

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**COLLABORATIVE VR – SOLVING RIDDLES USING NON-
TEXTUAL/AUDIO INFORMATION IN THE CONCEPT OF
ESCAPE ROOMS**

Αυξέντης Ιωάννου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**COLLABORATIVE VR – SOLVING RIDDLES USING NON-
TEXTUAL/AUDIO INFORMATION IN THE CONCEPT OF ESCAPE ROOMS**

Αυξέντης Ιωάννου

Επιβλέπων Καθηγητής

Αντρέας Αριστείδου

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των
απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του
Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2023

Ευχαριστίες

Εκφράζω τις ευχαριστίες μου στον Ανδρέα Ανδρέου για την πολύτιμη συνεισφορά του στις συζητήσεις για την υλοποίηση του Unity, καθώς και σε όλους τους συμμετέχοντες που έλαβαν μέρος στη μελέτη αξιολόγησης. Το έργο αυτό έλαβε χρηματοδότηση από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας ‘Horizon 2020’ της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο της συμφωνίας επιχορήγησης αριθ. 739578 της Κυβέρνησης της Κυπριακής Δημοκρατίας μέσω του Αναπληρωτή Υπουργού Έρευνας, Καινοτομίας και Ψηφιακής Πολιτικής.

Περίληψη

Η πρόσφατη κατάσταση της τεχνολογίας εικονικής πραγματικότητας επιτρέπει στους χρήστες να έχουν γρήγορη και εύκολη πρόσβαση σε πολλαπλές λειτουργίες του VR, γεγονός που ωθεί τους ερευνητές να διερευνήσουν διάφορες πτυχές σε εικονικά περιβάλλοντα. Στην παρούσα εργασία, μελετάμε εναλλακτικά μέσα επικοινωνίας των χρηστών σε συνεργατικά εικονικά περιβάλλοντα (CVE). Μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα το πώς οι χρήστες καταφέρνουν να μεταφέρουν πληροφορίες μεταξύ τους, ενώ δεν μπορούν να δουν, να ακούσουν ή να στείλουν γραπτά μηνύματα ο ένας στον άλλο. Στόχος μας είναι να κατανοήσουμε πώς οι χρήστες επιλέγουν να χρησιμοποιούν τα εργαλεία που τους παρέχονται σε εικονικά περιβάλλοντα και να αναφέρουν τα σχόλιά τους, δηλαδή πώς αυτό επηρεάζει το επίπεδο εμπλοκής τους, την απόδοση τους κ.λπ. Επίσης, στόχος της εργασίας μας είναι να μπορέσουμε να προσδιορίσουμε τις επιπτώσεις των εναλλακτικών μέσων επικοινωνίας στην εμπειρία των χρηστών σε VR - για να το εξετάσουμε αυτό, επιλέγουμε ένα user case ενός collaborative VR escape room. Πραγματοποιούμε ένα user evaluation για να αξιολογήσουμε τις υποθέσεις μας σχετικά με τις επιδράσεις των μη παραδοσιακών μέσων επικοινωνίας κατά την εκτέλεση συνεργατικών εργασιών όπου υποστηρίζονται από υπολογιστές (CSCW). Διαπιστώνουμε ότι οι παίκτες καταφέρνουν να ολοκληρώνουν τις εργασίες τους παρόμοια με τα σενάρια της πραγματικής ζωής, ακόμη και όταν δεν επιτρέπονται οι παραδοσιακοί τρόποι διαπροσωπικής αλληλεπίδρασης. Μέσω του user evaluation μας, καταλήγουμε επίσης στο συμπέρασμα ότι αξίζει να ενσωματωθεί αυτή η δυνατότητα επικοινωνίας και σε άλλες εφαρμογές, γεγονός που θέτει περαιτέρω ερωτήματα σχετικά με το ποιες είναι οι πλήρεις δυνατότητες ενσωμάτωσης διαφόρων εναλλακτικών λειτουργιών που οι άνθρωποι χρησιμοποιούν στην πραγματική ζωή, στην εικονική πραγματικότητα.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή.....	1
	1.1 Περιγραφή Προβλήματος	1
	1.2 Κίνητρο	2
	1.3 Συνεισφορά	3
Κεφάλαιο 2	Θεωρητικό πλαίσιο	5
	2.1 Τι είναι γενικά η εικονική πραγματικότητα, που χρησιμοποιείται και τι είναι τα εικονικά escape rooms	5
	2.2 Πως άλλα παιχνίδια επιτυγχάνουν κάποιο είδος επικοινωνίας	7
	2.3 Το πεδίο εφαρμογής μας και πώς οι μέθοδοι μας θα διαφέρουν από τις υπόλοιπες.	7
Κεφάλαιο 3	Υλοποίηση.....	9
	3.1 Περιβάλλον παιχνιδιού	
	3.1.1 Δωμάτια	9
	3.1.2 Χρήστες	14
	3.1.3 Γρίφοι	15
	3.2 Υλοποίηση	
	3.2.1 Υλοποίηση Unity	25
	3.2.2 Υλοποίηση XR System	26
	3.2.3 Υλοποίηση Network System	27
Κεφάλαιο 4	Μεθοδολογία Έρευνας	29
	4.1 Περιβάλλον ερευνάς	29
	4.2 Διαδικασία ερευνάς	29
	4.3 Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων	30
	4.4 Δεδομένα που συλλέξαμε	31

Κεφάλαιο 5	Αποτελέσματα.....	32
	5.1 Στατιστικά στοιχεία	32
	5.2 Η VR εμπειρία των χρηστών	33
	5.3 Έρευνα χρηστών και υποθέσεις	34
	5.4 Συζήτηση	38
Κεφάλαιο 6	Συμπεράσματα	40
	6.1 Συμπεράσματα	40
	6.2 Περιορισμοί	41
	6.3 Μελλοντική δουλειά	41

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή Προβλήματος	1
1.2 Κίνητρο	2
1.3 Συνεισφορά	3

1.1 Περιγραφή Προβλήματος

Η συνεργατική εικονική πραγματικότητα (CollaborativeVR) είναι ένα δημοφιλές θέμα, ειδικά με τις πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας. Η αυξημένη ερευνητική προσοχή γύρω από το VR έχει ξεκλειδώσει ένα ευρύ φάσμα νέων λειτουργιών και έτσι έχει εμπνεύσει τους ερευνητές να εξερευνήσουν διάφορες ενδιαφέρουσες έννοιες μέσω των εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας.

Σήμερα, υπάρχει ενδιαφέρον για την ανάπτυξη συνεργατικών εικονικών περιβαλλόντων (Collaborative Virtual Environments - CVE) που λαμβάνουν όλο και μεγαλύτερη προσοχή σε σύγκριση με τα εικονικά περιβάλλοντα ενός χρήστη. Το Collaborative VR είναι ένας νέος κλάδος έρευνας και ανάπτυξης που ακολουθεί την πρόσφατη δημοτικότητα της εικονικής πραγματικότητας. Με λίγα λόγια, το Collaborative VR προέρχεται από τα CVE τα οποία, όπως περιγράφεται στο [18], ορίζουν μια αναπαράσταση όλων των χρηστών στο VR μεταξύ τους, στην επιδίωξη μιας CSCW (computer - supported cooperative work) που διαφοροποιείται από την κοινή εμπειρία εικονικής πραγματικότητας ενός χρήστη.

Οι υπάρχουσες λειτουργίες του collaborative VR περιορίζονται στο να επιτρέπουν σε πολλούς χρήστες να συνυπάρχουν σε εικονικά περιβάλλοντα, αλλά δεν λαμβάνουν υπόψη τους τη συνεργατική πτυχή δηλ. δεν υπάρχει η ανάγκη συνεργασίας και δεν υπάρχει άμεση επικοινωνία μεταξύ των χρηστών.

Φυσικά, τα περισσότερα CSWC βασίζονται σε παραδοσιακούς τρόπους επικοινωνίας για την επίτευξη του στόχου τους, όπως ο συνδυασμός κειμένου και ο ήχου - αυτοί είναι οι συνήθεις τρόποι με τους οποίους οι άνθρωποι επικοινωνούν συνηθέστερα και στην πραγματική ζωή.

Εξερευνώντας τις λειτουργικότητες της εικονικής πραγματικότητας και στοχεύοντας στην περαιτέρω ενίσχυση των μέσων συνεργατικής και ανταγωνιστικής αλληλεπίδρασης, απορρίπτουμε το κείμενο και τον ήχο και καταφεύγουμε σε εναλλακτικούς τρόπους επικοινωνίας. Μέσω της δικής μας εκδοχής της συνεργατικής εικονικής πραγματικότητας, οι χρήστες πρέπει να θέσουν σε χρήση διαφορετικές δεξιότητες που απαιτούν εφευρετικότητα και προσαρμοστικότητα.

1.2 Κίνητρο

Το κίνητρό μας πηγάζει από την προσπάθεια να επεκτείνουμε περαιτέρω τις δυνατότητες των χρηστών στα CVEs μέσω της διερεύνησης εναλλακτικών τρόπων επικοινωνίας στα CSCW, εκτός από τα παραδοσιακά μέσα, π.χ. την ακοή, την αποστολή μηνυμάτων ή τη θέαση των άλλων χρηστών.

Στην προσπάθειά μας να το πετύχουμε αυτό, υπάρχει ανάγκη να επιβάλλουμε κάποιους περιορισμούς, ώστε οι χρήστες να μην έχουν την ευκαιρία να βασίζονται σε αυτούς τους παραδοσιακούς τρόπους, αλλά αντίθετα, να αναγκάζονται να επινοήσουν μη συμβατικά μέσα επικοινωνίας για να επιτύχουν σε μια εργασία του CSCW.

Στην εργασία μας, επιλέγουμε να υλοποιήσουμε ένα escape room ως user case για αυτό το CSCW σε ένα CVE που έχει σχεδιαστεί για να δοκιμάσει την έννοια των εναλλακτικών τρόπων επικοινωνίας πολλών χρηστών σε συνεργατικά καθήκοντα VR. Μέχρι στιγμής, τα escape rooms έχουν υλοποιηθεί κυρίως για εμπειρίες ενός χρήστη.

Ακόμη και τα παραδείγματα escape room πολλαπλών χρηστών βασίζονται σε παραδοσιακούς τρόπους επικοινωνίας [24].

Ωστόσο, εδώ αναπτύσσουμε ένα σενάριο escape room πολλών χρηστών όπου οι χρήστες πρέπει να λύσουν ατομικά και συνεργατικά γρίφους χωρίς να μπορούν να δουν, να στείλουν γραπτά μηνύματα ή να ακούσουν ο ένας τον άλλον, με αποτέλεσμα να πρέπει να καταφύγουν σε εναλλακτικούς τρόπους αλληλεπίδρασης και προόδου μέσα στα δωμάτια.

Έτσι, το έργο μας πηγάζει από την ανάγκη να διεκδικούμε τις δεξιότητες των ανθρώπων και να τους επιτρέψουμε να εκπαιδευτούν και να υιοθετήσουν εναλλακτικούς τρόπους σκέψης, επικοινωνίας και αξιοποίησης του περιβάλλοντός τους κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων.

Αυτό είναι απαραίτητο σε περιπτώσεις όπου τα οπτικοακουστικά μέσα δεν είναι διαθέσιμα, αλλά και χρήσιμο γενικότερα, καθώς η ύπαρξη ενός ευρέος φάσματος δεξιοτήτων μπορεί να ενισχύσει πολλούς τομείς. Διοχετεύουμε αυτό το κίνητρο στο πλαίσιο των escape rooms στην εικονική πραγματικότητα, καθώς αποτελεί κατάλληλη πλατφόρμα για την εμπειρική και πειραματική εφαρμογή και δοκιμή αυτής της έννοιας.

1.3 Συνεισφορά

Στόχος μας με τη δημιουργία τέτοιων τύπων CVE είναι να διεκδικούμε τα όρια της έρευνας στο collaborative VR και να επεκτείνουμε το φάσμα των δυνατοτήτων σε αυτόν τον τομέα. Αυτό μπορεί δυνητικά να έχει θετικό αντίκτυπο σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένης της βοήθειας και της προώθησης της ένταξης ατόμων με αναπηρίες [32]. Η κύρια συνεισφορά μας έγκειται στην επέκταση της συνεργατικής εικονικής πραγματικότητας με τη διερεύνηση του τύπου, της χρηστικότητας και των πλεονεκτημάτων των εναλλακτικών τρόπων επικοινωνίας σε ένα περιβάλλον πολλών χρηστών, το οποίο επιτυγχάνεται μέσω του escape room.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, δύο χρήστες πρέπει να λύσουν γρίφους τόσο ατομικά όσο και συνεργατικά για να προχωρήσουν μέσα στα δωμάτια. Τελικά, θα πρέπει να "ανταγωνιστούν", ενώ δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν κείμενο ή ήχο για να επικοινωνήσουν. Παρέχουμε τα απαραίτητα εργαλεία για την επικοινωνία, αλλά δεν επιβάλλουμε έναν αυστηρό τρόπο επικοινωνίας, αφήνοντας τους χρήστες να βρουν πώς να τα χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά για να λύσουν τους γρίφους. Δεδομένου ότι οι προηγούμενες εργασίες βασίζονται συνήθως στο κείμενο και στον ήχο για να καταστεί δυνατή η επικοινωνία των χρηστών, και τα VR escape rooms εστιάζουν μόνο σε μία πτυχή (ατομική, συνεργατική ή ανταγωνιστική), η συμβολή μας είναι διπλή:

- Διερευνούμε και ενσωματώνουμε εναλλακτικά μέσα επικοινωνίας στην εικονική πραγματικότητα, πέρα από τις συμβατικές οπτικοακουστικές μεθόδους.
- Παρέχουμε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση και ανάλυση του Collaborative VR μέσω ενός user evaluation του συνεργατικό - ανταγωνιστικού user case του VR escape room.

