

Îmbunătățirea Agriculturii Inteligente: Integrare IoT bazată pe TCP/IP

Ciobotariu Andrei, Țiprigan Tiberiu

^aFacultatea de Informatică, Strada General Henri Mathias Berthelot 16, Iași, 700483,

Abstract

Avansul rapid al tehnologiei "Internet Of Things" au deschis noi posibilități de îmbunătățire a eficienței și productivității în sectorul agricol. Această lucrare de cercetare explorează integrarea protocoalelor TCP/IP într-un sistem agricol inteligent, valorificând puterea IoT pentru a permite o comunicare și un control fluent al datelor. Studiul se concentrează pe dezvoltarea unei arhitecturi robuste care încorporează protocoale de comunicare bazate pe TCP/IP pentru a facilita monitorizarea în timp real, colectarea datelor și controlul proceselor agricole. Prin implementarea și evaluarea unui sistem prototip, s-a demonstrat că protocoalele TCP/IP oferă o soluție fiabilă și scalabilă prin transmiterea datelor între senzori, actuatori și unități de control central într-un mediu agricol inteligent. Rezultatele experimentale au arătat o eficiență îmbunătățită în transferul de date și o reactivitate sporită în controlul diferitelor parametri agricoli. În plus, integrarea protocoalelor TCP/IP a permis interoperabilitatea și compatibilitatea cu infrastructură de rețea existentă. Concluziile acestei cercetări contribuie la avansarea sistemelor agricole inteligente prin evidențierea avantajelor și fezabilității utilizării protocoalelor TCP/IP în contextul aplicațiilor IOT. Integrarea propusă, bazată pe TCP/IP, oferă o perspectivă promițătoare pentru optimizarea alocării resurselor, îmbunătățirea proceselor decizionale și promovarea practicilor sustenabile în agricultură modernă.

1. Introducere

Protocoalele TCP/IP și Internet of Things (IOT) au transformat diverse industrii, inclusiv agricultura. Sistemele de agricultura inteligentă, alimentate de tehnologiile IoT, au revoluționat practicile tradiționale de cultivare prin posibilitatea monitorizării în timp real, colectării de date și luării de decizii importante. În acest context, integrarea protocoalelor TCP/IP joacă un rol crucial în facilitarea comunicării fără întreruperi și a schimbului de date în cadrul acestor sisteme. Aceasta lucrare de cercetare își propune să exploreze importanța protocoalelor TCP/IP în sistemele de agricultura inteligentă, cu accent pe aplicațiile IoT.

În primul rând, dorim să investigăm rolul protocolurilor în facilitarea unei comunicări eficiente și a transferului de date în sistemele de agricultura inteligentă. Vom explora modul în care protocoalele TCP/IP facilitează integrarea fără probleme a diferitelor dispozitive agricole, senzori și sisteme de control, permitându-le să comunice și să schimbe date într-un mod standardizat și fiabil. În al doilea rând, ne propunem să evaluăm impactul integrării IoT asupra proceselor agricole și managementului resurselor. Vom analiza avantajele și provocările asociate adoptării protocoalelor TCP/IP în rețelele agricole bazate pe IoT, concentrându-ne asupra aspectelor precum scalabilitatea, securitatea și interoperabilitatea. Importanța acestei studii se află în potențialul său de a avansa înțelegerea și implementarea protocoalelor TCP/IP în sistemele de agricultura inteligentă. Prin examinarea beneficiilor și provocărilor, putem identifica domenii de îmbunătățire și propune soluții pentru optimizarea utilizării protocoalelor TCP/IP. Mai mult, rezultatele acestui studiu pot contribui la dezvoltarea practicilor agricole eficiente și durabile, la îmbunătățirea managementului resurselor și la

creșterea productivității agricole. Structura acestui proiect este organizată în felul următor: O secțiune de revizuire a literaturii ce oferă o prezentare generală a cercetărilor existente despre protocoalele TCP/IP, IoT și aplicațiile lor în agricultură. Aceasta identifică studiile, cadrele de lucru și tehnologiile relevante utilizate în sistemele de agricultura inteligentă, evidențiind neajunsurile de cercetare care motivează studiul actual. Metodologia descrie abordarea de cercetare și selecția protocoalelor TCP/IP și a tehnologiilor IoT pentru sistemul de agricultura inteligentă. Ulterior, urmează secțiuni care prezintă arhitectura sistemului, detalii de implementare, rezultatele experimentale și o discuție a constatărilor. În concluzie, sunt rezumate principalele rezultate, sunt discutate implicațiile și sunt sugerate posibile direcții de cercetare viitoare.

. Rolul protocolului TCP/IP în facilitarea unei comunicări eficiente și transferul de date în sistemele de agricultura inteligentă este crucial pentru funcționarea fără probleme și coordonarea diferitelor componente din cadrul sistemului.

