

Διάρκεια: 28/07/2020 - 27/06/2023

Τίτλος: Αυτοματοποιημένη εποπτεία εναέριας λήψης του Ελληνικού Δικτύου γραμμών μεταφοράς ρεύματος

Ακρωνύμιο: AdVISEr

Κωδικός Έργου: Τ2ΕΔΚ-03595

Πλαίσιο Χρηματοδότησης: Ενιαία Δράση Κρατικών Ενισχύσεων Έρευνας, Τεχνολογικής Ανάπτυξης & Καινοτομίας «ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ» του Ε.Π. «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ)», ΕΣΠΑ 2014 – 2020

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Καθηγητής Μιχαήλ Ζερβάκης

Αντικείμενο έργου:

Οι εταιρείες διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως, μέχρι και πριν μερικά χρόνια, επιθεωρούσαν τις εναέριες γραμμές μεταφοράς είτε από το έδαφος με τη χρήση κιαλιών και θερμικών καμερών είτε με τη χρήση ελικοπτέρου. Εκτός από τη χαμηλή ακρίβεια των αποτελεσμάτων, το μεγάλο κόστος πτήσης-συντήρησης του ελικοπτέρου και του επιπλέον εξοπλισμού που φέρει, όπως gimbal και κάμερες (οπτικές/θερμικές/υπεριώδεις) καθώς και η επαφή με ηλεκτροφόρους αγωγούς, επιβαρύνει οικονομικά τις εταιρείες και θέτει σε κίνδυνο το ανθρώπινο δυναμικό. Μια εναλλακτική λύση, αποτελούν ρομποτικά συστήματα όπως LineROVer Technology, LineScout Technology, που προσαρμόζονται πάνω στους αγωγούς και τους διατρέχουν για να γίνει η επιθεώρηση από ανθρώπινο δυναμικό που τα ελέγχει ασύρματα. Είναι εξοπλισμένα με κάμερες, συστήματα διάλυσης πάγου, μέτρησης μαγνητικού πεδίου και ανίχνευσης εμποδίων. Είναι αρκετά ογκώδεις και με μεγάλο βάρος κατασκευές, οι οποίες φέρνουν εις πέρας επιθεωρήσεις χωρίς να απειλείται ανθρώπινη ζωή, με μεγάλη ακρίβεια αποτελεσμάτων αλλά χρονοβόρα διαδικασία επιθεώρησης. Η ανάπτυξη των Συστημάτων Μη-Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ) τα τελευταία χρόνια, οδήγησε στη δημιουργία νέων συστημάτων επιθεώρησης γραμμών. Ένα ΣμηΕΑ κατάλληλα εξοπλισμένο με κάμερες και αισθητήρες, ελεγχόμενο από ένα χειριστή ασύρματα ή εκτελώντας μια προκαθορισμένη διαδρομή, είναι ικανό να διανύσει μεγαλύτερη απόσταση και σε μικρότερο χρόνο από τα ρομποτικά συστήματα. Εκτός του οικονομικού συμφέροντος, τα αποτελέσματα επεξεργασίας είναι αρκετά ικανοποιητικά καθώς τείνουν να αντικαταστήσουν τους συμβατικούς τρόπους επιθεώρησης γραμμών.

Αντικείμενο του προτεινόμενου έργου είναι η υλοποίηση ενός συστήματος ΣμηΕΑ, καταλλήλως εξοπλισμένου με αισθητήρες για την επιτήρηση κι ανίχνευση των εναέριων γραμμών, ικανό να εξαγει αποτελέσματα φθορών ή απωλειών σε πραγματικό χρόνο. Για τη λήψη φωτογραφιών/βίντεο των εναέριων γραμμών και σύλων θα χρησιμοποιηθεί οπτική κάμερα. Χαρακτηριστικά όπως ανάλυση τουλάχιστον 21MP, διάφραγμα f/2.8 και δυνατότητα καταγραφής 4K είναι απαραίτητα για τη διασφάλιση υψηλής ανάλυσης των δεδομένων. Σε συνεργασία με την οπτική, συνιστάται η χρήση θερμικής κάμερας, η οποία είναι υπεύθυνη για την ανίχνευση και καταγραφή απωλειών θερμότητας από τους αγωγούς. Σκοπός είναι ο εντοπισμός καλωδίων και άλλων εξαρτημάτων (π.χ. μονωτήρες) που υπερθερμαίνονται και απαιτούν επισκευή. Οι διαστάσεις των εικόνων που θα καταγράφονται χρειάζεται να είναι τουλάχιστον 640x480 pixels, ώστε να αποτυπωθεί η θερμοκρασία με υψηλή ακρίβεια. Το εύρος

