

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 31.08.2021. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Небојше Јовановића под насловом „Анализа покрета ока током симулације вожње са применом у неурологији” који је писан на енглеском језику (наслов на енглеском „Analysis of eye-tracking movements during driving simulation with application in neurology”). Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Небојша Јовановић је рођен 22.09.1997. године у Пожаревцу. Основну школу "Иво Лола Рибар" је завршио у Великом Грађишту као ћак генерације. Потом је завршио Математичку гимназију у Београду. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2016. године и дипломирао у року 2020. године на одсеку за Сигнале и системе са просечном оценом 9,09. и са дипломски радом под називом “Хибридни алгоритам за детекцију поспаности” који је одбранио са оценом 10. Исте године уписао је дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду на Модулу за сигнале и системе.

Освојио је треће место на такмичењу *IX Balkan Open Competition in Software designed instrumentation* током основних академских студија. Током мастер студија био је ангажован као демонстратор на предметима 4. године основних академских студија и то Методе анализе електрофизиолошких сигнала (13E054MAC) и Клиничко инжењерство (13E054КЛИН). Из области анализе биосигнала, био је коаутор конференцијског рада на међународној конференцији *INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)* под називом *Empirical mode decomposition for automatic artifact elimination in electrogastrogram*, doi: 10.1109/INFOTEH51037.2021.9400683, IEEE press.

Током студија примао је стипендију за изузетно надарене студенте Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и обавио је четвромесечну праксу у компанији *Andreas Stihl AG & Co* у Штутгарту у Немачкој, преко стипендије Фондације Зоран Ђинђић, чији је алумни.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Небојша Јовановић је као припрему за израду мастер рада урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализиране су постојеће примене уређаја за праћење покрета ока у симулацији вожње.

Истраживањем релевантне литературе у области утврђено је да праћење покрета ока код испитаника у симулацији вожње представља важан део процене когнитивних способности возача. За сада не постоје јасна упутства како се сигнал праћења ока може искористити за процену способности вожње код опорављених неуролошких пациентата тј. на који начин је потребно издвојити обележја од значаја. Зато је, у овој тези, реализована детаљна анализа сигнала покрета ока на испитаницима из базе неуролошких пациентата, током вожње у симулатору.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 22 стране са укупно 11 слика, 4 табеле и 29 референци. Рад садржи увод, три поглавља, списак коришћене литературе, списак скраћеница, списак слика и списак табела.

Прво поглавље представља увод у коме су описаны предмет и циљ рада. Представљене су најчешће примене уређаја за праћење ока у симулацијама вожње, као и повезаност између карактеристичних обележја сигнала праћења ока и когнитивног замора у вожњи.

У другом поглављу је дат општи приказ примењене методологије. Дат је опис коришћене базе података, снимане у Словенији, која је коришћена захваљујући проф. др Јаки Соднику, процеса чишћења података и издвајање обележја од значаја. Затим је представљено решење софтверске имплементације проблема која се односи на анализу сигнала и видео анализу, као и методе статистичке анализе.

У трећем поглављу су представљени добијени резултати. Посебна пажња је посвећена тзв. времену опажаја, која представља главни параметар за дискриминацију две групе испитаника – пацијената који имају и који немају способност вожње на основу реализоване клиничке процене.

Четврто поглавље садржи закључак и дискусију. Прво је дискутовано о добијеним резултатима након примене одговарајуће анализе. Акценат је пре свега био на параметру времена опажаја и на то како он може да корелише са квалитативном оценом процене возача код неуролошких пацијената. У остатку поглавља су предложени даљи кораци истраживања и даљег развоја тестирања вожње код опорављених неуролошких пацијената помоћу сигнала праћења ока.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Небојше Јовановића се бави проблематиком анализе покрета ока током симулације вожње, са применом у неурологији. Пре безбедног повратка у саобраћај, опорављени неуролошки пацијенти морају положити психолошки тест као и тест способности, који није стандардизован, и може дати погрешну слику о стварној способности возача. Главни циљ овог рада јесте анализа сигнала праћења ока код две групе опорављених неуролошких пацијената - способних за вожњу и неспособних за вожњу. Упоредном анализом сигнала праћења ока и видео сигнала који је био на располагању је утврђено да постоји параметар који јасно показује квалитативну разлику између две групе пацијената.

Основни доприноси рада су: 1) приказ и методологија анализе сигнала праћења ока, 2) софтверска имплементација алгоритама за обраду, анализу и приказ сигнала праћења ока, 3) представљање новог параметра – време опажаја, које са статистичким значајем разликује две групе неуролошких пацијената и 4) могућност наставка рада на истраживању у области праћења ока у симулацијама вожње.

