

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 1344

UPRAVLJANJE POKRETLJIVOSTI RASPBERRY PI UREĐAJA U MOBILNOJ MREŽI

Matija Alojz Stuhne

Zagreb, lipanj, 2024.

ZAVRŠNI ZADATAK br. 1344

Pristupnik: **Matija Alojz Stuhne (0036540079)**
Studij: Elektrotehnika i informacijska tehnologija i Računarstvo
Modul: Računarstvo
Mentor: izv. prof. dr. sc. Marin Vuković

Zadatak: **Upravljanje pokretljivosti Raspberry Pi uređaja u mobilnoj mreži**

Opis zadatka:

Dobra pokretljivost uređaja predstavlja jedan od temelja mobilnih mreža, omogućujući korisniku neprekinutu uslugu neovisno o njegovoj lokaciji ili činjenici da je u pokretu. Dok za suvremene mobilne uređaje pouzdana pokretljivost ne predstavlja ništa što od uređaja ne bismo očekivali, postavlja se pitanje vrijedi li isto i za, sveprisutnije, IoT uređaje, primjerice, Raspberry Pi, kod kojih implementacija upravljanja pokretljivošću nije na razini pametnih telefona. Analizirajte postojeća rješenja za ostvarivanje mobilnosti na primjeru uređaja Raspberry Pi. Na temelju analize predložite i implementirajte rješenje koji će rezultirati boljom pokretljivošću u mobilnoj mreži. Implementirano rješenje validirajte u uvjetima slabije mrežne pokrivenosti.

Rok za predaju rada: 14. lipnja 2024.

Sadržaj

| | |
|---|-----------|
| 1. Uvod | 2 |
| 1.1. Motivacija | 2 |
| 1.2. Cilj | 2 |
| 2. Korišteno sklopovlje | 3 |
| 2.1. Raspberry Pi 5 | 3 |
| 2.2. SIM8200EA-M2 5G HAT | 4 |
| 2.3. SIM8200EA-M2 modul | 5 |
| 3. Razrada | 6 |
| 3.1. Pokretljivost u mobilnoj mreži | 6 |
| 3.1.1. Pokretljivost terminala | 6 |
| 3.1.2. Pokretljivost osoba | 6 |
| 3.1.3. Pokretljivost usluga | 6 |
| 3.2. Upravljanje pokretljivošću | 7 |
| 3.2.1. AT-Naredbe | 7 |
| 3.3. Prikupljanje lokacijskih informacija | 8 |
| 4. Zaključak | 9 |
| Literatura | 10 |
| Sažetak | 11 |
| Abstract | 12 |
| A: The Code | 13 |

1. Uvod

1.1. Motivacija

S Obzirom na jednostavnu prenosivost te široki spektar primjena, računalo Raspberry Pi izuzetno je popularan dio IoT svijeta. Kao takav, zbog prisutnosti brojnih dodataka i proširenja, moguće ga je koristiti i u mobilnoj mreži. U kombinaciji s proširenjem koje služi kao modem, Raspberry Pi uređaj postaje korisnička oprema u mobilnoj mreži. No, postavlja se pitanje koliko je ovaj način spajanja na mobilnu mrežu efikasan te zadržava li se uopće ključna značajka mobilne mreže, tj. dobra pokretljivost uređaja. Kako pokretljivost ipak nije na istoj razini kao kod suvremenih mobilnih uređaja, cilj ovog Završnog rada bit će istražiti mogućnosti upravljanja pokretljivošću Raspberry Pi uređaja u mobilnoj mreži.

