

FAMNIT

Funkcijaska specifikacija: Digitalni theremin

Sistemska programiranje – projektna naloga

Tadej Magajna, RIN3-FAMNIT

12.6.2014

1. Opredelitev problema

Theremin je monofonično glasbilo, ki ga je razvil ruski fizik Leon Theremin leta 1920. Glasbilo je analogna elektronska naprava zmožna ustvarjanja enokanalnega zvoka v celotnem frekvenčnem razponu slušnega področja.

Glavni komponenti naprave sta dva radio oddajnika in sprejemnika. Oddajnika oddajata radio signal, ki se z določenim časovnim odmikom nazaj odbije v sprejemnik. Čas odboja je linearno sorazmeren z razdaljo najbližje ovire. V primeru igranja theremina je najbližja ovira roka, s katero igramo na inštrument.

Meritev razdalije prve ovire določa frekvenco enokanalnega zvoka, meritev druge pa jakost. Sinusni (tipično piskajoč) signal zvoka se posreduje ojaevalcu, ki pošilja zvok v vgrajen zvočnik. Inštrument se tako igra z ustvarjanjem melodije s približevanjem in oddaljevanjem rok antenam naprave.

Ideja projekta je ustvariti napravo na enakem principu, ki bi pa uporabljala digitalne merilnike razdalije in bi informacijo o razdalji rok posredovala v osebni računalnik. Ta sprejeto informacijo dekodira in glede na nastavitve zaigra želeni zvok. Zmožnost obdelave zvoka s pomočjo računalnika razširja spekter možnosti ustvarjanja zvoka, saj poleg osnovnega pisajočega zvoka omogoča neomejen nabor inštrumentov.

2. Informacijska analiza

Digitalni theremin je samostojna naprava, ki se priključi v USB vodilo osebnega oziroma prenosnega računalnika. Za uspešno delovanje naprave je potreben osebni računalnik z delujočim operacijskim sistemom Linux (Linux 2.6.0 dalje) in delujoč zvočni sistem priključen v zvočno kartico računalnika.

2.1 Sestava in osnovne komponente

Glavne komponente naprave so:

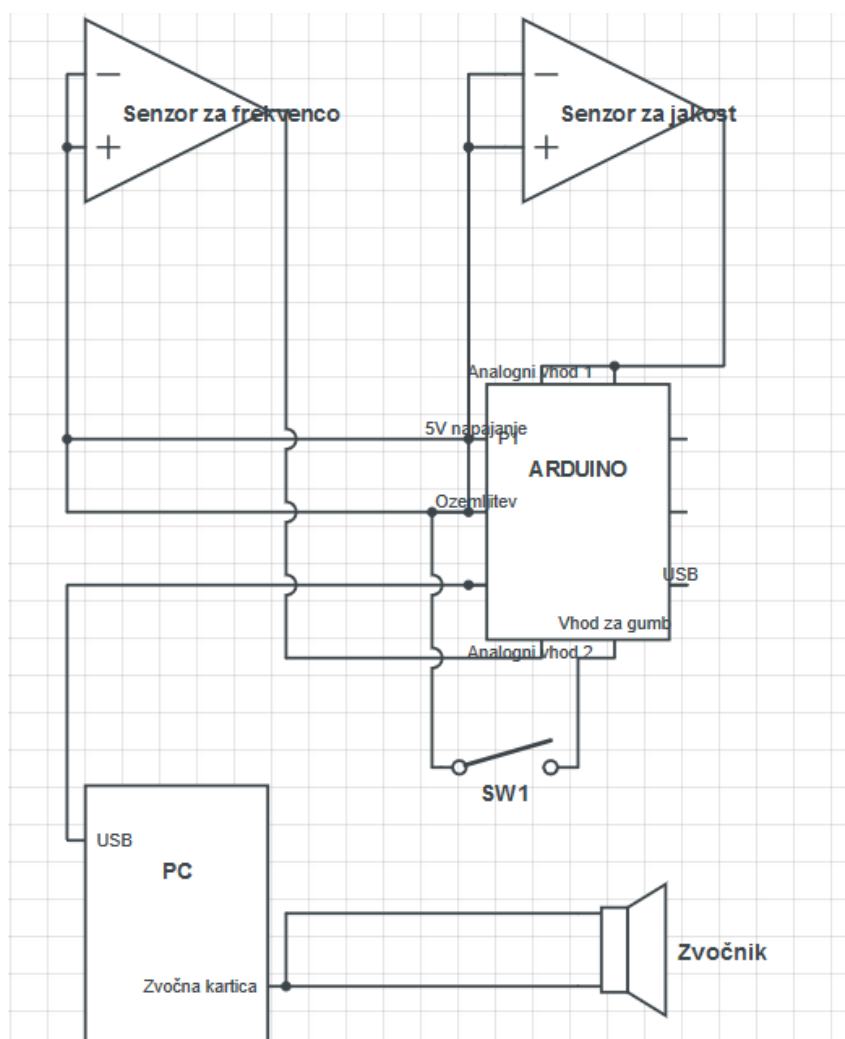
- Analogni optični merilci razdalije
- Arduino vezje (za pretvorbo analognega signala z digitalni signal)
- Programska oprema za procesiranje zvoka
- Gumb za menjavo inštrumenta
- Ohišje

