

## Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Τόμ. 11, Αρ. 4Α (2022)



Ο σχεδιασμός και η δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για διαδραστική επικοινωνία και μη-τυπική μάθηση στον τομέα της παραγωγής τρισδιάστατου animation στον πολιτισμό. Η περίπτωση των ‘Εξυπνων Αφισών’

*Λαμπρινή Τριβέλλα, Αναστασία Λαμπροπούλου,  
Γεώργιος Μαργαρίτης, Σπύρος Σιάκας*

doi: [10.12681/icodl.3526](https://doi.org/10.12681/icodl.3526)

**Ο σχεδιασμός και η δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για διαδραστική επικοινωνία και μη-τυπική μάθηση στον τομέα της παραγωγής τρισδιάστατου animation στον πολιτισμό. Η περίπτωση των ‘Έξυπνων Αφισών’**

**The design and creation of AR app for interactive communication and non-formal learning in 3D animation production in culture. The case of ‘Smart Posters’**

**Λαμπρινή Τριβέλλα**  
Διδακτορική φοιτήτρια  
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
[ltrivella@uniwa.gr](mailto:ltrivella@uniwa.gr)

**Αναστασία Λαμπροπούλου**  
Διδακτορική φοιτήτρια  
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
[alampropoulou@uniwa.gr](mailto:alampropoulou@uniwa.gr)

**Γεώργιος Μαργαρίτης**  
Διδακτορικός φοιτητής  
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
[gmargaritis@uniwa.gr](mailto:gmargaritis@uniwa.gr)

**Σπύρος Σιάκας**  
Επικ. Καθηγητής  
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής  
[sthsiakas@uniwa.gr](mailto:sthsiakas@uniwa.gr)

### Summary

This paper presents the attempt of providing the mobile users with an experience of learning about tangible heritage objects, which are symbols of freedom, through an interactive mobile AR App. These exhibits are 3D models of exact replicas of authentic items from three museums: the National Historic Museum, the War Museum of Athens and its department at Tripoli. These museums' collaboration with the University of West Attica brought about the digitalization of interesting, un-exhibited cultural heritage items. The outcome of this collaboration, was the use of new technology to inform the public of the unknown tangible heritage items. The attempt was conducted in three phases, a preliminary phase of research and data collection, the phase of image target design and the scenario of the many printed materials utilization and the final phase, which was the phase of AR App making and launching it in the market. Also, these smart posters are framed with specific material such as worksheets, table games and other activities to supplement the learning experience. This paper is a synopsis of the theoretical and methodological approaches pursued and data are presented and analyzed in the frame of the three Phd cand.'s doctoral research.

**Keywords:** *AR App, 3D modeling, Photogrammetry, Interactive learning, distance museum learning, pandemic, virtual museum*

### Περίληψη

Το επετειακό έτος 2021, το οποίο σηματοδοτεί τα 200 χρόνια από την Ελληνική Επανάσταση του 1821, μαζί με την ήδη υπάρχουσα συλλογή τρισδιάστατων μοντέλων μουσειακών αντικειμένων εκείνης της εποχής, αποτέλεσαν τη βάση πάνω στην οποία αυτό το έργο δομήθηκε, με σκοπό να παρουσιαστούν τα δεδομένα μαζί με τα τρισδιάστατα αντικείμενα με πιο καινοτόμο και περισσότερο ελκυστικό τρόπο. Η συλλογή των μουσειακών αντικειμένων περιείχε τρισδιάστατα μοντέλα,

δημιουργημένα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή ή με φωτογραμμετρία σε αυθεντικά μουσειακά αντικείμενα. Αυτή η συλλογή περιλάμβανε μουσειακά αντικείμενα που ήταν αποθηκευμένα και δεν είχαν εκτεθεί στις προθήκες των μουσείων λόγω έλλειψης χώρου. Έχοντας αυτά τα μοντέλα ως βασικό περιεχόμενο της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας, έξυπνες αφίσες σχεδιάστηκαν με συγκεκριμένες εικόνες-στόχους που αποκαλύπτουν τα τρισδιάστατα μοντέλα μέσω κινητών τηλεφώνων και τάμπλετς. Με αυτόν τον τρόπο, μια έκθεση αυτών των αφισών σχεδιάστηκε για να προσαρμοστεί είτε για διαδικτυακούς είτε για δια ζώσης επισκέπτες. Ο στόχος αυτής της έκθεσης είναι η διάδραση μεταξύ των αφισών και των επισκεπτών μέσω των κινητών τους συσκευών όχι μόνο για να αναδειχθούν τα αντικείμενα της πολιτιστικής μας κληρονομιάς αλλά και να παραχθεί πρωτόγνωρη εμπειρία μάθησης για αυτά. Η ιδέα πίσω από όλα αυτά είναι η «Ελευθερία» που ενώνει το παρελθόν με το παρόν. Για αυτό το λόγο, τα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν για την ελευθερία του γένους των Ελλήνων είναι προσιτά στους επισκέπτες. Επιπλέον, αυτό το έργο πλαισιώνεται από συγκεκριμένα φύλλα εργασιών που δημιουργήθηκαν για να μετατρέψουν την εμπειρία μάθησης σε διασκεδαστική μάθηση. Ο σκοπός αυτής της παραγωγής είναι η έκθεση τρισδιάστατων μοντέλων αποθηκευμένων μουσειακών αντικειμένων σε φυσικό ή εικονικό χώρο λόγω των περιορισμών της πανδημίας καθώς και των μεταδεδομένων που τα συνοδεύουν έτσι ώστε να παραχθεί άτυπη εκπαίδευση σε επίπεδο μουσειακών αντικειμένων. Αυτό είναι εφικτό με τον σχεδιασμό και την εκτύπωση εικόνων-στόχων που ενεργοποιούνται όταν οι επισκέπτες κατεβάσουν την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στο κινητό τους και στοχεύσουν σε αυτές τις εικόνες-στόχους. Τα τρισδιάστατα μοντέλα και τα μεταδεδομένα αναδύονται από το κινητό, μετατρέποντας την μάθηση σε διασκεδαστική δραστηριότητα και σε διαδικτυακό και σε φυσικό χώρο. Η σημαντικότητα του έργου έγκειται στο γεγονός ότι κάνει χρήση επαυξημένης πραγματικότητας σε αντικείμενα της πολιτιστικής κληρονομιάς για να προσφέρει διαδραστική εμπειρία μάθησης. Συγκεκριμένα, η παραγωγή αυτού του έργου παρουσιάζει τα αποθηκευμένα και μη -εκτεθειμένα στις προθήκες του μουσείου αντικείμενα, στο ευρύ κοινό, στους ερευνητές και στους επιστήμονες. Χρησιμοποιείται η τεχνολογία για να παρουσιαστούν τα αντικείμενα με έναν ενδιαφέρον και ελκυστικό τρόπο με στόχο την προσέλκυση ενός ευρύ κοινού. Σε αυτό το πλαίσιο, αυτό το έργο δίνει μία εναλλακτική στα μουσεία ώστε να επιβιώσουν στον καιρό της πανδημίας, καθώς η έκθεση μετατρέπεται σε διαδραστική, ενεργή εμπειρία άτυπης μάθησης και παρέχει προοπτική διαδραστικών εκπαιδευτικών παιχνιδιών.

**Λέξεις-κλειδιά:** *Εφαρμογή Επαυξημένης πραγματικότητας, τρισδιάστατος μοντελισμός, φωτογραμμετρία, διαδραστική μάθηση, εξ αποστάσεως μουσειακή μάθηση, πανδημία, εικονικό μουσείο*

### **Βιωσιμότητα παραγωγής τρισδιάστατου animation**

Διενεργήθηκε έρευνα για τις συνθήκες στις οποίες το έργο θα ήταν βιώσιμο. Για αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού SWOT (Sarsby, 2016) για την ανάλυση του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος του έργου. Σύμφωνα με αυτήν, το δυνατό σημείο του έργου είναι τα τρισδιάστατα μοντέλα αυθεντικών μουσειακών αντικειμένων που είναι άγνωστα στο κοινό. Με αυτόν τον τρόπο τα αντικείμενα είναι προσιτά και μπορούν να γίνουν μια επιστημονικώς αξιόπιστη πηγή για τους ερευνητές, τους φοιτητές και τους

επιστήμονες. Επίσης, η ευελιξία της έκθεσης να λειτουργεί τόσο δια ζώσης όσο και διαδικτυακά είναι ένα δυνατό σημείο της παραγωγής του συγκεκριμένου έργου.

Οι αδυναμίες του έργου είναι η θεματική και οι νέες τεχνολογίες που συνεχώς εξελίσσονται. Το θέμα είναι τετριμμένο όσον αφορά τα μουσειακά αντικείμενα της Ελληνικής Επανάστασης του 1821 και η αέναη εξέλιξη της τεχνολογίας που έχει ως αποτέλεσμα την έκδοση νέων βελτιωμένων εκδόσεων των λογισμικών που αλλάζουν τα βασικά δεδομένα και προκαλούν τεχνικά προβλήματα.

Ο κίνδυνος στο περιβάλλον είναι η πληθώρα άλλων δραστηριοτήτων μέσω κινητού τηλεφώνου που προσελκύουν τους κατόχους τους. Υπό αυτές τις συνθήκες, η παραπάνω ανάλυση κατέδειξε τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη του έργου.

Μία από τις ευκαιρίες έγκειται στο γεγονός ότι η πανδημία έχει επηρεάσει την βιωσιμότητα των μουσείων που στράφηκαν στην τεχνολογία για να επιβιώσουν. Η χρήση των κινητών είναι ευρεία, για αυτό το λόγο, η χρήση της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας για μια διαδραστική επικοινωνία μεταξύ έξυπνων αφισών και επισκεπτών, αλλάζει την εμπειρία μάθησης και προσφέρει νέες συναρπαστικές εμπειρίες μάθησης (Rall, 2018).

### **Η ψηφιακή μη τυπική μουσειακή εκπαίδευση**

Η εποχή της πανδημίας κατάδειξε νέες ανάγκες σε χώρους όπως της εκπαίδευσης και του πολιτισμού. Αποτέλεσμα ήταν η μετάβαση στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση τόσο τυπικής όσο και άτυπης κατά την περίοδο αυτή. Η μουσειακή εκπαίδευση που ταυτίζεται με την αισθητική αγωγή (Νικονάκου & άλλοι, 2015) ήδη είχε αρχίσει να αλλάζει μορφή και να κινείται σε ψηφιακή κατεύθυνση. Με τον τρόπο αυτό η Μουσειακή εμπειρία άρχισε να έχει τη δυνατότητα να γίνεται ελκυστικότερη διαμέσου της διαδραστικότητας του περιβάλλοντος μάθησης (Μανώλη, 2010). Τα μουσεία σήμερα είναι χώροι παρουσίασης εκθεμάτων αλλά ταυτόχρονα παρέχουν και εκπαίδευση με διάφορους τρόπους (Günay, 2012). Η σύμπραξη επαυξημένης πραγματικότητας και μουσείου είναι στις μέρες μας όλο και πιο συχνή, αφού τα μουσεία χρησιμοποιούν τα πλεονεκτήματα που παρέχει (Billock, 2017). Ένας πολιτιστικός φορέας ή οι καλλιτέχνες μπορούν να αξιοποιήσουν την τεχνολογία αυτή, για να αναδείξουν με μεγαλύτερη πρωτοτυπία τα εκθέματα τους (Αναγνωστοπούλου, 2020).