5. Закључак и предлог

Кандидат **Небојша Јовановић** је у свом мастер раду под називом „**Анализа покрета ока током симулације вожње са применом у неурологији**“ који је писан на енглеском језику (наслов на енглеском: „**Analysis of eye-tracking movements during driving simulation with application in neurology**“) успешно решио проблем квалитативне процене возачких способности код неуролошких пацијената применом сигнала праћења ока и развио софтверски систем за обраду, анализу и приказ истог сигнала. Предложени параметри и измене у протоколу симулације вожње могу значајно да унапреде квалитет будућих тестирања способни вожње код неуролошких пацијената.

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и креативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 06.09.2021. године

Чланови комисије:

Др Надица Мильковић, ванредни професор, ментор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

Др Вељко Папић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

Др Јака Содник, редовни професор
Електротехнички факултет Универзитета у Љубљани, Словенија

TO THE COMMITTEE FOR MASTER STUDIES AT THE UNIVERSITY OF BELGRADE – SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING

By the decision of Committee for Master studies at the University of Belgrade – School of Electrical Engineering from August 31, 2021, we are appointed as Committee members for examination and evaluation of Master thesis titled “**Analysis of eye-tracking movements during driving simulation with application in neurology**” (in Serbian “Analiza pokreta oka tokom simulacije vožnje sa primenom u neurologiji”) for candidate **dipl. eng. Nebojša Jovanović**. The Thesis is written in English language. After examination of submitted materials and Master thesis, the Committee prepared the following

R E P O R T

1. Candidate's biographical data

Nebojša Jovanović was born on September 22, 1997 in Belgrade. He finished elementary school “Ivo Lola Ribar” in Veliko Gradište with *summa cum laude* and he received the best student award. Then, he finished the Mathematical High School in Belgrade. He enrolled in Bachelor studies at the School of Electrical Engineering, University of Belgrade in 2016 and graduated in 2020 at the Department of Signals and Systems with an average grade of 9.09 (out of 10.00), and he defended Bachelor Thesis titled “Hybrid algorithm for drowsiness detection” with a grade of 10 (out of 10). In the same year he enrolled in Master studies at the School of Electrical Engineering in Belgrade, at the Module for Signals and Systems.

He won the third place at the *IX Balkan Open Competition in Software-designed instrumentation* during Bachelor studies. During Master studies, Nebojša Jovanović was engaged as a student demonstrator for two Bachelor courses: Methods of Electrophysiological Signal Analysis (13E054MAS) and Clinical Engineering (13E054KLIN). In the field of biosignal analysis, he was a co-author of a conference paper at the international conference *INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)* entitled *Empirical mode decomposition for automatic artifact elimination in electrogastrogram*, doi: 10.1109 / INFOTEH51037.2021.9400683, IEEE press.

He received a scholarship for talented students from the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia and completed a four-month internship at Andreas Stihl AG & Co in Stuttgart, Germany, through a scholarship from the “Zoran Đindić” Foundation. Currently, he is Alumnus at the “Zoran Đindić” Foundation.

2. Report on research study

Nebojša Jovanović, as a preparation for the work on his Master Thesis, performed initial background research and identified relevant literature related to the field of interest of the Master Thesis. More specifically, existing applications of eye movement monitoring devices in the driving simulation were analyzed.

This initial literature review has shown that monitoring eye movement in subjects in driving simulation is an important part of assessing drivers' cognitive abilities. Currently, it is not entirely clear from the results of previous studies presented in the relevant literature how an eye-tracking signal can be used to assess the drivers' ability to drive in recovered neurological patients. More precisely it is not clear how to extract relevant features from the available signal. Therefore, a detailed analysis of eye movement signals was performed in this Thesis for the recordings available from the database containing records of neurological patients who drove simulator.

3. Master thesis description

Master thesis has 22 pages, 11 figures, 4 tables, and 29 references. The Thesis has introduction, three chapters, and a list of references with list of figures, tables, and abbreviations.

The first chapter is an introduction that describes the aim of the paper. The most common applications of eye-tracking devices in driving simulations are presented, as well as the connection between the characteristic features of the eye tracking signal and cognitive fatigue in driving.

The second chapter provides an overview of the applied methodology. A description of the used database, recorded in Slovenia, which was used thanks to prof. dr Jaka Sodnik, the process of cleaning the data and highlighting the features of importance. Then, the solution of the software implementation of the problem is presented (for both signal and video analysis), as well as the description of the statistical analysis.

The third chapter presents the obtained results. Special attention is given to the so-called sensing time, which is the main parameter for the discrimination of two groups of respondents – patients who were fit and unfit to drive according to the clinical assessment.

The fourth chapter contains a conclusion and a discussion. The results obtained by the applied analysis were discussed. The emphasis was primarily on the parameter of sensing time and how it can correlate with the qualitative assessment of driver assessment in neurological patients. In the rest of the chapter, further steps for research and further development of driving testing in recovered neurological patients using eye tracking signals are proposed.

