



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Πανεπιστημιούπολη 1 Αγ. Σπυρίδωνα 28, 122 43 ΑΙΓΑΛΕΩ, τηλ.: 210 5385854, fax: 210 5911442, email: geo@uniwa.gr
Πληροφορίες: Ν. Ρουφάνη

ΘΕΜΑ: Στοιχεία Καρυπίδη Συμεών,
Υποψήφιου Διδάκτορος

ΠΡΟΣ: -Για ανάρτηση

ΣΧΕΤ.:

ΚΟΙΝ.:

ΟΝΟΜΑ Υποψ. Διδάκτορος: Καρυπίδης Συμεών

ΟΝΟΜΑ Επιβλ. Καθηγητή: Πέτσα Ελένη, Καθηγήτρια του Τμήματος

ΤΙΤΛΟΣ Διδακτορικής Διατριβής: "Ανάπτυξη, διερεύνηση και αξιολόγηση εναλλακτικών αυτόματων φωτογραμμετρικών μεθοδολογιών για την αντιμετώπιση εφαρμογών στις γεωεπιστήμες με απαιτήσεις μεγάλης συχνότητας εφαρμογής, με κύρια έμφαση στην παρακολούθηση περιοχών επιφανειακών εξορύξεων".

ΠΕΡΙΛΗΨΗ Διδακτορικής Διατριβής: Βασικός στόχος της προτεινόμενης διατριβής είναι να αναπτύξει, να διερευνήσει και να αξιολογήσει, θεωρητικά και πρακτικά, εναλλακτικές μεθοδολογίες για την φωτογραμμετρική αντιμετώπιση εφαρμογών στις γεωεπιστήμες, με κύρια έμφαση σε περιοχές επιφανειακών εξορύξεων. Ζητούμενο της διατριβής είναι να αναπτυχθούν τεχνικές προσαρμόσιμες στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εκάστοτε εφαρμογής προκειμένου να ικανοποιούνται, κατά το δυνατόν αποτελεσματικότερα, τα κριτήρια του μικρού χρόνου και κόστους (επομένως και της μεγάλης συχνότητας εφαρμογής), όσο βέβαια και της ακρίβειας των τελικών προϊόντων. Από την σκοπιά αυτή θα μελετηθούν όλα τα επιμέρους στάδια μιας ροής φωτογραμμετρικού SfM/UAV. Ενδεικτικά, βασικές πλευρές της όλης διαδικασίας που θα εξεταστούν αναλυτικά είναι και οι εξής:

- Όσον αφορά την ίδια την συλλογή των δεδομένων, είναι γνωστό πως τα σύγχρονα UAV είναι σε θέση να φέρουν, εκτός των συμβατικών μηχανών RGB, και ελαφρές πολυφασματικές, θερμικές υπέρυθρες αλλά και υπερφασματικές μηχανές. Εδώ θα εξεταστεί κατά πόσον μπορούν να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες ειδικά των τελευταίων, οι οποίες παρέχουν μεν πολύ λεπτομερή φασματική πληροφορία όμως με χωρική ανάλυση γενικά μικρότερη από εκείνη των μηχανών RGB. Οι περισσότερες από αυτές είναι γραμμικοί σαρωτές, ένα μοντέλο που περιπλέκει τα πράγματα από γεωμετρική άποψη και πρέπει να μελετηθεί.

- Βασική πλευρά της φωτογραμμετρικής διαδικασίας είναι η γεωμετρία των λήψεων που εμπλέκει πολλούς παράγοντες. Σε αντίθεση με όσα συχνά αναφέρουν στην βιβλιογραφία μη ειδικοί χρήστες, ο προσεκτικός σχεδιασμός λήψεων – σε συνάρτηση πάντοτε με την μορφολογία του εκάστοτε αντικειμένου ενδιαφέροντος (έκταση, σχήμα και κατανομή αναγλύφου) αλλά και τις απαιτήσεις ακρίβειας – είναι σημαντική προϋπόθεση επιτυχίας. Εκτός από το είδος μηχανής/φακού, η μελέτη αυτή περιλαμβάνει κυρίως τον σχεδιασμό της θέσης και διεύθυνσης των πτήσεων, ήτοι τις κλίμακες των εικόνων και την πληρότητα κάλυψης των 3D επιφανειών.

