

# КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 07.10.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јована Денић под насловом „Примена фази логике у препознавању руком писаних цифара“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Биографски подаци кандидата

Јована Денић је рођена 26.11.1999. у Краљеву. Завршила је Основну школу „Рашка“ у Рашки као носилац Вукове дипломе. Средњу школу, Гимназију, природно-математички смер, такође је завршила у Рашки као носилац дипломе Јака генерације. Електротехнички факултет је уписала 2018. године. Дипломирала је на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије са просечном оценом 8,39. Дипломски рад је одбранила у септембру 2023. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу за Сигнале и системе, уписала је 2023. године у октобру.

### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Јована Денић као припрему за израду мастер рада, урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област препознавања руком писаних цифара, фази логике и метода машинског учења заснованих на најближим суседима. Конкретно, анализирана су постојећа решења за класификацију руком писаних знакова, као и проблеми који настају услед различитих стилова писања, нејасних граница између класа, шума на сликама и сличности појединих цифара.

Истраживањем области утврђено је да фази приступ омогућава да се припадност улазног узорка не посматра искључиво кроз једну класу, већ кроз степене припадности свим класама. На тај начин, поред коначне предикције, добија се и информација о поузданости класификације.

Анализом постојећих решења утврђено је да на резултате значајно утичу начин претпроцесирања слика, избор обележја, број најближих суседа  $K$ , параметар мекоће  $m$  и начин иницијализације припадности тренинг узорака. Закључено је да комбинација зонских, пројекционих, геометријских и тополошких обележја представља погодно решење за примену FKNN алгоритма над МНИСТ базом и фотографијама руком писаних цифара.

### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 65 страна (од чега прилог обухвата 13 страна), са укупно 15 слика, 8 табеле и 19 референци. Рад садржи увод, 8 поглавља и закључак (укупно 10 поглавља) и списак коришћене литературе, као и прилог.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада.

У другом поглављу излажу се теоријске основе фази логике. Посебна пажња посвећена је фази скуповима, функцијама припадности и основним операцијама над фази скуповима.

Треће поглавље описује класичан алгоритам  $K$  најближих суседа као полазну основу.

Четврто поглавље детаљно излаже фази алгоритам  $K$  најближих суседа, његову формулу, методе иницијализације припадности и параметре. Објашњен је и начин на који се степени припадности користе за доношење коначне одлуке и процену поузданости класификације.

Пето поглавље описује базу МНИСТ и претпроцесирање података. Приказани су поступци поделе података, нормализације вредности пиксела и бинаризације слика.

Шесто поглавље излаже екстракцију обележја. Описана су зонска, пројекциона, геометријска и тополошка обележја која формирају улазни вектор класификатора.

Седмо поглавље приказује архитектуру имплементираних система.

Осмо поглавље садржи све експерименталне резултате. Приказани су утицаји параметара  $K$  и  $m$ , броја зона и начина иницијализације припадности, као и поређење FKNN алгоритма са класичним KNN класификатором.

У деветом поглављу дата је дискусија добијених резултата. Анализиране су предности и ограничења предложеног приступа, укључујући његово понашање на фотографијама руком писаних цифара снимљеним у реалним условима.

Десето поглавље доноси закључак и правце даљег рада.

#### **4. Анализа са кључним резултатима**

Мастер рад се бави проблематиком препознавања руком писаних цифара применом фази  $K$ -најближих суседа. У раду је приказан комплетан поступак који обухвата учитавање и претпроцесирање слика, бинаризацију, издвајање обележја, обучавање FKNN класификатора, класификацију, процену поузданости и евалуацију добијених резултата. Експериментална провера извршена је над МНИСТ базом, као и над фотографијама руком писаних цифара снимљеним у реалним условима.

У главном експерименту, спроведеном над 10.000 тренинг и 2.500 тест узорака, FKNN и класични KNN су остварили приближно исту тачност. Предност FKNN приступа огледа се у томе што обезбеђује и степен припадности предвиђеној класи, што је приказано и анализирано у раду. Испитивањем параметара утврђено је да параметар мекоће  $m$  има релативно мали утицај на укупну тачност, док избор броја суседа и нарочито број зона имају израженији утицај. Над приватним фотографијама руком писаних цифара систем је остварио укупну тачност од 74,7%, чиме је показано да услови снимања и одступања од структуре МНИСТ слика представљају додатни изазов за класификацију.

## 5. Закључак и предлог

Кандидат Јована Денић је у свом мастер раду приказала проблем препознавања руком писаних цифара на бази МНИСТ слика, као и на бази лично одрађених фотографија различитих цифара.

Кандидаткиња је исказала самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Јоване Денић прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 09.09.2026. године

Чланови комисије:

---

др Жељко Ђуровић Редовни професор  
сагласан, 09.09.2026.

---

др Горан Квашчев Редовни професор  
сагласан, 09.09.2026.