



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ – ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

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

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Τίτλος Διατριβής	ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΠΙΝΑΚΟΘΗΚΗ ΠΕΙΡΑΙΑ VIRTUAL TOUR AND AUGMENTED REALITY APPLICATIONS IN THE MUNICIPAL GALLERY OF PIRAEUS
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	Αθηνά Πάνου
Πατρώνυμο	Αντώνιος
Αριθμός Μητρώου	ΨΠΟΛ18034
Επιβλέπων	Χρήστος-Νικόλαος Αναγνωστόπουλος Αναπληρωτής Καθηγητής

Ημερομηνία Παράδοσης **ΙΟΥΛΙΟΣ 2022**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Χρήστος – Νικόλαος Αναγνωστόπουλος	Δημήτριος Βέργαδος	Ιωάννης Αναγνωστόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής	Καθηγητής	Καθηγητής

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΠΟΣΑΦΗΝΙΣΗ ΤΩΝ ΟΡΩΝ	4
2.1 Επαυξημένη πραγματικότητα	4
2.2 Εικονική Πραγματικότητα.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	8
3.1 Μέθοδοι της επαυξημένης πραγματικότητας.....	8
3.2. Τεχνολογίες στα συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ	10
4.1 Λειτουργία της επαυξημένης πραγματικότητας σε έναν μουσειακό χώρο.....	11
4.1.1 Συσκευές πλοήγησης επαυξημένης πραγματικότητας σε πολιτιστικούς χώρους.....	12
4.2 Συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας σε πολιτιστικούς χώρους	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΠΙΝΑΚΟΘΗΚΗ ΠΕΙΡΑΙΑ	17
5.1 Η Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά.....	17
5.2 Η εφαρμογή του unity	17
5.3 Η χρήση της πλατφόρμας unity	18
5.4 Η πλατφόρμα unity και η εφαρμογή της στην αίθουσα ελαιογραφιών και στα γλυπτά του Καστριώτη.....	19
5.5 Η πλατφόρμα artsteps και η εφαρμογή της στην αίθουσα του Πάνου Αραβαντινού.....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	40
Α. Ξενόγλωσση.....	40
Β. Ελληνόγλωσση.....	42
Δικτυογραφία	42
Εικονογραφία	43

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα εξεταστεί η έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας και ο τρόπος εφαρμογής της σε μουσειακούς χώρους και πολιτιστικούς οργανισμούς. Σκοπός είναι να μελετηθεί ο βαθμός που η εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση του περιεχομένου μιας μουσειακής έκθεσης και ιδιαίτερα μιας πινακοθήκης, όπως αυτής της Πινακοθήκης Πειραιά, από τον επισκέπτη. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας είναι ένας συνδυασμός δευτερογενούς και πρωτογενούς έρευνας. Πραγματοποιήθηκε ενδελεχής βιβλιογραφική έρευνα για την αποσαφήνιση των βασικών θεματικών της εργασίας που είναι σχετικές με την ανωτέρω τεχνολογία, καθώς και για την διάρθρωση των επιμέρους πληροφοριών που αφορούν τη μελέτη της συγκεκριμένης περίπτωσης της πινακοθήκης Πειραιά.

ABSTRACT

In this work, the concept of augmented reality and its application in museums and cultural organizations will be examined. The purpose is to study the degree to which the application of this technology can contribute to the visitor's understanding of the content of a museum exhibition and especially a gallery, such as Piraeus' Gallery. The methodology used to prepare the paper is a combination of secondary and primary research. A thorough bibliographic research was carried out to clarify the main topics of the work that are related to the above technology, as well as to structure the individual information concerning the study of the specific case of the Piraeus art gallery.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία της ψηφιακής τεχνολογίας, η οποία βρίσκεται εφαρμογή σε πολλούς τομείς διευρύνοντας τη χρήση τους σε διάφορους κλάδους, όπως στην ψυχαγωγία αλλά και την επιστήμη. Αυτή παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες της να αντιλήθουν κάθε είδους γνώση και να διαμορφώσουν τέτοια εμπειρία που μπορεί να συνδυάσει στοιχεία από τον πραγματικό αλλά και από τον ψηφιακό κόσμο. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό και βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορους πολιτιστικούς οργανισμούς, όπως μουσεία και πινακοθήκες. Η κύρια εφαρμογή τους εντοπίζεται στην επαυξημένη πραγματικότητα, μία τεχνολογία, που μπορεί να συνδυάσει ψυχαγωγία και γνώση προσφέροντας μοναδική εμπειρία στον επισκέπτη.

Η εργασία διαρθρώνεται σε δύο μέρη το θεωρητικό, το οποίο απαρτίζουν τέσσερα κεφάλαια και το εμπειρικό, στο οποίο προβάλλεται το πρόγραμμα επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο χρησιμοποιείται στην Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνίας, στο χρόνο εμφάνισής τους και στις αλλαγές που έχει επιφέρει η εφαρμογή τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται αποσαφήνιση των όρων επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα, ενώ προβάλλονται τα πλεονεκτήματα της Επαυξημένης πραγματικότητας έναντι της εικονικής. Επίσης αναλύονται οι τρόποι λειτουργίας της συγκεκριμένης τεχνολογίας, τα στάδια με τα οποία επιτελείται η πλήρης εισαγωγή του επισκέπτη στον κόσμο της επαυξημένης πραγματικότητας όπως και ο εξοπλισμός που απαιτείται.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέθοδοι και οι τεχνολογίες που εφαρμόζει η επαυξημένη πραγματικότητα. Επιπλέον γίνεται αναφορά στις διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση ώστε να υλοποιηθεί η όσο το δυνατόν ρεαλιστικότερη αναπαράσταση σε μια εικονική περιήγηση. Ακόμη αναλύεται ο τρόπος διάρθρωσης του εικονικού χώρου ενός ψηφιακού Μουσείου καθώς και τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την υλοποίησή του. Δεν παραλείπεται βέβαια να εξεταστούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης τεχνολογίας για την μουσειακή εμπειρία του επισκέπτη και πώς επηρεάζεται στο σύνολό της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε πολιτιστικούς χώρους που εφαρμόζουν τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, τον τρόπο λειτουργίας τους, τον εξοπλισμό τους, καθώς και τα στάδια διαμόρφωσής τους. Όλα αυτά παρουσιάζονται μέσα από την παρουσίαση συγκεκριμένων περιπτώσεων εφαρμογής τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας θα παρουσιαστεί η εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας μέσα από δύο προγράμματα: το unity και το artsteps. Θα παρουσιάσουμε τις αίθουσες της Δημοτικής Πινακοθήκης Πειραιά και τα έργα που υπάρχουν σε αυτήν. Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ο τρόπος λειτουργίας των δύο προγραμμάτων και ακολούθως ο τρόπος που εφαρμόστηκαν τα προγράμματα unity και artsteps στις αίθουσες της εικονικής Πινακοθήκης που δημιουργήσαμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία του διαδικτύου, το οποίο επιτρέπει την παροχή και τη μεταφορά προϊόντων όπου και αν αυτός βρίσκεται. Η παγκοσμιοποίηση έδωσε τι απαιτούμενες συνθήκες μέσα στις οποίες λειτουργούν οι σύγχρονοι οργανισμοί. Άλλωστε, χάρη στη χρήση των τεχνολογιών πραγματοποιούνται πληθώρα συναλλαγών, ενώ ταυτόχρονα έχει αλλάξει ο τρόπος εργασίας και επικοινωνίας των ανθρώπων (Malecki, 1991; Graham, Marvin, 1996; Karlsson, 2010).

Είναι γεγονός ότι ο τομέας των ΤΠΕ είναι ένας από τους πιο ελπιδοφόρους, κυρίως λόγω της ζήτησης για αυτοματοποίηση και ψηφιοποίηση στο δημόσιο και ιδιωτικό φορέα. Ο αριθμός των επιχειρηματικών ευκαιριών των ΤΠΕ αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια κυρίως λόγω της ταχείας υιοθέτησης των νέων τεχνολογιών από το κοινό, συμπεριλαμβανομένων των νέων συσκευών (smartphone, tablet, smartwatch, smart TV). Όπως επίσης λόγω των διαφόρων δραστηριοτήτων καινοτομίας και έρευνας που διεξάγονται σήμερα σε Ελληνικά πολυτεχνικά ιδρύματα σε τομείς που αφορούν το cloud computing, τις υπηρεσίες που σχετίζονται

με την ακριβή τοποθεσία, τη νανοτεχνολογία και τα ευφυή συστήματα. Οι έρευνες που έχουν υλοποιηθεί κατά το διάστημα 2014-2017 και είχαν ως αντικείμενο την αγορά των ΤΠΕ στην Ελλάδα, αναφέρουν ότι παρουσιάζει μια σταθερότητα, αλλά και εμφανή σημάδια ανάκαμψης. Αναλυτικότερα το 2016 και το 2017 ο τομέας των ΤΠΕ παρουσίασε σταθερότητα και μηδενική ανάπτυξη ύψους 6 δισεκατομμυρίων ευρώ, ενώ το 2018 παρουσιάστηκε μια μικρή αύξηση της τάξης του 0,35% φθάνοντας τα 6,3 δισεκατομμύρια ευρώ. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Πληροφορικής (EITO-SEPE) το 2017, το 31% της συνολικής αγοράς στην Ελλάδα των ΤΠΕ αντιπροσωπεύεται από τον τομέα της τεχνολογίας των πληροφοριών, ενώ το υπόλοιπο 69% από τον τομέα των τηλεπικοινωνιών. Η Ελλάδα κατέχει την 26η θέση μεταξύ των κρατών μελών της ΕΕ, σύμφωνα με τον δείκτη της ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας, το διαδίκτυο χρησιμοποιείται πιο ενεργά από τους Έλληνες για βιντεοκλήσεις και online περιεχόμενο. (European Commission, 2018)

Αξιόλογος είναι ο τρόπος με τον οποίο οι νεότερες ηλικίες αντιμετωπίζουν τις νέες τεχνολογίες. Αυτό επισημαίνει η International Telecommunication Union (ITU) σε σχετική μελέτη της για τη χρήση των νέων τεχνολογιών από τους νέους σε ηλικία χρήστες. Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2018 και συμμετείχαν 20.000 Έλληνες ηλικίας 13-74 ετών, προσδιορίστηκε η διαθεσιμότητα και η χρήση του διαδικτύου. Σε αυτήν διαπιστώθηκε ότι το 67% των ελληνικών νοικοκυριών έχουν πλέον πρόσβαση στο Διαδίκτυο, ενώ το 82% των Ελλήνων επισκέπτονται το Διαδίκτυο και το 71% από αυτούς είναι καθημερινοί χρήστες (Focus, 2018).

Κατά την περίοδο 2014-2020 η βελτίωση πρόσβασης, χρήσης και ποιότητας των ΤΠΕ αποτελεί έναν από τους θεματικούς στόχους της Ευρωπαϊκή πολιτικής. Πιο συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) επενδύει σε υποδομές των ΤΠΕ σε όλες τις περιφέρειες συμπεριλαμβανομένων των αγροτικών και των λιγότερων ανεπτυγμένων περιφερειών. Η ΕΕ τα τελευταία χρόνια έδωσε μια ιδιαίτερη ώθηση ως προς τις καινοτόμες λειτουργίες των ΤΠΕ ώστε να αξιοποιηθούν από τους πολίτες, τις επιχειρήσεις αλλά και τις δημόσιες υπηρεσίες. Οι λειτουργίες αυτές αφορούν την ηλεκτρονική παροχή υπηρεσιών υγείας (eHealth), της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (eGovernment), της ηλεκτρονικής εκμάθησης (eLearning), την ηλεκτρονική εργασία (eBusiness) και άλλες (European Commission, 2018).

Μέρος της τεχνολογίας αποτελεί και η Επαυξημένη Πραγματικότητα, η οποία καθιστά δυνατή τη δημιουργία ενός νέου είδους υπηρεσιών και εφαρμογών, όπως προσωπική πλοήγηση, συστήματα καθοδήγησης, τηλε-λειτουργία, ασφάλεια, ψυχαγωγία, ηλεκτρονικό εμπόριο και προσωπικές υπηρεσίες. Οι τεχνολογίες Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορούν να μεταφέρουν οποιαδήποτε κατάσταση, τοποθεσία, περιβάλλον ή εμπειρία σε ένα εντελώς νέο επίπεδο νοήματος και κατανόησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΠΟΣΑΦΗΝΙΣΗ ΤΩΝ ΟΡΩΝ

2.1 Επαυξημένη πραγματικότητα

Η Επαυξημένη πραγματικότητα ξεκίνησε το 1900 και η ιδέα της προήλθε από την εικονική που προϋπήρχε. Ο πρώτος ορισμός της Επαυξημένης Πραγματικότητας διατυπώθηκε από τον L. Frank Baum, ο οποίος το 1901 την συνέδεσε με ηλεκτρονικά γυαλιά με τη βοήθεια των οποίων θα προβάλλονταν δεδομένα στον πραγματικό κόσμο. Έτσι, ταυτίστηκε με μια ηλεκτρονική οθόνη που επικαλύπτει τα δεδομένα στην πραγματική ζωή, τα οποία ονόμασε ως δείκτες χαρακτήρων (Johnson, 2012).

Στην συνέχεια σύμφωνα με τους Johnson, Levine, Smith, & Stone (2010), το 1960 ξεκινάει η ιστορία της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Μετά από αρκετές προσπάθειες οδηγήθηκε στη δημιουργία του Sword of Damocles, δηλαδή ενός συστήματος εικονικής πραγματικότητας με οθόνη τοποθετημένη στο κεφάλι με σκοπό να επαυξήσει την σκηνή με τρισδιάστατες πληροφορίες παρουσιάζοντας στον χρήστη μια εικόνα, η οποία αλλάζει, ενώ αυτό κουνάει το κεφάλι του ή κινείται σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Το σύστημα αυτό δημιουργήθηκε το 1968 από τους Ivan Sutherland και David Evans. Παράλληλα, δημιουργήθηκε το Eye Tap το 1980, το πρώτο υπολογιστικό σύστημα όρασης, το οποίο διέθετε κείμενο και γραφικές επικαλύψεις σε επαυξημένη πραγματικότητα, από τον Steve Mann (Γκουρομπίνου, 2018).

Επαυξημένη πραγματικότητα ορίζεται η άμεση ή έμμεση προβολή σε πραγματικό χρόνο ενός φυσικού περιβάλλοντος που έχει ενισχυθεί/αυξηθεί με την προσθήκη (σε αυτό) εικονικών πληροφοριών που παράγονται από υπολογιστή. Οι Milgram και Kishino (1994) ορίζουν τη σχέση πραγματικότητας-εικονικότητας ως μια συνέχεια που εκτείνεται μεταξύ του πραγματικού περιβάλλοντος και του εικονικού περιβάλλοντος που περιλαμβάνει την Αυξημένη Πραγματικότητα και την Αυξημένη Αριστότητα (AV), όπου η AR είναι πιο κοντά στον πραγματικό κόσμο και το AV είναι πιο κοντά στο ένα μοναδικό εικονικό περιβάλλον. Οι τεχνολογίες AR αποτελούνται από ένα ψηφιακό περιεχόμενο που μεταφορτώνεται στον ιστό ή υπάρχει σε μια εφαρμογή, μια συσκευή με κάμερα και προαιρετικά με πρόσβαση στο διαδίκτυο. Τέλος, ένας δείκτης ενεργοποιεί την απεικόνιση περιεχομένου και βρίσκεται είτε στη συσκευή είτε ενσωματωμένος στο χώρο.

Ο όρος «Επαυξημένη Πραγματικότητα» αποδίδεται στον πρώην ερευνητή της Boeing Tom Caudell, που πιστεύεται ότι επινόησε το 1990 (Παπαγεωργίου, 2019) και χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει ένα σύστημα που θα βοηθήσει τους εργάτες στη συναρμολόγηση και στην εγκατάσταση των ηλεκτρικών καλωδίων στα αεροσκάφη Boeing (Caudell & Mizell 1992). Σύμφωνα με τον Caudell, η επαυξημένη πραγματικότητα νοείται ως «αλληλεπίδραση των πολύ βελτιωμένων γραφικών, του ήχου κι άλλων αισθήσεων σ' ένα πραγματικό περιβάλλον και σε πραγματικό χρόνο» (Cassella, 2009). Ο Ronald Azuma ορίζει την επαυξημένη πραγματικότητα ως «μια παραλλαγή της εικονικής πραγματικότητας», η οποία όμως δεν πρέπει να συγχέεται μαζί της, καθώς η επαυξημένη πραγματικότητα συμπληρώνει τον πραγματικό κόσμο και σε καμία περίπτωση δεν τον υποκαθιστά (Azuma, 1997). Γενικά η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί μια καινοτόμα ιδέα πάνω στα γραφικά των υπολογιστών. Είναι μια τεχνολογία, η οποία συνδυάζεται με άλλες και λειτουργεί με σκοπό την ενδυνάμωση της αντίληψης του χρήστη. Με άλλα λόγια επαυξάνει τις πληροφορίες και ενισχύει το πραγματικό περιβάλλον. Εμπλουτίζει τις ανθρώπινες αισθήσεις προσθέτοντας εικονικές πληροφορίες στον πραγματικό κόσμο με τη βοήθεια του υπολογιστή. Η επαυξημένη λοιπόν, πραγματικότητα καθορίζεται από τρία βασικά χαρακτηριστικά: τον συνδυασμό πραγματικού και εικονικού κόσμου, την διάδραση σε πραγματικό κόσμο και την καταχώριση πληροφορίας σε τρεις διαστάσεις (Azuma, 1997). Ένα από τα βασικά της χαρακτηριστικά είναι η διάδραση και η αλληλεπίδραση με τον χρήστη, που βασίζεται στον χειρισμό, την πλοήγηση και την επικοινωνία.

Ο σωστός χειρισμός χρειάζεται άμεσο χειρισμό, δηλαδή χειρισμό του εικονικού κόσμου, όπως και τον πραγματικού, φυσικό χειρισμό δηλαδή χειρισμού του εικονικού κόσμου μέσα από φυσικές συσκευές, όπως κουμπιά και διακόπτες, εικονικό χειρισμό δηλαδή χειρισμό του εικονικού κόσμου με εικονικά κουμπιά και χειρισμό μέσω αντιπροσώπου με τον οποίο δίνονται εντολές χειρισμού σε έναν εικονικό χαρακτήρα. Η πλοήγηση μπορεί να γίνει με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που γίνεται η πλοήγηση στον πραγματικό κόσμο, δηλαδή με τη χρήση ενός GPS με βάση το οποίο γίνεται πάντα γνωστή η θέση του χρήστη. Η πλοήγηση μπορεί να γίνει με την προβολή τρισδιάστατου εικονικού χάρτη, προβολή ειδικών δεικτών και πληροφοριών, τοποθέτηση ειδικών σημάνσεων και εικονικά κιάλια. Τέλος η επικοινωνία αποτελεί το βασικό λογισμικό της επαυξημένης πραγματικότητας, αφού αυτή αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό και του πραγματικού κόσμου.

Σημαντικά μέσα πραγματοποίησης της επαυξημένης πραγματικότητας είναι οι διάφοροι αισθητήρες. Σε αυτούς ανήκουν η κάμερα, το GPS, τα γυροσκόπια, οι πυξίδες, οι αισθητήρες διεπαφής, ο επεξεργαστής, η προβολή, η σταθερή οθόνη, η κινητή οθόνη, όπως το tablet και το smartphone, η εφαρμοζόμενη οθόνη στο χρήστη, η μάσκα και τα γυαλιά. Όλα αυτά βασίζονται σε ένα λογισμικό.

Αξιόλογες είναι οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας σε διάφορα πεδία, οι οποίες χρησιμοποιούνται για πληροφόρηση του χρήστη. Πολλά, επίσης, είναι τα πεδία, στα οποία εφαρμόζεται η επαυξημένη πραγματικότητα. Συγκεκριμένα, παρατηρείται στην αρχιτεκτονική, στον στρατό, στην ιατρική, στη βιομηχανία, στην εκπαίδευση και στον πολιτισμό. Επίσης, οι εφαρμογές μπορούν να λάβουν διάφορες μορφές, όπως μαγικά βιβλία, μαγικοί καθρέφτες, μαγικά παράθυρα και πόρτες, φακοί, βοηθήματα πλοήγησης (Γκουρομπίνου, 2018).

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα εμπλουτίζει την άποψη του χρήστη για τον πραγματικό κόσμο. Προσπαθεί να αναδείξει τον κόσμο όσο πιο ρεαλιστικά γίνεται με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Συνδυάζει τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο και τοποθετεί εικονικά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο.

Με τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality ή AR) εννοούμε την άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο, του οποίου τα στοιχεία επαυξάνονται, δηλαδή αναπαράγονται από συσκευές υπολογιστών, όπως ήχος, βίντεο, γραφικά ή δεδομένα τοποθεσίας. Η τεχνολογία Augmented Reality ή αλλιώς Επαυξημένη Πραγματικότητα ή **αλλιώς** Ενισχυμένη Πραγματικότητα είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιείται στις κινητές συσκευές. Επιτρέπει την ζωντανή προβολή ενός φυσικού περιβάλλοντος του οποίου όμως η πραγματικότητα είναι ενισχυμένη με την προβολή πληροφοριών αλλά και εικονικών προσώπων ή χώρων σχεδιασμένων μέσα έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο συνδυασμός της κάμερας με το σύστημα GPS ενός κινητού τηλεφώνου επιτρέπει την προβολή επιπλέον πληροφοριών για ένα γεωγραφικό σημείο, διαμορφώνοντας ένα επαυξημένο πληροφοριακά τελικό αποτέλεσμα. Παρέχονται πληροφορίες που περιλαμβάνουν κείμενα, ήχους και video και αφορούν ειδικά τη γεωγραφική θέση που βρίσκεται ο χρήστης και στοχεύει η κάμερα του. Οι προβολές δεδομένων είναι δυνατές είτε από τις οθόνες κινητών είτε από ειδικά γυαλιά προβολής Augmented Reality (Παπαγεωργίου, 2019).

