

3^ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ



Διοργάνωση
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Περιφέρεια Ανατολικής
Μακεδονίας και Θράκης

Συνδιοργάνωση
ΤΕΙ ΑΜΘ
Δήμος Αλεξανδρούπολης



Μέγας Χορηγός



Χορηγοί



ISBN : 978-960-89345-7-3

3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πολιτικής Προστασίας ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πολιτικής Προστασίας ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ



Οι νέες τεχνολογίες στην υπηρεσία της
Πολιτικής Προστασίας
Αλεξανδρούπολη
22-25 Ιουνίου 2016

Υπό την αιγίδα της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας
του Υπουργείου Εσωτερικών



Εκδότης - Επιμελητής Πρακτικών:
Φώτιος Παν. Μάρης, Αναπλ. Καθηγητής Δ.Π.Θ.

Ιούνιος 2017



ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΧΑΛΑΖΟΠΤΩΣΕΩΝ ΜΕΣΩ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Βαρδής-Δημήτριος Ανεζάκης, Κωνσταντίνος Δεμερτζής, Λάζαρος Ηλιάδης
Εργαστήριο Δασικής Πληροφορικής, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Σχολή Επιστημών Γεωπονίας και Δασολογίας,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ορεστιάδα
E-mail: danezaki@fmenr.duth.gr, kdemertz@fmenr.duth.gr, liliadis@fmenr.duth.gr

Περίληψη

Εισαγωγή Η χαλαζόπτωση αποτελεί έναν από τους σοβαρότερους κινδύνους της γεωργικής παραγωγής. Οι άμεσες συνέπειες της παρατηρούνται στη διάλυση της επιδερμίδας και τον τραυματισμό ή και την πτώση των ανθέων, καρπών, φύλλων και βλαστών, ενώ επιπρόσθετα τα πληγέντα φυτά παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία σε μυκητολογικές ασθένειες και σε εντομολογικές προσβολές.

Σκοπός Η έγκαιρη αξιολόγηση σε ημερήσια βάση, όσον αφορά στο αν θα προκύψει φυσική καταστροφή λόγω χαλαζόπτωσης, συμβάλλει καθοριστικά στην προστασία του γεωργικού κεφαλαίου της χώρας, αφού θα ενδυναμώσει σημαντικά τους μηχανισμούς πολιτικής προστασίας.

Υλικό Για την εκπαίδευση και αξιολόγηση του συστήματος, χρησιμοποιήθηκαν τα ιστορικά δεδομένα χαλαζόπτωσης καθώς και τα μετεωρολογικά δεδομένα των τελευταίων 18 ετών της Κεντρικής Μακεδονίας.

Μέθοδος Η σχεδίαση και ανάπτυξη του προτεινόμενου συστήματος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων τα οποία έχουν την δυνατότητα να μοντελοποιήσουν πολύπλοκα μη γραμμικά προβλήματα ταξινόμησης (classification) εκμεταλλευόμενα την εγγενή ικανότητα μάθησης των τεχνητών νευρώνων.

Αποτελέσματα Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά καθώς η πρόβλεψη της χαλαζόπτωσης επιτυγχάνεται με ποσοστό ακρίβειας (Accuracy) 91,5%. Το γεγονός της ύπαρξης πολλών δεδομένων που αφορούν σε μεγάλο πλήθος εμπλεκόμενων παραμέτρων, συνέβαλε σημαντικά στην επιτυχία της συγκεκριμένης μεθόδου.

Συμπεράσματα Η εργασία προτείνει ένα σύστημα Μηχανικής Μάθησης με δυνατότητα ταξινόμησης των περιπτώσεων ως ημέρες χαλαζόπτωσης ή όχι. Το κυριότερο είναι ότι αυτό γίνεται εύκολα, γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια. Η αξιοπιστία και η βέλτιστη απόδοση του προτεινόμενου συστήματος με νέα δεδομένα που δεν είχαν καμία σχέση με τα δεδομένα εκπαίδευσης, προέκυψε μετά από την πραγματοποίηση εκτεταμένων συγκρίσεων μεταξύ διαφορετικών αλγοριθμικών μεθόδων μηχανικής μάθησης και αρχιτεκτονικών.

