**TITLUL LUCRĂRII DE LICENŢĂ**

LUCRARE DE LICENŢĂ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Absolvent: | **Prenume NUME** |
|  |  |  |
|  | Coordonator ştiinţific: | **titlul ştiinţific Prenume NUME** |

**2020**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | |  | |
| DECAN, |  | | DIRECTOR DEPARTAMENT, | |
| **Prof. dr. ing. Liviu MICLEA** |  | **Prof. dr. ing. Rodica POTOLEA** | |

Absolvent: **Prenumele NUMELE**

**TITLUL LUCRĂRII DE LICENŢĂ**

1. **Enunţul temei:** *Scurtă descriere a temei lucrării de licenţă şi datele inițiale*
2. **Conţinutul lucrării:** *(enumerarea părţilor componente) Exemplu: Pagina de prezentare, aprecierile coordonatorului de lucrare, titlul capitolului 1, titlul capitolului 2,… titlul capitolului n, bibliografie, anexe.*
3. **Locul documentării**: *Exemplu*: Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Departamentul Calculatoare
4. **Consultanţi**:
5. **Data emiterii temei:** 1 noiembrie 2019
6. **Data predării:** 8 iulie 2020

|  |  |
| --- | --- |
| Absolvent: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |
| Coordonator ştiinţific: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

**Declaraţie pe proprie răspundere privind**

**autenticitatea lucrării de licenţă**

Subsemnatul(a)**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**, legitimat(ă) cu \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ seria \_\_\_\_\_\_\_ nr. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_   
CNP \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, autorul lucrării \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_elaborată în vederea susţinerii examenului de finalizare a studiilor de licență la Facultatea de Automatică și Calculatoare, Specializarea \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ din cadrul Universităţii Tehnice din Cluj-Napoca, sesiunea \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ a anului universitar \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, declar pe proprie răspundere, că această lucrare este rezultatul propriei activităţi intelectuale, pe baza cercetărilor mele şi pe baza informaţiilor obţinute din surse care au fost citate, în textul lucrării, şi în bibliografie.

Declar, că această lucrare nu conţine porţiuni plagiate, iar sursele bibliografice au fost folosite cu respectarea legislaţiei române şi a convenţiilor internaţionale privind drepturile de autor.

Declar, de asemenea, că această lucrare nu a mai fost prezentată în faţa unei alte comisii de examen de licenţă.

In cazul constatării ulterioare a unor declaraţii false, voi suporta sancţiunile administrative, respectiv, *anularea examenului de licenţă*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Data  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  | Nume, Prenume  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |  |
|  |  | Semnătura |

**De citit înainte** (această pagină se va elimina din versiunea finală):

1. Cele trei pagini anterioare (foaie de capăt, foaie sumar, declaraţie) se vor lista pe foi separate (nu faţă-verso), fiind incluse în lucrarea listată. Foaia de sumar (a doua) necesită semnătura absolventului, respectiv a coordonatorului. Pe declaraţie se trece data când se predă lucrarea la secretarii de comisie.
2. Pe foaia de capăt, se va trece corect titulatura cadrului didactic îndrumător (consultaţi pagina de unde aţi descărcat acest document pentru lista cadrelor didactice cu titulaturile lor).
3. Documentul curent a fost creat în **MS Office 2007.** Dacă folosiţi alte versiuni e posibil sa fie mici diferenţe de formatare, care se corectează (textul conţine descrieri privind fonturi, dimensiuni etc.).
4. **Cuprinsul** începe pe pagina nouă, impară (dacă se face listare faţă-verso), prima pagina din capitolul **Introducere** tot aşa, fiind numerotată cu 1. Pentru actualizarea cuprinsului, click dreapta pe cuprins (zona cuprinsului va apare cu gri), Update field->Update entire table.
5. Vizualizaţi (recomandabil şi în timpul editării) acest document după ce activaţi vizualizarea simbolurilor ascunse de formatare (apăsaţi simbolul **** din *Home/Paragraph*).
6. Fiecare capitol începe pe pagină nouă, datorită simbolului ascuns Section Break (Next Page) care este deja introdus la capitolul precedent. Dacă ştergeţi din greşeală simbolul, se reintroduce (*Page Layout -> Breaks*).
7. Folosiţi stilurile predefinite (Headings, Figura, Tabel, Normal, etc.)
8. Marginile la pagini nu se modifică (Office 2003 default).
9. Respectaţi restul instrucţiunilor din fiecare capitol.

Cuprins

[Capitolul 1. Introducere – Contextul proiectului (Heading 1 style) 1](#_Toc384994105)

[1.1. Contextul proiectului (Heading 2 style) 1](#_Toc384994106)

[1.1.1. (Heading 3 style) 1](#_Toc384994107)

[Capitolul 2. Obiectivele proiectului 3](#_Toc384994108)

[Capitolul 3. Studiu bibliografic 4](#_Toc384994109)

[Capitolul 4. Analiză şi fundamentare teoretică 5](#_Toc384994110)

[Capitolul 5. Proiectare de detaliu si implementare 5](#_Toc384994111)

[Capitolul 6. Testare şi validare 5](#_Toc384994112)

[Capitolul 7. Manual de instalare si utilizare 5](#_Toc384994113)

[Capitolul 8. Concluzii 5](#_Toc384994114)

[Bibliografie 5](#_Toc384994115)

[Anexa 1 (dacă este necesar) 5](#_Toc384994116)

# Introducere

Acum aproximativ 7.000 - 10.000 de ani, undeva în Semiluna fertilă (zonă din vestul Asiei, parte care include Mesopotamia și Levantul) homo sapiens a început agricultura de subzistență. Dacă până atunci oamenii erau obișnuiți să își ia sursa de hrană din ce voia natura să le ofere, acum, omul începe să controleze natura astfel încât aceasta să îi ofere ce vrea el. Acum, omul a început să își pregătească pământul, să semene grâul, să îl crească, îngrijească, să îl ferească de prădători, să îl recolteze, depoziteze, ca mai apoi să îl consume.

După 10.000 de ani, agricultura, întregul proces de creștere a plantelor, este de nerecunoscut. Deși în esență e vorba de parcurgerea acelorași etape, modul și viteza cu care acestea sunt parcurse în ziua de azi este cu totul diferit. În ultimele sute de ani agricultura a evoluat substanțial. Cea mai de ne recunoscut schimbare fiind automatizarea acesteia. Serele folosesc sisteme automate de monitorizare și calibrare a temperaturii, umidității din aer, umidității solului, a lumini, etc pentru a se asigura că obțin cea recolta cea mai bună în timpul cel mai scurt și cu cele mai mici costuri.

Ingineri și botaniști specializați proiectează sere ce caută în continu dobândirea celei mai ample recolte cu cel mai redus buget. Unele dintre cele mai ostentative alterări aduse procesului de creștere a plantelor  sunt verticalizarea culturilor, înlocuirea solului cu apă și folosirea luminii artificiale de creștere. Acestea sunt și modificările care aduc cel mai mult profit. Prin agricultura pe verticală, aceeași bucată de pământ poate produce de 4 – 5 sau chiar 10 ori mai mult. Înlocuirea solului cu apă face posibilă dezvoltarea recoltei indiferent de zona geografică și resursele existente. Plasarea de lumini artificiale (la distanțe precis calculate de fiecare plantă) asigură dezvoltarea plantelor în cel mai rapid mod. Alte modificări aduse procesului de cultivare a plantelor sunt controlul temperaturii aerului sau controlul umidității aerului sau al solului. Acestea sunt posibile datorită segmentului de IOT (Internet of Things) .

Noțiunea de IOT a evoluat și și-a schimbat definiția de-a lungul anilor dar în ultimii ani am putut să ajungem cel puțin la consensul că Internet of Things este un sistem care interconectează dispozitive de calcul cu mașinării mecanice și/sau digitale identificabile în mod unic, care are abilitatea să transfere informație în cadrul rețelei fără a necesita interacțiuni între oameni sau între om și calculator.

La scară largă, pentru practicarea agriculturii, am văzut că există soluții tehnice și proiectanți specializați care pot implementa aceste soluții.

La scară mică, putem vorbi de agricultura de subzistență iar la scară micro, de creșterea plantelor pentru decor. În ambele cazuri putem spune că în majoritatea timpului nu avem proiectanți specializați și nici de tehnologii IOT care să optimizeze procesul de creșterea a plantelor. Pentru prima lipsă, cea a personalului specializat, nu putem veni cu o soluție ușoară, dar pentru cea de-a doua, soluțiile încep să apară la prețuri tot mai accesibile. În continuare ne vom axa pe creșterea plantelor pentru decor, mai exact, pe creștea plantelor de ghiveci și cum poate tehnologia IOT să facă această slujbă mai ușoară și mai sigură.

## Contextul proiectului

Creșterea plantelor pentru decor, în special a platelor de ghiveci în apartamente este influențată de mai mulți factori, câțiva dintre aceștia meritând a fi amintiți cum ar fi luminozitatea de care beneficiază planta, tipul solului în care aceasta este plantată, dimensiunea ghiveciului comparativ cu dimensiunea rădăcinilor și cel mai important, udarea corespunzătoare. În timp ce primii trei factori pot fi corectați într-o acțiune singulară, asigurarea cantității optime de apă pentru plante necesită un efort constant. Udarea deficitară a acestora este cauza principală pentru care plantele de apartament se ofilesc și mor.

În salvarea vegetație de apartament vin sistemele inteligente din lumea IOT care oferă o varietate de soluții, începând de la notificări pentru utilizator ca acesta să își ude plantele, până la automatizarea completă a procesului de creștere a plantelor.

Un sistem IOT este format atât din componente hardware cât și software. Pentru a oferi o imagine de ansamblu asupra lumii IOT, atât am ales să o împart în patru subcategorii ca apoi să evidențiez rolul și compoziția fiecăreia. După cum se observă și în figura 1.1 categoriile sunt: Dispozitivele de măsurare, Dispozitivele acționabile, Logica de control (împreună cu dispozitivele de stocare a acesteia) și Interfața cu utilizatorul (pentru care sunt necesare și dispozitive cu care utilizatorul se poate conecta la respectiva interfață).