Κεφαλαίο 2

Θεωρητικό πλαίσιο

2.1 Τι είναι γενικά η εικονική πραγματικότητα, που χρησιμοποιείται και τι είναι τα εικονικά escape rooms.	5
2.2 Πως άλλα παιχνίδια επιτυγχάνουν κάποιο είδος επικοινωνίας	7
2.3 Το πεδίο εφαρμογής μας και πώς οι μέθοδοι μας θα διαφέρουν από τις υπόλοιπες.	7

2.1 Τι είναι γενικά η εικονική πραγματικότητα, πού χρησιμοποιείται και τι είναι τα εικονικά escape rooms

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας VR/AR έχει οδηγήσει στην ενσωμάτωση διαφόρων εξωτερικών εννοιών και πλαισίων, επιτρέποντας στους ερευνητές να δοκιμάζουν θεωρίες, να εκπαιδεύουν χρήστες και να βελτιώνουν έννοιες σε διάφορους τομείς όπως η ψυχαγωγία, η εκπαίδευση και η ψυχολογία [1, 17]. Το collaborative VR έχει ανοίξει την πόρτα για συνεργατική ή ανταγωνιστική αλληλεπίδραση μεταξύ πολλαπλών χρηστών [26], ανοίγοντας το δρόμο για την ενσωμάτωση και αξιολόγηση πιο σύνθετων και ενδιαφερουσών ιδεών στο περιβάλλον της εικονικής πραγματικότητας [4, 5, 19]. Εκτός από την εξοικείωση, την αλληλεπίδραση και το χειρισμό του εικονικού περιβάλλοντος, οι χρήστες σε collaborative VR πρέπει να ενσωματώσουν ένα ολόκληρο νέο σύνολο δεξιοτήτων για να επιτύχουν την απαραίτητη επικοινωνία και να ολοκληρώσουν τις εργασίες τους. Αυτές οι εξελίξεις έχουν ξεκλειδώσει πολλαπλές λειτουργικότητες, προκαλώντας το ενδιαφέρον των ερευνητών σε διάφορους τομείς.

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα CVEs και τις εφαρμογές VR έχει οδηγήσει σε πολυάριθμες εντυπωσιακές και χρήσιμες εργασίες [2, 9]. Ιδιαίτερα το ενδιαφέρον για τα CSCWs έχει οδηγήσει σε αρκετές εργασίες του παρελθόντος που ασχολούνται με

ορισμένες εφαρμογές των CSCWs όπως η επεξεργασία εγγράφων και η συλλογή πληροφοριών [16, 21], με ορισμένες να επεκτείνουν τα πλαίσιά τους για να ενσωματώσουν καθηλωτικές εμπειρίες VR όπως η τηλεδιάσκεψη και η επεξεργασία βίντεο [13, 23] ή η αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα [3, 7]. Μια τέτοια έννοια που λαμβάνει σημαντική προσοχή είναι αυτή των ψηφιακών διδύμων π.χ., [10, 15]. Αυτή η έννοια επιτρέπει την αλληλεπίδραση του χρήστη με το περιβάλλον και τους εικονικούς χαρακτήρες, επιτρέποντας φυσικές κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Ωστόσο, μια σημαντική πτυχή κάθε πλαισίου collaborative VR είναι το μέσο, μέσω του οποίου οι χρήστες θα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Η πλειονότητα των σημερινών προσεγγίσεων βασίζεται σε παραδοσιακές μεθόδους, όπως τα οπτικοακουστικά σήματα, τα οποία επιτρέπουν στους χρήστες να συνομιλούν, να βλέπουν ή να επικοινωνούν μέσω κειμένου [6, 25]. Σε σενάρια πραγματικής ζωής, ωστόσο, οι άνθρωποι συχνά αντιμετωπίζουν καταστάσεις που απαιτούν εναλλακτικές δεξιότητες επικοινωνίας πέρα από τον γραπτό ή προφορικό λόγο.

Στην παρούσα εργασία, αναπτύξαμε ένα περιβάλλον collaborative VR με τη μορφή ενός escape room game. Τα escape room είναι δημοφιλή διαδραστικά παιχνίδια που είναι διαισθητικά και ελκυστικά για τους χρήστες, γεγονός που τα καθιστά ιδανικά για χρήση σε μελέτες χρηστών για την ενίσχυση της ακρίβειας των αξιολογήσεων [11]. Η πολυεπίπεδη δομή των δωματίων διαφυγής τα καθιστά ένα σύνθετο και θελκτικό παιχνίδι για εξερεύνηση στο VR, προσφέροντας ένα ευρύ φάσμα θεμάτων, από μυστήριο και τρόμο έως φαντασία και περιπέτεια. Μπορούν παράλληλα να χρησιμοποιηθούν ως εργαλείο για τη δημιουργία ομάδων και την επίλυση προβλημάτων σε εταιρικά ή ακαδημαϊκά περιβάλλοντα και μπορούν να προσαρμοστούν ώστε να καλύψουν συγκεκριμένες εκπαιδευτικές ανάγκες [22]. Με την προσβασιμότητα, την ευελιξία και τα ποικίλα θέματά τους, τα VR escape rooms προσφέρουν μια μοναδική και διασκεδαστική μορφή ενασχόλησης κατάλληλη για ένα ευρύ κοινό. Μερικά από τα πιο δημοφιλή παιχνίδια VR escape room περιλαμβάνουν τα The Room VR: A Dark Matter [12], Belko VR: An Escape Room Experiment [28], και Statik [27].

2.2 Πως άλλα παιχνίδια επιτυγχάνουν κάποιο είδος επικοινωνίας

Τα collaborative VR escape room βασίζονται σε διάφορα εργαλεία για τη επίτευξη της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ των παικτών. Το ‘in-game communication’ είναι η πιο κοινή μέθοδος που χρησιμοποιείται, επιτρέποντας στους παίκτες να χρησιμοποιούν φωνητική, κειμενική ή οπτική επικοινωνία για να μοιράζονται πληροφορίες και να συντονίζουν ενέργειες [8]. Η ανάθεση διαφορετικών ρόλων ή καθηκόντων στους παίκτες είναι ένας άλλος τρόπος συνεργασίας, απαιτώντας από αυτούς να συνεργαστούν για την επίτευξη ενός κοινού στόχου. Μια πιο πρόσφατη προσέγγιση είναι η λειτουργία ‘ghost’, που επιτρέπει στους παίκτες να βλέπουν κρυμμένα στοιχεία ή να δίνουν συμβουλές σε άλλους παίκτες. Τα VR escape rooms χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό κειμένου, ήχου και στοιχείων βίντεο για να προκαλέσουν τους παίκτες να σκεφτούν δημιουργικά και να συνεργαστούν για να αποδράσουν. Αν και προηγούμενες εργασίες σχετικά με τα VR escape rooms έχουν προσπαθήσει να επεκτείνουν το φάσμα των τύπων επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών, όπως ο Hanus [14] που πρόσθεσε παθητικά απτικά στοιχεία ως πρόσθετο στοιχείο αλληλεπίδρασης, αυτό εξακολουθεί να περιορίζεται στην αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και όχι στη διαπροσωπική επικοινωνία, δεδομένου ότι οι παίκτες μπορούσαν μόνο να ‘βλέπουν’ ο ένας τον άλλον στο collaborative VR.

2.4 Το πεδίο εφαρμογής μας και πως οι μέθοδοι μας θα διαφέρουν από τις υπόλοιπες.

Παρόλαυτα, η εργασία μας αποσκοπεί στη διερεύνηση νέων μεθόδων επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών στα CVEs για τη διευκόλυνση της επιτυχημένης ομαδικής εργασίας στο CSCW. Χρησιμοποιούμε ένα συνεργατικό - ανταγωνιστικό VR escape room ως user case, όπου δύο παίκτες βρίσκονται σε ξεχωριστά δωμάτια και τους παρέχονται μη γραπτά και μη λεκτικά εργαλεία επικοινωνίας για να συνεργαστούν και να λύσουν γρίφους για να αποδράσουν. Σε αντίθεση με προηγούμενες εργασίες, περιορίζουμε τη χρήση κειμένου και ήχου για να ενθαρρύνουμε την ανάπτυξη νέων μεθόδων επικοινωνίας και αξιολογούμε τη δέσμευση, την ικανοποίηση και την επιτυχία των χρηστών στην επικοινωνία με άλλους χρήστες. Στόχος μας είναι να

προσδιορίσουμε τη σημασία των εναλλακτικών μεθόδων επικοινωνίας και να διερευνήσουμε κατά πόσον οι υπεύθυνοί για περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους αυτούς τους παράγοντες κατά την ανάπτυξη των VR περιβαλλόντων τους.

Κεφάλαιο 3

Υλοποίηση

3.1 Περιβάλλον παιχνιδιού	
3.1.1 Δωμάτια	9
3.1.2 Χρήστες	14
3.1.3 Γρίφοι	15
3.2 Υλοποίηση	
3.2.1 Δωμάτια Υλοποίηση Unity	25
3.2.2 Υλοποίηση XR System	26
3.2.3 Υλοποίηση Network System	27

3.1 Περιβάλλον παιχνιδιού

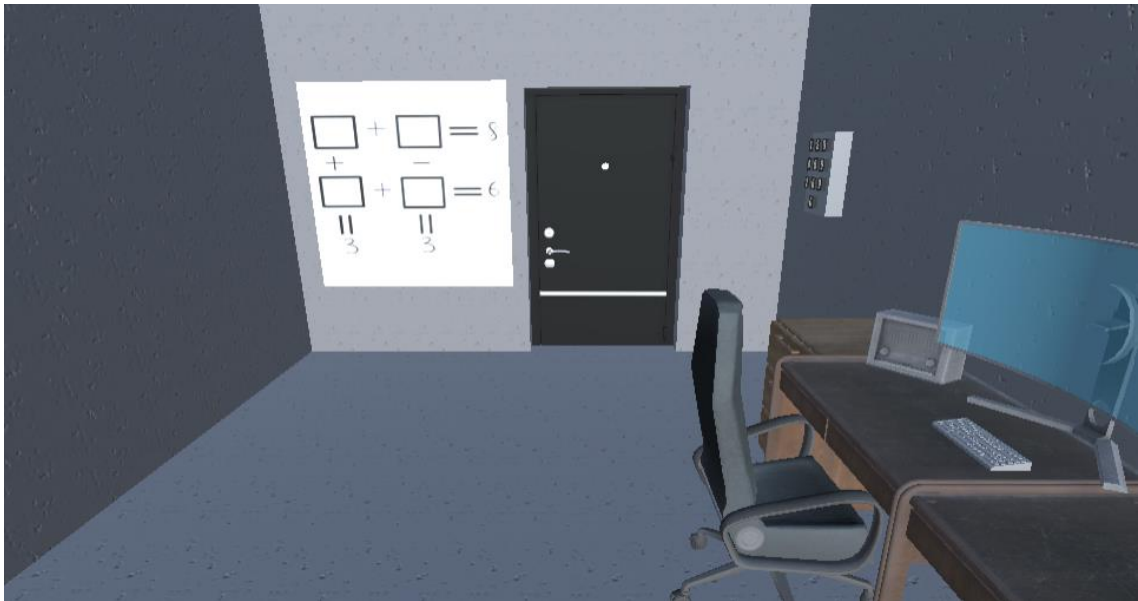
3.1.1 Δωμάτια

Το παιχνίδι αποτελείται από 3 επίπεδα και το κάθε επίπεδο αποτελείται από 3 δωμάτια. Τα επίπεδα συνδέονται μεταξύ τους μέσω διάδρομων. Το κάθε δωμάτιο έχει το δικό του theme.



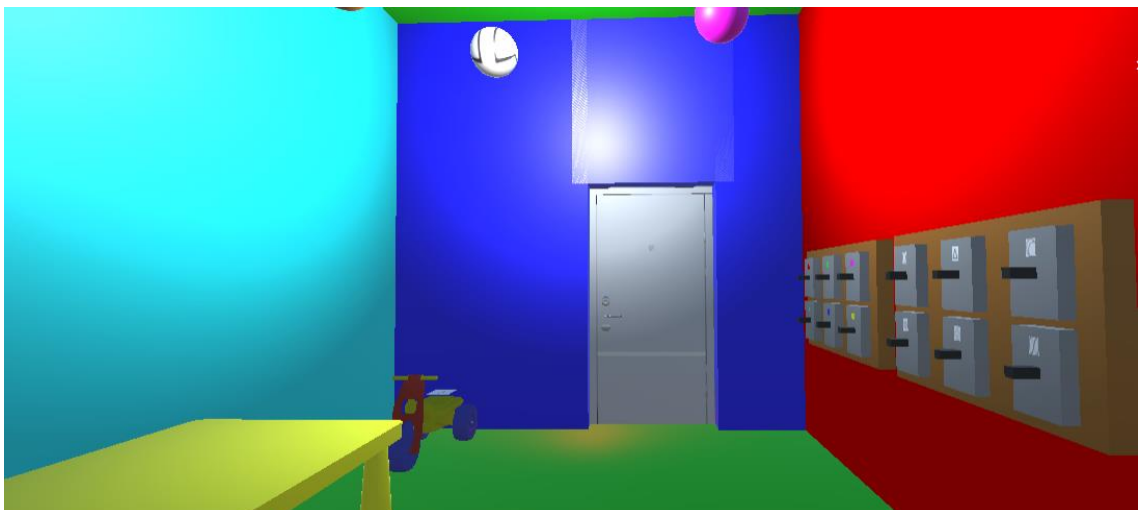
Σχήμα 3.1 – Πάνω όψη δωματίων

Ξεκινώντας από το δωμάτιο 1 (Σχήμα 3.2), το theme του είναι τα μαθηματικά γι' αυτό μέσα μπορούμε να δούμε ένα φοιτητικό δωμάτιο με ένα γραφείο και ένα Η/Υ.



Σχήμα 3.2 – Δωμάτιο 1

Το δωμάτιο 2 (Σχήμα 3.3) έχει ως theme τα σχήματα και τα χρώματα. Έτσι μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τοίχοι έχουν διαφορά χρώματα σε σχέση με τα άλλα δωμάτια και ότι υπάρχουν διαφορά παιδικά αντικείμενα διαφορετικών χρωμάτων και σχημάτων.



Σχήμα 3.3 – Δωμάτιο 2

Το δωμάτιο 3 (Σχήμα 3.4) έχει ως theme τους φωτισμούς και γι' αυτό επιλέχθηκε να σχεδιαστεί ένα δωμάτιο σαλονιού με πολυθρόνες, λαμπατέρ, τηλεόραση και άλλα.



Σχήμα 3.4 – Δωμάτιο 3

Το δωμάτιο 4 (Σχήμα 3.5) έχει ως theme τα ταξίδια και γι' αυτό μπορούμε να παρατηρήσουμε σχετικά αντικείμενα όπως δυο υδρόγειους σφαίρες, ένα τηλεσκόπιο καθώς και δυο μεγάλους πίνακες. Ο ένας παρουσιάζει τα ψηλότερα κτήρια στον κόσμο και ο άλλος τον χάρτη της Γης.



Σχήμα 3.5 – Δωμάτιο 4

Το δωμάτιο 5 (Σχήμα 3.6) είναι δωμάτιο μυστηρίου και μέσα σε αυτό υπάρχουν διάφορα παλιά αντικείμενα και κουτιά καθώς επίσης και μια μεγάλη παλαιά ντουλάπα. Επίσης μπορούμε να δούμε ένα retro CD player, ένα πτώμα μέσα σε σακούλα για έρευνα καθώς και τον πίνακα αποθήκευσης αποδεικτικών στοιχείων.



