

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 05.07.2022. године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. **Николе Миленића** под насловом „**Методе за генерисање симулираног електрогастрограма током појаве симптома мучнине**” (енг. „**Methods for generating a simulated electrogastrogram with nausea symptoms**“). Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Никола Миленић је рођен 19.12.1997. године у Крагујевцу. Завршио је прву крагујевачку гимназију 2016. године са успехом 5,0. Електротехнички факултет, Универзитета у Београду уписао је 2016. године на смеру за Рачунарску технику и информатику, а дипломирао је 2020. године са просечном оценом 9,07. Дипломски рад је одбранио у септембру 2020. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду је уписао октобра 2020. на модулу за Сигнале и системе. Положио је све испите са просечном оценом 9,40.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Никола Миленић је током припреме за израду мастер рада урадио истраживање одговарајуће литературе са циљем препознавања проблема приступа отвореним базама података у биомедицинском инжењерству и са циљем проучавања основних карактеристика ЕГГ сигнала и њихове примене у оцени мучнине.

Прегледом литературе је утврђено да постоји несташица отворених база ЕГГ сигнала, као и да би потенцијално решење могло бити у примени метода за генерисање вештачких ЕГГ сигнала. У складу са закључцима који су добијени прегледом литературе и са прикупљеним одговарајућим подацима о карактеристикама ЕГГ сигнала здравих испитаника пре и после јела, као и током осећаја мучнине, у мастер раду је реализована софтверска апликација за генерисање синтетичких ЕГГ сигнала. Апликација је укључила и генерисање синтетичког шума који представља неизоставни део мереног ЕГГ сигнала.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 43 стране са укупно 11 слика, 7 табела и 16 референци. Рад садржи увод, четири поглавља, дискусију и закључак (укупно 7 поглавља), списак коришћене литературе, скраћеница, слика и табела, као и један прилог.

Прво поглавље је увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљена је електрогастрографија, основне карактеристике ЕГГ сигнала и мотивација за истраживање у области генерисања синтетичких електрогастрограма.

У другом поглављу је дат детаљан опис реализованих и примењених метода за синтезу електрогастрограма. Посебан акценат је стављен на генерисање синтетичких ЕГГ

сигнала који по својим карактеристикама одговарају мереним сигнаlima, а показано је како је могуће генерисати и шум у ЕГГ сигналу.

Треће поглавље садржи резултат евалуације синтетичких ЕГГ сигнала са карактеристикама које одговарају симптомима мучнине. Табеларно су представљена обележја која су добијена генерисањем ЕГГ сигнала током појаве симптома мучнине, а резултати су поређени са очекиваним променама ЕГГ параметара које су познате из литературе.

Евалуација синтетичких ЕГГ сигнала применом Монте-Карло методе је приказана у четвртој поглављу.

Квалитативна анализа која је спроведена кроз упитник са циљем провере веродостојности синтетичких ЕГГ сигнала је представљена у петом поглављу. Ово поглавље такође садржи и резултате анкете.

Шесто поглавље је дискусија у оквиру које су резимирани резултати рада и дата њихова интерпретација. Такође су дати предлози за даље унапређење синтезе ЕГГ сигнала.

Седмо поглавље је закључак који укратко резимира рад, његове резултате и њихов значај за даљи развој у области анализе биосигнала.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Николе Миленића се бави проблематиком синтезе ЕГГ сигнала. Синтетички сигнали у биомедицинском инжењерству су значајни за развој и евалуацију алгоритама за обраду биомедицинских сигнала, посебно у случајевима када су биомедицински сигнали недоступни или нису јавно доступни.

У мастер раду су предложене методе за синтезу ЕГГ сигнала. Посебан значај добијених резултата се огледа у томе што поред ЕГГ сигнала здраве особе у стањима пре и после јела, може се генерисати ЕГГ сигнал на коме се виде последице промене услед поремећаја у функционисању система за варење. У раду је приказана и детаљно анализирана модификација методе у случају када постоји осећај мучнине код испитаника. Основни доприноси рада су:

- (1) представљене су нове методе за синтезу ЕГГ сигнала,
- (2) дате су могућности употребе синтетичких сигнала за даље истраживање у области анализе биосигнала,
- (3) предлози за даљи развој предложених метода су приказани и
- (4) дат је предлог процене реалистичности сигнала применом квантитативних и квалитативних техника.