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα περιγράφεται ως η τεχνολογία που ενσωματώνει ταυτόχρονα πραγματικές εικόνες με εικονικά αντικείμενα (Azuma, 1997; Caudell & Mizell, 1992). Ορίζεται ως βελτιωμένη οπτικοποίηση πραγματικών εικόνων με την προσθήκη εικονικών αντικειμένων όπως κείμενα, φωτογραφίες, ήχους, κινούμενα σχέδια, βίντεο και τρισδιάστατα μοντέλα (Delello, 2014; Perez-Lopez, Contero, 2013). Η AR παρέχει ένα πραγματικό και ζωντανό περιβάλλον. Με τη βελτίωση που προσφέρει, η AR διασφαλίζει ότι οι χρήστες προσεγγίζουν περισσότερες πληροφορίες από ό,τι επιτρέπουν τα αισθητήρια όργανα τους (Sirakaya, 2016). Κατά τους Azuma, Zhou, Duh, και Billinghurst η Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι η τεχνολογία η οποία επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να δημιουργήσει εικονικό περιεχόμενο, το οποίο είναι ορατό σε πραγματικό χρόνο στον χρήστη σε άμεσο ή έμμεσο πραγματικό περιβάλλον. (Azuma, 1997; Zhou, Duh, & Billinghurst, 2008). Στην AR, το περιβάλλον είναι πραγματικό, αλλά εκτεταμένο με πληροφορίες και εικόνες από το σύστημα. Με άλλα λόγια, η AR γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ του πραγματικού και του εικονικού με απρόσκοπτο τρόπο. (Chang, Morreale, & Medicherla 2010).

Αν και η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετούς τομείς για μεγάλο χρονικό διάστημα, παρατηρείται σχετικά πρόσφατα σε μελέτες η χρησιμότητά της (Wu et al., 2013). Εκτός από την ευκολία χρήσης της, τα παιδαγωγικά πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρει η Επαυξημένη Πραγματικότητα, έχουν επιστήσει την προσοχή στη χρήση της ως προς την εκπαίδευση σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αρκετές είναι οι μελέτες που απαριθμούν τα οφέλη που παρέχει η χρήση AR σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Καθώς η Επαυξημένη Πραγματικότητα προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών και την προσοχή στα μαθήματα, ενώ επίσης αυξάνεται το κίνητρο αυτών (Delello, 2014; Perez-Lopez, Contero, 2013). Περιβάλλοντα που δεν μπορούν να δημιουργηθούν σε πραγματικές συνθήκες λόγω διαφόρων πρακτικών, μπορούν να δημιουργηθούν με ασφάλεια (Shelton, Hedley, 2002; Yuen et al., 2011) και επικίνδυνα πειράματα μπορούν να διεξαχθούν με ασφάλεια μέσω της χρήσης της Επαυξημένη Πραγματικότητας (Wojciechowski, Cellary, 2013).

Εκτός από αυτά τα χαρακτηριστικά, η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει ως πλεονέκτημα τη μάθηση μέσω πρακτικής εμπειρίας. Συγκεκριμένα, η δυνατότητα παροχής παρουσίασης εικονικών αντικειμένων όπως τρισδιάστατων μοντέλων (3D) και αφηρημένες έννοιες συνδυάζοντάς τα με εικόνες πραγματικού κόσμου καθιστούν την AR ένα σημαντικό εργαλείο για τη διδασκαλία εργασιών που απαιτούν θεραπεία αντικειμένων (Westerfield et al., 2015).

Σαν ορισμό θα μπορούσαμε να πούμε ότι η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) είναι «μια ενισχυμένη έκδοση της πραγματικότητας που δημιουργείται από την χρήση της τεχνολογίας για την επικάλυψη ψηφιακών πληροφοριών σε μια εικόνα ενός αντικειμένου που προβάλλεται μέσω μιας συσκευής (όπως μια κάμερα ενός smartphone)» (www.merriam-webster.com).

Κατά μία άλλη εκδοχή «η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να κατανοηθεί ως μια μορφή εικονικής πραγματικότητας όπου ο πραγματικός κόσμος επεκτείνεται ή εμπλουτίζεται μέσω της χρήσης εικονικών στοιχείων, συνήθως επικαλύπτοντας αυτά τα στοιχεία για την θέαση του πραγματικού κόσμου μέσα από την χρήση μιας οπτικής συσκευής» (Fisher, T., 2018).

2.2 Εικονική Πραγματικότητα

Ένας άλλος όρος που συνδέεται με την Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality ή VR). Εικονική Πραγματικότητα ονομάζεται η προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος από έναν υπολογιστή. Εξηγείται ως ένα περιβάλλον δημιουργημένο από υπολογιστή που παρέχει στον χρήστη την αίσθηση ότι περιβάλλεται από έναν πραγματικό κόσμο (Αρδαβάνη, 2019).

Ο όρος Εικονική Πραγματικότητα περιγράφει ένα τρισδιάστατο εικονικό περιβάλλον, το οποίο δημιουργείται ψηφιακά. Σε αυτό ο χρήστης μπορεί να γίνει μέρος του περιβάλλοντος να βυθιστεί μέσα σε αυτό και να εκτελέσει ενέργειες αλλά και να χειριστεί αντικείμενα (www.vrs.org.uk, 2019). Χάρη στην εικονική πραγματικότητα, παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη να εισαχθεί σε ένα νέο κόσμο, στον οποίο δεν υπάρχουν περιορισμοί, αφού βασίζεται στο μυαλό του ανθρώπου (Minsky, 1975).

Ένα άτομο που χρησιμοποιεί εξοπλισμό της Εικονικής Πραγματικότητας είναι σε θέση να «κοιτάξει γύρω» τον τεχνητό κόσμο, να κινηθεί γύρω του και να αλληλεπιδράσει με εικονικά χαρακτηριστικά ή αντικείμενα.

Ένας από τους πρώτους ορισμούς που διατυπώθηκε για την **εικονική πραγματικότητα** ήταν τη δεκαετία του 1980 από τον Jaron Lanier. Σύμφωνα με αυτόν ορίστηκε ως επαυξημένη πραγματικότητα ένα τρισδιάστατο περιβάλλον αλληλεπίδρασης, το οποίο παράγεται από τον υπολογιστή, στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί (Lanier, Minsky, Conn, Fisher & Druin, 1989). Η εμβύθιση δηλώνει την ψευδαίσθηση που έχει ο χρήστης όταν βρίσκεται μέσα στο εικονικό περιβάλλον και προσεγγίζεται ως ο βαθμός στον οποίο το σύστημα της εικονικής πραγματικότητας επιτυγχάνει να απομονώσει το χρήστη από το φυσικό του περιβάλλον (Slater, Usoh & Steed, 1994). Για την πραγματοποίηση της εμβύθισης χρησιμοποιούνται εξειδικευμένες συσκευές, όπως είναι τα κράνη εικονικής πραγματικότητας ή γυαλιά, οι ολόσωμες φόρμες, τα γάντια και τα ακουστικά. Βέβαια η εμβύθιση δεν είναι το μοναδικό χαρακτηριστικό ώστε να επιτευχθεί το εικονικό περιβάλλον. Αυτό επιτυγχάνεται και από την έμφαση που αποδίδεται στη δομή και την ικανότητα πλοήγησης. Στη βάση της προσέγγισης αυτής, η εικονική πραγματικότητα γίνεται αντιληπτή ως ένα υπολογιστικό σύστημα, το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εικονικών κόσμων μέσα στους οποίους ο χρήστης πιστεύει ότι ζει (Παλιόκας & Κέκκερης, χ.χ.) Άλλωστε, σύμφωνα με την Eichenberg, η εικονική πραγματικότητα είναι μια ρεαλιστική εμπειρία υπό την προϋπόθεση της εμβύθισης σε αυτήν. Η αίσθηση της παρουσίας ενισχύεται από τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης του χρήστη με τα στοιχεία του εικονικού κόσμου (Eichenberg & Wolters, 2012).

Σύμφωνα με έναν άλλο ορισμό, η εικονική πραγματικότητα χρησιμοποιεί υπολογιστές για να δημιουργήσει, να προσομοιώσει υπαρκτά ή όχι περιβάλλοντα για τα οποία ο χρήστης έχει την ψευδαίσθηση ότι είναι αληθινά και τα οποία βιώνει σε τρισδιάστατα. Η επίτευξη της ψευδαίσθησης γίνεται μέσα από την εφαρμογή κάποιων κανόνων. Σε αυτούς ανήκουν: 1. Η εικόνα θα πρέπει να είναι πεντακάθαρη, 2. Η ήχος θα πρέπει να υποστηρίζει την εικόνα, 3. Η κίνηση του κεφαλιού θα πρέπει να γίνεται με ομαλό τρόπο και 4. Είναι απαραίτητο να είναι παντού εμφανής η αλληλεπίδραση (Γκουρομπίνου, 2018).

Η εφαρμογή της έχει άμεση εξάρτηση από τα λειτουργικά χαρακτηριστικά κάποιου συστήματος είτε παθητικού είτε ενεργητικού. Για να επιτευχθεί σωστή αλληλεπίδραση απαιτούνται οι κατάλληλες συσκευές, όπως ανίχνευση κίνησης ματιού (eye tracking), ανίχνευση κίνησης σώματος (position tracking), αναγνώριση χειρονομιών (Gesture Recognition), απτική αντίληψη (Haptics) (Γκουρομπίνου, 2018).

Η ιστορία της Εικονικής Πραγματικότητας ξεκινάει το 1929 από τον Edward Link, ο οποίος δημιούργησε το πρώτο εικονικό περιβάλλον με έναν μηχανικό εξομοιωτή (χειριστήριο) πτήσης, με σκοπό την εκπαίδευση των στρατιωτικών πιλότων σε εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις και όχι σε πραγματικά αεροπλάνα. Η τρέχουσα τεχνολογία VR χρησιμοποιεί συχνά ακουστικά Εικονικής Πραγματικότητας ή περιβάλλοντα πολλαπλών προβολών, μερικές φορές σε συνδυασμό με φυσικά περιβάλλοντα ή σκηνικά, για τη δημιουργία εικόνων, ήχων και άλλων αισθήσεων που προσομοιώνουν τη φυσική παρουσία ενός χρήστη σε ένα εικονικό ή φανταστικό περιβάλλον (Αρδαβάνη, 2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας έδωσε τη δυνατότητα σε διάφορους τομείς να την υιοθετήσουν, όπως δείχνει η εμφάνιση του πρώτου εικονικού περιβάλλοντος το 1929 από τον Edward Link με σκοπό την εκπαίδευση των στρατιωτικών πιλότων.

Την τελευταία δεκαετία του 20ου αιώνα, το 1992, οι Steven Feiner, Blair Black MacIntyre και Doree Seligmann παρουσίασαν το πρώτο άρθρο πάνω σε σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας. Το σύστημα, το οποίο αναφέρουν, είχε το όνομα Knowledge-based Augmented Reality Maintenance Assistance (KARMA) και βασιζόταν σε σύστημα HMD με σκοπό να βοηθήσει κάθε χρήστη προκειμένου να γίνει συντήρηση ενός εκτυπωτή laser (Milgram & Kishino, 1994). Λίγο αργότερα, το 1995, ο Jun Rekimoto δημιούργησε το πρώτο φορητό σύστημα χειρός επαυξημένης πραγματικότητας, που βασιζόταν σε έγχρωμους επίπεδους στόχους, που είναι γνωστοί με τον όρο makers, NaviCam. Στο σύστημα αυτό χρησιμοποιείται μια φορητή συσκευή που διαθέτει αναγνώριση και σχολιασμό του πραγματικού κόσμου (Rekimoto & Nagao, 1995). Το 1996, ο ίδιος δημιούργησε ένα 2D barcode σύστημα, το οποίο βασιζόταν σε ασπρόμαυρα τετράγωνα makers, τα CyberCode. Αυτό το σύστημα προοριζόταν για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, το οποίο χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Πρόγραμμα επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργήθηκε από την εταιρεία Total Immersion, το D'Gusion Studio. Σε αυτό υπάρχουν πληθώρα εργαλείων που θα χρησιμοποιούνταν για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Παράλληλα, δημιουργήθηκε η βιβλιοθήκη ARToolKit, που είχε ανοικτό κώδικα, από τον Hirokazu Kato. Χάρη στη βιβλιοθήκη μπορεί με τη βοήθεια markers, να γίνει λήψη video και τοποθέτηση εικονικών μοντέλων σε πραγματικό κόσμο.

Το πρώτο πρόγραμμα περιήγησης επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργήθηκε το 2001 από τους Bob Kooper και Blair MacIntyre, το Real-World Wide Web (RWWW), ένα πρόγραμμα, το οποίο παραθέτει δεδομένα προερχόμενα από τον παγκόσμιο ιστό στον πραγματικό κόσμο με τη βοήθεια μιας συσκευής HMD, τα οποία ανανεώνονται ακολουθώντας τη θέση και τον προσανατολισμό του χρήστη (Oxford Economics, 2001). Μια εφαρμογή συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας παρουσιάστηκε το 2002 στην Ελλάδα, η οποία ονομαζόταν Archeoguide και αναφερόταν σε μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς και μάλιστα στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Ολυμπίας. Η εν λόγω εφαρμογή περιείχε πλοήγηση μέσα στον αρχαιολογικό χώρο, τρισδιάστατα μοντέλα αρχαίων ναών και αγαλμάτων, καθώς και εικονικούς δρομείς, οι οποίοι συναγωνίζονταν στο στάδιο (Vlahakis, Ioanidis, Karigiannis, Tsotros & Gounaris, 2002). Αξιόλογο είναι και το πρόγραμμα επαυξημένης πραγματικότητας, Mobile Augmented Reality Applications, γνωστό με τα αρχικά MARA, το οποίο έκανε την εμφάνισή του το 2006. Στο πρόγραμμα υπάρχουν πυξίδα, γυροσκόπιο και GPS για να υπολογίζεται η θέση προσανατολισμού. Επίσης, δημιουργήθηκε το πρόγραμμα περιήγησης Wikitube από την ομώνυμη εταιρεία. Σύμφωνα με αυτό το πρόγραμμα αναγνωρίζεται η θέση του χρήστη και η θέση του αντικείμενου μέσα από την οθόνη του κινητού τηλεφώνου με την προϋπόθεση να υπάρχει σύνδεση στο internet (Wikipedia, 2014).

Παράλληλα, άρχισαν να δημιουργούνται συσκευές, όπως η Kinect, η οποία δημιουργήθηκε από την Microsoft το 2010, η οποία αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Ο συνδυασμός εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας χαρακτηρίζει την συσκευή Hololens. Πρόκειται για ολοκληρωμένο υπολογιστή, που έχει πολλούς αισθητήρες (Γκουρομπίνου, 2018).

3.1 Μέθοδοι της επαυξημένης πραγματικότητας

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα διακρίνεται από την διάδραση και την αλληλεπίδρασή της με τον χρήστη. Οι σχέσεις που αφορούν τον εικονικό κόσμο συνδέονται με τον χειρισμό, την πλοήγηση και την επικοινωνία.

Σύμφωνα με τον Johnson (2010), η τεχνολογία AR κατηγοριοποιείται σε συστήματα AR βασισμένα σε συγκεκριμένα σημεία (markers) και σε συστήματα εντοπισμού θέσης (markerless). Οι εφαρμογές που βασίζονται σε συγκεκριμένα σημεία (marker-based) αναζητούν ένα μοτίβο εικόνας στο περιβάλλον και τοποθετεί το εικονικό αντικείμενο πάνω στο μοτίβο που έχει ορίσει ο κατασκευαστής. Έτσι, η κάμερα της συσκευής σαρώνει συνεχώς την είσοδο των δεδομένων που Εικονική περιήγηση και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

λαμβάνει και αναγνωρίζει ένα προκαθορισμένο μοτίβο εικόνας και στη συνέχεια τοποθετεί γεωμετρικά το εικονικό αντικείμενο σε άμεση σχέση με τη θέση του δείκτη. Οι εφαρμογές marker-based αποτελούνται από τρία βασικά στοιχεία, τα οποία είναι ένα αντικείμενο για την παροχή πληροφοριών για δείκτες, ένα συγκεκριμένο σημείο αναφοράς πάνω στο αντικείμενο για να γίνει αντιληπτό από την κάμερα, έτσι ώστε να μπορέσει να λάβει την εντολή και να την μετατρέψει σε άλλο τύπο δεδομένων.

Οι εφαρμογές που βασίζονται στον εντοπισμό της θέσης και όχι σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο (markerless-based), χρειάζονται ένα σύστημα παρακολούθησης που περιλαμβάνει GPS (Global Positioning System), δηλαδή σύστημα παγκόσμιου εντοπισμού θέσης μέσω δορυφόρου, μια πυξίδα και μια συσκευή αναγνώρισης εικόνας. Οι εφαρμογές χωρίς δείκτες διαθέτουν ευρύτερη εφαρμογή και λειτουργούν οπουδήποτε χωρίς να έχουν ανάγκη την αναγνώριση ενός προκαθορισμένου μοτίβου. Σε markerless-based συστήματα, το εικονικό αντικείμενο τοποθετείται γεωμετρικά με βάση το SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), δηλαδή την ταυτόχρονη τοπική προσαρμογή και χαρτογράφηση, που λαμβάνει η ροή της κάμερας και δημιουργεί 3 πλέγματα του περιβάλλοντος. Έτσι, το λογισμικό θυμάται το περιβάλλον ως τρισδιάστατο μοντέλο. Επομένως, όταν ένα εικονικό αντικείμενο τοποθετείται σε περιβάλλον, τοποθετείται στο τρισδιάστατο μοντέλο του. Έτσι, ακόμη και αν η κάμερα χάσει το σημείο επαφής με το εικονικό αντικείμενο, κατά την επιστροφή της κάμερας θα εξακολουθεί να βρίσκεται στην ίδια θέση (Kesim, Ozarslan, 2012).

3.2. Τεχνολογίες στα συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας

Σύμφωνα με τον Azuma (1997), η Επαυξημένη Πραγματικότητα πρέπει να έχει τρία χαρακτηριστικά, να συνδυάζει τον πραγματικό και τον εικονικό κόσμο, να αλληλεπιδρά σε πραγματικό χρόνο με τον χρήστη και να εγγράφεται σε τρισδιάστατα περιβάλλοντα. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα επιτρέπει στον χρήστη να βρίσκεται στον πραγματικό κόσμο χωρίς να βυθιστεί εντελώς μέσα σε ένα συνθετικό περιβάλλον. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται, όπως υποστηρίζουν οι Kesim και Ozarslan (2012), είναι hardware, σύμφωνα με τις οποίες μοιράζονται εικονικές σκηνές δημιουργημένες από υπολογιστή, αντικείμενα 3D και διάδραση, συμπληρώνοντας τον πραγματικό κόσμο, χωρίς να τον αλλάζουν.

Οι κύριες συσκευές για την Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι οθόνες/displays, υπολογιστές, συσκευές εισαγωγής και παρακολούθησης. Από αυτές οι See-through displays τοποθετούν ταυτόχρονα τις εικόνες του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος στο οπτικό πεδίο του χρήστη. Στις συσκευές displays ανήκουν οι Head-mounted συσκευές, οι οποίες τοποθετούνται στο κεφάλι. Αυτές διαθέτουν ένα μικρό display σαν γυαλιά μπροστά από την μάσκα ή μπροστά σε ένα από τα μάτια (Kesim & Ozarslan, 2012). Επίσης, υπάρχει η συσκευή Handheld Display, μικρή υπολογιστική συσκευή με οθόνη, την οποία μπορεί ο χρήστης να κρατήσει στα χέρια του. Τα δύο κύρια πλεονεκτήματα της φορητής Επαυξημένης Πραγματικότητας είναι η φορητή φύση των συσκευών και η πανταχού παρούσα κάμερα στα τηλέφωνα και τις συσκευές αυτού του είδους. Τα μειονεκτήματα αυτών των συστημάτων είναι οι φυσικοί περιορισμοί του χρήστη, ο οποίος πρέπει να κρατάει τη συσκευή χειρός μπροστά του συνεχώς, καθώς και το στρεβλωτικό αποτέλεσμα των κλασικά ευρυγώνιων φωτογραφικών φακών των φορητών συσκευών, όταν συγκρίνεται με τον πραγματικό κόσμο (Feiner, et all, 2011).

Ένας άλλος τρόπος που χρησιμοποιείται για να συνδυάσει φυσικά αντικείμενα και πληροφορίες που δημιουργούνται και παράγονται από τον υπολογιστή είναι μέσω των Projection Displays. Ένα φυσικό τρισδιάστατο μοντέλο με εικόνα σχεδιασμένη από υπολογιστή το οποίο προβάλλεται μέσω του συστήματος και δημιουργεί ένα ρεαλιστικό ορατό αντικείμενο (Kesim, Ozarslan, 2012).

