

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 fuzzy pentru controlul condițiilor de creștere a plantelor

Teză de master

Student:

Munteanu Maria, CRI-211M

Conducător:

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

Chișinău, 2022

Adnotare

Teza de master cu denumirea **Sistem fuzzy de control a condițiilor de creștere a plantelor**, prezentată de studenta Munteanu Maria în calitate de proiect de master realizată în cadrul Universității Tehnice a Moldovei. Această lucrare este scrisă în limba română și conține 59 pagini, 3 tabele, 48 figuri și 24 referințe. Teza conține o listă de figuri, o listă de tabele, introducere, trei capitole, concluzie și bibliografie.

Cele trei capitole din teza de master includ o analiză a problemelor întâlnite în îngrijirea plantelor de cameră, soluții existente și sugestii suplimentare pentru implementarea unei noi soluții de control, care are la bază controlul fuzzy. Soluția propusă a fost analizată din mai multe perspective specifice pentru îngrijirea plantelor. Lucrarea conține o analiză amplă cu descriere a regulatorului fuzzy utilizat în implementarea soluției. Sistemul va gestiona cantitatea de apă necesară plantelor, în dependență de tipul plantei și de la datele de intrare care sunt verificate în timp real. Cantitatea de apă va depinde proporțional de umiditatea solului, un alt factor care influențează este temperatura și luminozitatea. Regulatorul fuzzy va gestiona, în dependență de setul de reguli de tipul „dacă-atunci” prestabilite, cantitatea de apă, pornirea sau oprirea pompei. În esență, sistemul este proiectat și programat astfel încât senzorul de umiditate a solului să detecteze nivelul de umiditate la un anumit moment de timp și dacă nivelul de umiditate al solului este mai mic decât valoarea specificată a pragului, care este predefinită, atunci cantitatea dorită de apă este furnizată până când ajunge la valoarea predefinită a valorii pragului. Sistemul raportează stările actuale și transmite mesajul de notificare despre necesitate de udare a plantelor către utilizator prin intermediul aplicației mobile. A fost realizată aplicația mobilă care are scopul principal de a monitoriza în timp real condițiile de creștere a plantelor. Aplicația mobilă poate fi utilizată împreună cu partea hardware sau utilizată separat.

Cuvinte cheie: control fuzzy, sistem de control în buclă închisă, sistem inteligent, comportament neliniar, regulator fuzzy.

Annotation

The thesis named **Fuzzy control system of plant growth conditions**, presented by student Munteanu Maria as a master project, was developed at the Technical University of Moldova. It is written in Romanian language and contains 59 pages, 3 tables, 48 figures and 24 references. The thesis consists of a list of figures, a list of listings, an introduction, three chapters, a conclusion, and a list of references.

The three chapters of the master thesis include an analysis of the problems encountered in the care of plants, existing solutions and additional suggestions for the implementation of control based on the fuzzy controller. The proposed solution was analyzed from several specific perspectives for plant care. The work contains an extensive analysis with a description of the fuzzy controller used in the implementation. The system will manage the amount of water needed by the plants, depending on its type and from input data that is verified in real time. The amount of water will depend proportionally on the humidity soil, another influencing factor is temperature and light. The fuzzy controller will manage, in depending of the set of predefined „if-then” rules, the amount of water, turning the pump on or off. The pattern proposed consists of three stages such as the detection of the moisture level of the land, determines the state of the soil (wet or dry) and water, and it is pump control. In essence, the system is designed and programmed so that the soil moisture sensor to detect the moisture level of the soil at a certain point in time, if the humidity level of the sensor soil is lower than the specified threshold value, which is predefined, then the desired amount of water is supplied until it reaches the predefined threshold value. The system reports its current states and sends the plant watering notification message to the user, through the mobile application. The mobile application can be used together with the hardware part or separated. This has the main purpose of real-time monitoring of plant growth conditions.