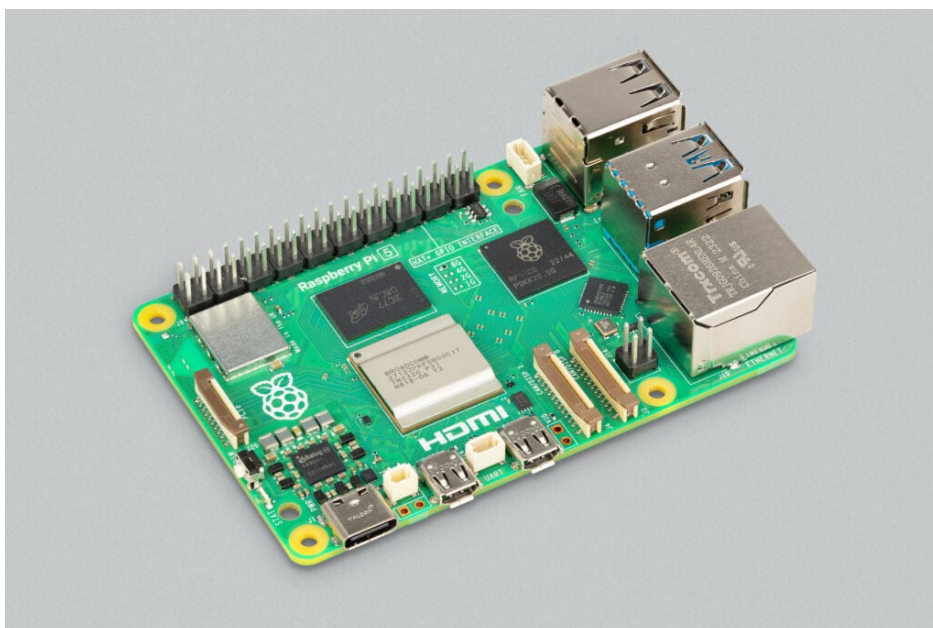
1.2. Cilj

Kako bismo ostvarili upravljanje pokretljivošću, potrebno je odabrati prikladne, i nama, kao krajnjim korisnicima mreže, dostupne metode. Komunikacijom putem AT-Naredbi pokušat ćemo ostvariti upravljanje pokretljivošću korištenog modema. Kreiranjem automatiziranih skripti bilježiti ćemo trenutnu lokaciju modema, mrežu i ćeliju na koju je modem spojen te jačinu signala. Također, omogućiti ćemo ručno prespajanje modema ovisno o dostupnim mrežama i osobnim preferencijama.

2. Korišteno sklopovlje

2.1. Raspberry Pi 5

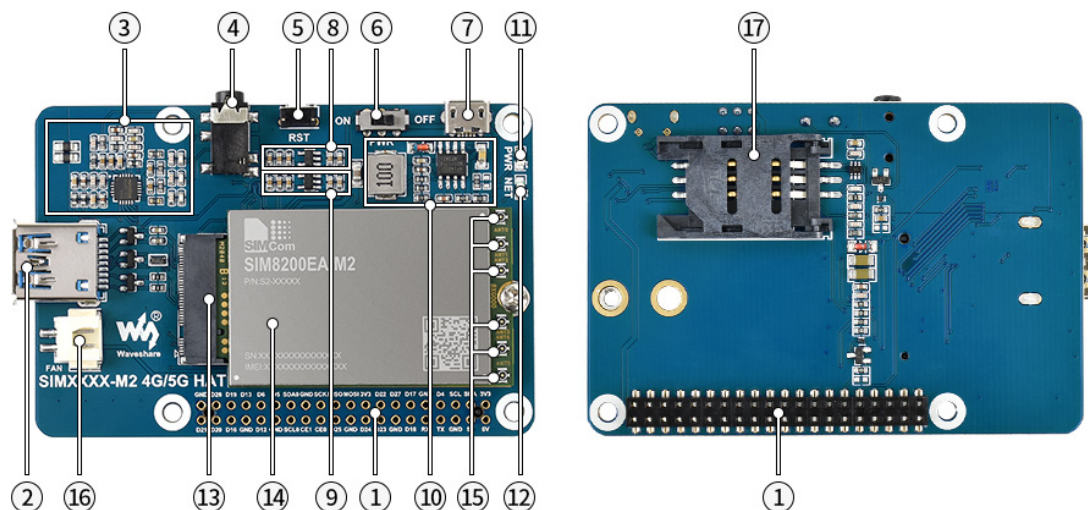
Model Raspberry Pi računala korištenog prilikom izrade ovog Završnog rada jest Raspberry Pi 5. Povezanost uređaja sa korištenim proširenjem, koje omogućava pristup mreži (2.2.), izvedena je preko USB priključka. Korišten je operacijski sustav Ubuntu Desktop 24.04 prilagođen za Raspberry Pi modele, dok je slanje AT-Naredbi provedeno korištenjem "Minicom" programskog rješenja te biblioteke "serial" implementirane u programskom jeziku "Python".



