

**Ελληνικό Μεσογειακό
Πανεπιστήμιο**



**Τμήμα Μηχανικών
Πληροφορικής(πρώην Τ.Ε.Ι.)**

Πτυχιακή εργασία

**Τίτλος: Ανάπτυξη Επιδεικτικού Περιβάλλοντος
Βασισμένο Στις Τεχνολογίες Metaverse**

Μιχάλης Μηλαθιανάκης (ΑΜ: 4334)

Επιβλέπων εκπαιδευτικός : Αθανάσιος Μαλάμος

Επιτροπή Αξιολόγησης : Ιωάννης Παχουλάκης

Σπύρος Παναγιωτάκης

Ημερομηνία παρουσίασης : 26 / 09 / 2022

Μιχάλης Μηλαθιανάκης ΤΠ4334 – Πτυχιακή Εργασία
Ανάπτυξη Επιδεικτικού Περιβάλλοντος Βασισμένο Στις Τεχνολογίες Metaverse
Στη μνήμη του παππού μου,
Γεωργίου Μαμιδάκη

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου που δεν έπαψαν ούτε μια στιγμή να πιστεύουν σε εμένα, με στήριξαν σε όλα τα έτη σπουδών μου και συνεχίζουν να το κάνουν μέχρι και σήμερα σε κάθε μου απόφαση. Συγγενείς και φίλους που ήταν και είναι δίπλα μου υπενθυμίζοντας ότι μπορώ να τα καταφέρω, αλλά και να μην τα κατάφερα δεν έγινε και κάτι.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω εξίσου τον επιβλέπων καθηγητή μου, κ. Αθανάσιο Μαλάμο, για την εμπιστοσύνη, ενθάρρυνση και υποστήριξη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια τόσο της πρακτικής μου άσκησης αλλά και πτυχιακής εργασίας και την πολύτιμη βοήθεια του σε όλα τα στάδια της συγγραφής της.

Abstract

In this dissertation is studied and developed to create a metaverse environment. There is also a report on the virtual reality and its branches, the technologies used for its development and that benefit.

Specifically, reference is made to the Three.js, Node.js, Socket.IO and WebRTC programming languages used to develop this environment. The result is a metaverse-like space where many users can connect and wearing a VR headset or using a VR emulator and input devices (camera, microphone) can look at each other, chat and exchange text messages.

Σύνοψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται μελέτη και ανάπτυξη για τη δημιουργία ενός metaverse περιβάλλοντος. Επίσης γίνεται αναφορά για την επαυξημένη πραγματικότητα και τα παρακλάδια της, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της και πού ωφελούν.

Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά για τις γλώσσες προγραμματισμού Three.js, Node.js, socket.io και WebRTC, που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη αυτού του περιβάλλοντος. Το αποτέλεσμα που έχουμε είναι ένας metaverse-like χώρος στον οποίο πολλοί χρήστες μπορούν να συνδεθούν και φορώντας VR headset ή χρησιμοποιώντας προσομοιωτή VR και συσκευών εισόδου(κάμερα, μικρόφωνο) μπορούν να βλέπουν ο ένας τον άλλο, να συνομιλούν και ανταλλάσσουν γραπτά μηνύματα.

Λέξεις – Κλειδιά

VR, AR, XR, VR headset, VR controllers, Three.js, Node.js, Socket.IO, WebRTC, WebGL, Metaverse

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	i
Abstract.....	ii
Σύνοψη.....	iii
Λέξεις – Κλειδιά.....	iv
Λίστα Εικόνων.....	vi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ.....	2
2.1 Three.js.....	3
2.2 WebGL.....	4
2.3 WebRTC.....	5
2.4 Node.js.....	8
2.5 Socket.IO.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. METaverse.....	11
3.1 Ιστορική αναδρομή.....	11
3.2 Ορισμός METaverse.....	16
3.3 VR, AR & XR.....	17
-Σημαντική αναφορά-.....	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	21
4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	21
4.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	22
4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	22
4.4 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ.....	25
5.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ & ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	27
Βιβλιογραφία.....	28
Πηγές Εικόνων.....	29

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1 - WebRTC SIP Trapezoid.....	5
Εικόνα 2 - WebRTC SIP Triangle	6
Εικόνα 3 - WebRTC Example	7
Εικόνα 4 - Sensorama Machine	11
Εικόνα 5 - Sega VR 1 Motion.....	12
Εικόνα 6 - Oculus VR Prototype	12
Εικόνα 7 - Google Cardboard	13
Εικόνα 8 - Google Ar Glasses.....	13
Εικόνα 9 - Hololens	14
Εικόνα 10- Pokemon GO.....	14
Εικόνα 11 - Ikea AR	15
Εικόνα 12 - SecondLife	19
Εικόνα 13 - Decentraland	19
Εικόνα 14 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ	21
Εικόνα 15 - Web XR API Emulator	22
Εικόνα 16 - Install Node.JS	23
Εικόνα 17 - Install Three.JS.....	23
Εικόνα 18 - Install Socket.IO.....	23
Εικόνα 19 - Package.json.....	24
Εικόνα 20 - Personal Project Environment (non-VR)	25
Εικόνα 21 -PERSONAL PROJECT ENVIRONMENT WITH CHAT(NON-VR).....	26
Εικόνα 22 - Personal Project Environment (VR).....	26
Εικόνα 23 - PERSONAL PROJECT ENVIRONMENT (VR).....	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εμφάνιση της εικονικής πραγματικότητας στη καθημερινή μας ζωή μπορεί μέχρι τώρα να μην έχει τεράστιο αντίκτυπο, ούτε τεράστιες διαστάσεις, όμως δεν μπορεί να αμφισβητήσει κανείς ότι πρόκειται για ένα τεράστιο τεχνολογικό επίτευγμα μόλις αναλογιστεί κανείς σε πόσο σύντομο χρονικό διάστημα η ιδέα έγινε πράξη.

Μεγάλες εταιρίες όπως Facebook κλπ. έχουν σκοπό να ενσωματώσουν την λειτουργία της εικονικής πραγματικότητας στην ζωή μας αλλά αυτό δεν πρόκειται για την πρώτη απόπειρα. Εδώ και μια δεκαετία οι βιομηχανίες των videogames καθώς και πολλοί videogames developers έχουν και συνεχίζουν να δημιουργούν παιχνίδια VR για υπολογιστές και κονσόλες επιτυχώς αφού ο αριθμός των χρηστών συνεχώς αυξάνεται και όλο αυτό το φαινόμενο διογκώνεται.

Πλέον η τεχνολογία αυτή μπορεί να μελετηθεί και να αναπτυχθεί από τον οποιοδήποτε και το μόνο σίγουρο είναι ότι δεν υπάρχουν όρια στην δημιουργία αυτής. Από τον υπάλληλο του Facebook, μέχρι έναν φοιτητή που κάνει την πτυχιακή του πάνω σε αυτό το θέμα. Οι τρόποι -γλώσσες προγραμματισμού- για να αναπτύξει κανείς μια πλατφόρμα VR είναι πολλοί και διαφορετικοί και το μόνο όριο είναι η φαντασία του καθενός.

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία μελέτησα και ανέπτυξα την δική μου VR πλατφόρμα με τη χρήση των τεχνολογιών(γλώσσες προγραμματισμού) που αναφέρω παρακάτω. Αποτελεί τα θεμέλια για την δημιουργία μιας πλατφόρμας VR και μπορούν απεριόριστα πράγματα να προστεθούν στο μέλλον όμως ο σκοπός είναι να δείξω ότι ο καθένας μπορεί να αποτελέσει μέρος αυτής της, τεραστίων διαστάσεων, ανερχόμενης τεχνολογίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Υπάρχουν πολλές επενδύσεις στον κλάδο του Metaverse, ανοίγοντας νέες ευκαιρίες για προγραμματιστές και άλλους ειδικούς ανάπτυξης λογισμικού. Ενώ οι θέσεις ποικίλλουν, υπάρχει μεγάλη ζήτηση για επαγγελματίες με εμπειρία στην ανάπτυξη metaverse και γνώση των γλωσσών προγραμματισμού με τις οποίες δημιουργείται.

Οι κύριες γλώσσες προγραμματισμού, μεταξύ άλλων, που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία εικονικών κόσμων metaverse είναι οι εξής:

- **JavaScript:** Η JavaScript είναι μια από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη εφαρμογών που βασίζονται στον ιστό και δια δραστικών στοιχείων του. Είναι ευρέως διαδεδομένη γλώσσα και σχετικά εύκολη στην εκμάθηση της λόγω της διαθεσιμότητας τεραστίων πόρων εκπαιδευτικού περιεχομένου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σύγχρονες εφαρμογές AR και VR που βασίζονται στον ιστό είτε φτιάχνει κάποιος ένα ψηφιακό προϊόν σε blockchain είτε απευθείας, π.χ. VR παιχνίδια.
- **C#(Sharp):** Η C# είναι από τις πιο παλιές και διαδεδομένες γλώσσες ανάπτυξης λογισμικού, δεδομένου ότι δημιουργήθηκε το 2000. Το Unity αποτελεί μια από τις πιο δημοφιλείς πλατφόρμες ανάπτυξης που εστιάζει στην εικονική πραγματικότητα και η C# είναι η κύρια γλώσσα κωδικοποίησης. Διαθέτει τεράστια κοινότητα που αποτελείται από εκδότες παιχνιδιών για υπολογιστές κ.α..
- **C++:** Άλλη μια βασική γλώσσα προγραμματισμού για παιχνίδια είναι η C++. Είναι η κύρια γλώσσα για τη μηχανή Unreal(εργαλείο δημιουργίας 3D απεικονίσεων πραγματικού χρόνου) και επίσης από τις κύριες γλώσσες back-end μεγάλων εφαρμογών όπως το Facebook που επιδιώκει να ενσωματώσει ψηφιακές αγορές για το Meta.

Πέρα από τις προαναφερθείσες υπάρχουν και οι Python, Rust κλπ. που χρησιμοποιούνται για δημιουργία εικονικών απεικονίσεων για το Metaverse οπότε αντιλαμβάνεται κανείς ότι οι επιλογές ποικίλλουν. Στην συγκεκριμένη πτυχιακή, όσον αφορά το πρακτικό μέρος της, εστίασα στην JavaScript γλώσσα και βιβλιοθήκες της για την ανάπτυξη ενός επιδεικτικού περιβάλλοντος Metaverse, τις οποίες αναλύω και εξηγώ παρακάτω.

2.1 Three.js

Η Three.js είναι «βιβλιοθήκη» ανοικτού κώδικα (open source) της JavaScript και ο χρήστης στον περιηγητή του (browser) μπορεί να δημιουργήσει και απεικονίσει τρισδιάστατες(3D) σκηνές. Παρέχει ένα API(Application Programming Interface) για αυτές τις λειτουργίες. Παρόλα αυτά το online documentation της Three.js καλύπτει μόνο τα βασικά και δεν παρέχει πληροφορίες για το πώς να δημιουργήσει κανείς μια περίπλοκη απεικόνιση. Δημοσιεύτηκε αρχικά από τον Ricardo Cabello στο GitHub το 2010. Η Three.js χρησιμοποιεί WebGL(khronos.org/webgl) για την απεικόνιση τρισδιάστατων(3D) σκηνών εφόσον το υποστηρίζει ο περιηγητής. Μπορεί να τοποθετηθεί σε έναν HTML5 canvas ή SVG (αν δεν υποστηρίζεται WebGL).

Είναι πολύ δύσκολο για τον χρήστη να δημιουργήσει 3D σκηνές χρησιμοποιώντας μόνο WebGL. Για το λόγο αυτό η Three.js παρέχει ένα API, εύκολο στη χρήση, για δημιουργία και επεξεργασία 3D αντικειμένων και σκηνών χωρίς να χρειάζεται να ξέρει ο χρήστης, απαραίτητα, WebGL. Η Three.js είναι εκατό τις εκατό(100%) JavaScript βιβλιοθήκη και δεν εξαρτάται από άλλες βιβλιοθήκες οπότε μπορεί να τρέχει τελείως αυτόνομα. Για να έχει κάποιος ολοκληρωμένη εικόνα της Three.js θα χρειαστεί έναν περιηγητή που να υποστηρίζει WebGL. Ευτυχώς πλέον οι περισσότεροι περιηγητές σε επιτραπέζιους υπολογιστές ή κινητές συσκευές υποστηρίζουν αυτό το στάνταρ.

Περιηγητές διαδικτύου για επιτραπέζιους υπολογιστές:

- Internet Explorer (υποστηρίζει WebGL από την έκδοση 11)
- Mozilla Firefox (υποστηρίζει WebGL από την έκδοση 4)
- Google Chrome (υποστηρίζει WebGL από την έκδοση 10)
- Safari (υποστηρίζει WebGL από την έκδοση 5.1 εγκατεστημένο σε Mac OS λογισμικό)
- Opera (υποστηρίζει WebGL από την έκδοση 12)

Περιηγητές διαδικτύου για κινητές συσκευές:

- Mozilla Firefox (για Android λογισμικό)
- Google Chrome (για Android λογισμικό)
- Opera Mobile

Ρύθμιση τοπικού διακομιστή web(web server):

Η εγκατάσταση ενός local web server είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές εναλλακτικές. Συγκεκριμένα θα αναφερθούμε σε δύο(2) από αυτές.

Τρόπος Α: Χρήση Python για την εκτέλεση ενός διακομιστή web.

```
> python -m SimpleHTTPServer
```

```
Serving HTTP on 0.0.0.0 port 8000...
```

Τρόπος Β: Χρήση της npm εντολής από το Node.js για την εκτέλεση ενός διακομιστή web. Τον συγκεκριμένο τρόπο χρησιμοποίησα για το πρακτικό μέρος της πτυχιακής μου εργασίας.

```
> npm install -g http-server
```

```
> http-server Starting up http-server, serving ./ on port: 8080
```

2.2 WebGL

Το WebGL είναι το, πλέον, στάνταρ για 3D γραφικά στο διαδίκτυο(web). Με το WebGL οι developers μπορούν να αξιοποιήσουν πλήρως την πλήρης ισχύ γραφικών υπολογιστών χρησιμοποιώντας μόνο Java-Script και έναν περιηγητή διαδικτύου(web browser). Πριν την εμφάνιση του WebGL οι developers βασίζονταν σε plug-ins ή άλλες εφαρμογές καθώς ζητούσαν από τους χρήστες να κατεβάσουν και εγκαταστήσουν third-party προγράμματα για να αποκτήσουν μια 3D εμπειρία.

Το WebGL είναι μέρος της HTML5 οικογένειας. Καθώς δεν αποτελεί επίσημη προδιαγραφή, έρχεται με τους περισσότερους περιηγητές(browsers) που υποστηρίζουν HTML5. Υποστηρίζεται στους περιηγητές της πλειοψηφία των σταθερών υπολογιστών(ή φορητών) καθώς και κινητών συσκευών. Είναι το επίκεντρο για την ανάπτυξη ενός οικοσυστήματος που θα κάνει την εμπειρία στους περιηγητές πλουσιότερη οπτικά.

Το WebGL αναπτύχθηκε και διατηρείται από τον Khronos Group οργανισμό, ο οποίος ορίζει το WebGL ως :

-Τεχνικός Ορισμός-

Το WebGL είναι ένα δωρεάν, συμβατό με πολλαπλές πλατφόρμες(cross-platform) API που φέρνει το OpenGL ES 2.0 στο διαδίκτυο σαν 3D drawing context μέσα σε HTML5. Χρησιμοποιεί την OpenGL shading γλώσσα, GLSL ES, και μπορεί εύκολα να συνδυαστεί με άλλα web περιεχόμενα που βρίσκονται είτε «πάνω» είτε «κάτω» από το 3D περιεχόμενο. Ιδανικά χρησιμοποιείται για δυναμικές 3D διαδικτυακές εφαρμογές μέσω Java-script γλώσσας και είναι πλήρως ενσωματωμένο σε περιηγητές διαδικτύου.

Ο προγραμματισμός με σκέτη WebGL γλώσσα είναι αρκετά περίπλοκος. Η Three.js βιβλιοθήκη προσφέρει ένα πολύ εύκολο JavaScript API βασισμένο σε λειτουργίες WebGL ώστε να δημιουργήσει κανείς 3D γραφικά χωρίς να χρειάζεται να εμβαθύνει σε WebGL λεπτομέρειες.

2.3 WebRTC

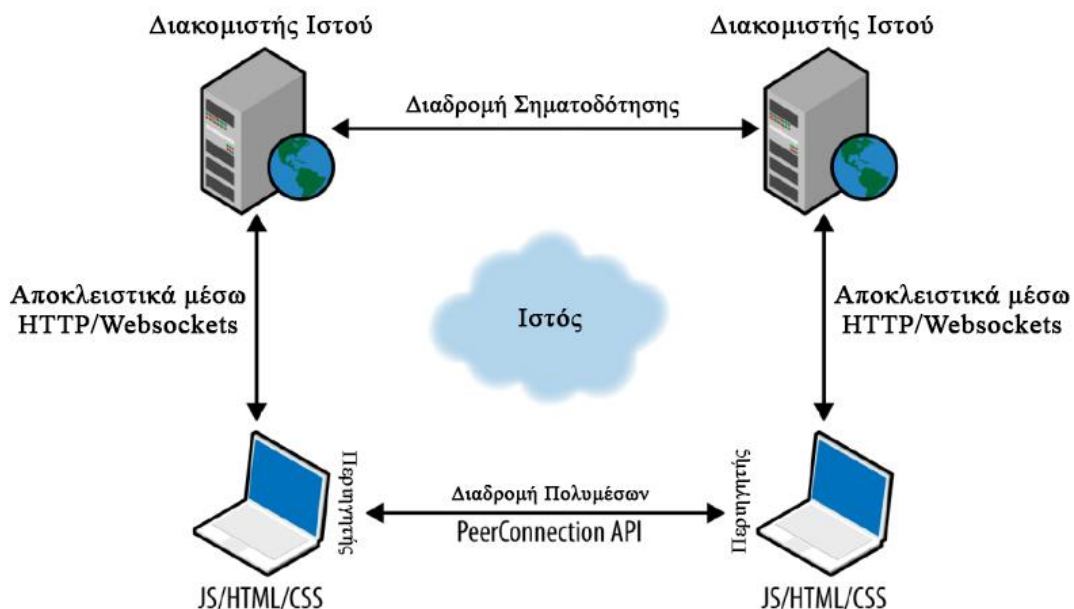
Το Web Real-Time Communication (WebRTC) είναι ένα νέο στάνταρ που επεκτείνεται στα μοντέλα περιηγητών διαδικτύου. Για πρώτη φορά οι browsers έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν απευθείας πραγματικού χρόνου (real-time) πολυμέσα με άλλους browsers. Τα World Wide Web(W3C) και Internet Engineering Task Force (IETF) καθορίζουν από κοινού τα JavaScript APIs, τα στάνταρ HTML5 επικεφαλίδες και τα υποκείμενα πρωτόκολλα επικοινωνίας για την εδραίωση μιας αξιόπιστης επικοινωνίας καναλιών μεταξύ ζευγαριών επομένης-γενιάς περιηγητών. Ο βασικός τους στόχος είναι να καθορίσουν ένα WebRTC API που θα επιτρέπει σε μια εφαρμογή διαδικτύου(web application) που τρέχει σε οποιαδήποτε συσκευή, μέσω ασφαλούς πρόσβασης σε περιφερειακά εισόδου, π.χ. μικρόφωνα και κάμερες, ώστε απομακρυσμένοι peer-to-peer να ανταλλάσσουν πραγματικού χρόνου δεδομένα πολυμέσων.

Αρχιτεκτονική Web:

Η κλασική αρχιτεκτονική web βασίζεται στο client-server παράδειγμα, όπου οι περιηγητές στέλνουν μια HTTP (HyperText Transfer Protocol) αίτηση για περιεχόμενα στον web server και αυτός με τη σειρά του απαντάει με μια πληροφορία που περιέχει όσα ζητήθηκαν.

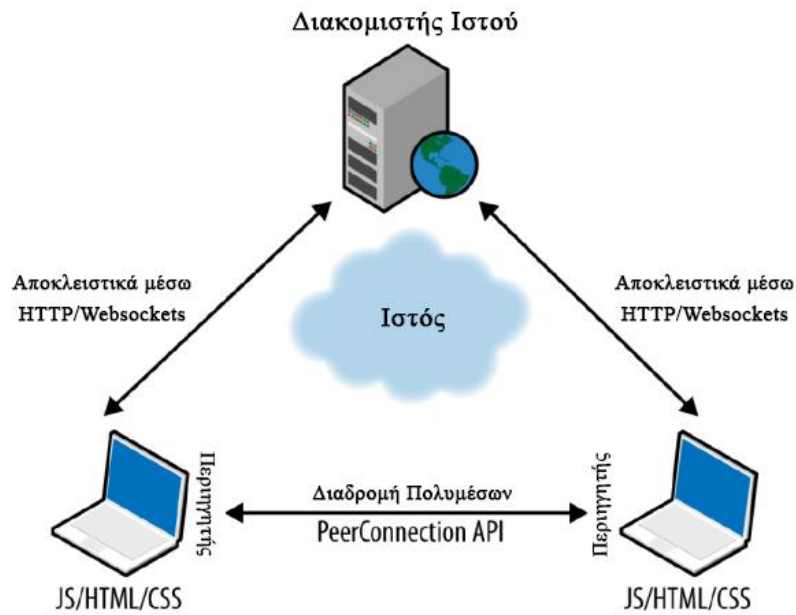
Αρχιτεκτονική WebRTC:

Το WebRTC επεκτείνει τη client-server σημασιολογία με την εισαγωγή της peer-to-peer επικοινωνίας μεταξύ περιηγητών. Η παρακάτω εικόνα αποτελεί το πιο γενικό μοντέλο αρχιτεκτονικής WebRTC SIP (Session Initiation Protocol) Trapezoid.



ΕΙΚΟΝΑ 1 - WEBRTC SIP TRAPEZOID

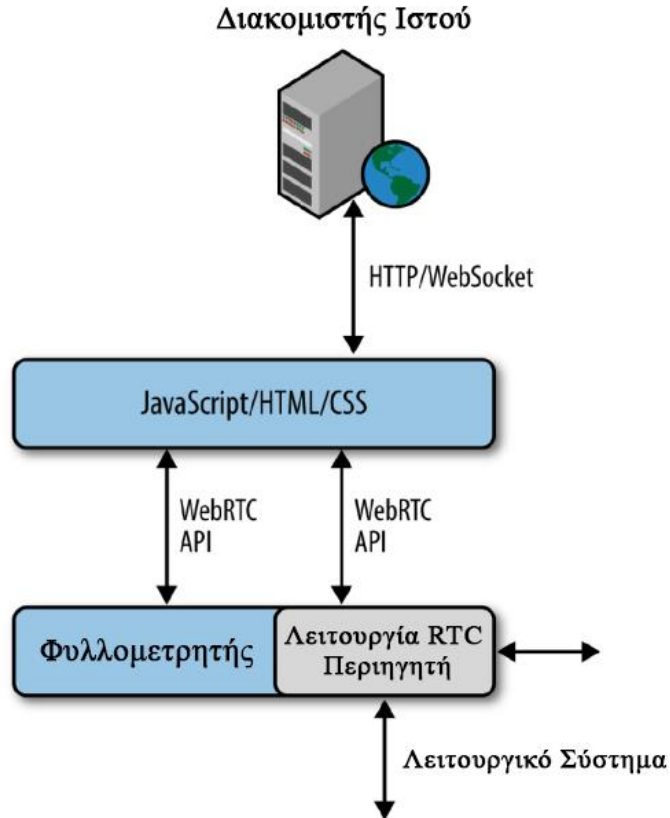
Σε ένα μοντέλο WebRTC Trapezoid οι περιηγητές τρέχουν μια εφαρμογή διαδικτύου(web application), η οποία γίνεται λήψη(download) από διαφορετικό web server. Χρησιμοποιούνται μηνύματα σηματοδότησης για να καθορίσουν την επικοινωνία και στέλνονται από το HTTP ή WebSocket πρωτόκολλο μέσω διακομιστών διαδικτύου οι οποίοι μπορούν να τα τροποποιήσουν, μεταφράσουν ή και να τα διαχειριστούν. Όσον αφορά την μεταφορά δεδομένων, ένα Peer Connection επιτρέπει την μεταφορά πολυμέσων(media) απευθείας μεταξύ των περιηγητών χωρίς την παρεμβολή server. Το πιο κοινό WebRTC σενάριο είναι και οι δύο(2) περιηγητές να τρέχουν ταυτόχρονα στο ίδιο web application , «κατεβασμένο» (downloaded) από την ίδια web σελίδα. Σε αυτή τη περίπτωση το Trapezoid γίνεται Triangle.



ΕΙΚΟΝΑ 2 - WEBRTC SIP TRIANGLE

WebRTC σε έναν περιηγητή:

Το WebRTC σε μια εφαρμογή διαδικτύου αλληλοεπιδρά με τον browser χρησιμοποιώντας τόσο WebRTC όσο και στάνταρ APIs. Ο σχεδιασμός του WebRTC API αποτελεί πρόκληση καθώς θέλει να προβλέπει μια συνεχής, real-time ροή δεδομένων που αναπαράγονται μεταξύ δικτύων ώστε να υπάρχει μια ευθεία επικοινωνία μεταξύ δύο(2) περιηγητών χωρίς μεσάζοντα. Η παρακάτω εικόνα αναπαριστά μια real-time επικοινωνία μεταξύ δύο(2) περιηγητών.



ΕΙΚΟΝΑ 3 - WEBRTC EXAMPLE

2.4 Node.js

Ο ορισμός που δίνεται από την επίσημη ιστοσελίδα του Node.js(<http://nodejs.org/>) είναι ο εξής:

“Το Node.js είναι μια πλατφόρμα που βασίζεται σε χρόνο εκτέλεσης JavaScript του Chrome για κατασκευή γρήγορων και επεκτάσιμων εφαρμογών δικτύου. Το Node.js ένα μοντέλο εισόδου/εξόδου που βασίζεται σε συμβάντα(events) κάτι που το καθιστά ελαφρύ και αποτελεσματικό, ιδανικό για real-time δεδομένα σε εφαρμογές που εκτελούνται σε κατανεμημένες εφαρμογές”.

Αποτελεί μέρος της πλατφόρμας που παρέχει ένα επεκτάσιμο και μεγάλης απόδοσης ανάπτυξης Framework εφαρμογής διαδικτύου το οποίο επιτρέπει τον προγραμματισμό με JavaScript. Η JavaScript, γνωστή στους περισσότερους-σχεδόν όλους προγραμματιστές, εκτελείται σε ένα virtual-machine(VM) στο πλαίσιο ενός περιηγητή. Μπορεί επίσης να εκτελεστεί σε ένα διαφορετικό πλαίσιο(χωρίς τον περιηγητή) στην περίπτωση ενός Node.js backend.

Το Node.js χρησιμοποιεί JavaScript VM του Google Chrome για να εκτελέσει JavaScript εφαρμογές σε ένα server. Εκτός από το περιβάλλον εκτέλεσης του, το Node.js παρέχει βιβλιοθήκες με modules τα οποία αποτελούν ένα framework, καθώς και ένα HTTP Server για το χτίσιμο εφαρμογών δικτύου.

Το αρχικό και πιο σημαντικό πλεονέκτημα του Node.js είναι η JavaScript. Αν κάποιος γνωρίζει να γράφει κώδικα σε JavaScript, τότε να γράψει τα περισσότερα για Node.js και το μόνο που μένει είναι να μάθει περεταίρω τα APIs και να κάνει εξάσκηση. Το Node.js, χτισμένο πάνω στη 8^η έκδοση JavaScript μηχανής του Google Chrome, επιτρέπει ολόκληρες εφαρμογές να γραφτούν χρησιμοποιώντας μόνο JavaScript.

Σχεδιάστηκε γύρω από events και callbacks. Με το να είναι σε server, σε αλληλεπιδράσεις εισόδου/εξόδου(I/O) ή βάσης δεδομένων(database), το Node.js θα το διαχειριστεί κατάλληλα με ένα callback που συνδέεται με ένα event από έναν listener. Το πλεονέκτημα του σχεδιασμού που βασίζεται σε event είναι ότι όλα όσα σχεδιάζονται είναι non-blocking. Αυτό επιτρέπει στις εφαρμογές με Node.js να έχουν υψηλή απόδοση και ικανότητα χειρισμού σε μεγάλο φορτίο.

2.5 Socket.IO

Το Socket.IO πρωτόκολλο παρέχει ένα απλό API εύκολο στη χρήση, όμως εκθέτει πολλές λειτουργίες του. Λειτουργεί ομοιόμορφα σε όλους τους περιηγητές (χρονολογείται από τον Internet Explorer 6) και στους διάφορους μηχανισμούς μεταφοράς που παρέχει το socket.io. Για να επιτευχθεί αυτό ένας socket.io client (πελάτης) και server (διακομιστής) δουλεύουν στο παρασκήνιο.

Οπότε γιατί χρειαζόμαστε άλλο πρωτόκολλο αν έχουμε ήδη τα WebSocket;

Τα WebSocket δεν υποστηρίζεται από πολλά προγράμματα περιήγησης που χρησιμοποιούνται (< Internet Explorer 10). Άλλο ένα πρόβλημα των WebSocket είναι τα firewalls και proxies(διακομιστής). Τα πιο πολλά firewalls μπλοκάρουν οποιαδήποτε επικοινωνία(εκτός από το τυπικό HTTP 1.0/1.1) και ενδέχεται να μην επιτρέπεται η δημιουργία WebSocket. Σε αντίθεση με αυτό όταν χτίζει κάποιος μια εφαρμογή χρησιμοποιώντας socket.io , εκείνοι που μπορούν να χρησιμοποιήσουν WebSocket θα συνεχίσουν να το χρησιμοποιούν ενώ όσοι δεν μπορούν θα επιστρέψουν στον επόμενο καλύτερο μηχανισμό μεταφοράς(transport mechanism) και ούτω καθεξής μέχρι να βρεθεί κάποιος που λειτουργεί στον περιηγητή τους, ακόμα και μέσα από τα firewall και proxies.