Keywords: fuzzy control, closed-loop control system, intelligent system, nonlinear behavior, fuzzy controller

Cuprins

Lista tabelor	8
Lista figurilor	9
INTRODUCERE	11
1 ANALIZA DOMENIULUI DE STUDIU	13
1.1 Actualitatea temei	13
1.2 Defenirea problemei.....	14
1.3 Analiza soluțiilor existente	15
1.4 Soluția propusă.....	22
2 PROIECTAREA SISTEMULUI	27
2.1 Descrierea componentelor utilizate.....	27
2.1.1 Modulul Wi-Fi.....	28
2.1.2 Senzor de umiditate a solului	29
2.1.3 Senzor de temperatură.....	30
2.1.4 Releu și pompa de apă.....	31
2.1.5 Senzor de lumină.....	33
2.1.6 Componente software.....	34
2.2 Arhitectura sistemului	35
2.3 Proiectarea regulatorului fuzzy	37
2.4 Diagrama de flux.....	46
2.5 Diagrama cazurilor de utilizare.....	47
3 IMPLEMENTAREA SISTEMULUI	49
3.1 Principiul de funcționare a regulatorului fuzzy.....	50
3.2 Interfața aplicației mobile	53
Concluzii	57
Bibliografie	58

INTRODUCERE

Trăind în era electronicii și tehnologiilor avansate, viața ființei umane ar trebui să fie mai simplă și mai convenabilă, și este nevoie de sisteme automate, care să fie capabile să înlocuiască, sau să reducă efortul uman în activitățile și locurile de muncă zilnice.

Plantele sunt un plus plăcut oricărui mediu intern și fac spațiul interior mai atractiv, reduc stresul, precum și unele plante ajută la starea de sănătate, prin ameliorarea oboselei mentale prin purificarea aerului, absorbind toxinele, ceea ce are ca rezultat îmbunătățirea calității aerului. Din cauza lipsei de întreținere a plantelor de interior (udare insuficientă), acestea ar putea să nu trăiască mult, iar analiza domeniului arată că peste 80 % de plante se pierd, fiind insuficient udate [1]. Udare neregulată duce la pierderea mineralelor din sol și poate ajunge la putrezirea plantelor. Fiecare plantă este individuală și necesită un mod de îngrijire special. Îngrijirea plantelor depinde foarte mult de anotimp și perioada de înflorire. Aici apare problema de a oferi un suport de irigare automat cu sistem de notificare. Sistemul trebuie să fie flexibil în funcție de anotimp și tipul plantei. Mai mult despre problema existentă și motivația proiectului este descris în secțiunea 1.1 Definierea problemei.

O furnizare eficientă și adecvată de apă de irigare duce la o îmbunătățire semnificativă a productivității agricole și la conservarea apei, având în vedere deficitul acesteia, care a devenit o preocupare globală majoră. Umiditatea excesivă limitează asimilarea nutrienți de către plante și crește riscul de dezvoltare a bolii [2].

Există diferite tehnici de control pentru irigare care pot fi utilizate, acestea sunt ilustrate în figura 1 și pot fi clasificate în două tipuri: control în buclă deschisă și control în buclă închisă [3].

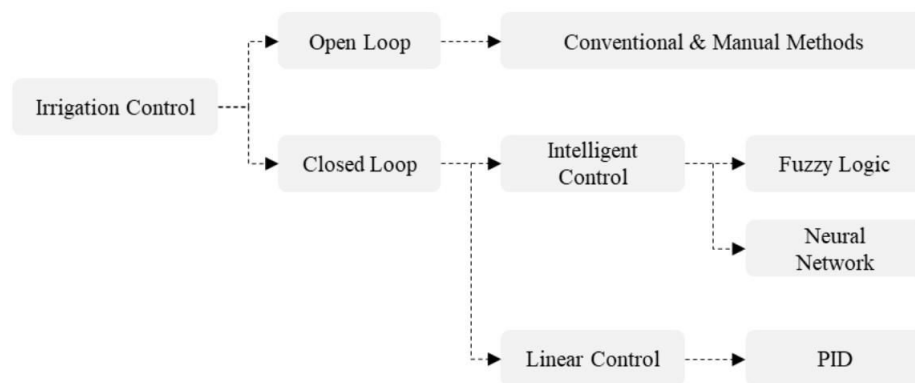


Figura 1 Clasificarea diferitelor tehnici de control [3]

Într-un sistem de control în buclă deschisă, deciziile de irigare sunt luate manual de către utilizator. Acesta, pe baza cunoștințelor sale despre starea plantei, stabilește timpul de irigare, volumul de apă care trebuie distribuit și viteza de irigare. Această tehnică este utilizată pe scară largă datorită simplității sale de implementare și absenței necesității de a folosi senzori. Cu toate acestea, poate duce la suprairigare la unele

plante, în timp ce altele sunt subirigate.

