



Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija
Sveučilište u Zagrebu

RFID prstena



- Δ Svima koji se žele upoznati s RFID-om
- Δ Programiranje u C-u
- Δ Komunikacija RFID kartice i čitača

Sažetak

U ovom projektu testirane su RFID i NFC tehnologije. RFID i NFC tehnologije, zbog svojih svojstava, omogućuje olakšano obavljanje svakodnevnih rutinskih zadataka kao što su razmjena kontakata, plaćanje, identifikacija, omogućavanje pristupa. Međutim, ideja da netko može sa određene udaljenosti pročitati podatke pohranjene na RFID/NFC kartici odbija veliki broj potencijalnih korisnika.

U projektu su ispitane mogućnosti čitanja i pisanja RFID/NFC labela. Za ostvarivanje komunikacije između Arduina i RFID/NFC labela poslužio je Adafruit PN532 Controller Shield.

Sadržaj

1. UVOD	3
2. RFID I NFC.....	4
3. KOMPONENTE	6
3.1. Arduino.....	6
3.2. Adafruit PN532 NFC/RFID Controller Shield	7
3.3. MIFARE Classic 1K labela	8
3.4. NFC Ring.....	8
4.1 Sustav za omogućavanje pristupa.....	12
4.2 Moguća unaprjeđenja	12
5. ZAKLJUČAK	13
6. LITERATURA	13
7. POJMOVNIK	14

Ovaj seminarski rad je izrađen u okviru predmeta „Sustavi za praćenje i vođenje procesa“ na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija, Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu.

Sadržaj ovog rada može se slobodno koristiti, umnožavati i distribuirati djelomično ili u cijelosti, uz uvjet da je uvijek naveden izvor dokumenta i autor, te da se time ne ostvaruje materijalna korist, a rezultirajuće djelo daje na korištenje pod istim ili sličnim ovakvim uvjetima.

1. Uvod

Cilj ovog projekta je upoznavanje sa RFID/NFC tehnologijom i ostvarivanje komunikacije između kartica i čitača. RFID tehnologija nije nova i dugo se koristi, ponajprije u skladištima za praćenje robe. Posljednjih godina, zbog težnje da se sve što više automatizira, RFID tehnologija postaje sve popularnija i sve je češće možemo sresti u okolini gdje se najčešće koristi gdje god je potrebna identifikacija. NFC je proizašao iz RFID-a. Svi noviji mobiteli u sebi imaju ugrađene NFC čipove koji služe za čitanje i pisanje NFC labela. NFC labele su u pravilu pasivne i imaju, ovisno o tipu do 4kB memorije. Podacima zapisanim na NFC labelama je moguće bežično pristupiti i čitati ih. NFC otvara razne nove mogućnosti za pojednostavljenje svakodnevnih rutinskih radnji, poput otključavanja vrata.

2. RFID i NFC

RFID, *engl. Radio-frequency identification* je tehnologija koja koristi elektromagnetska polja na radio frekvencijama za razmjenu podataka između RFID labela ili čipova te raznih čitača. RFID sustavi se obično sastoje od kartica/labela na kojima su pohranjeni podaci, antene te kontrolera koji upravlja komunikacijom.

RFID labele se sastoje od najmanje dva dijela: integriranog kruga za pohranu informacija, moduliranje i demoduliranje RF signala, dobivanje DC izvora energije od čitača te drugih specijaliziranih funkcija; i antene za primanje i slanje signala.

Postoje dvije vrste RFID labela/čipova: aktivne i pasivne. Pasivne labele primaju energiju od obližnjeg RFID čitača. Manje su i jeftinije od aktivnih labela jer ne posjeduju vlastiti izvor energije.

Aktivne RFID labele posjeduju lokalni izvor energije te mogu biti očitane sa stotinjak metara udaljenosti.

