ePublishing

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

Vol 4, No 1 (2023)

afimec, main issue

Ειδικά θέματα Φωτογραμμετρίας για animation

Αναστασία Λαμπροπούλου, Σπύρος ΣΙΑΚΑΣ

doi: 10.12681/afiinmec.34604

To cite this article:

Λαμπροπούλου Α., & ΣΙΑΚΑΣ Σ. (2023). Ειδικά θέματα Φωτογραμμετρίας για animation : Η αξιοποίηση στις περιπτώσεις ταινίας και gamification εφαρμογής . *Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]*, *4*(1). https://doi.org/10.12681/afiinmec.34604

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 22/03/2026 06:46:43

Ειδικά θέματα Φωτογραμμετρίας για animation.
Η αξιοποίηση στις περιπτώσεις ταινίας και gamification εφαρμογής.

Αναστασία Λαμπροπούλου
Υπ. Διδάκτορας, 3D animation – Φωτογραμμετρία
Τμήμα Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας ΠαΔΑ
Εκπαιδευτικός ΠΕ86
alampropoulou@uniwa.gr

Σπύρος Σιάκας
Αναπληρωτής Καθηγητής Animation, ΠαΔΑ
ΣΕΠ, ΕΑΠ
sthsiakas@uniwa.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή αφορά στην αξιοποίηση της Φωτογραμμετρίας στο χώρο του animation. Τόσο στην περίπτωση των ταινιών όσο και στην περίπτωση των gamification εφαρμογών. Μελετώνται οι εξελίξεις στο χώρο της Φωτογραμμετρίας από θέμα λογισμικών και μέσων λήψης αλλά και οι ανάγκες σε τρισδιάστατα μοντέλα σε μια παραγωγή animation για ταινία ή gamification εφαρμογή. Γίνεται μια κατηγοριοποίηση όσον αφορά στο θέμα της λήψης μέσα σε στούντιο ειδικά διαμορφωμένο, σε Μουσείο ή σε εξωτερικό χώρο. Επίσης επιχειρείται κατηγοριοποίηση και ως προς το μέγεθος των προς αποτύπωση μοντέλων. Διερευνώνται και καταγράφονται σημαντικοί παράγοντες επιτυχίας της διαδικασίας αλλά και περιπτώσεις δυσκολίας με αποτυχημένο αποτέλεσμα. Σημαντικές εργασίες που αξιοποιούνται για παρατήρηση είναι η διαδραστική έκθεση « Μορφές Ελευθερίας», η ταινία «Ανοιχτά φτερά» αλλά και Φωτογραμμετρία που έγινε σε πολλά Λαογραφικά Μουσεία, στις οποίες αξιοποιήθηκε η Φωτογραμμετρία. Τα συμπεράσματα σκοπό έχουν να συντελέσουν στην επιτυχημένη και συστηματική αξιοποίηση της Φωτογραμμετρίας σε παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων για αξιοποίηση στο χώρο του animation σε όλες τις εκδοχές του.

Λέξεις κλειδιά

Φωτογραμμετρία, 3D animation, gamification, κατηγοριοποίηση

Abstract

This paper concerns the utilization of Photogrammetry in the field of animation. Such as in the case of movies and as in the case of gamification applications. The developments in the field of Photogrammetry are studied in terms of software and recording media, as well as the needs for 3D models in an animation production for a film or gamification applications. A categorization is made regarding the subject of the shooting in a specially designed studio, in a Museum or in an outdoor area. Categorization is also attempted in terms of the size of the models to be created. Important success factors of the process are investigated and recorded as well as cases of difficulty with an unsuccessful result. Important works that are used for observation are the interactive exhibition "Aspects of Freedom", the film "Open Wings" and many Folklor art Museums in which Photogrammetry was used. The conclusions aim to contribute to the successful and systematic use of Photogrammetry in the production of 3D models for use in the field of animation in all ways and forms.

Key words

Photogrammetry, 3D animation, gamification, classification

Εισαγωγή

Η Φωτογραμμετρία μέχρι πριν λίγες δεκαετίες ήταν μία τεχνική που αφορούσε κατά κύριο λόγο τοπογράφους μηχανικούς για την αποτύπωση χωρικών δεδομένων και πληροφοριών. Με την μετάβαση στην ψηφιακή Φωτογραμμετρία και την μεγάλη εξέλιξη και απλοποίηση των λογισμικών έγινε μια διαδικασία προσβάσιμη σε πολλές ειδικότητες όπως και αυτή των καλλιτεχνών. Έτσι τώρα πια ένας σχεδιαστής πέρα από τα προγράμματα 3D σχεδίασης που υπάρχουν διαθέσιμα, μπορεί να αξιοποιήσει και την Φωτογραμμετρία για την παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων. Κάτω από αυτό το πρίσμα είναι μια διαδικασία όπου όλο και περισσότερο χρησιμοποιείται και στην παραγωγή animation σε όλες του τις εκδοχές.
Η εξέλιξη των λογισμικών σήμερα αφορά τόσο αυτά που αξιοποιούνται αποκλειστικά σε υπολογιστικά συστήματα όσο και αυτά που μπορούν να αξιοποιηθούν απευθείας σε κινητά τηλέφωνα (smartphones). Όπως και στη διαδικασία παραγωγής του animation υπάρχουν ολοκληρωμένες εφαρμογές που μπορούν να αξιοποιηθούν από τα κινητά, αντίστοιχα υπάρχει πληθώρα εφαρμογών και για τη Φωτογραμμετρία. Έτσι ο εκάστοτε καλλιτέχνης έχει μια δυνατότητα αξιοποίησης δυνατών και αποδοτικών εργαλείων.
Οι συσκευές λήψης φωτογραφιών επίσης έχουν εξελιχθεί και έχουν προστεθεί σε αυτή την κατηγορία επίσης τα κινητά τηλέφωνα, αλλά και τα drone. Και στις δυο περιπτώσεις η εξέλιξή τους οδηγεί όλο και περισσότερο σε καλύτερους και ποιοτικότερους φακούς αλλά ταυτόχρονα και σε προσιτές τιμές. Έτσι ο κάθε δημιουργός μπορεί να έχει διαθέσιμα πολύ ποιοτικά μέσα φωτογράφισης μικρών ή μεγάλη κλίμακας αντικειμένων.
Οδηγούμαστε έτσι στην κατηγοριοποίηση των αντικείμενων που πρόκειται να μοντελοποιηθούν ανάλογα με το μέγεθος. Αυτό μπορεί να καθορίσει το αν μπορεί να αξιοποιηθεί ένα στούντιο για τη φωτογράφιση ή αν θα γίνει σε φυσικό χώρο. Όλα αυτά θα παίξουν ρόλο στον τρόπο και τις ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν για μια αποδοτική απεικόνιση σε εσωτερικό χώρο αλλά και στις συνθήκες και την ώρα που θα επιλέξουμε να φωτογραφίσουμε σε ένα εξωτερικό χώρο. Επίσης διαφορετική διαχείριση υπάρχει αν τα αντικείμενα είναι από μουσειακές συλλογές και δεν επιτρέπεται να τα ακουμπήσουμε ή αν είναι καθημερινής χρήσης ή δικά μας δημιουργήματα.
Όλα τα παραπάνω μελετώνται στην εργασία αυτή με σκοπό να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα. Αυτά θα βοηθήσουν στην αποδοτική αξιοποίηση της φωτογραμμετρίας στην δημιουργία animation ταινίας ή εφαρμογής.

