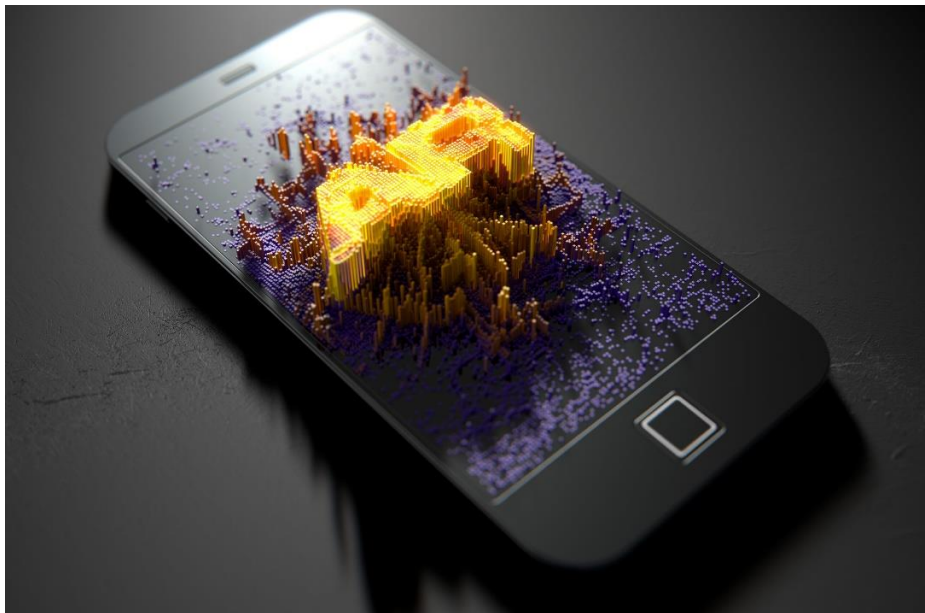


ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ  
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ  
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ  
ΤΗΣ ΣΤ ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ



Του φοιτητή  
Χαράλαμπου Σωτηρίου  
Αρ. Μητρώου: 154541

Επιβλέπων  
Ευκλείδης Κεραμόπουλος  
Αναπληρωτής Καθηγητής

Ημερομηνία 15-09-2021

Τίτλος Δ.Ε. Δημιουργία παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας για τη βελτίωση της διδασκαλίας των πειραμάτων φυσικής της ΣΤ τάξης του δημοτικού σχολείου

Κωδικός Δ.Ε. 21214

Όνοματεπώνυμο φοιτητή Χαράλαμπου Σωτηρίου

Όνοματεπώνυμο εισηγητή Ευκλείδης Κεραμόπουλος

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 27-03-2021

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 15-09-2021

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

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Σωτηρίου Χαράλαμπου 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 οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.*

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

## Πρόλογος

Ένας νέος και ανερχόμενος τομέας, ο οποίος έχει αρχίσει και να παίρνει πολύ μεγάλη ανταπόκριση από τον κόσμο, είναι η επαυξημένη πραγματικότητα. Είναι μια τεχνολογία η οποία προσφέρει πολλές νέες δυνατότητες που έχουν αρχίσει να αξιοποιούνται σε πολλούς τομείς. Ένας από αυτούς είναι και η εκπαίδευση. Πλέον γίνεται δυνατή, η εκπαίδευση ενός ατόμου με την χρήση παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας. Αυτή η τεχνική είναι γνωστή ως Augmented Reality Game Based Learning.

## Περίληψη

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας, είναι η υλοποίηση μιας εφαρμογής με παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση του μαθήματος της φυσικής στα παιδιά της έκτης τάξης του δημοτικού σχολείου. Η εφαρμογή, στηρίζεται πάνω σε μια νέα και αναπτυσσόμενη τεχνολογία, δηλαδή αυτή της επαυξημένης πραγματικότητας. Πετυχαίνει τον στόχο της, δίνοντας για έναν νέο και πιο διασκεδαστικό τρόπο διδασκαλίας. Τα παιχνίδια αυτά επιτρέπουν στα παιδιά, να μάθουν για τα πειράματα της φυσικής με ένα διαδραστικό τρόπο, έχοντας ενεργή συμμετοχή σε κάθε πείραμα του βιβλίου τους. Η εφαρμογή είναι διαθέσιμη για Android και Ios συσκευές. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση των παιχνιδιών είναι η μηχανή unity και για τη διαχείριση όλης της AR εμπειρίας, χρησιμοποιήθηκε το framework του unity, που ονομάζεται AR foundation.

# Development of augmented reality games to improve the teaching of physics experiments in 6th grade of elementary school

Charalampos

Sotiriou

## **Abstract**

This thesis subject is about the development of augmented reality games using the Unity engine to improve the teaching of physics experiments to the students in 6th grade of elementary school. This is a new way of teaching called Augmented Reality Game Based Learning and is best suited for younger children to improve their learning experience using only their mobile phones. The application will be available for Android and Ios devices thanks to the AR Foundation framework that the Unity engine provides and helps create multi-platform augmented reality games.

# Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη.....	iv
Abstract .....	v
Περιεχόμενα .....	vi
Κατάλογος Σχημάτων .....	ix
Συντομογραφίες.....	xi
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή.....	1
1.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	1
1.1.1 Augmented Reality Game Based Learning .....	1
1.2 Unity.....	1
1.3 Εφαρμογή .....	2
1.3.1 Το πείραμα της ενέργειας.....	2
1.3.2 Το πείραμα της θερμότητας.....	2
1.3.3 Το πείραμα των φυτών .....	3
1.3.4 Το πείραμα του οικοσυστήματος .....	3
1.3.5 Το πείραμα του ηλεκτρομαγνητισμού.....	4
1.3.6 Το πείραμα των οξέων.....	4
1.4 Διάρθρωση της πτυχιακής εργασίας.....	5
Κεφάλαιο 2ο: Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	7
2.1 Τι είναι.....	7
2.2 Πως λειτουργεί.....	7
2.3 Τρόποι επαύξησης στον πραγματικό κόσμο .....	8
2.3.1 Τοποθέτηση με πάτημα της ar επιφάνειας .....	9
2.3.2 Άμεση τοποθέτηση.....	9
2.3.3 Τοποθέτηση με αναγνώριση εικόνας .....	9
2.3.4 Cloud anchor .....	10
2.4 Ιστορία.....	11
2.5 Σύγκριση με την εικονική πραγματικότητα .....	14
2.6 Πεδία χρήσης.....	15
2.6.1 Εκπαίδευση.....	15
2.6.2 Τουρισμός.....	17
2.6.3 Συναρμολόγηση.....	17

2.6.4	Μάρκετινγκ .....	18
2.7	Μελλοντική ανάπτυξη.....	18
2.8	Επίλογος.....	18
Κεφάλαιο 3ο:	Unity.....	19
3.1	Τι είναι το Unity.....	19
3.2	Colliders .....	20
3.3	Rigidbody .....	21
3.4	Ar foundation .....	22
3.4.1	Τι είναι το Ar foundation.....	22
3.4.2	Ar foundation Vs ArCore .....	22
3.4.3	Διαχείριση ar εφαρμογής.....	23
3.5	Xr interaction toolkit .....	24
3.6	Επίλογος.....	31
Κεφάλαιο 4ο:	Η εφαρμογή.....	33
4.1	Εισαγωγή.....	33
4.2	Αρχική Οθόνη .....	33
4.3	Πείραμα Ενέργειας.....	37
4.4	Πείραμα Θερμότητας .....	41
4.5	Πείραμα Φυτών .....	48
4.6	Πείραμα Οικοσυστήματος.....	49
4.7	Πείραμα Ηλεκτρομαγνητισμού.....	52
4.8	Πείραμα Οξέων .....	55
4.9	Επίλογος.....	64
Κεφάλαιο 5ο:	Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης.....	65
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	66
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ UNITY .....	67



## Κατάλογος Σχημάτων

Εικόνα 1: Απεικόνιση επαυξημένης πραγματικότητας στο κινητό.....	7
Εικόνα 2: Χαρτογράφηση με την χρήση της μεθόδου slam.....	8
Εικόνα 3: Επαύξηση αντικειμένου με πάτημα σε ar επιφάνια.....	9
Εικόνα 4: Επαύξηση αντικειμένου με την χρήση εικόνας.....	10
Εικόνα 5: Επαύξηση αντικειμένου με cloud anchor.....	10
Εικόνα 6: Η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας.....	11
Εικόνα 7: Αναπαράσταση χρήσης της τεχνολογίας Videoplac.....	12
Εικόνα 8: Η πρώτη λειτουργική μηχανή εικονικής πραγματικότητας.....	13
Εικόνα 9: Η ιστορική εξέλιξη της επαυξημένης πραγματικότητας.....	14
Εικόνα 10: Διαφορά μεταξύ επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας.....	14
Εικόνα 11: Επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση.....	16
Εικόνα 12: Επαυξημένη πραγματικότητα στον τουρισμό.....	17
Εικόνα 13: Περιβάλλον της Μηχανής Unity.....	19
Εικόνα 14: Unity 3d colliders.....	20
Εικόνα 15: Unity 2d colliders.....	21
Εικόνα 16: Λογότυπο του ARkit και του ARCore.....	22
Εικόνα 17: Διαγραφή της κάμερας από την σκηνή του unity.....	23
Εικόνα 18: Αντικείμενα για την ar εμπειρία διαθέσιμα από το ar foundation.....	24
Εικόνα 19: Script για την τοποθέτηση αντικειμένου στην επαυξημένη πραγματικότητα 1/2.....	25
Εικόνα 20: Script για την τοποθέτηση αντικειμένου στην επαυξημένη πραγματικότητα 2/2.....	26
Εικόνα 21: Script για την απόκρυψη των ar planes.....	27
Εικόνα 22: Παράδειγμα επιλογής αντικειμένου σε μια σκηνή.....	28
Εικόνα 23: Παράμετροι για το translation script του xr interaction toolkit.....	29
Εικόνα 24: Παράμετροι για το rotation script του xr interaction toolkit.....	29
Εικόνα 25: Παράμετροι για το scale script του xr interaction toolkit.....	30
Εικόνα 26: Script Interactor στην ar κάμερα.....	31
Εικόνα 27: Αρχική οθόνη της εφαρμογής.....	34
Εικόνα 28: Οθόνη επιλογής πειράματος.....	35
Εικόνα 29: Οθόνη how to play.....	36
Εικόνα 30: Script διαχείρισης της ιεραρχίας της σκηνής.....	37
Εικόνα 31: Σκηνή πειράματος ενέργειας.....	38
Εικόνα 32: Εικόνα από το πείραμα της ενέργειας στο βιβλίο.....	38
Εικόνα 33: Εικόνα αντικειμένων για το 1 έως 3 βήμα του πειράματος.....	39
Εικόνα 34: Εικόνα αντικειμένων για το 4 έως 5 βήμα του πειράματος.....	39
Εικόνα 35: Script για την συλλογή των διαιρέσεων πετρελαίου.....	41
Εικόνα 36: Γέμισμα μπαλονιού με νερό.....	42
Εικόνα 37: Σκηνή του πειράματος θερμότητας.....	43
Εικόνα 38: Έναρξη script για το γέμισμα μπαλονιού.....	43
Εικόνα 39: Μέθοδος για την διαχείριση του μεγέθους των μπαλονιών.....	44
Εικόνα 40: Παράμετροι για την διαχείριση της προόδου του χρήστη στο γέμισμα του μπαλονιού.....	45
Εικόνα 41: Μέθοδος για την αυξομείωση του μπαλονιού και της μπάρας προόδου του.....	46

Εικόνα 42: Μέθοδος για την παρουσίαση σωστού αντικειμένου .....	47
Εικόνα 43: Μέθοδος μεταφοράς των μπαλονιών .....	48
Εικόνα 44: Μέθοδος για τον πυροβολισμό σφαίρας με οξέα.....	49
Εικόνα 45: Σκηνή από το πείραμα του οικοσυστήματος .....	50
Εικόνα 46: Script για την προσομοίωση της τροφικής αλυσίδας.....	51
Εικόνα 47: Οθόνη ολοκλήρωσης του πειράματος του οικοσυστήματος.....	51
Εικόνα 48: Σκηνή από το πείραμα του ηλεκτρομαγνητισμού.....	52
Εικόνα 49: Script για την προσομοίωση ηλεκτρομαγνητικής έλξης.....	54
Εικόνα 50: Πρώτο στάδιο της σκηνής του πειράματος των οξέων.....	55
Εικόνα 51: Παράδειγμα οθόνης που εμφανίζετε μετά από την συλλογή φλασκίων.....	56
Εικόνα 52: Μέθοδος για την διαχείριση μηνυμάτων του πρώτου σταδίου του πειράματος των οξέων.....	57
Εικόνα 53: Σκηνή από συλλογής αντικειμένων για το πείραμα των οξέων.....	58
Εικόνα 54: Παράδειγμα οθόνης που εμφανίζετε μετά από την συλλογή αντικειμένων .....	59
Εικόνα 55: Μέθοδος για την διαχείριση μηνυμάτων του δεύτερου σταδίου πειράματος των οξέων ...	60
Εικόνα 56: Μέθοδος εμφάνισης αντικειμένων στο τρίτο στάδιο του πειράματος των οξέων .....	61
Εικόνα 57: Σκηνή από το πείραμα των οξέων .....	62
Εικόνα 58: Script για την μίξη φλασκιού με την γάλα.....	63
Εικόνα 59: Σκηνή από το πείραμα των οξέων μετά της εκτέλεση του πειράματος.....	63
Εικόνα 60: Εγκατάσταση έκδοσης του unity μέσα στο unity hub .....	67

## **Συντομογραφίες**

A.R. Augmented Reality

ARCore Augmented Reality Core

ARkit Augmented Reality kit



# Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

## 1.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία η οποία επιτρέπει την παρουσίαση διαφόρων τύπων ψηφιακών μορφών όπως ο ήχος, το βίντεο, η εικόνα και τα γραφικά στον πραγματικό κόσμο [1]. Ο όρος της επαυξημένης πραγματικότητας, εισήχθη το 1990 από τον Τομ Κάουντελ [1]. Από τότε, υπάρχει μια αλματώδης ανάπτυξη πάνω στον συγκεκριμένο τομέα και με το πέρασ του χρόνου θα δούμε πολλά εκπληκτικά πράγματα από αυτή την τεχνολογία. Σήμερα, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει εκτοξευθεί σε δημοτικότητα και την βλέπουμε σε όλο ένα και περισσότερους νέους τομείς σε σχέση με τους ήδη υπάρχοντες. Η τεράστια απήχηση που έχει βρει τον τελευταίο καιρό οφείλετε κατά κύριο λόγο στο γεγονός ότι οι κινητές συσκευές που είναι εύκολα διαθέσιμες στο ευρύ κοινό, αρχίζουν να υποστηρίζουν την επαυξημένη πραγματικότητα όλο ένα και περισσότερο. Αυτό γίνεται, με τη χρήση των δύο εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού ARCore και ARKit για Android και Ios συσκευές αντίστοιχα αλλά και των αισθητήρων που πλέον αρχίζουν να ενσωματώνονται σε όλο ένα και περισσότερα κινητά.

### 1.1.1 Augmented Reality Game Based Learning

Το παιχνίδι και η εκπαίδευση είναι δύο έννοιες που σπάνια συνδέονται μεταξύ τους, γιατί έχουμε συνηθίσει να θεωρούμε το πρώτο ως ένα μέσω διασκέδασης ενώ το δεύτερο ως μία μη διασκεδαστική, αλλά συνήθως βαρετή διαδικασία. Μια νέα τεχνολογία, η οποία έχει καταφέρει να ενώσει αυτές τις δύο έννοιες, είναι η επαυξημένη πραγματικότητα. Μέσω του νέου όρου της επαυξημένης πραγματικότητας που ονομάζεται Augmented Reality Game Based Learning, είναι πλέον δυνατό να ενωθεί το παιχνίδι με την μάθηση. Ουσιαστικά αυτός ο όρος είναι ο συνδυασμός δύο προ υαρχόντων όρων της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και του game based learning (GBL) [2]. Με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας είναι δυνατό να φέρουμε τα παιχνίδια τα οποία είναι φτιαγμένα για την εκμάθηση, στον πραγματικό κόσμο.

## 1.2 Unity

Μία από τις καλύτερες μηχανές δημιουργίας ηλεκτρονικών βιντεοπαιχνιδιών, είναι το Unity. Παρέχει ένα πολύ εύχρηστο περιβάλλον για τον χρήστη, το οποίο είναι ιδανικό για νέους developers που ξεκινούν την πορεία τους ως game designer. Η συγκεκριμένη μηχανή, προσφέρει πολλά χρήσιμα εργαλεία, τα οποία βοηθούν στην δημιουργία παιχνιδιών που δεν έχουν τίποτα να ζηλέψουν από παιχνίδια από άλλες πιο επαγγελματικές και περίτεχνες μηχανές. Το Unity έχει μια βασική διαφορά από άλλες μηχανές ανάπτυξης βιντεοπαιχνιδιών σχετικά με την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Διαθέτει μια δικιά του βιβλιοθήκη για ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών και ονομάζεται AR foundation. Αυτή, το καθιστά ένα από τα καλύτερα, αν όχι το καλύτερο engine, όσο αφορά την δημιουργία augmented reality παιχνιδιών. Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει εφαρμογές οι οποίες μπορούν να λειτουργούν σε Android αλλά και σε Ios συσκευές. Αυτό γίνεται δυνατό μεταφράζοντας τον κώδικα, τον οποίον γράφουμε στο Unity, σε AR foundation σε κώδικα του ArCore για τις Android συσκευές, αλλά και σε ARKit για τις συσκευές Ios. Το ArCore και το ArKit για Android και Ios συσκευές αντίστοιχα, είναι οι πλατφόρμες οι οποίες προσφέρουν τα δύο λογισμικά για την δημιουργία των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας.

### 1.3 Εφαρμογή

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η υλοποίηση εφαρμογής με παιχνίδια επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά τηλέφωνα. Είναι μια εφαρμογή σχεδιασμένη για την εκμάθηση του μαθήματος φυσικής των παιδιών της έκτης τάξης του δημοτικού σχολείου και εντάσσεται σε έναν νέο τρόπο εκμάθησης ο οποίος ονομάζεται AR Game Based Learning. Η εφαρμογή αποτελείται από έξι διαφορετικά πειράματα, τα οποία έχουν υλοποιηθεί ως παιχνίδια και με την βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας, ο χρήστης μπορεί να τα δει και στον πραγματικό κόσμο. Κάθε ένα από τα πειράματα της εφαρμογής είναι διαδραστικό και ικανό να προσφέρει στον χρήστη γνώσεις πάνω στο πεδίο του πειράματος. Το κάθε ένα από τα πειράματα αυτά, αναφέρετε σε ξεχωριστό κεφαλαίο του βιβλίου. Τα πειράματα τα οποία θα αναλύσουμε παρακάτω είναι τα:

- Το πείραμα της ενέργειας
- Το πείραμα της θερμότητας
- Το πείραμα των φυτών
- Το πείραμα του οικοσυστήματος
- Το πείραμα του ηλεκτρομαγνητισμού
- Το πείραμα των οξέων

#### 1.3.1 Το πείραμα της ενέργειας

Το πείραμα της ενέργειας έχει ως σκοπό την εκμάθηση των μαθητών πάνω στις διαιρέσεις του πετρελαίου. Το παιχνίδι έχει ως στόχο ο χρήστης να βάλει όλες τις διαιρέσεις του πετρελαίου, οι οποίες του είναι διαθέσιμες στην σκηνή, σε μια τεράστια δεξαμενή πετρελαίου με την σωστή σειρά. Ο χρήστης μόλις ξεκινήσει το παιχνίδι τότε μπορεί να δει την δεξαμενή πετρελαίου σε μια τρισδιάστατη αναπαράσταση, μαζί με όλες τις διαθέσιμες διαιρέσεις πετρελαίου εμφανιζόμενες με τρισδιάστατα μοντέλα και με τα ονόματα τους πάνω από την κάθε μια αντίστοιχα. Για να ολοκληρώσει το παιχνίδι, ο χρήστης θα πρέπει να μετακινήσει όλα τα μοντέλα από τις διαιρέσεις του πετρελαίου προς την δεξαμενή με την σωστή σειρά. Άμα μια διαίρεση μετακινηθεί προς την δεξαμενή και δεν είναι η σειρά της, δεν θα μπορέσει να μπει στην δεξαμενή. Οι διαιρέσεις του πετρελαίου που είναι διαθέσιμες στην σκηνή είναι οι:

- Αργό πετρέλαιο
- Μαζούτ
- Κηροζίνη
- Βενζίνη
- Υγραέριο
- Άσφαλτος
- Βαραία Ορυκτέλαια
- Μεσαία Ορυκτέλαια
- Ελαφρά Ορυκτέλαια

#### 1.3.2 Το πείραμα της θερμότητας

Το επόμενο στην σειρά πείραμα είναι αυτό της θερμότητας και χρησιμοποιεί μπαλόνια για την διεκπεραίωση του. Ο χρήστης θα πρέπει αρχικά να γεμίσει δύο μπαλόνια με νερό για να μπορέσει να εκτελέσει το πείραμα. Μόλις ξεκινάει το παιχνίδι ο χρήστης, βλέπει μπροστά του ένα μπαλόνι με μια μπάρα προόδου και ένα κουμπί από κάτω του για να γεμίσει το μπαλόνι με νερό. Όταν ο χρήστης

πατήσει το κουμπί κάτω από το μπαλόνι, αυτό γεμίζει με νερό αλλά για να γεμίσει τελείως ένα μπαλόνι ο χρήστης, θα πρέπει να πατήσει επαναλαμβανόμενα το κουμπί πολλές φορές. Κάθε φορά που ο χρήστης πατάει το κουμπί, η μπάρα προόδου αυξάνεται όπως και το μέγεθος του ίδιου του μπαλονιού. Αμα όμως ο χρήστης δεν πατήσει το κουμπί για κάποιο χρονικό διάστημα, τότε η πρόοδος του χρήστη θα αρχίσει να μειώνεται σταδιακά και αυτό θα φαίνεται και στην μπάρα προόδου αλλά και στο μέγεθος του μπαλονιού, τα οποία θα αρχίσουν να μειώνονται εξίσου μέχρι να φτάσουν στις αρχικές τους καταστάσεις. Μόλις γεμίσει το πρώτο μπαλόνι, σειρά έχει το δεύτερο και κατά το επιτυχές γέμισμά του, τότε προχωράμε στην εκτέλεση του πειράματος. Στην εκτέλεση του πειράματος φαίνονται τα δύο μπαλόνια σε δύο γυάλες. Μια με ζεστό νερό και μια με κρύο. Επίσης υπάρχει και μια μεγαλύτερη γυάλα με χλιαρό νερό. Πάνω από την γυάλα με το χλιαρό νερό, υπάρχει ένα κουμπί το οποίο με το που το πατήσει ο χρήστης, τα δύο μπαλόνια θα μεταφερθούν με ένα animation στην μεγαλύτερη γυάλα. Το τελικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως το μπαλόνι που ήταν στην γυάλα με το κρύο νερό, θα πάει στον πάτο ενώ αυτό που ήταν στο ζεστό, θα παραμείνει στην επιφάνεια.

### 1.3.3 Το πείραμα των φυτών

Το πείραμα των φυτών είναι ίσως το πιο διασκεδαστικό από τα πειράματα που αναφέρθηκαν έως τώρα. Το πείραμα περιέχει 3 διαφορετικά αντικείμενα:

- Ψωμί
- Πατάτα
- Αποχρωματισμένο φύλλο

Σκοπός του παιχνιδιού είναι να δει ο χρήστης την αντίδραση αυτών των αντικειμένων όταν αυτά έρθουν σε επαφή με το βάμμα ιωδίου. Ο χρήστης, όταν ξεκινάει το παιχνίδι βλέπει στο κέντρο της οθόνης του ένα στόχο που δίνει την ψευδαίσθηση στον χρήστη ότι κρατάει ένα όπλο. Αυτό το όπλο είναι ικανό να πετάει μπάλες από βάμμα ιωδίου με τις οποίες ο χρήστης πρέπει να πετύχει τα τρία αντικείμενα για να δει πως θα αντιδράσουν. Ο χρήστης έχει απεριόριστο αριθμό από μπάλες που μπορεί να ρίξει, όμως η κάθε μπάλα καταστρέφεται άμα δεν χτυπήσει ένα στόχο στα πρώτα τρία δευτερόλεπτα μετά από την εκτόξευση της. Οπότε, ο χρήστης εκτός από το να σημαδέψει σωστά, θα πρέπει να είναι και στην κατάλληλη απόσταση.

### 1.3.4 Το πείραμα του οικοσυστήματος

Το πείραμα του οικοσυστήματος έχει ως στόχο να προσφέρει γνώσεις σχετικά με την τροφική αλυσίδα. Πιο συγκεκριμένα, το πείραμα χρησιμοποιεί κάποιους οργανισμούς οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους στην τροφική αλυσίδα. Έτσι βάζει τον χρήστη σε μια θέση όπου θα πρέπει να ταΐσει τον έναν οργανισμό στο άλλον με την σωστή σειρά, ώστε στο τέλος του πειράματος να μείνει μόνο ο οργανισμός που βρίσκεται στην κορυφή αυτής της τροφικής αλυσίδας. Οι οργανισμοί οι οποίοι παρουσιάζονται σε αυτό το πείραμα είναι οι παρακάτω:

- Ένα φύλλο
- Μια ακρίδα
- Ένας βάτραχος
- Ένα φίδι
- Ένας αετός

## Κεφάλαιο 1

Έτσι, με βάση τους οργανισμούς που υπάρχουν στο πείραμα, η σωστή σειρά της τροφικής αλυσίδας είναι η παρακάτω:

1. Η ακρίδα τρώει το φύλλο
2. Ο βάτραχος τρώει την ακρίδα
3. Το φίδι τρώει τον βάτραχο
4. Ο αετός τρώει το φίδι

Έτσι, όπως φαίνεται και από την σειρά της τροφικής αλυσίδας, ο οργανισμός που θα μείνει στο τέλος είναι ο αετός.

### 1.3.5 Το πείραμα του ηλεκτρομαγνητισμού

Ένα από τα πιο συναρπαστικά πειράματα της εφαρμογής είναι αυτό του ηλεκτρομαγνητισμού. Αυτό το πείραμα επιτρέπει στον χρήστη να μάθει για τα μαγνητικά πεδία και την μαγνητική έλξη με την χρήση ενός απλού μαγνήτη. Πιο συγκεκριμένα μέσα στην σκηνή του παιχνιδιού υπάρχει ένας μαγνήτης και διάφορα άλλα αντικείμενα τα οποία είτε έλκονται, είτε δεν έλκονται από τον μαγνήτη. Τα αντικείμενα στην σκηνή είναι :

- Ένας μαγνήτης
- Ένα ποτήρι
- Ένα καλαμάκι
- Ένα κουτάλι
- Ένα μολύβι
- Ένας συνδετήρας
- Ένα χάλκινο καλώδιο
- Ένα σιδερένιο δαχτυλίδι
- Ένα χρυσό δαχτυλίδι

Ο χρήστης μπορεί να κουνήσει τον μαγνήτη γύρω από αυτά τα αντικείμενα και να δει άμα θα κουνηθούν ή όχι. Αυτό εξαρτάται βέβαια από το υλικό το οποίο είναι φτιαγμένα τα παραπάνω αντικείμενα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση του πειράματος, τα αντικείμενα τα οποία έλκονται από τον μαγνήτη είναι:

1. Το κουτάλι
2. Ο συνδετήρας
3. Το σιδερένιο δαχτυλίδι

Όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα της σκηνής είναι φτιαγμένα από υλικά τα οποία δεν έλκονται από τον μαγνήτη.

### 1.3.6 Το πείραμα των οξέων

Το τελευταίο και πιο μεγάλο πείραμα είναι αυτό των οξέων το οποίο χωρίζεται σε τρία διαφορετικά στάδια. Το πρώτο στάδιο του παιχνιδιού είναι η συλλογή του δείκτη που είναι απαραίτητος για το πείραμα. Υπάρχουν δώδεκα φλασκιά διάσπαρτα στον χώρο τα οποία περιέχουν τον δείκτη που χρειάζεται για το πείραμα και ο χρήστης μπορεί να τα μαζέψει απλά πατώντας πάνω τους, όμως υπάρχει ένα χρονικό όριο δεκαπέντε δευτερολέπτων μέσα στο οποίο θα πρέπει να μαζευτούν. Πρέπει να μαζευτούν τουλάχιστον δύο φλασκιά με δείκτη για να μπορέσει να συνεχίσει ο χρήστης, αλλιώς θα

πρέπει να ξανά προσπαθήσει. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ξανά προσπαθήσει να μαζέψει τα φλασκιά άμα έχει μαζέψει λιγότερο από δώδεκα σε αριθμό. Στην περίπτωση που μαζέψει και τα δώδεκα, το μόνο που μπορεί να κάνει είναι να συνεχίσει στο επόμενο στάδιο.

Στο επόμενο στάδιο ο χρήστης πρέπει να μαζέψει διάφορα υλικά τα οποία θα αναμίξει αργότερα με τον δείκτη. Τα υλικά τα οποία είναι διαθέσιμα είναι έξι στο σύνολο και είναι τα παρακάτω:

- Ένα πορτοκάλι
- Ένα λεμόνι
- Ένα απορρυπαντικό πλυντηρίου
- Ένα κουτί μαγειρική σόδα
- Ένα μπουκαλάκι αμόνια
- Ένα μπουκάλι ξύδι

Σε αυτό το στάδιο θα πρέπει ο χρήστης να μαζέψει τουλάχιστον ένα από αυτά τα αντικείμενα για να μπορέσει να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο. Η διαδικασία συλλογής είναι η ίδια με το προηγούμενο στάδιο δηλαδή πρέπει να πατήσει πάνω στο αντικείμενο για να το μαζέψει, και έχει πάλι δεκαπέντε δευτερόλεπτα χρόνο για την συλλογή και άμα δεν τα μαζέψει όλα μπορεί να ξανά προσπαθήσει.

Μετά από τα στάδια της συλλογής έρχεται το στάδιο όπου εκτελείτε το πείραμα αλλά ο αριθμός των αντικειμένων του πειράματος εξαρτάται από την πρόοδο στα δύο προηγούμενα στάδια συλλογής. Το σύνολο των αντικειμένων του πειράματος άμα ο χρήστης τα πάει τέλεια στο κομμάτι της συλλογής είναι έξι όσα δηλαδή και τα υλικά από το δεύτερο στάδιο. Για το κάθε ένα από τα αντικείμενα του πειράματος προ απαιτείται ο χρήστης να έχει μαζέψει δύο φλασκιά με δείκτη και ένα αντικείμενο από την δεύτερη συλλογή. Άμα ο χρήστης δεν έχει μαζέψει όλα τα αντικείμενα από τις δύο συλλογές τότε δεν θα είναι διαθέσιμα όλα τα αντικείμενα του πειράματος.

