



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Ανάπτυξη και αξιολόγηση τριών μεθόδων επικοινωνίας  
του αξιολογητή με τον εμπυθισμένο χρήστη σε περιβάλλον  
εικονικής πραγματικότητας**

**Γιώργος Δ. Γκάνιας**

**Επιβλέποντες: Γιάννης Ιωαννίδης, Καθηγητής, Ακριβή Κατηφόρη, Χρήστος  
Λουγιάκης**

**ΑΘΗΝΑ**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

Ανάπτυξη και αξιολόγηση τριών μεθόδων επικοινωνίας του αξιολογητή με τον  
εμβυθισμένο χρήστη σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας.  
πτυχιακής εργασίας

**Γεώργιος Δ. Γκάνιας**

**A.M.: 1115201500028**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:** Γιάννης Ιωαννίδης, Καθηγητής, Ακριβή Κατηφόρη, Χρήστος  
Λουγιάκης

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ένας σημαντικός παράγοντας στην διεξαγωγή έρευνας και αξιολόγησης που περιλαμβάνει χρήστες, είναι το πώς αυτή επηρεάζεται με την παρουσία του ερευνητή, είτε καθώς τους παρατηρεί ενώ εκτελούν την εργασία που τους έχει ανατεθεί, είτε ενώ κάνει ερωτήσεις κατά της διάρκειας της φάσης της συνέντευξης. Επιπλέον, στην περίπτωση ενός εμβυθιστικού συστήματος εικονικής πραγματικότητας (VR), η αλληλεπίδραση του ερευνητή με έναν χρήστη, μπορεί να οδηγήσει σε "διασπάσεις στην αίσθηση της παρουσίας" (Breaks in Presence - BIPs), εάν συμβαίνουν εναλλαγές μεταξύ πραγματικού και εικονικού κόσμου ή εάν υπάρχει λεκτική επικοινωνία ανάμεσα στους δύο αυτούς κόσμους. Παλαιότερες έρευνες έχουν, επίσης, δείξει πως το να διατηρείται η εμπύθιση ενώ οι χρήστες εναλλάσσονται από την διεξαγωγή της εργασίας τους στο να συμπληρώνουν ερωτηματολόγια, είναι πιο αποτελεσματικό από την αφαίρεση του εξοπλισμού ώστε η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου να γίνεται στον πραγματικό κόσμο. Σε αυτή την εργασία στόχος είναι η αξιολόγηση διαφορετικών τρόπων επικοινωνίας με τον εμβυθισμένο χρήστη, λαμβάνοντας υπόψη τον πιθανό "φόβο αξιολόγησης" (evaluation apprehension) που μπορεί να προκύψει από την ύπαρξη του ερευνητή στο ίδιο εικονικό περιβάλλον με τον χρήστη και μειώνοντας την πιθανότητα εμφάνισης ενός BIP. Για τον λόγο αυτό σχεδιάσαμε μια έρευνα στην οποία συγκρίνουμε τρεις μεθόδους επικοινωνίας με τον εμβυθισμένο χρήστη. Αυτές είναι ένα ηχείο (Voice-Speaker), μια οθόνη που προσφέρει την ζωντανή απεικόνιση του ερευνητή από τον πραγματικό κόσμο (Video-Screen), και έναν ανθρωπόμορφο avatar που κάθεται σε ένα γραφείο απέναντι από τον χρήστη (3D-Avatar). Η επιλογή και η ανάπτυξη των μεθόδων αυτών βασίστηκε στο γεγονός ότι οι χρήστες είναι ήδη σε έναν βαθμό εξοικειωμένοι με αυτές από την εμπειρία τους στον πραγματικό κόσμο, και προσφέρουν διαφορετικά επίπεδα "κοινωνικής παρουσίας" (social presence). Κάθε μέθοδος εξετάζεται με βάση τις αντιδράσεις και τα σχόλια των χρηστών, τόσο κατά την διάρκεια των εργασιών που έχει ανατεθεί στους χρήστες, όσο και στις συνεντεύξεις, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη διάφορους παράγοντες συμπεριλαμβανομένου του ρεαλισμού, της αποτελεσματικότητας, της ικανοποίησης των χρηστών και το επίπεδο "κοινωνικής παρουσίας" που προσφέρεται. Ύστερα από ανάλυση των δεδομένων που καταγράψαμε, καταλήξαμε πως από τις μεθόδους που δοκιμάσαμε, το Video-Screen ήταν το πιο φυσικό και αποτελεσματικό, και επομένως το βέλτιστο για συνεντεύξεις μεγάλης διάρκειας. Ωστόσο η πολύπλοκη φύση των μεθόδων, δεν μας αφήνει να απορρίψουμε τις άλλες δύο επιλογές, καθώς μπορεί να είναι κατάλληλες για διαφορετικούς σκοπούς. Συγκεκριμένα το 3D-Avatar είναι πιο διασκεδαστικό, δίνει την αίσθηση ότι κάποιος βρίσκεται μαζί σου στον χώρο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που η παρουσία του ερευνητή είναι απαραίτητη, ενώ το Voice-Speaker είναι διακριτικό, αποσπά στο ελάχιστο την προσοχή των χρηστών και είναι πιθανώς το καταλληλότερο για σύντομες και απλές συνεντεύξεις. Καταληκτικά κάθε ερευνητής είναι σκόπιμο να επιλέγει διαφορετική μέθοδο επικοινωνίας ανάλογα με τους στόχους του. Αυτό που υποστηρίζουμε σε αυτή την εργασία είναι πως η καταγραφή των απαντήσεων των χρηστών ενώ είναι εμβυθισμένοι μέσα στο εικονικό περιβάλλον έχει πολλά να προσφέρει στην έρευνα του VR και πως οι ερευνητές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη διάσταση αυτή στην διαδικασία αξιολόγησης.

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:** Αλληλεπίδραση Ανθρώπου Υπολογιστή

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Εικονική πραγματικότητα, Αξιολόγηση, Παρουσία, Φόβος αξιολόγησης, Αξιολόγηση σε VR

## **ABSTRACT**

An important factor when conducting user studies and evaluations is how the participants are affected by the evaluator being present, either observing them while they perform tasks or asking questions during the interview phase. Moreover, in the case of immersive VR, the interaction between the evaluator and the immersed participant in the physical world may lead to Breaks in Presence (BIPs) if switches between the virtual and the physical world are taking place or if verbal communication between the two worlds is used. Previous research also suggests that maintaining immersion while users alternate between performing tasks and filling in questionnaires is more effective than breaking immersion to fill in the questionnaires in the physical world. In this work we aim to evaluate different ways of communicating with an immersed user, while considering the effects of evaluation apprehension that may occur from the evaluator's presence in the virtual world and minimizing BIPs as much as possible. To this end, we present a user study comparing three different methods of communication with the immersed user. These include a speaker (Voice-Speaker), a screen on the wall offering a real world, live view of the evaluator (Video-Screen) and a human-like avatar of the evaluator sitting in an office across the user (3D-Avatar). The selection of the specific representations was based on their familiarity to the user in the real world and on the fact that they offer varying degrees of social presence. Each of these methods is examined based on the users' reactions and comments, during both the task performance and the interview phases of the experiment, considering different factors, which include realism, effectiveness, user satisfaction and degree of social presence. After analysing the data we recorded, we came to the conclusion that from the communication methods we tested, Video-Screen was the most natural and effective, and therefore the most suitable for longer interviews. However, considering the complicated nature of the methods, we cannot turn down the other two options, as they could be more appropriate in different contexts. More specifically, 3D-Avatar is more fun, it gives the impression that there is someone else in the room with you, and it can be used in cases where the evaluator needs to be present in the same virtual space, while Voice-Speaker is more discreet, the least distracting and possibly the most suitable for short and simple interviews. In conclusion, researchers should choose different communication methods depending on their goals. In this study, we argue that there is much to gain from collecting data inside the VE and that researchers should consider this aspect in the evaluation process.

**SUBJECT AREA:** Human Computer Interaction

**KEYWORDS:** Virtual Reality, Evaluation, Presence, Evaluation apprehension, In-VR evaluation

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>10</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>11</b>
<b>2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1 Παρουσία</b> .....	<b>13</b>
2.1.1 Εμβύθιση.....	14
2.1.2 Διασπάσεις .....	14
2.1.3 Κοινωνική Παρουσία .....	15
<b>2.2 Αξιολόγηση εντός του εικονικού περιβάλλοντος</b> .....	<b>15</b>
2.2.1 Ερωτηματολόγια .....	16
2.2.2 Συνεντεύξεις και επικοινωνία.....	17
<b>2.3 Φόβος Αξιολόγησης</b> .....	<b>17</b>
<b>3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1 Εικονικό Περιβάλλον και εργασίες</b> .....	<b>19</b>
3.1.1 Η εργασία τοποθέτησης αντικειμένων.....	20
3.1.2 Οι μέθοδοι επικοινωνίας με τον αξιολογητή .....	21
3.1.3 Η πειραματική διαδικασία.....	22
<b>3.2 Ερευνητικοί στόχοι και υποθέσεις</b> .....	<b>24</b>
<b>4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1 Ερευνητικοί στόχοι και υποθέσεις</b> .....	<b>29</b>
4.1.1 Προγραμματισμός.....	29
4.1.2 Assets.....	30
<b>4.2 VS Code</b> .....	<b>31</b>
<b>5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1 Συμμετέχοντες και Διαδικασία</b> .....	<b>33</b>
<b>5.2 Δεδομένα της αξιολόγησης</b> .....	<b>34</b>
5.2.1 Ερωτηματολόγιο και συνέντευξη για τις μεθόδους επικοινωνίας.....	34
5.2.2 Δεδομένα που καταγράφηκαν .....	35
<b>6. ΑΝΑΛΥΣΗ &amp; ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>36</b>
<b>6.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου</b> .....	<b>36</b>
<b>6.2 Αποτελέσματα ανάλυσης καταγεγραμμένων δεδομένων</b> .....	<b>37</b>
<b>6.3 Συνέντευξη για μεθόδους επικοινωνίας</b> .....	<b>39</b>
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>44</b>

7.1	Περιορισμοί & Μελλοντική έρευνα .....	44
7.2	Συμπέρασμα .....	45
	<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ .....</b>	<b>47</b>
	<b>ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ .....</b>	<b>48</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι .....</b>	<b>49</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ .....</b>	<b>50</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ .....</b>	<b>51</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV .....</b>	<b>52</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V .....</b>	<b>53</b>
	<b>ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....</b>	<b>54</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: (Αριστερά) Επιλογή αγαπημένης μεθόδου.....	40
Σχήμα 2: (Δεξιά) Επιλογή αποτελεσματικότερης μεθόδου.....	40
Σχήμα 3: (Αριστερά) Επιλογή φυσικότερης μεθόδου.....	40
Σχήμα 4: (Δεξιά) Επιλογή πιο άνετης μεθόδου.....	40
Σχήμα 5: (Αριστερά) Επιλογή πιο άβολης μεθόδου.....	41
Σχήμα 6: (Δεξιά) Επιλογή πιο διασκεδαστικής μεθόδου.....	41
Σχήμα 7: Επιλογή μεθόδου που δίνει στον χρήστη την αίσθηση ότι τον παρακολουθούν.....	41

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε (αριστερά) και στιγμιότυπο από την στιγμή της χρήσης του (δεξιά).....	19
Εικόνα 2: Το εικονικό περιβάλλον που δημιουργήσαμε για το πείραμα. ....	20
Εικόνα 3: Το εικονικό περιβάλλον από διαφορετική οπτική γωνία (αριστερά). Το τραπέζι πάνω στο οποίο γίνεται η διαδικασία της τοποθέτησης των αντικειμένων (κέντρο). Περιγραφή της διαδικασίας τοποθέτησης ενός αντικειμένου (δεξιά). ....	20
Εικόνα 4: Τα εμπόδια που εμφανίζονται πάνω στο τραπέζι. Τοίχος (αριστερά), ηλεκτρικό ρεύμα (κέντρο) και αγκαθωτά σύρματα (δεξιά). ....	21
Εικόνα 5: Τα καρφιά που εμφανίζονται πάνω στο αντικείμενο που πρέπει να μεταφερθεί. ....	21
Εικόνα 6: Οι τρεις μέθοδοι επικοινωνίας με τον χρήστη. Voice-Speaker (αριστερά), Video-Screen (κέντρο) και Avatar-3D (δεξιά).....	22
Εικόνα 7: Η μέθοδος επικοινωνίας 3D-Avatar από την οπτική γωνία του χρήστη. ....	23
Εικόνα 8: Η μέθοδος επικοινωνίας Voice-Speaker από την οπτική γωνία του χρήστη. ....	24
Εικόνα 9: Η μέθοδος επικοινωνίας Video-Screen από την οπτική γωνία του χρήστη. ....	24
Εικόνα 10: Το User Interface της Unity το 2020 .....	29
Εικόνα 11: Το εικονικό περιβάλλον όταν η μέθοδος του Voice-Speaker είναι ενεργή. ....	31
Εικόνα 12: Το Visual Studio Code σε Windows 10.....	32
Εικόνα 13: Η διαδικασία που ακολουθήσαμε για κάθε χρήστη. ....	33
Εικόνα 14: Το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωναν οι χρήστες μέσα στο εικονικό περιβάλλον. ....	35
Εικόνα 15: Το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τους χρήστες μέσα στο εικονικό περιβάλλον.....	49
Εικόνα 16: Οι ερωτήσεις που κάναμε στους συμμετέχοντες στην την τελική συνέντευξη για τις μεθόδους επικοινωνίας. ....	50
Εικόνα 17: Το έντυπο συγκατάθεσης που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες πριν ξεκινήσει το πείραμα. ....	51
Εικόνα 18: Έντυπο με πληροφορίες για τα ρίσκα της χρήσης του εξοπλισμού του VR.....	52
Εικόνα 19: Το πρωτόκολλο που ακολουθήσαμε για την διεξαγωγή του πειράματος. ....	53



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αποτελέσματα ανάλυσης της διάρκειας εστίασης των ματιών των χρηστών .....	38
--	----

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία περιγράφει την έρευνα που διεξήχθη στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών μου, στο Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το πείραμα που περιγράφεται, πραγματοποιήθηκε στον χώρο του πανεπιστημίου σε διάρκεια δύο εβδομάδων, και θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες και συνεργάτες μου για την παραχώρηση του γραφείου τους, την συμβολή τους στην εργασία αλλά και την στήριξή τους καθ' όλη την διάρκεια.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πρόσφατες εξελίξεις της τεχνολογίας της εικονικής πραγματικότητας (VR), έχουν δημιουργήσει την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στον συγκεκριμένο τομέα, με σκοπό την αποτελεσματική παροχή εμπυθιστικών εμπειριών αλλά και την πλήρη αξιοποίηση της εν λόγω τεχνολογίας για τους μελλοντικούς χρήστες. Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας είναι απαραίτητο να επανεξετάσουμε και τις μεθόδους αξιολόγησης των εμπειριών αυτών, βελτιώνοντάς τες καθώς και προτείνοντας νέες. Την ώρα που ήδη υπάρχει μια σειρά από διαφορετικές μεθόδους αξιολόγησης που έχουν χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στο παρελθόν, η πιο διαδεδομένη μέχρι σήμερα, είναι η συλλογή υποκειμενικών δεδομένων μέσω ερωτηματολογίων που πραγματοποιείται είτε κατά την διάρκεια, είτε αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εμπειρίας εικονικής πραγματικότητας [24]. Παρά το γεγονός ότι αυτή η μέθοδος είναι η δημοφιλέστερη, έχει υποστηριχθεί πως δεν είναι και η βέλτιστη καθώς έχει μια σειρά από μειονεκτήματα: βασίζεται στην μνήμη του χρήστη [18, 46] και μπορεί να προκαλέσει “διασπάσεις στην αίσθηση της παρουσίας” (Breaks in Presence - BIP) είτε από το ερωτηματολόγιο που γίνεται διαθέσιμο μέσα στο εικονικό περιβάλλον, είτε από την αφαίρεση της οθόνης που προσαρτάται στο κεφάλι (Head-Mounted Display - HMD) [1, 46]. Τελευταίες έρευνες πάνω στα ερωτηματολόγια που προσμετρούν την “παρουσία” (Presence) έχουν δείξει πως η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων μέσα στο εικονικό περιβάλλον, μπορεί να μειώσει την διάρκεια της έρευνας, τον αποπροσανατολισμό των χρηστών, και να κάνει τις απαντήσεις τους πιο συνεπείς, σε αντίθεση με ερωτηματολόγια που συμπληρώνονται μετά την εμπειρία [37]. Ωστόσο, πρόσφατες έρευνες που έχουν ξεκινήσει να ενσωματώνουν τα ερωτηματολόγια μέσα στο εικονικό περιβάλλον [20, 31, 38] δεν φαίνεται να λαμβάνουν υπόψη τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις ενός BIP, που προκαλείται από την παρουσίαση του ερωτηματολογίου [1].

Ενώ υπάρχουν αρκετές έρευνες σε σχέση με τα ερωτηματολόγια, αυτές που αφορούν τις συνεντεύξεις με χρήστες εμπυθισμένους στο εικονικό περιβάλλον είναι λίγες. Οι συνεντεύξεις διεξάγονται συνήθως μετά από την VR εμπειρία, και επομένως έχουν κοινά προβλήματα με τα ερωτηματολόγια που συμπληρώνονται έξω από το εικονικό περιβάλλον. Σε μια προσπάθεια να αυξήσουν τα δεδομένα που συλλέγονται, πολλοί ερευνητές κάνουν χρήση του πρωτοκόλλου έκφρασης σκέψης (think aloud protocol) [11, 30], ή απλώς κάνουν ερωτήσεις στον εμπυθισμένο χρήστη, απευθείας από τον πραγματικό κόσμο. Και οι δύο αυτές μέθοδοι μπορούν να οδηγήσουν σε BIPs και επομένως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αξιόπιστα στην διαδικασία αξιολόγησης σε VR. Οι συνεντεύξεις είναι σημαντική πηγή ποιοτικών δεδομένων και πιστεύουμε ότι η διαδικασία της αξιολόγησης έχει πολλά να κερδίσει από τις συνεντεύξεις μέσα στο εικονικό περιβάλλον, δεδομένου ότι μετριάζουμε όσο το δυνατόν περισσότερο, τα BIPs που μπορούν να προκληθούν από την πραγματοποίηση ερωτήσεων από τον αξιολογητή στον πραγματικό κόσμο.

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην διεξαγωγή συνεντεύξεων, είτε αυτές είναι μέσα στο εικονικό περιβάλλον είτε, γενικότερα, σε οποιοδήποτε πλαίσιο αξιολόγησης, είναι το κατά πόσο οι συμμετέχοντες νιώθουν άνετα να εκφράσουν αυτό που σκέφτονται, χωρίς φόβο ότι θα κριθούν από τον συνομιλητή τους. Σε ότι αφορά την διαδικασία αξιολόγησης, αυτός ο φόβος είναι γνωστός ως “φόβος αξιολόγησης” (evaluation apprehension) [8, 9], και οι αρνητικές του επιδράσεις μπορούν να περιοριστούν, μειώνοντας τα “κοινωνικά στοιχεία” (social cues) που προσφέρει το μέσο της επικοινωνίας. Με τον όρο “κοινωνικά στοιχεία” αναφερόμαστε στα λεκτικά ή μη λεκτικά σήματα που εκφράζονται μέσω του προσώπου, του σώματος, της φωνής, της κίνησης, καθώς και άλλων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων επηρεάζοντας τις εντυπώσεις μας και τις απαντήσεις μας σε άλλους. Ουσιαστικά, είναι σημαντικό να

ρυθμίζεται το επίπεδο των κοινωνικών στοιχείων που προσφέρονται, καθώς σε υψηλό επίπεδο υπάρχει κίνδυνος να εμφανιστούν τα αρνητικά αποτελέσματα του “φόβου της αξιολόγησης”, ενώ σε χαμηλό επίπεδο, να μειωθεί η ποιότητα της επικοινωνίας.

Σε αυτή την έρευνα, υποστηρίζουμε πως η πιθανότητα να υπάρξει “διάσπαση στην παρουσία” μειώνεται δραματικά, αν ενσωματώσουμε τον ερευνητή που θα διεξάγει την συνέντευξη στο εικονικό περιβάλλον στο οποίο θα βρίσκεται ο συμμετέχων. Επομένως, θα συγκρίνουμε τρεις διαφορετικές μεθόδους επικοινωνίας με τον ερευνητή στο εικονικό περιβάλλον, μέσω ενός ηχείου (Voice-Speaker), μιας οθόνης που προβάλλει βίντεο του ερευνητή σε πραγματικό χρόνο (Video-Screen) και ενός ανθρωπόμορφου avatar που θα ελέγχει ο ερευνητής (3D-Avatar), όπως φαίνεται στην Εικόνα 6. Θα εξετάσουμε τις συγκεκριμένες μεθόδους σε σχέση με την αίσθηση του ρεαλισμού, την ικανοποίηση των χρηστών, την αποδοτικότητα και το επίπεδο “κοινωνικής παρουσίας” (social presence) που μπορούν να πετύχουν, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις πιθανές επιπτώσεις του “φόβου αξιολόγησης”.

Στην Ενότητα 2 παρουσιάζεται το υπόβαθρο της έρευνάς μας, συμπεριλαμβανομένης μιας σύντομης περίληψης των όρων “παρουσία”, “διάσπαση της παρουσίας” και των επιπτώσεων της, καθώς και η “κοινωνική παρουσία”. Επιπλέον, περιγράφεται η σύνδεση των εννοιών αυτών με την διαδικασία της αξιολόγησης, και, πιο συγκεκριμένα, με τα ερωτηματολόγια, τις συνεντεύξεις, γενικότερα την επικοινωνία με έναν χρήστη του εικονικού περιβάλλοντος και τον “φόβο αξιολόγησης”. Στην 3η Ενότητα εστιάζουμε στις λεπτομέρειες της έρευνας, όπως στη σχεδίαση του περιβάλλοντος, στις εργασίες που πραγματοποιούν οι χρήστες αλλά και στις ερευνητικές υποθέσεις μας. Στην Ενότητα 4 δίνονται λεπτομέρειες για τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση και στην Ενότητα 5 αναλύουμε σε βάθος τις μετρήσεις και τα δεδομένα που συλλέξαμε. Στην 6η Ενότητα προσφέρονται τα αποτελέσματα της έρευνας και στην 7η και τελευταία Ενότητα σχολιάζουμε τα αποτελέσματα, τους περιορισμούς που είχαμε και πιθανές μελλοντικές επεκτάσεις της έρευνας, και, τέλος, παρουσιάζουμε τα συμπεράσματά μας.

## 2. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Στο πλαίσιο της διεξαγωγής αξιολόγησης σε εμπυθιστικά VR συστήματα, υπάρχουν αρκετοί παράγοντες τους οποίους θα πρέπει να λάβουμε υπόψη, ορισμένοι σχετικοί με την φύση του ίδιου του μέσου, και άλλοι σχετικοί με ανθρώπινους παράγοντες και την οπτική των χρηστών όταν έρχονται αντιμέτωποι με την διαδικασία εκτέλεσης ενός πειράματος. Σε αυτή την ενότητα, αρχικά μιλάμε για θέματα που σχετίζονται με την “παρουσία”, τα BIPs και την κοινωνική παρουσία στο VR, τα οποία ενισχύουν την ανάγκη της χρήσης εργαλείων αξιολόγησης μέσα στο εικονικό περιβάλλον.

