ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
EKT
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]

Vol 1, No 1 (2020)

AFIMEC

Η αξιοποίηση της 3D σχεδίασης και της φωτογραμμετρίας στη δημιουργία παιγνιωδών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων

Αναστασία Λαμπροπούλου

doi: 10.12681/afimec.24396

To cite this article:

Λαμπροπούλου Α. (2020). Η αξιοποίηση της 3D σχεδίασης και της φωτογραμμετρίας στη δημιουργία παιγνιωδών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. *Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]*, *1*(1). https://doi.org/10.12681/afimec.24396

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 10/09/2026 10:14:45

Η αξιοποίηση της 3D σχεδίασης και της φωτογραμμετρίας στη δημιουργία παιγνιωδών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων

Αναστασία Λαμπροπούλου
Εκπαιδευτικός, ΠΕ86
1ο Δημοτικό Σχολείο Ιλίου
anastasialabropulu@hotmail.com

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση του ρόλου της φωτογραμμετρίας στη διαδικασία δημιουργίας assets για παιγνιώδης εκπαιδευτικές δραστηριότητες (gamification). Στη σημερινή εποχή όπου οι μαθητές θεωρούνται ως οι ψηφιακοί αυτόχθονες κρίνεται απαραίτητη η συμπόρευση της διδασκαλίας με τις νέες τεχνολογίες. Μέσα από σύγχρονες έρευνες αναδεικνύεται η αξία των παιγνιωδών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων καθώς και αυτών που χρησιμοποιούν επαυξημένη πραγματικότητα. Τονίζεται έντονα η ανάγκη δημιουργίας τρισδιάτατου περιεχομένου, με ιδιαίτερη πρόκληση την εμπλοκή των δασκάλων και μαθητών σε αυτή τη διαδικασία.

Κάτω από αυτό το πρίσμα τέθηκαν ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με το ποιός είναι ο ρόλος της φωτογραμμετρίας στη 3D σχεδίαση σήμερα, πως μπορεί να αξιοποιηθεί στην τάξη για την παραγωγή τρισδιάστατων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και ποια παιδαγωγικά οφέλη προκύπτουν; Σημαντικά ευρήματα της εργασίας είναι η μεγάλη δυναμική της φωτογραμμετρίας για την δημιουργία τρισδιάστατων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων παιγνιώδους μάθησης με τη δυνατότητα που υπάρχει του επαναπροσδιορισμού της τοπολογίας των μοντέλων , η δυνατότητα αξιοποίησής της από μαθητές κι εκπαιδευτικούς επιλέγοντας το κατάλληλο λογισμικό και τέλος η μεγάλη παιδαγωγική της αξία κατά την αξιοποίηση στο σχολείο.

Λέξεις Κλειδιά
Φωτογραμμετρία, 3D σχεδίαση, gamification, game assets, Λαϊκή Τέχνη, Πολιτιστική Κληρονομιά.

Abstract

The purpose of this work is to investigate the role of photogrammetry in the process of creating assets for playful educational activities (gamification). In today's age when students are considered to be digital natives, it is necessary to integrate teaching with these new tools. Modern research shows the value of playful educational environments as well as those that use augmented reality. There is a strong emphasis on the need to create three-dimensional content, with the particular challenge of engaging teachers and students in this process.

Under these considerations, research questions have been asked about, the role of photogrammetry in 3D design today, how it can be utilized in the classroom for the production of 3D learning environments, and what educational benefits arise. Important findings of the work are the great potential of photogrammetry for the creation of three-dimensional pedagogical learning environments with the potential to redefine model topology, the ability to be used by students and teachers by selecting the appropriate software. And finally with the potential to be of great pedagogical value if it is developed and used in class.

Keywords
Photogrammetry, 3D design, gamification, game assets, Folklor Art, Cultural Heritage.

1. Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική αξία των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού είναι αδιαμφισβήτητη καθώς κάνουν πολύ πιο εύκολη πρόσβαση στη γνώση, τους μαθητές να γίνονται συμμέτοχοι στην πράξη (Lu Zhang and Junjie Shang, 2016) κι έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιηθούν σε διαφορετικά ακαδημαϊκά επίπεδα (Aguilera M. and Mindiz A., 2003). Σήμερα υπάρχει η ανάγκη δημιουργίας τρισδιάστατων διαδραστικών περιβαλλόντων επαυξημένης πραγματικότητας (Τζώρτζογλου Φ. και Σοφός Α., 2017) και μεγάλη πρόκληση προς αυτή την κατεύθυνση είναι η δημιουργία περιεχομένου από εκπαιδευτικούς και μαθητές (Κουτρομάνος Γ. και Σοφός Α. και Αβραμίδου Λ., 2016). Τα παραπάνω οδήγησαν στην ανάγκη διερεύνησης της σημασίας της τρισδιάστατης σχεδίασης και του ρόλου της φωτογραμμετρίας στην παραγωγή 3D περιεχομένου για παιγνιώδης εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

