

NAME OF PHD CANDIDATE: Gerasimos Matidis

SUPERVISOR: Anastasios Kesidis, Associate Professor, Department of Surveying & Geoinformatics Engineering, UNIWA

TITLE OF DOCTORAL THESIS: Deep Learning in Cartographic Information Mining

SUMMARY OF DOCTORAL THESIS

Maps constitute a source of substantial information about the situation of both natural and built environment at a given time. The study of maps of different time periods provide scientists with significant knowledge regarding the evolution and change of an area of interest, such as urban development, social interrelations, polluted areas in the past, etc.

Today, plenty of maps are available as raster data worldwide. So as to be exploitable, they must undergo Map Digitization, a process that creates vectorized and georeferenced data.

The recent Deep Learning techniques have also emerged as a powerful tool on automation of Map Digitization methods. Models, typically based on a CNN architecture, have achieved human level performance in image processing tasks such as object/text recognition and image segmentation. However, the map raster data are quite complicated and even state-of-the-art DL models often fail when dealing with them.

The purpose of this PhD project is to investigate how the Deep Learning techniques can help us to extract and process useful and accurate cartographic information. In particular, the project will focus on the following tasks:

- Text and other non-geometric objects recognition. The goal is to recognize toponyms, street names and other textual information. The main challenges are the different scales and rotations of a text and its overlap with other cartographic objects.
- Map semantic segmentation. The goal is the pixel-wise classification of geographic entities such as building blocks, contours and coast lines. A significant challenge here is to detect and remove the non-geometric information without causing significant distortion to the geometric entities, due to overlaps.
- Map generalization automation. The goal is to develop and train DL models, so as to generate more abstracted and simplified outputs of given maps at a given scale.

The expected output is the development of innovative DL models and algorithms to efficiently tackle the aforementioned problems.

PHD ADVISORY COMMITTEE:

Supervisor: Anastasios Kesidis, Associate Professor, Department of Surveying & Geoinformatics Engineering, University of West Attica

Member: Dr. Basilis Gatos, Research Director, Institute of Informatics and Telecommunications, National Center for Scientific Research "Demokritos"

Member: Athanasios Voulodimos, Assistant Professor, Department of Informatics & Computer Engineering, University of West Attica

ΟΝΟΜΑ ΥΠΟΨΗΦΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΑ: Γεράσιμος Ματίδης

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αναστάσιος Κεσίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ: Χρήση Τεχνικών Βαθιάς Μάθησης στην Εξόρυξη Χαρτογραφικής Πληροφορίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Οι χάρτες αποτελούν πηγή ουσιώδους πληροφορίας σχετικά με την κατάσταση τόσο του φυσικού όσο και του δομημένου περιβάλλοντος, σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Η μελέτη χαρτών διαφορετικών περιόδων παρέχει στους επιστήμονες σημαντικές γνώσεις σχετικά με την εξέλιξη και την αλλαγή μιας περιοχής ενδιαφέροντος, όπως η οικιστική ανάπτυξη, οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, παλαιές περιοχές μόλυνσης, κλπ.

Σήμερα, μια πληθώρα χαρτών είναι διαθέσιμοι σε ψηφιακή μορφή παγκοσμίως. Προκειμένου να είναι αξιοποιήσιμοι επιβάλλεται να ψηφιοποιηθούν, μία χαρτογραφική διαδικασία που δημιουργεί διανυσματικά δεδομένα, ενταγμένα σε κάποιο σύστημα αναφοράς.

Οι σύγχρονες μέθοδοι βαθιάς μάθησης έχουν μεταξύ άλλων εξελιχθεί σε ένα σημαντικό εργαλείο για την αυτοματοποίηση των μεθόδων ψηφιοποίησης χαρτών. Μοντέλα που συνήθως βασίζονται στην αρχιτεκτονική των Συνελικτικών Νευρωνικών Δικτύων έχουν καταφέρει να προσεγγίσουν την ανθρώπινη ικανότητα σε εργασίες επεξεργασίας εικόνων, όπως η αναγνώριση αντικειμένων/κειμένου και η κατάτμηση εικόνας. Ωστόσο, οι ψηφιακές εικόνες χαρτών αποτελούν ιδιαιτέρως πολύπλοκα δεδομένα, στα οποία ακόμα και μοντέλα αιχμής συχνά αποτυγχάνουν.

Ο σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι να διερευνήσει πώς οι τεχνικές βαθιάς μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εξαγωγή και την επεξεργασία χαρτογραφικής πληροφορίας. Το ερευνητικό πλαίσιο στο οποίο θα κινηθεί η διατριβή αυτή είναι:

- Αναγνώριση κειμένου και άλλων μη γεωμετρικών οντοτήτων. Στόχος είναι η αναγνώριση τοπωνυμίων, οδών και άλλων λεκτικών πληροφοριών. Οι κύριες δυσκολίες αφορούν στην ύπαρξη κειμένου σε διαφορετικές κλίμακες και κλίσεις καθώς και στην αλληλοεπικάλυψη του με άλλα χαρτογραφικά αντικείμενα.
- Σημασιολογική κατάτμηση χάρτη. Στόχος είναι η ταξινόμηση, σε επίπεδο εικονοστοιχείων, διαφόρων γεωγραφικών οντοτήτων, όπως οικοδομικά τετράγωνα, ισοϋψείς καμπύλες και ακτογραμμές. Μια σημαντική πρόκληση εδώ αφορά στον εντοπισμό και την αφαίρεση των μη γεωμετρικών πληροφοριών χωρίς να προκληθούν σημαντικές αλλοιώσεις στις γεωμετρικές οντότητες, λόγω αλληλοεπικάλυψης.
- Αυτοματοποίηση της χαρτογραφικής γενίκευσης. Στόχος είναι να αναπτυχθούν μοντέλα βαθιάς μάθησης, προκειμένου να παράγουν πιο αφηρημένες απεικονίσεις δοθέντων χαρτών σε δεδομένη κλίμακα.

Το προσδοκώμενο αποτέλεσμα της διατριβής είναι η ανάπτυξη καινοτόμων μοντέλων και αλγορίθμων για την αποτελεσματική αντιμετώπιση προβλημάτων που εμπίπτουν στις παραπάνω ερευνητικές περιοχές.

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

Επιβλέπων: Αναστάσιος Κεσίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας & Γεωπληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Μέλος: Δρ. Βασίλης Γάτος, Διευθυντής Ερευνών, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος»

Μέλος: Αθανάσιος Βουλόδημος, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής & Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής