

# **Modelovanje autonomnog sistema za kompaktan uzgoj biljaka**

Modelovanje i simulacije

ALEKSANDAR STOJANOVIĆ RN97-2018

25. decembar 2019.



# Sadržaj

<b>1</b>	<b>Priprema</b>	<b>7</b>
1.1	Definisanje problema . . . . .	7
1.2	Plana izrade projekta . . . . .	7
1.2.1	Merenje temperature i regulacija . . . . .	9
1.2.2	Merenje vlažnosti zemlje i ambijenta . . . . .	9
1.2.3	Regulacija svetlosnog ciklusa . . . . .	10
1.2.4	Regulacija rada ventilatora . . . . .	10
1.2.5	Zalivanje biljke . . . . .	11
1.2.6	Logovanje . . . . .	11
1.3	Tehnički detalji . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Izgradnja modela</b>	<b>13</b>
2.1	Konceptualizacija modela . . . . .	13
2.2	Kolekcija podataka . . . . .	13
2.3	Prevodjenje modela . . . . .	13
2.4	Verifikacija . . . . .	13
2.5	Validacija . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Izvršavanje simulacije</b>	<b>15</b>
3.1	Dizajn eksperimenta . . . . .	15
3.2	Izvršavanje i analiza . . . . .	15
3.3	Dodatna izvršavanja . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Implementacija</b>	<b>17</b>
4.1	Dokumentacija i izveštaj . . . . .	17
4.2	Implementacija . . . . .	17



# Uvod

## Svrha rada

Ovaj rad je stvoren sa ciljem da opiše jednostavno i pristupačno rešenje za proizvodnju hrane u veštačkim uslovima.

U ovom radu prezentovaću svoj pristup dizajniranja ovakvog sistema. Detaljno ću analizirati principe rada individualnih podsistema koji sačinjavaju ovu jedinicu i simulirati njihov rad.

## Uzgoj u zastvorenom prostoru

Ovakav vid proizvodnje sa urbanizacijom postaje sve popularniji. Kako gradovi postaju sve veći, potreba za organskom hranom raste te se ljudi okreću alternativnim metodama uzgoja.

Kada je reč o zatvorenim prostorima, u glavnom se misli na kontrolisano okruženje koje ima za cilj da olakša razvoj biljke pa kasnije i samih plodova. Ovo se postiže adekvatnim planiranjem što podrazumeva razmatranje, ispunjavanjem svih uslova neophodnih za rast.

## Tradicionalan ili zatvoren uzgoj

Dok nam tradicionalan pristup uzgoju olakšava logistiku i nudi dosta pogodnije mogućnosti za ekspanzije, zatvoren pristup pruža kompletno kontrolu nad samim okruženjem. Pored toga biljka je kompletno izolovana od negativnih spoljašnjih faktora kao što su:

- paraziti,
- naglih oscilacija temperature,
- prevelike količine padavina.

Sama činjenica da je biljka u izolovanom okruženju nam omogućava da bliže pratimo njen razvoj. Ovo posebno dolazi do izražaja kod otkrivanja problema u ranim fazama.



# Glava 1

## Priprema

### 1.1 Definisanje problema

Dakle, naš cilj je izrada autonomne jedinice koja radi bez čovekovog prisustva. Kako bismo to postigli moramo se osloniti na nekakvu upravljačku jedinicu koja će biti zadužena za kontrolu celokupnog sistema uz oslonac na senzore.

Glavna prepreka je limitirana količina prostora koja nam je na raspolaganju. Kada je reč o uzgoju u zatvorenim prostorima podrazumeva se da nam je sam prostor jako važan resurs i potrebno je iskoristiti ga što efikasnije. Tek kada je prostor pravilno iskorišćen možemo započeti optimizaciju ostalih delova sistema.

Da bismo prostor koristili efektivno bitno je da unapred definišemo neke od funkcionalnosti našeg sistema:

- 
1. Merenje i regulacija temperature,
  2. Merenje vlažnosti zemlje i ambijenta,
  3. Regulacija svetlosnog ciklusa,
  4. Regulacija brzine ventilatora,
  5. Zalivanje biljke,
  6. Logovanje
- 

Imajući ove funkcije na umu možemo odrediti grub plan projekta. U sledećoj tački ćemo da detaljno definisati svaku od ovih funkcija i opisati hardver koji ćemo koristiti za izradu.

