



IMPLEMENTACIJA MQTT PROTOKOLA KORIŠĆENJEM ARDUINO 2560 + ESP8266 RAZVOJNE PLOČE

IMPLEMENTATION OF MQTT PROTOCOL OVER ARDUINO 2560 + ESP8266 DEVELOPMENT BOARD

Marko Boberić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratik sadržaj – U ovom radu, uspešno je implementiran MQTT protokol pomoću Arduino Mega 2560 + ESP8266 ploče i besplatne mobilne aplikacije IoT MQTT Panel. Cilj zadatka bio je da se pomoću telefona upravlja sistemom koji izvršava upravljanje stanjem diode, očitavanje temperature, upravljanje otključanosti vrata, detekciju pokreta kao i detekciju plamena.

Ključne reči: MQTT komunikacija, automatizacija objekata, neindustrijska robotika, kućni uređaji

Abstract – In this project, the MQTT protocol was successfully implemented using an Arduino Mega 2560 + ESP8266 board and a free mobile application IoT MQTT Panel. The goal of the task was to use the phone to control a system that performs diode state management, temperature reading, door unlocking management, motion detection and flame detection.

Keywords: MQTT communication, building automation, non-industrial robotics, home appliances

1. UVOD

MQTT (Telemetrijski transport za čekanje poruka, Message Queuing Telemetry Transport (eng.)) je protokol za razmenu poruka zasnovan na standardima, ili skup pravila, koji se koristi za komunikaciju između mašina. Pametni senzori, nosivi uređaji i drugi uređaji Interneta stvari (IoT, Internet of Things) obično moraju da prenose i primaju podatke preko mreže sa ograničenim resursima u ograničenom propusnom opsegu. Ovi IoT uređaji koriste MQTT za prenos podataka, jer je jednostavan za implementaciju i može efikasno prenositi IoT podatke. MQTT podržava razmenu poruka između uređaja u oblaku i oblaka do uređaja [1].

1.1 Princip rada MQTT protokola

Protokol MQTT radi na principima modela objavi/pretplati se. U tradicionalnoj mrežnoj komunikaciji, klijenti i serveri međusobno komuniciraju direktno. Međutim, MQTT koristi obrazac objavljivanja/pretplate da odvoji pošiljaoca poruke (izdavača) od primaoca poruke (pretplatnika). Umesto toga, treća komponenta, nazvana broker poruka, upravlja komunikacijom između izdavača i pretplatnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Ostojić, red. prof.

Posao brokera jeste da filtrira sve dolazne poruke od izdavača i da ih pravilno distribuiraju pretplatnicima.

2. ANALIZA ZADATKA

Cilj ovog rada jeste upoznavanje sa MQTT protokolom i svim povezanim pojmovima, a sve u cilju implementacije MQTT protokola između razvojne ploče Arduino Mega 2560 + ESP8266 koja će predstavljati server(broker), i android aplikacije (IoT MQTT Panel) pokrenute na mobilnom telefonu koja će predstavljati klijenta.

Nakon upoznavanja sa protokolom, biće prikazano korišćenje besplatne biblioteke uMQTTBroker koja implementira MQTT protokol u C programskom jeziku.

2.1. Odabir biblioteke za implementaciju MQTT protokola

Postoji velik broj dostupnih biblioteka za implementaciju MQTT protokola. Neke od tih biblioteka su otvorenog koda, dok su druge komercijalne i zahtevaju određeno plaćanje da bi se njima pristupilo. Na osnovu jednostavnosti, za ovaj rad je izabrana uMQTTBroker biblioteka.

Njene prednosti su:

- Besplatna je za korišćenje.
- Napisana je u skladu sa C99 standardom.
- Zahteva malo memorijskog prostora.

Neke od poznatih biblioteka koje takođe implementiraju MQTT protokol:

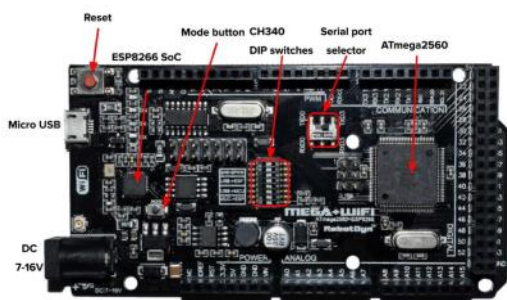
- Blynk
- BlynkESP8266-master

3 KOMPONENTE KORIŠĆENE ZA IZVRŠENJE ZADATKA

3.1 Arduino Mega 2560 + ESP8266

Za rešavanje postavljenog zadatka izabran je ESP8266 zbog njegove prilagođene podrške firmvera za ESP-link i Arduino Mega 2560 zbog velikog broja digitalnih i analognih pinova, RAM-a i FLASH memorije, slika 1.