To WebSocket API

<script>

```
var socket = new WebSocket('ws://localhost:8080');

socket.onopen = function(event) {
    socket.send('Ο Client socket συνδέθηκε');
};

socket.onmessage = function(event) {
    console.log('Ο Client έλαβε ένα μήνυμα', event);
};

socket.onclose = function(event) {
    console.log('Ο Client socket αποσυνδέθηκε', event);
};
```

</script>

Στα παραπάνω αρχικά βήματα δημιουργίας ενός WebSocket instance θέλουμε να περάσουμε το URI για τον WebSocket server. Έχει τη δυνατότητα να καθορίσει το πρωτόκολλο:

- Αν είναι ασφαλής ή όχι
- Την server διεύθυνση(server IP address ή domain name)
- Την πόρτα(port)

Ιδανικά, θέλουμε να ελέγχουμε αν το WebSocket υποστηρίζεται από τον περιηγητή που χρησιμοποιεί ο κάθε χρήστης. Υπάρχουν 3 events που εκτίθενται από τα WebSocket με τους αντίστοιχους event handlers:

- Open
- Message
- Close

To Socket.IO API

```
<script>
```

```
var socket = io.connect('http://localhost:8080');

socket.on('connect', function() {
    socket.send('O Client socket συνδέθηκε');
});

socket.on('message', function(data) {
    console.log('Έλαβε ένα μήνυμα από τον διακομιστή ',data);
});

socket.on('disconnect', function() {
    console.log('O Client socket αποσυνδέθηκε');
});
```

```
</script>
```

Καθώς παρατηρεί κανείς τον παραπάνω κώδικα αντιλαμβάνεται ότι μοιάζει με αυτόν του WebSocket και, όχι τυχαία, δουλεύει όπως αυτόν. Ωστόσο υπάρχουν κάποιες μικρές διαφορές. Αντί για `onopen`, `onmessage`, `onclose`, χρησιμοποιείται `socket.io`'s "on" μέθοδος με τους handlers. Το πλεονέκτημα όταν χρησιμοποιείται events από `socket.io`, το API που διαχειρίζεται τα events παραμένει το ίδιο.

Μπορεί κανείς να κάνει `emit` ένα event με την παρακάτω γραμμή κώδικα:

```
socket.emit("myevent", {"eventData": "..."});
```

Και να το λάβει έτσι:

```
socket.on("myevent", function(event){...});
```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. METAVERSE

3.1 Ιστορική αναδρομή

Όλα ξεκίνησαν το 1838 όταν ένας επιστήμονας, ο Charles Wheatstone, παρουσίασε το concept “binocular vision” όπου συνδύασε δύο(2) εικόνες για κάθε μάτι ώστε να φτιάξει μια 3D εικόνα. Αυτό το concept οδήγησε στην ανάπτυξη των στερεοσκοπίων(stereoscopes), μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί την ψευδαίσθηση του βάθους (illusion of depth) για τη δημιουργία μιας εικόνας. Το ίδιο concept χρησιμοποιείται στα σημερινά VR headsets.

Αργότερα το 1935, έγινε αναφορά από ένα βιβλίο το «Pygmalion’s spectacles” του Stanley Weinbaum στο οποίο ο πρωταγωνιστής εξερευνά έναν φανταστικό κόσμο χρησιμοποιώντας ένα ζευγάρι γυαλιών που παρέχουν όραση, ήχο, γεύση, μυρωδιά και αφή.

Η πρώτη VR μηχανή, Sensorama Machine, δημιουργήθηκε το 1956 από τον Morton Heilig όπου έκανε simulate την εμπειρία οδήγησης μιας μηχανής συνδυάζοντας 3D video με ήχο και καρεκλά με δόνηση.



ΕΙΚΟΝΑ 4 - SENSORAMA MACHINE

Ο ίδιος το 1960 πατένταρε το πρώτο head-mounted display συνδυάζοντας stereoscopic 3d εικόνα και stereo ήχο.

Ο όρος -METAVERSE- αναφέρθηκε πρώτη φορά στο μυθιστόρημα του Neal Stephenson Snow Crash το 1992, όπου αφορούσε ένα εικονικό κόσμο στον οποίο οι χαρακτήρες «ξέφευγαν».

Μιχάλης Μηλαθιανάκης ΤΠ4334 – Πτυχιακή Εργασία
Ανάπτυξη Επιδεικτικού Περιβάλλοντος Βασισμένο Στις Τεχνολογίες Metaverse
Το 1990 η Sega εισήγαγε την πρώτη VR arcade μηχανή -SEGA VR-1 MOTION-.



ΕΙΚΟΝΑ 5 - SEGA VR 1 MOTION

Το 2010 ο, 18χρονος τότε, εφευρέτης Palmer Luckey δημιούργησε το πρωτότυπο του oculus rift VR headset με 90 μοίρες πεδίο όρασης και χρησιμοποιούσε υπολογιστική ισχύ.



ΕΙΚΟΝΑ 6 - OCULUS VR PROTOTYPE

Αργότερα το 2014, το Facebook εξαγόρασε την Oculus VR έναντι 2 δις. δολάρια και έκτοτε ο ιδρυτής του Mark Zuckerberg δήλωσε ότι Facebook και oculus θα συνεργάζοντουσαν για να δημιουργήσουν μια πλατφόρμα που θα υποστηρίζει περισσότερα παιχνίδια. Ταυτόχρονα την ίδια χρονιά η Samsung + Sony ανακοίνωσαν ότι θα δημιουργήσουν τα δικά τους VR headsets. Και η google εμφάνισε το πρώτο cardboard και

Μιχάλης Μηλαθιανάκης ΤΠ4334 – Πτυχιακή Εργασία
Ανάπτυξη Επιδεικτικού Περιβάλλοντος Βασισμένο Στις Τεχνολογίες Metaverse
AR glasses της.



ΕΙΚΟΝΑ 7 - GOOGLE CARDBOARD



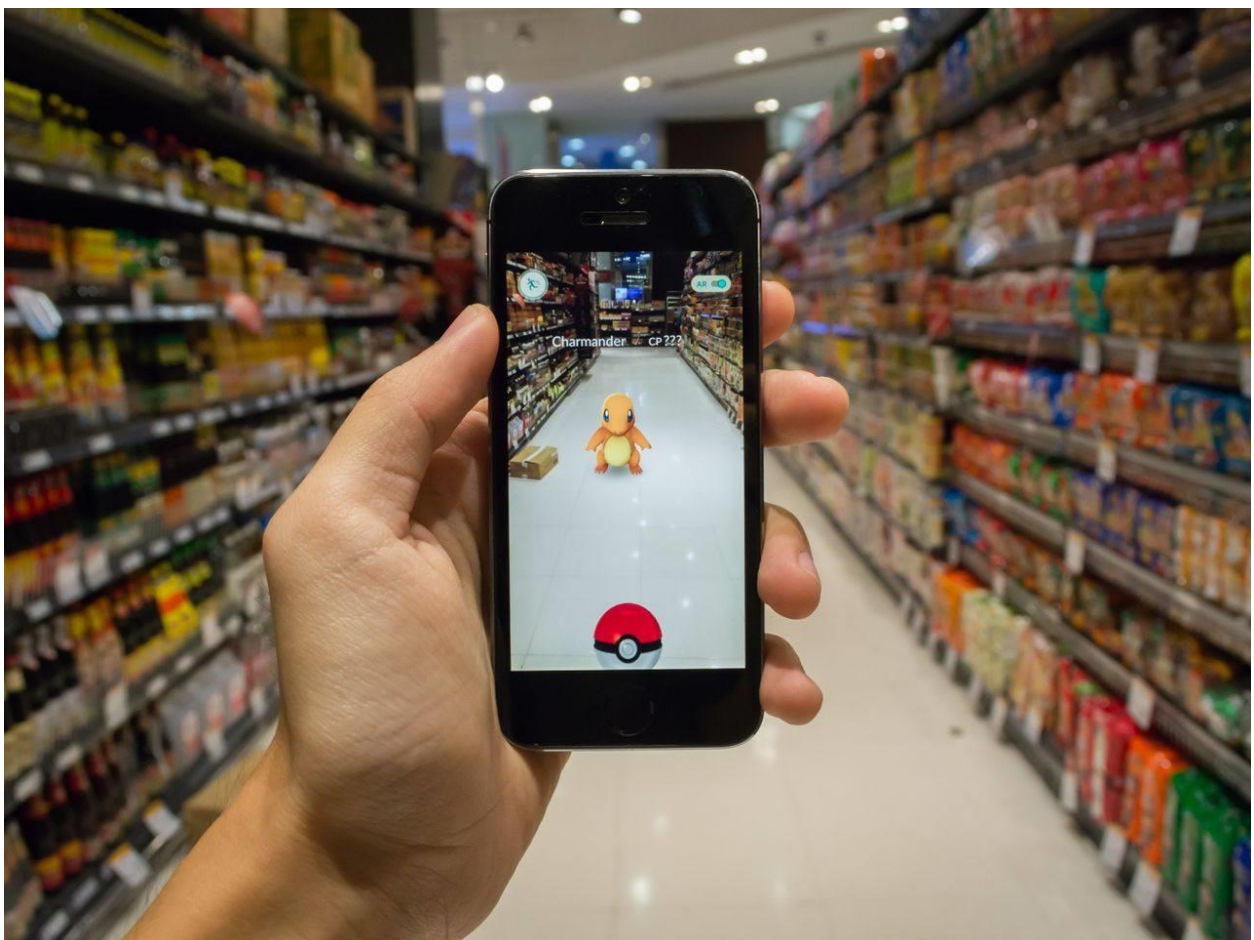
ΕΙΚΟΝΑ 8 - GOOGLE AR GLASSES

Το 2016 η Microsoft με τα HoloLens headset έδωσε το mixed reality (AR and VR) για πρώτη φορά. Μέσω αυτού μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα ολόγραμμα εικόνας και να

Μιχάλης Μηλαθιανάκης ΤΠ4334 – Πτυχιακή Εργασία
Ανάπτυξη Επιδεικτικού Περιβάλλοντος Βασισμένο Στις Τεχνολογίες Metaverse
το «βάλουμε» στον πραγματικό κόσμο. Βλέπε *Pokémon go*(2016) και *IKEA furniture*(2017).



ΕΙΚΟΝΑ 9 - HOLOLENS



ΕΙΚΟΝΑ 10- POKEMON GO



ΕΙΚΟΝΑ 11 - ΙΚΕΑ AR

Τέλος, ταινίες όπως το The Matrix, Avatar, Iron Man και άλλες κάνουν αναφορά στη VR and AR τεχνολογία και γενικά στο metaverse.

