

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor**

Admis la susținere

Șef Departament:

Sudacevschi Viorica, conf. univ., dr.

_____” _____ 2022

Sistem inteligent de detectare a stării culturilor agricole

Teză de master

Student: Mihai Andrei, CRI-211M

**Conducător: Cojuhari Irina,
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2022

ADNOTARE

La teza de master: „Sistem inteligent de detectare a stării culturilor agricole”, elaborat de Mihai Andrei, Chișinău, 2022

Cuvinte cheie: vedere computerizată, inteligență artificială, aplicație, minisera.

Lucrarea de față are drept scop proiectarea și implementarea sistemului de monitorizare a stării culturilor agricole.

Teza vizează implementarea unui modul pentru minisera de tip FarmBot care va fi capabilă să identifice și să monitorizeze starea de sănătate a culturilor agricole. Republica Moldova fiind o țară agrară are nevoie de inovații care ar facilita automatizarea și creșterea de producție în sectorul fitotehnic.

Tehnologiile utilizate sunt: Python, Raspberry Pi pentru a rula aplicația și transmiterea ulterioară a datelor către calculatorul principal, OpenCV, Google Colab pentru a folosi puterea de calcul ale Google.

Capitolul 1 definește cadrul elaborării lucrării, sunt descrise sisteme asemănătoare și sarcinile pe care le realizează acestea.

Capitolul 2 definește etapa de analiză a lucrărilor și sistemelor de vedere computerizată, inteligență artificială.

Capitolul 3 definește etapa de antrenare a modelului, și realizarea aplicației de identificare a culturii agricole și a stării acesteia.

ANNOTATION

**In the master's thesis: "Intelligent system for detecting the state of agricultural crops ",
elaborated by Mihai Andrei, Chişinău, 2022.**

Keywords: programming language, machine learning, artificial intelligence, application, FarmBot.

The purpose of this work is to design and implement the system for monitoring the condition of agricultural crops.

The thesis aims to implement a module for the FarmBot minigreenhouse that will be able to identify and monitor the health status of agricultural crops. The Republic of Moldova, being an agricultural country, needs innovations that would facilitate automation and production growth in the phytotechnical sector.

Used technologies are: Python, Raspberry Pi to run the application and subsequent transmission of data to the host computer, OpenCV, Google Colab to use Google's computing power.

The explanatory memorandum contains: Introduction, 1 chapter, conclusions, bibliography
Chapter 1 defines the framework of the work, similar systems and the tasks they perform are described.

Chapter 2 defines the analysis stage of computer vision, artificial intelligence works and systems.

Chapter 3 defines the training stage of the model, and the implementation of the application to identify the agricultural crop and its condition.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	9
1. APLICAȚII DE RECUNOAȘTERE ȘI DE IDENTIFICARE	10
1.1. Introducere	10
1.2. Importanța monitorizării stării plantelor	12
1.3. Bolile plantelor	13
1.3.1. Bolile fungice	15
1.3.2. Bolile bacteriene.....	18
1.4. Analiza aplicațiilor de monitorizare a stării plantelor	21
1.4.1. Aplicația Agrio	21
1.4.2. Aplicația Leaf Doctor.....	22
1.4.3. Aplicația CropsAI	23
1.4.4. Aplicația Cropalyser.....	25
2. MODELE DE ANTRENARE A VEDERII ARTIFICIALE	26
2.1. Recunoașterea imaginilor cu ajutorul modelelor de învățare automată	26
2.2. Rețele neuronale convoluționale	27
2.3. Region-Based Convolutional Neural Networks (R-CNN).....	30
2.4. Fast Region-Based Convolutional Neural Networks (Fast R-CNN)	30
2.5. Faster Region-Based Convolutional Neural Networks (Faster R-CNN)	31
2.6. MobileNet: rețele neuronale convoluționale eficiente pentru aplicații mobile	33
3. PROIECTAREA APLICAȚIEI DE MONITORIZARE A CULTURILOR AGRICOLE	39
3.1. Introducere	39
3.2. Antrenarea unui model pentru identificarea stării plantelor.....	39
3.3. Realizarea aplicației pentru identificarea stării plantelor	42
CONCLUZII.....	46
BIBLIOGRAFIE	47

INTRODUCERE

Agricultura reprezintă o ramură principală pentru economia națională având o pondere însemnată în PIB. Agricultura reprezintă o activitate specifică complexă care include două ramuri: fitotehnia (cultura plantelor) și sectorul zootehnic (creșterea animalelor). Sectorul fitotehnic în cazul Republicii Moldova ocupă o pondere mai mare decât sectorul zootehnic.

Biroul Național de Statistică precizează că majorarea producției globale agricole în 2021 a fost determinată de creșterea producției vegetale cu 75,5%. În anul 2021 ponderea producției vegetale în totalul producției agricole a constituit 81% (în anul 2020 – 69%), producției animaliere revenind doar 19% (în anul 2020 – 31%). Astfel, în 2021 față de anul 2020 a crescut semnificativ volumul culturilor recoltate: Datele statistice arată că anul trecut a fost înregistrată cea mai mare recoltă de grâu, de porumb și de floarea soarelui din istoria Republicii Moldova. Agricultura joacă un rol important în economia Republicii Moldova, așadar este important ca în continuare acesteia să i se acorde o deosebită atenție și un suport întrucât această ramură a economiei naționale să își continue creșterea și să aducă un aport pozitiv în dezvoltarea economică a țării [1].

Crearea unui sistem de monitorizare a stării culturilor agricole reprezintă un suport considerabil pentru sectorul fitotehnic, întrucât un astfel de sistem poate să identifice starea culturilor agricole, starea de sănătate a acestor culturi, iar aceste informații pot fi transmise la un operator pentru îndeplinirea a unor acțiuni.

Inteligența artificială, împreună cu vederea artificială, sunt subiecte proeminente ale industriei tehnologice. Inteligența artificială se bazează pe multe instrumente și tehnici diferite pentru a imita inteligența umană și pentru a o recrea cu diverși algoritmi aplicați pe diferite dispozitive. Vederea artificială este un domeniu al tehnologiilor informaționale care se concentrează pe capacitatea mașinilor de a analiza și înțelege imagini și videoclipuri și trece prin sarcina de recunoaștere a imaginilor în învățarea automată.

Recunoașterea imaginilor este un mecanism folosit pentru a identifica un obiect dintr-o imagine și pentru a-l clasifica într-o anumită categorie, pe baza modului în care oamenii recunosc obiectele din diferite seturi de imagini.

Scopul tezei de masterat este proiectarea și elaborarea unui sistem inteligent de monitorizare a stării culturilor agricole, care va satisface următoarelor cerințe:

- monitorizarea stării culturilor agricole;
- transmiterea deviațiilor de la normă a stării plantelor

BIBLIOGRAFIE

1. SÂRBU O., CIMPOIEȘ, L.: 'Rolul Agriculturii în dezvoltarea spațiului rural al Republicii Moldova', 6 p
2. AYESHA S., MUHAMMAD A., 'Evaluating Plant Disease Detection Mobile Applications: Quality and Limitations', 25 p
3. *Definitions of plant disease*. ©2022 Encyclopædia Britannica, Inc. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.britannica.com/science/plant-disease/Definitions-of-plant-disease>
4. *Infecții fungice și afecțiuni cauzate de fungi*. All rights reserved Synevo Romania. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.synevo.ro/infectii-fungice-afecțiuni-cauzate-fungi/>
5. *Antracoza la căpșuni*. Toate drepturile rezervate GLISSANDO S.R.L. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.glissando.ro/product/antracoza-la-capsuni/>
6. *Mana coletului și fructelor de căpșun*. Toate drepturile rezervate GLISSANDO S.R.L. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.glissando.ro/product/mana-coletului-si-fructelor-de-capsun/>
7. *Pătarea albă și roșie purpurie a frunzelor de căpșun*. Toate drepturile rezervate GLISSANDO S.R.L. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.glissando.ro/product/patarea-alba-si-rosie-purpurie-a-frunzelor-de-capsun/>
8. *Bacterie – Wikipedia*. Text is available under the Creative Commons Attribution-ShareAlike License ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://ro.wikipedia.org/wiki/Bacterie>
9. *Pătarea frunzelor și basicarea fructelor*. Toate drepturile rezervate GLISSANDO S.R.L. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.glissando.ro/product/patarea-frunzelor-si-basicarea-fructelor/>
10. *Arsura bacteriană a soiei*. Toate drepturile rezervate GLISSANDO S.R.L. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.glissando.ro/product/arsura-bacteriana-a-soiei/>
11. *Vestejirea bacteriană a cartofului*. Toate drepturile rezervate GLISSANDO S.R.L. ©2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://www.glissando.ro/product/vestejirea-bacteriana-a-cartofului/>
12. *Getting started with Workgroup*. All rights reserved to Saillog LTD. 2019 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://agrio.app/Getting-started-with-Workgroup/>

13. *Leaf Doctor*. 2022 The American Phytopathological Society [citat 19.12.2022].
Disponibil: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-03-15-0319-RE>
14. *CropsAI apk*. © 2015-2021 By APKPure [citat 19.12.2022]. Disponibil:
<https://apkpure.live/cropsai>
15. *Cropalyser*. Copyright © 2022 Apple Inc. All rights reserved. [citat 19.12.2022].
Disponibil: <https://apps.apple.com/us/app/cropalyser/id899624184>
16. *Image Recognition with Machine Learning: How and Why?*. KILI TECHNOLOGY © 2022 [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://kili-technology.com/blog/image-recognition-w>
17. MIHNEA H.V., '*Rețele neuronale convoluționale, Big Data și Deep Learning în analiza automată a imaginii*', 24p
18. FUKUSHIMA, K., '*Neocognitron, A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position*', 36p
19. FUKUSHIMA, K., '*Neocognitron, Neural network model for selective attention in visual pattern recognition and associative recall*', 36p
20. FUKUSHIMA, K., '*Neocognitron, Restoring partly occluded patterns: a neural network model. Neural Networks*', 18p
21. LECUN, Y. BOSER, B.DENKER, J. S. HENDERSON, D. HOWARD, R. E. HUBBARD, (1989). '*Backpropagation applied to handwritten zip code recognition*', 10p
22. LECUN, Z. BOTTOU, L BENGIO, Y. HAFFNER, P. (1998). '*Gradient-based learning applied to document recognition*', 86p
23. *R-CNN*. [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://medium.com/@selfouly/r-cnn-3a9beddfd55a>
24. *Fast R-CNN*. [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://medium.com/@selfouly/part-2-fast-r-cnn-object-detection-7303e1988464>
25. *Faster R-CNN*. Paperspace Blog 2022. *Fast R-CNN*. [citat 19.12.2022]. Disponibil:
<https://blog.paperspace.com/faster-r-cnn-explained-object-detection/>
26. *Bolile plantelor*. © 2015 GradinaMea.ro / Toate drepturile rezervate [citat 19.12.2022].
Disponibil: http://www.gradinamea.ro/Bolile_plantelor_5017_543_1.html
27. *Plant diseases and pests detection based on deep learning: a review* © 2022 BioMed Central Ltd unless otherwise stated [citat 19.12.2022]. Disponibil:
<https://plantmethods.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13007-021-00722-9>
28. GKIOXARI, G., HARIHARAN, B., GIRSHICK, R., MALIK. J. '*R-CNNs for Pose Estimation and Action Detection*.' [citat 19.12.2022]. Disponibil:
<https://arxiv.org/pdf/1406.5212.pdf>

29. HE, K., ZHANG, K., REN, S., SUN, J. '*Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks*'. [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://arxiv.org/abs/1506.01497>
30. *Tensorflow* – *Wikipedia*, [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://en.wikipedia.org/wiki/TensorFlow>
31. *Google Colaboratory*, [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://research.google.com/colaboratory/faq.html>
32. *MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications* , [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://arxiv.org/pdf/1704.04861.pdf>
33. SIMONYAN, K., ZISSERMAN, A. '*Very deep convolutional networks for large-scale image recognition*'.
34. SZEGEDY, C., IOFFE, S., VANHOUCKE, V. '*Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning*'
35. SZEGEDY, C., VANHOUCKE, V., IOFFE, S., SHLENS, J. '*Rethinking the inception architecture for computer vision.*'
36. HE, K., ZHANG, K., REN, S., SUN, J. '*Deep residual learning for image recognition*'
37. *Image Classification with MobileNet*. [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://medium.com/analytics-vidhya/image-classification-with-mobilenet-cc6fbb2cd470>
38. *Bag of Features*. © 2022 Stack Exchange Inc; user contributions licensed under CC BY-SA [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://ai.stackexchange.com/questions/21914/what-are-bag-of-features-in-computer-vision>
39. *Viola–Jones object detection framework*. [citat 19.12.2022]. Disponibil: https://en.wikipedia.org/wiki/Viola%E2%80%93Jones_object_detection_framework
40. *How single-shot detector (SSD) works?*. Copyright © 2022 Esri. All rights reserved. [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://developers.arcgis.com/python/guide/how-ssd-works/>
41. *Doing Math with TensorFlow*. [citat 19.12.2022]. Disponibil: https://yiyibooks.cn/wizard/getting-started-with-tf_20180404104155_deleted/ch2.html
42. *What are tensors*. Copyright © 2020 Daolrevo Ltd. All rights reserved [citat 19.12.2022]. Disponibil: <https://codecraft.tv/courses/tensorflowjs/tensors/what-are-tensors/>