Najčešće korišteni frekvencijski pojasevi su 120 – 150 kHz (LF) te 13,56 MHz (HF). Pojas niskih frekvencija se najčešće koristi pri identifikaciji životinja te praćenju proizvodnih procesa. Pojas visokih frekvencija se koristi kod „pametnih“ kartica. Kod takvih kartice je moguće mijenjati memorijski sadržaj. Ostali pojasevi su na višim frekvencijama.

RFID labele se zbog svojih dimenzija mogu ugraditi u odjeću, razne kartice, životinje, ljudski organizam, ali postoji opasnost od čitanja osobnih podataka bez pristanka. To je rezultiralo razvojem standarada koji se bave problemima privatnosti i sigurnosti RFID tehnologije. ISO/IEC 18000 i ISO/IEC 29167 opisuju načine kriptografije za autentifikaciju labela i čitača te onemogućavanje praćenja. ISO/IEC 20248 određuje strukturu digitalnog potpisa.

NFC, *engl. Near-field communication* je bežična tehnologija kratkog dometa. Praktični domet takve tehnologije ne prelazi 10 cm. Za razliku od RFID tehnologije kod koje razmjena informacija ide uvijek od labele do čitača, NFC uređaji mogu raditi u tri različita načina. U prvom načinu NFC uređaj emulira kreditnu karticu što omogućuje izvršavanje novčanih transakcija. U drugom načinu NFC uređaj čita ili upisuje podatke na NFC labelu. U trećem načinu dva NFC uređaja međusobno komuniciraju kako bi razmijenili podatke.

NFC tehnologija također koristi elektromagnetska polja, a radi na nereguliranoj frekvenciji od 13,56 MHz. Podaci se prenose brzinama od 106 do 424 kbit/s. Komunikacijski protokoli i formati za razmjenu podataka su zasnovani na postojećim RFID standardima uključujući ISO/IEC 14443 i FeliCa. ISO/IEC 14443 se sastoji od 4 dijela u kojima su definirane fizičke karakteristike, napajanje i sučelje signala, inicijalizacija i antikalizacija te transmisijski protokoli.

3. Komponente

U ovom poglavlju će biti navedene i opisane komponente koje su korištene u cilju testiranja RFID i NFC tehnologije

3.1. Arduino

Arduino Uno je računarska platforma bazirana na ATmega328P mikrokontroleru. Posjeduje 14 digitalnih ulazno-izlaznih pinova od kojih 6 može biti korišteno kao izlazi za PWM signal. Također posjeduje 6 analognih ulaznih pinova, 16 MHz kvarcni oscilator, USB priključak, priključak za napajanje, ICSP pinove i gumb za reset. Na Arduino je moguće spajanje velikog broja modula kao što su Ethernet, Xbee, WIFI, GPS, GSM/GPRS, Bluetooth itd. Kako se radi o open-source sustavu, Arduino ima vrlo razvijenu korisničku podršku te postoje mnoge programske biblioteke koje olakšavaju pisanje programa.

U ovome projektu je Arduino Uno korišten za prikupljanje podataka sa Adafruit PN532 NFC/RFID Controller Shielda te njihovo slanje računalu preko USB serijske veze kako bi se mogli dalje jednostavnije obrađivati.



Slika 1: Arduino Uno

3.2. Adafruit PN532 NFC/RFID Controller Shield

Adafruit NFC/RFID shield koristi PN532 kontroler koji je trenutno među najpopularnijim na tržištu te je ugrađen u gotove sve mobitele i uređaje koji podržavaju NFC. PN532 je visoko integrirani transmisijski modul za beskontaktnu komunikaciju pri 13,56 MHz koji posjeduje 80C51 mikrokontrolersku jezgru.

PN532 može pisati i čitati labele i kartice, uspostaviti komunikaciju sa telefonom te se ponašati poput NFC labele. Međutim trenutno razvijene programske biblioteke za Arduino podržavaju samo čitanje i pisanje labele.

Kako bi se ostvarila izmjena informacija između Shielda i host računala, implementirana su sljedeća sučelja:

- SPI
- I²C
- UART

U sklopu ovog projekta, komunikacija između Arduina Una i Shielda je ostvarena preko I²C veze.