4. Analysis of the presented work with key results

Master thesis of candidate dipl. eng. Nebojša deals with the analysis of eye-tracking signals recorded during driving simulation with the application in neurology. Before returning safely to traffic, recovered neurological patients must pass a psychological test as well as an aptitude test, which is not standardized and may give a wrong result of the driver's actual ability. The main goal of this Thesis is to analyze eye-tracking signals in two groups of recovered neurological patients – fit and unfit to drive. A complementary analysis of the eye tracking signal and the video signal that was available revealed that there a parameter that clearly shows the qualitative difference between the two groups of patients can be defined.

The main contributions of the paper are: 1) presentation and methodology of eye-tracking signal analysis, 2) software implementation of algorithms for processing, analysis, and visualization of eye monitoring signals, 3) presentation of a novel parameter - sensing time, which distinguishes two groups of neurological patients with statistical significance, and 4) possibility of continuation research work in the field of eye-tracking in driving simulations.

5. Conclusion and proposal

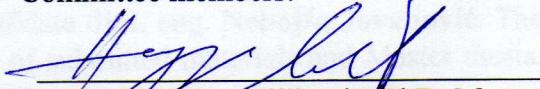
Candidate Nebojša Jovanović in his Master thesis titled "**Analysis of eye-tracking movements during driving simulation with application in neurology**" and written in English language (in Serbian „**Analiza pokreta oka tokom simulacije vožnje sa primenom u neurologiji**“) successfully solved the problem of qualitative assessment of driving abilities in neurological patients by applying eye-tracking signals and developed a software system for processing, analysis, and visualization of the signal. The proposed parameters and changes in the driving simulation protocol can significantly improve the quality of future driving tests in neurological patients.

Nebojša Jovanović expressed independence and applied systematic thinking during the work on the proposed Master thesis, so as creative elements in solving and understanding assignments and problems presented in this Thesis.

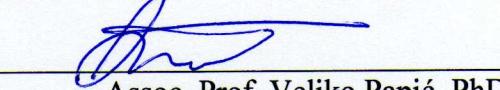
Having in mind all aforementioned facts, the Committee proposes to the Committee for Master studies at the University of Belgrade – School of Electrical Engineering to accept the work presented by candidate dipl. eng. Nebojša Jovanović as Master thesis and to allow public oral defense.

Belgrade, September 6, 2021

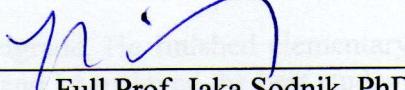
Committee members:



Assoc. Prof. Nadea Miljković, PhD, Mentor
University of Belgrade – School of Electrical Engineering



Assoc. Prof. Veljko Papić, PhD
University of Belgrade – School of Electrical Engineering



Full Prof. Jaka Sodnik, PhD
Faculty of Electrical Engineering University of Ljubljana, Slovenia

Nebojša Jovanović was born on 10.01.1995 in Belgrade, Serbia. He graduated from the Faculty of Electrical Engineering, University of Belgrade in 2019. He obtained his Bachelor Thesis titled "A system for driver's drowsiness detection" with a grade of 10 (excellent). In the same year he started his Master studies at the School of Electrical Engineering in the field of "Software-defined radio systems". He took part in the third edition of the "A Balkan Open Competition in Software-defined Radio Systems" during Belgrade Radio Week 2019. Nebojša Jovanović was engaged as a research assistant at the Institute of Clinical Physiology (Institute of Clinical Physiology) in the field of biosignal analysis. He was a co-author of a conference paper at the international conference INFOETH-JAHORINA (INFOETH-JAHORINA 2019) titled "Novel approach for automatic artifact elimination in electrogoniograms" (INFOETH-2019-0001), in press.

He received a scholarship for doctoral studies from the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia and completed a four-month internship at Andreas Stiehl AG in Ulm, Stuttgart, Germany, through a scholarship from the "Zoran Đinđić" Foundation. Currently, he is a Alumnus at the "Zoran Đinđić" Foundation.

2. Report on research study

Nebojša Jovanović, as a preparation for the work on his Master Thesis, performed initial background research and identified relevant literature related to the field of interest of the Master Thesis. More specifically, existing applications of eye movement monitoring devices in the driving simulation were analyzed.

This initial literature review has shown that monitoring eye movements in subjects in driving simulation is an important part of assessing drivers' cognitive abilities. Currently, it is not entirely clear from the results of previous studies presented in the relevant literature how an eye-tracking signal can be used to assess the drivers' ability to drive in recovery in neurological patients. More precisely, it is not clear how to extract relevant features from the available signals. Therefore, a detailed analysis of eye movement signals was performed in this Thesis for the recordings available from the database containing records of neurological patients who drove simulator.