



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

ΜΙΧΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

A.M 5837

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	I
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	III
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	1
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	2
1.3 ΛΟΙΠΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VR.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VR	9
2.1 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΚΒΑΘΥΝΣΗΣ	9
2.2 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΗΜΙ-ΕΚΒΑΘΥΝΣΗΣ	10
2.3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ ΠΛΗΡΟΥΣ ΕΚΒΑΘΥΝΣΗΣ.....	11
2.4 ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VR.....	14
3.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	14
3.2 ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΜΙΑΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ HMD	15
3.2.1 ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ.....	16
3.2.2 ΦΑΚΟΙ.....	16

3.2.3 ΟΘΟΝΕΣ	17
3.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΕΦΑΛΗΣ.....	18
3.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	19
3.4.1 ΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	19
3.4.2 ΜΗ-ΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	20
3.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΜΑΤΙΟΥ	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VR.....	23
4.1 ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ	23
4.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ	24
4.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ	24
4.4 ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ	25
4.5 ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΙΝΗΤΩΝ	26
4.6 ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VR.....	26
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	29

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

<i>1G</i>	<i>First Generation</i>
<i>2-D</i>	<i>Two-Dimensional</i>
<i>3-D</i>	<i>Three-Dimensional</i>
<i>AR</i>	<i>Augmented Reality</i>
<i>CPU</i>	<i>Central Processing Unit</i>
<i>CVE</i>	<i>Collaborative Virtual Environment</i>
<i>FOV</i>	<i>Field of View</i>
<i>fps</i>	<i>frames per second</i>
<i>HD</i>	<i>High Definition</i>
<i>HDMI</i>	<i>High Definition Multimedia Interface</i>
<i>HMD</i>	<i>Head-Mounted Display</i>
<i>LCD</i>	<i>Liquid Crystal Display</i>
<i>MIT</i>	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
<i>OLED</i>	<i>Organic Light-Emitting Diode</i>
<i>PTSD</i>	<i>Posttraumatic Stress Disorder</i>
<i>UX</i>	<i>User Experience</i>
<i>VR</i>	<i>Virtual Reality</i>
<i>H/Y</i>	<i>Ηλεκτρονικός Υπολογιστής</i>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τι είναι η Εικονική Πραγματικότητα

Αν επιχειρούσαμε να δώσουμε έναν ορισμό για την Εικονική Πραγματικότητα, τότε θα λέγαμε ότι θεωρούμε ως Εικονική Πραγματικότητα (*Virtual Reality, VR*) είτε μια τρισδιάστατη (*Three-Dimensional, 3-D*) ρεαλιστική εικόνα ή ένα πλήρες τεχνητό περιβάλλον, κατασκευασμένα με συνδυασμό Υλικού (*Hardware*) και Λογισμικού (*Software*), δίνοντας στον χρήστη την εντύπωση ότι βρίσκεται μέσα σε ένα πραγματικό περιβάλλον με το οποίο μπορεί να αλληλεπιδράσει με εντελώς φυσικό τρόπο. Δηλαδή, ο χρήστης ουσιαστικά βλέπει έναν φανταστικό κόσμο, ο οποίος στα μάτια του φαντάζει πραγματικός, προσομοίωση η οποία προέρχεται τεχνολογικά από *Ηλεκτρονικό Υπολογιστή (H/Y)* και μεταφέρεται στον χρήστη μέσω συστημάτων αφής, ακοής και όρασης, συνήθως συνδεδεμένων πάνω στο σώμα του [1].

Η Εικονική Πραγματικότητα δίνει την δυνατότητα σε οποιονδήποτε χρήστη να ζήσει εικονικά οποιαδήποτε συναρπαστική εμπειρία πραγματικής ζωής επιθυμεί. Ο ουσιαστικός στόχος της είναι να πείσει τον χρήστη ότι η εμπειρία που βιώνει είναι αληθινή και να τον ωθήσει να απορρίψει την ιδέα ότι βρίσκεται σε ένα ψεύτικο τεχνητό περιβάλλον. Όσον αφορά τα τεχνητά περιβάλλοντα, ποικίλουν ανάλογα με τις απαιτήσεις. Αν οι απαιτήσεις ενός χρήστη είναι να ζήσει εικονικά μια καθημερινή εμπειρία, τότε η κατασκευή μιας εικονικής πλουσιοπάροχης οικίας μάλλον θα τον αφήσει πλήρως ικανοποιημένο. Για τους χρήστες που αναζητούν να ζήσουν πρωτόγνωρες εμπειρίες, τότε το περιβάλλον θα μπορούσε να είναι πχ ένα αγωνιστικό βιντεοπαιχνίδι (*racing videogame*) με οχήματα από την *Formula1*. Μάλιστα, η τεχνολογία VR καλύπτει ακόμα και προσομοιώσεις για περιβάλλοντα που καταρρίπτουν τους νόμους της Φυσικής, όπως για παράδειγμα δια-γαλαξιακά ταξίδια σε ξένους πλανήτες χωρίς την ύπαρξη βαρύτητας [1].



Εικόνα 1: Διαστημικό περιβάλλον προσομοίωσης VR μέσω αφής και όρασης [2].

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Για να φτάσουμε σε σημείο να έχουμε την δυνατότητα να ζήσουμε εμπειρίες που παλαιότερα βλέπαμε μόνο σε ταινίες βγαλμένες από σενάρια επιστημονικής φαντασίας, έπρεπε από κάπου να γίνει η αρχή. Για να δούμε λοιπόν πότε μπήκαν τα θεμέλια και οι βάσεις για να φτάσει η Εικονική Πραγματικότητα στην εξελιγμένη μορφή που γνωρίζουμε σήμερα, θα πρέπει να πάμε ένα ταξίδι περίπου 100 χρόνια πίσω – στο 1920 [3].

Βρισκόμαστε στη δεκαετία του 1920, δεκαετία στην οποία παρατηρήθηκε μια συντονισμένη προσπάθεια των ερευνητών για την κατασκευή εξελιγμένων συσκευών προσομοίωσης. Σημαντικότερο ορόσημο της δεκαετίας αυτής ήταν η ανάπτυξη του πρώτου προσομοιωτή πτήσης (*flight simulator*) το 1929 από τον Edwin Link, προσομοιωτής ο οποίος ονομάστηκε *Link Trainer* και βρήκε κατά κόρον εφαρμογή κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου όταν χρησιμοποιήθηκε για την εικονική εκπαίδευση 500.000 αεροπόρων [3]!



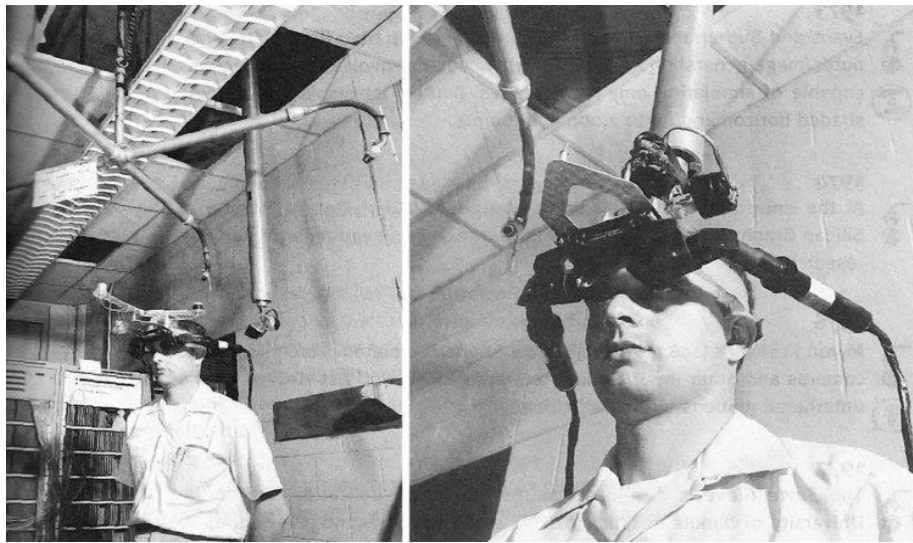
Εικόνα 2: *Link Trainer* διατηρημένο σε μουσείο του Καναδά [4].

Από τη δεκαετία του 1950 και έπειτα, έχουμε τις πρώτες προσπάθειες ανάπτυξης γυαλιών Εικονικής Πραγματικότητας (*VR goggles*), με την τότε ονομασία τους να ορίζεται ως οθόνες τοποθετημένες σε κεφαλή (*Head-mounted Display, HMD*). Το 1962 λοιπόν, ο Morton Heilig θα λανσάρει ένα πρωτότυπο μηχανής εικονικής πραγματικότητας με την ονομασία *Sensorama*, που βασίστηκε στο όραμα που για καιρό είχε για μια καινοτόμα εμπειρία κινηματογραφικών ταινιών που θα ενσωμάτωνε όραση, ήχο, οσμή και αφή. Η μηχανή αυτή, απόρροια της πρώιμης μορφής της, προσέφερε την δυνατότητα παρακολούθησης ενός συνόλου μόλις πέντε ταινιών [3].



Εικόνα 3: Η μηχανή *Sensorama* για προβολή ταινιών [5].

Το 1968, κατασκευάζεται και επίσημα η πρώτη συσκευή *HMD*, η οποία προσέφερε δυνατότητες αντίληψης κίνησης και συνδεσιμότητας με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Κατασκευαστές της πρωτοποριακής αυτής συσκευής ήταν ο Ivan Sutherland σε συνεργασία με τον μαθητή του Bob Sproull. Καθώς ήταν η πρώτη προσπάθεια κατασκευής *HMD*, η συσκευή ήταν αρκετά πρωτόγονη τόσο στην εμφάνισή της, όσο και στην διεπιφάνειά της, με αποτέλεσμα το υπερβολικό βάρος της συσκευής να αναγκάσει τους κατασκευαστές της να την στηρίξουν στο ταβάνι για επιπλέον προστασία, γεγονός που συνέβαλλε στην τελική ονομασία της συσκευής ως *Το σπαθί του Δαμοκλή* [3].



Εικόνα 4: Το *σπαθί του Δαμοκλή* σε χρήση [3].

Δέκα χρόνια μετά (δηλαδή το 1978), έχουμε τις πρώτες προσπάθειες κατασκευής ολόκληρων εικονικών περιοχών, με μια ομάδα του *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* να κατασκευάζει ένα σύστημα πλοήγησης για την πόλη του Aspen στο Colorado. Το πρόγραμμα ονομάστηκε *Aspen MovieMap* και ταξίδευε με προσομοίωση τους χρήστες εντός της πόλης του Aspen, δίνοντας τους επιλογές περιήγησης στην αναφορικά με αν ήθελαν Καλοκαίρι, Χειμώνα ή αναπαράσταση με 3-D πολύγωνα [3].

Στην ιστορική αναδρομή μας, έως ώρας έχουμε εξετάσει μοντέλα VR που δεν ήταν διαθέσιμα για το ευρύ καταναλωτικό κοινό. Οι πρώτες συσκευές VR ευρέως διαθέσιμες για τους καταναλωτές ήρθαν στο φως τη δεκαετία του 1990, όπου όπως θα δούμε παρακάτω, εταιρίες κολοσσοί στον τομέα των βίντεο-παιχνιδιών έρχονται στο φως. Πιο συγκεκριμένα, το 1991, η SEGA θα πρωτοπορήσει παρουσιάζοντας το *SEGA VR Headset*, ένα πρωτότυπο HMD που ενσωμάτωνε *Οθόνη Υγρού Κρυστάλλου (Liquid Crystal Display, LCD)*, στερεοφωνικά ακουστικά, αλλά και αισθητήρες αδράνειας για παρακολούθηση της κεφαλής του χρήστη. Τέσσερα χρόνια μετά, την σκυτάλη ανάπτυξης συσκευών VR παίρνει ένας άλλος εταιρικός κολοσσός, η *Nintendo*, η οποία με την σειρά της θα μείνει στη ιστορία ως η πρώτη εταιρία που κατασκεύασε φορητή κονσόλα βίντεο-παιχνιδιών, ικανή να παρουσιάσει αληθινά 3-D γραφικά! Το *Virtual Boy* – όπως ονομάστηκε – της *Nintendo* εξελίχθηκε παραδόξως σε μια αποτυχία, καθώς οι χρήστες ανέφεραν ότι η θέση που κάθονταν για να παίξουν ήταν αρκετά άβολη, ενώ σημαντικό ρόλο έπαιξαν τόσο η απουσία λογισμικού όσο και δίχρωμη οθόνη (κόκκινο και μαύρο χρώμα) [3].



Εικόνα 5: Ένα πρωτότυπο του *Sega VR Headset* [3].

Από το 2000 και έπειτα, παρατηρούμε την τεχνολογία *VR* να αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς και την εφαρμογή πολλών καινοτόμων ιδεών και βελτιώσεων. Ερχόμαστε στο 2007, με την *Google* να παρουσιάζει το *Street View*, μια υπηρεσία εικονικοποίησης ενός συνόλου γεωγραφικών περιοχών που επεκτεινόταν σε ολόκληρη τον πλανήτη, ενώ τρία χρόνια μετέπειτα, εισήγαγαν την επιλογή για 3-D στερεοσκοπική απεικόνιση των περιοχών σε 360° μοίρες. Την ίδια χρονιά, ο Palmer Luckey θα φέρει στο φως μια αρκετά εξελιγμένη *HMD* συσκευή που έφερε το όνομα *Oculus Rift* και η οποία υποστήριζε ένα πρωτόγνωρο οπτικό πεδίο 90° μοιρών για την εποχή εκείνη, αποτελώντας αναμφισβήτητα το νέο σημαντικό ορόσημο στις *HMD* συσκευές [3].



Εικόνα 6: Ένα από τα αυτοκίνητα της *Google* με κάμερα για λήψη φωτογραφιών που θα μπουν στο *StreetView*[3].

Το 2014 παρατηρείται μια έξαρση συσκευών τεχνολογίας *VR*, με εταιρίες όπως η *Sony* και η *Valve* να λανσάρουν στα πρωτότυπά τους στο ευρύ καταναλωτικό κοινό. Αντίστοιχα, η *Google* επέλεξε να ακολουθήσει μια τελείως διαφορετική στρατηγική, παρουσιάζοντας το *Google Cardboard*, μια συσκευή 3-D απεικόνισης για συσκευές τηλεφωνίας κατασκευασμένη μονάχα με χαρτόνι και θεωρείται ως η πιο φθηνή και απλή λύση για εμπειρίες Εικονικής Πραγματικότητας. Ένα χρόνο μετέπειτα, η *Valve* σε συνεργασία με την *HTC* θα ανακοινώσουν ένα σύστημα εικονικής παρακολούθησης γεωγραφικού χώρου μέσω της αλληλεπίδρασης με χειριστήρια και *HMD*'s. Η συσκευή αυτή ονομάστηκε *HTC Vive* και αναμφίβολα η τελική εμπειρία που προσέφερε αποτελεί έως σήμερα το τελευταίο σημαντικό ορόσημο της *VR* τεχνολογίας [3].