Postoji 8 DIP prekidača koji kontrolišu kako su USB, Arduino i ESP komponente međusobno povezane [2], različite kombinacije aktiviranja DIP prekidača i njihove svrhe prikazane su na slici 2.



Slika 1. Hardver razvojne ploče

	1	2	3	4	5	6	7	8
1.USB to ESP8266 (upload firmware)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	-
2.USB to ESP8266	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	-
3.USB to Mega2560 (upload sketch or firmware)	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	-
4.USB to Mega2560 on Serial, Mega to ESP8266 on Serial Oor3	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	-
5.Mega2560 to ESP8266 on Serial Oor3	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-
6.All modules work independently	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-

Slika 2. Funkcije kombinacija uključenosti/isključenosti DIP prekidača

Prebacivanje koda na ESP8266 mikrokontroler

Nakon pisanja i kompajliranja koda za ESP8266 mikrokontroler, potrebno je povezati ploču sa računarom putem serijske veze. Nakon toga je potrebno postaviti DIP prekidače u položaj prikazan na slici 3.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1.USB to ESP8266 (upload firmware)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	-

Slika 3. Raspored pinova za prebacivanje koda na ESP8266 mikrokontroler

Nakon toga je potrebno pritisnuti taster Mode koji je prikazan na slici 1. Posle toga je bezbedno spustiti kod na ESP8266 mikrokontroler.

Prebacivanje koda na Arduino Mega 2560 mikrokontroler

Nakon pisanja koda i kompajliranja istog, potrebno je konektovati razvojnu ploču na računar putem serijske komunikacije. Nakon toga je potrebno postaviti DIP prekidače u raspored kao na slici 4.

3.USB to Mega2560 (upload sketch or firmware)	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	-
---	-----	-----	----	----	-----	-----	-----	---

Slika 4. Raspored pinova za prebacivanje koda na Arduino Mega 2560 mikrokontroler

Sledeći korak je pritisnjanje tastera Mode (slika 1).

I nakon izvršenih svih koraka, kod za Arduino Mega 2560 mikrokontroler, može da se prebaci.

3.2 Termistor 100K NTC B 3950 ±1%

Za rešavanje zadatka izabran je ovaj NTC termistor jer ima mali temperaturni opseg (-55°C, +125°C), vrlo je jednostavne primene i zadovoljavajuće osetljivosti. Mogao se koristiti i NTC termistor druge otpornosti, na primer 10kΩ, ali je lakše nabaviti 100 kΩ. Takođe je moguće koristiti termopar K tipa sa mesinganom glavom. Termistor je temperaturno osetljivi otpornik, koji se pravi od čistog germanijuma, oksida metala hroma, kobalta, železa ili nikla.

3.3 RC522 modul za očitavanje oznaka, kompatibilan sa Arduinoom

Radiofrekventna identifikacija (RFID, Radio frequency identification) se odnosi na bežični sistem koji se sastoji od dve komponente: oznaka i čitača. Čitač je uređaj koji ima jednu ili više antena koje emituju radio talase i

primaju signale nazad od RFID oznake. Oznake, koje koriste radio talase da saopšte svoj identitet i druge informacije obližnjim čitaocima, mogu biti pasivne ili aktivne. Pasivne RFID oznake napaja čitač one i nemaju bateriju. Aktivne RFID oznake se napajaju baterijama.

RFID oznake mogu da čuvaju niz informacija od jednog serijskog broja do nekoliko stranica podataka. Čitači mogu biti mobilni tako da se mogu nositi u ruci, ili se mogu montirati na stub ili iznad glave. Sistemi za čitanje se takođe mogu ugraditi u arhitekturu kabineta, sobe ili zgrade [3].



Slika 5. RFID čitač, oznaka i kartica

3.4 Servo motor SG90

Servo motori su poseban oblik motora koji se može fiksirati u preciznom ugaonom položaju i držati dok se ne zada nova instrukcija. Popularni ToverPro SG90 plavi servo ima obrtni moment od 1,5 kg/cm za samo 9 g. Odlikuje ga niska cena i lakoća kontrole putem Arduinoa. Za razliku od konvencionalnog motora, većina osnovnih servo motora može da se okreće samo između 0 i + 180 stepeni. Ovaj aktuator se može upravljati korišćenjem signala modulisanog širinom impulsa od 50 herca (PWM), koji proizvodi impuls svakih 20 ms. Položaj aktuatora se može podesiti promenom trajanja impulsa između 1 ms i 2 ms.