### 2.1 Παρουσία

Το αίσθημα της παρουσίας σε ένα εικονικό περιβάλλον έχει μελετηθεί εκτενώς απο πολλούς ερευνητές στο παρελθόν, ωστόσο, ο ορισμός του δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως ακόμα και σήμερα [41]. Ο πιο κοινός ορισμός στον οποίο έχει καταλήξει η ερευνητική κοινότητα, είναι αυτός του αισθήματος ότι κάποιος “βρίσκεται εκεί” [50], σε ένα εικονικό περιβάλλον σε σχέση με τον φυσικό χώρο [10, 40, 42]. Με μια παρόμοια προσέγγιση, οι Lombard & Ditton [28] ορίζουν την παρουσία ως “την ψευδαίσθηση ότι δεν υπάρχει τεχνολογική διαμεσολάβηση” και υποστηρίζουν ότι είναι δυαδική έννοια αφού “δεν συμβαίνει σε κλίμακα, αλλά είτε συμβαίνει είτε δεν συμβαίνει σε οποιαδήποτε στιγμή κατά την διάρκεια της χρήσης ενός μέσου”. Οι Spagnolli & Gamberini παρείχαν στοιχεία κατά της δυαδικής φύσης της παρουσίας [47] και μας οδήγησαν στο ότι η “αίσθηση της παρουσίας” είναι μια συνεχής συνάρτηση που μειώνεται και αυξάνεται, έχοντας την δυνατότητα να ξεπεράσει το δυαδικό κατώφλι [40].

Για να την ξεχωρίσει απο τις πολλαπλές διαφορετικές έννοιες που έχουν αποδοθεί στο όρο παρουσία, ο Slater αναφέρεται σε αυτό το αίσθημα του να “βρίσκεσαι” σε ένα μέρος, παρά της γνώσης του ότι δεν είσαι εκεί φυσικά, ως “ψευδαίσθηση του τόπου” (Place illusion - PI). Υποστηρίζει ότι η PI, σε συνδυασμό με την “ψευδαίσθηση της αληθοφάνειας” (Plausibility illusion - Psi), εννοώντας την ψευδαίσθηση ότι αυτό που φαίνεται ότι συμβαίνει, συμβαίνει όντως (παρα της γνώσης του ότι σίγουρα δεν συμβαίνει), αποτελούν τους δύο παράγοντες που συνθέτουν την παρουσία [43]. Βασικό συστατικό της Psi, αποτελούν τα γεγονότα στον εικονικό περιβάλλον, για τα οποία ο χρήστης δεν έχει άμεσο έλεγχο αλλά τον επηρεάζουν άμεσα. Για παράδειγμα, έστω ότι κάποιος πλησιάσει έναν άνθρωπο μέσα στο εικονικό περιβάλλον, και αυτός κάνει ένα βήμα πίσω. Δεν υπάρχει άμεσος έλεγχος του γεγονότος αλλά σχετίζεται με τον χρήστη και τις κινήσεις του. Με την εισαγωγή της PI στην εξίσωση, ο Slater κάνει ξεκάθαρο ότι αναφερόμαστε αυστηρά και μόνο στην ισχυρή ψευδαίσθηση του ότι βρίσκεσαι σε κάποιο μέρος, και όχι στις υπόλοιπες έννοιες που κατά καιρούς έχουν δοθεί στον όρο παρουσία. Με παρόμοιο τρόπο, εισάγωντας την Psi και δίνοντας της ισάξια σημασία με την PI, δίνει βάρος στην ακρίβεια, στην ομοιότητα με τον πραγματικό κόσμο και στην σωστή συμπεριφορά, καθιστώντας τες σημαντικούς παράγοντες μιας εικονικής εμπειρίας [40].

Ο Skarbetz και λοιποί, σε πρόσφατη έρευνα πάνω στην έννοια της παρουσίας [48], προτείνουν ένα μοντέλο για την παρουσία, ως μια συνάρτηση της “ψευδαίσθησης του τόπου”, της “ψευδαίσθησης της αληθοφάνειας” και της “ψευδαίσθησης της κοινωνικής παρουσίας” (social presence illusion).

### 2.1.1 Εμβύθιση

Η έννοια της εμβύθισης είναι στενά συσχετιζόμενη με αυτή της παρουσίας. Οι Witmer & Singer έχουν ορίσει την εμβύθιση ως “μια ψυχολογική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από την αντίληψη κάποιου, για το γεγονός ότι περικλείεται από, περιλαμβάνεται σε, και αλληλεπιδρά με ένα περιβάλλον που παρέχει συνεχώς ερεθίσματα και εμπειρίες” [50]. Ωστόσο, ο Slater υποστηρίζει πως η εμβύθιση είναι ένα αντικειμενικό χαρακτηριστικό του συστήματος ενός εικονικού περιβάλλοντος [53]. Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα, ο ίδιος έχει περιγράψει την εμβύθιση ως μια ιδιότητα των έγκυρων πράξεων που είναι δυνατόν να γίνουν μέσα στο σύστημα, δηλαδή τις κινήσεις που μπορεί να κάνει κάποιος χρήστης και θα έχουν ως αποτέλεσμα αλλαγές στο περιβάλλον ή στην αντίληψη του. Αυτές οι έγκυρες κινήσεις, είναι η ένωση των κινήσεων που έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν αλλαγές στο εικονικό περιβάλλον και των κινήσεων που έχουμε την επίγνωση ότι θα μας δώσουν πληροφορίες για το περιβάλλον, όπως η κίνηση του κεφαλιού και των ματιών για να αλλάξουμε την κατεύθυνση του βλέμματός μας, ή το να σκύβουμε και να περιστρέφουμε το κεφάλι μας για να κοιτάξουμε κάτω από ένα αντικείμενο [43]. Με αυτόν τον ορισμό, ο Slater υποστηρίζει ότι τα επίπεδα εμβύθισης καθορίζονται ολοκληρωτικά από τις φυσικές ιδιότητες και τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος.

Είναι προφανές ότι οι δύο διαφορετικοί αυτοί ορισμοί της εμβύθισης είναι αλληλένδετοι. Συγκεκριμένα για την ύπαρξη της εμβύθισης όπως αυτή ορίζεται από τους Witmer & Singer, είναι απαραίτητη η εμβύθιση έτσι όπως την ορίζει ο Slater. Ωστόσο, η ύπαρξη των διαφορετικών ορισμών έχει προκαλέσει ασάφεια στην βιβλιογραφία της εικονικής πραγματικότητας. Για την αποφυγή λοιπόν τυχόν παρερμηνειών, στην συγκεκριμένη έρευνα ακολουθούμε τον ορισμό του Slater, κατά τον οποίο η εμβύθιση αναφέρεται στα αντικειμενικά χαρακτηριστικά ενός VR συστήματος, που θέτουν και τα όρια μέσα στα οποία μπορεί να προκληθεί η παρουσία.

### 2.1.2 Διασπάσεις

Μια διαφορετική προσέγγιση στην μέτρηση της παρουσίας, βασίζεται στην αξιολόγηση των διασπάσεων της αίσθησης της παρουσίας (Breaks in Presence - BIP) [43, 46]. Τα BIPs αναφέρονται σε απρόσμενα εμπόδια και περισπασμούς, που είναι γνωστό ότι υποβαθμίζουν την αίσθηση της παρουσίας. Ένα BIP, αφορά την στιγμή στην οποία η ψευδαίσθηση που έχει δημιουργήσει το VR σύστημα καταρρέει, και ο χρήστης αλλάζει την πηγή των ερεθισμάτων του από τον εικονικό κόσμο στον πραγματικό [44], ή όταν ο χρήστης παρατηρεί ασυνέπειες μεταξύ του μοντέλου που έχει στο μυαλό του και του εικονικού περιβάλλοντος [27], όπως την παύση της λειτουργίας των αισθητήρων, δυσλειτουργίες στο σύστημα ή ήχοι που προέρχονται έξω από το εικονικό περιβάλλον. Οι Slater & Steed [46] τις έχουν χρησιμοποιήσει για την έρευνα της φύσης της παρουσίας στην εικονική πραγματικότητα, καθώς και για την σχέση ενός ισχυρού BIP, όπως το κλείσιμο της οθόνης του VR, με φυσιολογικές αντιδράσεις, όπως αγωγιμότητα του δέρματος ή τον παλμό της καρδιάς [45, 46]. Ένα BIP έχει την δύναμη να καταστρέψει την εμπειρία ενός χρήστη και στην περίπτωση ενός πειράματος, να διαστρεβλώσει τις απαντήσεις, ασχέτως με το ποιός είναι ο στόχος της έρευνας. Συνεπώς, προκύπτει η ανάγκη του περιορισμού του αριθμού και της έντασης των BIPs, όσο το δυνατόν περισσότερο σε εμπυθιστικά VR συστήματα.

### 2.1.3 Κοινωνική Παρουσία

Ο Bionca και λοιποί, ορίζουν την “συνύπαρξη” (Copresence) ως την “αίσθηση του να είσαι με κάποιον ή κάποιους άλλους”, και την κοινωνική παρουσία ως την “συνεχή επίγνωση της “συνύπαρξης” με ένα άλλο νοήμον όν, καθώς και την αίσθηση αλληλεπίδρασης με αυτό” [6, 40]. Η διαφορά μεταξύ των δύο είναι το κατά πόσο η εμπειρία του ενός, βασίζεται σε άλλους. Το μόνο που απαιτείται για την “συνύπαρξη” είναι η επίγνωση του ότι κάποιος ων βρίσκεται στον ίδιο χώρο, ενώ για την κοινωνική παρουσία, απαιτείται κάποιου είδους αλληλεπίδραση με το εν λόγω ων, στην οποία η συμπεριφορά και/ή ψυχολογική κατάσταση του ενός επηρεάζεται από τον άλλο και το αντίστροφο [40]. Ο Skarbez και λοιποί [40] προτείνουν τον όρο “ψευδαίσθηση κοινωνικής παρουσίας” αντί για κοινωνική παρουσία για να κάνουν ξεκάθαρο ότι αναφερόμαστε στην ψευδή αίσθηση του να είσαι μαζί και να αλληλεπιδράς με ένα νοήμον όν.

Σύμφωνα με την θεωρία της κοινωνικής παρουσίας, τα μέσα διαφέρουν στην ικανότητά τους να μεταφέρουν την ψυχολογική αντίληψη ότι άλλα άτομα είναι φυσικά παρόντα, λόγω της διαφορετικής ικανότητας να μεταδώσουν οπτικοακουστικά ερεθίσματα, όπως το βλέμμα, την στάση σώματος, την φυσική απόσταση, την τονικότητα της φωνής και πολλά άλλα [39]. Μέσα με ισχυρότερη κοινωνική παρουσία είναι πιο αποδοτικά για την επικοινωνία που σχετίζεται με την ανάπτυξη και διατήρηση διαπροσωπικών σχέσεων, διότι αφορούν κοινωνικά/προσωπικά θέματα και σκέψεις, ενώ μέσα με λιγότερο ισχυρή κοινωνική παρουσία δεν μεταδίδουν αρκετά τέτοια στοιχεία και επομένως είναι πιο αποτελεσματικά για επικοινωνία που επικεντρώνεται σε μία κοινή εργασία [7] και όχι τόσο στην επικοινωνία.

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες απόψεις για την κοινωνική παρουσία, οι οποίες επικεντρώνονται στο μέσο, ο Walther [49] υποστηρίζει πως οι άνθρωποι είναι ικανοί να προσαρμοστούν σε κάθε μέσο επικοινωνίας, και με την προϋπόθεση ότι έχουν αρκετό χρόνο, μπορούν να δημιουργήσουν σχέσεις ίδιου επιπέδου με αυτές που δημιουργούνται στην πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία. Ωστόσο, είναι ξεκάθαρο πως όταν στους χρήστες παρουσιάζονται περιορισμένες επιλογές επικοινωνίας, είναι πολύ πιθανό τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος να επηρεάσουν το επίπεδο κοινωνικής παρουσίας που αισθάνονται [32]. Για παράδειγμα, στο πείραμα μας, δεδομένου του περιορισμένου χρόνου επικοινωνίας και της φύσης της εργασίας που έχουν να κάνουν οι χρήστες, το μέσο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται κατά πάσα πιθανότητα θα παίξει ρόλο στην κοινωνική παρουσία που αισθάνονται.

Σε ότι αφορά στην διαδικασία της αξιολόγησης, είναι προφανές πως ανάλογα τους στόχους του ερευνητή, μπορεί να διαλέξει ή να αποφύγει μια μέθοδο ικανή να φτάσει υψηλά επίπεδα κοινωνικής παρουσίας. Παρά του γεγονότος ότι η κοινωνική παρουσία σχετίζεται με έναν αριθμό από θετικά χαρακτηριστικά, όπως πειθώ ή ελξη [12, 25], περισσότερη κοινωνική παρουσία δεν είναι πάντα επιθυμητή [2]. Για παράδειγμα, αν ένας χρήστης νιώθει αμήχανα σε κοινωνικές συναναστροφές, η χρήση ενός μέσου με ισχυρή κοινωνική παρουσία μπορεί να έχει αρνητικά αποτελέσματα για την επικοινωνία. Επιπλέον, άτομα με μεγάλα επίπεδα ενσυναίσθησης μπορεί να νιώθουν άβολα με το να δώσουν αρνητική αξιολόγηση, από φόβο μην πληγώσουν τα συναισθήματα του ερευνητή, και επομένως ένα μέσο με λιγότερο ισχυρή κοινωνική παρουσία ίσως τους ενθαρρύνει να είναι πιο ειλικρινείς.

## 2.2 Αξιολόγηση εντός του εικονικού περιβάλλοντος

Σύμφωνα με τις έρευνες που προαναφέρθηκαν, η παρουσία φαίνεται να αποτελεί σημαντικό παράγοντα κατά την διάρκεια μιας αξιολόγησης ή την διαδικασία ενός

πειράματος σε εμπυθιστικά VR συστήματα. Η κοινωνική παρουσία και οι διασπάσεις στην αίσθηση της παρουσίας φαίνεται να επηρεάζουν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, είτε στην περίπτωση ερωτηματολογίων είτε σε συνεντεύξεις αλλά και σε κάθε είδους επικοινωνία με τον ερευνητή.

### 2.2.1 Ερωτηματολογία

Τα BIPs έχουν συσχετιστεί με επιδράσεις στην ψυχολογία, αποπροσανατολισμό και χάσιμο της αίσθησης του ελέγχου, και συνεπώς οι απαντήσεις των χρηστών σε ερωτηματολόγια που σχετίζονται με την εμπειρία του χρήστη στο VR είναι πολύ πιθανό να επηρεαστούν σε βαθμό που θα είναι δύσκολο να μετρηθεί και μπορεί να ποικίλει μεταξύ των συμμετεχόντων [22, 34]. Τέτοιου είδους μεροληψία που είναι δύσκολο να προσδιοριστεί με ακρίβεια, είναι άκρως προβληματική για πολλά είδη έρευνας που βασίζονται σε υποκειμενικές μετρήσεις [34]. Παρότι τα ερωτηματολόγια που δίνονται στον χρήστη μετά από την εμπειρία φαίνεται ότι ξεπερνάνε αυτά τα προβλήματα, υποστηρίζεται ότι δεν μπορούν να μετρήσουν τα χαρακτηριστικά της παρουσίας (ή οτιδήποτε άλλο) που μεταβάλλονται με τον χρόνο και οι απαντήσεις επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από ό,τι συνέβει προς το τέλος της εμπειρίας, πιο κοντά χρονικά στο ερωτηματολόγιο [18]. Επιπλέον, τα αποτελέσματα μπορεί να είναι ανακριβή αφού βασίζονται στην μνήμη των χρηστών [18, 46] και έχει αποδειχθεί πως η αίσθηση αποπροσανατολισμού, μετά τον διαχωρισμό του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον, ειδικά μετά από μεγάλη χρονικά έκθεσή του σε αυτό, μπορεί να προκαλέσει κάποιο BIP και να αλλοιώσει τις απαντήσεις [46].

Από την άλλη, η ενσωμάτωση των ερωτηματολογίων μέσα στο εικονικό περιβάλλον, φαίνεται να έχει αρκετά πλεονεκτήματα. Εκτός από την μείωση του χρόνου της έρευνας και του αποπροσανατολισμού του χρήστη, έρευνες δείχνουν ότι η διακύμανση των απαντήσεων είναι μεγαλύτερη σε ερωτηματολόγια που συμπληρώνονται έξω από το εικονικό περιβάλλον, και επομένως είναι λιγότερο συνεπείς. Στον πραγματικό κόσμο, η διακύμανση των απαντήσεων ήταν διαφορετική ανάλογα με τον τύπο της σκηνής VR, είτε ρεαλιστική είτε αφηρημένη, ενώ όταν το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε μέσα στο εικονικό περιβάλλον, η εν λόγω διακύμανση παρέμεινε σταθερή [37]. Από ποιοτικά δεδομένα, μπορούμε επίσης να συμπεράνουμε ότι οι χρήστες φαίνονται πιο συγκεντρωμένοι στην εργασία που τους έχει ανατεθεί μέσα στο εικονικό περιβάλλον [15, 33] και ότι απολαμβάνουν περισσότερο την διαδικασία. Ωστόσο, σε πρόσφατες έρευνες στις οποίες βλέπουμε ερωτηματολόγια να συμπληρώνονται μέσα στο VR, οι ερευνητές δεν φαίνεται να λαμβάνουν υπόψη τον αντίκτυπο των BIPs στην VR εμπειρία, που προκαλούνται από τα ίδια τα ερωτηματολόγια [1].

Παρά την μεγάλη σημασία του να διατηρείται η αίσθηση της παρουσίας καθ' όλη την διάρκεια της συλλογής δεδομένων, η πιο διαδεδομένη μέθοδος αξιολόγησης είναι ακόμα τα ερωτηματολόγια μετά την εμπειρία. Τον τελευταίο καιρό, ωστόσο, ερευνητές έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν ερωτηματολόγια μέσα στα εικονικά περιβάλλοντα, σε διάφορες εφαρμογές, για την αποφυγή των συνεπειών που προκαλούνται από την αφαίρεση του εξοπλισμού [20, 31]. Επιπροσθέτως, η ιδέα της ενσωμάτωσης των ερωτηματολογίων στην VR εμπειρία, σαν μέρος ενός παιχνιδιού, έχει ήδη υλοποιηθεί, και έρευνες έχουν δείξει ότι ερωτηματολόγια που παρουσιάζονται ως παιχνίδια μπορούν να αυξήσουν την αίσθηση της παρουσίας, καθώς και την ευχαρίστηση των χρηστών [13].



## 2.2.2 Συνεντεύξεις και επικοινωνία

Παρά το γεγονός ότι έρευνες έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν ερωτηματολόγια μέσα στο εικονικό περιβάλλον, ελάχιστες έρευνες έχουν επικεντρωθεί στην διεξαγωγή συνεντεύξεων με τους ήδη εμπυθισμένους χρήστες. Πέραν των ερωτηματολογίων, οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι συλλογής ποιοτικών δεδομένων είναι το πρωτόκολλο έκφρασης σκέψης (think aloud protocol), ενώ ο χρήστης είναι εμπυθισμένος, ή απλά η συνομιλία μεταξύ του ερευνητή που διεξάγει την συνέντευξη και του εμπυθισμένου χρήστη ενώ και οι δύο βρίσκονται στο ίδιο δωμάτιο στον πραγματικό κόσμο. Και οι δύο αυτές μέθοδοι είναι προβληματικές, καθώς στην περίπτωση του πρωτοκόλλου έκφρασης σκέψης, είναι αφύσικο για τον χρήστη να εκφράζει την σκέψη του και τις απόψεις του όταν είναι μόνος του σε ένα εικονικό περιβάλλον. Στην περίπτωση της απλής συνομιλίας, η σκέψη του ότι μιλάς στον ερευνητή ο οποίος είναι άορατος στο εικονικό περιβάλλον αλλά μπορεί ακόμα να ακουστεί στον πραγματικό κόσμο, μπορεί να οδηγήσει σε BIP.

## 2.3 Φόβος Αξιολόγησης

Πέρα των θεμάτων που σχετίζονται με την φύση του μέσου ενός εμπυθιστικού VR συστήματος και με την παρουσία, ένας ακόμα παράγοντας που παίζει σημαντικό ρόλο στην διαδικασία αξιολόγησης είναι ο φόβος της αξιολόγησης (evaluation apprehension), ο οποίος μπορεί να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά την συμπεριφορά των συμμετεχόντων που ανησυχούν για το αν θα κριθούν από τον ερευνητή.

Οι ορισμοί του φόβου αξιολόγησης που υποστηρίζονται και αναφέρονται σε μεγαλύτερο βαθμό είναι αυτος του Cottrell [8], και αυτός του Zajonc [52]. Ο Cottrell αναφέρει πως η απλή παρουσία ενός άλλου ατόμου τον ίδιο χώρο δεν είναι αρκετή για να επηρεάσει την απόδοση, και υποστηρίζει πως οι χρήστες επηρεάζονται μόνο όταν πιστεύουν πως γίνεται ή είναι πιθανό να γίνει αξιολόγηση των κινήσεων τους. Αντιθέτως, ο Zajonc υποστηρίζει ότι ακόμα και η απλή παρουσία άλλων ατόμων στον ίδιο χώρο έχει την δυνατότητα να αυξήσει την θέληση ενός ατόμου να έχει καλύτερη απόδοση. Όταν η εργασία που έχει ανατεθεί είναι απλή ή γνωστή, αυξάνεται και η απόδοση. Παρόλα αυτά, αν η εργασία είναι δύσκολη ή άγνωστη, η απόδοση δεν είναι βέβαιο ότι θα είναι αυξημένη.

Σύμφωνα με επιστήμονες που εξετάζουν τον φόβο της αξιολόγησης, και φαίνεται να συμφωνούν με την θεωρία του Zajonc, σε απλές και ήδη γνωστές εργασίες, η παρουσία του ερευνητή θα διευκολύνει και θα δώσει κίνητρο στους χρήστες να προσπαθήσουν περισσότερο (κοινωνική διευκόλυνση - social facilitation) [14]. Αντίθετα, στην ολοκλήρωση μιας πολύπλοκης ή καινούριας εργασίας που απαιτεί μία περίοδο εκμάθησης, ο ερευνητής και η πίεση της ύπαρξής του, θα δυσκολέψει περισσότερο τους χρήστες (κοινωνική αμηχανία - social inhibition) [51].

Τα αποτελέσματα του φόβου της αξιολόγησης μπορούν να περιοριστούν, μειώνοντας τα διαθέσιμα κοινωνικά στοιχεία που είναι εμφανή σε μια πρόσωπο με πρόσωπο επικοινωνία, όπως εκφράσεις του προσώπου, διάθεση ή γλώσσα του σώματος [3, 21, 48]. Μια πρόσφατη έρευνα επίσης προτείνει την μείωση στην κοινωνική παρουσία των χρηστών, μέσω της χρήσης Avatars σε εικονικά περιβάλλοντα σε μια προσπάθεια επιτήρησης των εργαζομένων χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά η απόδοσή τους [35]. Επιπροσθέτως, έρευνες έχουν δείξει ότι στον πραγματικό κόσμο, αν ο παρατηρητής θεωρείται ότι δεν αξιολογεί, η εμφάνιση κοινωνικής αμηχανίας μπορεί να αποτραπεί [9]. Ωστόσο, αν ο παρατηρητής είναι ειδικός, όπως για παράδειγμα ο ερευνητής, απλά και μόνο η ύπαρξή του θεωρείται αξιολογητική.