#### **1.4 Διάρθρωση της πτυχιακής εργασίας**

Το 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύει την τεχνολογία πάνω στην οποία στηρίχτηκε ολόκληρη η εφαρμογή, την επαυξημένη πραγματικότητα. Γίνεται μια αναλυτική περιγραφή στον τρόπο λειτουργίας, στην ιστορία αλλά και στα πεδία χρήσης της.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας γίνεται, μια εκτενής αναφορά για την μηχανή δημιουργίας βιντεοπαιχνιδιών unity. Η συγκεκριμένη μηχανή χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της εφαρμογής. Επιπλέον, γίνεται αναφορά σε διάφορα χρήσιμα εργαλεία τα οποία προσφέρει για την υλοποίηση μιας AR εφαρμογής και όχι μόνο.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο, γίνεται επεξήγηση της λειτουργίας της εφαρμογής βήμα προς βήμα, με την βοήθεια εικόνων. Ακολουθείται λεπτομερής περιγραφή κάθε πειράματος που αναφέρθηκε πρωτύτερα, ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία της εφαρμογής.

Τέλος στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο, αναλύονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας και παρουσιάζονται προτάσεις βελτίωσής της όπου αυτό είναι εφικτό.



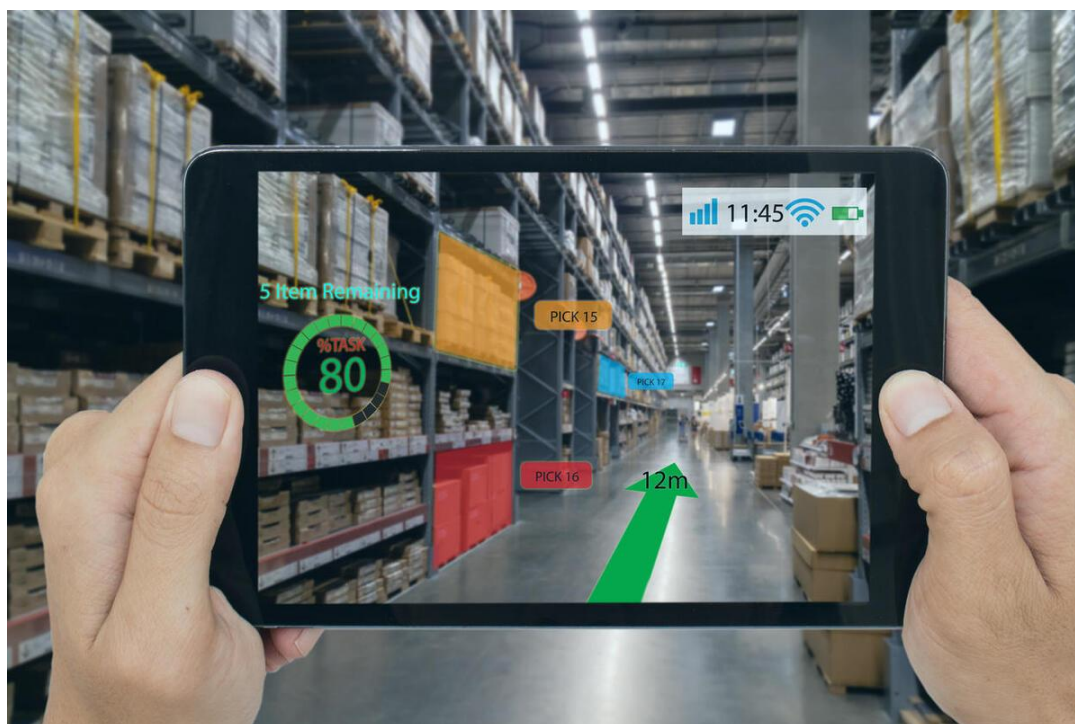
## Κεφάλαιο 2ο: Επαυξημένη Πραγματικότητα

### 2.1 Τι είναι

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία η οποία προσφέρει την δυνατότητα της σύνδεσης δύο κόσμων, που μέχρι τώρα θεωρούνταν ξεχωριστοί και ασύνδετοι. Μιλάμε φυσικά για τον πραγματικό και τον εικονικό κόσμο. Η επαυξημένη πραγματικότητα συνδέει αυτούς τους δύο κόσμους μεταφέροντας την πληροφορία που διαθέτουμε από τον ψηφιακό κόσμο στον πραγματικό. Αυτή η πληροφορία μπορεί να είναι πολλών ειδών όπως κείμενο, εικόνες, βίντεο ακόμα και τρισδιάστατα γραφικά μοντέλα, τα οποία μπορούν σε περιπτώσεις ακόμα και να ξεγελάσουν το χρήστη ότι είναι αληθινά και πως βρίσκονται όντως στον πραγματικό κόσμο. Αυτή η ομοιότητα των γραφικών αναπαραστάσεων με τα πραγματικά αντικείμενα θα συνεχίσει να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου και την ανάπτυξη της τεχνολογίας.

### 2.2 Πως λειτουργεί

Όσο αφορά τη μεταφορά και στην εμφάνιση αυτής της πληροφορίας από τον εικονικό στον πραγματικό κόσμο, το σύνηθες εργαλείο που χρησιμοποιείται, είναι τα κινητά τηλέφωνα όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Αν και υπάρχουν και άλλες συσκευές, όπως γυαλιά τα οποία αναμένεται να έχουν μεγάλη απήχηση. Παρόλα αυτά είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Τα κινητά τηλέφωνα ωστόσο, χρησιμοποιούν την κάμερα την οποία διαθέτουν για να αναγνωρίσουν τον πραγματικό κόσμο γύρω τους. Κάνοντας χρήση σημείων που αναγνωρίζουν μέσα σε αυτό το χώρο, μπορούν να αναπαραστήσουν σωστά την πληροφορία την οποία τους δίνεται. Η αναπαραστάση αυτής της πληροφορίας γίνεται στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου όπου ο χρήστης μπορεί να δει πλέον την επαύξηση των πληροφοριών στον πραγματικό κόσμο. Αυτή η τεχνολογία παρέχει επίσης την δυνατότητα στον χρήστη να περιηγηθεί μέσα στον κόσμο τον οποίο έχει επαυξηθεί και να δει την πληροφορία από διάφορες πλευρές με την χρήση της κάμερας και της επαυξημένης πραγματικότητας.



Εικόνα 1: Απεικόνιση επαυξημένης πραγματικότητας στο κινητό

Για την κατανόηση του πραγματικού κόσμου από την συσκευή η οποία χρησιμοποιείται, χρειάζεται η χρήση μιας κάμερας. Το κινητό χρησιμοποιεί ένα σύνολο σημείων, τα οποία αντλεί από τις φωτογραφίες της κάμερας χτίζοντας έτσι ένα δικό του χάρτη του κόσμου τριγύρω μας. [3] Με την χρήση αυτών των σημείων, μπορεί πλέον να δημιουργήσει επιφάνειες συνδυάζοντας πολλαπλά σημεία. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των σημείων που λαμβάνει σαν παράμετρο, τόσο πιο ακριβής θα γίνεται η αναπαράσταση των διάφορων επιφανειών και το πρόγραμμα θα κατανοεί όλο και καλύτερα τον πραγματικό κόσμο στον οποίο βρίσκεται.

Όσο αφορά την κίνηση της συσκευής μέσα στον πραγματικό χώρο, το τηλέφωνο μας χρησιμοποιεί μια τεχνολογία που ονομάζεται SLAM (simultaneous localization and mapping), η οποία επιτρέπει στην συσκευή να ξέρει ανά πάσα στιγμή που βρίσκεται μέσα στον πραγματικό κόσμο σε σχέση με τον χάρτη που έχει δημιουργήσει. [4] Όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω, χρησιμοποιεί ένα σύνολο από σημεία τα οποία συλλέγει το κινητό για να καταλάβει την αλλαγή της τοποθεσίας και να είναι ικανό να κατανοήσει την σωστή θέση του κινητού μέσα στον χώρο. Χάρη σε αυτή την τεχνολογία, το τηλέφωνο ξέρει την θέση του αλλά και την περιστροφή του. Σε αυτό συμβάλει αρκετά και το γυροσκόπιο (άμα διαθέτει) για να μπορέσει να μας δώσει μια ακόμα καλύτερη εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας, δείχνοντας μας έτσι την σωστή πληροφορία στην οθόνη του κινητού μας τηλεφώνου.



Εικόνα 2: Χαρτογράφηση με την χρήση της μεθόδου slam

Επειδή όσο αλλάζει ο κόσμος που καταλαβαίνει, αλλάζουν και αυτά τα σημεία γύρω του, έχει δημιουργηθεί ένας νέος όρος που ονομάζεται άγκυρα (Anchor)[5], η οποία χρησιμοποιείται για σημεία ενδιαφέροντος ώστε ακόμα και αν αλλάξει η κατανόηση του κόσμου, η εφαρμογή μπορεί να γνωρίζει την ακριβή τοποθεσία του συγκεκριμένου σημείου μέσα στον χώρο. Τέτοιες άγκυρες χρησιμοποιούνται συνήθως για τα σημεία τα οποία εμφανίζονται οι διάφορες πληροφορίες στον πραγματικό κόσμο ή σε σημεία ενδιαφέροντος του χρήστη, όπως για παράδειγμα ένα σημείο το οποίο πάτησε πάνω στην οθόνη.

### 2.3 Τρόποι επαύξησης στον πραγματικό κόσμο

Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να γίνει η επαύξηση ενός αντικειμένου είναι αρκετοί και συνιστάται διαφορετική χρήση για κάθε έναν από αυτούς. Αυτοί οι τρόποι είναι οι παρακάτω:

- Τοποθέτηση με πάτημα της ar επιφάνειας

- Άμεση τοποθέτηση
- Τοποθέτηση με αναγνώριση εικόνας
- Cloud anchors

### 2.3.1 Τοποθέτηση με πάτημα της ar επιφάνειας

Η χρήση της αναγνώρισης του πατήματος του χρήστη για την επαύξηση μιας πληροφορίας είναι ο πιο γνωστός και εύκολος τρόπος για να γίνει η επαύξηση ενός αντικειμένου. Με αυτόν τον τρόπο, ο χρήστης έχει πλήρη ελευθερία όσον αφορά στην τοποθέτηση του αντικειμένου. Αυτός ο τρόπος επαύξησης έχει πολύ λιγότερη δυσκολία υλοποίησης και χρησιμοποιείται συχνά σε περιπτώσεις όπου η θέση επαύξησης του αντικειμένου δεν χρειάζεται να είναι συγκεκριμένη. Με το που πατήσει ο χρήστης στην ar επιφάνεια, δημιουργείται ένα anchor το οποίο συνδέεται με το αντικείμενο. Ένα παράδειγμα χρήσης ενός τέτοιου τρόπου φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3: Επαύξηση αντικειμένου με πάτημα σε ar επιφάνεια

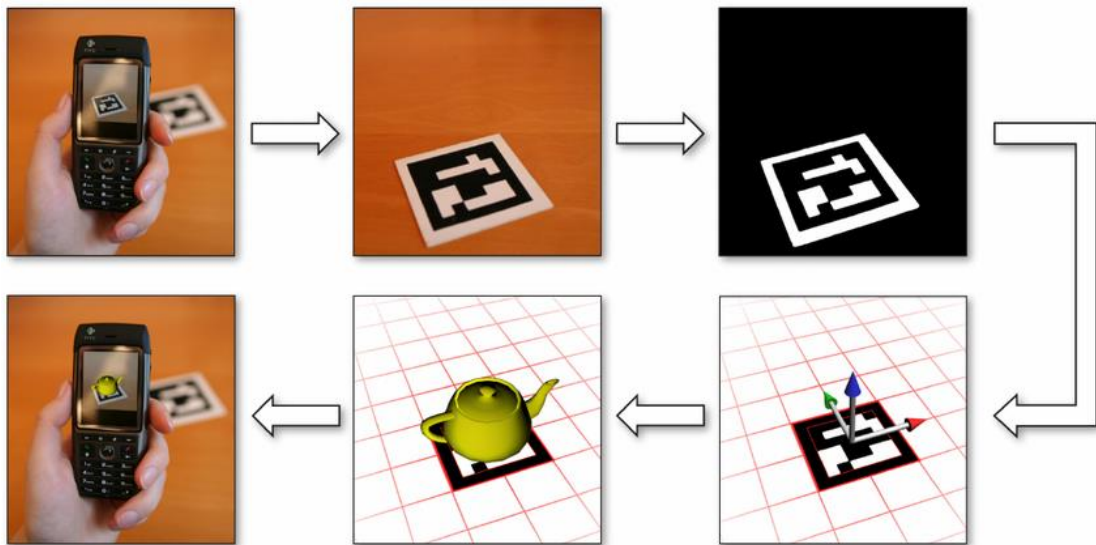
### 2.3.2 Άμεση τοποθέτηση

Ένας άλλος τρόπος επαύξησης ενός αντικειμένου είναι με την χρήση της άμεσης τοποθέτησης. Αυτός ο τρόπος δεν είναι τόσο διαδεδομένος όσο αυτός με το πάτημα σε ar επιφάνεια και ο λόγος είναι ότι με την άμεση τοποθέτηση τοποθετείται το αντικείμενο σε ένα τυχαίο σημείο. Αυτός ο τρόπος εμφανίζει το επιθυμητό αντικείμενο σε μια εντελώς τυχαία θέση πριν καν καταφέρει η εφαρμογή να αναγνωρίσει κατάλληλα την σκηνή, ώστε να είναι δυνατόν κάτι τέτοιο. Με το που καταφέρει η εφαρμογή αυτό και αποκτήσει καλύτερη κατανόηση του χώρου, γίνεται διόρθωση στην τοποθεσία του αντικειμένου.

### 2.3.3 Τοποθέτηση με αναγνώριση εικόνας

Όταν σε μια εφαρμογή χρειάζεται μια ακριβής τοποθεσία για την επαύξηση ενός αντικειμένου, τότε δεν υπάρχει καλύτερος τρόπος επαύξησης από αυτόν της αναγνώρισης εικόνας. Σε αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή, με τη χρήση της κάμερας, προσπαθεί να αναγνωρίσει μια εικόνα για την επαύξηση του αντικειμένου. Εφόσον εντοπίσει αυτήν την εικόνα, η εφαρμογή τότε δημιουργείται ένα anchor το οποίο

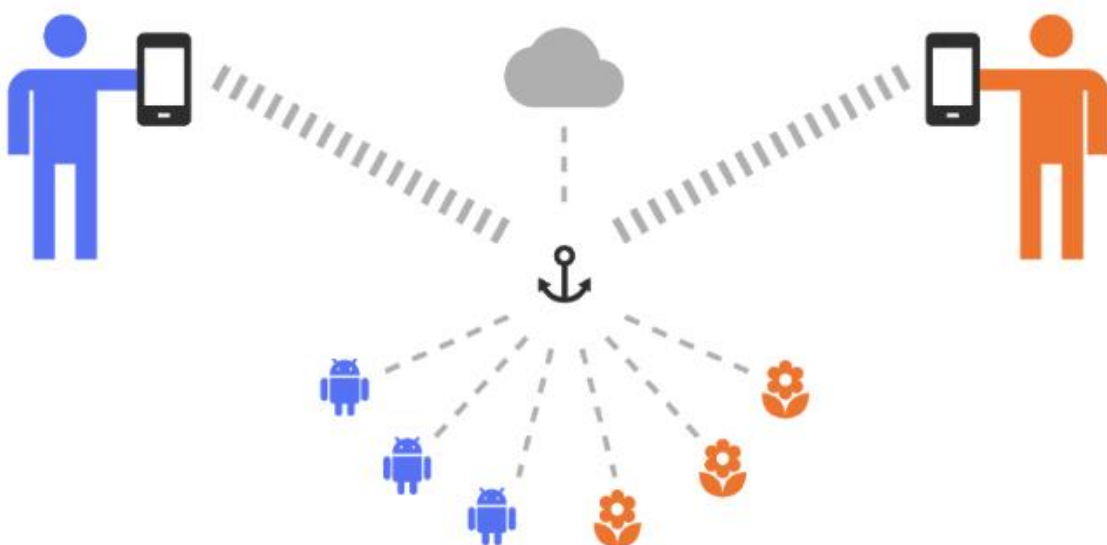
βρίσκεται στο κέντρο της συγκεκριμένης εικόνας. Ένα παράδειγμα αναπαράστασης της λειτουργίας αυτού του τρόπου επαύξεσης, φαίνεται στην εικόνα 4:



Εικόνα 4: Επαύξηση αντικειμένου με την χρήση εικόνας

### 2.3.4 Cloud anchor

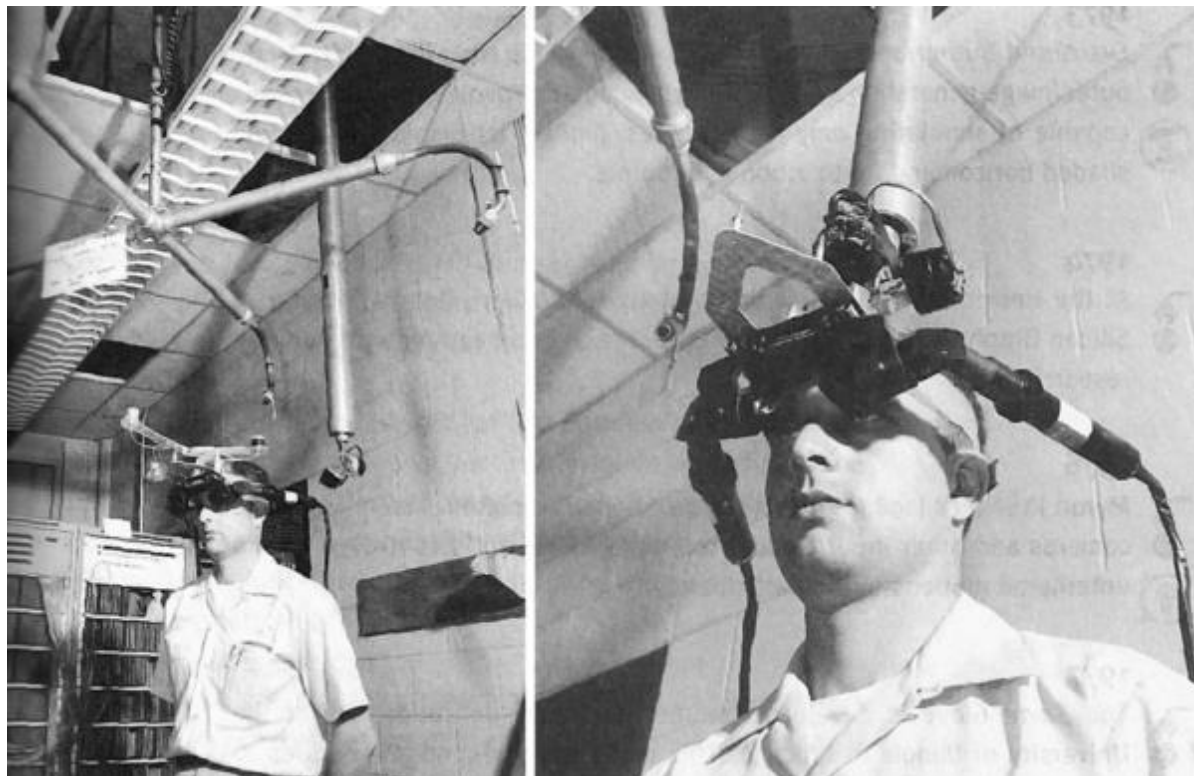
Με την συνεχή ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας δημιουργήθηκαν και νέες ανάγκες. Μια από αυτές είναι η επαύξηση ενός αντικειμένου σε ένα σημείο (anchor) σε μια συσκευή και η εμφάνιση του ίδιου αντικειμένου στο ίδιο σημείο σε μια άλλη συσκευή ταυτόχρονα. Ουσιαστικά αναφερόμαστε στην δημιουργία μιας κοινής AR εμπειρίας σε πολλαπλές συσκευές. Αυτό επιτυγχάνεται με τα cloud anchors. Τα cloud anchors είναι και αυτά anchors, τα οποία όμως έχουν την ιδιότητα ότι μπορούν να διαμοιράζονται σε πολλές συσκευές για την επίτευξη μιας κοινής AR εμπειρίας. Ένα καλό παράδειγμα της μεθόδου αυτής, είναι η παρακάτω εικόνα όπου δείχνει την μεταφορά της πληροφορίας του anchor μέσω του cloud σε άλλη συσκευή.



Εικόνα 5: Επαύξηση αντικειμένου με cloud anchor

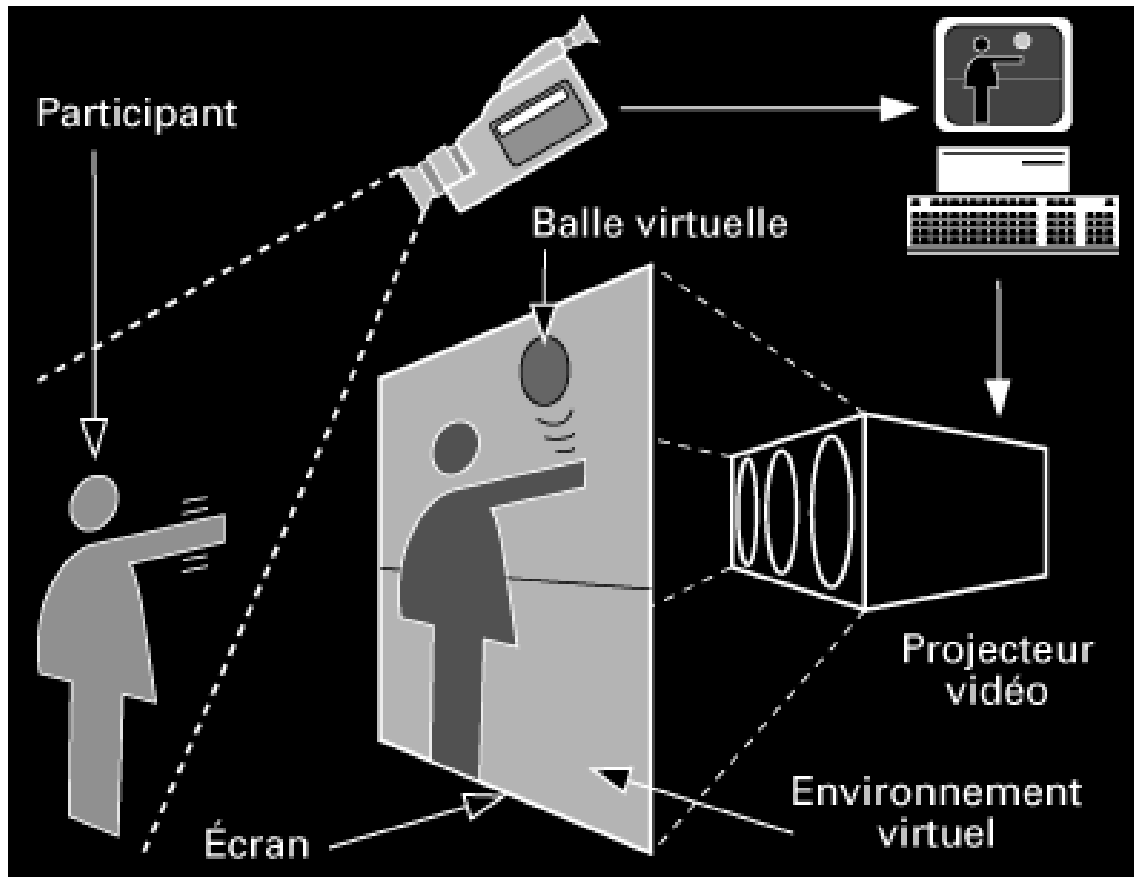
## 2.4 Ιστορία

Η επαυξημένη πραγματικότητα θεωρείται από πολλούς, ως μια πολύ νέα τεχνολογία λόγω του ότι έχει γίνει διαθέσιμη στο ευρύ κοινό τα τελευταία χρόνια, μέσω των κινητών συσκευών. Όμως, αυτό δεν είναι αλήθεια. Στην πραγματικότητα η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργήθηκε το 1968 από ένα καθηγητή του Havard με όνομα Ivan Sutherland, μαζί με τον μαθητή του Bob Sproull [1]. Αν και αυτή η συσκευή ήταν πιο κοντά στην εικονική πραγματικότητα από ότι στην επαυξημένη και δεν έδινε μεγάλη δυνατότητα ευκινήσιας στον χρήστη, έθεσε τα θεμέλια για το ξεκίνημα μια νέας τεχνολογίας, η οποία θα έβλεπε τρομερή ανάπτυξη στα επόμενα χρόνια. Η συσκευή αυτή ονομάστηκε «The Sword Of Damocles» [1] και είναι αυτή που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 6: Η πρώτη συσκευή επαυξημένης πραγματικότητας

Η επόμενη σημαντική αναφορά πάνω στην εικονική πραγματικότητα έγινε το 1974 μόλις 8 χρόνια μετά από την πρώτη συσκευή, αλλά αυτή την φορά δεν επρόκειτο για μια ακόμα συσκευή, αλλά για μια τεχνολογία. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα και δίνει μια πιο ρεαλιστική εικόνα στα τρισδιάστατα μοντέλα τα οποία επιδεικνύονται στον πραγματικό κόσμο. Αυτή η τεχνολογία δεν είναι άλλη από μια απλουστευμένη μορφή του light estimation που χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα σε πολλές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Το light estimation είναι ουσιαστικά η αναγνώριση του φωτός, το οποίο λαμβάνει η κάμερα από διάφορες πηγές φωτός. Με την χρήση του light estimation γίνεται δυνατός ο φωτισμός κομματιού του τρισδιάστατου μοντέλου μόνο στα σημεία τα οποία θα φωτίζονταν, άμα ήταν στον πραγματικό κόσμο. Με αυτό το τρόπο παρέχει στον χρήστη μια ακόμα καλύτερη αίσθηση στην εμπειρία του με την επαυξημένη πραγματικότητα και μετατρέπει τα τρισδιάστατα μοντέλα σε σχεδόν αληθινά. Αυτή η τεχνολογία αναπτύχθηκε από τον Myron Krueger. [6] Το σύστημα το οποίο κατασκεύασε ονομάστηκε Videoplace. [1] Το Videoplace, συνδυάζει ένα σύστημα από προβολείς και την εικόνα την οποία παίρνει από τις βίντεοκάμερες, ώστε να μπορέσει να αναπαράγει σκίες στην οθόνη. Μια αναπαράσταση ενός συστήματος που χρησιμοποιούσε αυτήν την τεχνολογία, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 7: Αναπαράσταση χρήσης της τεχνολογίας Videoplac

Μπορεί η πρώτη συσκευή εικονικής πραγματικότητας να δημιουργήθηκε το 1968, αλλά τότε η έννοια της εικονικής πραγματικότητας δεν υπήρχε και θα έπαιρνε μερικά χρόνια μέχρι την πρωτοεμφάνιση της σαν όρο. Η έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας εδραιώθηκε από τον Tom Caudell το 1990 και θα σήμαινε την αρχή της ραγδαίας ανάπτυξης αυτής της τεχνολογίας. [1] Από το 1968 και την δημιουργία της πρώτης μηχανής δεν υπήρξε αρκετό ενδιαφέρον ως προς αυτή την τεχνολογία, αλλά αυτό θα άλλαζε τα χρόνια που θα ακολουθούσαν μετά την εδραίωση του όρου της επαυξημένης πραγματικότητας.

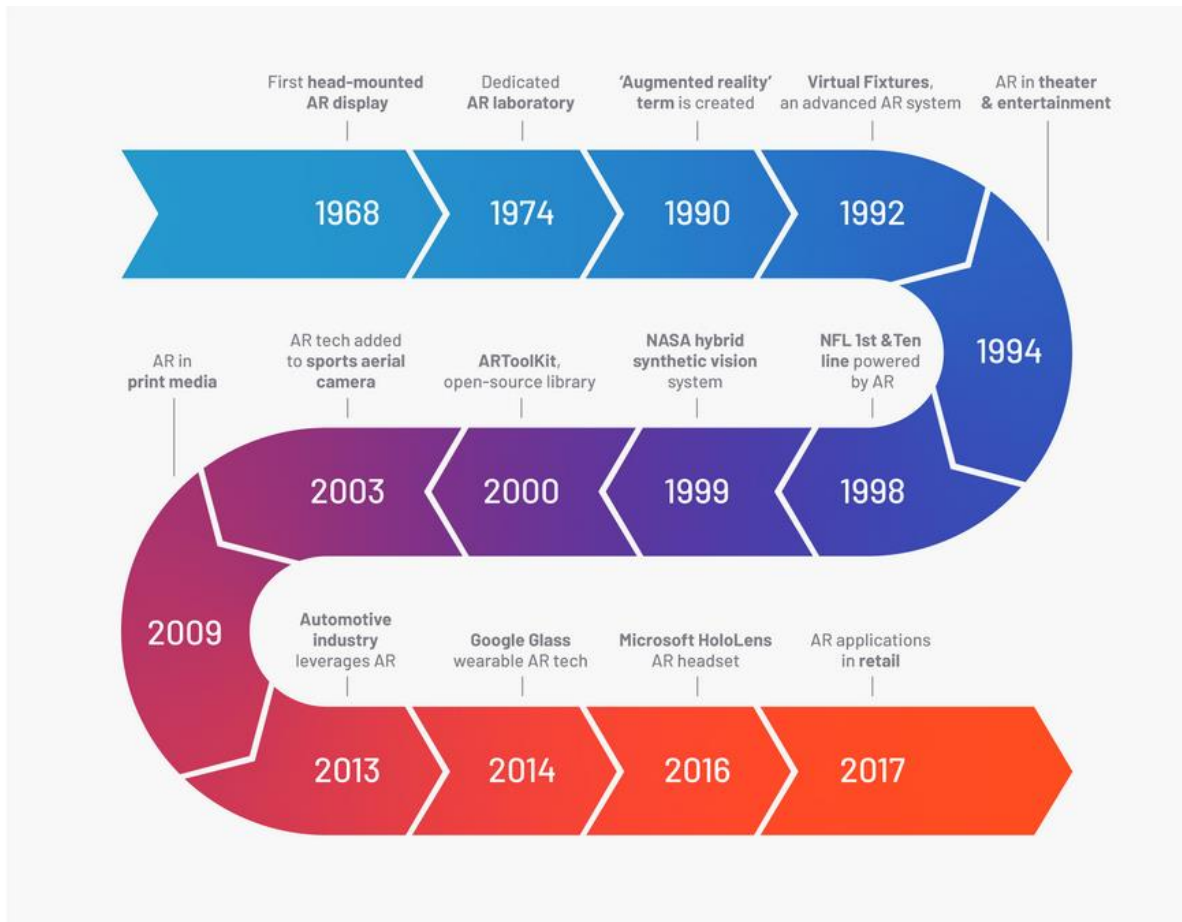
Μόλις δύο χρόνια μετά την εδραίωση του όρου δημιουργήθηκε μια μηχανή που θεωρήθηκε ως η πρώτη λειτουργική και «πραγματική» μηχανή επαυξημένης πραγματικότητας. Η πρώτη λειτουργία της μηχανής ήταν σε ένα εργοστάσιο. Με την χρήση της μηχανής θα μπορούσαν πλέον να επαυξήσουν πληροφορία πάνω από τους εργαζομένους αυξάνοντας έτσι κατά πολύ την αποδοτικότητα και τον συντονισμό των εργαζομένων. Ήταν η πρώτη μορφή επαυξημένου συστήματος, είχε πολλά κοινά με το πως λειτουργούν οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας ακόμα και σήμερα. Το μηχάνημα δημιουργήθηκε από τον Louis Rosenburg από το εργαστήριο USAF Armstrong's. [1] Η μορφή του μηχανήματος φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 8: Η πρώτη λειτουργική μηχανή εικονικής πραγματικότητας

Η πρώτη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στον χώρο της ψυχαγωγίας αυτή την φορά έγινε το 1994. Ήταν μια θεατρική παράσταση στην οποία συμμετείχαν χορευτές και ακροβάτες οι οποίοι χόρευαν γύρω από διάφορα εικονικά αντικείμενα. Η παραγωγή ήταν της Julie Martin χρηματοδοτήθηκε από το συμβούλιο της τέχνης της Αυστραλίας. Το όνομα της ήταν «Dancing In Cyberspace». Πλέον υπάρχουν πολλές μορφές τέχνης, στις οποίες μπορούμε να βρούμε εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας.