Prin urmare, proiectarea unui sistem inteligent de irigare (control în buclă închisă) reprezintă o soluție alternativă și eficientă la metodele tradiționale de irigare. Sistemul inteligent aplică solului cantitatea de apă necesară creșterii și dezvoltării plantelor, monitorizând în același timp câțiva parametri care influențează performanța de irigare. Controlul se face prin reacție inversă. Acțiunea de control depinde de răspunsul sistemului, permițând ca deciziile să fie în general ghidate de datele dobândite de la senzori și comparate cu punctele de referință dorite. Sarcina principală a acestora sisteme este de a determina cu exactitate cantitatea de apă necesară pentru irigare.

În timpul aplicării controlului tradițional, este necesar de cunoscut modelul matematic și funcția, care sunt formulate în termeni precisi, această tehnică este aplicabilă în cazul sistemelor cu comportament nelinear. Aplicând regulatorul fuzzy pentru control (FLC), va fi posibil de utilizat expertiza și experiența umană pentru proiectarea acestui regulator pentru irigarea automată a plantelor. Regulile de control neclare, practic regulile de tipul „If-Then”, pot fi utilizate cel mai bine în proiectarea unui regulator fuzzy. Proiectarea unui regulator fuzzy începe cu datele de intrare, care sunt convertite în valori neclare, apoi li se aplică funcții de membru. Prin intermediul unui set de reguli se simulează deciziile umane prin efectuarea unui raționament aproximativ. Ultima etapă fiind defuzificarea, unde valorile fuzzy sunt convertite în valori clare.

Dezvoltarea unui FLC este comparativ mai ieftină decât dezvoltarea unui regulator bazat pe model sau alt regulator în ceea ce privește performanța. FLC este conceput pentru a emula gândirea deductivă umană, procesul pe care oamenii îl folosesc pentru a deduce concluzii din ceea ce știu, este mai fiabil decât sistemul de control convențional și oferă mai multă eficiență atunci când este aplicat în sistemul de control. În teza de master se propune de a proiecta un sistem automat de irigare a plantelor care are la baza sa regulator fuzzy.

Primul capitol este dedicat analizei de domeniu, unde este definită problema și propusă soluția pentru această problemă, obiectivele proiectului, cercetarea produsului, precum și diferențele și asemănările dintre alte produse de pe piață. Următorul capitol descrie planificarea și proiectarea sistemului informațional folosind diagrame UML pentru a ilustra structura generală și relațiile dintre componentele sistemului. Toate diagramele, cum ar fi diagrama cazurilor de utilizare, diagrama componente și diagrama secvențială sunt prezentate în al doilea capitol. Ultimul capitol descrie întregul proces de dezvoltare a produsului, toate componentele folosite și limbajele pentru a integra funcționalitatea produsului, demonstrații de cod pentru o înțelegere mai profundă a procesului de dezvoltare și problemele cu care s-a confruntat și soluțiile acestora. În capitolul trei sunt descrise principalele funcționalități ale proiectului, cum se accesează platforma, cum se utilizează și cum se administrează sistemul de irigare automată a plantelor de cameră.