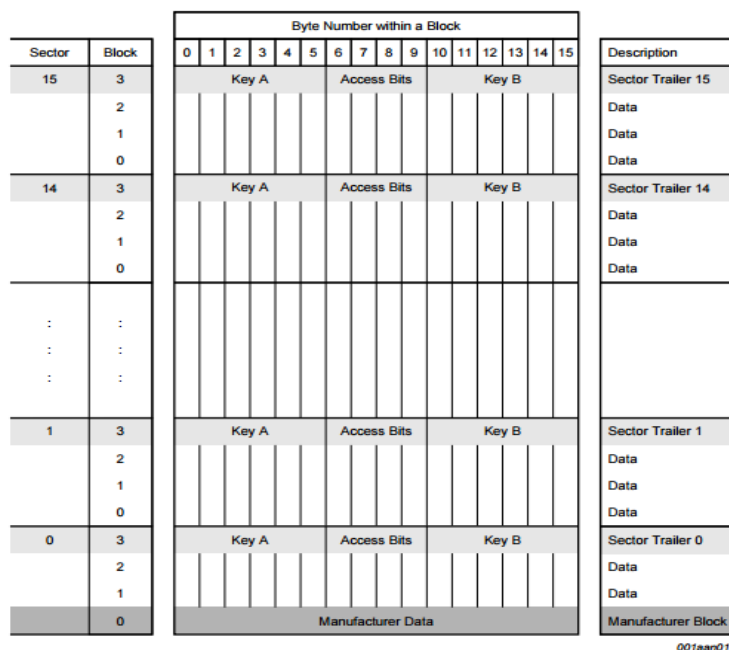
Slika 2: Adafruit PN532 NFC/RFID Controller Shield

3.3. MIFARE Classic 1K labele

MIFARE Classic labele su napravljene od firme NXP Semiconductors prema ISO/IEC 14443 Tip A standardu. Kartice posjeduju funkciju antikolizije što omogućuje istovremeno prisustvo više kartica u polju čitača bez interferencija. Proizvođač programira 7-bajtni UID ili 4-bajtni NUID identifikator za svaku labelu. Udaljenost s koje je moguće očitati ide do 10 cm ovisno o geometriji antene i konfiguraciji čitača. Podaci se mogu razmjenjivati brzinom 106 kbit/s.

Memorija je veličine 1 kB. Organizirana je u 16 sektora sa 4 bloka u svakome sektoru. Jedan blok ima 16 bajtova, a za svaki blok se mogu dati drugačije ovlasti pristupa. Zadnji blok u svakom sektoru sadrži dva tajna ključa te programabilne uvjete pristupa.

Komunikaciju inicira čitač, a kontrolira Digital Control Unit blok koji se nalazi u MIFARE labeli. Ako se u polju čitača nalazi više labela, u antikolizijskoj petlji se čita ID labele te se odabire jedna. Nakon odabira čitač šalje *select card* naredbu nakon čega labela uzvraća sa *Select Acknowledge* kodom koji određuje tip odabrane kartice. Zatim čitač određuje memorijsku lokaciju te uz pomoć ključa započinje autentifikaciju. Nakon autentifikacije svi zahtjevi i odgovori su kriptirani.



Slika 3: Organizacija memorije MIFARE Classic labele

3.4. NFC Ring

NFC Ring je uređaj koji omogućuje komunikaciju s NFC uređajima. Pomoću njega je moguće izvesti svakakve svakodnevne rutinske radnje poput otključavanja mobitela, otključavanja i zaključavanja vrata, dijeljenje informacija poput web stranica, facebook profila, kontakata ili za

pokretanje aplikacija sa unaprijed definiranim postavkama. U prsten su ugrađene dvije labele od kojih je jedna namijenjena za opće podatke, dok je druga labela predviđena za privatnije podatke.

