

Примљено	24.11.2022
Орг. јед.	15
01	2447

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног
родитеља и име Станковић Станко Марко
Stanković Stanko Marko

Датум и место рођења 29.03.1988. Лесковац
29.03.1988. Leskovac

Основне студије

Универзитет Универзитет у Београду / University of Belgrade

Факултет Математички факултет / Faculty of Mathematics

Студијски програм Професор математике и рачунарства /
Professor of Mathematics and Computer Science

Звање Дипломирани математичар / Bachelor of Mathematics

Година уписа 2007

Година завршетка 2011

Просечна оцена 9.00

Магистер студије, магистарске студије

Универзитет Универзитет у Београду / University of Belgrade

Факултет Математички факултет / Faculty of Mathematics

Студијски програм Професор математике и рачунарства /
Professor of Mathematics and Computer Science

Звање Дипломирани математичар – магистер / Master of Mathematics

Година уписа 2011

Година завршетка 2012

Просечна оцена 10.00

Научна област Математика/ Mathematics

Наслов завршног рада Еквивалентни облици аксиоме непрекидности скупа реалних бројева (ментор:
Зоран Каделбург)/ Equivalent forms of the axiom of continuity of a set of real numbers
(mentor: Zoran Kadelburg)

Докторске студије

Универзитет Универзитет у Нишу / University of Nis

Факултет Природно-математички факултет/ Faculty of Sciences and Mathematics

Студијски програм (ДАС) Докторска школа математике/ PhD School of Mathematics

Година уписа 2016

Остварен број ЕСПБ бодова 160 ЕПСБ

Просечна оцена 10.00

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Бисимулације за Крипкеове моделе фази мултимодалних логика/ Bisimulations for Kripke models of Fuzzy Multimodal Logics
Наслов теме докторске дисертације на енглеском језику	Bisimulations for Kripke models of Fuzzy Multimodal Logics
Име и презиме ментора, звање	Др Мирослав Ћирић, редовни професор Dr Miroslav Ćirić, full professor
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	23. 09. 2022. број одлуке 8/17-01-008/22-020 23/09/2022 Decision no. 8/17-01-008/22-020

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	XVI+227 стр.
Број поглавља	6
Број слика (шема, графика)	21
Број табела	6
Број прилога	6

ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације

Р. бр. Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице Категорија

M. Stanković, M. Ćirić, J. Ignjatović, *Simulations and bisimulations for fuzzy multimodal logics over Heyting algebras*, FILOMAT (2021), accepted for publication

У раду аутори проучавају фази мултимодалну логику над комплетном Хајтинговом алгебром и Крипкеове моделе за ову логику. Уведена су два типа симулација (forward and backward) и пет типова бисимулација (forward, backward, forward-backward, backward-forward и регуларне) међу Крипкеовим моделима, као и одговарајуће пресимулације и пребисимулације, које представљају симулације и бисимулације са ослабљеним условима. За сваку врсту симулација/ бисимулација представљен је ефикасан алгоритам који израчунава највећу пресимулацију/пребисимулацију тог типа, затим проверава да ли она испуњава додатни услов: ако испуњава, онда је то и највећа симулација/бисимулација тог типа, иначе симулације/бисимулације тог типа не постоји. Затим је дата примена ових алгоритама у редукцији величине Крипкеових модела. (M22)

In the paper, the authors study fuzzy multimodal logic over complete Heyting algebra and Kripke models for this logic. Two types of simulations (forward and backward) and five types of bisimulations (forward, backward, forward-backward, backward-forward and regular) among Kripke's models are introduced, as well as the corresponding presimulations and prebisimulations, which are simulations and bisimulations with weakened conditions. For each type of simulation/ bisimulation, an efficient algorithm that calculates the maximum presimulation/prebisimulation of that type is presented. Afterwards, the algorithm checks whether it meets additional conditions: if it does, then it is the largest simulation/ bisimulation of that type, otherwise there is no simulation/bisimulation of that type. Then, the application of these algorithms in reducing the size of Kripke models is given.