Σκοπός

Σκοπός της εργασία είναι να εξαχθούν σημαντικά αποτελέσματα για την αποδοτικότερη αξιοποίηση της φωτογραμμετρίας. Στόχοι που προκύπτουν είναι:

- Η διερεύνηση στο χώρο των λογισμικών για υπολογιστή ή κινητά τηλέφωνα
- Η αξιοποίηση των λογισμικών σε διάφορες μελέτες περίπτωσης
- Η αποτύπωση των ενεργειών τελειοποίησης των μοντέλων για να χρησιμοποιηθούν για animation

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι η αξιοποίηση διαφόρων μελετών περίπτωσης για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Πιο συγκεκριμένα:

- Γίνεται βιβλιογραφική επισκόπηση και χαρτογράφηση των λογισμικών Φωτογραμμετρίας
- Αξιοποιούνται μελέτες περίπτωσης: 1. Η διαδραστική έκθεση « Μορφές Ελευθερίας», 2. Φωτογραμμετρία σε λαογραφικά Μουσεία, 3. Φωτογραμμετρία για την ταινία «Ανοιχτά Φτερά»

1. Η Φωτογραμμετρία στον χώρο των οπτικοακουστικών

Η Φωτογραμμετρία ως μέθοδος έχει σκοπό την παραγωγή τρισδιάστατων μοντέλων και 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 (Bemis et al, 2014). Έχει μεγάλη σημασία ως τεχνική για την ανάδειξη διατήρηση και διάσωση της Πολιτιστικής κληρονομιάς καθώς και τη δημιουργία πόρων προσβάσιμων σε ερευνητές, φοιτητές, μαθητές (El Hakim et. Al., 2003). Όπως προαναφέρθηκε άρχισε να αξιοποιείται πέρα από το χώρο των τοπογράφων μηχανικών όταν υπήρξε εξέλιξη στα λογισμικά. Αυτά έδωσαν την δυνατότητα να αξιοποιηθεί και από άλλες ειδικότητες (Τσάκαλη, 2018).
Στο χώρο των οπτικοακουστικών ξεκίνησε πρώτα η αξιοποίησή της στον κινηματογράφο με τα οπτικά εφέ. Παραδείγματα φωτογραμμετρίας και απόδοσης βάσει εικόνας σε ταινίες μεγάλου μήκους περιλαμβάνουν το The Matrix (1999), το Fight Club (1999) και το Panic Room (2002).Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται σοβαρά για πάνω από δύο δεκαετίες τώρα. Είναι μια διαδικασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις και να διευκολύνει τις διαδικασίες. Για παράδειγμα αντί να οδηγούν τις συμπρωταγωνίστριες Nicole Kidman, Reese Witherspoon και Shailene Woodley στο Monterey κάθε φορά που χρειαζόταν να γυρίσουν μια σκηνή που διαδραματίζεται σε ένα πραγματικό εστιατόριο του Monterey, το Big Little Lies ξαναέχτισε το ίδιο το εστιατόριο στα γυρίσματα μέσω φωτογραμμετρίας. Το στούντιο VFX για το Real by Fake φωτογράφισε την τοποθεσία δίπλα στο λιμάνι από πολλές γωνίες και το αναδημιούργησε ως τρισδιάστατο περιβάλλον χρησιμοποιώντας φωτογραμμετρικές τεχνικές. Τα αποτελέσματα ενσωματώθηκαν απρόσκοπτα ως στοιχεία φόντου σε λήψεις πράσινης οθόνης. https://blog.frame.io/2021/06/14/photogrammetry-future-of-filmmaking/
Στην περίπτωση της εργασίας των Κοντογιάννη και Γεωργόπουλου (2016) αξιοποιήθηκε για την δημιουργία assets σοβαρού παιχνιδιού που αφορούσε στην Αρχαία Αθηναϊκή αγορά. Τα παραγόμενα μοντέλα με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας είχαν την απαιτούμενη ακρίβεια και ταυτόχρονα πιο διαχειρίσιμο όγκο αρχείων από τεχνικές laser scanning. Νέες εξελίξεις οδηγούν να συγκεντρώνονται εικόνες από τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης με σκοπό επίσης να αναπαραχθούν τρισδιάστατα μοντέλα (Doulamis a. Et.al.,2020).

