάτι η σκηνή μας εμφανισιακά είναι όπως το Σχήμα 8.15. Η φιγούρες Α με την Γ τοποθετούνται μεταξύ του πρώτου και δεύτερου γραφείου μαθητή καθώς και η Β με την Δ μεταξύ δεύτερου και τρίτου.



Σχήμα 8.15: Εικονική σκηνή Unity τέταρτης πίστας

Στο κομμάτι του κώδικα, προστέθηκε μια νέα δυνατότητα όπου συνδυάζεται άμεσα με τις φιγούρες. Ξεκινώντας περιληπτικά με τα βασικά του κώδικα (για τα οποία έχει γίνει αναλυτική αναφορά στα προηγούμενα κεφάλαια) ορίζονται τα αντικειμένων, οι βοηθητικές μεταβλητές καθώς και οι πίνακες που θα χρησιμοποιηθούν (Σχήμα 8.16). Οι δύο νέες λίστες Figure και Figure Tag όπου μέσω του unity θα τοποθετηθούν οι τιμές τους, οι 3D φιγούρες και τα tag τους αντίστοιχα.

Κεφάλαιο 8

```
public TMP_Text TableQuestion;
public GameObject AnswersCanvas;
public List<TMP_Text> AnswersText = new List<TMP_Text>();
public List<Button> AnswersBtn = new List<Button>();
public List<Sprite> ImageChoices = new List<Sprite>();
public GameObject StudentCanvas, FiguresCanvas;
public List<Renderer> Figures = new List<Renderer>();
public List<string> FiguresTag = new List<string>();

private short line, row_text, column, row_img, correctAnswersCounter,
num_figure, figure_position;
bool figuresOnTheScene = false;

private string[] Questions = {
    "Το 1843, με αρχηγούς τον αρχηγό του Συναγ. Καλλέργη και τον αγωνιστή του 1821 Μακρυγιάννη, πραγματοποιήθηκε η επανάσταση :",
    "Ποια χρονολογία έγινε το ολοκαύτωμα στη μονή Αρκαδίου κοντά στο Ρέθυμνο;",
    "Ποια χρονολογία ξέσπασε επανάσταση στο λιτόχωρο της Περείας;",
    "Το 1878, η Τουρκία θα υπέγραφε την συνθήκη του:",
    "Σε ποια χρονολογία αναφέρετε το ποίημα <<Χαιρетиός των νεκρών Φιλελλήνων >> του Κωστή Παλαμά;",
    "Η "Μεγάλη ιδέα", που αφορούσε την επέκταση των ελληνικών εδαφών , εκφράστηκε για πρώτη φορά από:",
    "Ποια απο τις παρακάτω είναι η σύζυγος του Θόδωρου της Ελλάδος, βασίλισσα Αμαλία:",
    "Το 1863, μετά την απομάκρυνση του Θόδωρα, νέος βασιλιάς της Ελλάδας επιλέχθηκε από τις Μεγάλες Δυνάμεις ο Δανός Πρίγκιπας Γεώργιος. Ποιος είναι;",
    "Ποια από τις παρακάτω προτομές είναι ο Χαρίλαος Τρικούπης που διετέλεσε υπουργός και πρωθυπουργός της Ελλάδος:" ,
    "Μετά τη δολοφονία του Καποδίστρια, ποιος επιλέχθηκε απο τις Μεγάλες Δυνάμεις ως βασιλιάς της Ελλάδος;"
};
private string[,] TextChoices = {
    {"3ης\ηΣεπτεμβρίου", "20ης\ηΙουλίου", "28ης\ηΟκτωβρίου"},
    {"1453", "1866", "1974"},
    {"1922", "1821", "1878"},
    {"Αγίου\ηΣτεφάνου", "Σερβών", "Αωζάνης"},
    {"1922", "1897", "1866"}
};
private short[] correctAnswers = { 0, 1, 2, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1 };
```

Σχήμα 8.16: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων

Συνεχίζοντας στο παιχνίδι από το κεφάλαιο 8.3, έχοντας πατηθεί το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’, κλείνει το πάνελ καλωσορίσματος. Με την σάρωση της εικόνας που μας αναφέρει το πάνελ, συνεχίζοντας με την γνώριμη μέθοδο LoadQnA όπου εκτελεί μια σειρά από εντολές (Σχήμα 8.17). Πιο συγκεκριμένα, διατηρείτε η λογική από το προηγούμενο κεφάλαιο αλλά όταν απαντηθούν οι ερωτήσεις με τις φωτογραφίες ως επιλογή, τότε είναι όπου ο καμβάς των απαντήσεων όπως και τα γραφεία των μαθητών απενεργοποιούνται από την σκηνή. Αυτό είναι εμφανές στο παρακάτω κώδικα όπως και η κλήση της GetComponent μέθοδο για την κάθε φιγούρα. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα για την ενεργοποίηση των εκάστοτε αντικειμένων για την αντίστοιχη ερώτηση.

```
private bool LoadQnA() {
    if (row_text < TextChoices.GetLength(0)) {
        AnswersText.ForEach(answerText => answerText.text = TextChoices[row_text, column++]);
        column = 0; row_text++;
    }
    else if (row_img < ImageChoices.Count) {
        AnswersText.ForEach(answerText => answerText.text = "");
        AnswersBtn.ForEach(answerBtn => {
            answerBtn.GetComponent<Image>().material = null;
            answerBtn.image.sprite = ImageChoices[row_img++];
        });
    }
    else if (line < Questions.Length) {
        AnswersCanvas.SetActive(false);
        StudentCanvas.SetActive(false);
        Figures.ForEach(figure => figure = GetComponent<Renderer>());
        Figures[figure_position].enabled = true;
        Figures[++figure_position].enabled = true;
        figuresOnTheScene = true;
    }
    else {
        return false;
    }
    TableQuestion.text = Questions[line++];
    return true;
}
```

Σχήμα 8.17: Μέθοδος LoadQnA της τέταρτης πίστας

Όπως και στις προηγούμενες πίστες, έτσι και σε αυτή γίνεται υλοποίηση (implement) της κλάσης MonoBehaviour. Η συγκεκριμένη δίνει την δυνατότητα για την χρήση αρκετών βοηθητικών συναρτήσεων εκτός της υποχρεωτικής Start (Σχήμα 8.3). Μια από αυτές είναι η μέθοδος Update

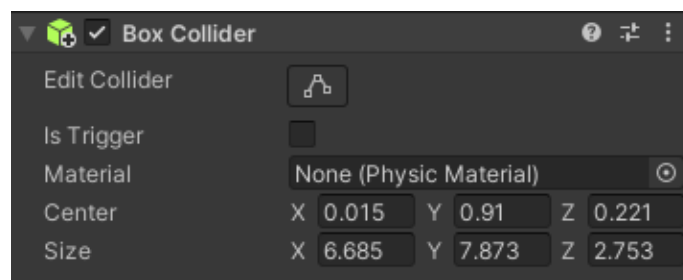
τύπου void που καλείται σε όλη την διάρκεια που εκτελείτε το script. Σε αυτή την μέθοδο χρησιμοποιείται η εντολή GetMouseButtonDown η οποία περιμένει από τον χρήστη να πατήσει στην οθόνη, πάνω σε μια από τις δυο εκάστοτε φιγούρες. Στην συνέχεια, μια μεταβλητή τύπου Ray αναγνωρίζει την ακριβή τοποθεσία που πάτησε ο χρήστης επάνω στην οθόνη και παίρνει την συγκεκριμένη τιμή. Η επιπλέον συνθήκη If ελέγχει αν το πάτημα που έγινε πάνω στην οθόνη, έγινε σε κάποια φιγούρα (Object) της σκηνής και έπειτα ελέγχει αν το αντικείμενο που πατήθηκε είναι ένα από τα αντικείμενα με Tags. Στην συνέχεια απενεργοποιείται το ζευγάρι φιγούρων, επαναφέρετε ο βοηθητικός μετρητής στην θέση του και καλείτε η PressedAnswer (Σχήμα 8.18).

```
private void Update() {
    if (Input.GetMouseButtonDown(0)) {
        Ray _ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
        RaycastHit _hit;

        if (Physics.Raycast(_ray, out _hit)) {
            if (_hit.transform == transform) {
                if (transform.gameObject.CompareTag(FiguresTag[--figure_position])) {
                    Figures[figure_position].enabled = false;
                    Figures[++figure_position].enabled = false;
                    figure_position++;
                    PressedAnswer(0);
                }
                else if (transform.gameObject.CompareTag(FiguresTag[++figure_position])) {
                    Figures[--figure_position].enabled = false;
                    Figures[++figure_position].enabled = false;
                    figure_position++;
                    PressedAnswer(1);
                }
            }
        }
    }
}
```

Σχήμα 8.18: Μέθοδος Update και GetMouseButtonDown

Με το πάτημα μιας φιγούρας, για να γίνει η αναγνώριση δεν αρκεί μόνο ο έλεγχος των παραπάνω βημάτων. Μέσω του Unity πρέπει να προστεθούν οι κατάλληλες ρυθμίσεις πάνω στα αντικείμενα, για να μπορεί με αυτό τον τρόπο το Unity να ξεχωρίζει το εκάστοτε αντικείμενο που επιλέχτηκε από τα υπόλοιπα. Το Box Collider (Σχήμα 8.19), αποτελεί ένα εργαλείο (Component) του Unity το οποίο τοποθετείται πάνω σε κάθε ένα αντικείμενο ξεχωριστά, και χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση συμβάντων. Καλύπτει ακριβώς τον χώρο του κάθε αντικειμένου παίρνοντας τιμές από όλους τους άξονες. Σε αυτή την περίπτωση εκμηδενίζει την πιθανότητα για την λάθος επιλογή κάποιου άλλου αντικειμένου που ήταν δίπλα του ή πίσω του.



