



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και
Μηχανικών Γεωπληροφορικής

Μεταπτυχιακή διατριβή

**Μελέτη χρήσης μοντέλων βαθιάς μάθησης στην ανίχνευση
δέντρων σε εικόνες ΣμηΕΑ (UAV)**

Άννα Ατζαράκη

Λεμεσός, Μάιος 2023

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

Μεταπτυχιακή διατριβή

Μελέτη χρήσης μοντέλων βαθιάς μάθησης στην ανίχνευση
δέντρων σε εικόνες ΣμηΕΑ (UAV)

της

Άννα Ατζαράκη

Λεμεσός, Μάιος 2023

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

Μελέτη χρήσης μοντέλων βαθιάς μάθησης στην ανίχνευση δέντρων σε εικόνες ΣμηΕΑ (UAV)

Παρουσιάστηκε από

Άννα Ατζαράκη

Επιβλέπων καθηγητής: Απόστολος Παπακωνσταντίνου Επίκ. Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Φαίδων Κυριακίδης Καθηγητής

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής: Άθως Αγαπίου Επίκ. Καθηγητής

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Μάιος 2023

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Άννα Ατζαράκη, 2022

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.

*Μέρος της μεταπτυχιακής διατριβής αποτελεί προϊόν της προπτυχιακής μου εργασίας στο τμήμα Γεωγραφίας του Πανεπιστημίου Αιγαίου καθώς και της μεταπτυχιακής μου διατριβής της Σχολής Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών – Μηχανικών Γεωπληροφορικής το Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αποτελεί εξέλιξη των δύο παραπάνω προηγούμενων εργασιών.

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή εμβαθύνει στην εφαρμογή μοντέλων βαθιάς μάθησης και εικόνων ΣμηΕΑ (UAV) για την ανίχνευση δέντρων σε γεωργικά περιβάλλοντα.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που καλούνται να απαντηθούν σε αυτή τη διατριβή, περιστρέφονται γύρω από την ενσωμάτωση της τεχνολογίας ΑΙ και των ΣμηΕΑ (UAV) στη γεωργική παραγωγή. Πιο συγκεκριμένα πως μπορούν να συμβάλλουν και ποια οφέλη μπορούν να προσφέρουν οι εφαρμογές βαθιάς μάθησης σε γεωργικές εκτάσεις όπως η περιοχή μελέτης, στην παρακολούθηση των καλλιεργειών και τη βελτιστοποίηση της κατανομής πόρων μέσω της ανίχνευσης δέντρων.

Ο βασικός στόχος είναι να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα διαφορετικών αρχιτεκτονικών βαθιάς μάθησης στην ακριβή αναγνώριση δέντρων χρησιμοποιώντας αεροφωτογραφίες υψηλής ανάλυσης που λήφθηκαν από ΣμηΕΑ (UAV).

Η μελέτη στοχεύει στη διερεύνηση αρχιτεκτονικών βαθιάς μάθησης, όπως το ResNet-101, όσον αφορά την αποτελεσματικότητά τους στην ανίχνευση δέντρων. Διερευνά επίσης την επίδραση του μεγέθους των δεδομένων εκπαίδευσης και την πολυπλοκότητα των μοντέλων βαθιάς μάθησης στην ακρίβεια της ανίχνευσης δέντρων. Επιπλέον, η έρευνα αναλύει τα πλεονεκτήματα της χρήσης εικόνων ΣμηΕΑ (UAV) για την ανίχνευση δέντρων και εξετάζει πώς η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης και των ΣμηΕΑ (UAV) μπορεί να βελτιώσει τη χαρτογράφηση, την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση των πόρων σε γεωργικές ρυθμίσεις.

«Η διεκπεραίωση της εργασίας πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Agisoft Metashape, λογισμικό φωτογραμμετρίας καθώς και με το λογισμικό ArcGIS Pro της εταιρίας ESRI, λογισμικό συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών, διαδικτυακών GIS και εφαρμογών διαχείρισης βάσεων γεωγραφικών δεδομένων. Στο περιβάλλον του λογισμικού ArcGIS Pro αναπτύχθηκε μελέτη με βάση τη βαθιά μάθηση για την ανίχνευση δέντρων» (Ατζαράκη, 2022).

Ως δεδομένα για την επίτευξη των στόχων της εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες που συλλέχθηκαν με χρήση ΣμηΕΑ (UAV) το 2021 ενώ περιοχή μελέτης είναι το Πισκοκέφαλο Σητείας Κρήτης.

Η μελέτη περιλαμβάνει τρία πειράματα, που υποδηλώνονται ως A, B και C. Κάθε δοκιμή χρησιμοποιεί το μοντέλο βαθιάς μάθησης ResNet-101, το οποίο εκπαιδεύεται με ποικίλους αριθμούς παρτίδων (batch size) και 50 εποχών. Συγκρίνοντας την απόδοση του ResNet-101 υπό διαφορετικές σενάρια εκπαίδευσης, η μελέτη στοχεύει να προβάλλει την επίδραση του μεγέθους των δεδομένων εκπαίδευσης και της πολυπλοκότητας του μοντέλου στην ακρίβεια ανίχνευσης δέντρων.

