

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 03.09.2024. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. **Катарине Вујић** под насловом „Испитивање утицаја музике на редукцију стреса при когнитивним задацима”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидаткиње

Катарина Вујић је рођена 23.08.2000. године у Београду. Завршила је основну школу „Јован Стерија Поповић” као носилац Вукове дипломе и нижу музичку школу „Станислав Бинички” у Београду. Након тога, уписала је Девету гимназију „Михаило Петровић Алас” коју је завршила као носилац Вукове дипломе, а упоредо је завршила и средњу музичку школу „Коста Манојловић” на одсеку за клавир. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписала је 2019. године и дипломирала на одсеку за Сигнале и системе 2023. године са просечном оценом 9.54. Дипломски рад на тему „Детекција валенце и узбуђења на основу физиолошких сигнала” одбранила је са оценом 10. Током основних студија, била је ангажована као судент демонстратор на предмету Сигнали и системи. Стручну праксу је одрадила на Универзитету *ETH Zurich* где се бавила истраживачким радом на Институту за неуроморфно инжењерство и написала рад на тему *Classification of ECG signals using neuromorphic approach* који је представљен на *Amgen Scholars European Symposium* на Универзитету у Кембриџу, као и Универзитету *ETH Zurich*. Мастер студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду на модулу за Сигнале и системе уписала је у октобру 2023. године. Положила је све испите са просечном оценом 10.00. Током мастер студија била је ангажована као судент демонстратор на предмету Неуралне мреже, написала рад на тему „Класификација временских серија применом хибридног *CNN-LSTM* модела” који је био објављен на конференцији „ЕТРАН” у Нишу у јуну 2024. године и запослила се у компанији *Abbott* на позицији клиничког инжењера на одсеку за електрофизиологију.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Катарина Вујић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Анализирана су истраживања фокусирана на утицај музике на физиолошке сигнале и њену употребу у смањењу стреса и унапређењу когнитивних функција. Раније студије су потврдиле да музика са спорим темпом и блажим мелодијама може довести до смањења срчаног ритма и крвног притиска, што је директно повезано са снижењем нивоа стреса. Поред тога, постоје докази да музика може значајно смањити субјективне осећаје стреса, што је било кључна тема истраживања у многим клиничким окружењима, где се музика користи као додатна терапија у третманима бола, анксиозности и стреса. Ова истраживања су показала да је музика ефикасно средство за редукцију стреса у различитим окружењима, укључујући клиничке услове, али и свакодневни живот. Стога је за циљ мастер рада дефинисано истраживање улоге музике у смањењу стреса и анализа физиолошких одговора на музичке стимулусе код људи изложених когнитивним задацима.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 68 страна од чега прилог обухвата 20 страна, са укупно 17 слика, 4 табеле и 30 референци. Рад садржи увод, 3 поглавља и закључак (укупно 5 поглавља), списак коришћене литературе, шест прилога, списак слика и списак табела.

Прво поглавље представља увод у коме је дат преглед литературе о утицају музике на људе с посебним освртом на примену музике у сврхе редукције стреса. Дат је и теоријски осврт на физиолошке сигнале који су коришћени у наставку рада, који су обухватили фотоплетизмографију и електродермалну активност.

У другом поглављу је описан протокол студије и врста музике која је изабрана, као и подаци о испитаницима. Описан је коришћени хардвер за прикупљање фотоплетизмографског сигнала и електродермалне активности, упитници за самопроцену које су испитаници радили током експеримента, као и начин имплементације апликација за когнитивне задатке који су коришћени у експерименту. Објашњен је начин претпроцесирања сигнала, а потом и екстракције и анализе обележја.

Треће поглавље приказује резултате анализе података код 30 испитаника распоређених у три групе (групу која није слушала музику, групу која је слушала музику током целог експеримента и групу која је слушала музику само за време когнитивних задатака). Приказани су резултати на засебним сегментима експерименталног протокола. Дат је приказ анализе сигнала, значајности обележја, као и приказ корелације између обележја и стресних стања. Анализирана је поновљивост резултата, а на крају је приказана и анализа резултата упитника за самопроцену.

У четвртом поглављу су детаљно дискутовани резултати анализе физиолошких сигнала, као и значајности обележја, њихове физичке улоге и поређење између група испитаника. Дискутовани су резултати добијени за корелацију обележја и стресних стања и урађена је компарација између група ради добијања закључака о утицају музике током рада когнитивних задатака. Дискутована је могућност поновљивости резултата, као и резултата добијених из упитника за самопроцену у поређењу са резултатима добијеним из физиолошких сигнала.