M. Stanković, M. Ćirić, J. Ignjatović, *Hennessey-Milner type theorems for fuzzy multimodal logics over Heyting algebras*, JOURNAL OF MULTIPLE-VALUED LOGIC AND SOFT COMPUTING 39 (2-4) (2022), 341-379.

- 2 Након увођења два типа фази симулација и пет типова фази бисимулација између Крипкеових модела за фази мултимодалне логике над комплетним линеарно уређеним Хајтинговим алгебрама, аутори су представили концепт слабе бисимулације између Крипкеових модела. Овај концепт се може користити за изражавање степена једнакости расплнутих скупова формула који важе у два света. У раду је доказано неколико теорема Хенеси-Милнеровог типа. Прва теорема показује да се највећа слаба бисимулација за (M21A)

скуп плус-формула између Крипкеових модела са коначним сликама поклапа се са највећом директном бисимулацијом. Друга теорема доказује да се највећа слаба бисимулација за скуп минус-формула између Крипкеових модела са коначним доменом поклапа са највећом повратном бисимулацијом. Коначно, трећом теоремом утврђено је поклапање између највеће слабе бисимулације за скуп свих модалних формула између Крипкеових модела коначних степена и највеће регуларне бисимулације између њих.

After introducing two types of fuzzy simulations and five types of fuzzy bisimulations between Kripke models for the fuzzy multimodal logics over a complete linearly ordered Heyting algebra, the authors presented the concept of a weak bisimulation

between Kripke models. This concept can be used to express the degree of equality of fuzzy sets of formulas which are valid in two worlds. Several Hennessy-Milner type theorems were proved in the paper. The first theorem determines that the

greatest weak bisimulation for the set of plus-formulas between image-finite Kripke models coincides with the greatest forward bisimulation. The second theorem determines that the greatest weak bisimulation for the set of minus-formulas between domain-finite Kripke models coincides with the greatest backward bisimulation. Finally, the third theorem determines that the greatest weak bisimulation for the set of all modal formulas between the degree-finite Kripke models coincides with the greatest regular bisimulation.

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА НЕ

Из приложеног се види да је кандидат испунио све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

From the attached documentation, it is clear that the candidate fulfills all conditions imposed by the Law on Higher Education, University Regulations and Faculty Regulations.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

У дисертацији су дефинисана два типа симулација (директне и повратне) и пет типова бисимулација (директне, повратне, директно-повратне, повратно-директне и регуларне), који су добијени њиховом комбинацијом, између два фази Крипкеова модела за фази мултимодалну логику над Хејтинговим алгебрама. Затим, за сваки од тих типова симулација и бисимулација конструисан алгоритам који тестира постојање симулације или бисимулације датог типа између два Крипкеова модела. У случају када симулација или бисимулација постоји, исти алгоритам израчунава највећу, нађени су и услови под којим се наведени алгоритми завршавају у коначном броју корака. Затим је решен проблем како редуковати број светова неког модела тако да се сачувају одређене семантичке карактеристике. После тога су дефинисане слабе симулације и бисимулације и доказане су теореме Hennessy-Milner-овог типа. Потом су разматрана својства слабих симулација и бисимулација које су униформне фази релације и фази функције. Представљен је алгоритам за конструкцију достижних фази скупова, оквирно је одређена горња граница комплексности и конструисан алгоритам за израчунавање слабих симулација и бисимулација за произвољне фази скупова, који заснован на претходном алгоритму.

