



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Ψηφιακός Πολιτισμός, Έξυπνες Πόλεις, IoT και Προηγμένες Ψηφιακές Τεχνολογίες»

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	«Παρουσίαση της αρχαιολογικής θέσης «Νύμφης Κορώνειας» ή «Άντρο Λειβηθρίδων Νυμφών» με τη χρήση νέων τεχνολογικών μέσων.» «Presentation of the cave “Nymph of Koronia” or “Grotto Leivithridon Nymphs” using new advanced technologies»
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Πατούνη Παναγιώτα
Πατρώνυμο	Κωνσταντίνος
Αριθμός Μητρώου	ΨΠΟΛ18036
Επιβλέπων	Χρήστος-Νικόλαος Αναγνωστόπουλος, Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης **Οκτώβριος, 2020**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Χρήστος-Νικόλαος
Αναγνωστόπουλος
Καθηγητής

Δημήτριος Βέργαδος
Καθηγητής

Άγγελος Μιχάλας
Καθηγητής

“If I had to do it all over again, I would start with culture.”

Jean Monnet

Προλογικό Σημείωμα

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αποτελεί προσπάθεια σύνθεσης υλικού μετά από αναζήτηση βιβλιογραφίας, εντοπισμό των ζητούμενων στοιχείων και οργάνωσης αυτών. Κρίθηκε αναγκαία αρχικά η μελέτη της αρχαιολογικής θέσης και στη συνέχεια αφού ολοκληρώθηκε η αναζήτηση του υλικού έγινε προσπάθεια παρουσίασής του μέσα από πλατφόρμα unity δημιουργώντας εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας καθώς και εφαρμογή περιήγησης πρώτου προσώπου.

Η εκπόνηση της εργασίας έγινε σε συνεργασία με τον κύριο Χρήστο Αναγνωστόπουλου, τον οποίο και ευχαριστώ για την πολύτιμη βοήθειά του. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Στέλλα Κατσαρού και την κυρία Νέλλη Σκουμή από την Εφορεία Σπηλαιολογίας και Παλαιοανθρωπολογίας για τις απαραίτητες πληροφορίες αναφορικά με το σπήλαιο καθώς και την κυρία Βασιλοπούλου, υπεύθυνη της ανασκαφής που διεξήχθη, για την παραχώρηση των ευρημάτων για φωτογράφιση και δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων.

Περιεχόμενα

Προλογικό Σημείωμα.....	3
Εισαγωγή	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	6
1.1 Εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality).....	6
1.2 Επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality).....	8
1.3 Μικτή πραγματικότητα και εφαρμογές.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	15
2.1 Σπήλαιο	15
2.2 Ευρήματα	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	23
3.1 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων.....	23
3.2 Πρώτη Εφαρμογή.....	28
3.3 Δεύτερη Εφαρμογή	35
Συμπεράσματα	42
Πίνακας Εικόνων	44
Βιβλιογραφία	46
Περίληψη	48
Abstract.....	49

Εισαγωγή

Από την αρχαιότητα η λέξη μουσείο αντιπροσώπευε το ναό των μουσών, τον ναό που ήταν αφιερωμένος στις μούσες, τις προστάτιδες, δηλαδή, των τεχνών και των γραμμάτων. Ήταν χώροι ιεροί, για επισκέπτες με συγκεκριμένα ενδιαφέροντα, για ερευνητές και μελετητές. Ωστόσο με την πάροδο των χρόνων έγινε φανερή η ανάγκη να ανταποκριθούν τα μουσεία στις απαιτήσεις μιας συνεχόμενα μεταβαλλόμενης κοινωνίας. Η σημασία της πολιτιστικής κληρονομιάς, που εκτίθεται σε αυτά, είναι αδιαμφισβήτητη. Είναι μια ζωντανή και ενεργή διαδικασία σχέσης με το παρελθόν, ένα μέσο επικοινωνίας και μετάδοσης ιδεών, αξιών και γνώσεων (Κόνσολα, 1995). Για αυτούς τους λόγους, στόχος δεν θα πρέπει να είναι μόνο η διάσωση, η προστασία και η προβολή των αντικειμένων αλλά και η συνεχώς αυξανόμενη πρόσβαση σε αυτή και η διάδοσή της.

Μέσα σε αυτές τις προσπάθειες αλλαγών η τεχνολογία εδώ και λίγα χρόνια εδραιώνει τη θέση της στο χώρο των μουσείων και των πολιτιστικών χώρων προσελκύοντας όλο και περισσότερους νέους ανθρώπους με διαφορετικά ενδιαφέροντα. Δημιουργούνται νέα «εικονικά μουσεία» τα οποία μπορούν να αποτελέσουν το ψηφιακό αποτύπωμα ενός φυσικού μουσείου ή μπορούν να ενεργούν ανεξάρτητα διατηρώντας το έγκυρο καθεστώς που απονέμει το ICOM, δηλαδή το διεθνές συμβούλιο μουσείων.

Σε αυτό, στοχεύει η παρούσα εργασία, στην παρουσίαση μιας αρχαιολογικής θέσης, ενός σπηλαίου, με νέα τεχνολογικά μέσα. Παρουσιάζονται τόσο τα ευρήματα όσο και το ίδιο το σπήλαιο με τρόπο ελκυστικό και πρωτότυπο. Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται ανάλυση των όρων εικονική, επαυξημένη και μικτή πραγματικότητα και παρουσιάζονται χαρακτηριστικές εφαρμογές τους. Στη συνέχεια, καταγράφονται τα ιστορικά στοιχεία του σπηλαίου «Νύμφης Κορώνειας» ενώ στα επόμενα κεφάλαια καλύπτεται το τεχνολογικό κομμάτι της εργασίας και αναλύονται οι εφαρμογές. Έχοντας, τέλος, τη συνολική παρουσίαση οδηγούμαστε στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality)

Η εικονική πραγματικότητα είναι μια ηλεκτρονική προσομοίωση του περιβάλλοντος βιωμένη μέσα από ειδικό εξοπλισμό που επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδρά σε ρεαλιστικές τρισδιάστατες καταστάσεις. (Coates, 1992)

Τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας χρησιμοποιούν virtual reality headsets ή συστήματα, μέσω των οποίων θα μπορούσε ο χρήστης να έχει την εμπειρία μιας διαφορετικής πραγματικότητας με άλλες εικόνες και ήχο (https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality).

Ξεκινώντας από τον ορισμό, ο όρος «εικονική» δηλώνει αυτό που δεν υπάρχει στην πραγματικότητα. Κάτι, δηλαδή, το οποίο δεν μπορούμε να δούμε παρά μόνο με τη βοήθεια υπολογιστών και άλλων συσκευών. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι με τις οποίες μπορεί να γίνει αυτό εφικτό. Αρχικά η πιο διαδεδομένη είναι η εικονική πραγματικότητα που βασίζεται στην προσομοίωση. Επιπρόσθετα, με την εικονική πραγματικότητα βασισμένη σε εικόνα avatar οι χρήστες μπορούν να συμμετέχουν στο εικονικό περιβάλλον είτε με τη μορφή βίντεο είτε ως avatar. Το avatar είναι γραφική παρουσίαση του χρήστη το οποίο ανακατασκευάζεται από εικόνες πολλαπλών προβολών της συσκευής αναπαραγωγής με τεχνικές μοντελοποίησης και απόδοσης που βασίζονται σε εικόνα.

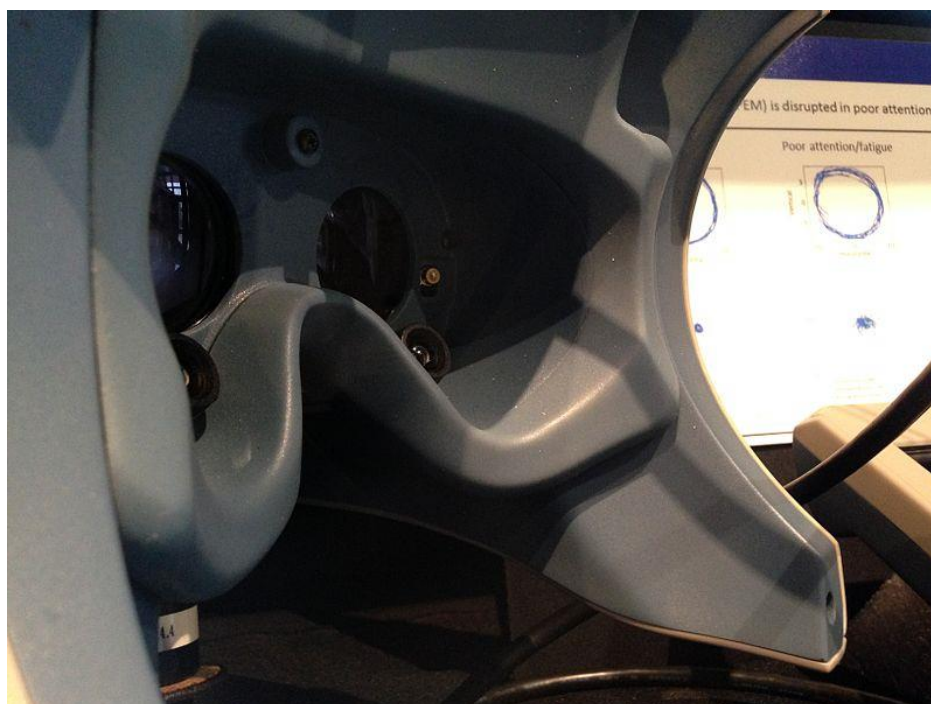
Οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας που έχουν δημιουργηθεί αποκλειστικά για τους σταθερούς υπολογιστές (desktop – based virtual reality) είναι τα παιχνίδια πρώτου προσώπου που χρησιμοποιούν αντικείμενα–triggers, δηλαδή αντικείμενα τα οποία ενεργοποιούν διάφορες εντολές/ενέργειες σαν τις υπόλοιπες διαδραστικές συσκευές, έτσι ώστε ο χρήστης να έχει την ψευδαίσθηση ότι βρίσκεται σε ένα νέο περιβάλλον (https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality). Από τις πρώτες προσπάθειες ερμηνείας της εικονικής πραγματικότητας από δημοσιογράφους με μια διαφορετική ματιά έγινε στο βιβλίο “The world of Virtual Reality” δημοσιευμένο στην Ιαπωνία (Hattari,1991), στο εξώφυλλο του οποίου απεικονίζεται η Αλίκη στη χώρα των θαυμάτων (Burdea & Coiffer 2003).

Εξίσου διαδεδομένη είναι και η συσκευή προβολής head – mounted display. Με αυτή τη συσκευή ο χρήστης έχει την εμπειρία της εικονικής πραγματικότητας σε μεγαλύτερο βαθμό. Περιέχει συνήθως δυο μικρά συστήματα/μόνιτορ τα οποία είναι

υπεύθυνα για την προβολή των εικόνων, των τρισδιάστατων γραφικών, καθώς και σύστημα που επιτρέπει την αναπαραγωγή ήχου.



Εικόνα 1. Head-Mounted Display
https://en.wikipedia.org/wiki/Head-mounted_display



Εικόνα 2. Eye tracking HMD with LED illuminators and cameras to measure eye movements
https://en.wikipedia.org/wiki/Head-mounted_display

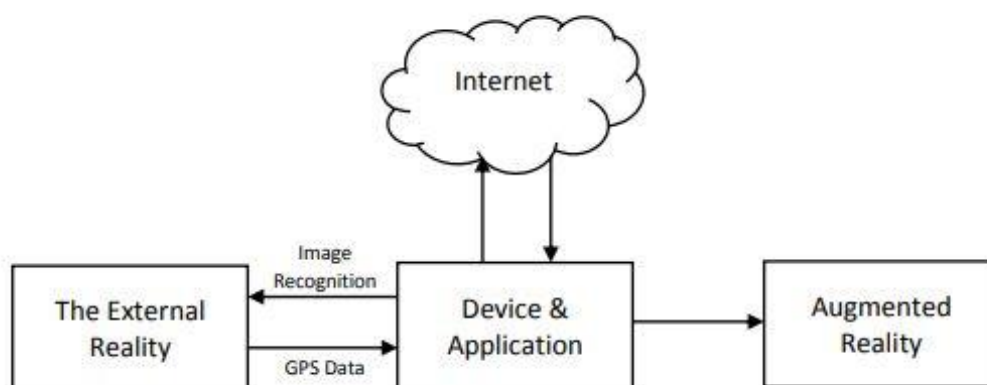
1.2 Επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality)

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια διαδραστική εμπειρία κατά την οποία τα αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο ενισχύονται ή διαφοροποιούνται αποκτώντας πρόσθετες ιδιότητες, με τη βοήθεια υπολογιστών και άλλων συσκευών. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να καθοριστεί από τον συνδυασμό πραγματικού και εικονικού κόσμου, την αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο και την τρισδιάστατη παρουσίαση των πραγματικών αντικειμένων.