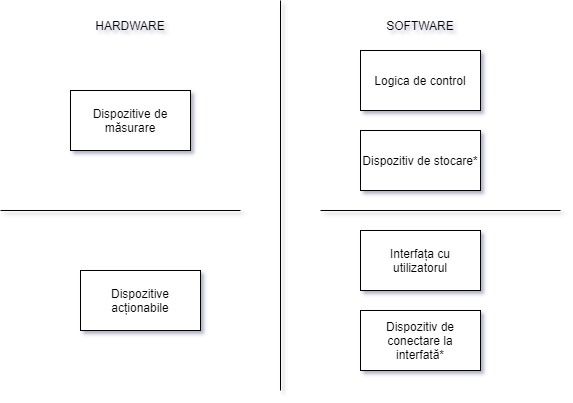
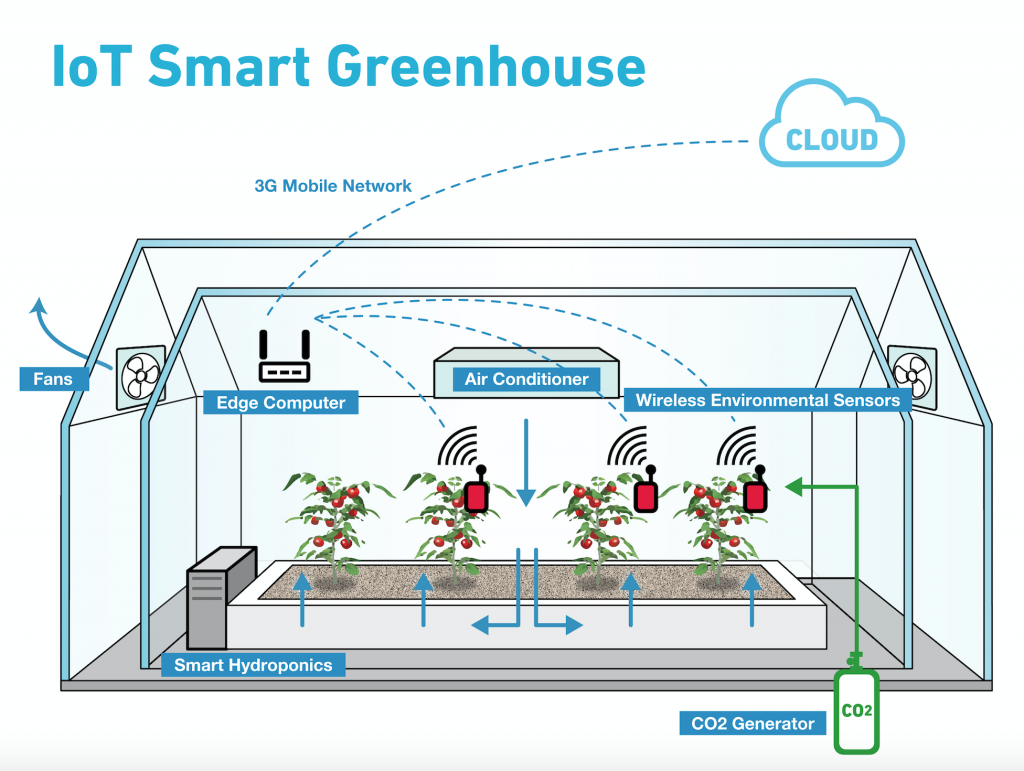


Figura . Componente ale unui sitem IOT

Prima componentă hardware sunt dispozitivele de măsurare și ele se referă la orice dispozitiv ce poate lua informație din mediu și o poate converti în informație analogică sau digitală ce poate fi interpretată de logica de control. Exemple populare de dispozitive de măsurare ar fi senzorii sau camerele de luat imagini. În majoritaea cazurilor aceste dispozitive sunt capabile să culeagă și transmită informația mai departe în regim autonom, fără interacțiunea unui utilizator. Aceasta este și trăsătura principală a unui sistem IOT, faptul că poate funcționa în mod independent de interacțiune umană, de aceasta fiind nevoie doar pentru instalare și calibrare.

A doua componentă hardware e reprezentată de dispozitivele acționabile. În cadrul unui sistem IOT, ele sunt acele dispozitive care sunt controlate de sistem și care pot aduce modificări mediului. Exemple reprezentative ar fi sistemele de iluminat, pompele de apă, generatoarele de căldură, etc. Acestea sunt acționate de logica de control.

Logica de control dintr-un sistem IOT este partea software care se poate ocupa cu recepționarea informației de la dispozitivele de măsurare, recepționarea comenzilor de la utilizator, procesarea acestor date și/sau comenzi și controlul dispozitivelor acționabile în funcție de rezultatul acestei procesări. Logica de control poate fi centralizată pentru întreg sistemul și stocată în cloud sau pe un server în rețea, dar ea poate fi de asemenea și decentralizată, fiecare dispozitiv venind cu propria logică de control. În exemplul din figura 1.2 observăm o seră inteligentă în care logica de control e stocată în cloud, agregă date de la mai mulți senzori – „Wireless Envionmental Sensors” – și controlează mai multe dispozitive – „Fans”, „Smart Hydroponics”, „CO2 Generator”, „Air Conditioning”) – ce pot altera starea mediului. În acest caz nu e nevoie de interacțiunea umană.

Figura . Seră inteligentă

Spre deosebire de figura 1.2 în figura 1.3 avem un concept de sistem IOT în care logica de control e stocată direct pe dispozitivul IOT iar interacțiunea utilizatorului e necesară pentru ca acest sistem IOT să aibe sens. Mai precis, în acest caz avem un ceainic inteliget ce dispune de senzor de temperatură a apei și care poate fi controlat de la distanță prin intermediul unui interfețe accesibilă cu un smartphone. Utilizatorul poate motifica mediul (temperatura apei din ceainic) prin plasarea unei comenzi în cadrul interfeței, care la rândul ei va comanda dispozitivul acționabil – ceainicul – să încălzească apa până la o anumită temperatură.

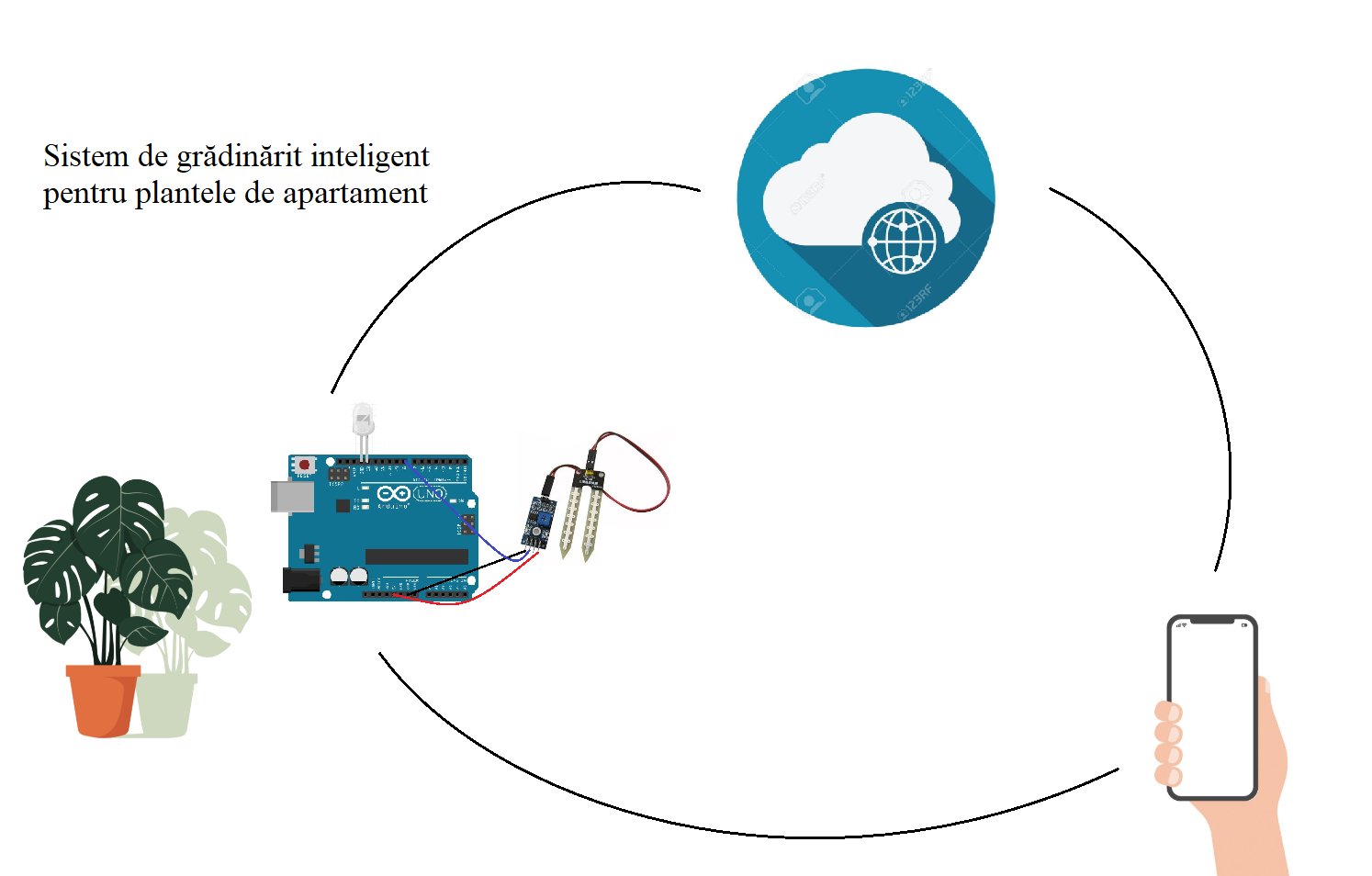
Figura . Sistem IOT cu ceainic inteligent

Utilma subcategorie pe care o prezentăm în cadrul unu sistem IOT este interfața pentru utilizator. Aceasta e deseori reprezentată de o aplicație web sau de o aplicație mobile care are ca scop facilitarea interacțiuni dintre utilizator și sistemul inteligent. Funcțiile pe care interfața le oferă sunt, de regulă, funcții de monitorizare și opțional de controlare a mediului sistemului. În exemplele noastre funcțiile de monitorizare ar putea oferi informații cu privire la nivelul de CO2 din seră sau la temperatura apei din ceainic, în timp ce funcțiile de alterare a mediului ar putea modifica nivelul de CO2 din seră sau temperatura apei din ceainic.

# Obiectivele Proiectului

Lucrarea de față își propune proiectarea unui sistem inteligent de grădinărit de tipul IOT pentru monitorizarea și automatizarea parțială a creșterii plantelor de apartament. În figura 2.1 este ilustrat succint compoziția unui asfel de sistem de grădinărit. El se compune din:

* Componente hardware de măsurare și alterare a mediului.
* Aplicație de tipul server pentru stocare de date
* Aplicație de tip client pentru interacțiunea utilizatorului cu sistemul

Figura . Sistem de grădinărit inteligent

Scopul principal ce se dorește atins este acela de a oferi un prototip care poate să crească diverse plante în ghiveci cu interacțiune minimă din partea utilizatorului. Scopul e de a crește plantele dintr-un singur ghiveci cu un sistem de grădinărit și de a monitoriza creșterea acestora. Scopul secundar este a pune la dispoziție utilizatorilor care nu au acces la partea de hardware a sistemului de grădinărit inteligent o aplicatie care facilitiază creșterea plantelor.

Lucrarea de față va încerca să își atingă obiectivele prin următoarele:

* Monitorizarea mediului
* Controlul mediului
* Stocarea și deservirea de infomații despre plante și la mediul acestora
* Oferirea unei interfețe web prin care utilizatorul poate comunica cu sistemul

.