3.2 Ορισμός METAVERSE

Το Metaverse είναι διαδραστικό σύμπαν, ένα αέναο περιβάλλον πολλών χρηστών που συγχωνεύει την φυσική πραγματικότητα με την ψηφιακή εικονικότητα. Συνδυάζει τεχνολογίες που επιτρέπουν στον χρήστη αλληλεπιδράσεις μέσω αισθητήρων με ψηφιακά αντικείμενα, εικονικά περιβάλλοντα αλλά και άτομα όπως η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα(VR και AR). Κατά συνέπεια το Metaverse είναι ένα ιστός κοινωνικών δικτυωμένων περιβαλλόντων σε πλατφόρμες για πολλαπλούς χρήστες. Επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών σε πραγματικό χρόνο(real-time) και δυναμικές αλληλεπιδράσεις με ψηφιακά αντικείμενα(artifacts).

Στην αρχική του εμφάνιση ήταν ένας ιστός εικονικών κόσμων όπου τα avatar(χαρακτήρες των χρηστών) μπορούσαν απλά να τήλε-μεταφέρονται μεταξύ τους. Στην σύγχρονη εκδοχή του Metaverse υπάρχουν διαθέσιμες κοινωνικές πλατφόρμες VR συμβατές με τεράστια διαδικτυακά βιντεοπαιχνίδια(massive multiplayer online games) για πολλούς παίκτες, ανοιχτού κόσμου(open world) και χώρους συνεργασίας(AR collaborative spaces).

3.3 VR, AR & XR

Οι καινοτομίες της επιστήμης των υπολογιστών έχουν αποτελέσει σημαντικό ρόλο στην καθημερινή μας ζωή καθώς αλλάζουν και εμπλουτίζουν την αλληλεπίδραση, την επικοινωνία και τις κοινωνικές συναλλαγές μεταξύ των ανθρώπων. Από την οπτική των χρηστών, οι τεχνολογικές καινοτομίες που έχουν καταγραφεί με επίκεντρο την εισαγωγή προσωπικών δεδομένων αφορούν αυτές του διαδικτύου και των φορητών συσκευών. Προς το παρόν η τελευταία καινοτομία που εξελίσσεται είναι αυτή της εικονικής πραγματικότητας και της επαυξημένης πραγματικότητας (VR και AR). Η συγκεκριμένη καινοτομία έχει καταφέρει να αλλάξει την διαδικτυακή εκπαίδευση, τις επιχειρήσεις, την εξ' αποστάσεως εργασία και την ψυχαγωγία για τους ανθρώπους. Όσον αφορά την διαδικτυακή εξ' αποστάσεως εκπαίδευση, το Metaverse έχει τη δυνατότητα να διορθώσει τους βασικούς περιορισμούς των διαδικτυακών εργαλείων ηλεκτρονικής μάθησης σε δισδιάστατο (2D). Ένα σημαντικό θέμα, παρόλα αυτά, αφορά τα δικαιώματα απορρήτου και σε τί επίπεδο θα καταφέρουν να το επιτύχουν.

Η λέξη Metaverse αποτελείται από τα:

- Meta (Ελληνικό πρόθεμα που σημαίνει «μετά» ή «πέρα»)
- Verse (από το «universe» δηλαδή σύμπαν)

Extended, Virtual, Augmented & Mixed Reality

Το Extended Reality (XR) ορίζεται ως μια σειρά από τεχνολογίες, ηλεκτρονικά και ψηφιακά περιβάλλοντα όπου αναπαρίστανται και προβάλλονται δεδομένα. Το XR αποτελείται από την εικονική πραγματικότητα (VR), την επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και την μικτή πραγματικότητα (MR). Σε όλες αυτές τις XR πτυχές, οι άνθρωποι αλληλοεπιδρούν σε ένα ψηφιακό περιβάλλον.

Το VR είναι ένα εντελώς διαφορετικό, ψηφιακό δημιουργημένο, τεχνητό περιβάλλον. Οι χρήστες στο VR κατανοούν ότι βρίσκονται σε ένα διαφορετικό κόσμο αλλά κάνουν πράγματα με τους ίδιους τρόπους όπως θα έκαναν και στο φυσικό περιβάλλον. Με τη βοήθεια εξοπλισμού όπως immersion helmets, VR headsets και omnidirectional treadmills αυτή η εμπειρία ενισχύεται μέσω των τρόπων όρασης, ήχου, αφής, κίνησης και φυσικής αλληλεπίδρασης με εικονικά αντικείμενα.

Το AR υιοθετεί μια διαφορετική προσέγγιση για τους φυσικούς χώρους. Ενσωματώνει ψηφιακές εισόδους, εικονικά στοιχεία στο φυσικό περιβάλλον που φαίνονται από συσκευές όπως έξυπνα τηλεφώνά, tablet, γυαλιά, φακούς επαφής ή άλλες διαφανείς επιφάνειες. Επιπλέον, το AR μπορεί να εφαρμοστεί σε VR ακουστικά με δυνατότητα pass-through mode μέσω ενσωματωμένων αισθητήρων κάμερας. Η μαγνητική τομογραφία, για παράδειγμα, θεωρείται μια προηγμένη AR τεχνολογία με την έννοια ότι το φυσικό περιβάλλον αλληλοεπιδρά με ψηφιακά δεδομένα που προβάλλονται σε πραγματικό χρόνο. Ο σκοπός πίσω από αυτό είναι η μακροπρόθεσμη τεχνολογική εξέλιξη της ιατρικής επιστήμης συνδυάζοντας τις AR και VR τεχνολογίες.

Το Metaverse βασίζεται σε τεχνολογίες που επιτρέπουν πολύ-αισθητηριακές αλληλεπιδράσεις με εικονικά περιβάλλοντα, ψηφιακά αντικείμενα και ανθρώπους. Η πιστότητα του XR ενεργοποιείται από στερεοσκοπικές οθόνες που έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν την αντίληψη του βάθους(perception of depth). Μπορεί να επιτευχθεί με ξεχωριστές και ελαφρώς διαφορετικές οθόνες για κάθε μάτι. Οι οθόνες XR με υψηλές αναλύσεις ενεργοποιούν ένα ευρύ οπτικό πεδίο για τον χρήστη που εκτείνεται από 90 έως 180 μοίρες. Ο τρισδιάστατος χωρικός ήχος επιτρέπει τη δημιουργία ηχητικών τοπίων που ενισχύουν την εμπειρία σε AR και VR και έτσι οι χρήστες μπορούν να προσανατολίζονται και να κατευθυνθούν εκεί που επιθυμούν.

Πέρα από τις παραπάνω παθητικές αισθητηριακές εισόδους, τα συστήματα XR προσφέρουν την δυνατότητα αλληλεπίδρασης μέσω ελεγκτών κίνησης. Αυτές είναι συσκευές εισόδου χειρός(controllers) με grip, buttons, triggers και thumb sticks και με αυτές οι χρήστες μπορούν να αγγίζουν, να αρπάζουν και να χειρίζονται εικονικά αντικείμενα. Σε αυτό το σημείο, η ανάπτυξη full hand tracking θα βελτιώσει στο 100% την εμπειρία του χρήστη όσον αφορά την επαφή, καθώς και η ανάπτυξη προσομοίωσης της όσφρησης.

Επιπροσθέτως, οι χρήστες μπορούν να κινούνται με το σώμα τους στον ψηφιακό χώρο. Η κίνηση αυτή καταγράφεται και μεταφέρεται στον ψηφιακό χώρο είτε με κάμερες είτε με αισθητήρες που παρακολουθούν τις αλλαγές θέσης του χρήστη σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον. Το τελευταίο χρησιμοποιείται σε αυτόνομα, ασύρματα ακουστικά. Τα απλούστερα ακουστικά υποστηρίζουν τρία(3) DoF(degrees of freedom) περιστροφικής κίνησης της κεφαλής, ενώ τα σύγχρονα, ακριβής κατασκευής ακουστικά υποστηρίζουν και τα έξι(6) DoF προσθέτοντας την κίνηση του σώματος κατά μήκος x, y και z αξόνων.

-Σημαντική αναφορά-

Αν και δεν είναι απαραίτητο, τα cryptocurrencies μπορούν να ταιριάζουν στο metaverse για τη δημιουργία ψηφιακής οικονομίας από διαφορετικούς τύπους tokens(NFTs) καθώς και ψηφιακά πορτοφόλια. Υπάρχουν ήδη παιχνίδια VR που βασίζονται σε blockchain και εκεί κάποιος μπορεί να διαχειριστεί το πορτοφόλι crypto του. Τέτοια είναι τα SecondLife και Decentraland στα οποία οι χρήστες έχουν ένα avatar και μπορούν να συναναστρέφονται, να εργάζονται κλπ. Παρέχουν NFT marketplace για αγορά collectibles ή αγορά γης και όλα αυτά δημιουργούν μια crypto-οικονομία.



ΕΙΚΟΝΑ 12 - SECONDLIFE



ΕΙΚΟΝΑ 13 - DECENTRALAND

Ας γυρίσουμε όμως στο metaverse του Facebook-Meta. Ο Zuckerberg αναφέρεται στο metaverse σαν μια τεράστια ευκαιρία για καλλιτέχνες και δημιουργούς οι οποίοι θα μπορούν να δουλεύουν από το σπίτι τους ή για παράδειγμα για εκπαιδευτές και δάσκαλους σε περιοχές που υστερούν στο κομμάτι της διδασκαλίας. Θέλει να καταφέρει να δημιουργήσει ένα μέσο με το οποίο οι άνθρωποι θα μπορούν να συναντιούνται και επικοινωνούν ακόμη και αν βρίσκονται σε διαφορετική χώρα, ήπειρο κλπ.