Για να δημιουργηθεί μια εφαρμογή είναι απαραίτητες οι κινητές συσκευές, όπως κινητά τηλέφωνα και τάμπλετ. Παράλληλα, σημαντικές είναι και οι συσκευές όπως γυαλιά, head-mounted display που μπορούν να τοποθετηθούν στο ανθρώπινο σώμα για να συμμετέχει ο χρήστης με όλες τις αισθήσεις. Τα σύγχρονα κινητά συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιούν τεχνολογίες παρακολούθησης κίνησης όπως ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και/ή άλλους οπτικούς αισθητήρες, GPS, αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID). Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν διάφορα επίπεδα ακρίβειας.

(https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality)

Η αρχιτεκτονική της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί εύκολα να γίνει κατανοητή στο παρακάτω σχήμα. Η πραγματικότητα «διαφοροποιείται» με κάποιες επιπρόσθετες πληροφορίες που συλλέγονται από το διαδίκτυο και παρουσιάζονται στον χρήστη για να αλλάξουν την οπτική.



Εικόνα 3. Simple Architecture of Augmented Reality
Charles, 2015

Ο εξωτερικός κόσμος προβάλλεται μέσα από μια συσκευή. Η συσκευή αναγνωρίζει τα σημεία ενδιαφέροντος τα οποία μπορεί να είναι δεδομένα συντεταγμένων, τοποθεσία, απόσταση, χρώματα. (Hamilton, 2011). Οι πληροφορίες που έχουν συλλεχθεί φιλτράρονται και παρουσιάζονται στον χρήστη μέσα από τη συσκευή σαν επαυξημένη πραγματικότητα.

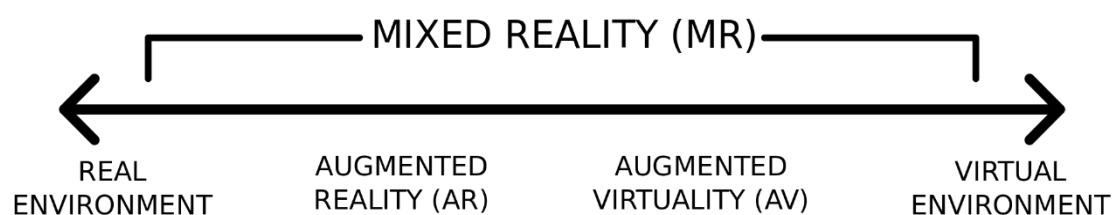


*Εικόνα 4. AR with Wifi hotspot information
Charles, 2015*

1.3 Μικτή πραγματικότητα και εφαρμογές

Η μικτή πραγματικότητα είναι ο συνδυασμός του πραγματικού και εικονικού κόσμου με στόχο τη δημιουργία νέων περιβαλλόντων και οπτικοποιήσεων.

Το 1994 ορίζεται από τους Paul Milgram και Fumio Kishimo το συνεχές της πραγματικότητας – εικονικότητας (reality virtuality continuum). Το συνεχές της πραγματικότητας – εικονικότητας καλύπτει το φάσμα που ξεκινάει από τον πραγματικό κόσμο και καταλήγει, στο άλλο άκρο, στην εικονική πραγματικότητα. Το κομμάτι ενδιάμεσα χαρακτηρίζεται ως μικτή πραγματικότητα. Η μικτή πραγματικότητα ή mixed reality είναι, επομένως, ένα «συνεχές» το οποίο συνδέει την επαυξημένη και την εικονική πραγματικότητα. Περιλαμβάνει δηλαδή τη σύνδεση ενός τεχνητού περιβάλλοντος με την πραγματικότητα επικαλυπτόμενη με εικονικά αντικείμενα (https://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality).



Εικόνα 5. Reality Virtuality Continuum

https://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality#/media/File:Reality-Virtuality_Continuum.svg

Η τεχνολογία της μικτής πραγματικότητας αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και επηρεάζει πολλούς τομείς της καθημερινότητας. Αρχικά, τα τελευταία χρόνια η όλο και αυξανόμενη ανάγκη για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση έχει οδηγήσει στη δημιουργία πολλών και διαφορετικών προγραμμάτων με τέτοιες εφαρμογές στα σχολεία. Το Connect Project είναι ένα τέτοιο πρόγραμμα το οποίο δημιουργεί ένα περιβάλλον μάθησης και συνδέει τις στρατηγικές «άτυπης μάθησης» με επίσημες πρακτικές σε ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον με πρωτοποριακές τεχνολογίες στην εκπαίδευση. Συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προγράμματος αναπτύχθηκε το «εικονικό επιστημονικό θεματικό πάρκο» (Virtual Science Thematic Park) που ενσωματώνει πάρκα, επιστήμη, μουσεία και ερευνητικά κέντρα. Το Virtual Science Thematic Park περιλαμβάνει δυο βασικά στοιχεία: την πλατφόρμα CONNECT, μια διαδικτυακή πύλη μέσω της οποίας μπορούν να πραγματοποιηθούν εικονικές επισκέψεις στα μουσεία και στα επιστημονικά πάρκα και

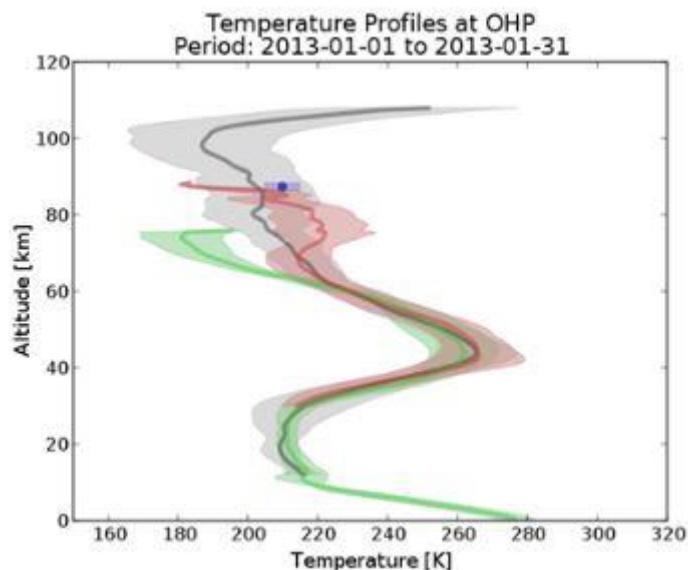
μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που τα παιδιά χρησιμοποιούν κατά τη διάρκεια της επίσκεψης (Arvanitis et al.,2009). Αντίστοιχα πειράματα με εφαρμογές μικτής πραγματικότητας έχουν γίνει και σε άλλες χώρες.

Μια άλλη εφαρμογή είναι το “Star Chart”. Είναι μια εκπαιδευτική εφαρμογή για iOS και Android και απευθύνεται σε χρήστες όλων των ηλικιών. Όταν η κάμερα είναι ανοιχτή και στρέφεται προς τον ουρανό εμφανίζονται στην οθόνη όλα τα αστέρια, οι πλανήτες και οι αστερισμοί που υπάρχουν. Γίνονται τα πάντα σε πραγματικό χρόνο ενώ υπάρχουν και λειτουργίες που μπορούν να δείξουν τις θέσεις των άστρων 10000 χρόνια πριν ή μετά. Χρησιμοποιώντας τεχνολογία GPS εμφανίζεται ολόκληρο σύμπαν μπροστά στην οθόνη του κινητού παρουσιάζοντας κάθε αστέρι σε οποιαδήποτε γωνιά του πλανήτη.

(<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.escapistgames.starchart&hl=el>)

Το ARQuake είναι επίσης μια εφαρμογή που δημιουργήθηκε ως παραλλαγή του Quake το οποίο ήταν ένα παιχνίδι για τον υπολογιστή. Τοποθετείται στο κεφάλι του χρήστη μηχανή εικονικής πραγματικότητας (head mounted display), για να μπορεί να έχει ελευθερία κινήσεων. Περπατώντας στον φυσικό κόσμο έχει τη δυνατότητα να οπτικοποιεί τα γραφικά αντικείμενα που παρουσιάζονται μέσα από τα HMD. Δημιουργεί δηλαδή ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να παίζει ένα παιχνίδι σε φυσικό περιβάλλον στο οποίο θα εμφανίζονται εικόνες που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Ένα άλλο πρόγραμμα το οποίο προωθεί τη μελέτη και την επιστήμη είναι το ARISE Project (Atmospheric dynamics Research Infrastructure in Europe). Πρόκειται για ένα μεγάλο συνεργατικό έργο χρηματοδοτούμενο από την ευρωπαϊκή επιτροπή και στο οποίο συμμετέχουν 24 πανεπιστήμια και ινστιτούτα που ανήκουν σε ευρωπαϊκά κράτη μέλη, τρεις συνεργαζόμενες χώρες, έναν διεθνή οργανισμό και τρεις χώρες της Αφρικής. Πρόκειται για μια τρισδιάστατη απεικόνιση των φυσικών φαινομένων της τροπόσφαιρας, στρατόσφαιρας και μεσόσφαιρας. Στόχος είναι η δημιουργία μοντέλων και παρατηρήσεων για τη μελλοντική χρήση των δεδομένων και τη βελτίωση πρόγνωσης του καιρού ανά μήνα ή ανά εποχή καθώς και η παροχή δεδομένων και εργαλείων για την επεξεργασία και ανάλυση των ακραίων φυσικών φαινομένων και της κλιματικής αλλαγής. (<http://arise-project.eu/>)



Εικόνα 6. Comparison of temperature profiles at the Observatoire de Haute-Provence in January 2013.

<http://arise-project.eu/science.php>

Ένας άλλος τομέας στον οποίο χρησιμοποιείται η καινοτόμος τεχνολογία είναι ο πολιτισμός. Πολλά μουσεία αναγνωρίζουν τη σημασία των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για την αναπαράσταση μνημείων και ευρημάτων που δεν έχουν διασωθεί ολόκληρα. Είναι κοινά αποδεκτό πως οι νέες τεχνολογίες πέρα από τη διασφάλιση της πολιτιστικής κληρονομιάς θα ενισχύσουν και την πρόσβαση ενός ευρύτερου κοινού σε αυτή.

Το Archeoguide είναι εφαρμογή με τεχνολογία οπτικοποίησης στην πολιτιστική κληρονομιά η οποία χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση με στόχο τη δημιουργία εξατομικευμένου ηλεκτρονικού οδηγού και βοηθού ξεναγήσεων σε επισκέπτες πολιτιστικών περιοχών και μνημείων. Περιέχει περιηγήσεις και ανακατασκευές κατεστραμμένων μνημείων. Μέσα από απεικονίσεις και περιηγήσεις γεφυρώνει την απόσταση μεταξύ ψυχαγωγίας - διασκέδασης και καθιστά την ιστορία και τον πολιτισμό πιο προσιτά σε ένα ευρύτερο κοινό. Οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις μνημείων και ευρημάτων παρουσιάζονται στο κοινό μέσω μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας ενώ ο χρήστης έχει οπτική επαφή με το περιβάλλον και παράλληλα υπάρχει η δυνατότητα να ακούει περιγραφές των μνημείων (Vlahakis et al., 2001)



(a) Original Image



(b) Augmented Image

*Εικόνα 7. First results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites
Vlahakis et al., 2001*

Οι νέες τεχνολογίες ανοίγουν νέες ευκαιρίες και στην βιομηχανία της υγειονομικής περίθαλψης. Μπορεί να προσφέρει τεράστια αξία στην εξάσκηση της ιατρικής και της εκπαίδευσης, επιτρέποντας στους μαθητές και τους εκπαιδευόμενους ιατρούς να οπτικοποιήσουν καλύτερα τα θέματα υγείας και σενάρια που θα αντιμετωπίσουν. Για παράδειγμα, το πανεπιστήμιο Western Reserve συνεργάστηκε με τη Microsoft και δημιούργησε μια εφαρμογή που ονομάζεται HoloAnatomy για να απεικονίσει το ανθρώπινο σώμα με έναν εύκολο και θεαματικό τρόπο. Μέσα από αυτή την εφαρμογή έχουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν τα πάντα στο ανθρώπινο σώμα, από τους μύες έως τις πιο μικρές φλέβες σε ένα ολόγραμμα.

Ένα ακόμα παράδειγμα χρήσης επαυξημένης πραγματικότητας στην ιατρική είναι το Eye Decide. Το Eye Decide είναι μια ιατρική εφαρμογή που χρησιμοποιεί οθόνη μέσω της οποίας υπάρχει δυνατότητα προσομοίωσης συγκεκριμένων παθήσεων στην όραση ενός ατόμου. Χρησιμοποιώντας τέτοιες εφαρμογές ο γιατρός μπορεί να

δείξει την εικόνα που έχει ένας ασθενής με συγκεκριμένη πάθηση. (<https://medicalfuturist.com/augmented-reality-in-healthcare-will-be-revolutionary/>)

Συνεχίζοντας, η start up εταιρεία AccuVein χρησιμοποιεί επαυξημένη πραγματικότητα για τη διευκόλυνση νοσοκόμων και ασθενών. Δημιούργησε μια εφαρμογή η οποία μέσα από σκάνερ εντοπίζει τις φλέβες των ασθενών.