Λέξεις κλειδιά: Χαλαζόπτωση, Πολιτική Προστασία, Υπολογιστική Νοημοσύνη, Τεχνητά νευρωνικά Δίκτυα, Μηχανική Μάθηση, Κατηγοριοποίηση

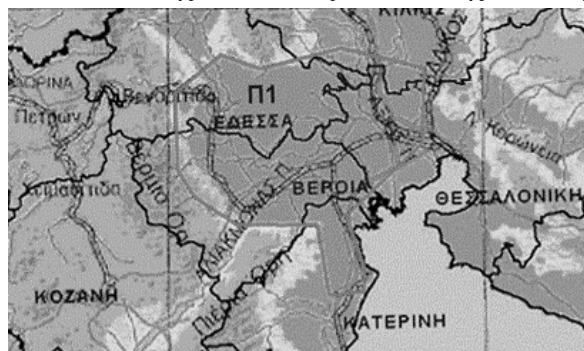
Εισαγωγή

Το χαλάζι, ως ατμοσφαιρικό κατακρήμνισμα σκληρού πάγου με μορφή σφαιριδίων ή και ακανόνιστου σχήματος, διαμέτρου μεγαλύτερης από 5 χιλιοστά, προκαλεί ζημιές στη φυτική παραγωγή. Οι χαλαζόκοκκοι αποτελούνται από διαφανή πάγο ή από

εναλλασσόμενους μανδύες διαφανούς και αδιαφανούς πάγου. Δημιουργούνται μέσα σε καταιγίδες, όταν μικροί παγοκρύσταλλοι ή παγωμένα σταγονίδια (έμβρυα χαλαζιού) συναντήσουν υγρό νερό, εξαιρετικά χαμηλών θερμοκρασιών (-40 °C). Το φαινόμενο της χαλαζόπτωσης είναι συνήθως μικρής σχετικά διάρκειας και αυστηρά τοπικού χαρακτήρα.

Περιοχή Μελέτης

Ως περιοχή μελέτης επιλέχθηκε η περιοχή προστασίας Π1 του Εθνικού Προγράμματος Χαλαζικής Προστασίας (Ε.Π.Χ.Π.) του Κέντρου Μετεωρολογικών Εφαρμογών (Κ.Ε.Μ.Ε) του Οργανισμού Ελληνικών Γεωργικών Ασφαλίσεων (Ε.Λ.Γ.Α). Η περιοχή προστασίας Π1 που μελετήθηκε περιλαμβάνει τμήματα κυρίως των νομών Ημαθίας και Πέλλας, αλλά και τμήματα των νομών Πιερίας, Θεσσαλονίκης και Κιλκίς, συνολικής έκτασης 2.670 km².



Εικόνα 1. Περιοχή μελέτης Πηγή:<http://www.elga.gr/>

Προτεινόμενο σύστημα

Η εμπειριστατωμένη μελέτη των μετεωρολογικών δεδομένων για τις ημέρες καταγραφής χαλαζόπτωσης από γειτονικούς μετεωρολογικούς σταθμούς της περιοχής Π1, συνετέλεσε στην εύρεση και στην ομαδοποίηση των ατμοσφαιρικών συνθηκών που συσχετίζονται με την εμφάνιση χαλαζόπτωσης. Υπό αυτή την διαπίστωση, πραγματοποιήθηκαν εξαντλητικές δοκιμές με στόχο τη δημιουργία ενός εξελιγμένου συστήματος Μηχανικής Μάθησης, το οποίο θα μπορεί να εκτιμήσει την πιθανότητα χαλαζόπτωσης, βάση των μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούν στην υπό μελέτη περιοχή. Η ανάπτυξη του συστήματος προληπτικής δράσης, πραγματοποιήθηκε με την χρήση Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (ΤΝΔ) τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μοντελοποιούν πολύπλοκα μη γραμμικά προβλήματα, εκμεταλλευόμενα την εγγενή αθροιστική υπολογιστική ισχύ του δικτύου των τεχνητών νευρώνων. Η μάθηση αφορά στη σταδιακή βελτίωση της προγνωστικής ικανότητας του δικτύου η οποία επιτυγχάνεται μέσω της εκπαίδευσης, της επαναληπτικής δηλαδή διαδικασίας σταδιακής προσαρμογής των συναπτικών βαρών. Η βέλτιστη προσέγγιση επιλέχθηκε μετά από εξαντλητικές δοκιμές και συγκρίσεις διαφορετικών αλγοριθμικών μεθόδων, ενώ το πρόβλημα ήταν πολυπαραμετρικό και υψηλής πολυπλοκότητας.