Slika 2.1. Raspberry Pi 5 [1]

2.2. SIM8200EA-M2 5G HAT

SIM8200EA-M2 5G HAT (Hardware Attached on Top) predstavlja dodatak na postojeći Raspberry Pi uređaj, koji omogućava povezivanje Raspberry Pi uređaja na mobilnu mrežu. Mreže kojima je moguće pristupiti putem HAT-a su: 3G/4G/5G. HAT također podržava pozicioniranje putem sustava: GPS, GLONASS, Beidou, Galileo, i QZSS.



Slika 2.2. SIM8200EA-M2 5G HAT [2]

Popis dijelova SIM8200EA-M2 5G HAT-a prikazanog na Slici 2.2.:

1. Raspberry Pi GPIO zaglavlje
2. USB3.1 priključak
3. Audio pogonski sklop
4. Audio priključak (ulaz)
5. Prekidač za resetiranje
6. Prekidač za napajanje
7. 5V 3A ulaz
8. Pretvarač napona (sa 5V na 3.3V)
9. Pretvarač napona (sa 5V na 1.8V)
10. Pretvarač napona (sa 5V na 4.3V)

11. Indikator napajanja
12. Indikator mreže
13. M.2 priključak
14. SIM8200EA-M2 modul
15. Antenski priključci
16. Priključak za ventilator
17. Utor za SIM karticu

2.3. SIM8200EA-M2 modul

SIM8200EA-M2 modul ključna je komponenta SIM8200EA-M2 5G modema (2.2.). Omogućava spajanje modema na mobilnu mrežu te za prijenos i prijem signala koristi šest antenskih priključaka.

| Antenski priključak | Opis funkcije |
|----------------------------|------------------------------------|
| ANT0 | 3G/4G/5G prijenos i prijem signala |
| ANT1 | 4G/5G prijenos i prijem signala |
| ANT2 | 3G/4G/5G prijem signala |
| ANT3 | 3G/4G/5G prijem signala |
| ANT4 | 3G/4G/5G prijem signala |
| ANT5 | 4G/5G/ GNSS prijem signala |

Tablica 2.1. Popis antenskih priključaka na modulu te njima dodijeljenih funkcija [3]

3. Razrada

3.1. Pokretljivost u mobilnoj mreži

Pretpostavka mobilne mreže, kao javne pokretne mreže, jest da su u njoj implementirane procedure i pravila vezana uz pokretljivosti [4]:

- terminala
- osoba
- usluga

3.1.1. Pokretljivost terminala

Pojam pokretljivosti terminala odnosi se na sposobnost mreže da prati lokaciju korisničke opreme te na temelju dobivene lokacije primjenjuje daljnje procedure (registracija/ažuriranje lokacijske informacije).

3.1.2. Pokretljivost osoba

Mreža omogućava identifikaciju korisnika neovisno o pokretnom uređaju/mobilnom terminalu koji on koristi. Sukladno tome, na specifičnog se korisnika, neovisno o korištenom terminalu, uvijek primjenjuju jednaka usluga, o kojoj se informacije nalaze u domaćem lokacijskom registru.

3.1.3. Pokretljivost usluga

Pokretljivost usluga označava činjenicu da su mrežne usluge korisniku dostupne neovisno o statusu njegovog kretanja. Bilo da je korisnik u pokretu, unutar istog mrežnog

područja, ili na prijelazu između različitih mreža/ćelija, zadatak je mreže da odredi optimalan način pružanja usluga korisniku.