Τέλος, η Medsights Tech είναι μια εταιρεία λογισμικού, η οποία αναπτύσσει εργαλεία και διαθέτει στο ιατρικό προσωπικό προβολές ακτίνων χ. Συγκεκριμένα, έχουν δημιουργήσει λογισμικό το οποίο χρησιμοποιώντας επαυξημένη πραγματικότητα δημιουργεί τρισδιάστατες ανακατασκευές όγκων. Δίνεται, δηλαδή, η δυνατότητα στο χειρουργό να έχει την ακρίβεια των ακτίνων χ χωρίς την έκθεση του ασθενή στην ακτινοβολία. (<https://medicalfuturist.com/augmented-reality-in-healthcare-will-be-revolutionary/>)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Σπήλαιο

Το όνομα του σπηλαίου που εξετάζεται είναι «Νύμφη Κορώνεια» ή «Άντρο Λειβηθρίδων Νυμφών» και τοποθετείται στις ΒΑ πλαγιές του όρους Ελικώνα, σε υψόμετρο 820 μέτρων δυτικά του χωριού Αγία Τριάδα του Δήμου Λεβαδέων. (http://odysseus.culture.gr/h/2/gh251.jsp?obj_id=1619).



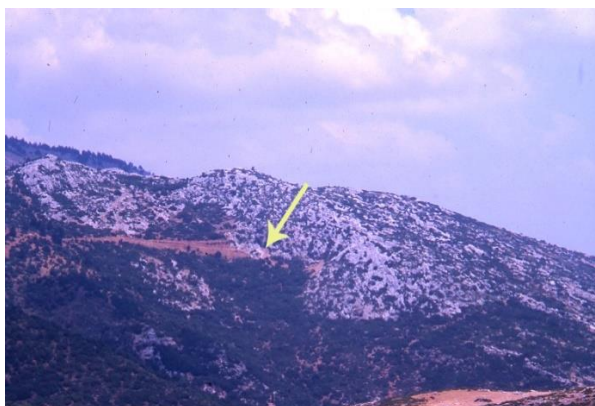
*Εικόνα 8. Είσοδος σπηλαίου
Προσωπικό αρχείο κας Νέλλης Σκουμή*

Ο εντοπισμός του σπηλαίου έγινε από κάτοικο της περιοχής το 1984, και λίγα χρόνια αργότερα, το 1987, ξεκίνησε η ανασκαφική έρευνα από την Εφορεία Σπηλαιολογίας και Παλαιοανθρωπολογίας, υπό τη διεύθυνση της Δρ. Βιβής Βασιλοπούλου.

Η Βοιωτία υπήρξε σημαντική κοιτίδα του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού. Για την περιοχή μπορούμε να αντλήσουμε περιγραφές και αφηγήσεις από τον Στράβωνα (Ελληνας γεωγράφος, φιλόσοφος και ιστορικός. 63π.Χ.-23μ.Χ.) και τον Πausανία (Ελληνας περιηγητής και γεωγράφος, απεβίωσε το 180μ.Χ.) οι οποίοι υπήρξαν μεγάλοι περιηγητές του αρχαίου κόσμου.

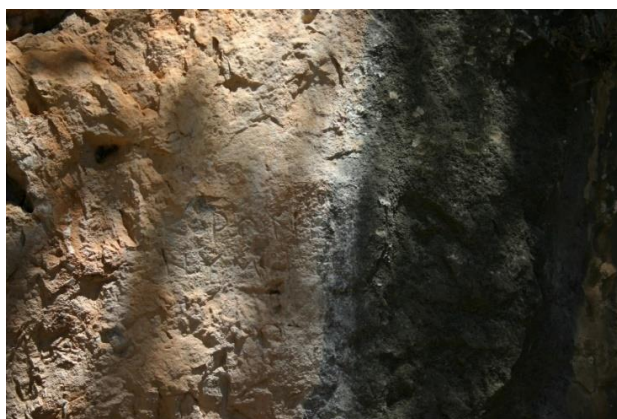
Συγκεκριμένα, ο Στράβων στα *Γεωγραφικά* (θ 409-410) κάνει αναφορά για ένα ιερό στον Ελικώνα: «Ὁ μὲν οὖν Ελικὼν οὐ πολὺ διεσηκῶς τοῦ Παρνασσού... Ἐνταῦθα τῶν Μουσῶν ἱερόν καὶ ἡ Ἴππου κρήνη καὶ τὸ τῶν Λειβηθρίδων νυμφῶν ἄντρον...».

Ο Πausanias στα *Βοιωτικά* IX (κεφ 34), μιλάει για ένα ορεινό ιερό. «Κορώνειας δέ σταδίους ὡς τεσσαράκοντα ὄρος ἀπέχει τὸ λιβηθρίων καὶ πηγαί (τὴ μὲν Λιβηθριάδα ὀνομάζουσιν, ἡ δέ ἕτερα Πέτρα γυναικὸς μαστοῖς εἰσὶν εἰκασμένοι, καὶ ὁμοῖον γάλακτι ὕδωρ ἀπ' αὐτῶν ἄνεισιν)».



*Εικόνα 9. Τοποθεσία σπηλαίου
Προσωπικό αρχείο κας Νέλλης Σκουμῆ*

Εκτός από τις γραπτές πηγές η ταύτισή του υποστηρίζεται από τα ανασκαφικά ευρήματα καθώς και την εγχάρακτη επιγραφή του 4^{ου} αι. π.Χ. πάνω από την είσοδο του σπηλαίου «Νύμφη Κορώνεια» και κατατάσσεται επομένως στα επώνυμα σπήλαια.



*Εικόνα 10. Εγχάρακτη επιγραφή του 4ου αι. π.Χ. πάνω από την είσοδο του σπηλαίου «Νύμφη Κορώνεια»
Προσωπικό Αρχείο κας Νέλλης Σκουμῆ*

Το όνομα λείβηθρα από το ρήμα λείβω σημαίνει ρείθρα νερού και είναι δηλωτικό της αρχαιολογικής θέσης, καθώς όπως αναφέρεται και στον Πausανία, δίπλα στο σπήλαιο εντοπίζεται και μια πηγή.

(<https://www.youtube.com/watch?v=xsQWb3g5Bk8>).

Η χρήση του σπηλαίου φαίνεται να ξεκινά ήδη από την Νεολιθική εποχή και πρώιμη εποχή του Χαλκού από «προσωρινούς» επισκέπτες όπως υποδηλώνουν και τα κατάλοιπα κεραμικής και τα εργαλεία. Από την ύστερη εποχή του Χαλκού τα ευρήματα «μαρτυρούν» τη χρήση του σπηλαίου ως λατρευτικό ιερό. Ήταν αφιερωμένο στις λειβηθριάδες νύμφες, η κοιτίδα των οποίων ήταν στην Πιερία κοντά στο Διόν, πριν μετακομίσουν στην περιοχή:

(<https://www.youtube.com/watch?v=xsQWb3g5Bk8>).

2.2 Ευρήματα

Τα ευρήματα ποικίλουν και τα περισσότερα χρονολογούνται στα αρχαϊκά, κλασικά και ελληνιστικά χρόνια. Είναι κατασκευασμένα από πηλό της Βοιωτίας με την εξαίρεση μικρών ειδωλίων που κατασκευάστηκαν από πηλό της Κορίνθου. (Muller, 2015).

Ανάμεσα σε αυτά δεν είναι λίγα τα ευρήματα που παριστάνουν την θεά της γονιμότητας, της ομορφιάς και της ευγονίας, τη θεά Αφροδίτη. Αυτά τα ειδώλια, ανάλογα με τη στάση του σώματος καθώς και τα σύμβολα που κρατούν, ταξινομούνται σε τουλάχιστον δεκαπέντε διαφορετικούς τύπους.

ΤΥΠΟΣ Α: Αφροδίτη ιστάμενη με φρούτα

Ένας κλασικός κορινθιακός τύπος Αφροδίτης, με το χαρακτηριστικό ένδυμα θεοτήτων, που κρατάει είτε ένα μήλο είτε ένα ρόδι. Και τα δυο αυτά φρούτα είναι σύμβολα της αφθονίας και της γονιμότητας (Muller, 2015).

ΤΥΠΟΣ Α2: Αφροδίτη καθιστή με περιστέρι

Κορινθιακός τύπος. Η Αφροδίτη καθισμένη με τα μαλλιά μέχρι τους ώμους κρατάει ένα περιστέρι, σύμβολο της Αφροδίτης (Muller, 2015).



Εικόνα 11. Αφροδίτη ιστάμενη με φρούτα και καθιστή με περιστέρι
Muller, 2015

ΤΥΠΟΣ Β: Αφροδίτη με ταινία

Απεικονίζεται η Αφροδίτη με χιτώνα με πτυχές και με κεντητό ιμάντα (Muller, 2015). Ο Κεστός Ιμάς (girdled strap) είναι κεντημένη ζώνη που μπορεί να πάρει τη μορφή ταινίας που τυλιγμένη κάτω από τα γυναικεία στήθη. Η ταινία αναφέρεται και στο Όμηρο ραψωδία Ξ, 214 «ἦν δ' αὖτε προσέειπε φιλομειδῆς Ἀφροδίτη· οὐκ ἔστ' οὐδὲ ἔοικε τεὸν ἔπος ἀρνήσασθαι· Ζηνὸς γὰρ τοῦ ἀρίστου ἐν ἀγκοίνῃσιν ἰαύεις, ἧ καὶ ἀπὸ στήθεσφιν ἐλύσατο κεστὸν ἰμάντα ποικίλον, ἔνθα δὲ οἱ θελκτήρια πάντα τέτυκτο·»



Εικόνα 12. Αφροδίτη με ταινία
Προσωπικό Αρχείο

ΤΥΠΟΣ C: Αφροδίτη ημίγυμνη με φρούτα

Φοράει ιμάτιο τυλιγμένο γύρω της και με το αριστερό χέρι κρατάει ένα καλάθι με φρούτα. Μέχρι και τον 6^ο-5^ο αιώνα η Αφροδίτη απεικονιζόταν γυμνή. Ο Αλκαμένης (αρχαίος Έλληνας γλύπτης του 5^{ου} π.Χ. αιώνα) ήταν αυτός που ξεκίνησε να απεικονίζει την Αφροδίτη ημίγυμνη ενώ ο Πραξιτέλης (Αθηναίος γλύπτης του 4^{ου} αιώνα π.Χ.) ήταν αυτός που την παρουσίασε γυμνή (Muller, 2015).



Εικόνα 13. Αφροδίτη με φρούτα
Προσωπικό Αρχείο

ΤΥΠΟΣ D: Αφροδίτη που ξεσκεπάζει στήθος

Το μοτίβο κατά το οποίο το δεξί χέρι κρατάει το ιμάτιο και το τραβάει, είναι τυπική κίνηση και ονομάζεται «κίνηση της Ήρας». Το ύφασμα γλιστρά και αφήνει ακάλυπτο τμήμα του στήθους. Μια παραλλαγή αυτού του τύπου, με την Αφροδίτη να αφήνει ολόκληρο το στήθος ακάλυπτο, χρονολογείται στο 2^ο μισό του 4^{ου} αιώνα π.Χ. (Muller, 2015).



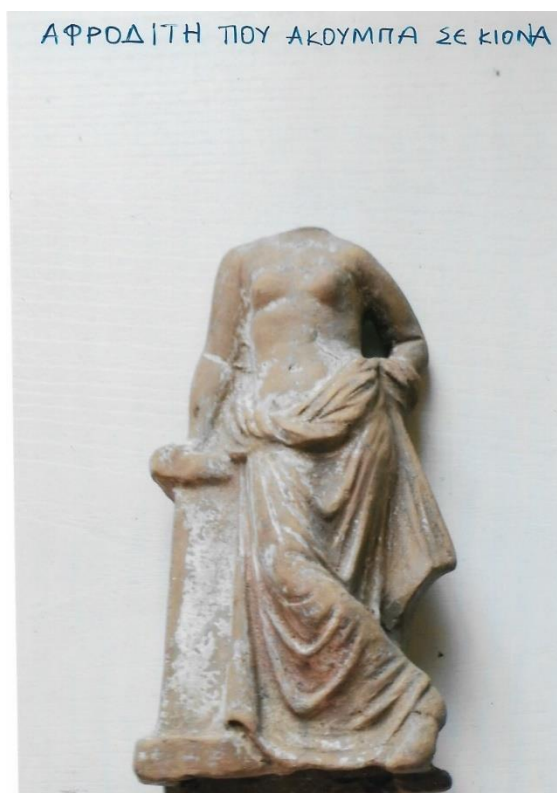
Εικόνα 14. Αφροδίτη που ξεσκεπάζει το στήθος
Muller, 2015

ΤΥΠΟΣ F: Αφροδίτη που ακουμπά σε κίονα, άνω τμήμα γυμνό

Στηρίζεται με το ένα πόδι στον κίονα ενώ το άλλο είναι ελεύθερο και βρίσκεται σε προβολή. Ο χιτώνας φαίνεται να είναι πολύ λεπτός και σχηματίζονται πτυχώσεις. Αυτός ο τύπος της Αφροδίτης χρονολογείται περίπου τον 5^ο αιώνα και ήταν ευρέως διαδεδομένος κατά την Ελληνιστική Περίοδο (Muller, 2015).



