



Proiect: ADER 6.3.19 - *Cercetări privind perfecționarea managementului și aplicarea digitalizării în cadrul fermelor de producție legumicolă prin utilizarea tehnologiilor "HIGH TECH" și "SMART"*

Faza: 2/ 2024 - Proiectare, realizare sistem de avertizare atac de boli și dăunători

Director de proiect: dr. ing. Ionel Lucian Dumitrescu - I.C.D.I.M.P.H. HORTING



Obiectivul proiectului se încadrează în obiectivul general 6

"Dezvoltarea de noi produse, practici, procese și tehnologii integrate producției horticole" și a obiectivului specific 6.3 "Modernizarea tehnologiilor de înmulțire și de cultură a plantelor horticole pentru utilizarea cu maximă eficiență a resurselor naturale și antropice, diminuarea impactului negativ al schimbărilor climatice și îmbunătățirea protecției mediului înconjurător" ale Planului sectorial ADER 2023-2026 și se referă la stabilirea unor soluții, demonstrate și verificate științific, care utilizează tehnologii "HIGH TECH" și "SMART" dezvoltate pe baza ultimelor realizări din domeniul digitalizării.



Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului proiectului:

- implementarea unui sistem de avertizare privind atacul de boli și dăunători autonom, care realizează vizualizarea plantelor pe parcursul dezvoltării fiziologice, și utilizează elemente comparative existente într-o bază de date specifică fiecărui cultivar (tomate și ardei);
- implementarea unui sistem de avertizare privind parametrii de microclimat, necesarul de substanțe nutritive, existența sau nu a atacului de boli și dăunători, dotat cu senzori de precizie, gestionați de o unitate PLC;
- realizarea softului specific necesar gestionării sistemelor;
- implementarea într-un modul de seră/solar a sistemelor.



Faza 2/ 2024 - Proiectare, realizare sistem de avertizare atac de boli și dăunători, are următoarele activități :

- Activitatea 2.1 Proiectare și realizare sistem de avertizare privind atacul de boli și dăunători
- Activitatea 2.2 Creare bază de date pentru identificarea bolilor și dăunătorilor la tomate și ardei
- Activitatea 2.3 Probe și experimentări
- Activitatea 2.4 Diseminarea rezultatelor



- Activitatea 2.1 - Proiectare și realizare sistem de avertizare privind atacul de boli și dăunători

În primă fază a fost proiectat, montat și pus în funcțiune, în modulul de seră experimentală din incinta HORTING, un sistem de monitorizare și avertizare în timp real a valorilor factorilor de microclimat din incintă. Acest sistem permite un control de tip clasic (convențional) a procesului dinamic al microclimatului din seră. Este un mod de control de tip *feedback* bazat un pachet de senzori care monitorizează parametrii critici implicați în dezvoltarea unei culturi și are următoare componență:

- pentru sol
- 1. senzor pentru măsurarea umidității



- 2. senzor pentru măsurarea temperaturii





2. senzor pentru măsurarea conductivității



- pentru monitorizarea factorilor de microclimat din aer

1. senzori ce măsoară umiditatea relativă și temperatura



2. senzori ce măsoară intensitatea radiație luminoase





2. senzor ce măsoară concentrația CO₂

Sistemul mai are în componență:

- o interfață pentru conectarea senzorilor



- un data-logger pentru achiziție date primite de la senzori





- Sistemul culege și transmite valorile parametrilor măsurați pe o platforma de internet și comunicații a *Pessl Instruments* de unde aceștia pot fi descărcați, și se pot interpreta și analiza datele de pe orice dispozitiv cu acces la internet (PC sau smartphone).
- Cu acest tip de controlul clasic a variației factorilor de mediu când variabila controlată depășește punctul de referință, un controler pornit/oprit poate comuta ieșirea.

Pentru controlul concentrației de CO₂ din incintă a fost instalat un echipament de monitorizare și îmbogățire cu CO₂ compus din:

- aparat monitorizare CO₂ cu automatizare





- butelie CO₂ cu reductor de presiune și electrovalvă de comandă



- sistem distribuție CO₂ în incintă





În modulul experimental a fost montat un echipament care printr-o combinație de soluții hardware și software monitorizează și informează în timp real fermierul despre apariția atacurilor diferitelor insecte specifice culturilor din spații protejate.

