

2022

# The impact of controllers and natural user interfaces on Virtual Reality gaming experience



Νεαμονίτη Σοφία - Φωτεινή

Πανεπιστήμιο Αιγαίου

15/6/2022

## Ευχαριστίες

Ευχαριστίες στην οικογένεια και στους φίλους για τη στήριξη καθώς και σε όλους όσους δέχθηκαν να συμμετέχουν στην έρευνα και να μοιραστούν τις απόψεις, τις σκέψεις και τους προβληματισμούς τους. Ευχαριστίες επίσης στον κ. Κασαπάκη Βλάση για την καθοδήγηση.

## Περίληψη

Έπειτα από μελέτη παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας με τη χρήση controllers και hand - tracking καθώς και μελέτη σχετικών δημοσιεύσεων, διεξήχθη πείραμα με στόχο τη σύγκριση των δύο μέσων ως προς την εμπειρία που προσφέρουν στους χρήστες. Ίσος αριθμός ατόμων έπαιξε το ίδιο παιχνίδι που αναπτύχθηκε ειδικά για τους σκοπούς της έρευνας, κάνοντας χρήση των δύο παραπάνω τρόπων αλληλεπίδρασης. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις απαντήσεις των 20 συμμετεχόντων σε ερωτηματολόγιο και προσωπικές συνεντεύξεις, δείχνουν ότι ενώ η εμπειρία με τη χρήση controllers στατιστικά αποδεικνύει πως για τους περισσότερους λειτούργησε πολύ πιο ομαλά, το γεγονός ότι χρησιμοποίησαν τα χέρια τους πρόσθεσε στην εμπειρία εμπύθισης και προσέλυσε το ενδιαφέρον. Επιπροσθέτως, το δείγμα χρηστών που χρησιμοποίησε τα χέρια του φαίνεται να είχε καλύτερη κατανόηση των στόχων του παιχνιδιού. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν μπορούν να αποτελέσουν υλικό για περαιτέρω έρευνα και, μακροπρόθεσμα, να συμβάλλουν στην εξερεύνηση και μελέτη της αίσθησης παρουσίας του χρήστη στην εικονική πραγματικότητα και της ευρύτερης εμπειρίας του στον ψηφιακό χώρο του μέσου αυτού.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή .....	3
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	4
3. Μεθοδολογία .....	17
4. Διαδικασία Ανάπτυξης .....	31
5. Συμπεράσματα .....	34
6. Ερωτηματολόγιο και Γραφήματα.....	36
7. Βιβλιογραφία.....	62

## 1. Εισαγωγή

Κατά κύριο λόγο ο «διάλογος» ανθρώπου-μηχανής γίνεται εδώ και πολλά χρόνια με τη χρήση κάποιας συσκευής που λειτουργεί ως διαμεσολαβητής στη μεταξύ τους επικοινωνία. Με το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την Εικονική Πραγματικότητα και τη γρήγορη ανάπτυξη και βελτίωση των διαθέσιμων συσκευών, νέα χαρακτηριστικά διεπαφής γίνονται συνεχώς διαθέσιμα<sup>1</sup>. Πέρα από τη χρήση controllers, ένας ανερχόμενος τρόπος είναι η παρακολούθηση της κίνηση των χεριών του χρήστη μέσω κάμερας (hand tracking). Στην εικονική πραγματικότητα, συγκεκριμένα, ο χρήστης δεν έχει οπτική επαφή με το πραγματικό περιβάλλον και κατ' επέκταση ούτε με το πραγματικό σώμα και τα χέρια του. Η αλληλεπίδραση με το εικονικό περιβάλλον χωρίς καμία συσκευή, παρά το γεγονός ότι είναι μεγάλη καινοτομία, θέτει ενδιαφέροντα ερωτήματα, ιδιαίτερα στο κομμάτι της εμπύθισης και της αίσθησης της παρουσίας του χρήστη μέσα στο εικονικό περιβάλλον κυρίως μέσα στα πλαίσια παιχνιδιού.

Προκειμένου να εξεταστεί η σημασία που έχει το είδος της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το εικονικό περιβάλλον ως εμπειρία αλλά και η αίσθηση παρουσίας που προσφέρει το hand tracking σε σύγκριση με τη χρήση controllers, διεξήχθη πείραμα σε δείγμα χρηστών με ποικίλα χαρακτηριστικά.

Το παιχνίδι ως διαδικασία είχε ανέκαθεν την ιδιότητα να καθλώνει και να προκαλεί εμπύθιση τόσο σε πλαίσιο αμιγώς παιγνιώδες όσο και σε ποικίλα εκπαιδευτικά πλαίσια που απαιτούν επίδειξη δεξιοτεχνίας [2]. Για τον λόγο αυτό έχει επιλεγεί εφαρμογή - παιχνίδι ως μέσο διεξαγωγής του πειράματος που αποτελεί βασικό μέρος της έρευνας.

Πρόκειται για μία εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας σε μορφή παιχνιδιού επίλυσης μυστηρίου/εγκλήματος με τίτλο "Blue Story" η οποία έχει αναπτυχθεί με δύο τρόπους. Στη μία εκδοχή οι διαδράσεις γίνονται με τη χρήση controller και στην άλλη αποκλειστικά με hand - tracking. Ίσος αριθμός ατόμων έπαιξαν μία από τις δύο εκδοχές του παιχνιδιού και μοιράστηκαν την εμπειρία τους απαντώντας σε ερωτηματολόγιο αλλά και σε απευθείας ερωτήσεις που τους τέθηκαν σε κατά πρόσωπο συνέντευξη.

## 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Από τις πρωταρχικές επιτυχημένες προσπάθειες ένταξης της ρεαλιστικής κίνησης σε περιβάλλον παιχνιδιού έγινε από την εταιρία παιχνιδιών Nintendo το 2006 με την κυκλοφορία της κονσόλας Nintendo Wii. Το Nintendo Wii μέσω του controller του, καταγράφει τις κινήσεις ενός χρήστη στον πραγματικό κόσμο και τις ενσωματώνει στο εικονικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με το παιχνίδι με πολύ πιο φυσικό τρόπο. Έτσι, το Wii μειώνει το φαινομενικό χάσμα μεταξύ της αντίληψης ενός χρήστη για το πραγματικό περιβάλλον και του εικονικού περιεχομένου του παιχνιδιού. Ως απάντηση στην επιτυχία του Nintendo Wii, τόσο το PlayStation όσο και η Microsoft έχουν κυκλοφορήσει το δικό τους motion capturing hardware για να ανταγωνιστούν το Wii. Η αυξανόμενη δημοτικότητα και η χρήση αυτών των motion capturing controllers μέσα στα βιντεοπαιχνίδια θέτει αναπόφευκτα το ερώτημα για το πώς τέτοια μέσα μπορούν να επηρεάσουν την αντίληψη του χρήστη για τον ρεαλισμό του παιχνιδιού αλλά και για το τι αντίκτυπο έχει αυτό στην ευρύτερη εμπειρία του παιχνιδιού[4].

Πλέον, με την ανάπτυξη παιχνιδιών εικονικής πραγματικότητας αυτά τα ερωτήματα γίνονται όλο και πιο έντονα καθώς τα επίπεδα αποκοπής από το πραγματικό περιβάλλον αυξάνονται και όλο και πιο φυσικές κινήσεις (hand – tracking) εντάσσονται στα mechanics παιχνιδιών.

Το να μπορείς να δεις τα δικά σου κινούμενα χέρια σε πραγματικό χρόνο προσθέτει έναν σημαντικό παράγοντα εντυπωσιασμού στην εμπειρία των χρηστών. Η έρευνα έχει δείξει ότι έχουμε μια σχεδόν υπερφυσική αίσθηση της θέσης και του σχήματος των χεριών μας ακόμα κι αν δεν μπορούμε να τα δούμε, και όταν τα χέρια μας απομακρύνονται από τους οπτικούς μας κόσμους μπορεί να θεωρηθεί ως η έναρξη της αποσάρκωσής μας. Μιας και ο άνθρωπος περνά μεγάλο μέρος της ζωής του χρησιμοποιώντας τα χέρια του για διάφορες εργασίες αλλά και για επικοινωνία, αφαιρώντας τα από την οπτική σκηνή, έχει πιθανώς μια σειρά από συνέπειες για την οπτικοκινητική του συμπεριφορά [10].

Η αποσάρκωση όμως είναι μία κατάσταση πολύ πιο πολύπλοκη και σύνθετη που δεν περιορίζεται σε συμπεριφορές. Είναι μία κατάσταση που μπορεί να περιγραφεί από τα επίπεδα εμπύθισης και παρουσίας του χρήστη.

Η εμπύθιση, από μερικούς ερευνητές, γίνεται αντιληπτή ως μια ποσοτικοποιήσιμη περιγραφή της τεχνολογίας, η οποία καθορίζεται κυρίως από τον βαθμό στον οποίο οι οπτικές οθόνες προσφέρουν ρεαλιστικό οπτικό ερέθισμα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, σε αντίθεση με την «παρουσία» που είναι μια «κατάσταση της συνείδησης» [3].

Στα ηλεκτρονικά παιχνίδια η εμπύθιση αποτελούσε και ακόμα αποτελεί μεγάλο θέμα συζήτησης. Όσο πιο ρεαλιστικό καταφέρνει να είναι ένα παιχνίδι τόσο πιο μεγάλη εμπύθιση ενδέχεται να προκαλεί, ιδίως στον τομέα της παρουσίας του παίκτη μέσα στον κόσμο του παιχνιδιού και της κινησιολογίας που ο ίδιος απαιτείται να ενστερνιστεί για να διαδράσει με τον εικονικό κόσμο του παιχνιδιού.

Οι Witmer και Singer [8] συσχετίζουν την παρουσία εν μέρει με την έννοια της προσοχής:

- Εμπλοκή, μια ψυχολογική κατάσταση που βιώνεται ως συνέπεια της εστίασης της προσοχής κάποιου σε ένα συνεκτικό σύνολο ερεθισμάτων ή σχετικών δραστηριοτήτων και γεγονότων.

- Εμβύθιση, που ορίζεται ως μια ψυχολογική κατάσταση που χαρακτηρίζεται από το να αντιλαμβάνεται κανείς ότι περιβάλλεται από, περιλαμβάνεται και αλληλεπιδρά με ένα εικονικό περιβάλλον. [9]

Με βάση τη θεωρία εμπλοκής και εμβύθισης, και σε προηγούμενη εμπειρική και θεωρητική έρευνα, οι Witmer και Singer [8] προσδιόρισαν αρκετούς παράγοντες που πιστεύεται ότι συμβάλλουν στην αίσθηση της παρουσίας:

- Παράγοντες ελέγχου, ο βαθμός ελέγχου που είχε ο χρήστης σε γεγονότα στο εικονικό περιβάλλον .

- Αισθητηριακοί παράγοντες, η ποιότητα, ο αριθμός και η συνέπεια των οθονών.

- Παράγοντες απόσπασης της προσοχής, ο βαθμός απόσπασης της προσοχής από αντικείμενα και γεγονότα στον πραγματικό κόσμο.

- Παράγοντες ρεαλισμού, ο βαθμός ρεαλισμού του εικονικού περιβάλλοντος [9]

Ενδιαφέρον όμως έχει επίσης η έρευνα του Mel Slater:

«Σχετικά με το θέμα της παρουσίας, οι συγγραφείς στην ενότητα τους «πρόκληση παρουσίας» χρησιμοποίησαν τη λέξη «πιστεύω» – ότι φαίνεται αδύνατο οι άνθρωποι να πιστέψουν ότι ο εικονικός ο κόσμος είναι ο πραγματικός. Ωστόσο, η παρουσία δεν έχει να κάνει με την πίστη. Φυσικά κανένας ούτε όταν στέκεται δίπλα σε έναν εικονικό γκρεμό με την καρδιά τους να χτυπάει και νιώθοντας μεγάλο άγχος, πιστεύει πάντα στην πραγματικότητα αυτού που αντιλαμβάνεται. Το νόημα της παρουσίας, είναι ότι είναι η ψευδαίσθηση ότι είσαι εκεί, παρά το γεγονός ότι εσύ ξέρεις σίγουρα ότι δεν είσαι. Είναι μια αντιληπτική αλλά όχι μια γνωστική ψευδαίσθηση, όπου το αντιληπτικό σύστημα, για παράδειγμα, προσδιορίζει μια απειλή (τον γκρεμό) και το σύστημα μυαλό - σώμα αντιδρά αυτόματα και γρήγορα (αυτό είναι το ασφαλές πράγμα να γίνει), ενώ το γνωστικό σύστημα φτάνει αντιληπτικά σχετικά αργά και καταλήγει στο συμπέρασμα «Αλλά ξέρω ότι αυτό δεν είναι πραγματικό». Αλλά τότε είναι πολύ αργά, οι αντιδράσεις έχουν ήδη εμφανιστεί. Αυτή είναι η πραγματική δύναμη του VR και, όπως κάθε ψευδαίσθηση, παρόλο που ξέρετε ότι είναι ψευδαίσθηση, αυτό δεν αλλάζει την αντίληψή σας ή την απάντησή σας σε αυτήν.» [13]

Η παραπάνω θεωρίες συνοψίζουν τις προδιαγραφές που πρέπει να πληροί μια εφαρμογή για να μπορεί να κάνει τους χρήστες της να νιώθουν παρόντες μέσα σε αυτή. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως λήφθηκαν υπόψιν στην ανάπτυξη των mechanics αλλά και του περιβάλλοντος των εφαρμογών που δημιουργήθηκαν. Το κατά πόσο αυτό επιτεύχθηκε αντικατοπτρίζεται και από τις απαντήσεις των χρηστών.

## 2.1 Παραδείγματα VR παιχνιδιών

Στον συγκεκριμένο τομέα, παιχνίδια VR με χρήση controllers, hand – tracking ή και με τη χρήση και των 2, θα αναλυθούν παρακάτω. Η πρακτική μελέτη της νέας αυτής τεχνολογίας σε συνδυασμό με ερευνητικό υλικό ήταν απαραίτητη για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων τόσο στον τομέα της εμπειρίας όσο και στον τομέα της εμβύθισης.

### **Elixir**

Από τις πρώτες εμπειρίες VR hand – tracking που διαθέτει η Oculus δωρεάν, είναι η εμπειρία με τίτλο «Elixir». Ο χρήστης αναλαμβάνει τον ρόλο προσωρινού μαθητευόμενου μάγου και χρησιμοποιώντας τα χέρια του κάνει διάφορα θελήματα στο εργαστήριο μιας μάγισσας. Όσο ο παίκτης αναλαμβάνει να εκτελέσει τα διάφορα καθήκοντά του, τα χέρια του έρχονται σε επαφή με τα διάφορα μαγικά αντικείμενα προσδίδοντας τους, ως αποτέλεσμα, διαφορετικές ιδιότητες αλλά και εμφάνιση (Εικ. 2, 3). Εκτός από αυτό ο/η παίκτης/τρια χρησιμοποιεί τα χέρια του για διάφορες μικρό-ενέργειες όπως η υπογραφή με πένα και το σκούνημα με το δάχτυλο (Εικ. 4,5). Ενώ δεν ακολουθούν το παραπάνω μοτίβο των μαγικών αντικειμένων, προσδίδουν στην εμπειρία έναν πιο απτό και διηγητικό χαρακτήρα και δουλεύουν υπέρ της εμβύθισης της. Ολόκληρη η εμπειρία διαρκεί περίπου 15 - 20 λεπτά.



*Εικόνα 1: Περιήγηση με χειρονομία*



*Εικόνες 2 & 3: Μεταμόρφωση χεριών*



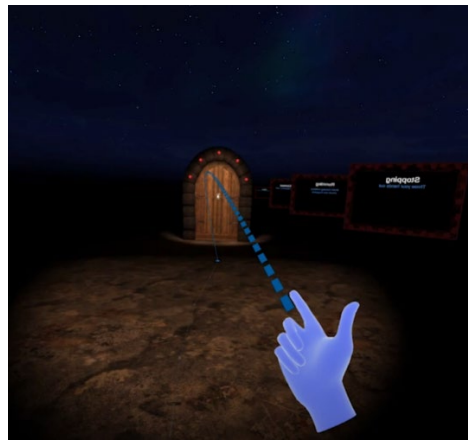
Εικόνες 4 & 5: Σκούνημα με το δάχτυλο

### Waltz of the Wizard

Σε παρόμοια θεματική είναι και το παιχνίδι “Waltz of the Wizard” όμως το εύρος διαδράσεων του συγκεκριμένου παιχνιδιού, όπως και η διάρκειά του, είναι πολύ μεγαλύτερα. Στο παιχνίδι αυτό, ο/η χρήστης έχει τη δυνατότητα μέσα από την αφή να διαδράσει με αντικείμενα (έτσι εκτελεί μαγικά ξόρκια), να τα σηκώσει με σκοπό να φτιάξει μαγικά φίλτρα που ξεκλειδώνουν νέα ξόρκια, να κινηθεί αλλά και να κάνει επιπλέον δράσεις με χειρονομίες όπως, για παράδειγμα, να εκτελέσει κάποιο ξόρκι από απόσταση. Το συγκεκριμένο παιχνίδι αποτέλεσε ιδιαίτερα ενδιαφέρον υλικό καθώς η διάδραση είναι εφικτή και με τη χρήση controllers γεγονός που βοήθησε στην άμεση σύγκριση της εμπειρίας με διαφορετικές διαδράσεις.



Εικόνα 6: Cast Fireball



Εικόνα 7: Moving Gesture





Εικόνα 8: Pick up and put spells in cauldron



Εικόνα 9: Touch Door to open

### The Line

Το επόμενο VR game που κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ονομάζεται “The Line” και πρόκειται για μία διαδραστική αφηγηματική εμπειρία των 15-20 λεπτών βραβευμένη το 2020 με Primetime Emmy® για εξαιρετική καινοτομία στα διαδραστικά μέσα. Η ιστορία που εκτυλίσσεται, λαμβάνει χώρα σε ένα μοντέλο κλίμακας του Σάο Πάολο της δεκαετίας του 1940, αυτή η εμπειρία προσκαλεί το κοινό της να τραβήξει πόμολα και ακόμη και να συρθείτε κάτω από τα μηχανήματα της κατασκευής για να ξεδιπλώσει την ιστορία από δύο φιγούρες του μοντέλου, του Pedro και της Rosa, που διστάζουν να ζήσουν την αγάπη τους.



Εικόνα 10: Χτύπημα κουδουνιού



Εικόνα 11: Τράβηγμα ελατηρίου

## **Blaston**

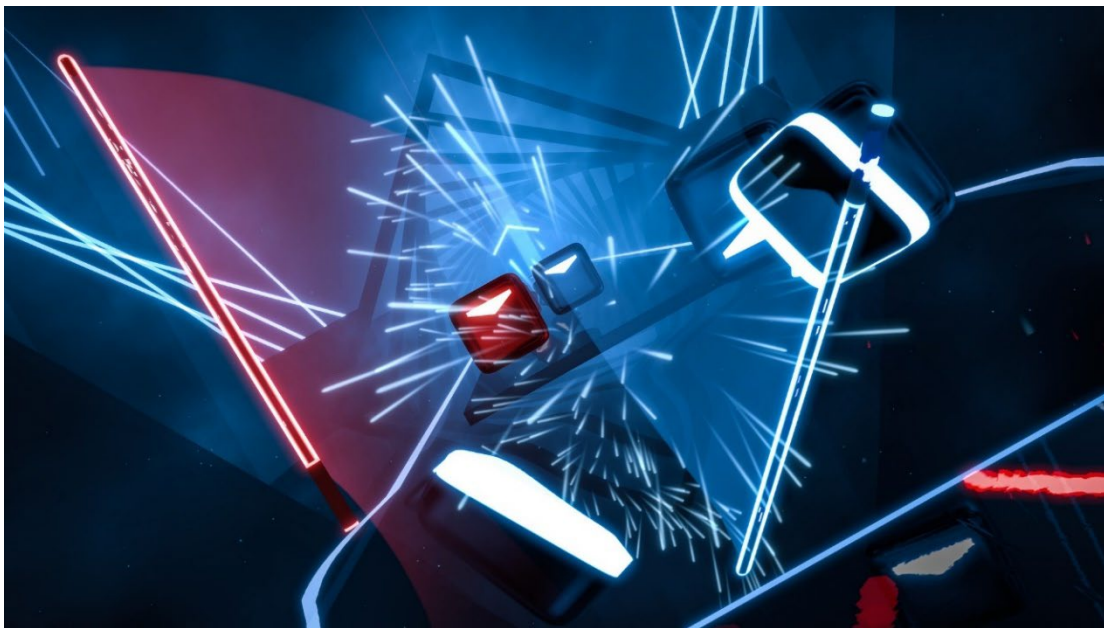
Επιτυχημένη εφαρμογή στον τομέα των controllers με πάρα πολλές θετικές κριτικές είναι το παιχνίδι Blaston. Στο Blaston, ο/η παίκτης/ρια μπορεί, είτε μόνος του είτε εναντίον κάποιου άλλου, να λάβει μέρος σε μία slow-motion μονομαχία με πολλά και διαφορετικά όπλα. Πιο συγκεκριμένα, γύρω από τον παίκτη/ρια εμφανίζονται διαφορετικά όπλα ένα από τα οποία και πρέπει να επιλέξουν τόσο για να αμυνθούν όσο και για να επιτεθούν. Μόλις οι σφαίρες του όπλου τελειώσουν, το όπλο εξαφανίζεται και οι παίκτες καλούνται να επιλέξουν ξανά. Το συγκεκριμένο παιχνίδι απαιτεί σωματική προσπάθεια, γρήγορη σκέψη και αντανακλαστικά για να υπερτερήσει κανείς εναντίον του αντιπάλου του. Η χρήση controllers λειτουργεί αρκετά πετυχημένα καθώς η πίεση του trigger button είναι πολύ φυσική μιας και πρόκειται για παιχνίδι που χρησιμοποιεί σχεδόν αποκλειστικά όπλα στη μορφή πιστολιού (Εικ. 12). Οι παίκτες μπορούν επίσης να διαγωνιστούν σε online ανταγωνιστικό πρωτάθλημα.