Κάνεις δεν μπορεί να αρνηθεί την αλματώδη ανάπτυξη της επαυξημένης πραγματικότητας ειδικότερα τα τελευταία χρόνια, όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω. Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει αρχίσει να κάνει την εμφάνιση της σε όλο ένα και περισσότερους τομείς και να ενισχύεται κατά πολύ σε αυτούς τους οποίους υπάρχει ήδη. Έχει την δυνατότητα να γίνει ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο και να διευκολύνει τις ζωές όλων μας.



Εικόνα 9: Η ιστορική εξέλιξη της επαυξημένης πραγματικότητας

## 2.5 Σύγκριση με την εικονική πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία η οποία έχει αρκετά κοινά στοιχεία με την επαυξημένη πραγματικότητα. Ο κόσμος που δεν είναι εξοικειωμένος με αυτές τις δύο έννοιες τείνει να τις μπερδεύει. Αν και φαινομενικά μπορεί να έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά αυτές οι δύο τεχνολογίες διαφέρουν σε πολύ μεγάλο βαθμό στην δομή τους όπως φαίνεται και στην εικόνα.



Εικόνα 10: Διαφορά μεταξύ επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας

Μια από τις μεγαλύτερες και σημαντικότερες διαφορές που έχουν μεταξύ τους, είναι ο κόσμος στον οποίο παίρνουν μέρος αυτές οι δύο τεχνολογίες. Η εικονική πραγματικότητα όπως προτρέπει και το όνομα της είναι μια τεχνολογία στην οποία ο χρήστης εμβαθύνει σε έναν τελείως εικονικό κόσμο, ο οποίος δεν έχει καμία επαφή με τον πραγματικό [7]. Υπάρχουν, βέβαια, συσκευές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μεταφέρουν πληροφορία από τον πραγματικό κόσμο στον εικονικό. Τέτοιες πληροφορίες είναι συνήθως, η κίνηση του χρήστη στον χώρο και κινήσεις χεριών τις οποίες λαμβάνουν με διάφορους αισθητήρες και χειριστήρια. Όσο αφορά στην επαυξημένη πραγματικότητα εκεί ο χρήστης βρίσκεται στον πραγματικό κόσμο σε αντίθεση με τον εικονικό. Εδώ όμως ο πραγματικός κόσμος είναι εμπλουτισμένος με διάφορες πληροφορίες, οι οποίες του δίνουν μια νέα διάσταση εμπλουτίζοντας τον.

Ο χώρος στις δύο αυτές τεχνολογίες είναι διαφορετικός, αλλά διαφορετικός είναι και ο τρόπος περιήγησης του χρήστη σε αυτόν. Στην εικονική πραγματικότητα η θέση του χρήστη μέσα στον χώρο διαχειρίζεται από το σύστημα μέσω διάφορων χειριστηρίων, τα οποία έχει διαθέσιμα ο χρήστης και μπορεί να κινηθεί όπου αυτός θέλει και το σύστημα του επιτρέπει. Ενώ η επαυξημένη πραγματικότητα είναι τελείως διαφορετική, η θέση του χρήστη αλλά και η περιήγηση του στον κόσμο γίνεται εξολοκλήρου με την τοποθεσία στον πραγματικό κόσμο. Εφόσον δηλαδή ο χρήστης επιθυμεί να μετακινηθεί στον χώρο, θα πρέπει να το κάνει στον πραγματικό κόσμο, για να ενημερωθεί η θέση του στον επαυξημένο κόσμο.

Ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι και στις δύο τεχνολογίες είναι οι συσκευές τις οποίες χρειάζονται για να λειτουργήσουν. Στην εικονική πραγματικότητα υπάρχουν κάσκες, οι οποίες επιτρέπουν στους χρήστες να εμβαθύνουν στον εικονικό κόσμο. Οι δύο πιο διαδεδομένοι τύποι κασκών είναι κάσκες οι οποίες χρησιμοποιούν την οθόνη των κινητών για να λειτουργήσουν, και αυτές που συνδέονται με τον υπολογιστή οι οποίες διαθέτουν δίκες τους οθόνες. Και οι δύο τύποι διαθέτουν δύο τζάμια για τα δύο ματιά, τα οποία προβάλλουν την πληροφορία στο κάθε μάτι δίνοντας έτσι μια παραμετρική εικόνα στον χρήστη, ώστε να προσομοιάσει την περιφερική του όραση. Ενώ στην επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιούνται συνήθως τα κινητά τηλέφωνα. Τα κινητά τηλέφωνα έχουν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά για την επαυξημένη πραγματικότητα. Διαθέτουν μια κάμερα για να μπορέσουν να πάρουν πληροφορία από τον πραγματικό κόσμο, διαθέτουν μια οθόνη η οποία χρησιμοποιείται για την εμφάνιση της επαυξημένης πληροφορίας. Τέλος είναι μια κινητή συσκευή η οποία προσφέρει την δυνατότητα στον χρήστη να περιηγηθεί στον χώρο, σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα στην οποία υπάρχει περιορισμός του χώρου.

## 2.6 Πεδία χρήσης

Πολλοί είναι οι τομείς οι οποίοι έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα. Λόγω της ραγδαίας αύξησης της δημοτικότητας και τις δυνατότητες που προσφέρει στους χρήστες της. Με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας επιτρέπεται στους χρήστες να έχουν μια πιο ολοκληρωμένη και χαρούμενη εμπειρία.

### 2.6.1 Εκπαίδευση

Ένας τομέας ο οποίος έχει επωφεληθεί πολύ από την επαυξημένη πραγματικότητα είναι αυτός της εκπαίδευσης. Έχει δημιουργηθεί ένας νέος όρος, ο οποίος ονομάζεται εκμάθηση βασισμένη στην επαυξημένη πραγματικότητα. Ουσιαστικά με αυτόν τον όρο αναφερόμαστε σε όλες της εφαρμογές οι οποίες βοηθάνε στην εκπαίδευση και εκμάθηση του χρήστη πάνω σε ένα συγκεκριμένο θέμα. Η χρήση αυτής της τεχνολογίας έχει την δυνατότητα να μετατρέψει μια κατά τα αλλά βαρετή διαδικασία αυτή

της εκμάθησης σε μια νέα ευχάριστη εμπειρία, η οποία θα προτρέπει τον χρήστη να επεκτείνει τις γνώσεις του με έναν ευχάριστο τρόπο. Αλλά δεν σταματάει εδώ η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας καταστείτε πλέον δυνατή η δημιουργία διαδραστικών παιχνιδιών, τα οποία θα έχουν σαν κύριο στόχο την εκμάθηση του χρήστη. Τα συγκεκριμένα παιχνίδια, έχουν την δυνατότητα να κινήσουν το ενδιαφέρον των μικρών παιδιών σε ένα αρκετά μεγάλο βαθμό. Έχοντας σαν αποτέλεσμα να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις, παίζοντας το παιχνίδι για περισσότερο χρονικό διάστημα. Ίσως μπορέσει κάποια στιγμή η επαυξημένη πραγματικότητα να γίνει το νέο κύριο μέσω εκμάθησης των νεών γενεών.

Η εκπαίδευση όμως δεν σταματάει στα μικρά παιδιά, αλλά συνεχίζεται και στα μετέπειτα χρόνια της ζωής ενός ανθρώπου, και μια από τις σημαντικότερες εκπαιδεύσεις που θα κάνει κάποιος είναι πάνω στο αντικείμενο στο οποίο πρόκειται να ασχοληθεί. Είδη υπάρχουν εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας που βοηθάνε και σε αυτό το κομμάτι της εκπαίδευσης, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Μερικοί από τους τομείς οι οποίοι ήδη χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα για την εκπαίδευση του δυναμικού τους είναι ο τομέας της ιατρικής, και ο τομέας της βιομηχανίας, όπου και οι δύο είναι γνωστοί για την πρωτοπορία τους. Ο τομέας της ιατρικής δίνει την δυνατότητα στους μαθητευόμενους να δουν μια ζωντανή τρισδιάστατη αναπαράσταση των θεμάτων τον οποίον μελετάνε, και να μπορούν να έχουν μια καλύτερη εικόνα, αλλά και κατανόηση του θέματος. Μερικά από αυτά τα θέματα είναι τα χειρουργεία, η ανατομία του ανθρώπινου σώματος, και άλλα. Όσον αφορά τώρα τον τομέα της βιομηχανίας που είναι ένα μεγάλο κομμάτι της οικονομίας υπάρχουν και εκεί πολλές χρήσεις της επαυξημένης πραγματικότητας, και ήταν και από τους πρώτους τομείς που την υιοθέτησε, όπως αναφέρετε παραπάνω. Η επαυξημένη πραγματικότητα έρχεται να λύσει ένα μεγάλο πρόβλημα αυτό της εκπαίδευσης νέου ανθρώπινου δυναμικού στην χρήση πολύπλοκων μηχανημάτων, και όχι μόνο. Πλέον μέσω μια εφαρμογής του κινητού τηλεφώνου θα μπορεί να δει ένας χρήστης πως λειτουργούν όλες οι μηχανές σε ένα εργοστάσιο, χωρίς να χρειάζεται πλέον ένα εξειδικευμένο άτομο για εκπαίδευση. Επιπλέον η εφαρμογή αυτή θα μπορεί να έχει λύσεις για πολλά από τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίσει ο χρήστης, και μπορεί να την έχει πάντα μαζί του ανά πάσα ώρα και στιγμή. Τέλος το μόνο σίγουρο είναι ότι μπορούμε να βρούμε εξαιρετικά παραδείγματα χρήσης της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση σε όλον τον κόσμο[8].



Εικόνα 11: Επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση

## 2.6.2 Τουρισμός

Ο τουρισμός είναι ένα σημαντικό κομμάτι της οικονομίας για πολλές χώρες, και πλέον έχει αρχίσει να υποστηρίζεται από την επαυξημένη πραγματικότητα [9]. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στον τουρισμό έχει δώσει μια πολύ καλύτερη και ολοκληρωμένη εμπειρία στους χρήστες της. Πλέον όλο ένα και περισσότεροι διάσημοι τουριστικοί προορισμοί έχουν αρχίσει να διαθέτουν εφαρμογές στους χρήστες, οι οποίες τους βοηθούν στην εύκολη και ολοκληρωμένη εμπειρία του χρήστη. Πλέον ο χρήστης μπορεί να εγκαταστήσει μια εφαρμογή στο κινητό του όπου θα είναι ένας αληθινός τουριστικός οδηγός, όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω. Με την βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας ο χρήστης πλέον μπορεί να έχει τον προσωπικό του τουριστικό οδηγό. Θα μπορεί να βλέπει μέσα από το κινητό του πληροφορίες για τα σημεία ενδιαφέροντος γύρω του, αλλά και να επιλέξει έναν προορισμό μέσα από την εφαρμογή, και να τον καθοδηγήσει ένας ψηφιακός τουριστικός οδηγός. Αλλά η χρήση της σε αυτόν τον τομέα δεν σταματάει εδώ, ένα μεγάλο κομμάτι του τουρισμού είναι οι αρχαιολογικοί χώροι. Οι τουρίστες πλέον διαλέγουν τουριστικούς προορισμούς με μεγάλη ιστορία για να δουν. Με την βοήθεια της επαυξημένης πραγματικότητας καταστείτε δυνατή η αναπαράσταση των διαφόρων μνημείων που υπάρχουν σε διάφορους αρχαιολογικούς χώρους, όπως αυτοί ήταν στην αρχική τους μορφή. Ουσιαστικά, αυτό επιτυγχάνετε με την επαύξηση ενός τρισδιάστατου μοντέλου, στον σημείο το οποίο βρίσκεται το μνημείο. Το τρισδιάστατο μοντέλο θα είναι μια γραφική αναπαράσταση του μνημείου, όπως ήταν στην εποχή του. Έτσι ο χρήστης παίρνει μια πολύ πιο ολοκληρωμένη εμπειρία, και μπορεί να καταλάβει την πραγματική εικόνα ενός ιστορικού μνημείου.



Εικόνα 12: Επαυξημένη πραγματικότητα στον τουρισμό

## 2.6.3 Συναρμολόγηση

Στον κατασκευαστικό τομέα όσο και στον τομέα των επισκευών μηχανικών συσκευών η επαυξημένη πραγματικότητα παρέχει πληροφορίες με την μορφή τρισδιάστατων αντικειμένων. Αυτά τα αντικείμενα

προβάλλονται για το προς επισκευή ή κατασκευή αντικείμενο, δίνοντας βήμα προς βήμα τις οδηγίες επισκευής ή κατασκευής του αντικειμένου που πρέπει να πραγματοποιηθούν [10]. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να κάνει την διαδικασία αυτή πολύ πιο εύκολη. Πλέον έχουν αρχίσει οι εταιρίες αντί για εγχειρίδια χρήσης να προμηθεύουν τους χρήστες με μια εφαρμογή, η οποία θα καθοδηγήσει τον χρήστη στα βήματα τα οποία πρέπει να κάνει. Ο χρήστης πλέον θα μπορέσει να δει την διαδικασία συναρμολόγησης βήμα προς βήμα, με μια τρισδιάστατη γραφική αναπαράσταση, αλλά και λοιπές πληροφορίες οι οποίες του είναι διαθέσιμες από τον κατασκευαστή.

### 2.6.4 Μάρκετινγκ

Ο χώρος του μάρκετινγκ πάντα χρησιμοποιούσε και εκμεταλλευόταν τις νέες τεχνολογίες ως τρόπους προώθησης των προϊόντων του. Είναι φυσικό λοιπόν να εκμεταλλευτεί και την επαυξημένη πραγματικότητα, με σκοπό φυσικά την αύξηση των πωλήσεων. Από την αρχή της διάδοσης της επαυξημένης πραγματικότητας στο ευρύ κοινό αρχίσαν να εμφανίζονται οι πρώτες εφαρμογές, οι οποίες επέτρεπαν στον χρήστη να δει κάποια συγκεκριμένα αντικείμενα πριν τα αγοράσει. Πλέον υπάρχουν εφαρμογές που επιτρέπουν ακόμα και να φτιάξει τον χώρο του ο χρήστης με διάφορα προϊόντα της εφαρμογής, και να έχει μια εικόνα το πως θα φαίνονταν ο χώρος του, με τα συγκεκριμένα αντικείμενα, χωρίς καν να χρειαστεί να τα αγοράσει. Υπάρχουν ακόμα και εφαρμογές με προϊόντα ένδυσης, οι οποίες επιτρέπουν στον χρήστη να δει τα ρούχα πάνω του, χωρίς καν να τα φορέσει, και χωρίς να χρειαστεί να μεταβεί στο ίδιο το κατάστημα.

### 2.7 Μελλοντική ανάπτυξη

Η επαυξημένη πραγματικότητα έχει ήδη αρχίσει να έχει μια μεγάλη επιρροή στην καθημερινότητα όλων μας και θα γίνει ακόμα μεγαλύτερη στο κοντινό μέλλον. Από την αρχή της δημιουργίας της σαν τεχνολογία έχει περάσει αρκετές δυσκολίες και σίγουρα πλέον δεν μοιάζει σε τίποτα με αυτό που μας έδειξε η πρώτη μηχανή. Ακόμα και αν είναι μια νέα τεχνολογία είχε μια αλματώδη εξέλιξη αυτά τα λίγα χρόνια της ύπαρξής της και αυτή η εξέλιξη δεν φαίνεται να σταματήσει σύντομα. Υπάρχουν σε εξέλιξη αυτή την στιγμή μηχανές οι οποίες θα μας επιτρέπουν την συνεχή επαφή σε έναν επαυξημένο κόσμο ο οποίος θα προσφέρει πολύ μεγάλη διευκόλυνση στις ζωές των ανθρώπων και θα μπορούν να λαμβάνουν πολύ περισσότερη πληροφορία για το κόσμο γύρω τους. Μπορεί τώρα όλες αυτές οι μηχανές για τις οποίες μιλάμε να είναι δύσχρηστες ή να μην έχουν πολλές χρησιμότητες για τον χρήστη ένα όμως είναι σίγουρο ότι όταν αυτές οι συσκευές γίνουν πιο προσιτές, όμορφες και διορθώσουν τα τωρινά τους προβλήματα θα μας προσφέρουν φοβερές εμπειρίες στον χρήστη.

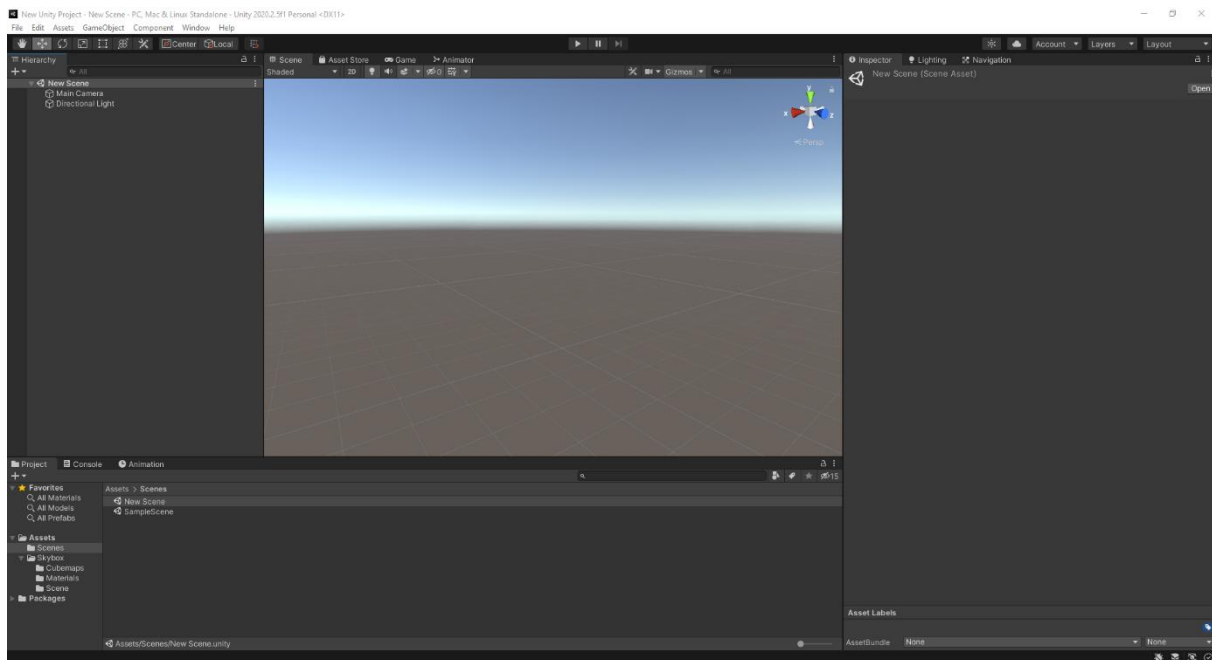
### 2.8 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύετε η τεχνολογία στην οποία στηρίχτηκε η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία. Αυτή είναι η επαυξημένη πραγματικότητα. Γίνετε μια εκτενής αναφορά πάνω στο τι είναι, αλλά και πως λειτουργεί η συγκεκριμένη τεχνολογία. Μετέπειτα αναλύεται η ιστορική της διαδρομή, από τα πρώτα χρόνια δημιουργίας της, έως και σήμερα. Επιπλέον παρουσιάζονται τα πεδία χρήσης της συγκεκριμένης τεχνολογίας σε διάφορους τομείς. Τέλος γίνετε μια εκτίμηση της ανάπτυξης την οποία λογικά θα έχει η συγκεκριμένη τεχνολογία στα χρόνια που θα επακολουθήσουν.

## Κεφάλαιο 3ο: Unity

### 3.1 Τι είναι το Unity

Το Unity είναι μια από τις κορυφαίες μηχανές δημιουργίας βιντεοπαιχνιδιών, η οποία προσφέρει την δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν παιχνίδια για διάφορες πλατφόρμες, όπως υπολογιστές, Android, Ios, Ps4, Ps5, Xbox και αλλά. Το Unity είναι μια από τις καλύτερες επιλογές που έχει ένας αρχάριος χρήστης στην δημιουργία βιντεοπαιχνιδιών. Είναι πολύ εύκολο στην κατανόηση, και στην λειτουργία του. Παρέχει πληθώρα από έτοιμες λειτουργίες και αντικείμενα για να ξεκινήσει. Όμως το πιο σημαντικό πλεονέκτημα που έχει σε σχέση με παρόμοιες μηχανές δημιουργίας παιχνιδιών είναι η μεγάλη κοινότητα η οποία το περιβάλλει. Η κοινότητα αυτή αποτελείται από έμπειρους δημιουργούς βιντεοπαιχνιδιών, οι οποίοι στηρίζουν ενεργά τους νέους χρήστες στην πορεία τους σε αυτό τον κλάδο, μέσω των πολλών forums, βίντεο, αλλά και έτοιμα assets που είναι διατεθειμένοι να τα προσφέρουν δωρεάν, για την ανάπτυξη της κοινότητας του Unity.



Εικόνα 13: Περιβάλλον της Μηχανής Unity

Η αρχική οθόνη στην οποία ξεκινάει ο χρήστης όταν ανοίξει για πρώτη φορά την μηχανή του unity περιέχει τέσσερα βασικά παράθυρα, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα.

Το πρώτο κομμάτι πάνω αριστερά είναι το tab όπου ο χρήστης μπορεί να δει ολόκληρη την ιεραρχία του αντικειμένου που έχει επιλέξει, είτε αυτό για παράδειγμα είναι απλά ένα αντικείμενο, ή μια ολόκληρη σκηνή που μπορεί να έχει επιλέξει ο χρήστης.

Στο δεξί κομμάτι της εικόνας βρίσκεται ο inspector του unity, στον οποίον παρουσιάζονται όλες οι πληροφορίες για τις ιδιότητες που έχει ένα αντικείμενο. Μερικές από τις ιδιότητες οι οποίες μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα αντικείμενο είναι τα scripts, τα materials, τα meshes, οι colliders και άλλα ανάλογα τον τύπο του αντικειμένου που έχουμε επιλέξει να δούμε.

Το τρίτο παράθυρο είναι αυτό το οποίο φαίνεται στο κέντρο ανάμεσα από τα δύο προηγούμενα. Περιέχει δύο βασικές καρτέλες, την καρτέλα της σκηνής, και την καρτέλα του παιχνιδιού.

Η καρτέλα με την οποία ξεκινάει αρχικά ο χρήστης είναι αυτή της σκηνής. Αυτή προσφέρει μια εικονική αναπαράσταση της σκηνής, δίνοντας την δυνατότητα της περιήγησης στην σκηνή, αλλά και την δυνατότητα της διάδρασης με τα διάφορα αντικείμενα τα οποία είναι τοποθετημένα στην σκηνή. Δίνοντας έτσι την δυνατότητα αλλαγής του μεγέθους, της τοποθεσίας αλλά και της περιστροφής ενός αντικειμένου.

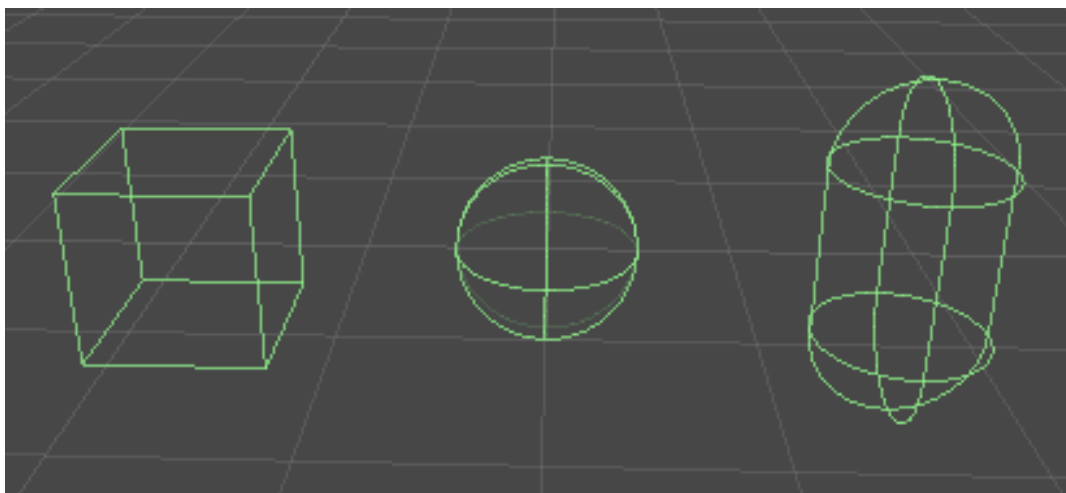
Η καρτέλα του παιχνιδιού χρησιμοποιείται σαν emulator, ώστε να μπορεί ο χρήστης να δοκιμάζει απευθείας τις αλλαγές που έχει κάνει στο παιχνίδι. Έτσι, θα έχει την δυνατότητα να ελέγξει άμεσα εάν αυτές λειτουργούν. Επιπλέον, η καρτέλα του παιχνιδιού παρέχει την δυνατότητα στο χρήστη να κάνει αλλαγές στις ιδιότητες των αντικειμένων, και να δει τα αποτελέσματα τους σε πραγματικό χρόνο. Μόλις όμως ο χρήστης σταματήσει το παιχνίδι όλες οι αλλαγές τις οποίες έκανε στις διάφορες ιδιότητες των αντικειμένων ακυρώνονται. Όλες οι παράμετροι επιστρέφουν στις αρχικές τους τιμές. Αυτό προσφέρει ουσιαστικά ένα περιβάλλον στον χρήστη όπου θα μπορεί να πειραματιστεί πάνω σε διάφορα αντικείμενα, χωρίς να χρειάζεται να ανησυχεί για τις επιπτώσεις.

Τέλος, οι δύο καρτέλες της σκηνής και του παιχνιδιού έχουν την δυνατότητα να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους, όταν η καρτέλα του παιχνιδιού είναι ενεργή. Αυτό σημαίνει, ότι ο χρήστης μπορεί να δει όλες τις αλλαγές που γίνονται στα αντικείμενα της σκηνής, να γίνονται και στα αντικείμενα της καρτέλας του παιχνιδιού σε πραγματικό χρόνο. Αυτό προσφέρει μεγάλη ευελιξία όσο αφορά την δοκιμή νέων αλλαγών τις οποίες πιθανών να θέλει να κάνει ο χρήστης.

### 3.2 Colliders

Οι colliders είναι το σύστημα το οποίο προσφέρει το unity για την αναγνώριση φυσικών συγκρούσεων. Οι απλοί και οι λιγότερο επεξεργαστικά απαιτητικοί είναι οι colliders των βασικών σχημάτων. Οι colliders χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τους δισδιάστατους και τους τρισδιάστατους ανάλογα με το πόσες διαστάσεις έχει το αντικείμενο το οποίο θέλουμε να βάλουμε τον collider. Οι απλοί colliders για τα τρισδιάστατα μοντέλα όπως φαίνεται και στην εικόνα είναι οι εξής :

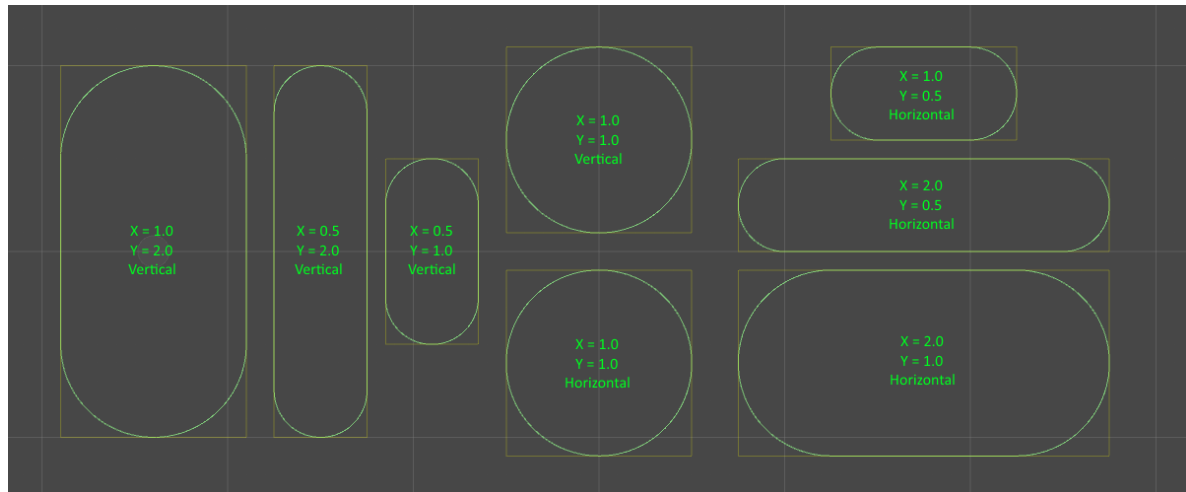
- Box collider
- Sphere collider
- Capsule collider



Εικόνα 14: Unity 3d colliders

Ενώ οι δισδιάστατοι βασικοί colliders όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα είναι οι εξής :

- Box collider 2d
- Circle collider 2d
- Capsule collider 2d
- Polygon collider 2d



Εικόνα 15: Unity 2d colliders

Για ποιο περίπλοκα αντικείμενα στα οποία δεν αρκούν πολλές φορές μόνο οι απλοί colliders και χρειάζονται περισσότερη ακρίβεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί colliders σε ένα αντικείμενο. Το unity μπορεί να δημιουργήσει ένα collider ενός αντικειμένου δίνοντας του απλά σαν παράμετρο το mesh του συγκεκριμένου αντικειμένου, και να δημιουργήσει ένα collider που θα καλύπτει αυτό το αντικείμενο επακριβώς. Βέβαια αυτή η πρακτική δεν χρησιμοποιείτε συνήθως γιατί χρειάζονται πολλοί βασικοί τύποι collider για την σωστή κάλυψη όλης της επιφάνειας ενός αντικειμένου επακριβώς. Αυτό σημαίνει ότι θα είναι αρκετά απαιτητικό επεξεργαστικά στην διαχείριση του από την συσκευή. Ειδικά για συσκευές με χαμηλή επεξεργαστική ισχύ, κάτι τέτοιο θα μπορούσε να επιβαρύνει αρκετά μια εφαρμογή. Ένα παράδειγμα ενός αντικειμένου το οποίο θα χρειάζονταν πάνω από ένα βασικό collider για την σωστή κάλυψη όλης της επιφάνειας του είναι ένα τρισδιάστατο τραπέζι. Εάν υποθέσουμε ότι είναι ένα βασικό τραπέζι με τέσσερα πόδια και μια επιφάνεια από πάνω του τότε θα χρειάζονταν τέσσερις βασικούς τρισδιάστατους colliders τύπου κουτιού για το κάθε πόδι και ένα ακόμα για την επιφάνεια από πάνω τους.

