Precision Farming
Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην υπηρεσία του αγροτικού τομέα

Καράτσης Φίλιππος, Κύρινα Ανδριάννα, Λειβαδιώτη Ειρήνη, Λυκοκώστα Μαρία-Ευαγγελία, Μέρκος Γεώργιος, Μουντουρλή Λουκία

Μαθητές/τριες Β Τάξης Λυκείου, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Φίλιππος Κουτσάκας (ΠΕ86)
fkoutsakas@gmail.com

Σαπφώ Φωτιάδου (ΠΕ04)
sapfo.fotiadou@gmail.com

Περίληψη

Η εργασία μας επιχειρεί να αξιοποιήσει τις δυνατότητες που προσφέρει ο ραγδαία εξελισσόμενος τομέας της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης με στόχο τον έγκαιρο εντοπισμό των βασικότερων ασθενειών και παρασίτων της καλλιέργειας της ελιάς.
Για τον σκοπό αυτό θα υλοποιηθεί χαμηλού κόστους φορητή διάταξη βασισμένη σε τεχνολογίες ανοιχτής αρχιτεκτονικής (Raspberry Pi) με δυνατότητα συλλογής δεδομένων πεδίου με τη χρήση κάμερας και αισθητήρων (θερμοκρασίας, υγρασίας, ατμοσφαιρικής πίεσης, κλπ).
Για την εκπαίδευση της παραπάνω διάταξης θα αξιοποιηθούν (α) φωτογραφίες από βάσεις ανοικτών συνόλων δεδομένων που απεικονίζουν ασθένειες της ελιάς καθώς και (β) μοντέλα μηχανικής μάθησης με δυνατότητα αναγνώρισης εικόνων (Google Teachable Machine).
Μετά τον πρώτο κύκλο εκπαίδευσης της, η παραπάνω διάταξη θα αξιοποιηθεί στο πεδίο (χωράφι) για τον έγκαιρο και έγκυρο εντοπισμό ασθενειών της ελιάς.
Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης από την εκπαιδευτική κοινότητα του εκπαιδευτικού υλικού που θα παραχθεί στο πλαίσιο του συγκεκριμένου έργου
Λέξεις κλειδιά: *τεχνητή νοημοσύνη, ασθένειες καλλιέργειας ελιάς, ανοιχτές τεχνολογίες*