Naprava deluje tako, da s premikanjem rok z merilniki razdalije ustvarjamo napetost želenega tona. Ta potuje do dveh analognih vhodov mikrokontrolerja Arduino. Ta je sprogramiran tako, da analogne

vrednosti pretvori z digitalno vrednost razpona od 0 do 18 in s frekvenco 10Hz pošilja podatke obeh senzorjev v računalnik preko serialnih vrat. Naprava ob enem pošilja informacijo o tem, ali je pritisnjen gumb za menjavo inštrumenta. Programska oprema na osebnem računalniku bere serialna vrata in MIDI sekvenčniku pošilja ukaz za igranje določenega tona z določeno jakostjo z določenim inštrumentom. Sekvenčnik spušča zvok skozi zvočno kartico, ki ga nazadnje igrajo zvočniki.

Analogni optični merilci so naprave za merjenje razdalije. Imajo tri priključke: za tok, ozemljitev in signal. Glede na oddaljenost roke skozi signalni izhod oddajo signal napetosti od 0-5v. Delujejo na podlagi meritve kota odboja infrardeče svetlobe, ki jo oddaja naprava.

Arduino UNO je 8 mikrokrmilnik na svoji matični plošči. V napravi se uporablja za pretvorbo analognega signala v digitalno vrednost., hkrati pa omogoča serialno komunikacijo z osebним računalnikom



Slika 1: Nestrukturirana shema naprave

2.2 Programska oprema za procesiranje zvoka

Programska oprema je napisana v programskem jeziku C. Njena osnovna naloga je dekodiranje signala, ki ga pošlje Arduino preko serialnih vrat, kot razdalija leve roke, razdalija desne roke in stanje pritiska gumba.