Στη σύγχρονη εποχή που διανύουμε, κατά τον Prensky (2001) οι ψηφιακοί αυτόχθονες είναι τα παιδιά που μεγαλώνουν με φυσική τους γλώσσα την ψηφιακή. Οι φορητές συσκευές παίζουν όλο και μεγαλύτερο ρόλο στην καθημερινή ζωή. Τόσο στην επικοινωνία και στην ψυχαγωγία όσο και στην εκπαίδευση. Καθόλου τυχαίο δεν είναι που από έρευνα, στο ερώτημα σχετικό με το ποια συσκευή προτιμούν να παίζουν ηλεκτρονικά παιχνίδια, προκρίθηκαν με διαφορά οι φορητές αυτές συσκευές (Λαμπροπούλου, 2020). Με αυτή την μεγάλη απόκριση που έχουν οι συσκευές αυτές, τεχνολογίες όπως αυτή της Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορούν να αξιοποιηθούν για την δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού. Με την τεχνολογία αυτή εμπλουτίζεται η πραγματικότητα με επιπλέον πληροφορίες όπως γραφικά, ιστοσελίδες, κείμενο κ.α. οι οποίες εντάσσονται στον υπαρκτό χώρο που αντιλαμβανόμαστε (Μαργαρίτης, 2018). Η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί από μεγάλο εύρος ηλικιών ακόμα και μικρών είναι ένα κίνητρο για τη δημιουργία εκπαιδευτικών εφαρμογών με ευρεία αξιοποίηση εντός κι εκτός σχολείου.

### **Μεθοδολογία στρατηγικής διαχείρισης παραγωγής τρισδιάστατου animation**

Το έργο, καθώς εμπλέκει τρισδιάστατα μοντέλα, μετα δεδομένα και το σχεδιασμό εικόνων-στόχων και τη δημιουργία της εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για

την έκθεση πληροφοριών και αντικειμένων, αποτελεί μια πολυεπίπεδη διαδικασία που απαιτεί την στρατηγική χρήση πολλών μοντέλων διαχείρισης. Σε αυτό το πλαίσιο, ο 3 σταδίων τύπος παραγωγικού μοντέλου χρησιμοποιήθηκε από τις δημιουργικές βιομηχανίες του οπτικοακουστικού κόσμου (Farnes, 2006; Rall, 2018; Štefanić Križan and Cala, 2008). Αυτό το μοντέλο βασίζεται σε 3 διακριτά στάδια παραγωγής σύμφωνα με τον κύκλο ζωής του τελικού προϊόντος/έργου:

1. Το προ-παραγωγικό στάδιο έρευνας και συλλογής υλικού (τρισδιάστατα μοντέλα και μετα-δεδομένα)
2. Το στάδιο της παραγωγής (σχεδιασμός εικόνων-στόχων, δημιουργία εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας)
3. Μετα-παραγωγικό στάδιο (λανσάρισμα του έργου)

Όσον αφορά στην εργασία που απαιτούσε το έργο, το μοντέλο cell production δηλαδή της κατάτμησης της γραμμής της παραγωγικής εργασίας σε διαφορετικά στάδια εργασίας με διαφορετικούς ειδικούς που θα πρέπει να συνεργάζονται μεταξύ τους για να δημιουργούν τα επιμέρους παραδοτέα συμβατά μεταξύ τους.

Όσον αφορά στην ποιότητα, το μοντέλο Kaizen χρησιμοποιήθηκε καθώς οι κύριοι άξονές του είναι η δημιουργικότητα και η ποιότητα της λειτουργίας του έργου (Akdeniz, 2015). Η συνεχής βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος /έργου και κάθε επιμέρους παραδοτέου που απαιτεί αυτό το μοντέλο ευθυγραμμίζεται με το μοντέλο του καταρράκτη που σε κάθε στάδιο παραγωγής αξιολογείται, βελτιώνεται και αποτελεί μέρος του συνόλου του έργου.

### **Στάδιο παραγωγής**

#### **Σχεδίαση εικόνων-στόχων για αξιοποίηση σε έντυπο και ψηφιακό υλικό με gamification στοιχεία**

Η φάση αυτή αφορά στη σχεδίαση στόχων έντυπου και ψηφιακού υλικού για εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας. Σκοπός της εφαρμογής, όπως προαναφέρθηκε, είναι η αξιοποίηση προϋπαρχουσών αφισών στις οποίες θα δοθεί η δυνατότητα μέσω εικόνων στόχων να εκτεθούν τρισδιάστατα μοντέλα φοιτητών, σε φυσικό ή εικονικό χώρο, λόγω και των περιορισμών της πανδημίας και να αξιοποιηθούν τόσο σε τυπικές όσο και άτυπες μορφές μάθησης.