2. Λογισμικά και συσκευές λήψης

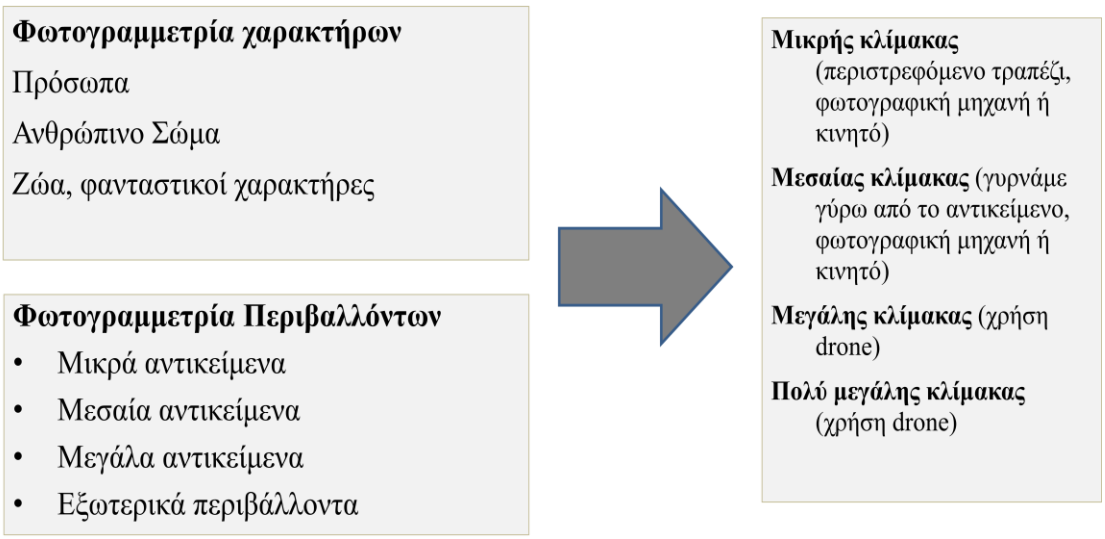
Μια πληθώρα λογισμικών υπάρχουν για τη Φωτογραμμετρία με σκοπό να καλύψουν τις εκάστοτε ανάγκες. Παρακάτω παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα. Αυτά που επιλέχθηκαν για την παρούσα έρευνα λόγω ευχρηστίας, καλής αποτύπωσης των μοντέλων και δυνατότητας δωρεάν αξιοποίησης του προγράμματος είναι το 3Df Zefyr στην κατηγορία λογισμικού για υπολογιστή. Το polycam για την ευχρηστία και ταχύτητα και πιστότητα αποτύπωσης από τις εφαρμογές για κινητά

Λογισμικά για υπολογιστή	Εφαρμογές για κινητά
Agisoft Metashape	Polycam
3DF Zephyr	Android Compatible
RealityCapture	3D Live Scanner
Meshroom	Kiri Engine
Pix4D	Widar
Autodesk ReCap Pro	Spin Me Round
Regard 3D	Qlone
WebODM	ARitize360
COLMAP	ARPlan 3D

Πίνακας 1: Λογισμικά Φωτογραμμετρίας

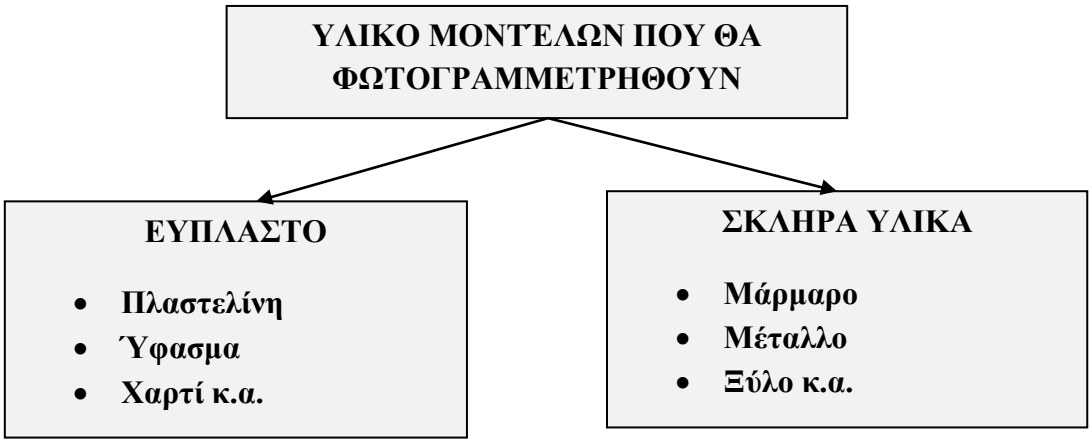
3. Φωτογραμμετρία για animation - κατηγοριοποίηση

Για να δούμε σε τι μπορεί να συμβάλει η Φωτογραμμετρία σε μια ταινία animation πρέπει αρχικά να δούμε τις κατηγορίες των props που απαιτούνται. Με μια γενική αρχικά κατηγοριοποίηση μπορούμε να πούμε ότι έχουμε τους χαρακτήρες και τα περιβάλλοντα. Σε αυτές τις δύο κατηγορίες ανάλογα με τις ανάγκες μπορούμε να δούμε τις υποκατηγορίες σε σχέση με τη Φωτογραμμετρία με βάση την κλίμακα μεγέθους των αντικείμενων και τον τρόπο λήψης που θα αξιοποιήσουμε στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα1: Κατηγοριοποίηση για animation

Πολύ μεγάλο ρόλο παίζει επίσης το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένα τα αντικείμενα που θα φωτογραμμετρηθούν καθώς θα καθορίσει και το πως θα χειριστούμε το αντικείμενο κατά τη λήψη. Για παράδειγμα ένα εύπλαστο υλικό όπως η πλαστελίνη μπορεί να μην μας επιτρέπει να περιστρέφουμε το ίδιο το αντικείμενο από όλες τις πλευρές γιατί ότι ακουμπάει στο τραπέζι λήψης θα παραμορφώνεται. Αντίστοιχα ένα σκληρό υλικό μας επιτρέπει να το ακουμπάμε και να το τοποθετούμε σε διαφορετικές θέσεις χωρίς συνέπειες στο σχήμα και τη δομή του. Με αυτό το δεδομένο έχουμε και δύο υποκατηγορίες ακόμα που αφορά τη φύση του υλικού των αντικειμένων που φωτογραμμετρούνται και είναι εύπλαστο ή σκληρό υλικό.



Σχήμα 2: Κατηγοριοποίηση με βάση τα υλικά

4. Μελέτη περίπτωσης αξιοποίησης της Φωτογραμμετρίας σε Μουσεία

Στην περίπτωση που αξιοποιείται η Φωτογραμμετρία στο Μουσείο έχουμε μια πιο δύσκολη συνθήκη να αντιμετωπίσουμε από διάφορες απόψεις και για το λόγο αυτό είναι καλή μια πρώτη επιτόπια επισκόπηση των αντικειμένων και του χώρου που βρίσκονται ή που μπορεί να έχουμε διαθέσιμο(Λαμπροπούλου Α., Σιακας Σ., 2022). Οι δυσκολίες αφορούν:

- ότι δεν μπορούμε να αγγίζουμε τα αντικείμενα
- ότι δεν μπορούμε να έχουμε ένα στούντιο όπως το θέλουμε
- ότι μπορεί να έχουμε γύρω μας γυαλάδες από βιτρίνες
- ότι έχουμε δεδομένο φωτισμό