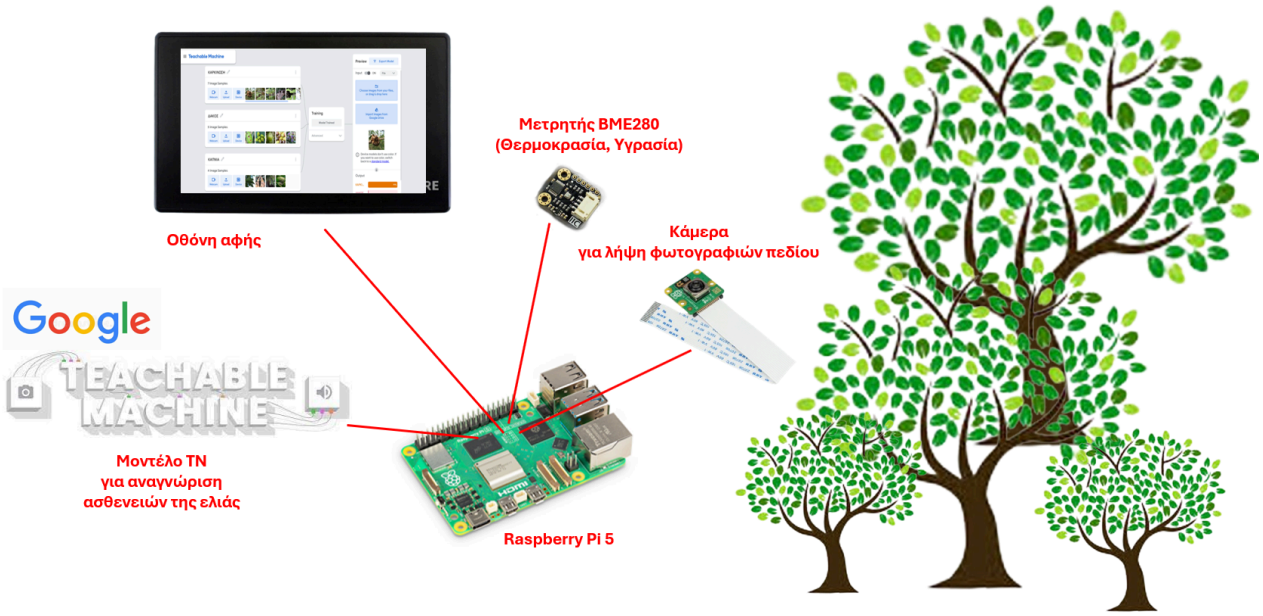
1. Εισαγωγή - Αφόρμηση

Η κακοκαιρία Daniel που έπληξε την περιοχή της Θεσσαλίας τον Σεπτέμβρη του 2023 και οι καταστροφικές συνέπειες της για την αγροτική παραγωγή αποτέλεσαν την αφορμή για να αναζητήσουμε και να μελετήσουμε τρόπους με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη είναι δυνατόν να υποστηρίξει τον αγροτικό τομέα της χώρας μας. Για τον σκοπό αυτό στο πλαίσιο του μαθήματος «Εισαγωγή στις Αρχές της Επιστήμης των ΗΥ» της Β Λυκείου, στην ενότητα «Τεχνητή Νοημοσύνη» αποφασίσαμε να υλοποιήσουμε σχετική εργασία, συμμετέχοντας παράλληλα στον 6ο Πανελλήνιο Διαγωνισμό Ανοιχτών Τεχνολογιών με θεματική ενότητα την Τεχνητή Νοημοσύνη. Έτσι ως ομάδα επιλέξαμε να ασχοληθούμε με το Precision Farming, δηλαδή τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης που αναλύει δεδομένα από αισθητήρες και drones για να βελτιστοποιήσει τη φύτευση, την άρδευση και τον έλεγχο των παρασίτων στις αγροτικές καλλιέργειες.

2. Αναλυτική περιγραφή της ιδέας μας

Αποφασίσαμε η έρευνα μας να εστιάσει στην αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης για εντοπισμό ασθενειών και παρασίτων των αγροτικών καλλιεργειών και πιο συγκεκριμένα της ελιάς, μεγάλες καλλιέργειες της οποίας υπάρχουν στον νομό Μαγνησίας που επλήγει ιδιαίτερα από την κακοκαιρία Daniel, αλλά και σε πολλές ακόμη περιοχές της χώρας μας. Ειδικότερα, με σκοπό τον έγκαιρο και έγκυρο εντοπισμό ασθενειών και παρασίτων της καλλιέργειας της ελιάς, στο πλαίσιο της εργασίας μας

- θα σχεδιάσουμε και θα υλοποιήσουμε μία χαμηλού κόστους φορητή διάταξη βασισμένη σε υπολογιστική συσκευή μικρού μεγέθους και ανοιχτής αρχιτεκτονικής (Raspberry Pi) που θα έχει τη δυνατότητα καταγραφής δεδομένων πεδίου (χωράφι) με τη χρήση κάμερας και αισθητήρων (θερμοκρασία, υγρασία, ατμοσφαιρική πίεση, κλπ)
- θα εγκαταστήσουμε στην παραπάνω διάταξη, θα προγραμματίσουμε και θα εκπαιδεύσουμε μοντέλα μηχανικής μάθησης ανοιχτής αρχιτεκτονικής με δυνατότητα αναγνώρισης εικόνων (Google Teachable Machine)
- θα αξιοποιήσουμε δεδομένα (φωτογραφίες) από βάσεις ανοικτών συνόλων δεδομένων που απεικονίζουν ασθένειες της ελιάς για την εκπαίδευση του παραπάνω μοντέλου



