



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και  
Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ  
ΣΤΗΝ ΠΑΛΜΥΡΑ (ΣΥΡΙΑ) ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ  
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ LANDSAT ΣΤΟ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ GOOGLE EARTH ENGINE**

Γεωργία Αλεξάνδρου

Λεμεσός, Μάιος και 2020



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

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ ΣΤΗΝ  
ΠΑΛΜΥΡΑ (ΣΥΡΙΑ) ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΩΝ  
ΕΙΚΟΝΩΝ LANDSAT ΣΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΝΕΦΟΣ  
GOOGLE EARTH ENGINE

της

Γεωργίας Αλεξάνδρου

Λεμεσός, Μάιος και 2020



## Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

### **Παρακολούθηση της αρχαιολογικής θέσης στην Παλμύρα (Σύρια) με τη χρήση δορυφορικών εικόνων Landsat στο υπολογιστικό νέφος Google Earth Engine**

Παρουσιάστηκε από

Γεωργία Αλεξάνδρου

Επιβλέπων καθηγητής: Διόφαντος Χατζημιτσής, Καθηγητής

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Μέλος επιτροπής: Χρίστος Δανέζης, Επίκουρος Καθηγητής

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Μέλος επιτροπής: Νικόλας Κυριακίδης, Λέκτορας

Υπογραφή \_\_\_\_\_

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος και 2020



## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Γεωργία Αλεξάνδρου, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διατριβής 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.

Νιώθω την ανάγκη να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όλους όσους συντέλεσαν και με στήριξαν κατά την εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Πρωτίστως θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον ερευνητικό συνεργάτη του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής, του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου Άθω Αγαπίου, για τη συνεχή ενδελέχεια και το ειλικρινές ενδιαφέρον του. Τον ευχαριστώ θερμά όχι μόνο για την ανάθεση του θέματος αλλά και για την συνεχή επιστημονική του παρουσία, την πολύτιμη και αέναη καθοδήγηση του, η οποία ήταν ιδιαίτερα σημαντική για την επιτυχή ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής. Για την αποπεράτωση της παρούσας εργασίας δεν μπορούμε να αμφισβητήσουμε την κατατόπιση του κ. Αγαπίου με τις παρατηρήσεις, τις διορθώσεις και τις υποδείξεις του ώστε να επιτευχθεί το βέλτιστο δυνατό αποτέλεσμα. Πέραν αυτού καίρια ήταν και η εποπτεία από τον επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας μελέτης, Δρ. Διόφαντο Χατζημιστή, καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής και Αντιπρύτανη Ακαδημαϊκών Υποθέσεων του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου. Επί τούτοις θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τα μέλη της τριμελούς επιτροπής για την αποδοχή τους να λάβουν μέρος στην διαδικασία αξιολόγησης της παρούσας εργασίας.



The author would like to thank the support of the Remote Sensing and Geo-Environment Lab (ERC group) at the Department of Civil Engineering and Geomatics of the Cyprus University of Technology and the ‘EXCELSIOR’ H2020 Teaming Project. The Remote Sensing and Geo-Environment Lab (ERC group) at the Department of Civil Engineering and Geomatics is on the way to be upgraded to ERATOSTHENES Centre of Excellence (ECoE) through ‘EXCELSIOR’ H 2020 Widespread Teaming project ([www.excelsior2020.eu](http://www.excelsior2020.eu)). Indeed, this thesis is under the auspices of all the activities of the ‘ERATOSTHENES: Excellence Research Centre for Earth Surveillance and Space-Based Monitoring of the Environment’- ‘EXCELSIOR’ project that has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No 857510 and from the Government of the Republic of Cyprus through the Directorate General for the European Programmes, Coordination and Development.



This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 857510.