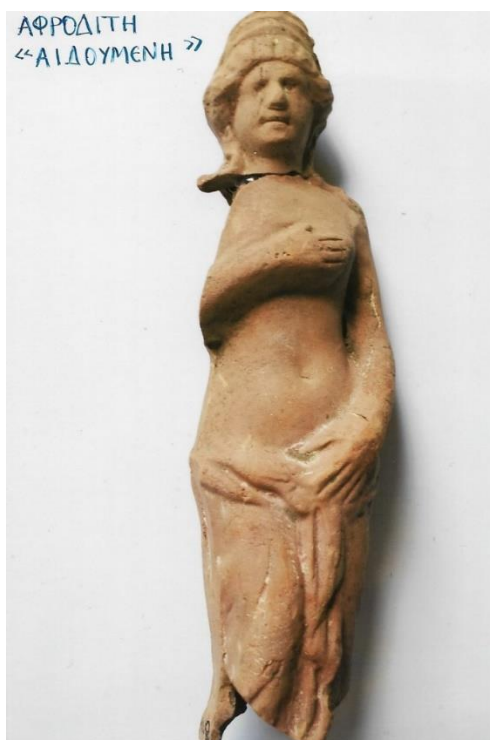
Εικόνα 15. Αφροδίτη που ακουμπά σε κίονα, με άνω τμήμα γυμνό
Muller, 2015



Εικόνα 16. Αφροδίτη που ακουμπά σε κίονα
Προσωπικό Αρχείο

ΤΥΠΟΣ Η: Η Αφροδίτη «αιδουμένη»

Ο τύπος της «αιδουμένης» Αφροδίτης είναι εμπνευσμένος από τον τύπο της Αφροδίτης των Μεδίκων. Το επάνω τμήμα είναι γυμνό ενώ το μάτιο είναι τυλιγμένο συμμετρικά γύρω από τους μηρούς της (Muller, 2015).



*Εικόνα 17. Αφροδίτη "Αιδούμενη"
Προσωπικό Αρχείο*

Εκτός όμως από την Αφροδίτη βρέθηκαν στο σπήλαιο και άλλα ειδώλια περιστεριών και ομοιώματα μήλου και ροδιού. Τα περιστέρια ήταν ένα από τα σημαντικότερα σύμβολα της Αφροδίτης (Muller, 2015).



*Εικόνα 18. Περιστέρια
Muller, 2015*

Τα μήλα και τα ρόδια ήταν τα ιερά φρούτα της Αφροδίτης, σύμβολα της αφθονίας και της γονιμότητας (Muller, 2015).



*Εικόνα 19. Ομοιώματα Ροδιών και Μήλων
Muller, 2015*

Τέλος, σημαντικά ευρήματα που σχετίζονται με την Αφροδίτη ήταν και τα ειδώλια έρωτα. Ο έρωτας ήταν αυτός που κυριαρχούσε στη φύση ελέγχοντας τις σχέσεις των ανθρώπων και εξασφαλίζοντας τη συνέχεια της ζωής (Muller, 2015).



*Εικόνα 20. Έρωτας
Muller, 2015*

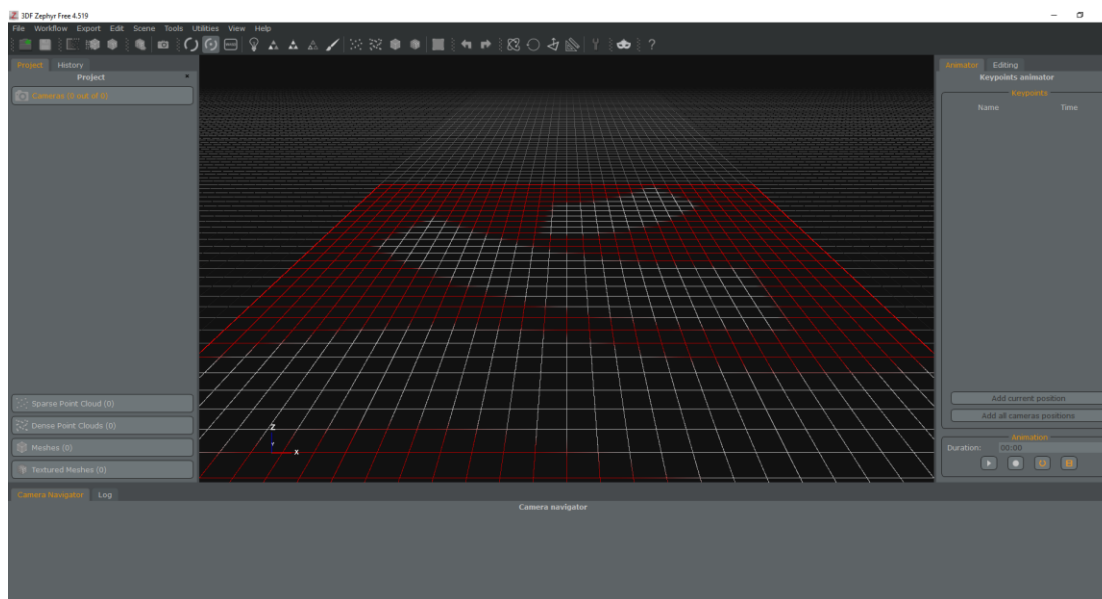
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων

Μετά την επιλογή της αρχαιολογικής θέσης και σε συνεννόηση με την Εφορεία Σπηλαιολογίας και Παλαιοανθρωπολογίας έγινε η επιλογή των ευρημάτων που θα χρησιμοποιηθούν στην παρουσίαση του σπηλαίου. Η επιλογή έγινε ανάμεσα από τα ήδη δημοσιευμένα αντικείμενα στο *Archaiologia*. “Figurines de terre cuite en Méditerranée grecque et romaine”, volume 2 *Iconographie et contextes*, Presses Universitaires du Septentrion και συγκεκριμένα στο άρθρο “Aphrodite Figurines from the sanctuary of “Nymph Koronia” at Mount Helicon”.

Στόχος ήταν η δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων από τα ευρήματα με τη διαδικασία της φωτογραμμετρίας. Η φωτογραμμετρία είναι η επιστήμη της απόκτησης αξιόπιστων μετρητικών πληροφοριών για φυσικά αντικείμενα και το περιβάλλον τους, μέσω διαδικασιών καταγραφής, μέτρησης και ερμηνείας φωτογραφικών εικόνων (<https://en.wikipedia.org/wiki/Photogrammetry>). Υπάρχουν δυο κύριοι τύποι φωτογραμμετρίας, η εναέρια (aerial photogrammetry) και η κοντινής απόστασης φωτογραμμετρία (close range photogrammetry). Στην πρώτη περίπτωση, γίνεται λήψη φωτογραφιών από αεροσκάφη ή από μη επανδρωμένα σκάφη (drones) με στόχο τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων ή ψηφιακά χαρτογραφημένων περιοχών (mapped digitally). Στην κοντινής απόστασης φωτογραμμετρία η λήψη φωτογραφιών γίνεται είτε με φορητή κάμερα είτε με κάμερα που στηρίζεται σε ένα τρίποδο. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται για την παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων μικρότερων σε μέγεθος και όχι για τη δημιουργία τοπογραφικών χαρτών. ([autodesk.com/solutions/photogrammetry-software](https://www.autodesk.com/solutions/photogrammetry-software))

Για την παρούσα διπλωματική εργασία, η διαδικασία επεξεργασίας των φωτογραφιών έγινε μέσω του προγράμματος zephyr.



Εικόνα 21. Zephyr

Το zephyr είναι ένα λογισμικό από την 3Dflow που χρησιμοποιείται ως επιλογή για οποιαδήποτε τρισδιάστατη απεικόνιση. Η διαδικασία περιλαμβάνει τη λήψη επικαλυπτόμενων φωτογραφιών ενός αντικειμένου μιας δομής ή ενός χώρου και τη μετατροπή αυτών σε δυσδιάστατα ή τρισδιάστατα ψηφιακά μοντέλα (<https://www.3dflow.net/>).

Υπάρχουν διαθέσιμα πολλά λογισμικά για την παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων όπως το Autodesk ReCap, Aisoft Metashape. Συγκεκριμένα, όμως, το Zephyr χρησιμοποιεί αλγόριθμους για την τρισδιάστατη ανακατασκευή των φωτογραφιών. Με τον αλγόριθμο SAMANTHA είναι εφικτή η ανάκτηση θέσης του προσανατολισμού που φορτώνονται στο σύστημα χωρίς επιπλέον πληροφορίες.

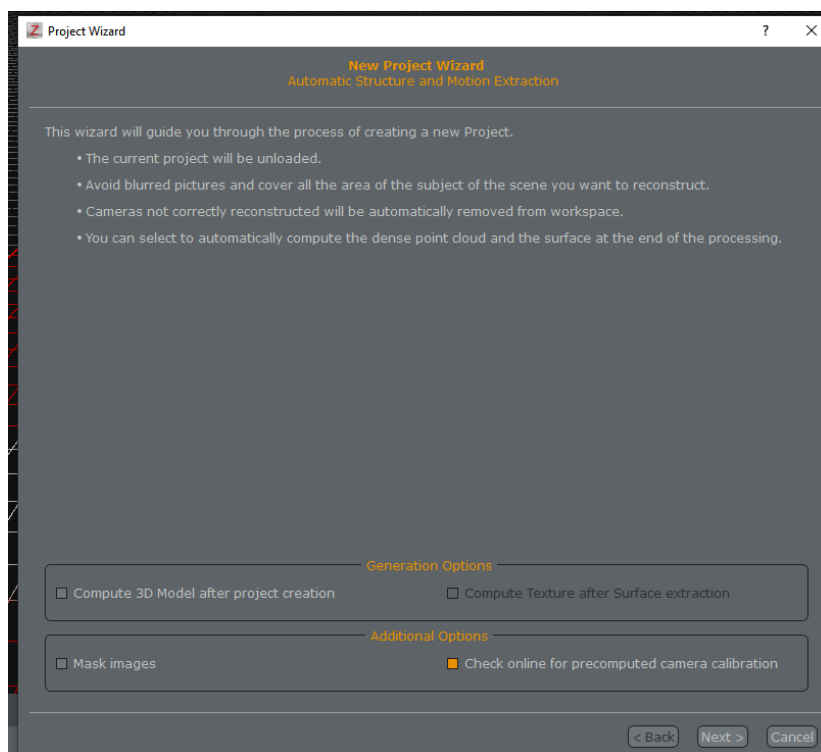
Στη συνέχεια με το 3DF STASIA εξάγεται ακριβές dense point cloud. Το dense point cloud είναι ένα σύνολο δεδομένων που προκύπτει από τον υπολογισμό πολλών σημείων στην εξωτερική επιφάνεια ενός αντικειμένου και τα οποία συχνά μετατρέπονται σε πολυγωνικά μοντέλα.

Ένας άλλος αλγόριθμος είναι το 3DF SASHA κατάλληλος για την εξαγωγή πλέγματος. Το πλέγμα που προκύπτει είναι το σύνολο διασυνδεδεμένων όψεων που σχηματίζουν μια επιφάνεια ή ένα αντικείμενο. Το τελευταίο κομμάτι της διαδικασίας είναι η προσθήκη υφής και χρωμάτων. Ο αλγόριθμος επιτρέπει την αυτόματη επιλογή κατάλληλων για κάθε pixel. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να έχουν τα επιθυμητά

αποτελέσματα παρόλο που η λήψη φωτογραφιών έγινε σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού (<https://www.3dflow.net/>).

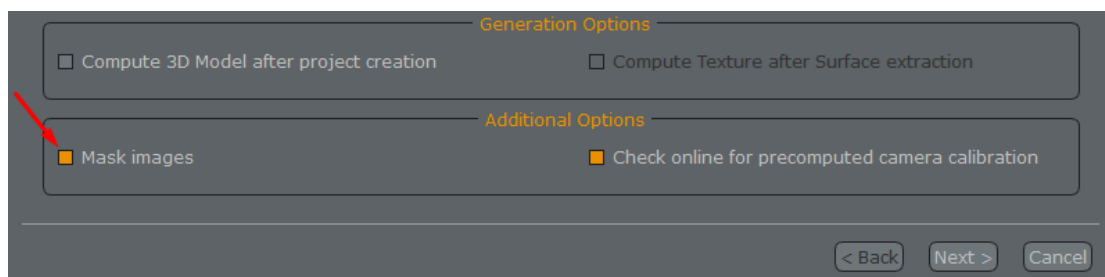
Για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων το πρώτο βήμα είναι να φορτωθούν οι φωτογραφίες που έχουν επιλεγεί για το κάθε αντικείμενο στο σύστημα.

Οι διαδικασίες που αναλύθηκαν γίνονται με την επιλογή των παρακάτω εντολών.