Део резултата овог мастер рада се ослања на препринт који је тренутно на рецензији у часопису: Миљковић, Н., Миленић, Н., Поповић, Н. Б., & Содник, Ј., *Data Augmentation for Generating Synthetic Electrogastrogram Time Series*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.02408>, а чији је код јавно подељен на: Миљковић, Н., Миленић, Н., Поповић, Н. Б., & Содник, Ј., 2023. [NadicaSm/syEGG: v1 \[софтвер\] Зенодо. https://doi.org/10.5281/zenodo.7698446](https://doi.org/10.5281/zenodo.7698446).

5. Закључак и предлог

Кандидат Никола Миленић је у свом мастер раду под насловом „Методе за генерисање симулираног електрогастрограма током појаве симптома мучнине” (енг. „**Methods for generating a simulated electrogastrogram with nausea symptoms**“) који је написан на енглеском језику предложио методу за синтезу ЕГГ сигнала, као и поступак за

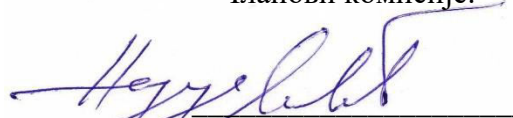
процену реалистичности генерисаних ЕГГ сигнала. Представљена решења могу да допринесу бржем развоју и ригорозној евалуацији алгоритама за обраду ЕГГ сигнала.

Никола Миленић је исказао самосталност и систематичност у своме поступку, као и иновативне елементе у решавању проблематике овог мастер рада, посебно са становишта генерисања шума на сигналу и примене методе за генерисање ЕГГ сигнала током осећаја мучнине.

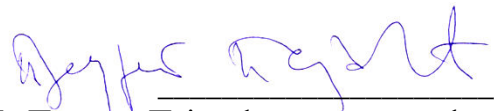
На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Николе Миленића прихвати као мастер рад и кандидату одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 01.09.2023. године

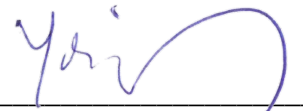
Чланови комисије:



Др Надица Миљковић, ванредни професор, ментор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



Др Предраг Пејовић, редовни 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 the Committee for Master studies at the University of Belgrade – School of Electrical Engineering from July 5, 2022, we are appointed as Committee members for the examination and evaluation of the Master thesis titled "**Methods for generating a simulated electrogastrogram with nausea symptoms**" (in Serbian "**Методе за генерисање симулираног електрогастрограма током појаве симптома мучнине**") for candidate dipl. eng. Nikola Milenić. The thesis is written in the English language. After examination of the submitted materials and Master thesis, the Committee prepared the following

R E P O R T

1. Candidate's biographical data

Nikola Milenić was born on December 19, 1997. in Kragujevac, Republic of Serbia. He finished the First Grammar High School in Kragujevac in 2016 *summa cum laude*. He enrolled in Bachelor studies at the University of Belgrade – School of Electrical Engineering in 2016 and graduated at the Department of Computer Science and Information Technology with an average grade of 9.07 (out of 10.00). Nikola defended his Bachelor thesis in September 2020 with grade 10 (out of 10). In October 2020, he enrolled in Master studies at the University of Belgrade – School of Electrical Engineering at the Signals and Systems module. He passed all exams with an average grade of 9.40 (out of 10.00).

2. Report on research study

Candidate Nikola Milenić in preparation for the work on Master thesis carried out a research of relevant literature with the aim of identifying the problem of lack of open databases in biomedical engineering and with the aim of studying the basic characteristics of EGG signals specifically related to the EGG-based nausea assessment.

A review of the literature revealed that a potential solution for the current shortage of openly available EGG signals could be in the application of methods for generating synthetic EGG signals. According to the conclusions obtained from the literature review and with recognized EGG characteristics in healthy subjects as a result of fasting and post-prandial states, as well as during nausea occurrence, a software application for generating synthetic EGG signals is implemented in the Master thesis. The application also included the generation of synthetic noise being an indispensable part of the measured EGG signal.

3. Master thesis description

The Master thesis has 43 pages with a total of 11 figures, 7 tables, and 16 references. The thesis incorporates introduction, four chapters, a discussion and a conclusion (7 chapters in total), a list of references, abbreviations, figures, and tables, as well as an appendix.