Optimalan napon napajanja za SG90 servo motor je 5 V. Servo motori troše mnogo energije, posebno kada su izloženi velikom obrtnom momentu. Kada se koristi 2 ili više servo motora, najbolje je koristiti odvojeno napajanje. Izgled servo motora koji je upotrebljen za rešenje ovog zadatka prikazan je na slici 6.



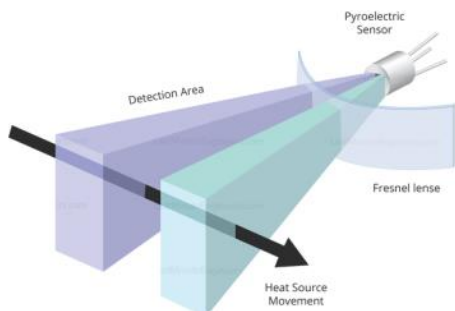
Slika 6. Izgled servoa SG90

3.5 HC-SP501 PIR infracrveni senzor pokreta

PIR senzor omogućava otkrivanje kretanja osoba ili životinja u ili izvan dometa senzora [4]. Piroelektrični senzor sastoji se od prozora sa dva pravougaona proreza i

napravljen je od materijala (obično obloženog silikona) koji omogućava da prođe infracrveno zračenje. Iza prozora se nalaze dve odvojene infracrvene senzorske elektrode, jedna je odgovorna za proizvodnju pozitivnog izlaza, a druga za proizvodnju negativnog izlaza.

Dve elektrode su ožičene tako da se međusobno poništavaju. Zato kada jedna polovina vidi više ili manje IR zračenja od druge, dobija se izlaz. Skica rada piroelektričnog senzora je prikazana na slici 7.

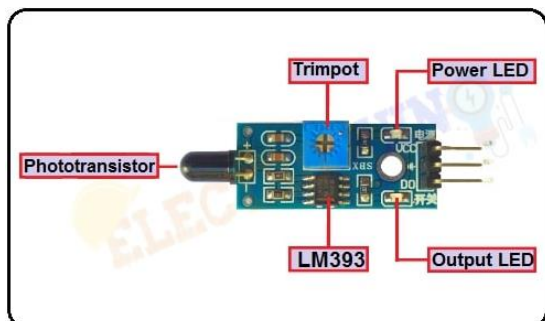


Slika 7. Prikaz rada piroelektričnog senzora

Kada nema kretanja oko senzora, oba slota detektuju istu količinu infracrvenog zračenja, što rezultira nultim izlaznim signalom. Ali kada toplo telo poput čoveka ili životinje prođe, ono prvo presreće polovinu senzora. Ovo uzrokuje pozitivnu razliku između dve polovine. Kada toplo telo presreće drugu polovinu senzora (napusti oblast senzora), dešava se suprotno i senzor proizvodi negativnu diferencijalnu promenu. Očitavanjem ove promene napona detektuje se kretanje.

3.6 Infracrveni detektor plamena i temperature

Modul senzora plamena ili modul senzora požara je elektronski uređaj male veličine koji može da otkrije izvor požara ili bilo koji drugi izvor jakog svetla. Ovaj senzor u osnovi detektuje IR (Infracrvenu) talasnu dužinu svetlosti između 760 nm – 1100 nm koja se emituje iz plamena vatre ili izvora svetlosti. Senzor plamena dolazi sa IG1006 fototranzistorskim senzorom koji ima veliku brzinu i visoku osetljivost. Dva tipa IR infracrvenog modula senzora plamena dostupna na tržištu, jedan koji ima tri pina (DO, GND, VCC) i drugi koji ima četiri pina (AO, DO, GND, VCC), oba se mogu lako koristiti sa Arduino i drugim mikrokontrolerskim pločama [5].



Slika 8. Komponente modula za detekciju plamena i temperature

Ali, ovi moduli imaju veliku razliku, a to je da se jedan modul sastoji od 3 pina (DO, GND, VCC) i može da obezbedi samo digitalni izlaz. Drugi modul se sastoji od 4 pina (AO, DO, GND, VCC) i može da obezbedi digitalni izlaz i analogni izlaz.