Επιμέρους στόχοι είναι:

- Η δημιουργία εικόνων στόχων για την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που εκτός από τις αφίσες να μπορούν να λειτουργούν παράλληλα και σε διάφορες άλλες μορφές εντύπων και ψηφιακών μέσων για την ακόμα μεγαλύτερη διάχυση των έργων.
- Η αισθητική και λειτουργική προσέγγιση της σχεδίασης των στόχων με βάση το διαθέσιμο υλικό και τις εκάστοτε συνθήκες φωτισμού.
- Μελέτη και σχεδίαση διαφόρων μορφών εντύπων και ψηφιακών μέσων στα οποία θα ενσωματωθούν οι στόχοι και θα μπορούν να εμπεριέχουν και παιγνιώδη διάσταση

### **Δημιουργία των πολυμορφικά αξιοποιήσιμων στόχων**

Με δεδομένη την επιθυμητή πολυμορφικότητα της παρουσίασης της έκθεσης και την αξιοποίηση έντυπου υλικού, που θα μπορεί να είναι διαθέσιμο και σε ψηφιακή μορφή για παρουσίαση και εξ'αποστάσεως, άρχισε η διαδικασία μελέτης για την σχεδίαση των στόχων. Στόχοι με σύμβολα ή/και στόχοι με κείμενο θα ήταν αποδοτικοί. Εκτός από αυτούς τους στόχους, υπήρχε πλούσιο οπτικό υλικό, το οποίο είχαν δημιουργήσει οι φοιτητές (εικόνες από τα στάδια δημιουργίας μοντέλων μουσειακών αντικειμένων, καθώς και το τελικό μοντέλο στο blender), και μπορούσε να αξιοποιηθεί στην

υλοποίηση της έκθεσης. Αυτό θα εξυπηρετούσε πολύπλευρα την παρουσίαση. Ο στόχος, με συνδυασμό εικόνας και κειμένου θα μπορούσε να ενσωματωθεί καλύτερα εννοιολογικά στην ήδη υπάρχουσα αφίσα. Επίσης θα υπήρχε ξεκάθαρη οπτικοποίηση του αντικείμενου αναφοράς στο έντυπο υλικό. Και τέλος ο ίδιος στόχος θα μπορούσε να λειτουργήσει από λειτουργική και αισθητική άποψη σε πληθώρα εντύπων υλικών όπως: booklet, παιχνίδια επιτραπέζια και ψηφιακά, παιχνίδια με κάρτες, αυτοκόλλητα κ.α.

Με βάση την παραπάνω μελέτη δημιουργήθηκε μια πρώτη σειρά στόχων με εικόνες που λήφθηκαν από τις αφίσες. Αφού πέρασαν στην Vuforia διαπιστώθηκε ότι στην πλειοψηφία ήταν στόχοι αδύναμοι και μόνο λίγοι πληρούσαν τις προδιαγραφές. Το πρόβλημα ήταν ότι οι εικόνες ήταν screen shots από το πρόγραμμα blender που ακόμα και με ενίσχυση του κοντράστ εξακολουθούσαν να είναι αδύναμες. Ένα χαρακτηριστικό που αναγνωρίζεται από τον αναλυτή εικόνας είναι μια ευκρινής, αιχμηρή, σμιλεμένη λεπτομέρεια στην εικόνα, όπως αυτές που υπάρχουν σε αντικείμενα με υφή. Ένα άλλο χαρακτηριστικό στο οποίο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία είναι το κοντράστ που υπάρχει στη εικόνα μας. Το οποίο μπορούμε να το ενισχύσουμε με ενέργειες στο πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας και να έχουμε πολύ καλύτερο αποτέλεσμα ανίχνευσης σημείων.

(<https://library.vuforia.com/features/images/image-targets.html>)

Μετά από αυτά τα δεδομένα κρίθηκε απαραίτητο να ενισχυθούν οι στόχοι με κείμενο που λειτουργεί πολύ βοηθητικά στην αναγνώριση, καθώς όλοι οι στόχοι που προκρίθηκαν ήταν αυτοί που συνοδεύονταν και με κάποιο κείμενο. Κάτω από αυτό το πρίσμα προχώρησε ο σχεδιασμός των στόχων όπου ενισχύθηκαν με κείμενο που νοηματικά σχετίζεται με το τρισδιάστατο μοντέλο στο οποίο απευθύνονται και όχι απλούς συνδυασμούς γραμμάτων. Χρησιμοποιήθηκαν γραμματοσειρές που έχουν γωνίες και επιπλέον αυξήθηκε και το κοντράστ των εικόνων χωρίς άλλες παρεμβολές για να μην χάσει την ταυτότητά της. Για την επικείμενη ενσωμάτωση σε διάφορων ειδών έντυπα, τη λειτουργικότητα αλλά και την αισθητική ενισχύθηκαν σε επόμενο βήμα και με χρώματα που διαφέρουν στον κάθε στόχο. Το αποτέλεσμα από την σταδιακή αυτή διαδικασία είναι να έχουν οι στόχοι την εξέλιξη που φαίνεται στις εικόνες 1 και 2. Αντίστοιχη διαδικασία ακολούθησαν και οι στόχοι των νεκρικών προσωπειών των αγωνιστών του 1821. Από τον αρχικό στόχο μέχρι την τελική του μορφή.



Εικόνα 1



Εικόνα 2

Αφού ολοκληρώθηκε η σχεδίαση των στόχων υπήρξε αντίστοιχη εξέλιξη και στην διαδικασία της δημιουργίας των εντύπων. Στο έντυπο booklet (εικ. 3) υπάρχει κείμενο για το κάθε μοντέλο που συνοδεύεται από την εικόνα του στόχου. Αντίστοιχα προχώρησε και το περεταίρω στήσιμο του επιτραπέζιου (εικ. 4) καθώς και παιχνιδιού με κάρτες έντυπου και ψηφιακού (εικ. 5). Τέλος ο ίδιος ο στόχος μεμονωμένος μπορεί να λειτουργήσει και σε μορφή αυτοκόλλητου το οποίο μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε χώρο ή αντικείμενο.