Σχήμα 8.19: Box Collider της Δ φιγούρας

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα δεν έχει προστεθεί κάποιο Physic Material μιας και με την επιλογή κάποιας φιγούρας δεν θα εκτελείτε π.χ. κάποια κίνηση, αλλά μόνο η μέθοδος PressedAnswer (Σχήμα 8.20) με παράμετρο το αναγνωριστικό της φιγούρας. Κλήση της συγκεκριμένης μεθόδου γινόταν και στις προηγούμενες πίστες κάθε φορά που επιλεγόταν κάποια απάντηση κειμένου ή

εικόνας. Για αυτή την πίστα έγινε μια μικρή προσαρμογή για την καλύτερη διαχείριση των φιγούρων ως απάντηση στην CorrectOrWrongChoice (Σχήμα 8.21).

```
public async void PressedAnswer(int choice) {
    CorrectOrWrongChoice(choice);
    if (!LoadQnA()) {
        await Task.Delay(300);
        FiguresCanvas.SetActive(false);
        TableQuestion.text = "Τέλος 4ης Ενότητας."
            + "\nΣωστές Απαντήσεις: " + correctAnswersCounter
            + "\nΛανθασμένες Απαντήσεις: " + (Questions.Length - correctAnswersCounter);
        await Task.Delay(2700);
        ShowHidePanel("GoodBye");
    }
}
```

Σχήμα 8.20: Μέθοδος PressedAnswer

```
private async void CorrectOrWrongChoice(int choice) {
    if (!figuresOnTheScene) {
        if (choice == correctAnswers[--line]) {
            correctAnswersCounter++;
            AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.green;
        }
        else {
            AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.red;
        }
        line++;
        await Task.Delay(300);
        AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.white;
    }
    else if (figuresOnTheScene) {
        if (choice == correctAnswers[--line]) correctAnswersCounter++;
        line++;
        await Task.Delay(300);
    }
}
```

Σχήμα 8.21: Μέθοδος CorrectOrWrongChoice

Με το πέρας του ελέγχου της CorrectOrWrongChoice μεθόδου καλείτε η LoadQnA (Σχήμα 8.17) και συνεχίζει το παιχνίδι εμφανίζοντας την επόμενη ερώτηση και δυο φιγούρες ως πιθανή απάντηση. Έχοντας εμφανιστεί όλες οι ερωτήσεις, η LoadQnA επιστρέφει τιμή false και θα περάσει τον έλεγχο για μη αληθές τιμή. Εν συνεχεία, απενεργοποιείται ο καμβάς που περιέχει τις φιγούρες και ταυτόχρονα, στον τρισδιάστατο εικονικό πίνακα αναφέρουμε το τέλος της ενότητας αυτής καθώς και τις σωστές με τις λάθος απαντήσεις.

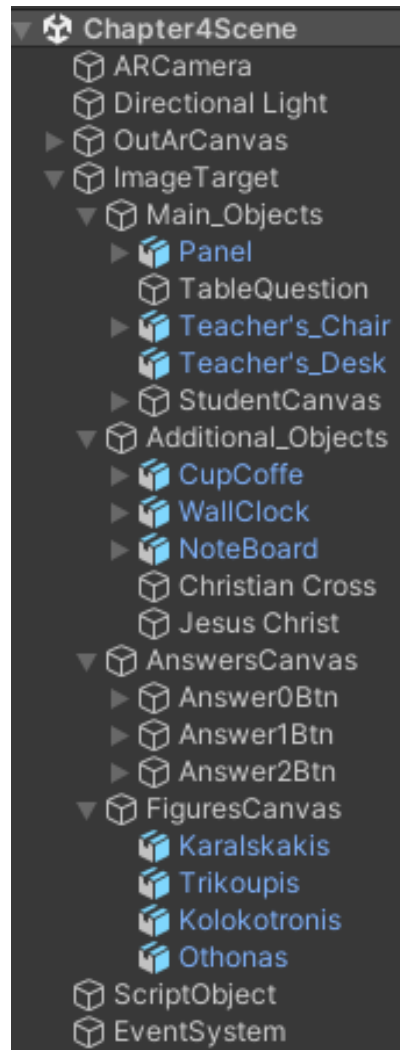
8.6 Ολοκλήρωση τέταρτης σκηνής

Έχοντας ολοκληρωθεί το εκπαιδευτικό παιχνίδι της τέταρτης ενότητα, το WelcomeGoodbye_Panel θα εμφανιστεί (το ίδιο πάνελ με το κεφάλαιο 8.2) με διαφορετικό περιεχόμενο όμως μέσω κώδικα. Ως τίτλος θα υπάρχει ένα μήνυμα 'Ολοκλήρωσε την τέταρτη ενότητα του παιχνιδιού' καθώς και θα εμφανίσει μια εικόνα όπου θα μας επιβραβεύει για την προσπάθεια που κάναμε. Σε αυτό το σημείο θα υπάρχει η δυνατότητα μέσω κουμπιού η επιλογή για τη συνέχεια στην επόμενη ενότητα ή επιστροφή στο αρχικό μενού ενοτήτων.

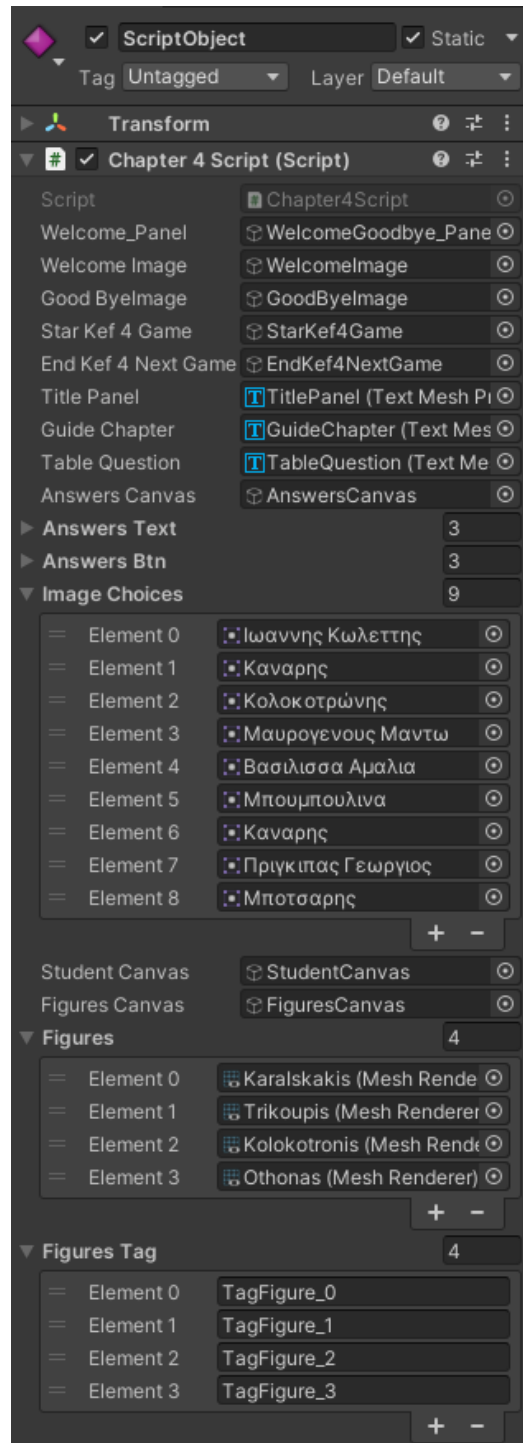
Κλείνοντας, σχετικά με τον κώδικα, οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήσαμε για συγκεκριμένη χρήση στην σκηνή αυτή είναι οι εξής:

- UnityEngine : για το casting της κλάσης μας σε MonoBehaviour, για το Sprite πίνακα εικόνων
- UnityEngine.SceneManagement : για την εκτέλεση της εντολής για αλλαγή σκηνής και για την δημιουργία μεταβλητών τύπου Game Object
- TMPro : κυρίως για τις μεταβλητές τύπου TMP_Text
- System.Collections.Generic : για την δημιουργία array λίστας (List<T>)
- UnityEngine.UI : κυρίως για τις μεταβλητές των κουμπιών (Button)
- System.Threading.Tasks : για την εκτέλεση της εντολής await Task.Delay()

Στο Σχήμα 8.22 συναντάμε την τελική ιεραρχία που ακολουθήσαμε καθώς και την σύνδεση των αντικειμένων αυτών με τις μεταβλητές, μέσω του ScriptObject (Σχήμα 8.23).



Σχήμα 8.22: Ιεραρχία σκηνής τέταρτης ενότητας



Σχήμα 8.23: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους

8.7 Επίλογος

Το όγδοο κεφάλαιο, όπου βασίζεται στην ύλη της τέταρτης ενότητας του σχολικού βιβλίου, έγινε η υλοποίηση της τέταρτης πίστας του παιχνιδιού προσθέτοντας στην υπάρχουσα δομή νέες δυνατότητες και αντικείμενα στον επαυξημένο κόσμο, όπως τις 3D φιγούρες των ηρώων.

Κεφάλαιο 9ο: Η Ελλάδα στον 20^ο αιώνα

9.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό βασίζεται στην πέμπτη ενότητα του βιβλίου της ιστορίας, και πιο συγκεκριμένα σε ερωτήσεις μέσα από την ύλη του βιβλίου πάνω στο επαυξημένο περιβάλλον το οποίο δημιουργήσαμε, μία σχολική τάξη. Η σκηνή θα περιέχει την βασική δομή που έχουμε ορίσει (μια πλήρης εικονική σχολική τάξη) καθώς και τις υπάρχουσες δυνατότητες για την απάντηση των δέκα ερωτήσεων. Η τελευταία πέμπτη ενότητα (πίστα) του εκπαιδευτικού παιχνιδιού που είναι και το προτελευταίο κεφάλαιο της Π.Ε. θα περιέχει όλα τα χαρακτηριστικά που προστέθηκαν στις προηγούμενες ενότητες. Για τον λόγο αυτό θα γίνει περιληπτική και όχι αναλυτική αναφορά σχετικά με τα βήματα που ακολουθήθηκαν.