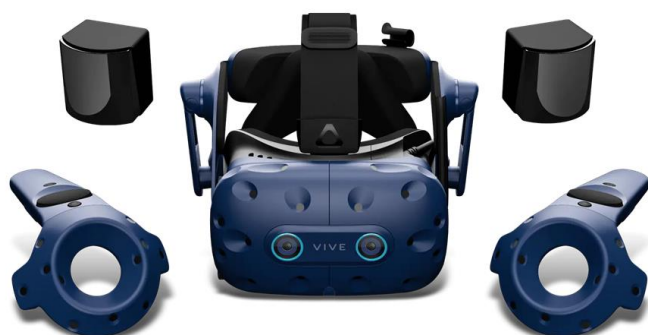
Ο συνδυασμός των παραγόντων που σχετίζονται με την παρουσία και αυτών που σχετίζονται με την κοινωνική παρουσία, δημιουργεί ένα συγκεκριμένο πλαίσιο που μπορεί να επηρεάσει την διαδικασία και το αποτέλεσμα της αξιολόγησης με απρόβλεπτους τρόπους. Για τον λόγο αυτό, υπάρχει η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα αυτών των παραγόντων, μέσω στοχευμένων μελετών με χρήστες.

### 3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σε αυτή την εργασία εστιάζουμε στην εξερεύνηση των χαρακτηριστικών διαφόρων μεθόδων επικοινωνίας μεταξύ του ερευνητή και ενός χρήστη που συμμετέχει σε ένα πείραμα εμπυθιστικής εικονικής πραγματικότητας. Για τον λόγο αυτό, σχεδιάσαμε μια πειραματική αξιολόγηση προκειμένου να συγκρίνουμε τρεις τέτοιες μεθόδους, οι οποίες είναι η μόνη αυτόνομη μεταβλητή της έρευνάς μας. Χρησιμοποιήσαμε ως γενικό πλαίσιο ένα πείραμα στο οποίο μετράμε την απόδοση των χρηστών σε μία απλή δραστηριότητα. Σε αυτού το είδους το πείραμα, οι χρήστες κατά κανόνα εκτελούν μια σειρά από επαναλαμβανόμενες κινήσεις μετακίνησης αντικειμένων, και η απόδοσή τους καταγράφεται.

Οι χρήστες δοκιμάζουν και τις τρεις μεθόδους επικοινωνίας κατά τη διάρκεια του πειράματος. Κάθε χρήστης βιώνει με τον ίδιο τρόπο όλους τους διαφορετικούς τρόπους επικοινωνίας με τον ερευνητή, δίνοντάς του έτσι την δυνατότητα να τους συγκρίνει και να εκφράσει τις απόψεις και τις προτιμήσεις του για κάθε μία από τις μεθόδους αμέσως μετά (μελέτη εντός των ομάδων - within-groups). Μέσω κατάλληλα σχεδιασμένου ερωτηματολογίου και συνέντευξης, καταγράφουμε τις παρατηρήσεις και τις απόψεις των χρηστών. Οι μέθοδοι εμφανίζονται με διαφορετική σειρά σε κάθε χρήστη ώστε να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματα της έρευνας από την σειρά εμφάνισης.

Για τις ανάγκες της έρευνας μας χρησιμοποιήσαμε το σύστημα HTC Vive Pro Eye, το οποίο περιλαμβάνει μια οθόνη που προσαρτάται στο κεφάλι (HMD) με δυνατότητες καταγραφής της κίνησης των ματιών, δύο χειριστήρια Vive για την αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον, και δύο βάσεις για την καταγραφή της κίνησης των χειριστηρίων και του HMD. Ένας σταθερός υπολογιστής (Intel Core i7-9700K@3.60 GHz Processor, GeForce RTX2070 SUPER 8GB GPU, 16GB@3000MHz DDR4 RAM) με εγκατεστημένο λειτουργικό σύστημα Windows 10 χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση και την εμφάνιση του εικονικού περιβάλλοντος, το οποίο υλοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το Unity 3D game engine και το SteamVR SDK



Εικόνα 1: Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε (αριστερά) και στιγμιότυπο από την στιγμή της χρήσης του (δεξιά).

#### 3.1 Εικονικό Περιβάλλον και εργασίες

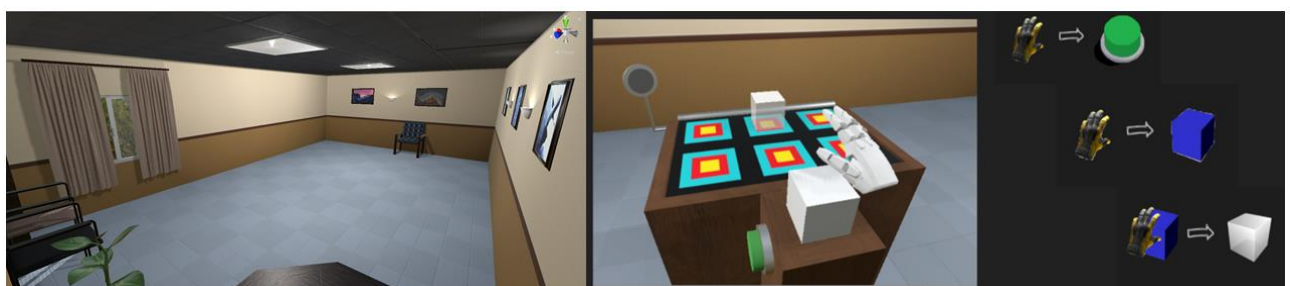
Ένα ευρύχωρο εικονικό δωμάτιο, διακοσμημένο με ρεαλιστικά έπιπλα, με πίνακες στους τοίχους και κοινά textures για το πάτωμα, την οροφή και τους τοίχους απαρτίζουν το εικονικό περιβάλλον (VE) για την έρευνά μας (Εικόνα 2). Ο φωτισμός πραγματικού χρόνου, προερχόμενος από το παράθυρο του δωματίου, καθώς και οι πηγές φωτός τοποθετημένες στην οροφή, παρέχουν τον απαραίτητο φωτισμό στο περιβάλλον με

φυσικό τρόπο. Για επιπρόσθετο ρεαλισμό, κάποιοι ήχοι του περιβάλλοντος μπορούν να ακουστούν περιστασιακά, όπως το κελάγημα των πουλιών, οι οποίοι είναι πολύ διακριτικοί με σκοπό να μην είναι διασπαστικοί.



**Εικόνα 2: Το εικονικό περιβάλλον που δημιουργήσαμε για το πείραμα.**

Στην αρχή του πειράματος, οι συμμετέχοντες βρίσκονται στο κέντρο του εικονικού δωματίου, μπροστά σε ένα τραπέζι, όπου θα γίνει μια διαδικασία τοποθέτησης αντικειμένων. Οι χρήστες με την εικονική απεικόνιση ενός ανθρωπόμορφου ρομποτικού χεριού, χρησιμοποιώντας τα χειριστήρια Vive, καλούνται να πιάσουν και να μετακινήσουν εικονικά αντικείμενα, όπως παρουσιάζεται στην ενότητα 3.1.1. Το πείραμα χωρίζεται σε τρεις φάσεις και καθόλη την διάρκεια κάθε μιας από αυτές, ο ερευνητής μπορεί να επικοινωνεί με τους συμμετέχοντες μέσω μιας από τις τρεις μεθόδους που περιγράφονται στην ενότητα 3.1.2.



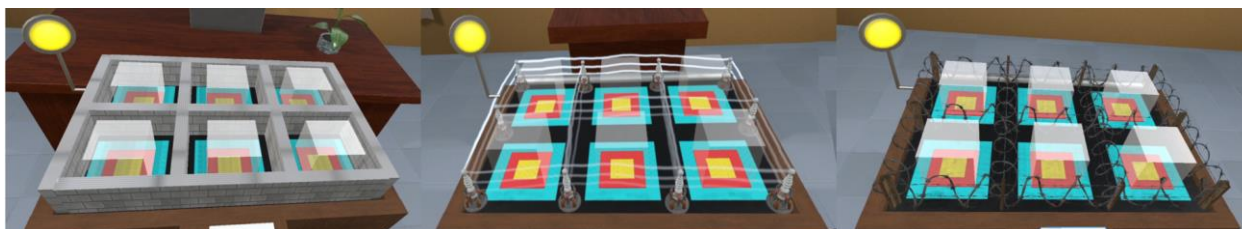
**Εικόνα 3: Το εικονικό περιβάλλον από διαφορετική οπτική γωνία (αριστερά). Το τραπέζι πάνω στο οποίο γίνεται η διαδικασία της τοποθέτησης των αντικειμένων (κέντρο). Περιγραφή της διαδικασίας τοποθέτησης ενός αντικειμένου (δεξιά).**

### 3.1.1 Η εργασία τοποθέτησης αντικειμένων

Στην αρχή του πειράματος, οι συμμετέχοντες καλούνται να ολοκληρώσουν ένα μικρό δοκιμαστικό για να εξοικειωθούν με το κράτημα και την μεταφορά των αντικειμένων στους κατάλληλους στόχους στο τραπέζι. Σκοπός τους είναι να πατήσουν το κουμπί, να πιάσουν το αντικείμενο που εμφανίζεται και να το τοποθετήσουν στον στόχο όσο πιο γρήγορα και με όση περισσότερη ακρίβεια μπορούν. Πλησιάζοντας με το χέρι το

αντικείμενο, πρέπει να πατήσουν το κουμπί στο πίσω μέρος του controller ώστε να το πιάνουν. Όταν το δοκιμαστικό ολοκληρωθεί, ξεκινάει η πρώτη φάση. Σε κάθε φάση, ο ερευνητής απευθύνεται στους συμμετέχοντες μέσω του καινούριου τρόπου επικοινωνίας, αποσπώντας την προσοχή τους για να σιγουρευτεί ότι έχουν επίγνωση αυτής της αλλαγής.

Στην συνέχεια τους ζητείται να εκτελέσουν 24 επαναλήψεις τοποθετήσεων ορισμένων αντικειμένων στους στόχους του τραπέζι. Ο χρήστης ορίζει την αρχή των τοποθετήσεων πατώντας ένα κουμπί στο τραπέζι, επείτα πιάνει το αντικείμενο που εμφανίζεται και τελικά το τοποθετεί στην καθορισμένη του θέση πάνω στο τραπέζι (Εικόνα 3). Σε κάθε φάση, 9 από τις 24 τοποθετήσεις υπάρχουν και εμπόδια, με σκοπό να δυσκολεψουν τον χρήστη κατά την τοποθέτηση του αντικειμένου και να προκαλέσουν θέματα για συζήτηση στην συνέντευξη που ακολουθεί. Τα εμπόδια αυτά βρίσκονται είτε πάνω στο τραπέζι που γίνεται η εργασία, (τοίχος, αγκαθωτά σύρματα ή ηλεκτρικό ρεύμα (Εικόνα 4)), είτε πάνω στο ίδιο το αντικείμενο που πρέπει να μεταφερθεί (καρφιά στο μισό μέρος του αντικειμένου) (Εικόνα 5).



Εικόνα 4: Τα εμπόδια που εμφανίζονται πάνω στο τραπέζι. Τοίχος (αριστερά), ηλεκτρικό ρεύμα (κέντρο) και αγκαθωτά σύρματα (δεξιά).



Εικόνα 5: Τα καρφιά που εμφανίζονται πάνω στο αντικείμενο που πρέπει να μεταφερθεί.

### 3.1.2 Οι μέθοδοι επικοινωνίας με τον αξιολογητή

**Voice-Speaker:** Πρόκειται για έναν από τους πιο διαδεδομένους και οικείους τρόπους επικοινωνίας, ο οποίος χρησιμοποιείται για περισσότερο από έναν αιώνα, αρχικά μέσω τηλεφώνων και αργότερα μέσω voice chats, και άλλων έξυπνων συσκευών. Παρέχει επικοινωνία “μιας διάστασης” κατά κάποιο τρόπο, με την έννοια ότι η μόνη πληροφορία που μεταφέρεται μεταξύ χρήστη και ερευνητή είναι ο ήχος. Σε αυτή την περίπτωση κατά την διάρκεια του πειράματος, ένα ηχείο είναι η εικονική απεικόνιση του τρόπου επικοινωνίας με τον ερευνητή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6 (αριστερά). Το 3D μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για αυτόν τον σκοπό, είναι παρόμοιο με την συσκευή Amazon echo, σε μια προσπάθεια να προσομοιάσουμε συνθήκες πραγματικού κόσμου στο εικονικό περιβάλλον, και είναι τοποθετημένο πάνω σε ένα τραπέζι ώστε να είναι εύκολα ορατό από τους χρήστες.

**Video-Screen:** Τα τελευταία χρόνια και ειδικότερα κατά την διάρκεια την πανδημίας του Covid-19, όλο και περισσότερος κόσμος χρησιμοποιεί video streaming εφαρμογές, ως κύριο μέσο επικοινωνίας με τον υπόλοιπο κόσμο. Αυτός ο τρόπος προσφέρει επικοινωνία “δύο διαστάσεων”, και με την έννοια ότι οι χρήστες μπορούν να ακούσουν και να δουν ο ένας τον άλλο, αλλά και ότι παρουσιάζονται και βλέπουν τους συνομιλητές τους, ως μια δισδιάστατη εικόνα (π.χ. chat rooms, τηλεδιασκέψεις). Υπό αυτούς του όρους, μια πραγματική, ζωντανή απεικόνιση του ερευνητή μέσω webcam, παρουσιάζεται στους συμμετέχοντες, πάνω σε μία οθόνη τηλεόρασης τοποθετημένη σε έναν από τους τοίχους του δωματίου (Εικόνα 6, κέντρο). Συνεπώς, έχουν όλα τα οπτικά ερεθίσματα των εκφράσεων του προσώπου, καθώς επίσης και τις κινήσεις κεφαλιού και χεριών.

**3D-Avatar:** Η επικοινωνία χρηστών μέσω Avatars, έχει αρχίσει μόλις πρόσφατα να γίνεται πιο διαδεδομένη, κυρίως μέσω 3D multiplayer παιχνιδιών και εφαρμογών, φτάνοντας στην πιο ολοκληρωμένη της μορφή με την άνοδο των κατόχων VR συσκευών. Προσθέτοντας άλλη μια διάσταση στην εξίσωση, αυτή η μέθοδος επικοινωνίας “τριών διαστάσεων”, προσφέρει έναν τρόπο να ξεπεραστεί το όριο των δισδιάστατων απεικονίσεων, και την ευκαιρία να βρει κανείς τον εικονικό του εαυτό, στον ίδιο εικονικό κόσμο με τους συνομιλητές του. Κατά την διάρκεια του πειράματος, όταν αυτή είναι η ενεργή μέθοδος επικοινωνίας, ένα τρισδιάστατο ανθρωπόμορφο avatar που απεικονίζει τον ερευνητή, και δημιουργήθηκε αξιοποιώντας το UMA 2 plugin στο Unity, είναι παρών στο ίδιο εικονικό δωμάτιο με τους συμμετέχοντες, καθισμένο σε μια καρέκλα μπροστά σε ένα γραφείο με ένα φορητό υπολογιστή (Εικόνα 6, δεξιά). Το avatar έχει την δυνατότητα να κάνει κάποιες προκαθορισμένες κινήσεις (animations), οι οποίες ενεργοποιούνται από τον ερευνητή σε κατάλληλες στιγμές, όπως το να πληκτρολογεί στο laptop, να γνέφει συγκαταβατικά, να ψάχνει τα συρτάρια, να ξύνει το χέρι του και να περιστρέφει το κεφάλι του δεξιά-αριστερά. Επιπροσθέτως, το avatar έχει μηχανισμό lip sync στην φωνή του ερευνητή, δηλαδή η κίνηση του στόματος κατά την διάρκεια της ομιλίας προσομοιάζει την κίνηση που θα έκανε το στόμα ενός πραγματικού ανθρώπου, και ανοιγοκλείνει τα μάτια του σε τυχαίες χρονικές στιγμές.

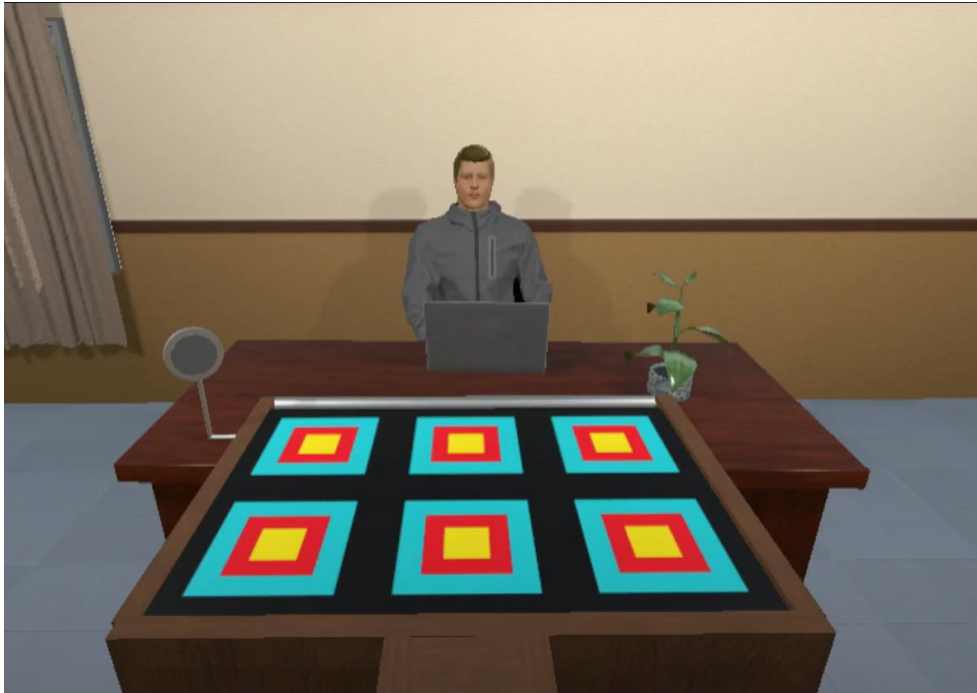


Εικόνα 6: Οι τρεις μέθοδοι επικοινωνίας με τον χρήστη. Voice-Speaker (αριστερά), Video-Screen (κέντρο) και Avatar-3D (δεξιά).

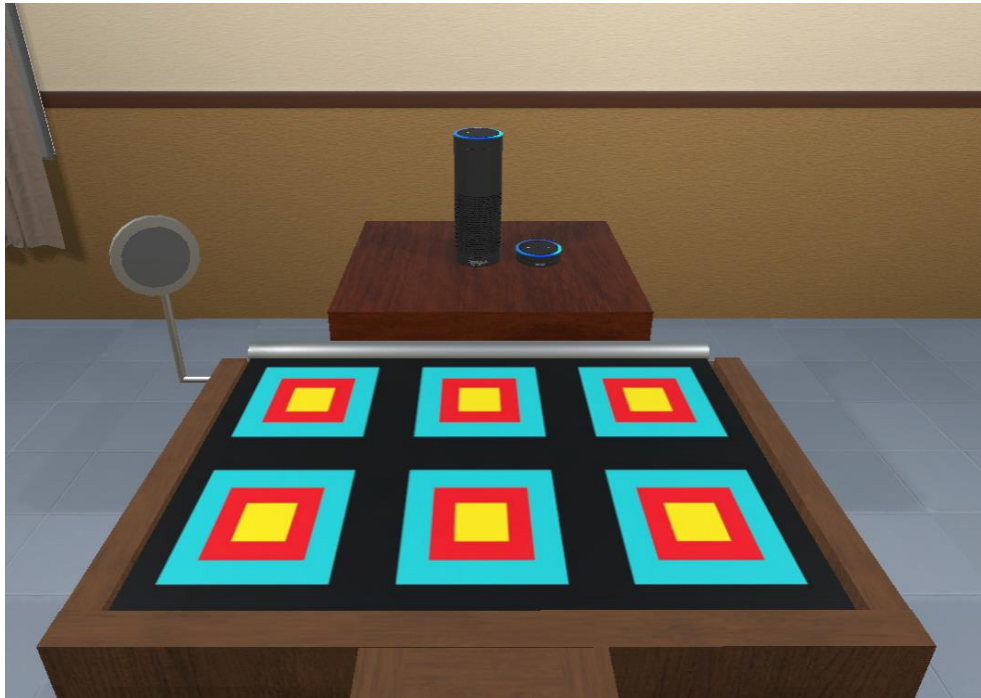
### 3.1.3 Η πειραματική διαδικασία

Όλες οι μέθοδοι εμφανιζόταν μπροστά από το τραπέζι στο οποίο η διαδικασία μετακίνησης αντικειμένων έπαιρνε μέρος, όπως φαίνεται στις Εικόνες 7, 8 και 9. Σε όλες υποστηριζόταν τρισδιάστατος ήχος, προερχόμενος από την τοποθεσία στην οποία εμφανίζονταν στο εικονικό περιβάλλον, δηλαδή από την θέση του ηχείου, την θέση της τηλεόρασης και την θέση του στόματος του avatar. Σε κάθε μία από τις τρεις φάσεις, μία από τις μεθόδους για την επικοινωνία χρήστη-ερευνητή είναι διαθέσιμη καθόλη την διάρκεια είτε για χρήση από τον ερευνητή, είτε από τον συμμετέχοντα.

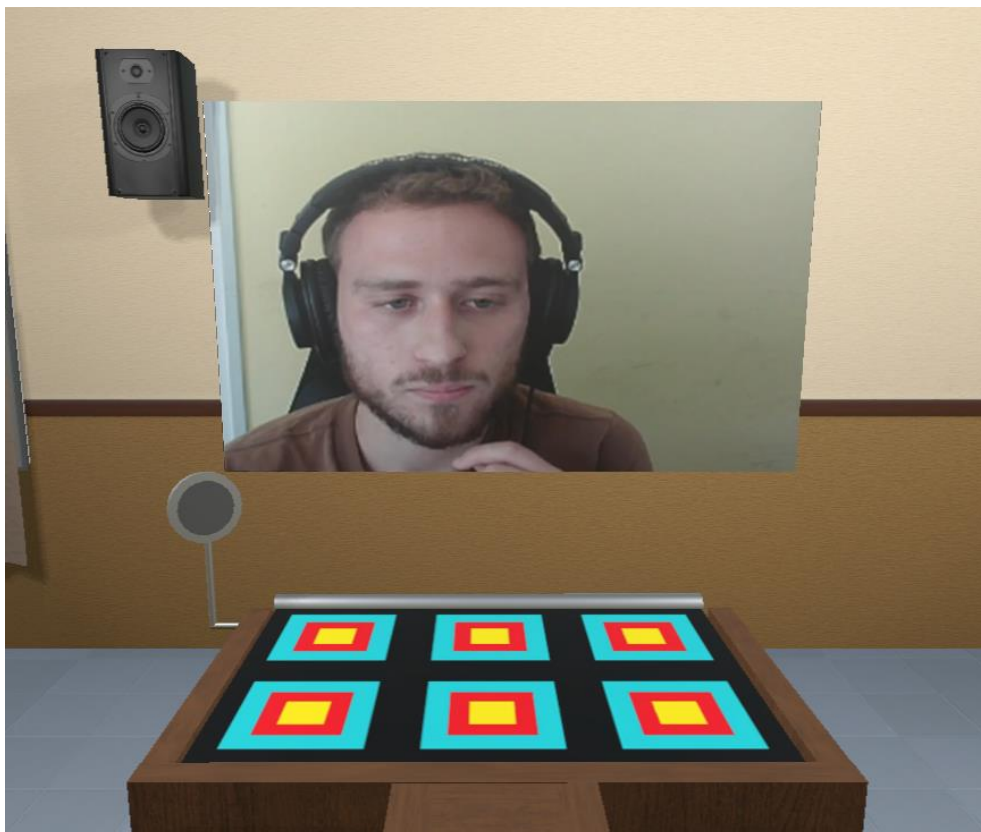
Κατά την διάρκεια των τοποθετήσεων των αντικειμένων τόσο ο ερευνητής όσο και ο συμμετέχων μπορούν να επικοινωνήσουν ελεύθερα με τον άλλο αν το επιθυμούν, χρησιμοποιώντας την ενεργή μέθοδο επικοινωνίας. Όταν όλες οι τοποθετήσεις μιας φάσης ολοκληρωθούν, και καθώς οι συμμετέχοντες παραμένουν εμπυθισμένοι, ο ερευνητής, μέσω της ίδιας μεθόδου επικοινωνίας, θέτει μια σειρά από ερωτήσεις που σχετίζονται με τις εν λόγω τοποθετήσεις των αντικειμένων, και οι οποίες απαντώνται σε μορφή συνέντευξης. Μετά από αυτές τις ερωτήσεις και ένα fade-out και fade-in εφέ, η κύρια συνθήκη του πειράματος αλλάζει. Στην συνέχεια, οι συμμετέχοντες εκτελούν ξανά 24 τοποθετήσεις αντικειμένων, και απαντούν όπως πριν σε μια σειρά από ερωτήσεις πριν συνεχίσουν στην τρίτη και τελευταία φάση.