Πιο συγκεκριμένα σκοπός της εργασίας η διερεύνηση του ρόλου της φωτογραμμετρίας στη διαδικασία δημιουργίας assets για εκπαιδευτικές δραστηριότητες και παιχνίδια σοβαρού σκοπού με στοιχεία gamification. Επιμέρους στόχοι σε σχέση με τη φωτογραμμετρία είναι η ιστορία και χαρτογράφηση του πεδίου, η δυνατότητα χρήσης από επαγγελματίες αλλά και από εκπαιδευτικούς και μαθητές και η δυνατότητα αξιοποίησής της για δημιουργία παιγνιωδών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Διερευνάται η απάντηση στα εξής ερωτήματα: Ποιός ο ρόλος της φωτογραμμετρίας σήμερα για την παραγωγή 3D περιβαλλόντων και animation για παιχνίδια σοβαρού σκοπού; Πώς μπορεί να αξιοποιηθεί στην τάξη; Ποιά παιδαγωγικά οφέλη προκύπτουν;

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1. Βιβλιογραφική έρευνα για τη φωτογραμμετρία και χαρτογράφηση του πεδίου.
2. Μελέτη περίπτωσης για τη δημιουργία 3D assets με Φωτογραμμετρία, από την ερευνήτρια αλλά και μαθητές της (Δ’ Δημοτικού), για παιγνιώδη εκπαιδευτική δραστηριότητα με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) με θέμα τη Λαϊκή Τέχνη.

Σε σχέση με τα λογισμικά φωτογραμμετρίας δόθηκε ιδιαίτερη σημασία, με τη σειρά προτεραιότητας που εμφανίζονται, στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

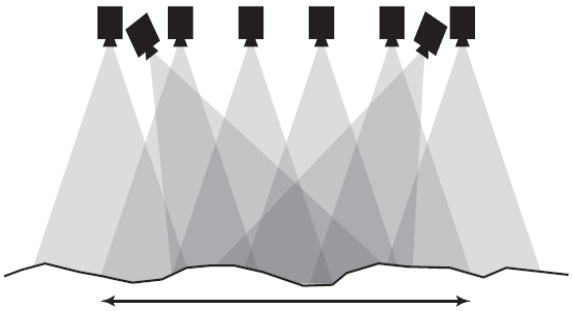
1. την ποιοτική απεικόνιση
2. την ταχύτητα του λογισμικού
3. την επαρκή τεκμηρίωση
4. την απλότητα στη χρήση τους ακόμα και από μη ειδικούς όπως οι εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων αλλά και οι μαθητές.
5. τη δωρεάν διάθεσή τους

1.1. Ψηφιακή Φωτογραμμετρία

Η φωτογραμμετρία είναι η επιστήμη της απόκτησης αξιόπιστων πληροφοριών σχετικά με τις ιδιότητες επιφανειών και αντικειμένων χωρίς φυσική επαφή με τα αντικείμενα, καθώς και της μέτρησης και ερμηνείας αυτών των πληροφοριών (Schenk, 2005). Σε σχέση με την πολιτιστική κληρονομιά είναι μια πλήρης μέθοδος αποτύπωσης μνημείων τα οποία έχουν ορατές επιφάνειες. Δίνει ποιοτικές, ποσοτικές και μετρητικές πληροφορίες του αντικειμένου. Η παγκόσμια αναγνώρισή της οδήγησε το 1968 στην ίδρυση της C.I.P.A. Διεθνής Επιτροπή Αρχιτεκτονικής φωτογραμμετρίας (Σταμπούλογλου).

Οι πιο προφανείς λόγοι για τη σημασία της 3D μοντελοποίησης μνημείων είναι: η ακριβής τεκμηρίωση τους για την αποκατάσταση σε περίπτωση που καταστραφούν, η δημιουργία εκπαιδευτικών πόρων πολύτιμων για φοιτητές και ερευνητές, η οπτικοποίηση από όψη που είναι αδύνατη στην προσπέλαση από τον κόσμο, λόγω είτε του μεγέθους είτε της προσβασιμότητας, η αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα χωρίς κίνδυνο βλάβης τους και τέλος ο εικονικός τουρισμός (El-Hakim et. al. 2004).

Η ψηφιακή φωτογραμμετρία λειτουργεί κατανοώντας τη σχέση ανάμεσα στο φωτογραφιζόμενο αντικείμενο και τη φωτογραφική μηχανή μέσα από τις εναλλαγές της θέσης του φωτογράφου και του φωτός. Η αρχή που χρησιμοποιείται από την τεχνική αυτή είναι ο τριγωνισμός. Με τη λήψη φωτογραφιών από τουλάχιστον δύο διαφορετικές θέσεις, μπορούν να αναπτυχθούν οι αποκαλούμενες "οπτικές επαφές" από κάθε κάμερα (εικ. 7) ως σημεία πάνω στο αντικείμενο σύμφωνα με τον Haming (2010, οπ. αναφ. στο Bemis et al, 2014). Αυτές οι ορατές γραμμές - ακτίνες αλληλοσυνδέονται μαθηματικά και με αυτό τον τρόπο παράγουν τις τρισδιάστατες συντεταγμένες των σημείων (εικ. 1).