1.3 Λοιπές εφαρμογές της τεχνολογίας VR

Έως ώρας, έχουμε δει μια μεγάλη πληθώρα εφαρμογών για την τεχνολογία VR, ξεκινώντας από ενσωμάτωση στην στρατιωτική εκπαίδευση και φτάνοντας μέχρι και στα σημερινά σύγχρονα βιντεοπαιχνίδια. Εκτός όμως των πλαισίων που αναφέραμε, η τεχνολογία VR μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε πολλά άλλα σενάρια πραγματικού κόσμου και να ωφελήσει ένα αρκετά μεγαλύτερο φάσμα χρηστών.

Για παράδειγμα, η Εικονική Πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρέως στην Ιατρική εκπαίδευση, όπου οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να εξετάσουν την ανατομία των εξεταζόμενων οργανισμών με την βοήθεια 3-D συσκευών. Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμη και από την Αστυνομία στα πλαίσια Ανακατασκευής Σκηνών Εγκλήματος (*Crime Scene Reconstruction*) μέσω της ψηφιακής εικονικοποίησης της περιοχής του εγκλήματος. Πρωτοστάτης της ιδέας αυτής ήταν ο Lars Ebert, υπάλληλος της Δικαστικής Ιατρικής στην Ελβετία, ο οποίος συνειδητοποίησε ότι η ανά-δημιουργία μιας σκηνής εγκλήματος σε 3-D, με την τεχνολογική υποστήριξη για υπολογισμό τροχιάς της σφαίρας, θα ήταν επαναστατική για την συλλογή αποδεικτικών στοιχείων, ικανή να επιβάλλει τον νόμο με δίκαιο τρόπο στα δικαστήρια [6].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VR

Η κατηγοριοποίηση των διαφόρων τύπων τεχνολογίας VR γίνεται με βάση το επίπεδο της εκβάθυνσης του χρήστη στον ψηφιακό κόσμο και διακρίνονται σε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες.

2.1 Προσομοιώσεις Μηδενικής Εκβάθυνσης

Οι προσομοιώσεις μηδενικής εκβάθυνσης (*non-immersive simulations*) αποτελούν το κατώτερο – και κατά μια έννοια φτωχότερο – επίπεδο Εικονικής Πραγματικότητας. Στο επίπεδο αυτό, συνήθως διεγείρονται αισθήσεις όπως η ακοή, η όραση και η αφή, ενώ ο χρήστης μπορεί με ευκολία να αντιληφθεί και συγχρόνως να αποδεχτεί τον εξωτερικό κόσμο ως τον πραγματικό του κόσμο. Οι προσομοιώσεις τέτοιου τύπου φαντάζουν ως η ιδανική λύση για προσωπική ή/και οικιακή χρήση, καθώς δεν απαιτούν εξεζητημένο ή ακριβό εξοπλισμό. Αντιθέτως, απαιτούν μονάχα την ύπαρξη μιας οθόνης Η/Υ υψηλής ευκρίνειας (*High Definition, HD*) και σε συνδυασμό με αλληλοεπιδρώμενα αντικείμενα, όπως πχ ένα χειριστήριο, οι χρήστες βρίσκονται σε θέση να γευτούν ένα μικρό κομμάτι του κλάδου που ασχολείται με την τεχνολογία VR [1] [7].



Εικόνα 7: Προσομοίωση μηδενικής εκβάθυνσης [1].

2.2 Προσομοιώσεις Ημι-Εκβάθυνσης

Οι προσομοιώσεις ημι-εκβάθυνσης (*semi immersive simulations*) προσφέρουν μια πιο πραγματική εμπειρία ενός εικονικού κόσμου και αποτελούν την γέφυρα μεταξύ προσομοιώσεων μηδενικής εκβάθυνσης και προσομοιώσεων πλήρους εκβάθυνσης [4].

Το καταλληλότερο παράδειγμα τέτοιας προσομοίωσης είναι μια προσομοίωση πτήσης που χρησιμοποιείται κατά κόρον στην εκπαίδευση πιλότων. Οι προσομοιώσεις αυτές τείνουν να χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς υπολογιστές αρκετά υψηλών αποδόσεων σε συνδυασμό με μια ή πολλαπλές οθόνες υψηλής ευκρίνειας. Η υπολογιστική δύναμη είναι σε θέση παράγει γραφικά υψηλής ευκρίνειας, δίνοντας στον χρήστη μια πραγματικά αληθινή εμπειρία ενός εικονικού περιβάλλοντος. Σε αυτό το επίπεδο εκβάθυνσης, οι χρήστες αρχίζουν να πιστεύουν σιγά-σιγά ότι η εμπειρία που ζουν είναι πραγματική και αντιδρούν φυσιολογικά [4].



Εικόνα 8: Προσομοίωση ημι-εκβάθυνσης [1].

2.3 Προσομοιώσεις Πλήρους Εκβάθυνσης

Οι προσομοιώσεις πλήρους εκβάθυνσης (*full immersive simulations*) θεωρούνται ως η αληθοφανέστερη - και ταυτόχρονα πιο εξελιγμένη - εμπειρία Εικονικής Πραγματικότητας. Υλικό και Λογισμικό είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους, δίνοντας στον χρήστη μια πλήρως ρεαλιστική εμπειρία που διεγείρει όλες τις αισθήσεις του [1].

Τέτοιου είδους προσομοιώσεις χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό από συσκευές *HMD* και συσκευές ανίχνευσης κίνησης, αυξάνοντας κατά πολύ το διαθέσιμο οπτικό πεδίο (*Field of View, FOV*). Οι οθόνες θέασης παρέχουν ικανοποιητικά υψηλά επίπεδα ανάλυσης και αντιθέσεων, πείθοντας τον χρήστη ότι ο κόσμος στον οποίο περιφέρεται είναι πραγματικός. Η επίτευξη της πλήρους εκβάθυνσης επιτυγχάνεται με την προβολή πολλαπλών εικόνων (συνήθως δύο ή τριών) με σύμπτυξη, πολύ κοντά στο ανθρώπινο μάτι, με αποτέλεσμα ο χρήστης να βλέπει ένα τελικό αποτέλεσμα μιας και μόνο εικόνας [1] [7].



Εικόνα 9: Προσομοίωση πλήρους εκβάθυνσης [1].

2.4 Συνεργατικό Εικονικό Περιβάλλον

Το Συνεργατικό Εικονικό Περιβάλλον (*Collaborative Virtual Environment, CVE*) είναι η λιγότερη γνωστή μορφή VR προσομοίωσης, καθώς άρχισε να εξελίσσεται ραγδαία μόλις τα τελευταία χρόνια. Υποστηρίζει την σύνδεση πολλαπλών συνδεδεμένων χρηστών από απόσταση σε ένα ενιαίο περιβάλλον 3-D προσομοίωσης, σε αντίθεση με ότι ξέραμε έως σήμερα όπου ο κάθε χρήστης βίωνε την Εικονική Πραγματικότητα σε προσωπικό μονάχα επίπεδο. Βρίσκει εφαρμογή κυρίως σε κατανεμημένες προσομοιώσεις και σε 3-D βίντεο-παιχνίδια πολλαπλών παικτών (*Multiplayer Video-games*). Επιπρόσθετα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και για την συνεργατική ανάπτυξη λογισμικού [7] [8].

Αποτελεί αναμφισβήτητα την εξέλιξη των τεχνολογιών VR, καθώς δίνει την δυνατότητα στους απομακρυσμένα συνδεδεμένους χρήστες να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους σε ένα ενιαίο κατανεμημένο περιβάλλον. Υπάρχουν δυο διαφορετικοί τύποι CVE, το πλήρες CVE και η Ενισχυμένη Πραγματικότητα (*Augmented Reality, AR*). Η τεχνολογία AR, σε αντίθεση με την πλήρη CVE, αποτελεί μια συνένωση τόσο του εικονικού, όσο και του πραγματικού κόσμου. Σε κάθε περίπτωση όμως, αναμένεται να μας απασχολήσει σημαντικά τα επόμενα χρόνια, μιας και όπως αναφέραμε παραπάνω, αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς [9].

Στην παρακάτω εικόνα, παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για ένα διαδικτυακό παιχνίδι πολλαπλών χρηστών που ονομάζεται *VRChat*. Το παιχνίδι αυτό δίνει την επιλογή στους απομακρυσμένους παίκτες του να παίζουν με οποιαδήποτε *HMD* συσκευή διαθέτουν και να επεξεργαστούν πλήρως τους χαρακτήρες τους [10].



Εικόνα 10: Ένα στιγμιότυπο του παιχνιδιού *VRChat* [10].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ VR

Μια εύλογη ερώτηση σε αυτό το σημείο θα ήταν πως φτάσαμε στο σημείο να έχουμε τόσο εξελιγμένες συσκευές εικονικοποίησης πραγματικότητας. Πως καταφέραμε να ξεκινήσουμε πριν από έναν αιώνα να μελετάμε συσκευές Εικονικής Πραγματικότητας για προσωπική χρήση και σήμερα μπορούμε να παίζουμε διαδικτυακά με παίκτες από όλο τον κόσμο, με τον καθένα μας να είναι εξοπλισμένος τη δική του συσκευή;

Για να απαντήσουμε σε τέτοια ερωτήματα, θα πρέπει αρχικά να εξετάσουμε έναν τομέα της Εικονικής Πραγματικότητας που έως ώρας δεν έχουμε αναφερθεί καθόλου. Ο τομέας αυτός δεν είναι άλλος από την λειτουργικότητα των συσκευών αυτών. Στα κεφάλαιο αυτό λοιπόν, θα εξετάσουμε ενδελεχώς το πώς λειτουργεί μια συσκευή που προσομοιώνει ένα πραγματικό φυσικό περιβάλλον και το προβάλλει ως 3-D εικονικό περιβάλλον. Μάλιστα, τις περισσότερες φορές πρέπει να κοιτάξουμε πολύ-πολύ προσεκτικά για να πειστούμε ότι όντως δεν βρισκόμαστε στο περιβάλλον που βλέπουμε μπροστά στα μάτια μας, αλλά (βρισκόμαστε) εντός μιας προσομοίωσης ελεγχόμενης από υπολογιστές ή κονσόλες.

3.1 Γενικές Βασικές Λειτουργίες

Το πρώτο αντικείμενο που θα μας απασχολήσει είναι το πώς μεταφέρονται τα δεδομένα στον χρήστη. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, οι εικόνες ή και τα βίντεο μεταφέρονται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (ορισμένες φορές και από κονσόλες, π.χ *Playstation 4*) στην συσκευή *HMD*. Συνήθως, για την μεταφορά των δεδομένων σε συσκευές, όπως το *HTC Vive* ή το *Oculus Rift*, χρησιμοποιείται καλώδιο *High Definition Multimedia Interface (HDMI)*, ενώ σε περίπτωση που αναφερόμαστε σε συσκευές που χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο ως είσοδο δεδομένων, όπως πχ το *Google Cardboard*, το καλώδιο *HDMI* δεν βρίσκει εφαρμογή [11].

Εφόσον η πληροφορία φτάσει στην συσκευή *HMD*, τότε οι συσκευές έχουν δυο διαφορετικούς τρόπους χειρισμού των δεδομένων. Από την μια μεριά, ορισμένες συσκευές χρησιμοποιούν δυο διαφορετικά σήματα πληροφορίας, τα οποία τα τροφοδοτούν ως ένα ενιαίο σήμα στην συσκευή του χρήστη. Εναλλακτικά, άλλες συσκευές παρέχουν, για το κάθε μάτι της συσκευής, δυο οθόνες LCD. Οι γυάλινοι φακοί (*lenses*) που βρίσκονται ανάμεσα στα μάτια του χρήστη και στα εικονοστοιχεία (*pixels*) παρέχουν την δυνατότητα προσαρμογής της απόστασης από το ανθρώπινο μάτι, κάνοντας την συσκευή πιο επεκτάσιμη και χρήσιμη για το ευρύτερο καταναλωτικό κοινό. Για να καταφέρουν οι φακοί αυτοί να δημιουργήσουν μια 3-D εικόνα, τροποποιούν την εστίαση των δυο οθονών στην συσκευή, όπως ακριβώς λειτουργούν και τα ανθρώπινα μάτια [11].

Το τελευταίο – αλλά εξίσου σημαντικό – τμήμα της βασικής λειτουργίας της Εικονικής Πραγματικότητας είναι τα καρέ ανά δευτερόλεπτο (*frames per second, fps*). Η μετρική αυτή εκφράζει την συχνότητα με την οποία εμφανίζονται διαδοχικά καρέ (δηλαδή εικόνες) σε μια οθόνη και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της συχνότητας, τόσο πιο αληθινή και ζωντανή εμπειρία βιώνει ο χρήστης. Κατά συνέπεια, οι εταιρίες παραγωγής συσκευών Εικονικής Πραγματικότητας επιδιώκουν να έχουν αρκετά υψηλά *fps* – 60 *fps* κατ' ελάχιστο – στις συσκευές που κατασκευάζουν, ώστε οι χρήστες να ξεχάσουν τα περί υπολογιστών και συσκευών αλληλεπίδρασης και να συμπεριφερθούν όπως θα συμπεριφέρονταν και στην κανονική ζωή [11] [12].

3.2 Το εσωτερικό μιας συσκευής HMD

Αν είχαμε την δυνατότητα να δούμε τα τεχνολογικά μέλη τα οποία συνθέτουν μια συσκευή HMD, τότε θα παρατηρούσαμε ένα σύνολο από αισθητήρες, οθόνες, φακούς αλλά και άλλα λοιπά εξαρτήματα. Τα εξαρτήματα αυτά θα τα αναφέρουμε (ξανά) και θα τα αναλύσουμε διεξοδικά στις παρακάτω παραγράφους.

3.2.1 Αισθητήρες

Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι αισθητήρων σε μια συσκευή *HMD*, τα *μαγνητόμετρα*, τα *επιταχυνσιόμετρα* και τα *γυροσκόπια* [1].