Εικόνα 7: Η μέθοδος επικοινωνίας 3D-Avatar από την οπτική γωνία του χρήστη.



Εικόνα 8: Η μέθοδος επικοινωνίας Voice-Speaker από την οπτική γωνία του χρήστη.



Εικόνα 9: Η μέθοδος επικοινωνίας Video-Screen από την οπτική γωνία του χρήστη.

### 3.2 Ερευνητικοί στόχοι και υποθέσεις

Μια μεγάλη κατηγορία πειραμάτων στην εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιεί τη μέτρηση της απόδοσης του χρήστη σε συγκεκριμένες εργασίες για την αξιολόγηση μεθόδων αλληλεπίδρασης σε εμπυθιστικό εικονικό περιβάλλον. Σε αυτού του είδους τα πειράματα, αλλά και γενικά σε κάθε είδους πείραμα επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπου και



υπολογιστή (Human Computer Interaction - HCI), η αλληλεπίδραση του ερευνητή με τον χρήστη είναι σημαντικός παράγοντας, τόσο κατά την διάρκεια της διαδικασίας που αξιολογείται όσο και κατά της φάση της συνέντευξης. Από την μία, είναι απαραίτητο ο ερευνητής να παρατηρεί διακριτικά τον χρήστη ενώ εκτελεί την εργασία που του έχει ανατεθεί, κάτι που φυσικά προσφέρει ένα εμπυθιστικό VR περιβάλλον. Εκτός όμως από το να καταγράφονται οι κινήσεις του χρήστη μέσω εικονικών αλλά και φυσικών καμερών, ο ερευνητής μπορεί να παρατηρεί σε πραγματικό χρόνο, αόρατος στον χρήστη αν το επιθυμεί. Τα εμπυθιστικά VR συστήματα δίνουν την δυνατότητα στον ερευνητή να επιλέξει διαφορετικές μεθόδους αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, οι οποίες κυμαίνονται από το να είναι αόρατος και να παρατηρεί διακριτικά, μέχρι το να είναι ορατός, εμπυθισμένος καθόλη την διάρκεια και να αλληλεπιδρά με τον χρήστη στο ίδιο εικονικό περιβάλλον. Με παρόμοιο τρόπο, για την φάση της συνέντευξης και του ερωτηματολογίου, αν το ζητούμενο είναι να περιοριστούν τα BIPs και να μεταφερθούν αυτές οι διαδικασίες μέσα στο εικονικό περιβάλλον, και πάλι ο ερευνητής έχει διάφορες επιλογές αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, από το απλά να συνομιλεί μέσω φωνής μέχρι να εμφανιστεί εμπυθισμένος στο ίδιο εικονικό περιβάλλον.

Υποστηρίζεται, ότι η δυνατότητα να ρυθμιστεί ο βαθμός της κοινωνικής παρουσίας που προσφέρει το VR, μπορεί να βοηθήσει στην μείωση των πιθανών αρνητικών επιδράσεων του φόβου αξιολόγησης, προσφέροντας την καταλληλότερη απεικόνιση του ερευνητή, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες του πειράματος για “κοινωνική διευκόλυνση” (social facilitation), μειώνοντας παράλληλα την “κοινωνική αμηχανία” (social inhibition) [14, 51]. Ο κοινωνικός παράγοντας μπορεί να επηρεάσει τις απαντήσεις που δίνονται σε μία συνέντευξη με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Για παράδειγμα, προκειμένου οι χρήστες, ιδιαίτερα οι πιο έμπειροι, να μην δείξουν ότι δεν κατάλαβαν κάποια ερώτηση, μπορεί να απαντήσουν οτιδήποτε απλά για να αποφύγουν μια άβολη ερώτηση, ή μια ερώτηση στην οποία δεν γνωρίζουν τί να απαντήσουν και αισθάνονται ότι ίσως τους ντροπιάσει στα μάτια οποιουδήποτε. Σε αυτή την περίπτωση, η χρήση ενός μέσου που προσφέρει λιγότερη κοινωνική παρουσία, όπως ένα avatar, μπορεί να ενθαρρύνει κάποιους να είναι πιο ειλικρινείς, και να πουν ότι θέλουν, χωρίς φόβο ότι θα κριθούν αρνητικά για αυτό.

Ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη, ωστόσο, σε σχέση με το επίπεδο της κοινωνικής παρουσίας που προσφέρει ο ερευνητής, είναι η απειρία που τείνουν να έχουν οι χρήστες με συστήματα VR, και που αποτελεί την πλειοψηφία των συμμετεχόντων σε πειράματα αυτού του είδους. Παρότι ο εξοπλισμός VR έχει φτάσει ρυθμούς μαζικής παραγωγής, και υπάρχουν ήδη έμπειροι χρήστες, αποτελούν ευλόγως την μειοψηφία στις πληθυσμιακές ομάδες πειραμάτων όπως το δικό μας, καθώς η αξιολόγηση μιας καινούριας μεθόδου επικοινωνίας απαιτεί δείγμα και από αρχάριους αλλά και από έμπειρους χρήστες. Ο παράγοντας αυτός μπορεί να οδηγήσει σε κάποιου είδους περιέργεια και ενθουσιασμό στους συμμετέχοντες του πειράματος, αλλά μπορεί επίσης εν δυνάμει να προκαλέσει άγχος σε κάποιους, λόγω της ανασφάλειας για τον χειρισμό του εξοπλισμού αυτού καθ' εαυτόν, αλλά και για την χρήση του για την ομαλή αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Το επίπεδο αυτού του είδους άγχους, είναι ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να λάβουμε υπόψιν, καθώς εξερευνούμε διάφορες πτυχές του φόβου αξιολόγησης στο συγκεκριμένο πλαίσιο, αντικρούοντας πιθανά επιχειρήματα υπέρ της μείωσης της κοινωνικής παρουσίας κατά την διάρκεια του πειράματος. Αυτές οι ειδικές συνθήκες που παρουσιάζονται στις εμπυθιστικές VR εμπειρίες, μπορεί να επηρεάσουν τις επιδράσεις της κοινωνικής παρουσίας στον φόβο αξιολόγησης, με τρόπο τέτοιο ώστε να είναι διαφορετικές από αυτές που έχουν προκύψει από έρευνες στον φυσικό κόσμο.

Σε αυτή την εργασία εστιάζουμε σε τρεις μεθόδους επικοινωνίας του ερευνητή με τον χρήστη μέσα στο εικονικό περιβάλλον: Voice-Speaker, μέσω ενός εικονικού ηχείου,

Video-Screen, μέσω μιας οθόνης στον τοίχο, η οποία προσφέρει μια ζωντανή εικόνα του ερευνητή στον πραγματικό κόσμο και ένα 3D-Avatar που αναπαριστά τον ερευνητή να είναι καθισμένος απέναντι από τον χρήστη στο εικονικό περιβάλλον. Η βασική ιδέα πίσω από την επιλογή των συγκεκριμένων μεθόδων είναι να προσφέρουμε διαφορετικούς τρόπους επικοινωνίας που συναντάμε στον πραγματικό κόσμο, γνώριμους σε διαφορετικούς βαθμούς ανάλογα και με τις εμπειρίες κάθε χρήστη, και που ακολουθούν την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τον αντίκτυπό της στον τομέα της ανθρώπινης επικοινωνίας τα τελευταία χρόνια. Επιπροσθέτως, η ιδιαίτερη φύση κάθε μιας από τις εν λόγω μεθόδους, προσφέρει και διαφορετικά επίπεδα κοινωνικής παρουσίας.

Στόχος μας είναι να εξερευνήσουμε τις επιδράσεις των τριών αυτών μεθόδων επικοινωνίας σε διάφορες κατηγορίες, οι οποίες συνάδουν με τις παρακάτω τέσσερις θεματικές που αποτελούν και την βάση για την συγκρότηση των υποθέσεών μας:

## Ρεαλισμος

Παρόλο που οι συγκεκριμένες μέθοδοι επιλέχθηκαν έτσι ώστε να είναι οικείες στους χρήστες από τις εμπειρίες τους στην πραγματική ζωή, παραμένει ανοιχτό το ερώτημα αν θα τις νιώσουν φυσικές, ρεαλιστικές ή αν θα συνάδουν με τις εμπειρίες τους στην πραγματική ζωή. Σε αυτή την περίπτωση η βασική μας υπόθεση είναι:

- H1. Το Video-Screen θα θεωρηθεί πως συνάδει περισσότερο με τις εμπειρίες του χρήστη στην πραγματική ζωή.

Αυτή η υπόθεση σχηματίστηκε αρχικά με το σκεπτικό ότι το Video-Screen, με τον ερευνητή να μιλάει πρόσωπο με πρόσωπο στους χρήστες, προσομοιάζοντας μία τηλεδιάσκεψη, θα είναι πιο οικεία εμπειρία, περισσότερο από την ακρόαση της φωνής του ερευνητή μέσω ενός ηχείου. Στην περίπτωση του 3D-Avatar, προβλέπουμε πως παρά την ανθρωπόμορφη απεικόνιση του ερευνητή και τις βασικές εκφράσεις και κινήσεις που μπορεί να εκτελέσει, πιθανό να ανήκει ακόμα στην κατηγορία του “uncanny valley” (μτφ. “κοιλιάδα του παράξενου”, εννοώντας την σχέση μεταξύ της ομοιότητας ενός αντικειμένου με άνθρωπο, και της αντίδρασης των ανθρώπων στο αντικείμενο αυτό) [29] για τους περισσότερους χρήστες.

## Ικανοποίηση των χρηστών

Ένας σημαντικός στόχος της έρευνας αυτής, είναι το να αναγνωρίσουμε ποιά απεικόνιση του ερευνητή είναι η βέλτιστη στα πλαίσια ενός πειράματος στο οποίο μετράμε την απόδοση των χρηστών. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση διαφόρων πτυχών της ικανοποίησης που μπορεί να νιώθει ένας χρήστης, όπως την προτίμησή του, την ευχαρίστηση, το κατά πόσο διασκεδάζει καθώς και ποιά μέθοδος τον κάνει να νιώθει πιο άνετα, ενώ παράλληλα εξετάζεται αν οποιοσδήποτε τρόπος τους προκαλεί άγχος ή δυσφορία. Η κύρια υπόθεση μας σε αυτή την κατηγορία είναι η εξής:

- H2. Οι χρήστες θα νιώσουν πιο άνετα με το Voice-Speaker.

Αυτή η υπόθεση βασίζεται στο γεγονός ότι τα περισσότερα οπτικά ερεθίσματα, που μπορούν εν δυνάμει να προκαλέσουν δυσφορία σε μία συνομιλία πρόσωπο με πρόσωπο είναι απόντα. Δεν υπάρχει παρουσία κάποιου ατόμου στο δωμάτιο, και ο χρήστης λαμβάνει την απαραίτητη πληροφορία μόνο μέσω φωνής, περιορίζοντας όσο το δυνατόν περισσότερο την πιθανότητα ανάπτυξης του φαινομένου της “κοινωνικής

αμηχανίας” (social inhibition) και δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη να επικεντρωθεί στην εργασία που του έχει ανατεθεί [23].

## **Αποδοτικότητα**

Στα πλαίσια ενός πειράματος, ένας από τους κεντρικούς στόχους, είναι να κάνεις τους χρήστες να δώσουν τον καλύτερό τους εαυτό στην εργασία που τους έχει ανατεθεί, χωρίς να νιώθουν άγχος ή πίεση για την επίδοσή τους. Αυτό σημαίνει ότι μια επιτυχημένη μέθοδος επικοινωνίας με τον ερευνητή, δεν θα πρέπει να αποσπά την προσοχή ή να δυσχεραίνει την διαδικασία, αλλά να είναι υποστηρικτική και να προωθεί τους χρήστες να προσπαθήσουν για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, ακόμα και μόνο με την παρουσία τους στον ίδιο χώρο. Οι σκέψεις μας σε αυτή την κατηγορία συνοψίζονται στις τρεις παρακάτω υποθέσεις:

- H3. Το 3D-Avatar θα αποσπά την προσοχή στους περισσότερους χρήστες.
- H4. Οι χρήστες θα είναι πιο αποδοτικοί με το Voice-Speaker στην εκτέλεση της εργασίας τους.
- H5. Οι χρήστες θα προσπαθήσουν να είναι πιο αποδοτικοί με το Video-Screen στην εκτέλεση της εργασίας τους.

Η υπόθεση H3 είναι βασισμένη στο γεγονός ότι το καθημένο 3D-Avatar βρίσκεται μπροστά από τους συμμετέχοντες και σχετικά κοντά τους στο εικονικό περιβάλλον, και πιστεύουμε ότι οι κινήσεις του θα τραβήξουν την προσοχή τους, δεδομένου ότι δεν έχουν αρκετό χρόνο να το συνηθίσουν προτού ξεκινήσει η εκτέλεση της εργασίας τους.

Η μέθοδος του Video-Screen προσφέρει τις εκφράσεις του προσώπου, και γενικότερα τα περισσότερα οπτικά ερεθίσματα σε σύγκριση με τις άλλες δύο, και επομένως περιμένουμε πως οι χρήστες θα κάνουν μεγαλύτερη προσπάθεια στην παρουσία της, χωρίς απαραίτητα να έχουν και την ανάλογη καλύτερη απόδοση (H5). Το αίσθημα του να σε παρακολουθεί και να κρίνει κάποιος ειδικός (π.χ. ο ερευνητής) μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο, και για αυτόν τον λόγο περιμένουμε πως μία μέθοδος με λιγότερα οπτικά ερεθίσματα και σχεδόν καθόλου περισπασμούς θα επηρεάσει θετικά στην απόδοσή τους (H4). Ωστόσο, δεδομένου ότι η εργασία που έχει ανατεθεί στους χρήστες είναι απλή, η πιο έντονη παρουσία του ερευνητή μπορεί να συνδράμει στην αύξηση της απόδοσής τους.

## **Κοινωνική Παρουσία**

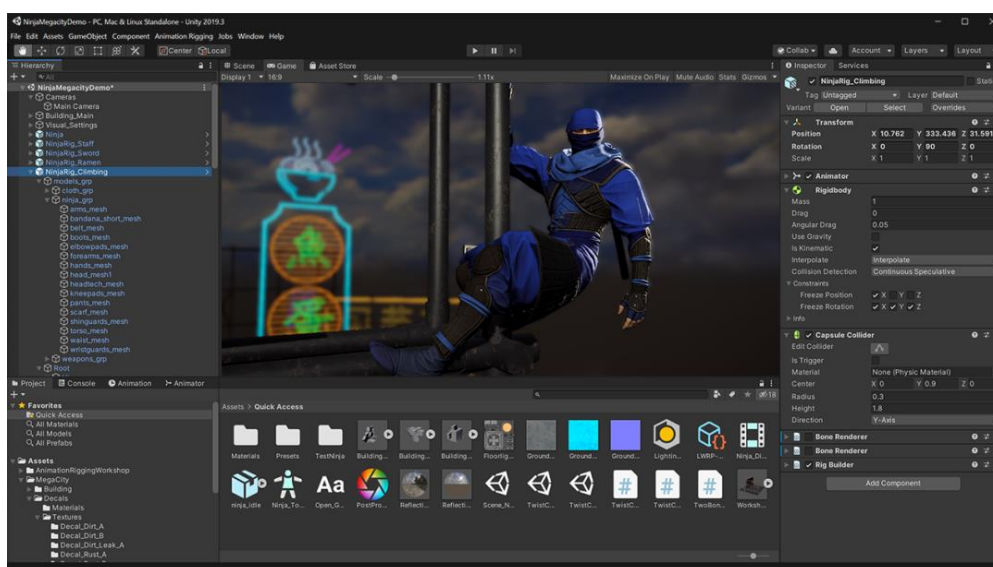
Ακόμα ένας σημαντικός παράγοντας που θα πρέπει να λάβουμε υπόψη είναι το επίπεδο της κοινωνικής παρουσίας που προσφέρει κάθε μία από τις μεθόδους επικοινωνίας. Ο βαθμός κοινωνικής παρουσίας που μπορεί να φτάσει μία μέθοδος επικοινωνίας, αποτελεί συνδυασμό της δυνατότητάς της να μεταφέρει οπτικά και λεκτικά ερεθίσματα, και του επιπέδου στο οποίο μπορεί να κάνει τον χρήστη να νιώσει ότι συνυπάρχει και αλληλεπιδρά με κάποιον άλλο στο ίδιο δωμάτιο. Σε αυτό το πλαίσιο, θα πρέπει να εξετάσουμε την κοινωνική παρουσία που αισθάνεται ο κάθε χρήστης, καθώς είναι πιθανό ένας χρήστης να αισθάνεται υψηλότερα επίπεδα κοινωνικής παρουσίας με διαφορετικές μεθόδους επικοινωνίας. Στην δική μας περίπτωση, πιστεύουμε ότι το Video-Screen είναι ικανό να προσφέρει περισσότερα οπτικά ερεθίσματα, ενώ το 3D-Avatar μπορεί να σε κάνει να νιώσεις ότι βρίσκεσαι στο ίδιο δωμάτιο με τον ερευνητή, εξ ου και η παρακάτω υπόθεση:

- Η6. Το Video-Screen και το 3D-Avatar θα συμβάλλουν στην αύξηση της κοινωνικής παρουσίας που αισθάνονται οι χρήστες.

## 4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

### 4.1 Ερευνητικοί στόχοι και υποθέσεις

Η Unity είναι μια μηχανή δημιουργίας παιχνιδιών (game engine) που αναπτύχθηκε από την Unity Technologies, η οποία ανακοινώθηκε για πρώτη φορά και κυκλοφόρησε τον Ιούνιο του 2005 και μπορεί να εγκατασταθεί στα πιο διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα. Έχει χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία περίπου του 60 τοις εκατό του περιεχομένου για επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα στην αγορά [54], και αυτή την στιγμή "κυριαρχεί στην αγορά του VR" [55, 56, 57]. Γενικότερα, χρησιμοποιείται για την παραγωγή τρισδιάστατων (3D) και δισδιάστατων (2D) παιχνιδιών, αλλά και διαδραστικών προσομοιώσεων και άλλων εμπειριών [58, 59]. Το φιλικό για τον χρήστη περιβάλλον που προσφέρει είναι κατάλληλο για την δημιουργία τρισδιάστατων χώρων, επιπέδων του παιχνιδιού, animations, την ανάπτυξη κώδικα και την οργάνωση μεγάλων προτζεκτ. Οι χρήστες μπορούν να διαχειριστούν ένα περιβάλλον που έχουν δημιουργήσει με την εισαγωγή assets στην σκηνή, την συναρμολόγηση τους, την προσθήκη φωτισμού, ηχητικών εφέ, και την δημιουργία animations μέσω του προγράμματος επεξεργασίας της Unity, για την δημιουργία μιας εμπειρίας που ταιριάζει στις ανάγκες τους.



Εικόνα 10: Το User Interface της Unity το 2020

#### 4.1.1 Προγραμματισμός

Η ανάπτυξη κώδικα είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της δημιουργίας μιας εφαρμογής στην Unity. Μέσω της ανάπτυξης κώδικα, οι προγραμματιστές μπορούν να διαχειριστούν τις κινήσεις των παικτών και να ελέγξουν γεγονότα που αποτελούν μέρος της σχεδίασης ενός παιχνιδιού. Κάθε αντικείμενο σε ένα παραγόμενο περιβάλλον αποκαλείται "GameObject" (μτφ. "αντικείμενο παιχνιδιού"), και η συμπεριφορά του καθορίζεται από κώδικα που προϋπήρχε από την Unity ή δημιουργήθηκε από τον χρήστη και αποκαλείται "Component". Παρά το γεγονός ότι τα components που προσφέρει η Unity έχουν πολλαπλές χρήσεις, τις περισσότερες φορές είναι απαραίτητη και η δημιουργία κάποιων components από τους χρήστες, ώστε να έχουν τον πλήρη έλεγχο της εφαρμογής, να επεκτείνουν ήδη υπάρχοντες λειτουργίες/συναρτήσεις ή να φτιάξουν καινούριες.

Η Unity προσφέρει μια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (API) σε C# για το πρόγραμμα επεξεργασίας σε μορφή επεκτάσεων (plugins), αλλά και για την δημιουργία παιχνιδιών. Πριν την C#, η μηχανή υποστήριζε την Boo, η οποία αφαιρέθηκε το 2017 με την κυκλοφορία της Unity 5, και UnityScript, μια έκδοση της JavaScript που επίσης αφαιρέθηκε το 2017 [60].

#### 4.1.2 Assets

Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν και να θέσουν προς πώληση “assets”, για την αγορά και την χρήση από άλλους δημιουργούς παιχνιδιών μέσω του Unity Asset Store. Πρόκειται για τρισδιάστατα ή δισδιάστατα αντικείμενα ή περιβάλλοντα, που προγραμματιστές μπορούν να πουλήσουν ή να αγοράσουν για να χρησιμοποιήσουν στην δική τους εφαρμογή [61]. Το Unity Asset Store παρουσιάστηκε το 2010. Μέχρι το 2018, έχουν γίνει περίπου 40 εκατομμύρια κατεβάσματα από το ψηφιακό κατάστημα [62]. Κατά την δημιουργία του δικού μας εικονικού περιβάλλοντος, χρησιμοποιήσαμε ορισμένα “assets” τα οποία κατεβάσαμε από το Unity Asset Store:

- SteamVR Plugin  
(<https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/steamvr-plugin-32647>)
- UMA 2 - Unity Multipurpose Avatar  
(<https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/uma-2-unity-multipurpose-avatar-35611>)
- Original Bricks Textures  
(<https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/brick/15-original-bricks-textures-72427>)
- Lighting Bolt Effect for Unity  
(<https://assetstore.unity.com/packages/tools/particles-effects/lightning-bolt-effect-for-unity-59471>)
- Auto Hand - VR Physics Interaction  
(<https://assetstore.unity.com/packages/tools/physics/auto-hand-vr-physics-interaction-165323>)
- HQ Acoustic system  
(<https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/electronics/hq-acoustic-system-41886>)
- Free Laptop  
(<https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/electronics/free-laptop-90315>)
- Hospital Medical Office Modular  
(<https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/hospital-medical-office-modular-165327>)

Επίσης υπήρξαν κάποια τρισδιάστατα μοντέλα που κατέβηκαν εκτός του Unity Asset Store, στο ψηφιακό κατάστημα του Sketchfab:

- Barbed Wire  
(<https://sketchfab.com/3d-models/alambre-de-puas-576a6a487ee44b3e9707d5b5b68a6c8c>)
- Tesla Coil

(<https://sketchfab.com/3d-models/tesla-coil-old-5a2c8c1ac0a44efca9500af608af710e>)

- Amazon echo

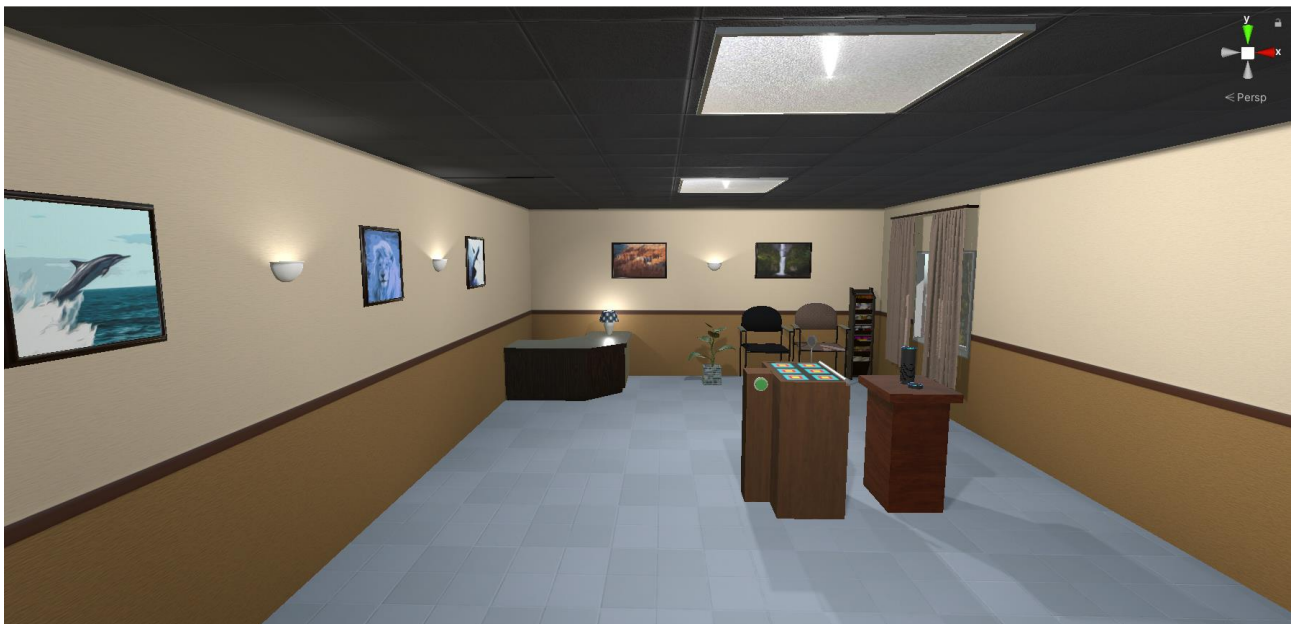
(<https://sketchfab.com/3d-models/amazon-echo-d09319ec6c8245f2bc7f20d96a4f328a>)

- Pyramids

(<https://sketchfab.com/3d-models/pyramids-fe09f294d7de423584f3fbe9418b83a3>)

- Window-Curtain

(<https://sketchfab.com/3d-models/brown-modern-curtain-with-shear-window-screen-8b9aa20a7d5443668699c60a43be74c0>)



Εικόνα 11: Το εικονικό περιβάλλον όταν η μέθοδος του Voice-Speaker είναι ενεργή.

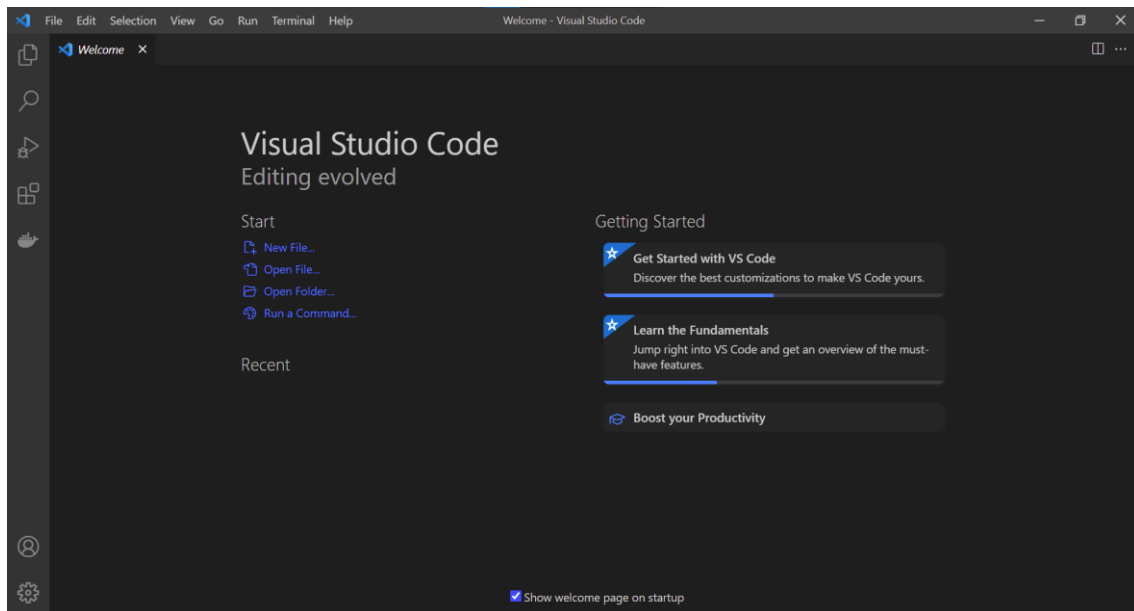
## 4.2 VS Code

Το Visual Studio Code είναι ένα πολύ δημοφιλές πρόγραμμα επεξεργασίας κώδικα, το οποίο δημιουργήθηκε από την Microsoft και είναι συμβατό με τα λειτουργικά συστήματα Windows, Linux και macOS [63]. Περιλαμβάνει υποστήριξη για debugging, ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου εκδόσεων (Git), χρωματισμό των λέξεων ανάλογα την γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται, έξυπνη συμπλήρωση κώδικα, εύκολη εισαγωγή επαναλαμβανόμενου κώδικα και αναδιαμόρφωση κώδικα. Το μεγαλύτερο μέρος του πηγαίου κώδικα του VS Code έχει κυκλοφορήσει υπό το δίπλωμα του MIT [64] ενώ η Microsoft το προσφέρει ως δωρεάν λογισμικό [65]. Οι χρήστες του, έχουν την δυνατότητα να προσαρμόσουν την εφαρμογή ανάλογα με τις ανάγκες τους, αλλάζοντας την θεματική, συντομεύσεις στο πληκτρολόγιο, προτιμήσεις και προσθέτοντας επεκτάσεις για επιπλέον λειτουργίες [66]. Το Visual Studio Code υποστηρίζει τις περισσότερες βασικές γλώσσες προγραμματισμού, προσφέροντας χρωματισμό λέξεων, συμπλήρωση παρενθέσεων καθώς και προτάσεις για την δομή του κώδικα αφού έχει εξ αρχής εγκατεστημένη την επέκταση IntelliSense για JavaScript, TypeScript, JSON, CSS και HTML. Οι υπόλοιπες γλώσσες προγραμματισμού υποστηρίζονται με την εγκατάσταση της ανάλογης επέκτασης, δωρεάν μέσα από την ίδια την εφαρμογή, στο VS Code Marketplace.

Οι επεκτάσεις που χρησιμοποιήσαμε στην περίπτωση μας ήταν:

Ανάπτυξη και αξιολόγηση τριών μεθόδων επικοινωνίας του αξιολογητή με τον εμπισθισμένο χρήστη σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας

- C# for Visual Studio Code (powered by OmniSharp)  
(<https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=ms-dotnettools.csharp>)
- Vim emulation for Visual Studio Code  
(<https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=vscodvim.vim>)
- Visual Studio IntelliCode  
(<https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=VisualStudioExptTeam.vscodeintelllicode>)
- Unity Code Snippets  
(<https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=kleber-swf.unity-code-snippets>)
- Debugger for Unity  
(<https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=Unity.unity-debug>)



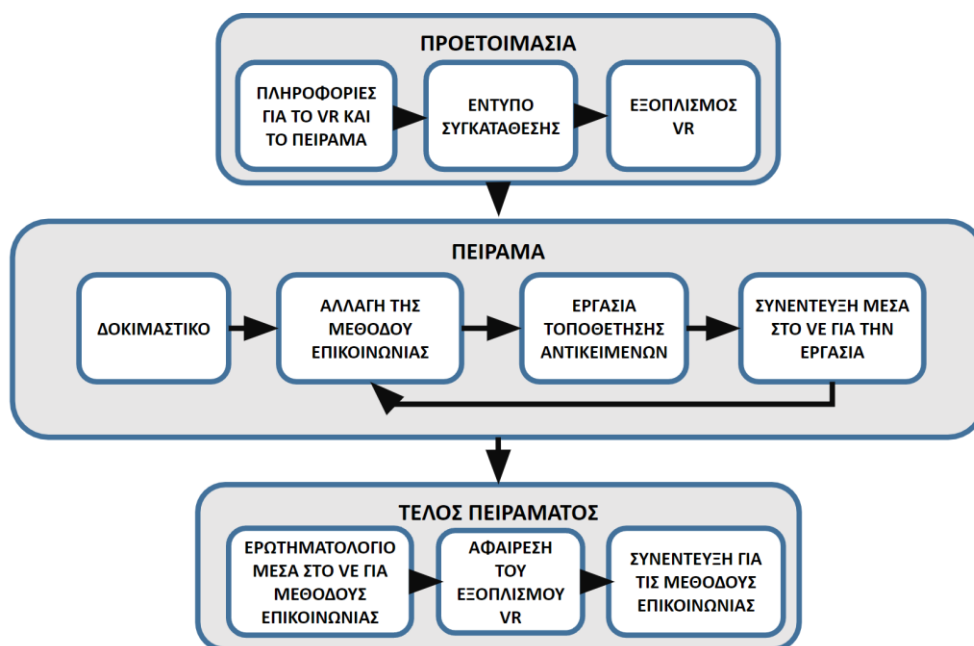
**Εικόνα 12: Το Visual Studio Code σε Windows 10**



## 5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

### 5.1 Συμμετέχοντες και Διαδικασία

Συνολικά 38 άτομα, 22 γυναίκες και 16 άνδρες, πήραν μέρος στο πείραμα. Από αυτούς, οι 27 είχαν λίγη έως καθόλου εμπειρία σε VR (0-3 φορές), 6 είχαν εμπειρία σε μέτριο βαθμό (4-10 φορές), ενώ 5 είχαν αρκετή εμπειρία σε VR (πάνω από 10 φορές). Όλοι τους πλην τριών ήταν δεξιόχειρες. Πριν λάβει χώρα το πείραμα, οι συμμετέχοντες έλαβαν προσκλήσεις για την τοποθεσία και την ακριβή ώρα διεξαγωγής του. Οι διαδικασίες που ακολουθήσαμε συμφωνούσαν με τους κανόνες δεοντολογίας του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών. Η Εικόνα 13 δείχνει την διαδικασία του πειράματος μας, η οποία διήρκησε κατά μέσο όρο 60 λεπτά. Αρχικά στους συμμετέχοντες δόθηκαν γενικές πληροφορίες σχετικές με την τεχνολογία του VR, συμπεριλαμβανομένων των ρίσκων στην χρήση του, καθώς και για την διαδικασία του πειράματος. Αμέσως μετά τους ζητήθηκε να διαβάσουν και να συμπληρώσουν το έντυπο συγκατάθεσης. Αφού φορέσουν τον εξοπλισμό του VR, το πείραμα ξεκινάει και οι χρήστες περνάνε από τις διαφορετικές φάσεις της εργασίας που τους έχει ανατεθεί, όπως περιγράφεται στην Ενότητα 3, ενώ μία από τις τρεις μεθόδους επικοινωνίας είναι ενεργή για την επικοινωνία με τον ερευνητή. Πρέπει να σημειωθεί, ότι ο ερευνητής στον πραγματικό κόσμο βρισκόταν σε διπλανό δωμάτιο για την αποφυγή παρεμβολών στην επικοινωνία του εικονικού περιβάλλοντος που πιθανώς θα οδηγούσαν σε BIPs. Στο τέλος κάθε φάσης, διεξάγεται μια συνέντευξη μέσα στο εικονικό περιβάλλον που αφορά την εν λόγω φάση, με την μέθοδο επικοινωνίας που είναι ενεργή την συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Μετά το πέρας της τελευταίας φάσης του πειράματος, οι συμμετέχοντες καλούνται να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο ξανά μέσα στο εικονικό περιβάλλον (Εικόνα 14), όμως αυτή την φορά δεν αφορά την εργασία που τους ανατέθηκε στο πείραμα, αλλά τις μεθόδους επικοινωνίας που χρησιμοποιήθηκαν. Τέλος, αφού προσφέρουμε βοήθεια για να βγάλουν τον εξοπλισμό, και μετά από ένα μικρό διάλειμμα, πάμε στο τελικό βήμα του πειράματος, την ημιδομημένη συνέντευξη πρόσωπο με πρόσωπο για τις μεθόδους επικοινωνίας.



Εικόνα 13: Η διαδικασία που ακολουθήσαμε για κάθε χρήστη.

## 5.2 Δεδομένα της αξιολόγησης

Σε αυτή την υποενότητα, παραθέτουμε με περισσότερη λεπτομέρεια τα δεδομένα που συλλέξαμε. Ακολουθώντας μια προσέγγιση πολλαπλών διαφορετικών μεθόδων, χρησιμοποιήσαμε (α) ένα ερωτηματολόγιο και συνέντευξη, (β) καταγεγραμμένα δεδομένα για την επίδοση των χρηστών στην εργασία που έχει ανατεθεί, (γ) καταγραφή της κίνησης των ματιών και (δ) παρακολούθηση των χρηστών.

### 5.2.1 Ερωτηματολόγιο και συνέντευξη για τις μεθόδους επικοινωνίας

Οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για (α) το ερωτηματολόγιο μέσα στο VR, το οποίο καταγράφει τις συγκριτικές απόψεις των χρηστών για τις τρεις μεθόδους επικοινωνίας και για (β) την συνέντευξη που διεξήχθη στον πραγματικό κόσμο, ως το τελευταίο στάδιο της έρευνας, έχουν επιλεγεί με σκοπό να υποστηρίξουν τους στόχους και τις υποθέσεις της έρευνάς μας όπως αυτές περιγράφονται στην ενότητα 3. Και για τα δύο αυτά εργαλεία αξιολόγησης, σκοπός μας ήταν να βρεθεί η ισορροπία για τον σωστό αριθμό ερωτήσεων, ώστε να καλύπτονται οι στόχοι της έρευνας μας χωρίς να δημιουργήσουμε υπερβολικό φόρτο ερωτήσεων για τους χρήστες, ειδικά στην περίπτωση του ερωτηματολογίου που συμπληρώνεται μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Και τα δύο ερωτηματολόγια είναι βασισμένα σε ήδη υπάρχοντα εργαλεία, συμπεριλαμβανομένου του ερωτηματολογίου για την παρουσία (PQ) των Witmer & Singer (2005) [50], του ερωτηματολογίου για την κοινωνική παρουσία [4, 5], του ερωτηματολογίου για την παρουσία (IPQ) των Schubert, Friedmann & Regenbrecht [36] και του ερωτηματολογίου των Lessiter, Freeman, Keogh & Davidoff για την αίσθηση της παρουσίας και της ικανοποίησης των χρηστών (ITC-Sense of Presence Inventory) [26]. Επιλέξαμε σχετικές ερωτήσεις από αυτά τα ερωτηματολόγια και επεκτείναμε με επιπλέον ερωτήσεις που θεωρήσαμε χρήσιμες, προκειμένου να καταγράψουμε πως αντιλαμβάνονταν οι χρήστες την δική τους αποδοτικότητα, άνεση, αίσθηση διασκέδασης και τον φόβο της αξιολόγησης γενικότερα, σε σχέση με τις τρεις μεθόδους επικοινωνίας.

Όλες οι ερωτήσεις στο ερωτηματολόγιο μας μέσα στο εικονικό περιβάλλον, σχεδιάστηκαν ως προτάσεις, η βαθμολόγηση των οποίων από τους χρήστες πραγματοποιήθηκε σε κλίμακα Likert από το 1 ως το 7. Για τις ερωτήσεις της συνέντευξης, στόχος ήταν να εξηγήσουν οι χρήστες πιο διεξοδικά τις εντυπώσεις και τις απόψεις τους για τις μεθόδους επικοινωνίας, εστιάζοντας στα θετικά και αρνητικά που είχε η κάθε μία σύμφωνα με τους χρήστες, αλλά και να επιβεβαιώσουμε τις απαντήσεις που έδωσαν οι χρήστες στο ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν εμπυθισμένοι στο VR. Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και των συνεντεύξεων παρουσιάζονται στο παράρτημα I και II αντίστοιχα.



Εικόνα 14: Το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωναν οι χρήστες μέσα στο εικονικό περιβάλλον.

### 5.2.2 Δεδομένα που καταγράφηκαν

Με σκοπό να στηρίξουμε τους ισχυρισμούς μας για αυτή την έρευνα, καταγράφουμε συγκεκριμένα δεδομένα που έχουν να κάνουν τόσο με την απόδοση των χρηστών στην εργασία που τους έχει ανατεθεί, όσο και με την συμπεριφορά τους. Σε ότι αφορά την απόδοση, επιλέξαμε να καταγράφουμε την διάρκεια και την ακρίβεια κάθε τοποθέτησης αντικειμένου, ενώ για την συμπεριφορά, καταγράφοντας την κίνηση των ματιών των χρηστών, είχαμε πληροφορία για το που εστίαζαν τα μάτια τους και για πόση διάρκεια. Συνολικά καταγράψαμε 9 μεταβλητές που λήφθηκαν υπόψη στην μετέπειτα ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Συγκεκριμένα, σε σχέση με την απόδοση, καταγράψαμε την διάρκεια και την ακρίβεια των εργασιών, σε μια προσπάθεια να μετρήσουμε την απόδοση ως έναν συνδυασμό ταχύτητας και ακρίβειας. Για την διάρκεια, καταγράψαμε ξεχωριστά την διάρκεια για το κράτημα του αντικειμένου και για την τοποθέτησή του (2 μεταβλητές), καθώς και το πόσο διήρκεσε η συνέντευξη που αφορά τις τοποθετήσεις μέσα στο VR για κάθε μέθοδο επικοινωνίας. Για την ακρίβεια της τοποθέτησης, καταγράψαμε 2 μεταβλητές: την απόκλιση του κέντρου μάζας του αντικειμένου που τοποθετείται και την διαφορά στην περιστροφή του από τον στόχο.

Σε ότι αφορά τα δεδομένα μας για την κίνηση των ματιών, καταγράψαμε την διάρκεια της εστίασης των ματιών των χρηστών στα αντικείμενα που αναπαριστούν τον ερευνητή σε κάθε φάση (δηλαδή το ηχείο, την οθόνη και το 3D-Avatar). Εκτός της συνολικής διάρκειας της εστίασης των ματιών, καταγράψαμε και την διάρκεια εστίασης πριν ξεκινήσει η εργασία των χρηστών, κατά την διάρκεια της εργασίας και κατά την διάρκεια της συνέντευξης για την εν λόγω εργασία, έχοντας τελικά 4 μεταβλητές.

## 6. ΑΝΑΛΥΣΗ & ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων που συλλέξαμε στην έρευνά μας. Αρχικά παραθέτουμε τα αποτελέσματα της ανάλυσης του ερωτηματολογίου, στην συνέχεια αυτά της ανάλυσης των δεδομένων που καταγράψαμε ενώ οι χρήστες εκτελούσαν την εργασία που τους είχε ανατεθεί και τέλος επιλεγμένα αποτελέσματα από την τελική συνέντευξη που έχει να κάνει με τις μεθόδους επικοινωνίας. Έπειτα, συζητάμε για το πώς αυτά τα αποτελέσματα απαντούν στις ερωτήσεις και υποθέσεις της έρευνάς μας, όπως αυτές περιγράφονται στην Ενότητα 3.

### 6.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Για την ανάλυση των προτάσεων του ερωτηματολογίου, χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι Friedman, αρχικά για να αναγνωρίσουμε αν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων των τριών μεθόδων επικοινωνίας (Voice-Speaker, 3D-Avatar and Video-Screen) στις απαντήσεις που δόθηκαν από τους χρήστες για κάθε πρόταση (σε κλίμακα Likert από το 1 ως το 7). Επίσης υπολογίστηκαν ο μέσος όρος (M) και η τυπική απόκλιση (STD) για κάθε πρόταση και κάθε μέθοδο. Οι μη παραμετρικοί έλεγχοι Friedman έδειξαν σημαντική διαφορά στις απαντήσεις για τις μεθόδους, σε όλες τις προτάσεις. Το επόμενο βήμα ήταν η διεξαγωγή μη παραμετρικών ελέγχων σύγκρισης Wilcoxon ανά ζεύγη για τις τρεις μεθόδους για κάθε πρόταση, με σκοπό να αναγνωρίσουμε αν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων ανα ζεύγη. Στην συνέχεια της ενότητας παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας την παράμετρο Z για να συμβολίσουμε τον συντελεστή Wilcoxon, ο οποίος παρουσιάζεται χωρίς πρόσημο καθώς τα αποτελέσματα περιγράφονται στο κείμενο, και την παράμετρο p για να συμβολίσουμε το επίπεδο σημαντικότητας. Ορίζουμε το επίπεδο σημαντικότητας σε 0.05.