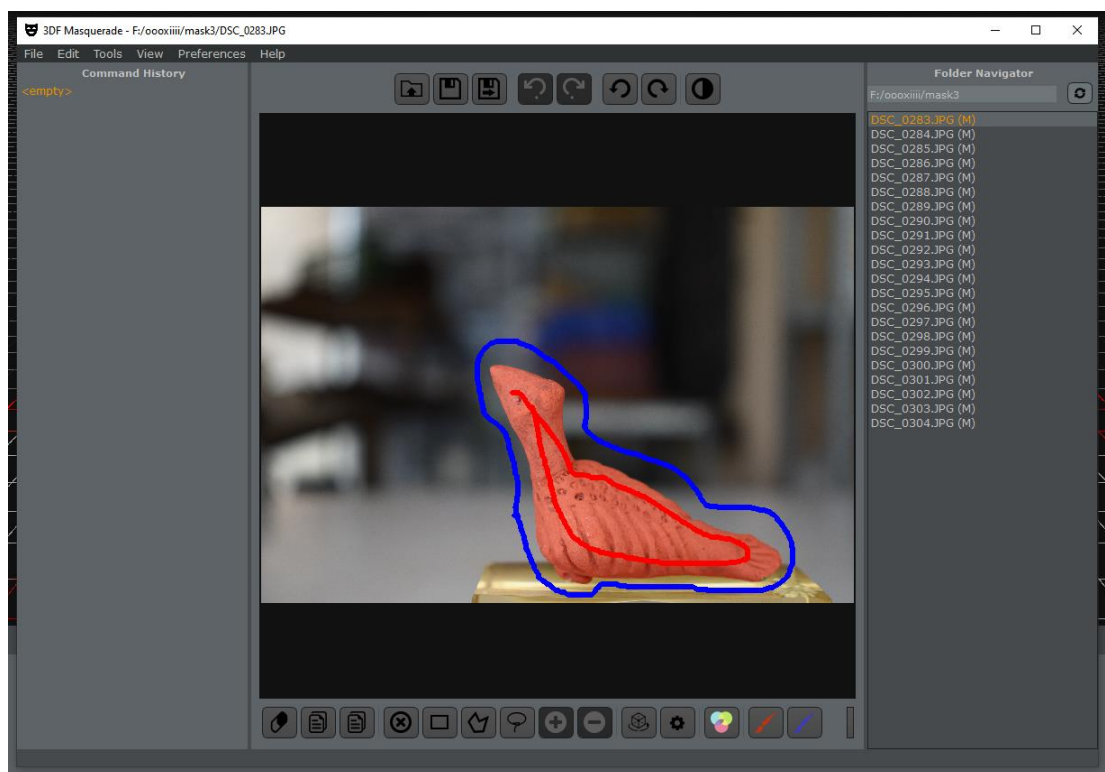


Εικόνα 22. Εντολές για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων

Ένα επίσης πολύ σημαντικό κομμάτι για τη διαδικασία είναι και η μάσκα, η επιλογή δηλαδή “mask images”. Είναι μια επιλογή η οποία έχει αναπτυχθεί σαν εξωτερικό εργαλείο και επιτρέπει την απόκρυψη περιοχών που εμποδίζουν τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου. Στη συγκεκριμένη εργασία στα περισσότερα μοντέλα έχει χρησιμοποιηθεί αυτή η επιλογή καθώς ο φωτισμός δεν ήταν ο κατάλληλος και αυτό είχε ως αποτέλεσμα το τελικό αντικείμενο να μην ήταν το επιθυμητό. Με τη «μάσκα» το μοντέλο απομονώνεται και έτσι «αποκλείονται» κάποιες περιοχές που ενδεχομένως να «εμπόδιζαν» τη δημιουργία του τελικού τρισδιάστατου μοντέλου.



Εικόνα 23. Επιλογή mask images



Εικόνα 24. Επεξεργασία εικόνων με τη διαδικασία "mask images"

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας κρίνεται απαραίτητη η επεξεργασία των μοντέλων για να είναι το αποτέλεσμα άρτιο. Η επεξεργασία γίνεται και μέσα από το ίδιο το πρόγραμμα, δίνοντας πληθώρα επιλογών τόσο στη αφαίρεση κάποιων σημείων όσο και στην κάλυψη κενών που έχουν δημιουργηθεί.

Στο τελευταίο στάδιο είναι απαραίτητη η εξαγωγή του τρισδιάστατου μοντέλου από το πρόγραμμα, το οποίο γίνεται από την επιλογή "export texture mesh". Στο φάκελο, που έχει επιλεγεί, αποθηκεύονται τρία αρχεία. Ένα obj (σκελετόπλεγμα), η εικόνα (jpg, png) δηλαδή η υφή του μοντέλου και τέλος, το αρχείο με κατάληξη mtl. Το αρχείο με την κατάληξη mtl είναι ένα βοηθητικό αρχείο που περιέχει ορισμούς

υλικών που μπορούν να διαβαστούν από το obj αρχείο. Το mtl αρχείο συνήθως αποθηκεύεται σε μορφή απλού κειμένου.

Τα τρισδιάστατα μοντέλα, μετά και από την τελική επεξεργασία αποθηκεύονται και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις εφαρμογές παρουσίασης του σπηλαίου.

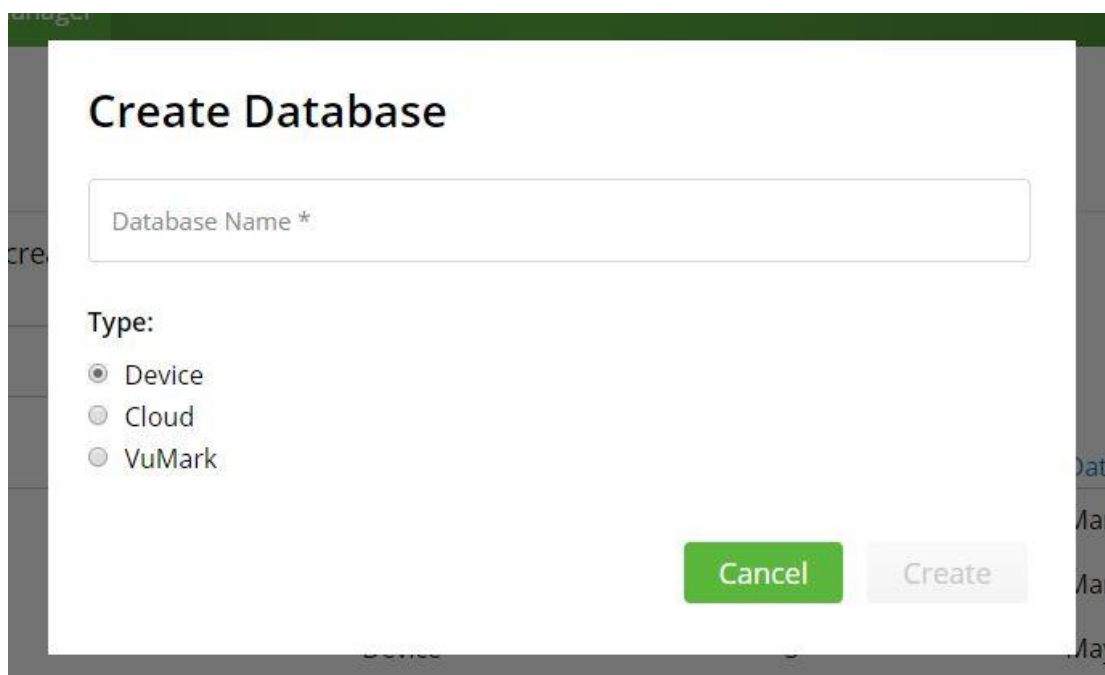
3.2 Πρώτη Εφαρμογή

Η επιλογή δημιουργίας μιας τέτοιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για την παρουσίαση του σπηλαίου «Νύμφης Κορώνειας» έγινε λαμβάνοντας υπόψη την εξοικείωση της πλειοψηφίας και ιδιαίτερα της νεότερης γενιάς με αντίστοιχες εφαρμογές.

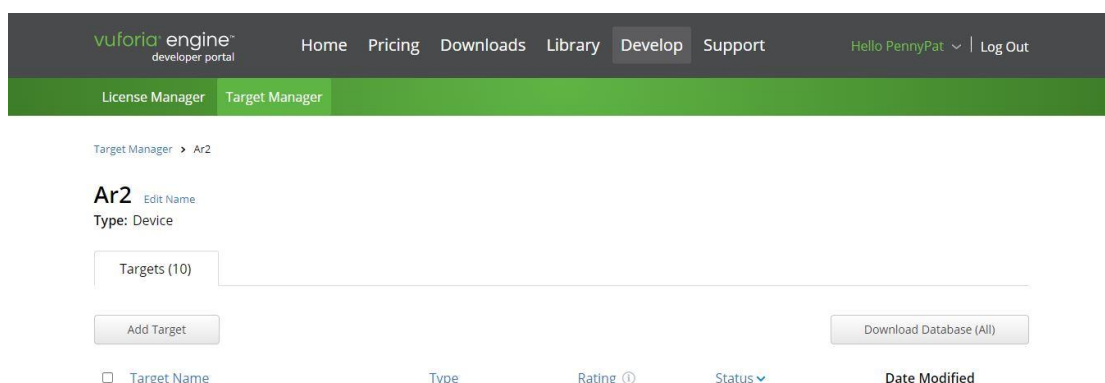
Το πρόγραμμα που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί είναι το unity. Το unity είναι μια μηχανή παιχνιδιών η δημιουργία της οποίας ξεκίνησε από έναν Δανό ονόματι Nicholas Francis ο οποίος έκανε μια ανάρτηση που έκανε το 2002 στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, αναζητώντας προγραμματιστή για να δημιουργήσει μια πλατφόρμα παιχνιδιών. Σε αυτή την ανάρτηση ανταποκρίθηκε ο Joachim Ante με τον οποίο ξεκίνησαν την προσπάθεια για τη δημιουργία της πλατφόρμας. Ιδρύεται, λοιπόν μετά από δύο χρόνια η εταιρεία τους και η πλατφόρμα unity γίνεται η δημοφιλέστερη μηχανή παιχνιδιών. Το unity μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία τρισδιάστατων και δυσδιάστατων παιχνιδιών, καθώς και παιχνιδιών εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας. Οι εντολές δίνονται με script κυρίως σε γλώσσα C# ([https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_\(game_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))).

Για τη βελτίωση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας από το 2017 το unity ενσωματώνει την πλατφόρμα Vuforia engine. Το Vuforia engine είναι πλατφόρμα δημιουργίας εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας και υποστηρίζει εφαρμογές για Android, iOS, uwp κ.α. (<https://developer.vuforia.com/>).

Για την πρώτη εφαρμογή έγινε χρήση αυτής της πλατφόρμας. Στην ιστοσελίδα του Vuforia αφού γίνει η προαπαιτούμενη σύνδεση μπορεί να προχωρήσει η δημιουργία ενός σετ εικόνων που θα λειτουργήσουν ως target, δηλαδή ως «στόχοι αναγνώρισης» για την εμφάνιση των μοντέλων στην εφαρμογή. Σε μια καινούργια βάση δεδομένων τοποθετούνται όλες οι εικόνες (add target) που θα λειτουργήσουν ως εικόνες-στόχοι.