Ταξινόμηση με ΤΝΔ Εμπρόσθιας τροφοδοσίας

Τα ΤΝΔ αποτελούν έναν από τους δημοφιλέστερους και πληρέστερους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης και μια προσπάθεια προσέγγισης της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου. Η αρχιτεκτονική τους βασίζεται στην αρχιτεκτονική των Βιολογικών Νευρωνικών Δικτύων και η μοντελοποίηση ενός προβλήματος με βάση την αρχιτεκτονική αυτή, είναι ικανή να επιλύσει πολυπαραγοντικά προβλήματα υψηλής πολυπλοκότητας. Η γνώση σε ένα ΤΝΔ αποκτάται από το δίκτυο μέσα από τη διαδικασία εκπαίδευσης. Η εκπαίδευση πραγματοποιείται με τη βοήθεια παραδειγμάτων, έτσι ώστε να μαθαίνουν το περιβάλλον τους, ενώ οι δυνάμεις σύνδεσης των νευρώνων, γνωστές σαν συναπτικά βάρη, χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της γνώσης, η οποία ονομάζεται και ως γενίκευση. Στα δίκτυα εμπρόσθιας τροφοδότησης, οι νευρώνες είναι οργανωμένοι σε μορφή επιπέδων με την ροή του σήματος να ξεκινά από το επίπεδο εισόδου (input layer), προς το επίπεδο εξόδου (output layer), μέσω των κρυφών επιπέδων (hidden layers). Οι νευρώνες εισόδου απλά μεταφέρουν το σήμα στο επόμενο επίπεδο χωρίς να κάνουν καμία επεξεργασία, ενώ οι κρυφοί νευρώνες και οι νευρώνες εξόδου είναι υπολογιστικοί νευρώνες που ακολουθούν το μοντέλο του νευρώνα υλοποιώντας ένα σύνολο πράξεων για την επίλυση του προβλήματος που μοντελοποιούν.

Καινοτομία προτεινόμενου συστήματος

Η βασική καινοτομία της συγκεκριμένης εργασίας αφορά στη μελέτη και στην ομαδοποίηση των μετεωρολογικών συνθηκών που συσχετίζονται με την καταγραφή ή την απουσία χαλαζόπτωσης καθώς και στη δημιουργία ενός πολυσύνθετου μοντέλου υπολογιστικής νοημοσύνης, ικανό να προβλέπει με μεγάλη επιτυχία την πιθανότητα της χαλαζόπτωσης εισάγοντας και ομαδοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα. Η ανάλυση όσο το δυνατόν περισσότερων και αξιόπιστων μετεωρολογικών δεδομένων καθιστά το μοντέλο ως ένα προγνωστικό εργαλείο πολιτικής προστασίας που αποσκοπεί στην έγκυρη προειδοποίηση εμφάνισης χαλαζιού και επομένως στην καταστολή χαλαζιού με σπορά των καταγιδόφορων νεφών. Τέλος η αξιοπιστία του προτεινόμενου μοντέλου το καθιστά ιδιαίτερα χρήσιμο τόσο στην ελαχιστοποίηση των καταστροφών που προκαλούν οι χαλαζοπτώσεις στην αγροτική παραγωγή όσο και στην μείωση των αγροτικών αποζημιώσεων.

Παράλληλα εκτός από την ειδοποίηση των αγροτών θα ενημερώνονται και οι υπηρεσίες τροποποίησης καιρού (ΥΤΡΚ) για τον έγκαιρο βομβαρδισμό με ιωδιούχο άργυρο. <http://ellania.pblogs.gr/2013/02/h-ellhnikh-etaireia-tropopoihshs-kairoy-dyo-rantar-thessalonikh-.html>. Θα μπορεί λοιπόν να αποφεύγεται η περίπτωση καθυστερημένης αντίδρασης των ΥΤΡΚ (όπως έγινε τον Ιούνιο του 2014)

<http://www.paseges.gr/el/news/Katopin-eorths-shkwnoyn-ta-aeroplana-gia-to-halazi>.

