

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

**-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена**

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију:</p> <p>Решење Декана Факултета техничких наука у Новом Саду, број 012-199/14-2016 од 01.12.2016.</p>
<p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>1) Др Бранислав Боровац, редовни професор, УНО: Мехатроника, роботика и аутоматизација, датум избора у звање: 13.03.1998., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, председник комисије,</p> <p>2) Др Зоран Перић, редовни професор, УНО: Телекомуникације, датум избора у звање: 24.11.2010., Универзитет у Нишу, Електронски факултет, Ниш, члан комисије,</p> <p>3) Др Марко Јанев, научни сарадник, УНО: Математика, датум избора у звање 27.06.2012., Математички институт САНУ, Београд, члан комисије,</p> <p>4) Др Никша Јаковљевић, доцент, УНО: Телекомуникације и обрада сигнала, датум избора у звање 11.10.2014., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан комисије,</p> <p>5) Др Милан Гњатовић, доцент, УНО: Мехатроника, роботика и аутоматизација и интегрисани системи, датум избора у звање: 10.10.2014., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан комисије, ментор,</p> <p>6) Др Владо Делић, редовни професор, УНО: Телекомуникације и обрада сигнала, датум избора у звање: 28.03.2013., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан комисије, ментор.</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Драгиша, Мио драг, Мишковић</p>
<p>2. Датум рођења, општина, држава: 14.02.1975., Шабац, Србија</p>
<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Факултет техничких наука, Електротехника и рачунарство, дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства</p>
<p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2011., Енергетика, електроника и телекомуникације</p>
<p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -</p>

<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<b>Контекстно зависно препознавање говора у интеракцији између човека и машине</b>
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.
<p>Докторска дисертација је изложена у седам поглавља, и има следећу структуру:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. „Увод“,</li> <li>2. „Преглед стања у области и доприноса тезе“,</li> <li>3. „Статистички приступ препознавању говора“,</li> <li>4. „Когнитивно инспирисани приступ моделовању контекста“,</li> <li>5. „Контекстно зависно оцењивање дијалошких чинова“,</li> <li>6. „Прототипска демонстрација“,</li> <li>7. „Закључак“.</li> </ol> <p>Дисертација је изложена на 140 страна формата Б5, и садржи 30 слика, 11 табела, 60 литературних навода, и три прилога. После насловне стране стоји кључна документацијска информација на српском и енглеском језику, а потом следе садржај, листа слика, листа табела, листа скраћеница, захвалница, сажетак на српском и енглеском језику, горенаведена поглавља, списак референци, и прилози.</p>
<b>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>
<p><b>Наслов докторске дисертације</b> је јасно формулисан, и сажето дефинише тематику и садржај дисертације.</p> <p><b>У уводном поглављу</b> је, након образложења теме истраживања, указано на потребу за адекватним рачунарским моделовањем контекста интеракције између човека и машине као предуслова за унапређење тачности аутоматског препознавања говора. У складу са одабраним проблемом истраживања, јасно и концизно су дефинисани предмет, проблем и циљ истраживања. Након тога је најављен садржај дисертације.</p> <p><i>Комисија сматра да су предмет, проблем и циљ истраживања дефинисани јасно и концизно.</i></p> <p><b>У другом поглављу</b> је пружен преглед стања у области аутоматског препознавања говора. Посебна пажња у анализи актуелних приступа је посвећена моделовању контекста. Јасно је указано на ограничења актуелних статистичких приступа у моделовању контекста интеракције, а потом су концизно описани предложени методолошки приступ аутоматском препознавању говора и доприноси дисертације.</p> <p><i>Комисија сматра да изложена анализа ефектно указује на методолошка ограничења актуелних приступа аутоматском препознавању говора, и јасно мотивише нови методолошки приступ предложен у дисертацији.</i></p> <p><b>У трећем поглављу</b> се разматра дизајн статистичког препознавача говора. Изложена је његова модуларна архитектура, након чега следи детаљни приказ појединачних подсистема, чије функционалности укључују: обраду акустичког сигнала и издвајање обележја, акустичко моделовање засновано на скривеним Марковљевим моделима, језичко моделовање засновано на н-грамима, и декодовање, тј., претраживање простора могућих хипотеза препознавања говора дефинисаног речником, акустичким моделом и језичким моделом.</p> <p><i>Комисија сматра да је дизајн статистичког препознавача говора јасно изложен и адекватан.</i></p> <p><b>У четвртном поглављу</b> су изложени изабрани аспекти фокусног стабла, које представља рачунарску концептуализацију когнитивног концентричног модела радне меморије. Посебна пажња је посвећена аспектима фокусног стабла који су релевантни за контекстно зависно оцењивање хипотеза препознавача говора, укључујући моделовање домена интеракције између човека и машине, и интерпретирање спонтано формулисаних дијалошких чинова.</p>

