

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. Пап Марка под насловом „Синтеза музике коришћењем хроматограма и рекурентне неуралне мреже са дугим краткорочним памћењем“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Марко Пап је рођен 01.10.1996. године у Панчеву. Завршио је основну школу „Васа Живковић“ у Панчеву као вуковац. Уписао је гимназију „Урош Предић“ у Панчеву и коју је завршио са одличним успехом. Електротехнички факултет уписао је 2015. године. Дипломирао је на одсеку за Телекомуникације и информационе технологије 2020. године са просечном оценом 7,65. Дипломски рад одбранио је у августу 2020. године са оценом 10. Мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, на Модулу Информационо комуникационе технологије уписао је у октобру 2020. године.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Марко Пап (3336/2020) је као припрему за израду мастер рада „Синтеза музике коришћењем хроматограма и рекурентне неуралне мреже са дугим краткорочним памћењем“ урадио истраживање релевантне литературе која се односи на област синтезе музичких сигнала помоћу неуралних мрежа. Конкретно, анализирана је литература у области музичке акустике, са циљем да се пронађу адекватна обележја музичких сигнала која би се искористила за синтезу. У оквиру истраживања су коришћене следеће референце:

- [1] Davis, S. Mermelstein, P. (1980) *Comparison of Parametric Representations for Monosyllabic Word Recognition in Continuously Spoken Sentences*. In IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. 28 No. 4.
- [2] X. Huang, A. Acero, and H. Hon. *Spoken Language Processing: A guide to theory, algorithm, and system development*. Prentice Hall, 2001.
- [3] Furht, B. (2010) *Handbook of Multimedia for Digital Entertainment and Arts*. Springer Science & Business Media.
- [4] [На мрежи] [преузето: 8.9.2021.] <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- [5] Tatjana Miljković, *Analiza muzičkog sadržaja pomoću hromatograma*, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2018.
- [6] [На мрежи] [Цитирано: 7.9.2021.] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2772084>
- [7] *Analiza muzičkih tonova pomoću hromatograma*. M. Slavković-Ivić, D. Šumarac Pavlović. Zlatibor : ETRAN, 2016. 978-86-7466-618-0.
- [8] Schmidhuber, J. (2015). "Deep Learning in Neural Networks: An Overview". Neural Networks. 61: 85–117.
- [9] Haykin, Simon S. (1999). Neural networks : a comprehensive foundation. Prentice Hall. ISBN 978-0-13-273350-2. OCLC 38908586.
- [10] Lawrence, Jeanette (1994). Introduction to neural networks : design, theory and applications. California Scientific Software. ISBN 978-1-883157-00-5. OCLC 32179420.

- [11] Mauch, Matthias; Dixon, Simon (2010). "Simultaneous estimation of chords and musical context from audio". *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*. 18 (6): 138–153.
- [12] Gómez, Emilia (2006). "Tonal Description of Music Audio Signals". PHD Thesis, UPF Barcelona, Spain.
- [13] Müller, Meinard; Ewert, Sebastian (2011). "Chroma Toolbox: MATLAB Implementations For Extracting Variants of Chroma-Based Audio Features" (PDF). *Proceedings of the International Society for Music Information Retrieval Conference*: 215–220.
- [14] Bharucha, J. J. and Todd, P. M. (1989). Modeling the perception of tonal structure with neural nets. *Computer Music Journal*, 13(4):44–53.
- [15] Cooper, G. and Meyer, L. B. (1960). *The Rhythmic Structure of Music*. The University of Chicago Press.
- [16] J. Chen and R. Miikkulainen, "Creating melodies with evolving recurrent neural networks," *IJCNN'01. International Joint Conference on Neural Networks. Proceedings (Cat. No.01CH37222)*, 2001, pp. 2241-2246 vol.3, doi: 10.1109/IJCNN.2001.938515.
- [17] P. Sheikholharam and M. Teshnehlal, "Music Composition Using Combination of Genetic Algorithms and Recurrent Neural Networks," *2008 Eighth International Conference on Hybrid Intelligent Systems*, 2008, pp. 350-355, doi: 10.1109/HIS.2008.46.
- [18] T. Miljković, M. Bjelić, D. Šumarac Pavlović, G. Kvaščev, *Prepoznavanje duvačkih instrumenata pomoću hromaprofila i neuralne mreže*, 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, pp. 362 - 367, Jahorina, 2019.
- [19] T. Miljković, M. Bjelić, D. Šumarac Pavlović, G. Kvaščev, *Upotreba različitih obeležja za prepoznavanje drvenih duvačkih instrumenata korišćenjem neuralnih mreža*, *ETRA*, pp. 69 - 74, Društvo za ETRA, Srebrno jezero, Jun, 2019.

Проучавањем наведених референци утврђено је да постоји могућност примене рекурентних неуралних мрежа за синтетисање оригиналних музичких композиција коришћењем хроматограма.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 37 страна, са укупно 26 слика, 3 табеле и 19 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља) и списак коришћене литературе.

У уводу дефинисани су предмет, циљ и методе мастер рада.

У другом поглављу овог рада приказана је теоријска основа вештачких неуралних мрежа, као и рекурентних неуралних мрежа и *LSTM* (eng. *Long Short-Term Memory*) класе неуралних мрежа.

Треће поглавље садржи теоријски преглед појмова кратковремене Фуријеове трансформације, хрома матрице и хроматограма.

У четвртом поглављу дато је детаљно објашњење тока рада система за генерисање музичких сигнала са посебним освртом на методе прорачунавања хроматограма, квантизације, класификације и кодирања скупа података.

У петом поглављу представљени су резултати добијени описаним системом за генерисање музичких сигнала, као и технике којим би се могли побољшати.

У закључку су сумиране методе добијања резултата као и сами резултати до којих се дошло у току израде овог рада.

Литература садржи списак од 19 референци. Наведене референце коришћене су током израде рада у циљу формирања основне идеје истраживања, као и увида у актуелно стање у области истраживања.

4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Пап Марка се бави проблематиком у области рачунарске креативности, конкретно у примени дубинског учења за синтезу музике. У ту сврху у раду је формиран софтвер применом програмског језика *Python*. Циљ тог софтвера је да омогући кориснику да на основу задате песме креира нови сигнал жељеног трајања.

Основни доприноси рада су: 1) прикупљање података о одабиру релевантних технологија за реализацију система за генерисање музичких сигнала; 2) формирање алгоритма за имплементацију метода прорачунавања хроматограма, квантизације, класификације, кодирања скупа података и вршење дубинског учења; 3) формирање апликације. Приказани су изведени закључци и дате су идеје како побољшати направљене апликације.

5. Закључак и предлог

Кандидат Пап Марко је у свом мастер раду успешно извршио формирање система за генерисање музичких сигнала. Рад садржи детаљан преглед метода коришћених за формирање система за генерисање музичких сигнала као и приказ резултата добијених коришћењем истог.

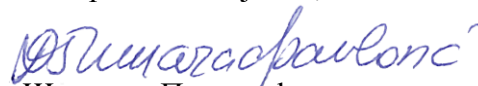
Кандидат је исказао самосталност и систематичност у раду као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 10.09.2021. године

Чланови комисије:


др Милош Бјелић, доцент


др Драгана Шумарац Павловић, редовни професор