Τέλος θα είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τις περιπτώσεις όπου το ραντάρ καιρού μένει εκτός λειτουργίας και φυσικά ο καιρός δεν μπορεί να περιμένει την επισκευή του (όπως έγινε για παράδειγμα στη Λάρισα στις 22/9/2005) http://www.ethnos.gr/arxiki_selida/arthro/ektos_leitourgias_to_rantar_gia_to_xalazi-13137/.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στην εργασία του ο Manzato A., 2013 παρουσίασε μία προγνωστική πολυσύνθετη ανάλυση για το χαλάζι, χρησιμοποιώντας γραμμικές και μη γραμμικές προσεγγίσεις για την εύρεση των καλύτερων αποτελεσμάτων από το συνδυασμό νευρωνικών δικτύων. Επίσης οι Gagne et all., 2013 περιέγραψαν μια τεχνική που μπορεί να αυξήσει την ακρίβεια της πρόγνωσης της ισχυρής χαλαζόπτωσης συμπεριλαμβάνοντας αποτελέσματα από μία συνδυαστική κλίμακα καταγιγίδας αριθμητικών μοντέλων πρόγνωσης καιρού σε ένα χωροχρονικό μοντέλο το οποίο θα παράγει πιθανές προβλέψεις ισχυρής χαλαζόπτωσης. Επιπρόσθετα οι She et all., 2010 περιέγραψαν τις αρχές της αναγνώρισης και μοντελοποίησης χαλαζιού χρησιμοποιώντας ασαφό-νευρωνικά δίκτυα και μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων. Οι Fan et all., 2015 προσπάθησαν να κατηγοριοποιήσουν τη βροχόπτωση και τη χαλαζόπτωση χρησιμοποιώντας μηχανές υποστήριξης διανυσμάτων. Οι Ultsch et all., 1996 χρησιμοποίησαν αυτο-οργανούμενους χάρτες για την κατηγοριοποίηση των χαρακτηριστικών μιας χαλαζόπτωσης με απώτερο σκοπό την πρόβλεψη της.

Έπειτα οι Ali et all., 2011 εφάρμοσαν εμπρόσθια τεχνητά νευρωνικά δίκτυα τριών στρωμάτων με οπίσθια διάδοση σφάλματος για τη πρόγνωση καταγιγίδων στη περιοχή Shah Alam χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα. Οι McGovern et all., 2014 ανέπτυξαν χωροχρονικές τεχνικές μηχανικής μάθησης για την πρόβλεψη ακραίων φαινομένων με τη χρήση προγνωστικών μοντέλων. Οι Choudhury et all., 2004 χρησιμοποίησαν νευρωνικά δίκτυα με αλγόριθμο οπίσθιας διάδοσης σφάλματος για την κατηγοριοποίηση των περιστατικών εμφάνισης ή απουσίας καταγιγίδων πάνω από την ανατολική ακτή της Ινδίας. Τέλος οι Torsum και Kwiatkowska, 1999 εφάρμοσαν ένα υβριδικό νευρωνικό δίκτυο για την εξαγωγή των χαρακτηριστικών των νεφών, της ανίχνευσης τους και της κατηγοριοποίησής τους.