*Комисија сматра да је модел фокусног стабла изложен јасно, коректно и у прикладном обиму.*

**Пето поглавље** је централно за ову тезу. У њему је представљен алгоритам за контекстно зависно оцењивање хипотеза препознавача говора, који се заснива на моделу фокусног стабла. Основна идеја алгоритма се може сумирати као sukcesивно редуковање скупа хипотеза препознавача говора, одбацивањем оних хипотеза које су мање релевантне за тренутни контекст интеракције. Алгоритам уводи следеће критеријуме за редуковање скупа хипотеза: критеријум минималне тежине семантичке интеграције, критеријум максимизације информационог садржаја, критеријум максималног лексичког подударана, и критеријум максималне вероватноће појаве. Притом, прва два критеријума су инспирисана актуелним тумачењима изабраних компоненти електроенцефалографских сигнала (тј., евоцираних потенцијала Н400 и П600) који рефлектују когнитивно оптерећење током разумевања говора. На методолошком нивоу, алгоритам је следљив, поседује експланаторну моћ, и независан је од имплементације статистичког препознавача говора. Уз детаљно спецификовање и образложење алгоритма, дата је и његова прототипска илустрација на изабраном домену интеракције, за више карактеристичних момената интеракције.

*Комисија сматра да је алгоритам за контекстно зависно оцењивање хипотеза препознавача говора систематски и прецизно изложен, концептуално оправдан, и адекватно илустрован. Предложени алгоритам остварује хибридни приступ препознавању говора – омогућено је интегрисање статистичког препознавача говора и симболичког евалуатора хипотеза препознавања.*

**У шестом поглављу** је представљен прототипски систем за контекстно зависно препознавање говора, чија се функционалност заснива на предложеном приступу и укључује двостепену обраду говорног сигнала, у оквиру следећих компоненти: стандардног статистичког препознавача говора, и контекстно зависног евалуатора хипотеза препознавања. Да би се демонстрирала ефективност предложеног приступа у реалним условима примене, извршено је оцењивање тачности препознавања говора над језичким корпусом који садржи приближно 1500 аудио-снимака изговора различитих говорника, тематски везаних за домен интеракције између корисника и мобилног телефона. Упоредном анализом резултата статистичког препознавања говора и двостепеног препознавања говора је демонстрирана ефективност предложеног приступа.

*Комисија сматра да су дизајн и имплементација прототипског система за аутоматско препознавање говора јасно изложени и адекватни, да је оцењивање тачности препознавања говора коректно спроведено, и да представљени резултати потврђују и прецизно описују значајно унапређење тачности препознавања применом предложеног приступа.*

У закључку су дати општа анализа предложеног приступа и предлози за даља истраживања.