Σε περίπτωση πιο μικρών αντικειμένων που δεν είναι εύθραυστα μπορεί να αξιοποιηθεί περιστρεφόμενη βάση. Διαφορετικά η φωτογράφιση γίνεται περιμετρικά του αντικειμένου. Σημαντικές παράμετροι επιτυχίας της διαδικασίας είναι:

- Μπλοκάρισμα φωτεινών πηγών που έρχονται κόντρα στη συσκευή λήψης (π.χ. με αξιοποίηση χαρτιού του μέτρου)
- Κλίση της συσκευής λήψης (με μέτρο) ώστε να αποφεύγονται τα προβληματικά σημεία
- Ρύθμιση και αλλαγή του ISO της μηχανής για το επιθυμητό αποτέλεσμα
- Αλλαγή στο white balance

Με βάση την παραπάνω κατηγοριοποίηση που έγινε παρουσιάζονται αποτελέσματα Φωτογραμμετρίας από το Εθνικό Ιστορικό Μουσείο και το Πολεμικό Μουσείο Τρίπολης, για την διαδραστική έκθεση «Μορφές Ελευθερίας», το Λαογραφικό Μουσείο Ιλίου και το Λαογραφικό Μουσείο Στεμνίτσας.

4.1.Φωτογραμμετρία Χαρακτήρων

Πρόσωπα	Νεκρικά προσωπεία των: • Κολοκοτρώνη Πολεμικό Μουσείο Τρίπολης • Νικηταρά ΕΙΜ • Μακρυγιάννη ΕΙΜ • Μπούκουρα ΕΙΜ • Γιατράκου ΕΙΜ
Ανθρώπινο σώμα	Παραδοσιακές φορεσιές σε κούκλα με κανονικές διαστάσεις ανθρώπου: • Φορεσιά Σουλιώτισσας ΕΙΜ • Φορεσιά Μανιάτισσας ΕΙΜ • Φορεσιά Γενναίου Κολοκοτρώνη ΕΙΜ • Παραδοσιακές γυναικείες από το Λαογραφικό Μουσείο Στεμνίτσας

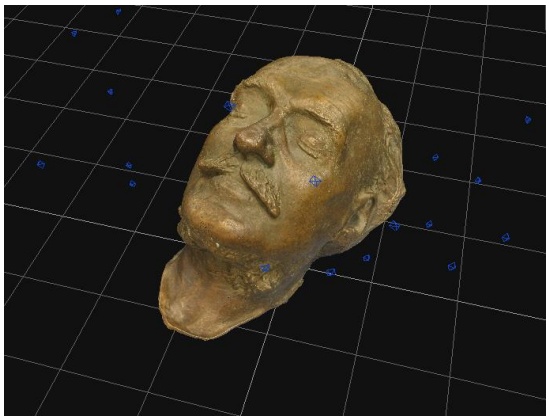
Πίνακας1: Κατηγοριοποίηση μοντέλων που φωτογραμμετρήθηκαν

Για την Φωτογραμμετρία των προσώπων των αγωνιστών του 1821 όπως καταγράφηκαν στα νεκρικά τους προσωπεία ακολουθήθηκε η διαδικασία όπως για οποιοδήποτε πρόσωπο. Μέλημα βασικό η σωστή αποτύπωση όλων των χαρακτηριστικών. Λεπτομέρειες όπως το χαρακτηριστικό της μύτης όπου πρέπει να αποτυπωθεί σωστά από μπροστά, πλάγια, πάνω και κάτω, τα αυτιά, το κάτω μέρος του λαιμού είναι πολύ σημαντικές. Επίσης ρυτίδες έκφρασης που προσδίδουν την κατάσταση και στοιχεία του χαρακτήρα.
Για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα έγινε η γενική αποτύπωση περιμετρικά του προσωπείου και στη συνέχεια έγιναν οι λήψεις των λεπτομερειών. Για τις λεπτομέρειες η μηχανή έπαιρνε και λήψεις με διαφορετικές κλίσεις. Μέλημα ήταν πάντα να αποφεύγονται κατά το δυνατό γυαλάδες που βρίσκονταν απέναντι στη συσκευή λήψης. Η συσκευή αυτή ήταν μια απλή κομπακτ Nikon coolpix. Ο φωτισμός ήταν του Μουσείου, δεν άλλαξε το ISO και μόνο στο νεκρικό προσωπείο του Κολοκοτρώνη, που είχε τη διαφοροποίηση ότι ήταν μαύρο, άλλαξε το White Balance σε συννεφιά. Το αποτέλεσμα έδωσε μια πιο γήινη αίσθηση στο τρισδιάστατο μοντέλο που ήταν επιθυμητή. Προγράμματα που αξιοποιήθηκαν ήτα το Reality Capture και το 3DfZefyr, σε επόμενο χρόνο το polycam για σύγκριση..

Εικόνα 1: Προσωπείο στην έκθεση

Εικόνα 2: Προσωπείο 3D

Εικόνα 3: Προσωπείο στην φωτογράφιση



Εικόνα 4: 3D Προσωπείο στο 3DfZefyr

4.2. Φωτογραμμετρία ανθρώπινου σώματος

Η Φωτογραμμετρία ανθρώπινου σώματος στην εργασία αυτή δοκιμάστηκε στις φορεσιές των Μουσείων. Το μέγεθος που είχαν οι κούκλες ήταν περίπου στο 1,70μ. Οι αναλογίες ήταν φυσιολογικές. Διατηρήθηκε η πόζα που είχαν που δεν ήταν T pose ή A pose που θα διευκόλυνε τη λήψη κάτω από τα χέρια. Επίσης δεν υπερυψώθηκαν ώστε να γίνει λεπτομερής λήψη από κάτω.

Η διαδικασία λήψης ξεκίναγε με μία γενική λήψη και στη συνέχεια σπειροειδώς από πάνω προς τα κάτω σε επικαλυπτόμενες ζώνες. Σημεία προσοχής κάτω από το σαγόνι, κάτω από τα χέρια, στα πόδια κάτω από το φόρεμα, ανάμεσα στα πόδια στην περίπτωση παντελονιού. Λόγω των περίτεχνων κεντημάτων και κοσμημάτων έγιναν πολλές λήψεις στις λεπτομέρειες των ενδυμασιών με πολλές διαφορετικές κλίσεις της μηχανής για την αποτύπωση τους. Η μηχανή ήταν στην αυτόματη λήψη και τα μοντέλα επεξεργαστήκαν στο Reality Capture, 3DfZefyr και σε επόμενο χρόνο και στο polycam για σύγκριση.

