

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 23.06.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Ана Ђулинац под насловом „Робусна анализа главних компоненти и њена примена у обради слика и видео-садржаја“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Ана Ђулинац рођена је 10.09.2001. године у Београду. Похађала је основну школу „Иво Андрић“ у Београду и последња два разреда основне школе завршила је у Математичкој гимназији као вуковац. Након тога је уписала Математичку гимназију у Београду коју је завршила са одличним успехом. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписала је 2020. године. Основне академске студије на смеру Сигнали и системи завршила је 2024. године са просечном оценом 9,44. Дипломски рад под називом „Непараметарске методе кластеризације“ одбранила је у септембру 2024. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу Софтверско инжењерство уписала је 2024. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Ана Ђулинац је, као припрему за израду мастер рада, проучила релевантну литературу из области анализе главних компоненти, робусне анализе главних компоненти, конвексне оптимизације и обраде слика и видео-садржаја. Посебно су размотрени модел разлагања посматране матрице на нискорангну и ретку компоненту, Principal Component Pursuit формулација, теоријски услови тачне реконструкције и поступци засновани на методи аугментованог Лагранжијана. Анализирани су SVD декомпозиција, soft-thresholding и Singular Value Thresholding, који представљају основне кораке примењеног IALM алгорита.

У оквиру истраживачког рада кандидаткиња је имплементирала IALM алгоритам у програмском језику Python и испитала његово понашање на синтетички генерисаним матрицама, сликама са различитим типовима оштећења и видео-запису. Испитан је утицај параметра λ , димензија матрице, ранга нискорангне компоненте и реткости компоненте оштећења. Сprovedено је и поређење PCA и RPCA метода при уклањању импулсног шума.

3. Опис мастер рада

Мастер рад је организован у 10 поглавља и садржи 9 слика, 6 табела и 12 библиографских референци. Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет, мотивација и циљ рада.

У другом поглављу изложене су теоријске основе потребне за разумевање рада: ранг и реткост матрица, матричне норме, SVD декомпозиција, soft-thresholding и Singular Value Thresholding.

Треће поглавље посвећено је анализи главних компоненти, док је у четвртном поглављу уведена робусна анализа главних компоненти. Приказан је модел $M=L+S$, прелаз са идеализованог неконвексног проблема на Principal Component Pursuit и теоријски услови који омогућавају тачну реконструкцију нискорангне и ретке компоненте.

Пето поглавље садржи опис IALM алгорита. Изведена су правила за наизменично ажурирање нискорангне компоненте, ретке компоненте и Лагранжовог мултипликатора, као и критеријум заустављања.

У шестом поглављу анализиран је утицај параметара на тачност реконструкције синтетички генерисаних матрица. Испитани су параметар λ , димензије матрице, ранг нискорангне компоненте и проценат ненултих елемената ретке компоненте. Седмо поглавље приказује примену RPCA алгорита на реконструкцију једне слике са импулсним, блоковским и оклузијским оштећењем. Резултати су вредновани визуелно и помоћу релативних грешака, MSE и PSNR мера.

У осмом поглављу извршено је директно поређење PCA и RPCA метода при уклањању импулсног шума са скупа међусобно сличних слика. За поређење су коришћене MSE, RMSE, MAE, PSNR и SSIM мере.

Девето поглавље посвећено је примени RPCA методе на видео-садржај. Временски стабилна позадина представљена је нискорангном компонентом, док је особа у покрету издвојена у реткој компоненти и

употребљена за формирање бинарне маске.

У десетом поглављу сумирани су резултати рада, наведена ограничења примењеног приступа и предложени могући правци даљег истраживања.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Ане Ђулинац бави се теоријском анализом и практичном применом робусне анализе главних компоненти. Експерименти на синтетичким матрицама показали су да алгоритам постиже веома мале релативне грешке када су ранг основне матрице и број ненултих елемената компоненте оштећења довољно мали. Показано је да повећање димензија пре свега утиче на време извршавања, услед цене SVD декомпозиције, док је параметар λ од пресудног значаја за правилно распоређивање садржаја између две компоненте.

При обради слика најбољи резултати добијени су за импулсно оштећење, које најбоље одговара претпоставци о реткој компоненти. Блоковско оштећење је такође успешно ублажено, док су код једне велике оклузије резултати били слабији.

Поређење PCA и RPCA метода показало је изражену предност робусног приступа у присуству импулсног шума. За RPCA реконструкцију добијене су вредности MSE од приближно $9,41 \cdot 10^{-6}$, PSNR од 50,26 dB и SSIM од 0,9998, док су одговарајуће вредности за PCA биле приближно $2,60 \cdot 10^{-2}$, 15,84 dB и 0,615. PCA је имала краће време извршавања, али је велики део оштећења задржала у реконструисаним подацима.

У експерименту са видео-записом успешно је издвојена временски стабилна позадина од особе у покрету. Добијени релативни резидуал био је $7,37 \cdot 10^{-7}$, што показује да добијене компоненте веома добро задовољавају услов $M=L+S$.

Основни резултати рада су: 1) систематичан приказ математичке основе PCA и RPCA метода; 2) имплементација IALM алгоритма и анализа утицаја његових параметара; 3) утврђивање области успешне реконструкције у зависности од ранга и реткости; 4) анализа применљивости RPCA методе на различите врсте оштећења слике; 5) квантитативно поређење PCA и RPCA метода; 6) успешна примена RPCA методе за издвајање покретног објекта из видео-записа.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Ана Ђулинац је у свом мастер раду успешно анализирала проблем раздвајања матрице података на нискорангну и ретку компоненту и имплементирала IALM алгоритам за решавање Principal Component Pursuit проблема. Сprovedени експерименти јасно показују предности RPCA методе у присуству ретких грешака велике амплитуде, али и њена ограничења када претпоставке о ниском рангу и реткости нису у потпуности испуњене.

Кандидаткиња је показала самосталност, систематичност и способност да повеже математичку теорију, имплементацију алгоритма и анализу резултата на практичним примерима из обраде слика и видео-садржаја.

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

Београд, 11.09.2026. године

Чланови комисије:

др Жељко Ђуровић Редовни професор
сагласан, 10.09.2026.

др Сања Вујновић Ванредни професор
сагласан, 10.09.2026.

др Дражен Драшковић Ванредни професор
сагласан, 11.09.2026.