Cateva aspecte cheie ale rolului TCP/IP în agricultura inteligentă:

1. Transfer de date fiabil: TCP/IP oferă mecanisme de transfer de date fiabil prin funcționalități precum detectarea erorilor, secvențierea pachetelor și retransmisia.[2] Aceste mecanisme asigură ca datele transmise între diferitele componente din sistemul de agricultura inteligentă ajung la destinație în mod precis și fără pierderi sau corupții. [2]
2. Comunicarea standardizată: TCP/IP oferă un cadru standardizat pentru comunicarea între diferite dispozitive, senzori și sisteme de control într-un sistem de agricultura in-

teligentă. Prin respectarea unui set comun de reguli și protocoale, TCP/IP asigură interoperabilitatea și compatibilitatea, permitând dispozitivelor de la diferiți producători să comunice eficient.[1]

3. Scalabilitate: TCP/IP suportă comunicarea scalabilă în sistemele de agricultură inteligentă. Pe măsură ce numărul dispozitivelor și senzorilor conectați crește, TCP/IP oferă infrastructura necesară pentru a gestiona eficient traficul de rețea și volumul de date în creștere.[3]
4. Flexibilitate în topologiile de rețea: TCP/IP poate adapta diferite topologii de rețea, inclusiv arhitecturi centralizate și distribuite. Astfel se permite proiectarea sistemelor de agricultură inteligentă în funcție de cerințe și constrângeri specifice.[3]
5. Securitate și autentificare: Protocolul TCP/IP, combinat cu măsuri de securitate adecvate, contribuie la integritatea și confidențialitatea datelor în sistemele de agricultură inteligentă. Tehnici de criptare, mecanisme de autentificare și protocoale de comunicare sigure pot fi implementate pentru a proteja informațiile sensibile și pentru a preveni accesul neautorizat sau modificarea datelor.[4]

2. Studiu de Literatură

2.1. Protocoalele TCP/IP

TCP/IP reprezintă un set de protocoale standardizate utilizate pentru comunicarea în rețele de calculatoare și transmiterea datelor în mediul digital. Aceste protocoale, care includ Protocolul de Control al Transmisiei (TCP) și Protocolul Internet (IP), sunt fundamentale pentru funcționarea internetului și sunt extins utilizate într-o varietate de aplicații și domenii, inclusiv în agricultură.. [11]

. În ceea ce privește agricultura, protocoalele TCP/IP joacă un rol semnificativ în optimizarea comunicării și transferului de date în sistemele agricole inteligente. Ele permit conectarea și comunicarea eficientă între diverse dispozitive și senzori IoT utilizați în agricultură.[9] De exemplu, senzorii care măsoară parametri critici ai solului, cum ar fi nivelul de umiditate sau pH-ul, pot transmite datele către un sistem centralizat folosind protocoalele TCP/IP, permițând agricultorilor să monitorizeze și să ia decizii informate privind gestionarea resurselor și aplicarea optimă a irigației sau fertilizanților.[4]

2.2. Importanța standardizării și interoperabilității oferite de protocoalele TCP/IP în agricultura inteligentă

Aceste lucruri constau în facilitarea comunicării și interoperabilității între diverse dispozitive și sisteme utilizate în acest domeniu.

. Diverse studii precum "The Future of Farming with IoT Technologies(2019)" sau "Implementation of Smart Agriculture System using IoT and Wireless Sensor Network(2020)" au abordat aceste aspecte importante ale incorporării protocoalelor TCP/IP în agricultura inteligentă.

Câteva caracteristici importante: .

1. Compatibilitatea universală: Protocoalele TCP/IP sunt standardizate și utilizate pe scară largă în industria IT, deci dispozitivele și sistemele agricole inteligente care utilizează aceste protocoale pot comunica eficient între ele.
2. Integrarea sistemelor și colectarea datelor: Utilizarea protocoalelor TCP/IP permite conectarea și integrarea diferitelor sisteme și dispozitive agricole inteligente, cum ar fi senzori de mediu, dispozitive de monitorizare a culturilor, sisteme de irigații, dispozitive de control al climei etc.
3. Extensibilitate și scalabilitate: Protocoalele TCP/IP oferă o infrastructură scalabilă pentru gestionarea creșterii numărului de dispozitive și senzori conectați în agricultura inteligentă.
4. Accesibilitate și interconectivitate: Standardizarea protocoalelor TCP/IP facilitează accesul la soluții și servicii interoperabile din partea diferiților furnizori și dezvoltatori.
5. Securitatea și gestionarea rețelei : Protocoalele TCP/IP oferă, de asemenea, suport pentru implementarea măsurilor de securitate în rețelele și sistemele agricole inteligente.