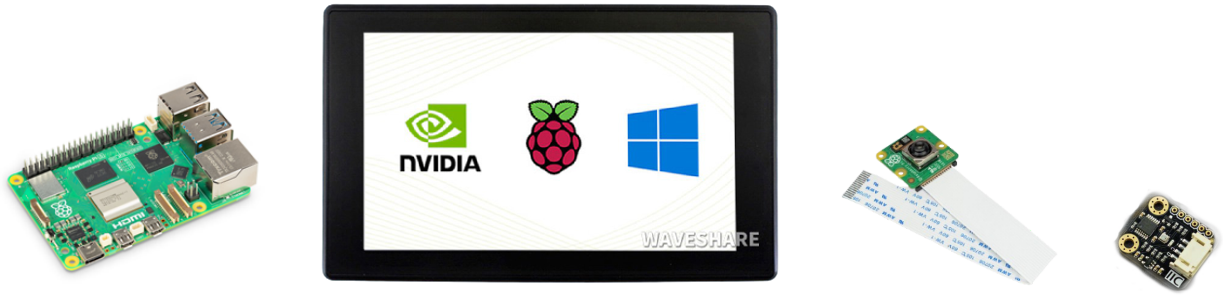
Εικόνα 1. *Η συνολική εικόνα της εργασίας μας*

Μετά τον πρώτο κύκλο εκπαίδευσης της, η παραπάνω διάταξη θα δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης της στο πεδίο (χωράφι) για τον έγκαιρο και έγκυρο εντοπισμό ασθενειών της ελιάς, ενώ παράλληλα θα εκπαιδεύεται.

Για την υλοποίηση της φορητής διάταξης επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε τον παρακάτω εξοπλισμό:

- Υπολογιστή μικρού μεγέθους Raspberry Pi 5 8GB
- Οθόνη αφής Waveshare 7inch capacitive touch screen LCD

- Κάμερα υψηλής ανάλυσης Raspberry Pi 5 Camera Module V3
- Αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, ατμοσφαιρικής πίεσης
- Φορητή πηγή ενέργειας για Raspberry Pi



Εικόνα 2. *Raspberry Pi 5, Οθόνη αφής WaveShare, Κάμερα V3, Αισθητήρας θερμοκρασίας, υγρασίας*