Στις συσκευές που χρησιμοποιούνται στην Επαυξημένη Πραγματικότητα ανήκουν οι απτικές συσκευές. Σε αυτές ανήκουν τα Pinch gloves, τα χειριστήρια και τα έξυπνα τηλέφωνα, τα οποία σηματοδοτούν τη θέση και τον προσανατολισμό από τις εικόνες της κάμερας. Πρόκειται για ένα ζευγάρι γάντια που περιέχει αισθητήρες σε κάθε ένα από τα δάχτυλα του χεριού, τα οποία ανιχνεύουν την επαφή μεταξύ των ψηφίων του χεριού του χρήστη. Είναι ένα αξιοθαύμαστο νέο σύστημα που χρησιμοποιεί τις χειρονομίες ως ένα ευρύ φάσμα ελέγχου και διαδραστικών λειτουργιών, αλλά και αλληλεπίδρασης με 3D προσομοιώσεις. Με τα Pinch gloves παρέχεται μια αξιόπιστη και χαμηλού κόστους μέθοδος αναγνώρισης των φυσικών χειρονομιών. Ψηφιακές

φωτογραφικές μηχανές και άλλοι οπτικοί αισθητήρες, επιταχυνσιόμετρα, GPS, γυροσκοπία, πυξίδες στερεάς κατάστασης, ραδιοσυχνότητες (RFID) και ασύρματοι αισθητήρες χρησιμοποιούνται ως συσκευές παρακολούθησης για την τοποθέτηση και τον προσανατολισμό της κεφαλής, του χεριού και των handheld του χρήστη ως συσκευές εισόδου δεδομένων. Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν διάφορα επίπεδα ακρίβειας και εγκυρότητας.

Οι τύποι συσκευών και αλληλεπίδρασης του συστήματος μεταξύ του χρήστη και του εικονικού περιεχομένου της Επαυξημένης Πραγματικότητας ορίζουν τη διεπαφή των συστημάτων. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι αλληλεπίδρασης σε εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας: ο απτός, ο συνεργατικός, ο μικτογενής και οι αναδυόμενες πολυτροπικές διεπαφές. Μέσα από αυτούς τους τρόπους αλληλεπίδρασης αναπτύσσονται πέντε διαφορετικά συστήματα Επαυξημένης Πραγματικότητας. Τα σταθερά εσωτερικά ή εξωτερικά συστήματα, κινητά εσωτερικά ή εξωτερικά συστήματα, και κινητά εσωτερικά και εξωτερικά συστήματα (Kesim, Ozarslan, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Η τεχνολογία έχει καταλάβει μεγάλο μέρος της καθημερινότητας του σύγχρονου ανθρώπου κυριαρχώντας σε διάφορους τομείς. Ένας από αυτούς είναι ο τομέας του πολιτισμού. Στην προσπάθειά τους, οι χώροι αυτοί να εκσυγχρονιστούν, προσέγγισαν μια μεγαλύτερη ομάδα επισκεπτών. Αυτό παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό στα μουσεία, τα οποία, ενώ παλιότερα απευθύνονταν σε συγκεκριμένο κοινό, σήμερα προσπαθούν να προσελκύσουν ένα ευρύτερο κοινό προσφέροντας εκπαιδευτικές εμπειρίες. Κάτω από αυτό το πρίσμα, τα μουσεία εισάγουν στους εκθεσιακούς τους χώρους πολυμεσικά συστήματα και εντυπωσιακά διαδραστικά μέσα (Ρούσσου, 2008). Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνουν εκλαΐκευση του γνωστικού εκθεσιακού περιεχομένου. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, τα Μουσεία έχουν αρχίσει να υιοθετούν τεχνολογίες που διευκολύνουν το κοινό στην κατανόηση θεμάτων και εννοιών που αφορούν μια έκθεση. Οι τεχνολογίες αυτές συνδυάζουν γνώση και ψυχαγωγία. Η τεχνολογία, που τα τελευταία χρόνια, έχει αποκτήσει ευρεία αποδοχή, είναι η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (augmented reality).

Οι πρώτες εφαρμογές τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας σε χώρους πολιτισμού αφορούσαν αρχαιολογικούς χώρους που βοηθούσαν τους επισκέπτες να αναπαραστήσουν ψηφιακά την αρχική φάση κατασκευής του μνημείου στο παρελθόν χρησιμοποιώντας ειδικά γυαλιά HMD, τα οποία παρείχαν μια σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο, αλλά ο εξοπλισμός τους ήταν ιδιαίτερα ογκώδης και βαρύς. Στα επόμενα χρόνια οι συσκευές έγιναν πιο ευέλικτες και άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι υπολογιστές παλάμης (PDAs) ή συσκευές UMPC (Ultra Mobile PCs). Από το 2009 και μετά, η αλματώδης αύξηση της χρήσης έξυπνων κινητών, τα οποία παρείχαν αναπτυγμένες δυνατότητες αποθήκευσης και επεξεργασίας, επέτρεψε τον συνδυασμό του πραγματικού με το εικονικό σε κινητές συσκευές, παρέχοντας γόνιμο έδαφος που ενθάρρυνε τη δημιουργία ενός μεγάλου αριθμού εφαρμογών AR για Μουσεία και μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς (Damala, et al, 2013). Η χρήση των κινητών εφαρμογών μπορούσε να παρέχει συμπληρωματικές πληροφορίες για ένα ή και περισσότερα εκθέματα. Μια απλοϊκή μορφή εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας που χρησιμοποιήθηκε αρχικά είναι αυτή των κωδικών QR, οι οποίοι λειτουργούν με το σκανάρισμα του κωδικού που είναι τυπωμένος σε κάποιο έκθεμα από την κάμερα του κινητού του χρήστη, δίνοντας πληροφορίες με μορφή κειμένου, εικόνας ή βίντεο. Ο τρόπος αυτός παρέχει μεμονωμένες πληροφορίες, οι οποίες περιορίζονται σε συγκεκριμένα εκθέματα. Ωστόσο, μέσω της τεχνολογίας AR όλα τα εκθέματα μπορούν να ψηφιοποιηθούν και να προβληθούν σε ένα ψηφιακό κόσμο διαμορφωμένο ως ένας φανταστικός χώρος. Ο χώρος αυτός δεν έχει περιορισμούς μεγέθους, καθώς είναι δυνατόν να επεκτείνεται στο άπειρο και μπορεί μέσα από την προσθήκη νέων ψηφιακών εκθεμάτων επιτυγχάνοντας συνεχή ροή πληροφορίας. Στα εμπόδια δημιουργίας επαυξημένης πραγματικότητας αποτελούν η αποστασιοποίηση των επισκεπτών από τα εκθέματα, όταν αυτά βρίσκονται εγκλωβισμένα στις προθήκες ενός Μουσείου χωρίς δυνατότητα διάδρασης. Η αλληλεπίδραση των επισκεπτών με τα μουσειακά εκθέματα μπορεί να επιτευχθεί με την τεχνολογία AR με την οποία παρέχεται οπτικοποίηση τρισδιάστατων μοντέλων μουσειακών εκθεμάτων παράλληλα στον ψηφιακό και πραγματικό περιβάλλον επιτρέποντας στους επισκέπτες να αλληλεπιδράσουν με τα μοντέλα

αυτά με ποικίλους τρόπους. (Wojciechowski, 2004). Πρόκειται επομένως για ένα διαισθητικό σύστημα διεπαφής με έναν υπολογιστή, στο οποίο εντοπίζονται ανθρώπινα στοιχεία, τα οποία ακολουθούν γνωστές μεταφορές. Αυτό που συμβάλλει σημαντικά στην ολοκληρωμένη μουσειακή εμπειρία του επισκέπτη μέσα από την χρήση της τεχνολογίας AR είναι και η πρόσβαση που παρέχεται στον χρήστη να έρθει σε επαφή με αντικείμενα που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα ή είναι κατεστραμμένα από τον χρόνο. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις μνημείων και αρχαιολογικών χώρων είναι πολύ σημαντικό ο επισκέπτης να χρησιμοποιεί την επαυξημένη πραγματικότητα ως εργαλείο για να συμπληρώσει την εικόνα ενός μνημείου, όπως ήταν πριν καταστραφεί ζωντανεύοντας με αυτό τον τρόπο έναν κόσμο του παρελθόντος. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της τεχνολογίας με την χρήση κινητών συσκευών στα Μουσεία είναι ότι οδηγούν στην σύνδεση της ψηφιακής πληροφορίας με το φυσικό αντικείμενο σε πραγματικό χρόνο διευρύνοντας έτσι τους πληροφοριακούς χώρους που σχετίζονται με το έκθεμα. Χάρη στην επαυξημένη πραγματικότητα συμφιλώνονται ψηφιακά και πραγματικά περιβάλλοντα (Keil, 2013).

Το σημαντικό στην ανάπτυξη συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας είναι σε μια έκθεση να εντάσσονται διαδραστικές ιστορίες, τις οποίες αποτελούν ποικίλες δραστηριότητες. Επίσης, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, σε περιπτώσεις αρχαιολογικών εκθεμάτων να ανακατασκευάζεται το περιβάλλον εικονικά και να έχει ο επισκέπτης πλήρη εικόνα για το έκθεμα και τις συνθήκες εύρεσής του.

Οι πρώτες προσπάθειες εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας έκαναν χρήση ογκώδους εξοπλισμού, ενώ τα επόμενα χρόνια ιδιαίτερα δημοφιλής τρόπος για την πλοήγηση επαυξημένης πραγματικότητας αφορούσε κυρίως υπολογιστές παλάμης (PDAs), οι οποίοι όμως δεν παρείχαν τα σωστά συστήματα πλοήγησης. Η χρήση smartphones δημιούργησε μια νέα γενιά μουσείων με πολυμεσική ενσωματωμένη τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία είναι διαθέσιμη και στις συσκευές που διαθέτει το Μουσείο αλλά και στα κινητά των ίδιων των επισκεπτών (Damala, 2012). Χάρη στην επαυξημένη πραγματικότητα παρέχεται μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση για την πλοήγηση, την διάδραση και τον προσανατολισμό σε ένα Μουσείο, αφού ο περιβάλλον χώρος μπορεί να μετατραπεί σε μια διαδραστική επιφάνεια (Damala, 2008).

Οι πληροφορίες που παρέχονται στον χρήστη της επαυξημένης πραγματικότητας δεν είναι μόνο με τη μορφή αρχείων, φωτογραφιών και βίντεο αλλά και με την μορφή κειμένου, το οποίο είναι σύντομο και περιεκτικό με σκοπό να μην κουράζει τον χρήστη. Έτσι, παρέχεται η δυνατότητα στους χρήστες να βιώνουν τα εικονικά στοιχεία ως μέρος του φυσικού κόσμου εμπλουτίζοντας την αλληλεπίδρασή τους με τον πραγματικό κόσμο. Η χρήση νέων τεχνολογιών συμβάλλει στην προσέλκυση περισσότερων επισκεπτών σε μια έκθεση αλλά αυξάνει και το χρόνο που δαπανούν στη διάρκεια της επίσκεψής τους, ο οποίος πρέπει να είναι ποιοτικός και να προωθεί τους γνωστικούς ορίζοντες του επισκέπτη με δημιουργικό και ψυχαγωγικό τρόπο, να επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των επισκεπτών ώστε να αποφεύγεται η απομόνωση και να επιτρέπεται η αλληλεπίδραση (Yoon & Wang, 2014).

4.1 Λειτουργία της επαυξημένης πραγματικότητας σε έναν μουσειακό χώρο

Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας βασίζεται στη χρήση μιας οθόνης προβολής και μιας κάμερας προσαρμοσμένης στην οθόνη, η οποία καταγράφει συνεχώς εικόνες τις οποίες στέλνει στον υπολογιστή για επεξεργασία. Ο υπολογιστής χρησιμοποιεί δεδομένα τρισδιάστατης ανίχνευσης της θέσης της κάμερας, καθώς και στοιχεία προερχόμενα από τον φυσικό κόσμο έτσι ώστε να καθοριστεί η κατάλληλη προσαρμογή των εικονικών δεδομένων στην κάμερα του χρήστη. Το τελικό αποτέλεσμα προβάλλεται στην οθόνη του χρήστη, η οποία είναι ρυθμισμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνει στο χρήστη την ψευδαίσθηση ότι βλέπει μέσα από την οθόνη ή τα ειδικά γυαλιά τον πραγματικό κόσμο.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία AR και κάθε ένας από αυτούς εξυπηρετεί συγκεκριμένους σκοπούς προκειμένου να διευκολύνουν τον χρήστη να περιηγηθεί σε μία έκθεση. Ένας τρόπος είναι η προσέγγιση βασισμένη σε δείκτες (marker based approach), η οποία βασίζεται σε συσκευές που χρησιμοποιούν οι επισκέπτες στο χώρο και είναι πιο οικονομική. (Damala, 2008). Για την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πραγματικά αντικείμενα, τα οποία όμως δε μπορούν να Εικονική περιήγηση και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

μετατραπούν γι' αυτό και η εκδοχή αυτή είναι αρκετά περιοριστική και πιο δαπανηρή. Ο σχεδιασμός τους βασίζεται σε σχήμα 3 επιπέδων πλοήγησης και αφορά κυρίως εκθέσεις τέχνης με πίνακες ζωγραφικής. Στο πρώτο επίπεδο, ο επισκέπτης, αφού εντοπίσει το αντικείμενο μπορεί να πλοηγηθεί σε πέντε θεματικές: περιγραφή, τεχνική, εικονογραφία, υπόβαθρο και καλλιτέχνης. Στο δεύτερο επίπεδο εμφανίζονται εικονογράμματα που αντιστοιχούν στο διαθέσιμο προς ερμηνεία υλικό. Στο τρίτο επίπεδο, το στάδιο της πλοήγησης, οι επισκέπτες μπορούν να σταματήσουν, να επιστρέψουν πίσω ή να προχωρήσουν σε οποιοδήποτε σημείο της τρισδιάστατης παρουσίας.

Μια πιο απλοποιημένη μορφή συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας είναι και η αυτοματοποιημένη ξενάγηση με την προσθήκη ήχου αφήγησης βασισμένη στην τοποθεσία που βρίσκεται κάθε φορά ο χρήστης. Ο επισκέπτης με τη βοήθεια μιας συσκευής η οποία εντοπίζει τη θέση του στον χώρο της έκθεσης, αναπαράγει αρχεία ήχου που αντιστοιχούν στα εκθέματα και το χώρο στον οποίο βρίσκεται ο επισκέπτης. Οι ξεναγήσεις αυτού του είδους αφορούν κυρίως μουσειακούς χώρους όπου δεν περιέχουν πολλά εκθέματα αλλά ο ίδιος ο χώρος ενέχει μια ιστορικότητα συνεπώς η ξενάγηση δεν επικεντρώνεται σε εκθέματα αλλά και στο ίδιο το αρχιτεκτόνημα.

Στην επαυξημένη πραγματικότητα υπάρχει η προσαρμοστική επαυξημένη πραγματικότητα, η οποία έχει την ικανότητα να προσαρμόσει το περιεχόμενο της AR τεχνολογίας στις προτιμήσεις και την συμπεριφορά του επισκέπτη με αποτέλεσμα να του παρέχει μια πιο προσωποποιημένη μουσειακή εμπειρία. Με τον τρόπο αυτό η πληροφορία παρέχεται στον επισκέπτη τον κατάλληλο χρόνο και με τον κατάλληλο τρόπο. Για την εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής είναι απαραίτητη η προσαρμογή μια σειράς αισθητήρων στο σώμα του χρήστη προκειμένου να αντιλαμβάνεται τα διαφορετικά επίπεδα ενδιαφέροντος που εκφράζει κατά την περιήγηση του στην έκθεση. Οι αισθητήρες αυτοί συνδέονται με ένα κεντρικό σύστημα, στο οποίο συλλέγονται οι πληροφορίες των αισθητήρων και μεταφράζονται σε αισθητηριακά συμβάντα, τα οποία επεξεργάζονται από τη μονάδα ενσωμάτωσης με αποτέλεσμα να προσαρμοστεί το περιεχόμενο της περιήγησης ώστε να παρέχονται οι πληροφορίες που είναι πιο ελκυστικές με βάση τις προτιμήσεις και το γνωστικό υπόβαθρο του επισκέπτη. Το περιεχόμενο παρέχεται μέσω των ειδικών γυαλιών και των ακουστικών που φοράει ο επισκέπτης (Damala, 2012). Ταυτόχρονα, καταγράφονται ήχοι σε πραγματικό χρόνο από εξειδικευμένα μικρόφωνα και μια πολυκάναλη μονάδα λήψης ηχητικών δεδομένων που φοριέται από τον επισκέπτη ([https://www.semanticscholar.org/paper/Tailoring-the-Adaptive-Augmented-Reality-\(A2R\)-and-Damala-Stojanovic/266a3a97fd5e3f0478cce57d3d4be3001e4c102d/figure0](https://www.semanticscholar.org/paper/Tailoring-the-Adaptive-Augmented-Reality-(A2R)-and-Damala-Stojanovic/266a3a97fd5e3f0478cce57d3d4be3001e4c102d/figure0)).

4.1.1 Συσκευές πλοήγησης επαυξημένης πραγματικότητας σε πολιτιστικούς χώρους

Η πλοήγηση ενός επισκέπτη σε έναν εκθεσιακό χώρο που υιοθετείται η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας, απαιτεί να είναι ευχάριστη και εύκολη στην χρήση γι' αυτό και είναι απαραίτητο να χορηγείται συσκευή μέσα από την οποία θα προβάλλονται οι κατάλληλες πληροφορίες που αφορούν τα εκθέματα. Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται οι κινητές συσκευές (smartphones, tablets) με τις οποίες ο χρήστης μπορεί να κατεβάσει την κατάλληλη εφαρμογή που θα του παρέχει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για την ψηφιακή του ξενάγηση με επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη σκανάρωντας το αντίστοιχο έκθεμα με την κάμερα του κινητού. Κατά τις πρώτες εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιούνταν συσκευές που παρέχονταν από τον εκθεσιακό χώρο και ήταν είτε φορητές είτε σταθερές οθόνες προβολής.

Μια τέτοια οθόνη προβολής ήταν η MovableScreen, μια περιστρεφόμενη οθόνη που ήταν προσαρμοσμένη σε έναν στύλο αλουμινίου, ο οποίος μπορούσε να περιστραφεί 3600 επιτρέποντας στον επισκέπτη να δει όλο το χώρο (Zollner · Keil · Wust · Pletinck, 2009).

Ένα άλλο σύστημα πλοήγησης επαυξημένης πραγματικότητας αποτελούν οι φορητές συσκευές των UMPCs (Ultramobile PC) οι οποίοι αποτελούν φορητούς υπολογιστές επαυξημένης πραγματικότητας για χρήση και σε εξωτερικούς χώρους. Βλέποντας μέσα από την οθόνη της συσκευής προβάλλονται παράλληλα εικόνες του πραγματικού και ψηφιακού κόσμου. Όταν ο επισκέπτης επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος, εμφανίζεται μια ένδειξη με μια προεπισκόπηση των πληροφοριών που θα προβληθούν. Αγγίζοντας αυτή την ένδειξη ξεδιπλώνεται όλο το υλικό με την μορφή βίντεο ή εικόνων αλλά και κειμένων περιγραφής σχετικών

με το σημείο ενδιαφέροντος. Ανάλογο είναι και το σύστημα πλοήγησης του OverlayBubble, το οποίο χρησιμοποιεί εικονίδια διάσπαρτα σε μια εικόνα στην οθόνη της συσκευής, τα οποία παρέχουν πληροφορίες κειμένου, βίντεο και φωτογραφιών σχετικές με το σημείο επιλογής.

4.2 Συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας σε πολιτιστικούς χώρους

Διάφοροι πολιτιστικοί χώροι και κυρίως μουσεία χρησιμοποιούν συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας. Ένα από αυτά είναι το Cultural Heritage Experiences through Socio-personal interactions and storytelling (CHESS). Το σύστημα αυτό αποσκοπεί στον εμπλουτισμό των μουσειακών επισκέψεις μέσα από προσωποποιημένες διαδραστικές αφηγήσεις ιστοριών χρησιμοποιώντας προσωποποιημένη πληροφορία για εκθέματα έτσι ώστε να δημιουργήσει εξατομικευμένες ιστορίες που ξεναγούν τους επισκέπτες στο Μουσείο και φιλοδοξεί να προσδώσει την αίσθηση της ανακάλυψης και της έκπληξης στην μουσειακή εμπειρία” (Vayanou · Karvounis · Katifori · Kyriakidi · Roussou · Ioannidis, 2014). Το σύστημα απαιτεί τέσσερα στάδια διαμόρφωσης : τη διαμόρφωση του σεναρίου, τη διαμόρφωση του σκηνικού, την παραγωγή και την τελική επεξεργασία. Το σύστημα αξιοποιεί λειτουργίες που εντοπίζει τις προτιμήσεις του επισκέπτη έτσι ώστε να διαμορφώνει μια πιο εξατομικευμένη αφήγηση. Χαρακτηριστικό της είναι η ανατροφοδότηση, η οποία χρησιμοποιείται με βάση τις αντιδράσεις του επισκέπτη αναφορικά με τη θέση του, το χρόνο που περνά σε κάθε μέρος της αφήγησης αλλά και του τρόπου με τον οποίο κρατά του tablet.