9.2 Δημιουργία AR σκηνής

Ξεκινώντας με την δημιουργία μιας νέα σκηνής (Chapter5Scene), έγινε εισαγωγή του vuforia πακέτου ακολουθώντας τα βήματα από το κεφάλαιο 3.3.1, αντικατάσταση της main camera με AR camera και προσθήκη του license key. Επιπλέον εισαγωγή από την σελίδα της vuforia την βάση με το image target που δημιουργήσαμε, βάση εικόνας από το βιβλίο (Σχήμα 9.1).



Σχήμα 9.1: Image Target πέμπτης πίστας

Ακριβής αναλυτικά βήματα για τα παραπάνω, υπάρχουν στα κεφάλαια 3.3.1 έως και 3.3.5, όπου βρίσκονται και όλες οι λειτουργίες του unity που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτή την Π.Ε.. Στην συνέχεια δημιουργήσαμε το ScriptObject για την αντιστοίχιση των αντικειμένων της σκηνής με τις μεταβλητές στο κομμάτι του κώδικα, και προχωρήσαμε στην δημιουργία έξω από το image target, ενός διαφανή καμβά (OutArCanvas), ακολουθώντας τα αναλυτικά βήματα του κεφαλαίου 5.3. Αναφορικά θα περιέχει το κουμπί για τον τερματισμό της πίστας και επιστροφή στο μενού ενότητων όπως και το πάνελ καλωσορίσματος.

9.3 Καλωσόρισμα πέμπτης σκηνής

Στο εξωτερικό διάφανο δισδιάστατο καμβά προσθέτουμε και ένα πάνελ (WelcomeGoodbye_Panel), το οποίο θα εμφανιστεί δυο φορές στην ενότητα αυτή, με διαφορετικό περιεχόμενο το οποίο θα αλλάζει δυναμικά μέσα από τον κώδικα, με την δήλωση των αντικειμένων να φαίνεται στο Σχήμα 9.2.

```
public GameObject Welcome_Panel, WelcomeImage, GoodByeImage,
    StarKef3Game, EndKef3NextGame;
public TMP_Text TitlePanel, GuideChapter;
```

Σχήμα 9.2: Δήλωση αντικειμένων του πάνελ καλωσορίσματος

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 9.3 με την έναρξη της σκηνής καλείτε αυτόματα η Start, όπου με την σειρά της καλεί την ShowHidePanel, με παράμετρο το κείμενο 'Welcome'. Εμφανίζει το πάνελ (Σχήμα 9.4) και προσθέτει τις πληροφορίες καλωσορίσματος. Η δεύτερη φορά που εμφανίζει το πάνελ αυτό είναι στο κεφάλαιο 9.6 και αφορά την παράμετρο 'GoodBye'.

```
public void Start() => ShowHidePanel("Welcome");

public void StartGame(){
    ShowHidePanel("");
    LoadQnA();
}

private void ShowHidePanel(string WelcomeOrGoodBye) {
    if (Welcome_Panel != null) {
        bool isActive = Welcome_Panel.activeSelf;
        Welcome_Panel.SetActive(!isActive);
    }
    if (WelcomeOrGoodBye == "Welcome") {
        switchWelcomeGoodByePanel(true);
        TitlePanel.text = "Καλωσήρθες στην 5η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Για την περιήγηση στον επαυξημένο κόσμο,"
            + "είναι απαραίτητη η σάρωση της φωτογραφίας από την 194η σελίδα του σχολικού βιβλίου.\n" +
            "\nΚαλή επιτυχία!!";
    }
    else if (WelcomeOrGoodBye == "GoodBye") {
        switchWelcomeGoodByePanel(false);
        TitlePanel.text = "Ολοκλήρωσες την 5η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Συγχαρητήρια για την προσπάθεια αυτή!";
    }
}
```

Σχήμα 9.3: Συναρτήσεις Start, StartGame και ShowHidePanel



Σχήμα 9.4: Εισαγωγικό πάνελ

Αφού πατήσουμε το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’ καλείτε η μέθοδο StartGame (Σχήμα 9.3) όπου καλεί την ShowHidePanel απενεργοποιώντας το πάνελ. Αυτό γίνεται με τον έλεγχο if που εκτελείτε κάθε φορά που καλείτε η μέθοδος αυτή με την εξής λογική: δώσε σε αυτό το πάνελ, την αντίθετη κατάσταση από αυτή που έχει τώρα. Με την απενεργοποίηση του πάνελ είναι η στιγμή όπου η εφαρμογή περιμένει από τον χρήστη να σαρώσει την εικόνα από την σελίδα 194 του βιβλίου όπως αναφέρεται στο εισαγωγικό πάνελ.

9.4 Δημιουργία 3D αντικειμένων (φιγούρες ηρώων)

Σε αυτή την σκηνή, θα γίνει χρήση δυο από τις 3D φιγούρες που δημιουργήθηκαν στο κεφάλαιο 8.4 (Τρικούπη και Όθων) ενώ στο blender θα δημιουργηθούν επιπλέον δυο. Οι φιγούρες αυτές είναι του Παύλου Μελά και του Γρηγόρη Πιερή Αυξεντίου.

9.4.1 Φιγούρα Α - Παύλος Μελάς

Ξεκινώντας με τον Ανθυπολοχαγό Παύλο Μελά (Σχήμα 9.5), όπου βασίστηκε σε εικόνα αρχείου.



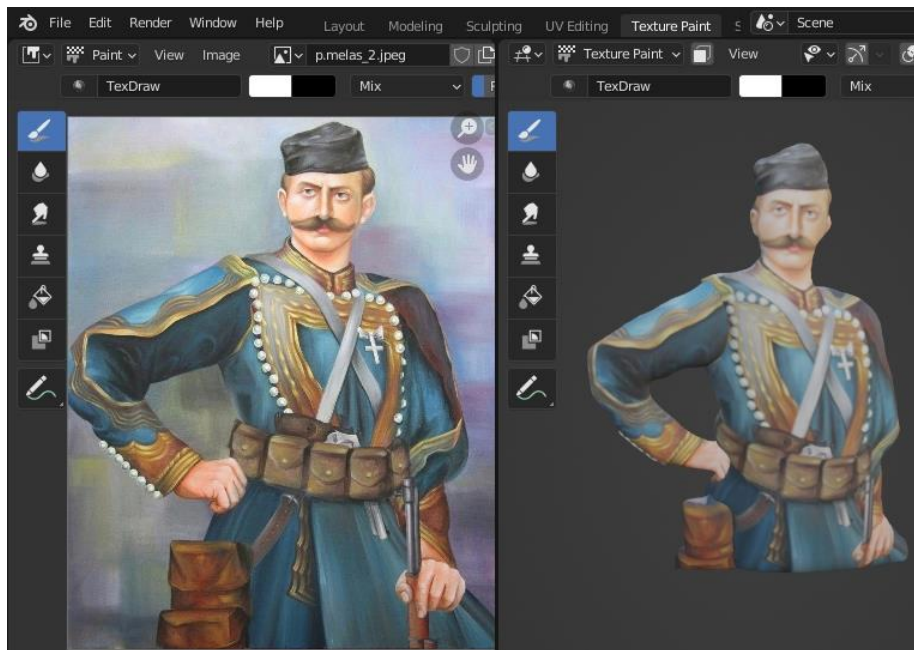
Σχήμα 9.5: Εικόνα Παύλου Μελά

Με πατρών την παραπάνω εικόνα, επιλέχτηκε ένα από τα αντικείμενα του blender ως βάση, ο κύκλος για την διαμόρφωση του κεφαλιού. Επιλέγοντας Sculpting mode και χρήση του εργαλείου Grab για την δημιουργία του πιγουνιού τεντώνοντας ελαφρώς το αντικείμενο, με το Mask, το οποίο δίνει την δυνατότητα για σημείωση μιας περιοχής (το κεντρικό κάτω μέρος του αντικειμένου) και μέσω του Invert mask για επεξεργασία επεκτείνοντας το για την δημιουργία του λαιμού. Συνδυαστικά το Draw Sharp με το Sculpt Draw πιέζουν το αντικείμενο προς τα μέσα δημιουργώντας χώρο για τα μάτια. Το Clay Strips και το Scraper χρησιμοποιήθηκαν για τα μάγουλα. Αντίστοιχα για την μύτη το Clay Strips για σημείωση της περιοχής και στην συνέχεια με το Grab για την επέκταση.

Σχετικά με την προσθήκη ματιών, τοποθετήθηκε ένα στρόγγυλο αντικείμενο (σφαίρα) όπου της δόθηκε ως Modifier το Mirror, το οποίο δημιουργεί ένα αντίγραφο σε αναλογική θέση. Σχετικά με το στόμα έγινε χρήση του Clay Strips για ορισμό περιοχής, και Draw Sharp με Crease για τα χίλια.

Επιπλέον σε συνδυαστική χρήση του Grab και του Draw Sharp διαμορφώνετε ένα μικρό διαχωριστικό κενό μεταξύ προσώπου και λαιμού. Ολοκληρώνεται το πρόσωπο διαμορφώνοντας τα αυτιά, χρησιμοποιώντας το Mask και το Grab. Οι όποιες διορθώσεις χρειάστηκαν έγιναν με το SculptDraw εργαλείο. Για τα υπόλοιπα μέρη της φιγούρας μας έγινε χρήση του κυλίνδρου για τα χέρια και για την καλύτερη προσαρμογή τους εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Inflate, Grab, Pinch, Crease και ελαφρώς το Scrape.

