

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

Комисија за студије II степена

На седници Комисије за студије II степена Електротехничког факултета у Београду, која је одржана 4.9.2018. године, именовали смо Комисију за преглед и оцену мастер рада кандидата дипл. инж. Марка Јордановића, под називом „Пројектовање уређаја за препознавање регистарских ознака заснованог на Raspberry Pi платформи“. Комисија је прегледала приложени рад и подноси следећи

Извештај

1. Биографски подаци о кандидату

Марко Јордановић рођен је 17.5.1994. године у Врању. Завршио је основну школу „Бранко Радичевић“ као ученик генерације. Након тога уписује Средњу економску школу „Паја Маргановић“ у Панчеву, коју завршава такође као ученик генерације. У току основне и средње школе учествује на општинским, окружним и републичким такмичењима из математике. Електротехнички факултет уписао је школске 2013/2014. године. Дипломирао је на одсеку за Електронику 2017. године са просечном оценом 9,78. Дипломски рад под називом „Хардверски генератор случајних бројева заснован на Зенеровом пробоју“ одбранио је у септембру 2017. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Електронику уписао је у октобру 2017. године где је положио све испите са просечном оценом 10.

2. Опис и организација рада

Мастер рад кандидата садржи 58 страна текста, заједно са сликама и списком литературе. Рад је подељен у три велике целине, које су даље подељене на више поглавља, са додатком списка литературе.

Први део рада је увод који уопштено говори о проблему препознавања регистарских ознака. У првом поглављу дат је кратак преглед неких од постојећих алгоритама из литературе категоризованих по главном приступу у препознавању.

У другом поглављу, дати су основни принципи примењени у овом раду као и конфигурација хардверске платформе. Описани су кључни кораци у алгоритму и његови појединачни делови, а то су претпроцесирање слике, детектовање појединачних карактера помоћу *Maximally Stable Extremal Regions* (MSER) методе која се у обради слике користи за издвајање региона сличних карактеристика, и на крају, формирање кластера детектованих карактера коришћењем *Conditional Random Field* (CRF) методе, што је често коришћена метода машинског учења која се примењује за статистичко моделовање и предикцију. Финални корак и излаз алгоритма јесте препознавање тако детектованих група карактера, што је овде постигнуто помоћу *Support-Vector Machine*-а (SVM), модела супервизираниог учења који се примењује на класификацију и регресиону анализу.

У другом делу рада дати су детаљни описи појединачних корака у алгоритму као и мотивација за њихово коришћење. Прво поглавље описује претпроцесирање слике које се састоји од претварања слике у монохроматску. Друго поглавље даје теоријску подлогу и ригорозну дефиницију MSER алгоритма примењеног на монохроматску слику, као и параметре који служе за подешавање његовог рада. Дат је разлог примене те методе на детектовање карактера на регистарским ознакама и резултат примене на пробној улазној слици. Посебан део говори о одбацивању детектованих региона који не задовољавају критеријуме да буду задржани у даљим корацима обраде.

Наредно поглавље овог дела говори о најкомплекснијем делу алгоритма, а то је CRF. Дата је мотивација за његову примену у проналажењу подударности геометријских образаца унутар скупа издвојених карактера (чворова), теоријски опис датог алгоритма и поља његове најчешће примене, као и усвојени облик функција потенцијала парова и унарних потенцијала међу чворовима у овом раду. Описан је начин креирања ацикличног графа помоћу улазних компонената са слике, затим моделовање геометријских односа међу њима путем обележја која су у облику линеарне комбинације Гаусових функција и сама естимација параметара тих Гаусових функција. Обучавање CRF-а вршено је на улазном скупу слика са унапред лабелираним регистарским ознакама, што је типично код метода супервизираниог учења.

Извођење закључака о ознакама самих карактера унутар кластера регистарских постигнуто је применом алгоритма из класе тзв. *inference* алгоритама, који се назива

Max-Product алгоритам и који прослеђује поруке између чворова ацикличног графа и тиме максимизује маргиналне расподеле чворова, формирајући тако оптималне конфигурације лабела. Такође, дат је начин за паралелизацију датог алгоритма ради постизања бољих временских перформанси. Кратко је описан начин увођења потпуно нових регистарских ознака унутар постојећег решења. На крају поглавља дат је теоријски преглед SVM алгоритма, његов начин рада и обучавања и начин на који је уведен у дато решење.

Трећи део рада говори о резултатима тестирања датог алгоритма на великом броју слика из ручно припремљеног тестирајућег скупа регистарских ознака две врсте. Дате су стопе детекције регистарских ознака, стопа препознавања регистарских ознака у целини, стопа препознавања на нивоу појединих карактера и стопа лажне детекције. На сликама су издвојени неки карактеристични случајеви као што су правилно детектоване и препознате ознаке, правилно детектоване и лоше препознате ознаке, неправилно детектоване, лажно детектоване ознаке, затим успешне детекције у случају постојања парцијалне оклузије ознака и истовремено препознавање више регистарских ознака на слици. На крају су дате временске перформансе рада у виду времена обраде појединачног фрејма добијеног усредњавањем на великом броју фрејмова.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Циљ мастер рада је био имплементирати један наменски систем који ће коришћењем скупа алгоритама у реалном времену препознавати регистарске ознаке. Поред тога, приликом израде рада су постављене основе за даља истраживања на ову тему, као и имплементација (хардверска и софтверска) на већ постојеће системе.

Успешно је имплементиран систем који у задатим оквирима рада у реалном времену успешно детектује и препознаје регистарске ознаке са великом варијацијом параметара као што су положај, осветљај и комплексност позадинских услова.

4. Закључак и предлог

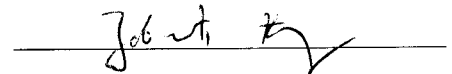
Кандидат Марко Јордановић се у свом мастер раду бавио проблематиком препознавања регистарских ознака у реалном времену на наменском систему. На систематичан начин је анализирао постојеће релевантне алгоритме из литературе који се могу применити у решавању тог проблема. Дати алгоритми су директно

имплементирани у постојећем решењу, а добијени хардверско-софтверски систем је тестиран и резултати су детаљно анализирани, где је указано на делове у којима је могуће спровести даља унапређења. Сва истраживања, развој и имплементацију кандидат Марко Јордановић је спровео самостално.


На основу горе наведеног, имајући у виду садржај и квалитет приложеног рада, резултате и закључке до којих је кандидат у свом самосталном раду дошао, чланови Комисије предлажу Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад кандидата дипл. инж. Марка Јордановића, под називом „Пројектовање уређаја за препознавање регистарских ознака заснованог на Raspberry Pi платформи“ прихвати као мастер рад и кандидату одобри усмену одбрану.

Београд 4.09.2019.

Чланови комисије:



Др Ненад Јовичић, ванредни професор



Др Драгомир Ел Мезени, доцент