*Комисија сматра да закључци донети на бази изложених резултата потврђују значај предложеног приступа контекстно зависног препознавања говора у интеракцији између човека и машине.*

**Литература** садржи 60 прегледно систематизованих библиографских навода.

*Комисија сматра да је литература адекватно одабрана, и да одговара тематици ове дисертације.*

**У првом прилогу** је дата листа говорних чинова које су субјекти изговарали приликом продукције језичког корпуса коришћеног за тестирање прототипског система представљеног у шестом поглављу. **У другом прилогу** је приказано фокусно стабло које моделује домен интеракције између корисника и прототипског система. **У трећем прилогу** су дати изабрани примери препознавања говорних чинова од стране прототипског система.

*Комисија сматра да прилози адекватно употпуњују садржај дисертације, и да садрже корисне детаље у вези са развојем прототипског система за препознавање говора.*

*На основу изложеног, Комисија позитивно оцењује све делове докторске дисертације.*

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад

објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

**Радови објављени у научним часописима међународног значаја:**

1. Dragiša Mišković, Milan Gnjatović, Perica Štrbac, Branimir Trenkić, Nikša Jakovljević, Vlado Delić (2016) "Hybrid methodological approach to context-dependent speech recognition", *International Journal of Advanced Robotic Systems*, SAGE Publications (in press) [M23]
2. Lidija Krstanović, Nebojša M. Ralević, Vladimir Zlokolica, Ratko Obradović, Dragiša Mišković, Marko Janev, Branislav Popović (2016) "GMMs Similarity Measure Based on LPP-like Projection of the Parameter Space", *Expert Systems with Applications*, Elsevier, ISSN: 0957-4174, Vol. 66, pp. 136-148, DOI: 10.1016/j.eswa.2016.09.014 (IF 2015: 2.981) [M21]
3. Nikša Jakovljević, Dragiša Mišković, Marko Janev, Milan Sečujski, Vlado Delić (2013) "Comparison of Linear Discriminant Analysis Approaches in Automatic Speech Recognition", *Elektronika ir Elektrotechnika*, ISSN: 1392-1215 (IF2013=0.445), Kaunas University of Technology, Vol. 19, No. 7, pp. 76-79, DOI: 10.5755/j01.eee.19.7.5167 [M23]
4. Jovica Tasevski, Milutin Nikolić, Dragiša Mišković (2013) "Integration of an Industrial Robot with the Systems for Image and Voice Recognition", *Serbian Journal of Electrical Engineering*, ISSN: 1451-4869, Vol. 10, No. 1, pp. 219-230 [M24]