## Cerințe funcționale

Pentru a-și atinge obiectivele, sistemul oferă funcționalități care implică interacțiunea utilizatorului pe tot procesul scenariului, cât și funcționalități care implică interacțiunea limitată a utilizatorului cu sistemul pe parcusul unui scenariu. Funcționalitățile care implică interacțiunea utilizatorului pe tot parcursul scenariului de utilizare sunt acelea care au ca scop stocare de informații din partea utilizatorului și deservirea acestuia cu informații. Ele sunt:

* Autentificarea
* Navigarea prin lista plantelor stocate în sistem
* Crearea unei grădini virtuale cu plantele personale ale utilizatorului
* Adăugarea de plante noi care nu sunt în sistem în grădina virtuală
* Vizualizarea nevoilor unei plante (stocate în sistem sau create de utilizator)
* Identificarea nevoilor unei plante necunoscute utilizatorului
* Afișarea datelor despre mediul plantelor din grădină

Scenariile ce implică o interacțiune limitată a utilizatorului cu sistemul au în vedere creșterea eficientă a plantelor. Acestea sunt scenariile care necesită partea de harware a sistemului de grădinărit. Ele sunt:

* Monitorizarea mediului
* Păstrarea umidității soului adecvată

### Autentificarea

Funcționalitatea de autentificare permite utilizatorului să se logheze în cadrul sistemului și să salveze date despre plantele sale. Aceste date sunt persistate și sunt accesibile doar utilizatorului în cauză.

### Navigarea prin lista plantelor stocate în sistem

Sistemul beneficiază de o bază de date cu cele mai întâlnite plante de apartament din zona geografică a României. Utilizatorii pot naviga prin această listă de plante pentru a identifica planta pe care vor să o crească cu ajutorul sistemului de grădinărit ineltigent sau cu scopul de a-și alege o plantă în funcție de nevoile acesteia și mediul pe care i-l pot oferi.

### Crearea unei grădini virtuale

Pentru a ține o mai bună evidență a plantelor din apartament, utilizatorul își poate crea o grădină virtuală în care să stocheze plantele pe care le deține. De notat că pentru a monitoriza mai multe ghivece, e nevoie de mai multe prototipuri de sisteme inteligente de grădinărit (un sistem de grădinărit, întreține doar plantele dintr-un singur ghiveci). Această funcționalitate de creare a unei grădini virtuale oferă posibilitatea utilizatorului să țină o evidență a frecvenței de udare și a plantelor care nu beneficiază de un sistem de grădinărit inteligent.

### Adăugare de plante noi în grădina virtuală

Întrucât sistemul nu deține toate plantele existente, această opțiune de a adăgua alte plante oferă utilizatorului posibilitatea să stocheze în grădina sa virtuală o plantă pe care să o descrie manual. A descrie manual o plantă înseamă în acest caz descrierea nevoilor plantei respective. Nevoile de care ține cont sistemul sunt: temperatura aerului, umidiatea aerului, nivelul de luminozitate, nivelul de umiditate a solului, tipul solului, cantitatea de sol necesară unei plante.

### Vizualizarea nevoilor unei plante

Pentru a avea acces facil și compact la cât mai multe informații esențiale în vederea creșterii plantelor, fiecare plantă oferă informații cu privire la condițiile optime de dezvoltare. Informațiile care pot fi vizualizate pentru fiecare plantă sunt: temperatura aerului, umidiatea aerului, nivelul de luminozitate, nivelul de umiditate a solului, tipul solului, cantitatea de sol necesară.

### Identificarea nevoilor unei plante necunoscute utilizatorului

În cazul în care utilizatorul deține o plantă căruia nu îi știe denumirea și implicit nici nevoile, acesta poate completa un chestionar pe baza aspectului plantei și a mediului acesteia care va oferi ca rezultat o sugestie de configurație pentru nevoile plantei respective. Aspecte ce sunt luate în considerare includ dar nu se limitează la: tipul tulpinei, tipul frunzelor, condițiile de temperatură și luminozitate din mediu.

### Afișarea datelor despre plantele din grădina virtuală

Acest scenariu deservește două posbilități. În cazul în care utilizatorul nu are un sistem inteligent de grădinărit, ci doar acces la aplicația web, acesta poate vedea frecvența cu care a udat planta. În cazut în care utilizatorul are acces și la sistemul de grădinărit inteligent și acesta este configurat, pentru planta respectivă utilizatorul poate vedea următoarela informații:

* Nivelul de umiditate al aerului
* Nivelul de umiditate al solului
* Temperatura aerului
* Intensitatea luminoasă a mediului

### Monitorizarea mediului

În cadrul acestui scenariu sistemul IOT monitorizează prin intermdiul unor senzori următoarele caracteristici ale mediului plantei:

* Nivelul de umiditate al aerului
* Nivelul de umiditate al solului
* Temperatura aerului
* Intensitatea luminoasă a mediului

În cazul în care una dintre măsurători nu este în parametri optimi, utilizatorul este înștiințat de aceasta la următoarea deschidere a aplicației.

De meționat pe scurt că pentru a avea acces la scenariul de monitorizare este nevoie înainte de completarea unui scenariu auxiliar de configurare a părții hardware a sistemului (scenariul de configurare implică accesul sistemului harware la rețeaua wi-fi a utilizatorului și detectarea acestuia prin interfața utilizator). Având în vedere că vorbim de un prototip în cazul de față, acest scenariu premergător va fi făcut de către dezvoltatorul prototipului întrucât implică și alterarea codului.

### Păstrarea umidității solului adecvată

O dată configurat, sistemul IOT va păstra umiditatea solului în parametri specificați. Pentru îndeplinirea cu succes a acestui scenariu în momentul în care sistemul rămâne fără apă va informa utilizatorul iar acesta trebuie să acționeze în concordantă, adică să reumple rezervorul de apă al sistemului.

## Cerințe non-funcționale

Pe partea de cerințe non-funcționale sunt atinse următoarele:

* Usability/Utilizabilitatea – interfața web va fi ușor și plăcut de folosit
* Acsessibility/Accesabilitatea – partea de software a proictului va fi accesibilă publicului larg
* Open source/Acces la codul sursă – pentru a încuraja comunitatea sa dezvolte cât mai multe proiecte IOT
* Documentația – astfel încât sistemul să fie ușor de utilizat

# Studiu Bibliografic

În lucrarea „Automation using IOT in greenhouse environment„ [9] autorii prezintă prototipul unui sistem care monitorizează și controlează diferite aspecte ale unei sere. Ei colecționează informații despre starea mediului din seră folosind senzori. Senzorii măsoară temperatura, intensitatea luminoasă, umiditatea aerului și umiditatea solului. Pentru o bună dezvoltarea a plantelor, autorii folosesc diferite praguri între care păstrează valorile temperaturi și a umidității în seră. Împreună cu o plăcuță de dezvoltare Neduino 3 Wi-Fi, aceștia reglează temperatura cu ajutorul unor ventilatoare acționate automat și cu ajutorul unor motare care acționează paravane solare în seră pentru. În această lucrare este implementată și o interfață către utilizator în care acesta este notificat de starea serei (măsurătorile înregistrate de senzori).

S. Aishwarya et al [10] prezintă o soluție de monitorizare a creșterii plantelor de asemenea luând în considerarea temperatura, umiditatea, intensitatea luminoasă dar informația este colectată de la senzori de către o plăcuță Arduino UNO. O funcționalitate în plus pe care o aduce [10] este monitorizarea stării plantei în sine, nu doar a datelor din seră. Autorii folosesc procesarea de imagini pentru a identifica dacă plantele se dezvoltă adecvat. Deși sera este controlată, există anumite insecte care pot dăuna plantei sau solul poate avea lipsuri de anumite minerale. În ambele cazuri frunzele plantelor vor evidenția această problemă prin anumite comportamente. De exemplu o carență de fier duce la îngălbenirea funzelor dar nu și a nervurilor [11]. Pentru a putea monitoriza astfel de scenarii autorii folosesc o cameră de luat vederi și o plăcuță Rasperry Pi care rulează un algoritm de procesarea a imaginilor ce identifică efectul a diveși dăunători.

Pentru a structura mai bine rezultatul studiului bibliografic în lucrarea de față, vom împărți această secțiune în două mari capitole: partea de proiectarea hardware și partea de proiectarea software. Partea de proiectare hardware constă în componentele fizice care măsoară starea mediului, transmit date, recepționează comenzi și alterează starea mediului supravegheat. Partea de dezvoltarea software face referire la aplicațiile ce furnizează restul funcționalităților menționate anterior. În continuare vom prezenta câteva din opțiunile existente pentru implementarea atât a părții hardware cât și software. De asemenea, tot în acest capitol, vom justifica alegerile făcute.

## Proiectarea hardware

În timpul documentării asupra situației actuale din domeniul grădinăritului smart am observat o abordare similară în proiectarea serelor smart, și anume prototipizarea. Majoritatea lucrărilor prezintă un prototip care poate fi extins să funcționeze la scară largă într-o seră de mari dimensiuni. Pentru partea hardware, cea mai importantă decizie este alegerea plăcuței de dezvoltare care va controla mediul. Secundară acesteia este alegerea senzorilor pe care îi vom folosi și a dispozitivelor care controlează mediul (motoare, pompe, ventilatoare, etc). În continuare vom prezenta opțiunile de dispozitive hardware atât pentru recepționarea datelor și logica de control cât și opțiunile pentru motitorizarea și alterarea mediului.

### Placa de dezvoltare

În continuare vom prezenta procesul prin care am trecut în alegerea unei plăci de dezvoltare adecvată nevoilor proiectului. S-a dorit ca placa de dezvoltare să poată să citească date de la senzori analogici, să fie ușor de alimentat de la o baterie, să fie fiabilă, să poată fi conectată la internet și să nu fie costisitoare din punct de vedere financiar. De asemenea, un aspect care nu a fost neglijat a fost prețul de achiziție. Întrucât lucrarea de față are ca scop creșterea unei plante de apartament în ghiveci, sistemul trebuie să își păstreze costurile într-o limită atractivă pentru utilizator.

Pentru a identifica ce opțiuni există când vorbim de placă de dezvoltare în domeniul serelor smart am recurs la lucrări în domeniu din ultimii zece ani. În timp ce în „An FPGA Based Computer System for Greenhouse Control” [12] autorii folosesc o plăcuță FPGA pentru achiziționarea de date de la senzori și controlul unor paravane în scopul protejării plantelor, [10] folosește o plăcuță Arduino Uno pentru recepționarea datelor și controlul unor ventilatoare și stropitori. Anterior am menționat și placa de dezvoltare Netduino 3 Wi-Fi care e utilizată în [9]. O altă soluție posibilă este utilizarea unui Raspberry Pi după cum am observat în lucrarea”IOT Based Smart Greenhouse” [13] în care autorii o folosesc pentru recepționarea datelor și transmiterea lor direct către cloud. Urmează o scurtă prezentare a fiecărei din plăcuțele mai sus menționate pentru a crea o imagine de ansamblu.

