

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na svojoj sednici Komisija za studije II stepena odredila je nas za članove Komisije za pregled i ocenu master rada kandidata Lazara Mladenovića, dipl. inž., pod naslovom „Pregled metoda za kvantizaciju govornog signala“. Komisija je pregledala priloženi rad i dostavlja Nastavno-naučnom veću sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci

Lazar Mladenović je rođen 1986-te godine u Pirotu. Osnovnu školu „Sveti Sava“ u Pirotu završio je školske 2000/01. Gimnaziju u Pirotu završio je školske 2004/05. Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu upisao je školske 2005/06. Diplomirao je u septembru 2011. godine sa prosečnom ocenom 8.30 i ocenom 10 na diplomskom radu sa temom „Pregled metoda za određivanje pragova na digitalnim slikama“, pod rukovodstvom prof. dr Željka Djurovića.

Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu je upisao u oktobru 2011. godine na odseku za Signale i Sisteme. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.60. Od januara 2012. do maja 2014. godine je bio zaposlen u kompaniji *Comtrade* na poziciji *Software Developer*. Od maja 2014. godine je zaposlen u kompaniji *PSTech* na poziciji *Software Engineer (Developer)*.

2. Organizacija rada

Master je podeljen u pet celina kroz koje su prikazane metode kvantizacije govornog signala, kao i originalni algoritmi koji su testirani i rezultati testiranja su detaljno objašnjeni. Takođe, u prilogu rada se nalazi izvorni *Matlab* kod implementiranih algoritama, kao i tabelarni prikaz rezultata svih izvršenih simulacija.

U prvom poglavlju data je uopštena definicija kvantizacije signala, sa osvrtom na oblasti primene kvantizacije signala uopšte i naznačen je značaj kvantizacije signala u svim digitalnim sistemima.

U drugom poglavlju kvantizacija je opisana iz ugla govornih signala. Najpre je dat statistički opis govornog signala, kao i njegove frekvencijske karakteristike i učestanosti odabiranja. Takođe, opisani su osnovni principi kvantizacije i kodiranja signala, prikazani su uopšteni blok dijagrami i date definicije pojmova koji se koriste u kvalitativnoj analizi: informacioni kapacitet I (engl. *Information Capacity*), odnos signal-šum SNR (engl. *Signal-to-Noise Ratio*) i srednje kvadratna greška MSE (engl. *Mean Square Error*). Nakon toga dat je detaljan teorijski opis algoritama kvantizacije govornog signala kao što su: uniformni, mi-kompanding, optimalni, adaptivni, diferencijalni i delta oblik kvantizacije. Za svaki od prethodno navedenih tipova kvantizacije dat je iscrpan opis matematičkog aparata, uopšteni blok dijagram i navedene su prednosti i mane i očekivano ponašanje u zavisnosti od tipa signala na kome se primenjuje algoritam. Takođe, za svaki tip kvantizatora navedeni su podtipovi i varijacije u zavisnosti od načina realizacije samog algoritma.

Treći deo rada je pokrio specifičnosti računarske implementacije svakog od navedenih algoritama sa odgovarajućim blok dijagramima. Prethodno opisani algoritmi su implementirani korišćenjem softverskog alata *Matlab*. Svaki algoritam je implementiran kao posebna *Matlab* funkcija. Uopšteni tok izvršavanja unutar svake funkcije je sledeći:

- procena maksimalne vrednosti ulaznog signala
- određivanje parametara kvantizacije (vrednost koraka kvantizacije i kvantizacionih nivoa) u zavisnosti od implementiranog algoritma
- formiranje binarne reprezentacije ulazne sekvence govornog signala – enkodiranje (engl. *Encoding*)
- rekonstrukcija originalne sekvence govornog signala iz binarne reprezentacije – dekodiranje (engl. *Decoding*)
- izračunavanje SNR i MSE
- grafički prikaz originalne i rekonstruisane sekvence govornog signala

Svaka funkcija kao povratnu vrednost ima SNR, MSE i rekonstruisanu sekvencu originalnog govornog signala (x_q). Takođe, implementacija funkcija je potkrepljena i detaljnim dijagramom toka izvršavanja kao i grafičkim prikazom rezultata.

Četvrto, poslednje poglavlje sumira dobijene rezultate u formi zaključka i diskusije. Analizirani su rezultati istraživanja i predstavljeni u vidu kvalitativne analize prethodno opisanih tipova kvantizatora na osnovu simulacija. Simulacije su izvršene nad govornim sekvencama dobijenim snimanjem petoro ispitanika koji su izgovarali isti tekst u trajanju od šezdeset sekundi. Snimanje je izvršeno korišćenjem dva različita mikrofona kako bi se uticaj ovih tehničkih sistema na dobijene rezultate minimizovao. Radi simulacije analognog govornog signala govorne sekvence su snimane u *flac* formatu koji je po specifikaciji bez gubitaka. Prilikom snimanja je korišćena učestanost odabiranja od 44kHz čime je zadovoljen *Nyquist*-ov kriterijum, s obzirom da je prag čujnosti čoveka jednak 19kHz. Simulacije su izvršene za 6, 8, 10 i 12 bitova, i za sledeće vrednosti parametra $x_{max}Koeff$: 4, 8, 16, 32, 200, 500 i 1000. Kao glavni kriterijumi kvalitativne analize korišćeni su SNR i MSE. Takođe, robusnost kvantizatora je predstavljena kroz dijagram zavisnosti SNR-a od količnika $x_{max}/StdX$, gde x_{max} predstavlja procenjenju maksimalnu amplitudu, a $StdX$ standardnu devijaciju ulazne sekvence govornog signala. Data je mogućnost odabira adekvatnog tipa kvantizacije u zavisnosti od složenosti algoritma i karakteristika nekog sistema koji se projektuje ili razvija.

3. Ocena rada i zaključak

Na osnovu svega izloženog imajući u vidu sadržaj i kvalitet priloženog rada, metode koje su iskorišćene za iscrpnu analizu različitih tehnika kvantizacije govornog signala, rezultate i zaključke do kojih je kandidat samostalno u radu došao, Komisija predlaže Naučno-nastavnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad kandidata Lazara Mladenovića pod naslovom „Pregled metoda za kvantizaciju govornog signala“ prihvati kao master rad i kandidatu omogući usmenu odbranu.

Beograd, 23.09.2014. godine

Članovi Komisije:


Prof. dr Željko Đurović


Doc. dr Veljko Papić