



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακή εργασία

**Γεωμετρική τεκμηρίωση των Ρωμαϊκών Λουτρών
Αμαθούντας με συγχώνευση δεδομένων RTK/PPK UAV και
TLS**

Γεώργιος Καφατάρης

Λεμεσός, Μάιος 2023

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μεταπτυχιακή εργασία

Γεωμετρική τεκμηρίωση των Ρωμαϊκών Λουτρών Αμαθούντας με
συγχώνευση δεδομένων RTK/PPK UAV και TLS

του

Γεώργιου Καφατάρη

Λεμεσός, Μάιος 2023

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή εργασία

Γεωμετρική τεκμηρίωση των Ρωμαϊκών Λουτρών Αμαθούντας με συγχώνευση δεδομένων RTK/PPK UAV και TLS

Παρουσιάστηκε από

Γεώργιο Καφατάρη

Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτριος Σκαρλάτος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Όνομα και ιδιότητα

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Όνομα και ιδιότητα

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2023

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Γεώργιος Καφατάρης, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το πέρας της εκπόνησης της μεταπτυχιακής εργασίας, θέλω να ευχαριστήσω από καρδιάς όλους τους καθηγητές του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου, για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών σπουδών μου.

Θέλω να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Δημήτριο Σκαρλάτο για τις γνώσεις που μου μετέδωσε τα τελευταία τέσσερα χρόνια και που έδειξε εμπιστοσύνη προς το πρόσωπο μου με την ανάθεση αυτής της τόσο ενδιαφέρουσας μεταπτυχιακής εργασίας. Μέσα από τη μεταπτυχιακή εργασία, μου έδωσε κίνητρο στο να ψάξω, να διαβάσω, να κατανοήσω και να πειραματιστώ με νέες τεχνολογίες που έχουν εισέλθει στον κλάδο μας τα τελευταία χρόνια. Μέσα από καθοδήγηση και τις γνώσεις του, με βοήθησε να φέρω εις πέρας αυτή την τόσο ενδιαφέρουσα μεταπτυχιακή εργασία.

Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τον Υποψήφιο Διδάκτορα κ. Μαρίνο Βλάχο που ήταν δίπλα μου σε κάθε στιγμή, και έλυνε τυχόν απορίες σχετικές με τη εργασία.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς το Τμήμα Αρχαιοτήτων Κύπρου, για την άδεια πρόσβασης στον αρχαιολογικό χώρο της Αμαθούνας και τον κ. Βιολάρη για τη βοήθειά και τις πολύτιμες πληροφορίες που μας έδωσε για την περιοχή των Ρωμαϊκών Λουτρών.

Τελειώνοντας, θέλω να ευχαριστήσω τον πατέρα μου Λοΐζο και τη μητέρα μου Σκεύη, για τις θυσίες που έχουν κάνει για μένα όλα αυτά τα χρόνια, ώστε να ολοκληρώσω τον δεύτερο κύκλο των σπουδών μου και να επιτύχω έναν ακόμη από τους στόχους μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγχώνευση (Fusion) γεωματικών τεχνικών διαφορετικής ακρίβειας και ανάλυσης έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς τα τελευταία χρόνια σε εφαρμογές γεωμετρικής τεκμηρίωσης για 3D αναπαράσταση αρκετών αρχαιολογικών χώρων. Σε αυτή τη μεταπτυχιακή εργασία διερευνήθηκε η περίπτωση των Ρωμαϊκών Λουτρών Αμαθούντας που βρίσκεται στη Λεμεσό της Κύπρου.

Για την παραγωγή του τελικού προϊόντος χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές εναέριας φωτογραμμετρίας UAV και επίγειας σάρωσης λέιζερ (TLS). Η γεωαναφορά των φωτογραμμετρικών δεδομένων βασίστηκε σε άμεση γεωαναφορά (DG) με PPK διορθώσεις στις αρχικές θέσεις RTK των εικονοκέντρων, ενώ η γεωαναφορά TLS βασίστηκε σε στόχους.

Ο κύριος ερευνητικός στόχος αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας ήταν να εξετάσει την αξιοπιστία των φωτογραμμετρικών δεδομένων PPK χωρίς τη χρήση φωτοσταθερών σημείων (GCPs), καθώς και πόσο καλά μπορούν να συγχωνευθούν με δεδομένα TLS. Επίσης, οι δύο τεχνικές συλλογής συγκρίθηκαν και αποδείχθηκε ότι οι εναέριες εικόνες ανάλυσης 0.005m και οι σαρώσεις ανάλυσης 0.0061/10m μπορούν να συγχωνευθούν ποιοτικά. Σε αυτή τη μεταπτυχιακή εργασία θα παρουσιαστούν όλα τα βασικά στάδια μέχρι τη δημιουργία του τελικού 3D φωτορεαλιστικού προϊόντος. Η μεταπτυχιακή εργασία διαχωρίζεται στα εξής κεφάλαια:

- Στο **πρώτο** κεφάλαιο παρουσιάζεται η περίπτωση μελέτης, κάποιες βασικές θεωρητικές έννοιες και γίνεται ανασκόπηση σχετικής βιβλιογραφίας.
- Στο **δεύτερο** κεφάλαιο παρουσιάζεται ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε.
- Στο **τρίτο** κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη παραγωγή των τελικών παραδοτέων.
- Στο **τέταρτο** κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα στάδια επεξεργασίας και τα αποτελέσματα.
- Στο **πέμπτο** κεφάλαιο διεξάγεται σχολιασμός και εξάγονται τα τελικά συμπεράσματα που προέκυψαν.

Λέξεις κλειδιά: RTK, PPK, Μη επανδρωμένο αεροσκάφος, Εναέρια φωτογραμμετρία, Αεροτριγωνισμός, Άμεση γεωαναφορά, Επίγειος σαρωτής λέιζερ, Νέφος σημείων, 3D μοντέλο, Ορθοφωτοχάρτης, Τομές.

ABSTRACT

Fusion of geomatic techniques of different accuracy and resolution has been extensively used in recent years in geometric documentation applications for 3D representation of several archaeological sites. In this master's thesis, the case of the Roman Baths of Amathus in Limassol, Cyprus was investigated.

UAV aerial photogrammetry and terrestrial laser scanning (TLS) techniques were fused to produce the final product. The georeference of the photogrammetric data was based on direct georeference (DG) with PPK corrections to the initial RTK positions of the image centers, while the TLS georeference was based on targets.

The main research objective of this master's thesis was to examine the reliability of PPK photogrammetric data without the use of ground control points (GCPs), as well as how well they can be integrated with TLS data. Also, the two acquisition techniques were compared and indicated that the 0.005m resolution images and 0.0061/10m resolution scans can be qualitatively fused. In this master's thesis, all the basic stages up to the generation of the final 3D photorealistic product will be presented. The master's thesis is divided into the following chapters:

- In the **first** chapter, the case study is presented, some basic theoretical concepts and relevant literature is reviewed.
- The **second** chapter presents the equipment used.
- The **third** chapter presents the methodology followed to create the final deliverables.
- In the **fourth** chapter, all processing stages and results are presented.
- In the **fifth** chapter, commentary is conducted and the final conclusions reached are explained.

Keywords: RTK, PPK, Unmanned aerial vehicle, Aerial photogrammetry, Aerial triangulation, Direct georeference, Terrestrial laser scanner, Point cloud, 3D model, Orthophoto map, Sections.