Σχήμα 3.6 – Δωμάτιο 5

Το επόμενο δωμάτιο (Σχήμα 3.7) έχει ως theme την τεχνολογία και το διάστημα, έτσι μπορούμε να παρατηρήσουμε κάποια ρομπότ, δυο servers όπως και υπολογιστές υψηλής τεχνολογίας.



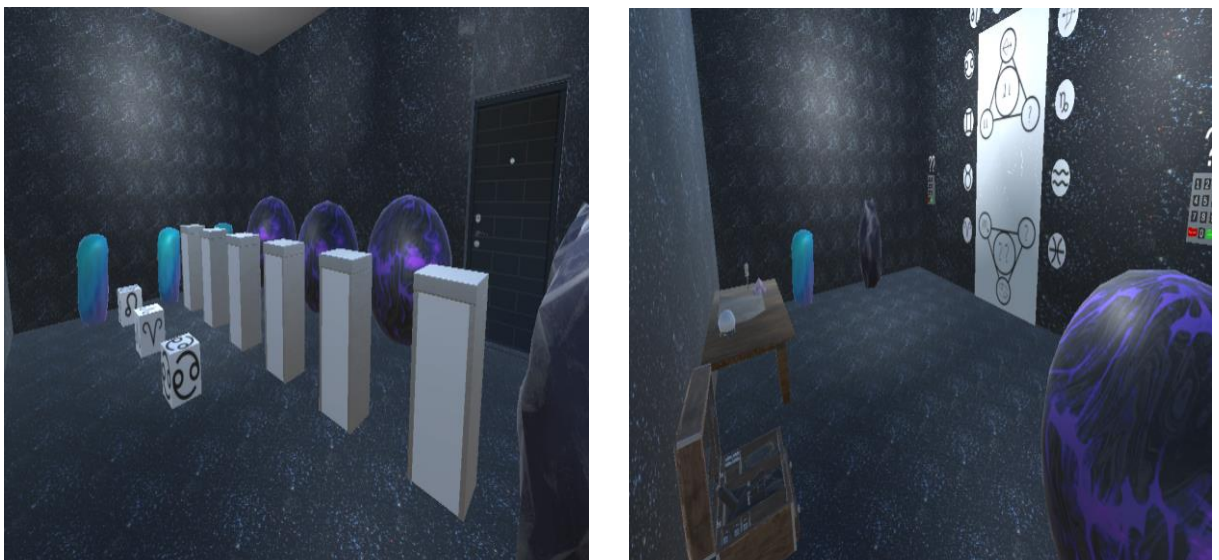
Σχήμα 3.7 – Δωμάτιο 6

Το δωμάτιο 7 (Σχήμα 3.8) είναι ένα μουσείο τεχνολογίας. Το συγκεκριμένο έχει τρία τμήματα. Το πρώτο τμήμα περιέχει παλιές τηλεοράσεις, το δεύτερο τμήμα περιέχει παλιούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές και το κυρίως τμήμα έχει την ιστορία και την εξέλιξη των τηλεφώνων.



Σχήμα 3.8 – Δωμάτιο 7

Τα τελευταία δυο δωμάτια 7 και 8 (Σχήμα 3.9), έχουν μια ως κοινή θεματική, τη μαγεία. Στα δυο δωμάτια μπορούμε να παρατηρήσουμε διάφορους μαγικούς λίθους. Στο δωμάτιο 9 επίσης μπορούμε να δούμε ένα κουτί με διάφορα ξόρκια όπως και ένα τραπέζι μάγου με διάφορα αντικείμενα .



Σχήμα 3.9 – Δωμάτια 8 και 9

Γενικότερα κοινά στοιχεία του παιχνιδιού είναι ότι όταν οι παίκτες περνούν στο επόμενο επίπεδο δηλαδή μετά από τα δωμάτια 3 και 6 περνούν από διαδρόμους με πράσινα φώτα που υποδεικνύουν ότι οι παίκτες πέρασαν επιτυχώς το επίπεδο. Ακόμα, το κάθε δωμάτιο έχει μερικά spotlights έτσι ώστε να υπάρχει καλός φωτισμός για τους παίκτες. Επίσης σε κάθε δωμάτιο οι παίκτες μπορούν να παρατηρήσουν οδηγίες οπότε τους υποδεικνύουν τι πρέπει να κάνουν για να λύσουν τον γρίφο του εν λόγω δωματίου. Επιπρόσθετα το μέγεθος των δωματίων επιλέχθηκε να είναι μεγάλο γιατί μέσα σε ένα VR περιβάλλον είναι πολύ εύκολο για τον χρήστη να νιώθει άβολα και να αποπροσανατολιστεί μέσα στον μικρό κλειστό χώρο. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να ζαλιστεί. Το μέγεθος των δωματίων μεγαλώνει καθώς οι παίκτες αλλάζουν επίπεδα, όπως και το επίπεδο δυσκολίας των γρίφων, κατά την διάρκεια του παιχνιδιού.

3.1.2 Χρήστες

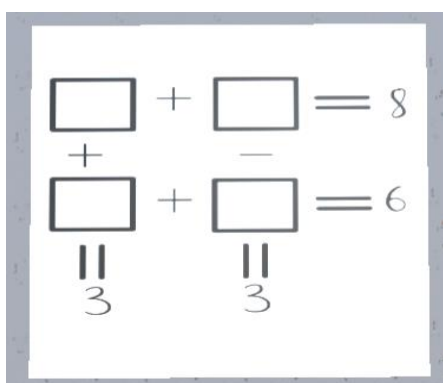
Οι χρήστες μπορούν να παίξουν το παιχνίδι χρησιμοποιώντας ένα Oculus VR headset και τα αντίστοιχα χειριστήρια του. Οι χρήστες παίζουν σε First Person Perspective αντί σε Third Person Perspective έτσι δεν βλέπουν κάποιο χαρακτήρα που υποδύονται και νιώθουν όντως ότι βρίσκονται οι ίδιοι σε αυτό των χώρο. Οι χρήστες μπορούν να κινούνται μέσα στα δωμάτια όταν κινούνται και στο πραγματικό χώρο που βρίσκονται αλλά επίσης μπορούν κινούνται μέσω των joystick των χειριστηρίων του Oculus. Ακόμα γυρνώντας το κεφάλι τους αντίστοιχα θα μπορούν να παρατηρούν τα δωμάτια στο παιχνίδι. Οι παίκτες έχουν την δυνατότητα να αλληλοεπιδρούν με διάφορα αντικείμενα μέσα στα δωμάτια έτσι ώστε να τους βοηθούν να λύνουν τους γρίφους που βρίσκουν. Τα δωμάτια έχουν διάφορα αντικείμενα με τα οποία οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδρούν όπως κουμπιά ηλεκτρονικής κλειδαριάς κωδικού ή κάποια switches. Ακόμα μπορούν να χειριστούν τους αριθμούς σε κανονικές κλειδαριές ή να επιλέξουν σημεία σε χάρτες που του δίνονται. Η χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με τα πιο πάνω αντικείμενα δείχνοντας προς αυτά με την ακτίνα του VR και πατώντας το trigger button του χειριστηρίου. Ακόμα οι χρήστες μπορούν να πιάνουν και να μετακινούν διάφορα αντικείμενα στα δωμάτια. Αυτό μπορούν να το πετύχουν με τον ίδιο τρόπο που αναφέρθηκα πιο πάνω. Πατώντας το trigger button το αντικείμενο

έρχεται προς αυτούς και όσο συνεχίζουν να πατούν αυτό το κουμπί θα κρατάνε το αντικείμενο. Μόλις σταματήσουν να πατούν το κουμπί αφήνουν το αντικείμενο.

3.1.3 Γρίφοι

Το κάθε δωμάτιο έχει και το δικό του γρίφο που συσχετίζεται με το θέμα του δωματίου. Το κάθε επίπεδο έχει τρεις γρίφους. Δύο όπου ο κάθε παίχτης πρέπει να λύσει μόνος του και έναν ακόμη για τον οποίο οι δύο παίχτες θα πρέπει να συνεργαστούν μεταξύ τους για να λυθεί.

Ο πρώτος γρίφος σχετίζεται με τα μαθηματικά όπως και το theme του δωματίου και οι δυο παίχτες πρέπει να τον λύσουν ανεξάρτητα. Οι δύο παίχτες μπορούν να δουν στο δωμάτιο έναν μαθηματικό γρίφο (Σχήμα 3.10) για τον οποίο ψάχνουν να βρουν τους τέσσερις αριθμούς που θα οδηγήσουν στη λύση του. Αφού βρουν τους αριθμούς πρέπει να πληκτρολογήσουν στην ηλεκτρονική κλειδαριά (Σχήμα 3.11) που υπάρχει τον σωστό κωδικό ξεκινώντας από τον αριθμό - λύση πάνω αριστερά και πηγαίνοντας με την φορά του ρολογιού. Η ηλεκτρονική κλειδαριά δέχεται τέσσερις αριθμούς κάθε φορά, αν ο κωδικός είναι λανθασμένος τότε ακούγεται ήχος σφάλματος, αλλιώς ήχος επιτυχίας και αυτόματα ανοίγει η πόρτα για το επόμενο δωμάτιο και εμφανίζεται ένα στοιχείο που θα βοηθήσει στη συνέχεια.



Σχήμα 3.10 – Μαθηματικός γρίφος



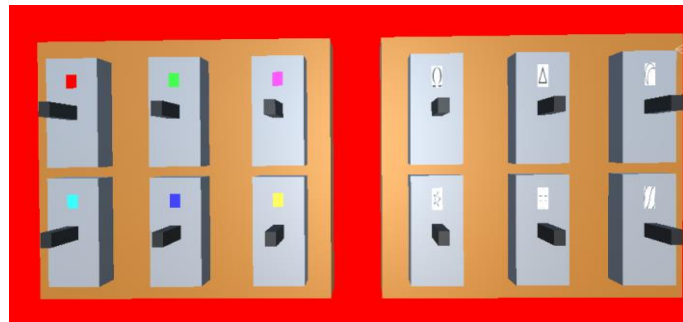
Σχήμα 3.11 – Ηλεκτρονική κλειδαριά

Στο δεύτερο δωμάτιο ο γρίφος λύνεται πάλι ανεξάρτητα, χωρίς να χρειάζεται η συνεργασία των δυο παιχτών. Ο κάθε παίχτης πρέπει να κατεβάσει τους σωστούς διακόπτες (Σχήμα 3.13) με βάση ενός πίνακα που βρίσκεται κάπου μέσα στο δωμάτιο 1

(Σχήμα 3.12). Ο κάθε διακόπτης αντιστοιχεί σε ένα χρώμα ή ένα σχήμα και ο παίχτης ανάλογα με το τι βλέπει στον πίνακα πρέπει να κατεβάσει τους αντίστοιχους διακόπτες. Για παράδειγμα αν ο πίνακας έχει ένα μπλε αστέρι τότε οι παίχτες πρέπει να κατεβάσουν τους διακόπτες των αντίστοιχων χρωμάτων και σχημάτων. Αυτό πρέπει να γίνει για όλα τα σχήματα και χρώματα του πίνακα. Οι υπόλοιποι διακόπτες πρέπει να μείνουν πάνω. Όταν όλοι οι διακόπτες είναι στη θέση που πρέπει, ανοίγει η πόρτα του δωματίου και εμφανίζεται ακόμη ένα στοιχείο.



Σχήμα 3.12 – Πίνακας δωματίου 1

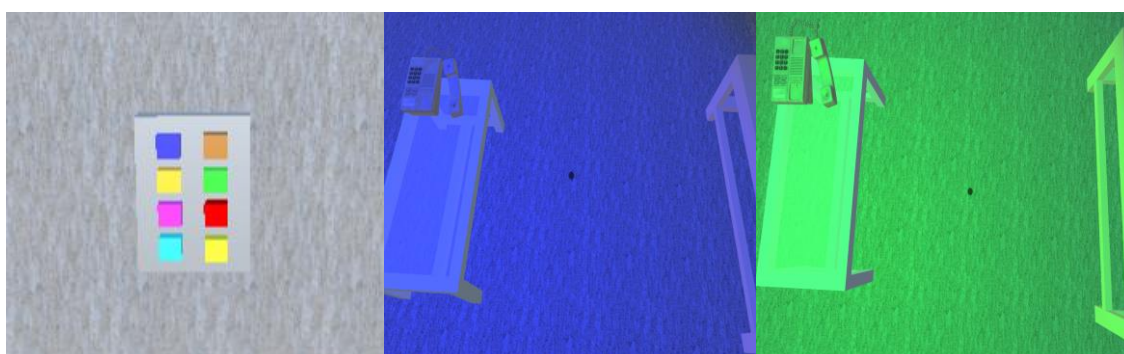


Σχήμα 3.13 – Διακόπτες

Το τρίτο δωμάτιο είναι το δωμάτιο του πρώτου επιπέδου όπου οι δυο παίχτες πρέπει να συνεργαστούν για να λύσουν τον γρίφο για να προχωρήσουν. Ο ένας παίχτης έχει στην διάθεση του μια κλειδαριά με τέσσερις αριθμούς (Σχήμα 3.14), στην οποία πατώντας πάνω σε κάθε αριθμό η τιμή του αυξάνεται κατά ένα. Ο άλλος παίχτης έχει στη διάθεση του ένα χειριστήριο με το οποίο μπορεί να αλλάξει τα χρώματα των spotlights (Σχήμα 3.15) που βρίσκονται στα δωμάτια των παιχτών. Από τις προηγούμενες δυο αποστολές ο παίχτης 1 σύλλεξε δυο στοιχεία στα οποία παρουσιάζονται τέσσερις αριθμοί με διαφορετικό χρώμα ο καθένας. Αυτοί οι αριθμοί χρειάζονται να μπουν στην κλειδαριά για να ξεκλειδωθεί, όμως ο παίχτης 1 δε γνωρίζει τη σειρά που πρέπει να μπουν. Ο παίχτης 2 σύλλεξε και αυτός δυο στοιχεία που γράφουν τέσσερις αριθμούς με διαφορετικό χρώμα ο καθένας, αλλά αυτοί είναι από το ένα μέχρι το τέσσερα. Αυτοί οι αριθμοί δεν είναι οι αριθμοί που μπαίνουν στην κλειδαριά του παίχτη 1, αλλά είναι η σειρά που πρέπει να μπουν. Έτσι οι παίχτες πρέπει να καταφέρουν να βρουν τον κωδικό της κλειδαριάς χρησιμοποιώντας τα πιο πάνω εργαλεία. Βρίσκοντας τον κωδικό ανοίγουν οι πόρτες και των δυο παιχτών για να μπορούν να προχωρήσουν στο επόμενο επίπεδο.