This project has received funding from the Government of the Republic of Cyprus through the Directorate General of the European’s Programmes, Coordination and Development.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη ασχολείται με τον εντοπισμό των αλλαγών που υπέστη η πολιτιστική κληρονομιά της Παλμύρας μέσω δορυφορικών τηλεπισκοπικών δεδομένων. Η έρευνα στηρίζεται σε μια καινοτόμα διαδικασία μελέτης όσον αφορά τις αρχαιολογικές καταστροφές και γενικά την ανίχνευση αλλαγών. Τα δορυφορικά δεδομένα, υψηλής χωρικής και φασματικής διακριτικής ανάλυσης, σε συνδυασμό με τις νέες δυνατότητες που προσφέρει η πλατφόρμα τηλεπαρακολούθησης, Google Earth Engine (GEE) δίνουν νέες κατευθύνσεις όσον αφορά την έρευνα για τον εντοπισμό χωροχρονικών μεταβολών, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και σε μία συγκεκριμένη περιοχή μελέτης. Επομένως, η συνεχής βελτίωση και ανάπτυξη της πλατφόρμας αυτής την καθιστά πολύ υποσχόμενη για μεγάλο όγκο δεδομένων. Η πλατφόρμα του GEE διαθέτει καθημερινά δεδομένα που συλλέγονται από διάφορα δορυφορικά συστήματα (π.χ. ESA, USGS, MODIS, κ.λ.π.) και ταυτόχρονα προσφέρει στον ερευνητή τη δυνατότητα, είτε να εργαστεί σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών σε API, είτε σε ένα πιο απλό περιβάλλον έρευνας με τυποποιημένους αλγόριθμους για άμεση εφαρμογή τους στα δορυφορικά δεδομένα.

Η παρούσα διατριβή στηρίχθηκε σε δορυφορικά δεδομένα Landsat και στοχεύει στην διερεύνηση των δυνατοτήτων της πλατφόρμας, μέσα από την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων απλής ταξινόμησης (explorer) αλλά και σε προγραμματιστικό περιβάλλον (code editor). Η διατριβή ολοκληρώνεται με την ανάλυση των αποτελεσμάτων και την πρόταση μιας μεθοδολογίας η οποία δύναται να χρησιμοποιηθεί σε οιαδήποτε περίπτωση αλλαγής χρήσης γης.

Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση όλων των πιο πάνω εφαρμογών στην πλατφόρμα του Google Earth Engine, διαφαίνεται ότι η πλατφόρμα αυτή, αποτελεί αισίως ένα πανίσχυρο εργαλείο διαχείρισης, ανάλυσης και επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων στα χέρια οποιουδήποτε έμπειρου ερευνητή.

**Λέξεις κλειδιά:** Δορυφορική Τηλεπισκόπηση, Google Earth Engine, Ανίχνευση αλλαγών κάλυψης, Αρχαιολογική Έρευνα, Αλγόριθμοι

## **ABSTRACT**

The research is focusing on the detection of changes in the cultural heritage of Palmyra by using satellite remote sensing data. It has been applied an innovative analysis process for the archaeological irreversible damage and the discovery of changes. Google Earth Engine (GEE) is a telemonitoring platform that offers satellite data, high spatial and spectral resolution and more capabilities. Therefore, it gives new directions in terms of research to identify spatio-temporal changes, both globally and in one specific study area. The continuous improvement and development of the platform make it very promising for a vast data volume. The GEE platform collects daily data from various satellite systems (e.g. ESA, USGS, MODIS, etc.); thus, it offers the ability to the researcher to work either with a programming application development environment in API or with a simpler research environment using standard algorithms for immediate application to satellite data.

This dissertation was based on Landsat satellite data and aimed to explore the capabilities of the platform, through the application of various methods of simple classification (explorer) but, also in a programming environment (code editor). The research's conclusion contains the results analysis and a proposal of a methodology that can be used for the detection of any land change.

By taking into consideration the successful completion of the above applications in Google Earth Engine, it can be concluded that it is a powerful tool for managing, analysing and processing satellite data in the hands of an experienced researcher.

**Keywords:** Remote Sensing, Google Earth Engine, Change Detection, Archeological Research, Classifications