

## **КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ**

На седници Комисије за студије II степена Електротехничког факултета у Београду, именовани смо у Комисију за преглед и оцену мастер рада Владана Крстића, под називом „Препознавање руком писаних цифара на основу локалних хистограма градијента“. После анализе поднетог материјала, Комисији за студије II степена подносимо следећи

### **ИЗВЕШТАЈ**

#### **1. Биографски подаци о кандидату**

Владан Крстић је рођен 20.05.1983. године у Београду. Основно образовање је стекао у основној школи „Јанко Веселиновић“ у Београду. Четврту београдску гимназију је завршио 2002. године. Исте године је уписао студије на Електротехничком факултету. Дипломирао је у мају 2011. године на Одсеку за сигнале и системе, са просечном оценом 8,62. На дипломске академске студије-мастер, модул Сигнали и системи, уписао се 2011 године и положио све испите предвиђене наставним планом са просечном оценом 9,6.

#### **2. Организација рада**

Мастер рад кандидата садржи 90 страна текста заједно са сликама, списком литературе и додацима. Рад је подељен на једанаест поглавља.

Прво поглавље представља увод у коме је објашњена потреба за препознавањем руком писаних цифара и кратак преглед историје развоја система за препознавање знакова. Дат је и кратак садржај рада.

У другом и трећем поглављу је изложена теоријска основа за разумевање рада. Најпре је у другом поглављу дат увод у дигиталну обраду слике, где је успостављена терминологија, дефинисана математичка репрезентација слике, као и основне операције обраде слике коришћене у даљем тексту рада. Затим је у трећем поглављу дат увод у статистичку класификацију сигнала, где је описан проблем статистичке класификације и дат преглед основних техника: тестирање хипотеза, непараметарска класификација и параметарска класификација. Представљен је и принцип редукције димензија вектора обележја.

У четвртом поглављу је описан усвојени поступак предобраде узорака, који се ослања на исправљање искошеног писања цифре, праћен чишћењем слике помоћу филтер-маски и нормализацијом димензија узорка.

Пето поглавље даје опис како су узорци сакупљени за потребе мастер рада. Констатовано је да неки узорци нису добри, па су дефинисани критеријуми на основу којих је просејан скуп узорака.

Шесто поглавље описује избор обележја за класификацију. Дата је дефиниција локалних хистограма градијента и начин на који се они израчунавају. Констатовано је да локални хистограми градијента могу да буду осетљиви на мале поремећаје у положају и величини блоба цифре, па је уведено ублажавање граница између локалних зона помоћу филтера за замућење (блуровање) слике. На крају је извршена редукција димензија обележја са 100-димензионог на деветодимензиони простор.

У седмом поглављу је представљен део-по-део квадратни класификатор који додељује узорак оној класи од које је најмање статистички удаљен. Дати су графички прикази који илуструју сепарабилност класа.

Осмо поглавље се бави проценом грешке. Грешка је прво процењена на бази истих узорака који су коришћени за пројектовање класификатора. Дате су матрице конфузије и констатована је грешка од 0,73%. Увидом у погрешно класификоване узорке, констатовано је да су у питању случајеви лошијег рукописа. Потом, грешка је процењена раздвајањем скупа узорака на подскуп за обучавање и подскуп за тестирање. Тако је добијена процена од 1,61%. На крају, урађен је тест над скупом који укључује и оне узорке који су првобитно дисквалификовани због лошег квалитета, при чему је добијена процена од 4,67%.

Девето поглавље садржи закључак у коме су анализирани добијени резултати, описани су проблеми који су решавани током пројектовања класификатора и предочене су могућности за побољшање система за препознавање.

Десето поглавље садржи списак коришћене литературе. Састоји се из осам ставки.

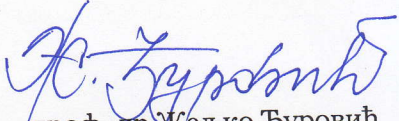
На крају рада се налази додаток у коме су слике које, због количине садржаја, нису могле да буду наведене у тексту рада, а које су дате овде због комплетности рада. Додатак се састоји из пет потпоглавља. Прво потпоглавље садржи слике сакупљених узорака у изворном облику. Друго садржи слике узорака након предобраде, коришћених у обучавању класификатора. Треће потпоглавље садржи слике одбачених узорака, процесираних дефинисаним поступком предобраде. У четвртом потпоглављу су дате пројекције узорака на равни хиперпростора вектора обележја редукованих димензија. У петом потпоглављу су дате међусобне статистичке удаљености узорака, са одговарајућим праговима одлучивања.

### 3. Закључак и предлог

На основу свега наведеног, имајући у виду садржај и квалитет приложеног рада, методе коришћене за препознавање руком писаних цифара, резултате и закључке до којих је кандидат самостално у раду дошао, чланови Комисије предлажу Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да се рад кандидата Владана Крстића под насловом „Препознавање руком писаних цифара на основу локалних хистограма градијента“ прихвати као мастер рад и кандидату одобри усмена одбрана.

У Београду,  
08.09.2014.

Чланови комисије:

  
проф. др Жељко Ђуровић

  
доц. др Вељко Папић