Εικόνα 3



Εικόνα 4



Εικόνα 5

Οι δυνατότητες αυτές δίνουν μια πολυμορφικότητα στον τρόπο παρουσίασης όπου η ίδια η αφίσα, πέρα από την επαύξηση που είναι προσαρμοσμένη πάνω της δια μέσω του στόχου, συνδέεται και τροφοδοτεί με υλικό πληθώρα εντύπων και ψηφιακών μέσων τα οποία μπορούν να λειτουργήσουν κάτω από διαφορετικές συνθήκες, σε τυπικές και μη τυπικές μορφές μάθησης, δια ζώσης ή και εξ'αποστάσεως.

### **Η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας ως μορφή διάδρασης και επικοινωνίας μέσω φορητών συσκευών / Η επαυξημένη πραγματικότητα ως ένα φιλικό προς το χρήστη εργαλείο μάθησης.**

Λόγω της πανδημίας και των συνεπακόλουθων συνθηκών, η δια ζώσης πραγματοποίηση δρώμενων όπως εκθέσεις και συνέδρια δεν είναι εφικτή. Έτσι, ο σκοπός της ερευνητικής μας ομάδας ήταν να δημιουργήσει μία εφαρμογή ικανή για να λειτουργήσει τόσο δια ζώσης όσο και εξ αποστάσεως και να υποστηρίξει τις ανάγκες μιας έκθεσης.

### **Βασικές παράμετροι για μία φιλική, λειτουργική και εύκολα προσβάσιμη εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας.**

Οι απαιτήσεις της εφαρμογής καθορίστηκαν ως ακολούθως:

1. Να χρησιμοποιηθούν οι εικόνες στόχοι που δημιουργήθηκαν σε προηγούμενο στάδιο της εφαρμογής.
2. Να χρησιμοποιηθούν τα 3D μοντέλα που δημιουργήθηκαν με το πρόγραμμα Blender και λογισμικά φωτογραμμετρίας σε προηγούμενο στάδιο της εφαρμογής.
3. Να μπορεί να προβληθεί ένα μοντέλο στην οθόνη όταν σαρώνεται μία εικόνα στόχος με τη φορητή συσκευή.
4. Να μπορεί να προβληθεί, με κατάλληλο τρόπο, κείμενο με πληροφορίες γύρω από το κάθε 3D μοντέλο.
5. Να μπορούν να προβληθούν σύντομης διάρκειας επεξηγηματικά βίντεο, τα οποία θα περιγράφουν τη διαδικασία ανάπτυξης και τη βασική ιδέα πίσω από κάθε μοντέλο.
6. Να παρέχει βασικές δυνατότητας χειρισμού των μοντέλων, όπως μετακίνηση, περιστροφή και αλλαγή μεγέθους, προκειμένου να βελτιωθεί η θέαση των μοντέλων και η διάδραση με το χρήστη.

Από όλα τα παραπάνω, απορρέουν οι εξής παραδοχές:

Η εφαρμογή πρέπει να έχει ένα σαφές και φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον. Το γεγονός ότι η εφαρμογή θα πρέπει να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από απόσταση, σημαίνει ότι οι δυνατότητες της εφαρμογής πρέπει να είναι αυτό-επεξηγούμενες. Συνεπώς, δε θα πρέπει να προκύπτουν απορίες σχετικά με τη χρήση της. Το περιβάλλον χρήστη θα πρέπει να συνάδει προς αυτή την κατεύθυνση. Με άλλα λόγια, ο σκοπός του περιβάλλοντος χρήστη είναι να προβάλλει σωστά τα διάφορα αντικείμενα, χωρίς να αποσπά την προσοχή του χρήστη. Τα στοιχεία που απαρτίζουν την εφαρμογή οφείλουν να είναι διακριτά και προφανή ως προς τη χρήση που έχουν.

Για αυτό το λόγο προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθούν εικονίδια αντί για κουμπιά, καθώς παρέχουν μεγαλύτερη σαφήνεια και μικρότερη οπτική όχληση για το χρήστη.

### **Χρήση μηχανής παιχνιδιών ως το κύριο περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού.**

Η μηχανή παιχνιδιών Unity επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη για το σκοπό μας. Οι κύριοι λόγοι για αυτό είναι η καταλληλότητά της για την ανάπτυξη εφαρμογών για φορητές συσκευές, η ύπαρξη άφθονου υποστηρικτικού υλικού στο διαδίκτυο, και τέλος η εύκολη συνεργασία με τη Vuforia, η οποία χρησιμοποιήθηκε στο προηγούμενο βήμα. Επιπλέον, η Unity δίνεται δωρεάν για μη-εμπορικές εφαρμογές εκπαιδευτικού σκοπού.