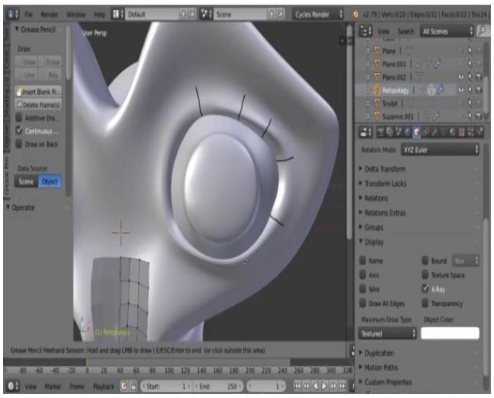
Εικόνα 1

Η κάθε η επιφάνεια που πρόκειται να ανακατασκευαστεί καλό θα είναι να καλύπτεται από τουλάχιστον δυο εικόνες που λαμβάνονται από διαφορετικές θέσεις με αλλαγή γωνίας μεταξύ 10 ^{o} - 20^{o} (εικ. 8) κατά τη διαδικασία λήψης για να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα (Bemis et al, 2014). Η αποτύπωση εικόνων με καλή υφή και στο φόντο, παρόμοιες συνθήκες φωτισμού, υψηλή οπτική επικάλυψη και διαφορετικές οπτικές γωνίες επίσης παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της διαδικασίας (πηγή: https://colmap.github.io/tutorial.html).

1.2. Φωτογραμμετρία κι επαναπροσδιορισμός της τοπολογίας (retopology)

Σε περιβάλλοντα πραγματικού χρόνου και στο gaming γενικότερα η γεωμετρία του μοντέλου και αριθμός των πολυγώνων είναι καθοριστικά τόσο για τη λειτουργικότητα του όσο και για το animation των μοντέλων. Τα παραγόμενα μοντέλα από τα λογισμικά φωτογραμμετρίας είναι μεγάλης πολυπλοκότητας και η επιφάνεια του πλέγματος αποτελείται από χιλιάδες τρίγωνα. Και τα δυο αυτά γεγονότα κάνουν τη διαδικασία του animation αδύνατη από τη μια μεριά αλλά και το 3d περιβάλλον ακατάλληλο για εφαρμογές πραγματικού χρόνου (Pranatio G. and Kosala R., 2010) .

Η διαδικασία της ριτοπολογίας (retopology) δεν αφορά μόνο στη φωτογραμμετρία αλλά είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται γενικότερα και στα προγράμματα τρισδιάστατης σχεδίασης καθώς πολλές φορές πρέπει να ξαναγίνει διαμόρφωση του πλέγματος σε ένα 3d γλυπτό. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους αυτό επιτυγχάνεται: χειροκίνητα όπου σε αυτή την περίπτωση καθορίζονται βασικές ακμές και το πρόγραμμα συμπληρώνει τα πολύγωνα στην προδιαγραμμένη περιοχή.



Εικόνα 2

Ημιαυτόματα σε ανθρωπόμορφα μοντέλα, όπου μετά την εισαγωγή του μοντέλου στο πρόγραμμα επιλέγονται κάποια σημεία και γίνεται εν συνεχεία η παραγωγή του πλέγματος στο σύνολό της. Με αυτό τον τρόπο λειτουργεί το πρόγραμμα wrap3 με πολύ καλή απόδοση σε ταχύτητα και ποιότητα.

Αυτόματα όπου εισάγεται το μοντέλο σε αντίστοιχο πρόγραμμα, καθορίζεται η επιθυμητή πολυπλοκότητα και παράγεται το τελικό μοντέλο. Θα πρέπει να προσεχθεί να μην επιλεχθεί υπερβολικά χαμηλός αριθμός πολυγώνων για να μην υπάρξει παραμόρφωση του μοντέλου. Παράδειγμα τέτοιου προγράμματος είναι το Instant Meshes (Jacob W. and Tarini M. and Panozzo1D. and Sorkine-Hornung O., 2015). Αφού έχει εξασφαλιστεί το επιθυμητό μέγεθος του μοντέλου με κάποιο από τους παραπάνω τρόπους θα πρέπει να ξαναβαφτεί σωστά με τις υφές που έχουν προκύψει από τη διαδικασία της φωτογραμμετρίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την είσοδο των δυο μοντέλων σε πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης σε απόλυτη σύμπτωση μεταξύ τους και bake των υφών στο νέο μοντέλο που πλέον είναι έτοιμο για gaming εφαρμογές (Σιάκας, 2019).