Εικόνα 12: Στιγμιότυπο από το Blaston

### Beat Saber

Πρόκειται για ένα από τα πιο δημοφιλή παιχνίδια VR που έχουν κυκλοφορήσει μέχρι σήμερα. Τα controllers παίρνουν τη μορφή lightsabers (σπαθιά φωτός) με τα οποία ο/η παίκτης/ρια πρέπει να πετύχει κύβους που έρχονται προς το μέρος του σύμφωνα με τον ρυθμό και υπό τη μουσική υπόκρουση μεγάλης γκάμας διάσημων τραγουδιών (Εικ. 13). Αποδεδειγμένα απορροφά τους χρήστες του οι οποίοι μπορούν να περάσουν αρκετό χρόνο στο παιχνίδι αυτό.



Εικόνα 13: Στιγμιότυπο από το Beat Saber

## Half Life – Alyx

Σε αντίθεση με όλα τα προηγούμενα παιχνίδια που αναφέρθηκαν, το Half Life – Alyx είναι ένα πλήρες παιχνίδι ρόλων που προσφέρει 12 ώρες παιχνιδιού. Με πλήρη επένδυση ιστορίας, υψηλής ανάλυσης και ρεαλισμού περιβάλλοντα και ποικίλες διαδράσεις είναι ένα από τα κορυφαία παιχνίδια VR που κατά κοινή ομολογία προκαλεί μεγάλη εμπύθιση στους χρήστες του, γεγονός που αντικατοπτρίζεται πλήρως από τις άκρως θετικές κριτικές στην επίσημη ιστοσελίδα όπου και διατίθεται προς αγορά. Είναι η ιστορία ενός φαινομενικά αδύνατου αγώνα ενάντια σε μια αδιάστακτη εξωγήινη φυλή γνωστή ως Combine, που διαδραματίζεται μεταξύ των γεγονότων του Half - Life και του Half-Life 2. Ο/Η παίκτης/ρια αναλαμβάνει τον ρόλο της Alyx Vance και προσπαθεί να σώσει την ανθρωπότητα από την Combine. Ο χρήστης περνά από πολλά συναισθηματικά στάδια και η αίσθηση παρουσίας του στο εικονικό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα έντονη ειδικά σε σχέση με άλλα παιχνίδια VR.

Μελετώντας τα παιχνίδια VR που κυκλοφορούν είναι εμφανές πως σε σύγκριση με τα παιχνίδια που χρησιμοποιούν controllers τα παιχνίδια με hand – tracking έχουν στατιστικά μικρότερη διάρκεια παιχνιδιού.



Εικόνα 14: Στιγμιότυπο από το Half – Life Alyx



*Εικόνα 15: Στιγμιότυπο από το Half – Life Alyx*



*Εικόνα 16: Στιγμιότυπο από το Half – Life Alyx*

## 2.2 Παραδείγματα μελετών αντίστοιχων με την παρούσα

### **Comparative Study of Interaction Time and Usability of Using Controllers and Hand Tracking in Virtual Reality Training [5]**

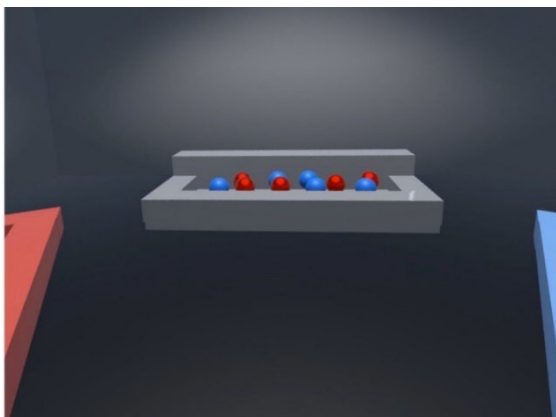
Η πρώτη έρευνα που θα εξεταστεί, ανέπτυξε εφαρμογή με στόχο την εκπαίδευση της διαδικασίας διασωλήνωσης σε VR περιβάλλον ως case study με χρήση controllers και hand tracking για τις εξής τέσσερις αλληλεπιδράσεις: σύγκρουση, κράτημα, άσκηση πίεσης και απελευθέρωση. Ο σχεδόν πειραματικός σχεδιασμός ανέθεσε σε 30 φοιτητές ιατρικής κλινικής εκπαίδευσης να διερευνήσουν τις διαφορές μεταξύ της χρήσης χειριστηρίου VR και hand - tracking στις ιατρικές αλληλεπιδράσεις. Όπως έγινε και στην παρούσα έρευνα, τα άτομα χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, η μία με ελεγκτές VR και η άλλη με VR hand - tracking, για να μελετήσουν τον χρόνο αλληλεπίδρασης και την ικανοποίηση των χρηστών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχε διαφορά στον χρόνο ολοκλήρωσης κάθε διαδικασίας. Ομοίως, η ικανοποίηση και η χρησιμότητα δεν ήταν διαφορετικές. Επομένως, σύμφωνα με το άρθρο, στην εκπαίδευση διασωλήνωσης VR, η χρήση του hand - tracking δεν έχει διαφορά στα αποτελέσματα από τη χρήση controllers. Παρόλα αυτά εκτιμάται ότι στην ιατρική εκπαίδευση οι φυσικές χειρονομίες ανταποκρίνονται καλύτερα στις πραγματικές καταστάσεις και άρα το hand - tracking θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ιατρική εκπαίδευση. [5]



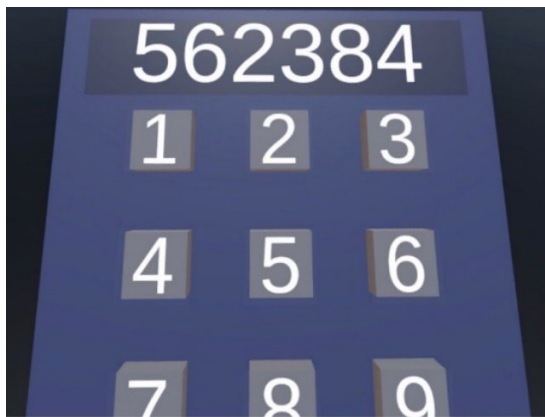
Εικόνα 17, Εικόνα 18 κ Εικόνα 19: Στιγμιότυπα από την πειραματική ιατρική εφαρμογή

### **Influence of Hand Tracking as a way of Interaction in Virtual Reality on User Experience [1]**

Το επόμενο πείραμα, όπως και το προηγούμενο και όπως και το παρόν, είχε στόχο αμιγώς τη σύγκριση της VR εμπειρίας που προσφέρουν controllers έναντι hand - tracking. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να παίξουν δύο απλά παιχνίδια VR διαδρώντας με το εικονικό περιβάλλον πιάνοντας και κρατώντας αντικείμενα (Εικ. 20) ή πληκτρολογώντας αριθμούς (Εικ. 21). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι διαφορετικοί τύποι αλληλεπίδρασης επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά τα συναισθήματα, όπου για το hand - tracking οι συμμετέχοντες ένιωθαν υψηλότερο σθένος, αλλά χαμηλότερη διέγερση και κυριαρχία. Επιπλέον, το πιάσιμο και κράτημα αντικειμένων αναφέρθηκε ότι ήταν πιο ρεαλιστικό και οι συμμετέχοντες ένιωθαν μεγαλύτερη παρουσία. Τέλος, το hand - tracking και για τις δύο διαδράσεις που αναφέρθηκαν βαθμολογήθηκε με την κλίμακα System Usability Scale (SUS) και το hand - tracking για την πληκτρολόγηση βαθμολογήθηκε ως στατιστικά σημαντικά πιο χρηστικό. [1]



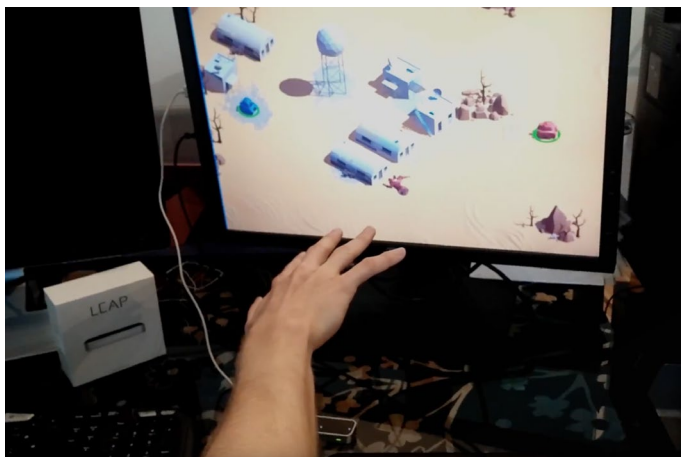
Εικόνα 20: Διάδραση πιασίματος



Εικόνα 21: Διάδραση πληκτρολόγησης

### **Gesture-based Interactions in Video Games with the Leap Motion Controller [2]**

Αυτή η εργασία διερευνά το Leap Motion controller ως συσκευή κατάλληλη για παιχνίδια υπολογιστή. Δύο διαφορετικά game setups (Tanks! Και Alien Invasion) (Εικ.23 και Εικ. 24) δημιουργήθηκαν με σκοπό να εξακριβωθεί το κατά πόσο η χρήση χειρονομιών είναι χρηστική και ελκυστική για τους χρήστες σε περιβάλλον διαδραστικού παιχνιδιού σε σύγκριση με το πληκτρολόγιο. Αξιολογήθηκε η εμπειρία 15 συμμετεχόντων λαμβάνοντας υπόψιν τις διαφορές μεταξύ gamers και non-gamers και επιπλέον εξετάζοντάς τις. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η χρήση χειρονομιών έχει δυνατότητα να είναι ελκυστικό μέσο διάδρασης σε προσπάθειες εκπαίδευσης και σε κατά κύριο λόγο σύντομες εμπειρίες. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της μελέτης υποδεικνύουν επίσης προβλήματα χρηστικότητας αφού οι εμπειρίες που βασίζονται σε χειρονομίες αξιολογούνται ως εξαντλητικές μετά από περίπου 20 λεπτά. Αν και η καταλληλότητα για τα παραδοσιακά βιντεοπαιχνίδια περιγράφεται ως περιορισμένη, οι χρήστες βλέπουν δυνατότητες στους ελέγχους που βασίζονται σε χειρονομίες ως εργαλεία εκπαίδευσης και αποκατάστασης.[2]



Εικόνα 22: Στιγμιότυπο από το παιχνίδι Tanks! Με χρήση του LEAP motion controller



Εικόνα 23: Alien Invasion

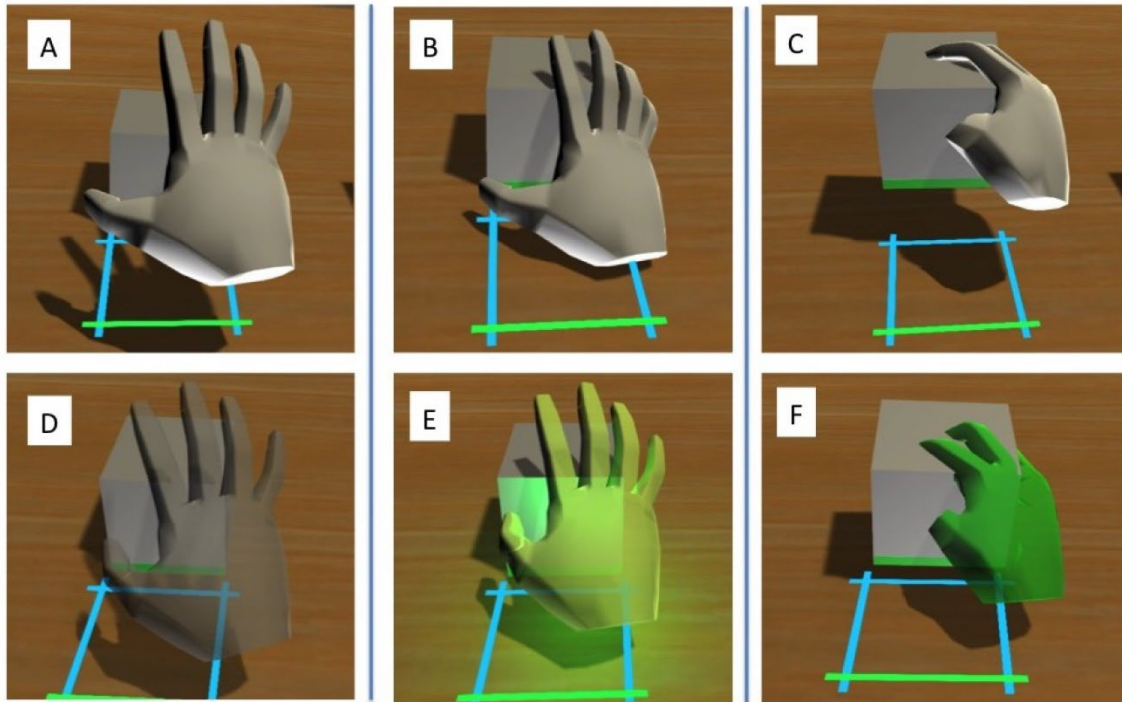


Εικόνα 24: Tanks!

### **Controller-Free Hand Tracking for Grab-and-Place Tasks in Immersive Virtual Reality: Design Elements and Their Empirical Study [6]**

Το άρθρο αυτό συγκρίνει τη διάδραση κρατήματος και τοποθέτησης αντικειμένων (Εικ. 24) με τη μέθοδο του hand – tracking χρησιμοποιώντας κάμερα Leap Motion έναντι του Oculus Touch Controller. Αναπτύχθηκαν δύο παραλλαγές με hand – tracking και τη χρήση Leap Motion και μία εκδοχή με τη χρήση controller. Η χρηστικότητα δοκιμάστηκε σε 32 νεαρούς συμμετέχοντες, των οποίων η απόδοση αναλύθηκε ως προς την ακρίβεια, την ταχύτητα και τα λάθη καθώς και την υποκειμενική εμπειρία. Βρέθηκε υψηλότερη απόδοση και συνολική χρηστικότητα, καθώς και γενική προτίμηση για το χειριστήριο χειρός σε σύγκριση με τις λύσεις χωρίς controller. Ενώ οι περισσότερες απαντήσεις δεν διέφεραν μεταξύ των δύο λύσεων χωρίς controller, οι τροποποιήσεις που έγιναν στο Leap API από την ομάδα των ερευνητών στη μία εκδοχή με hand – tracking οδήγησαν σε σημαντική μείωση των τυχαίων πτώσεων των αντικειμένων. Τα αποτελέσματά δεν υποστηρίζουν την υπόθεση της υψηλότερης φυσικότητας του hand - tracking αλλά προτείνουν στοιχεία σχεδιασμού για τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης αντικειμένων χωρίς χειριστήριο στο πλαίσιο της διάδραση πιασίματος και τοποθέτησης αντικειμένων.[6]





Εικόνα 25: Διάδραση κρατήματος και τοποθέτησης αντικειμένων

### Evaluating Hand-tracking Interaction for Performing Motor-tasks in VR Learning Environments [7]

Στο ερευνητικό αυτό άρθρο γίνεται διερεύνηση της ποιότητας εμπειρίας που αντιλαμβάνεται ο χρήστης για μια διάδραση προσέγγισης και επιλογής θέσης εντός VR. Πραγματοποιήθηκε ένα ελεγχόμενο πείραμα (N=33) που συγκρίνει controller με hand - tracking. Τα αποτελέσματα δείχνουν σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συνόλων δεδομένων που συλλέχθηκαν στην κάθε περίπτωση. Τα στοιχεία απόδοσης δείχνουν χαμηλότερες διάρκειες στον χρόνο παιχνιδιού και χαμηλότερες συχνότητες ενεργοποίησης του trigger button για το χειριστήριο χειρός σε σύγκριση με το hand - tracking. Ο αντιληπτός διανοητικός φόρτος εργασίας για τις διαδράσεις που έπρεπε να γίνουν αξιολογήθηκε επίσης με τη χρήση της Διαβαθμισμένης Κλίμακας Διανοητικής Προσπάθειας (Rated Scale Mental Effort -RSME). Οι βαθμολογίες που προέκυψαν ήταν υψηλότερες όταν χρησιμοποιήθηκε hand - tracking.[7]

Συνοψίζοντας περιληπτικά, τα αποτελέσματα των ερευνών δείχνουν πως οι χρήστες βρίσκουν κατά κύριο λόγο πιο χρηστικό το controller αλλά επικρατεί αισιοδοξία και ενθουσιασμός για τη βελτίωση και χρήση του hand – tracking στο μέλλον.

Λαμβάνοντας πολύτιμες πληροφορίες και δεδομένα από τις έρευνες και τις εφαρμογές που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες που η μελέτη αυτή αποπειράται επίσης να μελετήσει, στο παρακάτω κεφάλαιο θα αναλυθεί η μεθοδολογία ανάπτυξης της εφαρμογής που σχεδιάστηκε για τις ανάγκες του πειράματος.

## 3. Μεθοδολογία

### 3.1 Έρευνα

Πρωταρχική ενέργεια της έρευνας ήταν η μελέτη ήδη υπάρχοντων εφαρμογών και παιχνιδιών, τα περισσότερα από τα οποία αναφέρονται στο κεφάλαιο 2, που χρησιμοποιούν ως τρόπο αλληλεπίδρασης με το εικονικό περιβάλλον την τεχνολογία του Hand-tracking, αξιολογώντας τα υπέρ και τα κατά της εμπειρίας από πρώτο χέρι. Δεν παραλήφθηκαν παιχνίδια και εφαρμογές που χρησιμοποιούν τα VR controllers όπως και η μελέτη των κριτικών που κάνουν για οι χρήστες στις ιστοσελίδες που διαθέτουν τα εν λόγω παιχνίδια. Επόμενο βήμα αποτέλεσε η μελέτη σχετικών άρθρων και δημοσιεύσεων με κύριο θέμα τη σύγκριση της εμπειρίας χρηστών HMD (head mounted display) με τη χρήση controllers και των ίδιων τους των χεριών. Επίσης μελετήθηκαν άρθρα σχετικά με την «παρουσία» του χρήστη στην εικονική πραγματικότητα σε σχέση με την εμπύθισή του καθώς και το παιχνίδι, ηλεκτρονικό ή μη, ως μέσο εμπύθισης αλλά και εκμάθησης. Ως απόρροια των παραπάνω, επιλέχθηκε το παιχνίδι ως μέσο διεξαγωγής του πειράματος.

Πρόκειται για μια εφαρμογή που στην ουσία είναι ένα παιχνίδι εξιχνίασης μυστηρίου και έχει αναπτυχθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους. Από το δείγμα χρηστών που επιλέχθηκαν (20 άτομα), μισοί έπαιξαν το παιχνίδι με hand tracking και οι υπόλοιποι χρησιμοποίησαν τα controllers και κατόπιν συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο και συμμετείχαν σε συνέντευξη αξιολογώντας την εμπειρία τους.

### 3.2 Διαδράσεις

Στο εν λόγω παιχνίδι, ο χρήστης περιηγείται σε ένα διαμέρισμα στο οποίο έχουν λάβει χώρα τρεις θάνατοι και μέσω κυρίως της παρατήρησης, αλλά και κάποιων διαδράσεων, προσπαθεί να αντιληφθεί τι έχει συμβεί και να το «καταγράψει» στον πίνακα συλλογής στοιχείων. Οι τρεις τρόποι με τους οποίους ο/η παίκτης/ρια αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον της εφαρμογής είναι:

1. Πάτημα κόμβων με τον δείκτη
2. Μετακίνηση με χειρονομία/μοχλό controller
3. Πιάσιμο και κράτημα αντικειμένων

## 1) Πάτημα Κόμβων

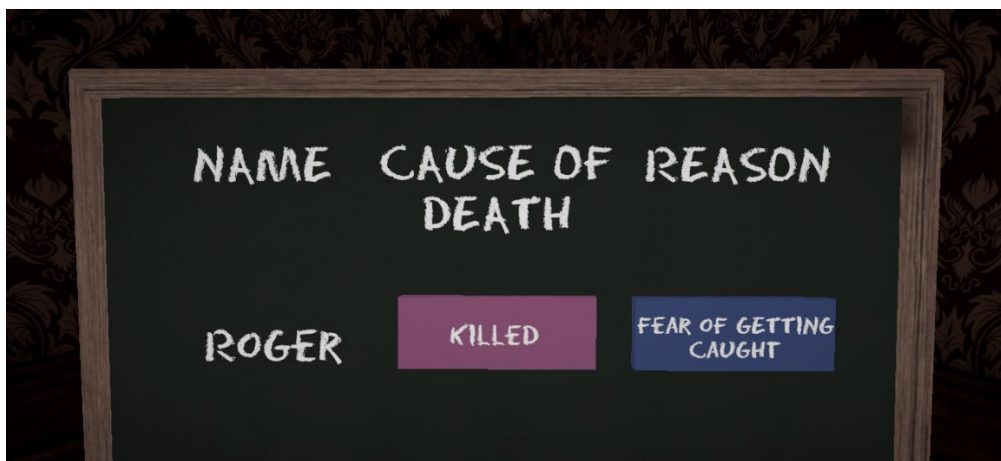


Εικόνα 26: Πίνακας συλλογής στοιχείων

Πιο συγκεκριμένα, η καταγραφή στον πίνακα συλλογής στοιχείων (Εικ. 26) γίνεται χρησιμοποιώντας τον δείκτη του χεριού για πίεση των παραλληλόγραμμων κόμβων. Κατόπιν πίεσης, το χρώμα και η λέξη του κόμβου αλλάζει(Εικ. 27).

