

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 02.06.2015. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Vladimira Petrovića pod naslovom „Izdvajanje neuronskih signala iz podataka dobijenih snimanjem kalcijumske fluorescencije“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

Vladimir Petrović je rođen u Užicu 21.11.1991. godine. Osnovnu školu i gimnaziju završio je u Požegi. Na Elektrotehnički fakultet u Beogradu se upisao 2010. godine, a diplomirao je na odseku za elektroniku sa prosečnom ocenom 10 i dobitnik je nagrade „student generacije“. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je 2010. godine na odseku za elektroniku. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 10.

2. Opis master rada

Master rad kandidata sadrži 55 strana. Rad sadrži 6 poglavlja, spisak literature sa 24 reference i dodatak.

Prvo poglavlje predstavlja uvod. Opisan je postupak nastanka kalcijumske fluorescencije, kao i uređaji za njeno snimanje. Dat je pregled postojećih algoritama za automatsko izdvajanje signala iz podataka dobijenih snimanjem fluorescencije i predstavljen predmet rada: da se razvije algoritam značajno manje računске složenosti i memorijskih zahteva od postojećih algoritama kako bi se mogao implementirati na *FPGA* čipu.

U drugom poglavlju dat je detaljan opis algoritma za nalaženje maksimalno stabilnih ekstremalnih regiona (*Maximally Stable Extremal Regions – MSER*) koji je odabran za osnovu algoritma kojim se efikasno detektuju pozicije neurona na slici, a na osnovu kojih se signali izdvajaju snimanjem intenziteta sa tih pozicija. Najpre je data definicija *MSER* regiona, a zatim opisan metod za njihovo nalaženje baziran na *union-find* algoritmu.

Treće poglavlje sadrži detalje implementacije *MSER* algoritma koja je korišćena u radu, a koja je pogodna za *FPGA* implementaciju. Data je analiza računске složenosti i upotrebljenih memorijskih resursa, koja je pokazala da algoritam nije moguće implementirati na postojećim *FPGA* platformama za slike veće od 0,1 megapiksela.

U četvrtom poglavlju je dat predlog hardverske realizacije algoritma za detekciju pozicija neurona na slici koji u osnovi koristi *MSER* algoritam iz trećeg poglavlja, ali primenjen na delove slike. Deljenjem slike i paralelnom primenom *MSER* algoritma na svaki od blokova ostvarena je ušteda u memorijskim resursima preko 17 puta. Brzina izvršavanja je povećana preko 15 puta, što je dovoljno za detekciju neurona na slikama veličine preko 1 megapiksela i to u realnom vremenu. Radi testiranja funkcionalnosti algoritma, detekcija *MSER* regiona je implementirana u programskom jeziku *C*, a drugi deo algoritma koji koristi podatke dobijene *MSER* detekcijom iz svakog od blokova implementiran je u programskom paketu *MATLAB*.

U petom poglavlju dati su rezultati i diskusija. Prikazani su rezultati detekcije i izdvajanja signala sa detektovanih pozicija za 3 različita snimka kalcijumske fluorescencije. Rezultati pokazuju da je razvijeni algoritam kompetitivan sa postojećim algoritmima sa stanovišta broja ispravnih detekcija. Na kraju su opisani problemi koji nastaju zbog pomeranja određenih frejmova na slici, usled zasićenja kamere i drugih efekata koji dovode do pogrešnih detekcija.

Šesto poglavlje je zaključak u kome su dati predlozi za dalji rad, kao i za rešenje problema opisanih u rezultatima.

Na kraju rada je dodatak u kome je opisan sistem za snimanje kalcijumske fluorescencije na *SD* karticu, baziran na *NXP*-ovom mikrokontroleru iz *LPC43xx* serije.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad dipl. inž. Vladimira Petrovića se bavi razvojem algoritma za automatsko izdvajanje neuronskih signala iz podataka dobijenih snimanjem kalcijumske fluorescencije. Cilj rada je razvoj brzog algoritma koji zahteva malo memorijskih resursa i koji bi bio pogodan za *FPGA* ili *ASIC* implementaciju i pri tome radi u realnom vremenu. Razvijeni algoritam je baziran na detekciji maksimalno stabilnih ekstremalnih regiona na slici. Primenom paralelizma i deljenjem slike na blokove, postignuta je velika ušteda u količini potrebne memorije za realizaciju i ostvareno veliko ubrzanje algoritma. Zbog deljenja slike na blokove, odvojeni deo algoritma se bavi spajanjem regiona koji pripadaju neuronima koji su presečeni deljenjem slike na blokove. Implementacijom algoritma u programskom jeziku *C* i programskom paketu *MATLAB*, pokazano je da su rezultati detekcije neurona i izdvajanja signala kompetitivni sa već razvijenim značajno složenijim algoritmima. Kao dodatak radu, napravljena je hardverska platforma i napisan *firmware* za snimanje kalcijumske fluorescencije na *SD* karticu, koja se koristi za snimanje u eksperimentalnim uslovima.

Najvažniji doprinosi rada su:

- implementiran je algoritam za nalaženje maksimalno stabilnih ekstremalnih regiona sa posebnim osvrtom na njegovu implementaciju u hardveru,
- pomenuti algoritam je iskorišćen kao osnova za algoritam za detekciju neurona na slici koji je pogodan za implementaciju u hardveru i može da radi u realnom vremenu,
- realizovana je hardverska platforma za snimanje kalcijumske fluorescencije na *SD* karticu u eksperimentalnim uslovima.

4. Zaključak i predlog

Kandidat Vladimir Petrović je implementirao algoritam za automatsko izdvajanje neuronskih signala iz podataka dobijenih snimanjem kalcijumske fluorescencije u kome je primenom paralelizma i deljenjem slike na blokove postigao veliku uštedu u količini potrebne memorije i ubrzanje, što pruža mogućnosti za *FPGA* ili *ASIC* implementaciju tog algoritma i rad u realnom vremenu.

Kandidat je iskazao izuzetnu samostalnost i sistematičnost u svom radu, kao i inovativne ideje u rešavanju problematike rada.

Na osnovu gore navedenog komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati rad "Izdvajanje neuronskih signala iz podataka dobijenih snimanjem kalcijumske fluorescencije" dipl. inž. Vladimira Petrovića kao master rad i odobri javnu i usmenu odbranu.

U Beogradu, 14.09.2015.

Članovi komisije:

dr Jelena Popović-Božović, docent

dr Lazar Saranovac, vanredni profesor