### 3.3 Rigidbody

Το rigidbody είναι μια από τις χρησιμότερες ιδιότητες που προσφέρει το unity μαζί με τους colliders που αναφέρονται παραπάνω. Το rigidbody προσφέρει στο αντικείμενο, το οποίο θα προστεθεί, την δυνατότητα να μπορεί να αλληλεπιδράσει με τις φυσικές δυνάμεις, έτσι ώστε να μπορεί να δεχθεί δυνάμεις οι οποίες θα κάνουν το αντικείμενο να κουνιέται με έναν ρεαλιστικό τρόπο[11]. Ουσιαστικά όταν ένα αντικείμενο μέσα σε μια σκηνή αποκτήσει την ιδιότητα του rigidbody ορίζουμε στην μηχανή ότι το συγκεκριμένο αντικείμενο έχει μάζα και βάρος. Αυτό θα μπορεί πλέον να δέχεται διάφορες δυνάμεις και να αντιδρά σε συγκρούσεις όπως ένα αντικείμενο στον πραγματικό κόσμο.

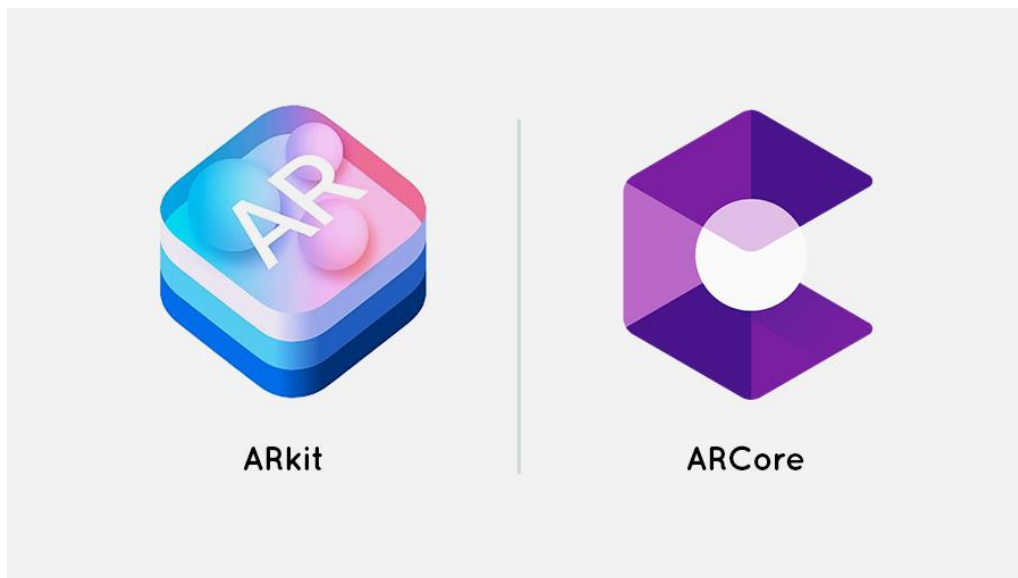
Το Unity επίσης προσφέρει και την ιδιότητα του rigidbody και για παιχνίδια τα οποία διαδραματίζονται σε δύο διαστάσεις, Αυτό γίνεται δυνατό με την ιδιότητα rigidbody2D. Με την χρήση αυτής της

ιδιότητας μπορούν τα αντικείμενα τα οποία βρίσκονται σε ένα δυσδιάστατο χώρο να πάρουν ταχύτητα και να προσομοιάσουν τις φυσικές δυνάμεις όπως αυτές θα ήταν σε ένα δυσδιάστατο χώρο.

### 3.4 Ar foundation

#### 3.4.1 Τι είναι το Ar foundation

Το AR Foundation είναι ένα cross-platform framework το οποίο είναι διαθέσιμο στην μηχανή παιχνιδιών unity. Αυτό επιτρέπει την δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας οι οποίες μπορούν να γραφτούν μια και μόνο φορά, έχοντας δυνατότητα εξαγωγής ενός προγράμματος που θα λειτουργεί είτε σε συσκευές Android είτε σε συσκευές Ios [12]. Το εντυπωσιακό με αυτό το framework είναι ότι δεν θα χρειαστεί καμία τροποποίηση ο κώδικας για να μεταφερθεί από την μια πλατφόρμα στην άλλη. Το συγκεκριμένο framework έχει την δυνατότητα να μεταφράσει τον κώδικα τον οποίο έχει γράψει ο χρήστης χρησιμοποιώντας αυτό το framework και να τον μετατρέψει σε κώδικα ARCore για Android και ARKit για Ios, τα λογότυπα των οποίων φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 16: Λογότυπο του ARKit και του ARCore

#### 3.4.2 Ar foundation Vs ARCore

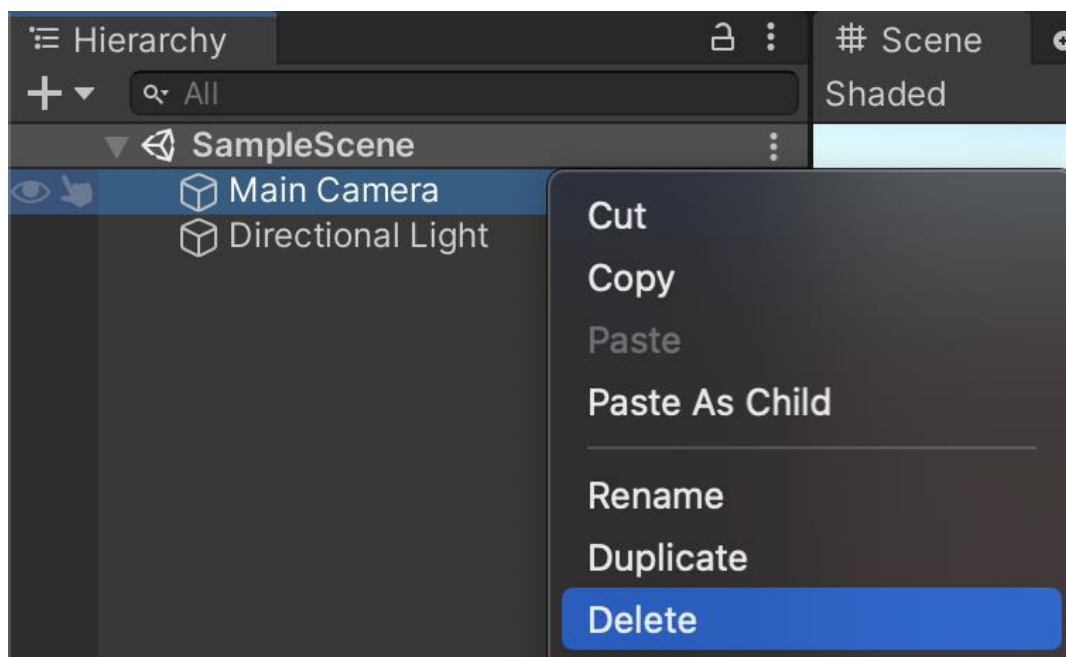
Το framework Ar foundation δεν είναι ο μόνος τρόπος με τον οποίο μπορεί κάποιος να δημιουργήσει μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία θα λειτουργεί και σε Android αλλά και σε Ios συσκευές. Με την χρήση του ARCore υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογής η οποία θα μπορεί να λειτουργεί και σε Ios συσκευές εκτός από Android για τις οποίες είχε φτιαχτεί αρχικά. Η κύρια διαφορά την οποία έχουν το ARCore με το Ar foundation σε αυτό το κομμάτι είναι ότι μια εφαρμογή η οποία φτιάχτηκε με ARCore δεν θα μεταφράσει τον κώδικα στο αντίστοιχο framework που υπάρχει για τις Ios συσκευές, το οποίο ονομάζετε ARKit, αλλά θα χρησιμοποιήσει το framework του ARCore. Ο λόγος που το Ar foundation είναι καλύτερο σε αυτό το κομμάτι είναι επειδή χρησιμοποιεί το framework του Ios για να δημιουργήσει εφαρμογές που θα χρησιμοποιούν ένα framework που είναι σχεδιασμένο μόνο για Ios συσκευές και κάνει καλύτερη χρήση των πόρων της συσκευής. Όσο αφορά το κομμάτι του Android δεν υπάρχουν διαφορές λόγω της χρήσης του ίδιου framework.

Μια ακόμα σημαντική διαφορά που έχουν είναι ότι το Ar foundation προσφέρει πληθώρα μεθόδων, για τις οποίες θα αναφερθούμε εκτενώς παρακάτω οι οποίες βοηθάνε στην καλύτερη υλοποίηση μιας

εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας. Παίρνοντας σαν παράμετρο όλα τα παραπάνω είχε σαν αποτέλεσμα να σταματήσει η υποστήριξη του ARCore sdk για την δημιουργία εφαρμογών μέσω unity. Έτσι, το επίσημο site της google για το ARCore παροτρύνει τους χρήστες να χρησιμοποιήσουν το AR foundation framework για την δημιουργία μιας εφαρμογής μέσω της μηχανής unity.

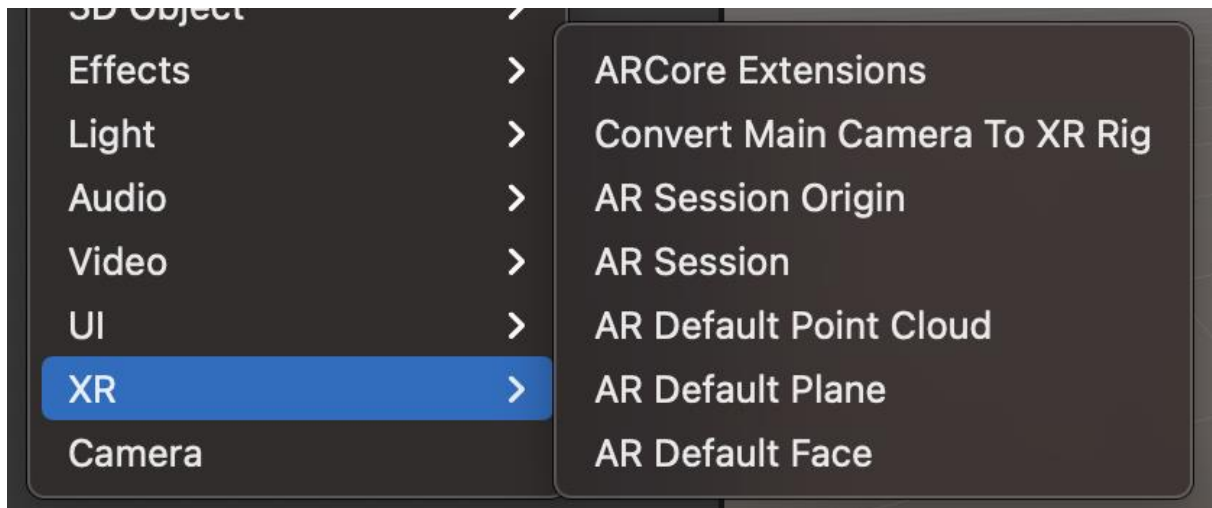
### 3.4.3 Διαχείριση ar εφαρμογής

Για την διαχείριση τώρα της εικονικής πραγματικότητας το framework διαθέτει κάποια αντικείμενα τα οποία είναι απαραίτητα για την λειτουργία της ar εμπειρίας. Το πρώτο βήμα για να στήσουμε μια σκηνή στην μηχανή unity για ar είναι η διαγραφή της κάμερας όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα την οποία έχει αρχικά η σκηνή. Αυτό γίνεται ώστε να αντικατασταθεί με την ar κάμερα η οποία είναι απαραίτητη.



Εικόνα 17: Διαγραφή της κάμερας από την σκηνή του unity

Υπάρχουν πολλά αντικείμενα τα οποία σχετίζονται με την ar σκηνή όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, αλλά δύο από αυτά είναι τα σημαντικότερα για την διαχείριση της ar εμπειρίας. Το πρώτο αντικείμενο το οποίο σχετίζεται με την διαχείριση όλης της ar εμπειρίας σε μια σκηνή είναι το αντικείμενο ar session. Το συγκεκριμένο αντικείμενο χρησιμοποιείται από την σκηνή για να ελέγχει την ar εμπειρία σε όλη την διάρκεια της σκηνής [13]. Το δεύτερο και εξίσου σημαντικό αντικείμενο, έχει να κάνει με την μετατροπή της θέσης της συσκευής στην αντίστοιχη τοποθεσία της μέσα στην σκηνή του unity. Το αντικείμενο αυτό ονομάζεται ar session origin. Αυτό το αντικείμενο συσχετίζει την αρχική τοποθεσία του κινητού με την αρχή των αξόνων ( $x=0, y=0, z=0$ ) της σκηνής του unity με το που ξεκινήσει η σκηνή. Έχοντας συσχετίσει λοιπόν αυτά τα δύο σημεία μπορεί να παίρνει την μετατόπιση του κινητού στην επαυξημένη πραγματικότητα και να την αντιστοιχίζει στην αντίστοιχη θέση στην σκηνή του unity. Αν για παράδειγμα ο χρήστης μετακινηθεί πέντε μέτρα μπροστά από τη αρχική του θέση στον πραγματικό κόσμο τότε η θέση του στην σκηνή του unity θα είναι  $x=5, y=0, z=0$ . Το ar session origin είναι επίσης υπεύθυνο για να εμφανίζει στον χρήστη τα επίπεδα τα οποία αναγνωρίζονται από την ar κάμερα. Τέλος είναι υπεύθυνο για τα raycast στον φυσικό κόσμο τα οποία είναι τα σημεία τα οποία πατάει ο χρήστης στον πραγματικό κόσμο από την οθόνη του κινητού του.



Εικόνα 18: Αντικείμενα για την ar εμπειρία διαθέσιμα από το ar foundation

### 3.5 Xr interaction toolkit

Το xr interaction toolkit είναι μια βιβλιοθήκη η οποία προσφέρει ένα σύστημα αλληλεπίδρασης υψηλού επιπέδου για την δημιουργία εφαρμογών όχι μόνο σε επαυξημένη αλλά και σε εικονική πραγματικότητα [14]. Παρέχει ένα σύνολο από scripts τα οποία καθιστούν δυνατή την διαχείριση των αλληλεπιδράσεων με τα 3d αντικείμενα, αλλά και με τα ui αντικείμενα, με την χρήση των event τα οποία παρέχονται από το ίδιο το unity.

Ο πυρήνας αυτού του συστήματος είναι ένα σύνολο βασικών στοιχείων Interactor και Interactable. Επίσης υπάρχει ένας διαχειριστής που συνδέει αυτούς τους δύο τύπους στοιχείων. Περιέχει επιπλέον βοηθητικά στοιχεία για την επέκταση και τροποποίηση αυτών των στοιχείων για να ταιριάζουν στις ανάγκες της κάθε εφαρμογής. Μια τέτοια τροποποίηση χρειάστηκε στα πλαίσια ανάπτυξης της παρακάτω εφαρμογής και θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω.

Για την διαχείριση όλων αυτών των στοιχείων Interactor και Interactable θα χρειαστεί ένας διαχειριστής, ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την επικοινωνία μεταξύ τους. Η βιβλιοθήκη προσφέρει ένα script το οποίο κάνει την δουλειά του διαχειριστή και ονομάζεται xr interaction manager. Το μόνο που χρειάζεται να γίνει από την πλευρά του δημιουργού είναι να βάλει αυτό το script σε ένα αντικείμενο μέσα στην σκηνή. Ιδανικά αυτό το αντικείμενο θα είναι κενό και θα έχει μόνο αυτό το script σαν ιδιότητα.

Το πιο σημαντικό από τα interactables είναι το placement. Ο λόγος είναι επειδή επιτρέπει στον χρήστη να πατήσει πάνω σε ένα από τα ar planes και να εμφανίσει το αντικείμενο το οποίο επιθυμεί στην θέση την οποία επιθυμεί. Για να γίνει αυτό η xr βιβλιοθήκη διαθέτει το script ARPlacementInteractable το οποίο όταν ο χρήστης πατήσει πάνω σε ένα από τα planes εμφανίζει το αντικείμενο που του έχει δοθεί παραμετρικά. Εκτός εάν στο ίδιο σημείο υπάρχει ήδη κάποιο αντικείμενο τότε καλείτε η μέθοδος για επιλογή του αντικειμένου η οποία θα αναλυθεί παρακάτω. Με την χρήση αυτού του script όμως σημαίνει ότι κάθε φορά που ο χρήστης πατάει πάνω σε ένα από τα ar planes θα εμφανίζει άλλο ένα αντίγραφο του αντικειμένου.

Για το σκοπό της εφαρμογής για την οποία θα αναλύσουμε παρακάτω αυτό δεν ήταν αποδεκτό. Έτσι, χρειάστηκε η δημιουργία ενός νέου script όπως φαίνεται στις δύο παρακάτω εικόνες όπου θα εμφανίζει μόνο ένα αντίγραφο του αντικειμένου. Δημιουργήθηκε λοιπόν μια νέα κλάση με το όνομα ARPlacementInteractableSingle η οποία επεκτείνει την βασική κλάση που επεκτείνει και η κλάση

ARPlacementInteractable με όνομα ARBaseGestureInteractable η οποία είναι υπεύθυνη για την διαχείριση ενός αντικειμένου.

```

2 references
public class ARPlacementInteractableSingle : ARBaseGestureInteractable
{
    [SerializeField]
    [Tooltip("A GameObject to place when a raycast from a user touch hits a plane.")]
    1 reference
    private GameObject placementPrefab;

    [SerializeField]
    [Tooltip("Callback event executed after object is placed.")]
    1 reference
    private ARObjectPlacementEvent onObjectPlaced;

    5 references
    private GameObject placementObject;

    2 references
    private static List<ARRaycastHit> hits = new List<ARRaycastHit>();

    4 references
    private static GameObject trackablesObject;

    1 reference
    protected override bool CanStartManipulationForGesture(TapGesture gesture)
    {
        // Allow for test planes
        if (gesture.TargetObject == null || gesture.TargetObject.layer == 9)
            return true;
        return false;
    }

    1 reference
    public void DestroyPlacementObject()
    {
        Destroy(placementObject);
    }
}

```

Εικόνα 19: Script για την τοποθέτηση αντικειμένου στην επαυξημένη πραγματικότητα 1/2

```

2 references
protected override void OnEndManipulation(TapGesture gesture)
{
    if (gesture.WasCancelled)
        return;

    // If gesture is targeting an existing object we are done.
    // Allow for test planes
    if (gesture.TargetObject != null && gesture.TargetObject.layer != 9)
        return;

    // Raycast against the location the player touched to search for planes.
    if (GestureTransformationUtility.Raycast(gesture.StartPosition, hits, TrackableType.PlaneWithinPolygon))
    {
        var hit = hits[0];

        // Use hit pose and camera pose to check if hittest is from the
        // back of the plane, if it is, no need to create the anchor.
        if (Vector3.Dot(Camera.main.transform.position - hit.pose.position, hit.pose.rotation * Vector3.up) < 0)
            return;

        if(placementObject == null)
        {
            placementObject = Instantiate(placementPrefab, hit.pose.position, hit.pose.rotation);

            // Create anchor to track reference point and set it as the parent of placementObject.
            // TODO: this should update with a reference point for better tracking.
            var anchorObject = new GameObject("PlacementAnchor");
            anchorObject.transform.position = hit.pose.position;
            anchorObject.transform.rotation = hit.pose.rotation;
            placementObject.transform.parent = anchorObject.transform;

            // Find trackables object in scene and use that as parent
            if (trackablesObject == null)
                trackablesObject = GameObject.Find("Trackables");
            if (trackablesObject != null)
                anchorObject.transform.parent = trackablesObject.transform;

            onObjectPlaced?.Invoke(this, placementObject);
        }
    }
}
}

```

Εικόνα 20: Script για την τοποθέτηση αντικειμένου στην επαυξημένη πραγματικότητα 2/2

Αυτό το script, που φαίνεται στις παραπάνω εικόνες, παίρνει σαν παράμετρο δύο πράγματα. Το πρώτο είναι το αντικείμενο το οποίο καλείτε να εμφανίσει το script με το πάτημα του χρήστη στο ar plane. Ενώ το δεύτερο είναι η μέθοδος που θα εκτελεστεί αφού εμφανιστεί το αντικείμενο στον ar κόσμο. Σε αυτό το script λόγω του ότι δεν μπορεί να ξανά εμφανίσει κάποιο άλλο αντίγραφο του αντικειμένου εφόσον έχει εμφανιστεί ήδη ένα, δημιουργήθηκε η μέθοδος DestroyPlacementObject. Αυτή η μέθοδος καταστρέφει το αντικείμενο το οποίο έχει εμφανιστεί για να μπορέσει ο χρήστης να εμφανίσει κάποιο άλλο σε μια νέα τοποθεσία. Μια τέτοια μέθοδος είναι αρκετά χρήσιμη σε περιπτώσεις που το κινητό χάσει τον προσανατολισμό του στον ar κόσμο και το αντικείμενο καταλήξει σε μια τυχαία τοποθεσία.

Το πιο σημαντικό κομμάτι αυτού του script είναι η μέθοδος OnEndManipulation. Σε αυτή την μέθοδο γίνεται όλος ο έλεγχος και η δημιουργία του αντιγράφου που εμφανίζεται στον ar κόσμο. Αρχικά γίνεται έλεγχος εάν το σημείο στο οποίο πάτησε ο χρήστης υπάρχει ήδη κάποιο αντικείμενο αν ναι τότε απλά σταματάει την εκτέλεση της συγκεκριμένης μεθόδου. Εάν αυτό δεν ισχύει περνάει στον επόμενο έλεγχο. Ο επόμενος έλεγχος που γίνεται είναι κατά πόσον στο σημείο το οποίο πάτησε ο χρήστης υπήρχε όντως κάποιο ar plane. Εφόσον υπάρχει τότε ελέγχεται εάν η επιφάνεια του έχει την σωστή φορά, για να

αποφευχθεί η λάθος εμφάνιση του αντικειμένου. Τέλος, ελέγχεται άμα υπάρχει ήδη το αντικείμενο στον χώρο για να αποφευχθεί η επαύξηση του ίδιου αντικειμένου για δεύτερη φορά.

Το επόμενο βήμα εφόσον τηρούνται όλες οι προαναφερθείσες προϋποθέσεις είναι η δημιουργία του αντίγραφου του αντικειμένου. Το αντικείμενο θα έχει θέση και περιστροφή ίδια με το σημείο το οποίο πάτησε ο χρήστης. Στην συνέχεια δημιουργείτε ένα anchor το οποίο είναι ένα σημείο που παραμένει σταθερό σε όλη την διάρκεια της ar εμπειρίας, όπως αναφέρετε και στο παραπάνω κεφάλαιο. Αυτό το anchor θα έχει σαν θέση και περιστροφή το σημείο που πάτησε ο χρήστης. Το αντικείμενο που δημιουργήθηκε θα είναι «παιδί» αυτού του anchor. Τέλος το μόνο που μένει είναι η συσχέτιση του anchor με ένα σημείο του ar plane, και η κλήση της μεθόδου μετά την εμφάνιση του αντικειμένου.

Επειδή σε πολλές περιπτώσεις αφού ο χρήστης βάλει το αντικείμενο στον ar κόσμο είναι πολύ πιθανό να μην χρειάζονται πλέον τις διάφορες ar επιφάνειες οι οποίες χαλούν την όλη εμπειρία, είναι καλό να χρησιμοποιηθεί μια μέθοδος η οποία θα κρύβει όλες τις επιφάνειες. Όπως είδαμε παραπάνω το script `ARPlacementInteractableSingle` παίρνει σαν παράμετρο μια μέθοδο η οποία εκτελείται με το που θα εμφανιστεί το αντικείμενο στην σκηνή. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα μια τέτοια μέθοδος είναι σχετικά απλή. Το μόνο που χρειάζεται είναι να πάρει το script σαν παράμετρο τον `ARPlaneManager` και να θέσει κάθε ένα από τα planes τα οποία έχει σε `SetActive(false)`, για να τα κρύψει από τον χρήστη χωρίς να τα καταστρέψει.

```

0 references
public class ARSessionManager : MonoBehaviour
{
    [SerializeField]
    6 references
    private ARPlaneManager arPlaneManager;

    0 references
    public void DissablePlanes()
    {
        arPlaneManager.enabled = false;
        ChangeStagePlanes(arPlaneManager.enabled);
    }

    2 references
    public void ChangeStagePlanes(bool state)
    {
        var planes = arPlaneManager.trackables;
        foreach (ARPlane arPlane in planes)
        {
            arPlane.gameObject.SetActive(state);
        }
    }
}

```

Εικόνα 21: Script για την απόκρυψη των ar planes

Το xr interaction toolkit προσφέρει τέσσερα βασικά interactables τα οποία εάν χρησιμοποιηθούν μέσα σε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να προσφέρουν πολλές δυνατότητες. Μπορούν επίσης να διευκολύνουν κατά πολύ τον δημιουργό της εφαρμογής προσφέροντας έτοιμες μεθόδους. Αυτά τα τέσσερα interactables είναι τα παρακάτω:

- ARSelectionInteractable
- ARTranslationInteractable
- ARRotationInteractable
- ARScaleInteractable

Το πρώτο από τα τέσσερα αυτά interactables είναι και προαπαιτούμενο για όλα τα υπόλοιπα. Το ArSelectionInteractable όπως υποδεικνύει και το όνομα του είναι ένα script που είναι υπεύθυνο για την επιλογή των αντικειμένων στον ar κόσμο. Για να χρησιμοποιήσει ο χρήστης ένα από τα τρία άλλα interactables πάνω σε ένα αντικείμενο θα πρέπει πρώτα να το έχει επιλέξει. Επίσης μια ακόμα ιδιότητα την οποία προσφέρει το selection script είναι ότι μπορούμε να του περάσουμε παραμετρικά ένα αντικείμενο το οποίο θα θέλαμε να ενεργοποιείται όταν ο χρήστης πατάει πάνω στο αντικείμενο. Πολλές φορές χρησιμοποιείται ένα αντικείμενο το οποίο είναι «παιδί» του αρχικού και απλά ενεργοποιείται κατά την επιλογή και απενεργοποιείται όταν χαθεί η επιλογή. Ένα παράδειγμα αυτού φαίνεται στην παρακάτω εικόνα με την ενεργοποίηση του κύκλου.

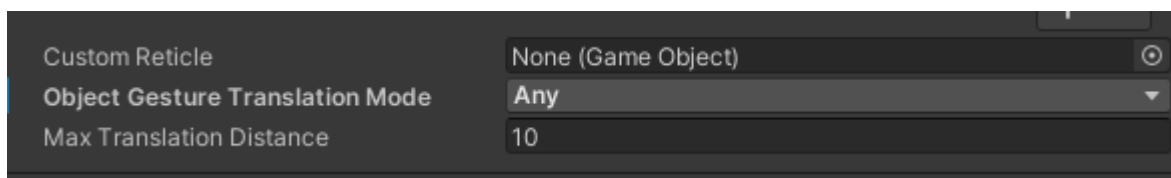


Εικόνα 22: Παράδειγμα επιλογής αντικειμένου σε μια σκηνή

Το επόμενο πιο σημαντικό από τα τέσσερα interactables είναι το ARTranslationInteractable για την ελευθερία και τις δυνατότητες τις οποίες προσφέρει. Όταν προστεθεί αυτό το interactable σε κάποιο αντικείμενο αυτό θα μπορεί να μετακινείται ελεύθερα πάνω στα ar planes. Κάθε φορά που ο χρήστης μεταφέρει ένα αντικείμενο αυτό αποδεσμεύεται από το anchor το οποίο έχει και θα πάρει ένα νέο anchor όταν ο χρήστης σταματήσει να μετακινεί το αντικείμενο. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα το translation script προσφέρει κάποιες παραμετροποιήσεις οι οποίες είναι αρκετά χρήσιμες. Η πρώτη παράμετρος αναφέρεται στον άξονα τον οποίο μπορεί να πάρει το αντικείμενο πάνω στο ar plane. Οι διαθέσιμες επιλογές σε αυτή την περίπτωση είναι οι εξής:

- Horizontal όπου το αντικείμενο θα μπορεί να μετακινείται μόνο κατά μήκος (y άξονας)
- Vertical όπου το αντικείμενο θα μπορεί να μετακινείται μόνο κατά πλάτος (x άξονας)
- Any όπου το αντικείμενο θα μπορεί να μετακινείται και στις δύο κατευθύνσεις

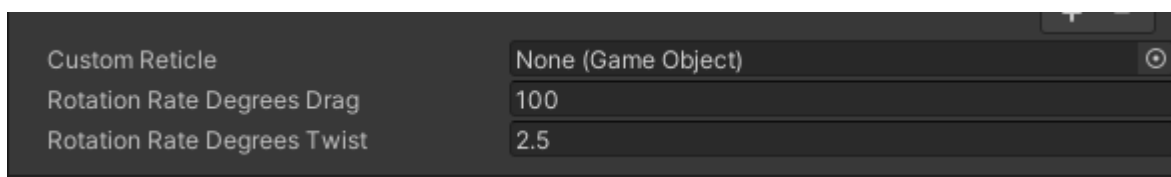
Και η άλλη σημαντική παράμετρος είναι πόσες μονάδες μπορεί να μετακινηθεί το συγκεκριμένο αντικείμενο με βάση πάντα την σκηνή του unity.



Εικόνα 23: Παράμετροι για το translation script του xr interaction toolkit

Αυτό το script προσφέρει πολλές δυνατότητες σε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας γιατί την μετατρέπει σε μια διαδραστική και ενδιαφέρουσα εφαρμογή.