Υλικά και Μέθοδοι

Το πρόβλημα είναι οπωσδήποτε χωροχρονικό και αντιμετωπίστηκε ως περίπτωση δυαδικής ταξινόμησης (Binary Classification 1 Ναι, 0 Όχι). Προκειμένου να μπορεί να εκτιμηθεί με αξιοπιστία το ενδεχόμενο χαλαζόπτωσης (ή μη) σε μία περιοχή και σε κάποια χρονική στιγμή, χρησιμοποιήθηκε αντιπροσωπευτικό σύνολο δεδομένων ώστε η εκπαίδευση αλγόριθμων μηχανικής μάθησης, να οδηγήσει σε γενίκευση (μάθηση και όχι απομνημόνευση). Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν στην καταγραφή των ημερών με χαλάζι, στις θέσεις-συντεταγμένες των χτυπημένων χαλαζομέτρων της αναφερόμενης περιοχής Π1, καθώς και στα χαρακτηριστικά του χαλαζιού, δηλαδή την πυκνότητα και το μέγεθος του. Οι καταμετρήσεις αφορούν στην περίοδο από 1 Απριλίου έως τις 30 Σεπτεμβρίου για τα τελευταία 18 έτη (1997-2002, 2004-2015) στις οποίες καταμετρήθηκαν 231 περιπτώσεις χαλαζόπτωσης. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα κλίμακας τριών ωρών για την εν λόγω περίοδο, τα οποία παραχωρήθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ). Ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα θερμοκρασία, υγρασία, ατμοσφαιρική πίεση, ένταση ανέμου και ώρες ηλιοφάνειας

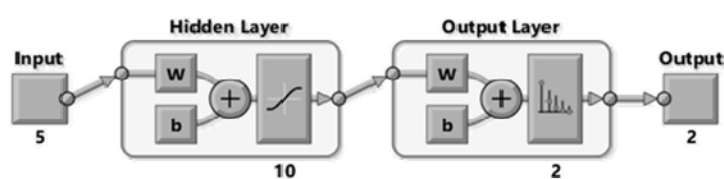
(διανύσματα εισόδου), ενώ ως εξαρτημένη μεταβλητή η χαλαζόπτωση ή μη χαλαζόπτωση (διανύσματα εξόδου). Από το σύνολο των δεδομένων (2884 εγγραφές), το 70% (2018 εγγραφές) επιλέχθηκε για την εκπαίδευση (training) και αντίστοιχα το υπόλοιπο 30% (866 εγγραφές) μοιράστηκε ισόποσα για την επικύρωση (validation) και για τον έλεγχο (testing) των προτεινόμενων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.

Αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης

Για την εκτίμηση της καλύτερης απόδοσης της ταξινόμησης, πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη σύγκριση των πλέον σύγχρονων και αξιόπιστων μεθόδων Ήπιας Υπολογιστικής (Soft Computing): Νευρωνικών Δικτύων Εμπρόσθιας Τροφοδοσίας (ΤΝΔΕΤ,) Μηχανών Διανύσματος Υποστήριξης (SVM), Δέντρων Τυχαίων Αποφάσεων (Random Forest-RF), του αλγόριθμου Πλησιέστερου Γείτονα (k-Nearest Neighbour-k_NN) και του Νευρωνικού Δίκτυου Ακτινωτής Βάσης (Radial Basis Function-RBF). Η ανάλυση της αρχιτεκτονικής σχεδίασης και ο τρόπος λειτουργίας των παραπάνω αλγορίθμων δεν καλύπτεται από την εν λόγω εργασία καθώς είναι εκτός από τους σκοπούς της, αλλά είναι εύκολο να αναζητηθούν από την σχετική βιβλιογραφία (Cortes και Vapnik, 1995), (Breiman, 2001), (Hall et all., 2008), (Buhmann, 2003).

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Από τις πέντε μεθόδους μηχανικής μάθησης που προτάθηκαν με βάση τα αποτελέσματα του Πίνακα 2, το νευρωνικό δίκτυο εμπρόσθιας τροφοδοσίας με 10 νευρώνες στο κρυφό επίπεδο απέδωσε μεγαλύτερη ακρίβεια ταξινόμησης (classification) με ποσοστό 91,5%, καθώς και τα καλύτερα αποτελέσματα σε όλα τα μετρικά μετά από 12 επαναλήψεις. Επίσης επέδειξε υψηλό ρυθμό σωστών προβλέψεων, μεγάλη ικανότητα γενίκευσης και το μικρότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα (RMSE) και τους υψηλότερους δείκτες ακρίβειας accuracy. Στην Εικόνα 2 φαίνεται η αρχιτεκτονική ενώ ακολουθεί και ο Πίνακας σύγκρισης του ΤΝΔΕΤ.