Ένα άλλο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζεται στη διαμόρφωση βάσης δεδομένων ψηφιακών εκθεμάτων είναι το ARCO, το οποίο προσφέρει μεθόδους για ψηφιοποίηση, διαχείριση και παρουσίαση αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς σε εικονικές εκθέσεις βασισμένο σε καλά κατανοητές μεταφορές που είναι επίσης διαδραστικές. Στο σύστημα αυτό η βάση δεδομένων αποτελεί το βασικό μέρος. Σε αυτήν αποθηκεύονται, διαχειρίζονται και οργανώνονται εικονικά αντικείμενα σε εικονικές εκθέσεις. Στο παρόν σύστημα χρησιμοποιούνται εργαλεία κατά την διαδικασία της τρισδιάστατης μοντελοποίησης των εκθεμάτων. Σε αυτά ανήκουν ο μοντελοποιητής αντικειμένων και ο βελτιστοποιητής μοντέλων. Αξιόλογο είναι ότι οι εκθέσεις του συστήματος έχουν δομηθεί με βάση την αρχή των εκθεσιακών χώρων, σύμφωνα με την οποία κάθε εκθεσιακός χώρος μπορεί να αντιπροσωπεύει μια ολόκληρη έκθεση, η οποία χωρίζεται σε επιμέρους ενότητες που αφορούν συγκεκριμένα αντικείμενα ή «εικονικές» αίθουσες. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να περιηγούνται στα εκθέματα περπατώντας στο δωμάτιο κι έτσι να ανακτούν λεπτομερείς πληροφορίες χρησιμοποιώντας στοιχεία αλληλεπίδρασης που είναι ενσωματωμένα σε συγκεκριμένα αντικείμενα του εικονικού χώρου (White, et al, 2004). Το παρόν σύστημα χρησιμοποιεί την προσέγγιση με φυσικούς δείκτες (physical markers) όπου οι χρήστες υποδεικνύουν σε ποιο σημείο πρέπει να εμφανίζονται τα εικονικά αντικείμενα σε μια πραγματική σκηνή. Στο σύστημα ARCO οι δείκτες έχουν τη μορφή τετράγωνων χάρτινων κομματιών με γράμματα και σήματα τυπωμένα στην επιφάνειά τους. Αποτέλεσμα είναι το σκανάρισμα δεικτών και η προσθήκη εικονικών αντικειμένων πάνω στο βίντεο που καταγράφει η κινητή συσκευή. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η εντύπωση στους χρήστες ότι τα εικονικά αντικείμενα υπάρχουν στο πραγματικό περιβάλλον. Αξιόλογο είναι ότι οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα αντικείμενα της έκθεσης σκανάροντας τους δείκτες με την κάμερα του κινητού τους έτσι ώστε να μπορούν να βλέπουν το εικονικό έκθεμα ολόπλευρα. Με το σύστημα αυτό η παρουσίαση αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς γίνεται με ελκυστικό τρόπο ιδιαίτερα για τα παιδιά που είναι εξοικειωμένα με την νέα τεχνολογία.

Ένα άλλο σύστημα που χρησιμοποιεί δείκτες (markers) για την λειτουργία του είναι το ARTOOKLIT, μια βιβλιοθήκη παρακολούθησης υπολογιστών ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία εφαρμογών ισχυρής επαυξημένης πραγματικότητας που επικαλύπτουν εικόνες στον πραγματικό κόσμο. Αυτό το σύστημα αναπτύχθηκε το 2002 και χρησιμοποιεί μαύρα τετράγωνα ως δείκτες για τα στοιχεία που θα επαυξηθούν ψηφιακά. Η εικόνα από την κάμερα επεξεργάζεται την ανάλυση της θέσης και το σχήμα τον καθορισμό της τρισδιάστατης θέσης και της περιστροφής τους με σκοπό την ταυτοποίηση όλων των μαύρων τετραγώνων στη σκηνή ώστε να αναλυθεί το μοναδικό μοτίβο τους για τον προσδιορισμό των στοιχείων AR που σχετίζονται με αυτό (Woods · Billinghamurst · Aldridge · Garrie, 2004).

Ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι και η χρήση διάφανης οθόνης head mounted display. Η οθόνη αυτή προβάλλει το ψηφιακό περιεχόμενο της ξενάγησης μπροστά στα μάτια του επισκέπτη. Η

τεχνολογία χρησιμοποιήθηκε σε παλαιότερα συστήματα ψηφιακής ξενάγησης όπως ήταν το Archeoguide. Στο σύστημα αυτό η επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιείται σε εξωτερικούς αρχαιολογικούς χώρους με πληροφορίες που αφορούσαν την ιστορία των Ολυμπιακών αγώνων. Παρέχει εξατομικευμένες ξεναγήσεις επαυξημένης πραγματικότητας και προσομοιώσεις κατεστραμμένων χώρων πολιτιστικής κληρονομιάς προκειμένου το μεγαλείο των χώρων αυτών να εκτιμηθεί από επισκέπτες και επιστήμονες. Το σύστημα περιλαμβάνει κινητές συσκευές τις οποίες χειρίζονται οι χρήστες, δίκτυα επικοινωνίας και μία κεντρική βάση δεδομένων, η οποία περιλαμβάνει όλο το οπτικοακουστικό υλικό που είναι απαραίτητο για την πραγματοποίηση των ξεναγήσεων με σκοπό την πολιτιστική επιμόρφωση. Το σύστημα αυτό γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ ψυχαγωγίας και επιστήμης και καθιστά τον πολιτισμό και την ιστορία περισσότερο προσβάσιμα στο ευρύ κοινό προσφέροντας μια πιο ζωντανή και ρεαλιστική εμπειρία. (Vlahakis et al, 2001).

Γεγονός είναι ότι οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις των μνημείων που παρουσιάζονται στις ξεναγήσεις γίνονται με τη χρήση τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας και άρα ο χρήστης έχει παράλληλα οπτική επαφή με το ίδιο το μνημείο, ενώ η ακουστική ξενάγηση συνοδεύει την συνολική εμπειρία. Με τον τρόπο αυτό ο επισκέπτης δεν είναι απομονωμένος από το φυσικό περιβάλλον, αφού άλλωστε το σύστημα Archeoguide δεν χρησιμοποιεί απόλυτα τεχνολογία εμβύθισης. Το σύστημα εντοπίζει τη γεωγραφική θέση του επισκέπτη, το είδος του μνημείου με παράλληλες πληροφορίες για τη χρονολόγησή του, τη θεματική του, καθώς και το στάδιο αποκατάστασης στο οποίο βρίσκεται το μνημείο. Σε αυτές τις πληροφορίες έχει πρόσβαση ο χρήστης μέσα από κινητές συσκευές που διαμορφώνουν την ξενάγηση ανάλογα με τις προτιμήσεις του. Οι κινητές συσκευές αφορούν μία κάμερα που λαμβάνει βίντεο από την οπτική γωνία του επισκέπτη και μια μονάδα απεικόνισης προσαρμοσμένη στο κεφάλι, η οποία προβάλλει τις ψηφιακές πληροφορίες για το μνημείο, χωρίς ο χρήστης να χάνει την οπτική επαφή με το φυσικό περιβάλλον (Vlahakis et al, 2001)..

Το Archeoguide χρησιμοποιεί βαρύ εξοπλισμό γι' αυτό και αντιμετωπίζεσαι με δυσπιστία. Ωστόσο, η συμβολή του στον τομέα στη εξατομικευμένη ξενάγησης είναι πολύ σημαντική. Το πολυμεσικό ψηφιακό περιεχόμενο αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων μαζί με κάποια χαρακτηριστικά, τα οποία διαφοροποιούν την κάθε αφήγηση έτσι ώστε να διαμορφώνεται σύμφωνα με το ιδιαίτερο προφίλ του επισκέπτη, το οποίο διαμορφώνεται από τον ίδιο τον χρήστη με το ξεκίνημα της ξενάγησης, καθώς καλείται από τον χειριστή να απαντήσει σε απλές ερωτήσεις χάρη στις οποίες καταγράφονται τα ενδιαφέροντα, το υπόβαθρο, το φύλο, η ηλικία και η γλώσσα προτίμησής του (Vlahakis et al, 2001). Με το σύστημα αυτό ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταπηδά σε διαφορετικά σημεία της παρουσίασης ή να ζητά περαιτέρω πληροφορίες για κάποιο έκθεμα. Σίγουρα το σύστημα αυτό περιήγησης αποτελεί μια εμπειρία που συνδυάζει ψυχαγωγία και μάθηση αλλά περιορίζεται σε άτομα που έχουν κάποια εξοικείωση με τη χρήση των υπολογιστών. Το archeoguide χρησιμοποιεί και υπολογιστή παλάμης αποκτώντας μεγαλύτερη φορητότητα λόγω μικρού μεγέθους αποτελώντας μια πιο ευέλικτη και οικονομική επιλογή (Zollner · Keil · Wust · Pletinck, 2009).

Ένα πρόσφατο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας που σχεδιάστηκε για την εφαρμογή του σε Μουσεία Τέχνης είναι το ArtLens 2.0, το οποίο δημιουργήθηκε από το Cleveland Museum of Art το 2016. Πρόκειται για μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που χρησιμοποιεί λογισμικό αναγνώρισης εικόνας για δισδιάστατα έργα τέχνης και επιδιώκει να ανταποκριθεί στις προτιμήσεις των επισκεπτών του Μουσείου σύμφωνα με τα ενδιαφέροντά τους συμβάλλοντας σε συζητήσεις μεταξύ των επισκεπτών (Ding, 2017). Η εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε στο Μουσείο Τέχνης του Κλίβελαντ, χάρη στην οποία παρέχονταν πληροφορίες, οι οποίες ανανεώνονται συνεχώς με αποτέλεσμα ο επισκέπτης να έχει πρόσβαση σε γνώσεις ακριβείς και έγκυρες. Η εφαρμογή λειτουργεί σε 2 πεδία: στον τοίχο ArtLens και στην έκθεση ArtLens, στα οποία οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν σε μια μεγάλη ποικιλία από ξεναγήσεις και παιχνίδια. Χάρη στη νέα εφαρμογή, η συλλογή τέχνης του μουσείου μπορεί να είναι διαθέσιμη και ψηφιακά μέσω ενός project που αφορά την έκθεση ArtLense που δημιουργήθηκε το 2013 και άνοιξε νέους ορίζοντες στον τρόπο με τον οποίο γίνονται αντιληπτές οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας. Με βάση την έκθεση αυτή παρέχεται η δυνατότητα προσέλευσης μη παραδοσιακών επισκεπτών, στους οποίους δίνονται τα απαραίτητα εργαλεία για να έχουν μια βαθύτερη κατανόηση των έργων τέχνης και μια πιο ουσιαστική σχέση με την συλλογή του Μουσείου. Η εφαρμογή αυτή προβάλλει μια διαφορετική προσέγγιση χρήσης της τεχνολογίας, καθώς εκτός από την κλασική οθόνη αφής χρησιμοποιούνται και οθόνες που Εικονική περιήγηση και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

ενεργοποιούνται με την κίνηση με σκοπό την εξερεύνηση της συλλογής του Μουσείου, είτε μέσα από τη μάθηση της τέχνης, είτε με την ανακάλυψη νέων έργων τέχνης μέσω των παιχνιδιών (Art Museum Digital Impact Evaluation Toolkit, 2018).

Οι πληροφορίες που παρέχονται για κάθε έκθεμα του μουσείου βασίζονται στην εφαρμογή ArtLense app, η οποία συνδυάζει την τεχνολογία bluetooth για να συνδεθεί με τον κόσμο των διαδραστικών δραστηριοτήτων του τοίχου και της έκθεσης ArtLense, τα οποία ανανεώνουν τις πληροφορίες τους συνεχώς δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους επισκέπτες να αποκτήσουν πρόσβαση σε όσο το δυνατόν πιο ακριβείς και πλήρως ενημερωμένες πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Οι χρήστες μέσω της εφαρμογής αυτής μπορούν να πραγματοποιήσουν τις δικές τους εξατομικευμένες περιηγήσεις, αφού μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή κατεβάζοντάς την στο smartphone τους. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να βρίσκονται σε άμεση οπτική επαφή με το έκθεμα, ενώ παράλληλα προβάλλονται σχετικές πληροφορίες στην οθόνη μέσω της κάμερας του κινητού ή του tablet. Το περιεχόμενο της εφαρμογής ανανεώνεται συνεχώς και σε πραγματικό χρόνο έτσι ώστε να παρακολουθεί άμεσα οποιαδήποτε αλλαγή συμβεί στην έκθεση.

Η χρήση του συστήματος μπορεί να γίνει εφικτή εκτός από τις αίθουσες των πραγματικών εκθεμάτων και στην ArtLense Gallery, η οποία προσφέρει ένα πλήθος διαδικτυακών δραστηριοτήτων έτσι ώστε ο επισκέπτης να βιώσει μια εμπυθιστική εμπειρία τέχνης συνδυάζοντάς την με παιχνίδι και ψυχαγωγία (Art Museum Digital Impact Evaluation Toolkit, 2018). Όπως υποστηρίζει ο Powel (2016), η πιο σημαντική διάκριση μεταξύ του ArtLens και οποιασδήποτε άλλης μουσειακής εφαρμογής είναι ότι «κάθε έκθεμα σε όλες τις αίθουσες σε οποιοδήποτε σημείο του Μουσείου που μπορεί πιάσει το βλέμμα του επισκέπτη περιλαμβάνεται στην εφαρμογή και ανανεώνεται συνεχώς από την βάση δεδομένων του».

Μέρος της ArtLense Gallery αποτελεί το ArtLense Studio, το οποίο χρησιμοποιεί υψηλής ποιότητας τεχνολογία παρέχοντας τη δυνατότητα στους επισκέπτες να χρησιμοποιούν κινήσεις του σώματός τους σαν παιχνίδι ερχόμενοι έτσι σε επαφή και οικιότητα με τις συλλογές του Μουσείου. Έτσι, μπορεί με τις κινήσεις του σώματός τους μπροστά από μια οθόνη να αποκαλυφθεί ένα έργο τέχνης ή μια λεπτομέρεια ενός έργου από πολύ κοντά. Αυτό θα συμβεί χάρη στην υψηλής ανάλυσης 4K οθόνη. Όλες οι δραστηριότητες παίρνουν την μορφή παιχνιδιού για μικρούς και μεγάλους συνδυάζοντας την εξερεύνηση με την ψυχαγωγία (www.museweb.wiki).

Σκοπός, άλλωστε είναι σύμφωνα με την Jane Alexander την chief information officer του CMA να χρησιμοποιηθεί ψηφιακή πρωτοπορία για να προωθηθεί η ατομική και κοινωνική συμμετοχή και να ανοίξει έτσι ένα δημόσιος διάλογος βοηθώντας ανθρώπους να δημιουργήσουν μια σχέση με την μουσειακή συλλογή" (Usmami, 2017).

Μέσω της χρήσης της ArtLens Gallery πραγματοποιείται σύζευξη μεταξύ εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, στην οποία συνδυάζονται στοιχεία ξενάγησης μέσα από τη χρήση κινητών συσκευών αλλά και ειδικών οθονών που έχουν εξοπλιστεί με αισθητήρες κίνησης. Η συγκεκριμένη εφαρμογή αποτελεί μια ολοκληρωμένη και μοναδική εμπειρία εικονικής και ψηφιακής εξερεύνησης. Ένα μουσείο, το οποίο χρησιμοποιεί τη μέθοδο της ArtLense είναι το Cleveland Museum of Art, στο οποίο η έρευνα που διεξήχθη επέδειξε σημαντικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, η έρευνα που διεξήχθη πριν τα εγκαίνια της έκθεσης το 2013 απέδειξε ότι οι επισκέπτες προτιμούσαν να περιηγούνται στον χώρο με βάση τις δικές τους προτιμήσεις γι' αυτό και η έκθεση που σχεδιάστηκε δεν πρότεινε συγκεκριμένη διαδρομή, ενώ οι επισκέπτες μπορούσαν να περιηγούνται στην κάθε εγκατάσταση σύμφωνα με τα ενδιαφέροντά τους. Επίσης, αναδείχθηκε ότι η ανταπόκριση του κοινού στην εφαρμογή ArtLense app ήταν πολύ θετική, αφού τα ερμηνευτικά video που χρησιμοποιούσαν εφιστούσαν την προσοχή των επισκεπτών σε λεπτομέρειες που δεν θα ήταν δυνατόν να προσέξουν μόνοι τους (Alexander, 2014).

Το 2016 η ομάδα έρευνας και αξιολόγησης του CMA πραγματοποίησε ένα διετές πρόγραμμα αξιολόγησης των νέων τρόπων μέτρησης της επίδρασης των ψηφιακών αλληλεπιδράσεων σε μουσεία τέχνης. Ο αρχικός στόχος της ArtLense Gallery ήταν να μετατραπούν οι επισκέπτες του μουσείου σε συμμετέχοντες. Τον Ιούνιο του 2017 με την ανανέωση της ArtLense Gallery το Μουσείο προχώρησε σε μια εκ νέου αξιολόγηση, η οποία είχε ως σκοπό να καθορίσει κατά πόσο αυτές οι διαδραστικές δραστηριότητες ενθάρρυναν την αύξηση της επισκεψιμότητας. Τον Οκτώβριο του 2017 πραγματοποιήθηκαν από την ομάδα αξιολόγησης του Μουσείου συνεντεύξεις με άτομα που έχουν επισκεφτεί την ArtLense Gallery και άτομα που δεν την έχουν επισκεφτεί.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι αρκετά εντυπωσιακά και αφορούν κυρίως τους επισκέπτες νεαρής ηλικίας (22-37 ετών) αλλά και τις οικογένειες οι οποίοι ήταν οι συχνότεροι επισκέπτες της ArtLense Gallery. Σύμφωνα με αυτά οι νέοι είναι πιο πιθανόν να επισκεφτούν την έκθεση σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη ηλικιακή ομάδα. Ο σκοπός επίσκεψης της ομάδας των νέων ήταν για ψυχαγωγία. Ο ιδανικός τρόπος, σύμφωνα με την έρευνα να αποκτήσουν γνώσεις μέσω του παιχνιδιού είναι η διαδραστική τεχνολογία και ειδικά η επαυξημένη πραγματικότητα. Η ArtLense Gallery αποτελεί ένα εργαλείο εξοικείωσης του κοινού με την συλλογή του Μουσείου και γενικά με τον κόσμο της τέχνης. Αποτελεί επίσης έναν δίαυλο επαφής των επισκεπτών με τον ψηφιακό κόσμο και τις νέες πρωτοποριακές τεχνολογίες που εφαρμόζει το Μουσείο, όπως είναι η επαυξημένη πραγματικότητα, τα διαδραστικά παιχνίδια με οθόνες που ενεργοποιούνται με την κίνηση και οι τεράστιες οθόνες αφής. Η τεχνολογία όμως δεν αποτελεί αυτοσκοπό του Μουσείου καθώς μέσω αυτής αναβαθμίζεται και η συνολική μουσειακή εμπειρία του επισκέπτη κάνοντάς τον να εκτιμήσει περισσότερο έργα τέχνης που ίσως να μην είχε την ευκαιρία να έρθει σε επαφή μέχρι τώρα. Με μια ανάλαφρη λοιπόν και χαλαρωτική εμπειρία όπως είναι αυτή της ArtLense Gallery, η οποία εκτιμάται ιδιαίτερα από νέους και οικογένειες με παιδιά, τους δίνεται η δυνατότητα να εξερευνήσουν έργα τέχνης σε όλες τις αίθουσες του Μουσείου μετατρέποντας μία ίσως για κάποιους μη γνώστες της τέχνης όχι τόσο ενδιαφέρουσα επίσκεψη, σε μια συναρπαστική και πλούσια εμπειρία.

Την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας μέσω της εφαρμογής Skin & Bones εφάρμοσε το Εθνικό Μουσείο Φυσικής Ιστορίας του Ινστιτούτου Smisthonian από το 2012 και διήρκεσε λίγο περισσότερο από δύο χρόνια και είχε σκοπό να αποκαταστήσει την εμπειρία του επισκέπτη από έναν χώρο που είχε πολλά χρόνια να ανανεωθεί, ακολουθώντας τα νέα δεδομένα της μουσειακής περιήγησης. Η εφαρμογή αποσκοπούσε στην αύξηση της απόλαυσης της εμπειρίας του επισκέπτη. Η εφαρμογή παρείχε πληροφορίες επαυξημένης πραγματικότητας για 13 είδη ζώων που υπάρχουν στην έκθεση. Η εφαρμογή είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να μπορεί ο χρήστης να την κινεί γύρω από το έκθεμα και να αναπαράγει παράλληλα και το φυσικό περιβάλλον του εκάστοτε εκθέματος. Έχει εμπλουτιστεί με διάφορες δραστηριότητες ώστε να είναι διαδραστική. Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας έδωσε την ευκαιρία στους επιμελητές της έκθεσης να προσθέσουν "στρώματα" πληροφοριών πάνω από το ήδη υπάρχον έκθεμα και να εμπλακούν οι επισκέπτες περισσότερο με αυτό που βλέπουν. "Χάρη στο περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας οι επισκέπτες μπορούν να προβάλλουν τον ψηφιακό κόσμο πάνω στον φυσικό (Trentini, 2017). Η εφαρμογή είναι ιδιαίτερα εύχρηστη και το μενού της έχει απλή. Η ποιότητα των video είναι σε υψηλό επίπεδο. Μπορεί κάποιος να εισχωρήσει ψηφιακά στη ζωή πολλών ζώων. Περιλαμβάνει ηχητικές ξεναγήσεις και τρισδιάστατες κινούμενες εικόνες. Κάθε ηχητική αφήγηση βοηθά στη μεταφορά του επισκέπτη από το χώρο του Μουσείου στο φυσικό περιβάλλον.

