

UNIVERZITET U BEOGRADU

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 770. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, održanoj 21.01.2014. određeni smo u Komisiju za pregled i ocenu magistarske teze pod naslovom „Primena splajnova u obradi signala“, kandidata Ljubomira Mladenovića, diplomiranog inženjera. Nakon pregleda priloženog materijala, Nastavno-naučnom veću podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci

Ljubomir Mladenović, dipl. inž., je rođen u Boru, 1960. godine. Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, odsek Energetski, je završio 1991. godine. Na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je magistarske studije na smeru Električna kola i sistemi, godine 2003. Na magistarskim studijama je položio sve predmete predviđene nastavnim planom i programom sa srednjom ocenom 9.83.

Nakon diplomiranja, zaposlio se 1991. godine u JP Elektrotimok u Zaječaru (sada u istoimenom ogranku PD Jugoistok, Niš), gde je i dalje zaposlen.

Kandidat je objavio je dva rada na konferencijama domaćeg značaja:

1. **Ljubomir Mladenović**, Dragan Predić, “Modelovanje krive magnećenja strujnih reduktora“, *Zbornik 8. savetovanja CIRED Srbija*, rad pod oznakom R.4.22, Vrnjačka Banja, 23-28 sept. 2012.
2. Dragan Predić, **Ljubomir Mladenović**, “Ferorezonansa u 10kV distributivnoj mreži“, *Zbornik 31. Savetovanja CIGRE Srbija*, rad pod oznakom B504, Zlatibor, 26-30 maj 2013.

2. Predmet magistarskog rada

U magistarskom radu „Primena splajnova u obradi signala“ se razmatra jedan vid problema aproksimacije koji se rešava posebnom klasom polinomskih funkcija poznatim kao splajnovi. Ove funkcije omogućavaju dobijanje glatkih krivih (za jednodimenzione signale) odnosno glatkih površina (dvodimenzioni signali) iz diskretnih signala. Splajnovi nalaze primenu u kompjuterskoj grafici, opisivanju složenih oblika i obradi signala, ali i u upravljanju procesima.

U ovom radu se opisuje primena splajnova u obradi signala i u simulaciji filtara. Težište rada je u primeni splajnova u obradi slike. Opisana je primena splajnova u povećanju slike (od slike manjih dimenzija generiše se uvećana slika) i u kompresiji slike, pri čemu je kandidat razvio svoje računarske programe u programskom paketu Matlab i na nekoliko primera ilustrovao mogućnosti primene splajnova.

3. Osnovni podaci o magistarskom radu

Magistarski rad Ljubomira Mladenovića pod nazivom „Primena splajnova u obradi signala“ sadrži 102 strane, kvalitetno je tehnički obrađen i sadrži 11 slika i 3 tabela. Rad je organizovan kroz šest poglavlja, od kojih su prvo i poslednje Uvod i Zaključak i nisu posebno numerisani, dok je osnovni tekst izložen kroz četiri poglavlja. Rad sadrži i četiri priloga u kojima su priloženi programski kodovi, razvijeni u jeziku Matlab, koji su korišćeni u obradi slike, kao i dokazi nekih matematičkih relacija koje su korišćene u obradi signala pomoću splajnova. Spisak korišćene literature sadrži 18 referenci.