- **A1 - Η επικοινωνία που είχα με τον ερευνητή στο εικονικό περιβάλλον ερχόταν σε συμφωνία με τις εμπειρίες μου στην πραγματική ζωή.** Η επικοινωνία που είχαν οι χρήστες με τον ερευνητή ερχόταν σε συμφωνία με τις εμπειρίες τους στον πραγματικό κόσμο με το Video-Screen (M=6.16, STD=0.92) σε σχέση με το 3D-Avatar (M=4.68, STD=1.97) (Z=2.514, p=0.012) και το Voice-Speaker (M=4.58, STD=1.81) (Z=3.969, p<0.001). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ του 3D-Avatar και του Voice-Speaker.
- **A2 - Ένιωσα ότι η απεικόνιση του ερευνητή μου αποσπούσε την προσοχή κατά την διάρκεια της συζήτησής μας.** Η απεικόνιση του 3D-Avatar (M=3.84, STD=2.33) θεωρήθηκε ότι διασπά περισσότερο την προσοχή κατά την διάρκεια της συνέντευξης, ακολουθούμενη από το Video-Screen (M=2.58, STD=1.7) (Z=3.497, p<0.001) και μετά το Voice-Speaker (M=1.66, STD=0.97) (Z=4.367, p<0.001). Το Video-Screen επίσης θεωρήθηκε σημαντικά πιο διασπαστικό από το Voice-Speaker (Z=2.891, p=0.004)
- **A3 - Μπόρεσα να προσαρμοστώ γρήγορα στον τρόπο επικοινωνίας με τον ερευνητή.** Οι χρήστες ένιωσαν πως κατάφεραν να προσαρμοστούν πιο γρήγορα στο Video-Screen (M=6.52, STD=0.86) σε σχέση με το Voice-Speaker (M=5.84, STD=1.36) (Z=2.759, p=0.006) και το 3D-Avatar (M=5.58, STD=1.59) (Z=3.083, p=0.002). Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των τελευταίων.
- **A4 - Θα ήθελα να παρατείνω την συζήτηση με τον ερευνητή αν είχα την ευκαιρία.** Οι χρήστες θα ήθελαν να παρατείνουν την συζήτηση με τον ερευνητή με το Video-Screen (M=4.95, STD=2.12), σε σχέση με το Voice-Speaker

( $M=3.16$ ,  $STD=1.99$ ) ( $Z=4.023$ ,  $p<0.001$ ) και το 3D-Avatar ( $M=3.92$ ,  $STD=2.39$ ) ( $Z=2.794$ ,  $p=0.005$ ). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των τελευταίων.

- **A5 - Ένωσα ότι ο ερευνητής με παρακολουθούσε.** Οι χρήστες ένιωσαν πιο έντονα ότι το 3D-Avatar ( $M=4.61$ ,  $STD=2$ ) και το Video-Screen ( $M=4.63$ ,  $STD=2$ ) παρακολουθούσε τις κινήσεις τους, σε σχέση με το Voice-Speaker ( $M=2.42$ ,  $STD=1.95$ ). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των πρώτων. Ο έλεγχος Wilcoxon μεταξύ του 3D-Avatar και του Voice-Speaker είχε αποτέλεσμα  $Z=4.475$ ,  $p<0.001$  και μεταξύ του Video-Screen και του Voice-Speaker  $Z=4.244$ ,  $p<0.001$ .
- **A6 - Ένωσα σαν ο ερευνητής και εγώ να βρισκόμασταν στο ίδιο δωμάτιο.** Οι συμμετέχοντες απάντησαν πως με το 3D-Avatar ( $M=4.97$ ,  $STD=2.14$ ), ένιωσαν πιο έντονα πως ήταν μαζί με τον ερευνητή σε σχέση με το Video-Screen ( $M=3.5$ ,  $STD=2.28$ ) ( $Z=3.193$ ,  $p=0.001$ ) και το Voice-Speaker ( $M=2.76$ ,  $STD=2.22$ ) ( $Z=4.088$ ,  $p<0.001$ ). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των τελευταίων.
- **A7 - Η παρουσία του ερευνητή με έκανε να θέλω να είμαι πιο αποδοτικός στην εργασία που μου έχει ανατεθεί.** Οι χρήστες ένιωσαν ότι η παρουσία του ερευνητή τους έκανα να θέλουν να είναι πιο αποδοτικοί στην περίπτωση του Video-Screen ( $M=4.6$ ,  $STD=2.06$ ) και του 3D-Avatar ( $M=4.26$ ,  $STD=2.23$ ) σε σχέση με το Voice-Speaker ( $M=3.32$ ,  $STD=2.24$ ). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των πρώτων. Ο έλεγχος Wilcoxon μεταξύ του 3D-Avatar και του Voice-Speaker είχε αποτέλεσμα  $Z=2.688$ ,  $p=0.007$  και μεταξύ του Video-Screen και του Voice-Speaker  $Z=3.126$ ,  $p=0.002$ .
- **A8 - Ένωσα άνετα στο να εκφράσω τις απόψεις μου σε κάθε ερώτηση.** Οι χρήστες ένιωσαν πιο άνετα στο να εκφράσουν τις απόψεις τους κατά την διάρκεια της συνέντευξης με το Video-Screen ( $M=6.84$ ,  $STD=0.37$ ) σε σχέση με το 3D-Avatar ( $M=6.24$ ,  $STD=1.4$ ) ( $Z=2.607$ ,  $p=0.007$ ) και το Voice-Speaker ( $M=6.16$ ,  $STD=1.37$ ) ( $Z=2.924$ ,  $p=0.003$ ). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των τελευταίων.
- **A9 - Θα ένιωθα άνετα με το να κάνω στον ερευνητή ερωτήσεις που μου προέκυψαν.** Οι χρήστες ένιωσαν πιο άνετα με το να κάνουν ερωτήσεις στον ερευνητή κατά την διάρκεια της συνέντευξης με το Video-Screen ( $M=6.68$ ,  $STD=0.62$ ) σε σχέση με το Voice-Speaker ( $M=6$ ,  $STD=1.59$ ) ( $Z=2.424$ ,  $p=0.015$ ) και το 3D-Avatar ( $M=6.05$ ,  $STD=1.39$ ) ( $Z=2.813$ ,  $p=0.005$ ). Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των τελευταίων.

## 6.2 Αποτελέσματα ανάλυσης καταγεγραμμένων δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων που καταγράψαμε, το πρώτο βήμα ήταν η εκτέλεση ελέγχων Shapiro-Wilk για να εξετάσουμε την κανονικότητα των δειγμάτων των δεδομένων. Καθώς δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή, χρειάστηκε να γίνουν μη παραμετρικοί έλεγχοι Friedman για να εξετάσουμε αν υπάρχει κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των δεδομένων που καταγράφηκαν για τις τρεις μεθόδους (Voice-Speaker, 3D-Avatar and Video-Screen). Επιπλέον υπολογίστηκαν η μέση και η τυπική απόκλιση, για κάθε πρόταση και κάθε μέθοδο. Το επόμενο βήμα ήταν οι έλεγχοι σύγκρισης Wilcoxon ανά ζεύγη μεταξύ των τριών μεθόδων για κάθε πρόταση, για να βρεθούν πιθανές σημαντικές διαφορές. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται ως εξής:

- Οι διάρκειες που καταγράφηκαν και που αφορούν την εργασία που ανατέθηκε στους χρήστες, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου κρατήματος και

τοποθέτησης, δεν έδειξαν κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των μεθόδων επικοινωνίας.

- Τα δεδομένα που έχουν να κάνουν με την ακρίβεια, όπως η διαφορά απόστασης και περιστροφής από τον στόχο, δεν έδειξαν κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των μεθόδων επικοινωνίας.
- Στην περίπτωση της διάρκειας την συνέντευξης, το 3D-Avatar ( $M=282372.21$ ,  $STD=77997.71$ ) είχε μεγαλύτερη διάρκεια συνέντευξης σε σχέση με το Video-Screen ( $M=257131.87$ ,  $STD=70914.11$ ) ( $Z=2.777$ ,  $p=0.005$ ). Το Voice-Speaker ( $M=270968.87$ ,  $STD=77601.89$ ) φαίνεται να βρίσκεται ανάμεσα στα άλλα, χωρίς να έχει σημαντική διαφορά με κανένα από τα δύο.
- Στην περίπτωση της διάρκειας εστίασης των ματιών, και στις τέσσερις περιπτώσεις, δηλαδή συνολικά, πριν ξεκινήσει η εργασία, κατά την διάρκεια της εργασίας και κατά την διάρκεια της συνέντευξης, το avatar ήταν αυτό με την περισσότερη διάρκεια εστίασης, ακολουθούμενο από το Video-Screen και μετά από το Voice-Speaker. Επομένως οι χρήστες σε όλα τα στάδια του πειράματος, κοίταζαν περισσότερο το 3D-Avatar, μετά το Video-Screen και τέλος το Voice-Speaker. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται με λεπτομέρεια στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1: Αποτελέσματα ανάλυσης της διάρκειας εστίασης των ματιών των χρηστών**

	<b>Μέση (M) και τυπική (STD) απόκλιση.</b>	<b>Έλεγχοι σύγκρισης Wilcoxon ανά ζεύγη</b>
Σύνολο	3D-Avatar: $M=476312$ , $STD=260798.73$  Video-Screen: $M=127016.79$ , $STD=56142.7$  Voice-Speaker: $M=29595.5$ , $STD=18269.38$	Voice-Speaker < Video-Screen, $Z=5.373$ , $p<0.001$  Video-Screen < 3D-Avatar, $Z=5.35$ , $p<0.001$  Voice-Speaker < 3D-Avatar, $Z=5.373$ , $p<0.001$
Πρίν την εργασία	3D-Avatar: $M=91746.34$ , $STD=31308.018$  Video-Screen: $M=16577.26$ , $STD=12588.874$  Voice-Speaker: $M=5380.58$ , $STD=3141.645$	Voice-Speaker < Video-Screen, $Z=5.228$ , $p<0.001$  Video-Screen < 3D-Avatar, $Z=5.37$ , $p<0.001$  Voice-Speaker < 3D-Avatar, $Z=5.373$ , $p<0.001$
Κατά την διάρκεια της εργασίας	3D-Avatar: $M=2386.29$ , $STD=5616.491$  Video-Screen: $M=340.55$ , $STD=673.795$  Voice-Speaker: $M=22.50$ , $STD=90.556$	Voice-Speaker < Video-Screen, $Z=3.181$ , $p<0.001$  Video-Screen < 3D-Avatar, $Z=2.429$ , $p<0.001$  Voice-Speaker < 3D-Avatar, $Z=3.408$ , $p<0.001$

Συνέντευξη σχετικά με την εργασία	<p>3D-Avatar: M=382179.37, STD=255505.446</p> <p>Video-Screen: M=110098.97, STD=52283.168</p> <p>Voice-Speaker: M=24192.42, STD=16774.931</p>	<p>Voice-Speaker &lt; Video-Screen, Z=1.225, p&lt;0.001</p> <p>Video-Screen &lt; 3D-Avatar, Z=2.777, p&lt;0.001</p> <p>Voice-Speaker &lt; 3D-Avatar, Z=0.906, p&lt;0.001</p>
-----------------------------------	---	--

### 6.3 Συνέντευξη για μεθόδους επικοινωνίας

Αφού βοηθήσαμε τους συμμετέχοντες να αφαιρέσουν τον εξοπλισμό, σειρά είχε η συνέντευξη πρόσωπο με πρόσωπο, που έχει σκοπό να δώσει την ευκαιρία στους χρήστες να επεκταθούν στις απόψεις τους για τις μεθόδους επικοινωνίας. Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέξαμε, δείχνει πως οι χρήστες μας είναι διχασμένοι στην επιλογή τους για την **αγαπημένη** τους μέθοδο επικοινωνίας, καθώς και το Video-Screen και το 3D-Avatar αποτελεσαν το 42.1% (16/38) των επιλογών, και ένας χρήστες δεν μπορούσε να επιλέξει μεταξύ των δύο. Το Voice-Speaker επιλέχθηκε από μόλις το 13.2% (5/38) των χρηστών (Σχήμα 1).

Σε ότι αφορά την πιο **αποτελεσματική** μέθοδο, το Video-Screen ήταν ξεκάθαρος νικητής, καθώς επιλέχθηκε από το 57.9% (22/38) των χρηστών, ενώ το 3D-Avatar και το Voice-Speaker συγκέντρωσαν 10.5% (4/38) των επιλογών. Επιπλέον, το 15.8% (6/38) των χρηστών θεώρησαν ότι δεν υπάρχει διαφορά στην αποτελεσματικότητα μεταξύ των μεθόδων (Σχήμα 2).

Ως ο πιο **φυσικός** τρόπος, επιλέχθηκε ξανά το Video-Screen, συγκεντρώνοντας το 63.2% (24/38) των απαντήσεων των χρηστών, ακολουθούμενο από το 3D-Avatar με 21.1% (8/38) και το Voice-Speaker με μόλις 7.9% (3/38) (Σχήμα 3).

Αξίζει να σημειωθεί, ότι στην ανάλυση των θετικών και των αρνητικών της κάθε μεθόδου, κάποια σχόλια επαναλαμβάνονταν ανά τους χρήστες. Συγκεκριμένα, 16 χρήστες ανέφεραν πως το Video-Screen ήταν η πιο αποτελεσματική και “άμεση” μέθοδος επικοινωνίας και 18 πως ήταν “πολύ βοηθητικό” το γεγονός ότι μπορούσαν να δουν τις εκφράσεις του ερευνητή και πως ένιωσαν ότι “όντως μιλούσαν σε κάποιο πραγματικό άνθρωπο”. Αντιθέτως, 12 χρήστες ένιωσαν πως το 3D-Avatar ήταν “ανατριχιαστικό” και 15 μη-ρεαλιστικό, ενώ 15 ένιωσαν πως το Voice-Speaker ήταν “βαρετό” και “αδιάφορο”. Επιπροσθέτως, 11 άτομα θεώρησαν πως το Video-Screen είναι το “πιο φυσικό” και “οικείο” μέσο, σχόλια που έρχονται να επιβεβαιώσουν και να εξηγήσουν τις προηγούμενες επιλογές των χρηστών για την φυσικότητα και την αποτελεσματικότητα.

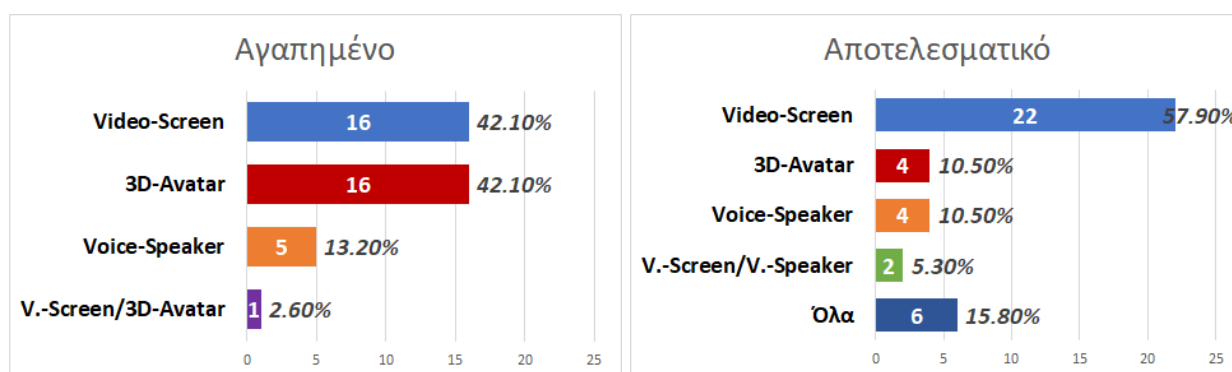
Αυτά τα σχόλια επιβεβαιώνουν επίσης πως η απεικόνιση που έκανε τους χρήστες να νιώσουν πιο **άνετα** ήταν πάλι το Video-Screen για τους περισσότερους χρήστες (14/38), ενώ 9/38 θεώρησαν ότι δεν υπήρξε πραγματική διαφορά σε σχέση με την άνεση μεταξύ των μεθόδων. Το 3D-Avatar και το Voice-Speaker θεωρήθηκαν τα πιο άνετα μέσα, από 6 και 4 χρήστες αντίστοιχα, αλλά 4 ακόμη χρήστες δεν μπορούσαν να επιλέξουν μεταξύ του Video-Screen και του Voice-Speaker (Σχήμα 4).

Η πλειοψηφία των χρηστών (23/38) ανέφεραν πως καμία από τις τρεις μεθόδους δεν τους έκανε να νιώσουν **άβολα**. Ωστόσο, 9 χρήστες απάντησαν πως το 3D-Avatar τους προκάλεσε αυτό το συναίσθημα, ενώ πολύ λίγοι ένιωσαν το ίδιο με το Voice-Speaker και με το Video-Screen (Σχήμα 5).

Με παρόμοιο τρόπο, 47.4% (18/38) των χρηστών δεν ένιωσε ότι κάποιος τους παρακολουθεί, με καμία από τις τρεις μεθόδους. Έξι χρήστες ένιωσαν ότι παρακολουθούνται με την μέθοδο του Video-Screen (Σχήμα 7).

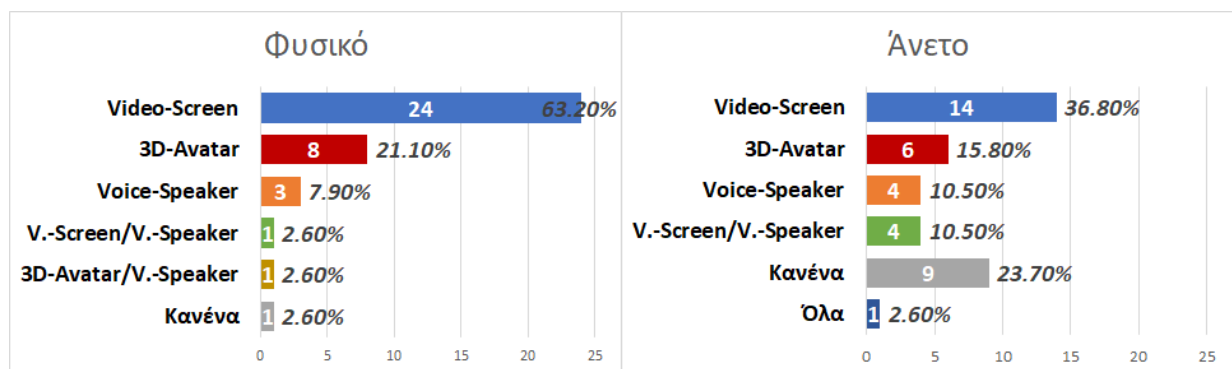
Ενδιαφέρον είναι επίσης το γεγονός ότι ενώ 13 άτομα χαρακτήρισαν το Voice-Speaker ως “απρόσωπο”, μόνο οι 3 από αυτούς το θεώρησαν θετικό χαρακτηριστικό. Από την ανάλυση των συνεντεύξεων, ενώ φαίνεται πως το Video-Screen έχει τις θετικότερες κριτικές, 10 χρήστες πιστεύουν ότι δεν ταίριαζε με το υπόλοιπο περιβάλλον, καθώς πρόκειται για μία δισδιάστατη οθόνη που προβάλλει τον πραγματικό κόσμο σε έναν τρισδιάστατο εικονικό κόσμο, και άλλοι 10 χρήστες λόγω της συγκεκριμένης μεθόδου θυμήθηκαν τον πραγματικό κόσμο, κάτι που μείωσε την εμπύθισή τους. Από την άλλη, 15 χρήστες σχολίασαν πως το 3D-Avatar ταίριαζε τέλεια στο περιβάλλον, και 9 πως “νιώθεις ότι βρίσκεσαι στο ίδιο δωμάτιο με κάποιον”.

Στην πλειοψηφία τους (57.9%), οι χρήστες θεώρησαν πως το 3D-Avatar είναι η πιο διασκεδαστική απεικόνιση, ακολουθούμενη από το Video-Screen που επιλέχθηκε από περίπου τους μισούς χρήστες (26.3%) (Σχήμα 6). Αν και μεγάλο ποσοστό των χρηστών θεώρησαν πως η απεικόνιση του ερευνητή μέσω ενός avatar είναι ευχάριστη, 7 χρήστες (18.4%) σχολίασαν πως τους αποσπούσε την προσοχή, ενώ 9 χρήστες ανέφεραν πως το Voice-Speaker ήταν αυτό που “διασπούσε την προσοχή σου το λιγότερο” και τους βοήθησε να συγκεντρωθούν παραπάνω στην εργασία που τους έχει ανατεθεί. Όπως είπε ένας χρήστης: “Το avatar με έκανε να θέλω να τον κοιτάζω συνεχώς, να βλέπω τις κινήσεις του” και “Προσπαθούσα να καταλάβω αν οι κινήσεις του avatar αντιστοιχούσαν στις πραγματικές σου κινήσεις”. Άλλοι σχολίασαν πως “ξέχασαν τελείως το ηχείο και απλά άκουγαν την φωνή” και ότι “θα ήταν το ίδιο αν το ηχείο δεν ήταν καν εκεί”.



Σχήμα 1: (Αριστερά) Επιλογή αγαπημένης μεθόδου.

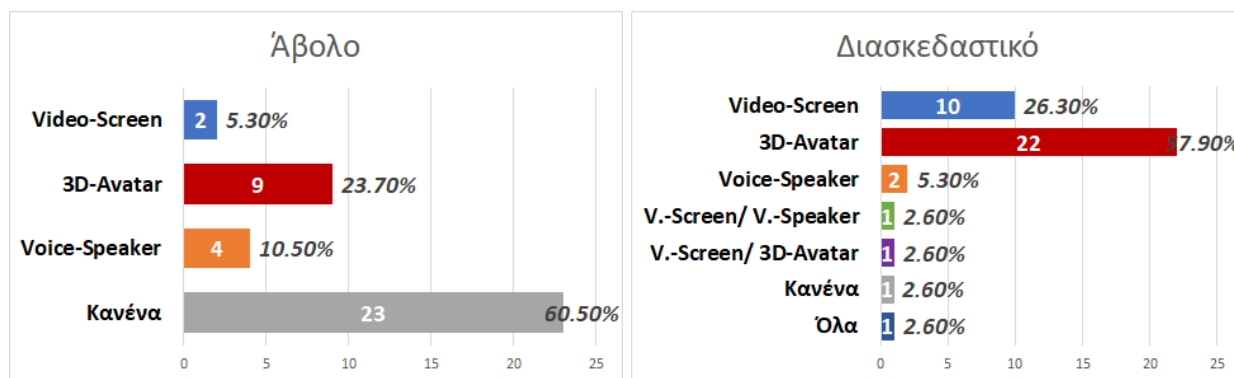
Σχήμα 2: (Δεξιά) Επιλογή αποτελεσματικότερης μεθόδου.



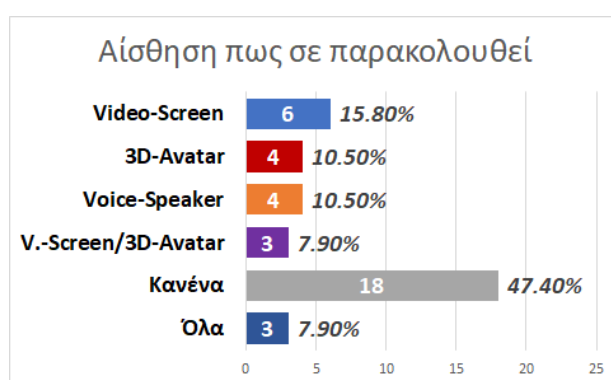
Σχήμα 3: (Αριστερά) Επιλογή φυσικότερης μεθόδου.

Σχήμα 4: (Δεξιά) Επιλογή πιο άνετης μεθόδου.





Σχήμα 5: (Αριστερά) Επιλογή πιο άβολης μεθόδου  
Σχήμα 6: (Δεξιά) Επιλογή πιο διασκεδαστικής μεθόδου.



Σχήμα 7: Επιλογή μεθόδου που δίνει στον χρήστη την αίσθηση ότι τον παρακολουθούν.

## Ρεαλισμός

Η υπόθεση H1 (“Το Video-Screen θα θεωρηθεί πως συνάδει περισσότερο με τις εμπειρίες του χρήστη στην πραγματική ζωή”) επιβεβαιώθηκε, μέσω των παρακάτω ενδείξεων:

- Οι χρήστες θεώρησαν πως η εμπειρία τους με το Video-Screen ήταν ανάλογη των εμπειριών τους στον πραγματικό κόσμο, σημαντικά περισσότερο από τις άλλες δύο (Ερωτηματολόγιο - A1).
- Οι χρήστες ένιωσαν πως μπόρεσαν να προσαρμοστούν γρηγορότερα με το Video-Screen σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους (Ερωτηματολόγιο - A3).
- Το Video-Screen θεωρήθηκε πιο “φυσικό” σε σχέση με τις άλλες δύο μεθόδους, στην συνέντευξη που αφορούσε τις μεθόδους επικοινωνίας.