Εικόνα 2. Αρχιτεκτονική (ΤΝΔΕΤ)

Πίνακας 1: Πίνακας σύγκρισης (ΤΝΔΕΤ)

μη χαλαζόπτωση	χαλαζόπτωση	
2426	227	μη χαλαζόπτωση

217	2324	χαλαζόπτωση
-----	------	-------------

Τα αμέσως καλύτερα αποτελέσματα εξήχθησαν από τις μηχανές υποστήριξης διανύσματος (SVM) ενώ αντιθέτως την μικρότερη ακρίβεια πρόβλεψης και παράλληλα το υψηλότερο μέσο τετραγωνικό σφάλμα, απέδωσε ο αλγόριθμος k-Nearest Neighbours.

Πίνακας 2: Παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην εκτίμηση χαλαζόπτωσης

Ταξινομητής	Ακρίβεια	Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος	Εμβαδό v ROC
TNΔΕΤ	91,5 %	0,2660	0,975
RBF	74,4 %	0,4208	0,811
SVM	89,8 %	0,3191	0,898
kNN	73,2 %	0,4261	0,804
RF	84,6 %	0,3919	0,852

Η εξελιγμένη εφαρμογή υπολογιστικής ευφυΐας που περιγράφηκε, σε συνδυασμό με τα εξαιρετικά αισιόδοξα αποτελέσματα που προέκυψαν, αποτελεί μια αξιόπιστη καινοτόμα πρόταση στην πρόβλεψη χαλαζόπτωσης για την αποφυγή των αρνητικών συνεπειών που μπορεί να προκαλέσει το φαινόμενο αυτό τόσο στην εξαγωγή προϊόντων του πρωτογενή τομέα όσο και στην οικονομική ανάπτυξη μιας αγροτικής περιοχής. Τα οφέλη μιας τέτοιας μελέτης είναι να δωθεί το κίνητρο να μελετηθούν και άλλα εξίσου επικίνδυνα φαινόμενα καθώς και να χρησιμοποιηθούν τα πιο σύγχρονα υπολογιστικά εργαλεία ώστε να μπορούν να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις, μέσω της έγκυρης πρόβλεψης και προειδοποίησης.

Πρόκειται για μια πιλοτική εφαρμογή μιας σύγχρονης προσέγγισης σε ένα σημαντικό πρόβλημα φυσικής καταστροφής. Η ευρεία εφαρμογή της προτεινόμενης μεθόδου θα καταδείξει αν μπορεί να εκτιμά αξιόπιστα την καταγραφή χαλαζόπτωσης σε πραγματικές συνθήκες. Παράλληλα η ευρεία συλλογή μετεωρολογικών δεδομένων, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάλυση και την ομαδοποίηση των καιρικών παραμέτρων που καθορίζουν τις συνθήκες χαλαζόπτωσης. Επίσης μπορεί να

συμβάλλει και στη δημιουργία ενός συστήματος διαχείρισης και πρόληψης του κινδύνου χαλαζόπτωσης, με στόχο την προστασία της αγροτικής παραγωγής.

Τέλος πολύ σημαντικό κρίνεται το γεγονός ότι το προτεινόμενο σύστημα αποτελεί μια οικονομική, εύκολη και ιδιαίτερη αποτελεσματική λύση, η οποία μπορεί να υλοποιηθεί από μηχανές καθημερινής χρήσης, αποτελώντας έτσι ένα ουσιαστικό εργαλείο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από τους μηχανισμούς πολιτικής προστασίας, όσο και από τους απλούς αγρότες και πολίτες μιας περιοχής.

Επισκόπηση – Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Στην εν λόγω εργασία, υιοθετήθηκε πιλοτικά, μια προσέγγιση υπολογιστικής ευφυΐας, η οποία επιτρέπει την έγκαιρη και έγκυρη πρόβλεψη της χαλαζόπτωσης, βάση των μετεωρολογικών δεδομένων μιας υπό εξέταση περιοχής. Η βασική καινοτομία που εισάγει το προτεινόμενο σύστημα, αφορά στη χρήση τεχνητής ευφυΐας για την πρόβλεψη ακραίων καιρικών φαινομένων με την επεξεργασία αποκλειστικά μετεωρολογικών δεδομένων. Αυτό το γεγονός ενισχύει σημαντικά τις μεθόδους ανάλυσης των συνθηκών που δημιουργούν τέτοιου είδους φαινόμενα, ενδυναμώνοντας τεχνολογικά παράλληλα τους μηχανισμούς πολιτικής προστασίας και τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης του κρατικού μηχανισμού χωρίς πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση. Παράλληλα από την μείωση των ζημιών θα υπάρχει πρόσθετο οικονομικό όφελος.