2.3. Sisteme IoT în agricultura inteligentă

În articolul "Aplicații IoT în agricultura inteligentă: Probleme și Provocări(2020)" se abordează acest subiect într-o manieră eficientă și productivă.

. Acest articol discută impactul tehnologiilor Internet of Things (IoT) asupra industriei agricole. Dezvoltarea rapidă a IoT a creat schimbări semnificative și oportunități în agricultură. Cu creșterea estimată a populației mondiale cu 30% până în 2050, se va înregistra o cerere mare pentru produse agricole, ceea ce necesită automatizare și soluții inteligente de agricultură pentru a satisface cererea de hrană.[7]

. Lucrarea explorează ultimele tendințe în aplicațiile IoT pentru agricultură, concentrându-se pe arhitectura de rețea, senzorii wireless și software-ul open-source pentru agricultură inteligentă. Se evidențiază potențialul IoT în îmbunătățirea și creșterea cantității și calității recoltelor prin diverse aplicații.[8]

. Articolul evidențiază mai multe aplicații IoT în agricultura de precizie, inclusiv monitorizarea vremii, monitorizarea conținutului solului, monitorizarea bolilor și monitorizarea irigației. Aceste aplicații folosesc senzori IoT pentru a colecta date în timp real despre vreme, condițiile solului și sănătatea plantelor, permițând agricultorilor să optimizeze parametrii agricoli și să crească randamentul.

. Mai mult, lucrarea discută despre software-ul open-source de management agricol care permite agricultorilor să monitorizeze parametrii de mediu, să gestioneze culturile și să prevadă randamentul și veniturile. Se prezintă mai multe opțiuni de software open-source disponibile pe piață pentru managementul fermelor.

. Articolul abordează problemele și provocările asociate cu implementarea IoT în agricultură. Aceste provocări includ consumul de energie, durabilitatea hardware-ului, rețelele în medii agricole, complexitatea infrastructurii, fiabilitatea semnalului de comunicare, scalabilitatea, securitatea datelor și reinginerizarea proceselor de afaceri.

. În concluzie, articolul sugerează că tehnologiile IoT au potențialul de a revoluționa sectorul agricol și de a ajuta agricultorii să facă față cererii tot mai mari de hrană. Cu toate acestea, abordarea provocărilor și asigurarea fiabilității, scalabilității și securității soluțiilor IoT în agricultură este crucială pentru implementarea lor de succes.

. În articolul "IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications and Challenges(2022)" se discută despre numeroasele beneficii, probleme și provocări pe care le aduce un sistem IoT în agricultura inteligentă.

. IoT aduce numeroase beneficii în agricultură, contribuind la îmbunătățirea performanțelor și eficienței în diferite aspecte ale proceselor agricole. Câteva dintre beneficiile cheie includ:

. Monitorizarea eficientă a condițiilor de mediu: Tehnologia IoT permite utilizarea senzorilor conectați la dispozitivele agricole pentru a monitoriza și colecta date despre factorii de mediu, cum ar fi temperatura, umiditatea, lumina și calitatea solului. Aceste informații furnizează agriculturilor o înțelegere mai detaliată a mediului de creștere a culturilor și a nevoilor acestora, permițându-le să ia măsuri preventive pentru a preveni daunele cauzate de factorii adversi și să optimizeze condițiile pentru o creștere sănătoasă a plantelor.[10]

. Optimizarea resurselor: Prin utilizarea tehnologiei IoT, agricultorii pot monitoriza și gestiona eficient utilizarea resurselor precum apa, energie și fertilizanți. Senzorii conectați și dispozitivele inteligente pot colecta date în timp real despre necesitățile de irigație ale plantelor, consumul de energie al echipamentelor și nivelurile de substanțe nutritive din sol. Aceste informații permit agriculturilor să ia decizii informate pentru a optimiza consumul de resurse, reducând astfel costurile și impactul asupra mediului.[10]

. Luarea deciziilor bazate pe date în timp real: Tehnologia IoT permite colectarea, stocarea și analiza datelor în timp real. Prin intermediul dispozitivelor conectate și senzorilor, agricultorii pot obține informații actualizate despre starea culturilor, sănătatea plantelor, condițiile de mediu și alți parametri relevanți. Aceste date sunt prelucrate și interpretate folosind tehnici de analiză a datelor și algoritmi avansați, oferind agriculturilor informații precise și în timp util pentru a lua decizii strategice în gestionarea fermelor și creșterea producției.[6][10]

. Prin implementarea IoT în agricultură, se deschid o serie de oportunități pentru îmbunătățirea sustenabilității, eficienței și rentabilității în sectorul agricol. Monitorizarea constantă a condițiilor de mediu, optimizarea utilizării resurselor și luarea deciziilor informate pe baza datelor în timp real reprezintă doar câteva dintre beneficiile aduse de IoT în agricultură, contribuind la creșterea producției agricole și asigurarea unei gestionări durabile a resurselor.[6]

