

REALIZACIJA SISTEMA ZA MONITORING DEFORMACIJA PRIMENOM RASPBERRY PI I ARDUINO PLATFORMI I SOFTVERSKIM REŠENJEM U PYTHON OKRUŽENJU**DEFORMATION MONITORING SYSTEM BASED ON ARDUINO AND RASPBERRY PI PLATFORMS AND WITH SOFTWARE SOLUTION IN PYTHON**Nikola Čučković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GEODEZIJA I GEOINFORMATIKA**

Kratak sadržaj – U radu je opisana primjena Arduino i Raspberry Pi platforme i programskog jezika Python u kreiranju desktop aplikacije za permanentni monitoring deformacija mostovskih konstrukcija. Opisane su korištene komponente i funkcije geosenzorskih mreža. U praktičnom dijelu su objašnjene i prikazane funkcionalnosti koje aplikacija posjeduje.

Ključne reči: *permanentni monitoring, geosenzorska mreža, Arduino, Raspberry Pi, Python, senzori*

Abstract – The paper describes the application of the Arduino and Raspberry Pi platforms and the Python programming language in the creation of a desktop application for permanent monitoring of bridge structure deformations. The used components and functions of geosensor networks are described. In the practical part, the functionalities that the application has are explained and shown.

Keywords: *permanent monitoring, geosensor network, Arduino, Raspberry Pi, Python, sensors*

1. UVOD

Pri izgradnji svakog objekta mora se obezbijediti maksimalna stabilnost i funkcionalnost. Ovo je bitno kod velikih objekata poput brana i mostova i može se postići stalnim ili periodičnim praćenjem deformacija objekta tj. monitoringom objekta.

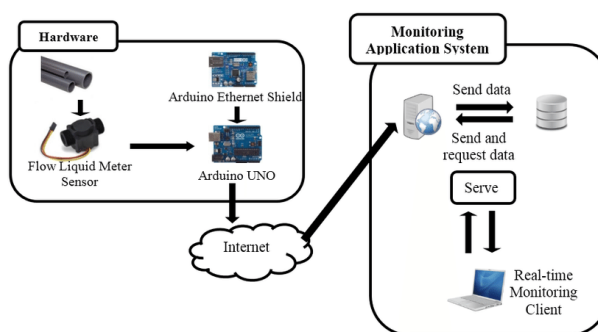
Predmet rada je bio istraživanje mogućnosti Arduino i Raspberry Pi platformi i Python programskog jezika u kreiranju aplikacije za monitoring deformacija mostovske konstrukcije. Cilj je bio kreiranje aplikacije za prikupljanje mjerenja sa senzora koji su povezani na Arduino platformu. Arduino platformu je bilo potrebno povezati sa kontrolerom koji je predstavljala Raspberry Pi ploča. U kontroleru je kreirana aplikacija i sistem za monitoring deformacija upotrebom Python programskog jezika.

U radu su istražene mogućnosti platformi i to obuhvata broj senzora koji se mogu istovremeno povezati, način spajanja stanica i kontrolera, preuzimanje i skladištenje podataka, sposobnosti Python programskog jezika u manipulaciji sa podacima kao i pri kreiranju aplikacije i

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Ristić.

napraviti aplikaciju koja može da obezbijedi funkcionalnosti koje sistem za permanentni monitoring treba da posjeduje, slika 1.



Slika 1. Arhitektura sistema za monitoring [4]

2. KOMPONENTE SISTEMA

Pod komponentama sistema, podrazumjevaju se Arduino i Raspberry Pi platforma i Python programski jezik.

2.1. Arduino

Arduino senzori su elektronske komponente koje detektuju promjene u okruženju i obezbijeduju podatke Arduino mikrokontroleru. Arduino mikrokontroler tada može da koristi ove podatke za donošenje odluka ili izvršavanje radnji na osnovu specifičnih kriterijuma. Senzori su komponenta mnogih Arduino projekata, jer omogućavaju mikrokontroleru da komunicira sa fizičkim svijetom na različite načine. Kada je senzor povezan sa mikrokontrolerom, može se programirati pomoću Arduino integrisanog razvojnog okruženja (IDE) [1]. Platforma ima prost interfejs za rad sa sensorima koji je prilagođen korisnicima.

Nakon što je senzor povezan na Arduino ploču, programiran je mikrokontroler da čita i obrađuje podatke sa senzora.