- Το *μαγνητόμετρο* (*magnetometer*) προσομοιώνει την λειτουργία μιας ψηφιακής πυξίδας για την *HMD* συσκευή, ενημερώνοντάς την για την κατεύθυνση προς την οποία κοιτάζει ο χρήστης μετρώντας τα μαγνητικά πεδία, όπως ακριβώς και μια κανονική πυξίδα.
- Το *επιταχυνσιόμετρο* (*accelerometer*) ενημερώνει σχετικά τον κατακόρυφο προσανατολισμό της συσκευής και για να επιτευχθεί η μέτρηση αυτή, απαιτείται μια πληθώρα συνεργαζόμενων επιταχυνσιόμετρων.
- Το *γυροσκόπιο* (*gyroscope*) είναι τοποθετημένο εντός της συσκευής για τον ακριβή υπολογισμό ή και την αλλαγή του προσανατολισμού της [1].

3.2.2 Φακοί

Πριν ξεκινήσουμε την αναφορά μας στους φακούς, στο σημείο αυτό θα θυμίσουμε ότι με τον όρο φακός (*lense*) μιας συσκευής *HMD* αναφερόμαστε στο γυάλινο φακό τοποθετημένο ανάμεσα στο ανθρώπινο μάτι και τα pixels της οθόνης προβολής της συσκευής. Ο σκοπός ύπαρξής τους είναι ένας, να προσομοιώσουν την συμπεριφορά των ανθρώπινων ματιών, τα οποία συνδυάζουν 2 διαφορετικές εικόνες σε μια ενιαία *3-D* εικόνα. Για να το καταφέρουν αυτό, αναδιαμορφώνουν την δισδιάστατη (*Two-Dimensional, 2-D*) εικόνα που υπάρχει σε κάθε μάτι του χρήστη ξεχωριστά. Ως αποτέλεσμα, ο χρήστης αντικρίζει μια στερεοσκοπική εικόνα πεδίου που τον πείθει όσον αφορά το βάθος των τριών διαστάσεων [1].

3.2.3 Οθόνες

Οι οθόνες λειτουργούν ακριβώς όπως θα περίμενε ο καθένας μας, προβάλλουν τα δεδομένα εικόνας που λαμβάνουν ως είσοδο. Η τροφοδοσία εικόνας μπορεί να προέρχεται από υπολογιστή, κονσόλα ή τηλέφωνο και προβάλλεται στον χρήστη μέσω των φακών της συσκευής. Για την μεταφορά της εικόνας, απαιτείται συνήθως καλώδιο *HDMI* όταν έχουμε να κάνουμε με ηλεκτρονικό υπολογιστή ή κονσόλα, ενώ αν η πηγή μας είναι ένα κινητό τηλέφωνο, τότε η ίδια η συσκευή παρέχει τις πληροφορίες προς την *HMD* συσκευή [1].

Στην πλειοψηφία των συσκευών *HMD*, χρησιμοποιούνται *LCD* οθόνες, ενώ παράλληλα ραγδαία ανάπτυξη και εφαρμογή έχουν και οι *Organic Light-Emitting Diode (OLED)* οθόνες. Σε αντίθεση με τις *LCD* οθόνες οι οποίες απαιτούν ανεξάρτητο συνεχές οπίσθιο φωτισμό στα κρύσταλλα τους, τα οποία με την σειρά τους δημιουργούν τα *pixels* στην, οι οθόνες *OLED* δεν χρειάζονται οπίσθιο φωτισμό. Οι οργανικοί δίοδοι που τις συνθέτουν είναι ικανοί να παράξουν από μόνοι τους το δικό τους φως, εφόσον προφανώς υπάρχει τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος στην συσκευή. Η χρησιμοποίηση *OLED* οθόνης έχει τα εξής οφέλη [13]:

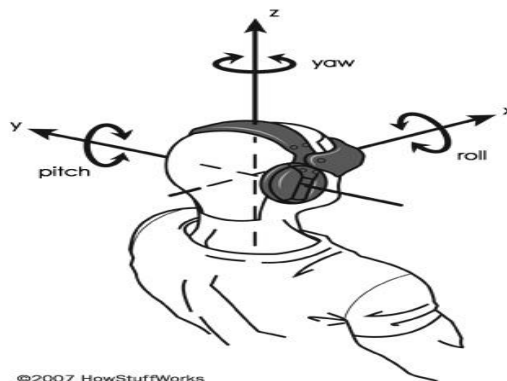
1. Επιτρέπει την κατασκευή πιο λεπτών κατασκευών - όπως μιας τηλεόρασης ή ενός κινητού - λόγω της απουσίας της ανάγκης για οπίσθιο φωτισμό.
2. Αυξάνει την διάρκεια ζωής της μπαταρίας (σε συσκευές που τροφοδοτούνται από μπαταρία), ξανά λόγω της απουσίας της ανάγκης για οπίσθιο φωτισμό.
3. Προσφέρει καλύτερη αντίθεση οθόνης, καθώς μπορεί να δείξει πλήρες μαύρο απλά απενεργοποιώντας τα απαιτούμενα *pixel*, ενώ στις *LCD* οθόνες ο οπίσθιος φωτισμός είναι συνεχώς ενεργός [13].

Οι *OLED* οθόνες, παρόλο που όπως θα έπρεπε να αναμένει κανείς, είναι ακόμα αρκετά ακριβές σε τιμή, χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο σε καθημερινές συσκευές και με σταθερά βήματα, αναμένεται σε λίγα χρόνια να αντικαταστήσουν πλήρως τις *LCD* οθόνες [13].

3.3 Λειτουργία Παρακολούθησης Κεφαλής

Η Λειτουργία Παρακολούθησης Κεφαλής (*Head Tracking*) αποτελείται από τις μεθόδους οι οποίες υπολογίζουν την αλλαγή του οπτικού πεδίου του χρήστη όταν η οπτική του αλλάζει προσανατολισμό προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Χρησιμοποιεί τους ήδη υπάρχοντες αισθητήρες που υπάρχουν στην πλειοψηφία των *HMD* συσκευών. Η καθυστέρηση (*lag*) στην αλλαγή προσανατολισμού οφείλει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη γίνεται, ώστε ο χρήστης να βλέπει απόλυτο συγχρονισμό μεταξύ των αλλαγών του περιβάλλοντος και των αλλαγών στην οπτική του θέαση. Ως ανώτερο προς αποφυγή όριο απόκρισης έχουν τεθεί τα 50 *milliseconds (ms)*. Προφανώς, καθυστερήσεις άνω των 50 ms μεταξύ περιβαλλοντικών αλλαγών και οπτικών αλλαγών μπορεί να αποβούν μοιραίες στην προσπάθεια ο χρήστης να βιώσει την εμπειρία της πλήρους εκβάθυνσης [1].

Η λειτουργία αυτή είναι βασισμένη πάνω σε ένα σύστημα που ονομάζεται Έξι Βαθμοί Ελευθερίας (*Six Degrees of Freedom, 6DoF*). Το *6DoF* είναι υπεύθυνο για να αντιστοιχίσει και να συνδέσει τις κινήσεις στον πραγματικό χώρο της κεφαλής (άξονες *x, y* και *z*) με τις κινήσεις εντός της προσομοίωσης. Οι διαθέσιμοι προσανατολισμοί στην προσομοίωση είναι τρεις: πάνω-κάτω (*pitch*), πλάι-πλάι (*yaw*) και ώμο-ώμο (*roll*). Έπειτα, το σύστημα δρομολογεί μια επικοινωνία με την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (*Central Processing Unit, CPU*) του Η/Υ, ενημερώνοντάς την για τον τρέχον προσανατολισμό του χρήστη. Ο *CPU* με την σειρά του λαμβάνει τον προσανατολισμό και επιστρέφει στην *HMD* οθόνη του χρήστη τις κατάλληλες διαμορφωμένες εικόνες [1] [14].