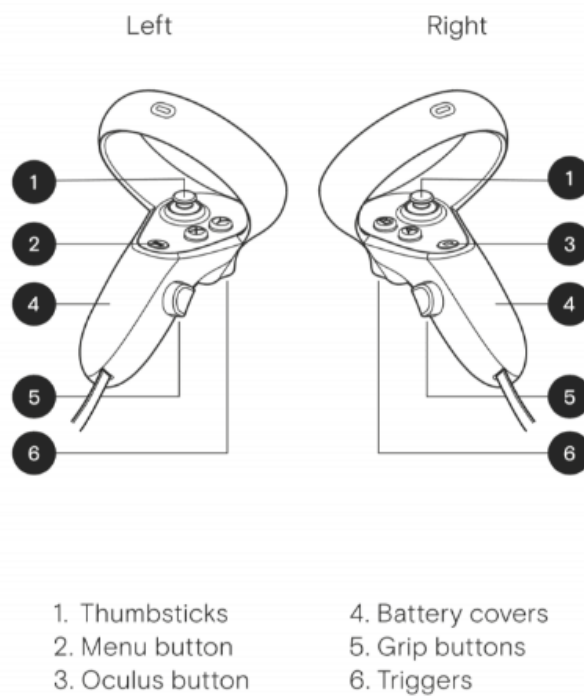
Οι πιθανές επιλογές που είναι διαθέσιμες μέσω των κόμβων στον/ην παίκτη/ρια είναι οι εξής:

- Cause of Death: Suicide, Accident, Killed
- Reason: Fear of Getting Caught, Jealousy, Regret



Εικόνα 27: Κόμβοι Πίνακα

Στην έκδοση της εφαρμογής με hand – tracking ο χρήστης αρκεί να πιέσει τον κόμβο με τον δείκτη του χεριού του. Το ίδιο ισχύει και στην έκδοση και για τη χρήση controllers αρκεί οι χρήστες να τεντώσουν τον δείκτη του χεριού και να μην πιέζουν το trigger button (Εικ. 28: 6).



Εικόνα 28: Oculus Touch Controller Buttons

## 2) Μετακίνηση

Για να επιτευχθεί η μετακίνηση του χρήστη με τη χρήση controller, ο χρήστης αρκεί να κατευθύνει τον μοχλό (Εικ. 28: 1) του δεξιού χειριστηρίου προς τα κάτω, να σημαδέψει την

καμπύλη που εμφανίζεται στο σημείο που επιθυμεί να βρεθεί κι έπειτα να αφήσει τον μοχλό για να ολοκληρωθεί η τηλεμεταφορά του στο σημείο που επέλεξε. Το ίδιο ισχύει και για την τηλεμεταφορά με hand – tracking μόνο που στην εν λόγω περίπτωση ο χρήστης χρειάζεται να σχηματίζει μια χειρονομία που έχει εξ αρχής προκαθοριστεί. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να κρατήσει την παλάμη του χεριού του οριζόντια και με φορά προς τα πάνω έχοντας παράλληλα κλειστά όλα τα δάχτυλα εκτός από τον δείκτη και τον αντίχειρα. Σημαδεύοντας με τον δείκτη μπορεί να επιλέξει το σημείο τηλεμεταφοράς και για να ολοκληρωθεί η ενέργεια αρκεί να κλείσει τον δείκτη (Εικ. 29).



Εικόνα 29: Move Gesture

### **3) Πιάσιμο και κράτημα αντικειμένων**

Τρίτη και τελευταία διάδραση της εφαρμογής είναι το πιάσιμο και κράτημα αντικειμένων. Στην έκδοση με controllers τα αντικείμενα που είναι δυνατόν να κρατηθούν, εμφανίζουν έναν λευκό κύκλο όταν ο χρήστης πλησιάζει. Πιέζοντας το grip button (Εικ. 28: 5), το αντικείμενο έρχεται αυτόματα στο χέρι του παίκτη.

Χρησιμοποιώντας το hand – tracking, ο χρήστης μπορεί να σηκώσει τα αντικείμενα από απόσταση ακουμπώντας τον δείκτη και τον αντίχειρα έχοντας τα υπόλοιπα δάχτυλα ανοικτά ενώ σημαδεύει το αντικείμενο που θέλει να σηκώσει (Εικ. 30). Το αντικείμενο που έχει επιλέξει να σηκώσει, θα ενωθεί με το σημείο επαφής του δείκτη και του αντίχειρα με μία λευκή γραμμή και ο χρήστης θα μπορεί να περιεργαστεί το αντικείμενο κουνώντας το χέρι του με την προϋπόθεση να μην αλλάξει στάση στο χέρι του. Εναλλακτικά μπορεί να ακουμπήσει το αντικείμενο κατευθείαν με την ίδια χειρονομία.



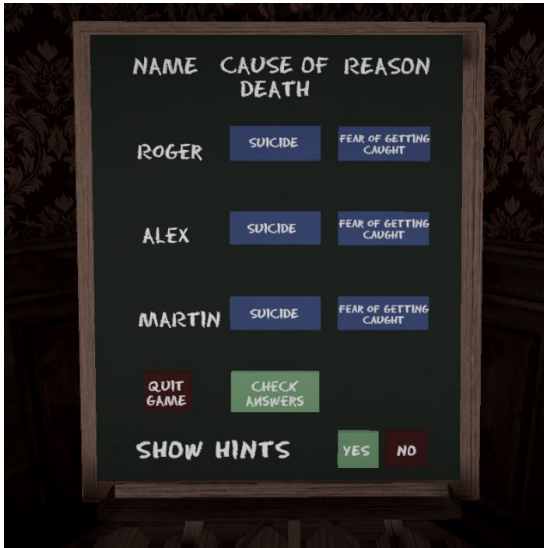
Εικόνα 30: Grab, Move and Rotate Gesture

### 3.3 Περιγραφή εμπειρίας παιχνιδιού

- **Ο πίνακας:**

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στο εν λόγω παιχνίδι, μέσω περιήγησης και παρατήρησης του χώρου, ο χρήστης προσπαθεί να αποκρυπτογραφήσει το αίτιο αλλά και τον λόγο θανάτου τριών ανθρώπων που συνδέονται μεταξύ τους και να το «καταγράψει» στον πίνακα συλλογής στοιχείων.

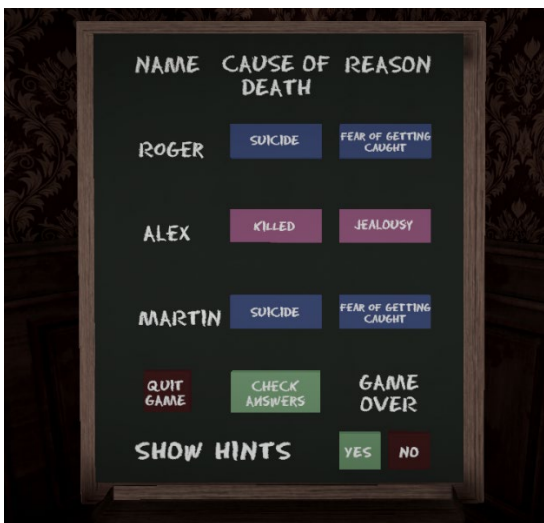
Κάθε φορά που οι παίκτες θεωρούν ότι όλες τους οι απαντήσεις είναι σωστές μπορούν να ελέγξουν αν έχουν βρει τη λύση του μυστηρίου πιέζοντας με τον δείκτη του χεριού τον κόμβο με την ετικέτα “CHECK ANSWERS”. Αν ο συνδυασμός των κόμβων είναι λάθος, δίπλα στον κόμβο εμφανίζεται η λέξη “WRONG” μαζί με τον αριθμό των προσπαθειών των οποίων το αποτέλεσμα είναι λανθασμένο. Στην περίπτωση που έχουν όλες τις απαντήσεις τους σωστές, εμφανίζεται η φράση “MYSTERY SOLVED!”. Έχουν δέκα προσπάθειες να βρουν τη λύση αλλιώς χάνουν το παιχνίδι. Επίσης μέσω του πίνακα μπορούν να επιλέξουν να εμφανιστεί βοηθητικό κείμενο πάνω από τα αντικείμενα – στοιχεία πατώντας τον κόμβο “YES”, που βρίσκεται δίπλα στη φράση “SHOW HINTS”, είτε να κλείσουν την εφαρμογή πατώντας τον κόμβο με την επιγραφή “QUIT GAME”.



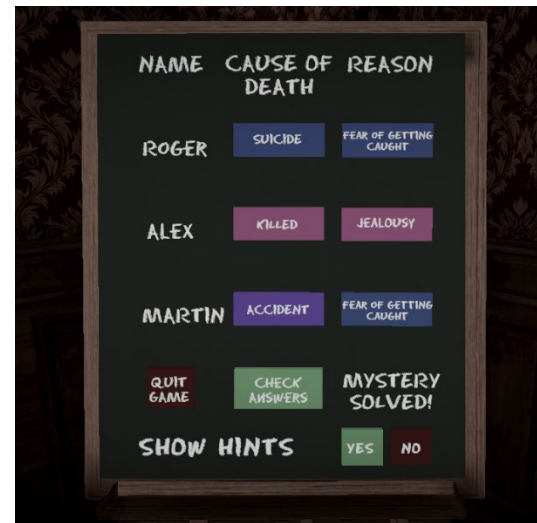
Εικόνα 31: Πίνακας στην αρχή του παιχνιδιού



Εικόνα 32: Πίνακας στην μετά από 2 λανθασμένες προσπάθειες

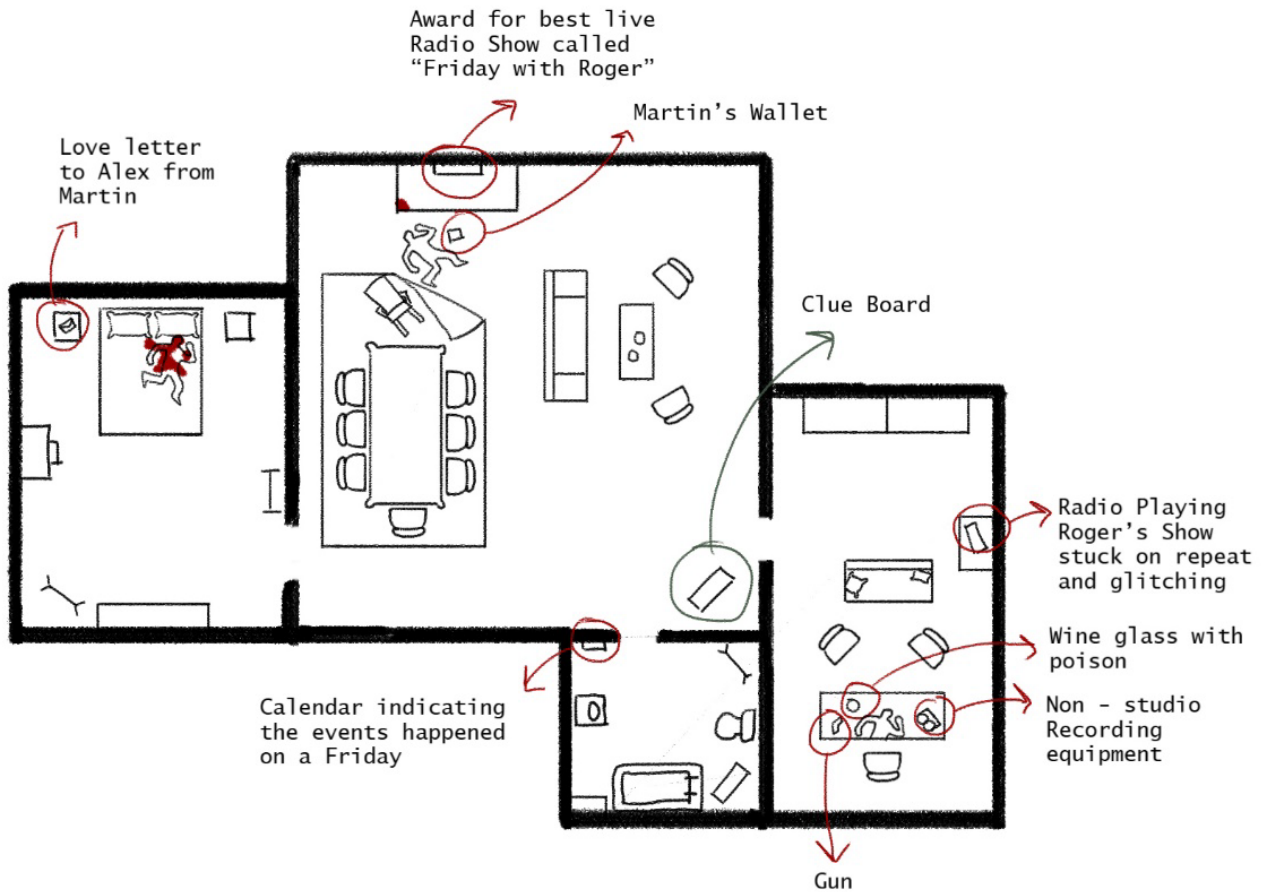


Εικόνα 33 κ Εικόνα 34: Πίνακας με μετά από 10 λανθασμένες προσπάθειες και μετά από την επίλυση του μυστηρίου



- **Ο χώρος**

Ο παίκτης περιηγείται σε ένα διαμέρισμα που απαρτίζεται από τέσσερις περιοχές ενδιαφέροντος στις οποίες βρίσκονται τα απαραίτητα στοιχεία για την λύση του μυστηρίου.



Εικόνα 35: Διάγραμμα Χώρου



Πιο συγκεκριμένα τα σημεία ενδιαφέροντος είναι το σαλόνι, το γραφείο, η κρεβατοκάμαρα και το μπάνιο. Στο παρακάτω διάγραμμα (Εικ. 35) φαίνεται η κάτοψη των δωματίων του διαμερίσματος στα οποία είναι δυνατή η πρόσβαση καθώς και όλα τα σημεία στα οποία βρίσκονται τα κύρια στοιχεία.

## Σαλόνι



Εικόνα 36: Σαλόνι

Το σαλόνι είναι ο πρώτος χώρος στον οποίο βρίσκεται ο παίκτης με σκοπό να ξεκινήσει την περιήγηση. Είναι επίσης ο χώρος στον οποίο βρίσκεται ο πίνακας καταγραφής στοιχείων.

### Στοιχεία σαλονιού:

Στο σαλόνι (Εικ. 36) ο παίκτης ανακαλύπτει το πρώτο πτώμα (Εικ.37). Δίπλα ακριβώς βρίσκεται ένα πορτοφόλι (Εικ.38) το οποίο ο παίκτης μπορεί να σηκώσει. Σηκώνοντας το πορτοφόλι και γυρίζοντας το από την κάτω πλευρά, θα βρει γραμμένο το κείμενο «Martin's Wallet», γεγονός που υποδηλώνει πώς το συγκεκριμένο πτώμα είναι αυτό του Martin.



Εικόνα 37 και Εικόνα 38: Πτώμα στο σαλόνι και πορτοφόλι που το ταυτοποιεί

Επιπλέον στοιχεία στην περιοχή όπου βρίσκεται ο Martin είναι το γυρισμένο χαλί (Εικ. 39), μια πεσμένη καρέκλα και η ματωμένη γωνία του μπουφέ (Εικ. 40). Σκοπός είναι να οδηγηθεί ο χρήστης στο συμπέρασμα ότι η αιτία θανάτου του πιθανώς ήταν ατύχημα.



Εικόνα 39 και Εικόνα 40: Γυρισμένο χαλί και ματωμένη γωνία

Επιπροσθέτως, στο σαλόνι βρίσκεται καθαρισμένο ένα βραβείο για την καλύτερη ζωντανή ραδιοφωνική εκπομπή με τίτλο "Friday with Roger" (Εικ. 41) που απ' ότι φαίνεται απονέμεται στον Roger. Από αυτό προκύπτει ότι, αφ' ενός, ο Roger είναι κάτοικος του διαμερίσματος και, αφ' εταίρου, ότι τις παρασκευές λείπει για να κάνει την live εκπομπή του.



*Εικόνα 41: Βραβείο του Roger*

## **Υπνοδωμάτιο**



*Εικόνα 42: Υπνοδωμάτιο*

Στοιχεία υπνοδωματίου:



Εικόνα 43: Πτώμα στο υπνοδωμάτιο

Στο διπλό κρεβάτι βρίσκεται το δεύτερο πτώμα (Εικ. 43) και στο κομοδίνο δίπλα στο κρεβάτι είναι τοποθετημένο ένα γράμμα (Εικ.44) το οποίο και πρέπει να σηκώσει ο παίκτης. Σκοπός είναι να δει την πίσω του όψη όπου αναγράφεται: “To Alex, ...Love, Martin” (Εικ.45). Από αυτό γίνεται εμφανές ότι το ο Martin και η Alex έχουν ρομαντική σχέση. Επίσης είναι σημαντικό να παρατηρηθεί το γεγονός ότι εκεί που βρέθηκε το πτώμα υπάρχει αρκετό αίμα.



Εικόνα 44 και Εικόνα 45: Γράμμα στο κομοδίνο

## Μπάνιο



Εικόνα 46: Μπάνιο

### Στοιχεία μπάνιου:



Εικόνα 47: Ημερολόγιο

Στο μπάνιο (Εικ. 46), αυτό που χρειάζεται να παρατηρηθεί είναι το ημερολόγιο (Εικ. 47) που δείχνει πως η μέρα του εγκλήματος ήταν Παρασκευή.

## Γραφείο



Εικόνα 48: Γραφείο

Στοιχεία γραφείου:

Αρχικά, στο γραφείο βρίσκεται το τρίτο και τελευταίο πτώμα (Εικ. 49) της υπόθεσης. Δίπλα του βρίσκεται ένα περίστροφο και ένα ποτήρι με περίεργο υγρό που σκοπός είναι οπτικά να εκλαμβάνεται ως δηλητήριο (Εικ. 50). Επιπλέον, στον χώρο βρίσκεται εξοπλισμός ηχογράφησης (Εικ.49) που δεν ανήκει σε στούντιο καθώς και ένα ραδιόφωνο που, μέσω γραπτής ενημέρωσης που βρίσκεται από πάνω του, ενημερώνει τον παίκτη πως παίζει την εκπομπή του Roger, όμως ο ήχος κολλάει σαν κολλημένη κασέτα (Εικ.51).



Εικόνα 49: Εξοπλισμός Ηχογράφησης & Πτώμα στο γραφείο



Εικόνα 50 & Εικόνα 51: Πιστόλι και Δηλητήριο & Ράδιο που παίζει το σού του Ρότζερ που όμως κολλάει

- Η λύση του μυστηρίου

Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω στοιχεία με τον ίδιο τον χώρο και έχοντας τον πίνακα για έλεγχο των απαντήσεων, ο παίκτης αναμένεται να φτάσει στη λύση του μυστηρίου.

Το διαμέρισμα αυτό ανήκει στον Roger του οποίου σύζυγος είναι η Alex. Από το ημερολόγιο στο μπάνιο του σπιτιού γίνεται εμφανές πως η μέρα που έλαβαν χώρα τα γεγονότα ήταν Παρασκευή.