Raspberry Pi prezentat în figura 3.1 este un minicopmuter pe care rulează sistemul de operare Raspbian. El poate fi ușor conectat la internet atât prin Wi-Fi cât și prin Ethernet. Pentru comunicarea cu senzori, Raspberrry Pi are nevoie de anumite librării și/sau programe software. Deși nu are spațiu de stocare, el vine cu un slot pentru un card SD.



Figura . Raspberry Pi 3

Arduino UNO, prezentat în figura 3.2 e un microcontroler programabil. Limbajul de programare Arduino, specific acestei plăci de dezvoltare, este bazat pe C/C++. Arduino Uno nu poate fi conectată direct la internet ci are nevoie de alte componente hardware (de ex, Wi-Fi shield) pentru a dispune de această funcționalitate. Citirea datelor de la senzori se face foarte ușor cu acesta datorită interfeței simple și pinilor analogici. Arduino UNO vine direct cu spațiu de stocare integrat. [15]



Figura . Arduino UNO

Neduino este o platformă open-source bazată pe framework-ul .NET micro. Netduino 3 WiFi prezentat în figura 3.3 este bazat pe microcontrollerul Cortex-M4. El este foarte similar în materie de proiectare cu Arduion, fiind compatibile shiled-uri Arduino cu această plăcuță. WiFi-ul integrat face conectarea la internet foarte ușoară iar framwork-ul micro .NET facilitează dezvoltarea programelor cu această placă.

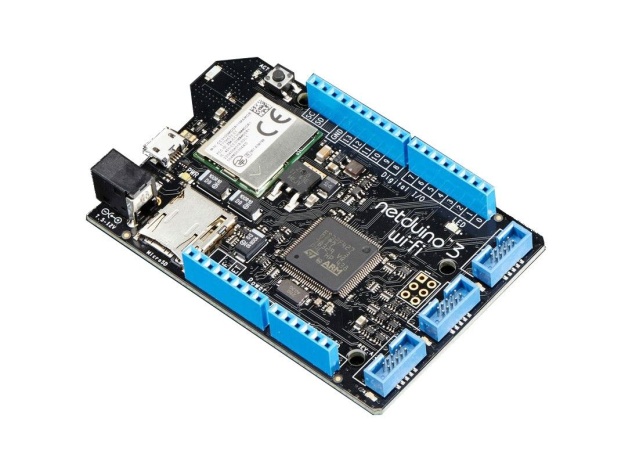


Figura . Netduino 3 WiFi

Plăcuța FPGA (Field Programable Gate Array) prezentată în figura 3.4 este un circuit integrat destinat pentru a fi configurare de către utilizator. Limbajul specific de programare a aceste plăci este HDL. Pentru conexiunea la internet aceasta necesită atât alte piese hardware cât și software specific. Citirea datelor de la senzori implică și ea mai multă configurare a plăcuței.

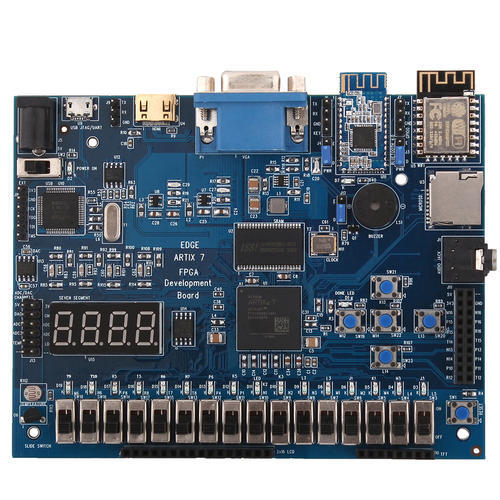


Figura . Plăcuță FPGA

Din opțiunile studiate și prezentate până acum, alegerea mea a fost plăcuță Netduino 3 WiFi dar în timpul căutării acesteia de la furnizori, am descoperit o alternativă recentă a elementului de control, și anune plăcuța UNO + Wi-Fi R3 care conține o integrare completă a microcontrolerului Atmel ATmega328 și a Wi-Fi-ului ESP8266 – figura 3.5. Ea este programabilă prin Arduino, are o interfață ușor de utilizat în interacțiunea cu elemetele perifierice și bineînțeles poate fi conectată cu ușurință la internet.

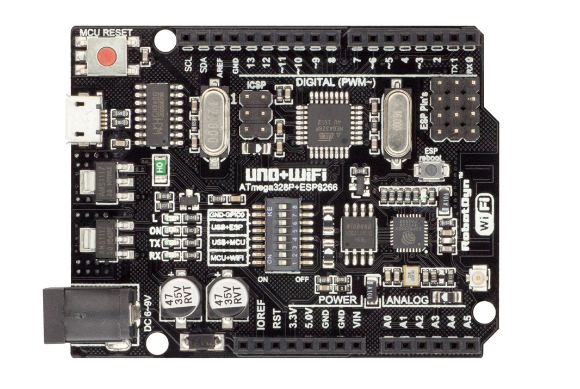


Figura . UNO + Wi-Fi R3

Pentru alegerea plăcuței cu care să proiectăm sistemul de grădinărit înteligent am evidențiat în tabelul 3.1 nivelul de dificultate cu care o putem programa, cât de ușor putem citi date de la senzori, lejeritatea cu care ne putem conecta la internet cât și prețul de achiziție.

Tabel . Comparare între dispozitivele hardware de control

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Plăcuță | Ușor și rapid programabil | Poate fi conecta la intenet fără alte resurse | Poate citi date direct de la senzori analogici | Preț de achiziție scăzut |
| Raspbery Pi | Da | Da | Nu | Nu [17] |
| Arduino | Da | Nu | Da | Da [16] |
| Netduino | Da | Da | Da | Nu [20] |
| FPGA | Nu | Nu | Nu | Nu [18] |
| Uno + Wi-Fi R3 | Da | Da | Da | Da [19] |

Observăm că Uno + Wi-Fi R3 este singura opțiune care răspunde cu da cerințelor noastre. Fiind o opțiune cu modul de Wi-Fi integrat, aceasta reduce și posibilitate defectării componentelor auxiliare cum ar fi în cazul Arduino Uno. Este cu mult mai ieftină decât Raspbery Pi și de asemenea citirea datelor de la senzorii analogici se face cu o mai mare ușurință. Având în vedere scopul lucrării, microcontrolerul Uno + Wi-Fi R3 este cea mai potrivită alegere.

### Dispozitive periferice

În alegerea dispozitivelor perifcerice ne referim atât la cele care măsoara date desre mediu cât și la cele care alterează mediul.

Dispozitivele care măsoară date despre mediu sunt senzorii. Pentru a alege senzorii potriviți vom lua în considerare tipul de informație pe care aceștia o furnizează, modul de transmitere a datelor, și prețul de achiziție. În majoritatea lucrărilor studiate [9], [10], [11], [13] senzorii predominanți sunt:

* Senzor de temperatură a aerului
* Senzor te umiditate a aerului
* Senzor te umiditate a solului
* Senzor de intensitate luminoasă sau fotorezistor

Având în vedere că datele furnizate de acești senzori sunt suficiente pentru monitorizarea unei sere, am considerat că acești senzori pot măsura starea de bine a plantei și în cazul lucrării de față. Deoare niciunul dintre aceștia nu are un preț de achiziție ridicat [21] [22] [23] am decis să îi folosim pe toți în lucrarea de față.

Dispozitivele care controlează mediul folosite în lucrările prezentate anterior sunt de tipul

* Ventilatoarea care reglează fluxul de aer
* Motoare care deplasează paravane solare (draperii)
* Pompe de apă pentru irigare.

Întrucât lucrarea de față își propune creșterea unei plante în ghiveci, nu în seră, modificare stării întregului apartament în care se află ghiveciul nu e fezabilă așa încât singurul dispozitv de alterare a mediului pe care îl vom folosi dintre acestea este pompa de apă.

## Proiectare software

Partea softawe a lucrării va deservi atât utilizatorii care dețin și partea hardware dar și pe cei care vor să utilizeze doar parte software. Pentru a servi nevoile utilizatorilor am ales să analizăm aplicații existente pe piață și nu lucrări științifice. Motivul acestei alegeri este că lucrările științifice nu au un grup de utilizatori larg care își poate spune părerea despre cât gradul de utilitate al proiectului, în timp ce aplicațiile existene dețin nenumărate păreri și recomandări din parte utilizatorilor.

Prima categorie de aplicații pe care am studiat-o este cea de identificare a plantelor. Aceastea sunt folositoare în cazul în care utilizatorul nu știe ce plantă deține și nu cunoaște nici nevoile acesteia. Aplicație pe care o prezentăm este „Garden Answers Plant Identification” [24]. Este vorba de o aplicație gratuită a cărei funcționalitate este de a identifica ce fel de plantă deține utilizatorul. Modul de utilizare al aplicației este următorul: utilizatorul face o poză plantei sale, o încarcă în aplicație iar aceasta sugerează o listă de opțiuni pe care le consideră adecvate. Utilizatorul trebuie să selecteze rezultatul care se potrivește cel mai mult cu planta sa. Ultima parte a acestui scenariu se poate obsera în figura 3.6.

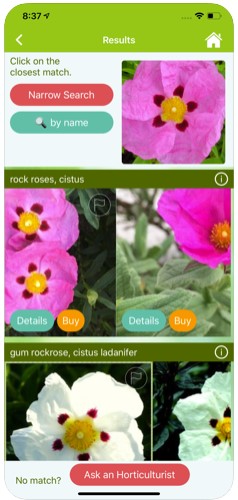


Figura . Garden Answers Plant Id – selectarea plantei

Cea de a doua categorie de aplicații din cele studiate pe care am ales să le observăm mai în detaliu este cea de păstrare a evidenței plantelor și regularitatea cu care acestea sunt udate. În această categorie intră aplicații precum „Waterbot: Plants watering + Gardening” [25] și „Vera: Plant Care App” [26]. Cea din urmă, de asemenea gratuită ca și [24], se axează pe udarea regulată a plantelor. Ea oferă posibilitatea utilizatorului să își creeze câte un profil pentru fiecare plantă pe care o deține – se poate observa în figura 3.7 – și să să seteze pentru fiecare plantă un program de udare în funcție de nevoile acesteia. Astfel, utilizatorul va avea un portofoliu de plante și va primi, separat, pentru fiecare plantă, o notificare în ziua în care aceasta trebuie udată. Aplicația ajută utilizatorul atât să își mențină plantele în viață prin udarea lor regulată cât și oferă o privire de ansamblu asupra plantelor pe care acesta le deține.