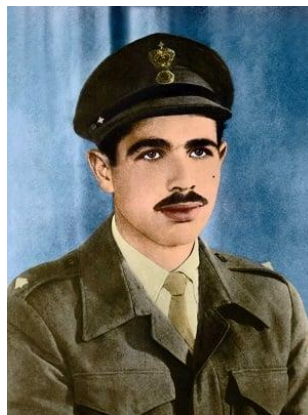
Για την σχεδιαστική ολοκλήρωση της φιγούρας, σχετικά με το σώμα χρησιμοποιήθηκε ο κύβος και κατά βάση εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Clay Thump, Inflate, Crease, Pinch, Grab. Με τον τρόπο αυτό, ολοκληρώθηκε η φιγούρα με τη σύνδεση των αρχικών κομματιών, που δημιουργήθηκαν νωρίτερα, καθώς και κάποιων πρόσθετων για καλύτερη αντιστοιχία (Σχήμα 9.6).



Σχήμα 9.6: Εικόνα και Φιγούρα Παύλου Μελά

9.4.2 Φιγούρα Β - Αυξεντίου

Συνεχίζοντας με την φιγούρα του Αντιστράτηγου Γρηγόριου Αυξεντίου (Σχήμα 9.7), όπου βασίστηκε σε εικόνα αρχείου.



Σχήμα 9.7: Εικόνα Γρηγόριου Αυξεντίου

Με πατρών την παραπάνω εικόνα, επιλέχτηκε στο blender ένα από τα αντικείμενα όπου έχει, ο κύκλος ώστε να ετοιμάσουμε την διαμόρφωση του κεφαλαίου του ήρωα. Μέσω του Sculpting mode έγινε χρήση εργαλείων όπως το: Grab για το τέντωμα του αντικείμενο για το πιγούνι, το Draw Sharp με το Sculpt Draw πιέζοντας το αντικείμενο προς τα μέσα δημιουργώντας χώρο για τα μάτια, το Clay Strips και το Scraper Peaks είναι εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τα μάγουλα. Αντίστοιχη χρήση τους έγινε και για την μύτη με το Clay Strips και το Grab για την επέκταση της περιοχής αυτής.

Σχετικά με τα μάτια έγινε η προσθήκη δυο στρόγγυλων αντικειμένων (σφαίρα). Μετά την τοποθέτηση της πρώτη, ως Modifier ορίστηκε το Mirror, το οποίο τα τοποθετεί σε αναλογική θέση μεταξύ τους. Το Draw Sharp χρησιμοποιήθηκε για το σαγόνι, όπως και για το μουστάκι. Επιπλέον σε συνδυαστική χρήση του Grab και του Draw Sharp διαμορφώνετε ένα μικρό διαχωριστικό κενό μεταξύ προσώπου και λαιμού. Ολοκληρώνετε το πρόσωπο διαμορφώνοντας τα αυτιά, χρησιμοποιώντας το Mask και με το Grab, δημιουργούμε ταυτόχρονα ένα μικρό εξόγκωμα και για τα δύο αυτιά.

Για την σχεδιαστική ολοκλήρωση της φιγούρας, σχετικά με το σώμα χρησιμοποιήθηκε ο κύβος και κατά βάση εφαρμόστηκαν τα εξής sculpt εργαλεία: Draw, Draw Sharp, Clay Thump, Inflate, Crease, Pinch, Grab. Με τα εργαλεία αυτά, διαμορφώθηκε το σώμα του ήρωα έχοντας δοθεί ελαφριά καμπύλη στο πίσω πάνω μέρος της ωμοπλάτης.

Με τον τρόπο αυτό, έχουμε ως αποτέλεσμα μια φιγούρα με τη σύνδεση των αρχικών κομματιών, που δημιουργήθηκαν, καθώς και κάποιον πρόσθετων για την καλύτερη αισθητική εικόνα (Σχήμα 9.8).



Σχήμα 9.8: Εικόνα και Φιγούρα Αυξεντίου

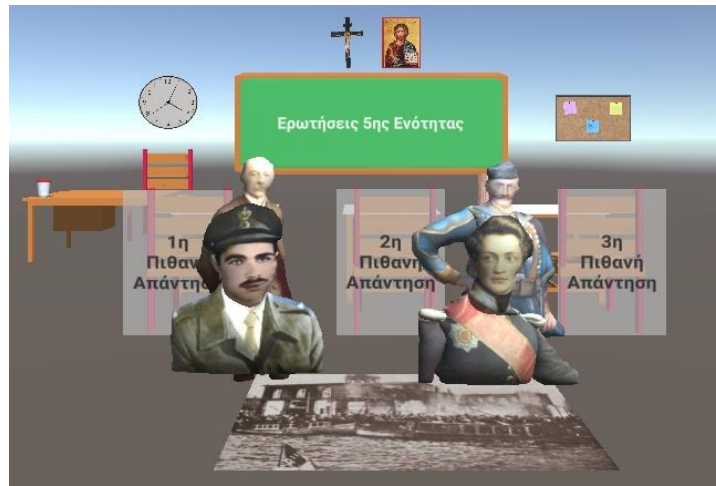
9.5 Υλοποίηση παιχνιδιού

Με το πέρας όλων των παραπάνω βημάτων, στήσιμο AR σκηνής και δημιουργία νέων τρισδιάστατων αντικειμένων, βρισκόμαστε στο σημείο όπου θα διαμορφώσουμε τον εικονικό χώρο, κυρίως με τα αντικείμενα όπου δημιουργήσαμε μέχρι το κεφάλαιο 8.4 καθώς και τα νέα του κεφαλαίου 9.4.

Συνολικά η εικονική σκηνή για το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τις εξής τέσσερις κατηγορίες τρισδιάστατων αντικειμένων:

- Main Objects, όπου περιέχει το σχολικό πίνακα, την έδρα με την καρέκλα του καθηγητή καθώς και τρία σετ με γραφείο και καρέκλα μαθητή
- Additional Objects, όπου περιέχει το ρολόι τοίχου, ένα πίνακα ανακοινώσεων, μια κούπα καθώς και δυο 2D αντικείμενα όπως η εικόνα του Ιησού Χριστού και με το σταυρό του.
- Answers Canvas, όπου περιέχει τα τρία κουμπιά απαντήσεων, τα οποία θα προσαρμίζονται μέσω κώδικα για την ανάλογη εμφάνιση κειμένου ή εικόνας.
- Figures Canvas, όπου θα περιέχει τέσσερις τρισδιάστατες φιγούρες

Με την τοποθέτηση στην εικονική σκηνή, τα υπάρχον αντικείμενα των τριών κατηγοριών που δημιουργήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, τοποθετούνται και οι νέες φιγούρες. Σε σχεδιαστικό κομμάτι η σκηνή εμφανισιακά είναι όπως το Σχήμα 9.9. Η φιγούρες Α με την Γ τοποθετούνται μεταξύ του πρώτου και δεύτερου γραφείου μαθητή καθώς και η Β με την Δ μεταξύ δεύτερου και τρίτου.



Σχήμα 9.9: Εικονική σκηνή Unity πέμπτης πίστας

Σχετικά με το κομμάτι του κώδικα, ξεκινώντας περιληπτικά με τα βασικά, για τα οποία έχει γίνει αναλυτική αναφορά σε προηγούμενα κεφάλαια, ορίζονται τα αντικείμενα, οι βοηθητικές μεταβλητές καθώς και οι πίνακες που θα χρησιμοποιηθούν (Σχήμα 9.10). Οι δύο νέες λίστες Figure και Figure Tag όπου μέσω του unity θα τοποθετηθούν οι τιμές τους, οι 3D φιγούρες και τα tag τους αντίστοιχα.

```
public TMP_Text TableQuestion;
public GameObject AnswersCanvas;
public List<TMP_Text> AnswersText = new List<TMP_Text>();
public List<Button> AnswersBtn = new List<Button>();
public List<Sprite> ImageChoices = new List<Sprite>();
public GameObject StudentCanvas;
public List<Renderer> Figures = new List<Renderer>();
public List<string> FiguresTag = new List<string>();

private short line, row_text, column, row_img, correctAnswersCounter,
num_figure, figure_position;
bool figuresOnTheScene = false;

private string[] Questions = {
    "Η σύγκρουση μεταξύ ποιων ονομαστικέ Μακεδονικέσ αγώνας;",
    "Ποιος είναι ο κοινός εχθρός στις κατακτήσεις της: Κωνσταντινούπολης, Μικράς Ασίας, Πόντος, Ίμια, Κύπρος...",
    "Βάση του βιβλίου, ποια ήταν οι σημαντικότερη πόλησ που απελευθερώθηκε στον 'Α Βαλκανικό πόλεμο το 1912;",
    "Στον 'Β Βαλκανικό πόλεμο, εξαιτίας των Μεγάλων Δυνάμεων, σε ποιος παραχωρήθηκε η Δυτική Θράκη;",
    "Στον 'Β Βαλκανικό πόλεμο, εξαιτίας των Μεγάλων Δυνάμεων, παραδόθηκε στους Αλβανούς η :",
    "Το 1922, ποια Ελληνική πόλη άρχισαν να λεηλατούν και να καταστρέφουν οι Τούρκοι;",
    "Ποια από τις παρακάτω καθορίστηκε ως επίσημη ελληνική σημαία μετά την βασιλική κυριαρχία στην Ελλάδα;",
    "Ποιο από τα παρακάτω στρατιωτικά εμβλήματα είναι της Ελληνικής Δύναμης Κύπρου;",
    "Παύλος Μελάς, ο οποίος πέθανε σε μία σύγκρουση με τους Τούρκους, στις 13 Οκτώβρη του 1904, ποιος είναι;",
    "Ένας από τους μεγαλύτερους αγωνιστές και 2ο στην ιεραρχία της ΕΟΚΑ, ήταν ο Ελληνοκύπριος Γρηγόρης Πιερή Αυξεντίου. Επέλεξε την σωστή προτομή."
};

private string[,] TextChoices = {
    {"Ελληνική", "Βουλγάρων", "Ελληνική", "Ιταλών", "Ιταλών", "Βουλγάρων"},
    {"Τουρκία", "Γερμανία", "Σκόπια"},
    {"Θεσσαλονίκη", "Ναύπλιο", "Κως"},
    {"Γάλλους", "Σέρβους", "Βούλγαρους"},
    {"Νότια", "Βόρεια", "Αλεκάδα"},
    {"Ίμια", "Ζμύρνη", "Κύπρος"},
};

private short[] correctAnswers = { 0, 0, 0, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 0 };
```