Ο Roger τις Παρασκευές κανονικά βρίσκεται στο studio του ραδιοφωνικού σταθμού και κάνει την ζωντανή εκπομπή του για την οποία έχει στο παρελθόν βραβευτεί. Επειδή ο Roger λείπει, η Alex καλεί στο σπίτι τον εραστή της, Martin, όπως φαίνεται και από το γράμμα μεταξύ τους. Στο ράδιο που βρίσκεται στο σπίτι παίζει η live εκπομπή του Roger, όμως ο Roger επιστρέφει απρόβλεπτα και με όπλο που ο παίκτης παρατηρεί δίπλα στο πτώμα του, σκοτώνει την Alex (cause of death: killed, reason: jealousy). Ο Martin προσπαθώντας να ξεφύγει από τον Roger σκοντάφτει στο χαλί και πεθαίνει έχοντας κατά λάθος χτυπήσει το κεφάλι του στη γωνία του μπουφέ πριν την εξώπορτα (cause of death: accident, reason: fear of getting caught). Όπως προαναφέρθηκε, στο ράδιο παίζει η εκπομπή του Roger παρόλο που ο Roger είναι σπίτι, πλέον νεκρός. Η εκπομπή όχι μόνο παίζει αλλά παράλληλα ο ήχος κολλάει και έτσι γίνεται κατανοητό, λαμβάνοντας υπόψιν τον εξοπλισμό για ηχογράφηση πάνω στο γραφείο όπου βρέθηκε νεκρός ο Roger, ότι αντί για ζωντανή εκπομπή παίζει μία ηχογραφημένη. Αυτό σημαίνει πως ο Roger είχε πάει στο στούντιο του σταθμού, έβαλε την εκ των προτέρων ηχογραφημένη εκπομπή σε κασέτα για να έχει άλλοθι, ενώ ο ίδιος γύρισε σπίτι με σκοπό να σκοτώσει τη γυναίκα του μαζί με τον εραστή της. Εν τέλει, όμως, αφού διέπραξε τον φόνο, άκουσε από το ράδιο την υποτιθέμενη ζωντανή εκπομπή του να κολλάει και έτσι κατάλαβε πως το άλλοθι του δεν υπάρχει πια. Αφού συνειδητοποίησε ότι θα καταδικαζόταν, αποφάσισε να αυτοκτονήσει (cause of death: suicide, reason: fear of getting caught). Η επιλογή reason: regret δεν χρησιμοποιείται και υπάρχει κυρίως για να μπερδέψει τους παίκτες και να κάνει το παιχνίδι πιο δύσκολο και ενδιαφέρον.

## 4. Διαδικασία Ανάπτυξης

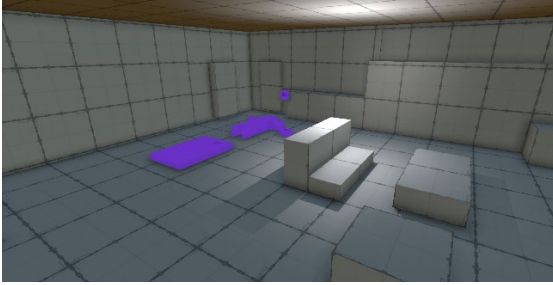
Οι δύο εκδοχές του παιχνιδιού έχουν πανομοιότυπο περιβάλλον αλλά οι διαδράσεις διαφέρουν ως προς τον τρόπο με τον οποίο προγραμματίστηκαν και ελαφρώς στον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν παρά το γεγονός ότι έγινε προσπάθεια να μοιάζουν όσο το δυνατόν περισσότερο.

### 4.1 Αρχικός σχεδιασμός

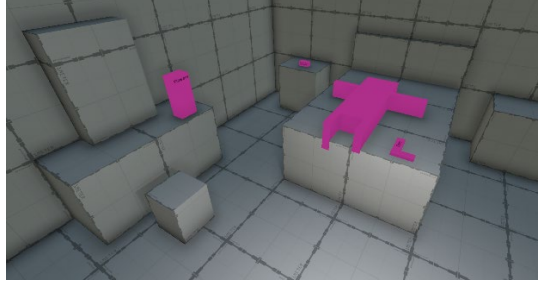
Αρχικά, επιλέχθηκαν το σενάριο της ιστορίας και τα αποφασίστηκαν τα επιμέρους στοιχεία του μυστηρίου που ήταν απαραίτητα, σε σχέση πάντα με τα είδη των τριών διαδράσεων που ήταν επιθυμητό να δοκιμαστούν. Η μηχανή γραφικών που επιλέχτηκε για την ανάπτυξη των εφαρμογών είναι η Unity.

Αφού αποκρυσταλλώθηκε το σχέδιο για την επιθυμητή εμπειρία, πρώτο βήμα ήταν η αρχική τοποθέτηση των βασικών όγκων που απαρτίζουν το περιβάλλον και η γενική χωροθέτηση των βασικών στοιχείων με τη χρήση του plug – in της Unity, probuilder.

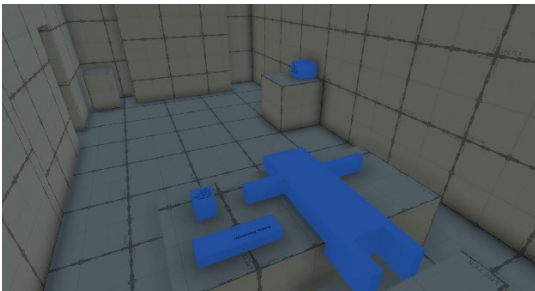




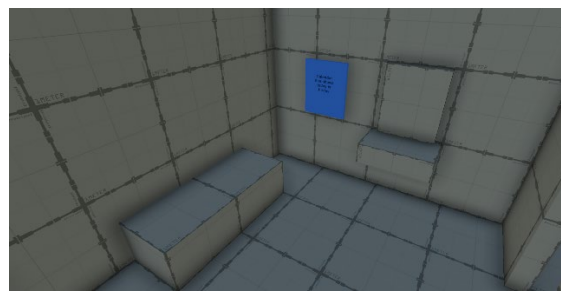
Εικόνα 43: Grayboxing στο σαλόνι



Εικόνα 44: Grayboxing στο υπνοδωμάτιο



Εικόνα 45: Grayboxing στο γραφείο



Εικόνα 46: Grayboxing στο μπάνιο

## 4.2 Προγραμματισμός Διαδράσεων

Σχεδόν παράλληλα με το παραπάνω βήμα έγινε η ανάπτυξη του απαραίτητου κώδικα που έχει προσαρμοστεί ανάλογα για την κάθε εκδοχή.

Εκδοχή με Controllers:

Στην περίπτωση χρήσης με controllers για τη δημιουργία των διαδράσεων χρησιμοποιήθηκε το Hurricane VR - Physics Interaction Toolkit . Το HurricaneVR είναι ένα πλήρες Πλαίσιο Αλληλεπίδρασης (Interaction Framework) VR με μεγάλη έμφαση στις αλληλεπιδράσεις φυσικής εντός της Unity. Τα Physics Hands ελέγχονται από PD χειριστήρια που επιτρέπουν την ομαλή και γρήγορη απόκριση της φυσικής χεριών, τη σύγκρουση, το κράτημα με τα δύο χέρια, τη ρίψη και τις αλληλεπιδράσεις με τα φυσικά αντικείμενα.

Η μετακίνηση και το σήκωμα και κράτημα αντικειμένων έχουν γίνει με τη χρήση του Hurricane VR ενώ για την αλληλεπίδραση με τον πίνακα συλλογής στοιχείων έχει αναπτυχθεί κώδικας που ελέγχει πότε το μοντέλο του χεριού του/της παίκτη/ριας έρχεται σε επαφή με τους κόμβους (OnTriggerEnter). Κατόπιν επαφής ελέγχει το όνομα του κόμβου και αλλάζει ανάλογα το υλικό και το κείμενο του κόμβου. Επίσης όταν οι παίκτες πατούν το κουμπί για έλεγχο απαντήσεων, εκτός από τον έλεγχο των απαντήσεων, σε περίπτωση που ο συνδυασμός είναι λάθος, σε έναν

μετρητή αποθηκεύεται ο αριθμός των αποτυχημένων προσπαθειών και εμφανίζεται στον πίνακα με το plug in package εισαγωγής και μορφοποίησης κειμένου της Unity, TextMeshPro. Τέλος για την εμφάνιση και απόκρυψη των βοηθειών με έλεγχο επαφής του μοντέλου του χεριού του/της παίκτη/ριας με τα κουμπιά «YES» και «NO» ενεργοποιείται και κρύβεται (SetActive) το κείμενο βοήθειας αντίστοιχα. Όλα τα κείμενα έχουν εισαχθεί και επεξεργαστεί με TextMeshPro.

Εκδοχή με Hand – Tracking:

Για την ένταξη του hand-tracking στην εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε το Mixed Reality Toolkit της Microsoft. Πρόκειται για ένα toolkit που παρέχει έτοιμα εργαλεία για ανάπτυξη εφαρμογών με τη χρήση HoloLens, OpenVR και WMR (Windows Mixed Reality).

Η μετακίνηση, το κράτημα και η ανίχνευση επαφής του χεριού του/της παίκτη/ριας με τον πίνακα συλλογής στοιχείων γίνονται μέσα από το Microsoft MRTK. Η λογική του κώδικα είναι η ίδια με την εκδοχή με τα controllers αλλά έχει προσαρμοστεί στις απαιτήσεις και προδιαγραφές του Microsoft MRTK.

#### 4.3 Αισθητική και Μουσική

Αφού εξασφαλίστηκε η ομαλή λειτουργία των βασικών διαδράσεων του παιχνιδιού, επόμενο και τελευταίο βήμα ήταν η αισθητική επιμέλεια του χώρου. Βάση της έρευνας που διεξήχθη ως προκαταρκτικό στάδιο της ανάπτυξης της εφαρμογής “Blue Story”, θεωρήθηκε βήμα σχεδόν ίσης σημασίας με τα βήματα που προαναφέρθηκαν καθώς ήταν επιθυμητό να επιτευχθεί η μεγαλύτερη δυνατή εμπύθιση και νοητική επένδυση των παικτών/ριών στη διαδικασία του πειράματος.

Για τη σύνθεση του χώρου, χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός από ready made 3D assets που διατίθενται στις ιστοσελίδες του unity asset store και του sketchfab. Ο συνδυασμός των μοντέλων με post processing εντός της unity και με τη μουσική που επιλέχθηκε, στοχεύουν στο να επιτευχθεί μία ατμόσφαιρα μυστηρίου που μεταφέρει τους επισκέπτες της σκηνής σε ένα retro και ελαφρώς noir setting. Πιο συγκεκριμένα η μουσική που επιλέχθηκε είναι μια σειρά από τραγούδια της δεκαετίας του εξήντα που είναι σαν να παίζουν από ραδιόφωνο σε συνδυασμό με ambient sound από βροχή.

## 5. Συμπεράσματα

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, στο πείραμα της έρευνας συμμετείχαν είκοσι (20) άτομα. Δέκα (10) από αυτά δοκίμασαν την εφαρμογή – παιχνίδι που αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας hand – tracking και δέκα (10) χρησιμοποίησαν controllers. Παρακάτω θα αναλυθούν οι απαντήσεις που έδωσαν στα ερωτηματολόγια καθώς και στις κατά πρόσωπο συνεντεύξεις και οι δυσκολίες που συναπαντήθηκαν τόσο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης όσο και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της εφαρμογής.

### 5.1 Σύγκριση και Ανάλυση Αποτελεσμάτων Έρευνας και Συμμετεχόντων

Από ότι φαίνεται από τα γραφήματα που επισυνάπτονται, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο πώς οι χρήστες και από τις δύο ομάδες βίωσαν την εμπειρία του παιχνιδιού. Σύμφωνα με τους χρήστες, η εμπειρία ήταν ευχάριστη, επιτεύχθηκε εμπύθιση και προκλήθηκε ενδιαφέρον όσον αφορά την πλοκή και την επίλυση του μυστηρίου και στις 2 περιπτώσεις. Η μερίδα του δείγματος που δοκίμασε το hand - tracking, θεώρησε ότι το παιχνίδι είχε περισσότερα προβλήματα χρηστικότητας (usability), παρά το γεγονός ότι είχε συγκριτικά μεγαλύτερη εμπειρία σε ψηφιακά παιχνίδια από τη μερίδα του δείγματος που έπαιξαν με controllers. Επίσης οι χρήστες της ομάδας που δοκίμασε το hand – tracking είχαν καλύτερη αντίληψη των στόχων του παιχνιδιού, γεγονός που όμως ίσως οφείλεται στη μεγαλύτερη εμπειρία τους (ένας παίκτης δεν είχε καθόλου στην ομάδα του hand - tracking, ενώ στην ομάδα των Controllers δεν είχαν τρεις). Κατά γενική ομολογία, το hand -tracking δυσκόλεψε τους χρήστες κυρίως στην αρχή.

Το πείραμα ήταν θετική και ευχάριστη εμπειρία για όλους τους συμμετέχοντες και προκάλεσε έξαψη της φαντασίας τους και δήλωσαν πως εντυπωσιάστηκαν από το παιχνίδι, ειδικά η ομάδα του hand - tracking. Φαίνεται ότι το hand -tracking δημιουργεί πιο θετική εμπειρία συνολικά παρόλη τη δυσκολία των χρηστών στην εκμάθηση και τις δυσκολίες στη διάδραση - μετακίνηση. Παραδόξως, στη μερίδα του δείγματος που έπαιξε με controllers, το 30% των συμμετεχόντων δήλωσε πως ένιωσαν από λίγο έως πάρα πολύ ευέξαπτοι ενώ το 100% των χρηστών hand – tracking δεν ένιωσαν καθόλου ευέξαπτοι. Το γεγονός αυτό αποδίδεται τόσο στην έλλειψη εμπειρίας των παικτών όσο και στη δυσκολία επίλυσης του μυστηρίου.

### 5.2 Ανάλυση συνεντεύξεων

Οι ερωτήσεις στις οποίες απάντησαν ήταν οι εξής:

1. Τι σας άρεσε στο παιχνίδι;
2. Τι σας δυσκόλεψε στο παιχνίδι;
3. Υπήρχε κάποιο σημείο που σας προκάλεσε δυσφορία ή άγχος;
4. Δυσκολευτήκατε στις διαδράσεις;
5. Αντιμετωπίσατε κάποια δυσκολία στην κατανόηση των στόχων;

Οι συνεντεύξεις είχαν θετικό πρόσημο και σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες εξέφρασαν την αρέσκειά τους για την εμπειρία, το ίδιο το παιχνίδι και τη διαμόρφωση και ατμόσφαιρα του χώρου. Αρκετοί εξέφρασαν και λεκτικά τη δυσκολία που είχαν να συνηθίσουν το hand – tracking και αρκετοί (και από τις 2 ομάδες) ένιωσαν επίσης την ανάγκη να εκφράσουν πως δυσκολεύτηκαν να λύσουν το μυστήριο και κάποιιοι δεν τα κατάφεραν καθόλου χωρίς όμως να εκφράσει κανείς δυσκολία στην κατανόηση των στόχων του παιχνιδιού.

### 5.3 Δυσκολίες

Όπως γίνεται εμφανές, η εκμάθηση του hand – tracking δεν ήταν τόσο ενστικτώδης για τους συμμετέχοντες, ειδικά για όσους δεν είχαν εμπειρία με το μέσο και τα παιχνίδια γενικότερα. Αυτό μπορεί να οφείλεται όμως και σε εξωγενείς παράγοντες που δεν σχετίζονται με τον τρόπο ανάπτυξης της εφαρμογής. Η άρτια λειτουργία του hand – tracking εξαρτάται από το πόσο καλά φωτισμένος είναι ο χώρος, μία συνθήκη που δεν είναι πάντα εύκολο να ελεγχθεί. Ένας επιπλέον παράγοντας ήταν η προσπάθεια εκτέλεσης του πειράματος σε υπολογιστές ελαφρώς χαμηλότερων προδιαγραφών. Ιδιαίτερα στην περίπτωση του hand – tracking είναι πολύ πιθανό μια μικρή καθυστέρηση του υπολογιστή σε συνδυασμό με όσα προαναφέρθηκαν να κόστισε μέρος της ευχαρίστησης των χρηστών. Σε αυτό ίσως συνέβαλε ή και άμβλυσε επίσης η απόπειρα σύνδεσης σε υπολογιστή με air link καθώς το πόσο γρήγορη είναι η απόκριση του λογισμικού εξαρτάται από την ταχύτητα διαδικτύου.

### 5.4 Καταλήγοντας

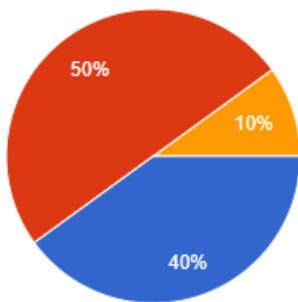
Εμβύθιση μπορεί να επιτευχθεί και εκτός εικονικού περιβάλλοντος. Είναι μία αξία προϋπάρχουσα που σύμφωνα με τον Alexander «δεν μπορεί να ονομαστεί» αλλά όλοι την αναγνωρίζουν όταν τη βιώσουν.[11, 12] Η αξία αυτή επίσης, έχει ως χαρακτηριστικό το ότι είναι ελεύθερη από εσωτερικές αντιφάσεις. «Αν μια μηχανή είναι φτιαγμένη ώστε να κάνει τη ζωή κάποιου ευκολότερη μα είναι δύσκολη στη χρήση της, τότε υπάρχει εσωτερική αντίφαση. Αντίστοιχα, εάν κάτι είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να είναι ευχάριστο και διασκεδαστικό, μα αντ' αυτού είναι κουραστικό ή βαρετό, η εσωτερική αντίφαση διαφαίνεται και πάλι.» [11, 12]

Αν και η τεχνολογία του hand – tracking επιδέχεται βελτίωση ως προς τη χρηστικότητα, η απουσία συσκευής που λειτουργεί ως διαμεσολαβητής διάδρασης με το εικονικό περιβάλλον φαίνεται να εντείνει σε μεγάλο βαθμό την αίσθηση εμβύθισης και παρουσίας του χρήστη. Σίγουρα, βάση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας, σαν τεχνολογία έχει προοπτικές, εφόσον εξαλειφθεί η εσωτερική αυτή αντίφαση που τη διέπει, να αποτελέσει βασικό μέσο με το οποίο ο χρήστης αλληλεπιδρά με το εικονικό περιβάλλον.

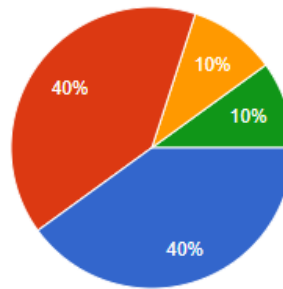
## 6. Ερωτηματολόγια και Γραφήματα

### 1. Δημογραφικά στοιχεία

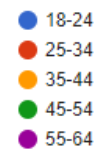
1.1. Παρακαλώ σημειώστε την ηλικία σας



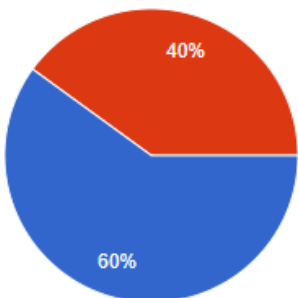
Hand – tracking



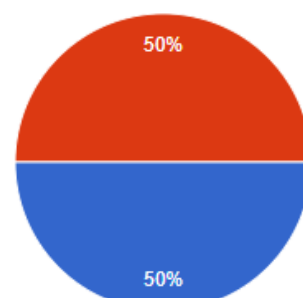
Controllers



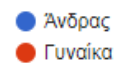
1.2. Παρακαλώ σημειώστε το φύλο σας



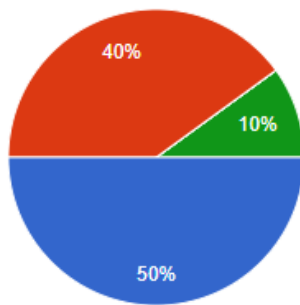
Hand – tracking



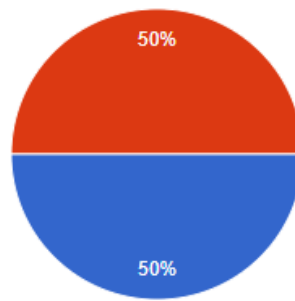
Controllers



### 1.3. Παρακαλώ σημειώστε την ιδιότητα σας



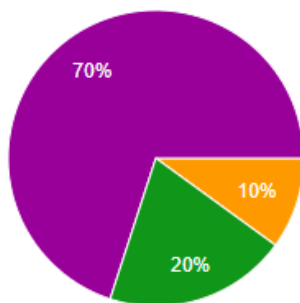
Hand – tracking



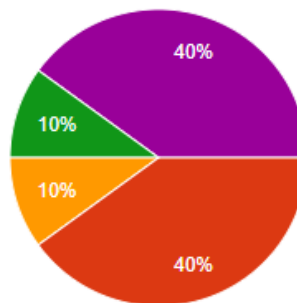
Controllers

- Φοιτητής/τρια
- Εργαζόμενος/η
- Άνεργος/η
- Υποψήφια Διδάκτορας

### 1.4. Πόση εμπειρία έχετε σε ψηφιακά παιχνίδια;



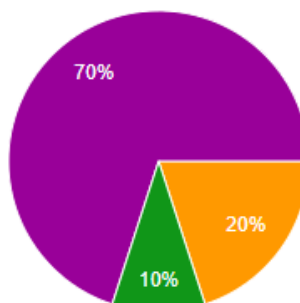
Hand – tracking



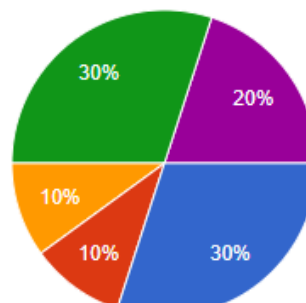
Controllers

- Καθόλου
- Πολύ λίγο
- Λίγο
- Πολύ
- Πάρα πολύ

### 1.5. Πόση εμπειρία έχετε σε ψηφιακά παιχνίδια ρόλων (Role Playing Games)



Hand – tracking



Controllers

- Καθόλου
- Πολύ λίγο
- Λίγο
- Πολύ
- Πάρα πολύ

1.6. Παρακαλούμε σημειώστε παραδείγματα ψηφιακών παιχνιδιών ρόλων που έχετε παίξει (αν υπάρχουν).