### **Η διαδικασία**

Τα 3D μοντέλα που θα χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή αποτελούν την πρώτη ύλη της. Η εισαγωγή των μοντέλων από το Blender ή οποιοδήποτε άλλο λογισμικό σχεδίασης είναι πολύ σημαντική. Είναι στην ουσία το σημείο επαφής διαφορετικών ειδικοτήτων. Προκειμένου να διατηρηθεί απρόσκοπτη η ροή στη γραμμή παραγωγής, τα 3D μοντέλα πρέπει να πληρούν κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Υπάρχουν δύο τρόποι για να εισαχθούν τα μοντέλα από το Blender στο Unity. Ο πρώτος τρόπος είναι να εξαχθεί το μοντέλο σε μορφή fbx, και κατόπιν να εισαχθεί στο Unity. Ο δεύτερος είναι να εισαχθεί απευθείας στο Unity, ως αρχείο του Blender. Αυτός ο τρόπος απαιτεί να είναι εγκατεστημένο το Blender στον υπολογιστή. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω παράγοντες:

**Υφές:** Οι υφές των μοντέλων πρέπει να υπάρχουν ως ξεχωριστά αρχεία εικόνων. Τα αρχεία αυτά πρέπει να έχουν μικρό μέγεθος, ώστε να μην επιβαρύνουν πολύ το μέγεθος του τελικού αρχείου της εφαρμογής.

**Υλικά:** Αποτελεί γενικά καλή πρακτική, να δίνονται μοναδικά ονόματα στα υλικά των μοντέλων (και όχι τυχαία όπως Material001, Material002, κτλ). Μία καλή ονοματοδοσία των υλικών εξασφαλίζει ότι δεν θα υπάρξει λάθος αντιστοίχιση μεταξύ αντικειμένου(πλέγματος) και υλικού, όταν το μοντέλο εισαχθεί στο Unity. Το ψήσιμο (baking) των υλικών στο Blender είναι επίσης καλή πρακτική, καθώς είναι ευκολότερο να εφαρμοστούν τα υλικά ως υφές πάνω στα αντικείμενα στο Unity, και το αποτέλεσμα είναι πιο ακριβές. Και σ' αυτή την περίπτωση, το μέγεθος των εξωτερικών αρχείων πρέπει να κρατηθεί μικρό.

**Κέντρο του αντικειμένου (origin):** Το κεντρικό σημείο του αντικειμένου πρέπει να οριστεί στο Blender, στην επιλογή της γεωμετρίας (origin to geometry) είτε του κέντρου μάζας (origin to centre of mass). Πρέπει επίσης η θέση και η περιστροφή του αντικειμένου να οριστεί μηδέν σε όλους τους άξονες, και ακόμα ο προσανατολισμός του αντικειμένου να είναι σωστός, δηλαδή η πάνω πλευρά του αντικειμένου να βρίσκεται στην πάνω όψη του Blender.

**Κάμερα και φώτα:** Φώτα και κάμερα δεν χρειάζεται να υπάρχουν, καθώς αυτά προστίθενται στο Unity. Επομένως, το αρχείο fbx ή blender που πρόκειται να εισαχθεί στη Unity δεν πρέπει να περιλαμβάνει φώτα και κάμερα.

**Κανονικά διανύσματα όψεων (normals):** Είναι διανύσματα τα οποία είναι κάθετα στις όψεις του αντικειμένου. Σε κάθε επίπεδη επιφάνεια θεωρείται ότι υπάρχει μόνο ένα κανονικό διάνυσμα, αυτό που δείχνει την «καλή» όψη του επιπέδου, επομένως

αυτό θα πρέπει να έχει οριστεί σωστά στο Blender, έτσι ώστε το Unity να απεικονίζει την επιθυμητή επιφάνεια.

### **Ποιοτική διαδραστική επικοινωνία διαμέσου φορητών συσκευών.**

Η εφαρμογή λειτουργεί ως εξής: όταν αναγνωρισθεί μία εικόνα στόχος, κατά τη σάρωση με την κάμερα της συσκευής, εμφανίζεται στην οθόνη το αντίστοιχο 3D μοντέλο. Το εικονίδιο των πληροφοριών ενεργοποιείται, και αλλάζει το χρώμα του σε κόκκινο. Εάν πατηθεί, εμφανίζεται μία ημιδιαφανής επιφάνεια, στην οποία προβάλλεται πληροφοριακό κείμενο για το κάθε μοντέλο. Με τον ίδιο τρόπο, εάν για κάποιο μοντέλο διατίθεται κάποιο συνοδευτικό βίντεο, αυτό μπορεί να προβληθεί με την ενεργοποίηση ενός παρόμοιου εικονιδίου – κουμπιού για το βίντεο.

Άλλες λειτουργίες: οι χρήστες μπορούν να χειριστούν τα μοντέλα με απλές χειρονομίες αφής. Με περιστροφή δύο δακτύλων τα μοντέλα περιστρέφονται, με άνοιγμα – κλείσιμο δύο δακτύλων τα μοντέλα μεγαλώνουν και μικραίνουν αντίστοιχα, ενώ με μετακίνηση ενός δακτύλου τα μοντέλα μετακινούνται. Υπάρχει επίσης το κουμπί «Γίνε δημιουργός», το οποίο οδηγεί σε μία εξωτερική ιστοσελίδα, όπου οι χρήστες μπορούν να μεταφορτώσουν το δικό τους περιεχόμενο σχετικά με τη 200ή επέτειο της Ελληνικής Επανάστασης.

Ένας παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι η επαυξημένη πραγματικότητα συνδέεται με τη θεωρία των δυνατοτήτων χρήσης (affordances) που επινοήθηκε από τον Gibson στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, η αντίληψη του περιβάλλοντος οδηγεί σε κάποιας μορφής δράση με διάφορους δυνατούς τρόπους, οι οποίοι προσλαμβάνονται από το άτομο άμεσα, χωρίς ιδιαίτερη αισθητηριακή επεξεργασία. Για παράδειγμα, ένα άτομο θα εκλάβει ως δυνατότητα χρήσης για τα κουμπιά ενός συστήματος το ότι μπορεί να τα πατήσει. Επομένως, είναι περιττό ένα περιβάλλον χρήστη γεμάτο με οδηγίες, ενώ είναι προτιμότερο ένα λιτό περιβάλλον, καθώς οι χρήστες είναι σε θέση να καταλάβουν τη δυνητική λειτουργία των οπτικών αντικειμένων που τους παρέχονται χωρίς περαιτέρω εξηγήσεις.