Σχήμα 9.10: Κώδικας για την δήλωση αντικειμένων, μεταβλητών και πινάκων

Συνεχίζοντας το παιχνίδι από το κεφάλαιο 9.3, πατώντας το κουμπί ‘Ας ξεκινήσουμε’, κλείνει το πάνελ καλωσορίσματος. Με την σάρωση της εικόνας που μας υπέδειξε το πάνελ, συνεχίζουμε με την μέθοδο LoadQnA (Σχήμα 9.11) διατηρώντας την λογική από το προηγούμενο κεφάλαιο. Όταν απαντηθούν οι ερωτήσεις με τις φωτογραφίες ως επιλογή, τότε είναι όπου ο καμβάς των απαντήσεων και των μαθητών απενεργοποιούνται από την σκηνή. Αυτό είναι εμφανές στο παρακάτω κώδικα όπως και η κλήση της GetComponent μεθόδου για την κάθε φιγούρα. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα για την ενεργοποίηση των εκάστοτε αντικειμένων για την αντίστοιχη ερώτηση.

```
private bool LoadQnA() {
    if (row_text < TextChoices.GetLength(0)) {
        AnswersText.ForEach(answersText => answersText.text = TextChoices[row_text, column++]);
        column = 0; row_text++;
    }
    else if (row_img < ImageChoices.Count) {
        AnswersText.ForEach(answerText => answerText.text = "");
        AnswersBtn.ForEach(answerBtn => {
            answerBtn.GetComponent<Image>().material = null;
            answerBtn.image.sprite = ImageChoices[row_img++];
        });
    }
    else if (line < Questions.Length) {
        AnswersCanvas.SetActive(false);
        StudentCanvas.SetActive(false);
        Figures.ForEach(figure => figure = GetComponent<Renderer>());
        Figures[figure_position].enabled = true;
        Figures[++figure_position].enabled = true;
        figuresOnTheScene = true;
    }
    else {
        return false;
    }
    TableQuestion.text = Questions[line++];
    return true;
}
```

Σχήμα 9.11: Μέθοδο LoadQnA της πέμπτης πίστας

Όπως και στις προηγούμενες πίστες, έτσι και σε αυτή γίνεται υλοποίηση (implement) της κλάσης MonoBehaviour δίνοντας την δυνατότητα για την χρήση βοηθητικών συναρτήσεων. Μια από αυτές είναι η μέθοδος Update τύπου void που καλείται σε όλη την διάρκεια που εκτελείτε το script. Σε αυτή την μέθοδο χρησιμοποιείται η εντολή GetMouseDown η οποία περιμένει από τον χρήστη να πατήσει στην οθόνη πάνω σε μια από τις δυο εκάστοτε φιγούρες. Στην συνέχεια, μια μεταβλητή τύπου Ray αναγνωρίζει την ακριβή τοποθεσία που πάτησε ο χρήστης επάνω στην οθόνη και παίρνει την συγκεκριμένη τιμή. Η επιπλέον συνθήκη If ελέγχει αν το πάτημα που έγινε πάνω στην οθόνη, είναι σε κάποια φιγούρα (Object) της σκηνής και έπειτα ελέγχει αν το αντικείμενο που πατήθηκε είναι ένα από τα αντικείμενα με Tags (Σχήμα 9.12). Στην συνέχεια απενεργοποιείται το ζευγάρι φιγούρων, επαναφέρετε ο βοηθητικός μετρητής και καλείτε η PressedAnswer.

```

private void Update() {
    if (Input.GetMouseButtonDown(0)) {
        Ray _ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
        RaycastHit _hit;

        if (Physics.Raycast(_ray, out _hit)) {
            if (_hit.transform == transform) {
                if (transform.gameObject.CompareTag(FiguresTag[--figure_position])) {
                    Figures[figure_position].enabled = false;
                    Figures[++figure_position].enabled = false;
                    figure_position++;
                    PressedAnswer(0);
                }
                else if (transform.gameObject.CompareTag(FiguresTag[++figure_position])) {
                    Figures[--figure_position].enabled = false;
                    Figures[++figure_position].enabled = false;
                    figure_position++;
                    PressedAnswer(1);
                }
            }
        }
    }
}

```

Σχήμα 9.12: Μέθοδος Update και GetMouseButtonDown

Με το πάτημα μιας φιγούρας, για να γίνει η αναγνώριση δεν αρκεί μόνο να γίνει ο έλεγχος των παραπάνω πραγμάτων. Μέσω του Unity πρέπει να προστεθούν οι κατάλληλες ρυθμίσεις πάνω στα αντικείμενα, για να μπορεί με αυτό τον τρόπο το Unity να ξεχωρίζει το εκάστοτε αντικείμενο που επιλέχτηκε από τα υπόλοιπα. Το Box Collider (Σχήμα 8.19), αποτελεί ένα εργαλείο (Component) του Unity το οποίο τοποθετείται πάνω σε κάθε ένα αντικείμενο ξεχωριστά, και χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση συμβάντων. Καλύπτει ακριβώς τον χώρο του κάθε αντικειμένου παίρνοντας τιμές από όλους τους άξονες. Με την επιλογή κάποιας φιγούρας, εκτελείτε η μέθοδος PressedAnswer (Σχήμα 9.13) με παράμετρο το αναγνωριστικό της φιγούρας.

```

public async void PressedAnswer(int choice){
    CorrectOrWrongChoice(choice);
    if (!LoadQnA()){
        await Task.Delay(300);
        AnswersCanvas.SetActive(false);
        TableQuestion.text = "Τέλος 5ης Ενότητας."
            + "\nΣωστες Απαντήσεις: " + correctAnswersCounter
            + "\nΛανθασμένες Απαντήσεις: " + (Questions.Length - correctAnswersCounter);
        await Task.Delay(2700);
        ShowHidePanel("GoodBye");
    }
}

```

Σχήμα 9.13: Μέθοδος Pressed Answer

Για αυτή την πίστα έγινε μια μικρή προσαρμογή για την καλύτερη διαχείριση των φιγούρων ως απάντηση στην CorrectOrWrongChoice (Σχήμα 9.14).

```

private async void CorrectOrWrongChoice(int choice) {
    if (!figuresOnTheScene) {
        if (choice == correctAnswers[--line]) {
            correctAnswersCounter++;
            AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.green;
        }
        else {
            AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.red;
        }
        line++;
        await Task.Delay(300);
        AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.white;
    }
    else if (figuresOnTheScene) {
        if (choice == correctAnswers[--line]) correctAnswersCounter++;
        line++;
        await Task.Delay(300);
    }
}
}

```

Σχήμα 9.14: Μέθοδος CorrectOrWrongChoice

Με το πέρας του ελέγχου της CorrectOrWrongChoice μεθόδου καλείτε η LoadQnA (Σχήμα 9.11) και συνεχίζει το παιχνίδι εμφανίζοντας την επόμενη ερώτηση και δυο φιγούρες ως πιθανή απάντηση. Έχοντας εμφανιστεί όλες οι ερωτήσεις, η LoadQnA επιστρέφει τιμή false και τερματίζει το παιχνίδι. Εν συνεχεία, απενεργοποιείται ο καμβάς που περιέχει τις φιγούρες και ταυτόχρονα, στον τρισδιάστατο εικονικό πίνακα αναφέρουμε το τέλος της ενότητας αυτής καθώς και τις σωστές με τις λάθος απαντήσεις.

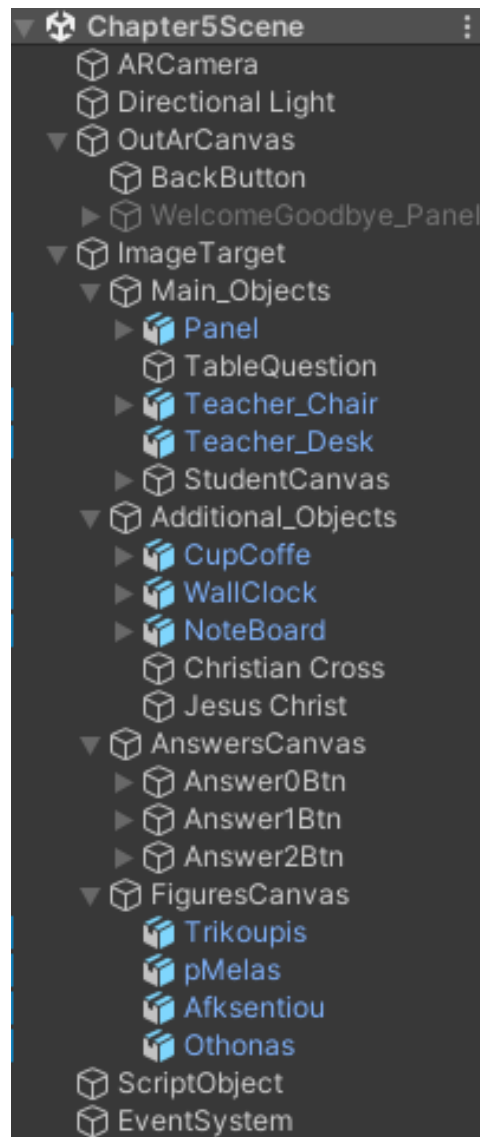
9.6 Ολοκλήρωση πέμπτης σκηνής

Έχοντας ολοκληρωθεί το εκπαιδευτικό παιχνίδι της πέμπτη ενότητα, το WelcomeGoodbye_Panel θα εμφανιστεί (το ίδιο πάνελ με το κεφάλαιο 9.2) με διαφορετικό περιεχόμενο όμως μέσω κώδικα. Ως τίτλος θα υπάρχει ένα μήνυμα ‘Ολοκλήρωσες την πέμπτη ενότητα του παιχνιδιού’ καθώς και θα εμφανιστεί μια εικόνα όπου θα μας επιβραβεύει για την προσπάθεια που κάναμε. Σε αυτό το σημείο θα υπάρχει η δυνατότητα μέσω κουμπιού η επιλογή μόνο για τη επιστροφή στο αρχικό μενού ενότητων.