Hand – tracking:

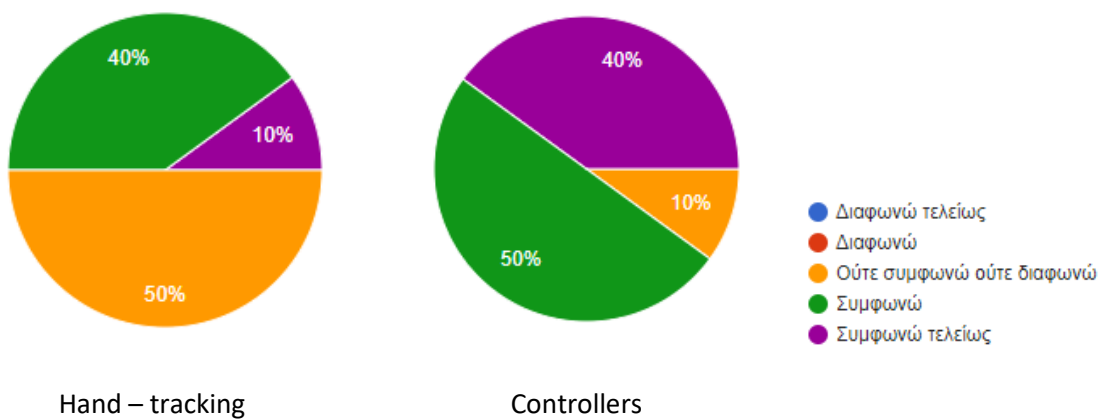
- Skyrim Pokémon
- The Witcher, Mass Effect, The Elder Scrolls, Assassin's Creed, Arkham Knight, Bioshock: Infinite, Cyberpunk, Fallout, GTA, Hitman, Mafia, Mount & Blade, RDR, Star Wars KOTOR, Wasteland
- Assassin's creed franchise, Dying Light, mount and blade franchise
- Lineage2, WoW
- Crash,
- Dragon Age, Elder Scrolls, Mass Effect
- Final Fantasy Series, Castlevania Series, World of Warcraft, Elder Scrolls Series, Fallout Series
- Warcraft 3, World of Warcraft, Red Dead Redemption, GTA V
- Terraria, fallout 1 ,fallout new Vegas, fallout 4, Skyrim, Pokémon earthbound, Mario and Luigi Inside Story, Europa Universalis IV?, FTL faster Than Light, Darkest Dungeon, Undertale, Crypt of the NecroDancer, Crusader Kings 2, The World Ends with You, Kingdom hearts, Bastion, Dungeons and Dragons Baldur's Gate 1&2, Planescape: torment, Dark Souls 1-3, Deus Ex, Disgaea 1, Dragons Dogma, Recettear: An item shops tale, Shadowrun Returns, XCOM: enemy unknown, etc.
- Fallout 3, Red Dead Redemption

Controllers:

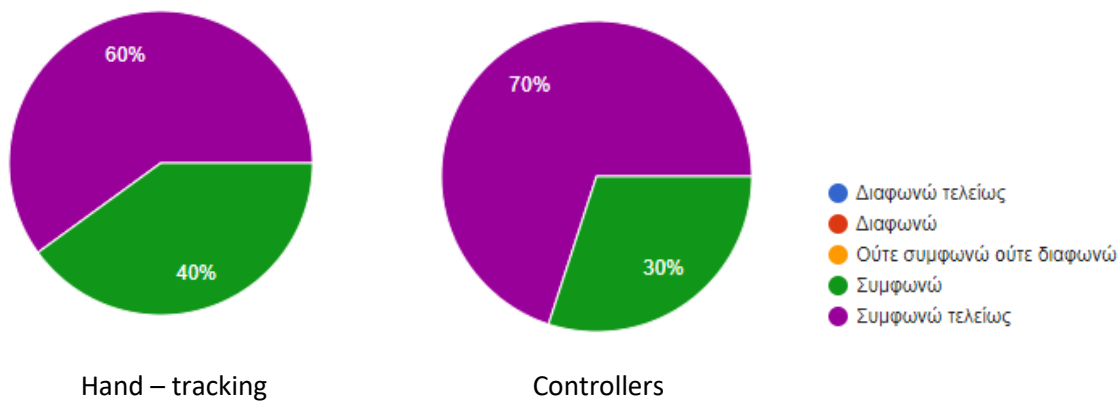
- final fantasy
- Return of the Obra Dinn
- Witcher 3, World of Warcraft
- Elden ring, BotW, WoW, Diablo
- God of War, Uncharted, Until Dawn, Genshin Impact
- Alan wake, Martha is dead, The vanishing of Ethan carter
- Hellblade

## 2. Απόδοση παιχνιδιού

### 2.1. Το παιχνίδι λειτούργησε καλά χωρίς προβλήματα

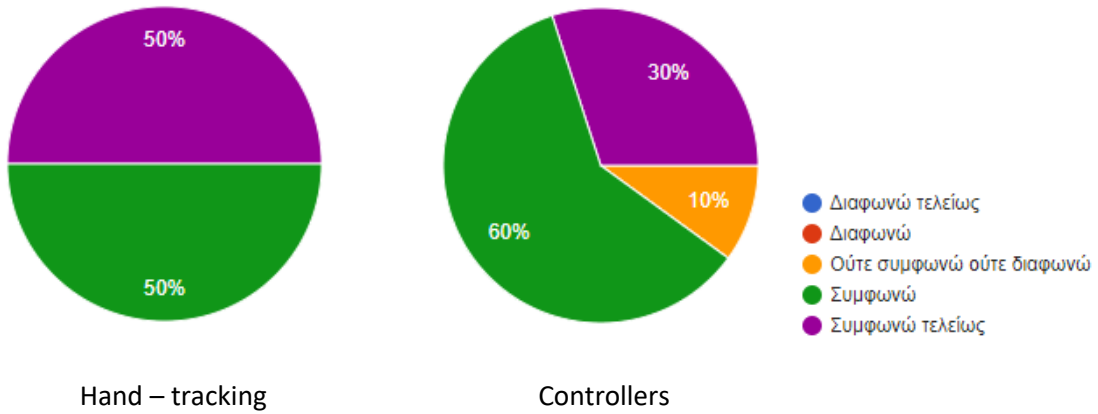


### 2.2. Η γραφική διεπαφή (εικονίδια, κείμενα κλπ.) του παιχνιδιού ήταν κατανοητή

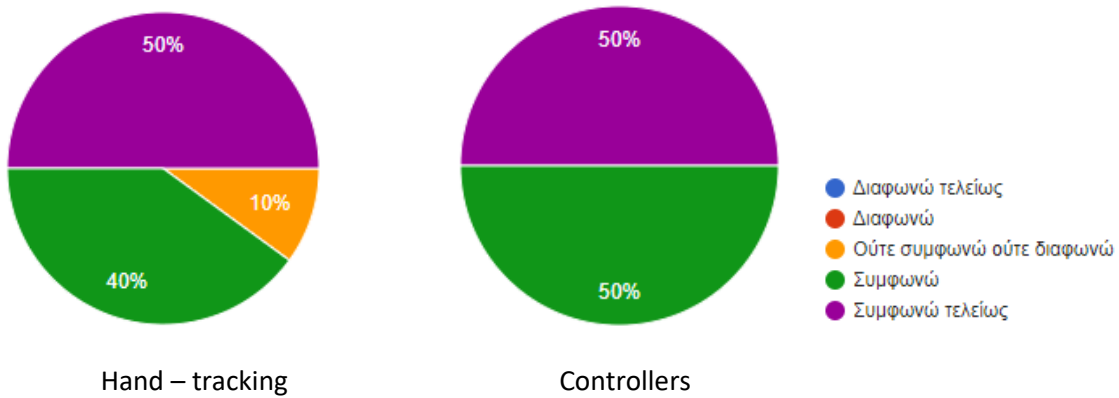




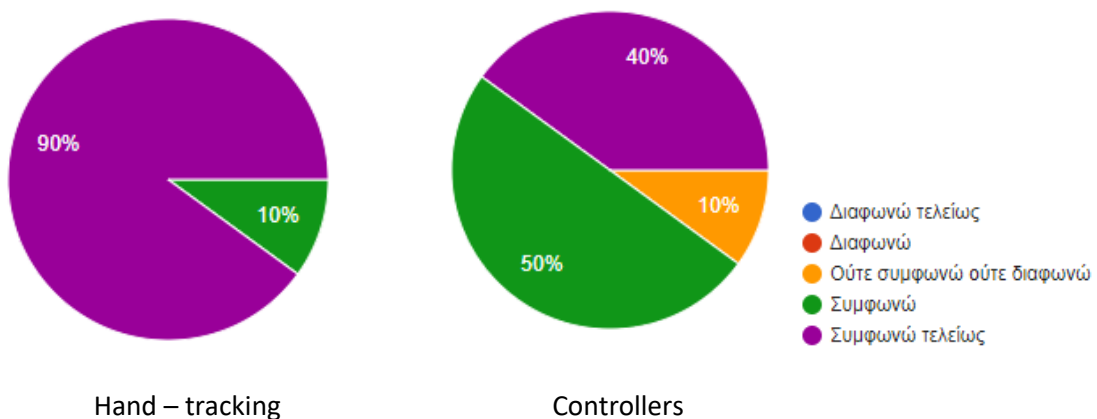
2.3. Είχα πλήρη κατανόηση της κατάστασης μου στο παιχνίδι κάθε στιγμή (π.χ. τι πρέπει να κάνω στο παιχνίδι).



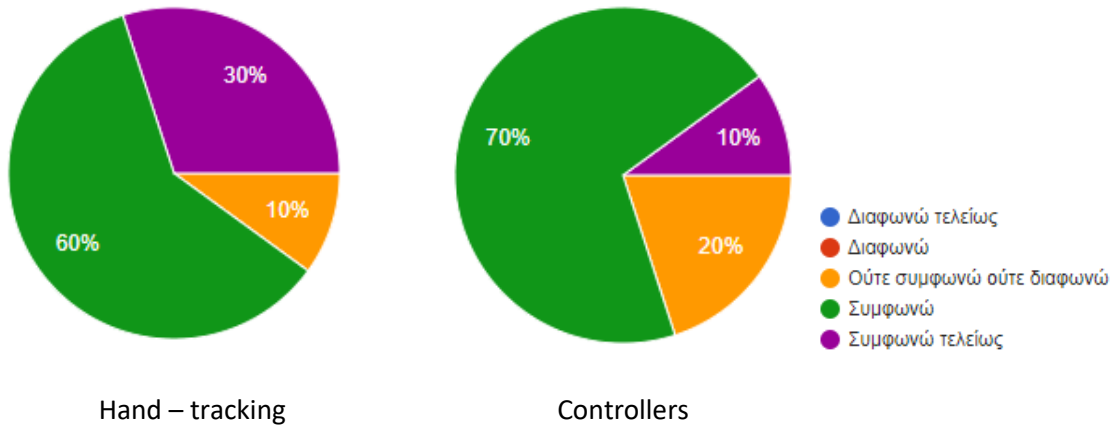
2.4. Η εκμάθηση του παιχνιδιού ήταν εύκολη



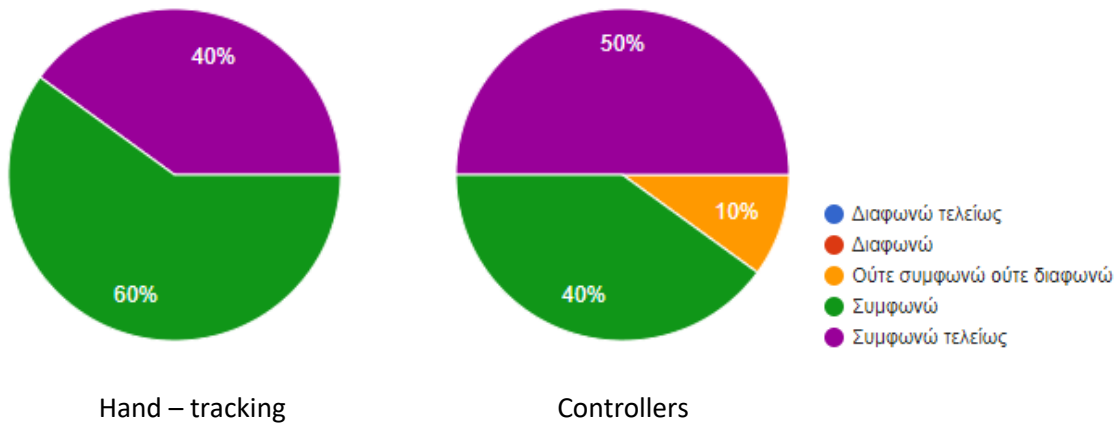
2.5. Οι στόχοι του παιχνιδιού ήταν ξεκάθαροι



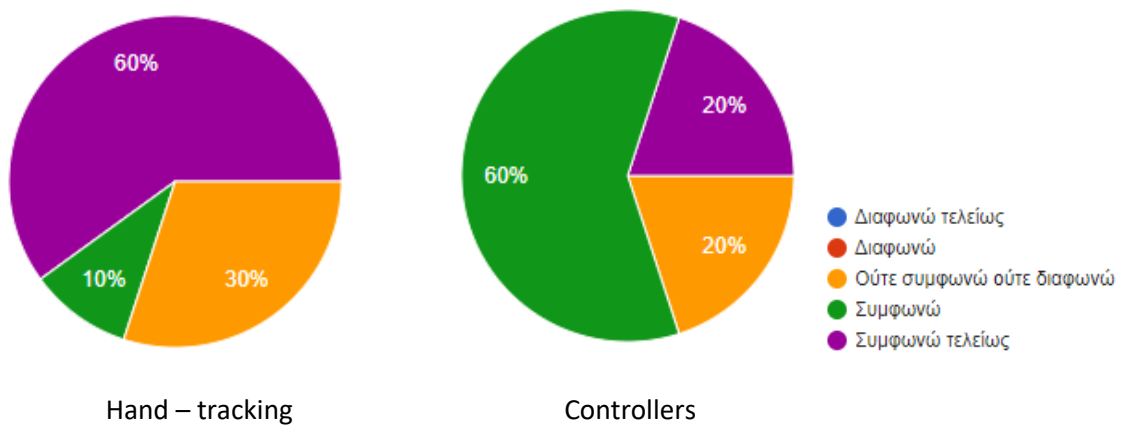
2.6. Ήξερα τι έπρεπε να κάνω κάθε στιγμή του παιχνιδιού



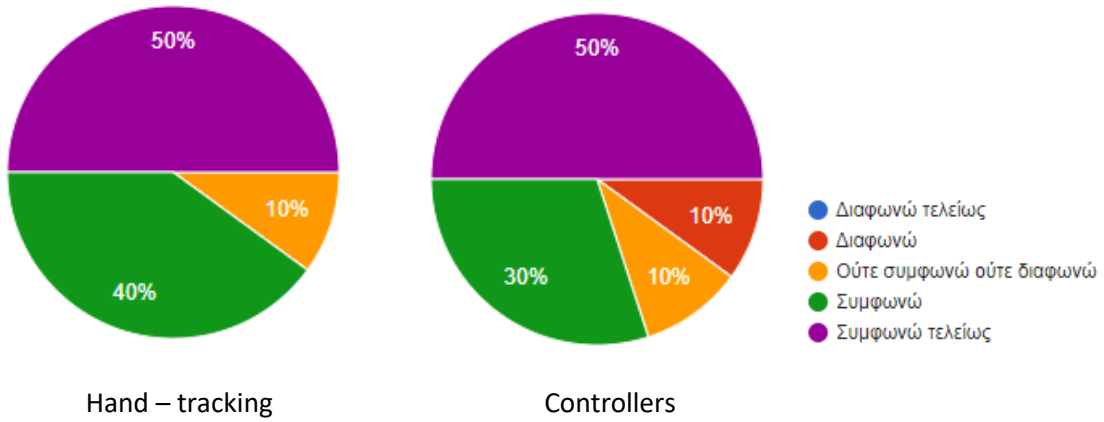
2.7. Το περιεχόμενο του παιχνιδιού βοήθησε στην εστίαση της προσοχής μου στο παιχνίδι



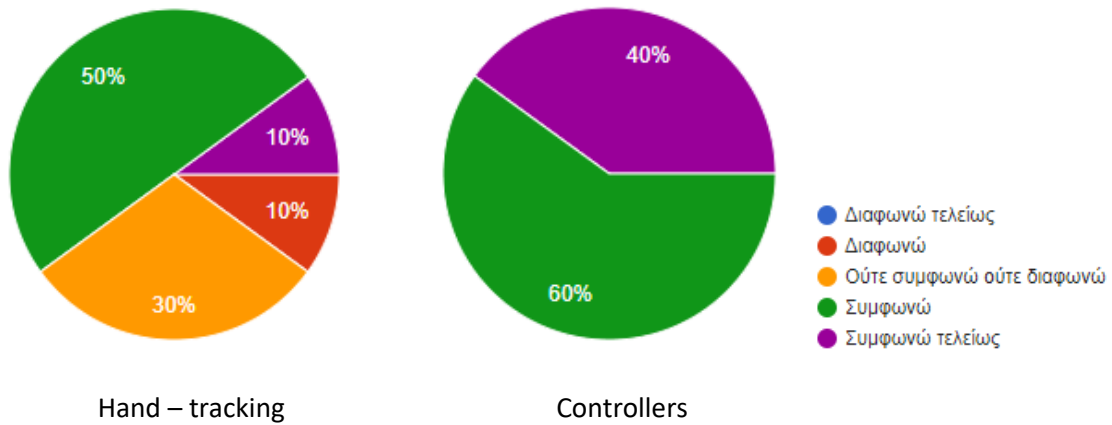
2.8. Οι ενδιαμέσοι στόχοι μου στο παιχνίδι ήταν σημαντικοί για την εξέλιξη του



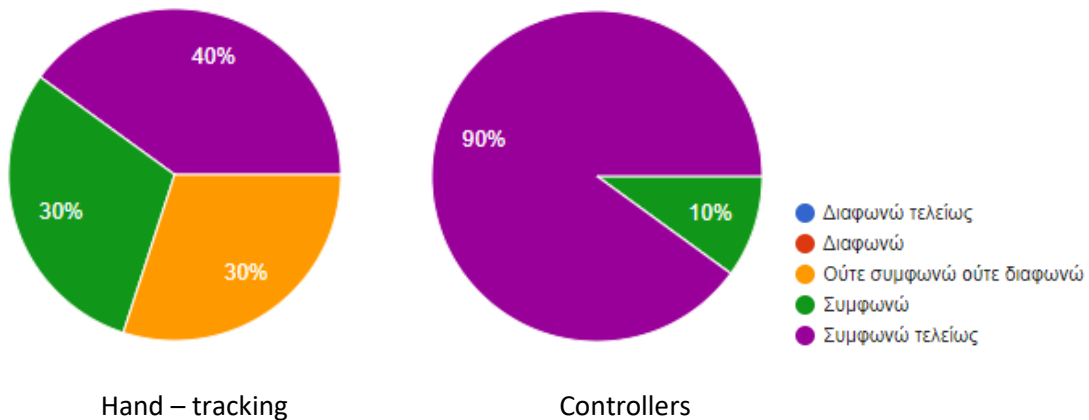
2.9. Οι προκλήσεις στο παιχνίδι ήταν ανάλογες των δυνατοτήτων μου



2.10. Η διάδραση με τα στοιχεία του παιχνιδιού ήταν εύκολη.

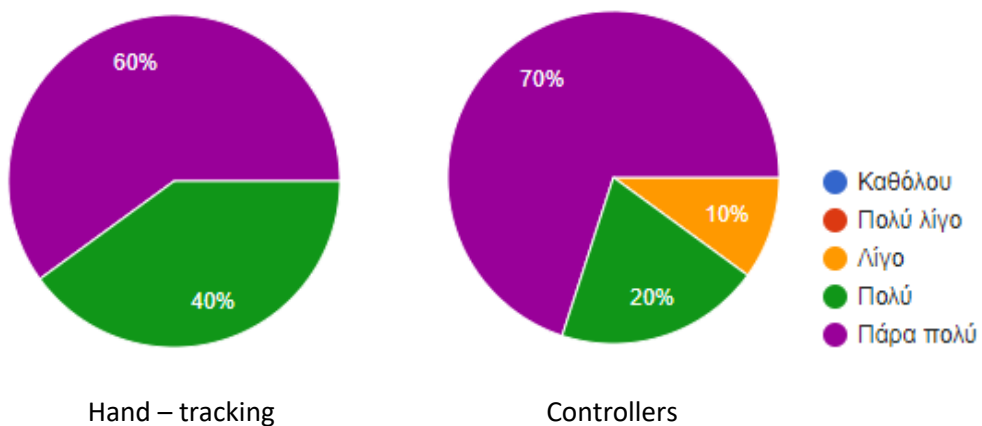


2.11. Η μετακίνηση στο παιχνίδι ήταν εύκολη.