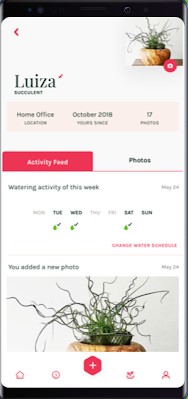
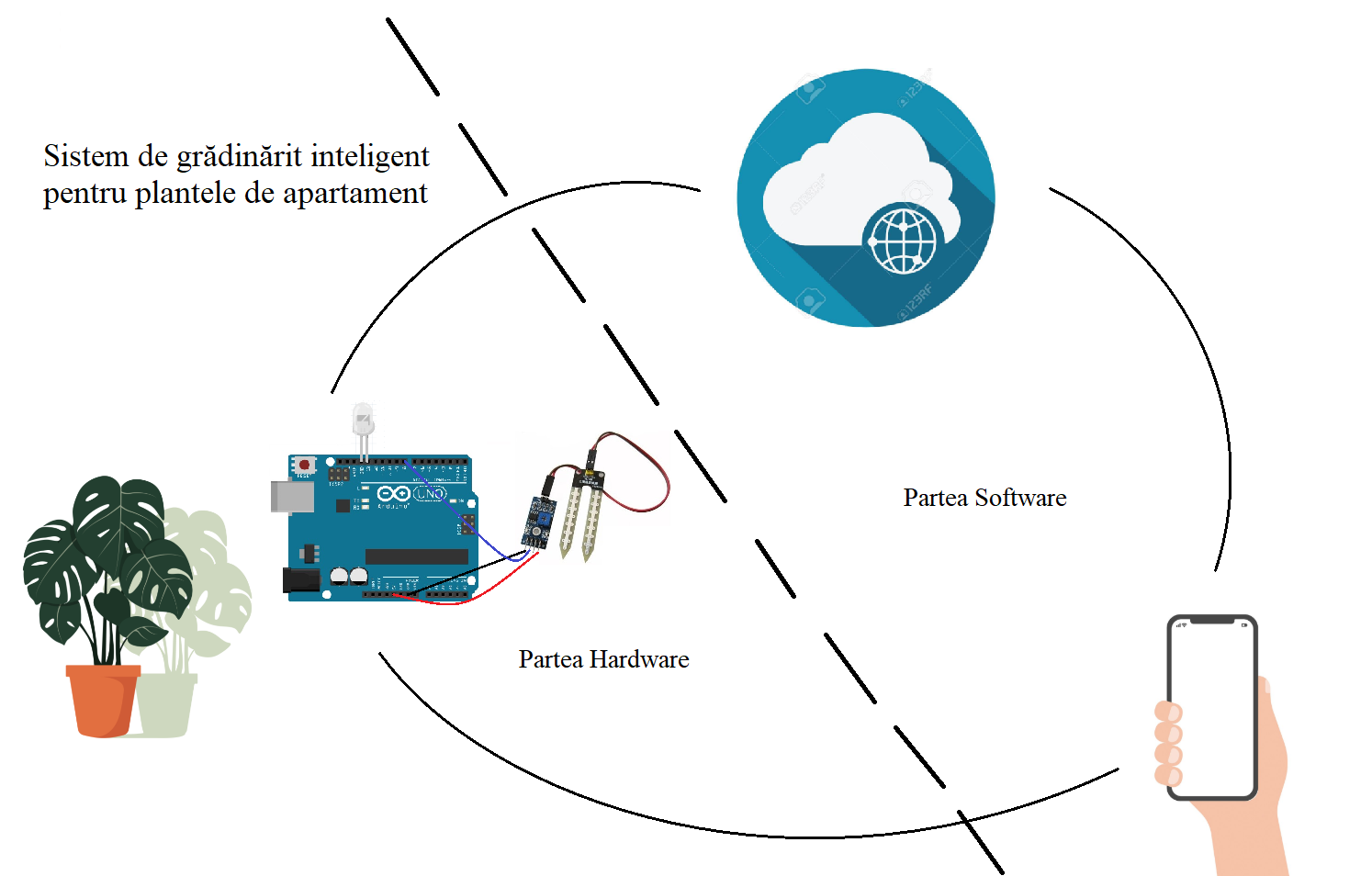


Figura . Vera – profilul unei plante

Folosind aplicațiile prezentate ca bază de pornire, lucrarea de față își propune să creeze o aplicație care să întrepătrundă atâț funcționalitatea de gestionare a plantelor și a intervalului de udare cât și funcționalitatea de identificarea a nevoilor plantei.

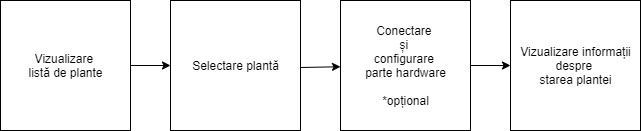
# Analiză şi Fundamentare Teoretică

Considerând obicetivele și specificațiile menționate în capitolul 2, putem împărți aplicația în două părți. Luăm această decizie deoarece putem oferi o imagine mai cuprinzătoare și mai ușor de înțeles și analizat dacă luăm în considerare aceste părți componente pe rând. În figura 4.1 se observă că partea hardware se referă la componentele care monitorizează, controlează și alterează mediul plantei iar partea software se referă la aplicația web disponibilă utilizatorilor. Când vorbim de partea software includem atât aplicația server cât și cea client.



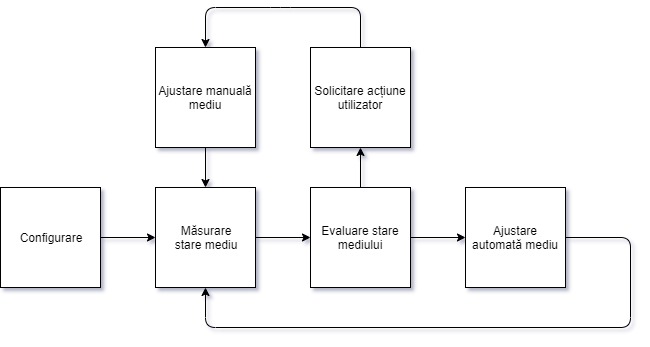
. Împărțirea aplicației

Prima parte este partea software, accesibilă gratuit oricărui utilizator. Aceasta are ca scop evidența plantelor din apartent și gestionarea programului de udare a acestora. Principalul flux al părții software este reprezentat în figura 4.2. Utilizatorul începe prin a vizualiza lista de plante disponibile în aplicație și a selecta una dintre aceste plante. Selectarea unei plante implică adăugarea acesteia în grădina virtuală a utilizatorului. Pasul următor este configurarea sistemul hardware. A se menționa că din cei patru mari pași descriși, pasul numărul trei este facultativ. Acest pas are sens doar pentru utilizatorii care beneficiază și de parte hardware a aplicației. Ultimul pas este reprezentat de vizualizare datelor desprea plantă. Acestea pot fi date și despre starea mediului plantei în cazul în care utilizatorul beneficiază de parte hardware.



. Fluxul de business al părții software a aplicației

A doua parte a aplicației este parte de hardware. Aceasta are ca scop oferirea unui mediu supravegheat și parțial controlat de creștere a plantei. Fluxul de lucru al părții hardware este evidențiat în figura 4.3. Se poate observa că primul pas e cel de configurare. După configurare, parte hardware a aplicației intră într-o buclă de măsurare și evaluare (conform configurării) a mediului plantei. În cazul în care e nevoie de ajustare automată, sistemul va ajusta singur condițiile de mediu. În cazul în care este nevoie de ajutare manuală, sistemul va notifica utilizatorul cu privire la ce acțiuni trebuie acesta să întreprindă pentru a oferi plantei un mediu propice de dezvoltare.



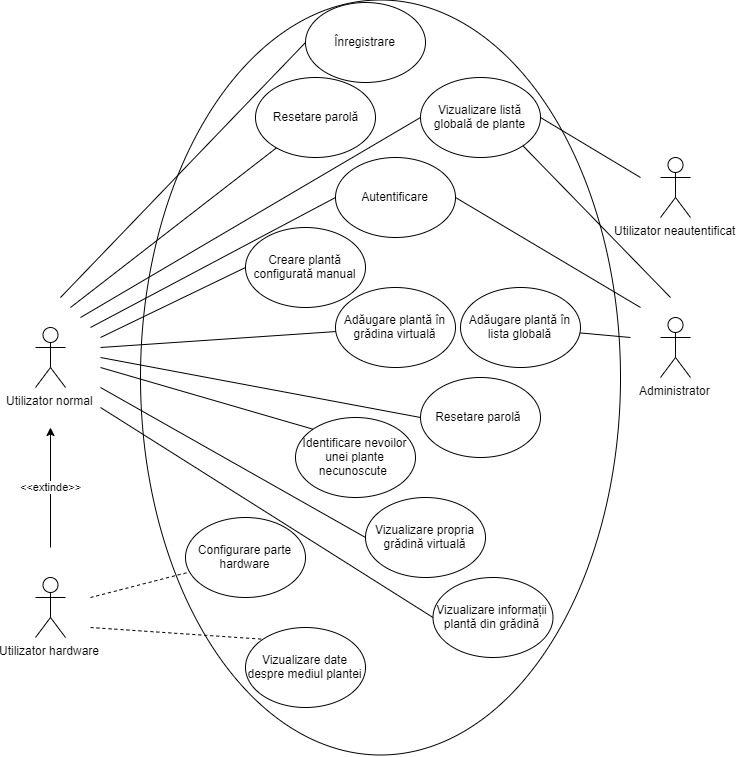
. Fluxul de lucru al părții hardware a aplicației

O privire mai în detaliu asupra aplicației, pe lângă fluxurile principale ale acesteia o oferă cazurile de utilizare ale aplicației. Spre deosebire de cerințele funcționale absolut necesare prezentate în capitolul 2, în urma unei analize mai în detaliu am decoperit nevoia de anumite cerințe funcționale adjuvante pentru aplicația noastră.

În subcapitolul următor vom prezenta în detaliu cazurile de utilizare pentru fiecare cerință funcțională.

## Cazuri de utilizare

În capitolul 2 am prezentat cerințele funcționale ale aplicației. Acestea le-am analizat mai în detaliu și au rezultat cazurile de utilizare ale aplicației. Ele sunt prezentate în figura 4.4.



. Cazuri de utilizare a aplicație

Observăm în figura 4.4 cazurile de utilizare ce vor fi detaliate ulterior și patru roluri:

* Utilizator neautentificat – rolul este reprezentativ pentru vizitorii aplicație software care nu dețin un cont
* Utilizator normal – rolul e reprezentativ pentru persoana care are un cont în aplicație
* Utilizator hardware – rolul este reprezentativ pentru persoana care are un cont în aplicație și deține și partea hardware a sistemului. Acest rol extinde roulul de utilizator normal
* Administrator – rolul e reprezentat de persoanele care administrază lista globală de plante a aplicației.

### Înregistrare

Cazul de utilizare este prezentat în tabelul 4.1. De menționat că aplicația poate fi utilizată și fără un cont, dar crearea acestuia oferă mai multe funcționalități utilizatorului.