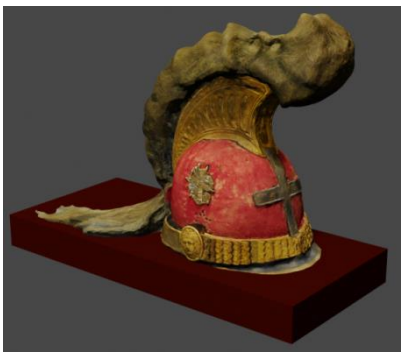
Εικόνα 5:Σουλιώτισσα λεπτομέρεια στο Μουσείο

Εικόνα 6: Σουλιώτισσα λεπτομέρεια 3D

Εικόνα 7: Φορεσιά Γενναίου Κολοκοτρώνη 3D πίσω - μπροστά

4.3. Φωτογραμμετρία στοιχείων περιβαλλόντων

Αντικείμενα καθημερινής χρήσης, μικρής κλίμακας που τοποθετούνται δηλαδή πάνω σε τραπέζι, ήταν αυτά που φωτογραφήθηκαν με τη μέθοδο της Φωτογραμμετρίας. Λόγω της φθοράς του χρόνου και του σκεβρώματος αποφεύχθηκε η περιστρεφόμενη βάση και έγινε κίνηση της κάμερας γύρω από το αντικείμενο. Και πάλι η λήψεις ήτα σπειροειδώς με επικάλυψη από πάνω προς τα κάτω. Στο τέλος γίνονταν οι λήψεις των λεπτομερειών με επιπλέον κλίσης την κάμερα. Αντικείμενα όπως η τσότρα του Μακρυγιάννη (εικ.10), η περικεφαλαία του Κολοκοτρώνη (εικ.9), λίθινο γουδί που δεν είχαν γυαλάδες αποδόθηκαν με επιτυχίας ως τρισδιάστατα μοντέλα. Όπλα και σπαθιά τα οποία είχαν έντονες γυαλάδες δεν πέτυχαν. τα μοντέλα επεξεργαστήκαν στο Reality Capture, 3DfZefyr και σε επόμενο χρόνο και στο polycam για σύγκριση.



Εικόνα 9: Περικεφαλαία 3D

Εικόνα 10: Τσότρα 3D

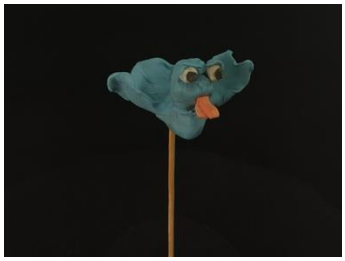
5. Μελέτη περίπτωσης αξιοποίησης της Φωτογραμμετρίας σε ταινία animation

Στην περίπτωση μελέτης περίπτωσης σε ταινία αξιοποιήθηκε η Φωτογραμμετρία στο υπο δημιουργία animation μικρού μήκους «Ανοιχτά Φτερά». Με βάση την κατηγοριοποίηση που δημιουργήθηκε παραπάνω πραγματοποιήθηκε Φωτογραμμετρία χαρακτήρων μικρής κλίμακας, στα πουλιά, αυτοκίνητο με μέσο λήψης κινητό τηλέφωνο xiaomi redmi note 10. Δημιουργήθηκε εσωτερικό στούντιο με περιστρεφόμενο τραπεζάκι. Η δεύτερη κατηγορία στα περιβάλλοντα ήταν μεσαίας κλίμακας για τον κάδο σκουπιδιών σε εξωτερικό χώρο με κίνηση γύρω από το αντικείμενο. Η Τρίτη κατηγορία ήτα μεγάλης κλίμακας αντικείμενο, πλοίο στο λιμάνι της Ελευσίνας όπου έγινε φωτογράφηση με drone Dj mavic mini pro.

5.1. Φωτογραμμετρία χαρακτήρων

Όσον αφορά στους χαρακτήρες, τα πουλάκια της ταινίας, ήταν δημιουργίες του Σπύρου Σιάκα από πλαστελίνη. Ανήκουν με βάση την πιο πάνω κατηγοριοποίηση στο εύπλαστο υλικό της πλαστελίνης. Αλλά επίσης η λεπτότητα των φτερών δεν επέτρεπε το αντικείμενο να το ακουμπάμε και να το γυρνάμε γιατί άλλαζε το σχήμα. Έτσι τα πουλιά στηρίχτηκαν σε ξύλινο καλαμάκι (εικ11,12,13) και αυτό καρφώθηκε σε ειδική πήλινη βάση (εικ. 13) που διαμορφώθηκε με δυο υποδοχές. Κάθε υποδοχή οδηγούσε το καλαμάκι σε διαφορετική κλίση για να μπορεί το περιστρεφόμενο αντικείμενο να φωτογραφίζεται με ακρίβεια και στην κάτω μεριά. Για επιπλέον σταθερότητα υπήρχε και ενίσχυση με πλαστελίνη.

Εικόνα 11: Σπίνος



Εικόνα 12: Πουλί μπλέ

Εικόνα 13: Πουλί μαύρο

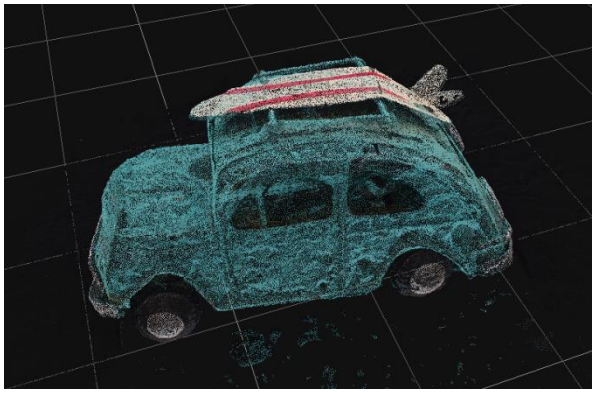
Φωτισμός αξιοποιήθηκε φυσικό φως από παράθυρο και ισορροπούσε με τεχνητό φως από την αντίθετη πλευρά. Το ISO της μηχανής ρυθμίστηκε στο 600. Βελουτέ μαύρο, αλλά και πράσινο σκούρο για το μαύρο πουλάκι, χαρτί περιέβαλε την περιοχή κάτω από το περιστρεφόμενο τραπέζι μέχρι ψηλά τον τοίχο πίσω από το αντικείμενο. Τα αποτελέσματα της Φωτογραμμετρίας ήταν πολύ ικανοποιητικά με το πρόγραμμα 3DfZefyr lite και υπολογιστή HP Victus (16 RAM, AMDryzen 7 και RTX3060).
Με πόδια φωτογραμμετρήθηκε ο σπίνος (εικ. 14) τα οποία στ συνέχεια μέσω του Blender αντιγράφηκαν και στα άλλα πουλιά (εικ. 15).