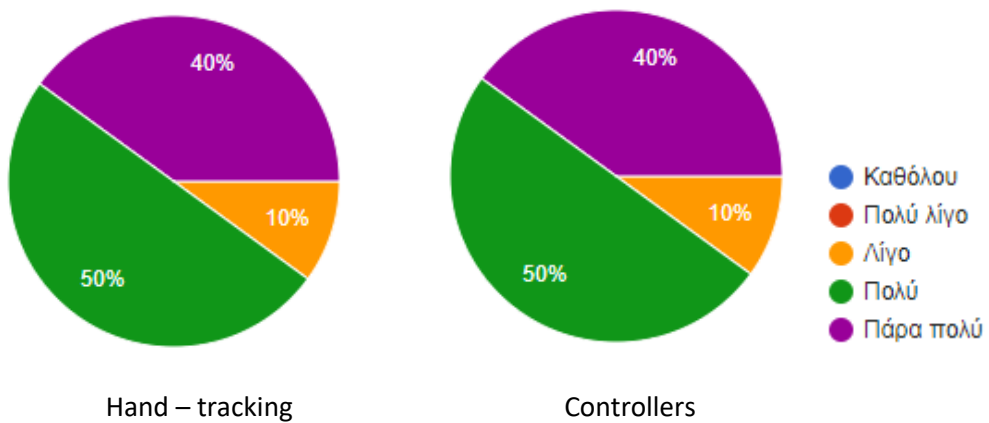


### 3. Εμπειρία παιχνιδιού

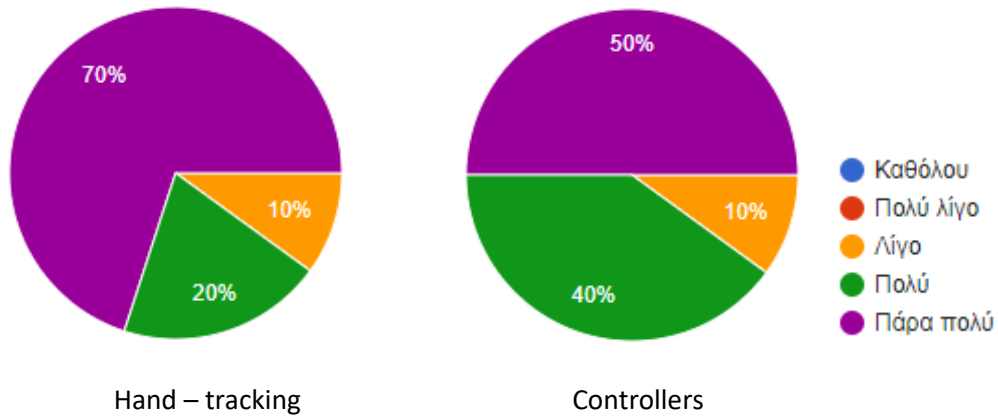
#### 3.1. Ένιωσα ικανοποιημένος/η από την εμπειρία παιχνιδιού



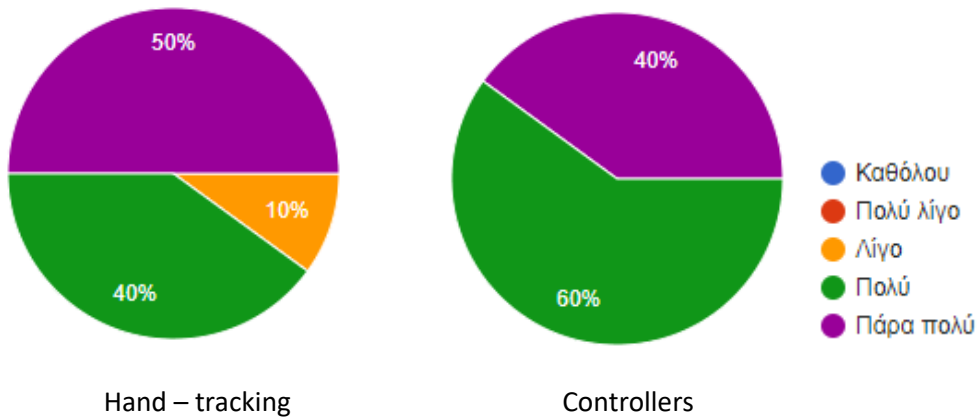
#### 3.2. Ένιωσα επιδέξιος/α κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού



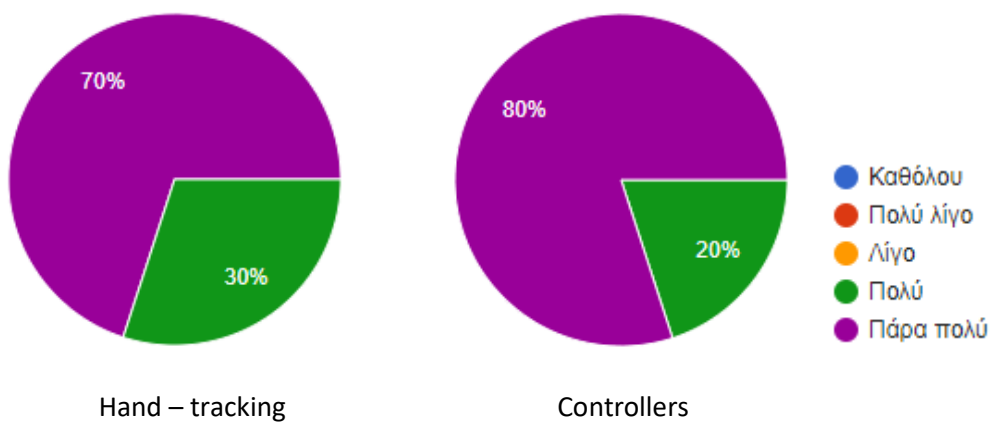
### 3.3. Με ενδιέφερε η ιστορία του παιχνιδιού



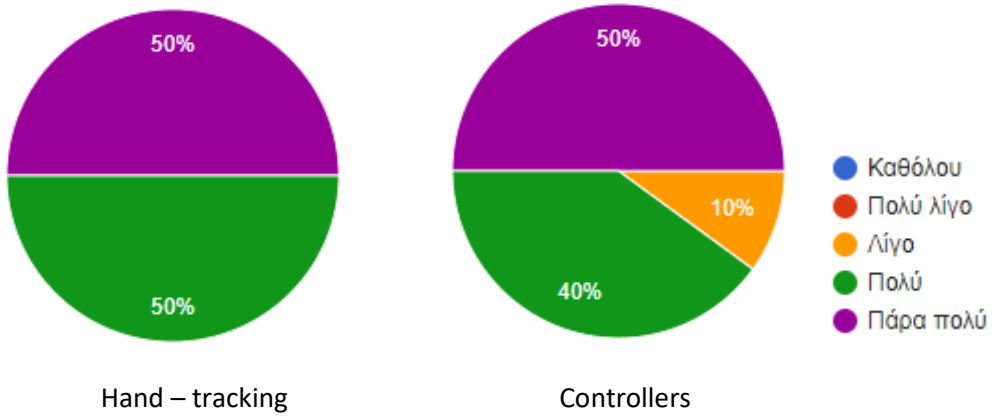
### 3.4. Η εμπειρία του παιχνιδιού ήταν διασκεδαστική



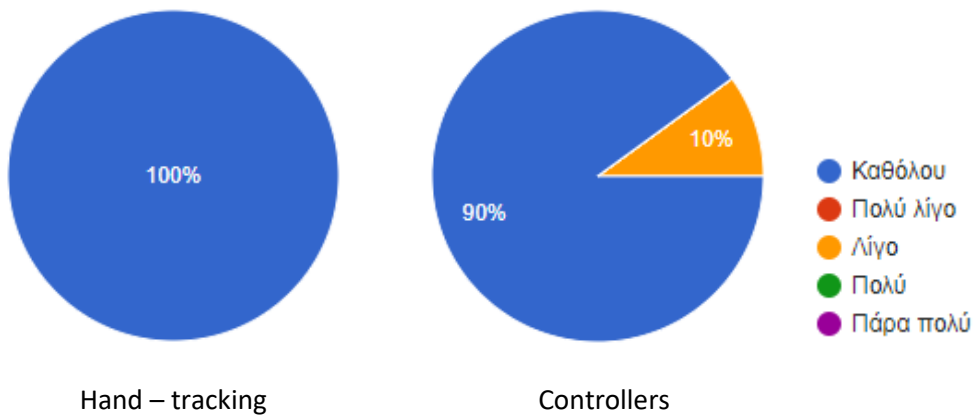
### 3.5. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ασχολήθηκα αποκλειστικά με αυτό



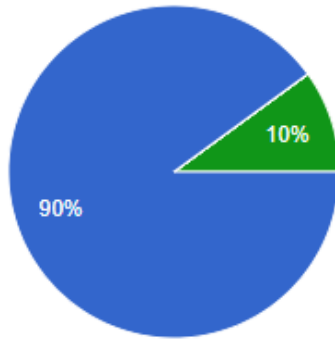
3.6. Ένωσα χαρούμενος/η κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού



3.7. Το παιχνίδι επηρέασε τη διάθεση μου αρνητικά



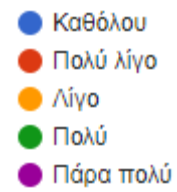
3.8. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού είχα άσχετες με αυτό σκέψεις



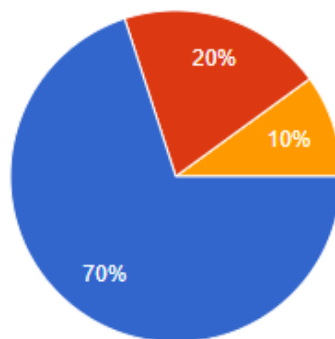
Hand – tracking



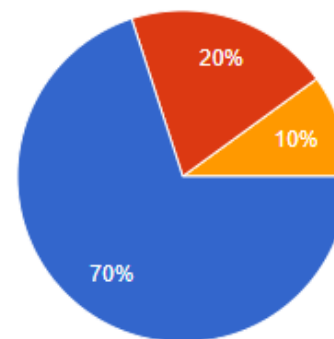
Controllers



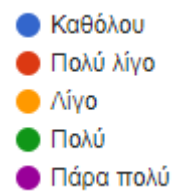
3.9. Η εμπειρία του παιχνιδιού ήταν κουραστική



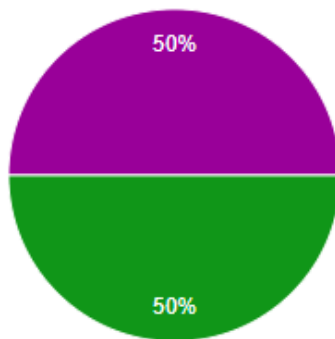
Hand – tracking



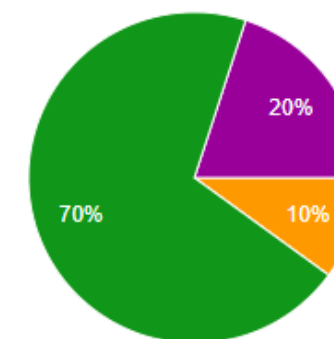
Controllers



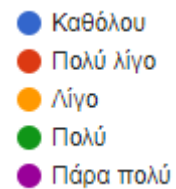
3.10. Ένιωσα ικανός/η στο να ολοκληρώσω το παιχνίδι



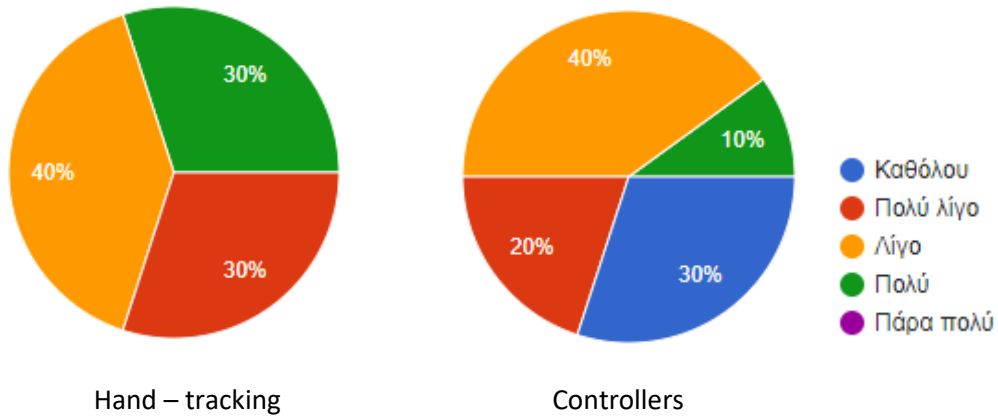
Hand – tracking



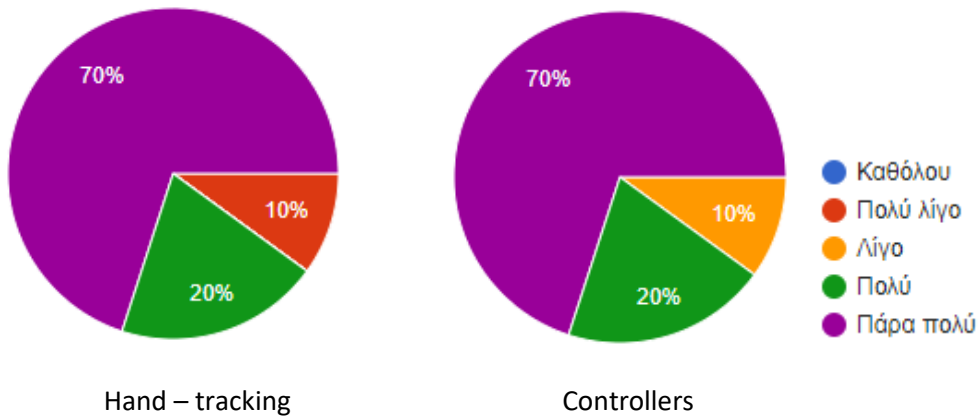
Controllers



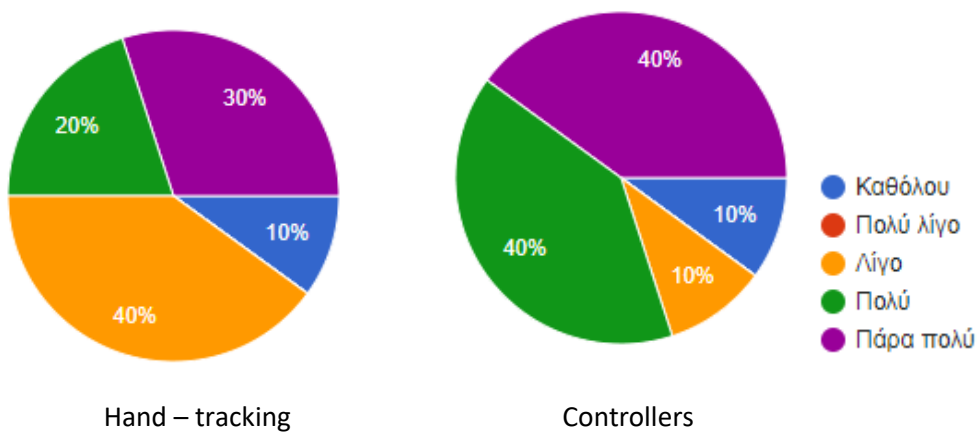
3.11. Το παιχνίδι ήταν δύσκολο



3.12. Το παιχνίδι ήταν αισθητικά ευχάριστο

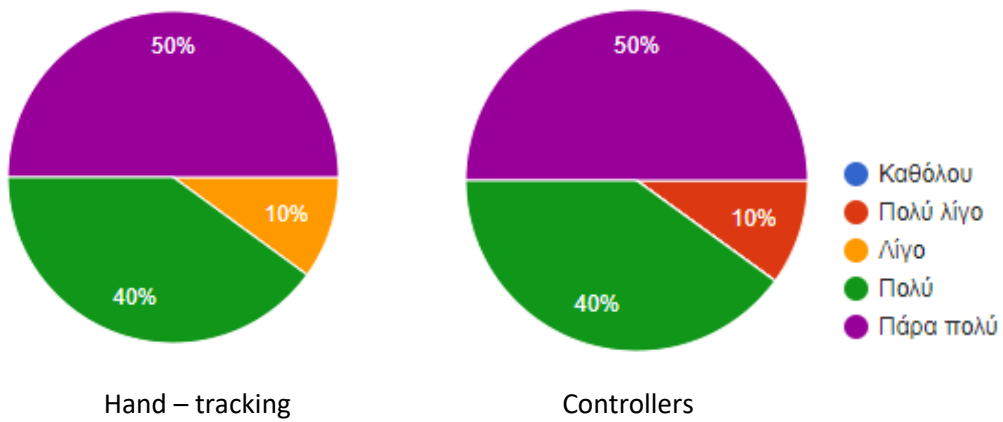


3.13. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού απορροφήθηκα τελείως από αυτό ξεχνώντας την πραγματικότητα

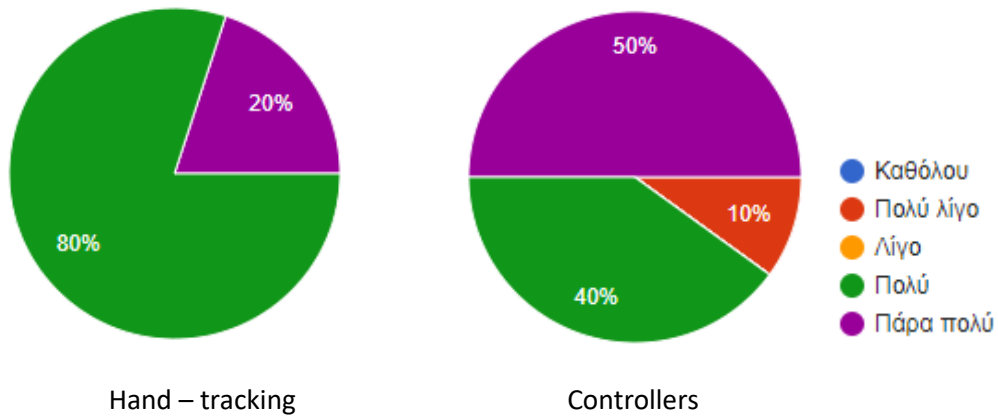




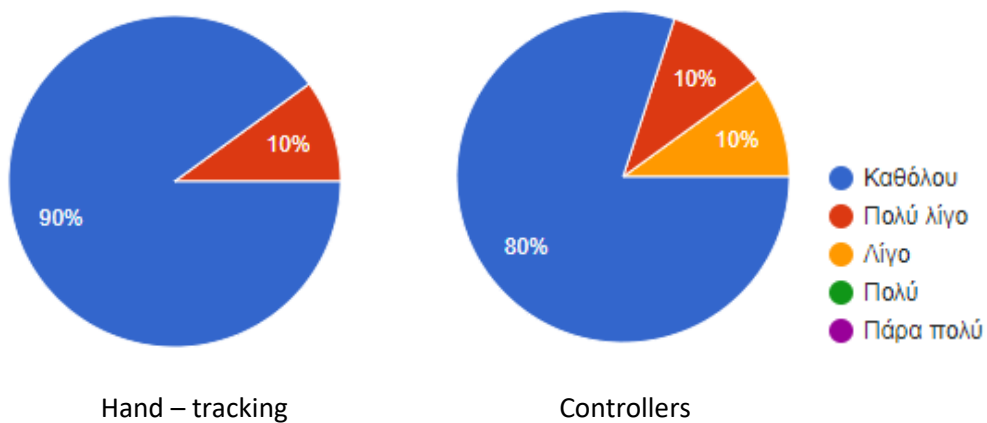
3.14. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένωση καλά



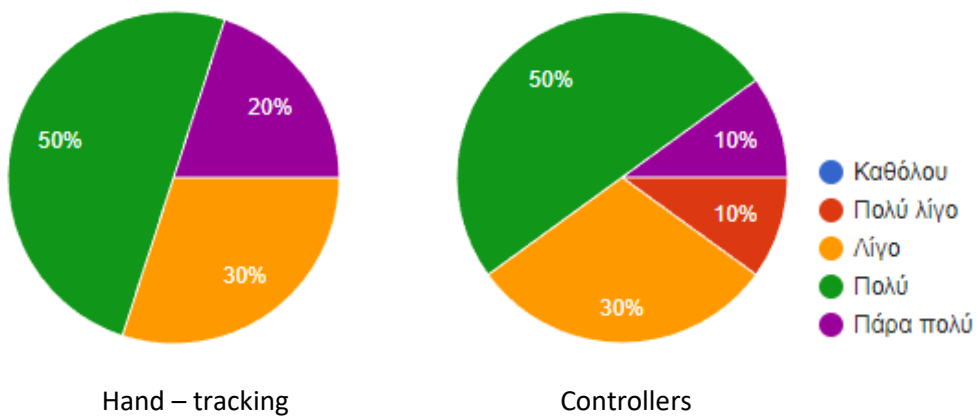
3.15. Ένωση αποδοτικός/η στο παιχνίδι



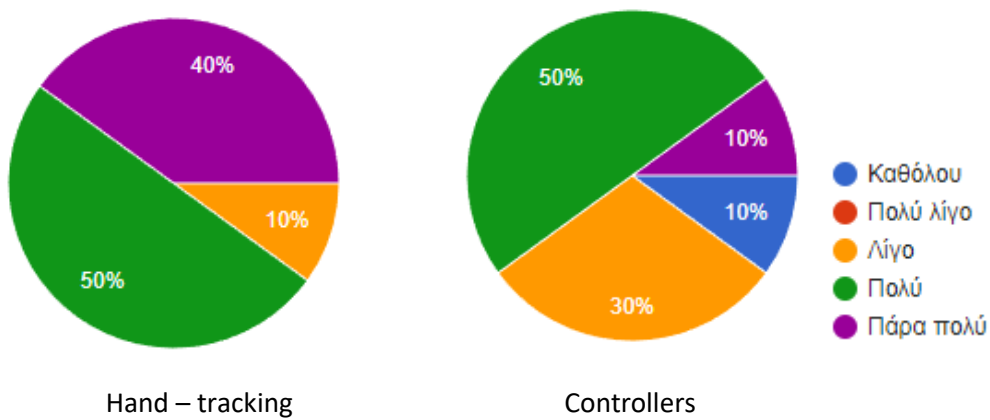
3.16. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένωση να βαριέμαι