Παρόλο που το Video-Screen θεωρείται πιο “ρεαλιστικό”, υπήρξαν χρήστες που ένιωσαν ότι δεν ταίριαζε στο υπόλοιπο περιβάλλον, ώντας μια δισδιάστατη οθόνη που προβάλλει τον πραγματικό κόσμο σε έναν τρισδιάστατο εικονικό κόσμο, ενώ άλλοι ένιωσαν ότι τους θύμιζε τον πραγματικό κόσμο, μείωνε την εμπύθισή τους, υπονοώντας ότι είναι πιθανό να προκλήθηκε BIP.

## Ικανοποίηση των χρηστών

Η υπόθεση H2 (Οι χρήστες θα νιώσουν πιο άνετα με το Voice-Speaker) απορρίφθηκε. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της A3, οι χρήστες ένιωσαν ότι μπόρεσαν να προσαρμοστούν ταχύτερα στο Video-Screen σε σχέση με το Voice-Speaker και το 3D-Avatar. Εκτός αυτού, από τις A8 και A9 συμπεραίνουμε πως οι χρήστες μας ένιωθαν πιο άνετα να εκφράσουν πλήρως τις απόψεις τους και να κάνουν ερωτήσεις στον ερευνητή στην συνέντευξη που πραγματοποιήθηκε με το Video-Screen. Τέλος, η A4 έδειξε πως οι χρήστες θα ήθελαν να παρατείνουν την συζήτηση όταν η μέθοδος με το Video-Screen ήταν παρούσα, υπαινίσσοντας το γεγονός ότι οι χρήστες ένιωθαν γενικά πιο άνετα με την συγκεκριμένη μέθοδο. Αυτό το αποτέλεσμα πιθανώς να σχετίζεται με την οικειότητα που έχουν αναπτύξει οι χρήστες με εφαρμογές τηλεδιάσκεψης και με το γεγονός ότι προσφέρει περισσότερα κοινωνικά στοιχεία από τις υπόλοιπες, όπως τις εκφράσεις του προσώπου του ερευνητή. Ωστόσο, σχετικά με την ικανοποίηση των χρηστών, στην τελική συνέντευξη που αφορά τους τρόπους επικοινωνίας τόσο το 3D-Avatar όσο και το Video-Screen επιλέχθηκαν από τον ίδιο αριθμό ατόμων (16/38) ως η αγαπημένη απεικόνιση του ερευνητή, ενώ το Voice-Speaker επιλέχθηκε από 5 μόλις άτομα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι παρά τα αρνητικά σχόλια για το 3D-Avatar, όπως ότι “σου αποσπά την προσοχή”, η πλειοψηφία των χρηστών (57.9%), θεώρησε πως ήταν και η πιο διασκεδαστική μέθοδος επικοινωνίας, ακολουθούμενη από τον Video-Screen (26.3%).

## Αποδοτικότητα

Σε ότι αφορά την αποδοτικότητα των τριών μεθόδων, η υπόθεση H3 (Το 3D-Avatar θα αποσπά την προσοχή στους περισσότερους χρήστες) επιβεβαιώθηκε μέσω των παρακάτω ενδείξεων:

- Το 3D-Avatar θεωρήθηκε πως διασπά περισσότερο την προσοχή των χρηστών κατά την διάρκεια της συνέντευξης για την εργασία που τους είχε ανατεθεί, συγκριτικά με τις άλλες δύο μεθόδους (Ερωτηματολόγιο - A2).
- Η διάρκεια της εστίασης των ματιών ήταν σαφώς μεγαλύτερη στο 3D-Avatar κατά την διάρκεια των τοποθετήσεων σε σχέση με το Voice-Speaker και το Video-Screen, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι χρήστες κοίταζαν περισσότερο το 3D-Avatar ενώ εκτελούσαν την εργασία τους.

Η H4 (Οι χρήστες θα είναι πιο αποδοτικοί με το Voice-Speaker στην εκτέλεση της εργασίας τους) απορρίφθηκε μέσω των παρακάτω ενδείξεων:

- Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην απόδοση των χρηστών (διάρκεια ολοκλήρωσης και ακρίβεια της εργασίας) μεταξύ των μεθόδων επικοινωνίας.
- Στην τελική συνέντευξη για τις μεθόδους επικοινωνίας, το 58% των χρηστών έκρινε πως το Video-Screen ήταν η πιο **αποτελεσματική** μέθοδος, σε σύγκριση με το Voice-Speaker (11%).

Η H5 (Οι χρήστες θα προσπαθήσουν να είναι πιο αποδοτικοί με το Video-Screen στην εκτέλεση της εργασίας τους) επιβεβαιώθηκε, καθώς στην A7 οι συμμετέχοντες απάντησαν πως όντως η παρουσία του ερευνητή με την μέθοδο του Video-Screen, τους έκανε να θέλουν να είναι πιο αποδοτικοί, σε σύγκριση με την μέθοδο του Voice-Speaker. Εξετάζοντας την αίσθηση του ότι σε παρακολουθούν, ως πιθανή ένδειξη για αυτή την υπόθεση, πάλι το Video-Screen και το 3D-Avatar στην A5 μοιράζονται την

πρώτη θέση. Επομένως, σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να συμπεράνουμε πως οι χρήστες θα προσπαθούσαν να είναι πιο αποδοτικοί με το Video-Screen και το 3D-Avatar συγκριτικά με το Voice-Speaker.

### **Κοινωνική παρουσία**

Αφού αξιολογήσαμε τον βαθμό κοινωνικής παρουσίας των μεθόδων, με σκοπό να εξετάσουμε την υπόθεση H6 (Το Video-Screen και το 3D-Avatar θα συμβάλλουν στην αύξηση της κοινωνικής παρουσίας που αισθάνονται οι χρήστες), καταλήξαμε πως η H6 επιβεβαιώνεται. Ως ενδείξεις, αρχικά επιλέξαμε τις προτάσεις A5 και A6 του ερωτηματολογίου. Σε αυτή την περίπτωση οι χρήστες απάντησαν πως με το 3D-Avatar και με το Video-Screen, ένιωθαν πιο έντονα πως ο ερευνητής τους παρακολουθεί κατά την διάρκεια του πειράματος, συγκριτικά με το Voice-Speaker (A5).

Ωστόσο, με το 3D-Avatar οι χρήστες ένιωσαν επίσης σε εντονότερο βαθμό ότι συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο με τον ερευνητή, σε σύγκριση με τις άλλες δύο μεθόδους (A6). Αυτό το αποτέλεσμα επαληθεύεται από την διάρκεια εστίασης των ματιών κατά την διάρκεια τόσο της εκτέλεσης της εργασίας των χρηστών, όσο και της συνέντευξης που αφορούσε αυτή την εργασία. Σε κάθε περίπτωση, το 3D-Avatar είχε την μεγαλύτερη διάρκεια εστίασης των ματιών των χρηστών πάνω του, συγκριτικά με τις άλλες δύο μεθόδους.

Εξετάζοντας την αίσθηση του ότι σε παρακολουθούν, ως πιθανή ένδειξη για αυτή την υπόθεση, πάλι το Video-Screen και το 3D-Avatar στην A5 βρίσκονται μαζί στην πρώτη θέση. Κατά την διάρκεια της συνέντευξης για τις μεθόδους επικοινωνίας, ωστόσο, 47% των χρηστών δήλωσε πως το αίσθημα αυτό δεν ήταν ιδιαίτερα έντονο για καμία από τις τρεις μεθόδους επικοινωνίας, και οι υπόλοιποι ήταν διχασμένοι μεταξύ των υπόλοιπων μεθόδων με σχετικά ίσα ποσοστά.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το γεγονός ότι η πλειονότητα των χρηστών, επέλεξε το Video-Screen ως το πιο φυσικό μέσο συγκριτικά με τις άλλες δύο μεθόδους, ίσως σχετίζεται με το γεγονός ότι το 73.6% θεωρεί τον εαυτό του εξαιρετικά εξοικειωμένο με την χρήση εφαρμογών τηλεδιάσκεψης (π.χ. zoom, skype, discord, messenger κλπ.). Αντιθέτως, μόνο 5 από τους χρήστες είχαν προηγούμενες εμπειρίες με avatars σε VR και 22 (57.9%) ήταν εξοικειωμένοι με την εικόνα των avatars μέσω βιντεοπαιχνιδιών. Αυτή η παρατήρηση, μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι ίσως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ συγκεκριμένων χαρακτηριστικών της προσωπικότητας, όπως σε αυτή την περίπτωση οι προηγούμενες εμπειρίες με τηλεδιάσκεψεις ή με αλληλεπίδραση με avatars, και της επιλογής της προτιμώμενης μεθόδου ή της επιλογής πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων για αυτή την μέθοδο. Σχετικά με αυτό το γεγονός είναι και τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών [16, 17, 19] που δείχνουν διαφορές στο μέσο επικοινωνίας που προτιμούν οι χρήστες: εσωστρεφή άτομα τείνουν να προτιμούν πιο απρόσωπα μέσα (π.χ. επικοινωνία μόνο μέσω μηνυμάτων ή μόνο μέσω φωνής), ενώ πιο κοινωνικά άτομα τείνουν να προτιμούν πιο “πλούσια” μέσα (π.χ. τηλεδιάσκεψεις).

Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι ορισμένοι χρήστες μας πρότειναν αλλαγές στις μεθόδους επικοινωνίας που ένιωσαν πως θα οδηγήσουν σε καλύτερα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, μια πρόταση για το Video-Screen ήταν να είναι καλύτερα ενσωματωμένο στο περιβάλλον, π.χ. “μια μικρή τηλεόραση που θα άνοιγε μόνο όταν θέλαμε να μιλήσουμε”. Άλλη πρόταση ήταν να αποφύγουμε ρεαλιστικά 3D avatars και να υλοποιήσουμε ένα που “να φαίνεται λιγότερο άνθρωπος, όπως ένα ρομπότ ή ένα καρτούν”. Για το Voice-Speaker, ένας χρήστης ανέφερε πως “αφού είναι επικοινωνία μόνο με φωνή, θα είχε πλάκα και θα ήταν πιο διαδραστικό αν μπορούσαμε να μιλήσουμε όντως μέσω τηλεφώνου”.

Κατά την διάρκεια της τελικής συνέντευξης για τις μεθόδους επικοινωνίας, πολλά σχόλια των συμμετεχόντων ανέδειξαν την ανάγκη υλοποίησης μεθόδων αξιολόγησης μέσα στο VR, σε εμπυθισμένους χρήστες, δικαιολογώντας έτσι και τους στόχους της έρευνάς μας. Ένας χρήστης ανέφερε: “Θα μου άρεσε αν αυτή η συνέντευξη γινόταν επίσης μέσα στο VR, να μπορούσα σου δείξω ακριβώς τι εννοώ, τι μου άρεσε και τι όχι”. Ένας άλλος χρήστης σχολίασε πως ήταν πλήρως εμπυθισμένος καθ’ όλη την διάρκεια, και μετά από 3 δευτερόλεπτα είπε “Α! Συγνώμη το ξέχασα! Χτύπησα τα χειριστήρια μεταξύ τους και εκεί βγήκα λίγο από την εμπειρία”. Ένας χρήστης ακόμα είπε: “Προσπαθώ να θυμηθώ αν βγήκα καθόλου από την εμπειρία και μετά επανήλθα, αλλά πραγματικά δεν μπορώ να θυμηθώ”. Επιπλέον, ένας χρήστης όταν ρωτήθηκε αν ένιωσε ότι τον παρακολουθούν με κάποια από τις μεθόδους, απάντησε: “Νομίζω ότι την απάντησα ήδη αυτή την ερώτηση στο ερωτηματολόγιο μέσα στο VR. Τέλος πάντων, δεν θυμάμαι τι απάντησα τότε, αλλά νομίζω με κανένα δεν ένιωσα έτσι”. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι απαντήσεις του στο ερωτηματολόγιο στην ερώτηση “Ένωθα ότι ο ερευνητής με παρακολουθεί”, ήταν 1 στα 7 για το Voice-Speaker, 4 στα 7 για το Video-Screen και 5 στα 7 για το 3D-Avatar.

### 7.1 Περιορισμοί & Μελλοντική έρευνα

Ένας παράγοντας τον οποίο θεωρήσαμε σημαντικό στην έρευνά μας ήταν η σχεδίαση του 3D-Avatar. Όλα του τα χαρακτηριστικά, από την εμφάνισή του μέχρι τις κινήσεις, τις χειρονομίες και την συμπεριφορά του θα επηρέαζε την άποψη των χρηστών, και αυτό μπορεί να εξηγήσει και την ποικιλία στις απαντήσεις των χρηστών για την συγκεκριμένη μέθοδο. Για παράδειγμα, η απόφασή μας να χρησιμοποιήσουμε ένα avatar με συγχρονισμό στόματος-φωνής (lip sync) σε πραγματικό χρόνο, έχει το ρίσκο του ότι

μπορεί σε ορισμένες χρονικές στιγμές να μην είναι απόλυτα λειτουργικό. Αν τέτοιου είδους προβλήματα γίνουν αντιληπτά από τους χρήστες, θα διαταραχθεί η εμπειρία τους και θα είναι πολύ δύσκολο μετά να τα ξεπεράσουν και να αξιολογήσουν θετικά την συγκεκριμένη μέθοδο. Όπως ένας από τους χρήστες μας ανέφερε είναι “hit or miss”, δηλαδή είτε θα είναι επιτυχημένο, είτε το παραμικρό λάθος θα καταστρέψει όλη την εμπειρία. Αυτή η άποψη επιβεβαιώνεται και από έναν άλλο χρήστη μας, ο οποίος σχολίασε: “Δεν έδινα σημασία σε αυτόν [τον avatar] ή τις κινήσεις του, γιατί δεν μου άρεσε στην αρχή οπότε μετά απλά τον αγνοούσα”. Επομένως με αυτά τα δεδομένα, χρειάζεται περαιτέρω έρευνα για να εξεταστούν με περισσότερη λεπτομέρεια τα χαρακτηριστικά των avatars και πώς αυτά μπορούν να επηρεάσουν την επικοινωνία με τον χρήστη, ειδικότερα λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότητες που προσφέρουν τα VR συστήματα, από έναν απλό τύπο επικοινωνίας μόνο μέσω φωνής, μέχρι έναν ερευνητή επίσης εμπυθισμένο, με πλήρη καταγραφή των κινήσεών του (με κινήσεις των χεριών και των δακτύλων, κίνηση των ματιών, εκφράσεις του προσώπου κλπ) να βρίσκεται στο ίδιο εικονικό δωμάτιο με τον χρήστη, ως ένα avatar που κινείται σε πραγματικό χρόνο.

Όπως έχει προαναφερθεί, λαμβάνοντας υπόψη πως τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας μπορεί να επηρεάζουν την κρίση των χρηστών για τις μεθόδους επικοινωνίας, θα πρέπει να γίνει περαιτέρω έρευνα για να διαπιστωθεί αν αυτή η επιρροή είναι σημαντική και αν ναι, ποιά είναι η φύση της και πώς μπορεί να αντισταθμιστεί στην σχεδίαση μιας αξιολογητικής διαδικασίας και στην επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επικοινωνίας.

Είναι πιθανό, διαφορετικές μέθοδοι επικοινωνίας να είναι κατάλληλες για διαφορετικούς χρήστες, ανάλογα τις προτιμήσεις, την προσωπικότητα και τις προηγούμενες εμπειρίες του καθενός. Ένας από τους χρήστες μας σχολίασε πως “Θα πρέπει να υπάρχει επιλογή. Όλοι οι τρόποι κάνουν την ίδια δουλειά, οπότε γιατί να μην επιλέγει ο καθένας αυτό που του αρέσει?”. Όσο κι αν αυτή η πρόταση περιπλέκει την διαδικασία αξιολόγησης, είναι πιθανό ανάλογα τα χαρακτηριστικά των χρηστών, να υπάρχουν διαφορετικά μέσα που θα φέρουν βέλτιστα αποτελέσματα. Ένας ακόμα χρήστης ανέφερε: “θα ήθελα να δω έναν συνδυασμό μεθόδων επικοινωνίας για διαφορετικές χρήσεις. Για παράδειγμα θα μπορούσες να δίνεις οδηγίες με το ηχείο, όταν είχα ερωτήσεις να εμφανιζόσουν σε μια οθόνη για να μιλήσουμε και να μου δείχνεις τι πρέπει να κάνω με το avatar”. Ενώ αυτή η πρόταση φαίνεται πολύ πολύπλοκη, είναι πιθανό κάθε μέθοδος επικοινωνίας να αρμόζει σε διαφορετικές καταστάσεις, για διαφορετικούς λόγους, και επομένως, αν χρειαστεί, περισσότερες από μία μπορεί να χρησιμοποιηθούν παράλληλα. Σε τέτοια περίπτωση, στοχευμένες έρευνες θα πρέπει να σχεδιαστούν για να ελέγξουν την αποτελεσματικότητα μιας μεθόδου σαν κι αυτή.

## 7.2 Συμπέρασμα

Συμπερασματικά, μια σειρά παραγόντων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πριν επιλεγθεί η καλύτερη μέθοδος επικοινωνίας για διαδικασίες αξιολόγησης μέσα στο VR. Διαφορετικές μέθοδοι επικοινωνίας μπορεί να απαιτούνται, ανάλογα την δυσκολία της εργασίας που έχει ανατεθεί στους χρήστες και τον ρόλο των ερευνητών στο εικονικό περιβάλλον (π.χ. είναι εκεί για να παρατηρούν και να αξιολογούν; Για να δώσουν οδηγίες; Για να καθοδηγούν τον χρήστη σε όλη την διάρκεια της εμπειρίας;). Αναλογίζοντας τις μεθόδους που ελέγξαμε, μπορούμε να συμπεράνουμε πως το Video-Screen, δηλαδή η προβολή ενός βίντεο του ερευνητή σε πραγματικό χρόνο μέσα στο εικονικό περιβάλλον, έχει σαφώς τα περισσότερα κοινωνικά στοιχεία και επομένως είναι η πιο αποτελεσματική και φυσική μέθοδος, σημαντικά χαρακτηριστικά για την διεξαγωγή μιας συνέντευξης. Για τον λόγο αυτό θεωρούμε πως είναι η κατάλληλη επιλογή για συνεντεύξεις μεγάλης διάρκειας. Από την άλλη, το 3D-Avatar είναι πιο εντυπωσιακό,

δίνει την αίσθηση ότι βρίσκεσαι στον ίδιο χώρο με κάποιον. Πιθανότατα είναι καταλληλότερο σε περιπτώσεις που η παρουσία του ερευνητή μέσα στο ίδιο εικονικό περιβάλλον είναι απαραίτητη, όπως για να κάνει επίδειξη μιας διαδικασίας. Πιστεύουμε ότι έχει πολλές δυνατότητες και μπορεί να καταπλήξει στα πλαίσια ενός παιχνιδιού· ωστόσο, στα πλαίσια ενός πειράματος όπου κύριος στόχος είναι να διατηρηθεί η “αίσθηση της παρουσίας” και να μην επηρεαστεί αρνητικά η διαδικασία κατά την διάρκεια της αξιολόγησης, είναι πολύ πιθανό να περιπλέξει την διαδικασία πιο πολύ από ότι την διευκολύνει. Σε ότι αφορά το Voice-Speaker, πρόκειται για μια εφικτή, απλή λύση που δεν προσφέρει πολλά εκτός των απαραίτητων για την επικοινωνία με τον εμπυθισμένο χρήστη. Είναι αποτελεσματική για μια απλή εργασία, με τον ερευνητή να θέτει απλές ερωτήσεις, αλλά η έλλειψη κοινωνικών στοιχείων την καθιστά υποβέλτιστη για μακροσκελής και πολύπλοκες συνεντεύξεις. Επομένως θεωρούμε πως είναι η κατάλληλη μέθοδος για σύντομες και απλές συνεντεύξεις.

Φυσικά, οι μέθοδοι που προτείνονται σε αυτή την έρευνα δεν είναι οι μόνες πιθανές λύσεις για επικοινωνία μέσα στο VR. Με τις κατάλληλες τροποποιήσεις, κάθε μέθοδος μπορεί να γίνει εργαλείο για την αλληλεπίδραση των ερευνητών με τους εμπυθισμένους χρήστες. Σε αυτή την έρευνα, υποστηρίζουμε ότι οι ερευνητές έχουν πολλά να κερδίσουν από την συλλογή δεδομένων μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, αξίζει να επενδύσουμε χρόνο για την υλοποίηση ενός μέσου επικοινωνίας με τους χρήστες, το οποίο θα είναι ενσωματωμένο στο εικονικό περιβάλλον και δεν θα επηρεάζει αρνητικά την συμπεριφορά και την εμπειρία των συμμετεχόντων.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

<b>Ξενόγλωσσος όρος</b>	<b>Ελληνικός Όρος</b>
Presence	Παρουσία
Social Presence	Κοινωνική Παρουσία
Break in Presence	Διάσπαση της παρουσίας
Evaluation Apprehension	Φόβος Αξιολόγησης
Place Illusion	Ψευδαίσθηση του τόπου
Plausibility Illusion	Ψευδαίσθηση της αληθοφάνειας
Social Presence Illusion	Ψευδαίσθηση της κοινωνικής παρουσίας
Social facilitation	Κοινωνική διευκόλυνση
Social inhibition	Κοινωνική αμηχανία
Social cues	Κοινωνικά στοιχεία
Think aloud protocol	Πρωτόκολλο εκφρασης σκέψης
Copresence	Συνύπαρξη
Controller	Χειριστήριο
Human Computer Interaction	Επικοινωνία μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή
Game engine	Μηχανή δημιουργίας παιχνιδιών

## ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

VR	Virtual Reality
VE	Virtual Environment
HMD	Head-Mounted Display
HCI	Human Computer Interaction
3D	Three Dimensional
2D	Two Dimensional
PI	Place Illusion
Psi	Plausibility Illusion
PQ	Presence Questionnaire
IPQ	Igroup Presence Questionnaire



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

### Ερωτηματολόγιο μέσα στο VR

Πρόταση	Σημειώσεις
Η επικοινωνία που είχα με τον ερευνητή στο εικονικό περιβάλλον ερχόταν σε συμφωνία με τις εμπειρίες μου στην πραγματική ζωή.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Ένωσα ότι η απεικόνιση του ερευνητή μου αποσπούσε την προσοχή κατά την διάρκεια της συζήτησής μας.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Μπόρεσα να προσαρμοστώ γρήγορα στον τρόπο επικοινωνίας με τον ερευνητή.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Θα ήθελα να παρατείνω την συζήτηση με τον ερευνητή αν είχα την ευκαιρία.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Ένωσα ότι ο ερευνητής με παρακολουθούσε.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Ένωσα σαν ο ερευνητής και εγώ να βρισκόμασταν στο ίδιο δωμάτιο.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Η παρουσία του ερευνητή με έκανε να θέλω να είμαι πιο αποδοτικός στην εργασία που μου έχει ανατεθεί.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Ένωσα άνετα στο να εκφράσω τις απόψεις μου σε κάθε ερώτηση.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Θα ένιωθα άνετα με το να κάνω στον ερευνητή ερωτήσεις που μου προέκυψαν.	Απάντηση για κάθε μέθοδο επικοινωνίας
Είχα την αίσθηση ότι βρισκόμουν μέσα στον εικονικό κόσμο.	Γενική Ερώτηση
Ο εικονικός κόσμος έμοιαζε πραγματικός.	Γενική Ερώτηση
Έχασα την αίσθηση του χρόνου.	Γενική Ερώτηση
Ένωσα κουρασμένος/η.	Γενική Ερώτηση

**Εικόνα 15:** Το ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τους χρήστες μέσα στο εικονικό περιβάλλον.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

### Συνέντευξη για τις μεθόδους επικοινωνίας

#### Συγκριτικά

Ποιός από τους τρεις τρόπους αξιολόγησης:

- Έκανε την επικοινωνία πιο αποτελεσματική;
- Ήταν πιο φυσικός;
- Σας έκανε να νιώσετε πιο άνετα;
- Ήταν ο πιο διασκεδαστικός;
- Ήταν ο αγαπημένος σας;

#### Αναλυτικά

1. Κατά την διάρκεια της εργασίας σας νιώσατε πως ο ερευνητής σας παρακολουθεί; Αν ναι, με ποιά μέθοδο και πώς σας έκανε να νιώσετε;
2. Πιστεύετε ότι κάποιος από τους τρόπους αξιολόγησης θα έκανε τους συμμετέχοντες να νιώσουν άβολα;
3. Περιγράψτε τα θετικά και τα αρνητικά κάθε τρόπου αξιολόγησης.
4. Ποιόν τρόπο αξιολόγησης θα μας προτείνατε να χρησιμοποιήσουμε και γιατί;
5. Κάποια διαφορετική ιδέα; Θα ήταν πιο αποτελεσματικός κάποιος άλλος τρόπος επικοινωνίας;
6. Υπήρξαν στιγμές στο πείραμα που θυμηθήκατε ότι βρίσκεστε στον πραγματικό κόσμο και όχι στον εικονικό;
7. Γενικότερα, πόσο εξοικειωμένος/η είστε με την χρήση προγραμμάτων όπως skype/zoom/discord κλπ. Στην καθημερινότητά σας; Πόσο εξοικειωμένος/η είστε στην εικόνα των avatars μέσω βιντεοπαιχνιδιών ή μέσα σε VR;

**Εικόνα 16: Οι ερωτήσεις που κάναμε στους συμμετέχοντες στην την τελική συνέντευξη για τις μεθόδους επικοινωνίας.**

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

User ID:

### GDPR-COMPLIANT CONSENT FORM (ADULT)

Consent Form: VR Evaluation/grip representation experiment

PARTICIPANT NAME:

PARTICIPANT EMAIL ADDRESS:

Please read and tick each of the square boxes to indicate your agreement:

- I have understood the project information that was provided to me and have had the opportunity to ask questions about the research.
- I understand my participation is voluntary and I may withdraw at any time without consequence.
- I understand my data will be retained in secure storage for use in future academic research and publicity.
- I have read and understood the "RISKS OF USING VIRTUAL REALITY EQUIPMENT" info sheet that was provided to me and have had the opportunity to ask questions about it.