**Саопштења са међународних скупова:**

1. Nikša Jakovljević, Dragiša Mišković, Željko Trpovski (2016) "Evaluation of Noise Estimation Algorithms Based on Minimum Statistics and Signal to Noise Ratio", 24. Telekomunikacioni forum, TELFOR 2016, 22-23.11.2016. u Beogradu [M33]
2. Milan Gnjatović, Dragiša Mišković (2015) "Beyond Statistical Approaches to Context-Dependent Speech Recognition", 3<sup>rd</sup> *Internat. Acoustics and Audio Engineering Conference TAKTONS-2015*, Novi Sad, Serbia [M34]
3. Vlado Delić, Milan Sečujski, Nataša Vujnović Sedlar, Dragiša Mišković, Robert Mak, Milana Bojanić (2014) "How Speech Technologies Can Help People with Disabilities", *16th International Conference on Speech and Computer*, SPECOM-2014, Novi Sad, Serbia, 05-09.10.2014, Eds. A. Ronzhin, R. Potapova, V. Delić, Springer LNAI 8773, ISSN: 0302-9743, ISBN: 978-3-319-11580-1, pp. 243-250, DOI:10.1007/978-3-319-11581-8\_30, <http://www.springer.com/computer/ai/book/978-3-319-11580-1> [M33]
4. Edvin Pakoci, Nikša Jakovljević, Branislav Popović, Dragiša Mišković, Darko Pekar (2014) "Speaker Detection Using Phoneme Specific Hidden Markov Models", *16th International Conference on Speech and Computer*, SPECOM-2014, Novi Sad, Serbia, 05-09.10.2014, Eds. A. Ronzhin, R. Potapova, V. Delić, Springer LNAI 8773, ISSN: 0302-9743, ISBN: 978-3-319-11580-1, pp. 410-417, DOI: 10.1007/978-3-319-11581-8\_51, <http://www.springer.com/computer/ai/book/978-3-319-11580-1> [M33]
5. Branislav Popović, Dragiša Mišković, Darko Pekar, Stevan Ostrogonac, Vlado Delić (2014) "Enhanced Gaussian Selection in Medium Vocabulary Continuous Speech Recognition", 4<sup>th</sup> *International Conference on Information Society and Technology*, ICIST-2014, Kopaonik, Serbia, 09-13.03.2014, ISBN: 978-86-85525-14-8, Org: Society for Information Systems and Computer Networks, pp. 164-168, <http://www.yuinfo.org/icist2014/> [M33]
6. Milan Gnjatović, Jovica Tasevski, Dragiša Mišković, Milutin Nikolić, Branislav Borovac, Vlado Delić (2013) "Linguistic Encoding of Motion Events in Robotic System", 6<sup>th</sup> *PSU-UNS Int. Conference on Engineering and Technology*, ICET-2013, Novi Sad, Serbia, 15-17.05.2013, ISBN: 978-86-7892-510-8, No. T.4-1.2, pp. 1-5, <http://www.psu-uns2013.com/> [M33]
7. Vlado Delić, Milan Sečujski, Nikša Jakovljević, Darko Pekar, Dragiša Mišković, Branislav Popović, Stevan Ostrogonac, Milana Bojanić, Dragan Knežević (2013) "Speech and Language Resources within