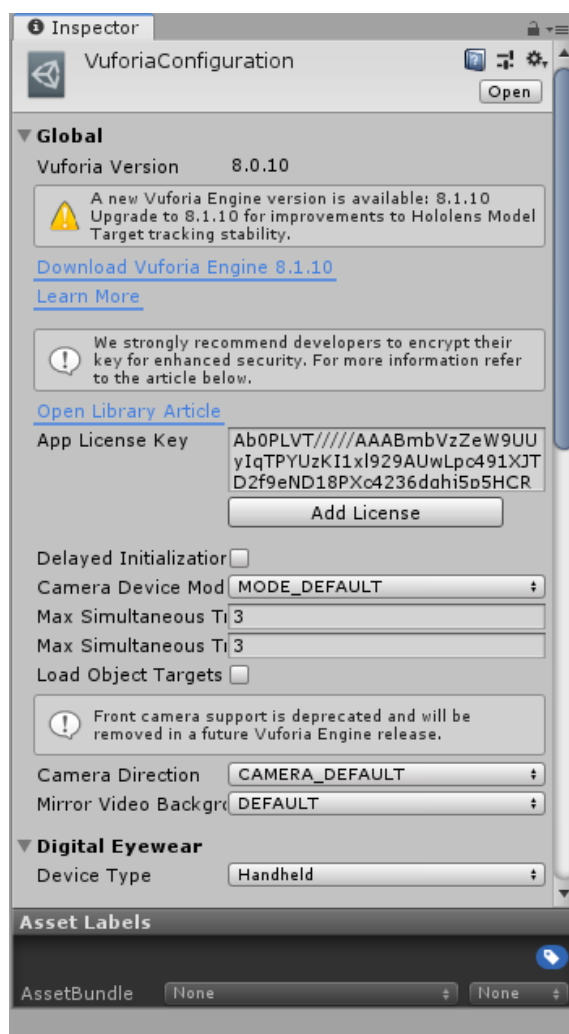


Εικόνα 25. Δημιουργία βάσεων δεδομένων στην πλατφόρμα Vuforia



Εικόνα 26. Εισαγωγή εικόνων - target στην πλατφόρμα Vuforia

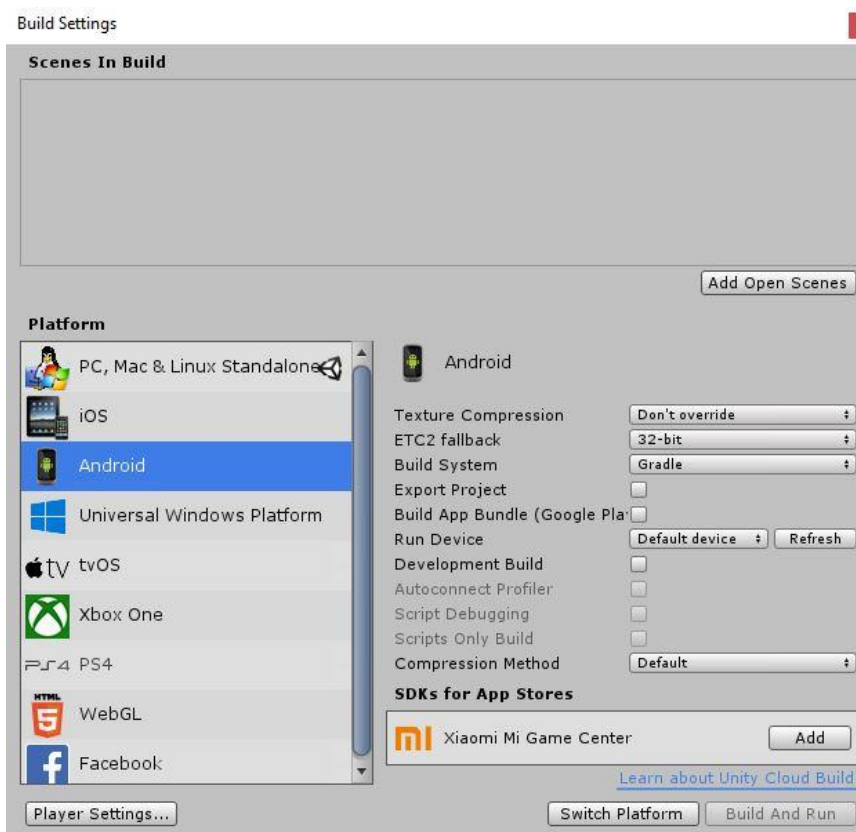
Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία για όλες τις εικόνες-στόχους πρέπει να αποθηκευτεί η βάση δεδομένων σε ένα καινούργιο unity project που έχει δημιουργηθεί. Στη συνέχεια στο inspector menu στην επιλογή open Vuforia configuration πρέπει να επικολληθεί το license key το οποίο ανακτάται από τη βάση δεδομένων στη Vuforia.



Εικόνα 27. Επικόλληση του App License Key στο Unity

Το επόμενο βήμα το οποίο θα πρέπει να γίνει είναι να συνδεθούν τα trackers/εικόνες με τα τρισδιάστατα αντικείμενα. Επιλέγεται το image ακολουθώντας τη σειρά Game Object–Vuforia Engine–Image και από το inspector menu προστίθεται η εικόνα/στόχος. Στη συνέχεια αφού γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις στις διαστάσεις τοποθετείται (drag n drop) πάνω σε αυτό το τρισδιάστατο αντικείμενο.

Αφού ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία για όλα τα αντικείμενα/ειδώλια και ολοκληρωθεί η εφαρμογή θα πρέπει να γίνει εξαγωγή αυτής με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να λειτουργεί σε android συσκευές. Πρέπει να γίνει επιλογή εξαγωγής σε android συσκευές και στη συνέχεια να προστεθεί η σκηνή πατώντας την εντολή “add open scenes”. Ανοίγεται ένας καινούργιος φάκελος στον οποίο θα αποθηκευτούν τα αρχεία από το πρόγραμμα και γίνεται “build”. Το αρχείο το οποίο μεταφέρουμε στην android συσκευή είναι το apk. Τέλος, γίνεται έλεγχος για τυχόν λάθη.



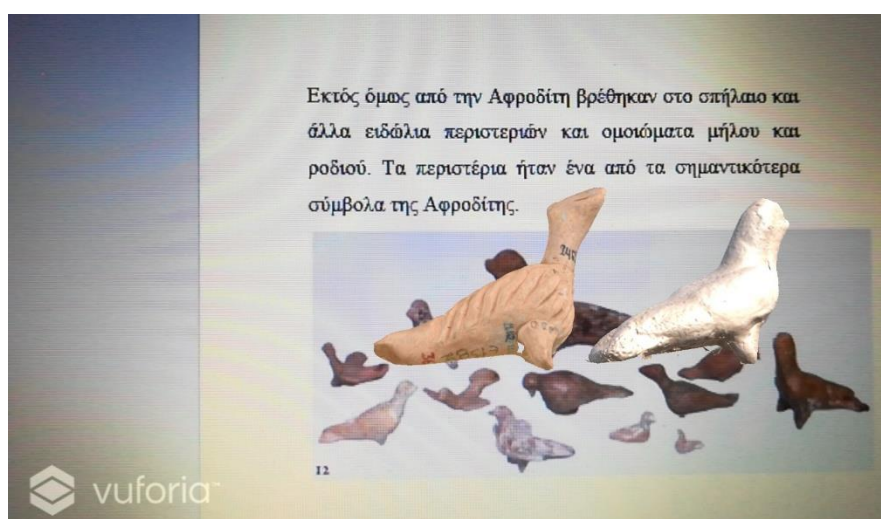
Εικόνα 28. Εξαγωγή της εφαρμογής για Android συσκευές

Η εφαρμογή αυτή έχει δημιουργηθεί μαζί με ένα μικρό βιβλίο στο οποίο έχουν συμπεριληφθεί οι εικόνες-στόχοι από την εφαρμογή μαζί με όλα τα στοιχεία για τα δημοσιευμένα ευρήματα καθώς και πληροφορίες και ιστορικά στοιχεία για το ίδιο το σπύλαιο. Αυτά τα στοιχεία παρουσιάζονται στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

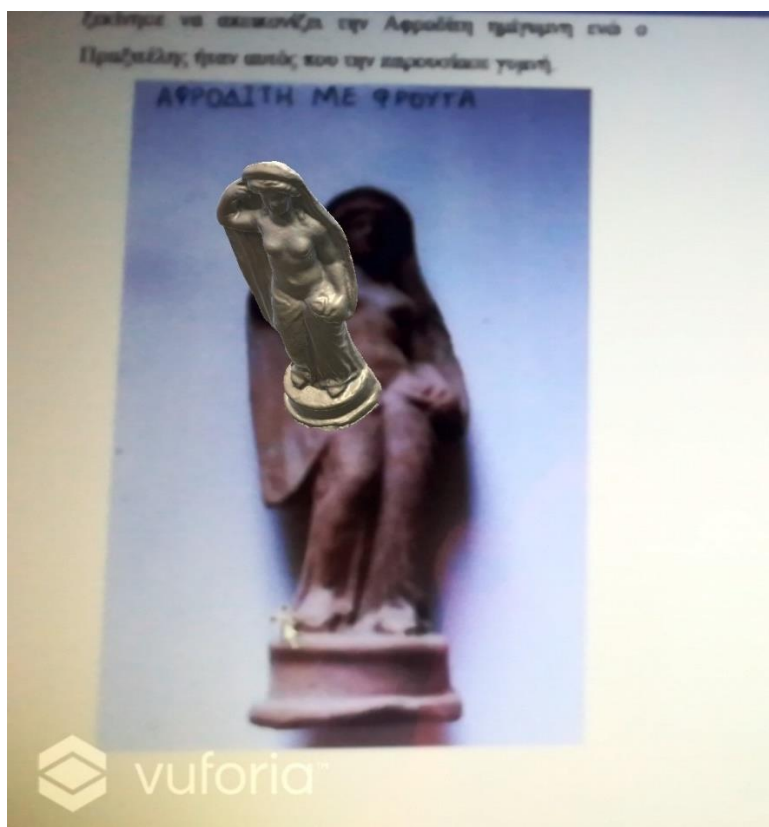
Η εφαρμογή μπορεί να αποθηκευτεί σε οποιαδήποτε android συσκευή. Μέσα από την εφαρμογή, και έχοντας τις αντίστοιχες εικόνες παρουσιάζονται τα τρισδιάστατα μοντέλα.



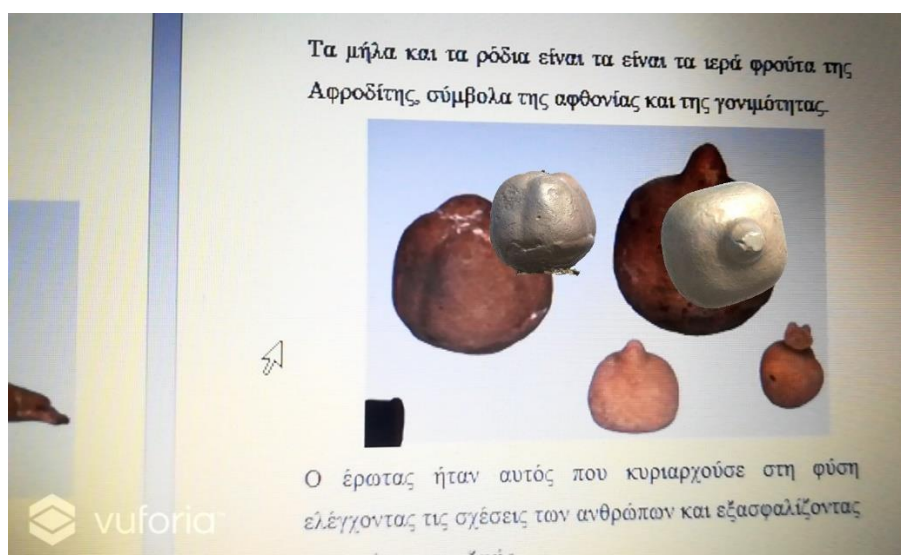
Εικόνα 29. Τρισδιάστατα μοντέλα Αφροδίτης καθιστής με περιστέρι και Αφροδίτης ιστάμενη με φρούτα



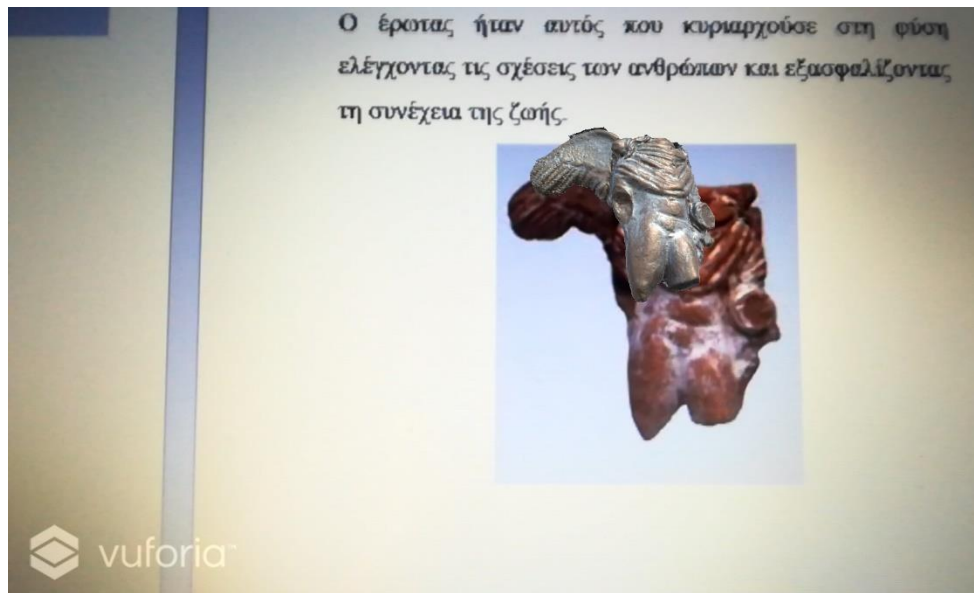
Εικόνα 30. Τρισδιάστατα μοντέλα περιστεριών



Εικόνα 31. Τρισδιάστατο μοντέλο Αφροδίτης με φρούτα



Εικόνα 32. Τρισδιάστατα μοντέλα ροδιού και μήλου



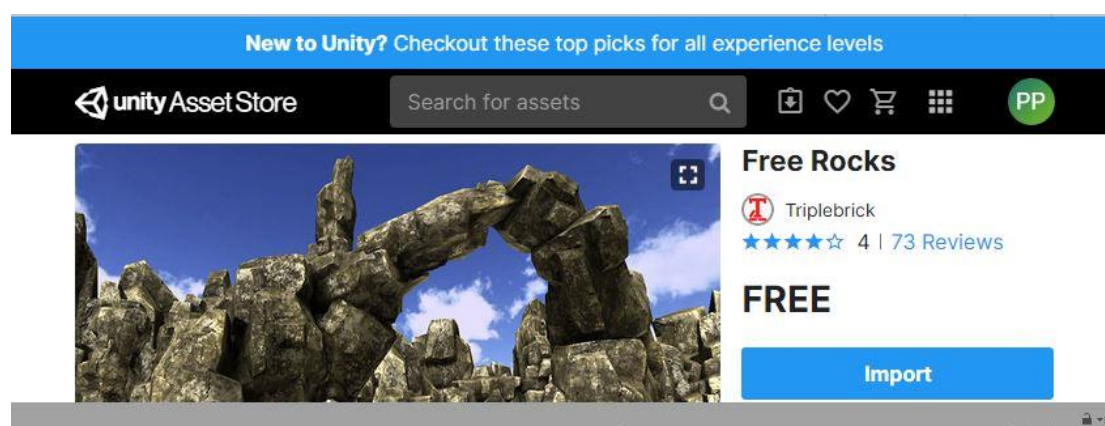
Εικόνα 33. Τρισδιάστατο μοντέλο Έρωτα

3.3 Δεύτερη Εφαρμογή

Η δεύτερη εφαρμογή περιλαμβάνει την περιήγηση πρώτου προσώπου στον εσωτερικό και εξωτερικό χώρο του σπηλαίου Νύμφης Κορώνειας και την παρουσίαση των τρισδιάστατων μοντέλων-ευρημάτων μέσα σε αυτή. Η εφαρμογή έγινε μέσω της πλατφόρμας παιχνιδιών unity. Η περιήγηση θα γίνει ανάμεσα σε δυο σκηνές. Στην πρώτη σκηνή διαμορφώνεται ο εξωτερικός χώρος του σπηλαίου μέσω του οποίου δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης στον εσωτερικό χώρο, στον οποίο παρουσιάζονται τα τρισδιάστατα μοντέλα- ευρήματα. Ο εσωτερικός χώρος αποτελεί τη δεύτερη σκηνή.

Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή σημαντικό στοιχείο είναι το asset store. Το asset store είναι μια βιβλιοθήκη του unity με υφές, τρισδιάστατα αντικείμενα, animation και tutorial, τα οποία ενισχύουν την εκάστοτε εφαρμογή

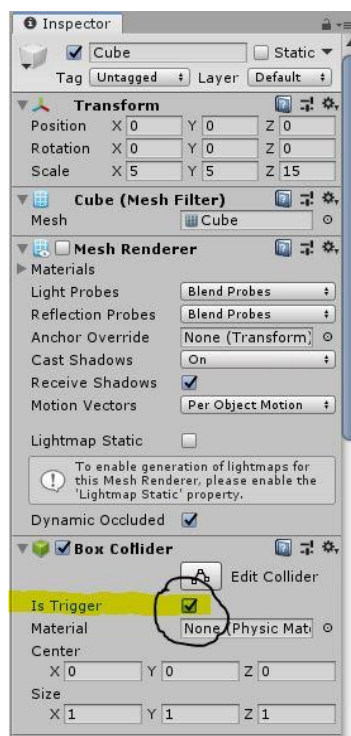
(https://assetstore.unity.com/?gclid=EAIAIqobChMIouTvwNO46gIVmKSyCh1iOwoGEAAYASAAEgKEAvD_BwE). Για την κατασκευή του σπηλαίου είναι απαραίτητο να αποθηκευτούν «υλικά» από αυτή τη μεγάλη βιβλιοθήκη, όπως πέτρες και διάφορα δέντρα και φυτά. Τοποθετώντας τα αντικείμενα που έχουν αποθηκευτεί από το asset store με τον κατάλληλο τρόπο, δημιουργείται ο χώρος του σπηλαίου ενώ στη συνέχεια γίνεται επεξεργασία της επιφάνειας του δαπέδου αλλάζοντας χρώμα για να γίνει περισσότερο ρεαλιστικό.



Εικόνα 34. Εισαγωγή στοιχείων από το asset store

Αφού ολοκληρωθεί η επεξεργασία του χώρου τότε τοποθετούνται και τα τρισδιάστατα μοντέλα διάσπαρτα στο χώρο. Στόχος είναι μια περιήγηση πρώτου προσώπου στην οποία ο επισκέπτης μπορεί να δει τα ευρήματα. Παράλληλα, με την

περιήγηση ο επισκέπτης θα μπορεί, πλησιάζοντας το εκάστοτε αντικείμενο, να βλέπει και τον τύπο στον οποίο ανήκει το εύρημα. Για να καταστεί αυτό εφικτό, προστίθεται σε κάθε αντικείμενο ξεχωριστά ένα τρισδιάστατο αντικείμενο (cube) το οποίο θα λειτουργήσει ως box collider. Η επιλογή “is trigger” πρέπει να είναι ενεργοποιημένη.



Εικόνα 35. Ενεργοποίηση της επιλογής "is trigger"

Στη συνέχεια προστίθεται ένα script όπως φαίνεται στην εικόνα το οποίο θα συνδεθεί με το τρισδιάστατο αντικείμενο που έχει προστεθεί για να εμφανίζεται ο τύπος στον οποίον ανήκει. Αυτό θα πρέπει να γίνει για όλα τα τρισδιάστατα αντικείμενα που έχουν τοποθετηθεί στο σπήλαιο.


```

Inspector
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

[ExecuteInEditMode]
public class Aphrodite_resting_on_a_square_column :
MonoBehaviour
{
    [Space(10)]
    [Header("Toggle for the gui on off")]
    public bool GuiOn;

    [Space(10)]
    [Header("The text to Display on Trigger")]
    [Tooltip("To edit the look of the text Go to Assets > Create >
GUIskin. Add the new Guiskin to the Custom Skin proptery. If
you select the GUIskin in your project tab you can now adjust
the Label section to change this text")]
    public string Text = "Αφροδίτη που ακουμπά σε κίονα με το
άνω τμήμα γυμνό";
}

```

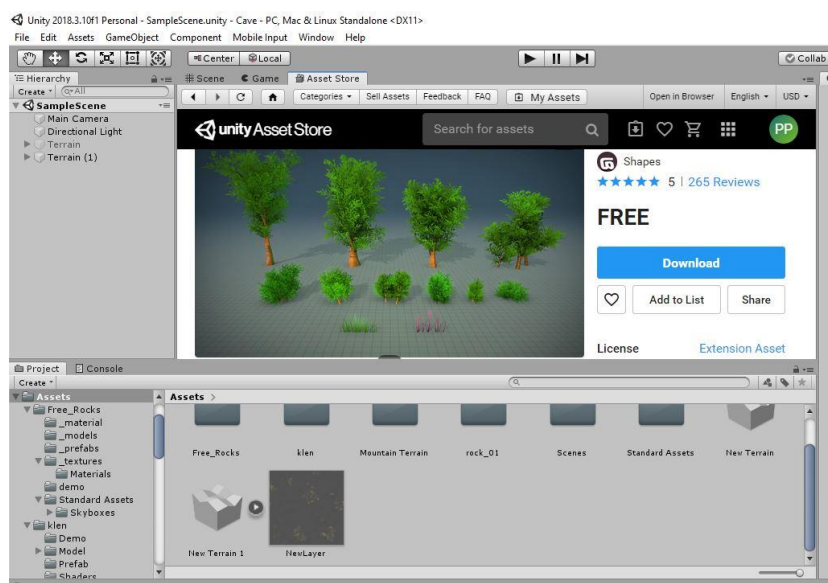
Εικόνα 36. Κώδικας για την εμφάνιση του τύπου των ειδικιών

Στη συνέχεια κρίνεται απαραίτητο να ρυθμιστεί ο φωτισμός. Επομένως συνδέεται το “first person controller” με ένα “spot light”. Επιλέγοντας το “spot light” και πηγαίνοντας στο inspector menu, μπορεί να ρυθμιστεί τόσο το χρώμα όσο και η επιθυμητή ένταση του φωτός. Αυτό θα μπορέσει να λειτουργήσει ως φακός που θα διευκολύνει την περιήγηση στο σπήλαιο και την εξέταση των ευρημάτων.

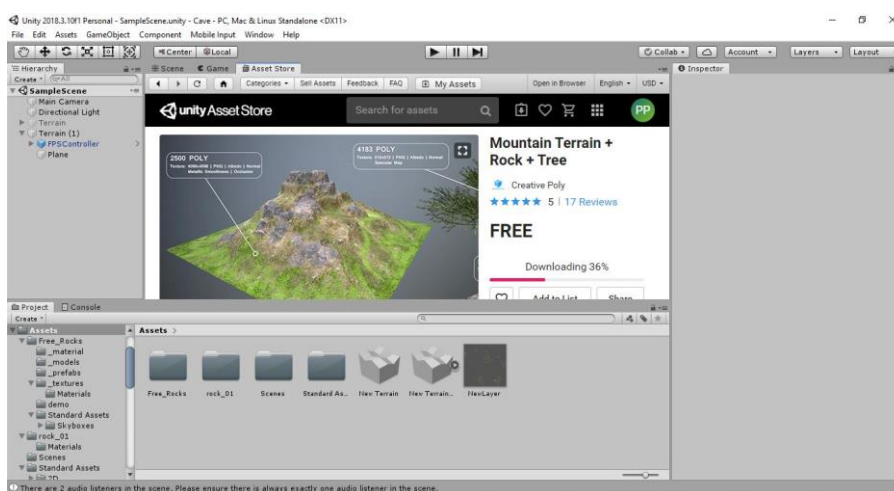


Εικόνα 37. Εισαγωγή του “spot light”

Συνεχίζοντας, επιλέγεται η δεύτερη σκηνή που έχει ανοίξει για να ξεκινήσει η διαμόρφωση του εξωτερικού χώρου. Επιλέγεται το χρώμα για την επιφάνεια του εδάφους και έπειτα από το asset store αποθηκεύονται, με τον ίδιο τρόπο, στοιχεία που είναι απαραίτητα για τη διαμόρφωση του χώρου. Ρυθμίζεται το μέγεθος των αντικειμένων και τοποθετούνται στις κατάλληλες θέσεις.



Εικόνα 38. Εισαγωγή τρισδιάστατων αντικειμένων από τη βιβλιοθήκη "asset store"



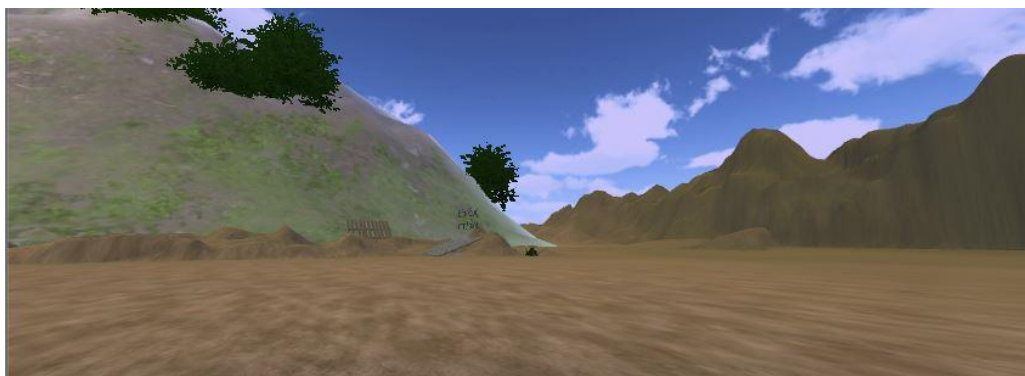
Εικόνα 39. Εισαγωγή τρισδιάστατων αντικειμένων από τη βιβλιοθήκη "asset store"

Αφού έχει ολοκληρωθεί η διαμόρφωση και των δυο χώρων, ακολουθεί η διαδικασία ένωσης των δυο σκηνών. Επιλέγεται, λοιπόν, το αντικείμενο το οποίο θα αποτελέσει την «είσοδο» του σπηλαίου και στο inspector menu ενεργοποιείται η επιλογή "is trigger". Στη συνέχεια σε αυτό το αντικείμενο πρέπει να προστεθεί ένα script μέσα από το οποίο θα δίνεται η εντολή αλλαγής σκηνής. Η γλώσσα στην οποία είναι γραμμένο το script είναι η C#. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για την έξοδο από το σπήλαιο. Στην πρώτη περίπτωση το αντικείμενο που επιλέγεται για την είσοδο στο σπήλαιο είναι ένας μικρός φράχτης, ενώ το αντικείμενο για την έξοδο από το σπήλαιο είναι μια σκάλα.

```
change.cs  X
Miscellaneous Files
1  using System.Collections;
2  using System.Collections.Generic;
3  using UnityEngine;
4  using UnityEngine.SceneManagement;
5
6  public class change : MonoBehaviour {
7
8      void OnTriggerEnter(Collider other)
9      {
10         SceneManager.LoadScene(1);
11     }
12 }
13
```

Εικόνα 40. Κώδικας σε γλώσσα C# για την αλλαγή σκηνής

Στον εξωτερικό χώρο του σπηλαίου τοποθετείται ο φράχτης μέσω του οποίου μεταφέρεται ο «επισκέπτης» στο σπήλαιο.



Εικόνα 41. Είσοδος στο χώρο του σπηλαίου

Στον εσωτερικό χώρο εντοπίζονται τα τρισδιάστατα αντικείμενα διάσπαρτα στο χώρο. Η θέση των αντικειμένων είναι τυχαία επιλογή καθώς δεν παρουσιάζονται στις θέσεις που εντοπίστηκαν.



Εικόνα 42. Είσοδος σπηλαίου

Ο τύπος του αντικειμένου εμφανίζεται στο εκάστοτε τρισδιάστατο μοντέλο μόλις ο «επισκέπτης» (first person controller) πλησιάσει σε αυτό.