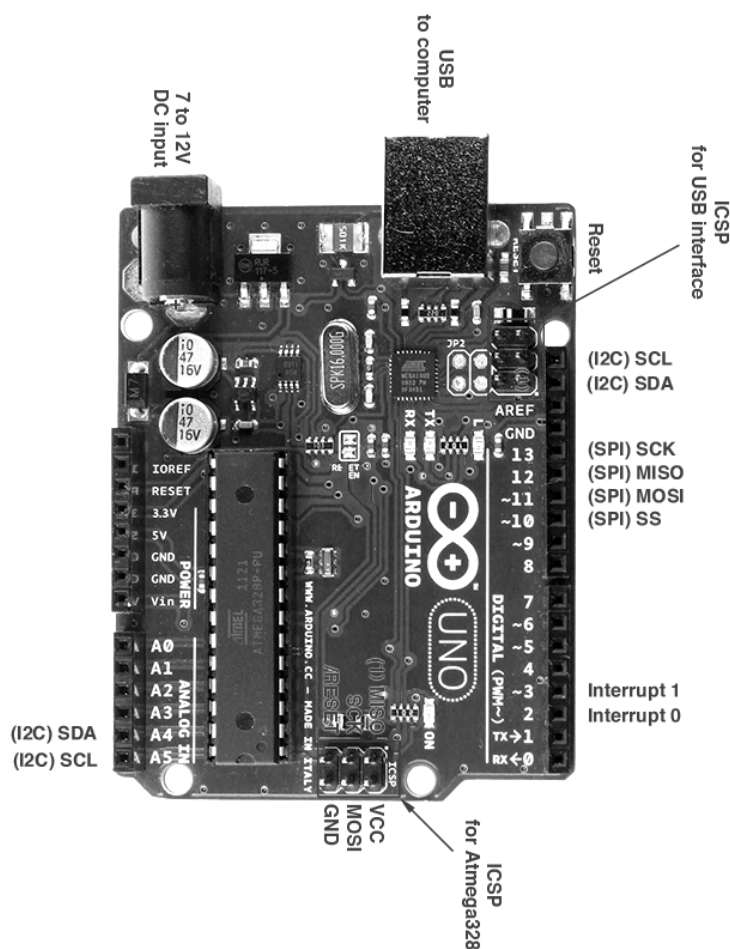
### 1.2 Plana izrade projekta

Sistem će biti smešten u kabinet dimenzija 35x35x60 koji je izradjen od metala. Ova veličina će podržati biljku srednjih veličina. Neophodno je

da unutrašnjost kabineta bude obložena reflektivnim materijalom koji će dobiti da biljka iskoristi pun potencijal svetla.

Budući da ovakav sistem zahteva kontinualan rad sto podrazumeva dugoročno opterećenje, Arduino Uno<sup>1</sup> je idealno rešenje jer nudi stabilnost pod dugoročnim radom i jednostavnu integraciju senzora.

Pored stabilnosti ako pogledamo njegov dijagram(slika x.x) možemo uočiti da imamo izlaze od 3.3V i 5V sto je idealno za napajanje senzora i releja.



Kao monitor za feedback sistema koristimo mali I2C<sup>2</sup> OLED ekran velicine 0.11 inča kao dugoročno rešenje dok će serijski port biti primarno korišćen u početnim fazama izrade.

<sup>1</sup>Arduino Uno je open-source rešenje u vidu kontrolera za IoT projekte koji pruža mnoštvo mogućnosti. Više na: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

<sup>2</sup>I2C protokol služi za serijsku komunikaciju sa mikrokontrolerima. Više na: <https://i2c.info/>





### 1.2.1 Merenje temperature i regulacija

Merenje temperature je krucijalan korak jer je to jedan od glavnih faktora okruženja. Različite biljke zahtevaju različite uslove poput povećane vlage, stoga neophodno je koristiti adekvatan hardver za nase uslove.

DS18B20<sup>3</sup> je senzor po izboru iz razloga što je fabrički izolovan, ima dosta širi opseg vrednosti od očekivanog unutar sistema i napaja se sa 3.3V ili 5.5V.

Regulaciju rešavamo korišćenjem ulaznih i izlaznih ventilatora.

### 1.2.2 Merenje vlažnosti zemlje i ambijenta

Praćenjem vlažnosti zemlje nam omogućava da automatizovano zalivamo biljku u zavisnosti od njenih potreba. Za razliku od fiksnih ciklusa zalivanja kod kojih može doći do preteranog navodnjavanja ovde se mehanizam za navodnjavanje aktivira samo kada je to potrebno.

<sup>3</sup>Digitalni senzor toplote koji nudi 9-bit do 12-bit vrednosti toplote izražene u celizijusu. Vise na: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

Za vlagu ambijenta koristimo HR202 senzor vlage u vazduhu, a za zemljiste koristimo kapacitivni senzor LDTR-WG0236.