1.3. Αποτελέσματα από τη σύγκριση λογισμικών

Για να συγκριθούν τα λογισμικά επιλέχθηκε να γίνει μια απλή φωτογράφηση με κινητό τηλέφωνο, σε εσωτερικό χώρο με φυσικό φωτισμό. Στη συγκεκριμένη εργασία λόγω της ιδιαιτερότητας ότι γίνεται η αξιοποίηση της φωτογραμμετρίας και από μαθητές δημοτικού στην τάξη υπάρχουν δυο γενικές κατηγορίες για την εξαγωγή των συμπερασμάτων:

1. Αξιοποίηση προγραμμάτων από επαγγελματίες με αυξημένες απαιτήσεις ως προς την απεικόνιση. Σε αυτή την περίπτωση διαπιστώθηκε υπεροχή του

reality capture γιατί **:** είναι ταχύτερο, γίνεται γρήγορα η διαδικασία του allignment και του νέφους σημείων, δίνει καλύτερη ποιότητα του παραγόμενου μοντέλου, αποδίδει καλύτερα σε δυσκολότερες συνθήκες.

2. Αξιοποίηση προγραμμάτων από μαθητές με μεγαλύτερη την ανάγκη της ελεύθερης πρόσβασης στο λογισμικό και την ευχρηστία του. Ξεχώρισε έτσι το 3DFzephyr free edition γιατί: αξιοποιεί μέχρι 50 φωτογραφίες, το περιβάλλον του προγράμματος είναι πολύ φιλικό και η ροή εκτέλεσης των ενεργειών είναι απλή.

2. Μελέτη περίπτωσης

Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης αντικείμενα της Λαϊκής μας Τέχνης που έχουν τρισδιάστατη υπόσταση όπως: μεταλλικά και πήλινα σκεύη, ξυλόγλυπτα έπιπλα, μπαούλα, φορεσιές κ.α. μπορούν να αξιοποιηθούν. Ακριβώς επειδή το θέμα είναι σχετικό με πολιτιστική κληρονομιά πρέπει να προσεχθούν κάποια σημεία που έχουν σχέση με μια τέτοια προσπάθεια φωτογράφισης. Έτσι υπήρξαν οι ακόλουθες φάσεις για την πραγματοποίηση της διαδικασίας:

- Προετοιμασία
- Φωτογράφιση
- Παραγωγή των μοντέλων με το αντίστοιχο λογισμικό

2.1. Φωτογραμμετρία σε Λαογραφικά Μουσεία

Στην προετοιμασία της διαδικασίας συμπεριλαμβάνονται γραφειοκρατικά και πρακτικά ζητήματα. Στο θέμα της γραφειοκρατίας είναι σημαντικό να εξασφαλιστούν οι απαραίτητες άδειες φωτογράφησης από τα αντίστοιχα μουσεία. Ειδικά αιτήματα έγιναν γι' αυτό το σκοπό στο Λαογραφικό Μουσείο Στεμνίτσας και στο Λαογραφικό Μουσείο Ιλίου. Σε αυτή τη φάση υπήρξε μια μικρή αναμονή από το μουσείο της Στεμνίτσας. Άρα πρέπει να υπολογίζεται κι αυτός ο χρόνος και να λαμβάνεται υπόψη από την αρχή. Για την φωτογράφηση προβλέφθηκε να μην λείψουν χρήσιμα αντικείμενα όπως: πτυσσόμενο τραπέζι, καρεκλάκι για να ανεβαίνει αυτός που τραβάει τις φωτογραφίες, πολύμπριζα, φώτα, διάφορα πανιά για να τοποθετηθούν σε σημεία με αντανακλάσεις, περιστρεφόμενος δίσκος κι ένα φορητό καβαλέτο.

Τέλος το πιο σημαντικό από όλα η φωτογραφική μηχανή που έπρεπε να έχει μνήμη και να είναι φορτισμένη. Κατά τη διαδικασία της φωτογράφισης χρησιμοποιήθηκε μια απλή ψηφιακή φωτογραφική μηχανή Nikon Coolpix. Αποδείχτηκε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν καλύτερος ο φωτισμός του μουσείου. Έτσι αν και είχε προβλεφθεί να υπάρχει έξτρα φωτισμός δεν αξιοποιήθηκε γιατί δημιουργούσε έντονες αντανακλάσεις στο γύρω περιβάλλον και στα ίδια τα αντικείμενα. Ένα πρόβλημα επίσης ήταν οι γυαλάδες του όλου χώρου από τις βιτρίνες και το πάτωμα (εικ. 3).