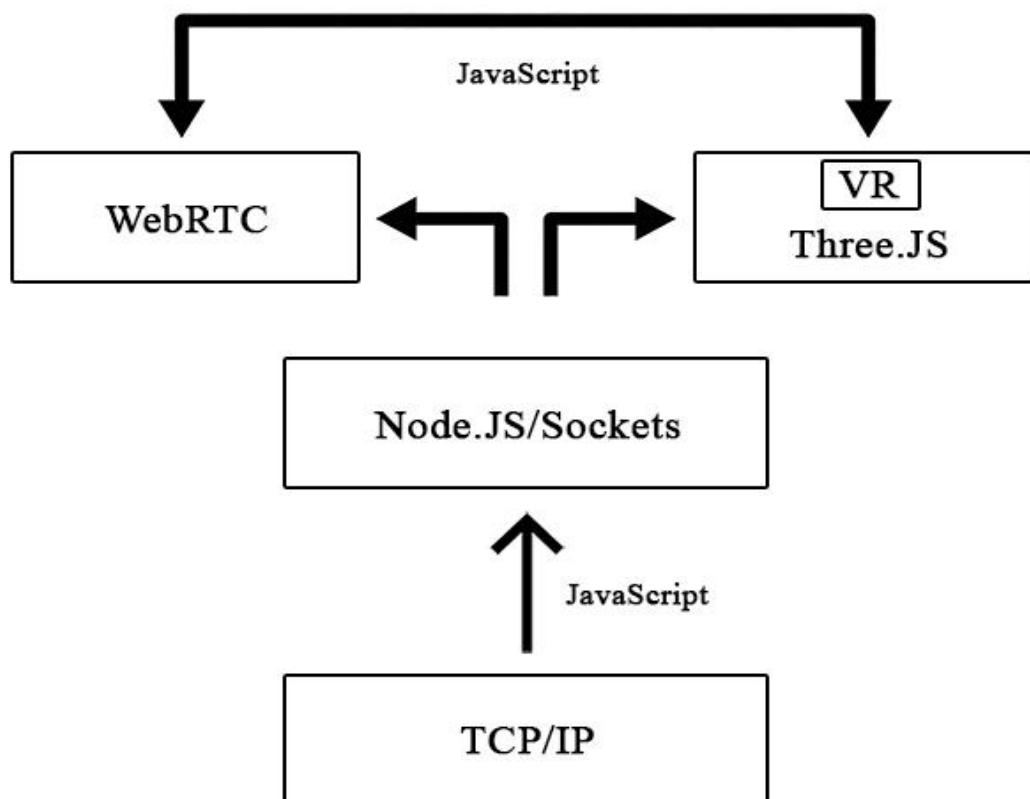
Το metaverse υπάρχει ήδη την σήμερα ημέρα σε μικρότερες μορφές. Τέτοιες είναι για παράδειγμα τα βιντεοπαιχνίδια. Ένα από αυτά είναι το Roblox, μέσω του οποίου οι χρήστες έχοντας avatars συμμετέχουν σε δραστηριότητες και γενικότερα περνούν χρόνο μεταξύ τους.

Πέρα από τα βιντεοπαιχνίδια, υπηρεσίες όπως το Horizon Workrooms δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να παρευρίσκονται σε ένα εικονικό meeting room ως avatars. Για να φαίνεται πιο όσο πιο κοντά στη πραγματικότητα γίνεται, οι φωνές προσαρμόζονται ανάλογα με την απόσταση και οι εκφράσεις των avatars των χρηστών είναι αρκετά ρεαλιστικές. Υπάρχει ακόμη και η δυνατότητα hand tracking για την προσομοίωση της κίνησης των χεριών του χρήστη, αντί για τη χρήση χειριστηρίων που σίγουρα δε θα ήταν τόσο κοντά στην πραγματικότητα σε πολλές κινήσεις. Για πολλούς, θεωρείται μια αξιόλογη αντικατάσταση των βίντεο-κλήσεων και πόσο μάλλον των συναντήσεων-συνεδριάσεων μέσω βίντεο-κλήσης που εν μέσω πανδημίας έγιναν αναγκαιότητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Όσον αφορά το θέμα της ΠΕ ο τρόπος υλοποίησης του μπορεί να γίνει με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους. Σαν στόχο θα πρέπει να έχει κανείς ότι φορώντας το VR headset θα εισέρχεται σε ένα ψηφιακό περιβάλλον όπου θα μπορεί να μετακινείται στον χώρο αυτό, να βλέπει όλους τους συνδεδεμένους χρήστες μέσω της κάμερας, να μιλάει με αυτούς με τη χρήση του μικροφώνου και να μπορεί να στείλει μηνύματα ο ένας στον άλλο. Για να πετύχουμε αυτό το αποτέλεσμα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε και να συνδυάσουμε όλες τις προαναφερθέντες τεχνολογίες, στο κομμάτι του προγραμματισμού. Η παρακάτω εικόνα δείχνει το γενικό σχεδιάγραμμα του συνδυασμού των τεχνολογιών αυτών.



ΕΙΚΟΝΑ 14 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

4.2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

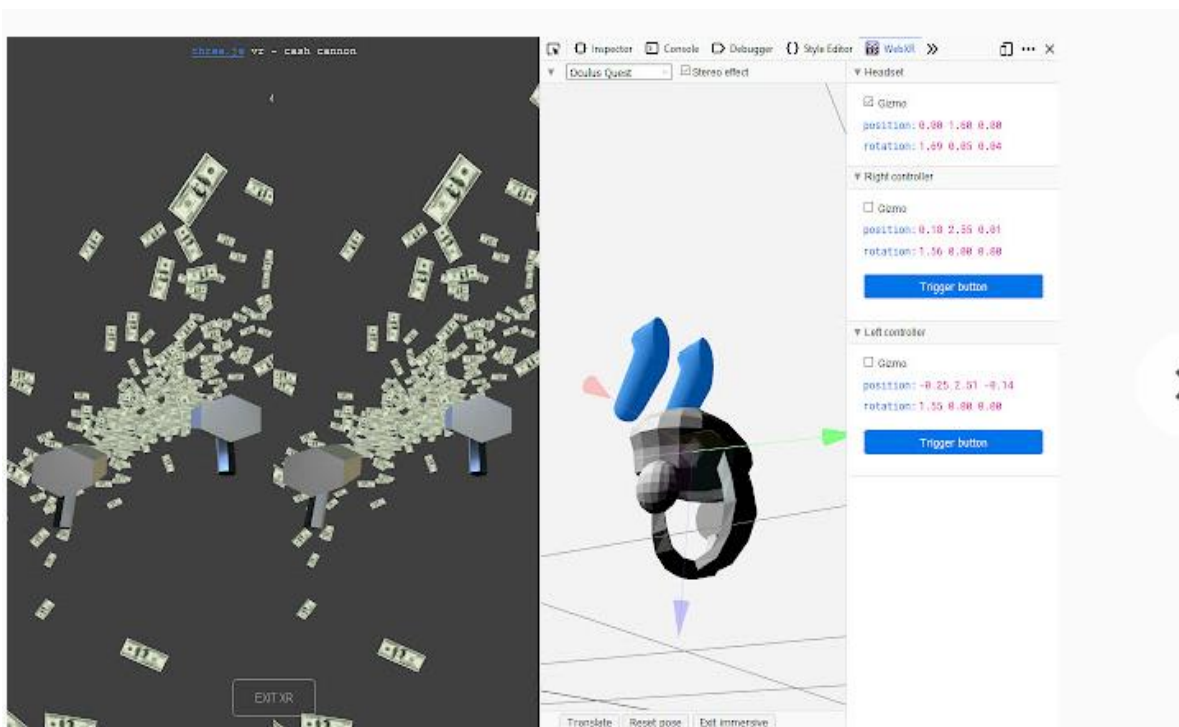
Οι απαιτήσεις του συστήματος, για το στάδιο που βρίσκεται η πτυχιακή εργασία, είναι αρκετά απλές αλλά μπορεί να συμπεράνει κανείς εύκολα ότι:

- Όσους περισσότερους χρήστες επιθυμούμε να έχουμε ταυτόχρονα συνδεδεμένους, τόσο καλύτερο server χρειαζόμαστε.
- Όσο περισσότερα και καλύτερα γραφικά θέλουμε να έχει το περιβάλλον μας ή το μοντέλο-avatar μας, τόσο μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ κάρτας γραφικών χρειαζόμαστε.

4.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας σε πρακτικό κομμάτι, αρχικά χρειαζόμαστε :

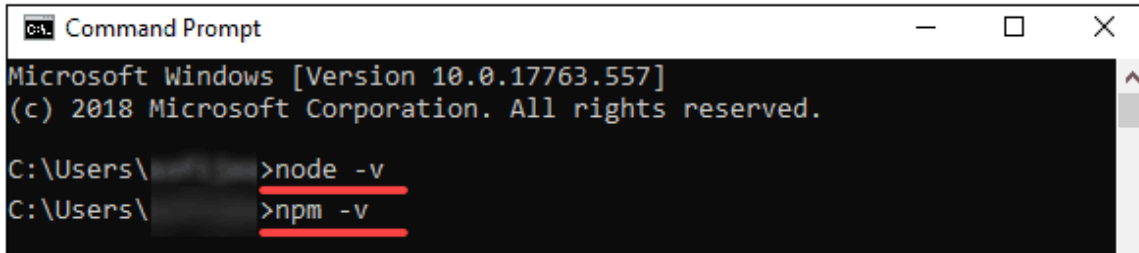
- έναν υπολογιστή, ανεξαρτήτου τεχνικών χαρακτηριστικών, συνδεδεμένο στο internet.
- Στη συνέχεια έναν editor όπως το VS Code ή Sublime Text όπου θα γράψουμε τον κώδικα μας.
- Να κατεβάσουμε από το internet όλες τις βιβλιοθήκες και packages που θα χρειαστούμε(π.χ. node.js, three.js κλπ.)
- Να έχουμε στην κατοχή μας ένα VR headset ή αν δεν είναι εφικτό οι περισσότεροι περιηγητές(browsers) έχουν ένα extension το “WEB XR API EMULATOR” όπου μέσω της επιλογής “inspect” των περιηγητών μπορούμε να χειριζόμαστε τις λειτουργίες του VR σαν να φορούσαμε όντως ένα headset ή/και controllers.



ΕΙΚΟΝΑ 15 - WEB XR API EMULATOR

4.4 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Έχοντας όλα τα παραπάνω έτοιμα μπορούμε να ξεκινήσουμε στην υλοποίηση του πρακτικού μέρους το θέματος της πτυχιακής εργασίας. Οπότε το πρώτο κομμάτι αφορά την εγκατάσταση των βιβλιοθηκών που θα χρησιμοποιήσουμε. Αρχικά θα πρέπει να κατεβάσουμε από το επίσημο site της Node.js το node.js και να το εγκαταστήσουμε στον υπολογιστή μας. Αφού κάνουμε αυτό το βήμα μπορούμε εύκολα μέσα από το terminal μας να ελέγξουμε αν όντως έχει εγκατασταθεί μέσω μιας εντολής:

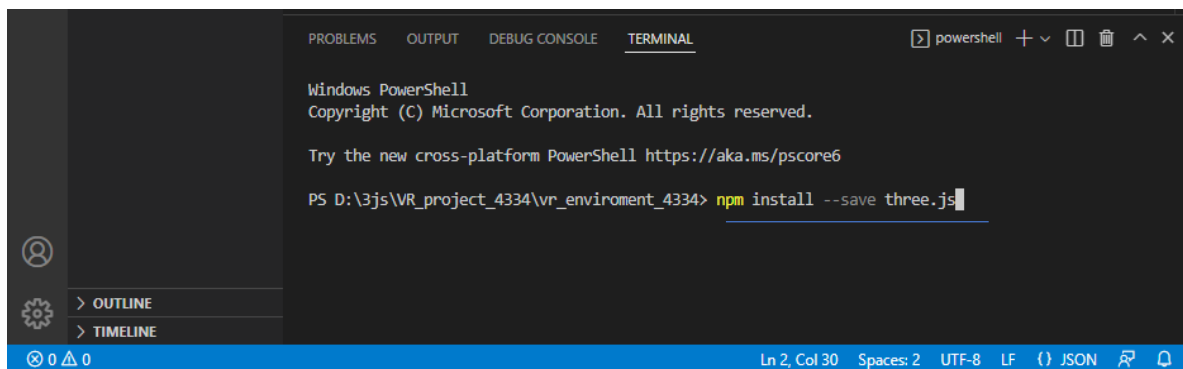


```
Microsoft Windows [Version 10.0.17763.557]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ >node -v
C:\Users\ >npm -v
```

ΕΙΚΟΝΑ 16 - INSTALL NODE.JS

Στο terminal του υπολογιστή μας ή στο terminal του editor μας και μέσα στο φάκελο που θα βρίσκεται το project μας γράφουμε τα εξής:

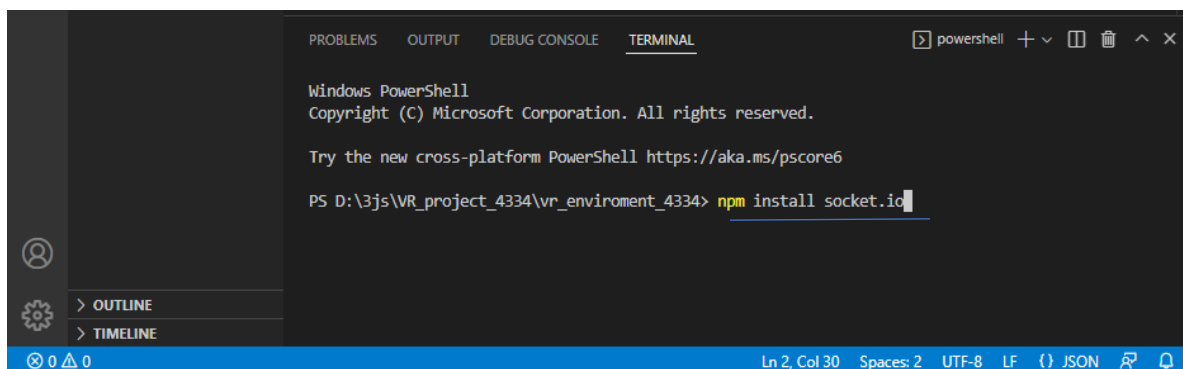


```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Try the new cross-platform PowerShell https://aka.ms/pscore6

PS D:\3js\VR_project_4334\vr_enviroment_4334> npm install --save three.js
```

ΕΙΚΟΝΑ 17 - INSTALL THREE.JS



```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Try the new cross-platform PowerShell https://aka.ms/pscore6

PS D:\3js\VR_project_4334\vr_enviroment_4334> npm install socket.io
```

ΕΙΚΟΝΑ 18 - INSTALL SOCKET.IO

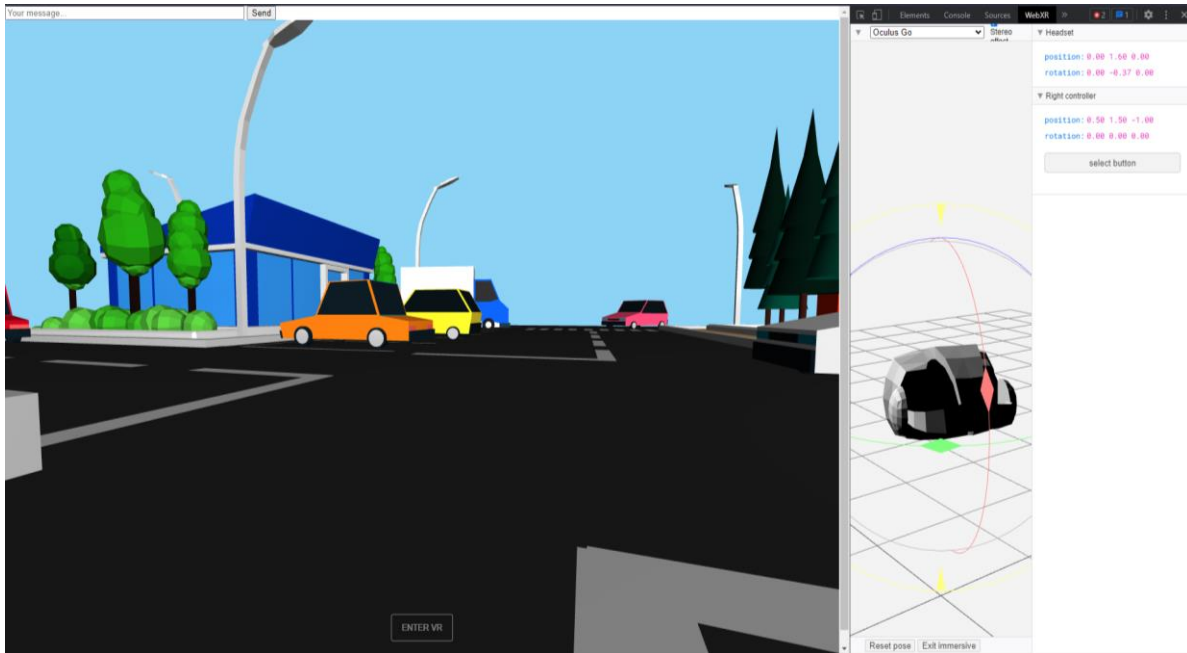
Αφού γίνουν αυτά τα βήματα, μέσα στον φάκελο του project θα πρέπει ανοίγοντας το package.json αρχείο μας να δούμε τα εξής:

```
{ } package.json X
{ } package.json > { } dependencies
1  {
2    "name": "vr_enviroment_4334",
3    "version": "0.0.0",
   ▶ Debug
4    "scripts": {
5      "dev": "vite",
6      "build": "vite build",
7      "serve": "vite preview"
8    },
9    "devDependencies": {
10     "vite": "^2.6.4"
11   },
12   "dependencies": {
13     "ent": "^2.2.0",
14     "nodejs": "^0.0.0",
15     "nodemon": "^2.0.15",
16     "socketio": "^1.0.0",
17     "three": "^0.137.5"
18   }
19 }
20
```

ΕΙΚΟΝΑ 19 - PACKAGE.JSON

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Το αποτέλεσμα της εργασίας επιθυμούμε να είναι της μορφής αυτής. Χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα «W, A, S, D», ή όποια επιλέξουμε και προγραμματίσουμε εμείς, ο κάθε χρήστης μπορεί να κινηθεί στον χώρο, είτε σε VR mode είτε όχι, και με το ποντίκι να κουνάει την κάμερα όταν δεν βρίσκεται στο VR και να συναντήσει άλλα άτομα. Μπορεί να μιλήσει μαζί τους και κατ' εξακολούθηση να τους ακούσει, να τους γράφει μηνύματα και να τους βλέπει μέσω κάμερας.

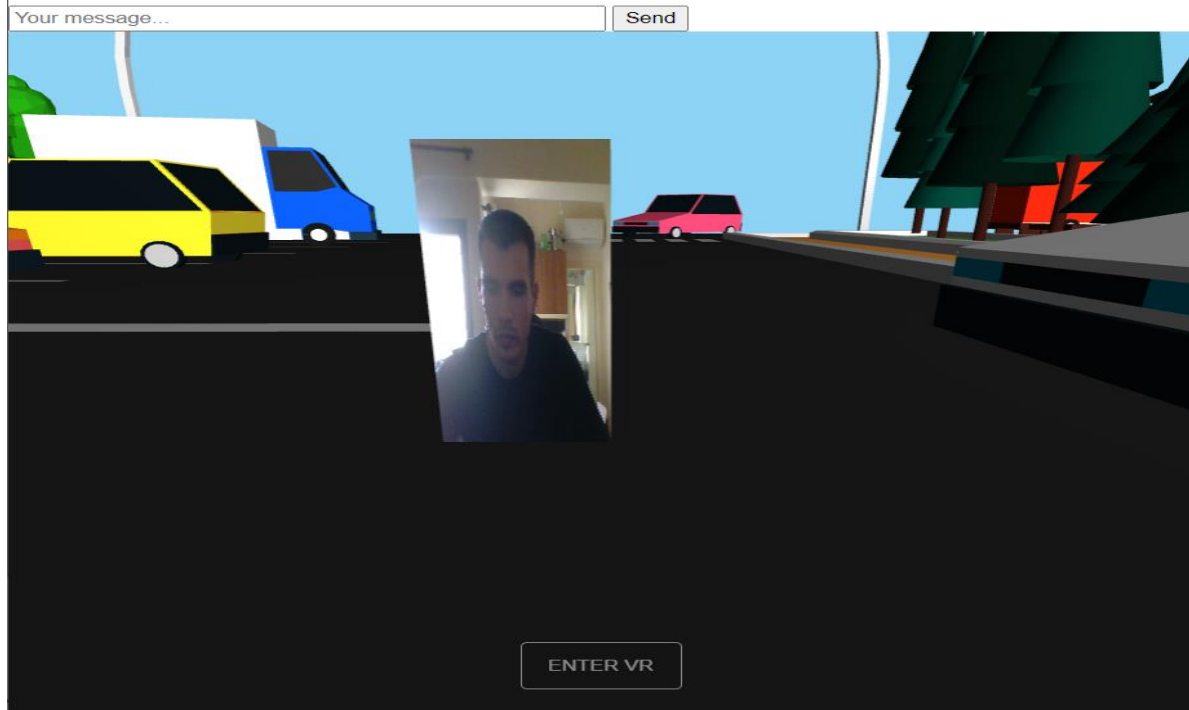


ΕΙΚΟΝΑ 20 - PERSONAL PROJECT ENVIRONMENT (NON-VR)

Μιχάλης Μηλαθιανάκης ΤΠ4334 – Πτυχιακή Εργασία
Ανάπτυξη Επιδεικτικού Περιβάλλοντος Βασισμένο Στις Τεχνολογίες Metaverse

User 2: Good evening!