The first chapter is an introduction in which the subject and the aim of the work are presented. Electrogastrography method, the basic characteristics of EGG signals, and the motivation for research in the field of generating synthetic electrogastrograms are introduced.

In the second chapter, a detailed description of implemented and applied methods for the synthesis of electrogastrograms is presented. A special emphasis is placed on the generation of synthetic realistic EGG signals and the method for noise generation noise in the EGG signal is proposed.

The third chapter contains result of the evaluation of synthetic EGG signals with nausea symptoms. Obtained features from generated EGG signals with nausea-related changes are displayed and the results are compared with the expected changes in EGG parameters known from the literature.

The evaluation of synthetic EGG signals using the Monte-Carlo method is presented in the fourth chapter.

The qualitative analysis that was carried out through the proposed survey with the aim to verify realism of generated synthetic EGG signals is presented in the fifth chapter. This chapter also showcases the survey results.

The sixth chapter is a discussion and contains summarized results with an adequate interpretation. Suggestions for further improvement of EGG signal synthesis are also provided.

Conclusion is given in the seventh chapter and it briefly summarizes the work, obtained results, and their relevance for further advancements in the field of biosignal analysis with synthetic signals.

4. Analysis of the presented work with key results

The Master thesis of dipl. eng. Nikola Milenić deals with the problem of EGG signal synthesis. In the realm of biomedical engineering, synthetic signals are important and in some cases required for development and evaluation of biomedical signal processing algorithms, especially in the event when biomedical signals are unavailable or when they are not openly available.

Methods for the synthesis of EGG signals are proposed in this Master thesis. Specifically, the importance of the proposed methods is reflected in the fact that, in addition to the EGG signal of a healthy person in fasting and post-prandial states, synthetic EGG signal can be generated as a consequence of changes caused by the disturbances in the digestive system. This thesis presents and analyzes in detail the modification of the method in the case when nausea occurs. The main contributions of the Master thesis are:

- (1) new methods for EGG signal synthesis are presented,
- (2) the possibilities of using synthetic signals for further research in the field of biosignal analysis are given,
- (3) proposals for further development of the proposed method are presented, and
- (4) techniques for assessment of the realism of generated signals using quantitative and qualitative techniques are given.

Part of the results of this master thesis is based on a preprint that is currently under review in the journal: Miljković, N., Milenić, N., Popović, N. B., & Sodnik, J. Data Augmentation for Generating Synthetic Electrogastrogram Time Series. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.02408>, with the publicly shared code: Miljković, N., Milenić, N., Popović, N.B., and Sodnik, J., 2023. [NadicaSm/syEGG](https://doi.org/10.5281/zenodo.7698446): v1 [Software code] Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7698446>.

5. Conclusion and proposal

Candidate **Nikola Milenić** in his Master thesis entitled "**Methods for generating a simulated electrogastrogram with nausea symptoms**" (in Serbian "**Методе за генерисање**

симулираног електрогастрограма током појаве симптома мучнине"), which was written in English, proposed and successfully designed methods for EGG signal synthesis, as well as procedures for assessing realism of generated EGG signals. The presented solutions can contribute to the rapid development and rigorous scientific evaluation of algorithms in EGG signal processing.

Nikola Milenić showed independence and systematic approach during the work on Master thesis, as well as inventive elements in solving the problems, especially from the point of view of generating noise and modifying the designed method for generating EGG signal alterations during nausea occurrence.

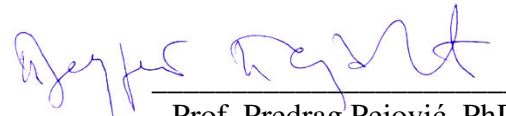
Taking into account all aforementioned facts, the Committee proposes to the Committee for Master studies at the University of Belgrade — School of Electrical Engineering to accept the work presented by dipl. eng. Nikola Milenić as Master thesis and to allow public oral defense.

Belgrade, September 1, 2023

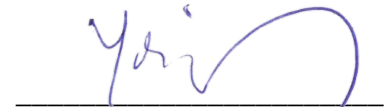
Committee members:



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



Prof. Predrag Pejović, PhD
University of Belgrade – School of Electrical Engineering



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