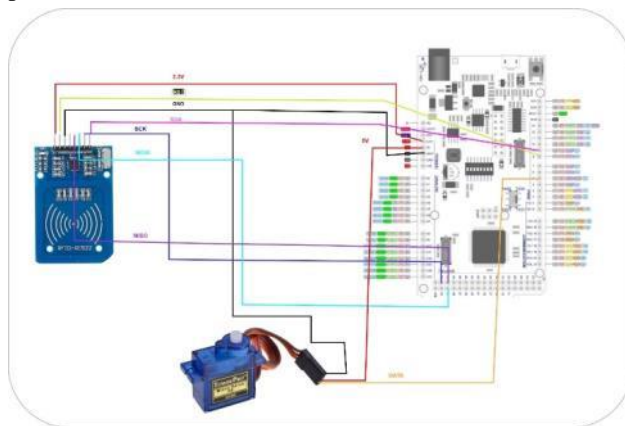
Kada ovaj senzor detektuje vatru/plamen (svetlost u opsegu od 760 nm – 1100 nm talasne dužine), tada se otpor fototranzistora smanjuje. Tada će maksimalna količina napona biti dodeljena preko otpornika (R2). Dakle, niska količina napona sa fototranzistora se daje na invertujući ulaz (2) IC-a. Zatim komparator IC upoređuje ovaj napon sa naponom praga. U ovom stanju, ovaj ulazni napon je manji od graničnog napona, tako da je izlaz senzora Nizak (0).

4. REALIZACIJA REŠENJA ZADATKA

Ovo poglavlje opisuje preduzete korake za implementaciju MQTT protokola na Arduino Mega 2560 + ESP8266 ploči, korišćenjem besplatne C biblioteke uMQTTBroker. Naredni paragrafi predstavljaju implementaciju i testiranje pojedinih modula, u cilju testiranja ispravnosti delova korišćenih za realizaciju konačnog rešenja.

4.1 Implementacija i provera rada RFID sistema za otključavanje i zaključavanje vrata

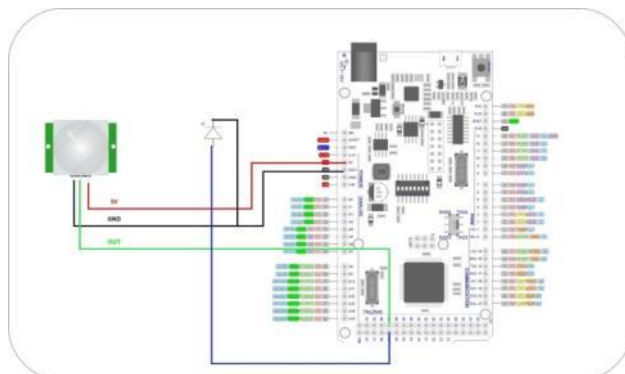
Nakon pribavljanja potrebnih delova za implementaciju rešenja, potrebno je istestirati svaki modul ponaosob, prvi modul za testiranje je modul za zaključavanje i otključavanje vrata. Šema za proveru rada ovog sistema je prikazana na slici 9.



Slika 9. Način povezivanja svih potrebnih elemenata za otključavanje i zaključavanje vrata

4.2 Implementacija i provera rada sistema za prepoznavanje pomeraja

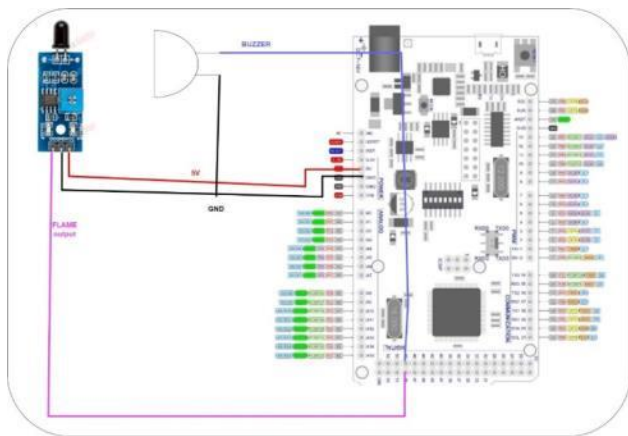
Šema za proveru ispravnosti rada sistema za prepoznavanje pomeraja je prikazana na slici 10.



