

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 28.10.2025 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Урош Стојановић под насловом „Реализација алгорита за препознавање музичких нумера: студија осетљивости на трансформације сигнала“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Урош Стојановић је рођен 21.06.2000. године у Београду. Завршио је основну школу „Старина Новак“ у Београду. Уписао је Математичку гимназију у Београду и коју је завршио са врло добрим успехом. Електротехнички факултет уписао је 2019. године. Дипломирао је 2023. године са просечном оценом 7,92. Дипломски рад одбранио је у септембру 2023. године са оценом 10. Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу за Аудио и видео уписао је у октобру 2023. године. Положио је све испите са просечном оценом 8,80.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Као припрему за израду мастер рада кандидат је спровео преглед релевантне литературе из области препознавања музике и дигиталног отискивања аудио-сигнала. Истражени су класични приступи засновани на констелационим мапама спектралних врхова и хеширању (Shazam), као и методе засноване на MFCC обележјима, метрикама сличности (euclid/косинус), те новије идеје са аутоенкодерима (деноисинг) и хеш-структурама за убрзану претрагу великих база.

3. Опис мастер рада

Након уводног дела, у коме су изложени предмет и циљ рада, мотивација и области примене (идентификација и заштита ауторских права), дат је преглед система Shazam као репрезентативног приступа заснованог на констелационим мапама и хеш-токенима. Потом следи теоријски основ који обухвата појам звука, Фуријеову трансформацију, спектрограм и мел-спектрограм, као и преглед хеширања и аутоенкодера са освртом на denoising. Средиште рада чини поглавље о архитектури и имплементацији система: описана је Python реализација са предобрадом (нормализација, додавање контролисаног шума), формирањем MFCC отисака и сегментацијом клизећим прозорима различитих дужина (1/2/4/8 s) и избором мере сличности и поступком препознавања. У делу о перформансама и евалуацији приказани су експерименти на скупу од 12 нумера са по 100 понављања по услову, при четири нивоа шума (0; 0.001; 0.01; 0.1 релативне снаге) и четири дужине сегмента, уз анализу различитих делова песама (почетак, строфа, рефрен, инструментал). Завршно поглавље доноси сажетак резултата, анализу скалабилности и робустности на шум и предлоге унапређења, укључујући увођење хеширања и примену деноисинга/аутоенкодера.

4. Анализа са кључним резултатима

д се бави пројектовањем и оценом практичног система за препознавање музичких нумера заснованог на MFCC отисцима и еуклидској метрици, са клизећим прозорима и JSON базом референтних сегмената. Приказ поступка — од предобраде, преко отискивања и претраге, до мерења сличности — педагошки је јасан и прати се на репрезентативном примеру.

На чистим сигнаlima постиже се врло висока тачност. Уз мањи ниво шума систем задржава стабилне резултате и показује добру робустност; са порастом шума перформансе опадају и постају изражено зависне од структуре нумере. По деловима песама, најпоузданије се препознају рефрени, док почеци и инструментали варирају у зависности од динамике и текстуре. По дужини сегмента, прозор од 2 s у пракси се показује као најпоузданији компромис, док 8 s понекад даје најбољи скор, али уз већу варијабилност и мању погодност за веће базе. Време одзива за кратке узорке и мању базу је веома кратко, што омогућава демонстрациону употребу.

Уочена ограничења односе се на осетљивост при већим нивоима шума и скалабилност претраге, као и на

потребу за комбиновањем обележја и прилагодљивим прозорима у даљем развоју. Сумирано, реализован је функционалан систем који убедљиво илуструје кључне идеје, јасно показује домене поузданог рада и дефинише оправдане правце унапређења.

5. Закључак и предлог

Кандидат Урош Стојановић је у свом мастер раду успешно решио постављени задатак пројектовања и имплементације система за препознавање музичких нумера заснованог на MFCC-отисцима, са систематичном евалуацијом у више сценарија. Рад одликују јасна структура, репродуцибилни експерименти и аргументована анализа резултата и ограничења, као и педагошка употребљивост. На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Уроша Стојановића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 31.10.2025. године

Чланови комисије:

др Драгана Шумарац Павловић Редовни
професор
сагласан, 31.10.2025.

др Милош Бјелић Ванредни професор
сагласан, 31.10.2025.