- Κρίσιμο ζήτημα σε πρακτικές εφαρμογές SfM/UAV είναι και εκείνο του εξωτερικού ελέγχου που, όπως έχει προαναφερθεί, θεωρείται σοβαρή "επιβάρυνση" της όλης διαδικασίας. Μια πλευρά του ζητήματος αφορά φυσικά το πλήθος και την κατανομή των Φ/Σ, ανάλογα πάντοτε με την μορφολογία

του εδάφους. Ωστόσο, καίριο ερώτημα είναι και το κατά πόσον το φωτογραμμετρικό πρόβλημα είναι δυνατόν να αντιμετωπίζεται – υπό όρους – και με παντελή απουσία Φ/Σ (ή έστω ελαχιστοποίηση του αριθμού τους). Αυτό δεν αφορά μόνο τον περιορισμό του κόστους (ιδίως σε περιπτώσεις τακτικής παρακολούθησης μεταβολών), αλλά και δυσπρόσιτες ή απρόσιτες περιοχές, όσο και καταστάσεις επείγουσας ανάγκης όπου δεν υπάρχει χρόνος να ιδρυθούν Φ/Σ. Θα εξεταστούν και θα αξιολογηθούν εδώ οι εναλλακτικές λύσεις να αξιοποιούνται, ως στοιχεία γεωαναφοράς, προϋπάρχουσες αποτυπώσεις και, κυρίως, η δημιουργία DTM μερους και του αμετάβλητου περιβάλλοντος χώρου σε επαναλαμβανόμενες μελέτες, όσο ενδεχομένως και η δυνατότητα για άμεση γεωαναφορά (direct georeferencing) με φερόμενα συστήματα GPS/IMU.

- Οποιαδήποτε στις δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις, αλλά ενίοτε ακόμα και όταν διατίθεται Φ/Σ, είναι αναγκαία η προβαθμονόμηση (precalibration) της μηχανής λήψης. Θα αξιολογηθούν εδώ εναλλακτικές επιλογές για βαθμονόμηση της μηχανής, με έμφαση κυρίως σε πολυεικονικές μεθόδους με χρήση απλών 2D πεδίων ελέγχου όσο και στην αυτοβαθμονόμηση μπλοκ εικόνων χωρίς καμία εξωτερική πληροφορία.

- Η μέθοδος συνόρθωσης δέσμης (συχνά με αυτοβαθμονόμηση) είναι η ίσως η πιο “σκοτεινή”, για μη ειδικούς χρήστες, πλευρά μιας διαδικασίας SfM. Μεταξύ των στόχων της διατριβής είναι να διατυπωθούν κατά το δυνατόν απλά και κατανοητά στον απλό χρήστη κριτήρια για αξιολόγηση και ενδεχομένως διόρθωση του αποτελέσματος.

- Ειδικά για την περίπτωση ογκομετρήσεων, θα αξιολογηθούν πρακτικά οι διαφορές 2.5D και 3D αναπαραστάσεων του αναγλύφου.

- Τέλος, φιλόδοξη πρόθεση της διατριβής είναι ερευνήσει και σε ποιον βαθμό θα ήταν δυνατόν να μειωθεί η συχνότητα εφαρμογής μεθόδων SfM/UAV με την, κατά περίπτωση, μερική αντικατάσταση ή συμπλήρωσή τους με πολύ φθηνότερες επίγειες τεχνικές SLAM (εξελιγμένη τεχνική για την ταυτόχρονη δημιουργία χάρτη άγνωστου περιβάλλοντος από εικόνες και παρακολούθηση της πορείας της μηχανής σε αυτό). Προσδοκώμενο αποτέλεσμα της διατριβής είναι η διατύπωση, τεκμηρίωση και επαλήθευση εναλλακτικών μεθοδολογιών και κριτηρίων για την αυτόματη 3D ανακατασκευή επιφανειών, αποκλειστικά από εικόνες, που θα ικανοποιεί, ανά περίπτωση εξεταζόμενου αντικειμένου, τις απαιτήσεις σε ευελιξία, οικονομικότητα, ταχύτητα και αξιοπιστία.