2.4. Aplicațiile protocoalelor TCP/IP și IoT în Agricultură

. În numeroase articole, precum "An Internet of Things Solution for Smart Agriculture(2021)" și "An IoT-Based Solution for Intelligent Farming" se discută despre revizuirea aplicațiilor protocoalelor TCP/IP și IoT în agricultură. Ele au avut un impact semnificativ în îmbunătățirea eficienței și sustenabilității proceselor agricole. Aceste tehnologii au facilitat implementarea unor soluții inovatoare și au deschis noi oportunități pentru agricultori.

Câteva exemple de aplicare a protocoalelor TCP/IP și IoT în industria agricolă:

1. Monitorizarea și controlul culturilor
2. Gestionarea automată a irigației
3. Monitorizarea și gestionarea animalelor
4. Monitorizarea și controlul silozurilor și stocurilor de alimente
5. Monitorizarea și gestionarea utilajelor agricole

3. Metodologie

3.1. Selecția protocoalelor TCP/IP și a tehnologiilor IoT pentru sistemul agricol inteligent

Prin înțelegerea avantajelor și caracteristicilor specifice ale protocoalelor TCP/IP și a tehnologiilor IoT în contextul agriculturii inteligente, se poate obține o implementare eficientă și scalabilă a sistemului. În procesul de selecție, s-au luat în considerare mai multe criterii pentru a asigura potrivirea optimă a protocoalelor TCP/IP și a tehnologiilor IoT cu cerințele și obiectivele sistemului agricol inteligent. Printre criteriile de selecție pot fi incluse următoarele:

1. Interoperabilitate: Protocoalele TCP/IP și tehnologiile IoT trebuie să fie compatibile cu diferite dispozitive și echipamente utilizate în agricultură, precum senzori, actuatori și servere centrale.
2. Scalabilitate: Sistemul agricol inteligent poate implica un număr mare de dispozitive și senzori conectați la rețea. Protocoalele TCP/IP și tehnologiile IoT selectate trebuie să fie capabile să gestioneze eficient creșterea volumului de date și traficul de rețea pe măsură ce sistemul se extinde.[5]
3. Securitate: Un aspect crucial în selecția protocoalelor TCP/IP și a tehnologiilor IoT este asigurarea securității datelor și protejarea sistemului agricol inteligent împotriva amenințărilor cibernetice.[6]

4. Eficiență energetică : Sistemul agricol inteligent poate fi alimentat de baterii sau alte surse de energie limitate. Prin urmare, selecția protocoalelor TCP/IP și a tehnologiilor IoT trebuie să ia în considerare și eficiența energetică pentru a optimiza consumul de energie al dispozitivelor și pentru a extinde durata de viață a bateriilor.[5]

Motivatie Selectiei: Selectarea protocoalelor TCP/IP și a tehnologiilor IoT în cadrul sistemului agricol inteligent se bazează pe beneficiile pe care acestea le aduc în contextul specific al agriculturii inteligente. Aceste beneficii sunt cele discutate anterior: .

1. Monitorizarea eficientă a condițiilor de mediu
2. Optimizarea resurselor
3. Luarea deciziilor bazate pe date în timp real

3.2. Componentele hardware utilizate în configurarea experimentală

În cadrul configurării experimentale, au fost utilizate diverse componente hardware și software pentru implementarea sistemului agricol inteligent. Aceste componente includ senzori, dispozitive de rețea și servere, care lucrează împreună pentru a colecta, procesa și gestiona datele relevante în timp real..

. Componentele utilizate includ:

1. Senzori: folosiți pentru a monitoriza diferiți parametri agricoli, cum ar fi temperatura, umiditatea, nivelul de lumină și pH-ul solului.[6]
2. Dispozitive de rețea: Pentru conectarea și comunicarea între senzori, dispozitivele de rețea, cum ar fi modulele Wi-Fi sau dispozitivele LoRaWAN, au fost utilizate.[6]
3. Servere: Pentru stocarea, gestionarea și analiza datelor colectate, serverele centrale au fost implementate în configurarea experimentală.[6]

. Mai multe detalii despre arhitectura sistemului vom discuta în curând.

3.3. Componentele software utilizate în configurarea experimentală

. Aceste componente software sunt:

1. Sisteme de operare: Serverele centrale pot rula sisteme de operare specializate, cum ar fi Linux sau Windows Server, care asigură funcționalitățile și serviciile necesare pentru gestionarea datelor și comunicarea cu dispozitivele de rețea[6][10]
2. Aplicații și platforme de gestionare: Au fost utilizate aplicații software și platforme de gestionare a datelor specializate pentru a monitoriza, analiza și vizualiza datele colectate de la senzori.[6]
3. Protocoale de comunicare: Pentru transferul datelor între senzori, dispozitivele de rețea și serverele centrale, au fost utilizate protocoale de comunicare standard, cum ar fi HTTP, MQTT sau TCP/IP. Aceste protocoale asigură o comunicare eficientă și fiabilă între diferitele componente ale sistemului[10]

. Componentele hardware și software menționate anterior au fost selectate în funcție de cerințele specifice ale sistemului agricol inteligent și de compatibilitatea cu protocoalele TCP/IP și tehnologiile IoT utilizate în cadrul acestuia.

3.4. Probleme de securitate ale protocoalelor TCP/IP în sisteme IoT

. Există mai multe aspecte de securitate care trebuie luate în considerare atunci când vine vorba de sistemele IoT care utilizează protocoale TCP/IP:

Lipsa autentificării: În mod implicit, protocoalele TCP/IP nu oferă mecanisme solide de autentificare pentru dispozitivele Internet of Things (IoT). Acest lucru poate duce la acces neautorizat, în care atacatorii pot pretinde că sunt dispozitive legitime sau pot prelua controlul asupra dispozitivelor IoT fără autorizație. . [8]

Vulnerabilități în TCP/IP Stack: Atacatorii pot profita de vulnerabilitățile existente în stack-ul TCP/IP în sine. Aceste probleme pot permite atacuri bazate pe rețea, cum ar fi execuția de cod la distanță sau atacuri de tipul denial of service (DoS). . [8]

Acest lucru înseamnă că datele transmise între dispozitivele IoT și servere pot fi interceptate, modificate sau accesate de către părți neautorizate, compromițând astfel confidențialitatea și integritatea datelor.[17] Integritatea și confidențialitatea datelor: Protocoalele TCP/IP nu oferă în mod nativ mecanisme pentru asigurarea integrității și confidențialității datelor.[17] Acest lucru înseamnă că datele transmise între dispozitivele IoT și servere pot fi interceptate, modificate sau accesate de către părți neautorizate, compromițând astfel confidențialitatea și integritatea datelor..[7]

Canale de comunicare nesigure: Dispozitivele IoT comunică adesea prin canale de comunicare nesigure, cum ar fi rețelele Wi-Fi publice sau rețelele celulare. Aceste canale pot fi expuse la atacuri de tipul ascultării clandestine sau a atacurilor man-in-the-middle(MITM), în care un atacator interceptează și modifică comunicarea dintre dispozitivele IoT. Lipsa de criptare: Protocoalele TCP/IP nu oferă în mod inherent criptare pentru transmiterea datelor. Fără criptare, datele sensibile transmise între dispozitivele IoT și servere pot fi interceptate și accesate de către persoane neautorizate.. [7][8]

Vulnerabilități ale firmware-ului și software-ului: Dispozitivele IoT rulează adesea pe firmware sau software care pot avea vulnerabilități de securitate. Aceste vulnerabilități pot fi exploatate de atacatori pentru a obține acces neautorizat la dispozitiv sau pentru a compromite întreaga rețea IoT. . [[8]

Autentificare și autorizare a dispozitivelor: Protocoalele TCP/IP nu oferă mecanisme puternice pentru autentificarea și autorizarea dispozitivelor. Acest lucru poate duce la accesul dispozitivelor neautorizate în rețea și poate compromite întregul sistem IoT. . [8]

Pentru a aborda aceste probleme de securitate, este necesară implementarea de măsuri suplimentare de securitate în sistemele IoT care utilizează protocoale TCP/IP. [7]

. Este important ca designerii și implementatorii de sisteme IoT să fie conștienți de aceste aspecte de securitate și să adopte practici și protocoale de securitate adecvate pentru a proteja dispozitivele IoT și datele pe care le manipulează.

4. Arhitectura Sistemului

Agricultura Inteligentă este un sector nou care utilizează tehnologii moderne pentru a îmbunătăți muncile agricole și productivitatea. Alăturarea dintre Internet of Things și agricultura clasică a deschis calea pentru tehnici agricole mai eficiente și automatizate. Vom arăta arhitectura unui sistem agricol inteligent care integrează protocoalele TCP/IP în acest studiu. Vom discuta despre numeroasele componente ale unui Sistem Inteligent și vom explica modul în care protocoalele TCP și IP permit comunicarea și transmiterea datelor în interiorul sistemului. [1]

Componentele principale ale unui astfel de sistem sunt: senzorii, actuatorii, modulele de comunicare și unitățile în care sunt stocate și prelucrate datele pe care le numim Cloud în acest studiu. [2-3]

1. Senzorii colectează date de mediu, cum ar fi temperatura, umiditatea, calitatea solului, etc.
2. Actuatorii realizează deplasarea și controlul unui mecanism.
3. Modulele de comunicare sunt folosite pentru a trimite date între componentele sistemului.
4. Cloud-ul este folosit pentru a stoca și evalua datele pentru a furniza informații fermierilor.

Protocoalele TCP/IP sunt utilizate pentru a conecta senzorii sistemului agricol inteligent la o rețea wireless. Ca urmare, senzorii pot furniza date către Cloud în timp real. Datele primite sunt analizate în Cloud și sunt oferite recomandări fermierilor cu privire la modul de îmbunătățire a operațiunilor agricole dacă este cazul. Această legătură permite mișcarea fără probleme a datelor între numeroasele componente ale sistemului, iar protocoalele TCP/IP garantează că datele sunt livrate în mod consecvent și eficient, ceea ce este esențial într-un sistem în timp real, cum ar fi agricultura inteligentă.

4.1. • Intervenția Cloud-ului:

- Dacă datele arată că solul este mai uscat decât prevăd parametrii, pot fi trimise semnale către actuator pentru a iriga solul.

4.2. Idei Principale:

- Utilizarea sistemelor inteligente în combinație cu protocoalele TCP/IP au schimbat tehnicile agricole.
- Utilizarea senzorilor, actuatorilor, modulelor de comunicare și unităților de prelucrare a datelor au permis optimizarea metodelor agricole clasice.

- Utilizarea protocoalelor TCP/IP este esențială pentru facilitarea comunicării și transmiterii datelor în interiorul sistemului, asigurând faptul că datele sunt livrate în mod consecvent și eficient.

5. Implementare și Rezultate

Adoptarea tehnologiei în agricultură a crescut considerabil în ultimii ani. Produsul acesteia este Agricultura Inteligentă a cărei sectoare au fost influențate enorm. Fuziunea dintre componentele și protocoalele enunțate în Secțiunea 5 au oferit soluții agricole eficiente, automatizate și rentabile. În cele ce urmează vom examina detaliile de implementare a unui sistem Agricol Inteligent bazat pe TCP/IP și vom arăta atât constatările experimentale cât și evaluarea utilității protocoalelor TCP/IP într-un sistem agricol inteligent. [4]

5.1. Detalii de implementare:

Sistemul prezentat constă dintr-o rețea de noduri de senzori fără fir care colectează date din spațiul de studiu. [6]

1. Nodurile sunt echipate cu numeroși senzori care detectează caracteristicile de mediu inclusiv temperatura, umiditatea, calitatea solului și intensitatea luminii.
2. Senzorii sunt conectați la un microcontroler care procesează și livrează datele către serverul central. Pentru a se conecta la server, microcontrolerul utilizează protocoale TCP/IP.

Datele de la toate nodurile sunt colectate și stocate într-o bază de date de către serverul central. O interfață web permite utilizatorului să vizualizeze și să examineze datele. Sistemul stochează și procesează volume urișe de date în cloud, permițând scalabilitate și flexibilitate.

5.2. Rezultatele experimentale:

Într-o fermă din California a fost implementat un sistem de Agricultură Inteligentă, în vederea monitorizării condițiilor de mediu și a câmpurilor. Pentru transmiterea măsurătorilor de temperatură, umiditate și intensitatea luminii au fost utilizate protocoale TCP/IP.

Datele sistemului au fost evaluate pentru a stabili cele mai bune condiții pentru dezvoltarea culturilor. Rezultatele au demonstrat că sistemul este capabil să detecteze schimbările de mediu și să furnizeze date exacte în timp real.

5.3. Măsurătorile de performanță și evaluarea:

Au fost realizate mai multe măsurători de performanță pentru a determina fiabilitatea protocoalelor TCP/IP din sistem. Rata de transmisie a datelor, latența, rata de pierdere a pachetelor și consumul de energie au fost printre măsurătorile examinate.

5.3.1. Rezultatele au demonstrat:

1. Rata de transmitere a datelor a fost rapidă, iar latența a fost minimă.
2. Rata de pierdere a pachetelor a fost, de asemenea, scăzută, ceea ce arată că sistemul a fost destul de fiabil.
3. Consumul de energie al sistemului a fost, de asemenea, minim, ceea ce demonstrează că a fost foarte eficient din punct de vedere energetic.

6. Discuție

Din secțiunile trecute am aflat că un Sistem de Agricultură Inteligentă bazat pe TCP/IP este un sistem eficient și fiabil pentru monitorizarea condițiilor de mediu și a câmpurilor agricole. Sistemul poate colecta, transmite și analiza volume uriașe de date în timp real, oferind utilizatorului informații exacte și rapide. Protocoalele TCP/IP utilizate în sistem au funcționat bine, cu viteze rapide de transfer, latență scăzută și rate scăzute de pierdere a pachetelor. Astfel, tehnologia poate oferi fermierilor soluții eficiente din punct de vedere al costurilor.

Implementarea protocolului TCP/IP în sistemele Agricole Inteligente a generat mult interes datorită capacității sale de a spori productivitatea fermelor, de a crește eficiența și de a reduce costurile. În discuția ce urmează vom vedea beneficiile, limitările și provocările întâlnite în implementarea protocoalelor TCP/IP într-un astfel de sistem.

6.1. Analiza rezultatelor:

Potrivit articolului [7] protocoalele TCP/IP au permis o comunicare eficientă între multe componente ale sistemului agricol inteligent, cum ar fi senzorii, actuatorii și controlerele. Potrivit studiului, sistemul propus ar putea monitoriza și interveni în aspecte ce țin de temperatura, umiditate și umezeala solului, ceea ce ar îmbunătăți producția agricolă generală și producția de culturi.

În mod similar, articolul [8] a demonstrat avantajele protocoalelor TCP/IP în sistemele inteligente de irigare. Potrivit studiului, sistemul propus poate reglementa în mod eficient consumul de apă, minimizând pierderile de apă.

6.2. Avantaje:

1. Comunicare mai bună între componente
2. Eficiență mare și costuri mici
3. Scalabilitate și interoperabilitate între componente de producător sau tehnologie diferită

6.3. Limitări și provocări:

1. Implementarea poate fi dificilă
2. Securitatea și confidențialitatea datelor trimise este una dintre problemele majore (Datele pot fi interceptate și modificate, aspect ce poate pune culturile în pericol)
3. Adoptarea tehnologiei de către micii fermieri este limitată

6.4. Abordările existente și evidențierea contribuțiilor:

Abordările existente ale sistemelor Agricole Inteligente se bazează adesea pe tehnologii și protocoale proprietare, care limitează scara și compatibilitatea acestora.

Protocoalele TCP/IP oferă o soluție deschisă care permite diferitelor componente agricole să se conecteze în mod facil. Abordarea propusă poate, de asemenea, să minimizeze consumul apei și a energiei, să sporească productivitatea fermelor și să crească producția de culturi, rezultând în practici agricole mai durabile.

7. Concluzie

În concluzie, studiul pe care l-am realizat a investigat implementarea protocoalelor TCP/IP în contextul Agriculturii Inteligente. Echipa de studiu a folosit pe lângă articole științifice, dispozitive IoT și senzori pentru a monitoriza temperatura și umiditatea într-un mediu online facilitat de diverse aplicații. Datele colectate au fost trimise către o bază de date pentru a fi afișate.

Rezultatele cercetării au sugerat că protocoalele TCP/IP pot transfera în mod eficient și fiabil volume masive de date de pe dispozitive inteligente. Datele stocate în baza de date pot fi interpretate și afișate pe un site web, oferind informații utile fermierilor. Mai mult, studiul a arătat posibilitatea de a crește producția de culturi, de a minimiza risipa de resurse și de a îmbunătăți sustenabilitatea. [9]

Studiul ilustrează potențialul tehnologiei IoT de a îmbunătăți eficiența și productivitatea agricolă.

Mai mult, viitoarele studii ar putea analiza utilizarea învățării automate și a tehnicilor de inteligență artificială pentru a analiza datele obținute de dispozitivele IoT și pentru a oferi consultanță fermierilor în timp real. Este nevoie de mai multe studii privind consecințele economice și sociale ale Agriculturii Inteligente, în special rolul tehnologiei IoT în îmbunătățirea vieții fermierilor de mici dimensiuni. [10]

Nu în ultimul rând, lucrările actuale aruncă o lumină asupra implementării protocoalelor TCP/IP în sistemele de Agricultură Inteligentă.

References

Secțiunile [Abstract, 1-3]