Speech Recognition and Synthesis Systems for Serbian and Kindred South Slavic Languages”, *15th International Conference on Speech and Computer*, SPECOM-2013, Plzeň, Czech Republic: Faculty of Applied Sciences, University of West Bohemia, Plzeň, Czech Republic, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation, Russian Academy of Sciences, 01-05.09.2013, M. Železny et al. (Eds.), Springer LNAI 8113, ISSN: 0302-9743, Print ISBN: 978-3-319-01930-7, Online ISBN: 978-3-319-01931-4, pp. 319-326, DOI: 10.1007/978-3-319-01931-4\_42, <http://specom.zcu.cz/> [M33]

8. Darko Pekar, Dragiša Mišković, Siniša Suzić, Edvin Pakoci, Vlado Delić (2013) “Axon Voice Assistant – An Android-Based Smartphone Application in Serbian”, XI International Conference ETAI-2013, 26-28.09.2013, Ohrid, Macedonia, Org: Society for Electronics, Telecommunications, Automation and Informatics of the Republic of Macedonia, ISBN: 978-9989-630-68-2, pp. E2-2.1-E2-2.6, <http://etai.feit.ukim.edu.mk> [M33]
9. Nikša Jakovljević, Dragiša Mišković, Edvin Pakoci, Tatjana Grbić, Vlado Delić (2013) “Poređenje performansi nekoliko varijanata GMM u sistemima za prepoznavanje govora”, *21<sup>th</sup> Telecom. Forum*, TELFOR-2013, Belgrade, Serbia, 26-28.11.2013, ISBN: 978-1-4799-1419-7, Telecommunications Society, pp. 466-469, <http://www.telfor.rs/> [M33]
10. Milan Gnjatović, Jovica Tasevski, Dragiša Mišković (2013) “Human-Machine Interaction in the Therapy for Gross Motor Development in Children”, *2<sup>nd</sup> Internat. Acoustics and Audio Engineering Conference*, TAKTONS-2013, 13-16.11.2013, Novi Sad, Serbia, ISBN: 978-86-7892-555-9, Org: RTV Vojvodine, AES, FTN, pp. 100-103, <http://www.taktons.com> [M33]
11. Stevan Ostrogonac, Dragiša Mišković, Milan Sečujski, Darko Pekar, Vlado Delić (2012) “A Language Model for Highly Inflective Non-Agglutinative Languages”, *10th IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, SISY-2012, Subotica, Serbia, 20-22.09.2012, Org: Subotica Tech, Óbuda University, UNS, ISBN: 978-1-4673-4751-8, pp. 177-181, DOI: 10.1109/SISY.2012.6339510 [M33]
12. Nikša Jakovljević, Dragiša Mišković, Darko Pekar, Milan Sečujski, Vlado Delić (2012) “Automatic Phonetic Segmentation for a Speech Corpus of Hebrew”, *11<sup>th</sup> Int. Conf. Infotech-2012*, Jahorina, BiH, 21-23.03.2012, ISBN: 978-99938-624-8-2, pp. 742-745 [M33]
13. Milan Gnjatović, Jovica Tasevski, Milutin Nikolić, Dragiša Mišković, Branislav Borovac, Vlado Delić (2012) “Adaptive Multimodal Interaction with Industrial Robot”, *10th IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, SISY-2012, Subotica, Serbia, 20-22.09.2012, Org: Subotica Tech, Óbuda Uni., UNS, ISBN: 978-1-4673-4751-8, pp. 329-333, DOI: 10.1109/SISY.2012.6339538 [M33]
14. Stevan Ostrogonac, Milan Sečujski, Dragiša Mišković (2012) “Impact of training corpus size on the quality of different types of language models for Serbian”, *20th Telecommunications Forum TELFOR-2012*, Belgrade, Serbia, 20-22.11.2012, ISBN: 978-1-4673-2984-2, Telecom. Society, pp. 720-723 [M33]
15. Nikša Jakovljević, Dragiša Mišković, Marko Janev, Darko Pekar (2011) “A Decoder for Large Vocabulary Speech Recognition”, *18th International Workshop on Systems, Signals and Image Processing, IWSSIP*, Sarajevo, 16-18.06.2011. [M33]

#### **Зборници скупова националног значаја (изабрани релевантни радови):**

1. Бранислав Боровац, Вlado Делић, Милан Гњатовић, Бранко Каран, Мирко Раковић, Марко Пенчић, Срђан Савић, Милутин Николић, Јовица Таевски, Драгиша Мишковић (2014) “Humanoid Robot MARKO - An Assistant in Therapy for Children”, Proc. 10th International Symposium Research and Design for Industry, стр. 1-6, ISBN: 978-86-7892-633-4 [M63]
2. Стеван Острогонац, Драган Кнежевић, Роберт Мак, Драгиша Мишковић, Дарко Пекар (2014) “Clustered CART in Speech Synthesis for Serbian”, 10. конференција Дигитална обрада говора и слике, ДОГС-2014, ISBN 978-86-7892-633-4, Нови Сад, Србија, 5-9.10.2014, Факултет техничких наука, стр. 43-46, <http://www.dogs.ftn.uns.ac.rs/> [M63]
3. Јовица Тасевски, Драгиша Мишковић, Милан Гњатовић, Бранислав Боровац (2014) “Application of human-machine interaction model for facial expression of humanoid robot Marko”, 10.

конференција Дигитална обрада говора и слике, ДОГС-2014, ISBN 978-86-7892-633-4, Нови Сад, Србија, 5-9.10.2014, Факултет техничких наука, стр. 35-38, <http://www.dogs.ftn.uns.ac.rs/> [M63]