Εικόνα 14: Σπίνος

Εικόνα 15: Πουλί γκρ

5.2. Φωτογραμμετρία στοιχείων περιβαλλόντων

Αξιοποιήθηκε μικρής κλίμακας Φωτογραμμετρία για αυτοκίνητο παιχνίδι το οποίο περιστρεφόταν με το χέρι χωρίς περιστρεφόμενη βάση, σε μαύρο βελουτέ χαρτί. Αυτό έγινε γιατί το αντικείμενο ήταν μεταλλικό και άρα άνηκε στην υποκατηγορία όχι των εύπλαστων υλικών αλλά των σκληρών. Εσωτερικό στούντιο αυτό που αξιοποιήθηκε και για τα πουλιά. Ρυθμίσεις και συνθήκες ίδιες.



Εικόνα 16: Νεφος σημείων στο 3DfZefyr

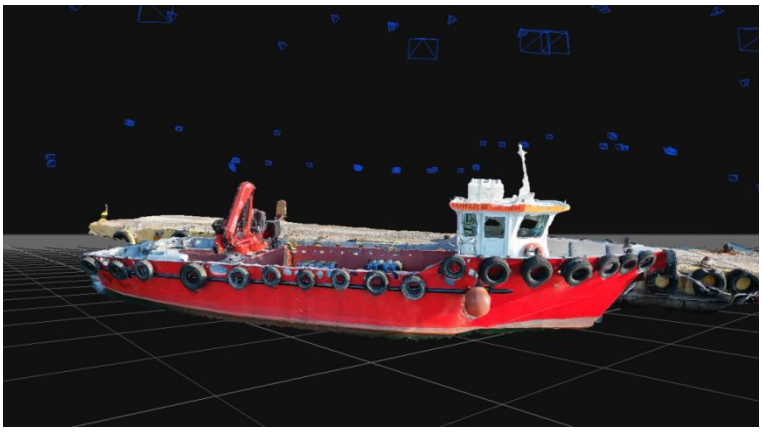
Εικόνα 17: 3D μοντελο στο 3DfZefyr

Στην περίπτωση μεσαίας κλίμακας αξιοποιήθηκε για τον κάδο σκουπιδιών (εικ. 18) με κινητό με περιστροφή γύρω από το αντικείμενο το οποίο ήταν σε σκιά και η ώρα ήταν 9 το πρωί. Περιοχή Ίλιον Αττικής. Στην περίπτωση της εξέλιξης της διαδικασία σε εξωτερικό χώρο έχει μεγάλη σημασία για να είναι διάχυτος ο φωτισμός ή ώρα της ημέρας ώστε να μην έχουμε έντονες σκιές, ο καιρός όπου η συννεφιά δημιουργεί μια ιδανική συνθήκη και ένα σκιερό μέρος αν δεν έχουμε αυτή τη συνθήκη.

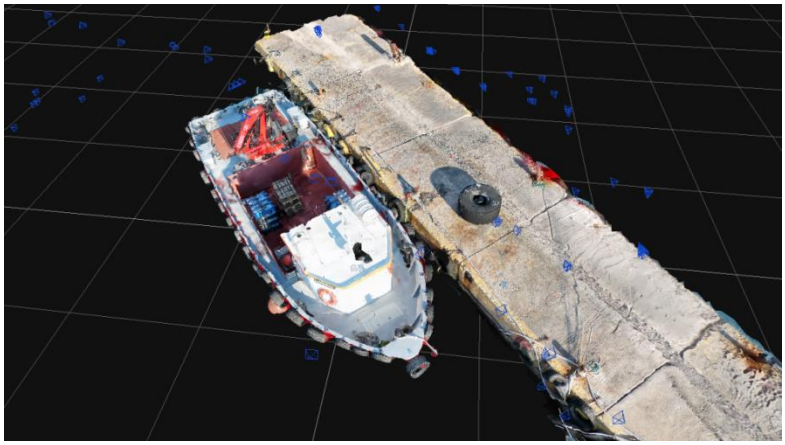
Εικόνα 18: Κάδος σε σκηνικό στο Blender

Η δεύτερη περίπτωση κατηγορίας είναι η μεγάλης κλίμακας με χρήση drone. Πρόκειται για πλοίο στο λιμάνι της Ελευσίνας, άρα σε εξωτερικό χώρο και ισχύουν όσα αναφέρθηκαν παραπάνω. Επίσης επιπλέον βοήθεια προσφέρει όταν η κάμερα παίρνει μικρή κλίση για να αποφεύγεται τυχόν φωτεινή πηγή καθώς το drone πετάει σε ύψος. Ο άνεμος επίσης είναι μια παράμετρος που λαμβάνουμε υπόψη για την πτήση.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση οι συνθήκες ήταν: άνεμος 4Β με ριπές 5Β, ηλιοφάνεια και ώρα 15:30 χειμώνας 12/2/23. Μια συνθήκη επίσης ήταν οι αντανακλάσεις της θάλασσας. Για να γίνει η πτήση ζητήθηκε άδεια στο συγκεκριμένο σημείο, έγινε καταγραφή του κινητού και επιτράπηκε η πτήση. Διάρκεια πτήσης 29 λεπτά. Αν θέλαμε να συνεχίσουμε έπρεπε να γίνει φόρτιση της μπαταρίας. Πρόγραμμα φωτογραμμετρίας 3DfZefyr και σύγκριση με το polycam.