Tabel . Caz de utilizare – Înregistrarea unui utilizator în aplicație

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul își face cont în cadrul aplicației pentru a beneficia de mai multe funcționalități. |
| **Actori** | Utilizator normal |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație |
| **Postcondiții** | Un nou cont a fost creat în aplicație.  Utilizatorul are acces la aplicație cu numele de utillizator specificat în formular.  Utilizatorul are acces la aplicație cu parola specificată în formular.  Administratorul poate vedea noul utilizator în lista de utilizatori. |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează pagina de înregistrare 2. Utilizatorul își introduce adresa de e-mail 3. Utilizatorul își introduce parola 4. Utilizatorul confirmă parola 5. Utilizatorul apasă butonul „Înregistrare” |
| **Extensii** | 2a\_1. Utilizatorul nu a introdus o adresă de e-mail validă.  2a\_2. Utilizatorul este informat de către sistem că adresa de e-mail trebuie să fie într-un format valid  3a\_1. Utilizatorul introduce o parolă mai scurtă de 6 caractere.  3a\_2. Utilizatorul este informat de către sistem că trebuie să folosească o parolă de cel puțin 6 caractere  4a\_1. Utilizatorul nu a introdus aceeași parolă în câmpul de confirmare a parolei  4a\_2. Utilizatorul este informat de către sistem că trebuie să introducă același text în câmpul de introducere a parolei și în cel de confirmare a acesteia  5a\_1. Un utilizator este deja înregistrat în aplicație cu această adresă de e-mail.  5a\_2. Utilizatorul este informat de către sistem să verifice adresa de e-mail folosită iar în cazul în care aceasta este corectă să ceară resetarea parolei. |

### Autentificare

Cazul de utilizare pentru autentificarea utilizatorilor în aplicație este prezentat în tabelul 4.2. De menționat că doar utilizatorii normali au nevoie să se înregistreze în prealabil. În cazul administratorilor, conturile acestora sunt create manual în sistem.

Tabel . Caz de utilizare – Autentificarea utilizatorilor în aplicație

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul se autentifică în aplicație pentru a beneficia de mai multe funcționalități. |
| **Actori** | Utilizatorul normal  Administratorul |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul normal și-a creat cont în aplicație |
| **Postcondiții** | Utilizatorul este autentificat în aplicație.  Utilizatorul este redirecționat spre o pagină specifică. |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează pagina de autentificare 2. Utilizatorul introduce adresa de e-mail în câmpul corespunzător 3. Utilizatorul introduce parola în câmpul corespunzător 4. Utilizatorul apasă butonul de autentificare |
| **Extensii** | 2a\_1. Utilizatorul nu a introdus o adresă de e-mail validă.  2a\_2. Utilizatorul este informat de către sistem că adresa de e-mail trebuie să fie într-un format valid  4a\_1. Utilizatorul a introdus o adresă de e-mail greșită.  4a\_2. Utilizatorul este informat de către sistem că această adresă de e-mail nu figurează cu un cont în aplicație  4b\_1. Utilizatorul a introdus o parolă greșită.  4b\_2. Utilizatorul este informat de către sistem că a introdus o parolă greșită și este invitat să corecteze parola sau să recurgă la funcționalitatea de resetarea a parolei |

### Resetare parolă utilizator

Pentru utilizarea tutoror funcționalităților de care dispune aplicația, un utilizator trebuie să își facă un cont în aplicație. Deoarece deseori se întâmplă ca un utilizator să nu își mai amintească parola cu care s-a înregistrat în aplicație, dacă nu există o funcționalitate de resetare a parolei, utilizatorul își pierde accesul la contul creat și toate datele din acesta. Pentru a oferi utilizatorilor noștri șansa să își acceseze dinou grădina virtuală am creat funcționalitatea de resetare a parolei. Cazul de utilizare este descris în tabelul 4.3.

Tabel . Caz de utilizare – Resetare parolă

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul dorește să își reseteze parola contului din aplicație |
| **Actori** | Utilizator normal |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Acces la adresa de e-mail cu care utilizatorul s-a înregistrat în aplicație |
| **Postcondiții** | Ulizatorul are o nouă parolă  Utilizatorul primește un e-mail cu noua parolă  Utilizatorul se poate autentifica în aplicație cu noua parolă |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează pagina de autentificare 2. Utilizatorul apasă butonul de reserarea a parolei 3. Utilizatorul este redirecționat spre pagina de resetare a parolei 4. Utilizatorul introduce în câmpul de date e-mail-ul cu care s-a înregistrat în aplicație 5. Utilizatorul apasă butonul de resetare a parolei |
| **Extensii** | 4a\_1. Utilizatorul nu introduce un e-mail în format valid  4a\_2. Utilizatorul este informat de către aplicație că e-mail-ul introdus trebuie să fie într-un format valid  5a\_1. E-mail-ul introdus de utlizator nu figurează ca unul dintre conturile existente în aplicație  5a\_2. Utilizatorul este informat de către aplicație că nu există nici un cont pentru adresa de e-mail introdusă |

### Vizualizare listă globală de plante

Cazul de utilizare este descris în tabelul 4.4. Lista global disponibilă de plante despre care aplicația deține informații. Nu este o listă exhaustivă de plante. De menționat că acesta este singurul caz pentru care nu este nevoie de autentificare.

Tabel . Caz de utilizare – Vizualizare listă globală de plante

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Vizualizarea listei de plante din aplicație pentru identificarea nevoilor unei plante |
| **Actori** | Utilizator normal  Utilizator neautentificat |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație |
| **Postcondiții** | Acces la pagina cu lista globală de plante |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează aplicația 2. Utilizatorul accesează lista globală de plante |
| **Extensii** |  |

### Adăugare plantă în lista globală

Având în vedere statutul de prototip al aplicației, în fază incipientă, lista globală de plante nu va fi numeroasă. Pentru ca aceasta să poată fi extinsă în timp există funcționalitatea de adăugare de noi plante de către un administrator. Cazul de utilizare este descris în tabelul 4.5.

Tabel . Caz de utilizare – Adăugare plantă în lista globală

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Adăugare plantă în lista globală de plante pentru extinderea acesteia |
| **Actori** | Administrator |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicați  Actorul este autentificat în aplicație |
| **Postcondiții** | O nouă plantă este adăugată în lista globală  Planta adăugată este vizibilă în lista globală fără autentificare |
| **Flux principal** | 1. Administratorul accesează lista globală de plante 2. Administratorul apasă butonul de adăugare o nouă plantă 3. Administratorul este redirecționat spre pagina de completare a formularului cu date despre plantă 4. Admnistratorul completează câmpurile de date cu informații relevante despre planta în cauză 5. Administratorul salvează noua plantă 6. Administratorul este redirecționat spre lista globală de plante |
| **Extensii** | 4a\_1. Administratorul nu a completat un câmp de introducere a datelor  4a\_2. Administratorul este informat de către aplicație că toate câmpurile sunt obligatorii. |

### Vizualizare grădina virtuală

Deoarece scopul aplicației este de a ajuta utilizatorul să își crească plantele personale, o imagine de ansamblu asupra acestora în cadrul aplicației este absolut necesară. În grădina virtuală utilizatorul poate vedea toate plantele pe care acesta le-a adăguat pe parcursul timpului. Ea este disponibilă doar pentru utilizatorul în cauză, niciun alt utilizator nu este capabil să vadă altă grădina virtuală decât a sa.

Tabel . Caz de utilizare – Vizualizare grădina virtuală

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul dorește să vizulizeze grădina sa virtuală |
| **Actori** | Utilizator normal |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul este autentificat în aplicație |
| **Postcondiții** | Grădina virtuală este afișată |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează aplicația 2. Utilizatorul este redirecționat spre pagina grădinii virtuale |
| **Extensii** |  |

### Adăugare plantă în grădina virtuală

Funcționalitatea de adăugare plantă în grădina virtuală deservește nevoia utilizatorului de a-și crea grădina virtuală cu o schemă a plantelor reprezentativă situației din viața reală. Cazul de adăugare a unei plante în grădina virtuală este prezentat în tabelul 4.7.

Tabel . Caz de utilizare – Adăugare plantă în grădina virtuală

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul dorește să își adauge o plantă în grădina virtuală din cadrul aplicației. |
| **Actori** | Utilizator normal |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul este autentificat în aplicație |
| **Postcondiții** | Planta a fost adăugată în aplicație în cadrul grădinii virtuale a utilizatorului.  Planta este de tipul selectat (sau configurat) de către utilizator.  Planta este vizibilă în grădina virtuală a utilizatorului.  Planta nu este vizibilă pentru oricare alt utilizator. |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează grădina virtuală din aplicație 2. Utilizatorul apasă butonul de adăugare o nouă plantă 3. Utilizatorul este redirecționat spre pagina de adăugare plantă 4. Utilizatorul introduce date specifice care să identifice exemplarul în grădina sa virtuală. 5. Utilizatorul selectează opțiunea că știe ce tip de plantă urmează să adauge 6. Aplicația afișează lista de tiputi de plante existente (din lista globală de plante) 7. Utilizatorul caută prin lista de tipuri de plante existente 8. Utilizatorul identifică tipul de plantă pe care vrea să o adauge 9. Utilizatorul selectează tipul de plantă 10. Utilizatorul apasă butonul de adăugare în grădina virtuală 11. Utilizatorul este redirecționat spre grădina sa virtuală |
| **Extensii** | 8a\_1. Utilizatorul nu identifică în lista globală de plante niciun tip de plantă care se pretează pentru expemplarul său  8a\_2. Utilizatorul selectează opțiunea că vrea să creeze un nou tip de plantă configurabil manual.  8a\_3. Utilizatorul configureză un nou tip de plantă pentru exemplarul său  8a\_4. Noul tip de plantă este disponibil în lista cu tipuri de plantă existente (doar pentru utilizatorul în cauză) |

### Creare plantă configurată manual

Întrucât aplicația nu deține o listă exhaustivă de plante, unii utilizatori e posibil să nu găsească în lista globală de plante un tip de plantă adecvat exemplarului pe care aceștia îl dețin. În acest caz, oferim utilizatorilor posibilitatea ca aceștia să creeze un nou tip de plantă în cadrul grădinii lor virtuale pe care sa îl poată utiliza pentru adăugarea de noi exemplare.

Tabel . Caz de utilizare – Creare plantă configurată manual

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Creare tip de plantă configurabil manual |
| **Actori** | Utilizator normal |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul este autentificat  Utilizatorul este în cazul de utilizare „Adăugare plantă în grădina virtuală” și a executat pasul 5 |
| **Postcondiții** | Un nou tip de plantă a fost creat  Tipul de plantă este disponibil utilizatorului care l-a creat  Tipul de plantă nu este disponibil altor utilizatori |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul selectează opțiunea că știe ce tip de plantă urmează să adauge 2. Utilizatorul selectează opțiunea de creare a unui nou tip de plantă confgurabilă manual 3. Aplicația afișează secțiunea formularului de creare tip de plantă configurabil manual 4. Utilizatorul completează câmpurile de date din formular. 5. Utilizatorul salvează noul tip de plantă |
| **Extensii** | 4a\_1. Utilizatorul nu a completat un câmp de date obligatoriu  4a\_2. Utilizatorul este informat de către aplicație că toate câmpurile de date sunt obligatorii |

### Identificarea nevoilor unei plante necunoscute

În cazul în care un utilizator deține un exemplar al unei plante despre care nu cunoaște specificații și pe care nu o poate identifica din lista globală a plantelor din aplicație, oferim funcționalitatea de a ajuta utlizatorul să identifie nevoile plantei (în linii mari) prin a răspunde la o serie de întrebări. Această funcționalitate este disponibilă și pentru utilizatorii care nu sunt autentificați. Fiind două cazuri de utilizare extrem de similare, în tabelul 4.9 este prezentat cazul de utilizare pentru utilizatorii care sunt autentificați și doresc adăugarea unui exemplar nou în grădină dar nu cunosc specificații despre acesta.

