

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

SEMINAR

**Povezivanje razvojnog sustava
ESP32-C3-DevKitM-1 s bazom
podataka Firebase putem Wi-Fi
veze**

Jelena Gavran

Voditelj: prof. dr. sc. Hrvoje Džapo

Zagreb, svibanj 2023.

SADRŽAJ

Popis slika	iii
1. Uvod	1
2. Razvojni sustav ESP32-C3-DevKitM-1	3
2.1. Wi-Fi	4
2.2. Aplikacijska programska sučelja	5
3. Baza podataka Firebase	6
3.1. Povezivanje razvojnog sustava s bazom podataka	6
4. Modeliranje stvarnog IoT sustava	7
5. Zaključak	8
6. Literatura	9

POPIS SLIKA

2.1. Konfiguracija razvojnog sustava ESP32-C3-DevKitM-1 [3]	3
2.2. Blok dijagram modula ESP32-C3 [2]	4
2.3. Wi-Fi RF standardi [1]	5
4.1. Blok shema demo sustava	7

1. Uvod

Internet stvari (engl. *Internet of things* - *IoT*) nova je paradigma koja je tradicionalni način života promijenila u stil života visoke tehnologije. U sklopu IoT pokreta razvio se koncept sveprisutnog računarstva koji označava kompletnu prostornu i vremensku prisutnost pametnih uređaja u svakodnevnom životu. Prema principima koncepta [4], primarna svrha računala je pružiti pomoć na intuitivan način.

Sveprisutni sustavi, kao posljedica okoline i zahtjeva, razlikuju se po svojim svojstvima od klasičnih računalnih sustava. Neka od njih su autonomnost, konkurentnost, svjesnost konteksta te računanje u stvarnom vremenu (engl. *real-time computation*). Sustav koji zadovoljava vremenska ograničenja na odziv mora imati hardver koji podržava rad u stvarnom vremenu, no istovremeno pruža bežičnu povezivost kao dio sveprisutnog sustava. Jedan od takvih uređaja je modul ESP32-C3 tvrtke *Espressif*, koji osim rada u stvarnom vremenu podržava i bežičnu povezivost putem Bluetootha i Wi-Fi veze. Za izradu ovog rada odabran je razvojni sustav ESP32-C3-DevKitM-1. Isto tako, za pohranu podataka u takvim sustavima potrebna je i baza podataka koja podržava rad u stvarnom vremenu. Baze podataka u stvarnom vremenu trenutno osvježavaju podatke nakon promjene, što omogućava da više uređaja spojenih na bazu dohvaćaju i sinkroniziraju podatke u stvarnom vremenu. Baza podataka koja pruža takvu mogućnost je Firebase, baza podataka u oblaku tvrtke *Google*.

Ovaj seminar analizira mogućnosti koje pruža ESP32-C3-DevKitM-1 u razvoju aplikacija koristeći Wi-Fi te kako povezati modul s bazom podataka Firebase. Opisana su programska aplikacijska sučelja (engl. *Application Programming Interface* - *API*) koje modul podržava za Wi-Fi povezivanje i demo aplikacije uz pripadna sučelja. Dan je osnovni pregled funkcionalnosti koje nudi baza podataka Firebase te su navedene njezine prednosti i ograničenja. Isto tako, opisan je postupak povezivanja modula i baze podataka, koje je popraćeno jednostavnom demo aplikacijom na modulu. Također, napravljena je mobilna aplikacija za simulaciju stvarnog IoT uređaja koji koristi modul i bazu podataka.

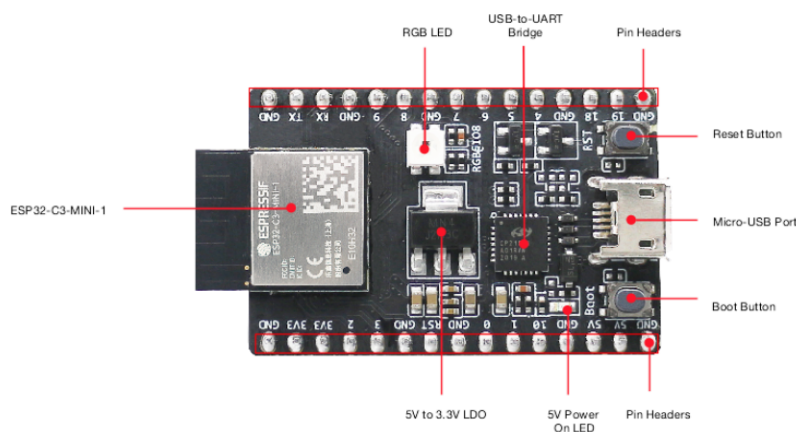
Rad je podijeljen u cjeline kako slijedi. Drugo poglavlje „*Razvojni sustav ESP32-*