### **Το αποτέλεσμα**

Η εφαρμογή περιέχει αντικείμενα δύο και τριών διαστάσεων (2D, 3D). Η διεπαφή χρήστη αποτελείται από αντικείμενα 2D, επειδή αυτά παρέχουν ένα πιο καθαρό, σταθερό και διακριτικό περιβάλλον.

Το πρώτο βήμα για τη δημιουργία της εφαρμογής ήταν η εισαγωγή του πακέτου από τη Vuforia στη Unity. Η πλατφόρμα Vuforia δημιουργεί μία βάση δεδομένων που περιέχει τις εικόνες στόχους και, κατάλληλα κωδικοποιημένα, τα χαρακτηριστικά τους στοιχεία. Αυτή η βάση μπορεί να εξαχθεί ως ένα αρχείο έτοιμο να εισαχθεί στη Unity. Η διαδικασία αυτή είναι αυτοματοποιημένη και γίνεται εύκολα και γρήγορα.

Το δεύτερο βήμα είναι να τοποθετηθούν τα διάφορα αντικείμενα στη σκηνή του Unity. Η σκηνή περιέχει όλα τα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα, η σκηνή περιέχει τα εξής: εικόνες της Vuforia (Vuforia Engine Image). Κάθε εικόνα-στόχος που έχει εισαχθεί από τη Vuforia συνδέεται με μία εικόνα στη σκηνή. Στη συνέχεια, τοποθετούνται εμφωλευμένα μέσα σε κάθε εικόνα τα αντίστοιχα μοντέλα, έτσι ώστε να ενεργοποιηθούν από τη Unity και να προβληθούν όταν σαρωθεί η εικόνα.

Κατόπιν, δημιουργείται η διεπαφή χρήστη. Όπως σημειώθηκε πιο πάνω, η διεπαφή αποτελείται από 2D στοιχεία. Αυτά τοποθετούνται εμφωλευμένα μέσα σε ένα γονικό αντικείμενο-καμβά, ο οποίος δημιουργείται αυτόματα από τη Unity όταν εισαχθεί στη σκηνή ένα 2D στοιχείο. Για αυτή την εφαρμογή, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής 2D

στοιχεία: κουμπιά, εικόνες, κείμενο, επιφάνεια προβολής βίντεο (videoplane), λογότυπα.

Τέλος, δημιουργήθηκε ο κώδικας της εφαρμογής. Ο κώδικας είναι γραμμένος σε μορφή σεναρίων (scripts) σε γλώσσα C#. Κάθε σενάριο ενσωματώνεται σε ένα αντικείμενο που υπάρχει στη σκηνή και ορίζει τη συμπεριφορά του αντικειμένου, και γενικότερα τη λειτουργία της εφαρμογής. Προκειμένου να μπορούν να ελεγχθούν τα σενάρια, η εφαρμογή μπορεί να εκτελεστεί μέσα στο περιβάλλον της Unity και να ελεγχθεί, πριν την εξαγωγή του τελικού εκτελέσιμου αρχείου.

### **Εμπόδια που έπρεπε να ξεπεραστούν.**

Εισαγωγή μοντέλων από το Blender στη Unity. Διάφορα προβλήματα προέκυψαν κατά τη διαδικασία της εισαγωγής των μοντέλων, με κυριότερα τα παρακάτω: μοντέλα πολύ μεγάλα ή πολύ σύνθετα (με μεγάλο αριθμό πολύγωνων), και υλικά και υφές που δεν απεικονίζονταν σωστά, ή και καθόλου. Οι λύσεις σε αυτά τα προβλήματα ήταν οι εξής: ελάττωση του μεγέθους των μοντέλων με απλοποίηση της γεωμετρίας τους και γενικότερα, υιοθέτηση των πρακτικών που αναλύθηκαν προηγουμένως (βλ. «Η διαδικασία»).

Δημιουργία της κατάλληλης διεπαφής χρήστη. Ένα βασικό σημείο ήταν να βρεθεί ένας κατάλληλος τρόπος για να εμφανίζονται και να αποκρύπτονται οι επιπλέον πληροφορίες. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο για την προβολή του κειμένου, όμως παρατηρήθηκε το ανεπιθύμητο φαινόμενο με την κίνηση της συσκευής να αλλάζει και η γωνία θέασης και η προοπτική του αντικειμένου, και το κείμενο να μη μπορεί να διαβαστεί άνετα. Η λύση ήταν να χρησιμοποιηθούν δισδιάστατα αντικείμενα για αυτό το σκοπό. Τα δισδιάστατα αντικείμενα μπορούν να αγκιστρωθούν σε συγκεκριμένα σημεία της οθόνης και να τοποθετηθούν πάνω από τα υπόλοιπα αντικείμενα έτσι ώστε να είναι πάντα ορατά. Επιπλέον, δεν αλλάζουν σχήμα και αναλογίες με την κίνηση της συσκευής. Εκτός από το κείμενο, και τα επεξηγηματικά βίντεο για τα μοντέλα προβάλλονται πάνω σε μία δισδιάστατη επιφάνεια.