Στα πλαίσια του ελέγχου της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής για την μουσειακή εμπειρία του επισκέπτη πραγματοποιήθηκε μια έρευνα από την Diana Marques graphic production coordinator στο περιοδικό National Geographic. Η έρευνα διεξήχθη σε 13 εργάσιμες ημέρες του Απριλίου του 2013 κατά τις ώρες λειτουργίας του Μουσείου. Στη διάρκεια της έρευνας ένα άτομο βρισκόταν στην είσοδο της αίθουσας και ακολουθώντας έναν συγκεκριμένο επισκέπτη, κατέγραφε με διακριτικότητα τις κινήσεις του και πιο συγκεκριμένα τη διαδρομή που ακολουθούσε, τις προθήκες στις οποίες σταματούσε, την διάρκεια της κάθε του στάσης και την γενικότερη συμπεριφορά του μέσα στην έκθεση. Στη μελέτη αποτελεσματικότητας της εφαρμογής για την κατανόηση του περιεχομένου της έκθεσης, πραγματοποιήθηκε έρευνα που αφορούσε άτομα ηλικίας άνω των 12 ετών τα οποία έδειχναν ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τα εκθέματα με βάση τα αποτελέσματα της προηγούμενης έρευνας. Σε αυτά δόθηκαν tablets με εγκατεστημένη την εφαρμογή Skin & Bones. Το μεγαλύτερο των επισκεπτών δεν χρησιμοποίησε την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας, ενώ τα άτομα που έκαναν χρήση πραγματοποίησαν περισσότερες στάσεις και μεγαλύτερης διάρκειας κατά την περιήγησή τους στην έκθεση. Έγινε φανερό ότι με τη χρήση τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας το ενδιαφέρον των επισκεπτών για την έκθεση αυξάνεται, καθώς προσπαθούν να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις για τα εκθέματα μέσα από μια πρωτοποριακή τεχνολογία ενισχύοντας τη μουσειακή τους εμπειρία. Σε μια συνολική αξιολόγηση αποδείχθηκε ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΠΙΝΑΚΟΘΗΚΗ ΠΕΙΡΑΙΑ

5.1 Η Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

Η Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά άρχισε να λειτουργεί το 1957 ως τμήμα -αρχικά- της Δημοτικής Βιβλιοθήκης της πόλης του Πειραιά. Από 1985 λειτουργεί ως ανεξάρτητο τμήμα. Από τον Ιανουάριο του 2014, η Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά στεγάζεται σε ένα ιστορικό κτίριο, το Παλιό ταχυδρομείο του Πειραιά, χτισμένο από το 1899, κτίριο, το οποίο αποτελεί αδιαμφισβήτητα ένα από τα πλέον ιστορικά, μεγαλοπρεπή και όμορφα νεοκλασικά κτίρια της Ελλάδας. Το ταχυδρομείο εξυπηρετούσε την πόλη μέχρι το 1970, ενώ το 1974 το κτίριο χαρακτηρίστηκε διατηρητέο. Δυστυχώς ο σεισμός του 1981 προκάλεσε σοβαρές ζημιές, οι οποίες αποκαταστάθηκαν πλήρως το 2005. Σήμερα το κτήριο αποτελεί αδιαμφισβήτητα ένα από τα πλέον ιστορικά, μεγαλοπρεπή και όμορφα νεοκλασικά κτίρια της πόλης μας αλλά και της Ελλάδας (http://odysseus.culture.gr/h/1/gh151.jsp?obj_id=3491 http://odysseus.culture.gr/h/1/gh151.jsp?obj_id=3491).

Στον τομέα των εικαστικών η Δημοτική Πινακοθήκη του Πειραιά διαθέτει τρεις αίθουσες. Η μία ονομάζεται Αίθουσα Πάνου Αραβαντινού και περιλαμβάνει έργα από ανήκουν στην προσωπική συλλογή του Έλληνα σκηνογράφου Πάνου Αραβαντινού (1884-1930), που διέπρεψε στο Βερολίνο και στην Κεντρική Ευρώπη στη διάρκεια του Μεσοπολέμου.

Ο σκηνογράφος υπέγραψε ιστορικές παραστάσεις πρωτοποριακών ανεβασμάτων (π.χ. του πρώτου Βότσεκ του Μπεργκ) και ουσιαστικά θεωρείται ο γεννήτορας της ελληνικής σκηνογραφίας. Στα έργα, τα οποία προβάλλονται ανήκουν σκίτσα, μακέτες, μικρογραφίες σκηνικών, σχέδια κοστούμιών, αφίσες της συλλογής του, θεατρικά κοστούμια και αξιόλογο φωτογραφικό υλικό.

Βασικός άξονας της επιλογής των εκθεμάτων ήταν η ανάδειξη του σκηνογραφικού έργου του Πάνου Αραβαντινού. Σε συνεργασία με το Τμήμα Συντήρησης του Υπουργείου Πολιτισμού τοποθετήθηκαν ειδικές κατασκευές, πάνω στις οποίες τοποθετήθηκαν έργα και μακέτες. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στην παρουσίαση των εκθεμάτων, για την προβολή των οποίων χρησιμοποιήθηκαν απαλές αποχρώσεις και υποβλητικός φωτισμός, ώστε να αναδειχθεί η αξία του έργου.

Τα εκθέματα τοποθετήθηκαν σε πυκνή διάταξη κυρίως λόγω του μεγέθους της συλλογής του καλλιτέχνη ακολουθώντας το χρόνο δημιουργίας τους. Το έργο του Έλληνα σκηνογράφου παρουσιάζεται σε δύο χρονικές ενότητες: Ελληνική Περίοδος (1914-1917) και Γερμανική Περίοδος (1920-1930).

Η δεύτερη αίθουσα περιλαμβάνει μια αξιόλογη συλλογή Πειραιωτών καλλιτεχνών, οι οποίοι δημιούργησαν και δημιουργούν έργα που θεωρούνται πια κλασσικά, όπως θάλασσα, καράβια και τοπία. Στα έργα αυτά ανήκουν πίνακες Ελλήνων δημιουργών στο χώρο της ζωγραφικής του 20ου αιώνα, όπως των αδελφών Νικόλαου και Περικλή Λύτρα, του Κωνσταντίνου Μαλέα, του Μιχάλη Οικονόμου, του Περικλή Βυζάντιου, του Κωνσταντίνου Αρτέμη, του Στρατή Αξιώτη.

Τέλος υπάρχει και η αίθουσα με τα γλυπτά του σπουδαίου συμβολιστή γλύπτη Γιώργου Καστριώτη (1899-1969), όπου υπάρχει η προτομή του Αντουάν Μπουρντέλ δάσκαλου του γλύπτη και η προτομή του Δομίνικου Θεοτοκόπουλου. Ακολουθούν τα κεφάλια με τίτλο: «Ο ανησιός μου ο Νάσος», «Ανηλιά» και «Ο Άνεμος». Ακολουθούν ολόσωμα έργα, «Μετά το λουτρό», το σύμπλεγμα «Δύναμις και Ανδρεία», «Ανεμοστρόβιλος», δύο γυναικείες κεφαλές «Κεφαλή Ρενούλας», οι προτομές «Διδός Ιωάννας Γουβέλη» και «Οπτασία». Επίσης, υπάρχουν τα γλυπτά «Νωχέλια», «ΙΚεσία» και «Από τα Κόκκαλα».

5.2 Η εφαρμογή του unity

Το Unity είναι μια πλατφόρμα που προσφέρει πληθώρα εργαλείων και επιλογών. Χρησιμοποιήθηκε αρχικά για τη δημιουργία παιχνιδιών και στη συνέχεια και για άλλα πεδία εξαιτίας των τεράστιων δυνατοτήτων σε εφαρμογές εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας

καθώς και προσομοιώσεις. Ένα από τα πλεονεκτήματα του unity είναι ότι διατίθεται δωρεάν για όλους, αν και υπάρχουν και εκδόσεις επί πληρωμή. Βασίζεται στην άποψη ότι ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον θα πρέπει να είναι το κύριο μέσο ανάπτυξης και να ελαχιστοποιεί τη χρήση προγραμματισμού μόνο στη συμπεριφορά των αντικειμένων. Η μηχανή τρέχει σε Windows και Mac OS και τα παιχνίδια που δημιουργεί είναι για Windows, Mac OS, Nintendo Wii, iPad και iPhone ενώ αναμένεται και υποστήριξη για Android.

Ένα από τα χαρακτηριστικά του είναι η ευκολία σχεδίασης του γραφικού περιβάλλοντος και φορμών. Είναι ένα απαραίτητο συστατικό για κάθε εφαρμογή, από μια απλή εφαρμογή εισαγωγής δεδομένων σε μια βάση μέχρι μια περίπλοκη εφαρμογή όπως για παράδειγμα μια πλατφόρμα κοινωνικού δικτύου. Το Unity, είναι φημισμένο για τις απaráμιλλες ικανότητες του στη δημιουργία περίπλοκων και εντυπωσιακών γραφικών.

Στο σημείο αυτό αξίζει να παρουσιάσουμε πώς ακριβώς λειτουργεί η πλατφόρμα unity.

Το πρώτο βήμα για τη δημιουργία μιας φόρμας είναι η δημιουργία ενός "Panel" πάνω στο οποίο θα σχεδιαστεί η φόρμα με τα κουμπιά και τις ιδιότητες της. Μέσα στο panel, είναι σημαντικό να δημιουργηθεί ένα αντικείμενο τύπου "GameObject", μέσα στο οποίο θα υπάρχουν όλα τα αντικείμενα τη φόρμας που επιθυμεί ο σχεδιαστής.

Η εισαγωγή των διάφορων αντικειμένων γίνεται με δεξί κλικ πάνω στο GameObject, και από την επιλογή "UI" γίνεται η επιλογή του αντικειμένου που εισάγεται. Αφού έχει εισαχθεί το επιθυμητό αντικείμενο, μπορεί να δημιουργηθεί ένα αντίγραφο (duplicate) με σκοπό την αποφυγή περιττών κινήσεων. Το γραφικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της δημιουργίας της φόρμας στο δεξί κομμάτι της οθόνης, προσφέρει διάφορες επιλογές όσον αφορά στην εμφάνιση και στοίχιση, αλλά και στη λειτουργικότητα των αντικειμένων που έχουν εισαχθεί.

Φυσικά, είναι στην επιλογή του προγραμματιστή, αν θα επιλέξει κάποιον κώδικα του προγράμματος ή θα χρησιμοποιήσει κάποιον δικό του κώδικα, τον οποίο θα ενσωματώσει στο επιθυμητό αντικείμενο. Για να προστεθεί λειτουργικότητα μέσω κάποιου script, είναι απαραίτητη η φόρτωση της βιβλιοθήκης "UnityEngine.UI". Αυτή η βιβλιοθήκη θα παρέχει πρόσβαση σε όλα τα αντικείμενα που έχουν δημιουργηθεί.

Στο δεξί μέρος της οθόνης, υπάρχουν διάφορες επιλογές παραμετροποίησης για το κάθε αντικείμενο, σχετικά με την εμφάνιση ή τη στοίχισή του. Μια ενδιαφέρουσα επιλογή είναι η πληθώρα διαφορετικών τύπων αντικειμένων που προσφέρεται για κάθε περίπτωση. Υπάρχουν πολλά τέτοια έτοιμα αντικείμενα που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο προγραμματιστής για μεγαλύτερη ευκολία, κάτι που είναι ένα τεράστιο πλεονέκτημα καθώς εξοικονομείται χρόνος δημιουργίας απλών αντικειμένων που όμως είναι συχνά απαραίτητα.

Στο unity, επίσης, υπάρχει και η καρτέλα στην οποία θα πρέπει να γραφτεί ο κώδικας σε Java, για να προστεθεί η λειτουργικότητα της φόρμας, όπως για παράδειγμα όταν ο χρήστης πατάει το κουμπί "Submit", τα δεδομένα να εισάγονται στη βάση δεδομένων.

5.3 Η χρήση της πλατφόρμας unity

Στην πλατφόρμα unity υπάρχουν άξονες, πάνω στους οποίους μπορεί κάποιος να δουλέψει.

Για να χρησιμοποιήσω την πλατφόρμα ακολουθώ τα παρακάτω βήματα:

Βήμα 1: Ανοίγω το unity New και του δίνω ένα όνομα.

Βήμα 2: Για να δημιουργήσω ένα αντικείμενο, επιλέγω Game Object -3D object- Terrain.

Βήμα 3: Κάνω drag'n drop τον φάκελο με όνομα Standard Assets μέσα στο Unity στον φάκελο που λέει Project στο Assets.

Βήμα 4: Πατάω διπλό κλικ στο φάκελο Standard Assets μετά το φάκελο Characters μετά το φάκελο First Person Character μετά τον φάκελο Prefabs και επιλέγω με ένα κλικ τον κύβο με όνομα FPSController και κάνω drag'n drop πάνω στο επίπεδο (terrain) που έκανα στο βήμα 2.

Βήμα 5: Πατάω κλικ στη main camera και πατάω delete από το πληκτρολόγιο.

Βήμα 6: Παίρνω τα object αρχεία από τα μοντέλα που έχω δημιουργήσει από την φωτογραμμετρία και τα κάνω drag'n drop πάνω στον φάκελο που λέει Project στον Assets από εκεί πάλι drag'n drop πάνω στο terrain (ένα ένα όχι όλα μαζί)

Βήμα 7: Κάνω drag'n drop το μοντέλο House.

Βήμα 8: Προσαρμόζω το μέγεθος των μοντέλων που εισήγαγα με το εργαλείο που λέγεται scale tool και βρίσκεται κάτω ακριβώς από το GameObject που πάτησα στο Βήμα 2.

Βήμα 9: Πατάω δεξί κλικ στο κενό μέσα στον φάκελο Project μετά πατάω κλικ στο create και μετά κλικ στο material. Εμφανίζεται μια μπάλα στο φάκελο Project που είναι η υφή που θα δώσαμε.

Βήμα 10: Επιλέγουμε την μπάλα και από το Inspector την χρωματίζουμε όπως θέλουμε και κάνουμε drag'n drop την μπάλα πάνω στο σπίτι του βήματος 7, δίνοντας έτσι την υφή.

Βήμα 11: Κάνω το βήμα 9 τρεις φορές ακόμα για να δώσω υφή στα μοντέλα που έχω εισάγει στο Βήμα 6, με τη διαφορά ότι η υφή εδώ δεν είναι χρώμα αλλά η υφή που έχει εξάγει το zephyr. Δηλαδή παίρνουμε ένα jpg αρχείο από τον υπολογιστή μας το κάνουμε drag'n drop μέσα στο unity στο φάκελο Project, μετά επιλέγουμε την μπάλα και κάνουμε drag'n drop την εικόνα jpg εκεί που λέει Albedo στο Inspector. Σημείωση: Αν δεν εμφανίζεται το Inspector τότε πάνω δεξιά στο Unity έχει μια επιλογή Layout., από κάτω του έχει ένα μικρό γρανάζι. Πατάω κλικ σε αυτό μετά πατάω κλικ στο add και μετά πατάω κλικ στο inspector

Βήμα 12: Κάνοντας κλικ σε κάθε μοντέλο από το φάκελο Project, πηγαίνω στο inspector και επιλέγω τα:

- a) Read /Write Enabled
- b) Optimize Mesh
- c) Import BlendShapes
- d) Generate Colliders.

Από-επιλέγω τα μοντέλα. Πατάω Apply, για να μην περνούν από μέσα τα αντικείμενα- μοντέλα .

Βήμα 13: Πατάω Play

Βήμα 14: Πατάω κλικ στο File. Στη συνέχεια στο Build Settings επιλέγω το copy PDB files και πατάω Build and Run και επιλέγω πού θα αποθηκευτούν τα αρχεία. (Εκεί θα είναι και το εκτελέσιμο αρχείο exe για να παίζει χωρίς το unity σε άλλους υπολογιστές). Μετά επιλέγω το Windowed και πατάω play.

5.4 Η πλατφόρμα unity και η εφαρμογή της στην αίθουσα ελαιογραφιών και στα γλυπτά του Καστριώτη

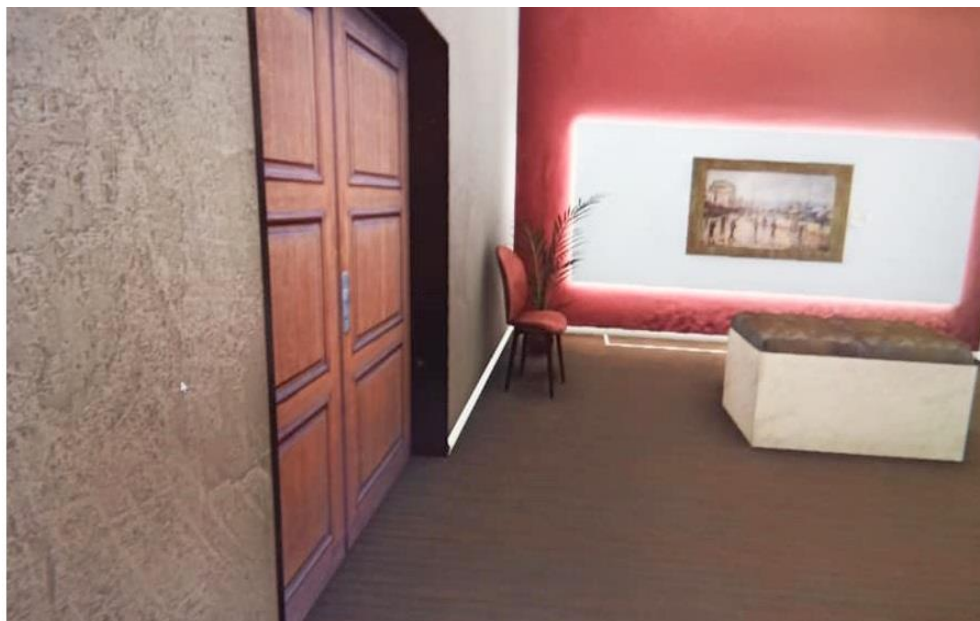
Η πλατφόρμα unity ακολουθεί τη δημιουργία μοντέλων σε κάποιο πρόγραμμα σχεδιασμού π.χ. blender, 3ds max, sketchfab.

Ακολουθεί η εισαγωγή των μοντέλων στο unity. Η τοποθέτηση, η περιστροφή, η αλλαγή διάστασης των μοντέλων γίνεται με το χέρι με τα UI tools της unity. Το δωμάτιο έγινε σε solidworks.

Με τα ίδια ή άλλα προγράμματα όπως το substance painter βάφεται το μοντέλο και γίνεται export στην βαφή δηλαδή, τα materials και τα textures (diffuse / albedo map, normal map, metallic map, ambient occlusion κλπ.) αυτών των materials, όπως φαίνεται στον ακόλουθο σύνδεσμο (<https://www.youtube.com/watch?v=IFIXvDZezBQ>).

Ακολουθώντας τις οδηγίες του παραπάνω συνδέσμου πραγματοποιήθηκε η αίθουσα με τις ελαιογραφίες στην Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά. Για την διακόσμηση του χώρου δεν υπάρχουν πολλές οδηγίες, καθώς οι περισσότεροι ασχολούνται με εξωτερικούς χώρους. Οπότε είναι θέμα επιλογής μοντέλων και τοποθέτησης στο χώρο όπως θα έκανε ένας διακοσμητής.

Στην εικόνα 1, που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα, φαίνεται η διαμόρφωση της πόρτας και της εισόδου στην Πινακοθήκη. Πρώτα φτιάχτηκε ο τοίχος και στη συνέχεια οροθετήθηκε η πόρτα, η οποία βάφτηκε σε χρώμα ξύλου. Δίπλα στην πόρτα τοποθετήθηκε μία καρέκλα, όπως θα γινόταν σε ένα φυσικό χώρο πινακοθήκης, η οποία χρειάζεται για τον φύλακα της αίθουσας.



Εικόνα 1: Η είσοδος στην αίθουσα με τις ελαιογραφίες στην αίθουσα της εικονικής Πινακοθήκης

Στην εικόνα 2, που ακολουθεί φαίνεται μία γωνία δίπλα στην είσοδο. Εκεί τοποθετήθηκε μία γλάστρα με φυτό, στην τοίχο υπάρχει καθρέπτης, ενώ το δάπεδο χρωματίστηκε σε χρώμα ξύλου.



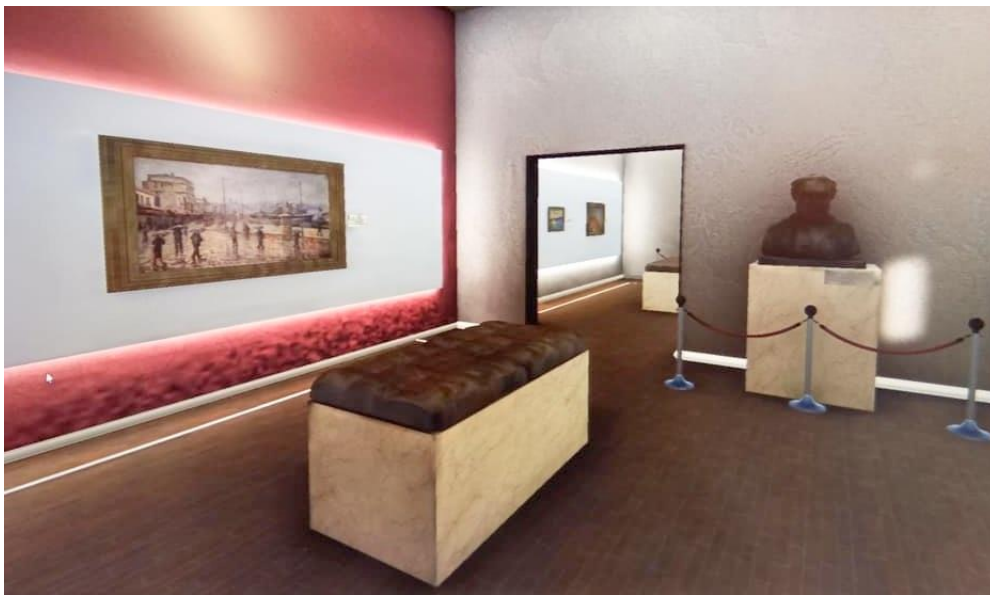
Εικόνα 2: Διαμόρφωση δαπέδου και λεπτομερειών στο unity.