### 1.2.3 Regulacija svetlosnog ciklusa

Različite biljke zahtevaju specifične svetlosne cikluse. Stoga, moramo konfigurirati naš kontroler po parametrima biljke kako bismo joj pružili optimalne uslove. Interval osvetljenja je konfigurisan softverski i zavisno od istog kontroler utiče na relej.

Što se izbora tehnologije svetla tiče u optičaju imamo sledeće:

- 
- LED - Light emitting diode
  - HID - High-intensity discharge
  - Fluorescent(CFL)
- 

Tabela 1.1: Karakteristike različitih tehnologija

	CFL	HID	LED
Inicijalna cena	Nisko	Srednje	Nisko/skupo
Potrošnja	Nisko	Srednje/Visoko	Nisko
Efikasnost	Osrednje	Dobro	Dobro/Odlično
Udaljenost	Mala	Srednja	Srednja/Velika

U našem slučaju, koristi se LED svetlo(150W - efektivno oko 90W) sa ugrađenim hladnjakom. Ova tehnologija je najbolja opcija za nas jer imamo dovoljno prostora a pored toga je jako isplativa.

### 1.2.4 Regulacija rada ventilatora

Ventilatori nam koriste za razmenu vazduha sa okolinom. Sa druge strane, kako utičemo na njihovu brzinu jedinica ce se brže odnosno sporije hladiti.

Da bismo pronašli odgovarajuću veličinu ventilatora za sistem moramo odrediti samo prostor sa kojim radimo:

$$35cm * 35cm * 60cm = 73500cm^3 = 2.595628ft^3$$

Iz ovoga vidimo da su nam dovoljno obicni 12V ventilatori. Budući da se na izlaz kači filter vazduha koji u sebi sadrži dva 60mm ventilatora koji po specifikaciji pomeraju 38.35cfm a nasa jedinica ima samo 2.5, na ulaz možemo staviti jedan ventilator od 120mm koji cemo uključivati u slučaju da nam temperatura predje dozvoljenu. Ovo radimo sa ciljem da unutar

jedinice stvorimo negativni pritisak (izbacuje se više nego sto ulazi) kako bi obezbedili da nam vazduh izlazi samo na predviđenom mestu.

Prebacivanjem izduva sa 9V na 12V i uključenjem usisa na 9V sa kratko-ročnim pauzama vrši se brža razmena toplote dok se temperature ne vrati na dozvoljeni nivo.

### 1.2.5 Zalivanje biljke

Zalivanje biljke je jedan od elementarnih zahteva koje moramo ispuniti. Za ovo se koristi pumpa za vodu od 12V koja je potopljena u kanistar sa vodom. Pumpa se aktivira putem releja kada senzor vlage u zemlji detektuje niske količine vlage.

Od velikog značaja je ravnomerna distribucija vode unutar saksije kako bi senzor stvarao sto realniju sliku o stanju unutar iste.

### 1.2.6 Logovanje

Logovanje nam omogućava detaljnu analizu procesa i samog rada naše mašine ako se korektno implementira. Znatno olakšava otkrivanje greške ili kvara, pomaže u rešavanju i služi kao output sistema.

Generičan modul za sd kartice se koristi ovde koji ima sledeci pinout:

- 
- VCC - 3.3V
  - VCC - 5V
  - MOSI
  - CLK
  - MISO
  - GND - ground

---

Ovo ga čini idealnim za naše uslove. Na kartici će se beležiti svaki input koji sistem primi zajedno sa akcijom koja je izvršena kroz vreme. Pored toga na kartici cemo cuvati parametre za biljku koja se trenutno uzgaja.

## 1.3 Tehnički detalji

Slika sistema



## Glava 2

# Izgradnja modela

Kada smo definisali hardver sistema možemo započeti izradu modela. U ovoj glavi posvetićemo se parametrima i njihovoj korelaciji unutar sistema.

### 2.1 Konceptualizacija modela

Kako bismo stvorili koncept modela moramo se vratiti na funkcije našeg sistema. Analizom funkcija i konkretnog hardvera pronalazimo matematički model koji predstavlja temelj naše simulacije.

Kroz sledeću tačku cemo se baviti prikupljanjem podataka vezanih za nas sistem.

### 2.2 Kolekcija podataka

### 2.3 Prevodjenje modela

### 2.4 Verifikacija

### 2.5 Validacija



## Glava 3

# Izvršavanje simulacije

3.1 Dizajn eksperimenta

3.2 Izvršavanje i analiza

3.3 Dodatna izvršavanja





## Glava 4

# Implementacija

### 4.1 Dokumentacija i izveštaj

### 4.2 Implementacija