4. Sadržaj i analiza rada

Tekst magistarskog rada Ljubomira Mladenovića je podeljen u šest poglavlja

- Uvod daje kratak opis problematike koja je obrađena u radu.
- Prvo poglavlje se bavi osnovama teorije splajn funkcija. Splajn funkcije su bazirane na polinomima i u ovom poglavlju kandidat navodi veći broj teorema oslanjajući se pretežno na knjigu Larry L. Schumaker-a, *Spline Functions: Basic Theory*, 3rd Ed., Cambridge University Press, 2007.
- U drugom poglavlju se opisuju neke primene diskretnih polinomijalnih splajnova konkretno B-splajnova (*Basic-spline*). Pogodnim izborom koeficijenata i proširenjem B-splajnova moguće je ostvariti uvećanje (zumiranje) originalnog signala uz minimalnu degradaciju. Opisan postupak je realizovan u Matlab okruženju i ilustrovan na obradi slike. Na konkretnom primeru je originalna slika dimenzije 48x48 piksela uvećana 30 puta i pokazano je da je uvećana slika zadržala visok kvalitet. U istom poglavlju je ilustrovana još jedna mogućnost primene splajnova u obradi slike, konkretno, u kompresiji (redukciji) slike na bazi najmanje kvadratne greške ($LSE = \text{Least Square Error}$). Koristeći koncept primene kubnog splajna na piramidalnu prezentaciju slika, što je izloženo u radu M. Unsera sa saradnicima (Michael Unser, Akram Aldroubi, Murray Eden, „B-Spline Signal Processing Part II- Efficient Design and Applications“, *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 41, no. 2, pp. 834-848, Feb. 1993), kandidat je razvio program u Matlab okruženju i pokazao da se nakon pododmeravanja (redukcije) zadržava vizuelno nepromenjena oštrina redukovane slike.
- U trećem poglavlju je opisana primena splajnova u generalisanom odmeravanju signala, što je prvi put objavljeno u radu M. Unser-a i A. Aldroubi-a (Michael Unser, Akram Aldroubi, „A general sampling theory for nonideal acquisition devices“, *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 42, no. 11, pp. 2915-2925, November 1994). Pogodnim izborom digitalnog filtra pri odmeravanju i rekonstrukciji signal na izlazu generalisanog konvertora zadržava isti oblik kao ulazni signal: otuda naziv „konzistentna obrada“. U ovom poglavlju posmatraju se parametri koji određuju i opisuju međusobne veze ulaznog i izlaznog stepena generalisanog

konvertora i opisuje se metodologija koja obezbeđuje da generalisani konvertor ostvari konzistentnu obradu.

- Četvrto poglavlje opisuje eksponencijalne splajnove (E-splajnovi) i njihovu primenu u hibridnom (analogno-digitalnom) procesiranju signala, a što je nastavak istraživanja M. Unser-a započetih 1994. godine. Praktična prednost primene ovih splajnova je u jednostavnijoj matematičkoj analizi obrade hibridnih signala, i u mogućnosti digitalne simulacije analognih signala, što se može primeniti kako u obradi signala, tako i u upravljanju procesima. Jedna od prednosti ovakvog sistema, opisanog u radu M. Unser-a („Exponential splines, Part II: Think analog, act digital“, *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 53, no. 4, pp. 1439-1449, April 2005), je da nema potrebe za analognim predfiltrom na ulazu, koji bi ograničio propusni opseg radi ispunjenja uslova Šenonove teoreme odabiranja, što je pogodno za analizu realnih signala nepoznatog frekvencijskog sadržaja
- U Zaključku se, ukratko, sumiraju najznačajniji rezultati koji su izloženi u prethodnim poglavljima.

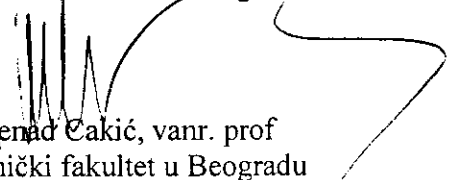
5. Zaključak i predlog

Uzimajući u obzir da je kandidat Ljubomir Mladenović ispunio sve uslove predviđene nastavnim planom magistarskih studija, kao i da je izradio magistarski rad na odgovarajućem stručnom i naučnom nivou, predlažemo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta da usvoji izveštaj Komisije za pregled magistarskog rada pod nazivom „Primena splajnova u obradi signala“ i da kandidatu odobri usmenu odbranu.

Beograd, 10.03.2014.



Dr Irini Reljić, red. prof.
Elektrotehnički fakultet u Beogradu



Dr Nenad Cakić, vanr. prof.
Elektrotehnički fakultet u Beogradu



Dr Dragan Kandić, red. prof.
Mašinski fakultet u Beogradu



Dr Dragana Šumarac-Pavlović, vanr. prof.
Elektrotehnički fakultet u Beogradu