



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73, 11000 Београд, Србија

Тел. 011/324-8464, Факс: 011/324-8681

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 25.05.2021. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Јоване Дамњановић, 2019/3200, под насловом „Анализа инхармоничности жичаних музичких инструмената применом ауторегресивног модела“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Јована Дамњановић рођена је 31. 10. 1996. године у Београду. Завршила је основну школу „Јован Миодраговић“ и нижу музичку школу „Јосип Славенски“ у Београду, као вуковац. Уписала је Трећу београдску гимназију коју је завршила као вуковац, а такође и средњу музичку школу „Јосип Славенски“ као вуковац и најбољи ученик на одсеку. Током школовања освојила је неколико награда из разних области, како општеобразовних, тако и музичких. 2014. године Јована је уписала Факултет музичке уметности у Београду на Одсеку за музичку теорију као прва на листи. Наредне године уписала је и Електротехнички факултет у Београду, смер Електротехника и рачунарство, где се у другој години опредељује за модул Телекомуникације и информационе технологије, као прва на листи, а од треће године усмерава се на Аудио и видео комуникације. У току студија, Јована је радила бројне пројекте из разних подобласти телекомуникација, како индивидуално, тако и у групи. Такође, написала је бројне радове из области музичке теорије, од којих је неколико излагала на научним симпозијумима. Од 2016. године постала је члан академског хора *Collegium Musicum*, где је имала прилику да учествује на бројним фестивалима, трибинама, снимањима и концертима, између остalog и у неколико пројеката у сарадњи са Лабораторијом за акустику Електротехничког факултета и Лабораторијом за доживљај звука Факултета драмских уметности. 2018. године дипломирала је на Факултету музичке уметности са просечном оценом 9,15 и уписала мастер студије на Одсеку за музичку теорију. Наредне године радила је праксу у студију Радио Телевизије Србија. Исте године дипломирала је на Електротехничком факултету са просечном оценом 8,13 и уписала мастер студије на одсеку Аудио и видео комуникације. 2020. године је мастерирала на Факултету музичке уметности са просечном оценом 10,00, а исте године запослила се у немачкој фирми *Umlaut* као јуниор тест инжењер, где и даље ради.

2. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 65 страна, са укупно 60 слика, 9 табела и 17 референци. Рад садржи увод, 3 поглавља и закључак (укупно 5 поглавља), списак коришћене литературе и прилог који садржи резултате анкете о испитивању доживљаја звука клавира спроведене у оквиру мастер рада.

Прво поглавље представља увод у коме су описаны предмет, циљ и структура рада.

У другом поглављу описан је механизам настајања тона, као и опште карактеристике тонова музичких инструмената, а посебно особине различитих типова жичаних инструмената. Дефинисана је и објашњена појава инхармоничности.

У трећем поглављу изложене су релације везане за ауторегресивне моделе које су од значаја за естимацију спектра и које су коришћене у овом раду.

Четврто поглавље је централно поглавље мастер рада. У овом поглављу дат је детаљан опис алгоритма примењеног за процену коефицијента инхармоничности код жичаних музичких инструмената. Поглавље садржи и резултате анализе спроведене на снимцима 7 клавира из базе Лабораторије за акустику Електротехничког факултета, као и резултате за неколико гудачких инструмената из јавно доступне базе. Сви резултати су детаљно објашњени, а анализа садржи и резултате анкете о доживљају звука клавира у којој су учествовали професионални музичари који су имали прилике да свирају на испитиваним клавирима.

Пето поглавље је закључак. Сумирани су резултати приказани у поглављу четири, и образложени су закључци добијени на основу анализе.

3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Јоване Дамњановић повезује две наизглед различите области, музику и технику – дигиталну обраду сигнала. У раду је приказан метод за процену коефицијента инхармоничности код жичаних музичких инструмената. Тон који се формира при свирању на жичаним музичким инструментима је сложен и састоји се од релативно великог броја хармоника. Инхармоничност представља појаву да виши хармоници нису на фреквенцијама које су идеални умношти основне фреквенције. Појава је, у основи последица крутости жица инструмената и мање је или више изражена у зависности од висине тона (односно дебљине и дужине жице, између осталих параметара). Иако је сама појава релативно давно препозната и описана у литератури одговарајућим математичко-физичким моделима и даље побуђује пажњу, пре свега са становишта примене коефицијента инхармоничности као мере која на неки начин описује конкретан музички инструмент. Први корак при процени инхармоничности је естимација спектра одсвираног тона. У овом раду је естимација спектра реализована коришћењем ауторегресивног модела, уместо класичнијег приступа који би се заснивао на дискретној Фуријеовој трансформацији. Значај овог приступа је у томе што процена спектра на овај начин може бити први корак у синтези сигнала, па су резултати добијени у овом раду корисни и за даља истраживања у правцу верне синтезе жичаних инструмената. Параметри модела су тестирани на снимцима клавира из целог опсега основних фреквенција, што је захтевало додатна подешавања реда модела и параметара предобраде сигнала. У раду је постигнуто да се алгоритам у великој мери аутоматизује. Развијен је наменски софтверски пакет у MATLAB окружењу за аутоматску естимацију коефицијента инхармоничности за цео опсег тонова посматраних инструмената. Посебан допринос рада је веома детаљна критичка анализа добијених резултата. С обзиром на то да су били доступни снимци 7 различитих клавира, ови резултати су детаљно анализирани за сваки инструмент посебно, као и кроз међусобно поређење свих клавира. Резултати за клавире су додатно допуњени коментарима професионалних музичара и дата је анализа субјективних утисака о квалитету клавира кроз перспективу добијених коефицијената инхармоничности. Још један од доприноса рада је то што је показано за клавире да је погодније анализу приказати за три регистра (ниски, средњи и високи) па су и резултати тако приказани. За гудачке инструменте је анализа спроведена над мањим бројем снимака, дато је поређење са клавиром, и смернице за даља истраживања која би обухватила и друге типове жичаних инструмената.

4. Закључак и предлог

Јована Дамњановић је у свом мастер раду успешно развила софтверски пакет за аутоматску процену инхармоничности жичаних музичких инструмената применом ауторегресивног модела. Алгоритам је верификован поређењем с резултатима из литературе, добијеним другим алгоритмом за исти скуп снимљених тонова клавира, као и добијеним различитим поступцима за клавире сличних општих карактеристика. Дата је веома детаљна анализа резултата чији је посебан квалитет повезивање егзактних и перцептивних резултата,

односно објективно добијених вредности и субјективног доживљаја, што је адекватно за ову тему која сама по себи захтева мултидисциплинарни приступ.

Јована Дамњановић показала је велику самосталност и систематичност у раду. Посебан квалитет овог рада је што је Јована успела да веома успешно примени своја знања из домена теорије музике с једне стране, и знања из области обраде сигнала, а посебно аудио сигнала с друге стране. С једне стране решен је конкретан инжењерски проблем, и развијен програм за процену коефицијента инхармоничности, а са друге стране дата је детаљна анализа која се у великој мери заснива и на теорији музике. Изведени закључци показују способност Јоване Дамњановић да критички сагледа домете реализованог истраживања и да смернице за даља истраживања на пољу објективизације процене квалитета музичких инструмената.

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

Београд, 02. 07. 2021. године

Чланови комисије:

Јелена Ђертић
Др Јелена Ђертић, ван. проф.

Драгана Шумарац
Др Драгана Шумарац Павловић, проф.

Милош Ђелић
Др Милош Ђелић, доцент