Στην εικόνα 3 φαίνεται ολόκληρη η πρώτη αίθουσα. Στο κέντρο της αίθουσας κυριαρχεί μια διακοσμητική κολόνα, η οποία λειτουργεί ως μισοχώρισμα. Απέναντι από την πόρτα εισόδου υπάρχει μία πόρτα που οδηγεί στη δεύτερη αίθουσα.



Εικόνα 3: Διαμόρφωση του χώρου στο unity

Στην εικόνα 4 βλέπουμε τον τοίχο που βρίσκεται αριστερά από την πόρτα εισόδου της αίθουσας, ο οποίος βάφτηκε με κόκκινο χρώμα. Πάνω του τοποθετήθηκε ένας πίνακας μέσα σε ένα πλαίσιο. Για να μοιάζει η αίθουσα με την πραγματικότητα μπροστά στον πίνακα τοποθετήθηκε ένα κάθισμα σε χρώμα που να ταιριάζει με το πάτωμα.



Εικόνα 4: Εικονική αίθουσα

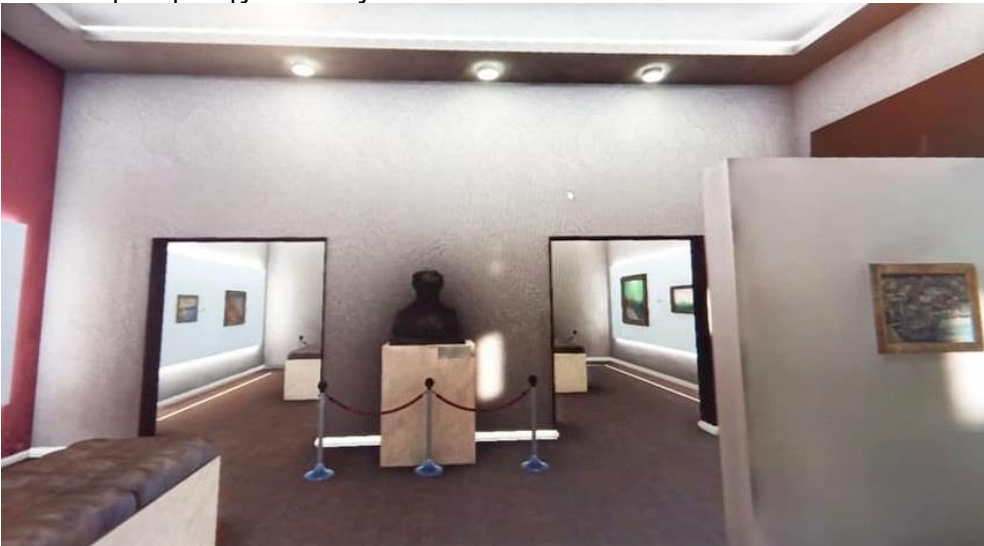
Στην εικόνα 5 φαίνεται η δεύτερη αίθουσα της Πινακοθήκης. Έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη διαμόρφωση των τοίχων, τους οποίους στολίσαμε με πίνακες που κοσμούν την Πινακοθήκη. Οι πίνακες τοποθετήθηκαν πάνω σε πλαίσιο που βρίσκεται στον τοίχο, το οποίο ξεχωρίζει λόγω του διαφορετικού χρώματος. Στο πάτωμα έχει φτιαχτεί ειδικό πλαίσιο με άσπρο χρώμα για να οροθετηθεί ο χώρος και να τηρείται η απόσταση από τους πίνακες. Μπροστά στο γλυπτό που υπάρχει στην αίθουσα τοποθετήθηκε χώρισμα με κολώνες



Εικόνα 5: Εικονική αίθουσα

Ένα άλλο στοιχείο της unity είναι ο φωτισμός, ο οποίος είναι baked. Για κάθε μοντέλο έχουμε υπολογίσει το πως πέφτει το φως πάνω του. Αυτό έχει εφαρμοστεί στα μοντέλα εκείνα, τα οποία έχουμε ως ακίνητα. Σε αυτά έχουμε αποθηκεύσει σαν extra πληροφορία ότι θα πέφτει φωτισμός προερχόμενος είτε από τον ήλιο είτε από τεχνητό φωτισμό. Ο φωτισμός έχει τοποθετηθεί σε texture, όπως και τα χρώματα του μοντέλου.

Στην αίθουσα 6 είναι φανερός ο τρόπος με τον οποίο φωτίζονται οι αίθουσες της Πινακοθήκης και τα διάφορα έργα που την κοσμούν. Στους τοίχους φαίνεται πώς πέφτει το φυσικό φως από τα παράθυρα της αίθουσας.



Εικόνα 6: Ο φυσικός φωτισμός στην εικονική πινακοθήκη

Έτσι, το project έχει ωραίο φωτισμό με λεπτομέρεια χωρίς να τον υπολογίζει σε κάθε καρέ, γιατί τον ξέρει από πριν. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται ο bake φωτισμός υπάρχει σε αρκετά βίντεο.¹

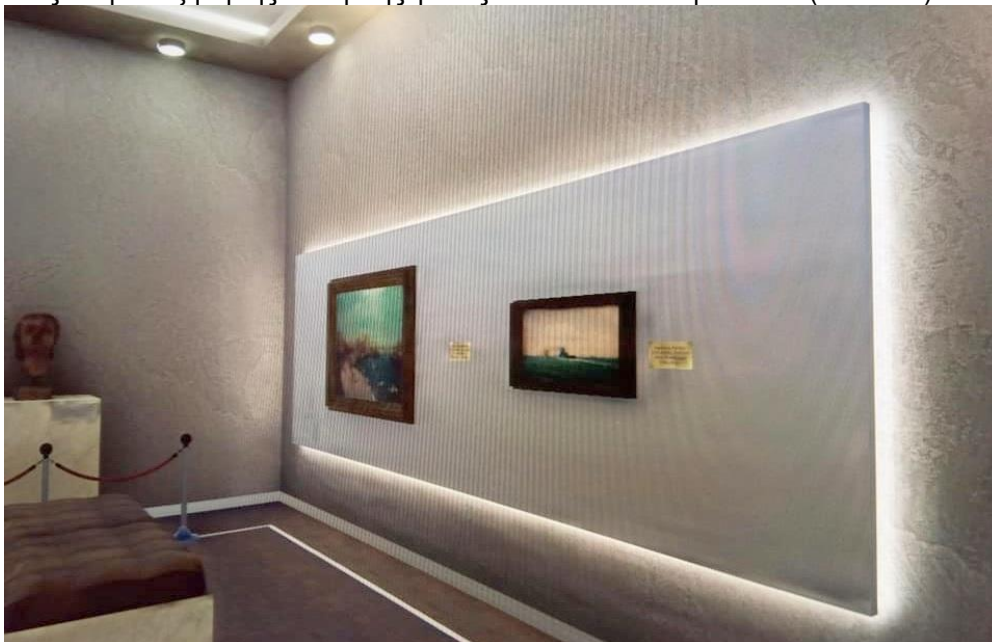
¹ <https://www.youtube.com/watch?v=okYhs6kQ0xw> & <https://www.youtube.com/watch?v=VnG2gOKV9dw>
Εικονική περιήγηση και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

Στην εικόνα 7, φαίνεται ο φωτισμός στην οροφή που προέρχεται από προβολείς, ενώ υπάρχει και κρυφός φωτισμός. Φωτισμός επίσης υπάρχει και στους τοίχους που κοσμούνται με πίνακες.



Εικόνα 7: Ο τεχνητός φωτισμός στην εικονική πινακοθήκη

Στην εικόνα 8 φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται το εφέ φωτισμού. Το εφέ όπου υπάρχει φως από λεντοταινία πίσω από τους πίνακες και στο ταβάνι γίνεται με προσθήκη φίλτρου στην camera (post process), και συγκεκριμένα του φίλτρου bloom, το οποίο αυξάνει την διάχυση του φωτός και με αύξηση της εκπομπής φωτός του material του μοντέλου (emission).



Εικόνα 8: Ο φωτισμός με λεντοταινίες στην εικονική πινακοθήκη

Για τον τρόπο που μπαίνουν τα επιπρόσθετα εφέ (post processing) υπάρχει το video για το glow των αντικειμένων, το οποίο βρίσκεται στο youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=5B-JoycbeSg>, καθώς και το <https://www.youtube.com/watch?v=9tjYz6Ab0oc>.

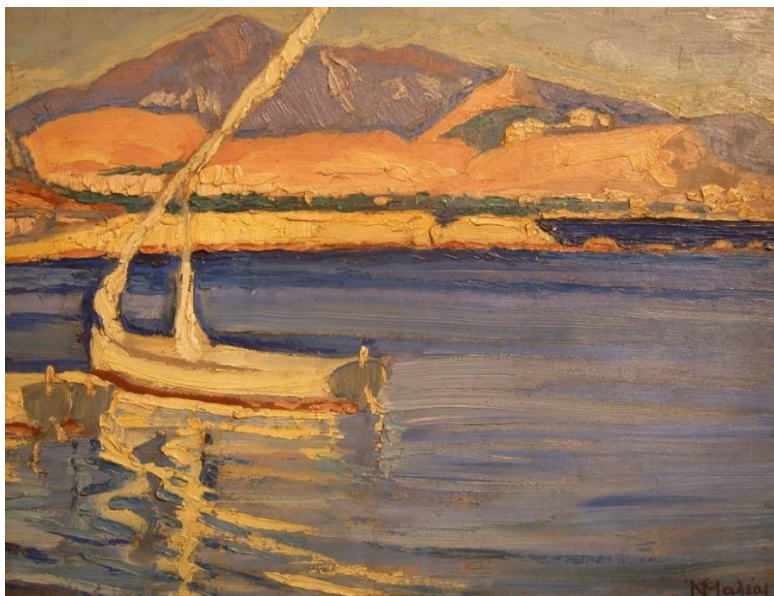
Τώρα θα περάσουμε να δούμε τον τρόπο με το οποίο έχουν αποδοθεί τα έργα που κοσμούν την Πινακοθήκη μέσα από μια συγκριτική παρουσίαση των πραγματικών με τα εικονικά έργα.

Στην εικονική αίθουσα με τις ελαιογραφίες υπάρχουν σημαντικά έργα, τα οποία ανήκουν σε σπουδαίους Έλληνες ζωγράφους. Ένα από αυτά είναι το έργο με τίτλο «Ηλιοθεραπεία» του Νικόλαου Λύτρα Όπως διαπιστώνουμε στην εικόνα 9, πρόκειται για μια ελαιογραφία σε καμβά που απεικονίζει μια νεαρή κοπέλα ξαπλωμένη στην άμμο με ολόσωμο κόκκινο μαγιό.



Εικόνα 9: Ν. Λύτρας «Ηλιοθεραπεία»

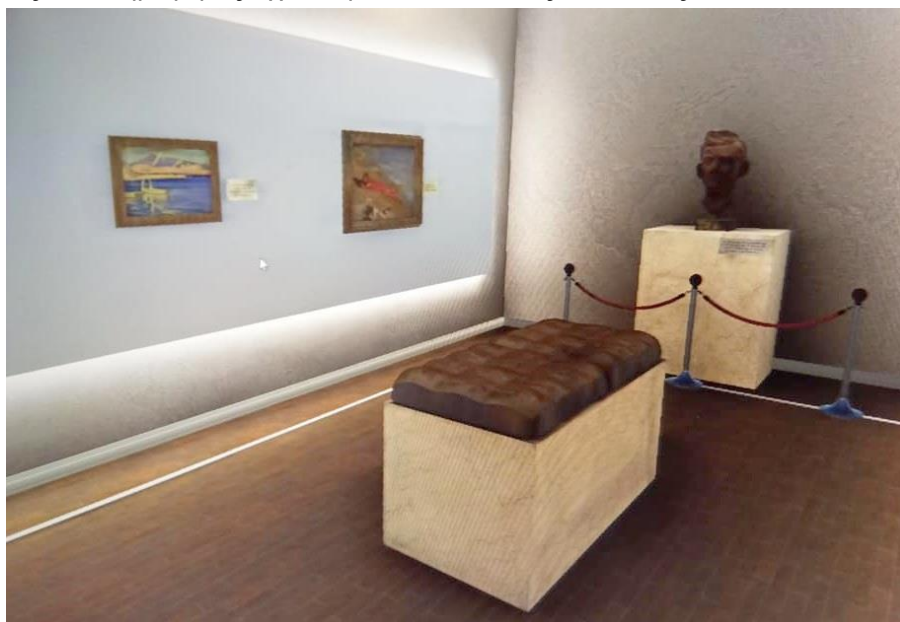
Επόμενο έργο είναι «Το Τουρκολίμανο» του Κωνσταντίνου Μαλέα. Πρόκειται για ένα πίνακα διαστάσεων 48Χ35 εκατοστά που κεντρικό θέμα έχει ένα θαλασσινό τοπίο, και συγκεκριμένα το Τουρκολίμανο στον Πειραιά, το σημερινό γνωστό σε όλους Μικρολίμανο.



Εικόνα 10: Κ. Μαλέας, «Το Τουρκολίμανο»

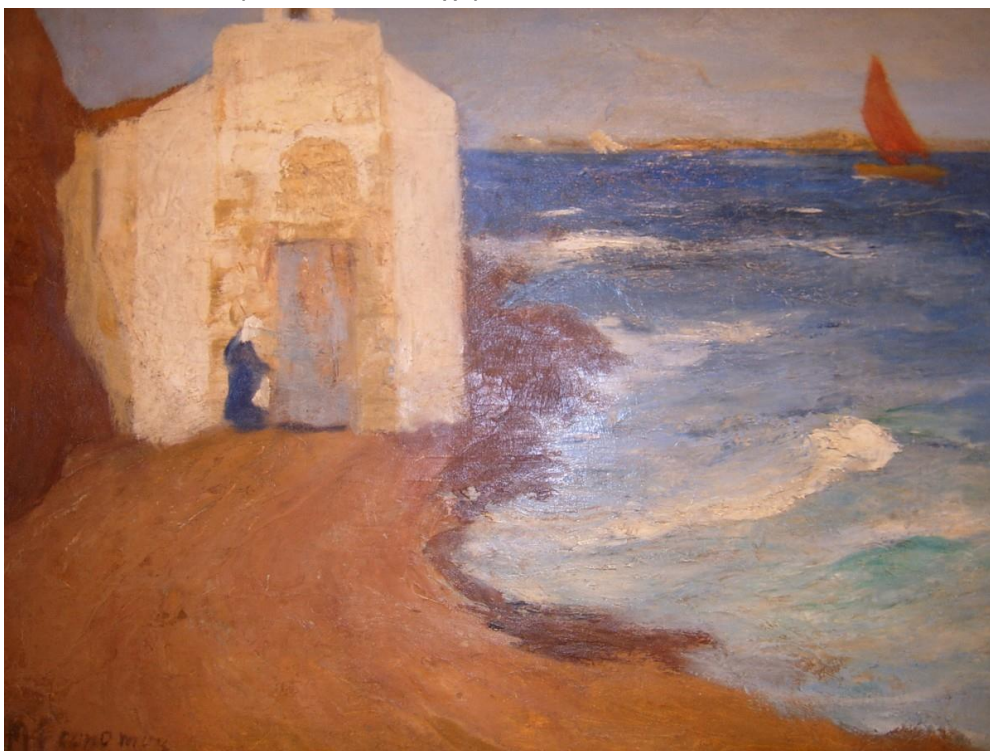
Τα δύο αυτά έργα έχουν αποδοθεί και στην εικονική πινακοθήκη, όπως δείχνει η εικόνα 11 που ακολουθεί. Έχουν τοποθετηθεί σε έναν τοίχο στη δεύτερη αίθουσα, ο οποίος φωτίζεται.

Δίπλα στους πίνακες υπάρχουν λεζάντες που αποδίδουν τα ονόματα των έργων, τους δημιουργούς και πληροφορίες σχετικά με το υλικό και τις διαστάσεις.



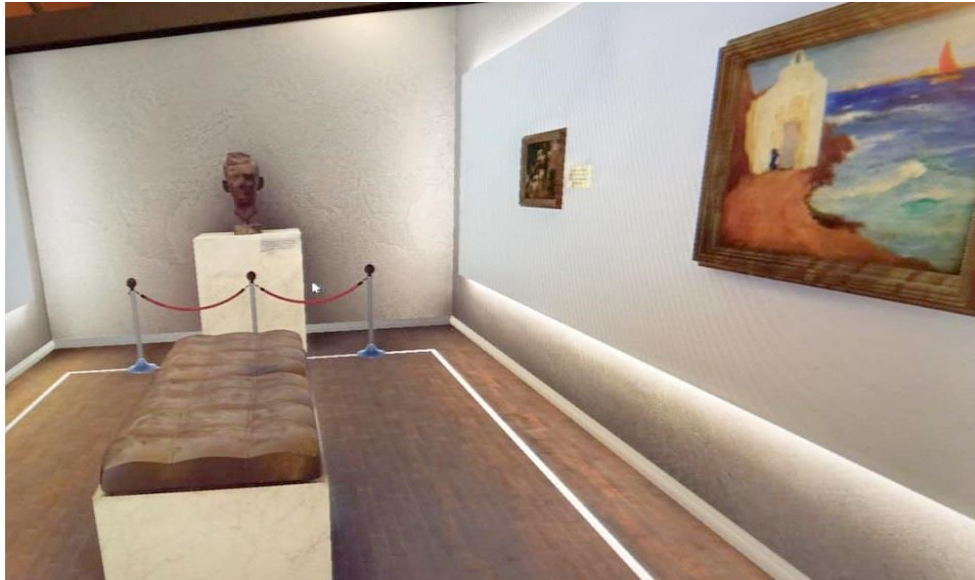
Εικόνα 11: Εικονική πινακοθήκη: Ν. Λύτρας "Ηλιοθεραπεία", Κ. Μαλέας "Το Τουρκολίμανο"

Επόμενο έργο είναι ο «Πόρος-Άγιος Ιωάννης» του Μιχαήλ Οικονόμου. Επίκεντρο της θεματικής της ζωγραφικής του είναι η τοπιογραφία. Πρόκειται για έναν πίνακα διαστάσεων 90X72 εκατοστά που αποδίδεται με λάδι πάνω σε χαρτόνι.



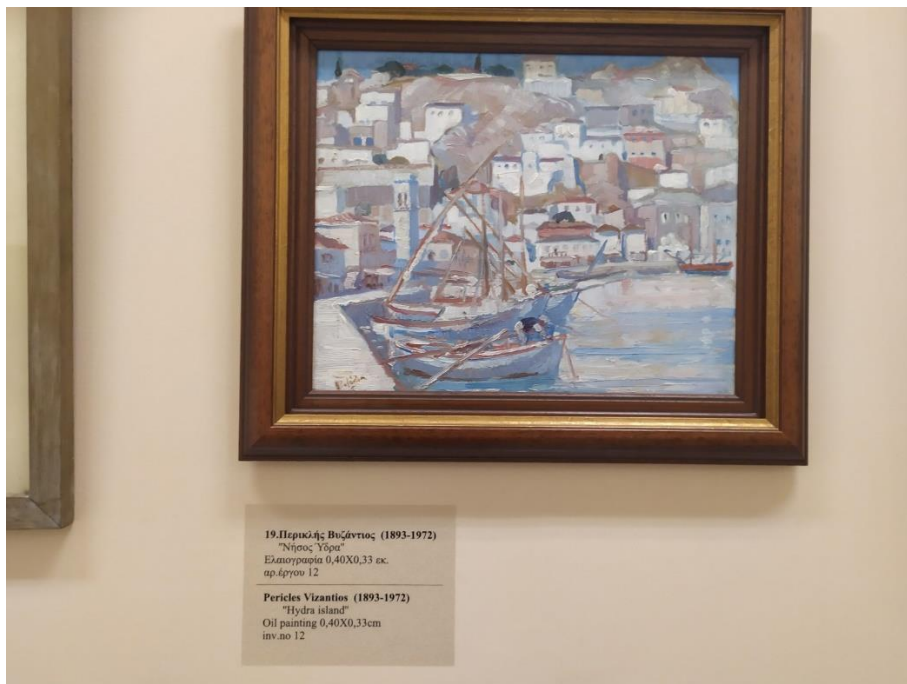
Εικόνα 12: Μ. Οικονόμου, «Πόρος-Άγιος Ιωάννης»

Το έργο αυτό βρήκε τη θέση του στην εικονική αίθουσα της Πινακοθήκης, όπως φαίνεται στην εικόνα 13.



Εικόνα 13: Μ. Οικονόμου, «Πόρος-Άγιος Ιωάννης» (εικονική πινακοθήκη)

Ένα από τα πιο ωραία έργα της Δημοτικής Πινακοθήκης Πειραιά είναι ο πίνακας «Ύδρα» του Περικλή Βυζάντιου. Πρόκειται για ακουαρέλα διαστάσεων 40Χ33 εκατοστά, στην οποία εικονίζεται το νησί που έχει εμπνεύσει πολλούς καλλιτέχνες.