Are în componență o camera foto de 10 MP ce captează imagini de înaltă rezoluție ale plăcii capcană a echipamentului, placă pe care se prind diferiții dăunători. Imaginile sunt trimise prin UMTS la platforma care cu ajutorul IA (inteligență artificială) face analiza acestora. Rezultatele sunt apoi vizibile pe dispozitive web sau mobile. Astfel, atunci când fermierul este avertizat că în incintă sunt condiții de microclimat favorabile dezvoltării dăunătorilor, nu va mai trebui fie să verifice fizic existența dăunătorilor.





În ceea ce privește apariția bolilor, în cadrul proiectului a fost dezvoltată o aplicație ce poate identifica în timp real apariția bolilor prin analiza aspectului frunzelor plantelor afectate. Echipamentul este practic laptop echipat cu o cameră web HD care captează imagini ale plantelor. Apoi procesează aceste imagini și dacă sesizează apariția bolilor, avertizează fermierul.

- Activitatea 2.2 Creare bază de date pentru identificarea bolilor și dăunătorilor la tomate și ardei

Echipamentului ce monitorizează apariția atacurilor diferitelor insecte are integrat un program care trimite în timp real imaginile captate către o platformă, respectiv către iSCOUT® Mobile (<https://metos.global/ro/iscout-mobile/>). Cu ajutorul acesteia, imaginile sunt analizate utilizând un software de tip IA (inteligență artificială). Acest software folosește un algoritm de învățare automată (machine learning) pentru recunoașterea și numărarea insectelor. Controlul insectelor este în timp real, iar datele colectate pot fi folosite pentru analize ulterioare.



Aplicația pentru recunoașterea bolilor frunzelor de tomate utilizează algoritmul *YOLO9* și o bază de date preantrenată, provenită de la Roboflow (<https://universe.roboflow.com/>), pentru a analiza și identifica bolile tomatelor și a ardeilor în timp real.

Algoritmul *YOLO9* este cea mai nouă variantă a algoritmului *YOLO*, sau „*You Only Look Once*”, un algoritm avansat de detectare a obiectelor în imagini și videoclipuri, ce permite identificarea și localizarea mai multor obiecte în timp real (<https://curtonews.com/ro/inteligenciaartificial/o-que-e-o-yolo-na-inteligencia-artificial-glossario-do-newsverso/>).

Roboflow este o bază de date, un instrument care permite celor interesați (stakeholders) să construiască aplicații de tip computer vision (<https://roboflow.com/about>). În această bază de date sunt disponibile și etichetate, și imagini cu aspectul frunzelor plantelor de tomate și ardei contaminate cu diferite boli (<https://universe.roboflow.com/>).



Aplicația rulează pe un laptop echipat cu o cameră web HD, care capturează imagini ale plantelor. Acestea sunt procesate instantaneu, iar sistemul compară frunzele tomatelor/ardeilor cu modelele din baza de date. Atunci când este identificată o boală specifică, utilizatorul este avertizat după ce un anumit timp de prag este depășit, oferindu-i posibilitatea de a interveni prompt sau decalat.

Baza de date „*Tomato Leaf Disease*” și „*Bell pepper leaf disease*” de pe *Roboflow* este un set de date bine structurat, special conceput pentru a sprijini aplicațiile de învățare automată în identificarea bolilor frunzelor de tomate și/sau ardei . Această bază de date conține imagini etichetate manual care prezintă diferite tipuri de boli ce pot afecta frunzele plantelor oferind o gamă variată de exemple pentru fiecare boală.

Această soluție aduce o contribuție valoroasă la monitorizarea sănătății plantelor, reducând timpul de detecție și minimalizând intervențiile manuale. Fiind accesibilă și ușor de integrat, aplicația poate ajuta la îmbunătățirea managementului bolilor în culturi de tomate/ardei din spațiile protejate de cultură.