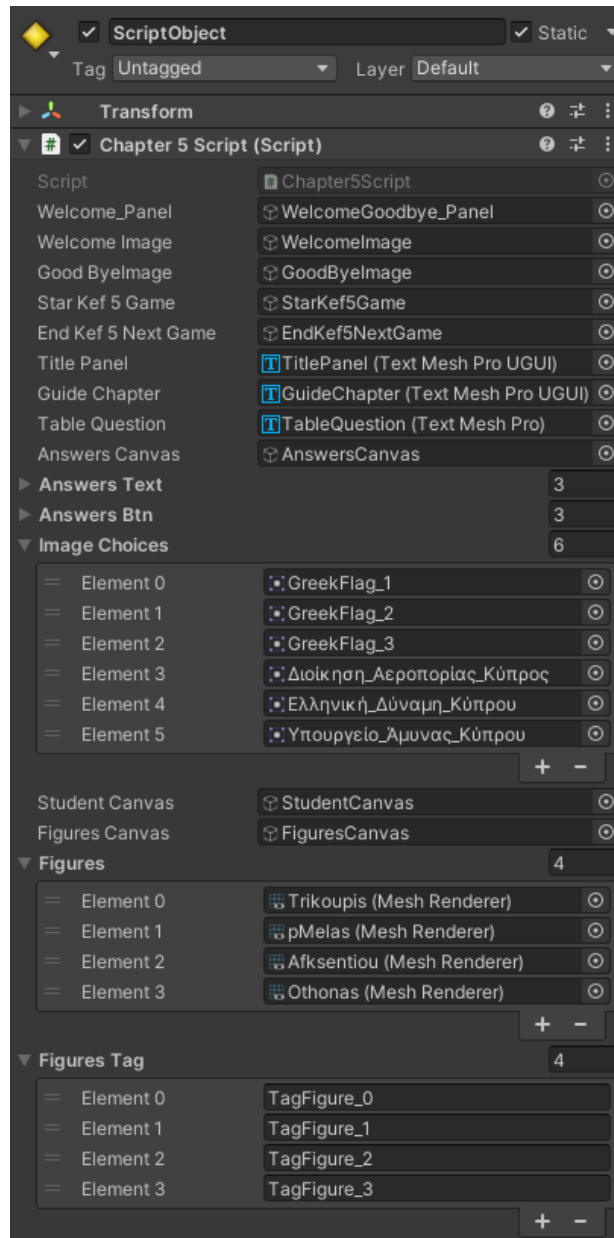
Κλείνοντας, σχετικά με τον κώδικα, οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήσαμε για συγκεκριμένη χρήση στην σκηνή αυτή είναι οι εξής:

- UnityEngine : για το casting της κλάσης μας σε MonoBehaviour, για το Sprite πίνακα εικόνων
- UnityEngine.SceneManagement : για την εκτέλεση της εντολής για αλλαγή σκηνής και για την δημιουργία μεταβλητών τύπου Game Object
- TMPro : κυρίως για τις μεταβλητές τύπου TMP_Text
- UnityEngine.UI : κυρίως για τις μεταβλητές των κουμπιών (Button)
- System.Threading.Tasks : για την εκτέλεση της εντολής await Task.Delay()
- System.Collections.Generic : για την δημιουργία array λίστας (List<T>)

Στο Σχήμα 9.15 συναντάμε την τελική ιεραρχία που ακολουθήσαμε καθώς και την σύνδεση των αντικειμένων αυτών με τις μεταβλητές (που δημιουργήθηκαν στο script κώδικα), μέσω του ScriptObject (Σχήμα 9.16).



Σχήμα 9.15: Ιεραρχία σκηνής πέμπτης ενότητας



Σχήμα 9.16: Αντιστοίχιση αντικειμένων με τις μεταβλητές τους

9.7 Επίλογος

Το ένατο κεφάλαιο, όπου βασίζεται στην ύλη της πέμπτης ενότητας του σχολικού βιβλίου, έγινε η υλοποίηση της τελευταίας πίστας του παιχνιδιού, προσθέτοντας νέα αντικείμενα διαμορφώνοντας μια σκηνή με όλα τα αντικείμενα και τις δυνατότητες που δημιουργήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια επιτυγχάνοντας ένα πλήρες επαυξημένο σχολικό κόσμο.

Κεφάλαιο 10ο: Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία που εξελίσσεται ραγδαία έχοντας δημιουργήσει ήδη δυνατές βάσεις σε πολλούς επαγγελματικούς τομείς. Στην εκπαίδευση, όχι ακόμα. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να αλλάξει εντελώς τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται τα μαθήματα μέσα στις αίθουσες των σχολείων. Με τους μαθητές πλέον να έχουν την ικανότητα και τη βασική κατάρτιση για να χειρίζονται ένα κινητό ή μια υπολογιστική συσκευή στην καθημερινή τους ζωή το όλο εγχείρημα γίνεται πιο προσιτό. Επιπλέον, τα παιχνίδια (ηλεκτρονικά ή και όχι) ανέκαθεν προσέφεραν χαρά και ενθουσιασμό ιδίως στις παιδικές ηλικίες. Επομένως τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να βελτιώσουν τη διεξαγωγή των μαθημάτων δίνοντας μια πιο ευχάριστη εμπειρία. Για τους προαναφερθέντες λόγους, η προσθήκη εκπαιδευτικών παιχνιδιών με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στα σχολεία θα αποτελούσε μια σημαντική αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η δημιουργία όμως μίας τέτοιας εκπαιδευτικής εφαρμογής, αποδείχθηκε μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία.

Σχετικά με το μάθημα Ιστορίας της έκτης Δημοτικού, όπου βασιζόμενο σε αυτό δημιουργήθηκε η εφαρμογή της παρούσας Π.Ε., αποτελείται από ερωτήσεις μέσα από την ύλη του βιβλίου με την δυνατότητα για απάντηση με ποικίλους τρόπους. Η βασική σχεδίαση βασίστηκε σε φιλικά προς τον μαθητή μοντέλα, τα οποία ενθαρρύνουν τον χρήστη να πειραματιστεί με τα αντικείμενα που βρίσκονται στον επαυξημένο χώρο. Η εφαρμογή αποτελείται από πέντε ενότητες που βασίζονται σε όλη την ύλη του βιβλίου. Όμως, η φύση των μαθημάτων ιστορίας δεν παρέχουν κάποια αλληλεπίδραση με τον μαθητή, όπως τα μαθηματικά. Αυτή την ανάγκη είναι όπου η ArHistory καλύπτει, δίνοντας μια πιο διαδραστική εμπειρία.

Σε σχεδιαστικό κομμάτι η εφαρμογή θα μπορούσε να βελτιωθεί κυρίως στις φιγούρες που δημιουργήθηκαν μέσω του blender. Πιο λεπτομερής σχεδίαση στις φορεσιές των ηρώων αλλά και στα πρόσωπα τους θα έδινε μια πιο ρεαλιστή αίσθηση. Παρόμοια βελτίωση μπορούν να λάβουν και τα υπόλοιπα αντικείμενα του χώρου όπως το ρολοί στο οποίο έχουν τοποθετηθεί σε τυχαία θέση οι δείκτες. Μέσω ανάλογου κώδικα, ακόμα και από στο blender, δίνεται η δυνατότητα για να λαμβάνει την ώρα της συσκευής και να τοποθετεί τους δείκτες στην αντίστοιχη θέση, όπως και ανά συγκεκριμένο χρονικό διάστημα να μετακινούνται. Επιπλέον, παρόλο που στο κομμάτι του κώδικα δόθηκε μεγαλύτερη βάση, μιας και προγραμματιστής όχι σχεδιαστής, η προσθήκη μιας βασικής κλάσης όπου θα επέκτειναν όλες οι άλλες, ώστε κάποιες μεθόδους που ο κώδικας γράφτηκε έτσι ώστε να είναι επαναχρησιμοποιήσιμος σε όλες τις ενότητες, να υπάρχει σε ένα script και απλά οι επόμενες να την υλοποιούν. Επιπλέον, η κλάση αυτή θα μπορούσε να κρατάει τα αποτελέσματα της κάθε ενότητας και να εμφανίζεται ένα συνολικό αθροιστικό αποτέλεσμα στο τέλος του παιχνιδιού.