Το πείραμα A, χρησιμοποιώντας το ResNet-101 εκπαιδευμένο με 8 παρτίδες, παρουσιάζει ένα μέτριο επίπεδο ακρίβειας, ανάκλησης και βαθμολογίας F1. Ακολούθως, το πείραμα B, με το ResNet-101 εκπαιδευμένο σε 16 παρτίδες, παρουσιάζει βελτιωμένες μετρήσεις απόδοσης, υποδεικνύοντας την επίδραση των αυξημένων δεδομένων εκπαίδευσης στην ενίσχυση της ακρίβειας ανίχνευσης δέντρων. Τέλος, το πείραμα C, εκπαιδευμένο με 32 παρτίδες, επιδεικνύει την υψηλότερη ακρίβεια, ανάκληση και βαθμολογία F1 μεταξύ όλων των δοκιμών, υποδεικνύοντας ότι ένα μεγαλύτερο σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ικανότητα του πειράματος να ανιχνεύει δέντρα με ακρίβεια.

Συνοψίζοντας, η χρήση εικόνων ΣμηΕΑ (UAV) για την ανίχνευση δέντρων αποδείχθηκε μια πολύτιμη προσέγγιση, προσφέροντας προοπτικές και λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη θέση και τα χαρακτηριστικά των δέντρων. Η ενσωμάτωση μοντέλων βαθιάς μάθησης, συγκεκριμένα του ResNet-101, με εικόνες ΣμηΕΑ (UAV) παρουσιάζει μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την ανίχνευση δέντρων σε γεωργικές καλλιέργειες. Τα αποτελέσματα της έρευνας υπογραμμίζουν τη σημασία του μεγέθους των δεδομένων εκπαίδευσης και της πολυπλοκότητας του μοντέλου για την επίτευξη ακριβούς και αξιόπιστης ανίχνευσης δέντρων. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης και των ΣμηΕΑ (UAV) στη γεωργία έχει τεράστιες δυνατότητες για την ενίσχυση των πρακτικών διαχείρισης των καλλιεργειών, τη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων και την προώθηση της βιώσιμης και αποδοτικής γεωργικής παραγωγής.

«Η εργασία διακρίνεται σε επτά ενότητες. Στη πρώτη ενότητα πραγματοποιείται η ανάλυση του θεωρητικού υπόβαθρου στην ανίχνευση δέντρων και τη βαθιά μάθηση. Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η περιοχή μελέτης, το Πισκοκέφαλο Σητείας Κρήτης. Οι επόμενες τρεις ενότητες, προβάλλουν τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, τα δεδομένα αλλά και την επεξεργασία τους. Η εργασία ολοκληρώνεται με τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της μελέτης» (Ατζαράκη, 2022).

Λέξεις – κλειδιά: GIS, χαρτογράφηση, ΣμηΕΑ (UAV), ανίχνευση αντικειμένων, βαθιά μάθηση, ανίχνευση δέντρων, ResNet101

ABSTRACT

The present thesis delves into the application of deep learning models and UAV imagery for tree detection in agricultural environments.

The research questions that are addressed in this dissertation revolve around the integration of AI technology and UAV in agricultural production. Specifically, how can deep learning applications contribute and what benefits can they offer in agricultural fields such as the study area, crop monitoring, disease detection, and resource allocation optimization through tree detection.

The main objective is to explore the effectiveness of different deep learning architectures in accurately identifying trees using high-resolution aerial images captured by UAV.

The study aims to explore deep learning architectures, such as ResNet-101, regarding their efficiency in tree detection. It also examines the impact of training data size and the complexity of deep learning models on the accuracy of tree detection. Additionally, the research analyzes the advantages of using UAV imagery for tree detection and examines how the integration of artificial intelligence and UAV can enhance mapping, monitoring, and resource optimization in agricultural settings.

«The completion of the work was carried out using Agisoft Metashape software, photogrammetry software, as well as ESRI's ArcGIS Pro software, a geographic information systems (GIS) software, online GIS, and geospatial database management applications. Within the ArcGIS Pro software environment, a study was developed based on deep learning for tree detection» (Ατζαράκη, 2022).

High-resolution aerial photographs collected by UAV in 2021 were used as data to achieve the goals of the work, and the study area was Piskokefalo in Sitia, Crete.

The study includes three experiments denoted as A, B, and C. Each experiment utilizes the ResNet-101 deep learning model trained with various batch sizes and 50 epochs. By comparing the performance of ResNet-101 under different training scenarios, the study aims to highlight the impact of training data size and model complexity on the accuracy of tree detection.

Experiment A, using ResNet-101 trained with 8 batches, exhibits a moderate level of accuracy, recall, and F1 score. Subsequently, experiment B, trained with ResNet-101 on

16 batches, shows improved performance measures, indicating the influence of increased training data on enhancing the accuracy of tree detection. Finally, experiment C, trained with 32 batches, demonstrates the highest accuracy, recall, and F1 score among all the experiments, indicating that a larger training dataset can significantly improve the model's ability to accurately detect trees.

In summary, the use of UAV imagery for tree detection has proven to be a valuable approach, providing perspectives and detailed information about the position and characteristics of trees. The integration of deep learning models, specifically ResNet-101, with UAV images presents a promising approach for tree detection in agricultural cultivation. The research results highlight the importance of training data size and model complexity in achieving precise and reliable tree detection. The utilization of artificial intelligence and UAV in agriculture holds enormous potential for enhancing cultivation management practices, optimizing resource utilization, and promoting sustainable and efficient agricultural production.

«The thesis consists of seven sections. The first section provides an analysis of the theoretical background on tree detection and deep learning. The second section presents the study area, Piskokefalo in Sitia, Crete. The following three sections highlight the methods used, the data, and their processing. The work concludes with the results and conclusions of the study» (Ατζαράκη, 2022).

Keywords: GIS, mapping, ΣμηΕΑ (UAV), object detection, trees detection, deep learning, ResNet101