4. Никша Јаковљевић, Драгиша Мишковић, Марко Јанев, Драган Кнежевић, Татјана Грбић (2012) „Примена линеарне дискриминативне анализе у препознавању говора”, 9. конференција Дигитална обрада говора и слике, ДОГС-2012, ISBN 978-86-7892-439-2, Ковачица, 04.-06.10.2012, стр. 40-43 [M63]
5. Владо Делић, Наташа Вујновић Седлар, Драгиша Мишковић, Милан Гњатовић, Бранислав Боровац, Бранко Милосављевић, Зора Коњовић (2012) „Искусва и перспективе научно-истраживачког рада на ФТН у области асистивних технологија”, XVIII скуп Трендови развоја, TREND-2012, ISBN 978-86-7892-388-3, Копаоник, 27.02.-01.03.2012, стр. 277-280 [M63]
6. Милана Бојанић, Милан Сечујски, Драгиша Мишковић, Владо Делић (2012) „Comparison of Several Classification Techniques for Emotional Speech Recognition”, 9. конференција Дигитална обрада говора и слике, ДОГС-2012, ISBN 978-86-7892-439-2, Ковачица, 04.-06.10.2012, стр. 174-177 [M63]
7. Јовица Тасевски, Милутин Николић, Драгиша Мишковић (2012) „Интеракција индустријског робота са системима за препознавање говора и слике”, 56th Conference for Electronics, Telecommunications, Computers, Automation, and Nuclear Engineering, ETRAN-2012, Златибор, Србија, 11-14.06.2012 [M63]
8. Стеван Острогонац, Драгиша Мишковић, Милан Сечујски, Дарко Пекар (2012) „Дискриминативне могућности модела језика заснованог на концепту класног Н-грама”, 9. конференција Дигитална обрада говора и слике, ДОГС-2012, ISBN 978-86-7892-439-2, Ковачица, 04.-06.10.2012, стр. 28-31 [M63]
9. Драгиша Мишковић, Милана Бојанић, Никша Јаковљевић, Владо Делић (2011) „Естимација поузданости у препознавању говора“, 19. Телекомуникациони форум ТЕЛФОР 2011, Београд, 2011, стр. 655-658, ISBN: 978-1-4577-1499-3, DOI 10.1109/TELFOR.2011.6143632. [M63]
10. Никша Јаковљевић, Марко Јанев, Драгиша Мишковић, Владо Делић (2011) „Преглед дискриминативних метода за обуку скривених Марковљевих модела”, ДОГС - Дигитална обрада говора и слике, Нови Сад, 2010. ISBN 978-86-7892-311-1, стр. 64-67 [M63]

#### Техничка решења:

1. Никша Јаковљевић, Драгиша Мишковић, Едвин Пакоци, Роберт Мак, Бранислав Поповић: „Деко дер за препознавање континуалног говора на великим речницима“, ФТН Нови Сад, 2012. [M85]
2. Јовица Тасевски, Драгиша Мишковић, Милан Гњатовић, Милутин Николић, Бранислав Боровац, Владо Делић: „Роботски систем са интегрисаним системима за обраду слике и говора и конверзационим агентом“, ФТН Нови Сад, 2012. [M85]
3. Стеван Острогонац, Драгиша Мишковић, Милан Сечујски, Наташа Вујновић Седлар, Бранислав Поповић, Дарко Пекар: „Игра за слепа и слабовида лица базирана на говорним технологијама за српски језик (*anMasterMind*)“, ФТН Нови Сад, 2014. [M85]
4. Стеван Острогонац, Дарко Пекар, Драгиша Мишковић, Милан Сечујски, Бранислав Поповић, Владо Делић: „Паметна кућа базирана на говорним технологијама за српски језик (*anSmartHome*)“, ФТН Нови Сад, 2014. [M85]

#### VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Предложени алгоритам за контекстно зависно препознавање говора у интеракцији између човека и машине је имплементиран у оквиру прототипског система чија функционалност укључује двостепено препознавање говора: статистичко препознавање, и контекстно зависно препознавање. Тестирање прототипског система је извршено на језичком корпусу који садржи снимке говорних чинова тематски везаних за домен интеракције између корисника и мобилног телефона. На основу

анализе корпуса је конструисано фокусно стабло са 175 семантичких ентитета, које моделује посматрани дијалогски домен. За потребе оцењивања система, изабрано је 85 различитих говорних чинова из корпуса, који се јављају у укупно 1544 снимака изговорених реченица, са 5369 изговорених речи. У снимању су учествовала 64 говорника (31 женског пола, 33 мушког пола). Средња вредност броја изговорених реченица по говорнику је 24,1 (са стандардном девијацијом 7,1), док је средња вредност броја речи по реченици 3,5 (са стандардном девијацијом 1,3). Да би се симулирали реалистични услови примене, половина изговорених реченица (тј., 772 реченице) је снимљена преко фиксног телефона, док је друга половина снимљена преко мобилног телефона, а за статистичко препознавање говора је коришћен препознавач говора опште намене, са речником од 5000 речи.