Σχήμα 3.14 – Κλειδαριά παίχτη 1



Σχήμα 3.15 – Χειριστήριο spotlight με παραδείγματα αλλαγής χρωμάτων του spotlight

Έπειτα, φτάνουμε στον πρώτο γρίφο του δευτέρου επιπέδου όπου οι παίκτες πρέπει να λύσουν ανεξάρτητα. Οι παίκτες μπορούν να δουν ένα παγκόσμιο χάρτη (Σχήμα – 3.16) πάνω στο οποίο υπάρχουν κουμπιά τοποθετημένα σε διάφορες χώρες. Οι παίκτες πρέπει να ενώσουν με τη σωστή σειρά τέσσερις χώρες μέσω μιας ιστορίας. Μπορούν να βρουν στοιχεία γι' αυτή σε όλα τα δωμάτια που ξεκλείδωσαν μέχρι τώρα. Το πρώτο στοιχείο της ιστορίας βρίσκεται μέσα σε ένα συρτάρι στο πρώτο δωμάτιο και το δεύτερο κομμάτι πάνω από ένα παιδικό παιχνίδι στο δεύτερο δωμάτιο. Τα υπόλοιπα δυο κομμάτια της ιστορίας βρίσκονται κάτω από το χαλί του τρίτου δωματίου και πάνω στο τηλεσκόπιο του τέταρτου (Σχήμα – 3.17). Βρίσκοντας αυτά τα στοιχεία οι παίκτες απλά πατούν πάνω στις τέσσερις χώρες που αναφέρει η ιστορία με τη σειρά που τις αναφέρει και έτσι λύνεται ο γρίφος, ξεκλειδώνουν την πόρτα και εμφανίζεται ένα άλλο στοιχείο. Το στοιχείο που εμφανίζεται στον ένα παίχτη είναι ένα γράμμα και στον άλλον η πληροφορία ότι κάπου ξεκλειδώθηκε ένα κομμάτι ενός χάρτη.



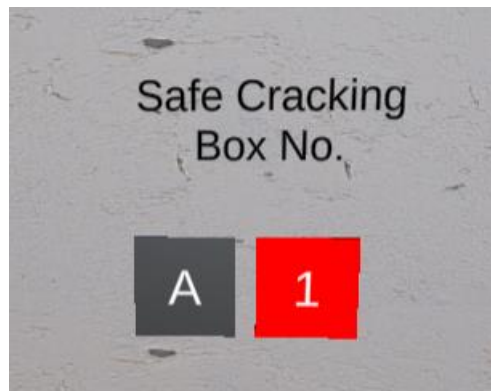
Σχήμα 3.16 – Παγκόσμιος χάρτης



Σχήμα 3.17 – Στοιχείο της ιστορίας στο δωμάτιο 4

Στη συνέχεια φτάνουμε στο δωμάτιο 5 όπου και πάλι οι παίκτες πρέπει να λύσουν τον γρίφο του ανεξάρτητα. Οι δυο παίκτες μπορούν να εντοπίσουν μια κλειδαριά με ένα γράμμα και ένα αριθμό (Σχήμα – 3.18) η οποία δουλεύει όπως αυτή του τρίτου δωματίου. Οι παίκτες μπορούν να παρατηρήσουν ένα πίνακα αποθήκευσης αποδεικτικών στοιχείων (Σχήμα – 3.19), εκεί πρέπει να αντιληφθούν ότι το Box No της έκτης γραμμής είναι σβησμένο και είναι ο κωδικός που χρειάζεται να βάλουν στην κλειδαριά. Πρέπει να καταλάβουν ότι ο αριθμός που ψάχνουν είναι ο αριθμός της σειράς και το γράμμα είναι το αρχικό γράμμα του επίθετου στη στήλη με τα ονόματα αυτής της σειράς, όπως και τα υπόλοιπα Box No που ακολουθούν το ίδιο μοτίβο. Έτσι

ξεκλειδώνοντας το δωμάτιο εμφανίζεται στον παίχτη που έχει το γράμμα από το δωμάτιο 4 ένας αριθμός και στον άλλο παίχτη ότι ξεκλείδωσε και τον υπόλοιπο χάρτη .



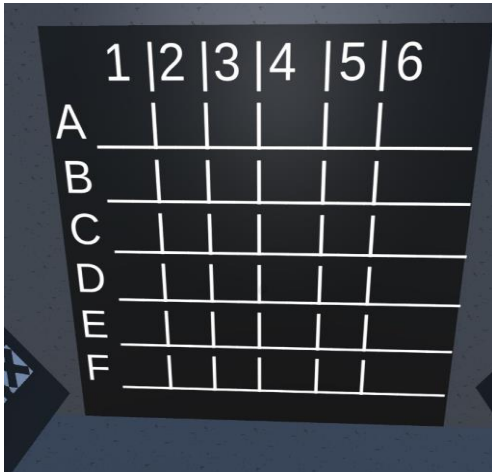
Σχήμα 3.18 – Κλειδαριά δωματίου 5

EVIDENCE STORAGE		E' DIVISION POLICE STN.
NAME	CRIME	BOX No.
		-01
Alan Wright	Asson	W-02
John Evans	Assault	E-03
		-04
William Clarke	Safe Cracking	
Elizabeth Parker	Off. Murder	P-
		-10
Matthew Helt	Petty Theft	H-11

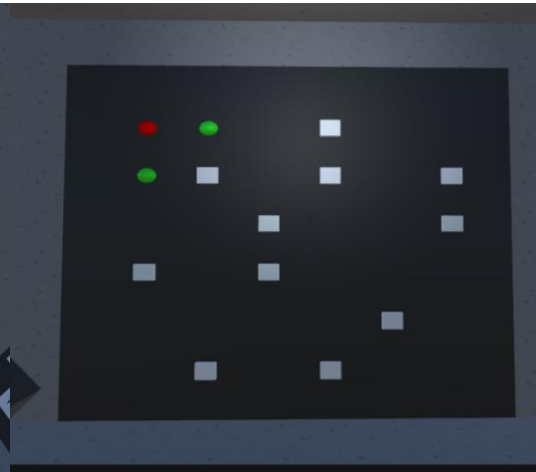
Σχήμα 3.19 – Πίνακας αποθήκευσης αποδεικτικών στοιχείων

Στο τελευταίο δωμάτιο του δευτέρου επιπέδου οι δυο παίχτες πρέπει να ξανασυνεργαστούν για να βρουν τη λύση. Ο παίχτης 1, όπου έχει τα στοιχεία με τον αριθμό και το γράμμα μπορεί να δει στο δωμάτιο ένα χάρτη μόνο με τις συντεταγμένες, χωρίς περιεχόμενο (Σχήμα – 3.20). Ο παίχτης 2 μπορεί να δει στο δωμάτιο του τον χάρτη που ξεκλείδωσε από τις προηγούμενες δυο αποστολές (Σχήμα – 3.21). Επίσης και οι δυο παίχτες έχουν δυο κατηγορίες από κουμπιά. Η μια κατηγορία δείχνει τέσσερα κουμπιά με τις τέσσερις κατευθύνσεις (Σχήμα – 3.22) και η άλλη δείχνει δυο

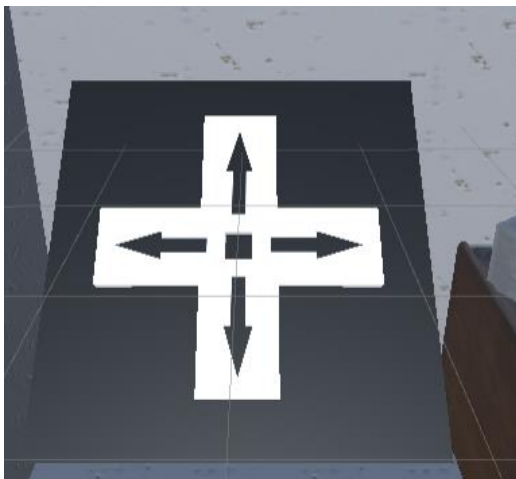
κουμπιά: το tick που υποδεικνύει το σωστό και το cross που υποδεικνύει το λάθος (Σχήμα – 3.23). Πατώντας ο ένας παίχτης το κάθε ένα κουμπί παρουσιάζεται το αντίστοιχο σύμβολο στην οθόνη του συμπαίχτη του. Έτσι μέσω των δυο πιο πάνω ομάδων κουμπιών ο παίχτης με τις συντεταγμένες πρέπει να κατευθύνει τον παίχτη με τον χάρτη στην συντεταγμένη - στόχο. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη λύση του γρίφου και το άνοιγμα της πόρτας και των δύο προς το επόμενο επίπεδο .



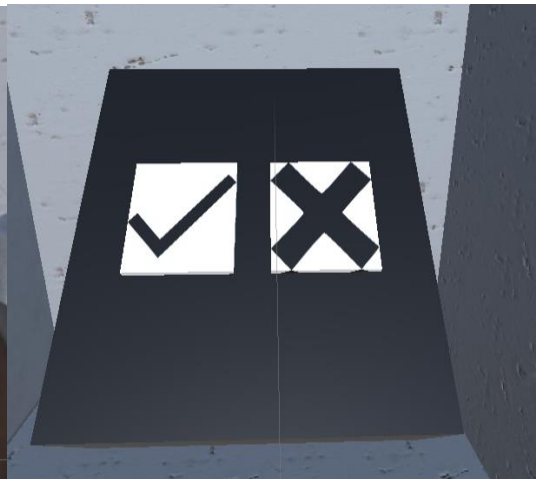
Σχήμα 3.20 – Χάρτης παίχτη 1



Σχήμα 3.21 – Χάρτης παίχτη 2



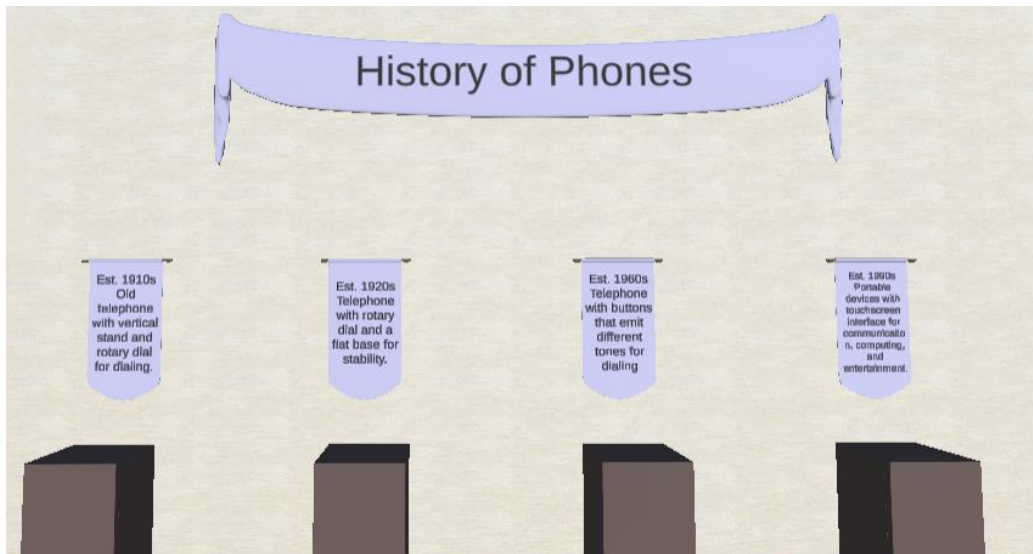
Σχήμα 3.22 – Κατηγορία κουμπιών με τις τέσσερις κατευθύνσεις



Σχήμα 3.23 – Κατηγορία κουμπιών με tick και cross

Έπειτα κατευθυνόμαστε στο πρώτο δωμάτιο του τελευταίου επιπέδου στο οποίο οι παίχτες δεν πρέπει να συνεργαστούν για να το λύσουν. Οι παίχτες μπορούν να δουν 4 άδεια stands (Σχήμα – 3.24). Πάνω από κάθε stand υπάρχει μια περιγραφή ενός τηλεφώνου που έπρεπε να βρίσκεται εκεί σύμφωνα με το μουσείο τεχνολογίας. Οι

παίχτες πρέπει να ψάξουν στα προηγούμενα δωμάτια που ξεκλείδωσαν και να βρουν τα τέσσερα διαφορετικά είδη τηλεφώνων (παράδειγμα Σχήμα – 3.25) και να τα τοποθετήσουν στο σωστό stand σύμφωνα με την περιγραφή. Τοποθετώντας όλες τις τηλεφωνικές συσκευές ορθά λύνεται ο γρίφος αυτού του δωματίου κι έτσι, ανοίγει η πόρτα. Τα τρία τελευταία stands σηκώνονται και οι παίκτες έχουν πρόσβαση σε τρία σύμβολα που είναι στοιχεία που πρέπει να χρησιμοποιήσουν στην συνέχεια.