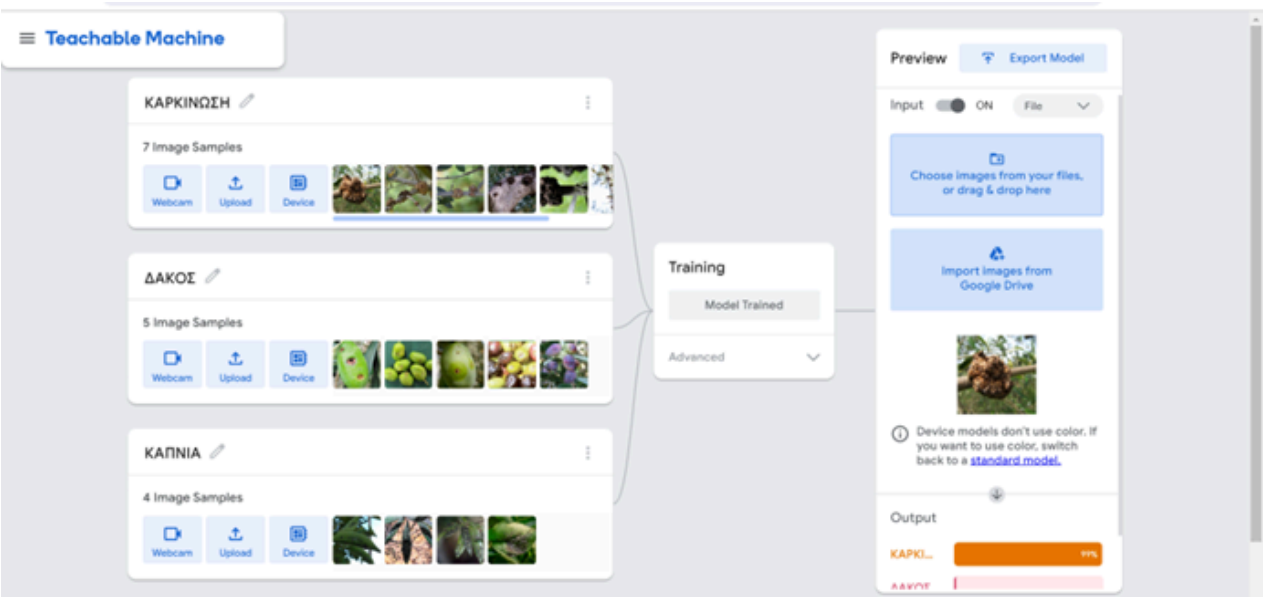
Μετά την συναρμολόγηση και εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος Raspbian OS, προχωρήσαμε στην παραμετροποίηση του εξοπλισμού. Ιδιαίτερα χρήσιμη ήταν η εμπειρία που έχουμε αποκομίσει από σχετικές εργασίες και Projects που έχουν υλοποιηθεί στο σχολείο μας τα προηγούμενα χρόνια όπως για παράδειγμα τα Ακραία Καιρικά Φαινόμενα, ο Άλλος Αέρας με ανοιχτές τεχνολογίες, Ο τελευταίος να σβήσει τα φώτα, κλπ. Στο πλαίσιο των προγραμμάτων αυτών έχουμε υλοποιήσει παρόμοιες διατάξεις και έχουμε συλλέξει αρκετά δεδομένα, με αποτέλεσμα να είμαστε εξοικειωμένοι αυτές τις διαδικασίες.

Εικόνα 3. *Συναρμολόγηση και παραμετροποίηση της φορητής διάταξης*

3. Εκπαίδευση του Μοντέλου και Πιλοτική Εφαρμογή

Όσον αφορά την εκπαίδευση της διάταξης στην αναγνώριση ασθενειών της ελιάς, επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε την Teachable Machine της Google (https://teachablemachine.withgoogle.com/). Πρόκειται για είναι ένα εξαιρετικά εύχρηστο εργαλείο που επιτρέπει στους χρήστες να εξοικειωθούν με την τεχνολογία της μηχανικής μάθησης και να δημιουργήσουν δικά τους μοντέλα χωρίς την ανάγκη για πολύπλοκες γνώσεις προγραμματισμού ή αλγορίθμων μηχανικής μάθησης. Αναπτύχθηκε από την Google και χρησιμοποιείται για να δείξει στους χρήστες πώς μπορούν να δημιουργήσουν μοντέλα μηχανικής μάθησης χωρίς να χρειάζεται να έχουν βαθιές γνώσεις στον τομέα. Προσφέρει τη δυνατότητα εκπαίδευσης μοντέλων μηχανικής μάθησης στην αναγνώριση διάφορων κατηγοριών εικόνων, ήχων ή κινήσεων με βάση τα δεδομένα που της παρέχονται.
Η λειτουργία της Teachable Machine είναι ιδιαίτερα απλή: ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αφού ορίσει τις ομάδες / κατηγορίες / κλάσεις δεδομένων (εικόνες, ήχους ή βίντεο) να τροφοδοτήσει με δεδομένα την

εφαρμογή είτε μέσω κάμερας, είτε με την ανάρτηση αρχείων. Στη συνέχεια το μοντέλο με το πάτημα ενός κουμπιού μελετάει τις εικόνες που έχει δεχθεί ως είσοδο και εκπαιδεύεται εντοπίζοντας μοτίβα σε αυτές.
Στην περίπτωση μας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα αρχικά δημιουργήσαμε τρεις κατηγορίες ασθενειών τις ελιάς (Καρκίνωση, Δάκος, Καπνιά), ανεβάσαμε σχετικές εικόνες και πραγματοποιήσαμε μία πρώτη εκπαίδευση του μοντέλου με τις φωτογραφίες αυτές.