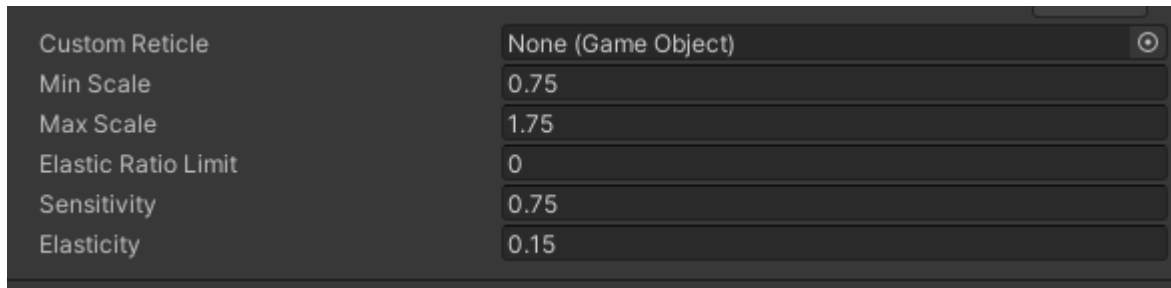
Το επόμενο interactable είναι το ARRotationInteractable και αυτό που κάνει είναι να δίνει την δυνατότητα περιστροφής ενός αντικειμένου. Αυτό το script είναι αρκετά χρήσιμο σε εφαρμογές που σημαντικό ρόλο έχει η σωστή τοποθέτηση του αντικειμένου, όπως για παράδειγμα μια εφαρμογή για την διαμόρφωση χώρου. Και αυτό το script έχει δύο παραμέτρους, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Και οι δύο παράμετροι αναφέρονται στον ρυθμό σε μοίρες με τον οποίο θα περιστρέφεται το αντικείμενο. Η πρώτη τιμή είναι όταν σέρνει το δάχτυλο του πάνω στην οθόνη ενώ η δεύτερη τιμή αναφέρεται όταν ο χρήστης προσπαθεί να γυρίσει το αντικείμενο με την χαρακτηριστική κίνηση των δύο δαχτύλων



Εικόνα 24: Παράμετροι για το rotation script του xr interaction toolkit

Τελευταίο από τα τέσσερα interactables είναι αυτό το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να αλλάζει το μέγεθος του αντικειμένου στο οποίο έχει προστεθεί το script. Και αυτό το script έχει παραμέτρους, όπως φαίνεται και στην παρακάτω φωτογραφία. Οι πρώτες δύο παράμετροι του script αναφέρονται στην μέγιστη και στην ελάχιστη τιμή την οποία μπορεί να πάρει το μέγεθος του αντικειμένου. Η τρίτη παράμετρος ορίζει τον ρυθμό ελαστικότητας σε περίπτωση που ο χρήστης μεγεθύνει ή μικρύνει το αντικείμενο πάνω από το όριο που έχει οριστεί. Το τέταρτο πεδίο είναι για το sensitivity όσο αφορά το

scale. Και το τελευταίο πεδίο είναι ο αριθμός της ελαστικότητας που θα έχει το αντικείμενο εάν φτάσει στο μέγιστο ή ελάχιστο μέγεθος.



Custom Reticle	None (Game Object)
Min Scale	0.75
Max Scale	1.75
Elastic Ratio Limit	0
Sensitivity	0.75
Elasticity	0.15

Εικόνα 25: Παράμετροι για το scale script του xr interaction toolkit

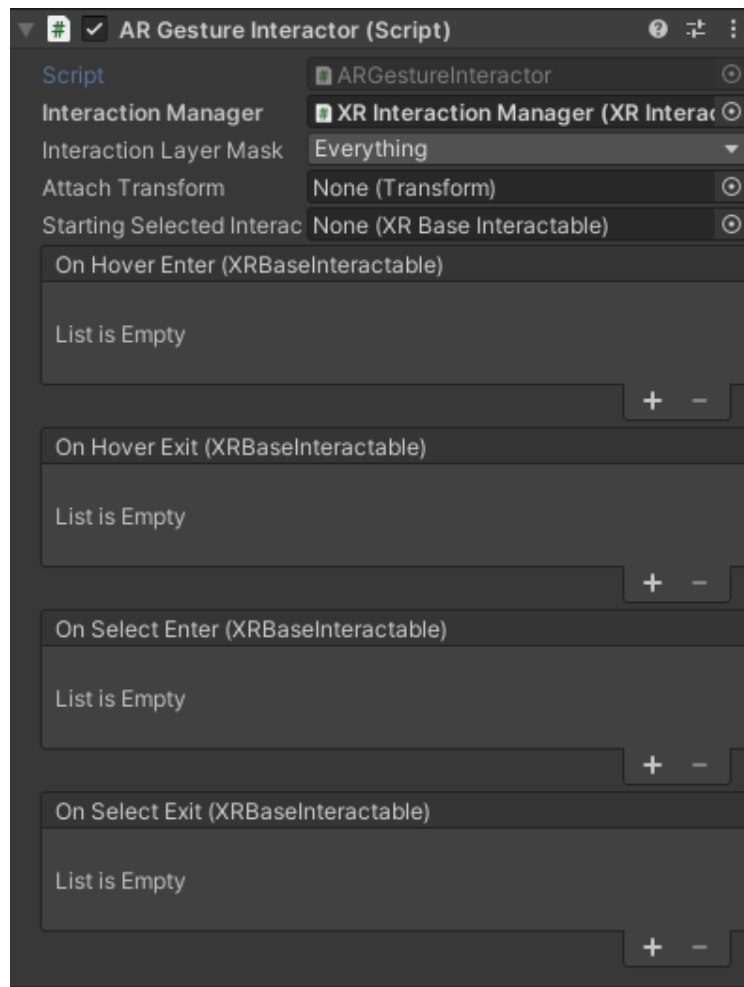
Με τον συνδυασμό και των τεσσάρων αυτών interactables σε ένα αντικείμενο αυτό μπορεί να αποκτήσει απόλυτη ελευθερία κίνησης μέσα στον χώρο του ar. Και τα τέσσερα αυτά interactables είναι σημαντικά εργαλεία τα οποία σίγουρα βοηθούν πολύ στην δημιουργία μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας.

Όλα αυτά τα interactables για να λειτουργήσουν έχουν ως προαπαιτούμενο να υπάρχει μέσα στην σκηνή ένας interactor για να δέχεται όλα αυτά τα gestures του χρήστη. Ο ARGestureInteractor επιτρέπει στον χρήστη να κάνει τα εξής:

- Να επιλέγει αντικείμενα
- Να μεταφέρει αντικείμενα
- Να γυρνάει αντικείμενα
- Να αυξομειώνει το μέγεθος από τα αντικείμενα

Φυσικά για να λειτουργήσουν οποιοδήποτε από τα παραπάνω θα πρέπει το εκάστοτε αντικείμενο να διαθέτει το αντίστοιχο interactable. Ο interactor είναι ένα script το οποίο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και τοποθετείται στην ar κάμερα. Αυτό γίνεται ώστε να μπορεί να αναγνωρίζει και να επιστρέφει τα αντίστοιχα gestures στις μεθόδους. Τα διαθέσιμα gestures τα οποία μπορεί να εντοπίσει είναι τα παρακάτω:

- Το πάτημα
- Το σύρσιμο
- Την περιστροφή
- Το τσίμπημα



Εικόνα 26: Script Interactor στην ar κάμερα

### 3.6 Επίλογος

Στο παρόν κεφάλαιο, έγινε μια αναλυτική περιγραφή της μηχανής δημιουργίας βιντεοπαιχνιδιών unity. Συγκεκριμένα, αναλύθηκε το περιβάλλον της μηχανής, όσο και τα εργαλεία τα οποία προσφέρει στον χρήστη. Έγινε εκτενής αναφορά στην υποστήριξη της μηχανής όσο αφορά την επαυξημένη πραγματικότητα. Αναλύθηκε το framework του AR foundation, αλλά και το xr interaction toolkit. Αυτά έχουν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας μέσω unity. Τέλος, μέσα από αυτό το κεφάλαιο έγιναν αντιληπτές οι δυνατότητες της μηχανής, όσο αφορά την δημιουργία βιντεοπαιχνιδιών, και πιο συγκεκριμένα βιντεοπαιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας.



## Κεφάλαιο 4ο: Η εφαρμογή

### 4.1 Εισαγωγή

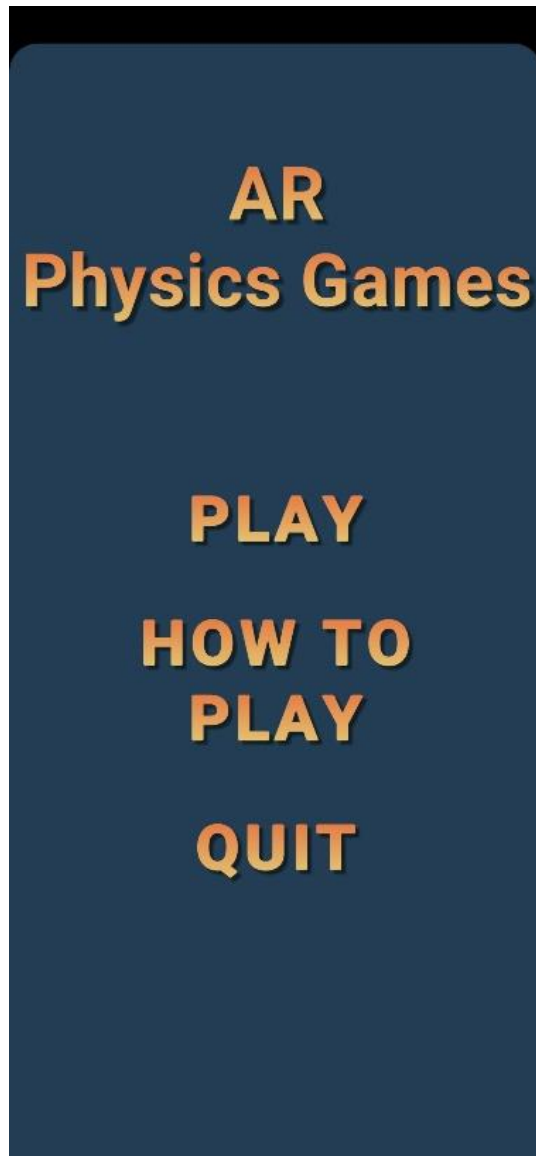
Ένας νέος όρος, ο οποίος έχει δημιουργηθεί με την άνοδο της δημοτικότητας της επαυξημένης πραγματικότητας, είναι η διδασκαλία με την χρήση παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented reality game based learning). Είναι ένας νέος καινοτόμος τρόπος εκμάθησης, που είναι προσαρμοσμένος κυρίως στα παιδιά και έχει ως στόχο την κατανόηση διάφορων εννοιών και θεμάτων με ένα τρόπο δημιουργικό, διασκεδαστικό και ταυτόχρονα διαδραστικό. Έχει ως απώτερο σκοπό να τους κινήσει το ενδιαφέρον. Αυτή η εφαρμογή προσπαθεί να πετύχει ακριβώς αυτό. Αναφέρεται στα παιδιά της έκτης τάξης του δημοτικού σχολείου και πιο συγκεκριμένα στο μάθημα της φυσικής. Η εφαρμογή λοιπόν, δίνει την δυνατότητα στα παιδιά να πραγματοποιήσουν τα πειράματα τα οποία αναφέρονται μέσα στον βιβλίο τους. Τις περισσότερες φορές τα πειράματα αυτά, δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν κατά τη διάρκεια του σχολικού ωραρίου, είτε εξαιτίας της έλλειψης του κατάλληλου εξοπλισμού είτε λόγω ανεπάρκειας χρόνου. Σε αυτό το κομμάτι έρχεται η επαυξημένη πραγματικότητα να δώσει μια λύση στο πρόβλημα. Με την εφαρμογή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, δίνεται η δυνατότητα πραγματοποίησης αυτών των πειραμάτων με την χρήση τρισδιάστατων μοντέλων. Ο χρήστης μπορεί, όχι μόνο να βλέπει, αλλά και να αλληλοεπιδρά με το πείραμα το οποίο κάνει, δίνοντας έτσι την ευκαιρία για καλύτερη κατανόηση του βιβλίου και του κάθε πειράματος. Επιπλέον, κάθε μαθητής θα μπορεί να πραγματοποιήσει το πείραμα μόνος και να το επαναλαμβάνει όσες φορές χρειάζεται ο ίδιος ώστε να το κατανοεί πλήρως.

Ο τρόπος με τον οποίον γίνεται η επαύξηση μέσα στην εφαρμογή, είναι με την υπόδειξη σημείου με το πάτημα του χρήστη στην οθόνη. Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί αυτή η μέθοδος είναι, πως κατά την διάρκεια του σαρώματος εμφανίζονται στο χώρο τα πεδία τα οποία έχει εντοπίσει μέχρι εκείνη την στιγμή η εφαρμογή μέσα στον χώρο. Ο χρήστης, με το που πατήσει σε ένα από αυτά τα πεδία, τα οποία εμφανίζονται, δημιουργεί μια «άγκυρα» στο συγκεκριμένο σημείο. Αυτό σημαίνει ότι το συγκεκριμένο σημείο θα παραμένει σταθερό, δηλαδή στην ίδια θέση και περιστροφή στην οποία βρίσκεται όπως εξηγήτε και σε προηγούμενο κεφάλαιο. Έτσι αυτή κλειδώνει και παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης της εφαρμογής.

### 4.2 Αρχική Οθόνη

Στο ξεκίνημα της εφαρμογής, ο χρήστης καλωσορίζεται με μια οθόνη, όπου μπορεί να δει το τίτλο της εφαρμογής και ένα σετ τριών κουμπιών. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, το καθένα αντιπροσωπεύει μια ξεχωριστή λειτουργία. Η συγκεκριμένη αρχική οθόνη, αποτελεί το κεντρικό μενού της εφαρμογής, στο οποίο ο χρήστης θα μπορεί να επιστρέψει πάντα είτε για να περιηγηθεί σε κάποιο άλλο κομμάτι ή πείραμά της, είτε για να αποχωρήσει από αυτή, όταν αυτός επιθυμήσει. Τα τρία κουμπιά τα οποία περιέχει η αρχική οθόνη είναι τα εξής :

- Play
- How to play
- Quit



Εικόνα 27: Αρχική οθόνη της εφαρμογής

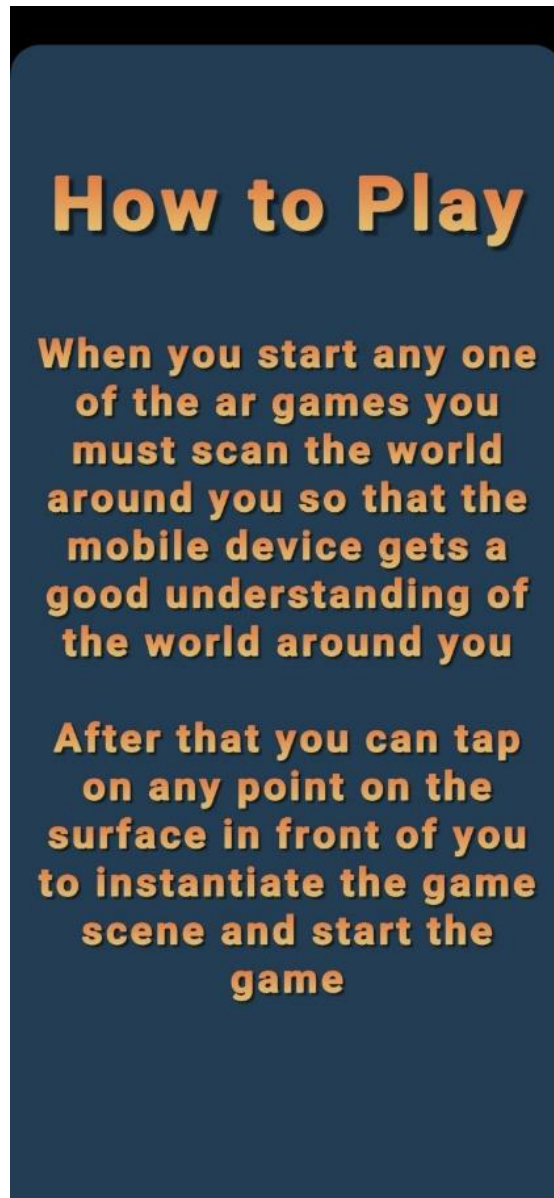
Το πρώτο κουμπί ονομάζεται «play» και πατώντας το, ο χρήστης μεταφέρεται στην οθόνη επιλογής πειραμάτων. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, η οθόνη αυτή είναι πλούσια σε γραφικά. Υπάρχει ένα σχετικό εικονίδιο για κάθε ένα από τα κουμπιά που αντιπροσωπεύει ένα πείραμα. Ο χρήστης πατώντας σε ένα από αυτά τα κουμπιά, θα ξεκινήσει το αντίστοιχο παιχνίδι του πειράματος. Κάθε φορά που ολοκληρώνει ένα πείραμα ή όταν επιλέξει να φύγει από αυτό, μεταφέρεται πάλι στην ίδια οθόνη και μπορεί ξανά να διαλέξει ένα άλλο πείραμα για να δοκιμάσει.

Παρακάτω παρουσιάζεται η οθόνη επιλογής πειραμάτων:



Εικόνα 28: Οθόνη επιλογής πειράματος

Το επόμενο κουμπί στην σειρά είναι το κουμπί «How to Play». Αυτό, ανακατευθύνει τον χρήστη σε μια οθόνη, η οποία του εξηγεί τι ακριβώς πρέπει να κάνει σχετικά με το κομμάτι της επαυξημένης πραγματικότητας και πως μπορεί να παίξει τα παιχνίδια χρησιμοποιώντας την τεχνολογία αυτή. Η οθόνη η οποία εμφανίζεται είναι η εξής:



Εικόνα 29: Οθόνη how to play

Το τελευταίο κουμπί είναι το πιο απλό και αποτελεί αυτό της εξόδου από την εφαρμογή.

Για την διαχείριση αυτής της ιεραρχίας, ώστε να μπορεί ο χρήστης να γυρίσει πίσω στην αρχική οθόνη από μία όπου έχει ήδη πλοηγηθεί, έχει δημιουργηθεί ένα script το οποίο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Αυτό το script, υπάρχει σε όλες της σκηνές της εφαρμογής. Αυτό που κάνει, είναι ουσιαστικά, να ελέγχει άμα ο χρήστης πατήσει το back button ώστε να τον μεταφέρει στην ανάλογη οθόνη.

Επίσης, σε αυτό το script υπάρχει μια ξεχωριστή μέθοδος για να μεταφέρει τον χρήστη στην οθόνη επιλογής πειραμάτων. Αυτή είναι μια χρήσιμη μέθοδος, που χρησιμοποιείται κυρίως από τα παιχνίδια, όταν ο χρήστης ολοκληρώσει με επιτυχία ένα από αυτά. Έτσι, υπάρχει ένα κουμπί με αυτή την μέθοδο για να τον μεταφέρει πάλι πίσω στην επιλογή πειράματος.

```

public class SceneControlManager : MonoBehaviour
{
    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        if(Input.GetKeyDown(KeyCode.Escape))
        {
            switch(SceneManager.GetActiveScene().name)
            {
                case "MainMenu":
                {
                    Application.Quit();
                    break;
                }
                case "GameSelectionMenu":
                {
                    SceneManager.LoadScene("MainMenu");
                    break;
                }
                case "HowToPlay":
                {
                    SceneManager.LoadScene("MainMenu");
                    break;
                }
                default:
                {
                    SceneManager.LoadScene("GameSelectionMenu");
                    break;
                }
            }
        }
    }

    public void goToTheExpirementSelectionScreen()
    {
        SceneManager.LoadScene("GameSelectionMenu");
    }
}

```

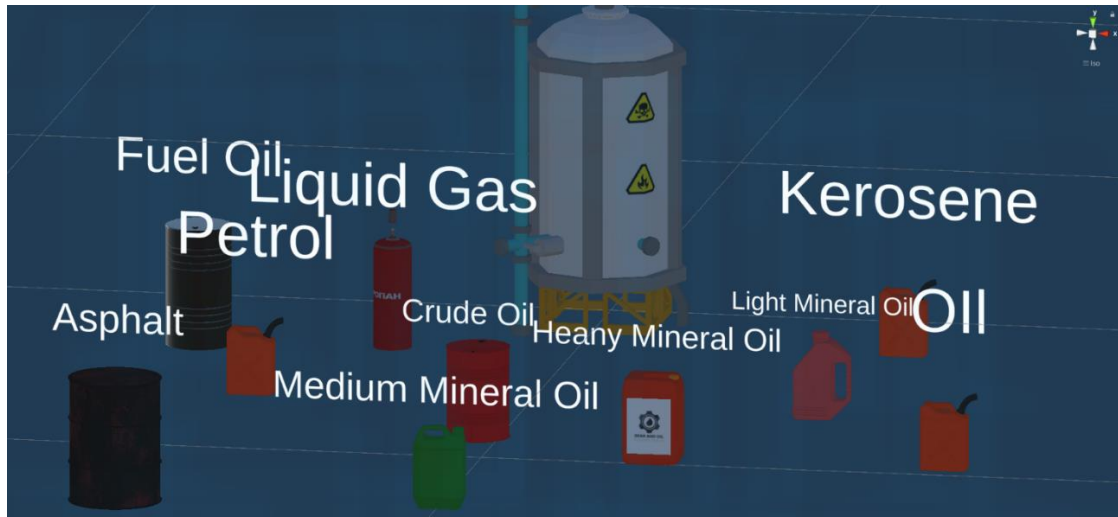
Εικόνα 30: Script διαχείρισης της ιεραρχίας της σκηνής

### 4.3 Πείραμα Ενέργειας

Το πείραμα της ενέργειας, έχει σαν σκοπό να εκπαιδεύσει τον χρήστη πάνω στις διάφορες διαιρέσεις του πετρελαίου. Για να ξεκινήσει το πείραμα, ο χρήστης θα πρέπει να τοποθετήσει την σκηνή, που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα στον πραγματικό κόσμο, πατώντας πάνω σε μια από της επιφάνειες που του εμφανίζονται. Μόλις το κάνει λοιπόν αυτό, ο χρήστης μπορεί να δει όλες τις διαθέσιμες διαιρέσεις του πετρελαίου που υπάρχουν στο παιχνίδι:

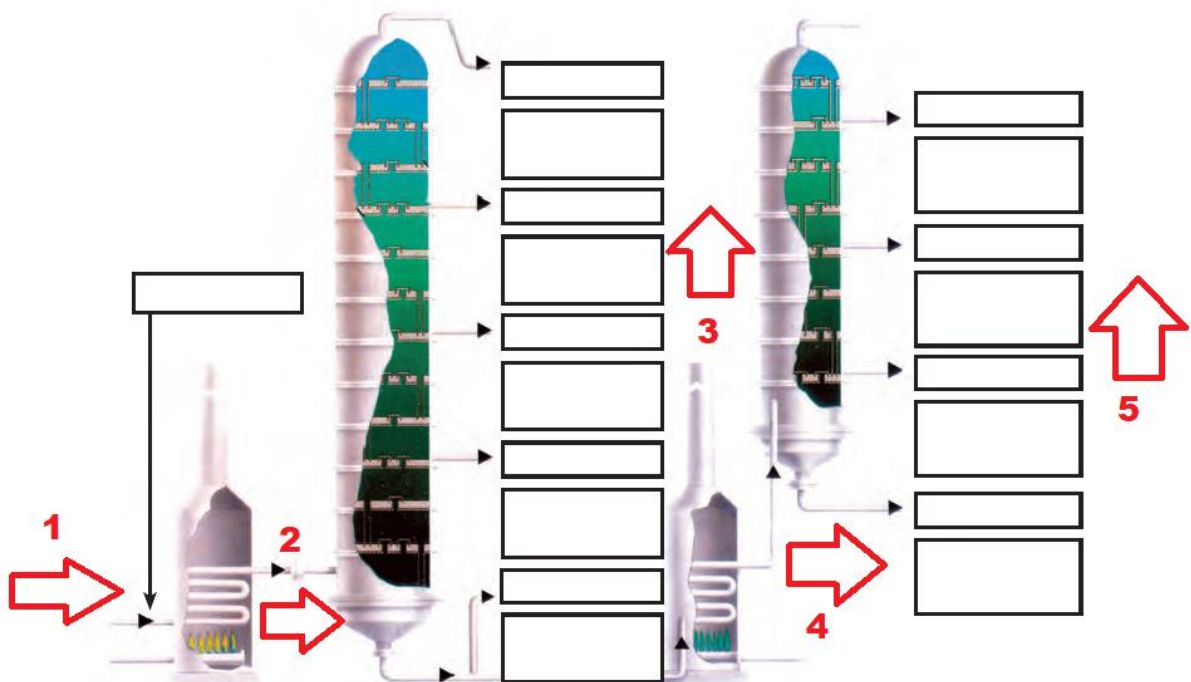
1. Αργό πετρέλαιο
2. Μαζούτ

3. Κηροζίνη
4. Βενζίνη
5. Υγραέριο
6. Ασφαλτος
7. Βαραία Ορυκτέλαια
8. Μεσαία Ορυκτέλαια
9. Ελαφρά Ορυκτέλαια



Εικόνα 31: Σκηνή πειράματος ενέργειας

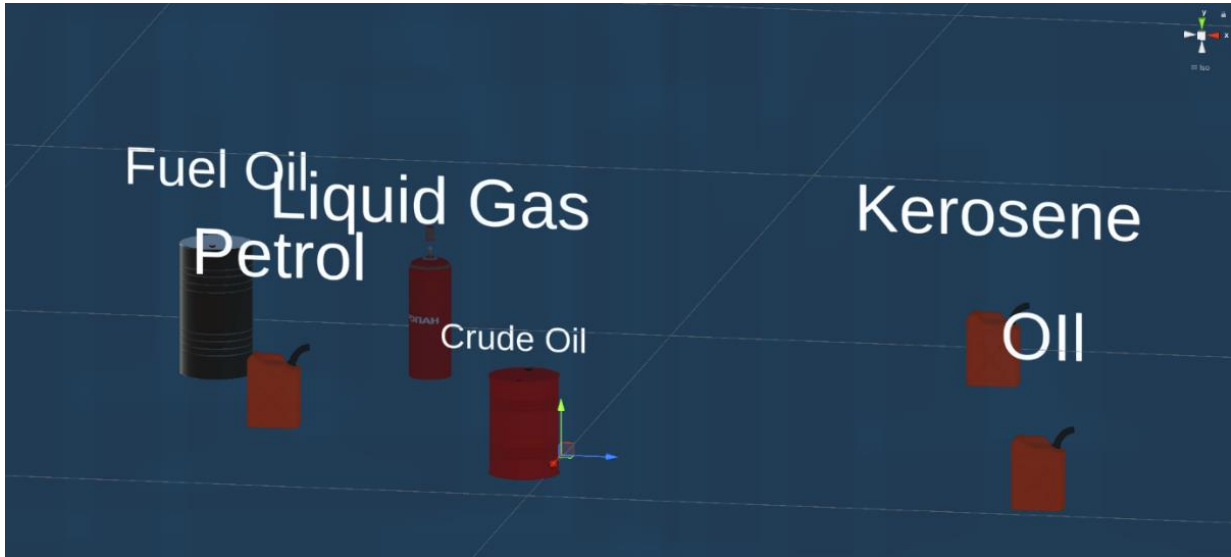
Η διαδικασία επεξεργασίας του πετρελαίου χωρίζεται σε τρία κομμάτια, όπως φαίνεται από την παρακάτω εικόνα του πειράματος. Αυτή είναι και η σειρά με την οποία θα πρέπει να μπουν τα αντικείμενα στην δεξαμενή πετρελαίου όπως θα δούμε και παρακάτω.



