

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu imenovalo nas je za članove Komisije za pregled i ocenu master rada kandidata **Miloša Milojevića** pod naslovom „**Izbor kriterijumske funkcije *Matlab Neural Network Toolbox*-a za potrebe predikcije raspoloživosti telekomunikacione mreže**“. Nakon pregleda rada podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci

Miloš Milojević rođen je 16. aprila 1988. godine u Novom Pazaru. Osnovnu školu i opšti smer gimnazije završio je u Leposaviću. 2006. godine upisao je Elektrotehnički fakultet u Beogradu. Diplomirao je novembra 2010. godine na Smeru za sistemsko inženjerstvo Odseka za telekomunikacije i informacione tehnologije, odbranom diplomskog rada „Nadgledanje mreže korišćenjem *OPENNMS* softvera“. Tokom osnovnih studija postigao je prosečnu ocenu 8,47. Diplomске akademske – master studije na Elektrotehničkom fakultetu, na Smeru za sistemsko inženjerstvo i radio komunikacije, upisao je 2010. godine.

2. Predmet master rada

Kriterijum performanse (funkcija cilja) je u širem smislu svaki kriterijum koji služi kao osnovna mera prilikom donošenja odluka. U smislu obučavanja veštačkih neuronskih mreža, može se reći da kriterijum performanse predstavlja osnovni kriterijum koji se koristi u cilju određivanja uspešnosti preslikavanja skupa ulaznih veličina u skup izlaznih veličina.

U razmatranom problemu skup ulaznih veličina je broj čvorova u mreži, raspoloživost linka i broj linkova, a skup izlaznih veličina ukupna raspoloživost mreže. Ulazni i izlazni skup dobijeni su eksperimentalnim putem. U neuronskoj mreži se sprovodi treniranje sa nadgledanjem gde je problem tipa aproksimacije funkcije sa tri ulazne promenljive i jednom izlaznom.

Prilikom treniranja neuronske mreže u svakoj iteraciji nakon promene težinskih koeficijenata računaju se greške koje se dobijaju kao razlika izlaza koji generiše neuronska mreža i vrednosti dobijenih eksperimentalnim putem (skup izlaznih veličina). Greške su raspoređene oko nule i kroz svaku uspešnu iteraciju neuronske mreže te greške su sve manje i manje. Izlaz kriterijumske funkcije koji je skalar računa se na osnovu ovih grešaka i mora biti sve niži i niži kako bi se treniranje odvijalo u pravom smeru. U suprotnom dolazi do prekida treniranja i neuronska mreža ostaje u poslednjem najboljem stanju.

Za date eksperimentalne podatke mreža je trenirana za šest karakterističnih kriterijumskih funkcija kako bi se odredila optimalna za datu vrstu preslikavanja. Dodatno metod treniranja mora da obezbedi da 90 procenta rezultata simulacije bude ispod eksperimentalne raspoloživosti mreže, tako da su primenjena dva različita metoda i razmotrene prednosti i nedostaci oba. U cilju nalaženja optimalne kriterijumske funkcije kreirane su *Matlab* skripte koje omogućavaju treniranje za različite parametre mreže, kao i skripte koje računaju statistiku nad dobijenim rezultatima.

3. Osnovni podaci o master radu

Master rad kandidata Miloša Milojevića „**Izbor kriterijumske funkcije *Matlab Neural Network Toolbox*-a za potrebe predikcije raspoloživosti telekomunikacione mreže**“, obuhvata 69 strana štampanog teksta sa 29 slike, 14 tabela i 5 citiranih bibliografskih referenci. Rad je organizovan tako da sadrži uvod, šest poglavlja, zaključak, spisak literature i prilog u vidu *matlab* koda kao i *prilog.zip* datoteku u koju su smeštene veće tabele, kao i skripte korišćene u izradi master rada.

4. Sadržaj i analiza rada

U uvodnom poglavlju dat je opšti opis neuralne mreže, zatim opis kriterijumske funkcije, kao i pregled ostalih poglavlja u radu.

U drugom poglavlju predstavljen je model neurona, proces treniranja i metode formiranja neuronske mreže.

U trećem poglavlju objašnjen je princip rada neuronske mreže za strukturu sa jednim ulaznim i jednim izlaznim slojem. Matematičkim relacijama pokazana je zavisnost promene težinskih koeficijenata ΔW_k u jednoj epohi treniranja od grešaka koje mreža generiše na izlazu. Razmotren je metod konvergencije sume kvadrata grešaka (SSE) prema najmanjoj mogućoj vrednosti putem korišćenja koeficijenta učenja μ .

U četvrtom poglavlju opisane su ključne skripte koje se koriste za veliki broj treniranja neuronske mreže za različite parametre, kao i za analizu statistike za svako od treniranja. Dat je opis metoda potiskivanja rezultata simulacije ispod ciljanih (eksperimentalnih) vrednosti, kao i opis šest kriterijumskih funkcija nad kojima se vrši analiza.

U petom poglavlju izvršena je analiza kriterijumskih funkcija pri upotrebi metode šiftovanja vrednosti simulacije za konstantu koja je odabrana na osnovu rezultata velikog broja treniranja.

U šestom poglavlju izvršena je analiza kriterijumskih funkcija gde se rezultati simulacije potiskuju ispod eksperimentalnih u toku samog treniranja množenjem grešaka (razlike simulirane vrednosti i eksperimentalne) odgovarajućim koeficijentom.

Sedmo poglavlje razmatra zavisnost kvaliteta iztrenirane neuronske mreže od broja neurona u mreži, tj. broja težinskih koeficijenata.

U osmom poglavlju dat je zaključak master rada, sumirane su prednosti i mane oba metoda potiskivanja simulacije. Istaknut je doprinos master teze i predstavljene su smernice za dalji rad.

U devetom poglavlju data je literatura korišćena pri izradi master rada,

5. Zaključak i predlog

Master rad Miloša Milojevića utvrdio je koja je najbolja kriterijumska funkcija za potrebe predikcije raspoloživosti telekomunikacione mreže. Najvažniji doprinosi master rada su sledeći:

- Utvrđivanje kriterijumske funkcije koja daje najnižu prosečnu standardnu devijaciju.
- Zbog zahteva da 90 procenta rezultata simulacije bude ispod eksperimentalnih vrednosti razmatrana su dva metoda potiskivanja rezultata simulacije, gde je kao bolji odabran metod šiftovanja vrednosti simulacije.
- Kreiranje *Matlab* skripti za treniranje neuralne mreže za različite parametre gde se istovremeno obračunava statistika pojedinačnog treniranja kao i grupe treniranja.
- Izvršena analiza promene broja neurona u neuronskoj mreži radi poboljšanja tačnosti rezultata simulacije.

Na osnovu izloženog, članovi Komisije predlažu Komisiji II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad Miloša Milojevića, pod naslovom „Izbor kriterijumske funkcije *Matlab Neural Network Toolbox*-a za potrebe predikcije raspoloživosti telekomunikacione mreže“ prihvati kao master tezu i da kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 16.09. 2013.

Članovi komisije:

prof. dr Aleksandar Nešković



prof. dr Nataša Nešković