Tabel . Caz de utilizare – Identificarea nevoilor unei plante

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul dorește să adauge un nou exemplar în grădina virtuală dar nu cunoaște specificații despre acesta. |
| **Actori** | Utilizator normal |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul este autentificat în aplicație  Utilizatorul este în cazul de utilizare „Adăugare plantă în grădina virtuală” și a executat pasul 4. |
| **Postcondiții** | Un nou tip de plantă este disponibil utilizatorului.  O plantă cu noul tip este vizibilă în grădina virtuală a utilizatorului  Tipul de plantă nu este disponibil altor utilizatori  Planta nu este vizibilă pentru oricare alt utilizator. |
| **Flux principal** | 1. În cadrul secțiunii de adăugare a unei noi plante în grădina virtuală utilizatorul selectează opțiunea în care e specificat că nu știe ce exemplar de plantă deține. 2. Utilizatorul este redirecționat spre pagina cu chestionarul de identificarea a nevoilor plantei 3. Utilizatorul răspunde suitei de întrebări din chestionar. 4. Utilizatorul apsă butonul de încheiere a chestionarului. 5. Utilizatorul este redirecționat spre pagina de adăugare a unui nou exemplar în grădina virtuală 6. Tipul de plantă selectat în cadrul paginii este unul sugerat de către aplicație. Acesta poate fi unul dintre tipurile de plante existente în lista globală sau un tip nou. 7. Utilizatorul apasă butonul de adăugare în grădina virtuală 8. Utilizatorul este redirecționat spre grădina sa virtuală |
| **Extensii** | 4a\_1. Utilizatorul nu a completat toate câmpurile din chestionar.  4a\_2. Utilizatorul este informat de către aplicație că toate câmpurile din chestionar sunt obligatorii |

### Vizualizare infomații plantă din grădină

Vizualizarea informațiilor unei plante din grădina virtuală se adresează și utilizatorilor care nu au acces la partea hardware a aplicației. Aici se regăsesc informații despre necesitătile acestui exemplar în funcție de tipul plantei și infomațiile specifice pe care utilizatorul le-a salvat despre aceasta. Informații specifice se referă la dimensiunea plantei, anotimpul curent, luminozitatea de care aceasta beneficiază. Cazul de utilizare este prezentat în tabelul 4.10.

Tabel . Caz de utilizare – Vizualizare informații plantă din grădină

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul dorește să vizualizeze informații despre un exemplar din grădina sa virtuală |
| **Actori** | Utilizator normal |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul este autentificat în aplicație  Utilizatorul deține cel puțin un exemplar în grădina sa virtuală |
| **Postcondiții** | Aplicația afișează informații despre exemplarul pe care l-a selectat utilizatorul |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul navighează la pagina grădinii virtuale. 2. Utilizatorul apasă pe unul dintre exemplarele din grădina virtuală 3. Aplicația afișează informații relevante cu privire la exemplarul selectat de utilizator |
| **Extensii** |  |

### Configurare parte hardware

Această funcționalitate se adresează doar utilizatorilor care au acces și la partea hardware a aplicației. De menționat că partea harware furnizată unui utilizator este configurată din fabrică special pentru contul utilizatorului respectiv. Aceasta înseamnă că un utilizator este capabil să configureze doar partea hardware pe care a achiziționat-o pentru contul lui. Un utilizator poate avea mai multe părți hardware care aparțin aceluiași cont (pentru mai multe plante din apartament) dar o componentă hardware nu poate fi accesată din două conturi. Cazul de utilizare pentru configurarea părții hardware este descris în tabelul 4.11.

Tabel . Caz de utilizare – Configurare parte hardware

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul dorește să configureze partea hardware a aplicației după nevoile plantei |
| **Actori** | Utilizator hardware |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul este autentificat în aplicație  Utilizatorul deține partea hardware a sistemului. |
| **Postcondiții** | Partea hardware a sistemului este configurată conform specificațiilor utilizatorului. |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează pagina de vizualizare a mediului hardware 2. Utilizatorul apasă butonul de confirmare că are dispozitivul hardware bun (pentru contul său). 3. Sistemul hardware confirmă că este cel așteptat printr-un semnal luminos. 4. Aplicația afișează datele recepționate de la sistemul hardware. 5. Utilizatorul selectează configurarea mediului hardware. 6. Aplicația oferă utilizatorului posibilitatea să selecteze unul dintre exemplarele din grădina virtuală 7. Utiliatorul selectează un exemplar din grădina virtuală 8. Sistemul hardware semnalează că a primit configurația printr-un semnal luminos |
| **Extensii** | 3a\_1. Sistemul nu confirmă printr-un semnal luminos.  3a\_2. Utilizatorul s-ar putea să nu fi oferit specificațiile corecte cânda comandat sistem hardware.  3a\_3. Utilizatorul returnează sistemul hardware în service pentru reconfigurarea lui cu specificațiile corecte. |

### Vizualizare date despre mediul plantei

Acest scenariu se adresează doar utilizatorilor care au și dispozitivul hardware. Cazul de utilizare este prezentat în tabelul 4.12.

Tabel . Caz de utilizare – Vizualizare date despre mediul plantei

|  |  |
| --- | --- |
| **Descrierea cazului de utilizare** | Utilizatorul doreșre să vadă informații despre mediul în care se află planta și dacă acestea sunt în parametri normali pentru dezvoltarea optimă a plantei. |
| **Actori** | Utilizator hardware |
| **Precondiții** | Acces la internet  Acces la aplicație  Utilizatorul deține modulul hardware al aplicației  Modulul hardware al aplicație a este configurat |
| **Postcondiții** | Afișarea stării mediului și a analizei acesteia |
| **Flux principal** | 1. Utilizatorul accesează pagina de vizualizare a mediului hardware 2. Aplicația afișează utilizatorului ultimele valori înregistrate de către modulul hardare și cât de benefice sunt considerate acestea pentru exemplarul configurat. |
| **Extensii** |  |

## Module

După prezentarea cazurilor de utilizare ale aplicației și o scurtă analiză a acestora, aplicația poate fi împărțită în patru module principale:

* Modulul de gestionarea a utilizatorilor
* Modulul de gestionare a plantelor
* Modulul de identificare a nevoilor plantelor
* Modulul de grădinărit semi-automat

Am ales această împărțire deoarece izolează nu doar tipul obiectelor pe care fiecare modul le gestionează, dar și motivele pentru care fiecare modul s-ar putea schimba. Pentru a respecta principul responsabilității unice („Single Responsibility Principle”) [27] luăm în considerare motivele pentru care poate fi nevoie ca un modul să își schimbe funcționalitățile. Astfel, dacă vom dori o nouă formă de autentificare sau un nou tip de utilizator, va trebui să modificăm logica dintr-un singur modul.

În continuare vom prezenta responsabilitățile fiecărui modul în parte și interacțiunile de care e nevoie între acesta și celelalte module pentru implementarea cazurilor de utilizare specificate anterior.

### Modulul de gestionare a utilizatorilor

După cum îi spune și numele acest modul se ocupă cu gestionarea utilizatorilor aplicației. În cazul de față gestionare înseamnă validare, stocare, accesare și procesare de date despre utilizatori. Principalele responsabilități ale acestui modul sunt:

* Înregistrarea unui utilizator nou
* Autentificarea unui utilizator existent
* Resetarea parolei pentru un utilizator existent
* Verificarea permisiunilor de acces a unui utilizartor existent asupra unei anumite resurse

Acest modul are o interfață directă către utilizator, deci va avea nevoie de pagini și formulare web sugestive, care oferă feedback rapid și sunt ușor de utlizat. De exemplu pentru validarea datelor, în cazurile posibile, pentru un feedback rapid către utilizator, validarea ar trebui făcută instantaneu în front-end.

Acest modul este de sine stătător și poate funcționa fără interacțiunea cu alte module. De menționat că pentru implementarea funcționalităților discutate, alte module au nevoie de a interacționa cu modulu de gestionare a utilizatorilor.

### Modulul de gestionare a plantelor

Acest modul se ocupă de două mari domenii: cel de gestionarea a tipurilor de plante și cel de gestionare a plantelor ca exemplare. Motivul pentru care am păstrat ambele domenii într-un singur modul este că nu am întrevăzut un tip de schimbare asupra funcționalităților existente în cadrul tipurilor de plante care să nu aducă după ea nevoia unei modificari în cadrul exemplarelor de plante și vice versa.

Modulul de gestionarea a plantelor este format din functionalitățile de

* Vizualizare a tipurilor de plante existente
* Adăugarea unui nou tip de plantă
* Validarea deplinătății infomațiilor tipului de plantă
* Vizualizarea exemplarelor de plante din grădina unui utilizator
* Adăugarea unui nou exemplar în grădină
* Vizualizarea informațiilor despre un exemplar din grădină (a nu se confunda cu vizualizarea datelor colectate de echipamentul hardware)

Și acest modul are o interfață directă către utilizator, deci va avea nevoie de pagini și formulare web sugestive, care oferă feedback rapid și sunt ușor de utlizat. De asemenea, acest modul va avea nevoie de un design atratctiv, acesta fiind modulul cu care vor interacționa cel mai des majoritatea utilizatorilor.

Acest modul interacționează cu (și depinde de) modulul de gestionare a utilizatorilor pentru:

* Identificarea utlizatorului curent în cazul afișării informațiilor despre grădina acestuia sau a exemplarelor din ea
* Identificarea rolului utilizatorului curent în cazul adăugării de noi tipuri de plante in lista globală

Modulul interacționează și cu (și are nevoie de) modulul de identificarea a plantelor pentru cazul în care utilizatorul nu cunoaște tipul plantei pe care vrea să o adauge în grădina sa virtuală.

### Modulul de identificare a nevoilor plantelor

Pentru a rezolva problema identificării nevoilor unei plante vom avea nevoie să urmăm doi pași

* Identificarea plantei
* Corelarea plantei cu nevoile ei

Pentru primul pas există mai multe abordări. În lucrarea „Automatic Recognition System Using Preferential Image Segmentation For Leaf And Flower Images” [28] autorii folosesc algoritmi de procesare de imagini pe frunzele sau florile plantelor pentru a identifica cu exactitate tipul plantei.