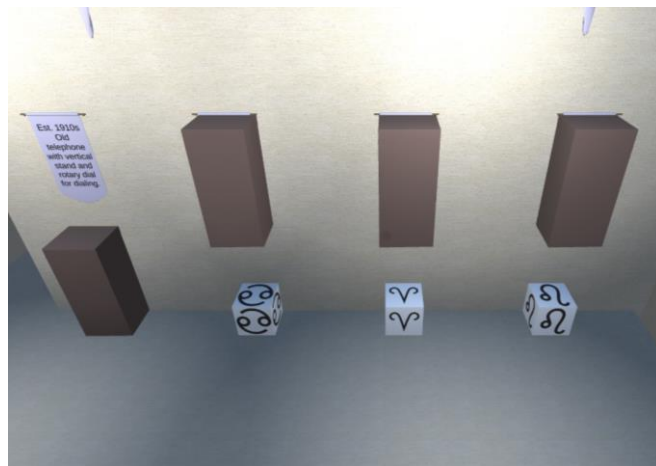
Σχήμα 3.24 – Stands με τις περιγραφές τηλεφώνων



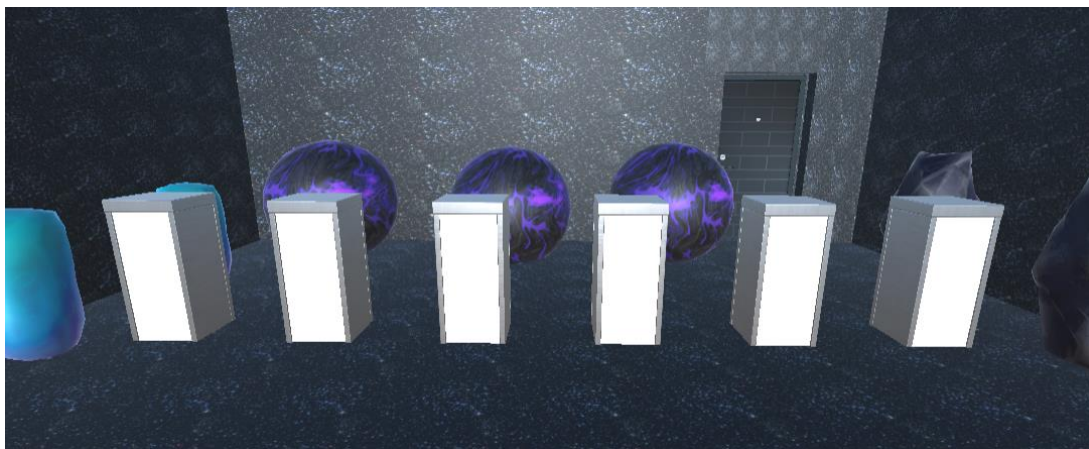
Σχήμα 3.25 – Τηλέφωνο στο δωμάτιο 5

Στο δεύτερο από το τέλος δωμάτιο του παιχνιδιού οι δυο παίκτες πρέπει να συνεργαστούν αλλά και ταυτόχρονα να ανταγωνιστούν ο ένας τον άλλον έτσι ώστε να περάσουν όσο πιο γρηγορά στο επόμενο δωμάτιο που θα κρίνει τον νικητή. Οι δυο παίκτες έχουν μπροστά τους από έξι stands (Σχήμα – 3.27) και επίσης έχουν στην διάθεση τους τα τρία σύμβολα από το προηγούμενο δωμάτιο (Σχήμα – 3.26). Ο κάθε

παίχτης έχει από τρία ξεχωριστά stand στα οποία πρέπει να βάλει τα σύμβολα του με την σωστή σειρά. Αν οι δυο παίκτες προσπαθήσουν να βάλουν τα σύμβολα τους στο αντίστοιχο ορθό stand έτσι, θα έχουν 720 συνδυασμούς που το καθιστά αδύνατο. Ένας παίχτης μπορεί να γνωρίζει αν ο συμπαίχτης του τοποθέτησε το σύμβολο του στη σωστή θέση βλέποντας το χρώμα του κάτω από κάθε stand.



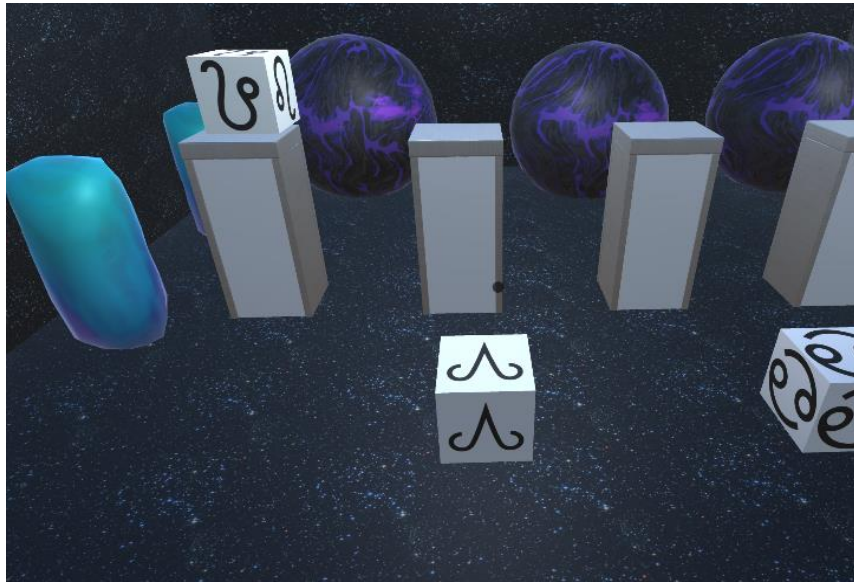
Σχήμα 3.26 – Σύμβολα για το δωμάτιο 8



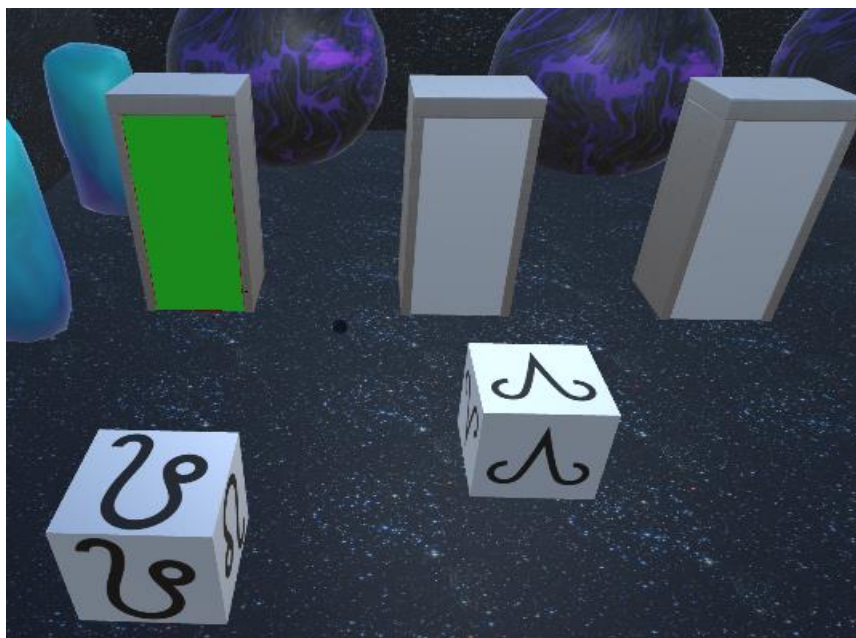
Σχήμα 3.27 – Stands συμβόλων

Έστω ο παίχτης 1 τοποθετεί το σύμβολο A στο πρώτο stand του και είναι σωστή η θέση του (Σχήμα – 3.28), τότε ο παίχτης 2 βλέπει ότι το πρώτο stand έγινε πράσινο (Σχήμα – 3.29) έτσι κανένα από τα δικά του σύμβολα δεν τοποθετούνται σε αυτό το stand. Με αυτό τον τρόπο οι παίκτες μπορούν να σκεφτούν και να περιορίσουν τον αριθμό των stands που πρέπει να μουν τα σύμβολα τους σε μόνο τρία και έτσι οι πιθανοί συνδυασμοί για να λύσουν τον γρίφο γίνονται 6 οπού είναι εύκολο να δοκιμαστεί. Έτσι

οι δυο παίκτες πρέπει να συνεργαστούν αλλά επίσης πρέπει να προσπαθήσουν να βοηθήσουν όσο πιο λίγο γίνεται τον συμπαίκτη τους έτσι ώστε να μπορούν να αποκτήσουν προβάδισμα, και να κατευθυνθούν προς το τελευταίο δωμάτιο όπου θα κριθεί ο νικητής πιο γρηγορά.



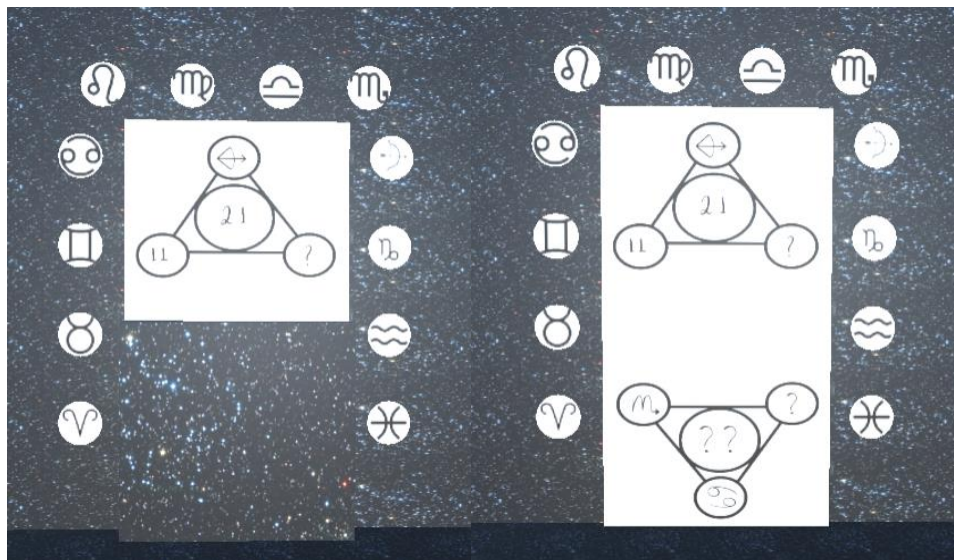
Σχήμα 3.28 – Ο παίκτης 1 τοποθετεί το σύμβολο Α στο πρώτο stand



Σχήμα 3.29 – Ο παίκτης 2 βλέπει ότι το σύμβολο Α του παίκτη 1 είναι σε λάθος θέση

Φτάνοντας στο τελευταίο δωμάτιο, στο οποίο οι παίκτες θα ανταγωνιστούν ο ένας τον άλλο για τη νίκη, μπορούμε να παρατηρήσουμε ένα γρίφο (Σχήμα – 3.30 αριστερά).

Γύρω από το γρίφο υπάρχουν 12 σύμβολα. Στο τρίγωνο οι δυο παίκτες μπορούν να παρατηρήσουν ότι υπάρχει ένας αριθμός στο εξωτερικό, ένα σύμβολο και ένα μονό ερωτηματικό και ότι στο κέντρο υπάρχει ακόμα ένας αριθμός. Η πρόσθεση των εξωτερικών κομματιών του τριγώνου δίνουν το αποτέλεσμα του κεντρικού κομματιού. Ο αριθμός που αντιστοιχεί στο σύμβολο του τριγώνου είναι η σειρά του αντίστοιχου συμβόλου στα σύμβολα γύρω από τα puzzles. Βρίσκοντας το πρώτο ερωτηματικό οι παίκτες πρέπει να το πληκτρολογήσουν στην ηλεκτρονική κλειδαριά με το ένα ερωτηματικό και έτσι ξεκλειδώνεται το δεύτερο puzzle του δωματίου (Σχήμα – 3.30 δεξιά). Παρόμοια συνεχίζεται και στο δεύτερο puzzle, αφού εξωτερικά υπάρχουν δυο σύμβολα που η τιμή και αυτών μπορεί να βρεθεί από την αντίστοιχη σειρά τους και ένα μονό ερωτηματικό που παίρνει την τιμή της λύσης του προηγούμενου puzzle. Τέλος όταν ένας από τους δυο παίκτες υπολογίσει την λύση του διπλού ερωτηματικού και το πληκτρολογήσει στην ηλεκτρονική κλειδαριά με τα δυο ερωτηματικά αναδεικνύεται νικητής και το παιχνίδι τελειώνει .



Σχήμα 3.30 – Γρίφοι δωματίου 9

3.2 Υλοποίηση

3.2.1 Υλοποίηση Unity

Για την υλοποίηση του VR escape room, χρησιμοποιήσαμε το Unity Development Platform editor, έκδοση 2020.3.29f1. Χρησιμοποιήσαμε κυρίως τα animations και τα scripts που προσφέρονται μέσω του Unity. Επιπλέον, για τα σκηνικά μας χρησιμοποιήσαμε τα game objects που είναι διαθέσιμα στο Unity Asset Store και στο Sketchfab. Για τα ηχητικά εφέ χρησιμοποιήσαμε αποσπάσματα από το Pixabay. Το VR περιβάλλον δημιουργήθηκε με τα assets XR και XRI του Unity XR Plugin Management και XR Interaction Toolkit καθώς και το asset oculus-controller-art-v1.5. Για την υλοποίηση του δικτύου χρησιμοποιήσαμε το Unity Networking και Netcode.

Γενικά για την υλοποίηση των κλειδαριών, των διακοπών, των χειριστηρίων και των σημείων των χαρτών χρησιμοποιήθηκε η `OnClickInvoke()` συνάρτηση του Unity. Κάθε κουμπί στις ηλεκτρονικές κλειδαριές έχει ανατεθειμένο πάνω του τον αντίστοιχο αριθμό και όταν πατηθεί αυτός ο αριθμός εισάγεται σαν παράμετρος στην συνάρτηση `ButtonClicked (string number)` η οποία καλείται. Σε αυτή την συνάρτηση αποθηκεύεται ο κωδικός μετά από κάθε πάτημα κουμπιού και όταν το μέγεθος του φτάσει τέσσερα γίνεται έλεγχος αν είναι ορθός ή όχι. Επιπρόσθετα η κανονικές κλειδαριές δημιουργήθηκαν ακριβώς με τον ίδιο τρόπο λειτουργίας. Πατώντας σε ένα αριθμό τους καλείται η συνάρτηση `ButtonClicked (string wheel)` όπου `wheel` είναι η θέση του αριθμού που πατήθηκε στην κλειδαριά. Η κάθε σειρά από αριθμούς της κλειδαριάς έχει ένα μετρητή που αποθηκεύει τον αριθμό της την συγκεκριμένη στιγμή. Μετά από κάθε πάτημα αριθμού γίνεται έλεγχος αν η κλειδαριά έχει πάνω τον σωστό κωδικό. Για τους διακόπτες παρομοίως. Με το πάτημα του κάθε διακόπτη καλείται η συνάρτηση `SwitchClicked (string symbol)` μέσω της `OnClickInvoke()` και η παράμετρος `symbol` είναι το όνομα του συμβόλου. Μετά από κάθε πάτημα κάποιου διακόπτη γίνεται έλεγχος για το αν ο κάθε διακόπτης έχει την σωστή τιμή για την ορθή λύση του γρίφου.

Ο χάρτης ξεκινά με τρία αρχικά σημεία να εμφανίζονται. Πατώντας πάνω σε κάποιο διαθέσιμο σημείο εμφανίζονται τα γειτονικά σημεία του, τα οποία είναι αποθηκευμένα στο script Map.

Τα stands λειτουργούν με τις συναρτήσεις του Unity, `OnCollisionEnter(Collision collision)` και `OnCollisionExit(Collision collision)`. Αυτές οι συναρτήσεις ελέγχουν αν ένα αντικείμενο αγγίζει ένα stand ή όχι αντίστοιχα και ανάλογα με το όνομα αντικείμενου εκτελούν τις ενέργειες που τέθηκαν από το κάθε script.

3.2.2 Υλοποίηση XR System

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω η υλοποίηση του XR system στο game έγινε με τα packages XR Plugin Management και XR Interaction Toolkit.

Αρχικά έγινε η δημιουργία ενός XR Interaction Manager που χειρίζεται τις αλληλεπιδράσεις του XR System σε όλο το παιχνίδι. Τον ρυθμίσαμε με το XRI Default Input Actions το οποίο προσφέρει το Unity. Έτσι, ρυθμίσαμε τις αλληλεπιδράσεις σύμφωνα με αυτές που έχουν συνήθως τα παραπάνω παιχνίδια που χρησιμοποιούν XR Interactions.