Εικόνα 14: Π. Βυζάντιος «Νήσος Ύδρα»

Ο πίνακας του Βυζάντιου βρίσκεται στον εικονικό τοίχο του unity, όπως φαίνεται στην εικόνα 15.



Εικόνα 15: Π. Βυζάντιος "Υδρα" (εικονική πινακοθήκη)

Επόμενο έργο είναι «Το λιμάνι του Πειραιά» του Στρατή Αξιώτη, εξπρεσιονιστή ζωγράφου που ανήκει στην ομάδα των «Ελεύθερων καλλιτεχνών». Έχει θεωρηθεί ο ζωγράφος των λιμανιών και ιδιαίτερα του Πειραιά.



Εικόνα 16: Στρατής Αξιώτης, «Το λιμάνι του Πειραιά»

Αυτός ο πίνακας παρουσιάζεται δίπλα στην πόρτα της εισόδου της εικονικής αίθουσας με τις ελαιογραφίες, όπως φαίνεται και στην εικόνα 17.



Εικόνα 17: Στρατής Αξιώτης, «Το λιμάνι του Πειραιά» (εικονική πινακοθήκη)

Το λιμάνι του Πειραιά παρουσιάζει ο πίνακας του Έλληνα ζωγράφου Κωνσταντίνου Αρτέμη (1878-1972) με τίτλο «Πλοία στον Προλιμένα».



Εικόνα 18: Κ. Αρτέμης, «Πλοία στον Προλιμένα»

Η απόδοση του πίνακα στην εικονική αίθουσα της Πινακοθήκης, εικόνα 29 είναι θεαματική.



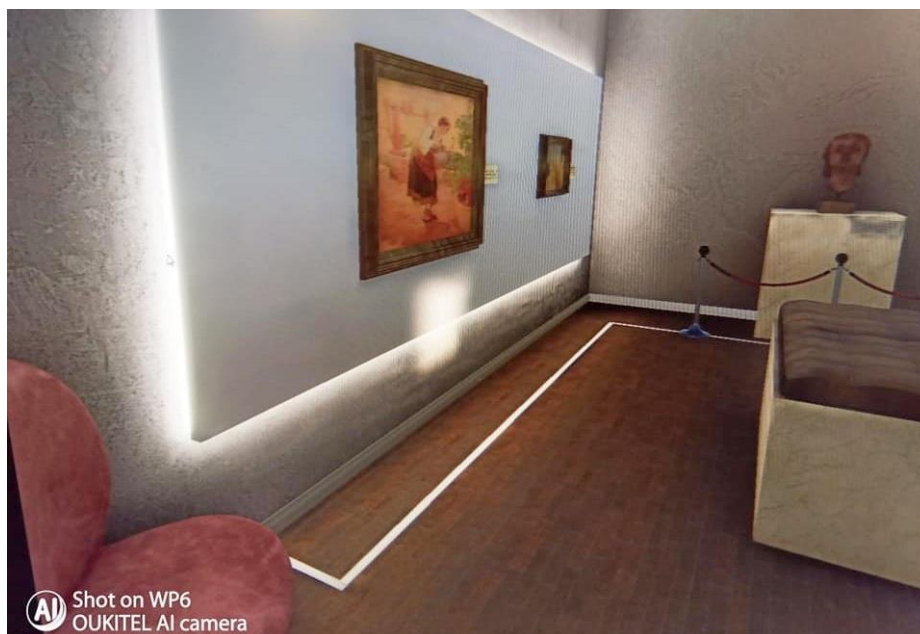
Εικόνα 19: Κ. Αρτέμης «Πλοία στον Προλιμένα» (εικονική πινακοθήκη)

Στα έργα, επίσης της Δημοτικής Πινακοθήκης Πειραιά ανήκει και ο πίνακας με τον τίτλο «Επιστροφή στο Δειλινό» του διακεκριμένου Έλληνα ζωγράφου Αλέξανδρου Χριστοφή (1882-1953). Ο πίνακας παρουσιάζει την καθημερινή ζωή. (<https://www.lifo.gr/culture/eikastika/i-tehni-sti-dimotiki-pinakothiki-peiraia>).



Εικόνα 20: Αλ. Χρηστοφής, «Επιστροφή στο Δειλινό»

Ο πίνακας του Χρηστοφή, έχει τοποθετηθεί στην πρώτη αίθουσα απέναντι από την κεντρική είσοδο της εικονικής πινακοθήκης, όπως φαίνεται στην εικόνα 21 που ακολουθεί.



Εικόνα 21: Αλ. Χρηστοφής, «Επιστροφή στο Δειλινό» (εικονική πινακοθήκη)

Η δεύτερη αίθουσα της Δημοτικής Πινακοθήκης Πειραιά είναι η αίθουσα με τα γλυπτά του Γιώργου Καστριώτη (1899-1969).



Εικόνα 22: Η αίθουσα με τα γλυπτά του Γεωργίου Καστριώτη

Τρία από τα γλυπτά της αίθουσας έχουν τοποθετηθεί στην εικονική αίθουσα της Δημοτικής Πινακοθήκης.

Το πρώτο γλυπτό, το οποίο βρήκε τη θέση του στην εικονική Πινακοθήκη είναι η προτομή του Αντουάν Μπουρντέλ, «Ο Δάσκαλός μου», έργο του 1957, το οποίο βρίσκεται στην Συλλογή της Δημοτικής Βιβλιοθήκης Πειραιά, εικόνα 23.



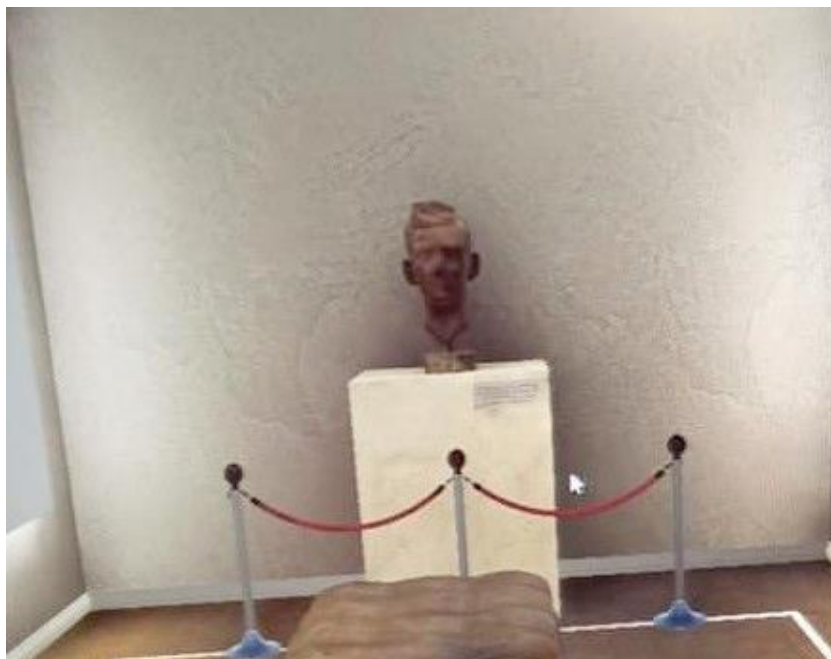
Εικόνα 23: Γ. Καστριώτη, «Ο Δάσκαλός μου», 1957, Συλλογή Δημοτικής Πινακοθήκης Πειραιά

Η προτομή του Αντουάν Μπουρντέλ δεσπόζει στην πρώτη αίθουσα της εικονικής Πινακοθήκης απέναντι από την κεντρική είσοδο με τον τίτλο «Ο Σρβαστός μου δάσκαλος Antoine Bourdeille», δάσκαλος του μεγάλου Έλληνα γλύπτη Γεώργιου Καστριώτη. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 24 είναι αξιόλογη η ομοιότητα που υπάρχει με την πραγματικότητα.



Εικόνα 24: Προτομή του Αντουάν Μπουρντέλ στην εικονική αίθουσα της Πινακοθήκης Πειραιά

Το δεύτερο γλυπτό, το οποίο βρίσκεται στην εικονική πινακοθήκη είναι το γλυπτό του Γιώργου Καστριώτη «Ο ανηψιός μου ο Νάσος», έργο του 1928, το οποίο φαίνεται στην εικόνα 25 που ακολουθεί.



Εικόνα 25: Γ. Καστριώτης, «Ο ανηψιός μου ο Νάσος», εικονική αίθουσα Πινακοθήκης Πειραιά

Τελευταία μορφή του Γιώργου Καστριώτη που ανήκει στην συλλογή της αίθουσας που φτιάχτηκε με βάση το unity στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά είναι το γλυπτό με το τίτλο «Ο άνεμος», έργο το οποίο φιλοτεχνήθηκε το 1947 και σήμερα βρίσκεται στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά. όπως φαίνεται στην εικόνα 26.



Εικόνα 26: Γ. Καστριώτης, «Ο άνεμος», εικονική αίθουσα Πινακοθήκης Πειραιά

5.5 Η πλατφόρμα artsteps και η εφαρμογή της στην αίθουσα του Πάνου Αραβαντινού

Το artsteps είναι ένα διαδικτυακό ψηφιακό εργαλείο που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν εικονικά τρισδιάστατους χώρους τέχνης, και να περιηγηθούν σε αυτούς. Σε Εικονική περιήγηση και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

αυτούς τους εικονικούς χώρους παρουσιάζονται δισδιάστατα εκθέματα, όπως πίνακες ζωγραφικής. Αποτελεί επίσης, ένα εργαλείο εκπαίδευσης, αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα σχέδιο εργασίας.

Η κατασκευή και η περιήγηση των εκθέσεων του artsteps γίνεται μέσα από οποιονδήποτε browser χωρίς ειδικό εξοπλισμό ή λογισμικό. Για να μπορέσει κάποιος να κάνει χρήση της πλατφόρμας αρκεί να δημιουργήσει ένα λογαριασμό και στη συνέχεια μπορεί να σχεδιάσει ο ίδιος τον εκθεσιακό χώρο, στον οποίο μπορεί να προσθέσει τα εκθέματα, να επιμεληθεί τη θέση τους και ό,τι άλλο θέλει.²

Αφού δημιουργήσουμε λογαριασμό ξεκινάμε πατώντας create με το οποίο δημιουργούμε το χώρο και την επιφάνειά του. Στη συνέχεια πατάμε instruction tools και δημιουργούμε τους τοίχους και την πόρτα, εικόνα 27.



Εικόνα 27: Είσοδος στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός στο artsteps

Για να δημιουργήσουμε τους υπόλοιπους χώρους πατάμε add and place, όπως φαίνεται στις εικόνες 28, 29 και 30.

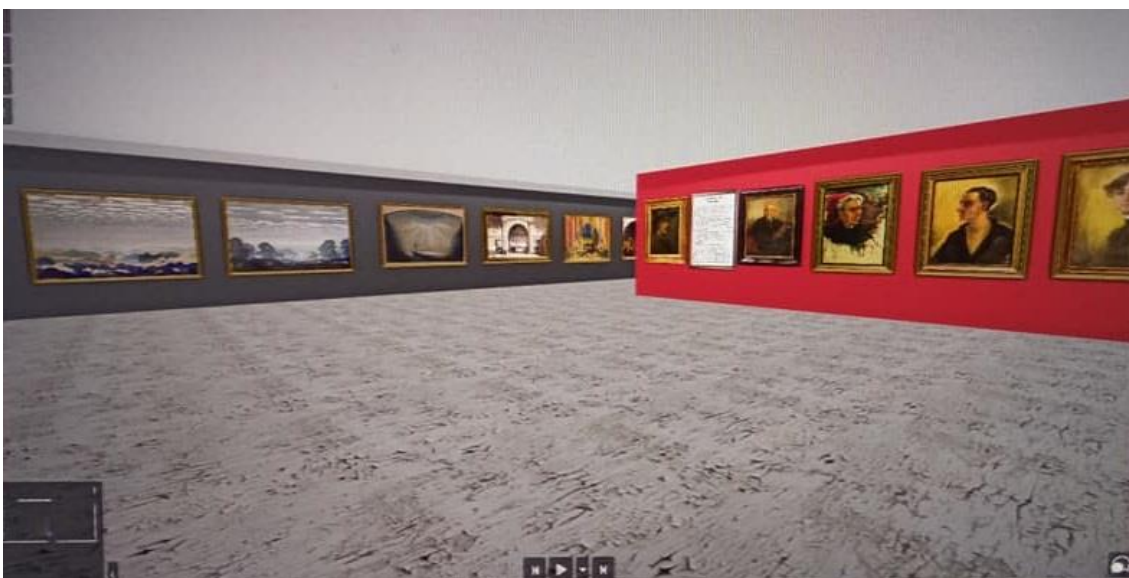


Εικόνα 28: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός

² <https://www.artsteps.com/view/6040e94066ffa33bd73233b/?currentUser>.

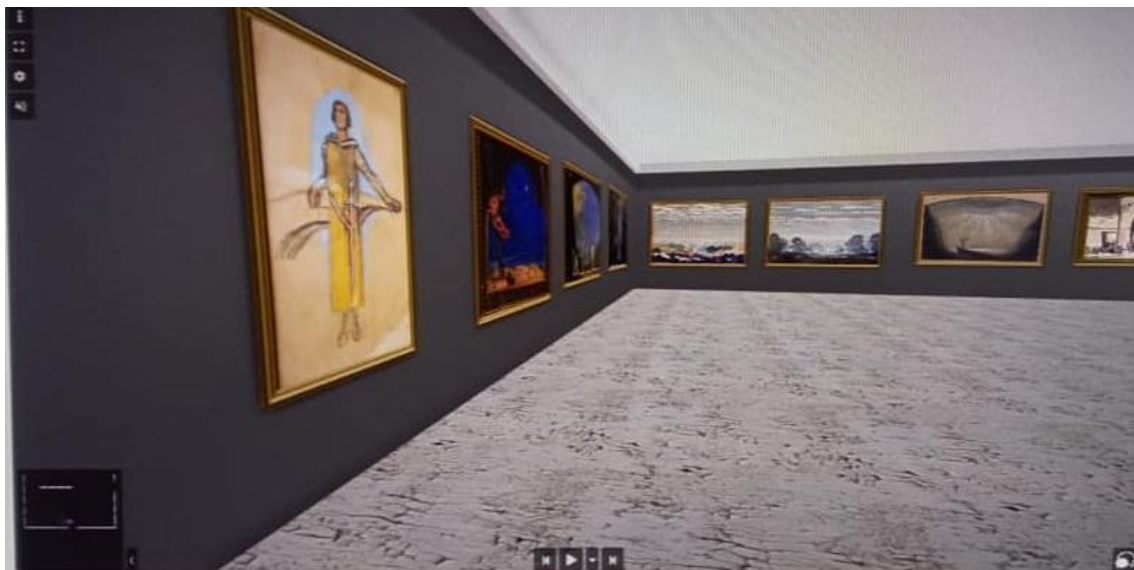


Εικόνα 29: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός

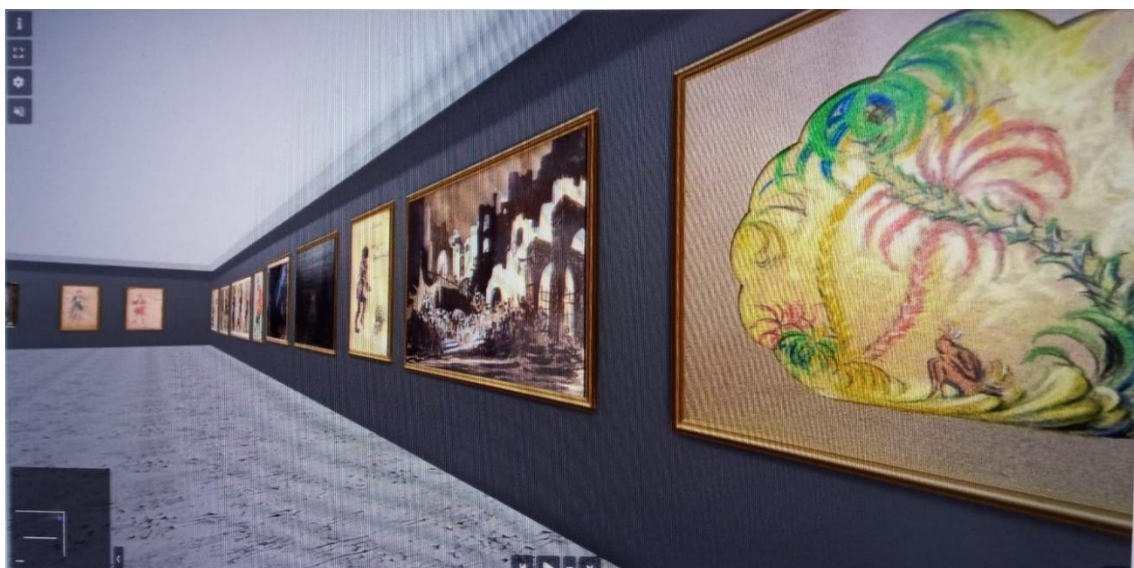


Εικόνα 30: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός

Για να ανεβάσουμε φωτογραφίες με τις οποίες θα στολίσουμε τους τοίχους χρησιμοποιούμε την επιλογή *add image*, όπως βλέπουμε στις εικόνες 31 και 32.



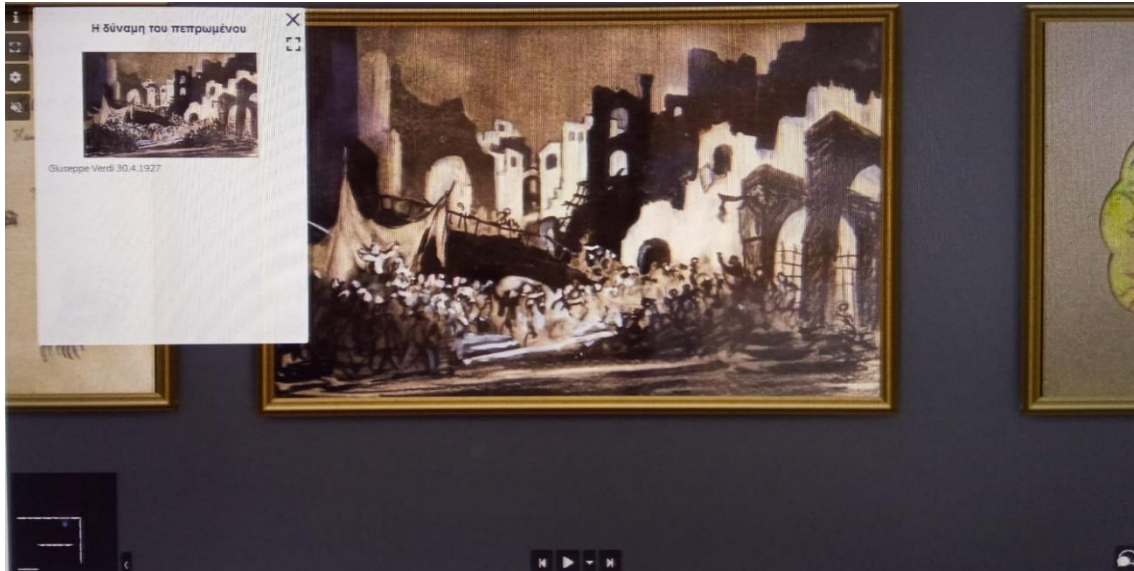
Εικόνα 31: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός



Εικόνα 32: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός

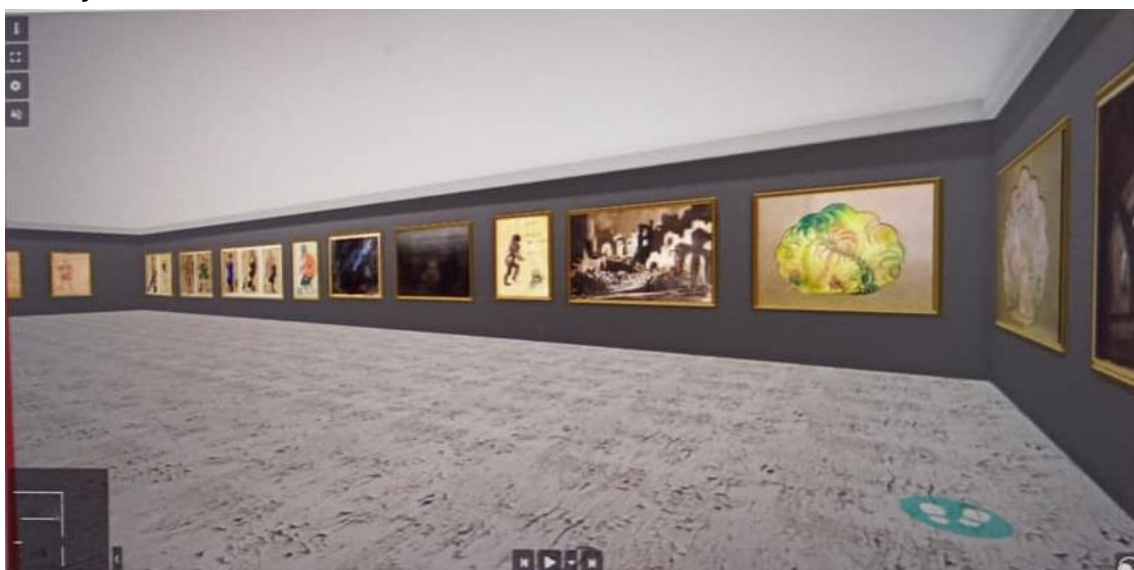
Επίσης, μέσα από την πλατφόρμα του artsteps υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργήσει κάποιος τη δική του ξενάγηση προσθέτοντας σημεία ενδιαφέροντος και ηχογραφημένες πληροφορίες.³ Αυτό φαίνεται στην εικόνα 33 που ακολουθεί.