C3-DevKitM-1“ opisuje osnovne karakteristike korištenog razvojnog sustava kao ciljane hardverske platforme te su opisane najvažnije značajke W-Fi tehnologije, kao i API-ji koji se mogu koristiti uz razvojni sustav. U trećem poglavlju „*Baza podataka Firebase*“ dan je pregled baze podataka i njezinih glavnih značajki te je opisan postupak povezivanja (programsko spajanje?) razvojnog sustava s bazom podataka. U četvrtom poglavlju „*Modeliranje stvarnog IoT sustava*“ opisan je primjer primjene sustava koji koristi opisane tehnologije uz mobilnu aplikaciju.

2. Razvojni sustav

ESP32-C3-DevKitM-1

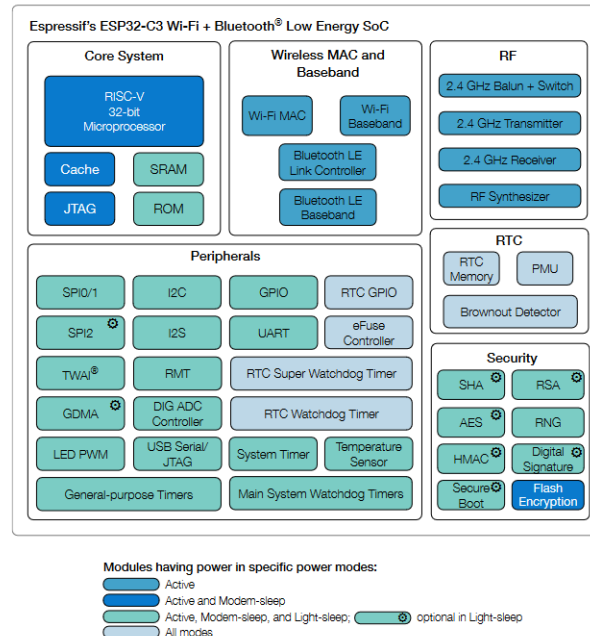
Razvojni sustav temelji se na modulu ESP32-C3-MINI-1. Modul je jedan u nizu ESP32-C3 serije SoC (engl. *System on Chip*) platformi tvrtke *Espressif*, te sadrži jednojezgri 32-bitni procesor s RISC-V arhitekturom koji radi na frekvenciji do 160 MHz. Modul sadrži 400 KB memorije tipa SRAM (engl. *Static random-access memory*), od kojih je 16 KB rezervirano za priručnu memoriju (engl. *cache*), 384 MB memorije tipa ROM (engl. *Read-only memory*) te 4 MB memorije tipa *Flash*. Od periferije sadrži 22 programabilna GPIO pina (engl. *General Purpose Input Output*), te digitalna sučelja SPI, UART, I2C i I2S. Također sadrži upravljače za sučelja USB i JTAG koji se mogu koristiti za efikasnije otklanjanje pogrešaka u kodu (engl. *debugging*). [2] Konfiguracija sustava prikazana je na slici 2.1.



Slika 2.1: Konfiguracija razvojnog sustava ESP32-C3-DevKitM-1 [3]

Budući da modul ima funkciju RF (engl. *radio frequency*) primopredajnika, podržava bežično lokalno umrežavanje odnosno Wi-Fi, koji omogućava propusnost do 20 Mbps protokolom TCP te maksimalnu propusnost od 30 Mbps koristeći protokol UDP. Isto tako, podržava protokol Bluetooth s podrškom za velike udaljenosti.

Modul ESP32-C3-MINI-1 bežični je uređaj niske potrošnje energije (engl. *ultra-low-power*) primarno namijenjen razvoju aplikacija koje koriste Wi-Fi ili *Bluetooth Low Energy* (BLE) protokol. Na slici 2.2 nalazi se blok shema modula sa svim dostupnim značajkama.