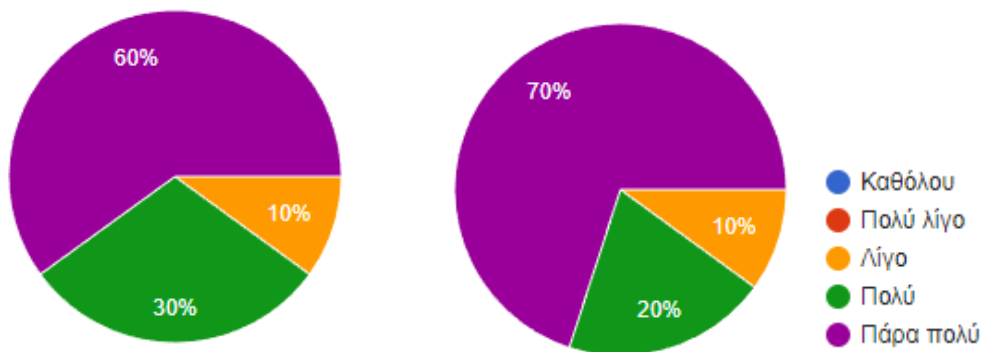
3.17. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένιωσα επιτυχημένος/η



3.18. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ταξίδεψε η φαντασία μου



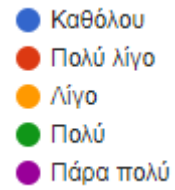
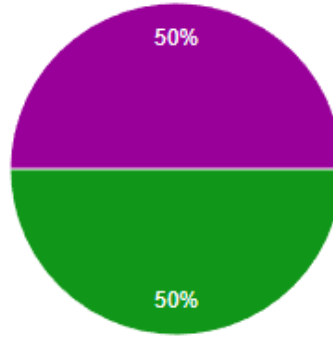
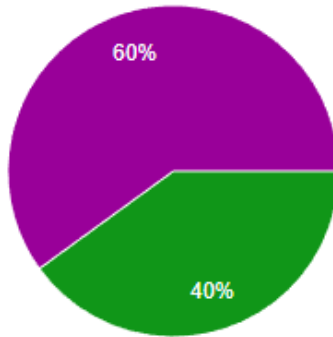
3.19. Ένιωσα ότι μπορώ να εξερευνήσω τον κόσμο του παιχνιδιού



Hand – tracking

Controllers

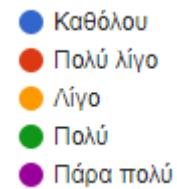
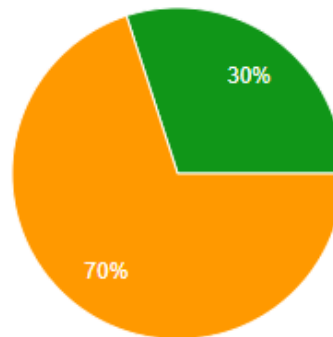
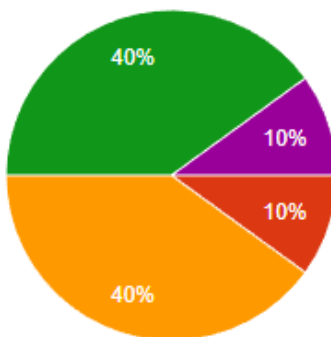
3.20. Η εμπειρία του παιχνιδιού ήταν απολαυστική



Hand – tracking

Controllers

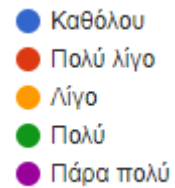
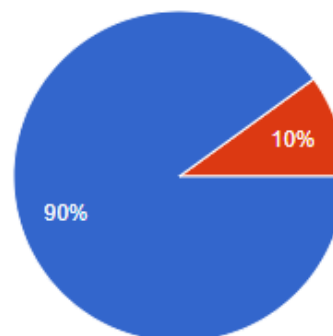
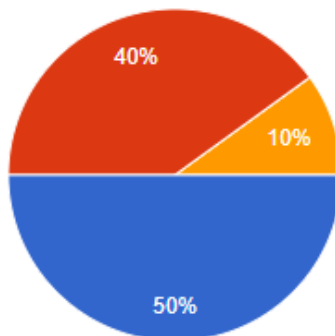
3.21. Ήμουν γρήγορος/η στην επίτευξη των στόχων του παιχνιδιού



Hand – tracking

Controllers

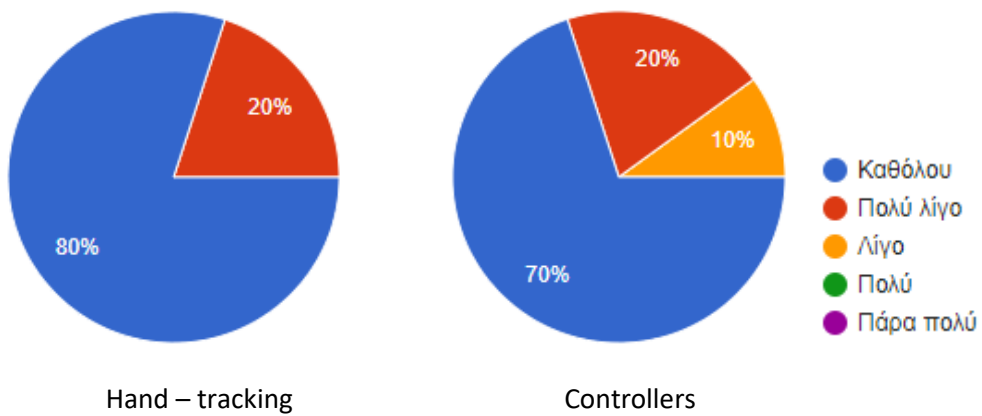
3.22. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένιωσα ενοχλημένος/η



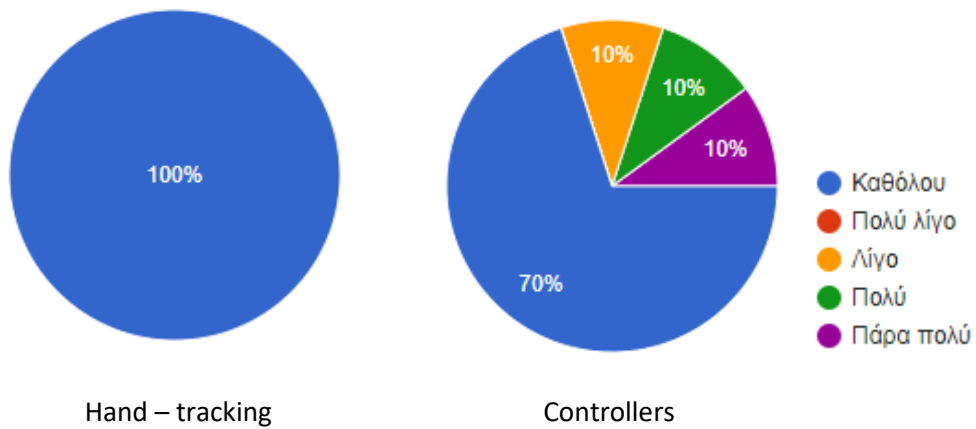
Hand – tracking

Controllers

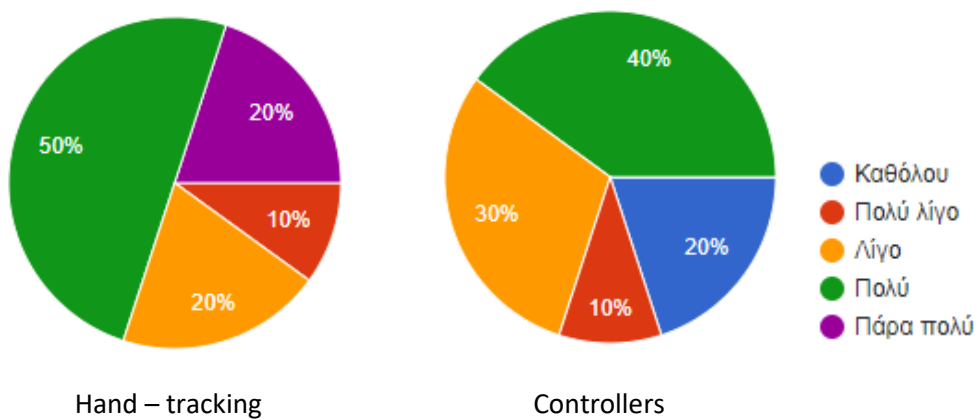
3.23. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένιωσα πιεσμένος/η



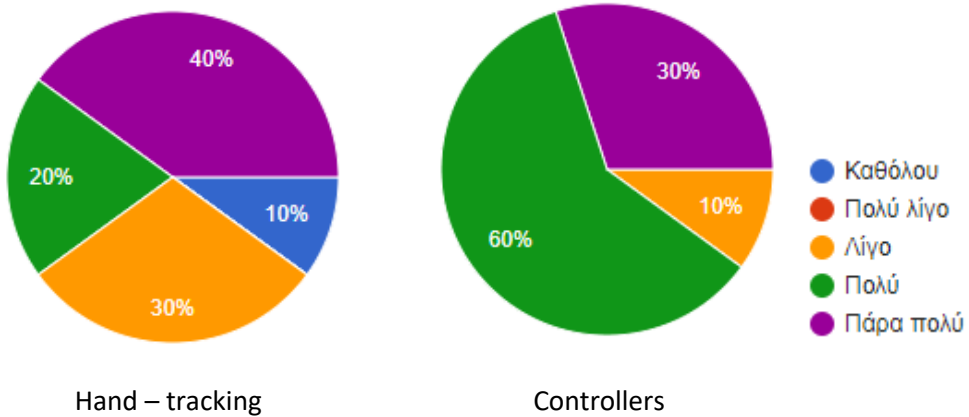
3.24. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένιωσα ευέξαπτος/η



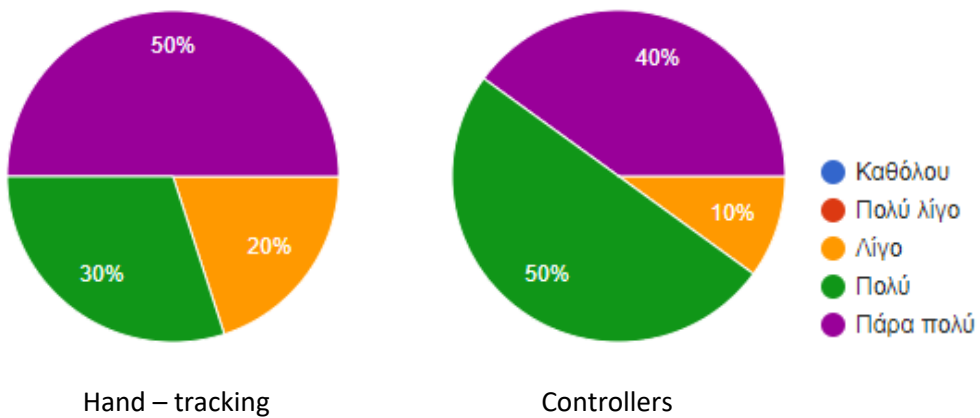
3.25. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού έχασα την αίσθηση του χρόνου



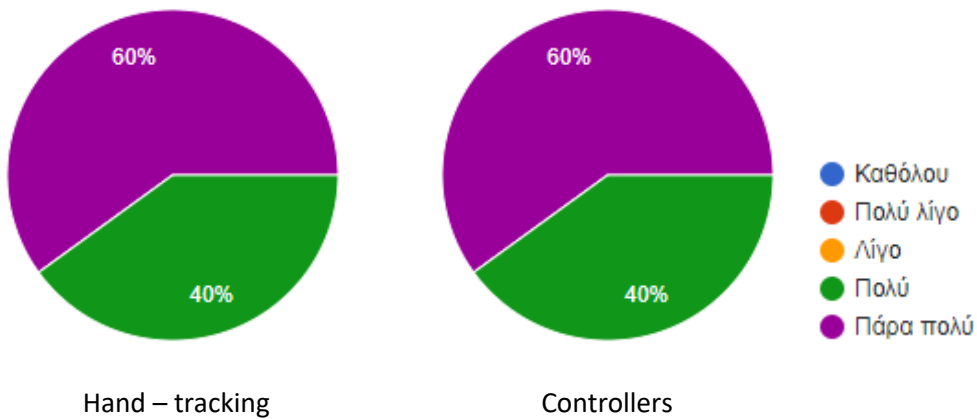
3.26. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένιωσα πρόκληση προς την ολοκλήρωση των στόχων του



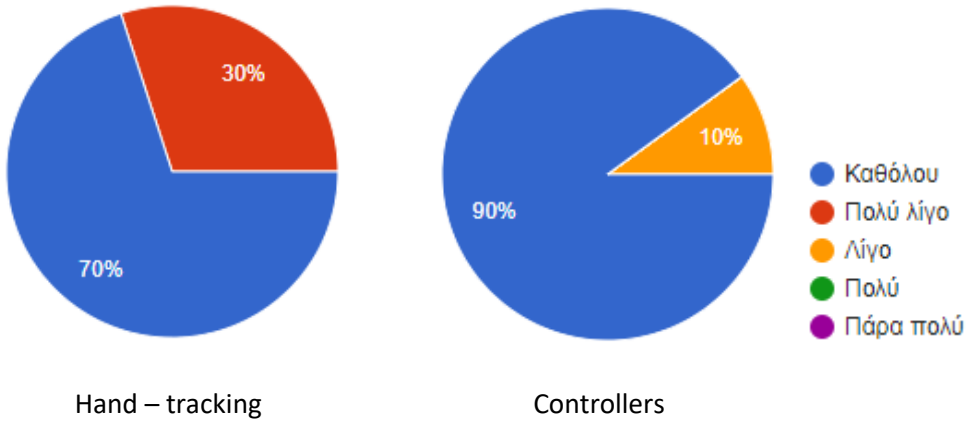
3.27. Εντυπωσιάστηκα από το παιχνίδι



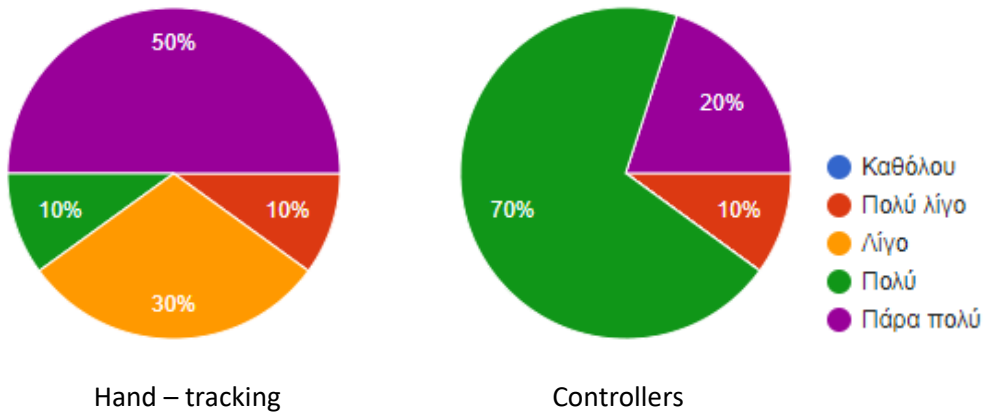
3.28. Ήμουν συγκεντρωμένος/η κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού



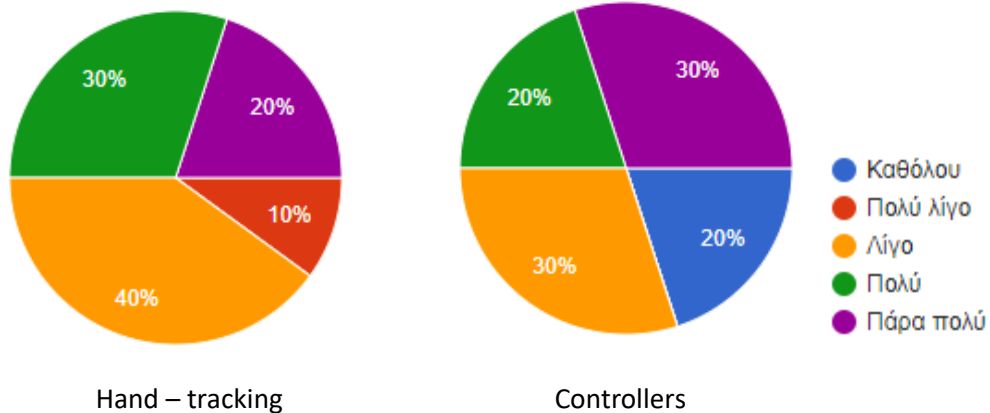
3.29. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένιωσα απογοήτευση



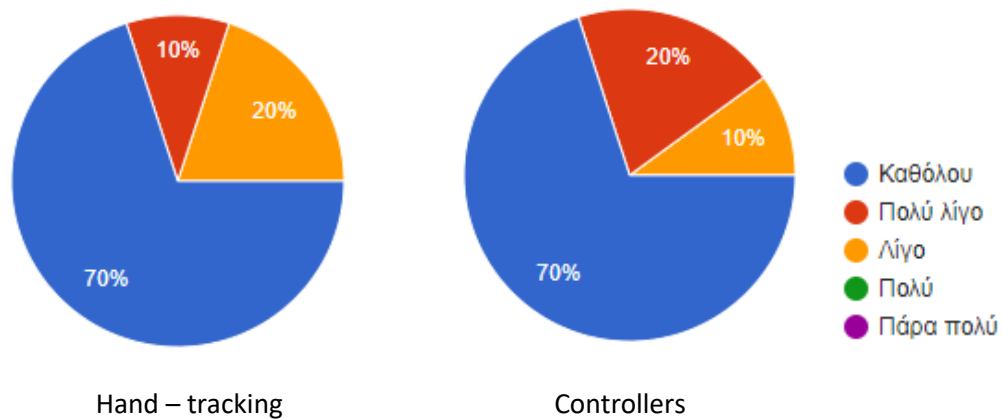
3.30. Το παιχνίδι προσέφερε μια πλούσια εμπειρία



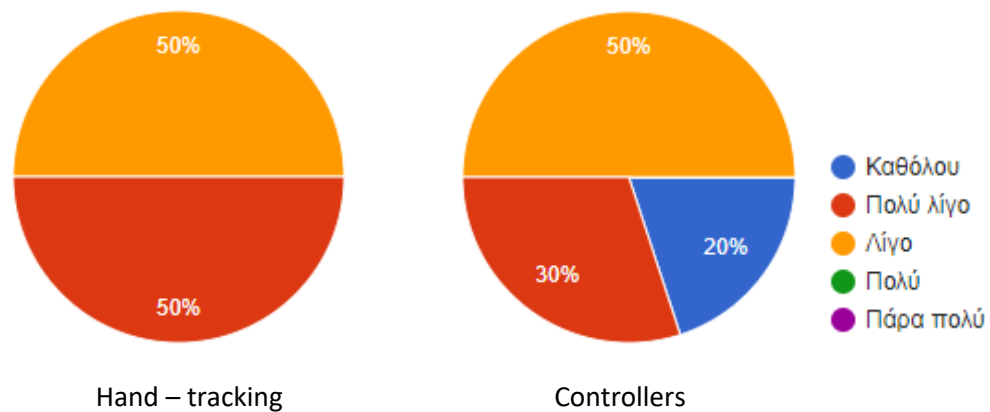
3.31. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού έχασα την επαφή μου με τον πραγματικό κόσμο



3.32. Κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ένιωσα χρονική πίεση για την ολοκλήρωση των στόχων του



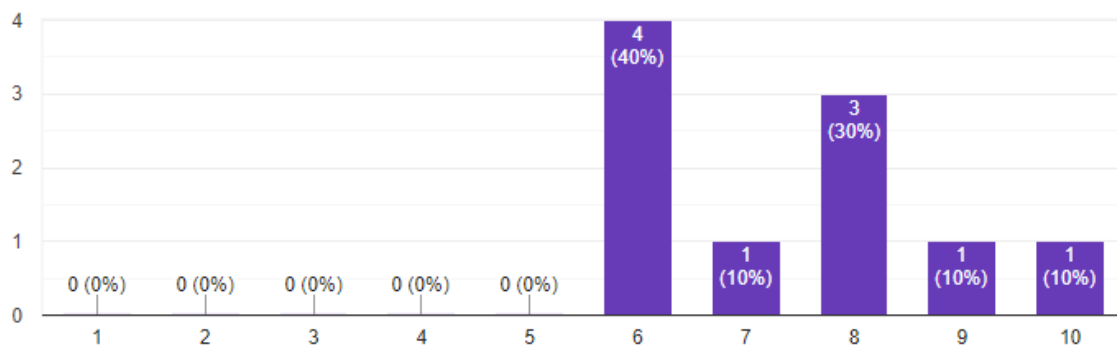
3.33. Ένιωσα ότι για ολοκλήρωση των στόχων του παιχνιδιού έπρεπε να καταβάλλω πολύ προσπάθεια