2.2. Raspberry Pi

Raspberry Pi je popularna serija računara sa jednom tablom dizajniranom za upotrebu u širokom spektru projekata, od sistema kućne automatizacije do medijskih centara i obrazovnih alata. Ploča je veličine kreditne kartice, što olakšava integraciju u širok spektar projekata. Pored niske cijene i male veličine, karakteristika Raspberry Pi-a je njegova sposobnost pokretanja različitih operativnih sistema. Još jedna ključna karakteristika Raspberry Pi-a su njegovi GPIO (General Purpose

Input/Output) pinovi, koji omogućavaju ploči da se poveže sa širokim spektrom senzora, aktuatora i drugih elektronskih komponenti [2].

2.3. Python

Python je programski jezik visokog nivoa opšte namjene koji je popularan zbog svoje jednostavnosti i svestranosti. Prvi put ga je objavio Guido van Rossum 1991. godine i od tada je postao jedan od najčešće korišćenih programskih jezika na svijetu.

Jezik je dizajniran da bude lak za čitanje i pisanje, što ga čini idealnim izborom za početnike koji tek počinju da uče programiranje. Jezik je takođe poznat po svojoj čistoj sintaksi i strukturi blokova zasnovanoj na uvlačenju, što čini kod prostijim za čitanje i razumijevanje [3].

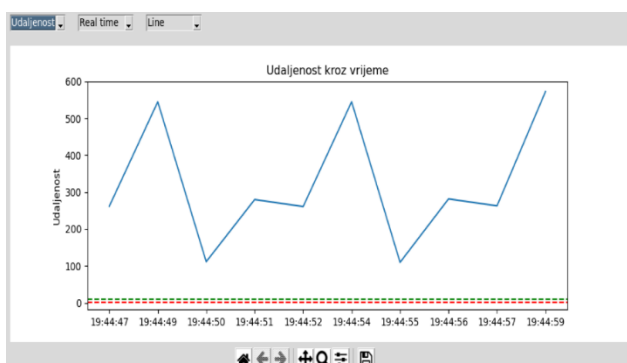
Programski jezik se može koristiti za širok spektar aplikacija, uključujući veb razvoj, analizu podataka, vještačku inteligenciju, naučno računarstvo i još mnogo toga. Python takođe ima veliku biblioteku modula i paketa koji se mogu koristiti za proširenje funkcionalnosti jezika, što omogućava lako pravljenje složenih aplikacija.

3. GEOSENZORSKE MREŽE

Geosenzorske mreže (GSN) su vrsta senzorskih mreža koja je namjenjena da prikuplja podatke o životnoj sredini i prirodnim resursima. Ove mreže se sastoje od velikog broja geosenzora, koji su mali, jeftini uređaji koji mogu da prikupljaju podatke o različitim parametrima životne sredine, kao što su temperatura, vlažnost, kvalitet vazduha i drugo.

Geosenzorske mreže se mogu koristiti za praćenje različitih okruženja, uključujući šume, jezera i urbana područja, i mogu se koristiti za različite aplikacije, kao što su praćenje životne sredine, upravljanje katastrofama i urbano planiranje.

Jedna od ključnih prednosti geosenzorskih mreža jeste njihova sposobnost da prikupljaju velike količine podataka u realnom vremenu, slika 2. Ovi podaci se mogu koristiti za praćenje promjena u životnoj sredini tokom vremena i mogu pružiti važan uvid u uticaj ljudskih aktivnosti na svijet prirode.



Slika 2-Prikaz mjerenja dužine u vidu linije u realnom vremenu

Još jedna važna karakteristika geosenzorskih mreža jeste njihova sposobnost da rade u udaljenim ili teško dostupnim okruženjima. Geosenzori su mali i lagani i mogu se postaviti u oblastima do kojih je teško ili opasno doći, kao što su vrhovi planina ili dubine okeana.

Konačno, razvoj standarda i protokola za geosenzorske mreže je još uvijek u ranoj fazi, što može otežati dijeljenje podataka i poređenje rezultata u različitim mrežama.

4. UPOTREBA ARDUINO, RASPBERRY PI PLATFORME I PYTHON PROGRAMSKOG JEZIKA ZA KREIRANJE APLIKACIJE

Da bi se napravila aplikacija za praćenje geosenzorskih mreža, preduzimaju se sledeći koraci:

- Odabir senzora: Potrebno je odabrati senzore potrebne za geosenzorsku mrežu. Ovo će zavisiti od vrste podataka koje treba prikupiti, kao što su temperatura, vlažnost i kvalitet vazduha. Arduino se može koristiti za povezivanje sa ovim sensorima i prikupljanje podataka.
- Prikupljanje i prenos podataka: Podaci koje prikupljaju senzori mogu se preneti na Raspberry Pi radi obrade i analize. Raspberry Pi se može povezati na internet koristeći Wi-Fi ili Ethernet za prenos podataka u realnom vremenu.
- Obrada i analiza podataka: Python se može koristiti za obradu i analizu podataka prikupljenih iz mreže geosenzora. Ovo može uključivati čišćenje podataka, vizualizaciju i statističku analizu. Algoritmi mašinskog učenja takođe se mogu koristiti za otkrivanje obrazaca i anomalija u podacima.
- Razvoj aplikacija: Python se može koristiti za razvoj veb aplikacije za praćenje geosenzorske mreže. Aplikacija može da prikaže podatke senzora u realnom vremenu, kao i istorijske podatke, u korisničkom interfejsu. Aplikacija takođe može da šalje upozorenja kada očitavanja senzora pređu unaprijed određene pragove.
- Primjena: Aplikacija se može primijeniti na veb serveru ili na Raspberry Pi za lokalnu upotrebu. Aplikaciji se može pristupiti sa bilo kog uređaja sa pristupom internetu, što omogućava daljinsko praćenje mreže geosenzora.

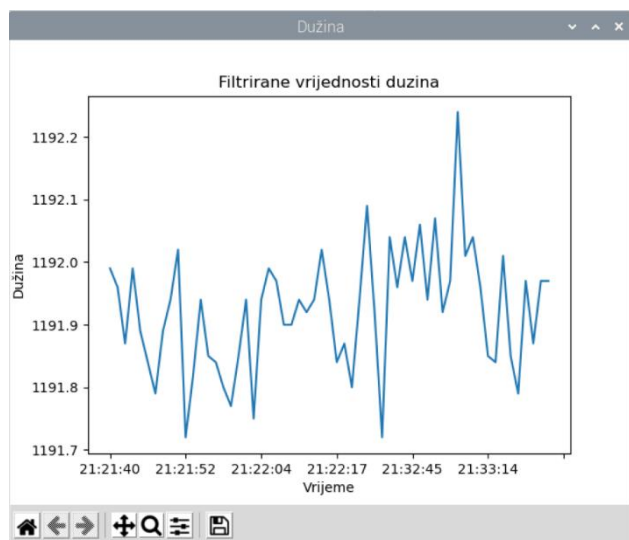
5. PRAKTIČNI DIO

Cilj rada bilo je istraživanje mogućnosti Arduino, Raspberry Pi, Python modula i programskih jezika u kreiranju manje geosenzorske mreže za monitoring deformacija mosta. Praktični dio rada je podijeljen u tri faze. Prva faza je bila povezivanje senzora sa Arduino platformom i kreiranje odgovarajućeg koda koji će da prikuplja informacije o deformacijama sa senzora. Prikupljene su informacije o promjeni: udaljenosti, mehaničkog pritiska, nagiba, vibracijama i pomjeranja. Takođe, na platformu su bili povezani i LCD displeji za prikaz mjerenja. Druga faza je bila povezivanje Raspberry Pi i Arduino platforme i skladištenje podataka u bazu. Ovo je omogućeno pomoću programskog jezika Python.

Uprkos svojim brojnim prednostima, geosenzorske mreže takođe imaju brojne probleme. Jedan od glavnih izazova je upravljanje podacima, jer veliku količinu podataka koju generiše mreža može biti teško čuvati i analizirati. Pored toga, postavljanje i održavanje mreža može biti složeno i može zahtijevati specijalizovanu stručnost.

Treća faza je bila kreiranje desktop aplikacije koja je prikazivala mjerenja i dopuštala korisniku da manipulira prikupljenim podacima.

Na Raspberry Pi platformu su povezane dvije Arduino ploče koje su nazvane Stanica 1 i Stanica 2. Na stanicu 1 su povezani senzori koji su mjerili: udaljenost, mehanički pritisak, nagib i vibracije. Na stanicu 2 su povezani senzori koji su mjerili: udaljenost, pomjeranje, nagib, rotaciju oko X i Y ose. Na stanicu 1 su povezana dva senzora za mjerenje vibracija, pri čemu je jedan od njih kontrolni senzor koji prikuplja mjerenja zajedno sa glavnim senzorom i korišćen je za kvalitet mjerenja glavnog senzora.



