

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 28.05.2024. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Игора Ескића под насловом „Емпиријска евалуација алгоритама за препознавање карактеристика слика”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Игор Ескић је рођен 16.12.2000. године у Нишу. Завршио је основну школу „Мирослав Антић” у Нишу као вуковац. Уписао је гимназију „Светозар Марковић” у Нишу коју је завршио са одличним успехом, такође као вуковац. Током школовања освојио је више првих награда на државним такмичењима из географије, као и бронзану медаљу на Интернационалној географској олимпијади 2019. године, одржаној у Хонг Конгу. Електротехнички факултет уписао је 2019. године. Дипломирао је на одсеку за Рачунарску технику и информатику 2023. године са просечном оценом 9,24. Дипломски рад на тему „Верификација АМВА АТВ протокола применом UVM методологије” одбранио је у септембру 2023. године са оценом 10. Током студија, био је ангажован као демонстратор на катедри за рачунарску технику и информатику и катедри за аутоматику. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за софтверско инжењерство уписао је у октобру 2023. године. Положио је све испите са просечном оценом 10.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Игор Ескић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на области машинског учења и обраде слика. Конкретно, анализирана су постојећа решења и проблеми у области откривања кључних тачака слика и њиховог упаривања. Истраживањем области утврђено је да постоје следећа решења која се користе за препознавање и упаривање карактеристика слика: упаривање шаблона (*template matching*), као и упаривање карактеристика (*feature matching*). Анализом наведених техника утврђено је да најперспективније решење представља примена неког од алгоритама за откривање и описивање кључних тачака слике као што су: SIFT, FAST, ORB, AKAZE и BRISK.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 83 стране са укупно 35 слика, 50 табела, 10 исечака кода и 31 референцом. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља) и спискове коришћене литературе, скраћеница, слика, табела и исечака кодова.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљени су проблеми и објашњена мотивација за израду ове теме. Дат је кратак осврт на потенцијал примене алгоритама за откривање и упаривање карактеристика слика у сложеним системима. Указано је на значај оваквих система, и поменутих алгоритама као њиховог интегранлног дела, за побољшање целокупног животног стандарда људи.

У другом поглављу је представљена и објашњена техника упаривања шаблона (*template matching*). На почетку поглавља представљени су и описани кораци у процесу упаривања шаблона. На примеру две слике, представљени су резултати коришћења различитих метрика

сличности за упаривање шаблона. На крају поглавља се говори о предностима и манама ове технике, као и могућностима њене примене у реалним системима.

У трећем поглављу је представљена и описана техника откривања и упаривања карактеристика (*feature matching*). На почетку поглавља представљени су и описани сви кораци у процесу откривања карактеристика слика. Дат је преглед најзначајнијих група и подела алгоритама за откривање карактеристика. Представљене су основне информације, као и изгледи кључних тачака које генеришу алгоритми SIFT, FAST, ORB, AKAZE и BRISK.

Четврто поглавље детаљно описује алгоритме за упаривање дескриптора кључних тачака. На почетку поглавља представљени су и описани сви кораци у процесу упаривања. Представљени су и објашњени најчешће коришћени алгоритми и метрике. На крају поглавља се говори о методама које могу додатно побољшати квалитет процеса упаривања кључних тачака.

У оквиру петог поглавља је описан процес креирања улазног скупа слика над којим ће бити евалуиране перформансе одабраних алгоритама. Представљени су процеси аутоматског и ручног креирања слика. У оквиру аутоматског процеса креирања улазног скупа слика, говори се о шумовима и дисторзијама примењеним на слику, са циљем тестирања отпорности алгоритама.

Шесто поглавље представља експеримент и његове резултате. Прво се говори о перформансама алгоритама за упаривање у раду са различитим типовима дескриптора. Након тога, представљени су резултати одабраних алгоритама и над аутоматски и над ручно креираним улазним скуповима података. У последњем делу експеримента, тестира се примена хомографије са RANSAC методом, и њен допринос тачности, као и утицај на временске перформансе. На крају поглавља, представљена је оптимална комбинација алгоритама како би се постигле најбоље перформансе у погледу тачности и брзине откривања и упаривања карактеристика слика.

Седмо поглавље говори о примени евалуираних алгоритама у програму за праћење корисничког погледа и његовог лоцирања у оквиру екрана. Представљена је потребна опрема, начин њеног повезивања, као и дат нацрт кода потребног за функционисање оваквог програма. На крају поглавља се говори о другим могућим применама евалуираних алгоритама.

Осмо поглавље је закључак у оквиру кога је описан значај описаног решења и могућа даља унапређења. Резимирани су резултати рада, изазови приликом спровођења експеримента и обраде резултата, као и дате смернице за могућу примену алгоритама. У оквиру закључка су наведени и алгоритми који из различитих разлога нису узети у обзир приликом евалуације, а могу представљати интересантну основу за даље истраживање.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Игора Ескића се бави проблематиком емпиријске евалуације алгоритама за препознавање карактеристика слика. Евалуирани алгоритми, а самим тим и програми чији су део, налазе широку примену у системима за анализу и обраду слике у реалном времену.

Имплементација окружења за евалуацију перформанси алгоритама је реализована коришћењем *OpenCV* библиотеке у програмском језику *Python*. За потребе тестирања перформанси алгоритама креирани су скупови улазних података слика, такође коришћењем *OpenCV* библиотеке.

Основни резултати рада су: приказ и теоријска анализа постојећих решења и алгоритама за откривање и упаривање карактеристика слика, као и поставка експеримента и резултати перформанси алгоритама одабраних за евалуацију. Такође, остварени резултати отварају могућност наставка рада у виду развоја комплетног система за праћење корисничког погледа и његовог лоцирања у оквиру екрана рачунара.

5. Закључак и предлог

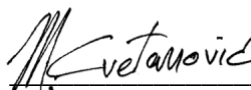
Кандидат Игор Ескић је у свом мастер раду успешно решио проблем емпиријске евалуације алгоритама за препознавање карактеристика слика, и систематично представио добијене резултате. Представљени резултати могу значајно да убрзају и олакшају процес избора одговарајуће комбинације алгоритама на основу потреба система који је потребно реализовати. Дате су смернице и сугестије за даљу примену резултата добијених у оквиру рада.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

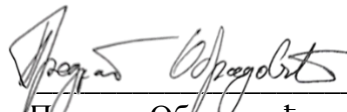
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Игора Ескића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 14.06.2024. године

Чланови комисије:



др Милош Цветановић, ванр. проф.



ас. мс Предраг Обрадовић, дипл. инж.