Τέλος, η προσθήκη περισσότερων εφέ (ηχητικών ή κίνησης) στα αντικείμενα θα έκαναν ακόμα πιο προσιτή την εφαρμογή. Με την μεταφόρτωση της στο Play Store της Google, όπου οι μαθητές θα μπορούσαν να την εγκαταστήσουν δωρεάν, καθώς και η συμβατότητα της σε συστήματα iOS (iPhone) θα κάλυπτε περισσότερους χρήστες. Ολοκληρώνοντας, σημαντική αναβάθμιση θα ήταν η δυνατότητα επιλογής γλώσσας, Ελληνικά ή Αγγλικά, καλύπτοντας κυρίως τους Έλληνες ομογενείς μαθητές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Εκπαιδευτική Τεχνολογία & Ψηφιακά Εργαλεία Μάθησης, “Επαυξημένη πραγματικότητα: τι είναι και πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση.” 2015. [Online]. Available: https://edtech.gr/what_is_ar/. Last visit: May 2022
- [2] PricewaterhouseCoopers, “The Evolution of Augmented Reality”, 2017 [Online]. Available: <https://www.pwc.be/en/news-publications/insights/2017/the-evolution-of-augmented-reality.html>. Last visit: May 2022
- [3] Ιωάννης Κολιόπουλος, Αθανάσιος Καλλιανιώτης, Ιάκωβος Μιχαηλίδης και Χαράλαμπος Μηνάογλου, *Ιστορία του νεότερου και σύγχρονου κόσμου*, Ελλάδα, ΙΤΥΕ ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ, 2019.
- [4] Reaktor Education, “Extended reality: VR/AR/MR”, [Online]. Available: <https://courses.reaktor.education/en/courses/emerging-technologies/extended-reality-vr-ar-mr/>. Last visit: May 2022
- [5] Reaktor Education, “Introduction to extended reality: AR, VR and MR”, [Online]. Available: <https://courses.reaktor.education/en/courses/emerging-technologies/extended-reality-vr-ar-mr/introduction-to-extended-reality-ar-vr-and-mr/>. Last visit: May 2022
- [6] Culex., “XR / VR / AR / MR – What’s the difference?”, [Online]. Available: <https://culex.hr/xr-vr-ar-mr-whats-the-difference/?lang=en>. Last visit: May 2022
- [7] Reaktor Education, “AR/VR in our daily life”, [Online]. Available: <https://courses.reaktor.education/en/courses/emerging-technologies/extended-reality-vr-ar-mr/ar-vr-in-our-daily-life/>. Last visit: May 2022
- [8] IDC, “Worldwide semi-annual spending guide to augmented and virtual reality”, [Online]. Available: http://www.idc.com/tracker/showproductinfo.jsp?prod_id=1381. Last visit: 30 Μαρτίου 2022
- [9] PwC, “Seeing is believing”, [Online]. Available: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/economic-impact-of-vr-ar.html>. Last visit: May 2022
- [10] Gap Inc., “Gap Tests New Virtual Dressing Room”, [Online]. Available: <https://www.gapinc.com/en-us/articles/2017/01/gap-tests-new-virtual-dressing-room>. Last visit: May 2022
- [11] Sephora, “Sephora Virtual Artist”, [Online]. Available: <https://www.sephora.my/pages/virtual-artist>. Last visit: May 2022
- [12] Pokemon, “Pokémon GO”, [Online]. Available: <https://www.pokemon.com/us/app/pokemon-go/>. Last visit: May 2022
- [13] Yahoo!finance, “Pokemon game adds \$7.5 billion to Nintendo market value in two days”, [Online]. Available: <https://finance.yahoo.com/news/pokemon-game-adds-7-5-095739989.html>. Last visit: May 2022
- [14] PANDALL OKITA, “THE BOOK OF DISTANCE”, [Online]. Available: <https://www.randallokita.com/the-book-of-distance>. Last visit: May 2022

- [15] Everest Virtual Reality, “Join a Virtual Reality Ascent of Everest”, [Online]. Available: <https://www.everestvirtualreality.com/>. Last visit: May 2022
- [16] Smartify Our Story, “About Smartify”, [Online]. Available: <https://about.smartify.org/about-us>. Last visit: May 2022
- [17] United Nations Virtual Reality, “SYRIAN REFUGEE CRISIS”, [Online]. Available: <https://unvr.sdgactioncampaign.org/cloudsoversidra>. Last visit: May 2022
- [18] The New York Times, “Augmented Reality: Explore NASA’s InSight Mission on Mars”, [Online]. Available: <https://www.nytimes.com/interactive/2018/05/01/science/mars-nasa-insight-ar-3d-ul.html>. Last visit: May 2022
- [19] Labster, “Helping you empower the next generation of scientists”, [Online]. Available: <https://www.labster.com/>. Last visit: June 2022
- [20] MinnaLearn, “Future Horizons of Extended Reality”, [Online]. Available: <https://courses.minnalearn.com/en/courses/emerging-technologies/extended-reality-vr-ar-mr/future-horizons-of-extended-reality/>. Last visit: June 2022
- [21] MinnaLearn, “XR and new job roles”, [Online]. Available: <https://courses.minnalearn.com/en/courses/emerging-technologies/extended-reality-vr-ar-mr/xr-and-new-job-roles/>. Last visit: June 2022
- [22] Unity Documentation, “Device Simulator”, [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.device-simulator@3.0/manual/index.html>. Last visit: June 2022
- [23] Unity Documentation, “Visual Studio Code Editor”, [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/com.unity.ide.vscode.html>. Last visit: June 2022
- [24] Unity Documentation, “About AR Foundation”, [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.foundation@4.1/manual/index.html>. Last visit: June 2022
- [25] Unity Documentation, “TextMeshPro”, [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/com.unity.textmeshpro.html>. Last visit: June 2022
- [26] Unity Documentation, “About ProBuilder”, [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.probuilder@5.0/manual/index.html>. Last visit: June 2022
- [27] Vuforia Developer Library, “Vuforia Engine and AR Foundation”, [Online]. Available: <https://library.vuforia.com/unity-extension/vuforia-engine-and-ar-foundation>. Last visit: June 2022
- [28] Xinqi Liu, Young-Ho Sohn, Dong-Won Park, “Application Development with Augmented Reality Technique using Unity 3D and Vuforia”, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 13, Number 21 (2018) pp. 15068-15071, Korea https://mail.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n21_33.pdf
- [29] Microsoft technical documentation, “Using Vuforia Engine with Unity”, [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/develop/unity/vuforia-development-overview>. Last visit: June 2022

- [30] ARMaker, “Marker optimized for Vuforia or ARToolkit based libraries”, [Online]. Available: <https://shawnlehner.github.io/ARMaker/>. Last visit: June 2022
- [31] Alecu F., “Blender Institute – the Institute for Open 3D Projects”, *CiteSeerX*, vol. 2, no. 1, 2010. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1&type=pdf&doi=10.1.1.192.2789>
- [32] Blender, “About Blender”, [Online]. Available: <https://www.blender.org/about/>. Last visit: June 2022
- [33] modelry “What is the difference between High Poly and Low Poly models in 3D modeling?”, [Online]. Available: <https://www.modelry.ai/blog/difference-between-high-poly-and-low-poly-models>. Last visit: December 2022
- [34] Queppelin “High poly vs Low poly in 3D Modeling explained in simple terms”, [Online]. Available: <https://www.queppelin.com/high-poly-vs-low-poly-in-3d-modeling/>. Last visit: December 2022
- [35] XNWeb Design, “Τι είναι το Photoshop για όσους δεν το ξέρουν”, [Online]. Available: <https://xnweb.gr/photoshop-orologia-istoria-eikona/>. Last visit: July 2022

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Κώδικας 7^ο Κεφαλαίου

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
using TMPro;
using UnityEngine.UI;
using System.Threading.Tasks;
using System.Collections.Generic;

public class Chapter3Script : MonoBehaviour {

    public GameObject Welcome_Panel, WelcomeImage, GoodByeImage,
        StarKef3Game, EndKef3NextGame;
    public TMP_Text TitlePanel, GuideChapter;

    public TMP_Text TableQuestion;
    public GameObject AnswersCanvas;
    public List<TMP_Text> AnswersText = new List<TMP_Text>();
    public List<Button> AnswersBtn = new List<Button>();
    public List<Sprite> ImageChoices = new List<Sprite>();

    private short line, row_text, column, row_img, correctAnswersCounter;

    private string[] Questions = {
        "Ποιοι ήταν οι ιδρυτές της φιλικής εταιρίας;",
        "Ποιος ήταν ο στόχος της Φιλικής Εταιρείας;",
        "Τι ήταν ο Ιερός Λόχος και πότε δημιουργήθηκε;",
        "Ποιοι ήταν οι πρωταγωνιστές στην έναρξη της επανάστασης στην Πελοπόννησο;",
        "Ποια ημερομηνία έγινε η μάχη στο Πέτα;",
        "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή της Λασκαρίνας Μπουμπουλίνας;",
        "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Κωσταντίνος Κανάρης;",
        "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Διονύσιου Σολωμού;",
        "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Μάρκου Μπότσαρη;"
    }
```

```

        "Βάση του βιβλίου, ποια από τις εικόνες ταιριάζει σε αυτή του Γεώργιος Καραϊσκάκης;",
    };

    private string[,] TextChoices = {
        {"Ξανθός\nΣκουφάς\nΤσακάλωφ", "Ξανθός\nΚαραολής\nΤσακάλωφ",
        "Ζάκος\nΒούλγαρης\nΤσακάλωφ"},
        {"Οργάνωση της\nΙταλικής\nαπελευθέρωσης", "Οργάνωση της\nΕλληνικής\nαπελευθέρωσης",
        "Ανάπτυξη\nτου\nεμπορίου"},
        { "Στρατιωτικό\nσώμα\n1824", "Προεδρείο\nτης Βουλής\n1815",
        "Στρατιωτικό\nσώμα\n1821"},
        {"Κολοκοτρώνης\nΠαπαφλέσσας\nΥψηλάντης", "Παλαιών
        Πατρών\nΓερμανος,\nΖάκος", "Κολοκοτρώνης"},
        {"14\nΙουλίου\n1821", "4\nΙουλίου\n1822", "4\nΜαρίου\n1822"}
    };

    private short[] correctAnswers = { 0, 1, 2, 0, 1, 2, 0, 1, 0, 1 };

    public void Start() => ShowHidePanel("Welcome");

    public void StartGame(){
        ShowHidePanel("");
        LoadQnA();
    }

    public void LoadChaptersMenuScene() => SceneManager.LoadScene("ChaptersMenuScene");

    public void OpenChapterN(int N) => SceneManager.LoadScene($"Chapter{N}Scene");

    public async void PressedAnswer(int choice){
        CorrectOrWrongChoice(choice);
        if (!LoadQnA()) {
            await Task.Delay(300);
            AnswersCanvas.SetActive(false);
            TableQuestion.text = "Τέλος 3ης Ενότητας."
            + "\nΣωστες Απαντήσεις: " + correctAnswersCounter
            + "\nΛανθασμένες Απαντήσεις: " + (Questions.Length - correctAnswersCounter);
        }
    }

```