Slika 3- Grafik filtriranih vrijednosti udaljenosti

Upotrebom Python programskog jezika omogućeno je prikupljanje podataka sa obje stanice i njihovo čuvanje u bazi podataka. Postoje dvije baze za ove dvije stanice. Pored vrijednosti mjerenja, čuvane su i informacije o vremenu i datumu kada su mjerenja prikupljena kao i alarmi koji predstavljaju upozorenje kada je neka od vrijednosti mjerenja prekoračena. Kada je aplikacija pokrenuta, program je automatski pokrenuo prikaz Real-time mjerenja. Moguće je bilo birati prikaz u stvarnom vremenu, prethodni sat ili prethodni dan. Takođe je moguće bilo mjenjati koja mjerenja će biti prikazana kao i način prikaza (linija ili tačke).

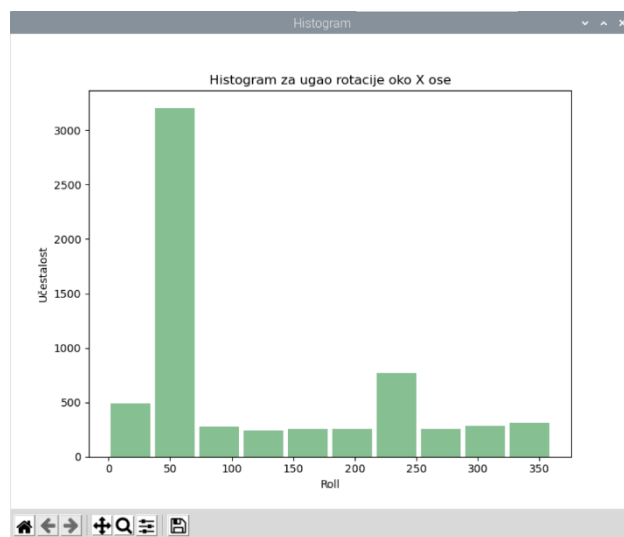
Glavni prozor se sastoji od tri podprozora. Sve što je opisano iznad čini sastav dva podprozora koji predstavljaju Stanicu 1 i Stanicu 2.

Treći podprozor jeste prikaz lokacija stanica na mapi i načina na koji su povezane kao i glavnog čvora sa kojim su povezane stanice. Kada je izabrana jedna od stanica (ili kontrolni čvor) pojavljuje se prozor sa ispisanim informacijama o mjerenjima vezanim za tu stanicu. Sastavni dio aplikacije predstavlja padajući meni u vrhu prozora u kome je omogućen odabir više opcija koje su zadužene za manipulaciju podacima. Moguće je bilo filtrirati sva mjerenja na osnovu vremena i datuma mjerenja, takođe je omogućen prikaz svih alarma sa Stanice 1 i Stanice 2. U ovoj aplikaciji je bilo moguće prikazati sva mjerenja iz baze u interaktivnom graf prozoru. Zatim, moguće je bilo sačuvati bazu u .csv formatu. Ako vrijednost nekog mjerenja prekorači predefinisani graničnu vrijednost, otvarao bi se prozor

upozorenja koji se automatski zatvara nakon dvije sekunde. Mjerenja sa senzora su prikupljana svake sekunde i onda su prikazana na grafiku te sačuvana u bazu.

Senzori koji su korišteni u eksperimentu su senzor: mehaničkog pritiska, udaljenosti, GPS senzor, senzor nagiba, senzor vibracija i akcelerometar.

Neki senzori su digitalni i pružaju informaciju o stanju senzora odnosno da li senzor detektuje određeno mjerenje (to su senzori nagiba i vibracije, i ovi senzori ne mogu da detektuju intenzitet vibracija i vrijednost nagiba, ali mogu da detektuju da li je senzor nagnut ili ne i da li senzor detektuje vibraciju ili ne), za neke senzore je potrebna već definisana transformacija od detektovane vrijednosti voltaže do konačne vrijednosti mjerenja koja je potrebna (ugao oko X i Y ose), dok je za neke bila potrebna kalibracija na osnovu ekperimenta da bi se odredili parametri transformacije (senzor mehaničkog pritiska). Takođe, da bi neki senzori mogli da funkcionišu, potrebno je bilo učitati odgovarajuće biblioteke (GPS senzor, LCD ekran).



Slika 4- Histogram mjerenja rotacije oko x ose

6. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem se došlo do zaključka da se Arduino platforma i prateći senzori mogu koristiti za praćenje deformacija mostova u realnom vremenu. Prednost ove platforme je što je open-source. Odabir senzora je bilo potrebno prilagoditi svrsi mjerenja, mjerenim veličinama i očekivanim rezultatima.

Mana jeste što se senzori ne mogu koristiti za ozbiljnije projekte i komercijalne projekte monitoringa deformacija jer senzori nemaju dovoljnu tačnost, stabilnost i pouzdanost pri mjerenju, ali za svrhe ovoga istraživanja su više nego adekvatni.