Εικόνα 11: Αντιστοίχιση Πραγματικών Αξόνων με Άξονες Προσομοίωσης [14].

3.4 Λειτουργία Παρακολούθησης Κίνησης

Η Λειτουργία Παρακολούθησης Κίνησης (*Motion Tracking*) ανιχνεύει τις ανθρώπινες κινήσεις μέσω αισθητήρων στον ανθρώπινο σώμα και οι αλληλεπιδράσεις τους τροφοδοτούν το λειτουργικό σύστημα του Η/Υ με ψηφιακά δεδομένα που αναπαριστούν τις εκάστοτε ανθρώπινες φυσικές κινήσεις. Αποτελεί για πολλούς μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές της Εικονικής Πραγματικότητας, καθώς έχει καθοριστική συμβολή στη πλήρη εκβάθυνση του χρήστη στο εικονικό περιβάλλον. Υπάρχουν δύο διαφορετικές κατηγορίες για παρακολούθηση κίνησης, η οπτική και η μη-οπτική παρακολούθηση [15].

3.4.1 Οπτική Παρακολούθηση Κίνησης

Όταν χρησιμοποιείται τεχνολογία *Οπτικής Παρακολούθησης Κίνησης*, για την παρακολούθηση και καταγραφή των μετρικών του χρήστη είναι υπεύθυνη μια οποιαδήποτε συσκευή προβολής. Πιο συγκεκριμένα, η παρακολούθηση κίνησης ξεκινάει με την τοποθέτηση σημαδιών (*markers*) υψηλής ανάκλασης στα σημαντικότερα μέρη του ανθρώπινου σώματος ή σε ορισμένες περιπτώσεις, στις συσκευές *HMD* και στα χειριστήρια. Οι φυσικές κινήσεις σώματος του χρήστη παρακολουθούνται και αναλύονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να γίνει αντιστοίχιση και κατ' επέκταση χαρτογράφηση σε 3-D πεδίο [15].

Η συσκευή *Kinect* της *Microsoft* αποτελεί το καλύτερο παράδειγμα συσκευής Οπτικής Παρακολούθησης Κίνησης, συμβατή με τις κονσόλες *Xbox 360/One* και με Η/Υ με λειτουργικό σύστημα *Windows*. Η συσκευή αυτή δεν απαιτεί ο χρήστης να είναι εξοπλισμένος με *markers*. Αντίθετα, το *Kinect* είναι βασισμένο πάνω σε έναν συνδυασμό από έξυπνους αλγορίθμους και κάμερες υψηλής ακρίβειας. Για να γίνει καταγραφή της κίνησης του χρήστη, η συσκευή χρειάζεται απλά και μόνο να εντοπίσει τον χρήστη, εφόσον βρίσκεται σε μια λογική απόσταση. Το μειονέκτημα όμως της μη χρησιμοποίησης διακριτών *markers* δεν είναι άλλο από την ποιότητα των μετρήσεων, οι οποίες σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να συγκριθούν από άποψη ακρίβειας με τις μετρήσεις στις οποίες υπάρχουν πραγματικοί *markers* στους χρήστες [15].

3.4.2 Μη-Οπτική Παρακολούθηση Κίνησης

Σύμφωνα με την *Μη-Οπτική Παρακολούθηση Κίνησης*, έχουμε ένα πλήθος αισθητήρων που εμπεριέχονται είτε στην *HMD* συσκευή, είτε στα χειριστήρια αλληλεπίδρασης. Οι αισθητήρες – όπως έχουμε ήδη αναφέρει σε παραπάνω εδάφιο – είναι τριών ειδών [15]:

- Μαγνητόμετρα, για τον καθορισμό του προσανατολισμού σε μαγνητικό πεδίο
- Επιταχυνσιόμετρο, για τον καθορισμό της κίνησης στον 3-D χώρο
- Γυροσκόπιο, για τον καθορισμό της περιστροφής 360° μοιρών [15].

Το ευρύτερο φάσμα των συσκευών Μη-Οπτικής Παρακολούθησης Κίνησης που βασίζονται σε τέτοιους αισθητήρες παρέχουν αρκετά καλές αποκρίσεις και ακρίβειες, αλλά και χαμηλά επίπεδα καθυστερήσεων. Οι συσκευές αυτές, στην εξέλιξη της τεχνολογίας την Εικονική Πραγματικότητα, μίκρυναν πολύ σε μέγεθος και ταυτόχρονα μειώθηκε κατά πολύ οι τιμή τους, με σκοπό να παροτρυνθεί η μέση καταναλωτική ομάδα τεχνολογίας και να γίνουν πιο προσιτές ως λύσεις καθημερινότητας. Παραδείγματα τέτοιων συσκευών είναι το *Playstation Move*, το *Oculus VR* και το *Steam VR* [15].



Εικόνα 12: Παρακολούθηση Κίνησης με αισθητήρες χειρός και συσκευή *HMD* [1].

3.5 Λειτουργία Παρακολούθησης Ματιού

Η *Λειτουργία Παρακολούθησης Ματιού (Eye Tracking)* είναι μια λειτουργία η οποία έχει αναπτυχθεί μόλις τα τελευταία χρόνια στον τομέα της Εικονικής Πραγματικότητας. Βρίσκει εφαρμογή στις συσκευές *HMD* και ανιχνεύει την κατεύθυνση εστίασης του ανθρώπινου ματιού. Κατ' επέκταση, είναι σε θέση να δώσει έμφαση και ακρίβεια στα δεδομένα που αντιστοιχίζονται στην περιοχή εστίασης του ματιού και να προσφέρει πρωτόγνωρες εμπειρίες Εικονικής Πραγματικότητας ικανές να πείσουν ακόμα και τον πιο δυσκολόπιστο χρήστη ότι βιώνει μια πλήρως πραγματική εμπειρία και να ξεχάσει ότι βρίσκεται εντός μιας προκατασκευασμένης προσομοίωσης [16].

Μέχρι πρότινος, γνωρίζαμε ότι τεχνολογικά, για να ενημερώσουμε σχετικά με την πρόθεσή μας να εστιάσουμε σε κάποιο αντικείμενο, θα έπρεπε είτε να αλληλεπιδράσουμε με κάποια οθόνη αφής, είτε να χειριζόμαστε κάποιο ποντίκι αν ήταν Η/Υ ή χειριστήριο αν ήταν κονσόλα. Η νεοσύστατη αυτή τεχνολογία θα καταφέρει να καταρρίψει τα όσα ξέραμε έως σήμερα, βγάζοντας τον ενδιάμεσο μεσάζοντα μεταξύ ανθρώπινης πρόθεσης και υπολογιστικής εκτέλεσης. Μάλιστα, θα τροφοδοτεί τον πάροχο της συσκευής με πολύ περισσότερες πληροφορίες και στατιστικά από ότι οι άλλες τεχνολογίες. Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιούνται σε στατιστικές αναλύσεις, με απώτερο σκοπό την βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη (*User Experience, UX*) [16].