```

        await Task.Delay(2700);
        ShowHidePanel("GoodBye");
    }
}

private void ShowHidePanel(string WelcomeOrGoodBye) {
    if (Welcome_Panel != null) {
        bool isActive = Welcome_Panel.ActiveSelf;
        Welcome_Panel.SetActive(!isActive);
    }
    if (WelcomeOrGoodBye == "Welcome") {
        switchWelcomeGoodByePanel(true);
        TitlePanel.text = "Καλωσήρθες στην 3η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Για την περιήγηση στον επαυξημένο κόσμο,"
            + "είναι απαραίτητη η σάρωση της φωτογραφίας απο την 72η σελίδα του σχολικού
βιβλίου.\n" +
            "\nΚαλή επιτυχία!!";
    }
    else if (WelcomeOrGoodBye == "GoodBye") {
        switchWelcomeGoodByePanel(false);
        TitlePanel.text = "Ολοκλήρωσες την 3η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Συγχαρητήρια για την προσπάθεια αυτή!";
    }
}

private void switchWelcomeGoodByePanel(bool boolean) {
    WelcomeImage.SetActive(boolean);
    GoodByeImage.SetActive(!boolean);
    StarKef3Game.SetActive(boolean);
    EndKef3NextGame.SetActive(!boolean);
}

private bool LoadQnA() {

```

```

    if (row_text < TextChoices.GetLength(0)) {
        AnswersText.ForEach(answersText => answersText.text = TextChoices[row_text,
column++]);
        column = 0; row_text++;
    }
    else if (row_img < ImageChoices.Count) {
        AnswersText.ForEach(answerText => answerText.text = "");
        AnswersBtn.ForEach(answerBtn => {
            answerBtn.GetComponent<Image>().material = null;
            answerBtn.image.sprite = ImageChoices[row_img++];
        });
    }
    else {
        return false;
    }
    TableQuestion.text = Questions[line++];
    return true;
}

private async void CorrectOrWrongChoice(int choice) {
    if (choice == correctAnswers[--line]) {
        correctAnswersCounter++;
        AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.green;
    }
    else {
        AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.red;
    }
    line++;
    await Task.Delay(300);
    AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.white;
}
}

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Κώδικας 9^ο Κεφαλαίου

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;
using TMPro;
using UnityEngine.UI;
using System.Threading.Tasks;
using System.Collections.Generic;

public class Chapter5Script : MonoBehaviour{

    public GameObject Welcome_Panel, WelcomeImage, GoodByeImage,
        StarKef5Game, EndKef5NextGame;
    public TMP_Text TitlePanel, GuideChapter;

    public TMP_Text TableQuestion;
    public GameObject AnswersCanvas;
    public List<TMP_Text> AnswersText = new List<TMP_Text>();
    public List<Button> AnswersBtn = new List<Button>();
    public List<Sprite> ImageChoices = new List<Sprite>();
    public GameObject StudentCanvas, FiguresCanvas;
    public List<Renderer> Figures = new List<Renderer>();
    public List<string> FiguresTag = new List<string>();

    private short line, row_text, column, row_img, correctAnswersCounter,
        num_figure, figure_position;
    bool figuresOnTheScene = false;

    private string[] Questions = {
        "Η σύγκρουση μεταξύ ποιον ονομαστικέ Μακεδονικός αγώνας; ",
        "Ποιος είναι ο κοινός εχθρός στις κατακτήσεις της: Κωνσταντινούπολης, Μικρά Ασίας, Πόντος,
        Τιμα, Κύπρος ...",
        "Βάση του βιβλίου, ποια ήταν οι σημαντικότερη πόλης που απελευθερώθηκε στον 'Α Βαλκανικό
        πόλεμο το 1912;"
```

"Στον ΄Β Βαλκανικό πόλεμο, εξαιτίας των Μεγάλων Δυνάμεων, σε ποιος παραχωρήθηκε η Δυτική Θράκη;",

"Στον ΄Β Βαλκανικό πόλεμο, εξαιτίας των Μεγάλων Δυνάμεων, παραδόθηκε στους Αλβανούς η :",

"Το 1922, ποια Ελληνική πόλη άρχισαν να λεηλατούν και να καταστρέφουν οι Τούρκοι;",

"Ποια από τις παρακάτω καθορίστηκε ως επίσημη ελληνική σημαία μετα την βασιλική κυριαρχία στην Ελλάδα ;",

"Ποιο από τα παρακάτω στρατιωτικά εμβλήματα είναι της Ελληνικής Δύναμης Κύπρου;",

"Παύλος Μελάς, ο οποίος πέθανε σε μία σύγκρουσή με τους Τούρκους, στις 13 Οκτώβρη του 1904, ποιος είναι;" ,

"Ένας από τους μεγαλύτερους αγωνιστές και 2ο στην ιεραρχία της ΕΟΚΑ, ήταν ο Ελληνοκύπριος Γρηγόρης Πιερή Αυξεντίου. Επέλεξε την σωστή προτομή."

};

```
private string[,] TextChoices = {
```

```
    {"Ελλήνων\ηκαι\ηΒουλγάρων", "Ελλήνων\ηκαι\ηΙταλών", "Ιταλών\ηκαι\ηΒουλγάρων"},
```

```
    {"Τουρκία", "Γερμανία", "Σκόπια"},
```

```
    {"Θεσσαλονίκη", "Ναύπλιο", "Κως"},
```

```
    {"Γάλλους", "Σέρβους", "Βούλγαρους"},
```

```
    {"Νότια\ηΗπειρος", "Βόρεια\ηΗπειρος", "Λευκάδα"},
```

```
    {"Ίμια", "Σμύρνη", "Κύπρος"},
```

};

```
private short[] correctAnswers = { 0, 0, 0, 2, 1, 1, 2, 1, 1, 0 };
```

```
public void Start() => ShowHidePanel("Welcome");
```

```
public void StartGame(){
```

```
    ShowHidePanel("");
```

```
    LoadQnA();
```

```
}
```

```
public void LoadChaptersMenuScene() => SceneManager.LoadScene("ChaptersMenuScene");
```

```
public async void PressedAnswer(int choice){
```

```
    CorrectOrWrongChoice(choice);
```

```

if (!LoadQnA()){
    await Task.Delay(300);
    AnswersCanvas.SetActive(false);
    TableQuestion.text = "Τέλος 5ης Ενότητας."
        + "\nΣωστες Απαντήσεις: " + correctAnswersCounter
        + "\nΛανθασμένες Απαντήσεις: " + (Questions.Length - correctAnswersCounter);
    await Task.Delay(2700);
    ShowHidePanel("GoodBye");
}
}

private void ShowHidePanel(string WelcomeOrGoodBye) {
    if (Welcome_Panel != null) {
        bool isActive = Welcome_Panel.activeSelf;
        Welcome_Panel.SetActive(!isActive);
    }
    if (WelcomeOrGoodBye == "Welcome") {
        switchWelcomeGoodByePanel(true);
        TitlePanel.text = "Καλωσήρθες στην 5η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Για την περιήγηση στον επαυξημένο κόσμο,"
            + "είναι απαραίτητη η σάρωση της φωτογραφίας απο την 194η σελίδα του σχολικού βιβλίου.\n" +
            "\nΚαλή επιτυχία!!!";
    }
    else if (WelcomeOrGoodBye == "GoodBye") {
        switchWelcomeGoodByePanel(false);
        TitlePanel.text = "Ολοκλήρωσες την 5η Ενότητα του παιχνιδιού μας";
        GuideChapter.text = "Συγχαρητήρια για την προσπάθεια αυτή!";
    }
}

private void switchWelcomeGoodByePanel(bool boolean){
    WelcomeImage.SetActive(boolean);
}

```

```

    GoodByeImage.SetActive(!boolean);
    StarKef5Game.SetActive(boolean);
    EndKef5NextGame.SetActive(!boolean);
}

private bool LoadQnA() {
    if (row_text < TextChoices.GetLength(0)) {
        AnswersText.ForEach(answersText => answersText.text = TextChoices[row_text,
column++]);
        column = 0; row_text++;
    }
    else if (row_img < ImageChoices.Count) {
        AnswersText.ForEach(answerText => answerText.text = "");
        AnswersBtn.ForEach(answerBtn => {
            answerBtn.GetComponent<Image>().material = null;
            answerBtn.image.sprite = ImageChoices[row_img++];
        });
    }
    else if (line < Questions.Length) {
        AnswersCanvas.SetActive(false);
        StudentCanvas.SetActive(false);
        Figures.ForEach(figure => figure = GetComponent<Renderer>());
        Figures[figure_position].enabled = true;
        Figures[++figure_position].enabled = true;
        figuresOnTheScene = true;
    }
    else {
        return false;
    }
    TableQuestion.text = Questions[line++];
    return true;
}

```

```

private async void CorrectOrWrongChoice(int choice) {
    if (!figuresOnTheScene) {
        if (choice == correctAnswers[--line]) {
            correctAnswersCounter++;
            AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.green;
        }
        else {
            AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.red;
        }
        line++;
        await Task.Delay(300);
        AnswersBtn[choice].GetComponent<Image>().color = Color.white;
    }
    else if (figuresOnTheScene) {
        if (choice == correctAnswers[--line]) correctAnswersCounter++;
        line++;
        await Task.Delay(300);
    }
}

private void Update() {
    if (Input.GetMouseButtonDown(0)) {
        Ray _ray = Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition);
        RaycastHit _hit;

        if (Physics.Raycast(_ray, out _hit)) {
            if (_hit.transform == transform) {
                if (transform.gameObject.CompareTag(FiguresTag[--figure_position])) {
                    Figures[figure_position].enabled = false;
                    Figures[++figure_position].enabled = false;
                    figure_position++;
                    PressedAnswer(0);
                }
            }
        }
    }
}

```

```
else if (transform.gameObject.CompareTag(FiguresTag[++figure_position])) {  
    Figures[--figure_position].enabled = false;  
    Figures[++figure_position].enabled = false;  
    figure_position++;  
    PressedAnswer(1);  
}  
}  
}  
}  
}  
}
```