Εικόνα 3

Οι τρόποι φωτογράφησης ήταν δύο. Ο πρώτος αφορούσε μεγάλα αντικείμενα όπως οι φορεσιές οπότε και ο φωτογράφος κινούνταν γύρω από αυτά (εικ. 4). Κατά τον δεύτερο τρόπο στήθηκε ένα στούντιο από ένα τραπέζι, ένα καβαλέτο πάνω στο οποίο

ρίχθηκε ένα σεντόνι κι ένα περιστρεφόμενο δίσκο για να περιστρέφεται το αντικείμενο (εικ. 5).

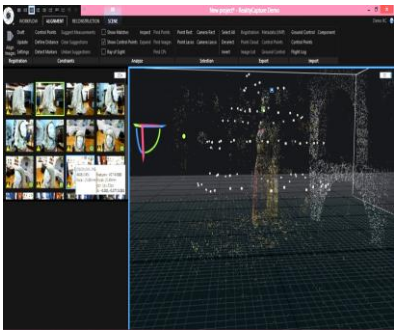
Εικόνα 4

Εικόνα 5

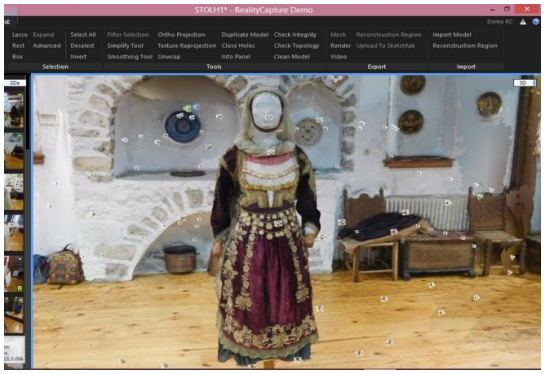
2.1.1. Δημιουργία μοντέλου στο Reality Capture

Η διαδικασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

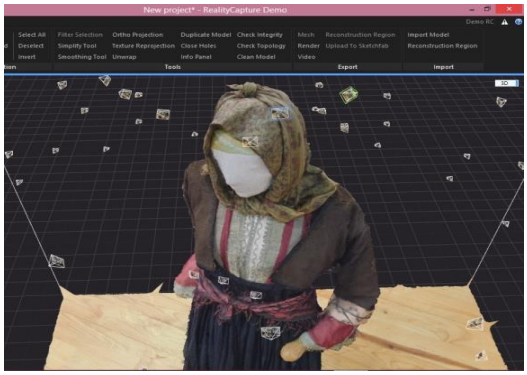
- Εισαγωγή των εικόνων στο πρόγραμμα
- Ταίριασμα των εικόνων (εικ. 6)
- Ανοικοδόμηση του μοντέλου
- Απλοποίηση
- Χρωματισμός ή εφαρμογή υφών (εικ.7 - εικ.8)
- Εξαγωγή του μοντέλου



Εικόνα 6



Εικόνα 7



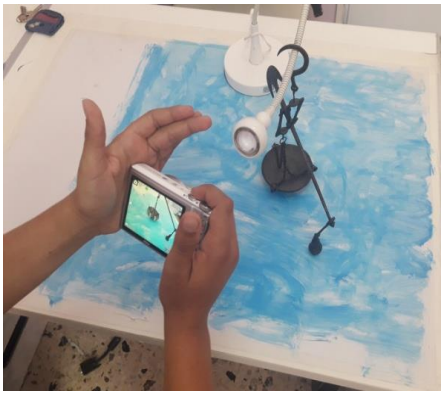
Εικόνα 8

Από το αποτέλεσμα φαίνεται ότι το συγκεκριμένο πρόγραμμα δούλεψε και έκανε την αναπαραγωγή του μοντέλου με μεγάλη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα κάτω από δύσκολες συνθήκες, καθώς οι γυαλάδες δημιουργούν προβλήματα στους αλγορίθμους

φωτογραμμετρίας. Επίσης ο χρόνος ήταν αρκετά γρήγορος με βάση το πλήθος των στοιχείων που απεικονίστηκαν.

2.2. Φωτογραμμετρία στο σχολείο από μαθητές

Κατά την προετοιμασία ενημερώθηκαν οι μαθητές για τη Λαϊκή μας Τέχνη και τις μορφές της. Τους ζητήθηκε να φέρουν αντικείμενα Λαϊκής Τέχνης από το σπίτι τους. Και σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε μια απλή compact ψηφιακή φωτογραφική μηχανή Nikon Coolpix (εικ. 9) και ο φυσικός φωτισμός του σχολείου, όπου διάφορες αίθουσες του σχολείου δοκιμάστηκαν για να επιλεχθεί η πιο κατάλληλη από συνθήκες φωτός. Τέλος η φωτογράφηση έγινε με κίνηση του μαθητή γύρω από το θέμα ή με περιστρεφόμενο τραπεζάκι.