Εικόνα 19: Πλοίο στο 3DfZefyr, από πλάι

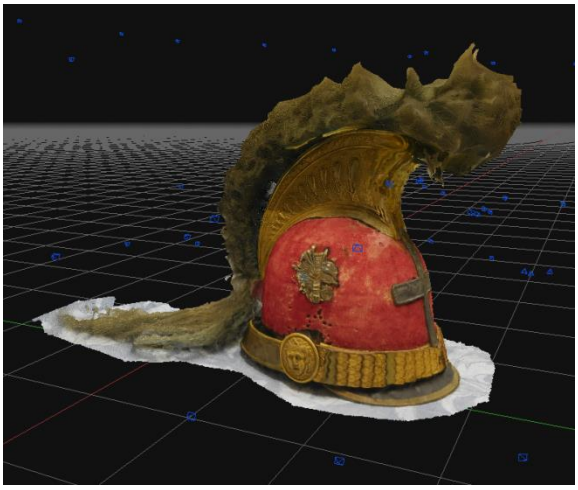


Εικόνα 20: Πλοίο στο 3DfZefyr, από πάνω

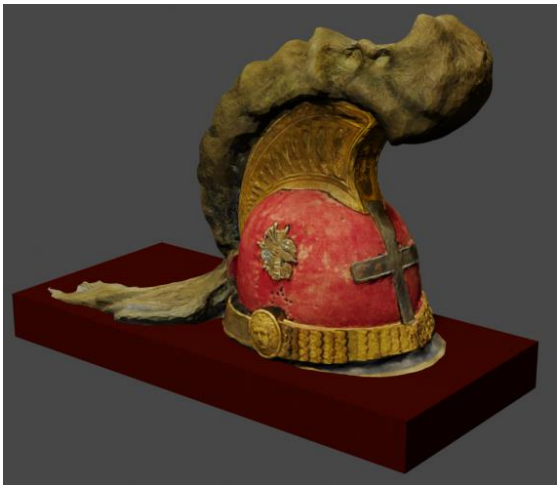
Εικόνα 21: Πλοίο στο polycam, από πλάι

6. Σύγκριση των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν

Στην εργασία αυτή η Φωτογραμμετρία έγινε σε διαφορετικούς χώρους, διαφορετικό χρόνο κάθε φορά αλλά και για τα ίδια αντικείμενα αξιοποιήθηκε σε δεύτερο χρόνο νέο λογισμικό για να γίνει η σύγκριση των αποτελεσμάτων. Τα προγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν συνολικά είναι όπως είδαμε και παραπάνω τα: Reality Capture, 3dFzefyr και πιο πρόσφατα ξαναπέρασαν οι φωτογραφίες και στο polycam από κάποια μοντέλα πιο απαιτητικά για να γίνει η σύγκριση.
Όλα τα προγράμματα λειτούργησαν αποδοτικά και έδωσαν ωραία αποτελέσματα. Η εξέλιξη τους τα κάνει ακόμα πιο γρήγορα και αποδοτικά. Έτσι ένα μοντέλο φορεσιάς που το 2019 έπαιρνε 2 μισή ώρες για να γίνει σήμερα στο 3dFzefyr παίρνει περίπου μισή ώρα. Reality Capture το 2919 ήταν πιο γρήγορο. Για την αξιολόγηση και του polycam αξιοποιήθηκαν δύο πιο δύσκολα μοντέλα. Αυτό της φορεσιάς του Γενναίου Κολοκοτρώνη (εικ. 24, 25) και η περικεφαλαία του Κολοκοτρώνη.



Εικόνα 22: Περικεφαλαία στο 3DfZefyr



Εικόνα 23: Περικεφαλαία στο Blender από polycam

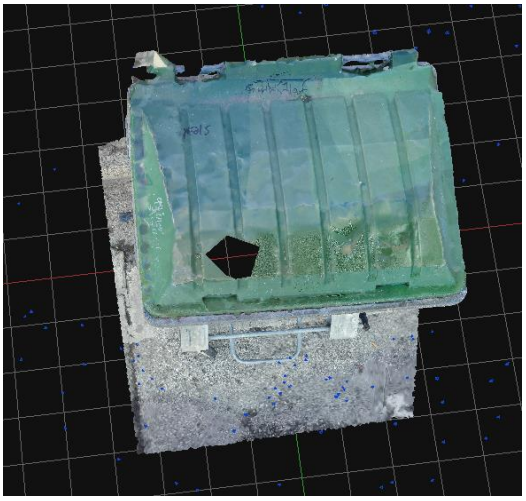
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αποτύπωση του μοντέλου της φορεσιάς ήταν άριστη σε πολύ σύντομο χρόνο, 13 λεπτά συγκριτικά με το 3d FZefyrLight 7.009 όπου πήρε 22 λεπτά και τα αποτελέσματα ήταν επίσης άριστα με μια μικρή υπεροχή του polycam ως προς το πιο φίνο απ0τέλεσμα. Στην περικεφαλαία όμως είχαμε υπεροχή στην αποτύπωση των τριχών της περικεφαλαίας από το polycam (εικ 22). Το συνολικό μοντέλο γενικά ήταν άριστο και από τα δυο λογισμικά. Σε χρόνο πάλι υπερτέρησε το polycam με περίπου 12 λεπτά έναντι 16 στο 3dFzefyr Lite7.009. Επίσης ο κάδος σκουπιδιών αξιοποιήθηκε ως μοντέλο μεσαίας κλίμακας σε εξωτερικό χώρο από τη την ταινία «Ανοιχτά φτερά» για σύγκριση. Αποτυπώθηκε και από τα δυο λογισμικά, με υπεροχή πάλι στο polycam που δεν είχε καμία τρύπα το μοντέλο (εικ. 26) ενώ στο 3dFZefyr υπήρξε μία (εικ. 27).
Έτσι μιλάμε για δυο πού δυνατά λογισμικά όπου το ένα μας δίνει δυνατότητα δωρεάν αξιοποίησης του με 50 φωτογραφίες και συνεχή εξέλιξη σε αποδοτικότητα και ταχύτητα. Πρόκειται για πρόγραμμα που το έχουμε εγκατεστημένο στον υπολογιστή μας. Από τη άλλη μεριά το polycam είναι εφαρμογή που τρέχει online, είναι πολύ γρήγορο, με άριστη απόδοση στο τελικό αποτέλεσμα και δυνατότητα να κατέβει το μοντέλο μας σε πολλούς τύπους αρχείων. Επιπλέον πλεονέκτημα ότι με το κινητό μας ανά πάσα στιγμή όπου και να βρεθούμε μπορούμε να δημιουργήσουμε τρισδιάστατα μοντέλα.