Totuși, în cazul de față nu este nevoie de identificarea plantei în sine, ci de identificarea nevoilor de creștere ale acesteia. Majoritatea plantelor care au trăsături comune, împărtășesc și aceleași nevoi. Astfel, problema se reduce la identificarea trăsăturilor plantei. Mai exact, încadrarea plantei într-o anumită categorie care are un set predefinit de nevoi.

Pentru a identifica trăsăturile plantei, putem evita folosirea unui algoritm de procesare de imagini și putem recurge la o metodă mult mai simplă, bazându-ne pe observațiile utilizatorului. Prin întrebări cheie despre trăsăturile plantei putem identifica profilul acesteia în materie de nevoi de creștere. Aceste întrebări vor fi puse utilizatorului de către aplicație iar acesta va trebui să aleagă una dintre variantele de răspuns disponibile.

Trăsăturile pe care aplicația dorește să le identifice pentru încadrarea plantei într-o categorie cu nevoi prestabilite sunt:

* Modul de izvorâre a frunzelor – de pe tulpină sau de la baza plantei (când planta nu are o tulpină evidentă)
* Tipul tulpinii – aceasta poate fi lemnoasă, ierboasă
* Tipul frunzelor – acestea pot fi de exemplu transformate în ace
* Modul de dispunere a frunzelor – face referire la modul de dispunere pe tulpină/creangă
* Consistența frunzelor – se referă la cât de cărnoase sunt frunzele
* Textura frunzelor – aceasta poate fi lucioasă, păroasă, aspră, etc.
* Modul de dispunere a nervurilor – de exempul palmatinerve, penatinerve, uninerve, etc
* Prezența florilor – dacă planta face sau nu flori
* Dimensiunea florilor – în raport cu planta
* Tipul florilor – regulat, iregulat, cu una sau mai multe petale, etc.
* Prezența parfumului – dacă florile sunt parfumate
* Altele

O dată ce utilizazatorul răspunde la aceste întrebări, aplicația poate să încadreză planta într-un tip stabilit, care are definite anumite nevoi de creștere. Nevoile de creștere ale unei plante sunt variate dar în cazul de față noi vom lua în considerare doar câteva dintre ele. Cele luate în considerare sunt:

* Tipul solului de care planta are nevoie – acesta poate fi un sol cu drenaj puternic, un sol care reține apa, un sol fibros, etc.
* Cantitatea de sol de care planta are nevoie – aceasta este o valoare procentuală ce va fi calculată efectiv în raport cu dimensiunea plantei
* Nivelul de umididate al solului – acesta este reprezentat de două intervale valorice, valorile efective depinzând de anotimpul actual
* Nivelul de umididate al aerului – acesta este un interval valoric
* Temperatura aerului – aceasta este reprezentată de două intervale valorice; valorile efective depinzând de anotimpul actual
* Nivelul de intensitate luminoasă – acesta este reprezentat de două intervale valorice, valorile efective depinzând de anotimpul actual

Pentru a putea corela o categorie de plante cu o configurație de nevoi de creștere vom crea o bază de date cu categoriile de plante pe care le putem identifica și nevoile acestora.

În concluzie, modulul de identificare a nevoilor plantei se compune din două părți de bază:

* Trăsături fizice ale plantei
* Nevoi de creștere ale unei plante

și două părți secundare, derivate din părțile de bază:

* Categorii de plante – Sunt definite de o combinație de trăsături și definesc o configurație de nevoi
* Set de întrebări și răspunsuri pentru identificarea trăsăturilor fizice ale unei plantei

Modulul de identificare a nevoilor unei plante este de sine stătător și poate funcționa independent de alte module. De menționat că modulul de gestionare a plantelor utilizează acest modul pentru identificarea tipului unei plante și/sau crearea unui nou tip de plantă.

### Modulul de grădinărit semi-automat

## Analiză și fundamentare teoretică

Împreună cu capitolul următor trebuie sa reprezinte aproximativ 60% din total.

Scopul acestui capitol este de a explica principiile funcţionale ale aplicaţiei implementate. Aici se va descrie soluţia propusă dintr-un punct de vedere teoretic - explicaţi şi demonstraţi proprietăţile şi valoarea teoretică:

* algoritm utilizat sau propus,
* protocoale utilizate,
* modele abstracte,
* explicaţii/argumentări logice ale soluţiei alese,
* structura logică şi funcţională a aplicaţiei.

NU SE FAC referiri la implementarea propriu-zisă.

NU SE PUN descrieri de tehnologii preluate cu copy-paste din alte surse sau lucruri care nu ţin strict de proiectul propriu-zis (materiale de umplutură).

# Proiectare de Detaliu si Implementare

Împreună cu capitolul precedent reprezintă aproximativ 60% din total.

Scopul acestui capitol este de a documenta aplicaţia dezvoltată în aşa fel încât dezvoltarea şi întreţinerea ulterioară să fie posibilă. Cititorul trebuie să identifice funcţiile principale ale aplicaţiei din ceea ce este scris aici.

Capitolul ar trebui sa conţină (nu se rezumă neapărat la):

* schema generală aplicaţiei,
* descriere a fiecărei componente implementate, la nivel de modul,
* diagrame de clase, clase importante şi metode ale claselor importante.

# Testare şi Validare

Aproximativ 5% din total.

# Manual de Instalare si Utilizare

În secţiunea de Instalare trebuie să detaliaţi resursele software şi hardware necesare pentru instalarea şi rularea aplicaţiei, precum şi o descriere pas cu pas a procesului de instalare. Instalarea aplicaţiei trebuie să fie posibilă pe baza a ceea ce se scrie aici.

În acest capitol, trebuie să descrieţi cum se utilizează aplicaţia din punct de vedere al utilizatorului, fără a menţiona aspecte tehnice interne. Folosiţi capturi ale ecranului şi explicaţii pas cu pas ale interacţiunii. Folosind acest manual, o persoană ar trebui să poată utiliza produsul vostru.

# Concluzii

Cca. 5% din total.

Capitolul ar trebui sa conţină (nu se rezumă neapărat la):

* un rezumat al contribuţiilor voastre
* analiză critică a rezultatelor obţinute
* descriere a posibilelor dezvoltări şi îmbunătăţiri ulterioare

# Bibliografie

[1] A. Bak, S. Bouchafa, and D. Aubert, "Detection of independently moving objects through stereo vision and ego-motion extraction," in *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, San Diego, USA, 2010, pp. 863-870.

[2] A. Chambolle and T. Pock, "A First-Order Primal-Dual Algorithm for Convex Problems with Applications to Imaging," *Journal of Mathematical Imaging and Vision,* vol. 40, pp. 120-145, 2011.

[3] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing. Second Edition.*: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2001.

[4] Ajax Tutorial, <http://www.tutorialspoint.com/ajax/>.

[1] Yuval N. Harari, „*Sapiens : a Brief History of Humankind”,*  New York :Harper, 2015.

[2] Rouse, Margaret (2019). *"internet of things (IoT)".* IOT Agenda. Retrieved 14 August 2019.

[3] Brown, Eric (20 September 2016). *"21 Open Source Projects for IoT".* Linux.com. Retrieved 23 October 2016.

[4] *"Internet of Things Global Standards Initiative".* ITU. Retrieved 26 June 2015.

[5] *"The "Only" Coke Machine on the Internet"*. Carnegie Mellon University. Retrieved 10 November 2014.

[6] fig 1.2 <https://aws.amazon.com/blogs/iot/aws-iot-driven-precision-agriculture/>

[7] fig 1.3 <https://depositphotos.com/184063154/stock-illustration-hand-controlling-kettle-with-smartphone.html>

[8] fig 2.1

[9] Dr. Jennifer S. Raj, J. Vijitha Ananthi, „*AUTOMATION USING IOT IN GREENHOUSE ENVIRONMENT”,* Journal of Information Technology and Digital World, Vol.01/ No. 01, pp. 38-47, 2019

[10] S Aishwarya, R. Thiuzhika, A. Manepally, *„IoT based greenhouse”,* International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology, Volume 4, Issue 5, 2018.

[11] Carența de fier a plantelor <https://www.marcoser.ro/consultanta/boli-daunatori-si-probleme-in-culturile-legumicole/carenta-de-fier/>

[12] N. Thirer, I. Uchansky, *„An FPGA Based Computer System for Greenhouse Control”*, Athens Journal of Sciences, Volume 2, Issue 1, pp. 23-32, 2015.

[13] Shreyas Bhujbal, Yash Deshpande, Arpit Gupta, Ojas Bhelsekar, *„IOT Based Smart Greenhouse”,* in International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*,* Vol. 7, Issue 1, January 2018

[14] Netduino, Netduino 3 WiWi <https://en.wikipedia.org/wiki/Netduino>

[15] Arduino vs Netduino vs Raspberry Pi vs Beaglebone Black <https://www.dragonflythingworks.com/2013/11/arduino-vs-netduino-vs-raspberry-pi-vs-beaglebone-black-part-1/>

[16] Preț de achiziție Arduino Uno <https://cleste.ro/placa-de-dezvoltare-arduino-uno.html>

[17] Preț achiziție Raspberry Pi <https://cleste.ro/raspberry-pi-4-model-b-2gb.html>

[18] Preț de achiziție FPGA <https://cleste.ro/placa-dezvoltare-altera-deo-nano-p0082.html>

[19] Preț de achiziție Uno + Wi-Fi R3 <https://cleste.ro/atelier/placa-dezvoltare-unowifi-r3/>

[20] Preț achiziție Neduino 3 Wi-Fi <https://www.robofun.ro/net/netduino-3-wifi.html>

[21] Preț de achiziție senzor de temperatură și umiditate <https://cleste.ro/senzor-digital-de-temperatura-i-umiditate-dht11-cu-led.html>

[22] Preț de achiziție senzor de umiditate a solului <https://cleste.ro/modul-cu-senzor-umiditate-sol.html>

[23] Preț de achiziție fotorezistor <https://cleste.ro/fotorezistor-5528-ldr.html>

[24] Aplicație de identificare a plantelor „Garden Answers Plant Identification” <https://apps.apple.com/us/app/garden-answers-plant-identification/id605855033>

[25] Aplicație pentru îngrijirea plantelor, „Waterbot: Plants watering + Gardening” <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.kosev.watering&hl=en>

[26] Aplicație pentru îngrijirea plantelor, „Vera Plant Care App” <https://www.veraplantcareapp.com>

[27] Robert C. Martin, Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2009.

[28] N.Valliammal, S.N.Geethalakshmi, *„Automatic Recognition System Using Preferential Image Segmentation For Leaf And Flower Images”,* in Computer Science & Engineering: An International Journal (CSEIJ), Vol.1, No.4, pp. 13 – 25, 2011

# Anexa 1 (dacă este necesar)

…

Secţiuni relevante din cod

…

Alte informaţii relevante (demonstraţii etc.)

…

Lucrări publicate (dacă există)

etc.