ΜΕΛΗ Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

-Επιβλέπων: **Ελένη Πέτσα**, Καθηγήτρια του Τμήματος Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής – Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας κ’ Γεωπληροφορικής

- Βασίλειος Ανδριτσάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής του τμήματος-ΠΑΔΑ

- Λάζαρος Γραμματικόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής του τμήματος-ΠΑΔΑ

NAME OF PhD CANDIDATES: Karypidis Symeon

SUPERVISOR’S NAME: Eleni Petsa, **Professor UNI.W.A.** Department of Surveying & Geoinformatics Engineering

TITLE OF DOCTORAL THESIS: Development and evaluation of alternative automatic UAV/photogrammetric methodologies for regular mapping in geosciences, focusing on surface mine monitoring.

SUMMARY OF DOCTORAL THESIS: Main subject of the proposed thesis is to develop, investigate and evaluate alternative methodologies for automatic photogrammetric applications in geosciences, both theoretically and practically, mainly focusing on systematic monitoring of surface mining areas. Its objective is to develop techniques adaptable to the particular characteristics of each application in order to efficiently meet the criteria of short time and low cost, but also of the required high frequency of application, as well as those of accuracy of the end-products. From this point of view, all individual stages of SfM/UAV photogrammetric work-flows will be studied.

In particular, key aspects of the whole process to be studied in detail are, among others, the following:

- Regarding data collection itself, UAVs can now carry, besides conventional RGB cameras, also lightweight

multispectral, thermal infrared and hyperspectral cameras. It will be examined whether and how the potential of the latter can be exploited, since they provide detailed spectral information, but with spatial resolution generally inferior to that of RGB cameras. These are mostly linear scanners, a model complicating matters geometrically which needs to be studied.

- A further key aspect of the photogrammetric process is the geometric configuration of image acquisition which involves many factors. Contrary to what is often believed by non-specialist users, careful flight planning – always depending on the morphology of the object of interest (shape, size, relief etc.) and accuracy requirements – is an important prerequisite for success. In addition to the type of camera/lens, this study mainly involves the design of the flight position and direction, namely e.g. image scales, and image block geometry in general, as well as the completeness of 3D surface coverage.
- A critical issue in practical SfM/UAV applications is that of external control, often considered as a serious 'burden' in the whole process regarding time or cost and, not least, considerations of personnel safety. One aspect of the issue is, of course, the number, distribution and accuracy of GCPs (ground control points), always depending on the morphology of the ground surface. However, an important question is whether the photogrammetric problem could also be dealt with – under certain conditions – with complete absence of GCPs (or at least by minimizing their number). This is not simply about reducing cost (especially in case of regular monitoring) but also about hardly accessible or inaccessible areas, as well as emergency situations where there is no time to establish ground control. Alternatives will be studied and evaluated here, using pre-existing surveys for geo-referencing and, in particular, the generation of digital elevation models (DEMs) of the unchanged environment in successive studies, as well as the possibility of direct georeferencing with GPS/IMU systems.
- Certainly, in the two cases mentioned above, but sometimes even when GCPs are available, camera pre-calibration is necessary. Alternatives to camera calibration will be developed and assessed here, focusing mainly on multiscale methods using simple 2D calibration patterns and self-calibrating bundle adjustment without any further external information.
- The bundle adjustment method (often with self-calibration) is perhaps the 'darkest' side of an SfM process for non-specialized users. One of the goals of the thesis is to formulate, as simply and comprehensively as possible for a simple user, the criteria for evaluating and correcting its results.
- Especially in the case of volume calculations, differences between the 2.5D and 3D representations of the 3D surface will be practically evaluated.
- Finally, an ambitious goal of this thesis is to study to which extent it would be possible to reduce the frequency of application of SfM/UAV methods by partially replacing or supplementing them, where appropriate, with the much cheaper terrestrial SLAM techniques (a sophisticated technique for mapping from images an unknown environment, while simultaneously tracking the movement of the camera across it).

The expected outcome of this thesis is the formulation, documentation and verification of alternative methodologies and criteria for the automatic 3D surface reconstruction, exclusively from images, that will meet the requirements of flexibility, cost-effectiveness, speed and reliability..

PhD ADVISORY COMMITTEE:

Supervisor: Petsa Eleni Professor UNI.W.A.

Member: Andritsanos Vasileios, Professor Professor UNI.W.A.

Member: Grammatikopoulos Lazaros, Professor UNI.W.A.

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ



ΑΝΔΡΕΑΣ ΤΣΑΤΣΑΡΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