Slika 2.2: Blok dijagram modula ESP32-C3 [2]

2.1. Wi-Fi

Podsustav modula za Wi-Fi u skladu je sa standardom IEEE 802.111 te koristi neli-cencirani pojas frekvencija na 2,4 GHz. U tom pojasu podržava propusnost od 20 i 40 MHz. Modul također podržava tehniku raznolikosti antena (engl. *antenna diversity*) za poboljšanje prijema i pouzdanosti signala korištenjem RF komutatora (engl. *switch*). Tim komutatorom upravljaju GPIO priključci i koristi se za odabir najbolje antene u kontekstu pouzdanosti i kvalitete signala.

ESP32-C3 u potpunosti implementira 802.11 b/g/n Wi-Fi MAC protokol. Podržava osnovni skup (engl. *Basic Service Set - BSS*) operacija za značajke pristupne točke (engl. *SoftAP*). Upravljanje napajanjem odvija se automatski s minimalnom intervencijom domaćina kako bi se smanjila aktivnost uređaja.

Tvrtka *Espressif* također nudi biblioteke za povezivanje putem protokola TCP i IP te korištenje Wi-Fi *mesh* tehnologije. Pruža i podršku za protokole TLS 1.0, 1.1 i 1.2. Na slici 2.3 prikazani su Wi-Fi RF standardi koje koristi modul.

Name		Description
Center frequency range of operating channel ¹		2412 ~ 2484 MHz
Wi-Fi wireless standard		IEEE 802.11b/g/n
Data rate	20 MHz	11b: 1, 2, 5.5 and 11 Mbps 11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps 11n: MCS0-7, 72.2 Mbps (Max)
	40 MHz	11n: MCS0-7, 150 Mbps (Max)
Antenna type		PCB antenna and external antenna connector

Slika 2.3: Wi-Fi RF standardi [1]

Wi-Fi MAC automatski primjenjuje sljedeće funkcije protokola niske razine:

– četiri virtualna Wi-Fi sučelja,

–
–
–
–
–
–

2.2. Aplikacijska programska sučelja

3. Baza podataka Firebase

Firebase Realtime Database baza je podataka smještena u oblaku.

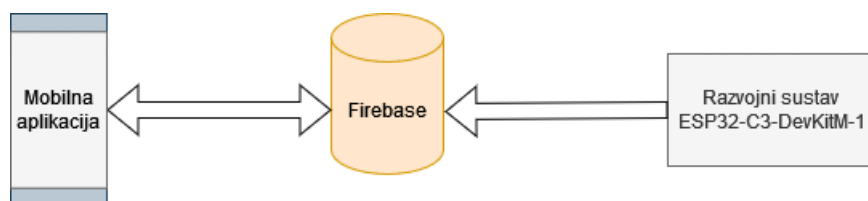
U nastavku su navedene i opisane ključne mogućnosti baze podataka Firebase:

1. Stvarno vrijeme - Umjesto HTTP zahtjeva, Firebase koristi sinkronizaciju podataka - pri svakoj promjeni podataka, uređaji spojeni na bazu prime ažuriranje unutar nekoliko milisekundi.
2. *Offline* način rada - Aplikacije koje koriste Firebase
3. Dostupnost preko klijentskih uređaja
4. Skalabilnost

3.1. Povezivanje razvojnog sustava s bazom podataka

4. Modeliranje stvarnog IoT sustava

Na slici 4.1 nalazi se blok shema pokaznog IoT sustava. Za razvoj mobilne aplikacije korišten je radni okvir *Flutter*, koji omogućava paralelan razvoj aplikacija na Android i iOS uređajima.



Slika 4.1: Blok shema demo sustava

5. Zaključak

Integracijom opisanih tehnologija dobiva se potpuni sveprisutni sustav.

6. Literatura

- [1] Espressif. *ESP32-C3-Mini 1 Datasheet*. URL https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-c3-mini-1_datasheet_en.pdf.
- [2] *ESP32-C3 Series Datasheet*. Espressif Systems, 2023. URL https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-c3_datasheet_en.pdf.
- [3] *ESP-IDF Programming Guide*. Espressif Systems, 2023. URL <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/v5.0/esp32c3/index.html>.
- [4] FER. *Sveprisutno računarstvo*. URL https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/SVERAC_01_Uvod_2022-23.pdf.

**Povezivanje razvojnog sustava ESP32-C3-DevKitM-1 s bazom podataka
Firebase putem Wi-Fi veze**

Sažetak

Ključne riječi: ESP32-C3-DevKitM-1, Wi-Fi, Firebase, IoT