User 1: Hello

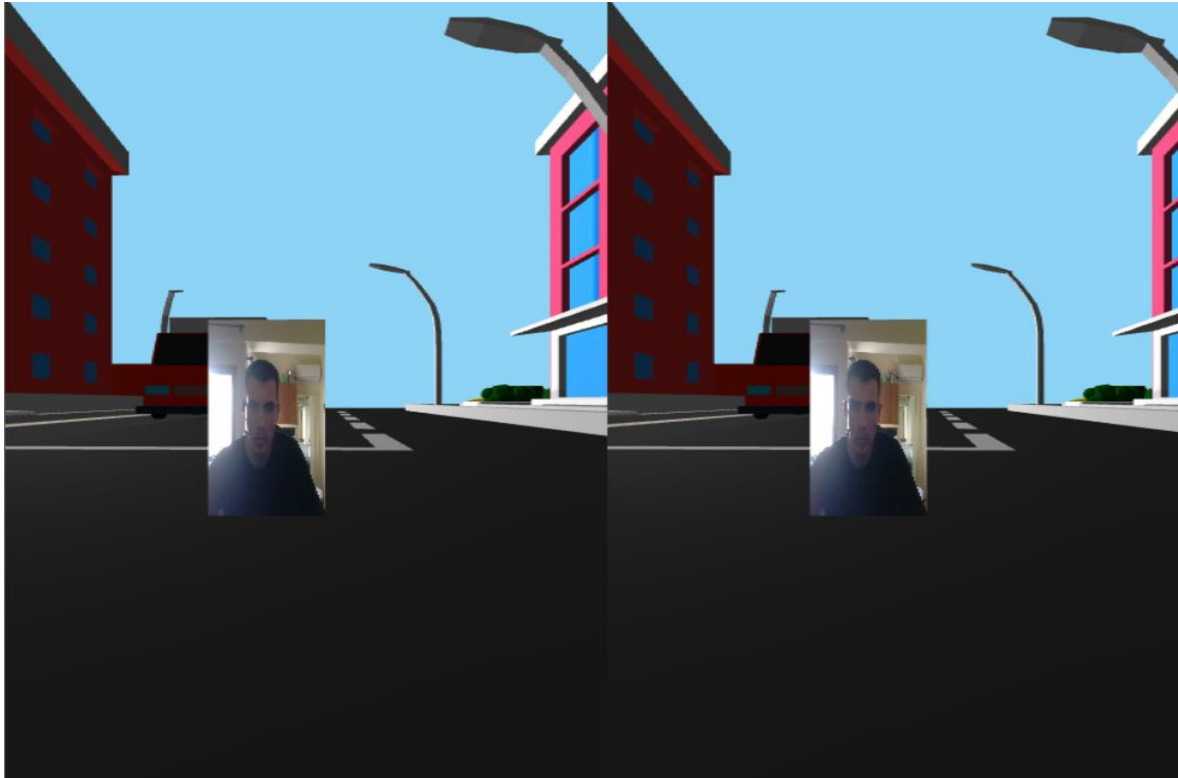


ΕΙΚΟΝΑ 21 - PERSONAL PROJECT ENVIRONMENT WITH CHAT(NON-VR)

Και μπαίνοντας στο VR περιβάλλον(πατώντας το κουμπί “ENTER VR” στην οθόνη μας):



ΕΙΚΟΝΑ 22 - PERSONAL PROJECT ENVIRONMENT (VR)



ΕΙΚΟΝΑ 23 - PERSONAL PROJECT ENVIRONMENT (VR)

Η συγκεκριμένη Π.Ε. μπορεί να ωφελήσει όσα άτομα ενδιαφέρονται για τη τεχνολογία VR και γενικότερα του metaverse και θέλουν να το εξελίξουν ένα βήμα παραπάνω προσθέτοντας περισσότερες λειτουργίες. Προφανώς, η συγκεκριμένη εργασία βρίσκεται σε αρκετά βασικό επίπεδο, αλλά έχουν υλοποιηθεί όλα όσα ζητούσαμε να γίνουν.

5.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ & ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει πιθανές επεκτάσεις και δρόμους που έχει ανοίξει η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία. Τα παρακάτω αποτελούν παραδείγματα για το πώς μπορεί να βελτιωθεί και αναπτυχθεί περισσότερο:

- Να φτιαχτεί ένα καλύτερο UI(user interface).
- Να φτιαχτεί κεντρική σελίδα με login/signup για τους χρήστες.
- Να προστεθούν 3D μοντέλα με αναγνώριση προσώπου.
- Να προστεθούν κινήσεις χεριών (π.χ. grab, touch κλπ.).
- Να προστεθεί collision detection δηλαδή σύγκρουση με συγκεκριμένα αντικείμενα.

Βιβλιογραφία

- Binance. (2021, September 21). *What is the Metaverse?* Ανάκτηση από binance:
https://academy.binance.com/en/articles/what-is-the-metaverse?utm_campaign=googleadsxacademy&utm_source=googleadwords_int&utm_medium=cpchhttps://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=RPNfAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR2&dq=web+rtc&ots=pcSpc5HEe1&sig=9AKzx9rMINIO7aPn0BA
- Cabello, R. (2010, April 24). *threejs.org*. Ανάκτηση από github.com/mrdoob/three.js:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Three.js>
- Dehl, R. L. (2009). *node.js*. Ανάκτηση από nodejs.org: <https://el.wikipedia.org/wiki/Nodejs>
- IETF. (2011). Ανάκτηση από ietf.org: <https://en.wikipedia.org/wiki/WebSocket>
- Insomnia. (χ.χ.). *www.insomnia.gr*. Ανάκτηση από
<https://www.insomnia.gr/articles/various/internet/ti-einai-to-metaverse/>
- Justin Uberti, P. T. (2011). *webrtc.google.com*. Ανάκτηση από webrtc.org:
<https://en.wikipedia.org/wiki/WebRTC>
- Mozilla Foundation. (2011, March 3). *khronos.org/webgl/*. Ανάκτηση από www.khronos.org/webgl/:
<https://el.wikipedia.org/wiki/WebGL>
- Mystakidis, S. (2022, February 10). *Encyclopedia*. Ανάκτηση από <https://www.mdpi.com/2673-8392/2/1/31/htm#B26-encyclopedia-02-00031>
- Parisi, T. (2012, August). *WebGL: Up and Running*. Ανάκτηση από
https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=uYnyaBCIb3IC&oi=fnd&pg=PR2&dq=webgl&ots=Qcz0i9vt7x&sig=K8MJXF5kazYR6Udvxo029ogcazE&redir_esc=y#v=onepage&q=webgl&f=false
- Rai, R. (2013, February). *Socket.IO Real-time Web*. Ανάκτηση από
<https://khoapham.vn/KhoaPhamTraining/nodejs/snippet/Socket-IO-Realtime-Web-App-Development.pdf>
- Rauch, G. (χ.χ.). *socket.io*. Ανάκτηση από github.com/Automattic/socket.io:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Socket.IO>
- Trapezoid, E. 1.-W. (χ.χ.).
https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=RPNfAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR2&dq=webrtc&ots=pcThc9FEi0&sig=12Q5wSjnAFpXay4N_lhAnh8dYbk&redir_esc=y#v=onepage&q=webrtc&f=false.

Πηγές Εικόνων

- Εικόνα 1 WebRTC SIP Trapezoid: https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=RPNfAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR2&dq=webrtc&ots=pcThc9FEi0&sig=12Q5wSjnAFpXay4N_IhAnh8dYbk&redir_esc=y#v=onepage&q=webrtc&f=false
- Εικόνα 2 WebRTC SIP Triangle: https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=RPNfAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR2&dq=webrtc&ots=pcThc9FEi0&sig=12Q5wSjnAFpXay4N_IhAnh8dYbk&redir_esc=y#v=onepage&q=webrtc&f=false
- Εικόνα 3 WebRTC Example : https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=RPNfAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR2&dq=webrtc&ots=pcThc9FEi0&sig=12Q5wSjnAFpXay4N_IhAnh8dYbk&redir_esc=y#v=onepage&q=webrtc&f=false
- Εικόνα 4 Sensorama machine: <https://www.breakinglatest.news/health/the-sensorama-the-virtual-reality-machine-that-was-not-understood/>
- Εικόνα 5 - Sega VR1 motion: <https://www.designnews.com/electronics-test/story-sega-vr-segas-failed-virtual-reality-headset>
- Εικόνα 6 Oculus VR Prototype: <https://www.roadtovr.com/unboxing-video-of-early-oculus-rift-prototype-pr4-revealed/>
- Εικόνα 7 Google Cardboard: <https://www.amazon.com/Google-87002822-01-Official-Cardboard/dp/B01L92Z8D6>
- Εικόνα 8 Google AR glasses: <https://www.cnet.com/tech/computing/why-google-is-a-key-piece-of-the-ar-glasses-race/>
- Εικόνα 9 Hololens: <https://www.theverge.com/2016/8/2/12358554/microsoft-hololens-augmented-reality-opens-developer-sales>
- Εικόνα 10 Pokemon GO: <https://www.pandasecurity.com/en/mediacenter/panda-security/pokemon-go-risks-threats-famous-game-moment/>
- Εικόνα 11 IKEA AR: <https://about.ikea.com/en/newsroom/2020/03/19/ikea-to-launch-new-ar-capabilities-for-ikea-place-on-new-ipad-pro>
- Εικόνα 12 Secondlife: [The Ultimate Distance Learning - The New York Times \(nytimes.com\)](https://www.nytimes.com/2012/09/17/technology/second-life-ultimate-distance-learning.html)
- Εικόνα 13 Decentraland: <https://platablockchain.com/el/plato-data/decentraland-guide-and-review-how-to-play-the-blockchain-game/>
- Εικόνα 15 Web XR API Emulator: <https://chrome.google.com/webstore/detail/webxr-api-emulator/mjddjgeghkdijejncaiefnkjmkafnnje>
- Εικόνα 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23: από τον προσωπικό μου υπολογιστή