## 4. Σωματική και νοητική προσπάθεια

4.1. Πόση νοητική και αντιληπτική δραστηριότητα απαιτούσε (π.χ. σκέψη, λήψη αποφάσεων, υπολογισμό) η ολοκλήρωση του παιχνιδιού;

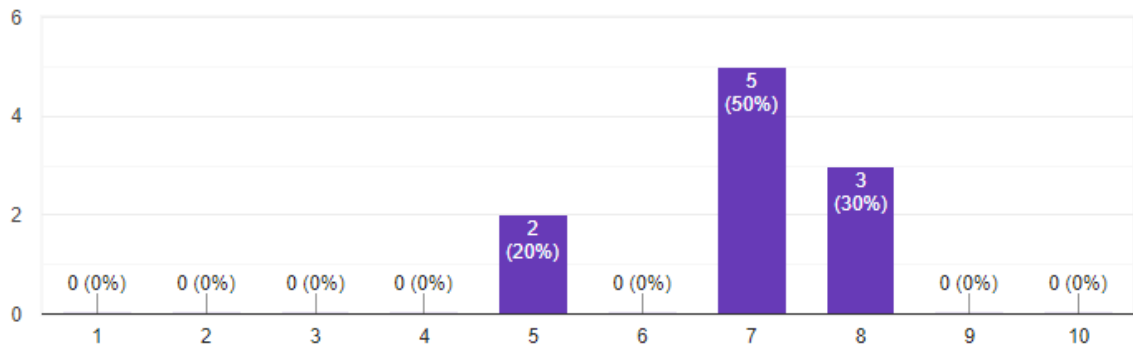
Hand – tracking:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

Controllers:

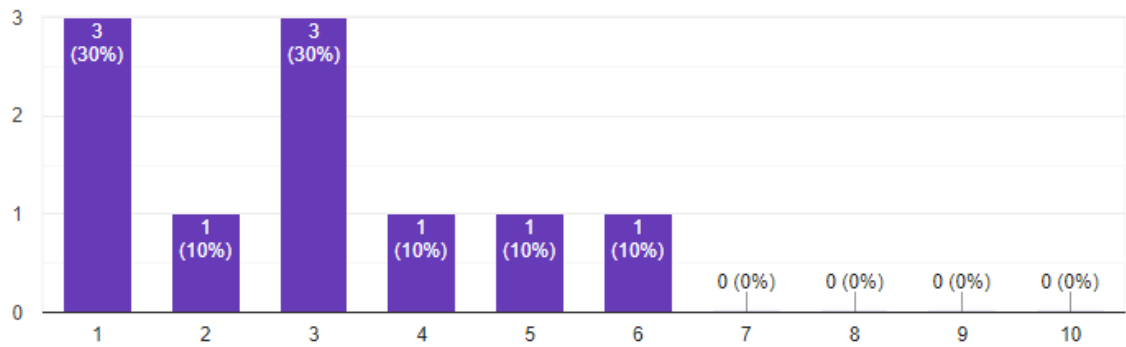




Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

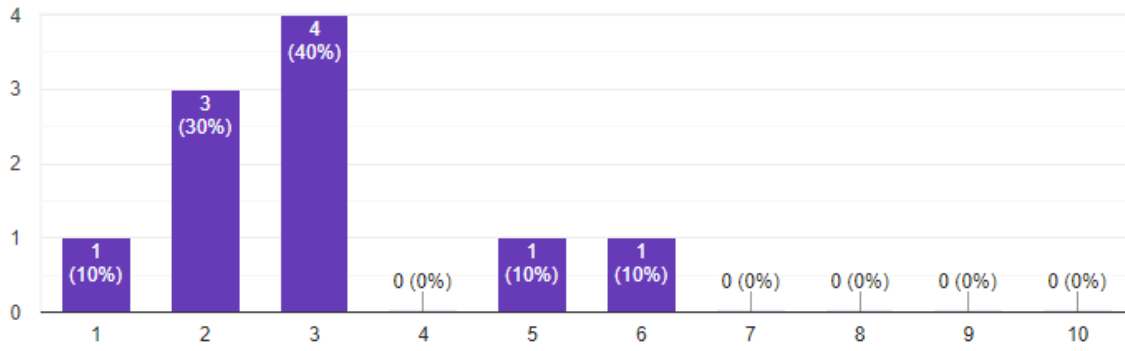
4.2. Πόση σωματική δραστηριότητα απαιτούσε η ολοκλήρωση του παιχνιδιού;

Hand – tracking:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

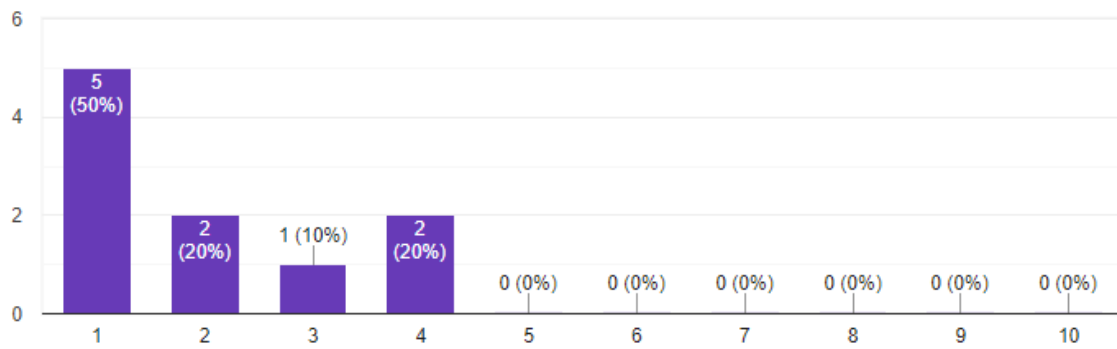
Controllers:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

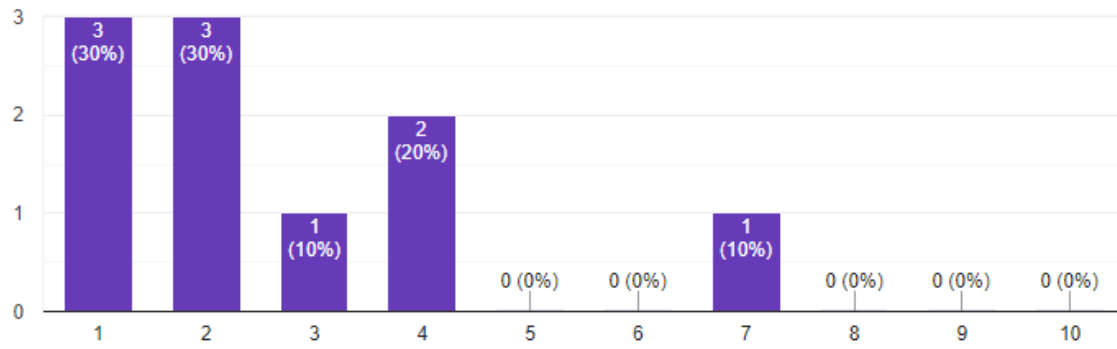
4.3. Πόση χρονική πίεση ένοιωσες λόγω του ρυθμού ολοκλήρωσης του παιχνιδιού;

Hand – tracking:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

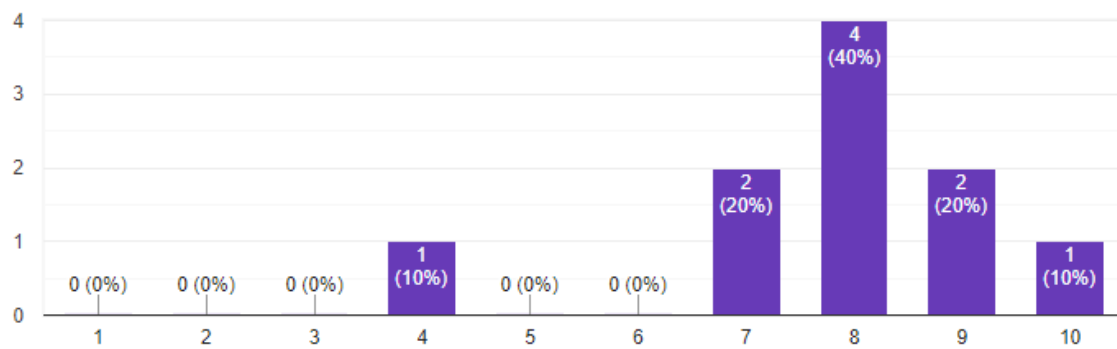
Controllers:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

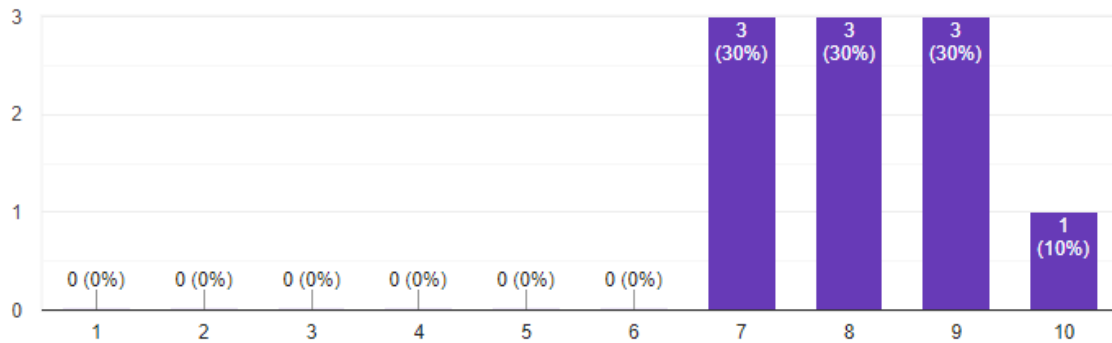
4.4. Πόσο επιτυχημένος/η θεωρείς ότι ήσουν στην ολοκλήρωση του παιχνιδιού;

Hand – tracking:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

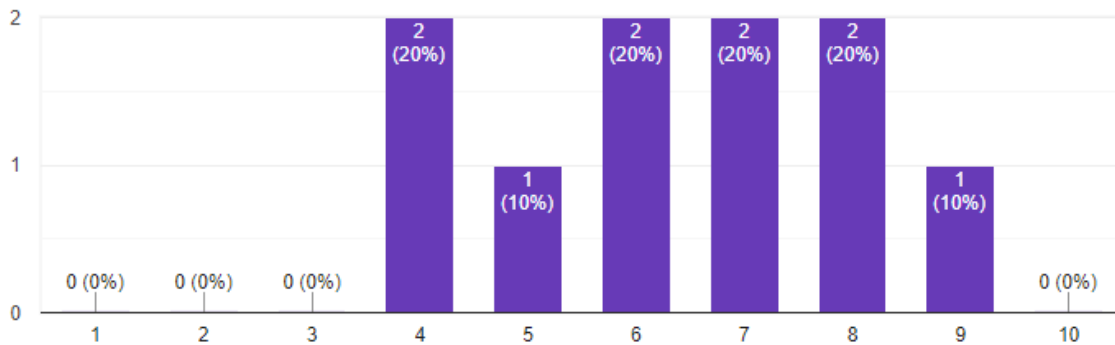
Controllers:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

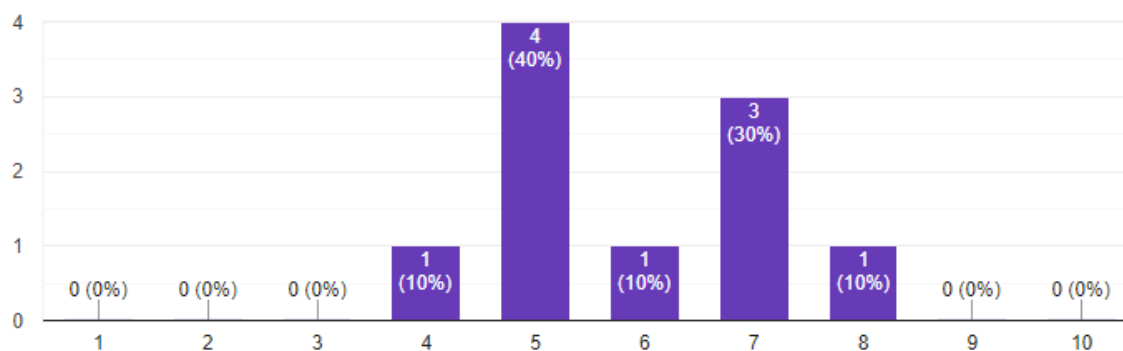
4.5. Πόσο σκληρά έπρεπε να εργαστείς (διανοητικά και σωματικά) για να επιτύχεις στο παιχνίδι;

Hand – tracking:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

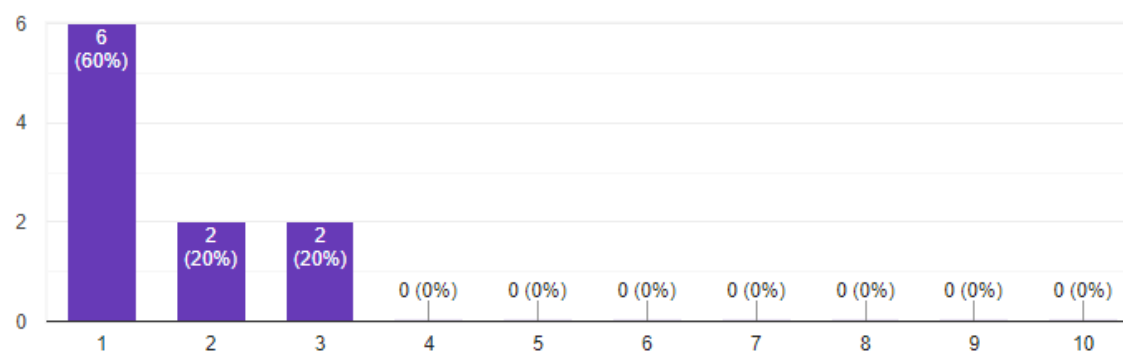
Controllers:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

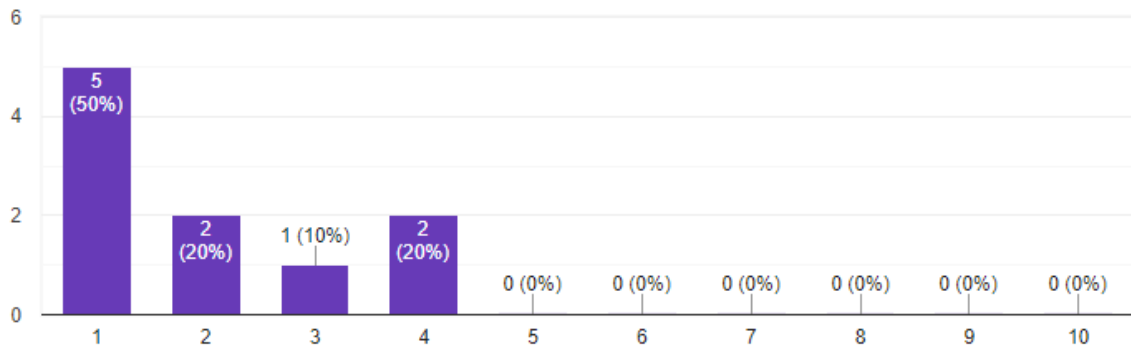
4.6. Πόσο ανασφαλής, αποθαρρημένος/η, εκνευρισμένος/η, αγχωμένος/η και ενοχλημένος/η ένοιωσες κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού;

Hand – tracking:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

Controllers:



Χαμηλή: 1 – Υψηλή: 10

## 7. Βιβλιογραφία

1. Jan-Niklas Voigt-Antons, Tanja Kojic, Danish Ali, Sebastian Möller (2020), Influence of Hand Tracking as a way of Interaction in Virtual Reality on User Experience, *12th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, σελ. 1
2. Johanna Pirker, Mathias Pojer, Christian Guetl, Andreas Holzinger (2017), Gesture-Based Interactions in Video Games with the Leap Motion Controller, *International Conference on Human-Computer Interaction*, σελ. 3
3. Katerina Mania, M.Sc., Alan Chalmers, Ph.D. (2001), The Effects of Levels of Immersion on Memory and Presence in Virtual Environments: A Reality Centered Approach, *CYBERPSYCHOLOGY & BEHAVIOR, Volume 4, Number 2, Mary Ann Liebert, Inc.*, σελ. 248
4. Rory McGloin, Kirstie Farrar & Marina Krcmar (2013), Video Games, Immersion and Cognitive Aggression: Does the Controller Matter?, *Media Psychology*, 16:1, 65-87
5. Khundam, C. Vorachart, V. Preeyawongsakul, P. Hosap, W. Noël (2021), F. A Comparative Study of Interaction Time and Usability of Using Controllers and Hand Tracking in Virtual Reality Training. *Informatics*, 8, 60; <https://doi.org/10.3390/informatics8030060>
6. Alexander Masurovsky, Paul Chojecki, Detlef Runde, Mustafa Lafci, David Przewozny, Michael Gaebler (2020), Controller-Free Hand Tracking for Grab-and-Place Tasks in Immersive Virtual Reality: Design Elements and Their Empirical Study, *Multimodal Technol. Interact.*, 4(4), 91; <https://doi.org/10.3390/mti4040091>
7. Asim Hameed, Andrew Perkis, Sebastian Möller (2021), Evaluating Hand-tracking Interaction for Performing Motor-tasks in VR Learning Environments, *13th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, doi:[10.1109/QoMEX51781.2021.9465407](https://doi.org/10.1109/QoMEX51781.2021.9465407)
8. Witmer, B.G., & Singer, M.J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7:225–240.
9. Schuemie, M. J., van der Straaten, P., Krijn, M., & van der Mast, C. A. P. G. (2001). Research on Presence in Virtual Reality: A Survey. *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 183–201. doi:10.1089/109493101300117884
10. Gavin Buckingham (2021), Hand tracking for immersive virtual reality: opportunities and challenges, arXiv:2103.14853v1, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.14853>
11. Christopher Alexander (1979), *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press, σελ. 19-40
12. Neamoniti S. F., Pavlopoulou M.(2020), Spatial Qualities of the Imaginary and the Experiential through Role Playing Games, *Ερευνητική Εργασία, Σχολή Αρχιτεκτόνων – Μηχανικών, Technical University of Crete*, <https://doi.org/10.26233/heallink.tuc.86901>
13. Mel Slater (2018), Immersion and the illusion of presence in virtual reality, *British Journal of Psychology* (2018), 109, 431–433

## Εικόνες:

1. Εικ. 1-5: [https://www.youtube.com/watch?v=M\\_IJ8y9FSfM](https://www.youtube.com/watch?v=M_IJ8y9FSfM)
2. Εικ. 6-9: <https://www.youtube.com/watch?v=RIBxLabqXKo>
3. Εικ. 10-11: <https://www.youtube.com/watch?v=UYWjPOgtOFo>
4. Εικ. 12: <https://vrscout.com/news/vr-dueler-blaston-now-available-how-to-win/>
5. Εικ. 13: [https://store.steampowered.com/app/620980/Beat\\_Saber/](https://store.steampowered.com/app/620980/Beat_Saber/)
6. Εικ. 14-16: [https://store.steampowered.com/app/546560/HalfLife\\_Alyx/](https://store.steampowered.com/app/546560/HalfLife_Alyx/)
7. Εικ. 17-19: Khundam, C. Vorachart, V. Preeyawongsakul, P. Hosap, W. Noël (2021), F. A Comparative Study of Interaction Time and Usability of Using Controllers and Hand Tracking in Virtual Reality Training. *Informatics*, 8, 60;
8. Εικ. 20-21: Jan-Niklas Voigt-Antons, Tanja Kojic, Danish Ali, Sebastian Möller (2020), Influence of Hand Tracking as a way of Interaction in Virtual Reality on User Experience, *12th International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX)*, σελ. 1
9. Εικ. 22-24: Johanna Pirker, Mathias Pojer, Christian Guetl, Andreas Holzinger (2017), Gesture-Based Interactions in Video Games with the Leap Motion Controller, *International Conference on Human-Computer Interaction*, σελ. 5,7,8
10. Εικ. 25: Alexander Masurovsky, Paul Chojecki, Detlef Runde, Mustafa Lafci, David Przewozny, Michael Gaebler (2020), Controller-Free Hand Tracking for Grab-and-Place Tasks in Immersive Virtual Reality: Design Elements and Their Empirical Study, *Multimodal Technol. Interact.*, 4(4), 91; <https://doi.org/10.3390/mti4040091>
11. Εικ. 26-27 και Εικ. 29-51: Εικόνες από το παιχνίδι Blue Story που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς της έρευνας
12. Εικ. 19: <https://www.gamearter.com/blog/xr-input-manager-controllers>



**Παιχνίδια:**

1. Elixir
2. Waltz of the Wizard
3. Blaston
4. The Line
5. Beat Saber
6. Half – Life Alyx