Κάθε player game object στο παιχνίδι χρησιμοποιεί το XR Origin script το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως για τον καθορισμό της θέσης και του προσανατολισμού του ‘tracking space’ του παίκτη σε ένα VR. Συγκεκριμένα, ορίζει τη θέση μετασχηματισμού και την περιστροφή του αντικειμένου στο οποίο είναι συνδεδεμένο. Αυτό επιτρέπει στο σύστημα VR να παρακολουθεί τις κινήσεις του παίκτη και να προσαρμόζει το εικονικό περιβάλλον αναλόγως. Ακόμα κάθε player game object χρησιμοποιεί το script Locomotion System το οποίο χρησιμοποιείται για να καθορίσει τον τρόπο με τον οποίο ο παίκτης μπορεί να κινείται μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Όπως προαναφέρθηκε οι παίκτες κινούνται μέσω των joysticks. Επιπρόσθετα ένα script που υπάρχει στο κάθε player game object είναι το `DynamicMoveProviderScript`, το οποίο επιτρέπει στον παίκτη να κινείται με τη φυσική κίνηση του σώματός του όπως προαναφέρθηκε. Αυτό είναι γνωστό ως ‘φυσική μετακίνηση’ και μπορεί να προσφέρει μια πιο καθηλωτική εμπειρία για τον παίκτη. Τέλος, για να μπορεί το player game object να μην περνά μέσα

από αντικείμενα χρησιμοποιήθηκε το `CharacterControllerDriverScript` που είναι υπεύθυνο για την ανίχνευση των collision.

Ο έλεγχος των εισόδων από τα VR χειριστήρια όπως και τα δεδομένα θέσης και προσανατολισμού τους γίνεται με τη χρήση του script `XRController` και `XRRayInteraction` που είναι πάνω στο left-hand και right-hand controller game objects. Στα πιο πάνω scripts ανατέθηκε η XRI Default controller ρύθμιση. Επίσης μέσω αυτού του script είναι εφικτή η αλληλεπίδραση των χειριστηρίων με τον κόσμο του παιχνιδιού. Από το κάθε χειριστήριο εξέρχεται μια κόκκινη ακτίνα. Αν η ακτίνα γίνει άσπρη όταν κατευθύνεται σε ένα αντικείμενο τότε αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με αυτό το αντικείμενο.

3.2.3 Υλοποίηση Network System

Αφού το παιχνίδι χρειάζεται δυο παίκτες για να μπορεί να λειτουργήσει έπρεπε να υλοποιηθεί με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να μπορεί να το υποστηρίξει. Έτσι στην υλοποίηση το παιχνίδι εφαρμόστηκε το Unity Networking and Netcode Software. Αρχικά δημιουργήσαμε ένα Network Manager game object με το script `NetworkManager` πάνω του. Μέσω αυτού του script μπορούμε να δημιουργήσουμε το network για το παιχνίδι, όπως και να ορίσουμε πιο player game object θέλουμε να δημιουργείται για τον κάθε χρήστη. Πατώντας το κουμπί Host στο UI, καλείται το `StartHost` του `NetworkManager`, έτσι ο ένας παίκτης γίνεται host και μπαίνει στο παιχνίδι και δημιουργώντας ένα network που μπορεί να συνδεθεί ο άλλος παίκτης. Για να γίνει αυτό πρέπει να πατήσει το κουμπί Client στο UI για να κληθεί το `StartClient` του `NetworkManager`. Ο κάθε παίκτης θα κάνει spawn σε διαφορετική ομάδα δωματίων, αυτό γίνεται μέσω του script `SpawnPos`. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι δυο παίκτες να μουν στο ίδιο παιχνίδι, ο καθένας στον χώρο που πρέπει.

Αφού οι δυο παίκτες βρίσκονται σε διαφορετικό χώρο πρέπει να δημιουργηθεί ένας τρόπος για την ανταλλαγή ‘μηνυμάτων’ μεταξύ τους. Για να υλοποιηθεί αυτό χρησιμοποιήσαμε το `UnnamedStringMessageHandler` που προσφέρει το Unity Networking and Netcode Software. Με αυτό τον τρόπο υπάρχει η δυνατότητα ο host να

στέλνει ‘μηνύματα’ στον client και το αντίθετο. Το κάθε ‘μήνυμα’ έχει το δικό του όνομα. Μέσω αυτού ο host μπορεί να στείλει ένα ‘μήνυμα’ του client και έτσι μπορεί να εκτελεστεί μια συνάρτηση με την εντολή του host στο περιβάλλον του client.

Για παράδειγμα , όταν ο host βρει τον κωδικό της κλειδαριάς στο δωμάτιο 3 ένα μήνυμα πρέπει να πάει και στον client έτσι ώστε να ανοίξει και η δική του πόρτα αφού το δωμάτιο 3 απαιτεί συνεργασία και ο δεύτερος δεν έχει δική του κλειδαριά. Έτσι όταν λυθεί ο γρίφος του host και πάει στην συνάρτηση UnlockDoor του ScriptLocker, γίνεται έλεγχος αν αυτή την συνάρτηση την κάλεσε ο host. Αν ισχύει, τότε στέλνεται ένα unnamed message με το μήνυμα OpenDoorRoom3Msg στον MessageHandler μέσω της εντολής

```
FindObjectOfType<UnnamedStringMessageHandler>().SendUnnamedMessage  
(StringRepo.NetwoerkMessages.OpenDoorRoom3Msg).
```

Ο εν λόγω handler παίρνει αυτό το μήνυμα μέσω της συνάρτησης OnReceivedUnnamedMessage που ανάλογα με το περιεχόμενο του μηνύματος εκτελεί την κατάλληλη εντολή που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η UnlockDoor για να ανοίξει και η πόρτα του client. Για να μπορεί να έχει προσβάσεις στην UnlockDoor πρέπει να υπάρχει πρώτα πρόσβαση στο script Locker έτσι αρχικά πρέπει να δημιουργηθεί μια μεταβλητή με αυτό τον τύπο. Με το ίδιο μοτίβο μπορούν να ανταλλάσσονται μηνύματα μεταξύ του host και του client σε άλλες παρόμοιες περιπτώσεις που χρειάζεται κατά την διάρκεια του παιχνιδιού.

Κεφάλαιο 4

Μεθοδολογία Έρευνας

4.1 Περιβάλλον ερευνάς	29
4.2 Διαδικασία ερευνάς	29
4.3 Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων	30
4.4 Δεδομένα που συλλέξαμε	31

4.1 Περιβάλλον ερευνάς

Συνολικά 11 ζευγάρια εθελοντών συμμετείχαν στο πείραμά μας, όπου τους ανατέθηκε να ολοκληρώσουν το collaborative VR escape room που αναπτύξαμε. Λόγω περιορισμών πόρων, οι δύο παίκτες κάθε ζεύγους ήταν φυσικά παρόντες στο ίδιο δωμάτιο εντός του ελεγχόμενου εργαστηριακού μας περιβάλλοντος. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι δεν ήταν σε θέση να επικοινωνήσουν μεταξύ τους προφορικά, οπτικά ή μέσω κειμένου. Οι δύο συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν το Oculus Rift CV1 headset [20] και παρέμεναν στατικοί κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Παρακολουθούσαμε και τους δύο χρήστες μέσω οθονών καθ' όλη τη διάρκεια του παιχνιδιού, ώστε να μπορούμε να παρατηρούμε την πρόοδό τους και να παρεμβαίνουμε αν χρειαστεί.

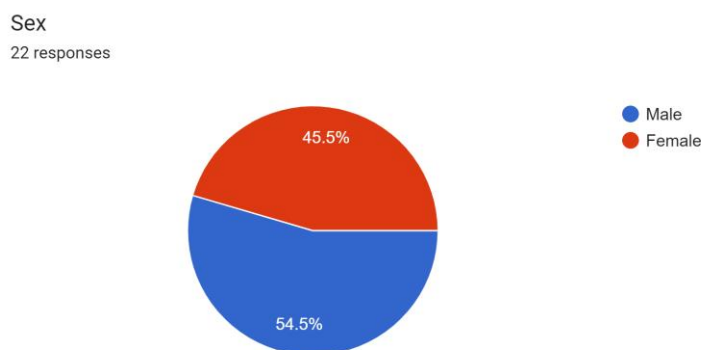
4.2 Διαδικασία ερευνάς

Διεξάγουμε μια αξιολόγηση από τους χρήστες του escape room μας ως μια μορφή μελέτης και ανάλυσης της συμπεριφοράς και της αντίδρασης τους όταν έχουν να κάνουν με μη παραδοσιακά μέσα επικοινωνίας στο collaborative VR. Υποθέτουμε ότι τα ευρήματά μας θα παράσχουν στοιχεία σχετικά με το βαθμό στον οποίο οι χρήστες επωφελούνται από την προκλητική πτυχή που εισάγουμε, δίνοντας κίνητρα για

περαιτέρω έρευνα για τη μελέτη της επίδρασης εναλλακτικών τρόπων επικοινωνίας καθώς και για μελλοντικές εφαρμογές που θα ενσωματώσουν αυτή την πτυχή στα πλαίσιά τους. Σχεδιάσαμε το παιχνίδι και το συμπληρωματικό ερωτηματολόγιο έτσι ώστε να είμαστε σε θέση να παρατηρήσουμε κατά πόσο οι χρήστες θα πετύχουν την επίλυση των γρίφων υπό αυτούς τους περιορισμούς επικοινωνίας, καθώς και να προσδιορίσουμε πώς αυτοί επηρέασαν την εμπειρία τους, π.χ. πιο ελκυστική, προκλητική, δύσκολη, δημιουργική κ.λπ. Εν ολίγοις, θα ήταν πολύτιμο να προσδιοριστεί κατά πόσον οι δημιουργοί VR εμπειριών θα πρέπει να διερευνήσουν εναλλακτικές μεθόδους επικοινωνίας στο πλαίσιο της ανάπτυξής τους.

4.3 Δημογραφικά στοιχεία συμμετεχόντων

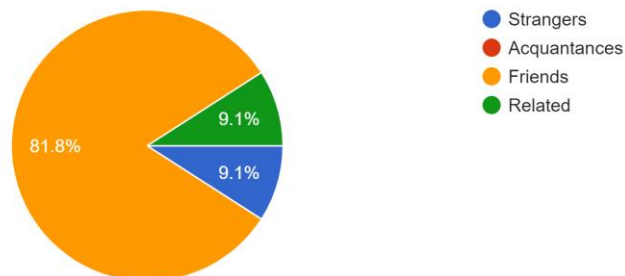
Η αξιολόγηση και η ανάλυση του πλαισίου μας αποτελεί σημαντικό μέρος αυτής της εργασίας. Ως εκ τούτου, πραγματοποιούμε τη μελέτη μας για τους χρήστες, όπου έντεκα ομάδες των δύο ατόμων συμμετείχαν στο VR escape room. Οι συμμετέχοντες αποτελούνταν από 45.5% γυναίκες και 54.5% άνδρες (Σχήμα 4.1), και το 81.8% των σχέσεων μεταξύ των χρηστών της ίδιας ομάδας ήταν σχέσης φίλιας (Σχήμα 4.2), καθώς έχει αποδειχθεί ότι οι άνθρωποι είναι πιο αφοσιωμένοι όταν παίζουν εναντίο φίλων τους [31], και έχουν ήδη καθιερώσει έναν “εσωτερικό/προσωπικό” τρόπο επικοινωνίας. Όλοι οι συμμετέχοντες ανήκουν στην ίδια ηλικιακή ομάδα, δηλαδή σε νέους ηλικίας 19-24 ετών.



Σχήμα 4.1 – Στοιχεία φύλου

Relationship with other User

22 responses



Σχήμα 4.2 – Στοιχεία σχέσεων μεταξύ χρηστών

4.4 Δεδομένα που συλλέξαμε

Μετά το πέρας της μελέτης, κάθε χρήστης συμπλήρωσε δύο ερωτηματολόγια (διαδικτυακά) που αντανακλούν την εμπειρία του στο εικονικό περιβάλλον: το πρώτο αφορά την εμπειρία της εικονικής πραγματικότητας στο εικονικό περιβάλλον, ενώ το δεύτερο είναι ένα ερωτηματολόγιο τύπου συνέντευξης που χρησιμεύει ως βάση για τα συμπεράσματα που βγάζουμε σχετικά με τους εναλλακτικούς τρόπους επικοινωνίας στο collaborative VR. (link for questionnaires : [here](#))

Κεφάλαιο 5

Αποτελέσματα

5.1 Στατιστικά στοιχεία	32
5.2 Η VR εμπειρία των χρηστών	33
5.3 Έρευνα χρηστών και υποθέσεις	34
5.4 Συζήτηση	38

5.1 Στατιστικά στοιχεία

Σε γενικές γραμμές, οι συμμετέχοντες κατάφεραν να λύσουν τους ατομικούς γρίφους. Τα ποσοστά επιτυχίας για το πρώτο και δεύτερο συνεργατικό γρίφο ήταν 100% και 81% αντίστοιχα. Αυτό δείχνει ότι οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να προσαρμοστούν στη μη λεκτική και μη γραπτή επικοινωνία σχετικά εύκολα για τους απλούστερους γρίφους - μόνο το 27% έλαβε υποδείξεις για το πρώτο και 55% για το δεύτερο συνεργατικό γρίφο. Ωστόσο, τα ποσοστά επιτυχίας μειώνονται για τον πιο πολύπλοκο γρίφο (τον τελευταίο συνεργατικό-ανταγωνιστικό γρίφο) αφού όλες οι ομάδες έλαβαν μόνον υποδείξεις και μόλις το 36% των ομάδων κατάφερε να βγει από το escape room. Πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τους χρόνους ολοκλήρωσης κάθε επιπέδου εμφανίζονται στον πίνακα 5.1.

