



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΕΠΑΥΞΗΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΟΤΗΤΑΣ
ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΝΕΜΟΥ
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ
ΥΠΟΚΛΙΜΑΚΩΣΗΣ (DOWNSCALING) ΚΑΙ
ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ SENTINEL-1: ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ**

Φίλιππος Φαγιάτ

Λεμεσός, Νοέμβριος 2019

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

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΕΠΑΥΞΗΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΝΕΜΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ
ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΥΠΟΚΛΙΜΑΚΩΣΗΣ
(DOWNSCALING) ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ
SENTINEL-1: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ
ΧΩΡΟ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

του

Φίλιππου Φαγιάτ

Λεμεσός, Νοέμβριος 2019

Έντυπο έγκρισης

Μεταπτυχιακή διατριβή

**ΕΠΑΥΞΗΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΩΝ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΝΕΜΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ
ΓΕΩΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΥΠΟΚΛΙΜΑΚΩΣΗΣ
(DOWNSCALING) ΚΑΙ ΔΟΡΥΦΟΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ SENTINEL-1:
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΧΩΡΟ ΤΗΣ
ΚΥΠΡΟΥ**

Παρουσιάστηκε από

Φίλιππο Φαγιάτ

Επιβλέπων καθηγητής:

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής:

Υπογραφή _____

Μέλος επιτροπής:

Υπογραφή _____

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Λεμεσός, Νοέμβριος 2019

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Φίλιππος Φαγιάτ, 2019

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.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής καθώς και όλο το ακαδημαϊκό προσωπικό του, το οποίο ήταν στο πλευρό μου και πάντα πρόθυμο να βοηθήσει τόσο για την αποπεράτωση της παρούσας εργασίας, όσο και καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω στον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Φαίδωνα Κυριακίδη καθώς και στα υπόλοιπα μέλη του ερευνητικού εργαστηρίου χωρικής ανάλυσης (Geospatial Analytics Lab), Δρ.Στέλιο Λιοδάκη καθώς και τον υποψήφιο διδακτορικό Στέλιο Χατζηπέτρου, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές τους. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους, την οικογένεια και τους συγγενείς μου, οι οποίοι ήταν στο πλευρό μου καθ' όλη την διάρκεια της προσπάθειας αυτής, δείχνοντας υπομονή και συμπαράσταση. Σας ευχαριστώ όλους.

Αφιερωμένο σε όλους όσους δεν τα βάζουν κάτω και κυνηγούν τα όνειρα τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διαδικασία της χωρικής υποκλιμάκωσης (downscaling) εφαρμόζεται σε προγνωστικά μετεωρολογικά ή άλλα δεδομένα χαμηλής χωρικής διακριτότητας (διακριτικής ικανότητας), τα οποία είναι συνήθως συχνά διαθέσιμα (υψηλή χρονική συχνότητα), με κύριο σκοπό την παρακολούθηση της ατμόσφαιρας και του περιβάλλοντος σε λεπτομερέστερη χωρικά κλίμακα. Η παρούσα εργασία εμπίπτει στο παραπάνω πλαίσιο, διερευνώντας την εφαρμογή μιας πρόσφατα αναπτυχθείσας γεωστατιστικής μεθοδολογίας υποκλιμάκωσης δεδομένων (χωρικής παρεμβολής υπό περιορισμούς διακριτότητας) για την περίπτωση ανεμολογικών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, συγχωνεύοντας δύο πηγές δεδομένων, ανεμολογικά δεδομένα από το Μοντέλο Αριθμητικής Πρόβλεψης Καιρού SKIRON (χωρικής διακριτότητας 11km) και από εικόνες ραντάρ συνθετικού ανοίγματος (Synthetic Aperture Radar - SAR) (χωρικής διακριτότητας 1km) των δορυφόρων Sentinel-1, επιχειρείται η εκτίμηση της ταχύτητας ανέμου για επιλεγμένες χρονικές στιγμές σε παράκτιες εκτάσεις περιμετρικά της Κύπρου στην υψηλότερη διακριτότητα (1km). Για τον σκοπό αυτό, εφαρμόζεται η μέθοδος γεωστατιστικής υποκλιμάκωσης Area-to-Point Regression Kriging (ATPRK), η οποία συνδυάζει παλινδρόμηση και υπολειμματική διόρθωση μέσω της μεθόδου Area-to-Point (ATP) Kriging. Για τη διαχείριση και επεξεργασία των παραπάνω χωρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα λογισμικά SNAP 6.0, ArcMap 10.6 και QGIS 3.6.0, ενώ για την εφαρμογή του αλγορίθμου χωρικής υποκλιμάκωσης και την στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον Matlab και R/Rstudio. Από τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα: (α) η μεθοδολογία ATPRK μπορεί να εφαρμοστεί για την υποκλιμάκωση δεδομένων ταχύτητας ανέμου, (β) τα αποτελέσματα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη συσχέτιση μεταξύ των δύο συνόλων δεδομένων (SKIRON και Sentinel-1) κατά τις διάφορες χρονικές στιγμές, και (γ) η ακρίβεια των αποτελεσμάτων πρέπει να διερευνηθεί περαιτέρω μέσω της χρήσης επίγειων μετρήσεων από παραλιακούς μετεωρολογικούς σταθμούς.

Λέξεις κλειδιά: Υποκλιμάκωση, Kriging, χωρική ανάλυση, χωρική παρεμβολή.

ABSTRACT

Spatial downscaling is a process applied to coarse-scale meteorological forecasts or to any other data with low spatial but high temporal resolution. The primary purpose is the monitoring of the atmosphere and the environment resulting to a more detailed spatial scale (finer-scale product). This paper investigates the application of a newly developed geostatistical methodology for spatial downscaling (spatial interpolation with discretization constraints) of wind data. In particular, by merging two data sources and using wind data from the Numerical Weather Forecast Model SKIRON (at 11km of spatial resolution) and Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) satellite images (at 1km of spatial resolution), the estimation of wind speed (at the highest resolution of 1km) is attempted for selected times in the coastal areas around Cyprus. For this purpose, an area-to-point regression kriging (ATPRK) algorithm, which combines regression modelling and residual correction with Area-To-Point (ATP) Kriging, is applied. SNAP 6.0, ArcMap 10.6 and QGIS 3.6.0 were used to manage and process the data, while the MATLAB and the R/RStudio environment were utilized for the statistical analysis and the implementation of the spatial downscaling algorithm. The results of this study provide the following conclusions: (a) the ATPRK methodology can be applied to wind speed data, (b) the results highly dependent on the correlation between the two datasets (SKIRON and Sentinel-1) and (c) the accuracy of the results must be further investigated through the use of ground-based measurements from coastal meteorological stations.

Keywords: Downscaling, Kriging, Spatial analysis, interpolation.