Εικόνα 32: Εικόνα από το πείραμα της ενέργειας στο βιβλίο

Τα αντικείμενα για το στάδιο 1-3 είναι αυτά που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα και είναι τα εξής:

1. Αργό πετρέλαιο
2. Μαζούτ
3. Κηροζίνη
4. Βενζίνη
5. Υγραέριο



Εικόνα 33: Εικόνα αντικειμένων για το 1 έως 3 βήμα του πειράματος

Τα αντικείμενα για το στάδιο 4-5 είναι αυτά που φαίνονται στην παρακάτω εικόνα και είναι τα εξής:

1. Ασφαλτος
2. Βαριά Ορυκτέλαια
3. Μεσαία Ορυκτέλαια
4. Ελαφρά Ορυκτέλαια



Εικόνα 34: Εικόνα αντικειμένων για το 4 έως 5 βήμα του πειράματος

Κάθε μια από τις διαθέσιμες διαιρέσεις του πετρελαίου, έχει ένα τρισδιάστατο μοντέλο αναπαράστασης και ένα τίτλο, ο οποίος χρησιμοποιείται για να τα ξεχωρίζει ο χρήστης. Στην σκηνή αυτή επίσης, υπάρχει μια τεράστια δεξαμενή πετρελαίου. Ο σκοπός του συγκεκριμένου παιχνιδιού, είναι ο χρήστης να μεταφέρει όλες τις διαιρέσεις, οι οποίες είναι διαθέσιμες στην δεξαμενή, με την σωστή σειρά, όπως τα παίρνουμε κατά τη διαδικασία επεξεργασίας του πετρελαίου που αναφέρεται παραπάνω. Για να μεταφέρει όμως ο χρήστης όλες τις διαιρέσεις του πετρελαίου στην δεξαμενή, θα πρέπει αρχικά να επιλέξει μια από αυτές πατώντας πάνω της. Όταν μια από τις διαιρέσεις έχει επιλεγεί επιτυχώς, θα εμφανιστεί κάτω από το τρισδιάστατο γραφικό animation, το οποίο θα ενημερώνει τον χρήστη ως προς το ποιο αντικείμενο έχει επιλέξει. Αφού ο χρήστης έχει επιλέξει μια διαίρεση, μπορεί να την μετακινήσει πάνω στην επιφάνεια την οποία έχει αναγνωρίσει η συσκευή. Όταν ο χρήστης μεταφέρει μια από τις διαιρέσεις στη δεξαμενή, θα μπει αυτόματα σε αυτήν, εφόσον είναι σωστή και έχει εισαχθεί με τη σωστή σειρά. Σε περίπτωση που δεν είναι η σωστή, δεν θα μπορέσει να μπει και θα πρέπει ο χρήστης να αλλάξει επιλογή. Η σωστή σειρά με την οποία θα πρέπει μεταφερθούν οι διαιρέσεις είναι η εξής:

1. Αργό πετρέλαιο
2. Μαζούτ
3. Κηροζίνη
4. Βενζίνη
5. Υγραέριο
6. Ασφαλτος
7. Βαραία Ορυκτέλαια
8. Μεσαία Ορυκτέλαια
9. Ελαφρά Ορυκτέλαια

Για το γέμισμα της δεξαμενής χρησιμοποιείται ένα σύστημα, το οποίο επιτρέπει το μοντέλο της να καταλαβαίνει πότε και ποιο αντικείμενο συγκρούστηκε με αυτή. Για να μπορέσουμε να μάθουμε εάν ένα αντικείμενο έχει προσκρούσει με το άλλο, χρησιμοποιούμε το σύστημα των *colliders* τους οποίους προσφέρει η μηχανή *unity*. Έτσι μπορούμε να αναγνωρίσουμε το κάθε *collision* που θα επικρατήσει με ένα αντικείμενο όταν αυτό κουνιέται. Με την χρήση ενός *script*, που το έχουμε ενσωματώσει στο τρισδιάστατο μοντέλο της δεξαμενής πετρελαίου, μπορούμε να ξέρουμε πότε προσέκρουσε ένα αντικείμενο πάνω της και ποιο ήταν αυτό. Έτσι μπορούμε να περάσουμε παραμετρικά στο *script*, όλες τις διαιρέσεις του πετρελαίου που θα έχουμε στην δεξαμενή, ώστε να γίνει η αναγνώριση του αντικειμένου. Αφού γίνει αυτό, το μόνο που μας μένει να κάνουμε, είναι να δούμε άμα τηρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις, τις οποίες έχουμε ορίσει για κάθε ένα από τα αντικείμενα. Κάθε φορά που ένα αντικείμενο προσκρούεται με την δεξαμενή και οι προϋποθέσεις τηρούνται, αυτό που γίνεται ουσιαστικά, είναι πως το αντικείμενο απενεργοποιείται και δεν είναι πλέον φανερό στον χρήστη, δίνοντας έτσι την αίσθηση της μεταφοράς των διαιρέσεων στην δεξαμενή.

```

public class OilCollection : MonoBehaviour
{
    6 references
    public GameObject CrudeOil;
    5 references
    public GameObject FuelOil;
    4 references
    public GameObject Oil;
    3 references
    public GameObject Kerosene;
    2 references
    public GameObject Petrol;
    1 reference
    public GameObject LiquidGas;

    0 references
    void OnCollisionEnter(Collision collision)
    {
        if(checkOilCollisionOrder(collision.gameObject))
        {
            collision.gameObject.SetActive(false);
        }
    }

    1 reference
    private bool checkOilCollisionOrder(GameObject collidedOil)
    {
        if(collidedOil == CrudeOil)
        {
            return true;
        }
        }else if(collidedOil == FuelOil && CrudeOil.active==false)
        {
            return true;
        }
        }else if(collidedOil == Oil && FuelOil.active==false && CrudeOil.active==false)
        {
            return true;
        }
        }else if(collidedOil == Kerosene && Oil.active ==false && FuelOil.active==false && CrudeOil.active==false)
        {
            return true;
        }
        }else if(collidedOil == Petrol && Kerosene.active == false && Oil.active ==false && FuelOil.active==false && CrudeOil.active==false)
        {
            return true;
        }
        }else if(collidedOil == LiquidGas && Petrol.active==false && Kerosene.active == false && Oil.active ==false && FuelOil.active==false && CrudeOil.active==false)
        {
            return true;
        }
        }else
        {
            return false;
        }
    }
}

```

Εικόνα 35: Script για την συλλογή των διαιρέσεων πετρελαίου

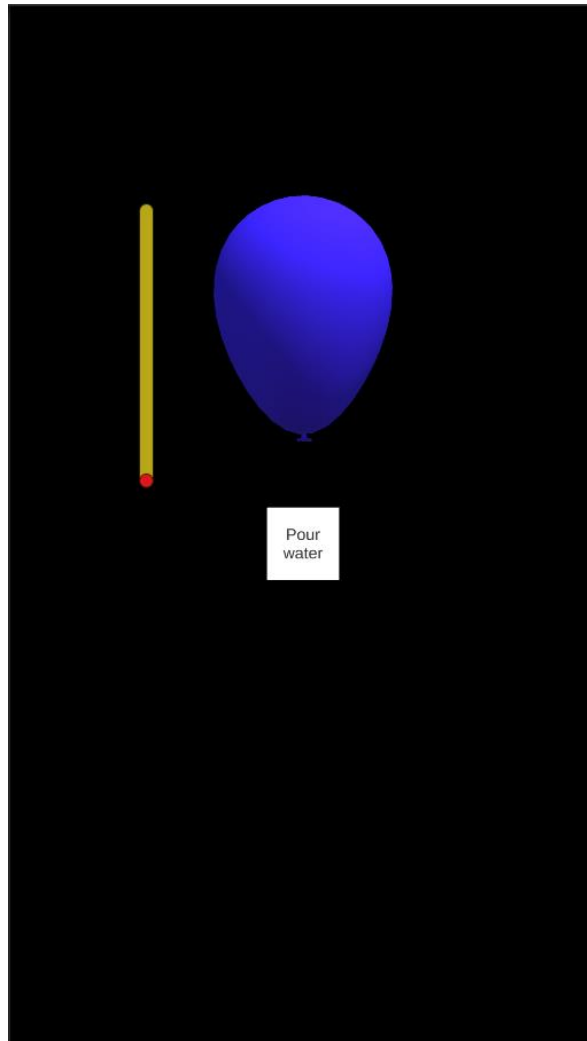
Όπως φαίνεται στην εικόνα παραπάνω, όταν ένα αντικείμενο προσκρούσει πάνω στην δεξαμενή, εκτελείται η μέθοδος `onCollisionEnter`, η οποία μας δίνει σαν παράμετρο το αντικείμενο που χτύπησε πάνω στην δεξαμενή. Μετά κάνει τον έλεγχο των διαφόρων κριτηρίων χρησιμοποιώντας την μέθοδο `checkOilCollisionOrder`, η οποία επιστρέφει `true` αν τα κριτήρια ισχύουν και `false` όταν αυτά δεν ισχύουν. Εφόσον αυτά ισχύουν, τότε το συγκεκριμένο αντικείμενο απενεργοποιείται.

#### 4.4 Πείραμα Θερμότητας

Το πείραμα της θερμότητας είναι ένα πείραμα με μπαλόνια, τα οποία μαθαίνει στον χρήστη την έννοια της διαφοράς θερμοκρασίας. Το παιχνίδι ξεκινάει όπως και τα άλλα πειράματα, με τον χρήστη να τοποθετεί την σκηνή στην επαυξημένη πραγματικότητα. Τότε ο χρήστης βλέπει ένα κόκκινο μπαλόνι το οποίο πρέπει να γεμίσει με νερό για να προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο. Για να γεμίσει ο χρήστης το μπαλόνι, θα πρέπει να πατήσει επαναλαμβανόμενα ένα κουμπί το οποίο βρίσκεται ακριβώς κάτω από το μπαλόνι. Αν ο χρήστης όμως, δεν πατήσει το κουμπί για κάποιο χρονικό διάστημα τότε αυτό θα αρχίζει να χάνει νερό και τελικά θα το χάσει όλο. Για να γεμίσει πλήρως, θα πρέπει ο χρήστης να συνεχίζει να πατάει το κουμπί μέχρι η μπάρα γεμίσματος να φτάσει έως τη κορυφή. Η μπάρα αυτή σηματοδοτεί τη πρόοδο γεμίσματος του μπαλονιού με νερό. Ταυτόχρονα, όσο η στάθμη της ανεβαίνει, το ίδιο το μπαλόνι φουσκώνει και μεγαλώνει δίνοντας έτσι μια αίσθηση γεμίσματος και ένα feedback στο χρήστη πως πραγματοποιεί τη διαδικασία σωστά. Όταν το μπαλόνι γεμίσει με νερό τότε ο χρήστης

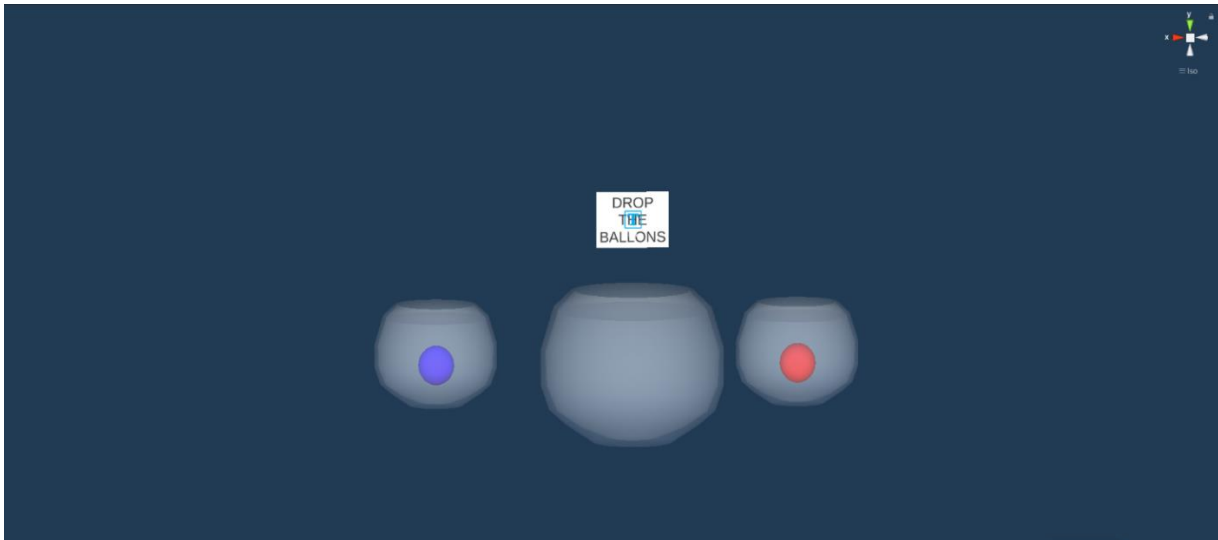
## Κεφάλαιο 4

θα πρέπει να γεμίσει ένα ακόμα μπαλόνι μπλε χρώματος, ακριβώς με την ίδια διαδικασία. Ένα παράδειγμα για το πως φαίνεται η σκηνή γεμίσματος του μπαλονιού είναι η εικόνα παρακάτω:



Εικόνα 36: Γέμισμα μπαλονιού με νερό

Αφού ο χρήστης γεμίσει και το δεύτερο μπαλόνι με νερό επιτυχώς, μεταφέρεται στην τελευταία σκηνή όπου θα γίνει το πείραμα. Η τελευταία σκηνή έχει δύο μπουλ το ένα δίπλα στο άλλο. Το ένα περιέχει ζεστό νερό ενώ το άλλο κρύο. Το ζεστό νερό έχει το μπαλόνι με το κόκκινο χρώμα, ενώ το μπουλ με το κρύο νερό έχει το μπαλόνι με το μπλε χρώμα. Εδώ ο χρήστης συνειδητοποιεί, πως το κόκκινο και το μπλε μπαλόνι, που γέμισε πριν, τοποθετούνται στα μπουλ με το ζεστό και το κρύο νερό αντίστοιχα. Μπροστά από αυτά, υπάρχει ένα μεγαλύτερο μπουλ το οποίο είναι γεμάτο με χλιαρό νερό και από πάνω του υπάρχει ένα κουμπί το οποίο σηματοδοτεί την έναρξη του πειράματος. Με το πάτημα του κουμπιού έναρξης, τα δύο μπαλόνια θα μπουνε στο μπουλ με το χλιαρό νερό και ο χρήστης θα δει το αποτέλεσμα του πειράματος. Δηλαδή πως το μπαλόνι που ήταν στο κρύο νερό θα βυθιστεί στον πάτο του μπουλ, ενώ αυτό που ήταν στο ζεστό θα επιπλέει στην επιφάνεια. Η γραφική αναπαράσταση της σκηνής φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 37: Σκηνή του πειράματος θερμότητας

Αρχικά, για να μπορέσει ο χρήστης να γεμίσει το κάθε ένα από τα μπαλόνια, θα χρειαστούμε ένα script και μια μέθοδο που θα εκτελείται κάθε φορά που ο χρήστης πατάει το κουμπί. Όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω, με το που ξεκινήσει το πείραμα της θερμότητας, το script βρίσκει τον διαχειριστή της σκηνής για το γέμισμα των μπαλονιών. Ο διαχειριστής αυτός, είναι υπεύθυνος για την διαδικασία γεμίσματος του νερού. Αυτός βάζει στο κουμπί την μέθοδο την οποία χρειάζεται για το γέμισμα του μπαλονιού.

```
// Start is called before the first frame update
0 references
void Start()
{
    ballonScaleManager = FindObjectOfType<BallonSizeProgress>();
    button.onClick.AddListener(ballonScaleManager.onButtonClick);
}
```

Εικόνα 38: Έναρξη script για το γέμισμα μπαλονιού

Για να παρατηρήσουμε την πρόοδο που κάνει ο χρήστης στο γέμισμα του μπαλονιού έχει δημιουργηθεί ένα script το οποίο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, όπου θα είναι κοινό και για τα δύο μπαλόνια που θα γεμίσει ο χρήστης. Ο διαχειριστής που αναφέρθηκε πριν, ξεκινάει από την αρχή του παιχνιδιού, όταν δηλαδή ο χρήστης επιλέξει το πείραμα θερμότητας από την οθόνη επιλογής πειράματος. Από τη στιγμή που δημιουργηθεί αυτός ο διαχειριστής, παίρνει σαν παράμετρο τον διαχειριστή ολόκληρου του πειράματος, για τον οποίον θα αναφερθούμε εκτενώς αργότερα. Αμέσως μετά, περιμένει να λάβει σαν παράμετρο ένα μπαλόνι για να ξεκινήσει την λειτουργία του. Το μπαλόνι αυτό θα το πάρει σαν παράμετρο, όταν ο χρήστης βάλει την σκηνή στον επαυξημένο κόσμο. Αυτό θα γίνει μέσω του διαχειριστή ολόκληρης της σκηνής ο οποίος θα περάσει το μπαλόνι παραμετρικά στον διαχειριστή γεμίσματος. Έτσι λοιπόν, πραγματοποιείται η διαχείριση όλης της λειτουργίας.

```

0 references
void Start(){
    score=scoreStartValue;
    sceneManager = FindObjectOfType<HeatExperimentSceneManager>();
}

//Use fixed update beacause its called every fixed framerate frame
0 references
void FixedUpdate () {
    if(ballon!=null)
    {
        if(score < goalScore)
        {

            //Starts counting when no button is being pressed
            timePassed = timePassed + 1;

            if(timePassed >= timePassedForDecrease) {
                decrease();
                timePassed=0;
            }

        }else
        {
            BalloonHasBeenInflate();
        }
    }
}

2 references
public void setBallon(BallonScale currentBallon)
{
    resetBallon();
    ballon = currentBallon;
}

1 reference
private void resetBallon(){
    score=scoreStartValue;
    timePassed=0;
}

```

Εικόνα 39: Μέθοδος για την διαχείριση του μεγέθους των μπαλονιών

Όταν ο διαχειριστής γεμίσματος μπαλονιών πάρει σαν παράμετρο ένα μπαλόνι για γέμισμα, τότε αυτός θα είναι υπεύθυνος για όλη την διαδικασία. Με την μέθοδο fixedUpdate, ο διαχειριστής ελέγχει κάθε 0,02 δευτερόλεπτα για την κατάσταση του γεμίσματος του μπαλονιού. Ταυτόχρονα ελέγχει πόση ώρα έχει περάσει από την τελευταία φορά που ο χρήστης πάτησε το κουμπί. Ο διαχειριστής ελέγχει αν το κουμπί για το γέμισμα του μπαλονιού δεν έχει πατηθεί για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Το διάστημα αυτό έχει οριστεί από πριν και αν αυτό ξεπεραστεί, τότε το μπαλόνι αρχίζει να χάνει νερό και να μικραίνει μέχρις ότου φτάσει στην αρχική του κατάσταση. Αν ο χρήστης πατήσει ξανά το κουμπί,

εντός του χρονικού ορίου, ξεκινάει και πάλι να μετράει αντίστροφα το χρονόμετρο και ο χρήστης συνεχίζει το γέμισμα από το συγκεκριμένο σημείο. Όταν το μπαλόνι γεμίσει εντελώς, αυτές οι μέθοδοι ελέγχου απενεργοποιούνται για το συγκεκριμένο αυτό αντικείμενο.

Για να ορίσουμε το πόσο θέλουμε να γεμίσουμε το μπαλόνι με νερό και με ποιο ρυθμό θα γεμίζει και θα χάνει νερό, χρησιμοποιούνται παράμετροι μέσα στον διαχειριστή οι οποίες είναι παραμετροποιήσιμες για το κάθε μπαλόνι όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω. Το συγκεκριμένο script, έχει τέσσερις παραμέτρους τις οποίες χρησιμοποιεί. Αυτές αποτελούν το finalScore το οποίο είναι το επιθυμητό score για να γεμίσει το μπαλόνι, το score το οποίο αντιπροσωπεύει την πρόοδο γεμίσματος του μπαλονιού, το scoreStartValue που είναι η αρχική τιμή που έχει το score πριν ξεκινήσει το γέμισμα και τέλος το scoreMultiplier το οποίο είναι το ποσό με το οποίο αυξάνεται το score κάθε φορά που ο χρήστης πατάει το κουμπί ή το ποσό που θα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.

```

9 references
private float score;
4 references
public float goalScore;
3 references
public float scoreStartValue;
2 references
public float scoreMultiplier;
    
```

Εικόνα 40: Παράμετροί για την διαχείριση της προόδου του χρήστη στο γέμισμα του μπαλονιού

Για τη προσομοίωση του γεμίσματος του μπαλονιού, χρησιμοποιούμε δύο πράγματα. Αυτά είναι μια μπάρα προόδου και το μέγεθος του ίδιου του μπαλονιού. Για την μπάρα προόδου, χρησιμοποιήθηκε ένα από τα αντικείμενα που προσφέρει το unity, τον slider. Για να χρησιμοποιήσουμε τον slider σαν μπάρα προόδου αρχικά έπρεπε να απενεργοποιήσουμε την λειτουργικότητα του, ώστε να μην μπορεί ο χρήστης να τον αλλάξει. Μετά έπρεπε να αλλάζουμε την τιμή του. Κάθε φορά όμως, που θα γέμιζε ή θα άδειαζε θα έπρεπε να γίνεται σταδιακά η αυξομείωση. Έτσι χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Update, η οποία εκτελείται σε κάθε frame και μας επιτρέπει να ελέγχουμε το γέμισμα της μπάρας σταδιακά, έχοντας μια μεταβλητή για το επιθυμητό ποσοστό γεμίσματος της μπάρας σε πραγματικό χρόνο. Άμα το πραγματικό ποσοστό της μπάρας είναι μικρότερο από το επιθυμητό, τότε αυξάνουμε το ποσοστό της μπάρας με μια δικιά μας μεταβλητή, η οποία προσομοιάζει την ταχύτητα με την οποία θα γεμίζει η μπάρα πολλαπλασιασμένη με την διαφορά χρόνου ανάμεσα στο τωρινό frame και στο προηγούμενο. Παράλληλα, με την αυξομείωση της μπάρας προόδου, αλλάζει και το μέγεθος του ίδιου του μπαλονιού. Κάθε φορά που ο χρήστης πατάει το κουμπί για να γεμίσει το μπαλόνι, αυτό αυξάνει το μέγεθος του και στους 3 άξονες (x,y,z) κατά 1%. Ενώ όταν το μπαλόνι χάνει νερό, ξεκινάει να συρρικνώνεται πάλι κατά 1%, επιστρέφοντας τελικά στο αρχικό του μέγεθος και έτσι ο χρήστης χάνει όλη τη πρόοδό του. Το script που χρησιμοποιήθηκε για αυτή την λειτουργία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα

```

1 reference
public void decreaseSize(){
    ballon.transform.localScale -= new Vector3(0.01f,0.01f,0.01f);
}

1 reference
public void increaseSize(){
    ballon.transform.localScale += new Vector3(0.01f,0.01f,0.01f);
}

0 references
void Update()
{
    if(progressBar.value < progressBarTargetProgress)
    {
        progressBar.value += progressBarFillSpeed * Time.deltaTime;
    }
    if(progressBar.value > progressBarTargetProgress)
    {
        progressBar.value -= progressBarFillSpeed * Time.deltaTime;
    }
}

2 references
public void setProgressBarProgress(float newProgress)
{
    progressBarTargetProgress = newProgress;
}
}

```

Εικόνα 41: Μέθοδος για την αυξομείωση του μπαλονιού και της μπάρας προόδου του

Όσο αφορά την διαδικασία για την διαχείριση όλης της σκηνής, υπάρχει ένα ακόμα script, το οποίο είναι υπεύθυνο για αυτό. Αυτό script ορίζει την σειρά με την οποία θα εμφανιστούν τα διάφορα μοντέλα και γενικότερα διαχειρίζεται όλη την σκηνή. Το script αυτό ελέγχει σε κάθε frame που περνάει, άμα έχει τοποθετηθεί στην AR σκηνή το αντικείμενο. Μόλις το βρει, κρατάει μια αναφορά για αυτό και για τα τρία κομμάτια τα οποία αυτό έχει:

1. Η σκηνή γεμίσματος του μπαλονιού που θα μπει στο ζεστό νερό
2. Η σκηνή γεμίσματος του μπαλονιού που θα μπει στο κρύο νερό
3. Η σκηνή του τελικού πειράματος

Αφού έχει αναφορά για όλα αυτά τα κομμάτια της σκηνής, χρησιμοποιεί μια μέθοδο, όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω, η οποία είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση του σωστού κομματιού στην σκηνή. Αυτή η μέθοδος, επιβλέπει την πρόοδο του χρήστη και κάθε φορά που ο χρήστης τελειώνει ένα στάδιο καλείται ξανά, ώστε να ενεργοποιηθεί το επόμενο κομμάτι της σκηνής.

```

0 references
void Update(){
    // Find The scene of the objects
    if(heatObjectScene==null)
    {
        heatObjectScene= GameObject.Find("Heat Experiment Object Scene(Clone)");

        foreach (Transform eachChild in heatObjectScene.transform) {
            if (eachChild.name == "Hot Ballon") {
                hotBallon = eachChild.gameObject;
            }
            if (eachChild.name == "Cold Ballon") {
                coldBallon = eachChild.gameObject;
            }
            if (eachChild.name == "Drop Ballon To Water Scene") {
                ballonMixScene = eachChild.gameObject;
            }
        }
        setTheCorrectGameObjectOnScene();
    }
}

3 references
private void setTheCorrectGameObjectOnScene()
{
    if(!firstBalloonHasBeenInflate)
    {
        coldBallon.SetActive(false);
        hotBallon.SetActive(true);
        ballonMixScene.SetActive(false);
        ballonSizeProgress.setBallon(hotBallon.GetComponent<BallonScale>());
    }
    else{
        if(!secondBalloonHasBeenInflate){
            inflateFirstBalloonCanvas.SetActive(true);
        }else{
            if(!expirimentIsFinished){
                inflateSecondBalloonCanvas.SetActive(true);
            }
            else{
                //TODO
            }
        }
    }
}

```

Εικόνα 42: Μέθοδος για την παρουσίαση σωστού αντικειμένου

Το τελευταίο κομμάτι το οποίο έχει μείνει να εξετάσουμε, είναι το πως εκτελείται το πείραμα και τι ακριβώς κάνει το κουμπί του πειράματος. Αυτό λοιπόν που κάνει, όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω, είναι να μεταβάλει την θέση των δύο μπαλονιών με την χρήση μιας μεθόδου όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Με την χρήση της μεθόδου `moveTowards`, το script μετακινεί τα μπαλόνια στην σωστή τοποθεσία ανάλογα με τη ταχύτητα που της δίνουμε σαν παράμετρο. Το κάθε ένα από τα μπαλόνια, έχει τρεις διαφορετικές θέσεις, στις οποίες πρέπει να πάει με την σειρά. Αφού φτάσει στην πρώτη, τότε προχωράει στην επόμενη, μέχρι την τελική του θέση. Οι θέσεις που παίρνει το κάθε ένα από τα μπαλόνια είναι οι εξής:

- Έξω και πάνω από το μπολ που βρίσκεται αρχικά.
- Πάνω από το μπολ με το χλιαρό νερό.
- Μέσα στο μπολ με το χλιαρό νερό.

```

1 reference
public void moveColdBallon()
{
    if(!coldBallonMovedToFirstPosition)
    {
        coldBallon.transform.position = Vector3.MoveTowards(coldBallon.transform.position, moveColdBallonOutOfTheBowl.transform.position, speed);
        if(coldBallon.transform.position == moveColdBallonOutOfTheBowl.transform.position)
        {
            coldBallonMovedToFirstPosition=true;
        }
    }
    }else if (coldBallonMovedToFirstPosition && !coldBallonMovedToSecondPosition)
    {
        coldBallon.transform.position = Vector3.MoveTowards(coldBallon.transform.position, moveColdBallonAboveTheBowl.transform.position, speed);
        if(coldBallon.transform.position == moveColdBallonAboveTheBowl.transform.position)
        {
            coldBallonMovedToSecondPosition=true;
        }
    }
    }else if (coldBallonMovedToFirstPosition && coldBallonMovedToSecondPosition && !coldBallonMovedToThirdPosition)
    {
        coldBallon.transform.position = Vector3.MoveTowards(coldBallon.transform.position, moveColdBallonInTheBowl.transform.position, speed);
    }
}
}

```

Εικόνα 43: Μέθοδος μεταφοράς των μπαλονιών

#### 4.5 Πείραμα Φυτών

Το πείραμα των φυτών δεν περιέχει μόνο φυτά αλλά και κάποια άλλα αντικείμενα. Αυτά αντικατοπτρίζουν τα ίδια τα φυτά και αφορούν την αντίδραση αυτών, με το που θα έρθουν σε επαφή με το βάμμα ιωδίου. Το πείραμα, όπως και τα υπόλοιπα, ξεκινάει όταν ο χρήστης, με το πάτημα πάνω στα επίπεδα που εμφανίζονται, τοποθετήσει τα διάφορα αντικείμενα μέσα στον χώρο της επαυξημένης πραγματικότητας. Όταν ο χρήστης βάλει την σκηνή στην επαυξημένη πραγματικότητα, μπορεί να παρατηρήσει τα διάφορα αντικείμενα στον χώρο. Ο χρήστης τότε αποκτάει ένα όπλο, το οποίο είναι ικανό να πετάει μπάλες από βάμμα ιωδίου. Πρέπει λοιπόν, να προσπαθήσει να πετύχει τα διάφορα αντικείμενα με το όπλο, για να δει την αντίδραση τους.

Όταν ο χρήστης βάλει λοιπόν το αντικείμενο στην επαυξημένη πραγματικότητα τότε ενεργοποιείται και το πιστόλι του χρήστη για να πετάει μπάλες από βάμμα ιωδίου. Το πιστόλι του χρήστη, αντιπροσωπεύεται από έναν καμβά ο οποίος έχει ένα στόχο στο κέντρο του και υποδεικνύει στον χρήστη το σημείο στόχευσης. Για την υλοποίηση του πιστολιού χρειάστηκε και πάλι η δημιουργία ενός script, το οποίο είναι υπεύθυνο για αυτή την λειτουργία. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα, το script παίρνει τρεις παραμέτρους, οι οποίες είναι απαραίτητες για την σωστή υλοποίηση του. Αυτές οι παράμετροι είναι οι εξής:

- Το σημείο από το οποίο θα ξεκινάει η σφαίρα
- Το μοντέλο το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν σφαίρα
- Την ορμή με την οποία θα κουνιέται η σφαίρα

Το σημείο εκτόξευσης της σφαίρας αποτελεί το κέντρο της κάμερας. Εφόσον μιλάμε για μια AR εφαρμογή, που ο χρήστης κινείται με την κάμερα στον χώρο, αυτό το σημείο θα είναι η AR camera. Τώρα ως προς το μοντέλο της σφαίρας, χρησιμοποιήθηκε ένα σφαιρικό τρισδιάστατο αντικείμενο, το οποίο έχει χρώμα μωβ. Το χρώμα αυτό αντιπροσωπεύει το βάμμα ιωδίου. Τέλος, η ταχύτητα εκτόξευσης

της μπάλας, είναι μια integer μεταβλητή την οποία μπορούμε να παραμετροποιήσουμε για να έχουμε μια ιδανική ορμή για τη σφαίρα.

Αυτό που κάνει το script, που είναι υπεύθυνο για το πιστόλι, αρχικά ελέγχει κάθε frame εάν ο χρήστης έχει πατήσει πάνω στην οθόνη ή όχι. Εφόσον αναγνωρίσει ένα πάτημα στην οθόνη, εκτελεί μια μέθοδο για την δημιουργία και την διαχείριση της σφαίρας. Έτσι δημιουργεί μέσα στην σκηνή ένα αντικείμενο με αρχική θέση και περιστροφή ίδια με αυτή της κάμερας που έχουμε στον πραγματικό κόσμο. Έπειτα παίρνουμε μια αναφορά στο rigidbody, το οποίο αναλύσαμε στην ενότητα του unity, ώστε να μπορούμε να βάλουμε την ορμή σε αυτό το αντικείμενο. Αυτό το πετυχαίνουμε με την μέθοδο addForce που μας προσφέρει το rigidbody. Τέλος, επειδή δεν θέλουμε αυτή η σφαίρα να υπάρχει επ' άπειρων μέσα στην εφαρμογή, εάν αυτή δεν χτυπήσει κάτι, τότε την καταστρέφει το script μετά το πέρασμα τριών δευτερολέπτων.

```

0 references
public class Shooting : MonoBehaviour
{
    //Drag in the Bullet Emitter from the Component Inspector.
    3 references
    public GameObject Bullet_Emitter;

    //Drag in the Bullet Prefab from the Component Inspector.
    1 reference
    public GameObject Bullet;

    //Enter the Speed of the Bullet from the Component Inspector.
    1 reference
    public float Bullet_Forward_Force;

    // Use this for initialization
    0 references
    void Start ()
    {

    }

    // Update is called once per frame
    0 references
    void Update ()
    {
        if (Input.GetMouseButtonDown(0))
        {
            //The Bullet instantiation happens here.
            GameObject Temporary_Bullet_Handler;
            Temporary_Bullet_Handler = Instantiate(Bullet,Bullet_Emitter.transform.position,Bullet_Emitter.transform.rotation) as GameObject;

            //Retrieve the Rigidbody component from the instantiated Bullet and control it.
            Rigidbody Temporary_RigidBody;
            Temporary_RigidBody = Temporary_Bullet_Handler.GetComponent<Rigidbody>();

            //Tell the bullet to be "pushed" forward by an amount set by Bullet_Forward_Force.
            Temporary_RigidBody.AddForce(Bullet_Emitter.transform.forward * Bullet_Forward_Force);

            //Basic Clean Up, set the Bullets to self destruct after 3 Seconds.
            Destroy(Temporary_Bullet_Handler, 3.0f);
        }
    }
}

```

Εικόνα 44: Μέθοδος για τον πυροβολισμό σφαίρας με οξέα

## 4.6 Πείραμα Οικοσυστήματος

Το πείραμα με το οικοσύστημα χρησιμοποιεί διάφορους οργανισμούς για να παρομοιάσει την λειτουργία μιας τροφικής αλυσίδας. Αναλυτικότερα, το πείραμα χρησιμοποιεί πέντε οργανισμούς όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα για την αναπαράσταση της τροφικής αλυσίδας. Αυτοί είναι οι παρακάτω:

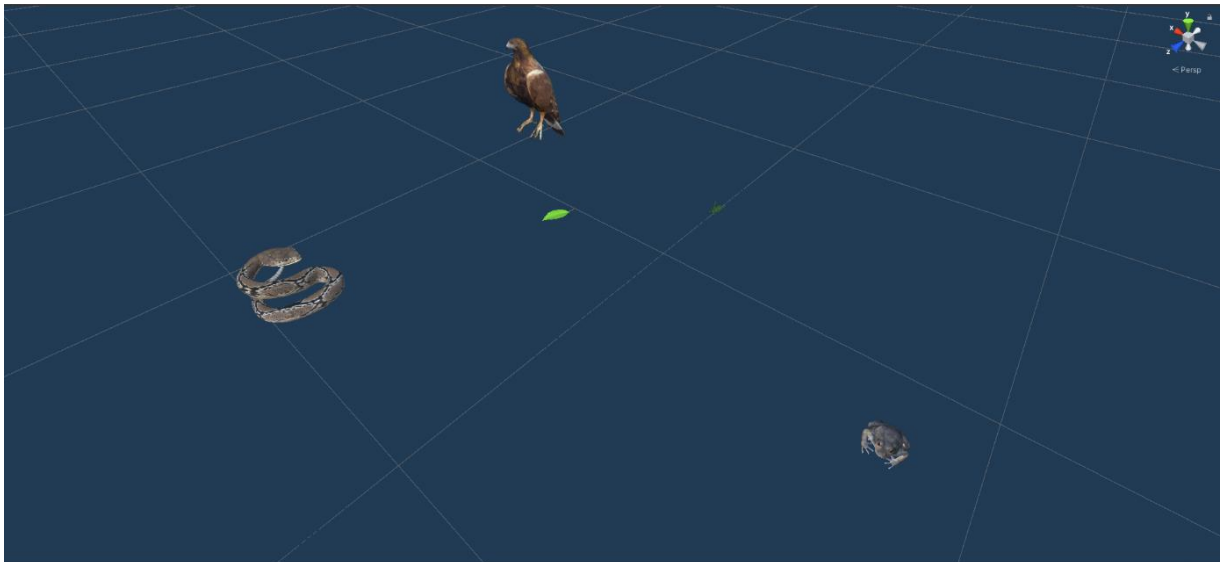
- Ένα φύλλο
- Μια ακρίδα

## Κεφάλαιο 4

- Ένας βάτραχος
- Ένα φίδι
- Ένας αετός

Με την χρήση αυτών των πέντε οργανισμών είμαστε σε θέση να προσομοιάσουμε μια τροφική αλυσίδα. Ο σκοπός του παιχνιδιού είναι, ο χρήστης να καταφέρει να ταΐσει τον έναν οργανισμό στον άλλον με την σωστή σειρά, έτσι ώστε στο τέλος να μείνει μόνο ο αετός και κανένας άλλος οργανισμός.

Αρχικά ο χρήστης, ξεκινάει το παιχνίδι όπως και τα υπόλοιπα κάνοντας δηλαδή αναγνώριση του χώρου και φορτώνοντας την σκηνή στον κόσμο της επαυξημένης πραγματικότητας πατώντας πάνω σε μία AR επιφάνεια. Αφού γίνει αυτό, ο χρήστης μπορεί να δει ξεκάθαρα τα μοντέλα από τους πέντε οργανισμούς τους οποίους θα χρειαστούμε, σε τρισδιάστατη αναπαράστασή. Ο χρήστης πατώντας πάνω σε ένα από τα μοντέλα, αυτό επιλέγεται και εμφανίζεται ένας κύκλος με ένα animation το οποίο δείχνει στον χρήστη το επιλεγμένο μοντέλο ανά πάσα στιγμή. Ύστερα ο χρήστης, έχει την δυνατότητα να σύρει αυτό το μοντέλο μέσα στην σκηνή.



Εικόνα 45: Σκηνή από το πείραμα του οικοσυστήματος

Αμα συγκρουστεί ένα μοντέλο με ένα άλλο, τότε υπάρχει ένα script όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα το οποίο ενεργοποιείται και είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο διατήρησης της τροφικής αλυσίδας. Όπως είδαμε και σε προηγούμενα πειράματα, για αναγνώρισουμε μια σύγκρουση μεταξύ δύο αντικειμένων σε μια σκηνή, θα πρέπει αυτά τα αντικείμενα να έχουν collider και rigidbody. Εφόσον λοιπόν έχουμε δημιουργήσει rigidbody και collider σε όλους τους οργανισμούς, τους προσθέτουμε στο script, που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Βάζοντας λοιπόν το συγκεκριμένο script σε κάθε ένα από τους οργανισμούς, σημαίνει ότι κάθε φορά που θα γίνεται μια σύγκρουση, θα εκτελείται δύο φορές μια για το αντικείμενο που μετακινεί ο χρήστης και μια για το αντικείμενο με το οποίο συγκρούστηκε. Για παράδειγμα, είτε ο χρήστης μετακινήσει το βάτραχο στο φίδι ή το φίδι στον βάτραχο θα έχει το ίδιο αποτέλεσμα. Δηλαδή, το φίδι θα φάει το βάτραχο.

```

0 references
public class AnimalCollisionDetaction : MonoBehaviour
{
    0 references
    void OnCollisionEnter(Collision collision)
    {
        if(checkEcosystemOrder(this.gameObject,collision.gameObject))
        {
            collision.gameObject.SetActive(false);
        }
    }

    1 reference
    private bool checkEcosystemOrder(GameObject movingAnimal,GameObject collidedAnimal)
    {
        if(movingAnimal.name == "Eagle" && collidedAnimal.name == "Snake")
        {
            return true;
        }
        else if(movingAnimal.name == "Snake" && collidedAnimal.name == "Frog")
        {
            return true;
        }
        else if(movingAnimal.name == "Frog" && collidedAnimal.name == "Grasshopper")
        {
            return true;
        }
        else if(movingAnimal.name == "Grasshopper" && collidedAnimal.name == "Leaf")
        {
            return true;
        }
        else{
            return false;
        }
    }
}

```

Εικόνα 46: Script για την προσομοίωση της τροφικής αλυσίδας

Τέλος, αν ο χρήστης καταφέρει και ταΐσει τον έναν οργανισμό στον άλλον με την σωστή σειρά, θα πρέπει να μείνει στο τέλος μόνο ο αετός. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να δει την οθόνη που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Η εφαρμογή, τον συγχαίρει που ολοκλήρωσε το πείραμα με επιτυχία και τον προτρέπει να κάνει και τα άλλα πειράματα με ένα κουμπί το οποίο θα τον καθοδηγεί στην οθόνη επιλογής τους.

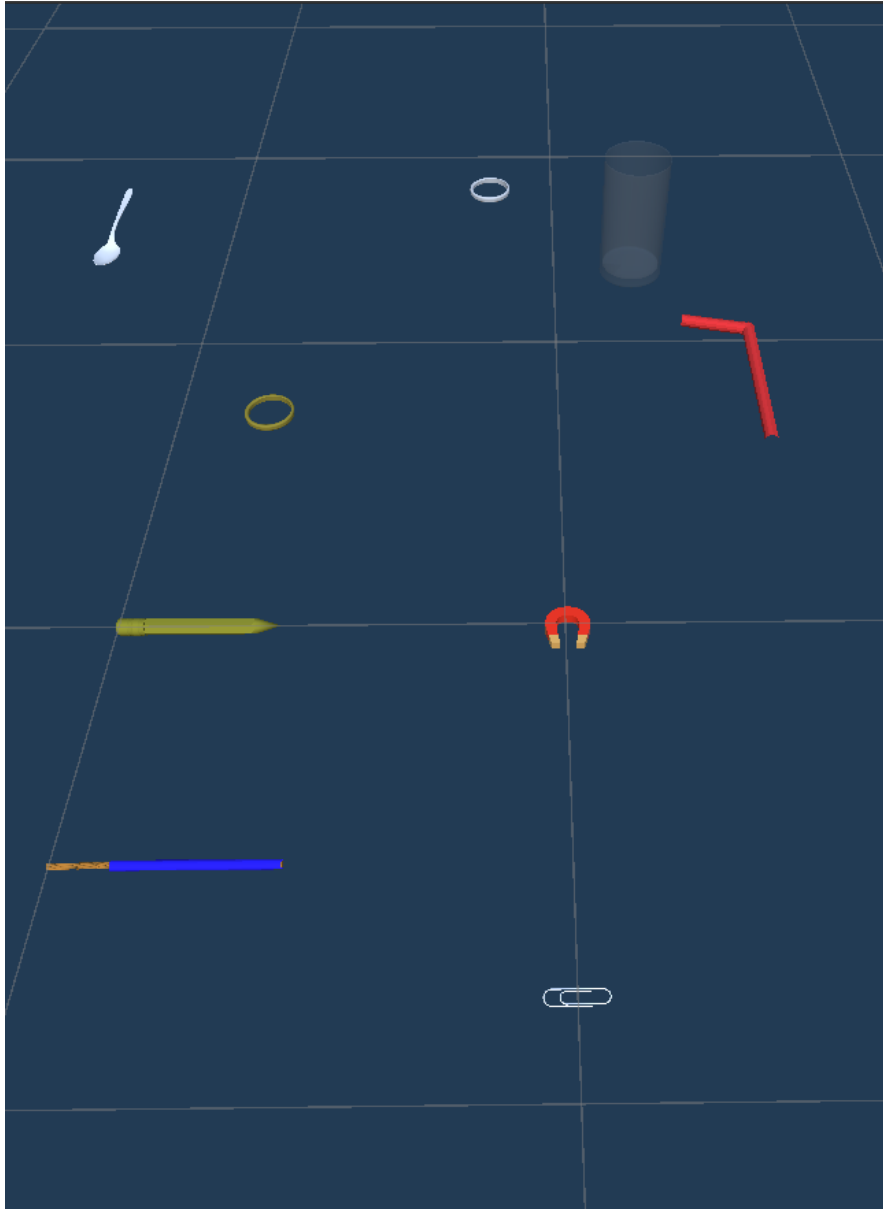


Εικόνα 47: Οθόνη ολοκλήρωσης του πειράματος του οικοσυστήματος

#### 4.7 Πείραμα Ηλεκτρομαγνητισμού

Ένα από τα πιο διασκεδαστικά και διαδραστικά πειράματα τα οποία προσφέρει αυτή η εφαρμογή, είναι αυτό του ηλεκτρομαγνητισμού. Αυτό το πείραμα, επιτρέπει στον χρήστη να μάθει για τα μαγνητικά πεδία και τη μαγνητική έλξη. Το πείραμα ξεκινάει με την εισαγωγή της σκηνής στον πραγματικό κόσμο με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.

Η αντίστοιχη εικόνα έναρξης του πειράματος είναι η εξής:



Εικόνα 48: Σκηνή από το πείραμα του ηλεκτρομαγνητισμού

Τα αντικείμενα τα οποία φαίνονται στην εικόνα είναι τα παρακάτω:

- Μαγνήτης
- Ποτήρι
- Καλαμάκι
- Κουτάλι
- Μολύβι

- Συνδετήρας
- Χάλκινο Καλώδιο
- Σιδερένιο δαχτυλίδι
- Χρυσό δαχτυλίδι

Με το που ο χρήστης βάλει την σκηνή στον πραγματικό κόσμο, είναι έτοιμος να ξεκινήσει το παιχνίδι. Σκοπός του πειράματος είναι ο χρήστης να μετακινήσει τον μαγνήτη σε όλη την σκηνή και γύρω από τα υπόλοιπα αντικείμενα, ώστε να μπορέσει να δει ποια από αυτά τελικά έλκονται από τον μαγνήτη και ποια όχι. Το μόνο αντικείμενο σε αυτό το πείραμα, το οποίο μπορεί να μετακινήσει ο χρήστης είναι ο μαγνήτης και αυτό μπορεί να το κάνει μόνο όταν τον επιλέξει. Όταν γίνει αυτό θα εμφανιστεί ένας κύκλος με animation από κάτω του, όπως και στα προηγούμενα πειράματα.

Όσο αφορά τα αντικείμενα τα οποία θα μπορεί ο μαγνήτης να έλξει, αυτά είναι μόνο τρία από τα οκτώ που υπάρχουν συνολικά στην σκηνή. Αυτά είναι τα εξής:

- Κουτάλι
- Συνδετήρας
- Σιδερένιο δαχτυλίδι

Ο λόγος που τα τρία συγκεκριμένα αντικείμενα έλκονται από τον μαγνήτη, είναι εξαιτίας του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένα. Ο συνδετήρας και το δαχτυλίδι είναι φτιαγμένα από σίδηρο ενώ το κουτάλι είναι φτιαγμένο από χάλυβα (κοινώς γνωστός ως ατσάλι), ο οποίος είναι και αυτός ένα κράμα σιδήρου. Όπως είναι γνωστό, το σίδηρο μαγνητίζεται.

Για να μπορέσουμε τώρα να προσομοιώσουμε την μαγνητική αυτή έλξη, θα χρειαστεί φυσικά ένα script το οποίο θα επιτρέπει την μετακίνηση των αντικειμένων προς τον μαγνήτη, όταν αυτός τα πλησιάζει. Το script το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για αυτό το σκοπό είναι αυτό που φαίνεται στην εικόνα 49.

Αρχικά το script, παίρνει σαν παράμετρο τον μαγνήτη ο οποίος βρίσκεται μέσα στην σκηνή και το αντικείμενο το οποίο έλκεται. Επίσης έχουμε κάποιες παραμέτρους για να δηλώσουμε την ταχύτητα με την οποία το συγκεκριμένο αντικείμενο θα έλκεται από τον μαγνήτη (αναλόγως του βάρους του αντικειμένου, το ποσοστό από το υλικό που έλκεται και άλλα), αλλά και την απόσταση από την οποία θα έλκεται. Όλες αυτές οι μεταβλητές, είναι παραμετροποιήσιμες αναλόγως το αντικείμενο στο οποίο έχουμε βάλει το script. Έτσι, με την χρήση της μεθόδου Update, η οποία εκτελείται σε κάθε frame της εφαρμογής, ελέγχουμε την απόσταση του συγκεκριμένου αντικειμένου από τον μαγνήτη και άμα είναι μικρότερη από την απόσταση έλξης που ορίσαμε νωρίτερα, τότε το αντικείμενο ξεκινάει να έλκεται από αυτόν.

Για την προσομοίωση της έλξης, αρχικά υπολογίζουμε την επιτάχυνση που θα έχει αυτό το αντικείμενο την συγκεκριμένη στιγμή που κινείται, προς τον μαγνήτη. Η οποία υπολογίζεται διαιρώντας την ταχύτητα που έχουμε ορίσει ότι κινείται το αντικείμενο, με την μεταξύ τους απόσταση, ώστε να μπορέσουμε να προσομοιάσουμε μια πιο ρεαλιστική μαγνητική έλξη. Μετά, παίρνουμε τις θέσεις των δύο αντικειμένων (του μαγνήτη και του αντικειμένου που έλκεται) και με την βοήθεια της μεθόδου MoveTowards, παίρνουμε την νέα τοποθεσία του αντικειμένου. Η συγκεκριμένη μέθοδος λειτουργεί παίρνοντας σαν παράμετρο την αρχική θέση του αντικειμένου, την θέση του αντικειμένου προς το οποίο πρέπει να κινηθεί (μαγνήτης) και την μέγιστη αποστάτη την οποία επιτρέπεται να διανύσει. Έτσι μας επιστρέφεται μια θέση ενδιάμεσα στα δύο σημεία που του έχουμε ορίσει, με μέγιστη τιμή, την απόσταση

## Κεφάλαιο 4

την οποία μπορεί να καλύψει η επιτάχυνση που έχει. Τώρα για να είναι πιο ομαλή η μεταβίβαση του αντικειμένου, αντί για την τελική θέση του μαγνήτη χρησιμοποιούμε μια άλλη μέθοδο, η οποία υπολογίζει ένα σημείο μεταξύ των δύο τελικών σημείων, κάνοντας έτσι την μεταβίβαση του αντικειμένου από το αρχικό έως το μαγνήτη, οπτικά πιο ευχάριστη.

```
0 references
public class MagneticAttraction : MonoBehaviour
{
    4 references
    public GameObject magnet;
    4 references
    public GameObject ObjectGettingAtracted;
    3 references
    private float distanceBetweenObjects;
    1 reference
    public float lerp=0.1f;
    1 reference
    public float speed=0.5f;
    1 reference
    public float distanceOfAttraction = 3.0f;
    2 references
    private float acceleration;
    2 references
    private bool isObjectAttached=false;

    // Update is called once per frame
    0 references
    void Update()
    {
        if(!isObjectAttached)
        {
            distanceBetweenObjects =
            Vector3.Distance (magnet.transform.position, ObjectGettingAtracted.transform.position);

            if(distanceBetweenObjects < distanceOfAttraction)
            {
                acceleration = speed / distanceBetweenObjects;
                Vector3 a = ObjectGettingAtracted.transform.position;
                Vector3 b = magnet.transform.position;
                ObjectGettingAtracted.transform.position =
                Vector3.MoveTowards(a, Vector3.Lerp(a,b,lerp),acceleration);
            }
        }
    }
    0 references
    void OnCollisionEnter(Collision collision)
    {
        if(collision.gameObject == magnet)
        {
            ObjectGettingAtracted.transform.SetParent(magnet.transform);
            isObjectAttached=true;
        }
    }
}
```

Εικόνα 49: Script για την προσομοίωση ηλεκτρομαγνητικής έλξης

Τώρα, όσο αφορά στα υπόλοιπα αντικείμενα της σκηνής, αυτά παραμένουν στην θέση την οποία βρίσκονται αρχικά και δεν μετακινούνται καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Είναι εκεί απλά για να δώσουν στον χρήστη να καταλάβει ποια αντικείμενα έλκονται από τον μαγνήτη και ποια όχι.

#### 4.8 Πείραμα Οξέων

Το τελευταίο και μεγαλύτερο πείραμα της εφαρμογής είναι αυτό των οξέων. Αυτό το πείραμα χωρίζεται σε τρεις ξεχωριστές φάσεις, με τις δύο πρώτες να είναι η συλλογή των απαραίτητων συστατικών και την τελευταία να είναι η εκτέλεση του πειράματος. Στόχος του παιχνιδιού είναι να μάθει στα παιδιά ποια από τα συστατικά του πειράματος είναι βάσεις και ποια οξέα, ώστε να μπορούν να κάνουν τον διαχωρισμό αυτό και για αλλά συστατικά, με την χρήση του δείκτη.

Όταν ξεκινήσει το παιχνίδι, ο χρήστης θα πρέπει, όπως και στα άλλα πειράματα, να βάλει τη σκηνή στον πραγματικό κόσμο με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. Όταν το κάνει αυτό, εμφανίζετε μπροστά του μια συλλογή από δώδεκα φλασκιά, διάσπαρτα στον χώρο, τα οποία αντιπροσωπεύουν τον δείκτη, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, καθώς και μια αντίστροφη μέτρηση στο πάνω μέρος της οθόνης. Ο χρήστης, σε αυτό το στάδιο, θα πρέπει να μαζέψει όσα περισσότερα φλασκιά μπορεί, πριν να τελειώσει η αντίστροφη μέτρηση.



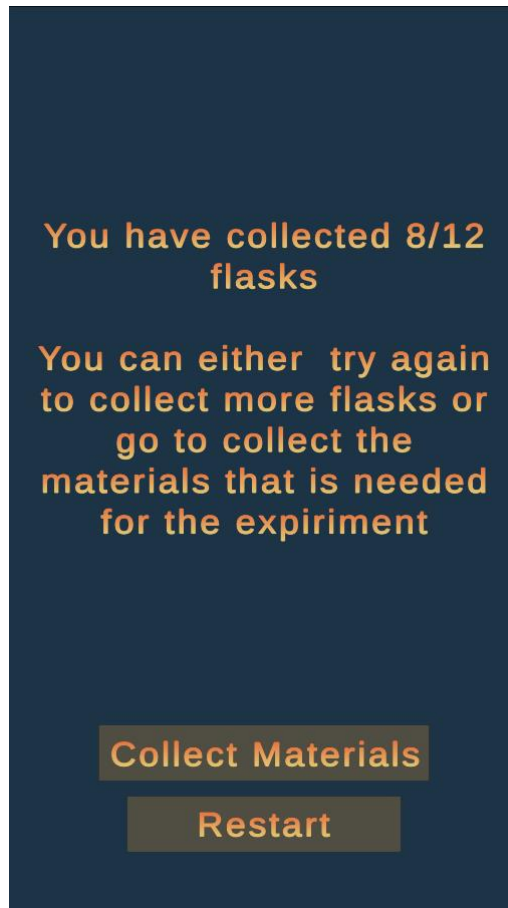
Εικόνα 50: Πρώτο στάδιο της σκηνής του πειράματος των οξέων

Για το πρώτο στάδιο συλλογής, υπάρχουν τρία πιθανά σενάρια που μπορεί να συμβούν:

1. Να μαζέψει λιγότερο από δύο φλασκιά
2. Να μαζέψει δύο ή περισσότερα φλασκιά, *άλλα όχι όλα*

3. Να μαζέψει και τα δώδεκα φλασκιά

Μετά από την λήξη του χρόνου ή μετά την συλλογή όλων των φλασκιών, ο χρήστης θα μεταφερθεί στην επόμενη οθόνη, η οποία θα είναι όπως η παρακάτω εικόνα, αλλά με μερικές τροποποιήσεις, ανάλογα με το κάθε σενάριο. Εκτός από το μήνυμα, το οποίο τροποποιείται, για το οποίο θα μιλήσουμε παρακάτω, σημαντικό είναι, να αναφερθεί η λειτουργία των δύο παρακάτω κουμπιών. Το κουμπί restart επιτρέπει στον χρήστη να ξανά προσπαθήσει να μαζέψει τα φλασκιά από την αρχή, όπως και την πρώτη φορά, μηδενίζοντας έτσι τα φλασκιά που έχει μαζέψει έως τώρα. Ενώ το κουμπί collect materials θα μεταφέρει τον χρήστη στην επόμενη συλλογή με τα φλασκιά, που έχει μαζέψει έως τώρα.



Εικόνα 51: Παράδειγμα οθόνης που εμφανίζετε μετά από την συλλογή φλασκιών

Για τη διαχείριση των μηνυμάτων και ποια από τα κουμπιά θα είναι διαθέσιμα, ανάλογα με τα σενάρια που αναφέρθηκαν, έχει δημιουργηθεί μια μέθοδος, η οποία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και η οποία εκτελείτε στο τέλος της συλλογής των φλασκιών. Αυτή η μέθοδος παίρνει σαν παράμετρο τον αριθμό των φλασκιών που έχουμε μαζέψει στο πρώτο στάδιο, για να καταλάβει σε ποιο από τα τρία σενάρια βρισκόμαστε. Αυτό που κάνει για κάθε ένα από τα τρία σενάρια είναι το εξής:

- Στο πρώτο σενάριο, όπου ο χρήστης έχει μαζέψει λιγότερο από δύο φλασκιά, εμφανίζει ένα μήνυμα, το οποίο τον ενημερώνει, πως, για να προχωρήσει, πρέπει να μαζέψει τουλάχιστον δύο φλασκιά. Όσον αφορά τα κουμπιά, εφόσον ο χρήστης δεν μπορεί να συνεχίσει με τα φλασκιά τα οποία έχει μαζέψει έως τώρα, δεν εμφανίζει το κουμπί που τον οδηγεί στο επόμενο στάδιο, αλλά μόνο το κουμπί restart, που επιτρέπει στον χρήστη να ξανά προσπαθήσει.

- Στο δεύτερο σενάριο, όπου ο χρήστης έχει μαζέψει τουλάχιστον δύο φλασκιά, τότε του εμφανίζετε η ίδια οθόνη με την παραπάνω εικόνα. Εδώ ο χρήστης έχει δύο επιλογές, αντιθέτως με τα άλλα σενάρια, που έχουν από μια. Μπορεί είτε να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο, με τα φλασκιά τα οποία έχει μαζέψει είτε, αν το επιθυμεί, να προσπαθήσει να μαζέψει τα φλασκιά από την αρχή, χάνοντας την, έως τώρα, πρόοδο του.
- Το τρίτο, και τελευταίο, σενάριο είναι το ιδανικότερο για το πείραμα. Σε αυτό το σενάριο, ο χρήστης έχει μαζέψει και τα δώδεκα από τα φλασκιά τα οποία του είναι διαθέσιμα στην οθόνη. Έτσι, αυτό που βλέπει στην οθόνη, είναι ένα μήνυμα που τον ενημερώνει ότι μπορεί τώρα να μεταβεί στο επόμενο στάδιο. Οπότε, σε αυτό το σενάριο, εφόσον ο χρήστης μάζεψε όλα τα φλασκιά, δεν του εμφανίζετε το κουμπί του restart, πάρα μόνο το κουμπί που θα τον μεταφέρει στο επόμενο στάδιο.

Τέλος, ανεξαρτήτως του σεναρίου στο οποίο βρίσκεται ο χρήστης, στο πάνω μέρος της οθόνης, εμφανίζεται ένα μήνυμα, το οποίο ενημερώνει τον χρήστη για το πόσα φλασκιά έχει μαζέψει.

```

0 references
public void setflaskCollectedText(int flasksCollected)
{
    string finalText = "You have collected " +flasksCollected +"/12 flasks"+"\\n";

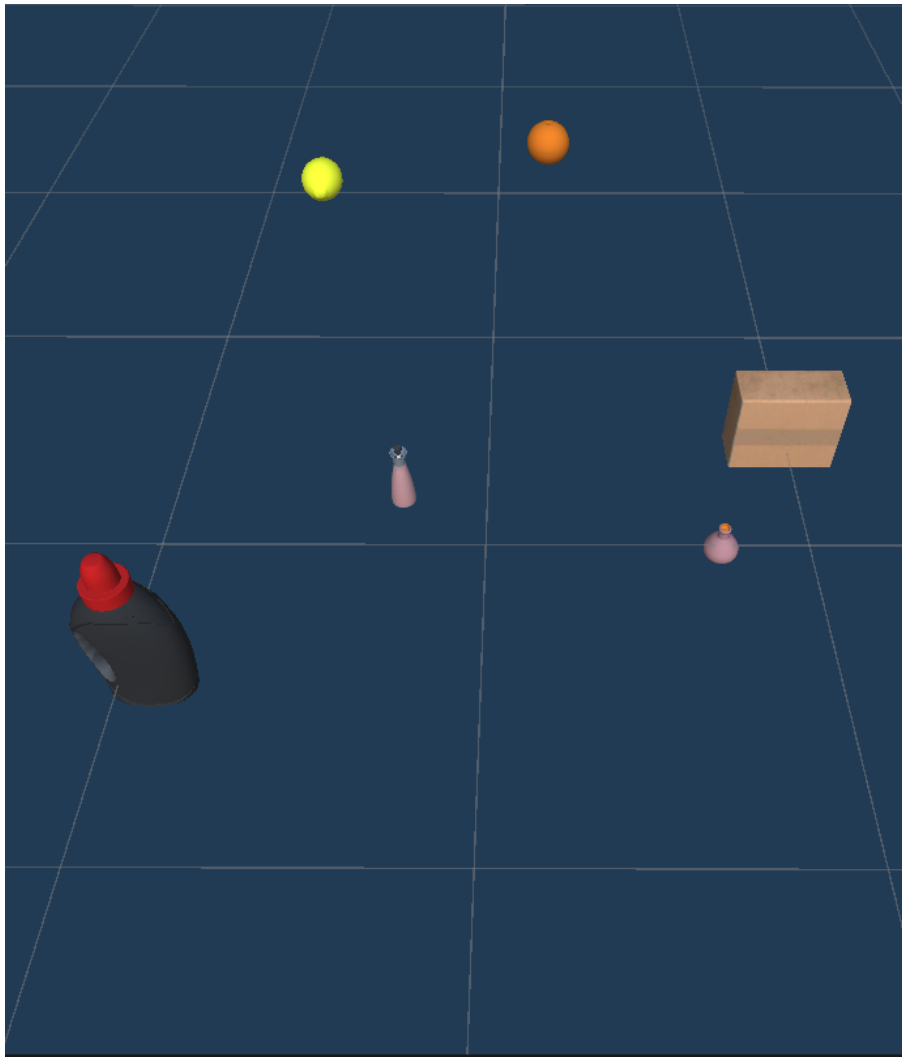
    if(flasksCollected<2)
    {
        finalText+="You must collect at least 2 flasks to continue";
        flasksCollectedRestartButton.SetActive(true);
        startCollectionOfMaterialsButton.SetActive(false);
    }else if(flasksCollected<12)
    {
        finalText+= "You can either try again to collect more flasks or go to collect the materials that is needed for the experiment";
        flasksCollectedRestartButton.SetActive(true);
        startCollectionOfMaterialsButton.SetActive(true);
    }else
    {
        finalText+= "You must now collect the materials that is needed for the experiment";
        flasksCollectedRestartButton.SetActive(false);
        startCollectionOfMaterialsButton.SetActive(true);
    }
    flasksCollectedText.text = finalText;
}

```

Εικόνα 52: Μέθοδος για την διαχείριση μηνυμάτων του πρώτου σταδίου του πειράματος των οξέων

Το επόμενο στάδιο, αφού ολοκληρώσει ο χρήστης με επιτυχία το πρώτο, είναι η συλλογή των διαφόρων αντικειμένων, τα οποία θα χρησιμεύσουν στο επόμενο στάδιο, το οποίο είναι και το τέλος του πειράματος. Τα αντικείμενα τα οποία θα είναι διαθέσιμα σε αυτό το στάδιο, όπως φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα, είναι τα εξής:

1. Απορρυπαντικό πλυντηρίου
2. Ξύδι
3. Αμμωνία
4. Μαγειρική σόδα
5. Πορτοκάλι
6. Λεμόνι



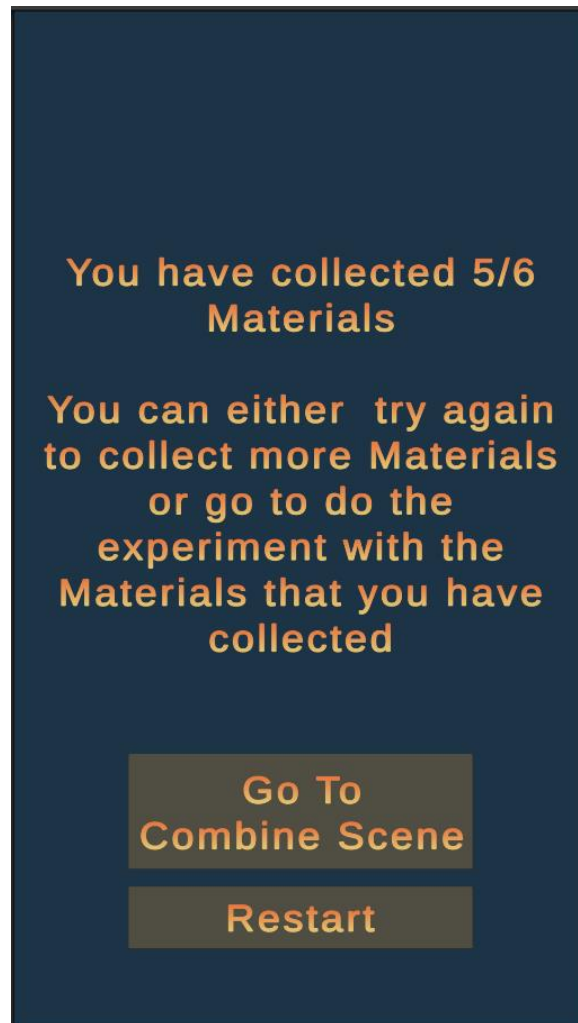
Εικόνα 53: Σκηνή από συλλογής αντικειμένων για το πείραμα των οξέων

Σε αυτό το στάδιο τα αντικείμενα που έχει να συλλέξει ο χρήστης είναι τα μισά από το προηγούμενο στάδιο, για τον απλό λόγο, ότι, για κάθε ένα από τα αντικείμενα του δεύτερου σταδίου, χρειαζόμαστε δύο φλασκιά για το πείραμα στο τελικό στάδιο, ισχύει μια αναλογία, δηλαδή, 2:1. Σε αυτό το στάδιο που βρίσκεται τώρα ο χρήστης, ο απαραίτητος αριθμός αντικειμένων που πρέπει να μαζέψει για να προχωρήσει παρακάτω στην εκτέλεση του πειράματος είναι ένα αντικείμενο. Επίσης, και εδώ υπάρχει αντίστροφη μέτρηση δεκαπέντε δευτερολέπτων για την συλλογή των αντικειμένων. Και σε αυτό το στάδιο λοιπόν, υπάρχουν τρία διαφορετικά σενάρια:

1. Να μην μαζέψει κανένα αντικείμενο
2. Να τουλάχιστον ένα αντικείμενο, αλλά όχι και τα έξι
3. Να μαζέψει και τα 6 αντικείμενα

Όπως και στο προηγούμενο στάδιο συλλογής φλασκιών, έτσι και σε αυτό, όταν τελειώσει ο χρόνος ή ο χρήστης μαζέψει και τα έξι διαθέσιμα αντικείμενα, τότε μεταφέρετε σε μια οθόνη, η οποία θα είναι όπως η παρακάτω εικόνα (είναι η οθόνη για το δεύτερο σενάριο), αλλά με μερικές τροποποιήσεις, ανάλογα με το σενάριο στο οποίο βρίσκετε ο χρήστης. Τα κουμπιά, και εδώ, έχουν την ίδια λειτουργία με το προηγούμενο στάδιο, δηλαδή το κουμπί restart επαναφέρει τον χρήστη στην αρχή του

συγκεκριμένου σταδίου, μηδενίζοντας την πρόοδο του σε αυτό το στάδιο. Ενώ το κουμπί go to combine scene, μεταφέρει τον χρήστη στο τελικό στάδιο για την πραγματοποίηση του πειράματος.