Εικόνα 4. *Οι τρεις πρώτες κατηγορίες ασθενειών της ελιάς*

Στη συνέχεια ελέγξαμε τον βαθμό εκπαίδευσης του μοντέλου δίνοντας ως είσοδο

a. φωτογραφίες με τις τρεις ασθένειες της ελιάς για τις οποίες είχε εκπαιδευτεί το μοντέλο
b. φωτογραφίες με άλλες ασθένειες της ελιάς, για τις οποίες δεν είχε εκπαιδευτεί το μοντέλο
c. φωτογραφίες από ελιές που δεν αντιμετωπίζουν κάποια ασθένεια

Το μοντέλο ανταποκρίθηκε σε ικανοποιητικό βαθμό στην αναγνώριση εικόνων των τριών ασθενειών της ελιάς μιας και αναγνώρισε με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας (>70%) φωτογραφίες που απεικόνιζαν κάποια από τις τρεις ασθένειες. Για να αυξήσουμε αυτό το ποσοστό αποφασίσαμε να εμπλουτίσουμε τις κατηγορίες αυτές με επιπλέον φωτογραφίες από ανοιχτές βάσεις δεδομένων στο διαδίκτυο.
Όπως ήταν αναμενόμενο το μοντέλο δεν ανταποκρίθηκε στην αναγνώριση ασθενειών για τις οποίες δεν είχε εκπαιδευτεί.
Αυτό που είχε ενδιαφέρον ήταν συμπεριφορά του μοντέλου στην τρίτη κατηγορία εικόνων, σε φωτογραφίες δηλαδή που απεικόνιζαν φυτά ελιάς χωρίς κανένα πρόβλημα. Σε κάποιες από αυτές τις φωτογραφίες το μοντέλο υποδείκνυε πιθανότητα ασθένειας σε ποσοστό 30-40%. Αποφασίσαμε λοιπόν στην επόμενη φάση της εκπαίδευσης του μοντέλου να δημιουργήσουμε και μία επιπλέον κατηγορία η οποία θα περιελάμβανε φωτογραφίες με υγιή φυτά ελιάς.
Στη συνέχεια αναζητήσαμε περισσότερες εικόνες από τις πιο συχνές ασθένειες του φυτού της ελιάς μπορέσαμε να εμπλουτίσουμε τις κατηγορίες του προς εκπαίδευση μοντέλου μας στην πλατφόρμα της Google Teachable Machine με διάφορες φωτογραφίες τις κάθε ασθένειας επαν-εκπαιδεύσαμε το μοντέλο. Πιο συγκεκριμένα επιλέξαμε περίπου είκοσι φωτογραφίες της κάθε ασθένειας στις οποίες να φαίνεται αυτή ξεκάθαρα έτσι ώστε το αποτέλεσμα να είναι όσο το δυνατόν πιο έγκυρο.
Παράλληλα πειραματιστήκαμε με τις «Προχωρημένες» (Advanced) λειτουργίες που προσφέρει η πλατφόρμα της Google ώστε να επιτύχουμε ακόμη καλύτερα αποτελέσματα αναγνωρισιμότητας.

4. Προκλήσεις, Δυσκολίες

Κατά την διάρκεια της εργασίας δεν αντιμετωπίσαμε ιδιαίτερες δυσκολίες, πέραν της δυσκολίας εύρεσης αξιόπιστων, καλής ποιότητας φωτογραφιών για ορισμένες ασθένειες της ελιάς. Στα επόμενα στάδια της εφαρμογής, στόχος μας είναι να βρεθούμε στο φυσικό χώρο της ελιάς (χωράφι αλλά και αστικές φυτεύσεις ελαιόδεντρων) συλλέγοντας ακόμη περισσότερες φωτογραφίες και δεδομένα ώστε να εκπαιδεύσουμε ακόμη

πιο αποτελεσματικά το μοντέλο και να κάνουμε ακόμη περισσότερες δοκιμές με όσο περισσότερο υλικό γίνεται.