NFC Ring u sebi sadrži NTAG 203 labele koje proizvodi firma NXP Semiconductors u skladu sa ISO/IEC 14443A standardom. NTAG 203 je dizajnirana primarno za aplikacije poput pametnog oglašavanja, Bluetooth povezivanja, zahtjeva za pozivom, slanja SMS-a, autentifikacije uređaja.

NTAG 203 sadrži RF sučelje koje je zaduženo za beskontaktni prijenos podataka te opskrbu energijom (nije potrebna baterija). Frekvencija rada iznosi 13,56 MHz, a podaci se mogu prenositi brzinom od 106 kbit/s. Također sadrži EEPROM memoriju ukupne veličine 168 bajtova podijeljenih u 42 stranice. Od toga je 144 bajtova ili 36 stranica namijenjeno za čitanje i pisanje. Stranice se mogu programirati tako da se dozvoli samo čitanje. Svaka NTAG 203 labela ima jedinstveni serijski broj veličine 7 bajta. Funkcija antikolizije omogućava rad i dok je više labela prisutno u polju čitača.



Slika 4: NFC Ring

4. Čitanje i pisanje podataka

Kodovi za čitanje i pisanje MIFARE Classic i NTAG 203 labela dani su u datoteci sa kodovima. Na slici 5 može se vidjeti izgled memorije MIFARE Classic labela prije upisa.

```
Waiting for an ISO14443A Card ...
Found an ISO14443A card
  UID Length: 4 bytes
  UID Value: 0x25 0x15 0x48 0x2A

Seems to be a Mifare Classic card (4 byte UID)
-----Sector 0-----
Block 0  25 15 48 2A 52 08 04 00 01 F3 3D 36 97 28 E8 1D  %.H*R....=6(
Block 1  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
Block 2  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
Block 3  00 00 00 00 00 00 00 FF 07 80 69 FF FF FF FF FF  .....i
-----Sector 1-----
Block 4  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
Block 5  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
Block 6  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
Block 7  00 00 00 00 00 00 00 FF 07 80 69 FF FF FF FF FF  .....i
```

Slika 5: Memorija MIFARE Classic labela prije upisa

Izgled memorije nakon upisa mail adrese u 1. sektor vidljiv je na slici 6.

```
Waiting for an ISO14443A Card ...
Found an ISO14443A card
  UID Length: 4 bytes
  UID Value: 0x25 0x15 0x48 0x2A

Seems to be a Mifare Classic card (4 byte UID)
-----Sector 0-----
Block 0  25 15 48 2A 52 08 04 00 01 F3 3D 36 97 28 E8 1D  %.H*R....=6(
Block 1  14 01 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1  ...i.i.i.i.i.i.i
Block 2  03 E1 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1 03 E1  .i.i.i.i.i.i.i.i
Block 3  00 00 00 00 00 00 78 77 88 C1 00 00 00 00 00 00  .....xw
-----Sector 1-----
Block 4  00 00 03 16 D1 01 12 55 06 6B 61 72 6C 6F 40 65  ....U.karlo@e
Block 5  78 61 6D 70 6C 65 2E 63 6F 6D FE 00 00 00 00 00  xample.com
Block 6  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  .....
Block 7  00 00 00 00 00 00 7F 07 88 40 00 00 00 00 00 00  .....i@
```

Slika 6: Memorija MIFARE Classic labela nakon upisa

Izgled memorije NTAG 203 labela nakon upisa vidljiv je na slici 7.

```
Send a character to scan another tag!  
Found an ISO14443A card  
  UID Length: 7 bytes  
  UID Value: 0x04 0x10 0xAB 0x32 0x93 0x36 0x80
```

```
Seems to be an NTAG2xx tag (7 byte UID)  
PAGE 00: 04 10 AB 37  ..  
PAGE 01: 32 93 36 80  26  
PAGE 02: 17 48 00 00  .H..  
PAGE 03: E1 10 12 00  ..  
PAGE 04: 01 03 A0 10  ..  
PAGE 05: 44 03 14 D2  D..  
PAGE 06: 11 00 6E 66  ..nf  
PAGE 07: 63 72 69 6E  crin  
PAGE 08: 67 75 6E 6C  gunl  
PAGE 09: 6F 63 6B 2F  ock/  
PAGE 10: 6B 65 79 FE  key  
PAGE 11: 2F FE 00 00  /..  
PAGE 12: 6B 61 72 6C  karl  
PAGE 13: 6F 40 65 78  o@ex  
PAGE 14: 61 6D 70 6C  ampl  
PAGE 15: 65 2E 63 6F  e.co  
PAGE 16: 6D FE 00 00  m..  
PAGE 17: 2B 31 20 32  +1 2  
PAGE 18: 31 32 20 35  12 5  
PAGE 19: 35 35 20 31  55 1  
PAGE 20: 32 31 32 FE  212
```