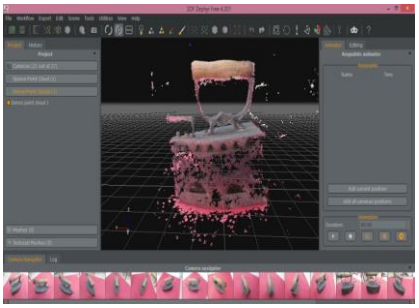


Εικόνα 9

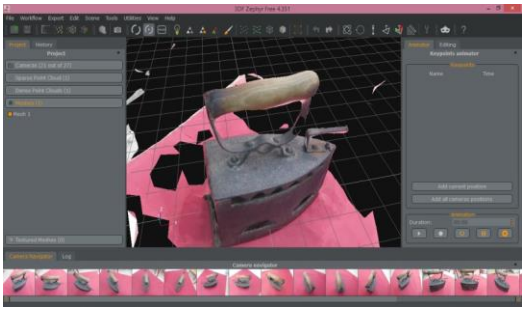
2.2.1. Δημιουργία μοντέλου στο 3DFZefyr

Η διαδικασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

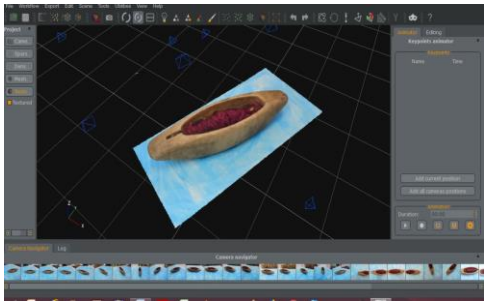
- Εισαγωγή των εικόνων
- Δημιουργία του αραιού νέφους σημείων
- Δημιουργία του πιο πυκνού νέφους σημείων (εικ. 10)
- Δημιουργία του πλέγματος.
- Προσθήκη των υφών (εικ. 11 - εικ. 12) Εξαγωγή του μοντέλου



Εικόνα 10



Εικόνα 11



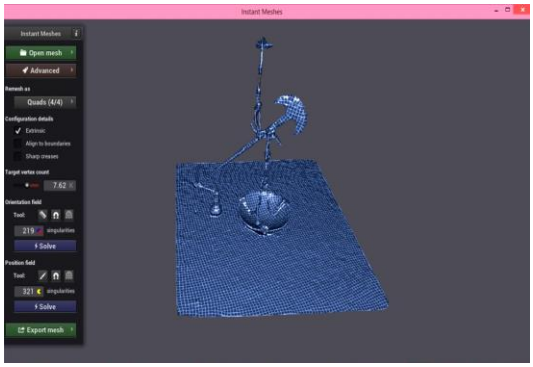
Εικόνα 12

2.2.2. Ριτοπολογία - Retopology των μοντέλων

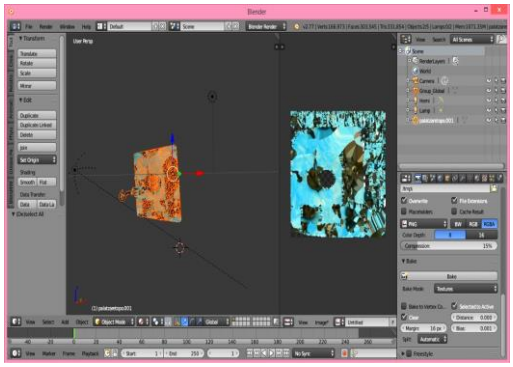
Για να επιτευχθεί αυτό εύκολα και γρήγορα χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα instanmeshes (εικ. 13). Στο πρόγραμμα αυτό επιλέγουμε αρχικά quads (τετράγωνα αντί για τρίγωνα απο τα οποία αποτελείται το μοντέλο). Καθορίζουμε το πόσο απλοποιημένο θέλουμε να είναι (δεν κάνει να το παρακάνουμε γιατί χάνεται

γεωμετρία). Στη συνεχεία πατάμε το solve μια φορά όπου καθορίζονται οι ροές των ακμών και μια δεύτερη για την παραγωγή των τετραγώνων της επιφάνειας. Έπειτα είμαστε έτοιμοι να εξάγουμε το μοντέλο.

Το πρόβλημα είναι ότι με τη διαδικασία αυτή έχουν χαθεί οι αρχικές υφές κι έτσι πρέπει να χρησιμοποιηθεί κι ένα τρίτο πρόγραμμα όπως το blender για να ψηθεί η αυθεντική υφή στο νέο μοντέλο. Έτσι εισάγονται και τα δυο μοντέλα στο blender με απόλυτη σύμπτωση, δεν μετακινούμε κανένα. Δημιουργούμε ένα uv map για το νέο μοντέλο και το κάνουμε unwrap (εικ. 14).Τέλος στη συνέχεια επιλέγουμε το αρχικό μοντέλο, στη συνέχεια το δεύτερο και μπορούμε να κάνουμε bake τις υφές (textures). Με αυτό τον τρόπο έχουμε την αρχική υφή στο νέο απλοποιημένο μοντέλο ώστε να είναι απλούστερο και πιο ελαφρύ.