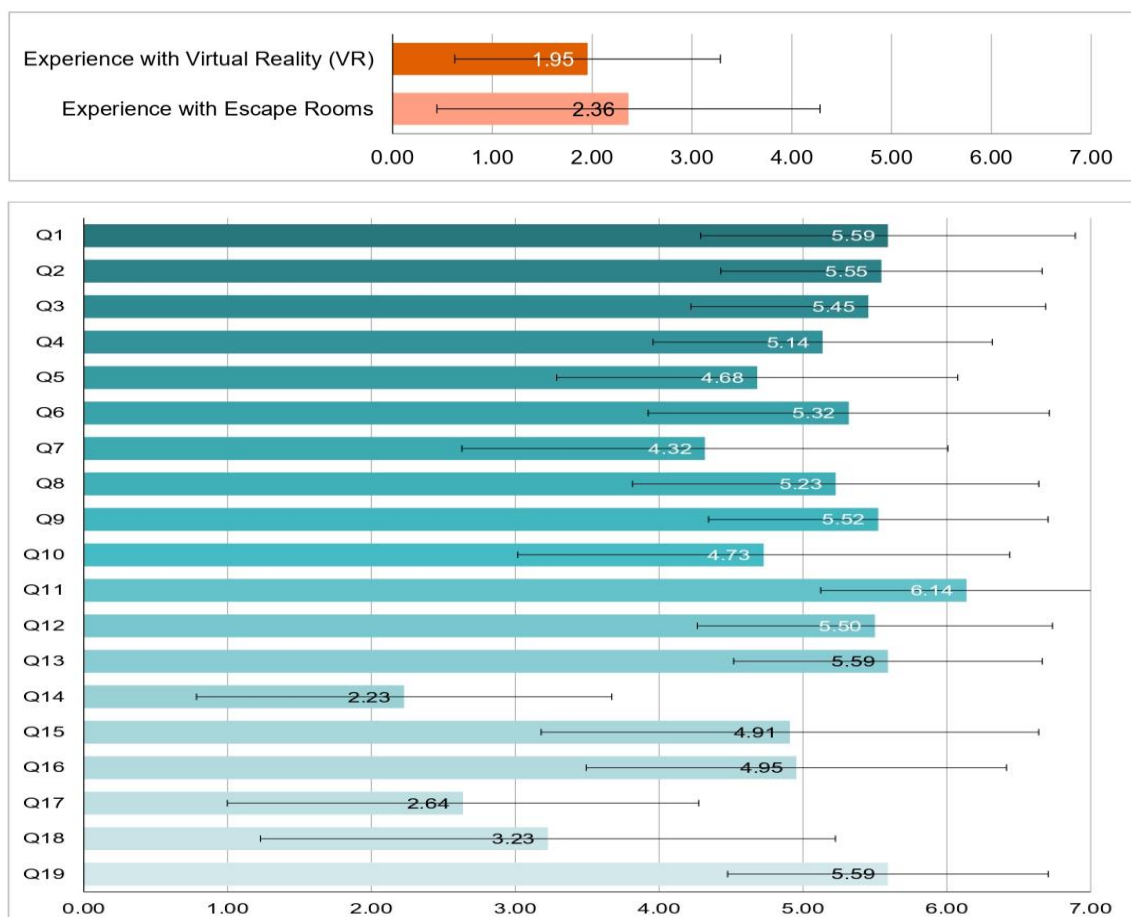
Level	Average Time (min.)
1st	8.45
2nd	9.55
3rd	15.5 (*for successful teams)

Πίνακας 5.1

5.2 Η VR εμπειρία των χρηστών

Μετά την ολοκλήρωση του escape room, καθένας από τους δύο παίκτες συμπληρώσε ένα ερωτηματολόγιο που αντανακλά την εμπειρία τους στο VR - χρησιμοποιήσαμε το Presence Questionnaire (PQ) που αναπτύχθηκε από τους Witmer και Singer [30] και αργότερα αναθεωρήθηκε από τον Witmer [29]. Επιλέξαμε το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της εμπειρίας VR των χρηστών, καθώς είναι κατάλληλο για τη μέτρηση της παρουσίας σε εικονικά περιβάλλοντα.

Τα αποτελέσματα του PQ απεικονίζονται στο Σχήμα 5.1(κάτω), όπου φαίνεται ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες σε αυτό το πείραμα είχαν ικανοποιητική εμπειρία. Ακόμη μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες ήταν αρχάριοι χρήστες εργαλείων VR (Σχήμα 5,1 (πάνω)).



Σχήμα 5.1 - Σύνοψη των ανατροφοδοτήσεων των χρηστών σχετικά με την εμπειρία τους στο VR

5.3 Έρευνα χρηστών και Υποθέσεις

Μέσω του δεύτερου ερωτηματολογίου και των συμπληρωματικών ερωτήσεων συνέντευξης, στοχεύουμε να ελέγξουμε τις 3 κύριες υποθέσεις μας για το πείραμα αυτό, ώστε να μπορέσουμε στη συνέχεια να εφαρμόσουμε τα συμπεράσματά μας στο γενικότερο πεδίο του collaborative VR, χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της δοκιμής μας (VR escape room user evaluation) ως πειραματική μελέτη.

Οι συνεντεύξεις είναι ημιδομημένες, καθώς οι ερωτήσεις είναι σταθερές, αλλά κάθε χρήστης έχει την ελευθερία να δώσει σύντομες μη δομημένες απαντήσεις. Αυτός ο σχεδιασμός είναι σκόπιμος, καθώς οι απαντήσεις τους χρησιμοποιούνται για να παρέχουν αργότερα στοιχεία υπέρ ή κατά των υποθέσεών μας.

Πιο συγκεκριμένα, υποθέτουμε:

- H1: Στα CVE μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικοί τρόποι επικοινωνίας που δεν βασίζονται σε κείμενο ή σε ήχο.
- H2: Οι χρήστες επιθυμούν εναλλακτικούς τρόπους επικοινωνίας εκτός από τα παραδοσιακά μέσα που είδη υπάρχουν στις εμπειρίες VR.
- H3: Οι χρήστες επινοούν καινοτόμους και ποικίλους τρόπους εναλλακτικής επικοινωνίας όταν τους δίνονται τα εργαλεία.

Προκειμένου να ελέγξουμε αυτές τις υποθέσεις μέσω της πειραματικής μας διάταξης, σχεδιάζουμε το δεύτερο ερωτηματολόγιο, όπου παίρνουμε συνέντευξη από τους χρήστες μετά την ολοκλήρωση της εμπειρίας τους στο VR, συλλέγοντας τις απαντήσεις τους σε συγκεκριμένες ερωτήσεις που είναι διατυπωμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να βοηθήσουν στην υποστήριξη ή την απόρριψη των υποθέσεών μας. Αναλυτικότερα, στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζονται οι ερωτήσεις που θέσαμε μαζί με τη σχετική υπόθεση που αφορά.

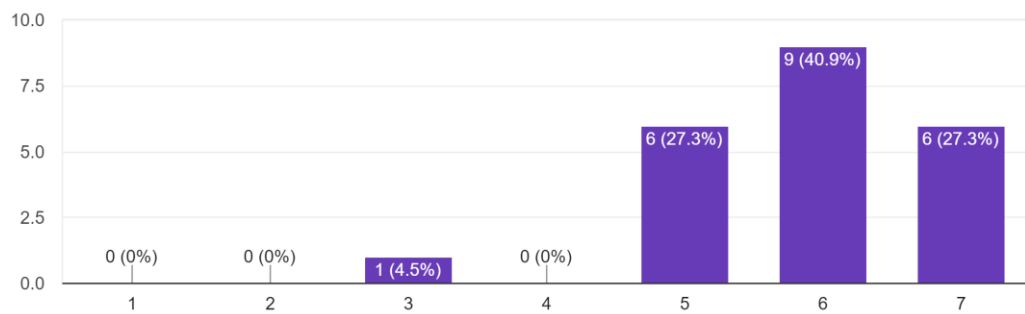
No.	Questions	Hypothesis Reference
1	Did you manage to receive/transfer the necessary information to the other user?	H1
2	How easy/challenging did you find it to communicate with the other user?	H1
3	How pleasant was the challenge level of this game?	H2
4	How engaging was the game compared to real-life escape rooms?	H2
5	How engaging was the game compared to other VR escape rooms?	H2
6	How engaging/pleasant was the competitive aspect in the last collaborative puzzle?	H2
7	How likely are you to consider playing more collaborative games that have the choice of alternative communication on top of the traditional types e.g. seeing/hearing/texting the other player?	H2
8	Would you like to see these types of alternative communication integrated in other games?	H2
9	How were you able to communicate with the other player in the 1st collaborative puzzle?	H3
10	How were you able to communicate with the other player in the 2nd collaborative puzzle?	H3
11	How were you able to communicate with the other player in the 3rd collaborative puzzle?	H3
12	If you played it again, what do you think would be different? (e.g. how you act, speed, hints)	H3

Πίνακας 5.2 – Ερωτήσεις μαζί με τις σχετικές υποθέσεις

Τα αποτελέσματα όσον αφορά την H1: ο μέσος όρος των απαντήσεων είναι πάνω από τη μέση τιμή (3,5) της επταβάθμιας κλίμακας απαντήσεων, υποδεικνύοντας στοιχεία που αποδεικνύουν ότι οι χρήστες VR είναι ικανοί να χρησιμοποιούν εναλλακτικούς τρόπους επικοινωνίας στα CVEs (Σχήμα 5.2 και Σχήμα 5.3).

1. Did you manage to receive/transfer the necessary information to the other user?

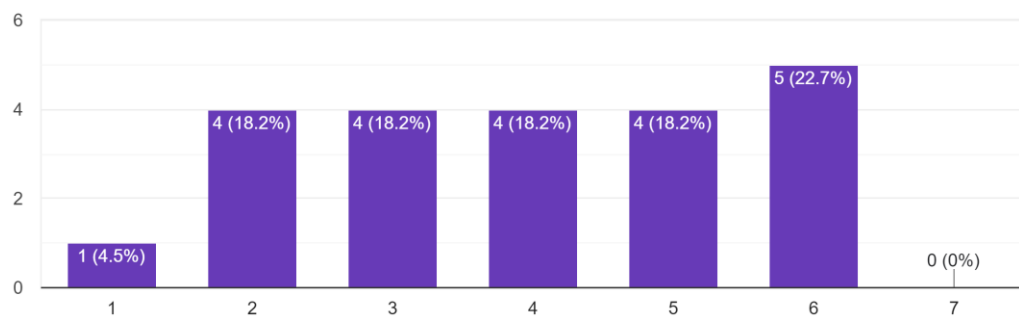
22 responses



Σχήμα 5.2 – Αποτελέσματα 1^{ης} ερώτησης

2. How easy/challenging did you find it to communicate with the other user?

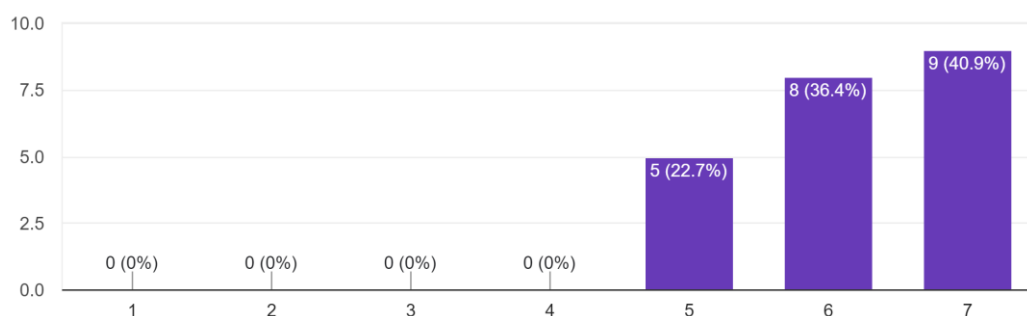
22 responses



Σχήμα 5.3 – Αποτελέσματα 2^{ης} ερώτησης

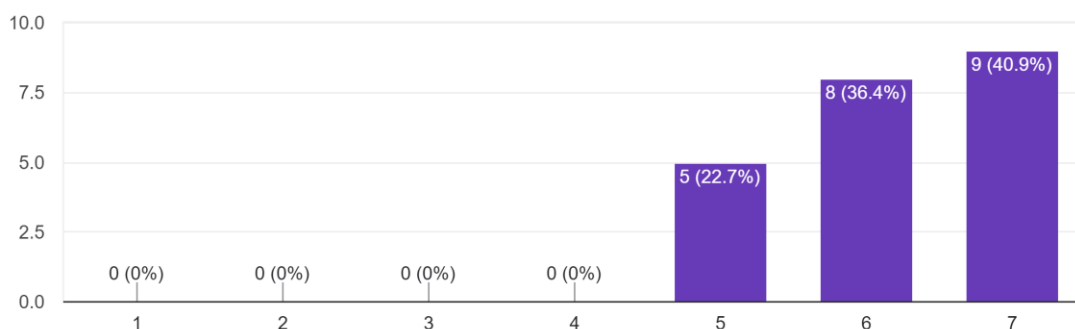
Τα αποτελέσματα για τη δεύτερη δέσμη ερωτήσεων, που αντιστοιχούν στο H2, είναι ακόμη υψηλότερα από την πρώτη δέσμη ερωτήσεων παρέχοντας ισχυρότερες αποδείξεις υπέρ του H2, δηλαδή ότι η προσθήκη εναλλακτικών τρόπων επικοινωνίας πέραν των παραδοσιακών είναι μια επιθυμητή ιδιότητα για τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας (Σχήμα 5.4 και Σχήμα 5.5).

7. How likely are you to consider playing more collaborative games that have the choice of alternative communication on top of the traditional types e.g. seeing/hearing/texting the other player?
22 responses



Σχήμα 5.4 – Αποτελέσματα 7^{ης} ερώτησης

7. How likely are you to consider playing more collaborative games that have the choice of alternative communication on top of the traditional types e.g. seeing/hearing/texting the other player?
22 responses



Σχήμα 5.5 – Αποτελέσματα 8^{ης} ερώτησης

Τέλος, για την αξιολόγηση της εγκυρότητας της H3, εξετάζουμε τις ερωτήσεις σύντομης απάντησης. Αναλυτικότερα, η συντριπτική πλειοψηφία κατάφερε να λύσει το πρώτο συνεργατικό γρίφο και πέτυχε την επικοινωνία αλλάζοντας τα χρώματα του spotlight του δωματίου με τη σειρά, όπως περιμέναμε - ο παίκτης 2 άλλαξε το χρώμα του spotlight του άλλου δωματίου και έτσι ο παίκτης 1 κατάλαβε ότι ήταν η σειρά με την οποία έπρεπε να βάλει τους αριθμούς του.

Ομοίως για το δεύτερο γρίφο, η αλληλεπίδραση επιτεύχθηκε όπως αναμέναμε. Ο παίκτης 1, αφού γνώριζε το σωστό σημείο του στόχου, χρησιμοποίησε τα βέλη που ήταν διαθέσιμα για να δώσει κατευθύνσεις στον άλλο παίκτη, ο οποίος και αυτός με την σειρά του έδινε πίσω ανατροφοδότηση ανάλογα με το αν μπορούσε να κινηθεί προς αυτή την κατεύθυνση.