I give consent for my data (including photos, video or other visual records) to be used in research, presentations, publications and other media and publicity arising from this research, both print and online.

I agree to the following condition of anonymity - **TICK ONLY ONE OF THE CIRCLES BELOW:**

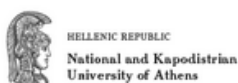
- Option 1:** I agree that my data are used even though I might be recognisable in photo, video and other visual and audio records.
- Option 2:** I agree for my data to be used under condition of anonymity. I understand that my identity will be altered/obscured in photo, video and other visual and audio records.
- Option 3:** I ask to be consulted further before my data are used in any way in this research.

DATE:

RESEARCHER SIGNATURE

PARTICIPANT SIGNATURE

Ganias Giorgos



**Εικόνα 17: Το έντυπο συγκατάθεσης που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες πριν ξεκινήσει το πείραμα.**

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

### RISKS OF USING VIRTUAL REALITY EQUIPMENT

This experiment will involve wearing and operating the HTC Vive, a virtual reality (VR) headset. Generally, the use of a VR headset has been associated with known risks, including emotional or mental distress, physical discomfort, and the potential for physical harm or injury. The following information will explain these risks.

Wearing a VR headset detaches one's senses from the physical world, both visually and auditorily, making it possible for a user to:

- become disoriented or nauseous
- accidentally fall
- trip over a cable
- come into contact with a nearby person or object
- feel anxious or nervous

Additionally, using a VR headset may present a risk for individuals with serious pre-existing medical conditions, psychiatric conditions, or are pregnant or elderly. Use of VR headsets can trigger epileptic seizures, fainting, or severe dizziness, even in people who have no history of such conditions.

You may withdraw from the experience at any time. To do so, you may remove the VR headset at any time or ask for assistance. All minors must have a guardian's signature on a consent form and be accompanied by an adult at all times.

Keep in mind the following:

- Follow the instructions on safe equipment handling.
- Ask for clarifying questions if any instructions are unclear.
- Communicate any potentially negative reactions to experiment leaders

**Εικόνα 18:** Έντυπο με πληροφορίες για τα ρίσκη της χρήσης του εξοπλισμού του VR.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

### Πρωτόκολλο διεξαγωγής πειραμάτων με VR εξοπλισμό κατά την περίοδο πανδημίας

1. Τηρούμε την προσωπική μας υγιεινή, πλένουμε τα χέρια μας πριν και μετά τη χρήση του εξοπλισμού.
2. Πρέπει να υπάρχουν πάντα διαθέσιμα: υγρά μαντηλάκια καθαρισμού χεριών, αντιβακτηριδιακά υγρά μαντηλάκια καθαρισμού μη δραστικά και χωρίς αλκοόλη για τα πλαστικά κομμάτια του εξοπλισμού, και αντισηπτικό χεριών.
3. Χρησιμοποιούμε τα κατάλληλα καθαριστικά για να καθαρίσουμε το πλαστικό μέρος των headsets, controllers και leather face cover πριν και μετά από κάθε πείραμα.
4. Ανοίγουμε τα παράθυρα να αερίζεται ο χώρος ανάμεσα στα κενά μεταξύ των πειραμάτων με το κλιματιστικό ανοιχτό για να καταπολεμηθεί η ζέστη, και τα κλείνουμε κατά τη διάρκεια να μην ζεσταθούν οι συμμετέχοντες.
5. Οι συμμετέχοντες πρέπει όταν έρθουν να:
  - a. Φορούν ήδη ατομικές μάσκες που καλύπτουν το στόμα και τη μύτη.
  - b. Καθαρίσουν τα χέρια τους με το αντισηπτικό.
  - c. Φορέσουν ατομικές μάσκες μιας χρήσης γύρω από τα μάτια που θα τους δώσουμε εμείς.

**Εικόνα 19: Το πρωτόκολλο που ακολουθήσαμε για την διεξαγωγή του πειράματος.**

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Dmitry Alexandrovsky, Susanne Putze, Michael Bonfert, Sebastian Höffner, Pitt Michelmann, Dirk Wenig, Rainer Malaka, and Jan David Smeddinck 2020. Examining Design Choices of Questionnaires in VR User Studies. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, New York, NY, USA, 1–21. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376260>
- [2] Katrin Allmendinger. 2010. Social Presence in Synchronous Virtual Learning Situations: The Role of Nonverbal Signals Displayed by Avatars. *Educational Psychology Review* 22, 1 (mar 2010), 41–56. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9117-8>
- [3] Soon Ang, Larry L. Cummings, Detmar W. Straub, and P. Christopher Earley. 1993. The Effects of Information Technology and the Perceived Mood of the Feedback Giver on Feedback Seeking. *Information Systems Research* 4, 3 (sep 1993), 240–261. <https://doi.org/10.1287/isre.4.3.240>
- [4] Jeremy N. Bailenson, Jim Blascovich, Andrew C. Beall, and Jack M. Loomis. 2001. Equilibrium Theory Revisited: Mutual Gaze and Personal Space in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 10, 6 (dec 2001), 583–598. <https://doi.org/10.1162/105474601753272844>
- [5] Jeremy N. Bailenson, Jim Blascovich, Andrew C. Beall, and Jack M. Loomis. 2003. Interpersonal Distance in Immersive Virtual Environments. *Personality and Social Psychology Bulletin* 29, 7 (jul 2003), 819–833. <https://doi.org/10.1177/0146167203029007002>
- [6] Frank Biocca, Chad Harms, and Jennifer L. Gregg. 2001. The Networked Minds Measure of Social Presence: Pilot Test of the Factor Structure and Concurrent Validity. In Proceedings of the 4th Annual International Workshop on Presence. 1–9.
- [7] Fabio Calefato and Filippo Lanubile. 2010. Communication Media Selection for Remote Interaction of Ad Hoc Groups. *Advances in Computers* 78 (2010), 271–313. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(10\)78006-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(10)78006-2)
- [8] Nickolas B. Cottrell. 1972. Social facilitation. In *Experimental social psychology*, C. McClintock (Ed.). Holt, Rinehart & Winston, New York, NY, USA, 185–236.
- [9] Nickolas B. Cottrell, Dennis L. Wack, Gary J. Sekerak, and Robert H. Rittle. 1968. Social facilitation of dominant responses by the presence of an audience and the mere presence of others. *Journal of Personality and Social Psychology* 9, 3 (1968), 245–250. <https://doi.org/10.1037/h0025902>
- [10] John V. Draper, David B. Kaber, and John M. Usher. 1998. Telepresence. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 40, 3 (sep 1998), 354–375. <https://doi.org/10.1518/001872098779591386>
- [11] K. Anders Ericsson and Herbert Alexander Simon. 1993. *Protocol Analysis: Verbal Reports As Data* (revised ed ed.). MIT Press.
- [12] B. J. Fogg and Hsiang Tseng. 1999. The elements of computer credibility. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems the CHI is the limit - CHI '99. ACM Press, New York, New York, USA, 80–87. <https://doi.org/10.1145/302979.303001>
- [13] Julian Frommel, Katja Rogers, Julia Brich, Daniel Besserer, Leonard Bradatsch, Isabel Ortinau, Ramona Schabenberger, Valentin Riemer, Claudia Schrader, and Michael Weber. 2015. Integrated Questionnaires: Maintaining Presence in Game Environments for Self-Reported Data Acquisition. In Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play. ACM, New York, NY, USA, 359–368. <https://doi.org/10.1145/2793107.2793130>
- [14] B. Guerin and J. M. Innes. 1982. Social facilitation and social monitoring: A new look at Zajonc's mere presence hypothesis. *British Journal of Social Psychology* 21, 1 (feb 1982), 7–18. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8309.1982.tb00506.x>
- [15] Nico Haas. 2017. Evaluation of “In-VR-Questionnaires”. BSc Thesis. University of Stuttgart. [https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/10039/1/Haas-Nico\\_2017.pdf](https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/10039/1/Haas-Nico_2017.pdf)
- [16] Jin K. Hammick and Moon J. Lee. 2014. Do shy people feel less communication apprehension online? The effects of virtual reality on the relationship between personality characteristics and communication outcomes. *Computers in Human Behavior* 33 (apr 2014), 302–310. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.01.046>
- [17] Guido Hertel, Joachim Schroer, Bernad Batinic, and Sonja Naumann. 2008. Do Shy People Prefer to Send E-Mail?: Personality Effects on Communication Media Preferences in Threatening and

- Nonthreatening Situations. *Social Psychology* 39, 4 (jan 2008), 231–243. <https://doi.org/10.1027/1864-9335.39.4.231>
- [18] Brent E. Insko. 2003. Measuring Presence: Subjective, Behavioral and Physiological Methods. In *Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments*, Giuseppe Riva, Fabrizio Davide, and Wijnand A. Ijsselstein (Eds.). IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, Chapter 7, 109–119
- [19] Adam N. Joinson. 2004. Self-Esteem, Interpersonal Risk, and Preference for E-Mail to Face-To-Face Communication. *CyberPsychology & Behavior* 7,4 (aug 2004), 472–478. <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.472>
- [20] HyeongYeop Kang, Geonsun Lee, Seongsu Kwon, Ohung Kwon, Seongpil Kim, and JungHyun Han. 2018. Flotation Simulation in a Cable-driven Virtual Environment – A Study with Parasailing. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174206>
- [21] Sara Kiesler, Jane Siegel, and Timothy W. McGuire. 1984. Social psychological aspects of computer-mediated communication. *American Psychologist* 39, 10 (1984), 1123–1134. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.39.10.1123>
- [22] Jarrod Knibbe, Jonas Schjerlund, Mathias Petraeus, and Kasper Hornbæk. 2018. The Dream is Collapsing: The Experience of Exiting VR. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174057>
- [23] Michael W. Kraus. 2017. Voice-only communication enhances empathic accuracy. *American Psychologist* 72, 7 (oct 2017), 644–654. <https://doi.org/10.1037/amp0000147>
- [24] Jonathan Lazar, Jinjuan Heidi Feng, and Harry Hochheiser. 2017. *Research Methods in Human-Computer Interaction* (2nd ed.). Morgan Kaufmann Publishers Inc., Cambridge, MA, USA.
- [25] Kwan Min Lee, Younbo Jung, Jaywoo Kim, and Sang Ryong Kim. 2006. Are physically embodied social agents better than disembodied social agents?: The effects of physical embodiment, tactile interaction, and people's loneliness in human–robot interaction. *International Journal of Human-Computer Studies* 64, 10 (oct 2006), 962–973. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2006.05.002>
- [26] Jane Lessiter, Jonathan Freeman, Edmund Keogh, and Jules Davidoff. 2001. A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 10, 3 (jun 2001), 282–297. <https://doi.org/10.1162/105474601300343612>
- [27] Benny Liebold, Michael Brill, Daniel Pietschmann, Frank Schwab, and Peter Ohler. 2017. Continuous Measurement of Breaks in Presence: Psychophysiology and Orienting Responses. *Media Psychology* 20, 3 (jul 2017), 477–501. <https://doi.org/10.1080/15213269.2016.1206829>
- [28] Matthew Lombard and T B Ditton. 1997. At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication* 3, 2 (1997), Online: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol3/issue2/lom>. <http://www.ascusc.org/jcmc/vol3/issue2/lombard.html>
- [29] Masahiro Mori, Karl MacDorman, and Norri Kageki. 2012. The Uncanny Valley [From the Field]. *IEEE Robotics & Automation Magazine* 19, 2 (jun 2012), 98–100. <https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811>
- [30] Janni Nielsen. 2002. Getting access to what goes on in people's heads? - Reflections on the think-aloud technique. In *NordiCHI*. ACM Press, Aarhus, Denmark, 101–110.
- [31] Sebastian Oberdörfer, David Heidrich, and Marc Erich Latoschik. 2019. Usability of Gamified Knowledge Learning in VR and Desktop-3D. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, New York, NY, USA, 1–13. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300405>
- [32] Catherine S. Oh, Jeremy N. Bailenson, and Gregory F. Welch. 2018. A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications. *Frontiers in Robotics and AI* 5 (oct 2018), online. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00114>
- [33] Ingrid Pettersson, MariAnne Karlsson, and Florin Timotei Ghiurau. 2019. Virtually the Same Experience?: Learning from User Experience Evaluation of In-vehicle Systems in VR and in the Field. In *Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference*. ACM, New York, NY, USA, 463–473. <https://doi.org/10.1145/3322276.3322288>

- [34] Susanne Putze, Dmitry Alexandrovsky, Felix Putze, Sebastian Höffner, Jan David Smeddinck, and Rainer Malaka. 2020. Breaking The Experience: Effects of Questionnaires in VR User Studies. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, New York, NY, USA, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376144>
- [35] Roshni Raveendhran, Nathanael J. Fast, and Peter J. Carnevale. 2020. Virtual (freedom from) reality: Evaluation apprehension and leaders' preference for communicating through avatars. *Computers in Human Behavior* 111 (oct 2020), 106415. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106415>
- [36] Thomas Schubert, Frank Friedmann, and Holger Regenbrecht. 2001. The Experience of Presence: Factor Analytic Insights. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 10, 3 (jun 2001), 266–281. <https://doi.org/10.1162/105474601300343603>
- [37] Valentin Schwind, Pascal Knierim, Nico Haas, and Niels Henze. 2019. Using Presence Questionnaires in Virtual Reality. In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '19. ACM Press, New York, New York, USA, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300590>
- [38] Valentin Schwind, Sven Mayer, Alexandre Comeau-Vermeersch, Robin Schweigert, and Niels Henze. 2018. Up to the Finger Tip: The Effect of Avatars on Mid-Air Pointing Accuracy in Virtual Reality. In Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play. ACM, New York, NY, USA, 477–488. <https://doi.org/10.1145/3242671.3242675>
- [39] John Short, Ederyn Williams, and Bruce Christie. 1976. *The Social Psychology of Telecommunications*. Wiley, London, UK. 195 pages.
- [40] Richard Skarbez, Frederick P. Brooks, Jr., and Mary C. Whitton. 2018. A Survey of Presence and Related Concepts. *Comput. Surveys* 50, 6 (jan 2018), 1–39. <https://doi.org/10.1145/3134301>
- [41] Mel Slater. 2003. A Note on Presence Terminology. *Presence Connect* 3, 1 (2003). <http://presence.cs.ucl.ac.uk/presencecon>
- [42] Mel Slater. 2007. The Concept of Presence and its Measurement. In PRESENCIA project, PEACH Summer School. Santorini, Greece, 1–19. [https://www.cs.upc.edu/~sim\\$mel\\$slater/PEACH/presence-notes-mel\\$slater.pdf](https://www.cs.upc.edu/~sim$mel$slater/PEACH/presence-notes-mel$slater.pdf)
- [43] Mel Slater. 2009. Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 364, 1535 (dec 2009), 3549–3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- [44] Mel Slater, Andrea Brogni, and Anthony Steed. 2003. Physiological responses to breaks in presence: A Pilot Study. In Proceedings of the 6th Annual International Workshop on Presence.
- [45] Mel Slater, Christoph Guger, Guenter Edlinger, Robert Leeb, Gert Pfurtscheller, Angus Antley, Maia Garau, Andrea Brogni, and Doron Friedman. 2006. Analysis of Physiological Responses to a Social Situation in an Immersive Virtual Environment. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 15, 5 (oct 2006), 553–569. <https://doi.org/10.1162/pres.15.5.553>
- [46] Mel Slater and Anthony Steed. 2000. A Virtual Presence Counter. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 9, 5 (oct 2000), 413–434. <https://doi.org/10.1162/105474600566925>
- [47] Anna Spagnolli and Luciano Gamberini. 2002. Immersion/Emersion: Presence in hybrid environments. In Proceedings of the 5th Annual International Workshop on Presence. [https://astro.temple.edu/~sim\\$lombard/ISPR/Proceedings/2002/SpagnolliandGamberini.pdf](https://astro.temple.edu/~sim$lombard/ISPR/Proceedings/2002/SpagnolliandGamberini.pdf)
- [48] Lee Sproull and Sara Kiesler. 1986. Reducing Social Context Cues: Electronic Mail in Organizational Communication. *Management Science* 32, 11 (nov 1986), 1492–1512. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.11.1492>
- [49] Joseph B. Walther. 1992. Interpersonal Effects in Computer-Mediated Interaction. *Communication Research* 19, 1 (feb 1992), 52–90. <https://doi.org/10.1177/009365092019001003>
- [50] Bob G. Witmer and Michael J. Singer. 1998. Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 7, 3 (jun 1998), 225–240. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>
- [51] Rui-feng Yu and Xin Wu. 2015. Working alone or in the presence of others: exploring social facilitation in baggage X-ray security screening tasks. *Ergonomics* 58, 6 (jun 2015), 857–865. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.993429>



- [52] R. B. Zajonc. 1965. Social Facilitation. *Science* 149, 3681 (jul 1965), 269–274. <https://doi.org/10.1126/science.149.3681.269>
- [53] Mel Slater; Measuring Presence: A Response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 1999; 8 (5): 560–565. <https://doi.org/10.1162/105474699566477>
- [54] Bonfiglio, Nahila (October 1, 2018). "DeepMind partners with gaming company for AI research". *The Daily Dot*. Archived from the original on October 2, 2018. Retrieved October 17, 2018. <https://www.dailydot.com/debug/unity-deempind-ai/>
- [55] Gaudiosi, John (March 19, 2015). "This company dominates the virtual reality business, and it's not named Oculus". *Fortune*. Archived from the original on December 5, 2018. Retrieved November 26, 2018. <http://fortune.com/2015/03/19/unity-virtual-reality/>
- [56] Gaudiosi, John (February 11, 2016). "Why Valve's Partnership With Unity Is Important to Virtual Reality". *Fortune*. Archived from the original on December 8, 2018. Retrieved November 26, 2018. <http://fortune.com/2016/02/11/valves-partners-with-unity/>
- [57] "Most Innovative Companies: Unity Technologies". *Fast Company*. 2018. Archived from the original on September 27, 2018. Retrieved November 26, 2018. <https://www.fastcompany.com/company/unity-technologies>
- [58] Axon, Samuel (September 27, 2016). "Unity at 10: For better—or worse—game development has never been easier". *Ars Technica*. Archived from the original on October 5, 2018. Retrieved October 17, 2018. <https://arstechnica.com/gaming/2016/09/unity-at-10-for-better-or-worse-game-development-has-never-been-easier/>
- [59] Takahashi, Dean (September 15, 2018). "John Riccitiello Q&A: How Unity CEO views Epic's Fortnite success". *VentureBeat*. Archived from the original on September 17, 2018. Retrieved October 17, 2018. <https://venturebeat.com/2018/09/15/john-riccitiello-interview-how-unity-ceo-views-epics-fortnite-success/>
- [60] Wikipedia contributors. Unity (game engine). [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(game\\_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine)) , 2021.
- [61] Savov, Vlad (June 30, 2017). "Unity is the little game engine that could revolutionize animated movies". *The Verge*. Archived from the original on September 9, 2018. Retrieved October 29, 2018. <https://www.theverge.com/2017/6/30/15899446/unity-cinemachine-unite-europe-2017-animation>
- [62] Grubb, Jeff (July 18, 2018). "Unity's asset store boss has big plans to fight Epic's Unreal". *VentureBeat*. Archived from the original on September 9, 2018. Retrieved October 30, 2018. <https://venturebeat.com/2018/07/18/unitys-asset-store-boss-has-big-plans-to-fight-epics-unreal/>
- [63] Lardinois, Frederic (April 29, 2015). "Microsoft Launches Visual Studio Code, A Free Cross-Platform Code Editor For OS X, Linux And Windows". *TechCrunch*. <https://techcrunch.com/2015/04/29/microsoft-shocks-the-world-with-visual-studio-code-a-free-code-editor-for-os-x-linux-and-windows>
- [64] "LICENSE.txt". [github.com/Microsoft/vscode](https://github.com/Microsoft/vscode/blob/main/LICENSE.txt). Microsoft. 17 November 2015. <https://github.com/Microsoft/vscode/blob/main/LICENSE.txt>
- [65] "Microsoft Software License Terms". [code.visualstudio.com](https://code.visualstudio.com/license). Microsoft. Retrieved 16 August 2016. <https://code.visualstudio.com/license>
- [66] Wikipedia contributors. Visual Studio Code. [https://en.wikipedia.org/wiki/Visual\\_Studio\\_Code](https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code) , 2021.