Aplicația de recunoaștere a bolilor frunzelor în timp real are următoarele componente:

1. Componenta de capturare a imaginilor (camere web HD) ce este sursa primară de date vizuale pentru aplicație
2. Componenta de preprocesare a datelor care pregătește imaginile pentru analiza ulterioară
3. Componenta *YOLO9* (pentru detecție în timp real) care este nucleul aplicației, iar algoritmul *YOLO9* analizează imaginea și identifică simptomele bolilor prin compararea lor cu datele din setul preantrenat
4. Componenta baza de date de boli (care este pre-antrenată) care oferă *YOLO9* exemple de referință pentru a clasifica și identifica corect bolile detectate în imagini
5. Componenta sistem de alertă (Notificare utilizator) care este mecanismul prin care utilizatorul este informat imediat despre existența unei boli, permițându-i să intervină rapid pentru a proteja culturile
6. Componenta unitate de procesare (Laptop/Calculator) care este centrul de control unde se desfășoară toate operațiunile de detecție a bolilor și de comunicare cu utilizatorul



- Activitatea 2.3 - Probe și experimentări

Au fost făcute probe funcționale cu dispozitivele montate în modulul de seră.

Astfel sistemul de monitorizare a factorilor de microclimat arată că senzorii sunt funcționali iar modulul este funcțional, înregistrează și transmite valorile către platforma *FieldClimate.com*.

De asemenea a fost testat și echipamentul ce monitorizează apariția atacurilor diferitelor insecte. Și acesta a fost funcțional urmând a relua testările la primăvară când populațiile de insecte vor fi mult mai dense și variată, pentru a avea certitudinea acurateței informațiilor.

În ceea ce privește aplicația pentru recunoașterea bolilor frunzelor în primă etapă s-a făcut antrenarea aplicației pentru recunoașterea bolilor frunzelor de tomate. Urmează ca în scurt timp să se facă și antrenarea pentru recunoașterea bolilor frunzelor de ardei folosind informații tot din baza de date roboflow.com



- Activitatea 2.4 - Diseminarea rezultatelor

Proiectul este prezentat pe site-ul institutului HORTING

<https://horting.ro/proiecte/ader-6-3-19/>

Concluzii

Integrarea Tehnologiei Informației și Comunicațiilor în serele de legume poate îmbunătăți semnificativ procesele agricole, aducând beneficii atât din punct de vedere economic, cât și din perspectiva sustenabilității.

Aplicațiile [Fieldclimate.com](https://fieldclimate.com), [iSCOUT®Mobile](#), [Roboflow](#) și algoritmul [YOLO9](#) sunt aplicații cu ajutorul cărora se pot gestiona în timp real factorii biologici și de microclimat, și pot transmite avertizări fermierului la apariția disfuncționalităților în spațiile de cultură.

Aceste sisteme automatizate reduc nevoia de inspecții fizice frecvente, economisind timp și resurse. Pe măsură ce tehnologia continuă să evolueze, aplicațiile pot fi extinse pentru a include alte tipuri de culturi și boli, oferind astfel o soluție scalabilă și adaptabilă pentru agricultura modernă.



Prin integrarea ușoară și costurile relativ reduse, această aplicație reprezintă o oportunitate excelentă pentru agricultori de a-și optimiza managementul factorilor de microclimat, a bolilor și dăunătorilor cu scopul de a crește productivitatea, contribuind în același timp la practici agricole mai durabile.

Deoarece problematica abordată este de mare actualitate, introducerea acestor metode de tehnologice de avangardă în cadrul fermelor de horticole în spații protejate din România este impetuos necesară, se consideră că este oportună și posibilă continuarea proiectului în etapele viitoare. Totodată rezultatele Fazei 2/2024, precum și expertiza echipei de cercetare implicată în implementarea proiectului *ADER 6.3.19 Cercetări privind perfecționarea managementului și aplicarea digitalizării în cadrul fermelor de producție legumicolă prin utilizarea tehnologiilor "HIGH TECH" și "SMART"*, constituie o certitudine privind continuarea activităților prevăzute în *Planul de realizare* al proiectului și obținerea rezultatelor anticipate, apte a fi puse la dispoziția fermierilor.