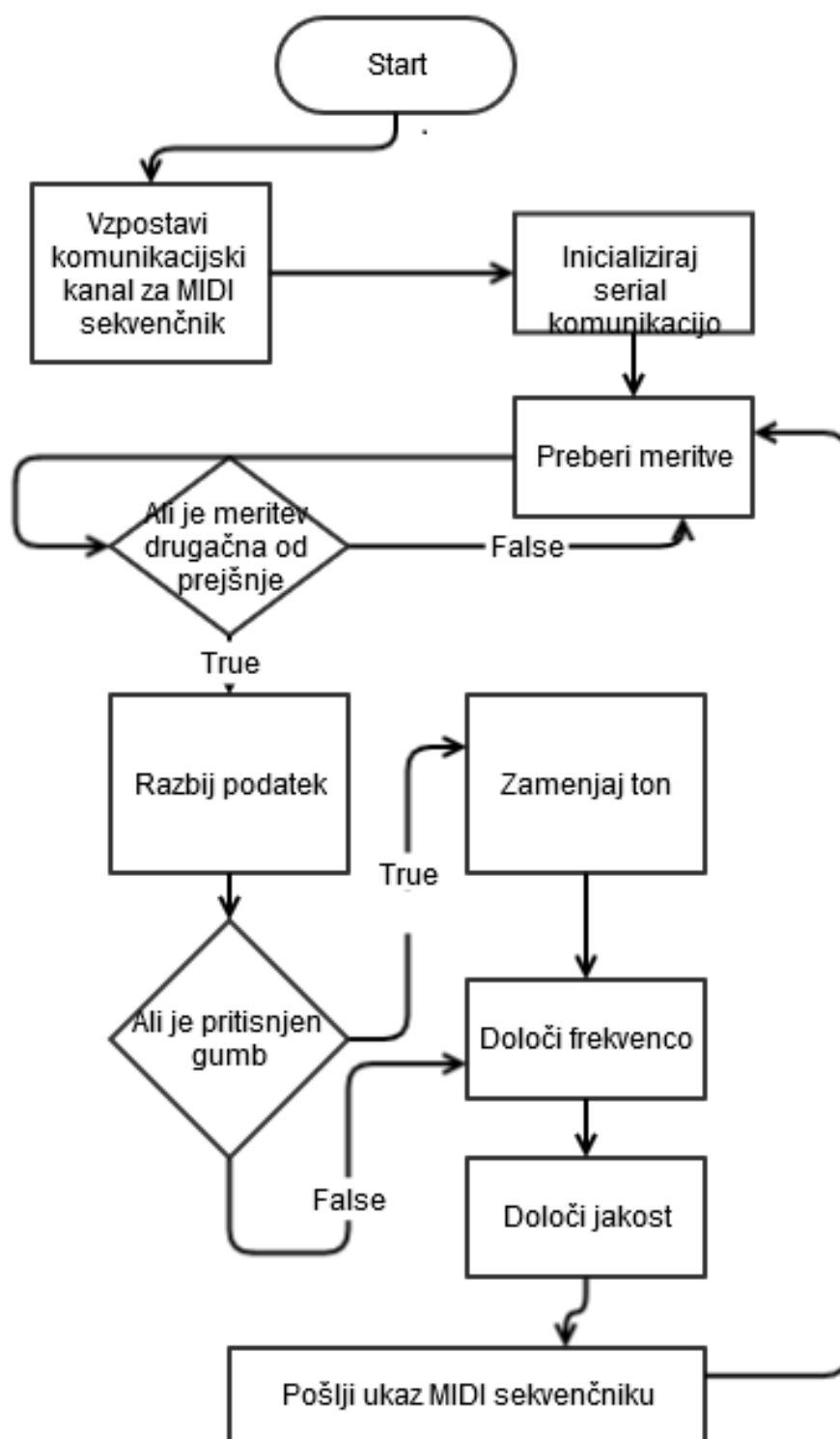
Zahtevane knjižnice za delovanje programa:

- `stdio.h`
- `string.h`
- `alsa/asoundlib.h`
- `sys/stat.h`
- `fcntl.h`
- `termios.h`
- `errno.h`
- `stdlib.h`

Ob zagonu se program poveže v MIDI sekvenčnikom in odpre komunikacijski kanal za posredovanje ukazov za igranje zvoka. Nastavi se primaren inštrument z zaporedno številko 1 (klavir).

Inicializira se povezava za branje s serialnih vrat in program se poda v neskončno zanko, v kateri bere dobljene podatke. V primeru, da je podatek drugačen od prejšnjega podatka, se meritvam določi ustrezna jakost in frekvenca. Frekvenco tona se določi na podlagi vnaprej določenih intervalov glede na vrednost pridobljeno iz merilnika razdalije. Če meritev spada v katerega od definiranih intervalov razdalije, se meritvi priredi ustrezen ton. Jakost tona se določi z linearno skalo na interval od 0% do 100% glede na prejeto informacijo o oddaljenosti druge roke. V primeru, da smo dobili informacijo o pritisnjenem gumbu, se v programu nastavi naslednji inštrument. Informacija o tipu inštrumenta, jakosti zvoka in frekvenci se nato posreduje MIDI sekvenčniku, ki zaigra željen zvok.

Za prekinitve igranja zvoka mora MIDI sekvenčnik prejeti signal za prekinitve (ton z jakostjo nič), saj bi v nasprotnem primeru igral zadnji ton v neskončnost.



Slika 2: Blok diagram programske opreme

3. Reference

1. Arduino Uno Rev3: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>
2. Opis naprave theremin: <http://en.wikipedia.org/wiki/Theremin>
3. Optični senzorji za razdalijo: <http://www.pololu.com/product/136>
4. Linux midi sekvenčnik: <http://www.tldp.org/HOWTO/MIDI-HOWTO-8.html>