ανίχνευσης θερμοκρασιών πρέπει να είναι από -20°C έως τουλάχιστον 200°C . Θα αναπτυχθούν κατάλληλες μεθοδολογίες επεξεργασίας σήματος και εικόνας ώστε, κατόπιν επεξεργασίας των δεδομένων που θα καταγράφουν οι αισθητήρες του ΣμηΕΑ, να εξάγονται οι ενδείξεις απωλειών ή φθοράς των γραμμών. Προβλέπεται να σχεδιαστούν μεθοδολογίες μηχανικής μάθησης που να μπορούν να εκπαιδευτούν από το πλήθος των δεδομένων που θα καταγράφονται, ώστε έτσι να επιτευχθεί ενίσχυση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων. Παράλληλα, το ΣμηΕΑ θα είναι εξοπλισμένο με FPGAs για επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Θα υπάρξει γεωαναφορά στα δεδομένα που θα καταγράφονται ώστε να δίνεται η ακριβής θέση που εντοπίζεται η φθορά ή η απώλεια του πεδίου. Τέλος, υπάρχει πρόβλεψη για ανάπτυξη των μεθοδολογιών σε κατάλληλους επιταχυντές χαμηλού βάρους, ώστε να διασφαλιστεί η επεξεργασία στο πεδίο κι, επομένως, σε πραγματικό χρόνο. Το ΣμηΕΑ θα σχεδιαστεί καταλλήλως ώστε να μπορεί να συνδυάσει με ασφάλεια κι ακρίβεια τα τρία διαφορετικά είδη αισθητήρων που προαναφέρθηκαν, έτσι ώστε το βάρος του να είναι μικρό και η πλοήγησή του εύκολη από τεχνικό προσωπικό του ΔΕΔΔΗΕ.

Συνοψίζοντας, το προτεινόμενο σύστημα αποτελεί μία οικονομική, φορητή κι αποτελεσματική λύση για την επιθεώρηση του δικτύου που διαχειρίζεται ο ΔΕΔΔΗΕ, που αναμένεται να ικανοποιήσει τους εξής στόχους:

- Ταχύτερη, αποτελεσματικότερη επιθεώρηση δικτύου
- Πρόληψη βλαβών λόγω προβλημάτων
- Εντοπισμός θερμικών καταπονήσεων σε επαφές και συνδέσεις
- Γρηγορότερη πρόσβαση σε δύσβατες περιοχές
- Μείωση μη προγραμματισμένων διακοπών
- Μείωση όχλησης καταναλωτών και εμπορικών ή βιοτεχνικών δραστηριοτήτων

Φορείς Υλοποίησης:

1. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ-ΕΙΔΙΚΟΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΙΩΝ & ΕΡΕΥΝΑΣ (ΕΛΚΕ Π.Κ)
2. ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.
3. GEOSENSE I.K.E.
4. ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (ΑΠΘ)

Ενότητες Εργασίας:

1. **ΕΕ1.** Μελέτη εφαρμογής και στάθμιση απαιτήσεων συστήματος.
2. **ΕΕ2.** Ανάπτυξη συστήματος ΣμηΕΑ.
3. **ΕΕ3.** Ανάπτυξη μεθοδολογιών Αναγνώρισης Βλαβών.
4. **ΕΕ4.** Βελτιστοποίηση μεθοδολογιών και ανάπτυξη υπομονάδων υλικού για επιτάχυνση και μείωση κατανάλωσης ενέργειας.
5. **ΕΕ5.** Ολοκλήρωση συστήματος και πιλοτική εφαρμογή για την επαλήθευση της σωστής λειτουργίας συστήματος.

Παραδοτέα:

1. **P1.1** Αναφορά με καταγραφή των απαιτήσεων του έργου:
Αναφορά με καταγραφή απαιτήσεων επιθεώρησης γραμμών Μέσης Τάσης (MT) και αξιολόγησή τους ως προς το βαθμό ικανοποίησης από την προτεινόμενη μεθοδολογία.
2. **P1.2** Ενδιάμεση αναφορά με καταγραφή των προδιαγραφών των φορτίων του ΣμηΕΑ:
Ενδιάμεση αναφορά με καταγραφή των προδιαγραφών των φορτίων του ΣμηΕΑ που θα καλύψουν τις ανάγκες επιθεώρησης.
3. **P1.3** Προδιαγραφές αισθητήρων, υποσυστημάτων και πτητικού μέσου:
Αναφορά με τις προδιαγραφές των αισθητήρων, υποσυστημάτων και του πτητικού μέσου που θα αναπτυχθεί, με σκοπό την ασφαλή μεταφορά των παραπάνω φορτίων, την κάλυψη των αναγκών του τελικού χρήστη καθώς και την επιχειρησιακή ολοκλήρωσή του στο σύστημα.
4. **P2.1** Εγχειρίδιο λειτουργίας και χρήσης ΣμηΕΑ.
5. **P2.2** Ολοκληρωμένο σύστημα ΣμηΕΑ:
Ολοκληρωμένο σύστημα ΣμηΕΑ με τον απαραίτητο εξοπλισμό όπως θα προκύψει από τις απαιτήσεις της ΕΕ1 και την ολοκλήρωση λειτουργικών συστημάτων στην ΕΕ5.1, με τις κατάλληλες υποδοχές διασύνδεσης με το πληροφοριακό σύστημα.
6. **P2.3** Παρουσίαση σε διεθνές συνέδριο:
Δημοσίευση σχετική με την πλήρη λειτουργικότητα του συστήματος ΣμηΕΑ.
7. **P3.1** Εγχειρίδιο λειτουργίας και λειτουργικότητας για την οπτική αναγνώριση γραμμών ρεύματος και ανάλυση πληροφορίας από ΗΜ αισθητήρες:
Έκθεση για την αλγοριθμική ανάπτυξη μεθοδολογιών για τον ακριβή εντοπισμό προβλημάτων του ΔΕΔΔΗΕ που σχετίζονται με τη δομική και λειτουργική κατάσταση των γραμμών και των επί μέρους υποδομών (μονωτήρων, μετασχηματιστών κλπ.).
8. **P3.2** Αναφορά και λειτουργικό για την σύνδεση εικόνων, χαρτών και συστήματος γεω-αναφοράς:
Έκθεση που αφορά στις ενέργειες ενσωμάτωσης χαρτών με γεω-αναφορά στην εικόνα της οπτικής κάμερας.
9. **P3.3** Λογισμικό εκπαίδευσης συστημάτων μηχανικής μάθησης για αναγνώριση γραμμών σε πολλαπλά περιβάλλοντα:
Λογισμικό για την άμεση αναγνώριση σχηματισμών γραμμών μεταφοράς, είτε σε ευθεία μορφή ή σε συντεταγμένη γωνία μέσα σε κάθε εικόνα του βίντεο.
10. **P3.4** Δημοσίευση σε διεθνές περιοδικό και παρουσίαση σε διεθνές συνέδριο:
Δημοσιεύσεις σχετικές με την ανάπτυξη μεθοδολογιών αναγνώρισης βλαβών.
11. **P4.1** Εγχειρίδιο για τον καθορισμό του υποσυστήματος υλικού (FPGA) με ανάλυση των υπολογιστικών απαιτήσεων, του βάρους, της κατανάλωσης ισχύος/ενέργειας:
Έκθεση που αφορά στην επιλογή πλατφόρμας υλικού, ανάλυση λογισμικού και διαχωρισμός υλικού/λογισμικού.
12. **P4.2** Επιταχυντές σε αναδιατασσόμενο υλικό πλήρως υλοποιημένοι και επικυρωμένοι (validated):
Υλοποίηση επιταχυντών στους οποίους θα καταλήξει η ΕΕ4.1 σε αναδιατασσόμενο υλικό με στόχο την πολύ μεγάλη (τάξη μεγέθους) μείωση της κατανάλωσης ισχύος / ενέργειας καθώς και

στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης ή / και ακρίβειας των μεθοδολογιών που θα έχουν αναπτυχθεί στην ΕΕ3.

13. **P4.3** Δημοσίευση σε διεθνές περιοδικό και παρουσίαση σε διεθνές συνέδριο:
Δημοσιεύσεις που αφορούν στα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης μεθοδολογιών και την ανάπτυξη υπομονάδων υλικού για επιτάχυνση και μείωση κατανάλωσης ενέργειας.
14. **P5.1** Εγχειρίδιο λειτουργίας:
Εγχειρίδιο λειτουργίας για το ολοκληρωμένο σύστημα εναέριου οχήματος με ενσωματωμένους αισθητήρες όρασης και ΗΜ πεδίου, τα συστήματα γεο-αναφοράς για την πλοήγηση καθώς και το τηλεπικοινωνιακό κομμάτι.
15. **P5.2** Αναφορά αξιολόγησης ολοκληρωμένου συστήματος:
Αξιολόγηση Συστήματος μέσω της πιλοτική εφαρμογής.
16. **P5.3** Ημερίδα παρουσίασης στο ΔΕΔΔΗΕ:
Ημερίδα παρουσίασης στο ΔΕΔΔΗΕ με τα αποτελέσματα του έργου.

Διάχυση:

Δημοσιεύσεις

1. Aikaterini Tsellou, Konstantia Moirogiorgou, Georgios Plokamakis, George Livanos, Kostas Kalaitzakis, Michalis Zervakis, “Aerial video inspection of Greek power lines structures using machine learning techniques”, 2022 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques (IEEE IST), Virtual Conference | June 21-23 2022.
2. Anastasios Papanastasiou, Effrosyni Doutsis, Michalis Zervakis, Panagiotis Tsakalides, “Neuro-inspired Image Compression Architectures”, 2022 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques (IEEE IST), Virtual Conference | June 21-23 2022.