Η πρώτη *HMD* συσκευή με πλήρη υποστήριξη παρακολούθησης ματιού ήρθε μόλις στο 2016, κάτω από το όνομα *FOVE* από την ομώνυμη κατασκευάστρια εταιρία *FOVE*, με έδρα στην Ιαπωνία. Μέσα σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα, εταιρίες κολλοσοί όπως η *Google*, η *Apple* και το *Facebook* έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στις τεχνολογίες *VR* με υποστήριξη παρακολούθησης ματιού, βασιζόμενες στα βήματα της *FOVE*. Το μόνο σίγουρο είναι ότι η τεχνολογία αυτή θα μας απασχολήσει σίγουρα στο μέλλον [16].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VR

Έχουμε παρουσιάσει ήδη από το Κεφάλαιο 1 ένα σύνολο εφαρμογών που καλύπτει η Εικονική Πραγματικότητα. Μιλήσαμε για στρατιωτικές εκπαιδεύσεις, οικιακή χρήση, gaming, γεωγραφικές προσομοιώσεις έως και ανακατασκευές σκηνών εγκλήματος. Στις εφαρμογές αυτές (που αναλύθηκαν ήδη) δεν θα αναφερθούμε ξανά. Στο Κεφάλαιο 4 λοιπόν, θα επιχειρήσουμε να εξετάσουμε ένα ευρύτερο φάσμα εφαρμογών και θα κάνουμε μια πρόβλεψη για το τι μας επιφυλάσσει το προσεχές μέλλον στον τομέα αυτό.

4.1 Εργασιακός Τομέας

Η έλευση της τεχνολογίας VR στην καθημερινή εργασία μας θα προσφέρει μια πληθώρα πλεονεκτημάτων και θα κάνει την ζωή μας ευκολότερη. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τους εργαζομένους, θα είναι πιο παραγωγικοί όταν θα διαχειρίζονται πολλαπλές εικονικές οθόνες στις οποίες θα κατανέμουν τις διαφορετικές εργασίες τους, παρά όταν εργάζονται μόνο σε μια. Οι υπάλληλοι τέτοιων εταιριών θα είναι σαφώς πιο προετοιμασμένοι ενάντια σε φυσικές καταστροφές, μέσω προσομοιώσεων που οι εταιρίες θα οφείλουν να διεξάγουν σε τακτά χρονικά διαστήματα [17].

Από την πλευρά των εταιριών, δεν θα υπάρχει πια ανάγκη ούτε για εταιρικές συναντήσεις, ούτε για τεράστια γραφεία, αφού η Εικονική Πραγματικότητα μπορεί να τα προσφέρει μέσω απομακρυσμένων συνδέσεων χωρίς κανένα επιπλέον κόστος για την εκάστοτε εταιρία που χρησιμοποιεί την τεχνολογία αυτή. Η διεξαγωγή συνεντεύξεων θα βελτιωθεί κατακόρυφα, καθώς οι υπεύθυνοι προσλήψεων θα έχουν την δυνατότητα να υποβάλλουν τους υποψήφιους υπαλλήλους σε δοκιμαστικές δοκιμές Εικονικής Πραγματικότητας και να συντάξουν μια σαφέστερη αξιολόγηση. Επιπρόσθετα, οι διευθυντές τέτοιων εταιριών δεν θα χρειάζεται πια να ανησυχούν για την ασφάλεια του περιβάλλοντος εργασίας των υπαλλήλων, καθώς τα εικονικά περιβάλλοντα θα είναι πλήρως ασφαλή και αβλαβή [17].

4.2 Ερευνητικός Τομέας

Ο Ερευνητικός τομέας αποτελεί άλλον έναν τομέα ο οποίος θα επωφεληθεί ευρέως από την τεχνολογία *VR*. Οι επιστήμονες που θα κάνουν χρήση της τεχνολογίας *VR* θα έχουν το πλεονέκτημα διεξαγωγής δοκιμαστικών μηδενικού κόστους εντός ενός εικονικού περιβάλλοντος, γεγονός που μετέπειτα θα συμβάλλει στην συλλογή μεγαλύτερου και αντικειμενικότερου φάσματος δεδομένων και πληροφοριών. Τα πειράματα θα παρέχουν πλήρη ασφάλεια στους επιστήμονες, καθώς ο νέος χώρος εργασίας τους θα είναι αβλαβής και δεν θα υπάρχει ο φόβος κάποιας χημικής αντίδρασης ή λοιπών κινδύνων που θα μπορούσαν να βάλουν σε κίνδυνο τη ζωή αυτών και των υπολοίπων επιστημόνων [17].

Οι επιστήμονες που χρησιμοποιούν τέτοιες τεχνολογίες θα είναι σε θέση να διεξάγουν πειράματα πάνω σε εικονικά ανθρώπινα σώματα, κάτι που έως και σήμερα δεν επιτρεπόταν για λόγους ηθικής και σωματικής ασφάλειας. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα προσομοίωσης και εμβάθυνσης σε εικονικά περιβάλλοντα, τα οποία στον κανονικό κόσμο είναι είτε απαγορευμένα, είτε επικίνδυνα, είτε απρόσιτα. Τέλος, οι δυνατότητες εικονικοποίησης ατομικών στοιχείων και η ελεύθερη επεξεργασία τους εντός του εικονικού περιβάλλοντος θα αυξήσει τις διαθέσιμες δραστηριότητες και θα προσφέρει περισσότερη γνώση σε πεδία που ακόμη και σήμερα γνωρίζουμε πολύ λίγες πληροφορίες [17].

4.3 Βιομηχανικός Τομέας

Άλλος ένας τομέας ο οποίος αναμφίβολα θα δει ριζικές αλλαγές με την εφαρμογή της τεχνολογίας *VR* είναι ο Βιομηχανικός τομέας. Εργαζόμενοι σε πλήρως καταναμημένα συνεργατικά *VR* περιβάλλοντα, κατασκευαστές από διαφορετικά εργοστάσια θα μπορούν να συνεργάζονται μαζί με απομακρυσμένες συνδέσεις, αναπτύσσοντας τα μοντέλα και τα προϊόντα από κοινού. Οι φυσικές εγκαταστάσεις ανάπτυξης υλικών αγαθών θα αντικατασταθούν από πλήρως εικονικά ασφαλή προς το χρήστη περιβάλλοντα, στα οποία αναμένεται να παρουσιάσουν σαφείς βελτιώσεις στις αποδόσεις και στην παραγωγικότητά τους [17].

Όσον αφορά στο σχεδιαστικό μέρος, οι κατασκευαστικές εταιρίες θα γλυτώνουν ένα πολύ μεγάλο ποσό των εξόδων τους το οποίο διέθεταν για επιδείξεις και *marketing*, αφού όλα πια θα γίνονται μέσω Εικονικής Πραγματικότητας. Ακόμα και ο τομέας των δοκιμών και αξιολογήσεων θα υποστεί αλλαγές (προς το καλύτερο), καθώς θα υπάρχει η δυνατότητα διεξαγωγής πιο αναλυτικών (και σαφέστερα οικονομικότερων) δοκιμαστικών για τα προϊόντα, επιστρέφοντας πίσω περισσότερες πληροφορίες στατιστικών στους κατασκευαστές [17].