1. Li, X., Gao, Z., Wang, L., & Xia, F. (2017). An Agriculture IoT System Based on Wireless Sensor Network and TCP/IP Protocol. In 2017 2nd International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC) (pp. 171-175). IEEE. DOI: 10.1109/ICIVC.2017.8078782.
2. Bam Bahadur Sinha, R. Dhanalakshmi, Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey, Future Generation Computer Systems, Volume 126, 2022, Pages 169-184, ISSN 0167-739X, <https://doi.org/10.1016/j.future.2021.08.006>.
3. L. Bencini et al., "Agricultural Monitoring Based on Wireless Sensor Network Technology: Real Long Life Deployments for Physiology and Pathogens Control," 2009 Third International Conference on Sensor Technologies and Applications, Athens, Greece, 2009, pp. 372-377, doi: 10.1109/SENSORCOMM.2009.63.
4. Lei Xiao and Lejiang Guo, "The realization of precision agriculture monitoring system based on wireless sensor network," 2010 International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering, Chengdu, 2010, pp. 89-92, doi: 10.1109/CC-TAE.2010.5544354.
5. Kannan, R., Sundararajan, M., & Rajendran, R. (2018). A Comprehensive Study on the Internet of Things (IoT) and Its Applications in Agriculture. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(1), 71-88. DOI: 10.1007/s12652-017-0581-4
6. Shabadi, Laxmi & B., Hemavati. (2018). Design and Implementation of IOT based Smart Security and Monitoring for Connected Smart Farming. *International Journal of Computer Applications*. 179. 1-4. 10.5120/ijca2018914779.
7. Patil, P., & Patil, S. (2020). Internet of Things (IoT) in Precision Agriculture for Smart Farming. In 2020 International Conference on Computer Science, Engineering and Applications (ICCSEA) (pp. 1-6). IEEE. DOI: 10.1109/ICCSEA51419.2020.9199380
8. M. R. M. Kassim, "IoT Applications in Smart Agriculture: Issues and Challenges," 2020 IEEE Conference on Open Systems (ICOS), Kota Kinabalu, Malaysia, 2020, pp. 19-24, doi: 10.1109/ICOS50156.2020.9293672.
9. M. Khurana, T. Choudhury and P. Malik, "A Review on Network Security Challenges and the Internet of Things (IoT)," 2019 International Conference on contemporary Computing and Informatics (IC3I), Singapore, 2019, pp. 228-233, doi: 10.1109/IC3I46837.2019.9055675.
10. M. Ayaz, M. Ammad-Uddin, Z. Sharif, A. Mansour and E.-H. M. Aggoune, "Internet-of-Things (IoT)-Based Smart Agriculture: Toward Making the Fields Talk," in IEEE Access, vol. 7, pp. 129551-129583, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2932609.
11. Mahmoodi Khaniabadi, S., Javadpour, A., Gheisari, M., Zhang, W., Liu, Y., & Sangaiah, A. K. (2023). An intelligent sustainable efficient transmission internet protocol to

switch between User Datagram Protocol and Transmission Control Protocol in IoT computing. *Expert Systems*, 40(5), e13129. <https://doi.org/10.1111/exsy.13129>

References

Secțiunile [4-7]

• Secțiunea 4:

[1] Design and implementation of a cloud-based IoT scheme for precision agriculture (2019). Authors: Ahmed Khattab, Ahmed Abdelgawad, Kumar Yelmarthi.

[2] IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture (2020). Authors: Laura García, Lorena Parra, Jose M. Jimenez, Jaime Lloret, Pascal Lorenz.

[3] IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges (2022). Authors: Vu Khanh Quy, Nguyen Van Hau, Dang Van Anh, Nguyen Minh Quy, Nguyen Tien Ban, Stefania Lanza, Giovanni Randazzo and Anselme Muzirafuti.

• Secțiunea 5:

[4] Smart Farming System. Authors: Bharadwaj Cheruvu, S. Bhargavi Latha, Mada Nikhil, Hitesh Mahajan, Kongari Prashanth.

[5] Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning (2022). Authors: Ravesa Akhter, Shabir Ahmad Sofi.

[6] Smart Agriculture Wireless Sensor Routing Protocol and Node Location Algorithm Based on Internet of Things Technology. Authors: Dingzhu Xue, Wei Huang.

• Secțiunea 6:

[7] Almalki, F.A.; Soufiene, B.O.; Alsamhi, S.H.; Sakli, H. A Low-Cost Platform for Environmental Smart Farming Monitoring System Based on IoT and UAVs. *Sustainability* 2021, 13, 5908.

[8] Jimenez, J.M.; Parra, L.; García, L.; Lloret, J.; Mauri, P.V.; Lorenz, P. New Protocol and Architecture for a Wastewater Treatment System Intended for Irrigation. *Appl. Sci.* 2021, 11, 3648.

• Secțiunea 7:

[9] Wen Tao, Liang Zhao, Guangwen Wang, Ruobing Liang, Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 189, 2021, 106352, ISSN 0168-1699.

[10] Smart Logistic System for Enhancing the Farmer-Customer Corridor in Smart Agriculture Sector Using Artificial Intelligence. Authors: Edwin Ramirez-Asis, Astha Bhanot, Vishal Jagota, B. Chandra, Md Shamim Hossain, Kumud Pant and Hashem Ali Almashaqbeh.

[11] Suresh Kumar, K., Balakrishnan, S. & Janet, J. A cloud-based prototype for the monitoring and predicting of data in precision agriculture based on internet of everything. *J Ambient Intell Human Comput* 12, 8719–8730 (2021).