Bibliografie

- 1 YANG, L., TIANGUANG, Y., Design of the Solar Energy Watering Robot. In *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*. August 2015, vol. 3, nr. 3.
- 2 LI, M., SUI, R., MENG, Y., Yan, H., A real-time fuzzy decision support system for alfalfa irrigation. In *Computers and Electronics in Agriculture*. 2009, pp. 163, ISSN 104870.
- 3 BENZAOUIA, M., HAJJI, B., MIGAN-DUBOIS, A., MELLIT, A., ABDELHAMID, R., An intelligent irrigation system based on fuzzy logic control: A case study for Moroccan oriental climate region. In *2nd international conference on Embedded Systems and Artificial Intelligence (ESAI'21)*, Apr 2021. Fez, Morocco. ISSN 03312289.
- 4 POPOVICI, N., *Sistem de reglare a umidității solului la creșterea plantelor de cameră* [online] teză de master: Programul de studiu: Calculatoare și Rețele Informaționale. Cond. șt. IZVOREANU Bartolomeu. Universitatea Tehnică a Moldovei. Chișinău, 2019 [citată 27.10.2022] Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/13441>
- 5 *Amazon*. Automatic-Irrigation-Watering-System-Electronic, © 1996 [citată 04.10.2022]. Disponibil: <https://www.amazon.co.uk/Automatic-Irrigation-Watering-System-Electronic/dp/B0746L5STG>
- 6 *Google Play*. Plant-X, Plant identifier, [citată 27.09.2022]. Disponibil: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nature.plantidentifierapp22>
- 7 *Google Play*. Plantnote : Plant Diary Water, [citată 25.09.2022]. Disponibil: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dyhwang.plantnote>
- 8 *Google Play*. PlantID - Plant identification, [citată 25.09.2022]. Disponibil: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.findplant.plantidentification>
- 9 *Google Play*. Plant Care Reminder – Plant Water, [citată 26.09.2022]. Disponibil: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.atcorapps.plantcarereminder>
- 10 *Google Play*. Wateria - Plant Care and Water, [citată 30.09.2022]. Disponibil: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wateria>
- 11 *Google Play*. Planta - Care for your plants, [citată 29.09.2022]. Disponibil: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stromming.planta>

- 12 *Google Play*. Waterbot: Plants watering + Ga, [citată 30.09.2022]. Disponibil: <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.kosev.watering>
- 13 IFEDIORA, C. O., IDOKO, ONYEBUCHI R., NZEKWE, J., Organization's stability and productivity: the role of SWOT analysis an acronym for strength, weakness, opportunities and threat In: *International Journal of Innovative and Applied Research*. 2014, Volume 2, Issue (9): 23-3. ISSN 2348-0319 [citată 22.04.2021]. Disponibil: http://journalijiar.com/uploads/2014-10-02_231409_710.pdf
- 14 *ROBOTICA*. Ghidul tău în lumea roboticii [software]. [citată 02.11.2022]. Disponibil: <https://robotica.md/>
- 15 THANKER, T., Esp8266 based implementation of wireless sensor network with linux based web-server. In *IEEE Conference*, Martie 2016. ISBN:978-1-5090-0669-4.
- 16 ZJOU, Y., ZHOU, Q., KONG, Q., Cai, W., Wireless temperature amp; humidity monitor and control system. In *2ndInternational Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), Aprilie 2012*, pp. 2246-2250.
- 17 *Diagrams*[software] [citată 09.09.2022]. Disponibil: <https://www.diagrams.net/>
- 18 *Figma* [software] [citată 29.09.2022]. Disponibil: <https://www.figma.com/>
- 19 *Kodular* [software] [citată 08.11.2022]. Disponibil: <https://www.kodular.io/>
- 20 *Tinkercad* [software] [citată 28.09.2022]. Disponibil: <https://www.tinkercad.com/>
- 21 *Arduino IDE* [software] [citată 10.11.2022]. Disponibil: <https://www.arduino.cc/>
- 22 *Research hubs*. Mamdami fuzzy model [accesat 29.09.2022] Disponibil: <https://researchhubs.com/post/engineering/fuzzy-system/mamdani-fuzzy-model.html>
- 23 MILES, R., HAMILTON K., Learning UML 2.0. In *O'Reilly Media; 1st edition, 2006*. ISBN: 0596009828
- 24 *Polarize*. Tipuri de diagrame UML. Modelare UML [citată 22.09.2022] Disponibil: <https://polarize.ru/ro/mobilnoe/vidy-diagramm-uml-modelirovanie-na-uml-obshchie-diagrammy-tipy/>