³ <https://www.artsteps.com/view/6040e94066ffa33bd73233b/?currentUser>.



Εικόνα 33: Ηχογραφημένη πληροφορία σε πίνακα του Πάνου Αραβαντινού στην ομώνυμη εικονική αίθουσα

Για να δημιουργήσουμε εικονική περιήγηση του επισκέπτη επιλέγουμε το plan. Στη συνέχεια πατάμε το add guide point. Ακολουθώς βρίσκω τη διαδρομή και πατάω preview και τέλος πατάω publish για δημοσίευση της περιήγησης. Οι πατούσες στο δάπεδο δείχνουν πώς θα κινηθεί ο επισκέπτης της ηλεκτρονικής αίθουσας, ο οποίος έχει την αίσθηση ότι κινείται σε πραγματική αίθουσα. Έτσι έχω διαμορφώσει το παρακάτω περιβάλλον, το οποίο φαίνεται στις εικόνες 34 και 35.



Εικόνα 34: Εικονική περιήγηση στην αίθουσα Πάνος Αραβαντινός στην πλατφόρμα art steps



Εικόνα 35: Εικονική περιήγηση στην αίθουσα Πάνος Αραβαντινός στην πλατφόρμα art steps

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εικονική όσο και η επαυξημένη πραγματικότητα ενθαρρύνουν τους ανθρώπους να ξεφύγουν από κλειστούς χώρους και να απολαύσουν ένα φυσικό ηχητικό τοπίο ενώ περιηγούνται σε ένα εικονικό περιβάλλον στο κέντρο της πόλης. Ανοίγουν νέους ορίζοντες σε ανθρώπους που δεν έχουν την δυνατότητα (κινητική ή χρηματική) να βιώσουν την εμπειρία ενός διαφορετικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, μπορούν να βρουν εφαρμογή σε εκπαιδευτικά προγράμματα και να βελτιώσουν την εμπειρία εκμάθησης. Επίσης δίνουν την ευκαιρία στις δημοτικές αρχές να σχεδιάσουν πιο αποτελεσματικά τα μέσα μαζικής μεταφοράς καθώς και την ανάπλαση χώρων και γειτονιών. Με τον τρόπο αυτό γίνεται καλύτερη κατανομή πόρων και εξοικονομείται ενέργεια. Το εικονικό περιβάλλον έχει περιορισμούς πρόσβασης στον εξοπλισμό όσον αφορά εκπαιδευτικές εφαρμογές και αυξημένο κόστος προγραμματισμού. Παρόλα αυτά η χρήση του στην καθημερινότητα και το σχεδιασμό γίνεται ολοένα και πιο άμεση και απαραίτητη, οδηγώντας σε αυτοματισμούς και εξερεύνηση νέων δυνατοτήτων στο χρήστη.

Η χρήση αυτών των τεχνολογιών παρά τα πλεονεκτήματα που παρέχει στους επισκέπτες των μουσειακών χώρων ωστόσο πρέπει να χρησιμοποιείται με φειδώ και να μην αποτελεί αυτοσκοπό προκειμένου να προσελκύσει όσο το δυνατόν περισσότερο κοινό, αλλά να εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που πραγματικά είναι αναγκαία η χρήση της για την καλύτερη κατανόηση του περιεχομένου μιας έκθεσης καθώς και για μια ποιοτικότερη μουσειακή εμπειρία που θα διατηρηθεί μακροχρόνια στη μνήμη του επισκέπτη. Επίσης είναι σημαντικό να εφαρμοστεί η χρυσή τομή έτσι ώστε ο επισκέπτης να εκμεταλλεύεται το μέγιστο των δυνατοτήτων αυτών των τεχνολογιών χωρίς να αποσπάται η προσοχή του από τα πραγματικά εκθέματα του Μουσείου και την ουσία μιας μουσειακής έκθεσης.

Η σύζευξη ψηφιακής τεχνολογίας και μουσειακού χώρου επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας καθώς η τεχνολογία αυτή καταφέρνει χωρίς να εφαρμόζει απόλυτη εμπύθιση του επισκέπτη στον ψηφιακό κόσμο, συνδυάζει την επαφή του χρήστη με τις ψηφιακές πληροφορίες και την παράλληλη θέαση του εκθέματος στον πραγματικό κόσμο, προσφέροντάς του αυτό που πραγματικά πρεσβεύει, δηλαδή την επαύξηση της ήδη υπάρχουσας πραγματικότητας μεγεθύνοντας της μουσειακή του εμπειρία, χωρίς να τον απομονώνει σε έναν απόλυτα ψηφιακό κόσμο όπου δεν υπάρχει δυνατότητα αλληλεπίδρασης με άλλους επισκέπτες και με τον μουσειακό χώρο. Ωστόσο η εικονική πραγματικότητα παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα που σχετίζονται με την δημιουργία του ψηφιακού μουσείου όπου δίνεται η δυνατότητα στον σχεδιαστή να οργανώσει τα ψηφιακά αντικείμενα της έκθεσης χωρίς περιορισμούς χώρου και χρονοβόρων μεταφορών αντικειμένων. Η οργάνωση της έκθεσης λοιπόν άπτεται του χειρισμού των ψηφιακών εργαλείων ενός λογισμικού στον υπολογιστή του

σχεδιαστή δίνοντάς του απεριόριστες δυνατότητες χωρίς να περιορίζεται στα συγκεκριμένα πλαίσια του κελύφους ενός κτηρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**A. Ξενόγλωσση**

Alexander, J. (2014). "Galley One, the First Year : Sustainability Evaluation Process, and a New Smart Phone App", *The annual conference of Museums and the Web*. April 2-5 2014, Baltimore, MD, USA. <https://mw2014.museumsandtheweb.com/paper/gallery-onethe-first-year-sustainability-evaluation-process-and-a-new-smart-phone-app/>. Ανακτήθηκε 8/2/2022.

Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.

Casella , D. (2009). Digital Trends. Ανακτήθηκε από <https://www.digitaltrends.com/gaming/what-is-augmented-reality-iphone-apps-games-flash-yelp-android-ar-software-and-more/>. ανακτήθηκε 8/2/2022.

Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. In *System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on*, 659–669.

Chang, G., Morreale, P., & Medicherla, P. (2010). Applications of augmented reality systems in education. In D.Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010*, 1380-1385. Chesapeake, VA:ACE.

Damala, A. Schubert, T. Rodriguez, I. Moragues, J. Gilleade, K. Stojanovic, N. (2013) .“Exploring the Effective Museum Visiting Experience : Adaptive Augmented Reality (A2R) and Cultural Heritage” . *International Journal of Heritage in the Digital Era*, volume 2, number 1, 2013, 116-141.

Damala, A. Stojanovic, N. (2012). “ Tailoring the Adaptive Augmented Reality (A2R) Museum Visit : Identifying Cultural Heritage Professionals Motivation and Needs” . *International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, Georgia, Atlanta 2012, 70-80.

Damala, A. Cubaud, P. Bationo, A. Houlier, P. Marchal, I. (2008) . “ Bridging the Gap between the Digital and the Physical : Design and Evaluation of a Mobile Augmented Reality Guide for the Museum Visit” . *Third International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts*, 120-127 .

Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 295–311. <http://doi.org/10.1007/S40692-014-0021-y>.

Ding, M. (2017). “Augmented Reality in Museums”. *Arts, Management and Technology Laboratory*, Carnegie Mellon University , Heinz College, May 2017, 1-12.

Eichenberg, C. & Wolters, C. (2012). *Virual Realities in the Treatment of Mental Disorders: A Review of the Current State of Research*.

European Commission, (2018). Information and Communication Technologies. *Horizon2020, Work Programme 2018-2020*. Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση

<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/information-and-communication-technologies>. Ανακτήθηκε 31/1/2022.

Feiner, S. MacIntyre, B. Holerer, T. & Webster, A. (1997). “A Touring Machine: Propotyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for”. Στο *First International Symposium on Wearable Computers* ss.74-81. Cambridge, MA, USA, USA:IEEE.

Graham, S., Marvin, S. (1996). *Telecommunications and the City Electronic Spaces, Urban Places, 1st Edition, Routledge*.

Johnson, J. (2012). "The Master Key": L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901 *Mote & Beam*.

Karlsson, C., Maier, G., Trippi, M., Siedschlag, I., Owen, R. & Murphy, G. (2010). *ICT and Regional Economic Dynamics: A Literature Review, Publications Office of the European Union*. 117.

Kesim, M., Ozarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 47, 297 – 302. 118.

Εικονική περιήγηση και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

Lanier, J. Minisky, M., Conn, C., Fisher, S. & Druin, A. (1989). *Virtual Environments and Interactivity: Windows To The Future*. New York, USA: ACM.

Malecki, E., J., (1991). *Technology and Economic Development: The Dynamics of Local, Regional and National Change, Article in Economic Geography*

Milgram, A.F. Kishino, 1994 "Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays", *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), pp. 1321-1329.

Oxford Economics. (2001). *AVIATION: The Real World Wide Web (RWWW)*.

Sutherland, I. (1968). *A head-mounted*

Perez-Lopez, D., Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 12(4), 19–28. <http://eric.ed.gov/?id=EJ1018026>. ανακτήθηκε 31/1/2022.

Rekimoto, J. & Nagao, K. (1995) *The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World*. New York, NY, USA: ACM Press.

Shelton, B. E., Hedley, N. R. (2002). *Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students*. In *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop*, 8.

Sirakaya, M. (2016). Use of augmented reality in applied training: Motherboard assembly. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 17(3), 301–316.

Slater, M. Usoh, M. & Steed, A. (1994). *Depth of Presence in Virtual Environments*. Massachusetts: MIT Press Cambridge.

Usmani, J. "Cleveland Museum of Art's new ArtLense Gallery will give visitors a new interactive experience" , 06/09/2017, <https://www.clevescene.com/scene-andheard/archives/2017/09/06/cleveland-museum-of-arts-new-artlens-gallery-will-givevisitors-a-more-interactive-experience>, ανακτήθηκε 8/2/2022.

Trentini A., "How Augmented Reality is Revolutionizing Museums, Schools and Jobs" (21/08/2017) . <https://blog.prototypr.io/how-augmented-reality-is-revolutionizingmuseums-schools-and-jobs-2efe17be0312>. ανακτήθηκε 8/2/2022.

Vayanou, M. · Karvounis, M. · Katifori, A. · Kyriakidi, M. · Roussou, M. · Ioannidis, Y. (2014). "The CHESS project : Adaptive Personalized Storytelling Experiences in Museums".

Vlahakis, V. Ioanidis, N. Karigiannis, J. Tsotros, M. & Gounaris, M. (2002). *Archeoguide: An Augmented Reality Guide for Archaeological Sites*. VR360.gr. (n.d.) Ανάκτηση από <https://www.vr360.gr/el/>. Ανακτήθηκε 2/2/2022.

Vlahakis, V. · Karigiannis, J. · Tsotros, M. · Gounaris, M. · Almeida, L. · Stricker, D. · Gleue, T. · Christou, I. · Carlucci, R. · Ioannidis, N. (2001). " ARCHAEOGUIDE : First results of an Augmented Reality, mobile computing system in cultural heritage sites".

Westerfield, G., Mitrovic, A. & Billinghamurst, M. (2015). Intelligent Augmented Reality Training for Motherboard Assembly. *Int J Artif Intell Educ*, (25), 157–172.

White, M. · Mourkoussis, N. · Dancy, J. · Petridis, P. · Liarokapis, F. · Lister, P. · Walczak, K. · Wojciechowski, R. · Cellary, W. · Chmielewsky, J. · Stawniak, M. · Wiza, W. · Patel, M. · Stevenson, J. · Manley, J. · Giorgini, F. · Sayd, P. · Gaspard, F. (2004). "ARCO- An Architecture for Digitilization, Managment and Presentation of Virtual Exhibitions". 1-12.

Wojciechowski, R., Cellary, W. (2013). *Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments*. *Computers & Education*, 68, 570–585. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014> 122.

Wojciechowski, R. Cellary W. Chmielewsky, J. Stawniak, M. Wiza, W. Patel, M. Stevenson, J. Manley, J. Giorgini, F. Sayd, P. Gaspard, F. (2004). "ARCO- An Architecture for Digitilization, Managment and Presentation of Virtual Exhibitions". 1-12.

Wojciechowski R., Walczak K., White M., Wojciech C., (2004). "Building Virtual and Augmented Reality Exhibitions". 135-144.

Woods, E. · Billinghamurst, M. · Aldridge, G. · Garrie, B. (2004). "Augmenting the science centre and museum experience".

Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. & Liang, J.-C. (2013). *Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education*. *Computers & Education*, 62, 41–49.

Yuen, S., Yaoyuneyong, G. & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119–140.

Yoon, S. Wang, J. (2014). “Making the Invisible Visible in Science Museums Through Augmented Reality Devices”. *Techtrends*, Volume 58, Number 1, January/February 2014. 49-55.

Zhou, F., Duh, H. B. L. & Billingham, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 15-18. Cambridge, UK.

Zollner M., Keil J., Wust H., Pletinck D., (2009). “An Augmented Reality Presentation System for Remote Cultural Heritage Sites”. The 10th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST.

B. Ελληνόγλωσση

Αρδαβάνη, Ο. (2019). *Ο ρόλος του φωτισμού στη δημιουργία εμπειριών εμπύθισης στα περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Γκουρομπίνου, Α.-Μ., (2018), *Εικονική VS Επαυξημένη πραγματικότητα*, πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας. Τμήμα Πληροφορικής και ΜΜΕ.

Καρπέλης, Ε. (2019). *ICT in Regional Development*. Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.

Ανακτήθηκε την 15/6/2020 από τη διεύθυνση https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1501/Diplwmatiki_Ergasia_512.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Ανακτήθηκε 2/2/2022.

Παλιόκας, Ι. & Κέκκερης, Γ. (χ.χ.). *Μια δημιουργική προσέγγιση της σεναριογραφίας των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων εικονικής πραγματικότητας (VRLE)*

Παπαγεωργίου, Γ. (2019). *Επαυξημένη Πραγματικότητα. Εργαλεία Ανάπτυξης Εφαρμογών και Σχεδίαση Εφαρμογής*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Ανακτήθηκε την 6/6/2020 από τη διεύθυνση. http://apothetirio.teiep.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/9708/Papageorgiou%2c%20G._TP_T_2019.pdf?sequence=1. Ανακτήθηκε 2/2/2022.

Ρούσσου, Μ. (2008). “Ο ρόλος της διαδραστικότητας στη διαμόρφωση της άτυπης εκπαιδευτικής εμπειρίας”. Από τον συλλογικό τόμο : “Η τεχνολογία στην υπηρεσία της πολιτιστικής κληρονομιάς”. Αθήνα: Καλειδοσκόπιο.

Focus Bari, (2018). Χρήση του Internet το 2018 στην Ελλάδα. Ανακτήθηκε την 1/8/2020 από τη διεύθυνση <https://www.businessmentor.gr/statistika-xrisis-internet-stin-ellada/>

Δικτυογραφία

<https://www.museweb.wiki/gallery-one-the-lenses-s/>. Ανακτήθηκε 2/2/2022.

<https://www.museweb.wiki/gallery-one-collection-wall/> Ανακτήθηκε 2/2/2022.

Art Museum Digital Impact Evaluation Toolkit (2018). Cleveland Museum of Art, στο https://www.clevelandart.org/sites/default/files/documents/other/CMA-18-18160%20Museum%20Digital%20Impact%20Evaluation%20Toolkit_R3.pdf, ανακτήθηκε 2/2/2022.

Wikipedia, (2014). Ανάκτηση από Wikitude: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikitude>.

[https://www.semanticscholar.org/paper/Tailoring-the-Adaptive-Augmented-Reality-\(A2R\)-and-Damala-Stojanovic266a3a97fd5e3f0478cce57d3d4be3001e4c102dfigure0](https://www.semanticscholar.org/paper/Tailoring-the-Adaptive-Augmented-Reality-(A2R)-and-Damala-Stojanovic266a3a97fd5e3f0478cce57d3d4be3001e4c102dfigure0).

<https://www.museweb.wiki/gallery-one-cleveland-museum-of-art/>. Ανακτήθηκε 2/2/2022.

Εικονογραφία

Εικόνα 1: Η είσοδος στην αίθουσα με τις ελαιογραφίες στην αίθουσα της εικονικής Πινακοθήκης , αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 2: Διαμόρφωση δαπέδου και λεπτομερειών στο unity, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 3: Διαμόρφωση του χώρου στο unity, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 4: Εικονική αίθουσα, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 5: Εικονική αίθουσα, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 6: Ο φυσικός φωτισμός στην εικονική πινακοθήκη, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 7: Ο τεχνητός φωτισμός στην εικονική πινακοθήκη, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 8: Ο φωτισμός με λεντοταινίες στην εικονική πινακοθήκη, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 9: N. Λύτρας «Ηλιοθεραπεία», στο <https://www.archaiologia.gr/blog/photo/%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B1%CF%80%CE%B5%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BB%CE%B1%CE%BF%CF%85-%CE%BB%CF%8D%CF%84%CF%81%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF/>

Εικόνα 10: K. Μαλέας, «Το Τουρκολίμανο», <https://www.archaiologia.gr/blog/photo/%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CE%BF-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CF%89%CE%BD%CE%BD%CE%BF%CF%85-%CE%BC%CE%B1%CE%BB%CE%AD%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84%CE%B9/>

Εικόνα 11: Εικονική πινακοθήκη: N. Λύτρας "Ηλιοθεραπεία", K. Μαλέας "Το Τουρκολίμανο", αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 12: M. Οικονόμου, «Πόρος-Άγιος Ιωάννης», <https://www.archaiologia.gr/blog/photo/%CF%80%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82-%CE%AC%CE%B3%CE%B9%CE%BF%CF%82-%CE%B9%CF%89%CE%AC%CE%BD%CE%BD%CE%B7%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BC%CE%B9%CF%87%CE%B1%CE%AE%CE%BB-%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%8C/>

Εικόνα 13: M. Οικονόμου, «Πόρος-Άγιος Ιωάννης» (εικονική πινακοθήκη), αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 14: Π. Βυζάντιος «Νήσος Υδρα», <https://blogs.sch.gr/15dimnikaias/category/%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%B5%CF%80%CE%AF%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%88%CE%B7/>

Εικόνα 15: Π. Βυζάντιος "Υδρα" (εικονική πινακοθήκη), αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 16: Στρατής Αξιώτης, «Το λιμάνι του Πειραιά», <https://paletteart.wordpress.com/2014/11/16/%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CF%8E%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%83%CF%84%CF%81%CE%B1%CF%84%CE%AE%CF%82-stratis-axiotis-1907-1994/%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CF%8E%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%83%CF%84%CF%81%CE%B1%CF%84%CE%AE%CF%82-%CF%84%CE%BF-%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%AC%CE%BD%CE%B9-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%80%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%B1%CE%B9%CE%AC/>

Εικόνα 17: Στρατής Αξιώτης, «Το λιμάνι του Πειραιά» (εικονική πινακοθήκη), αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 18: K. Αρτέμης, «Πλοία στον Προλιμένα»

Εικόνα 19: K. Αρτέμης «Πλοία στον Προλιμένα» (εικονική πινακοθήκη), αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 20: Αλ. Χρηστοφής, «Επιστροφή στο Δειλινό»

Εικόνα 21: Αλ. Χρηστοφής, «Επιστροφή στο Δειλινό» (εικονική πινακοθήκη), αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 22: Η αίθουσα με τα γλυπτά του Γεωργίου Καστριώτη, <https://museumfinder.gr/item/dimotiki-pinakothiki-pireia/>

Εικόνα 23: Γ. Καστριώτη, «Ο Δάσκαλός μου», 1957, Συλλογή Δημοτικής Πινακοθήκης Πειραιά, <https://www.archaiologia.gr/blog/photo/%CE%B1%CE%AF%CE%B8%CE%BF%CF%85%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BB%CF%8D%CF%84%CF%81%CE%B1-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF/>

Εικονική περιήγηση και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στη Δημοτική Πινακοθήκη Πειραιά

83%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-
%CE%B3%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%BF%CF%85-
%CE%BA%CE%B1%CF%83%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%8E%CF%84%CE%B7-
%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%84/

Εικόνα 24: Προτομή του Αντουάν Μπουρντέλ στην εικονική αίθουσα της Πινακοθήκης Πειραιά, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 25: Γ. Καστριώτης, «Ο ανηψιός μου ο Νάσος», εικονική αίθουσα Πινακοθήκης Πειραιά, αρχείο φοιτήτριας

Εικόνα 26: Γ. Καστριώτης, «Ο άνεμος», εικονική αίθουσα Πινακοθήκης Πειραιά, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 367: Είσοδος στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός στο artsteps, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 28: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 29: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 30: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 31: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 32: Όψη από τοίχους και δάπεδα στην εικονική αίθουσα Πάνος Αραβαντινός, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 33: Ηχογραφημένη πληροφορία σε πίνακα του Πάνου Αραβαντινού στην ομώνυμη εικονική αίθουσα, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 34: Εικονική περιήγηση στην αίθουσα Πάνος Αραβαντινός στην πλατφόρμα art steps, αρχείο φοιτήτριας.

Εικόνα 37: Εικονική περιήγηση στην αίθουσα Πάνος Αραβαντινός στην πλατφόρμα art steps, αρχείο φοιτήτριας.