Senzori se mogu veoma jednostavno programirati i to omogućava laku transformaciju i manipulaciju sa prikupljenim podacima. Prednost Arduino platforme jeste što se na istu ploču mogu povezati i komercijalni senzori koji imaju veću tačnost i pouzdanost i samim tim Arduino platforma daje mogućnost upotrebe za ozbiljnije projekte i analize. Takođe broj senzora nije problem jer se broj ulaza može povećati povezivanjem određene proširujuće komponente sa pločom.

Raspberry Pi kao kontrolna jedinica obavlja sve zadatke koji su neophodni u ovome radu. Obavlja komunikaciju sa Arduino pločom i uporedo pokreće aplikaciju. Postoje određene mane platforme koja je korištena u radu, a to je naravno procesorska moć. Zapaženo je da je u određenim trenucima pri radu aplikacije došlo da problema u komunikaciji i to se odnosi na kašnjenje u prenosu podataka. Takođe, kada je došlo do malo većeg prenosa podataka i zahtjeva u aplikaciji, aplikacija je usporila ili čak zaustavila rad na nekoliko sekundi (ovo se odnosi na prikaz podataka).

Platforma je takođe sadržila i bazu u koju su zapisana sva prikupljena mjerenja i alarmi. Povezivanje sa Arduino pločom je bilo intuitivno. Arduino ploča i Raspberry Pi su povezani direktno kablom za prenos podataka. Povezani su tako radi smanjenja kašnjenja pri prenosu podataka, zbog ograničenja obje komponente. Moguće je bilo uspostaviti komunikaciju i na drugačiji način. Komunikacija je moguća preko radio talasa, interneta, Bluetooth modula i slično. U radu su fizički povezane dvije Arduino ploče sa Raspberry Pi platformom. Pored ovih iskorištenih ulaza, postoje još dva ulaza na koje se po potrebi mogu povezati još Arduino ploča što omogućava proširenje postojećeg sistema. Potencijalno proširenje sistema jeste postavljanje više geosenzorskih mreža kao što je ova u radu, i njihovo povezivanje sa glavnom stanicom koja opet može da bude Raspberry Pi platforma, i onda bi imali više Raspberry Pi platformi koje su povezane sa glavnom stanicom koje je takođe Raspberry Pi platforma.

Aplikacija je kreirana upotrebom Python programskog jezika. Python je jedan od jednostavnijih programskih jezika i to omogućava veoma brzo kreiranje aplikacije poput ove. Programski jezik podržava puštanje procesa na više procesorskih jezgara što može da bude veoma bitno ako je potrebno da se više procesa odradi veoma brzo i paralelno jedan sa drugim. U radu se sistem za monitoring bazirao na kreiranju desktop aplikacije.

Dalji korak bi bio kreiranje veb sistema za monitoring deformacija gdje bi korisnik pristupio sistemu preko internet pretraživača. Izgled aplikacije je veoma rudimentalan, i postoji veliki broj biblioteka (većina su komercijalne ali su neke besplatne) koje se mogu koristiti za poboljšanje izgleda aplikacije i kreiranje aplikacije koja je jednostavna i intuitivna za upotrebu. U aplikaciji su kreirane neke osnovne funkcije za prikaz podataka. Program je moguće proširiti i moguće je dodati veliki broj funkcija, ali to sve zavisi od zahtjeva i načina upotrebe.

Finalni zaključak koji se može izvesti jeste da sistem koji je kreiran i korišten u praktičnom dijelu rada, iako ne toliko precizan i stabilan i neupotrebljiv za realne projekte, predstavlja ideju i osnovu za dalji razvoj sistema, upotrebom istih komponenti i programskog jezika kao u radu, koji se konstantno razvijaju i poboljšavaju.

7. LITERATURA

- [1] LAFVIN. (2021). Super Starter Kit for Arduino Uno.
- [2] Foundation, R. P. (2023). *What is a Raspberry Pi?*
Preuzeto sa <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>
- [3] Foundation, P. S. (2023). Welcome to Python.
Preuzeto sa <https://www.python.org/>
- [4] Rahmat, R. F., Satria, I. S., Siregar, B., & Budiarto, R. (2016). Water Pipeline Monitoring and Leak Detection using Flow Liquid Meter Sensor.

Kratka biografija:



Nikola Čučković rođen je u Trebinju 1997. god. Diplomski rad na temu „Primjena vještačke inteligencije u procesiranju podataka laserskog skeniranja“ odbranio je 2020 godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.
kontakt:
cuckovic2206@gmail.com