Ο τελευταίος γρίφος μεταξύ των χρηστών με τον συνεργατικό-ανταγωνιστικό χαρακτήρα του, αποδείχθηκε ότι ήταν ο πιο δύσκολος, με λίγες ομάδες να είναι σε θέση να τον λύσουν. Σε αυτές τις περιπτώσεις, κάθε παίκτης προσπαθούσε να περιορίσει ποια από τις βάσεις αντιστοιχούν στα σύμβολά του, από την ανατροφοδότηση με κόκκινο/πράσινο φως που αντανakλούσε τις προσπάθειες του αντιπάλου. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένας από τους χρήστες παρουσίασε μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα αντίδραση υιοθετώντας μια ξεκάθαρη στρατηγική: δεν προσπάθησε τίποτα και επικεντρώθηκε στο να απομνημονεύσει την ανατροφοδότηση του αντιπάλου και μόλις αποκτήσει αρκετή πληροφορία να επανατοποθετήσει τα σύμβολά του μεταξύ των τριών σωστών στύλων.

5.4 Συζήτηση

Όσον αφορά την H3, οι χρήστες φαίνεται ότι ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν τα παρεχόμενα εργαλεία με σχετικά απλό τρόπο, με κάποιες μόνο ενδείξεις δυσκολίας, αλλά όχι σε σημαντικό επίπεδο. Ωστόσο, όταν ρωτήθηκαν σχετικά με το τι θα άλλαζαν αν έπαιζαν ξανά το παιχνίδι, οι περισσότεροι παίκτες ανέφεραν ότι θα καθιέρωναν σαφέστερους κώδικες επικοινωνίας και θα ερμήνευαν ευκολότερα τις υποδείξεις. Αυτό υποδηλώνει ότι η επανάληψη σε τέτοιου είδους εργασίες μπορεί να βοηθήσει σημαντικά.

Επιπλέον, τα δεδομένα από αυτό το πείραμα υποστηρίζουν την H2, υποδεικνύοντας ότι είναι καλή πρακτική να σχεδιάζονται παιχνίδια σε CVEs που επιτρέπουν την επικοινωνία χωρίς να βασίζονται αποκλειστικά σε κείμενο και ήχο, ή να εξετάζονται εναλλακτικοί τρόποι επικοινωνίας στο σχεδιασμό άλλων συνεργατικών εργασιών. Αυτό ανοίγει ένα ενδιαφέρον ερευνητικό ερώτημα για περαιτέρω διερεύνηση.

Συνολικά, τα ποσοστά επιτυχίας για τους συνεργατικούς γρίφους στο VR escape room είναι παρόμοια με εκείνα που συναντώνται στα πραγματικά escape room (τα οποία συνήθως κυμαίνονται από 20% έως 35% ποσοστά διαφυγής). Ωστόσο, το γεγονός ότι οι δύο πρώτοι συνεργατικοί γρίφοι έχουν υψηλά ποσοστά επιτυχίας, μαζί με κάποια στοιχεία που υποστηρίζουν την H1 και την προσδοκία ότι οι χρήστες θα βελτιωθούν παίζοντας ξανά αυτό το είδος παιχνιδιού, υποδηλώνει ότι η εκπαίδευση των χρηστών σε τέτοιου είδους παιχνίδια θα μπορούσε να αυξήσει τις διαπροσωπικές τους δεξιότητες και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα	40
6.2 Περιορισμοί	41
6.3 Μελλοντική δουλειά	41

6.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία, σχεδιάσαμε ένα collaborative VR escape room ένα user case για τη δυνατότητα εναλλακτικών μέσων επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών στα CVEs. Υποθέσαμε ότι με τη στέρηση της δυνατότητας των παικτών να βλέπουν, να ακούν και να στέλνουν μηνύματα ο ένας στον άλλον, θα δημιουργούσαμε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον όπου θα αναγκάζονταν να καταφύγουν σε νέους τρόπους αλληλεπίδρασης, χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα εργαλεία που διαθέτουν, προκειμένου να επιτύχουν μια συνεργατική εργασία. Πραγματοποιήσαμε ένα user evaluation για να αξιολογήσουμε την υπόθεσή μας και διαπιστώσαμε ότι οι χρήστες είναι όντως ικανοί να χρησιμοποιούν μη παραδοσιακά εργαλεία για να βρουν έναν τρόπο να μεταφέρουν μηνύματα ο ένας στον άλλο και να φέρουν εις πέρας τις εργασίες τους. Συνολικά, τα ευρήματα και η ανάλυσή μας δείχνουν ότι αυτή η εκδοχή του VR escape room αύξησε το επίπεδο δέσμευσης των χρηστών που κατάφεραν να ολοκληρώσουν με επιτυχία τους συνεργατικούς γρίφους τους. Στη συνέχεια, είμαστε σε θέση να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι αξίζει να σχεδιάζονται παιχνίδια σε CVEs που επιτρέπουν την επικοινωνία χωρίς κείμενο και ήχο και γενικά προτείνουμε στους υπευθύνους να λαμβάνουν υπόψη τους εναλλακτικούς τρόπους επικοινωνίας. Αυτή είναι μια ενδιαφέρουσα κατεύθυνση έρευνας που τροφοδοτήθηκε από την παρούσα μελέτη και θα μπορούσε να ωφελήσει τόσο την ικανοποίηση των χρηστών όσο και την ερευνητική

κοινότητα της εικονικής πραγματικότητας με περισσότερα μελλοντικά πειράματα και αξιολογήσεις σε αυτό το πλαίσιο.

6.2 Περιορισμοί

Το πλαίσió μας λειτουργεί καλά εντός των όρων που θέσαμε. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές πτυχές των πειραμάτων μας που δεν συμπεριλήφθηκαν στη ρύθμιση του user evaluation. Για παράδειγμα, η εξέταση των επιδόσεων μεταξύ κάθε εργασίας, δηλαδή η ύπαρξη ξεχωριστού ερωτηματολογίου μετά την ολοκλήρωση κάθε δωματίου, ή η ομαδοποίηση των χρηστών εκ των προτέρων ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση μεταξύ των ομάδων, π.χ. ζευγάρια γυναικών, ζευγάρια ανδρών, μικτά ζευγάρια. Ένας άλλος περιορισμός του πλαισίου αξιολόγησής μας είναι το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης, οι χρήστες δεν βρίσκονταν σε ξεχωριστά δωμάτια λόγω πρακτικών περιορισμών, γεγονός που θα μπορούσε να εισάγει κάποια μεροληψία στα αποτελέσματα. Ίσως ο πιο σημαντικός περιορισμός της εργασίας μας θα μπορούσε να θεωρηθεί το γεγονός ότι δεν υπάρχει ομάδα ελέγχου κατά την αξιολόγηση των χρηστών της περίπτωσης μελέτης μας.

6.2 Μελλοντική δουλειά

Στο μέλλον, σκοπεύουμε να διερευνήσουμε λεπτομερέστερα το user evaluation, με στόχο να μελετήσουμε την ικανοποίηση ανά δωμάτιο ή ανά επίπεδο. Επίσης, θα ήταν ενδιαφέρον να συγκρίνουμε τις παρατηρήσεις μας όταν είναι ενεργοποιημένη η προφορική επικοινωνία ή η επικοινωνία μέσω κειμένου και να συγκρίνουμε έτσι τη δυσκολία στην επίλυση των γρίφων, το πόσο ενδιαφέρον ήταν κ.λπ. με στόχο να αποδείξουμε ή να διαψεύσουμε την υπόθεσή μας ότι οι εναλλακτικοί τρόποι επικοινωνίας προσθέτουν ένα επιπλέον στοιχείο ρεαλισμού όταν συνδυάζονται με τα παραδοσιακά μέσα.

Βιβλιογραφία

- [1] S. Benford, C. Brown, G. Reynard, and C. Greenhalgh, “Shared spaces: Transportation, artificiality, and spatiality,” in Proceedings of the ACM conference on Computer supported cooperative work, 1996, pp. 77–86.
- [2] E. Björing, A. Kim, K. Oleson, and P. Alves-Oliveira, “I am the robot: Teen collaboration in an asymmetric,” Virtual Reality Game. Front. Virtual Real. 2: 746521. doi: 10.3389/frvir, 2022.
- [3] P. Bjørn, M. Wulff, M. S. Peträus, and N. H. Møller, “Immersive cooperative work environments: Designing human-building interaction in virtual reality,” Computer Supported Cooperative Work, vol. 30, pp. 351–391, 2021.
- [4] L. Chen, H.-N. Liang, F. Lu, K. Papangelis, K. L. Man, and Y. Yue, “Collaborative behavior, performance and engagement with visual analytics tasks using mobile devices,” Human-centric Computing and Information Sciences, vol. 10, no. 1, pp. 1–24, 2020.
- [5] L. Chen, H.-N. Liang, F. Lu, J. Wang, W. Chen, and Y. Yue, “Effect of collaboration mode and position arrangement on immersive analytics tasks in virtual reality: a pilot study,” Applied Sciences, vol. 11, no. 21, p. 10473, 2021.
- [6] L. Chen, Y. Liu, Y. Li, L. Yu, B. Gao, M. Caon, Y. Yue, and H.-N. Liang, “Effect of visual cues on pointing tasks in co-located augmented reality collaboration,” in Proceedings of the 2021 ACM Symposium on Spatial User Interaction, 2021, pp. 1–12.
- [7] K. Chow, C. Coyiuto, C. Nguyen, “Challenges and design considerations for multimodal asynchronous collaboration in vr,” Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, vol. 3, no. CSCW, pp. 1–24, 2019.

- [8] N. Cooper, F. Milella, C. Pinto, I. Cant, M. White, and G. Meyer, “The effects of substitute multisensory feedback on task performance and the sense of presence in a virtual reality environment,” *PloS one*, vol. 13, no. 2, p. e0191846, 2018.
- [9] A. Cruz, H. Paredes, L. Morgado, and P. Martins, “Non-verbal aspects of collaboration in virtual worlds: a cscw taxonomy-development proposal integrating the presence dimension,” *JUCS-Journal of Universal Computer Science*, vol. 27, no. 9, pp. 913–954, 2021.
- [10] “iNicosia Digital Twin,” <https://inicosia.cyens.org.cy/>, CYENS, [Online; accessed 02-April-2023].
- [11] D. David, E. Arman, N. Chandra, N. Nadia et al., “Development of escape room game using vr technology,” *Procedia Computer Science*, vol. 157, pp. 646–652, 2019.
- [12] “The Room VR: A Dark Matter,” <https://www.fireproofgames.com/games/the-room-vr-a-dark-matter>, Fireproof Studios, [Online; accessed 18-April-2023].
- [13] J. Han and B. Smith, “Cu-seeme vr immersive desktop teleconferencing,” in *Proceedings of the Fourth ACM international Conference on Multimedia*, 1997, pp. 199–207.
- [14] A. Hanus, M. Hoover, A. Lim, and J. Miller, “A collaborative virtual reality escape room with passive haptics,” in *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*. IEEE, 2019, pp. 1413–1414.
- [15] N. Iakovides, A. Lazarou, P. Kyriakou, and A. Aristidou, “Virtual library in the concept of digital twin,” in *Proc. of the International Conference on Interactive Media, Smart Systems and Emerging Technologies*, ser. IMET’22, 2022, pp. 1–8.

- [16] M. L. Kovarik, L. S. Ott, J. K. Robinson, and T. J. Wenzel, "Getting started on active learning," in *Active Learning in the Analytical Chemistry Curriculum*. ACS Publications, 2022, pp. 13–35.
- [17] T. Leung, F. Zulkernine, and H. Isah, "The use of virtual reality in enhancing interdisciplinary research and education," *arXiv preprint arXiv:1809.08585*, 2018.
- [18] Z. Li, Y. Luo, J. Wang, Y. Pan, L. Yu, and H.-N. Liang, "Collaborative remote control of unmanned ground vehicles in virtual reality," in *2022 International Conference on Interactive Media, Smart Systems and Emerging Technologies (IMET)*. IEEE, 2022, pp. 1–8.
- [19] H.-N. Liang, F. Lu, Y. Shi, V. Nanjappan, and K. Papangelis, "Evaluating the effects of collaboration and competition in navigation tasks and spatial knowledge acquisition within virtual reality environments," *Future Generation Computer Systems*, vol. 95, pp. 855–866, 2019.
- [20] "Oculus Rift CV1," https://www.meta.com/quest/products/quest-2/?utm_source=en.wikipedia.org&utm_medium=oculusredirect, Meta, [Online; accessed 06-May-2023].
- [21] M. R. Morris, J. Lombardo, and D. Wigdor, "Wesearch: supporting collaborative search and sensemaking on a tabletop display," in *Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 2010, pp. 401–410.
- [22] S. Mystakidis, G. Papantzikos, and C. Stylios, "Virtual reality escape rooms for stem education in industry 4.0: Greek teachers perspectives," in *2021 6th South-East Europe Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM)*. IEEE, 2021, pp. 1–5.

- [23] C. Nguyen, S. DiVerdi, A. Hertzmann, and F. Liu, “CollaVR: collaborative in-headset review for vr video,” in *Proc. of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 2017, pp. 267–277.
- [24] U. C. Pendit, M. B. Mahzan, M. D. F. B. M. Basir, M. B. Mahadzir, and S. N. binti Musa, “Virtual reality escape room: The last breakout,” in *2017 2nd International Conference on Information Technology (INCIT)*. IEEE, 2017, pp. 1–4.
- [25] D. Randall, “What is common in accounts of common ground?” *Computer Supported Cooperative Work*, vol. 25, pp. 409–423, 2016.
- [26] K. Schmidt and L. Bannon, “Taking CSCW seriously: Supporting articulation work,” *Comp. Supp. Cooper. Work*, vol. 1, pp. 7–40, 1992.
- [27] “Statik,” <https://tarsier.se/games/statik/>, Tarsier Studios, [Online; accessed 18-April-2023].
- [28] “Belko VR: An Escape Room Experiment,” [https://store.steampowered.com/app/600140/Belko VR An Escape Room Experiment/](https://store.steampowered.com/app/600140/Belko_VR_An_Escape_Room_Experiment/), Top Right Corner, [Online; accessed 18-April-2023].
- [29] B. G. Witmer, C. J. Jerome, and M. J. Singer, “The factor structure of the presence questionnaire,” *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, vol. 14, no. 3, pp. 298–312, 2005.
- [30] B. G. Witmer and M. J. Singer, “Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire,” *Presence*, vol. 7, no. 3, pp. 225–240, 1998.

- [31] H. Zacharatos, C. Gatzoulis, Y. Chrysanthou, and A. Aristidou, “Emotion recognition for exergames using Laban Movement Analysis,” in Proceedings of the Motion on Games, ser. MIG ’13. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2013, pp. 39–44.

- [32] Y. Zhao, E. Kupferstein, B. V. Castro, S. Feiner, and S. Azenkot, “Designing ar visualizations to facilitate stair navigation for people with low vision,” in Proceedings of the 32nd annual ACM symposium on user interface software and technology, 2019, pp. 387–402