Εικόνα 43. Παρουσίαση του τρισδιάστατου μοντέλου στην εφαρμογή. Ειδώλιο Περιστεριού.



Εικόνα 44. Παρουσίαση τρισδιάστατου μοντέλου στην εφαρμογή. Αφροδίτη καθιστή με περιστέρι



Εικόνα 45. Εσωτερικό σπήλαιου

Τέλος, τοποθετείται μια σκάλα στη δεύτερη σκηνή μέσω της οποίας γίνεται η μετακίνηση από το σπήλαιο στον εξωτερικό χώρο.



Εικόνα 46. Η «έξοδος» από το σπήλαιο

Συμπεράσματα

Ζούμε σε μια εποχή όπου η τεχνολογία έχει εδραιώσει τη θέση της σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας και οι ρυθμοί είναι καταγιστικοί. Στόχος είναι η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων της με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Η όλο και αυξανόμενη ανάγκη αναδιαμόρφωσης των μουσείων σε χώρους που να ανταποκρίνονται στις εξελίξεις του κοινωνικοπολιτικού γίγνεσθαι, οδήγησε στην είσοδο νέων τεχνολογικών μέσων και εφαρμογών στους χώρους αυτούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα μουσεία να μην είναι πια χώροι «αποστεωμένοι» με αντικειμενοκεντρικό χαρακτήρα αλλά χώροι ανοιχτοί για όλους με ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα. Χώροι μέσα από τους οποίους ο επισκέπτης έχει τη δυνατότητα να ψυχαγωγηθεί, να μορφωθεί και να ερευνήσει με πρωτοποριακό και ελκυστικό τρόπο.

Εκτός από τα μουσεία και τους πολιτιστικούς οργανισμούς, οι εφαρμογές επαυξημένης και εικονικής πραγματικότητας αναδεικνύουν μνημεία και χώρους που δεν είναι προσβάσιμα στο κοινό, όπως είναι η περίπτωση του σπηλαίου «Νύμφης Κορώνειας». Η δημιουργία εικονικών μουσείων για τέτοιους χώρους, παράλληλα με τις επισκέψεις στους φυσικούς χώρους, αποτελούν τον ιδανικό συνδυασμό για την ανάδειξη της πολιτιστικής κληρονομιάς.

Η συγκεκριμένη μελέτη θα μπορούσε να αποτελέσει την αρχή για τη δημιουργία ενός ψηφιακού μουσείου στο οποίο θα παρουσιάζονται όλα τα ευρήματα της ανασκαφής. Μέσα στον εικονικό χώρο του σπηλαίου εκτός από μια απλή περιήγηση θα μπορούσαν να δημιουργηθούν δραστηριότητες με τις οποίες ο «επισκέπτης» θα γνωρίσει τα ευρήματα και την ιστορία του σπηλαίου. Για παράδειγμα, μια σειρά από ερωτήσεις που αφορούν το σπήλαιο, θα μπορούσαν να εμφανίζονται σε αναδυόμενα παράθυρα κατά τη διάρκεια της περιήγησης και αφού απαντηθούν σωστά τότε να προχωράνε στην ανακάλυψη νέων ευρημάτων.

Παράλληλα, η πρώτη εφαρμογή, της επαυξημένης πραγματικότητας, μπορεί να αξιοποιηθεί στα σχολεία. Με αυτό τον τρόπο μπορούν να έρθουν σε επαφή και τα πιο μικρά παιδιά με τα ειδώλια και τον χώρο της ανασκαφής, με ένα πιο ελκυστικό τρόπο. Χρησιμοποιώντας τέτοιες εφαρμογές τα παιδιά θα κατανοήσουν την πολιτιστική κληρονομιά και την αξία της.

Ολοκληρώνοντας, είναι απαραίτητο να γίνει αναφορά στις δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν κατά τη διάρκεια της δημιουργίας της εφαρμογής. Αρχικά, στην πρώτη εφαρμογή ήταν δύσκολο να βρεθούν εικόνες των αντικειμένων με

χαρακτηριστικά σημεία για να μπορέσουν να αποτελέσουν trackers και να αναγνωρίζονται από την κάμερα της εφαρμογής. Για αυτό το λόγο οι περισσότερες εικόνες χρησιμοποιήθηκαν, είναι από το Archaiologia. “Figurines de terre cuite en Méditerranée grecque et romaine”, volume 2 Iconographie et contextes, Presses Universitaires du Septentrion και συγκεκριμένα στο άρθρο “Aphrodite Figurines from the sanctuary of “Nymph Koronia” at Mount Helicon”, καθώς τα χρώματα είναι πιο έντονα. Στις φωτογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν από την φωτογραφική μηχανή ήταν απαραίτητη η προσθήκη του τύπου στον οποίο ανήκει το εκάστοτε αντικείμενο με μαρκαδόρο, για να αναγνωρίζονται από την κάμερα της εφαρμογής.

Πρόβλημα εντοπίστηκε και στην εξαγωγή και των δυο εφαρμογών. Το unity εμφάνιζε κατά τη διάρκεια της εξαγωγής λάθη που δεν επέτρεπαν την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Διαβάζοντας τα λάθη που αναγράφονταν στο σύστημα έγινε προσπάθεια να διορθωθούν. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η προσθήκη ενός ελληνικού χαρακτήρα στον τίτλο της εφαρμογής και η μη αναγνώρισή του από το σύστημα. Επίσης, στην δεύτερη εφαρμογή, η σκηνή του εσωτερικού χώρου του σπηλαίου είχε αποθηκευτεί στο σύστημα ως αρχική σκηνή με αποτέλεσμα η περιήγηση να ξεκινούσε από το χώρο του σπηλαίου και όχι από τον εξωτερικό χώρο. Αλλάζοντας τη σειρά των σκηνών, λοιπόν, πριν γίνει η εξαγωγή της εφαρμογής, το αποτέλεσμα είναι το επιθυμητό.

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Head-Mounted Display	7
Εικόνα 2. Eye tracking HMD with LED illuminators and cameras to measure eye movements	7
Εικόνα 3. Simple Architecture of Augmented Reality	8
Εικόνα 4. AR with Wifi hotspot information	9
Εικόνα 5. Reality Virtuality Continuum	10
Εικόνα 6. Comparison of temperature profiles at the Observatoire de Haute-Provence in January 2013.	12
Εικόνα 7. First results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites.....	13
Εικόνα 8. Είσοδος σπηλαίου.....	15
Εικόνα 9. Τοποθεσία σπηλαίου	16
Εικόνα 10. Εγχάρκτη επιγραφή του 4ου αι. π.Χ. πάνω από την είσοδο του σπηλαίου «Νύμφη Κορώνεια» Προσωπικό Αρχείο κας Νέλλης Σκουμή	16
Εικόνα 11. Αφροδίτη ιστάμενη με φρούτα και καθιστή με περιστέρι.....	18
Εικόνα 12. Αφροδίτη με ταινία.....	18
Εικόνα 13. Αφροδίτη με φρούτα	19
Εικόνα 14. Αφροδίτη που ξεσκεπάζει το στήθος	19
Εικόνα 15. Αφροδίτη που ακουμπά σε κίονα, με άνω τμήμα γυμνό.....	20
Εικόνα 16. Αφροδίτη που ακουμπά σε κίονα	20
Εικόνα 17. Αφροδίτη "Αιδούμενη"	21
Εικόνα 18. Περιστέρια.....	21
Εικόνα 19. Ομοιώματα Ροδιών και Μήλων.....	22
Εικόνα 20. Έρωτας	22
Εικόνα 21. Zephyr.....	24
Εικόνα 22. Εντολές για τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων.....	25
Εικόνα 23. Επιλογή mask images	26
Εικόνα 24. Επεξεργασία εικόνων με τη διαδικασία "mask images"	26
Εικόνα 25. Δημιουργία βάσεων δεδομένων στην πλατφόρμα Vuforia	29
Εικόνα 26. Εισαγωγή εικόνων - target στην πλατφόρμα Vuforia	29
Εικόνα 27. Επικόλληση του App License Key στο Unity	30
Εικόνα 28. Εξαγωγή της εφαρμογής για Android συσκευές.....	31
Εικόνα 29. Τρισδιάστατα μοντέλα Αφροδίτης καθιστής με περιστέρι και Αφροδίτης ιστάμενη με φρούτα	32
Εικόνα 30. Τρισδιάστατα μοντέλα περιστεριών.....	32
Εικόνα 31. Τρισδιάστατο μοντέλο Αφροδίτης με φρούτα	33
Εικόνα 32. Τρισδιάστατα μοντέλα ροδιού και μήλου	33
Εικόνα 33. Τρισδιάστατο μοντέλο Έρωτα.....	34
Εικόνα 34. Εισαγωγή στοιχείων από το asset store	35
Εικόνα 35. Ενεργοποίηση της επιλογής "is trigger"	36
Εικόνα 36. Κώδικας για την εμφάνιση του τύπου των ειδωλίων	37
Εικόνα 37. Εισαγωγή του "spot light"	37
Εικόνα 38. Εισαγωγή τρισδιάστατων αντικειμένων από τη βιβλιοθήκη "asset store"	38
Εικόνα 39. Εισαγωγή τρισδιάστατων αντικειμένων από τη βιβλιοθήκη "asset store"	38

Εικόνα 40. Κώδικας σε γλώσσα C# για την αλλαγή σκηνής.....	39
Εικόνα 41. Είσοδος στο χώρο του σπηλαίου.....	39
Εικόνα 42. Είσοδος σπηλαίου.....	40
Εικόνα 43. Παρουσίαση του τρισδιάστατου μοντέλου στην εφαρμογή. Ειδώλιο Περιστεριού.	40
Εικόνα 44. Παρουσίαση τρισδιάστατου μοντέλου στην εφαρμογή. Αφροδίτη καθιστή με περιστέρι	40
Εικόνα 45. Εσωτερικό σπηλαίου	41
Εικόνα 46. Η «έξοδος» από το σπήλαιο	41

Βιβλιογραφία

Arvanitis, T., Petrou, A., Knight, J., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., Gialouri, E., et al. (2007). *Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities*. σσ. 245-246

Burdea, C. &. (2003). *Virtual Reality TECHNOLOGY*. John Wiley & Sons, Inc., Publications.

Charles, J. (2015). *Augmented Reality: A Technology for Intergrated Learning*. XX Annual Conference, Indian Distance Education Association. India: Tamil Nadu Open University.

Coates, J. (1992). *Program from Invisible Site—a virtual sho, a multimedia performance work presented by George Coates Performance Works*. San Francisco, CA.

Hamilton. (2011). *Augmented reality in education*.

Muller, A. (2015). *Aphrodite Figurines from the sanctuary of “Nymph Koronia” at Mount Helicon*. *Archaiologia Figurines de terre cuite en Méditerranée grecque et romaine*, pp. 475 - 480.

Vlahakis, V. K. (2001). *ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing*. Conference on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage. Greece.

Wikipedia. (n.d.). *Virtual Reality*. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality

Κόνσολα, Ν. (1995). *Η Διεθνής Προστασία της Πολιτιστικής Κληρονομιάς*. Εκδόσεις Παπαζήση.

https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

https://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

<https://www.3dflow.net/> (τελευταία πρόσβαση 3/7/2020)

<https://www.youtube.com/watch?v=xsQWb3g5Bk8> (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Photogrammetry> (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

<https://www.3dflow.net/> (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

<autodesk.com/solutions/photogrammetry-software> (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

https://assetstore.unity.com/?gclid=EAIaIQobChMIouTvwNO46gIVmKSyChLiOwoGEAAYASAAEgKEAvD_BwE (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

<https://developer.vuforia.com/> (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

http://odysseus.culture.gr/h/2/gh251.jsp?obj_id=1619 (τελευταία πρόσβαση 7/7/2020)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.escapistgames.starchart&hl=el>
(τελευταία πρόσβαση 15/7/2020)

<https://medicalfuturist.com/augmented-reality-in-healthcare-will-be-revolutionary/>
(τελευταία πρόσβαση 15/7/2020)

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια παρουσίασης του σπηλαίου «Νύμφης Κορώνειας» ή «Άντρο Λειβηθρίδων Νυμφών» στον Ελικώνα με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Ορίζεται το θεωρητικό πλαίσιο τόσο με την ανάλυση των εννοιών «εικονική», «επαυξημένη» και «μικτή πραγματικότητα», όσο και με την παρουσίαση αντίστοιχων εφαρμογών. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα ιστορικά στοιχεία του σπηλαίου και των ευρημάτων. Στα επόμενα κεφάλαια ακολουθεί η περιγραφή των δυο εφαρμογών καθώς και η ανάλυση της διαδικασίας δημιουργίας τους. Η μελέτη αυτή ολοκληρώνεται με την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Abstract

In this master thesis, an attempt is made to present the cave "Nymph of Koronia" or "Andro Leivithridon Nymphs" in Elikonas using new advanced technologies. The theoretical framework is defined both by the analysis of "virtual", "augmented" and "mixed reality", and by the presentation of applications. In addition, the historical data of the cave and the findings are presented. The following chapters describe the development of the two applications. This study is completed through the analysis of the results.