Εικόνα 13



Εικόνα 14

2.2.3. Ανάρτηση μοντέλων στο διαδίκτυο

Για να μπορέσουν να αναρτηθούν τα μοντέλα στο Διαδίκτυο υπάρχει μια πληθώρα εφαρμογών όπως το sketchfab, Altizure κ.α. Έτσι σε πρώτη φάση δημοσιεύτηκαν τα μοντέλα των μαθητών στο sketcfab, το οποίο δίνει πολλές δυνατότητες για να εξερευνηθεί το κάθε αντικείμενο. Παρατηρήθηκε όμως ένα σημαντικό πρόβλημα το οποίο αφορά στα προτεινόμενα μοντέλα που παρέχει το πρόγραμμα αυτό και μπορεί να μην είναι κατάλληλα για τις μικρές ηλικίες των μαθητών του Δημοτικού (εικ.15).

Εικόνα 15

Επιλέχθηκε έτσι η λύση να χρησιμοποιηθεί το addon του Blender, Blend4web, το οποίο δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής του μοντέλου σε html. Έτσι μπορεί να δημιουργηθεί αντίστοιχο link από την σχολική ιστοσελίδα που οδηγεί στο 3D

μοντέλο. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε Λαογραφική έκθεση με τα μοντέλα των μαθητών, με τη παιγνιώδη δραστηριότητα να ανακαλύψει ο θεατής τα 3D αντικείμενα. Η έκθεση είναι διαθέσιμη στην ιστοσελίδα: https://digiartschool.webnode.gr/laografia/.

3. Συμπεράσματα

Μέσα από τη βιβλιογραφική έρευνα και τη χαρτογράφηση του πεδίου της φωτογραμμετρίας επισημάνθηκε η πληθώρα λογισμικών που υπάρχουν σήμερα για να καλύψουν κάθε ανάγκη. Η εξέλιξή τους έχει βοηθήσει ώστε η συγκεκριμένη τεχνική να μπορεί να είναι αξιοποιήσιμη και από μη ειδικούς. Η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού παίζει καθοριστικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα.

Η φωτογραμμετρία δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας πολύ γρήγορα μοντέλων που μπορεί να έπαιρναν αρκετό χρόνο με την κλασική τρισδιάστατη σχεδίαση. Αποδίδει το μοντέλο με μεγάλη ακρίβεια στη λεπτομέρεια, όταν έχουν γίνει σωστά οι λήψεις των εικόνων καθώς και την σμίλευσή του αλλά και τις υφές του. Όμως τα μοντέλα που παράγονται είναι αρκετά ογκώδη και με τρίγωνα, κάτι που δεν διευκολύνει σε περιβάλλοντα πραγματικού χρόνου. Γι' αυτό το λόγο η διαδικασία της ριτοπολογίας είναι πολύ σημαντική και καθοριστική για να ρυθμιστεί η τοπολογία ώστε το μοντέλο να είναι πιο διαχειρίσιμο όσον αφορά στο θέμα όγκου και τη λειτουργικότητα του animation σε περιβάλλοντα πραγματικού χρόνου και gaming. Προγράμματα ριτοπολογίας όπως το Instantmeshes μπορούν να το επιτύχουν αυτό εύκολα, γρήγορα και αποδοτικά. Επίσης δίνεται η δυνατότητα να επανανατοποθετηθούν οι αρχικές υφές στο εκάστοτε μοντέλο είτε σε προγράμματα 3D σχεδίασης είτε στα προγράμματα φωτογραμμετρίας.

Σε αναπαραστάσεις όσο το δυνατό πιο πιστές αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς, η ακρίβεια του μοντέλου που παράγει το λογισμικό παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Ο χρόνος που μπορεί να εξοικονομηθεί είναι ένας πολύ κρίσιμος παράγοντας. Τέλος οι χώροι στους οποίους γίνεται η φωτογράφηση, όπως τα μουσεία, είναι γεμάτοι γυαλάδες από βιτρίνες και άλλα στοιχεία. Για τους λόγους καλής απόδοσης σε όλα τα παραπάνω ζητήματα το Reality Capture κρίθηκε πιο κατάλληλο στη συγκεκριμένη εργασία όσον αφορά στην επαγγελματική χρήση της φωτογραμμετρίας. Από όλη τη διαδικασία αξιοποίησης της φωτογραμμετρίας για παραγωγή μοντέλων από αντικείμενα Λαϊκής Τέχνης σε μουσείο, που κάποια από αυτά είναι ιδιαιτέρως πολύπλοκα όπως οι φορεσιές, το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποδείχτηκε ένα σημαντικό και ταχύτατο εργαλείο που μπορεί να επιταχύνει τη συνολική διαδικασία. Η φωτογραμμετρία ως πιστός αναπαραγωγός της πραγματικότητας και η 3D σχεδίαση ως εργαλείο δημιουργίας, μπορούν να συντελέσουν στην δημιουργία δραστηριοτήτων που ενισχύουν τη δέσμευση του παίκτη, την απόκτηση νέας γνώσης και να δώσουν κίνητρο για την αναζήτηση νέας.

Στην περίπτωση χρήσης της μεθόδου της φωτογραμμετρίας στο σχολείο πολύ σημαντική είναι η ευχρηστία καθώς και η ελεύθερη διάθεση του προγράμματος. Προς αυτή την κατεύθυνση ξεχώρισε η δωρεάν έκδοση του επαγγελματικού προγράμματος 3DFzephyr. Η ροή εκτέλεσης των ενεργειών είναι απλή και δίνει τη δυνατότητα της κατανόησης του τρόπου λειτουργίας των βημάτων της φωτογραμμετρίας και της οπτικής απεικόνισης του αποτελέσματος της κάθε φάσης καθώς ενέχει παιδαγωγική αξία. Τέλος δίνεται δυνατότητα αποθήκευσης του αποτελέσματος σε κάθε φάση με

σκοπό τη συνέχιση της διαδικασίας σε άλλη χρονική στιγμή κάτι που διευκολύνει τη ροή της διδασκαλίας με βάση τη διάρκεια της διδακτικής ώρας.

Σύμφωνα με την παιδαγωγική διάσταση της φωτογραμμετρίας τα οφέλη από τη χρήση της στην τάξη ήταν πολύπλευρα για τους μαθητές. Από την μια μεριά κατανόησαν τη δομή των τρισδιάστατων μοντέλων και γνώρισαν την τεχνική της φωτογραμμετρίας, από την άλλη μεριά λειτούργησαν ομαδικά ως ερευνητές της Λαϊκής Τέχνης και παράδοσης, αντάλλαξαν πληροφορίες και γνώσεις και παρήγαγαν συνεργατικά ένα κοινό έργο. Με τον τρόπο αυτό ευαισθητοποιήθηκαν κι έγιναν αρωγοί στην διατήρηση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Επίσης πολύ σημαντικό είναι ότι υπήρξε ευρύτερη συνεργασία της σχολικής κοινότητας καθώς γιαγιάδες, παππούδες και γονείς ενεργοποιήθηκαν για την υποστήριξη του έργου των μαθητών και τους εμπιστεύτηκαν πολύτιμα οικογενειακά κειμήλια.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Alguiera Miguel and Alfonso Mendiz, (2003). Video Games and Education. *ACM Computers in Entertainment.* Vol 1,No1, article 1.

El-Hakim S.F., J. -. Beraldin, M. Picard and G. Godin (2004). Detailed 3D reconstruction of large-scale heritage sites with integrated techniques. *in IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 24, no. 3, pp. 21-29, May-June 2004.

Koutromanos George, Alivisos Sofos & Lucy Avraamidou. (2016). The Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. *In Innovations in SmartLearning* (pp. 13-18). Springer Singapore.

Haming K. and Peters G (2010). The Structure - from -Motion reconstruction pipeline. A survey with focus on shortimage sequences. *Kybernetika,* volume 46 (2010) , Number 5, p. 926- 937.

Koutromanos G. & Sofos A. & Avraamidou L. (2016). The use of augmented reality games in education: a review of the literature. *Educational Media International*, DOI: 10.1080/09523987.2015.1125988

Linder W. (2006). *Digital Photogrammetry. A Practical Course.* Springer.

Pranatio, G., & Kosala, R. (2010). A Comparative Study of Skeletal and Keyframe Animations in a Multiplayer Online Game. *Second International Conference on Advances in Computing, Control, and Telecommunication Technologies*, 143-145.

Prensky M., (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon,MCB University Press*, Vol. 9 No. 5, October 2001.

Jacob W. and Tarini M. and Panozzo1D. and Sorkine-Hornung O. 2015. Instant Field-Aligned Meshes. *ACM Transactions on Graphics. Proceedings of SIGGRAPH Asia 2015.*

Jahne B. and Haubecker H. (2000). *Computer Vision and Applications A Guide for Students and Practitioners.* Univercity of Califiornia: Academic Press.

Σιάκας Σ. (2019). *Πανεπιστημιακές σημειώσεις στο μάθημα Τρισδιάστατο Περιβάλλον.* Αθήνα, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

Σταμπούλογλου Ε. *Η σύγχρονη αντίληψη για τις αποτυπώσεις μνημείων και συνόλων*. Ανακτήθηκε 10/12/2018 από http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m430/kma_m430_stampouloglou.pdf

Τζώτζογλου Φ. και Σοφός Α. (2017). *Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών και προοπτικές.*Ανακτήθηκε ,12/4/2019, από https://www.researchgate.net/publication/315675541_E_epauxemene_pragmatikoteta_sten_ekpaideuse_bibliographike_anaskopese_ereunon_kai_prooptikes