Εικόνα 54: Παράδειγμα οθόνης που εμφανίζετε μετά από την συλλογή αντικειμένων

Στη διαχείριση των μηνυμάτων της οθόνης, μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των αντικειμένων, υπάρχουν ομοιότητες με το προηγούμενο στάδιο συλλογής φλασκιών. Πιο συγκεκριμένα, και εδώ, η διαχείριση της εμφάνισης των κουμπιών και των λεκτικών που εμφανίζονται, διαχειρίζονται από μια μέθοδο, η οποία παίρνει, και αυτή, σαν παράμετρο τον αριθμό των αντικειμένων που συλλέχτηκαν στο συγκεκριμένο στάδιο, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Αναλυτικότερα, η μέθοδος για κάθε ένα από τα σενάρια, του δευτέρου σταδίου, κάνει τα εξής:

Το πρώτο σενάριο είναι αυτό όπου ο χρήστης δεν έχει μαζέψει κανένα από τα αντικείμενα τα οποία είναι διαθέσιμα στη σκηνή. Έτσι, το μήνυμα που εμφανίζετε, λέει στον χρήστη, ότι θα πρέπει να μαζέψει τουλάχιστον ένα αντικείμενο, αν θέλει να προχωρήσει, και το μόνο κουμπί που είναι διαθέσιμο είναι το κουμπί του restart, όπου ο χρήστης μπορεί να επαναλάβει την συλλογή από το δεύτερο στάδιο.

Στο δεύτερο σενάριο, όπου ο χρήστης μάζεψε τουλάχιστον ένα αντικείμενο, αλλά όχι όλα, τότε εμφανίζετε ένα κείμενο, όπως στην παραπάνω εικόνα, που λέει στον χρήστη ότι μπορεί είτε να συνεχίσει στο επόμενο στάδιο είτε να επαναλάβει αυτό το στάδιο, χάνοντας όμως την παρούσα πρόοδο σε αυτό το στάδιο.

## Κεφάλαιο 4

Στο τρίτο, και καλύτερο, σενάριο, ο χρήστης έχει μαζέψει όλα τα αντικείμενα, οπότε το μήνυμα τον παροτρύνει να συνεχίσει στο επόμενο στάδιο. Το μόνο κουμπί που είναι ενεργό σε αυτό το σενάριο είναι το κουμπί για τη συνέχεια.

Τέλος, και σε αυτό το στάδιο, στην τελική οθόνη, ανεξαιρέτως σε ποιο σενάριο είναι ο χρήστης, στο πάνω μέρος της οθόνης, θα αναφέρετε ο αριθμός από τα αντικείμενα που μαζευτήκαν σε αυτό το στάδιο.

```
0 references
public void setMaterialsCollectedText(int besesCollected)
{
    string finalText = "You have collected " +besesCollected +"/6 Materials"+ "\n";

    if(besesCollected<1)
    {
        finalText+="You must collect at least 1 Materials to continue";
        materialsCollectedRestartButton.SetActive(true);
        startCombinationScene.SetActive(false);
    }else if(besesCollected<6)
    {
        finalText+= "You can either try again to collect more Materials or go to do the experiment with the Materials that you collect";
        materialsCollectedRestartButton.SetActive(true);
        startCombinationScene.SetActive(true);
    }else
    {
        finalText+= "You can now do the experiment with the Materials that you collect";
        materialsCollectedRestartButton.SetActive(false);
        startCombinationScene.SetActive(true);
    }
    materialsCollectedText.text = finalText;
}
```

Εικόνα 55: Μέθοδος για την διαχείριση μηνυμάτων του δευτέρου σταδίου πειράματος των οξέων

Το τρίτο και τελευταίο κομμάτι αυτού του μεγάλου πειράματος, είναι ο συνδυασμός των υλικών, που μάζεψε ο χρήστης στα δύο προηγούμενα στάδια. Ο γενικότερος σκοπός του πειράματος είναι να συνδυαστεί ο δείκτης από το πρώτο πείραμα με τα υλικά του δευτέρου πειράματος.

Η σκηνή που θα εμφανιστεί στο τρίτο και τελευταίο στάδιο αυτού του πειράματος, σχετίζεται με το πόσο καλά τα πήγε ο χρήστης στα δύο προηγούμενα στάδια. Πιο συγκεκριμένα, τα αντικείμενα τα οποία είναι διαθέσιμα σε αυτό το στάδιο του πειράματος είναι έξι, όσα δηλαδή και στο δεύτερο, και είναι τα εξής:

1. Μια γυάλα με ξίδι
2. Μια γυάλα με νερό και απορρυπαντικό
3. Μια γυάλα με χυμό πορτοκαλιού
4. Μια γυάλα με χυμό λεμονιού
5. Μια γυάλα με νερό και αμμωνία
6. Μια γυάλα με νερό και μαγειρική σόδα

Για να δούμε ποια από αυτά αντικείμενα θα εμφανιστούν και θα είναι διαθέσιμα για την ανάμιξη με τον δείκτη, χρησιμοποιείται μια μέθοδος, η οποία χρησιμοποιεί τα στοιχεία από τη συλλογή των δύο προηγούμενων σταδίων. Διαιρεί τον αριθμό των φλασκιών που συνέλεξε ο χρήστης με το δύο, που είναι ο αριθμός των φλασκιών που χρειάζεται κάθε ένα από τα αντικείμενα του δευτέρου σταδίου για την εκτέλεση του πειράματος. Επίσης, χρησιμοποιεί και τον αριθμό από τα αντικείμενα τα οποία συλλέχτηκαν στο δεύτερο στάδιο.

Οι περιπτώσεις τις οποίες ελέγχει η μέθοδος, είναι οι παρακάτω:

Πρώτη είναι η καλύτερη των περιπτώσεων: να τα έχει πάει τέλεια στα δύο προηγούμενα στάδια, μαζεύοντας όλα τα φλασκιά και όλα τα αντικείμενα. Σε αυτήν την περίπτωση, η μέθοδος εμφανίζει όλα τα αντικείμενα του πειράματος.

Δεύτερη είναι η περίπτωση που ο χρήστης έχει μαζέψει όλα τα αντικείμενα από το δεύτερο στάδιο, αλλά δεν έχει μαζέψει όλα τα φλασκιά από το πρώτο. Σε αυτήν την περίπτωση, απλά εμφανίζουμε όσα αντικείμενα μπορούμε με τον αντίστοιχο αριθμό από τον δείκτη.

Στην τρίτη περίπτωση, ο χρήστης έχει μαζέψει όλα τα φλασκιά από το πρώτο στάδιο, αλλά όχι όλα τα αντικείμενα. Τότε, η μέθοδος ελέγχει τα αντικείμενα τα οποία είχε ο μαζέψει ο χρήστης και ενεργοποιεί τα αντίστοιχα αντικείμενα του τρίτου σταδίου, αφήνοντας αυτά που δεν έχουν μαζευτεί στο δεύτερο στάδιο.

Η τέταρτη, και τελευταία, περίπτωση είναι η πιο περίπλοκη από όλες, γιατί ο χρήστης δεν μάζεψε ούτε όλα τα φλασκιά, αλλά ούτε όλα τα αντικείμενα. Βάση αυτής της περίπτωσης, δημιουργήθηκε και η μέθοδος που φαίνεται στην εικόνα παρακάτω, η οποία λειτουργεί άψογα και για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις. Σε αυτήν την περίπτωση, εμφανίζουμε ένα αντικείμενο, μόνο αν έχει μαζέψει αρκετά φλασκιά και το αντικείμενο έχει συλλεχθεί στο δεύτερο στάδιο.

```

0 references
public void startMixScene()
{
    int numberOfAcidsCollected = numberOfFlasks - numberOfFlasksRemains;
    int numberOfFlasksForTheMix = numberOfAcidsCollected / 2;

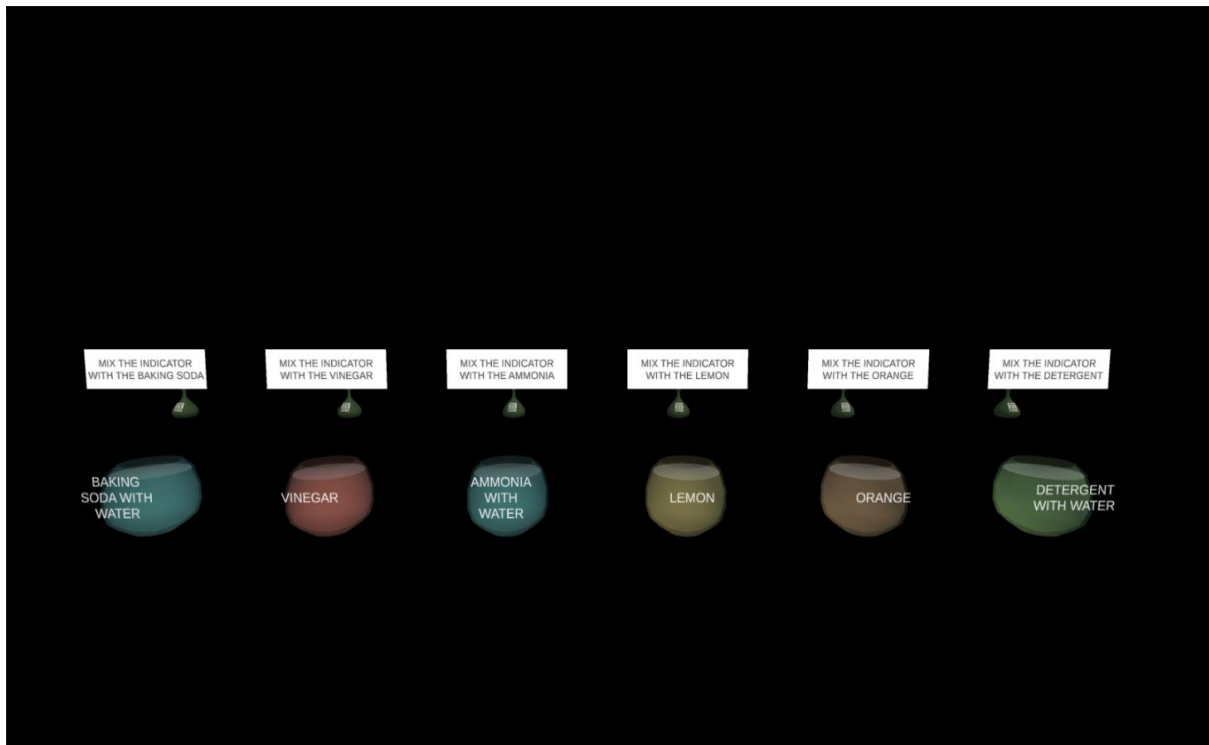
    int numberOfMaterialsForTheMix = numberOfMaterials - numberOfMaterialsRemains;

    int i = 0;
    foreach (Transform baseChild in baseObjectScene.transform)
    {
        if(!baseChild.gameObject.active && i < numberOfFlasksForTheMix)
        {
            foreach (Transform mixChild in mixAcidAndBasesObjectScene.transform) {
                if(baseChild.gameObject.name == "Orange" && mixChild.gameObject.name == "Orange And Acid")
                {
                    mixChild.gameObject.SetActive(true);
                    i++;
                }
                else if(baseChild.gameObject.name == "Lemon" && mixChild.gameObject.name == "Lemon And Acid")
                {
                    mixChild.gameObject.SetActive(true);
                    i++;
                }
                else if(baseChild.gameObject.name == "washing_bottle" && mixChild.gameObject.name == "Soap And Acid")
                {
                    mixChild.gameObject.SetActive(true);
                    i++;
                }
                else if(baseChild.gameObject.name == "Ammonia" && mixChild.gameObject.name == "Ammonia And Acid")
                {
                    mixChild.gameObject.SetActive(true);
                    i++;
                }
                else if(baseChild.gameObject.name == "Baking Soda" && mixChild.gameObject.name == "Baking Soda And Acid")
                {
                    mixChild.gameObject.SetActive(true);
                    i++;
                }
                else if(baseChild.gameObject.name == "Vinegar" && mixChild.gameObject.name == "Vinegar And Acid")
                {
                    mixChild.gameObject.SetActive(true);
                    i++;
                }
            }
        }
    }
}

```

Εικόνα 56: Μέθοδος εμφάνισης αντικειμένων στο τρίτο στάδιο του πειράματος των οξέων

Στην περίπτωση που ο χρήστης καταφέρει να μαζέψει όλα τα αντικείμενα στα δύο πρώτα στάδια, τότε, όταν μεταβεί στο τρίτο στάδιο, θα αντικρίσει μια σκηνή όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 57: Σκηνή από το πείραμα των οξέων

Όταν ο χρήστης δει μπροστά του αντικείμενα της παραπάνω εικόνας, μπορεί, πατώντας το κουμπί πάνω από κάθε ένα από τα αντικείμενα, να αναμείξει τον δείκτη με το υγρό στην γυάλα και να δει την αλλαγή του χρώματος. Για την ανάμειξη του δείκτη που υπάρχει στο φλασκί και την αλλαγή του χρώματος του υγρού της γυάλας, χρειάζεται και πάλι ένα script, το οποίο φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Το script για την ανάμειξη του φλασκιού με το υγρό, εκτελείται, όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί ανάμειξης, το οποίο βρίσκετε πάνω από την κάθε γυάλα. Με το που ο χρήστης πατήσει το κουμπί, ξεκινάει να εκτελείτε μια μέθοδος, σε κάθε frame, με την χρήση της μεθόδου update, για να προσομοιώσει ένα animation του μπουκαλιού, το οποίο γυρνάει σιγά-σιγά, για να χυθεί στην γυάλα. Με το που το μπουκάλι γυρίσει 90 μοίρες, εμφανίζουμε μια ροή υγρού, η οποία ξεκινάει από το στόμιο του μπουκαλιού και τελειώνει μέσα στην γυάλα. Όταν εμφανιστεί η συγκεκριμένη ροή υγρού, εκτελείται η μέθοδος αλλαγής του χρώματος του υγρού, από το αρχικό του χρώμα στο επιθυμητό. Αυτό το επιτυγχάνει το script με την χρήση της μεθόδου lerp, η οποία παίρνει σαν παράμετρο το αρχικό χρώμα του material της γυάλας και το επιθυμητό χρώμα, και μας επιστρέφει, κάθε φορά, ένα χρώμα, το οποίο είναι ενδιάμεσα στο αρχικό και στο επιθυμητό, πετυχαίνοντας έτσι την σταδιακή αλλαγή του χρώματος.

```

0 references
public class PourInticator : MonoBehaviour
{
    3 references
    public GameObject inticatorBottle;
    1 reference
    public GameObject baseBowl;
    2 references
    public GameObject inticatorPourPosition;
    1 reference
    public GameObject pourAnimation;
    1 reference
    public Color inticatorMixColor;
    2 references
    private Color lerpColor;
    1 reference
    public float speed = 20f;
    2 references
    public bool mix=false;

    3 references
    private Renderer renderer;

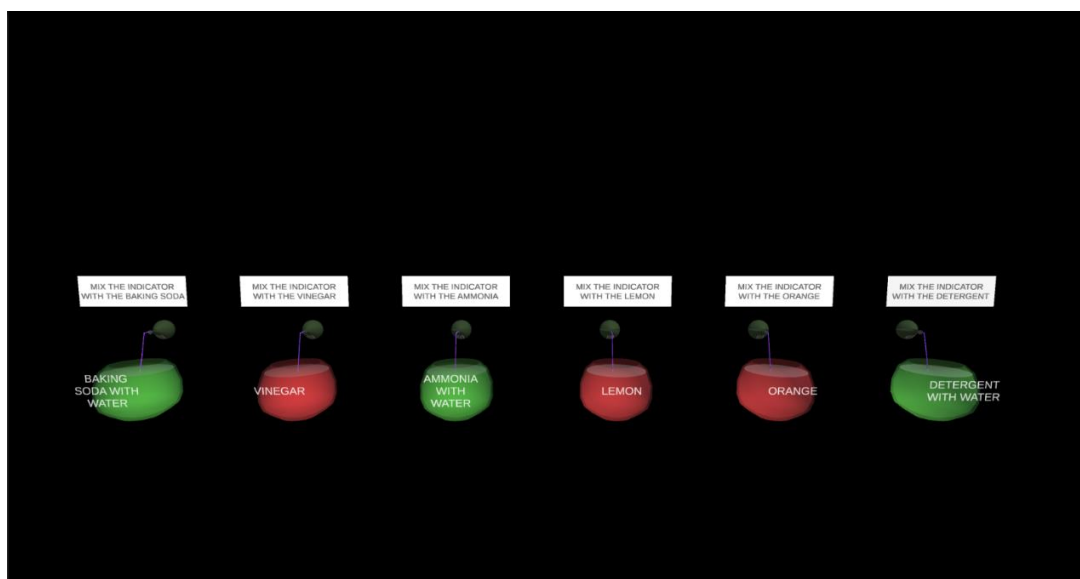
    // Update is called once per frame
    0 references
    void Update()
    {
        if(mix)
        {
            inticatorBottle.transform.rotation =
            Quaternion.RotateTowards(inticatorBottle.transform.rotation,inticatorPourPosition.transform.rotation, speed * Time.deltaTime);
            if(inticatorBottle.transform.rotation == inticatorPourPosition.transform.rotation)
            {
                pourAnimation.SetActive(true);
                renderer = baseBowl.GetComponent<Renderer>();
                lerpColor = Color.Lerp(renderer.material.color, inticatorMixColor, 0.01f);
                renderer.material.color = lerpColor;
            }
        }
    }

    0 references
    public void mixAcidsAndBase()
    {
        mix=true;
    }
}

```

Εικόνα 58: Script για την μίξη φλασκιού με την γυάλα

Αν ο χρήστης έχει διαθέσιμα όλα τα αντικείμενα στο τρίτο στάδιο του πειράματος και πατήσει όλα τα κουμπιά, που βρίσκονται πάνω από τις γυάλες, τότε αυτό που θα παρατηρήσει, απεικονίζετε στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 59: Σκηνή από το πείραμα των οξέων μετά της εκτέλεση του πειράματος

## 4.9 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο έγινε μια αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής στην οποία αναφέρετε η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία. Γίνετε παρουσίαση των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν για τα πειράματα, όπως και της ροής της εφαρμογής, με την χρήση εικόνων, και την επεξήγηση αυτών. Εξηγείτε επιπλέον ο τρόπος λειτουργίας, όσο και το θέμα εκμάθησης κάθε ενός από τα πειράματα της εφαρμογής. Αναλύονται ένα προς ένα τα script που χρησιμοποιήθηκαν για την διαχείριση της εφαρμογής. Τέλος το κεφάλαιο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς σε αυτό αναλύετε ολόκληρη η εφαρμογή και προσφέρει καλό παράδειγμα υλοποίησης εφαρμογής η οποία βασίζεται στον όρο *Augmented Game Based Learning*.

## Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα και προτάσεις βελτίωσης

Η δημιουργία μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας ήταν ένας από τους καλύτερους τρόπους εκμάθησης μιας νέας και πολύ ενδιαφέρουσας τεχνολογίας, η οποία σίγουρα θα απασχολήσει πολύ κόσμο στο μέλλον. Ακόμη, η μηχανή κατασκευής παιχνιδιών unity, είναι ίσως το καλύτερο εργαλείο για την κατασκευή εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας, ειδικά αν η εφαρμογή έχει να κάνει με παιχνίδια. Επίσης, η μηχανή προσφέρει πολλές έτοιμες μεθόδους για την διευκόλυνση των χρηστών της, δίνοντας τους έτσι και περισσότερες δυνατότητες στο τι μπορεί να δημιουργήσουν.

Σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα σαν τεχνολογία, έχει ακόμα πολλά περιθώρια βελτίωσης και στο κομμάτι του λογισμικού αλλά και στο κομμάτι των συσκευών. Παρόλα αυτά, πιστεύω ότι είναι μια υπέροχη τεχνολογία, η οποία θα έχει λαμπρό μέλλον και ότι ακόμα, και τώρα, είναι μια καλή στιγμή για να ασχοληθεί κάποιος με αυτήν.

Βέβαια, κάθε τεχνολογία έχει και τα προβλήματά της. Ένα πρόβλημα, που παρατήρησα αρκετά συχνά σε όλη την διάρκεια της υλοποίησης, είναι η λανθασμένη αναγνώριση πεδίων στον χώρο, που δεν υπάρχουν, πιθανώς λόγω του φωτισμού. Αυτό το φαινόμενο είναι πιο συχνό σε Android συσκευές και ιδιαίτερα στις συσκευές μεσαίας κατηγορίας. Επίσης, πολλές φορές, έτυχε το κινητό να χάσει την αναγνώριση του κόσμου γύρω του, και να μου μεταφέρει ολόκληρη την σκηνή σε κάποια άλλο μέρος.

Όσον αφορά τη συγκεκριμένη εφαρμογή, μου δίδαξε ότι υπάρχει ένας νέος τρόπος διδασκαλίας, ο οποίος μπορεί να είναι και διασκεδαστικός και να προσφέρει γνώση στον χρήστη.

Η εφαρμογή, αυτή τη στιγμή, βρίσκεται σε ένα πολύ καλό επίπεδο όσον αφορά την λειτουργικότητα της αλλά και τα μοντέλα. Λέγοντας όμως αυτά, δεν σημαίνει ότι η εφαρμογή δεν έχει περιθώρια βελτίωσης. Μερικές από τις βελτιώσεις, οι οποίες μπορούν να γίνουν στην εφαρμογή είναι οι παρακάτω:

Εισαγωγή ήχων σε διάφορα από τα παιχνίδια στα οποία θα έχει μεγάλη επιρροή στην εμπειρία που έχει ο χρήστης. Ένα από αυτά τα παιχνίδια είναι το παιχνίδι του οικοσυστήματος, όπου θα μπορούσαν να προστεθούν ήχοι ζώων.

Θα μπορούσαν να μουν επίπεδα δυσκολίας σε κάποια από τα παιχνίδια, κάνοντας πιο απαιτητική την όλη εμπειρία, που θα έχει σαν αποτέλεσμα, ο χρήστης να περάσει περισσότερη ώρα παίζοντας με την εφαρμογή.

Τέλος θα μπορούσαν να μουν πιο όμορφα, τρισδιάστατα μοντέλα, τα οποία θα μπορούσαν να παραχθούν από έναν 3d artist, κάνοντας την εφαρμογή ακόμα πιο όμορφη από ότι είναι.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

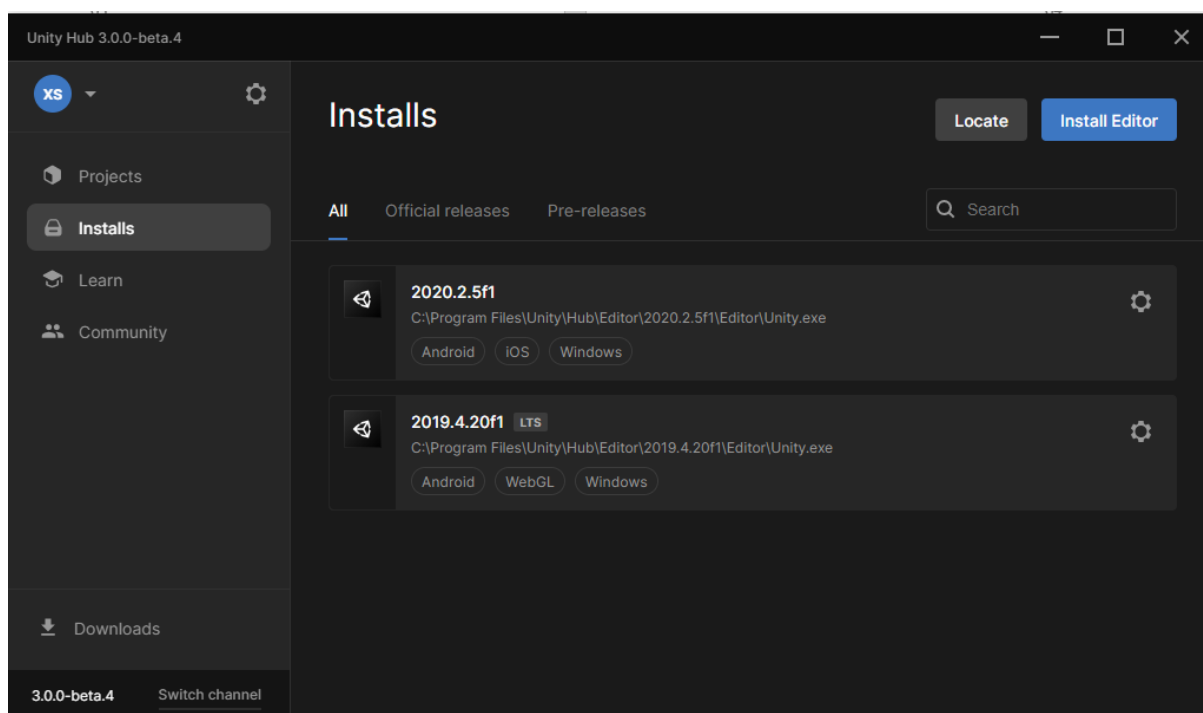
- [1] Michael Isberto “The History of Augmented Reality”, 9/5/2018, [Online]. Available: [The History of Augmented Reality](#)
- [2] Nova Publishers “Game-Based Learning: Theory, Strategies and Performance Outcomes Edition: 1”, 5/2017, [Online]. Available: [Game-Based Learning: Theory, Strategies and Performance Outcomes](#)
- [3] Wikipedia, “Augmented reality”, [Online]. Available: [Augmented reality](#)
- [4] Wikipedia, “Simultaneous localization and mapping”, [Online]. Available: [Simultaneous localization and mapping](#)
- [5] ARCore, “ARCore Fundamental concepts”, [Online]. Available: [ARCore Fundamental concepts](#)
- [6] Zeal 3dprinting, “Interesting history of Augmented Reality”, 1/10/2018, [Online]. Available: [Interesting history of Augmented Reality](#)
- [7] “Augmented Reality”, [Online]. Available: [Augmented Reality](#)
- [8] Victor Mangur “Augmented Reality in Education” [Online]. Available: [Augmented Reality in Education](#)
- [9] Inc, “10 Real Use Cases for Augmented Reality”, [Online]. Available: [AR is set to have a big impact on major industries.](#)
- [10] Κιτσαντά Παρασκευά “ Η χρήση GRS σε εφαρμογές Augmented Reality για κινητά τηλέφωνα και υλοποίηση ενδεικτικής εφαρμογής στα πλαίσια του ΤΕΙ ”, 2015, [Online]. Available: [ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ](#)
- [11] Unity, “Rigidbody”, [Online]. Available: [Rigidbody](#)
- [12] Google, “AR Foundation and ARCore Extensions for Unity capabilities and features”, [Online]. Available: [AR Foundation and ARCore Extensions for Unity](#)
- [13] Google, “Getting started with AR Foundation”, [Online]. Available: [Getting started with AR Foundation](#)
- [14] Unity, “XR Interaction Toolkit”, [Online]. Available: [XR Interaction Toolkit](#)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ UNITY

Όσον αφορά την υλοποίηση του Project, αυτή έγινε σε περιβάλλον windows και με την χρήση της μηχανής unity.

Για την εγκατάσταση της μηχανής unity τα βήματα είναι αρκετά εύκολα:

- 1) Επίσκεψη της σελίδας : <https://unity3d.com/get-unity/download> για το κατέβασμα του αρχείου για την εγκατάσταση του unity hub
- 2) Εκτέλεση του αρχείου που κατέβηκε για την εγκατάσταση του unity hub
- 3) Ολοκλήρωση όλων των αναγκαίων βημάτων με την καθοδήγηση του οδηγού εγκατάστασης
- 4) Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης του λογισμικού αναγκαία είναι και η εγκατάσταση μιας έκδοσης του unity από την καρτέλα του unity hub όπως φαίνεται και από την εικόνα παρακάτω.



Εικόνα 60: Εγκατάσταση έκδοσης του unity μέσα στο unity hub

- 5) Στην εγκατάσταση της έκδοσης υπάρχει επιλογή πλατφόρμων οι οποίες θα χρειαστούν όπως για παράδειγμα Android, Ios, windows και άλλα.

Μετά την ολοκλήρωση αυτών των απλών βημάτων ο χρήστης θα έχει διαθέσιμη την μηχανή unity για την δημιουργία παιχνιδιών.