

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 30.08.2022. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Жарковић Николе под насловом „Анализа музичких сигнала базирана на хрома обележјима“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Никола Жарковић рођен је 26.08.1995. године у Београду. Завршио је основну школу „Вук Караџић“ у Сурчину 2010. године као носилац Вукове дипломе. Уписао је Електротехничку школу „Никола Тесла“ у Београду, коју је завршио 2014. године са одличним успехом и звањем дипломирани електротехничар рачунара. Током школовања освојио је више награда и диплома на општинским и градским такмичењима из информатике. Електротехнички факултет уписао је 2014. године на студијском програму Електротехника и рачунарство. Дипломирао је на модулу Телекомуникације и информационе технологије 2019. године са просечном оценом 7,85. Дипломски рад одбранио је у септембру 2019. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на модулу за Аудио и видео технологије уписао је у октобру 2019. године. Положио је све испите са просечном оценом 10. Од 2013. године члан је удружења Менса Србија.

Упоредо са основним студијама од марта 2018. године ради као софтвер инжењер у компанији Ibis Solutions d.o.o. на пројекту развоја телекомуникационо-информационог система за опслуживање корисника мобилне телефоније оператера Телеком Србија А.Д. На поменутом пројекту и његовом одржавању ради до априла 2022. године, када прелази у компанију НТЕС Group у којој је запослен и данас на позицији инжењера за развој софтвера.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Никола Жарковић (2019/3341) је као припрему за израду мастер рада извршио анализу акустичких обележја музичких сигнала, базирајући се на тонској природи звука и карактеристичностима тона. При дефиницији музичког сигнала одредио је основне метрике и дефиниције за његову детаљну анализу. Дефинисао је тонски систем, и одредио параметре временске анализе сигнала за детекцију транзијената у оквиру аудио записа, као што је средња квадратна вредност и енергетски биланс тона. Део истраживачког рада усмерио је и ка психоакустичкој перцепцији тона и међусобном односу тонова у домену психоакустике. За потребе хроматских обележја, дефинисао је хроматограм као нову метрику, њему припадајући хрома профил и хрома вектор. Издвајање хроматских обележја извршио је у циљу поређења музичких сигнала и квантификацију мера сличности истих. Напослетку, дефинисао је алгоритам варијабилних параметара у програмском пакету *MatLAB*, и имплементирао је симулациони програм. Варијацијом параметара добио је различити резултати анализе, које је потом детаљно обрађивао и анализирао.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 59 страна, са укупно 34 слика, 9 табела и 9 референци. Рад садржи увод, 7 поглавља и закључак (укупно 9 поглавља), списак прилога и списак коришћене литературе.

У уводу су дефинисани предмет, циљ и методе мастер рада.

У другом поглављу дефинисана је поставка проблема од које полазимо, попут хиперпродукције мултимедијалних садржаја и неопходности аутоматизованог начина провере плагијата и подударана садржаја који се публикује. Такође, у овом поглављу објашњени су разлози увођења метрика за квантификацију сличности сигнала.

Треће поглавље уводи основне дефиниције које се користе у раду као што су тон, хармонијска структура тона, временске карактеристике тона. Такође, прави се паралела између дефиниције тона у техничком домену са дефиницијом тона у теорији музике. Дефинише се камерни тон и начини рачунања основних фреквенција свих тонова тонског система. Такође, говори се о складности тонова и утицају на психо-акустичку слику код слушаоца. Дефинише се тонски и нотни систем.

Четврто поглавље бави се музичким догађајима и обележјима. У овом поглављу дефинише се музички догађај, говори се о анализи транзијената, ZCR параметру и средњој квадратној вредности као индикаторима промене акустичке енергије. Такође, прави се паралела између музичког догађаја у техничком смислу и дефиниција теорије музике као што су такт и темпо.

Пето поглавље тиче се анализе тонског сигнала у спектралном домену. Полазећи од спектрограма дефинише се његова редукција као и хроматограм. Након тога, дефинише се хрома профил и хрома вектор. Уједно је дефинисана и хрома матрица, као и филтарска функција за конструкцију хрома матрице. Такође, показан је однос музичке хармоније и распореда хармонијских компоненти аудио сигнала.

Шесто поглавље се бави поређењем хрома профила полазећи од теорије вишедимензионалних вектора. Говори се о услову нормалности и ортогоналности два тона. Дефинише се функција сличности и одговарајућа дефиниција матрице сличности. Напоследку, зарад проналаска оптималне мере сличности сигнала, проблем се транслира у домен планарних графова, где се бавимо функцијама оптималне путање.

Седмо поглавље садржи опис самог алгорита за поређење сигнала као и корака који се извршавају у њему. Уједно, побројани су и варијабилних параметри који у мањој или већој мери утичу на тачност алгорита, што је детаљно разрађено у поглављу број 8.

Осмо поглавље садржи резултате анализе и састављено је од неколико секција, при чему се у свакој од секција посматра утицај одређеног параметра на целокупно функционисање алгорита, и тај утицај детаљно анализира.

Списак прилога обухвата радни код, односно радни код 6 модула писаних у програмском пакету *MatLAB*.

Литература садржи списак од 9 референци. Наведене референце коришћене су током израде рада у циљу формирања основне идеје истраживања и структуре мастер рада, као и потврђивања одређених факата и тврдњи.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Николе Жарковића осврће се на проблеме у области акустике и музичке теорије, а конкретно проблеме везане за класификацију и идентификацију музичких сигнала и њихово међусобно поређење. За потребе реализације рада, коришћена су четири тонска записа велике сличности и вршено је њихово међусобно поређење кроз уведене метрике тонско-хроматске природе. Посматрани су утицаји параметра као што је тип прозорске функције и дужина прозорске функције на коначну метрику поређења сигнала. Такође, посматран је и утицај процента преклапања суседних прозора на меру сличности, као и број тачака при којима се дискретизује кратковремена Фуријеова трансформација односно спектрограм. Главни допринос рада јесте увођење алгорита за музичко поређење, које представља добру основу за даље креирање комерцијалних алата, и анализа утицаја параметара на функционисање алгорита, како би се исти могао подесити да ради у зони

оптималних перформанси и прецизних резултата. Такође, у раду су дате и идеје за надоградњу и унапређење самог симулационог алгоритма.

5. Закључак и предлог

Кандидат Никола Жарковић је у свом мастер раду успешно реализовао систем за екстракцију акустичких обележја од интереса, тонско-хроматске природе те на основу истих извршио опсежну анализу њихових утицаја на меру сличности сигнала. Такође, графички је приказао процес настанка уведене метрике и њено рачунање.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у раду 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. Николе Жарковића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 16.09.2022. године

Чланови комисије:

др Милош Бјелић, доцент

др Драгана Шумарац Павловић, редовни професор

др Јелена Ћертић, ванредни професор