Μια από τις μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις που θα μπορούσαν να προάγουν το προτεινόμενο σύστημα, αφορά στην υλοποίηση του σε ένα υβριδικό σχήμα, στο οποίο θα συνδυάζονται διαφορετικές μέθοδοι μηχανικής μάθησης (semi-supervised and unsupervised learning), για την περαιτέρω βελτιστοποίηση της ακρίβειας πρόβλεψης της χαλαζόπτωσης. Επίσης, η χρησιμοποίηση τεχνικών μείωσης παραμέτρων (feature or dimensionality reduction) όπως της Principal Component Analysis, καθώς και αντίστοιχων μεθόδων επιλογής των καταλληλότερων χαρακτηριστικών (feature selection), θα μπορούσε να ενισχύσει ουσιαστικά την διαδικασία ταξινόμησης. Τέλος, πολύ ενδιαφέρουσα κρίνεται η περίπτωση της υλοποίησης του εν λόγω συστήματος με τη χρήση κάποιας ευρετικής μεθόδου βελτιστοποίησης, όπως πχ ενός γενετικού αλγόριθμου.

Βιβλιογραφία

Ali A.F., Johari D., Nik Ismail N.F., Musirin I, Hashim N (2011) Thunderstorm forecasting by using artificial neural network, PEOCO, 2011 Selangor:369-374.

Breiman Leo (2001) "Random Forests". Machine Learning 45 (1): 5–32. doi:10.1023/A:1010933404324.

Buhmann, Martin D (2003) Radial Basis Functions: Theory and Implementations, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-63338-3.

Choudhury S., Mitra S, Chakraborty H (2004) A connectionist approach to thunderstorm forecasting, NAFIPS, Vol1:330-334.

Cortes C., Vapnik V (1995), "Support-vector networks". Machine Learning 20 (3): 273. doi:10.1007/BF00994018.

Hall P., Park BU, Samworth RJ (2008) "Choice of neighbor order in nearest-neighbor classification". Annals of Statistics 36 (5): 2135–2152. doi:10.1214/07-AOS537.

Fan W., Wang P., Yuan Y, Sun H.Y (2015) Heavy rain/hail classification model based on SVM classification credibility, Beijing Univ of Tech Vol 41 Issue 3:361-365.

Gagne D.J., McGovern A., Brotzge J, Xue M (2013) Severe Hail Prediction within a Spatiotemporal Relational Data Mining Framework, ICDMW, TX:994-1001.

Manzato A (2013) Hail in Northeast Italy: A neural network ensemble forecast using sounding-derived indices Weather and Forecasting, Vol 28 Issue1:3-28.

McGovern A., Gagne II D.J., Williams J.K., Brown R.A, Basara J.B (2014) Enhancing understanding and improving prediction of severe weather through spatiotemporal relational learning Machine Learning, Vol 95 Issue 1: 27-50.

She Y., Yu L, Wei Y (2010) Application research on intelligent pattern recognition methods in hail identification of weather radar, ICCASM, Taiyuan Vol1:554-558.

Torsum I.S, Kwiatkowska E (1999) Neural network system for cloud classification from satellite images, Neural Networks, IJCNN '99, Vol 6:3785-3790.

Ultsch A., Guimaraes G, Schmid W (1996) Classification and prediction of hail using self-organizing neural networks, Neural Networks, 1996 Vol 3:1622-1627.

[http://www.elga.gr/images/stories/3a%20\(1\).gif](http://www.elga.gr/images/stories/3a%20(1).gif)

<http://ellania.pblogs.gr/2013/02/h-ellhnikh-etaireia-tropoihshs-kairoy-dyo-rantar-thessalonikh-.html>

<http://www.paseges.gr/el/news/Katopin-eorths-shkwnoyn-ta-aeroplana-gia-to-halazi>

http://www.ethnos.gr/arxiki_selida/arthro/ektos_leitourgias_to_rantar_gia_to_xalazi-13137/