Στην σύγκριση δεν περιλάβαμε το Reality Capture καθώς το 3DfZefyr καλύπτει πλήρως τις ανάγκες από απόδοση και ταχύτητα κι έχει μια σταθερή τιμολογιακή πολιτική με το επιπλέον χαρακτηριστικό της πλήρως λειτουργικής δωρεάν εφαρμογής για 50 φωτογραφίες. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για εκπαιδευτικούς σκοπούς

Εικόνα 24: Φορεσιά Γενναίου Εικόνα Κολοκοτρώνη στο 3DfZefyr

Εικόνα 25: Φορεσιά Γενναίου Κολοκοτρώνη στο polycam

Εικόνα 26: Κάδος σκουπιδιών με το Polycam



Εικόνα 27: Κάδος σκουπιδιών με το 3DfZefyr

Συμπεράσματα

Από την εργασία αυτή είναι προφανές ότι η Φωτογραμμετρία είναι μια διαδικασία που συνεισφέρει και θα συνεχίσει όλο και πιο δυναμικά σε όλες τις μορφές οπτικοακουστικής δημιουργίας και στο animation για ταινίες αλλά και gamification εφαρμογές. Οι εξελίξεις στα λογισμικά και ειδικά η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα, δίνει τη δυνατότητα ελευθερίας και ανά πάσα στιγμής αποτύπωσης μοντέλων. Επίσης η τιμές πλέον είναι πολύ προσιτές ακόμα και για ελεύθερους δημιουργούς.
Όσον αφορά στο animation έγινε μια κατηγοριοποίηση που αφορά χαρακτήρες και περιβάλλοντα και άλλη μια με βάση το υλικό τον αντικείμενων που πρόκειται να φωτογραμμετρηθούν. Αυτή βοηθάει στο να είναι πιο ξεκάθαρες οι συνθήκες και τα μέσα που θα χρειαστεί ο εκάστοτε δημιουργός και πως θα γίνει η διαχείριση των μοντέλων. Επίσης επισημάνθηκε ότι η Φωτογραμμετρία μέσα στα Μουσεία είναι μια διαδικασία ξεχωριστή και

πολλοί παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όπως ότι δεν μπορούμε να αγγίζουμε τα αντικείμενα και ότι μπορεί το περιβάλλον γύρω να έχει αντανακλάσεις. Η κλίση κατά περίπτωση της συσκευής λήψης και η αξιοποίηση μέσων όπως χαρτί του μέτρου ή ότι άλλο κριθεί μπορεί να λειτουργήσουν βοηθητικά. Απαραίτητη πάντα είναι η επιτόπια επίβλεψη του χώρου πριν τη μέρα της φωτογράφησης.
Σε σχέση με την Φωτογραμμετρία σε εξωτερικούς χώρους η ώρα και η καιρική συνθήκη παίζουν σημαντικό ρόλο. Μέρα με συννεφιά είναι ιδανική συνθήκη. Επίσης για την πτήση με drone η ένταση του ανέμου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, επίσης και το πόση διάρκεια χρειάζεται καθώς μπορεί να χρειαστεί να φορτιστεί η μπαταρία της συσκευής. Η κλίση της κάμερας και σε αυτή την περίπτωση για αποφυγή φωτεινών πηγών μπορεί να βοηθήσει.
Η εξέλιξη των λογισμικών είναι ραγδαία και βελτιώνονται συνέχεια τόσο στην αποτύπωση των μοντέλων όσο και στην ταχύτητα επεξεργασίας. Μεγάλη αύξηση έχουν και οι εφαρμογές για κινητά όπου τα αποτελέσματα της τρισδιάστατης αποτύπωσης μπορεί να είναι πολλές φορές και καλύτερη από τα λογισμικά για υπολογιστή. Αυτό αναδείχτηκε και στη σύγκριση του 3dFZephyr με το polycam. Η δυνατότητα ενός λογισμικού να δουλεύει απευθείας στο κινητό τηλέφωνο δίνει τη δυνατότητα επιτόπιας αποτύπωσης μοντέλων οπουδήποτε (ubiquitous) και επίσης ελέγχου του αποτελέσματος. Επιπλέον άμεση επεξεργασία και ανάρτηση του μοντέλου σε αποθετήριο του προγράμματος μπορεί να είναι βοηθητικό για την παρουσίαση του μοντέλου χωρίς επιπλέον κόπο. Από την άλλη μεριά ένα πολύ καλό πρόγραμμα φωτογραμμετρίας σε σταθερό υπολογιστή μας δίνει τη δυνατότητα να το έχουμε για πάντα χωρίς να εξαρτόμαστε από cloud υπηρεσίες. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα στο 3dFZephyr είναι και η πλήρως λειτουργική δωρεάν έκδοση για 50 φωτογραφίες.
Πολύ σημαντική στη συνέχεια είναι η επεξεργασία των μοντέλων με σκοπό να μικρύνει ο όγκος του αρχείου, να είναι το πλέγμα κατάλληλο για animation, και να κλείσουν οι όποιες τρύπες. Είναι επίσης σημαντικά ζητήματα που θα διερευνηθούν σε επόμενη εργασία.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Bemis S.P. et al. (2014). *Ground-based and UAV-Based photogrammetry: A multi-scale, highresolution mapping tool for structural geology and paleoseismology*. Journal of Structural Geology 69 (2014) 163e178

Doulamis, Anastasios, et al. (2020. *Automatic 3d modeling and reconstruction of cultural heritage sites from twitter images.* Sustainability 12.10 (2020): 4223.

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

Kontogianni G & Koutsaftis C. & Skamantzari M. & Georgopoulos A. and Chrysanthopoulou C. (2016). Developing and Exploiting 3D Textured Models for a Serious Game Application. *8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), Barcelona, 2016, pp. 1-4*

Lampropoulou, Anastasia & Siakas, Spyros. (2022). *The Value of 3D Modeling of Cultural Heritage Monuments with the Method of Digital Photogrammetry for Use in Augmented Reality Applications*. 10.1007/978-3-031-20253-7_7.

Σιάκας Σ. (2017). Τρισδιάστατος Σχεδιασμός και Animation. Παραδοσιακές Stop Motion Τεχνικές και ΤρισδιάστατοAnimation σε ΗΥ στο Blender 3d. *Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, 9, 205-214*

Τσάκαλη Π. (2018). *Φωτογραμμετρία κι επεξεργασία ψηφιακών εικόνων. Τμήμα μηχανικών βιομηχανικής σχεδίασης και Παραγωγής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. Φωτογραμμετρικών Σταθμών*. Τμήμα ηλεκτρονικών μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών. Πολυτεχνείο Κρήτης.

Bryant Frazer. The Future of Filmmaking: Cinematography in the Age of Photogrammetry Ανακτήθηκε Μάρτιος,5 2023, από https://blog.frame.io/2021/06/14/photogrammetry-future-of- filmmaking/