5. Πρώτα Συμπεράσματα και Επόμενα Βήματα

Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα της εργασίας μας είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά μιας το μοντέλο μηχανικής μάθησης που εκπαιδεύσαμε και εγκαταστήσαμε σε έναν φορητό υπολογιστή μικρού μεγέθους ανταποκρίνεται με μεγάλο βαθμό επιτυχίας στην αναγνώριση ασθενειών της ελιάς. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα της εργασίας μας δείχνουν ότι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για τον έλεγχο παρασίτων και ασθενειών στην καλλιέργεια της ελιάς είναι υποσχόμενη και αποτελεσματική. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε με εκπαίδευση από δεδομένα φωτογραφιών παρέχει ακριβείς πληροφορίες για την υγεία των φυτών. Η ικανότητα του συστήματος να αναγνωρίζει πρόωρα προβλήματα συνιστά κρίσιμο πλεονέκτημα για την προληπτική διαχείριση. Αναδεικνύεται επίσης η σημασία και η ανάγκη της εύρεσης / συγκέντρωσης επαρκών δεδομένων για ασθένειες με περιορισμένη διαθεσιμότητα εικονικού υλικού.
Στα άμεσα σχέδια μας είναι η εύρεση επιπλέον φωτογραφιών ασθενειών της ελιάς από ανοιχτές βάσεις δεδομένων και η περαιτέρω εκπαίδευση του μοντέλου και στη συνέχεια η εξωτερική χρήση της διάταξης σε όσο το δυνατόν περισσότερα δέντρα και καρπούς με στόχο την καλύτερη δυνατή εκπαίδευση του.
Στα απώτερα σχέδια μας είναι η ενδεχόμενη εξέλιξη του μηχανισμού και της κατασκευής με μελλοντικό σκοπό την εμπορική του χρήση από επαγγελματίες του κλάδου των αγροτικών καλλιεργειών.

7. Βιβλιογραφία

A.I. Experiments, Teachable Machine, Ανακτήθηκε από https://www.youtube.com/watch?v=3BhkeY974Rg

Navrozidis I, Pantazi XE, Lagopodi A, Bochtis D, Alexandridis TK. Application of Machine Learning for Disease Detection Tasks in Olive Trees Using Hyperspectral Data. Remote Sensing. 2023; 15(24):5683. https://doi.org/10.3390/rs15245683

Google Teachable Machine, https://teachablemachine.withgoogle.com/

Γκατζιλάκης, Χ., Γούτος, Δ. Ασθένειες της Ελιάς, Ανακτήθηκε από https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/GF136/%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%91.%CE%A4%CE%95%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F.2019-converted.pdf

Έντομα και ασθένειες που προσβάλλουν τους καρπούς της ελιάς, Ανακτήθηκε από https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/fytoprostasia/item/3402-entoma-kai-astheneies-pou-prosvalloun-tous-karpoys-tis-elias

Καϊναδάς, Φ. (2024). Οι κυριότερες ασθένειες της ελιάς (Doctoral dissertation, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Σχολή Γεωπονικών Επιστημών. Τμήμα Γεωπονίας). Ανακτήθηκε από https://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4315/%ce%9a%ce%b1%cf%8a%ce%bd%ce%b1%ce%b4%ce%ac%cf%82%2c%20%ce%a6%ce%af%ce%bb%ce%b9%cf%80%cf%80%ce%bf%cf%82.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Οι Ασθένειες Της Ελιάς, Ανακτήθηκε από https://agravia.gr/asthenies-elias/