

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. Исидора Николић под насловом „Пројектовање интерактивног аудио-визуелног система за симулацију и анализу просторне акустике у реалном времену“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Исидора Николић рођена је у Чачку 2001. године. Основну школу „Вук Караџић“ завршила је 2016. као носилац Вукове дипломе. Гимназију у Чачку завршила је 2020. такође као носилац Вукове дипломе. На Електротехничком факултету Универзитета у Београду уписала је основне академске студије школске 2020/2021. године, док је на одсеку за Електронику и дигиталне системе дипломирала 2024. године. Исте године је уписала мастер академске студије на модулу Аудио и видео технологије. Приликом завршетка основних академских студија, стекла је запослење у фирми NOFFZ-Forsteh Technologies d.o.o. на позицији Junior Post Silicon Validation and Test инжењера.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Исидора Николић је као припрему за израду мастер рада извршила анализу базе импулсних одзива снимљених у стварним просторијама, преглед расположивих софтверских библиотека и решења за обраду импулсних одзива и real-time конволуције, као и погодност софтвера за визуелизацију истих. Анализа је обухватила слободне софтверске библиотеке за прорачун акустичких параметара по стандарду ISO 3382-1, постојећа отворена решења за партиционисану конволуцију на уграђеној (аудио) платформи и основе софтвера за визуелизацију TouchDesigner. Након тога извршена је припрема базе импулсних одзива, чиме су одзиви доведени у међусобно упоредив облик. На крају је кандидаткиња извршила прорачун акустичких параметара за целу базу и на основу утврђених критеријума одредила избор просторија за реализацију система.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 44 стране, са укупно 11 слика, 7 табела, 9 исечака програмског кода и 17 референци. Рад садржи увод, 6 поглавља и закључак (укупно 8 поглавља), два прилога и спискове коришћене литературе, слика и табела.

У уводу су дефинисани предмет, циљ и допринос мастер рада. У првом поглављу изложена је методологија рада са приказом блок шеме система.

У другом поглављу дате су теоријске основе акустике просторија: акустички параметри по стандарду ISO 3382-1, Ландеби метода одсецања шумног репа, анализа по октавним опсезима, партиционисана конволуција и кратковремена Фуријеова трансформација (STFT).

У трећем поглављу описана је база импулсних одзива, поступак избора просторија на основу поузданости мерења, равномерне покривености распона и функционалних категорија, као и целокупан поступак обраде импулсних одзива и прорачуна акустичких параметара.

У четвртном поглављу изложено је пројектовање система за аурализацију: архитектура са три слоја, offline реализација, визуелни слој у TouchDesigner-у и спецификација мапирања акустичких параметара у визуелне параметре, која представља средишњи део рада.

Пето поглавље приказује real-time реализацију на аудио платформи Bela, укључујући избор алгоритма конволуције, прилагођавање преузете имплементације, спектралну анализу и слање дескриптора протоколом OSC за визуелизацију у TouchDesigner-у.

Шесто поглавље приказује резултате: измерене акустичке параметре анализираних просторија и верификацију верности real-time конволуције поређењем са offline реализацијом.

На крају су донети закључци и наведени неискоришћени низови мерења као правац надоградње. У два прилога наведени су коришћени програми и скрипте и лиценца коришћене софтверске библиотеке.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Исидоре Николић бави се проблематиком из области акустике просторија, обраде аудио сигнала и интерактивних система. У овом раду пројектован је систем који исти улазни сигнал у реалном времену премешта из једног акустичког окружења у друго, при чему настала разлика постаје истовремено чујна и видљива.

Из базе од 51 импулсног одзива издвојено је 8 просторија, изабраних тако да покрију распон времена реверберације од преко 20 пута и основне функционалне категорије просторија, укључујући пар мерења исте учионице пре и после акустичке обраде. За сваку просторију израчунати су параметри по стандарду ISO 3382-1: T20, T30, EDT, C80, D50 и Ts, широкопојасно и по октавним опсезима од 63 Hz до 8 kHz.

Систем је реализован у две гране. Offline реализација, у којој су конволуције израчунате унапред, послужила је као развојно окружење и као референтни резултат. Real-time реализација, изведена на аудио платформи Bela, изводи партиционисану конволуцију свих 8 просторија при оптерећењу процесора између 51% и 67% и кашњењу од 2.7 ms

Основни доприноси рада су: 1) Спецификација мапирања акустичких параметара у визуелне параметре, у којој су три од четири визуелна својства изведена непосредно из сигнала; 2) Реализација и верификација real-time аурализације 8 различитих акустичких окружења на аудио платформи; 3) Систематизован поступак припреме базе импулсних одзива, укључујући изједначавање нивоа по енергији директног звука.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Исидора Николић је у свом мастер раду успешно пројектовала и реализовала систем за интерактивну аурализацију и визуелизацију акустике просторије у реалном времену. Кроз верификацију показала је да real-time реализација на аудио платформи репродукује референтни резултат offline реализације, чиме је потврђена исправност имплементације. Приказано мапирање акустичких параметара у визуелне величине, може бити од користи у настави и стручној пракси при представљању акустичких својстава простора. Кандидаткиња је исказала 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. Исидоре Николић прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 11.09.2026. године

Чланови комисије:

др Милош Бјелић Ванредни професор
сагласан, 11.09.2026.

др Драгана Шумарац Павловић Редовни
професор
сагласан, 11.09.2026.