Да би се прецизно оцениле перформансе прототипског система, из језичког корпуса су издвојене само реченице за које статистички препознавач нуди тачну хипотезу, иако не обавезно као најбоље рангирану. Перформансе прототипског система који имплементира двостепени, контекстно зависни приступ препознавању говора су упоређене са перформансама статистичког препознавача говора на редукованом језичком корпусу који садржи 980 изговорених реченица, са 3016 речи. Применом предложеног приступа, укупна грешка препознавања на нивоу речи је смањена са 7,4% на 1,2%, док је грешка на нивоу реченице смањена са 16,6% на 3,5%.

Оцена прототипског система на редукованом језичком корпусу се може сумирати на следећи начин: у 96,5% случајева, прототипски систем је изабрао тачну хипотезу, а у 98,26% случајева је изабрао тачну хипотезу или хипотезу која не одговара у потпуности изговореној секвенци речи, али је њен пропозициони садржај идентичан пропозиционом садржају тачне хипотезе.

Ови резултати представљају јасни показатељ ефективности предложеног приступа аутоматском препознавању говора.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Резултати истраживања су приказани прегледно и систематично, са пратећим табелама и сликама које олакшавају њихово тумачење. Свим сликама и табелама су придружени адекватни текстуални описи и коментари. Интерпретација резултата је концизна и коректна, коментари и закључци дати у дисертацији логично произлазе из добијених резултата, а теоријски и практични доприноси дисертације су јасно описани. Приказ резултата истраживања, у целој дисертацији, заједно са пратећим тумачењима, се процењује као веома квалитетан.

*Стога, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.*

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

*Дисертација је написана у складу с образложењем наведеним у пријави теме.*

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

*Дисертација садржи све битне елементе.*

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Докторска дисертација предлаже нови методолошки приступ аутоматском препознавању говора у интеракцији између човека и машине. За разлику од осталих приступа овом истраживачком проблему, приступ предложен у дисертацији узима знатно шири опсег контекстних информација приликом избора оптималне хипотезе препознавача, укључујући контекстуалну усклађеност, информациони садржај и семантичку исправност хипотеза. На методолошком нивоу, приступ је хибридан, јер интегрише статистичке и симболичке методе, и когнитивно инспирисан, јер узима у обзир резултате истраживања из области когнитивних неуронаука.

У складу са изложеним приступом, у дисертацији је предложена модификована архитектура дијалошких система, која предвиђа да модули за препознавање говора и разумевање природног језика нису независни, већ деле јединствену репрезентацију дијалошког контекста.

Посебно истичемо да је предложени приступ независан од дијалошког домена за који се примењује, и од статистичког препознавача који је интегрисан у конкретни дијалошки систем.

*Након анализе докторске дисертације кандидата Драгише Мишковића, Комисија је закључила да дисертација садржи све елементе оригиналног научног рада.*

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

*У дисертацији нису уочени недостаци који би утицали на резултате истраживања.*

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију под насловом „Контекстно зависно препознавање говора у интеракцији између човека и машине“, и предлаже да се Извештај о оцени докторске дисертације прихвати, а кандидату одобри јавна одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

У Новом Саду, 16.01.2017.

Проф. др Бранислав Боровац  
председник комисије

Проф. др Зоран Перић  
члан

Научни сарадник др Марко Јанев  
члан

Доц. др Никша Јаковљевић  
члан

Доц. др Милан Гњатовић  
ментор

Проф. др Владо Делић  
ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.