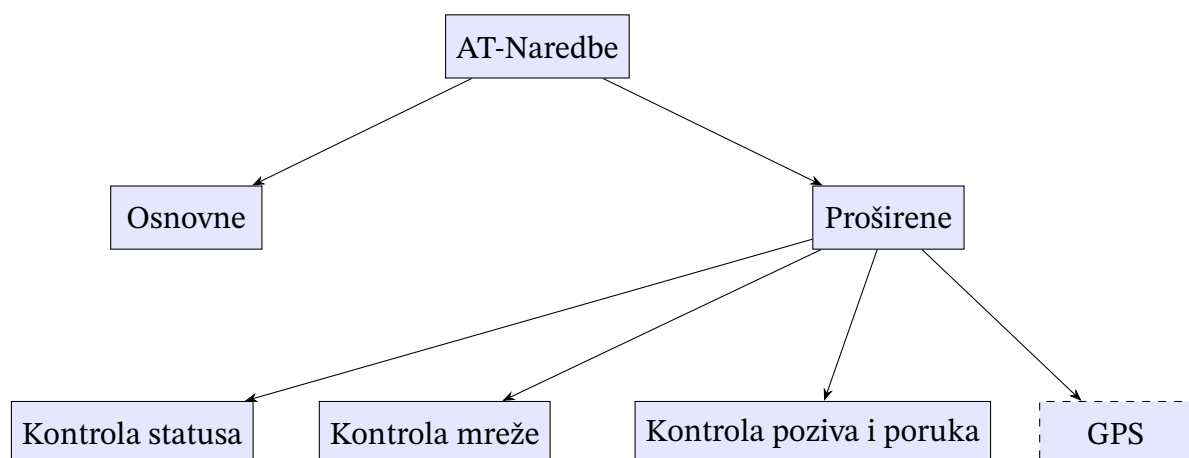
3.2. Upravljanje pokretljivošću

Iako je pokretljivost u mobilnoj mreži većinom vezana uz kapacitete i mogućnosti same mreže, korištenjem dostupnih alata možemo pokušati utjecati na neke aspekte pokretljivosti.

Uporabom AT-Naredbi, možemo bilježiti lokaciju i kretanje samog mobilnog terminala (u našem slučaju uređaja Raspberry Pi 5 u kombinaciji sa proširenjem SIM8200EA 5G) te informacije o jačini signala i baznoj stanici na koju je terminal u nekom trenutku spojen. Analizom podataka u mogućnosti smo stvoriti liste baznih postaja te njima dodeljenih mrežnih tehnologija pa potom ovisno o našim preferencijama, kreirati pristupnu listu koja će određivati na koju će se mrežu terminal u određenom području spojiti. Kako je za neke primjene (povezanost u uvjetima slabije mrežne pokrivenosti) poželjno da je povezanost terminala s mrežom konstantna, a ne nužno najpropusnija, ovakav pristup prema pokretljivosti može se pokazati korisnim.

3.2.1. AT-Naredbe

AT-Naredbe predstavljaju naredbe, tj. instrukcije koje možemo slati modemu. Pomoću njih je moguće upravljati karakteristikama i ponašanjem samog modema (u dozvoljenim okvirima).



Slika 3.1. Klasifikacija AT-Naredbi

3.3. Prikupljanje lokacijskih informacija

| AT-Naredba | Opis naredbe |
|-------------|------------------------------------|
| AT+CGPS=1 | 3G/4G/5G prijenos i prijem signala |
| AT+CGPSINFO | 4G/5G prijenos i prijem signala |
| AT+CREG=2 | 3G/4G/5G prijem signala |
| AT+CREG? | 3G/4G/5G prijem signala |

Tablica 3.1. Popis AT-Naredbi korištenih za prikupljanje lokacijskih informacija

4. Zaključak

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Literatura

- [1] Eben Upton, <https://www.raspberrypi.com/news/introducing-raspberry-pi-5/>, [mrežno; stranica posjećena: svibanj 2024.].
- [2] WaveShare, <https://www.waveshare.com/sim8200ea-m2-5g-hat.htm>, [mrežno; stranica posjećena: svibanj 2024.].
- [3] —, https://www.waveshare.com/wiki/SIM8200EA-M2_5G_HAT, [mrežno; stranica posjećena: svibanj 2024.].
- [4] Gordan Ježić, Radovan Zentner, Matea Žilak, “JPM-2023-24-01n”, https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/JPM-2023_24-01n.pdf, 10 2023., [Licencirano pod Creative Commons licencom. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/hr/>].

Sažetak

Upravljanje pokretljivosti Raspberry Pi uređaja u mobilnoj mreži

Matija Alojz Stuhne

Unesite sažetak na hrvatskom.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Ključne riječi: prva ključna riječ; druga ključna riječ; treća ključna riječ

Abstract

Mobility management of a Raspberry Pi device in a mobile network

Matija Alojz Stuhne

Enter the abstract in English.

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place. If you read this text, you will get no information. Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look. This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language. There is no need for special content, but the length of words should match the language.

Keywords: the first keyword; the second keyword; the third keyword

Privitak A: The Code

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam

rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.