Slika 10. Šema povezivanja komponenata za detekciju prisustva

4.3 Implementacija i provera rada sistema za prepoznavanje požara

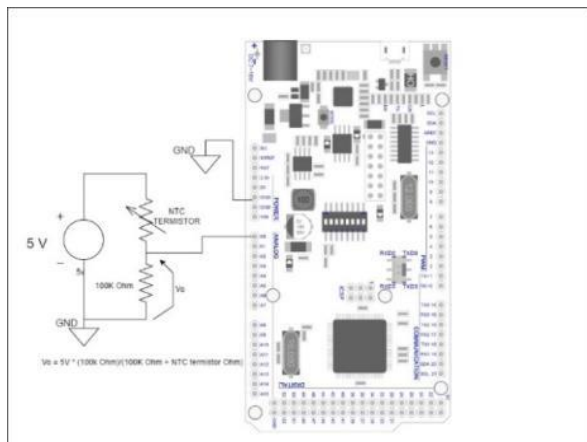
Nakon pribavljanja komponenti sistema za prepoznavanje požara, potrebno je testirati ispravnost i kompatibilnost istih. Šema za proveru ispravnosti rada sistema za prepoznavanje požara je prikazana na slici 11.



Slika 11. Šema povezivanja sistema za detekciju požara

4.4 Implementacija i provera rada sistema za merenje temperature u prostoriji

Kako bi se dobila vrednost temperature u prostoriji, potrebno je da se vrednost sa temperaturnog senzora prenese na mikrokotroler. Šema za proveru ispravnosti rada sistema za merenje temperature je prikazana na slici 12.

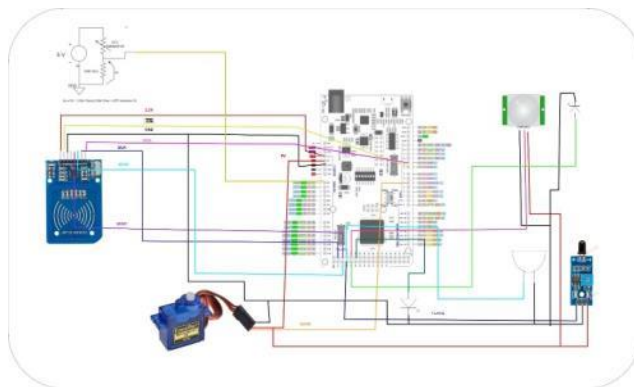


Slika 12. Električna šema rešenja

4.5 Realizacija konačnog rešenja

Kombinacijom prethodne četiri šeme dobija se konačno rešenje za sistem koji ima sposobnost da identifikuje pokret tela, da identifikuje pojavu vatre, da obezbedi informaciju o temperaturi u prostoriji i da upravlja otključavanjem i zaključavanjem vrata. Šema povezivanja svih komponenti koje su korišćene za konačno rešenje je prikazana na slici 13.

Nakon povezivanja šeme, na android mobilni telefon, potrebno je preuzeti aplikaciju IoT MQTT Panel. Kad se aplikacija instalira, potrebno je otvoriti istu i napraviti novu konekciju i novi panel. Nakon podešavanja IoT panela, potrebno je spustiti programski kod na Arduino Mega i ESP mikrokontroler.



Slika 13. Šema konačnog rešenja

Zaključak testiranja jeste da svaki od modula radi ponaosob kao i u jednoj celini, sistem se uspešno odaziva na komande poslate od strane android aplikacije, isto tako uspešno šalje podatke na aplikaciju.

5. ZAKLJUČAK I PRAVCI DALJEG ISTRAŽIVANJA

U ovom radu, uspešno je implementiran MQTT protokol pomoću Arduino Mega 2560 + ESP266 ploče i besplatne mobilne aplikacije IoT MQTT Panel. Cilj zadatka je bio da se pomoću telefona upravlja sistemom koji izvršava upravljanje stanjem diode, očitavanje temperature, upravljanje otključanosti vrata, detekciju pokreta kao i detekciju plamena.

Za dalje istraživanje, na ovaj rad bi trebalo dodati i slučaj konektovanja više klijenata na jedan broker i pratiti brzinu odziva brokera i pouzdanost sistema. Nakon uspešnog testiranja, sledeći nivo proširenja bi predstavljao sistem sa više brokera a jednim klijentom tj. upravljanje više sistema korišćenjem jedne aplikacije.

6. LITERATURA

- [1] <https://aws.amazon.com/what-is/mqtt/>
- [2] <https://sites.google.com/site/growboxguy/esp-link/esp8266>
- [3] <https://srituhobby.com/how-to-make-an-rfid-door-lock-system-using-an-arduino-nano-board/>
- [4] <https://lastminuteengineers.com/pir-sensor-arduino-tutorial/>
- [5] <https://www.electroduino.com/ir-infrared-flame-sensor-module/>

Kratka biografija:

Marko Boberić rođen je u Novom Sadu 1999. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronika, robotika i automatizacija odbranio je 2023.god.
kontakt: boberic68@gmail.com