### **Συμπέρασμα**

Εν κατακλείδι, το έργο σχεδιάστηκε, οργανώθηκε και πέρασε στην στρατηγική παραγωγική διαδικασία, σύμφωνα με την μέθοδο ανάλυσης των κατάλληλων συνθηκών και της σύνθεσης ποικίλων μεθόδων και μοντέλων όπως είναι η SWOT για την εξοικονόμηση χρόνου, χρήματος και προσπάθειας. Οι εικόνες-στόχοι σχεδιάστηκαν και λειτούργησαν σε ορισμένα διαφορετικά εκτυπωμένα υλικά εμπριέχοντας στοιχεία παιχνιδιού, τα οποία εμπλουτίζουν την ενεργή μάθηση. Οι συγκεκριμένες εικόνες-στόχοι σχεδιάστηκαν για να λειτουργούν διαδικτυακά και διαζώσης σε φυσικό χώρο με συγκεκριμένα ποιοτικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά. Η εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργήθηκε για να συνδέσει τα τρισδιάστατα μοντέλα και μεταδεδομένα με τις εικόνες-στόχους και για να παρουσιάσει τα μοντέλα μέσω των κινητών τηλεφώνων των επισκεπτών/χρηστών, κάνοντας την εμπειρία μάθησης ακόμα πιο ελκυστική και φιλική στους χρήστες/κατόχους κινητού τηλεφώνου. Με αυτόν τον τρόπο, οι νέες τεχνολογίες προσθέτουν αξία σε αυτό το έργο.

### **Προοπτικές**

Αυτό το έργο προσφέρει έναν τρόπο βιωσιμότητας για τα μουσεία στην περίοδο της πανδημίας ή εάν υπάρχει περιορισμός κυκλοφορίας για μεγάλο χρονικό διάστημα για οποιονδήποτε λόγο. Επίσης, είναι ένας τρόπος ανάδειξης των αποθηκευμένων

θησαυρών της πολιτιστικής κληρονομιάς, που είναι σημαντικοί αλλά δεν εκτίθενται στο κοινό λόγω περιορισμένου εκθεσιακού χώρου. Επιπλέον, παρέχει υλικό για χρήση στον τομέα της μουσειακής εκπαίδευσης, όπως είναι τα επιτραπέζια παιχνίδια και τα φύλλα εργασίας ως συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό προσαρμοσμένο σε όλες τις ηλικιακές ομάδες μαθητών. Η έκθεση έχει ήδη παρουσιαστεί στο διεθνές φεστιβάλ ταινιών μικρού μήκους Δράμας και στο Διεθνές φεστιβάλ Animasyros2021, όπου προσέλκυσε επισκέπτες από διάφορες ηλικιακές ομάδες μαθητών, εκπαιδευτικών, ερευνητών και φοιτητών.

### Βιβλιογραφικές αναφορές

- Αναγνωστοπούλου, Α. (2020). Η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) σε εφαρμογές eLearning, Μελέτη περίπτωσης: Ίδρυμα «Κωνσταντίνος Γ. Καραμανλής» (Ι.Κ.Κ.). *Τμήμα Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας 3D Animation, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής*, 1(1).
- Λαμπροπούλου, Α. (2020). Η αξιοποίηση της 3D σχεδίασης και της φωτογραμμετρίας στη δημιουργία παιγνιδιών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. *Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]*, 1(1).
- Νικονάνου, Ν., Μπούνια, Α., Φιλίππουπολίτη, Α., Χουρμουζιάδη, Α., Γιαννούτσου, Ν., 2015. *Μουσειακή μάθηση και εμπειρία στον 21ο αιώνα*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από: <http://hdl.handle.net/11419/712>
- Rall, H. (2018). *Animation from concept to production*. US: Taylor & Francis group.
- Akdeniz, C. (2015). Kaizen philosophy explained, Germany. Ανακτήθηκε από: [www.businesshacker.co](http://www.businesshacker.co)
- Billock J. (2017). Five Augmented Reality Experiences That Bring Museum Exhibits to Life. Ανακτήθηκε από: <https://www.smithsonianmag.com/travel/expanding-exhibits-augmented-reality-180963810/AR-features-allow-visitors-to-explore-historical-spaces-and-artifacts-in-new-ways>
- Farnes, N. (2006). Modes of production, Fordism and distance learning. *The journal of Open Distance and e-learning*, 10-20.
- Günay, B. (2012). Museum Concept from Past to Present and Importance of Museums as Centers of Art Education. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 55, 1250-1258.
- Hiwaizi, O., (2016). Why Augmented Reality market will outpace Virtual Reality. Ανακτήθηκε από: <https://www.campaignlive.com/article/why-augmented-reality-market-will-outpace-virtual-reality/1392252>
- Kun-Hung Cheng, Chin-Chung Tsai. (2012). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research.
- Perey, C. (2011). Print and publishing and the future of Augmented Reality, *Inf. Serv. Use*, vol. 31, 31-38.
- Premsky, M. (2001). Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill
- Rall, H. (2018). *Animation from concept to production*, US : Taylor & Francis group.
- Sarsby, A. (2016). *SWOT Analysis*.Ed. Ανακτήθηκε από: [www.leadership-library.co.uk](http://www.leadership-library.co.uk)
- Štefanić N. Križan O. and Cala I.(2008). Models and Methods of Production Management. *Strojarstvo* 50 (3), (175-184).
- Vuforia developer library: Image targets. Ανακτήθηκε από: <https://library.vuforia.com/features/images/image-targets.html>  
[https://subscription.packtpub.com/book/web\\_development/9781787286436/1/ch01lv11sec11/types-of-ar-targets](https://subscription.packtpub.com/book/web_development/9781787286436/1/ch01lv11sec11/types-of-ar-targets).