Пето поглавље је закључак у оквиру кога су сумирани доприноси рада, дата закључна разматрања и предложени кораци у будућем раду.

У прилогу су приказани упитници за самопроцену коришћени у раду, значајност свих обележја у зависности од експерименталног протокола, компарација појединачних мерења код испитаника који су учествовали у анализи поновљивости резултата, као и оцене испитаника на упитницима за самопроцену.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Катарине Вујић се бави испитивањем утицаја музике на редукцију стреса при когнитивним задацима.

У оквиру мастер рада су снимљени физиолошки сигнали 30 испитаника подељених у 3 групе (контролну групу која није слушала музику, групу која је слушала музику током целог експеримента и групу која је слушала музику само за време когнитивних задатака). За прикупљање података је коришћен уређај *Shimmer3 GSR+ Unit* (*Shimmer*, Даблин, Ирска). Подаци који су коришћени за даљу анализу били сигнали фотоплетизмографа (енг. *Photoplethysmography*, PPG) и електродермалне активности (енг. *Electrodermal Activity*, EDA). Сигнали електродермалне активности су се посматрали кроз своје 2 компоненте: ниво проводљивости коже (енг. *Skin Conductance Level*, SCL) и одговор проводљивости коже (енг. *Skin Conductance Response*, SCR). За имплементацију алгоритама и анализу резултата је коришћено софтверско окружење *Python*. За претпроцесирање PPG сигнала примењује се филтер пропусник опсега интегрисан унутар *NeuroKit2* библиотеке која је коришћена за обраду PPG сигнала. За претпроцесирање SCL сигнала коришћен је нископропусни

Butterworth-ов филтер, док је за *SCR* сигнал коришћен *Butterworth*-ов филтер пропусник опсега. За екстракцију обележја *PPG* сигнала коришћене су функције из *NeuroKit2* библиотеке, док је за издвајање обележја из *EDA* сигнала имплементиран код за екстракцију статистичких обележја. Нормализација обележја је урађена за сва обележја за сваког од испитаника. За анализу значајности обележја коришћен је модел *RandomForestClassifier* из *scikit-learn* библиотеке, као и *Mann-Whitney* тест. За корелацију обележја са стресним стањима коришћена је *Point-biserial* корелација. Резултати су показали значајан одговор физиолошких сигнала на стање стреса током когнитивних задатака. За све групе је примећено да обележја који су повезана са варијабилношћу срчаног ритма имају кључну улогу у препознавању стреса. У групи која је слушала музику током целог експеримента, овај ефекат је био још израженији, док су параметри повезани са електродермалном активношћу показали мању значајност. Корелација обележја физиолошких сигнала са стресним стањима показује како музика утиче на регулацију стреса. Код групе која је слушала музику током целог експеримента показано је смањење интензитета физиолошких одговора на стресоре, што се манифестује променама у корелацији између обележја сигнала као што су варијабилност срчаног ритма и проводљивост коже са стресом. Кроз анализу упитника за самопроцену, идентификовани су кључни трендови, укључујући смањење стреса код испитаника који су слушали музику, у поређењу са контролном групом и групом која је слушала музику само за време когнитивних задатака. Такође, утврђена је корелација између смањења физиолошких параметара стреса и субјективних процена, што указује на конзистентност између објективних и субјективних индикатора стреса. Анализа поновљивости резултата показала је робусност изабраних обележја.

Главни доприноси овог мастер рада су: 1) дизајн и снимање пилот студије за процену утицаја музике на *PPG* и *EDA* одговоре испитаника током когнитивних задатака, 2) анализа корелације обележја са субјективним оценама испитаника о нивоу стреса, 3) анализа информативности екстрахованих обележја за разликовање неутралног стања од стања стреса.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Катарина Вујић је у свом мастер раду успешно истражила ефекте музике у редукацији стреса при когнитивним задацима. Предложена методологија може значајно да унапреди могућности примене музике у редукацији стреса, као и да отвори пут за потенцијалне примене у клиничкој пракси.

Кандидаткиња Катарина Вујић је показала самосталност у упознавању и истраживању теме, систематичност и иновативност у реализацији истраживања, као и презентовању својих резултата.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да се рад **дипл. инж. Катарине Вујић** прихвати као мастер рад и да се кандидаткињи одобри јавна усмена одбрана.

Београд, 13.09.2024. године

Чланови комисије:



др Милића Јанковић, ванредни професор



Мс Марија Новичић, асистент