Slika 7:Memorija NTAG 203 labele nakon upisa

4.1 Sustav za omogućavanje pristupa

Kako bi se demonstrirala praktična upotreba RFID/NFC tehnologije razvijen je jednostavan sustav za omogućavanje pristupa. Pomoću Arduina i PN532 Shielda se očitava sadržaj labele. Zatim se preko preko serijske USB veze sadržaj šalje iz Arduina. Također je napravljena Python skripta koja čita podatke sa serijske veze te izvlači identifikacijski broj. Nakon toga provjerava u tekstualnoj datoteci da li se broj nalazi na popisu ovlaštenih identifikacijskih brojeva.

4.2 Moguća unaprjeđenja

Upoznavanjem i testiranjem tehnologije prstena utvrđeno je da je domet vrlo mali. Da bi se s prstenom ostvarila pouzdana veza potrebno ga je približiti čitaču na ne više od nekoliko milimetara (<5mm). Također, domet ovisi i o horizontalnoj poziciji prstena u odnosu na čitač. Općenito, domet ovisi o dimenzijama i obliku antena koje sudjeluju u komunikaciji, a to su antena na čitaču i antena na korištenoj NFC labeli. Korišteni Arduino shield se sastoji od čipa PN532 i antene koja je ostvarena tiskanim vezama. Postoji mogućnost da se RF analizom dođe do boljeg oblika antene koja bi se mogla ostvariti, te bila prilagođena ugradnji u razne predmete u okolini. Time bi se povećao domet, a samim time bi i broj mogućih upotreba prstena bio veći.

5. Zaključak

Cilj ovog projekta je bio pobliže upoznati RFID/NFC tehnologiju. U tu svrhu je nabavljen NFC shield i razne kompatibilne kartice. U tekstu je objašnjeno funkcioniranje tehnologije. Ispitane su mogućnosti čitanja i pisanja. Također nabavljen je NFC prsten čija svojstva su također ispitana. Ostvarena je komunikacija između Arduina i računala pomoću USB sučelja kako bi se olakšala obrada podataka.

Korist od ovih rješenja će ponajprije imati svi oni koji žele razviti neki sustav koji se bazira na NFC tehnologiji. Ovaj tekst ne donosi ništa novo onima koji su već dobro upoznati sa NFC-om.

Slijedeći korak bi mogao biti detaljno upoznavanje s organizacijom i programiranjem NFC memorije kako bi se što efikasnije mogli izgraditi sustavi bazirani na tome.

6. Literatura

- [1] RFID
https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification
- [2] NFC
https://en.wikipedia.org/wiki/Near_field_communication
- [3] Arduino Uno
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [4] Adafruit PN532 Controller Shield
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/pn532ds.pdf>
- [5] MIFARE Classic 1k
http://cache.nxp.com/documents/data_sheet/MF1S50YYX_V1.pdf
- [6] NTAG 203
https://gototags.com/wp-content/uploads/NTAG_203.pdf

7. Pojmovnik

Pojam	Kratko objašnjenje	Više informacija potražite na
Arduino Uno	Mikrokontroler	https://www.arduino.cc/
RFID	Tehnologija za bežičnu komunikaciju	https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification
NFC	Tehnologija za bežičnu komunikaciju	https://en.wikipedia.org/wiki/Near_field_communication