4.4 Φαρμακευτικός Τομέας

Στο Φαρμακευτικό τομέα, οι επερχόμενες αλλαγές αναμένεται να αποτελέσουν σημείο αναφοράς για την εποχή στην οποία θα εφαρμοστούν. Οι χειρουργοί του μέλλοντος, θα έχουν την δυνατότητα να εξασκούνται σε εικονικές εγχειρίσεις που θα τους προσφέρουν καλύτερη εκπαίδευση και προετοιμασία για τις κανονικές συνθήκες στην πραγματικότητα. Θα τους δίνεται η δυνατότητα να χειρίζονται ιατρικά υλικά τελευταίας τεχνολογίας με τα οποία θα εξοικειωθούν και θα μπορούν μετέπειτα να τα χρησιμοποιούν με ευκολία [17].

Τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής τεχνολογιών VR στην Ιατρική δεν σταματούν εκεί. Πολλοί γιατροί οι οποίοι βρίσκονται για τον οποιοδήποτε λόγο αντιμέτωποι με φοβίες ή ακόμα και με Διαταραχή Μετατραυματικού Στρες (*Posttraumatic Stress Disorder, PTSD*) θα μπορέσουν μέσω της εικονικής πραγματικότητας να αντιμετωπίσουν τους ενδοιασμούς τους άφοβα, μέσα σε ένα ακίνδυνο για αυτούς εικονικό περιβάλλον. Δυνατότητες 3-D προσομοίωσης του εξεταζόμενου ασθενούς θα βελτιώσει τις πιθανότητες σωστής διάγνωσης της ασθένειας χωρίς ο ασθενής να καταπονείται περαιτέρω από τις ιατρικές μελέτες και διαδικασίες διάγνωσης [17].

4.5 Τομέας Ακινήτων

Στον τομέα των Ακινήτων, την παράσταση στην ενσωμάτωση των εφαρμογών VR κλέβει η δυνατότητα προσομοίωσης και εκβάθυνσης σε μη-τελειωμένα κανονικά περιβάλλοντα. Απαντάει στις αιώνιες ερωτήσεις που έχει κάθε άνθρωπος που θέλει να φτιάξει το δικό του σπίτι, όπως πχ [17]:

- Πως θα είναι το σπίτι εσωτερικά;
- Πως θα φαίνονται τα χρώματα από έξω;
- Πως θα φαινόταν αν αλλάζαμε ένα συγκεκριμένο χρώμα;
- Πως θα ήταν καλύτερο να διατάξουμε τα οικιακά σκεύη;

Σε τέτοιες αλλά και σε πολλές άλλες ερωτήσεις που για χρόνια βασάνιζαν τον οποιοδήποτε έρχεται να δώσει απάντηση η Εικονική Πραγματικότητα, η οποία προφανώς δεν σταματάει εκεί. Δίνει την ευκαιρία στους κατασκευαστές να διεξάγουν αναλυτικές μετρήσεις και να συντάξουν αναφορές έχοντας διαθέσιμες πολύ περισσότερες πληροφορίες για το έργο. Οι επιθεωρητές έργου δεν θα χρειάζεται πια να βρίσκονται εντός του κατασκευαστικού έργου, θα μπορούν απομακρυσμένα να διεξάγουν τις απαραίτητες ογκομετρικές εξετάσεις και να καταλήγουν συνεπώς σε συμπεράσματα εξ' αποστάσεως [17].

4.6 Το μέλλον της τεχνολογίας VR

Θα ήταν παράλειψη αν δεν αναφέραμε το σημαντικότερο μειονέκτημα της τεχνολογίας VR, τον καταναλωτή! Όντως, το μόνο σημαντικό εμπόδιο που έως και σήμερα, η Εικονική Πραγματικότητα δεν έχει καταφέρει να ξεπεράσει είναι να κερδίσει την εμπιστοσύνη του καταναλωτή. Παρά το γεγονός ότι οι εταιρίες-κολλοσοί ανάπτυξης τέτοιων τεχνολογιών ξοδεύουν αμύθητα ποσά ετησίως σε όλο και πιο βελτιωμένες και ανεπτυγμένες μορφές Εικονικής Πραγματικότητας, τα χαμηλά νούμερα των πωλήσεων μαρτυρούν ένα και μόνο πράγμα, ότι οι καθημερινοί χρήστες τεχνολογίας δεν έχουν πειστεί πλήρως [18].

Χωρίς δεύτερη σκέψη, η πρώτη απόρροια του φαινομένου αυτού που μας έρχεται στο μυαλό είναι οι υψηλές τιμές. Πράγματι, το ερώτημα σχετικά με την ζήτηση τέτοιων προϊόντων προκαλεί σε όλους τους άμεσα εμπλεκόμενους - από το Διοικητικό Συμβούλιο (ΔΣ) έως και τον τελευταίο προγραμματιστή ή αναλυτή μιας εταιρίας - έντονη ανησυχία σχετικά με το μέλλον της Εικονικής Πραγματικότητας και τους ωθεί να αναθεωρήσουν τις προβλέψεις που είχαν κάνει [18].

Ταυτόχρονα, παρατηρείται το φαινόμενο πολλοί χρήστες να βιώνουν εμπειρίες που τους προκαλούν ζαλάδες, μόλις μετά από λίγη ώρα χρήσης των συσκευών VR. Ο οποιοσδήποτε θα απογοητευόταν, αν δεχόταν να πληρώσει ένα αξιοσέβαστο ποσό στην σημερινή εποχή για μια συσκευή - ή και πολλές φορές μαζί με χειριστήρια αλληλεπίδρασης - για να καταλήξει εν τέλει να αντιμετωπίζει προβλήματα υγείας. Σε συνδυασμό μάλιστα με το γεγονός ότι η τεχνολογία VR θεωρείται ακόμα και σήμερα ότι βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και κατά συνέπεια δεν μπορεί να αποδώσει ακόμη τα αναμενόμενα, απωθεί την πλειοψηφία του καταναλωτικού κοινού να πάρει το μεγάλο ρίσκο προς το μέλλον. Μάλλον θα χρειαστεί να αναμένουμε λίγα χρόνια ακόμα μέχρι η πρωτοποριακή τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας να κερδίσει την εμπιστοσύνη μας και μπει στην καθημερινότητά μας...

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://www.realitytechnologies.com/virtual-reality>
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality
- [3] Ossic, "*The History of Virtual Reality*", Αύγουστος 2017.
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Link_Trainer
- [5] <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensorama>
- [6] Angelica Valentine, "*5 Practical Uses for Virtual Reality*", Απρίλιος 2017.
- [7] Kapil Chopra, "*What are examples of non-immersive, semi-immersive, and immersive virtual reality systems?*", Ιανουάριος 2018.
- [8] https://en.wikipedia.org/wiki/Collaborative_virtual_environment
- [9] <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-environments/collaborative.html>
- [10] Cale Hunt, "*Beginner's Guide to VRChat*", Ιανουάριος 2018.
- [11] Sophie Charara, "*Explained: How does VR actually work?*", Δεκέμβριος 2017.
- [12] https://en.wikipedia.org/wiki/Frame_rate
- [13] Sean Keach, "*What is OLED? A complete guide to the iPhone X's new screen*", Σεπτέμβριος 2017.
- [14] Jonathan Strickland, "*How Virtual Reality Gear Works*", Απρίλιος 2018.
- [15] <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-gear/motion-tracking/>
- [16] Lucas Rizzotto, "*Why Eye Tracking is a huge deal for VR/AR*", Αύγουστος 2017.
- [17] Marcelo E. Miranda, "*The Big List of Virtual Reality Applications for the Enterprise*", Φεβρουάριος 2017.
- [18] Ian Sherr, "*VR promised us the future. Too bad we are stuck in the present*", Οκτώριος 2017.