In the dissertation, two types of simulations (forward and backward) and five types of bisimulations, obtained by their combination, between two fuzzy Kripke models for fuzzy multimodal logic over Heyting algebras, were defined. Then, for each of those types of simulations and bisimulations, an efficient algorithm for testing the existence of a simulation or bisimulation of the given type between two Kripke models was constructed. When such a simulation or bisimulation exists, the same algorithm calculates the largest one. The conditions under which the mentioned algorithms end in a finite number of steps have also been found. Then the problem of reducing the number of worlds of an arbitrary model, such that certain semantic characteristics stay preserved, was solved. After that, weak simulations and bisimulations are defined and theorems of the Hennessy-Milner type are proved. Then the properties of weak simulations and bisimulations which are uniform fuzzy relations and fuzzy functions were considered. An algorithm for the construction of reached fuzzy sets is presented, the

upper limit of complexity is roughly determined, and an algorithm for calculating weak simulations and bisimulations for arbitrary fuzzy sets, which is based on the previous algorithm, is constructed.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације (до 200 речи)

Дисертација је у потпуности остварила циљеве предвиђене темом, обрадила је у потпуности, појмове различитих типова (слабих) симулација и бисимулација између два фази Крипкеова модела за фази мултимодалну логику над Хејтинговим алгебрама и резидуираним мрежама.

The dissertation completely meets the goals imposed by the theme proposal, thus completely closing the notions of (weak) simulations/bisimulations between two fuzzy Kripke models for fuzzy multimodal logic over Heyting algebras and complete residuated lattices.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације (до 200 речи)

Тема је савременог карактера, акутелна, са широким спектром примена у математици и рачунарским наукама. Самим тим је и значај дисертације далекосежан, што се може видети из радова на којима се дисертација базира. Методи којима су постигнути резултати су нови и оригиналан су допринос кандидата овој теми.

The topic is modern, with a wide range of applications in mathematics and computer science. The impact of the dissertation is far reached, which can be seen from the results the dissertation is based on. Methods used to derive the results are new and are original contribution of the candidate to the topic.

Оцена самосталности научног рада кандидата (до 100 речи)

Кандидат је, до сада, публиковао два коауторска научна рада, у којима је први аутор. Овим је јасно потврђено да је кандидат самостално дошао до главних резултата дисертације.

The candidate has published two scientific coauthor papers so far, where he is the first author. This clearly verifies that the candidate has independently obtained the main results in the dissertation.

ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

Дисертација се бави проблемом који има директан утицај на даљи развој теорије фази система, са применама у математици и рачунарским наукама. Проблем теме дисертације је комплетно окарактерисан и затворен од стране аутора. Кандидат је доказао главне резултате дисертације, који су нови и оригиналан допринос овој научној области. Кандидат је успешно написао докторску дисертацију под насловом „Бисимулације за Крипкеове моделе фази мултимодалних логика“, пријављену на Природно-математичком факултету Универзитета у Нишу.

The dissertation concerns a topic which has a direct impact on further development of theory of fuzzy systems and its applications in mathematics and computer science. The problem studied in the dissertation is completely characterized and closed by the author. The candidate has obtained the main results in the dissertation, which are new and original contribution to this scientific field. The candidate has successfully completed his PhD dissertation titled “Bisimulations for Kripke models of Fuzzy Multimodal Logics”, proposed at Faculty of Sciences and Mathematics, University of Niš.

ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Број одлуке Научно-стручног већа за природно математичке науке о именовању 8/17-01-008/22-020
Комисије

Датум именовања Комисије

23/09/2022

Р. бр.

Име и презиме, звање/ Name and surname, title

Потпис/ Signature

1. **Др Јелена Игњатовић**, Редовни професор
Dr Jelena Ignjatovic, Full Professor

председник



- | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| | Рачунарске науке
Computer science | Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет/
University of Niš, Faculty of Sciences and Mathematics, Serbia | |
| | (Научна област) | (Установа у којој је запослен) | |
| | Др Манфред Дросте, Редовни професор
Dr Manfred Droste, Full Professor | | члан |
| 2. | Computer science | University of Leipzig, Institute of Computer Science, Germany | |
| | (Научна област) | (Установа у којој је запослен) | |
| | Др Андреја Тепавчевић, Редовни професор/ научни саветник
Dr Andreja Tepavcevic, Full Professor/ Research Professor | | члан |
| 3. | Математика
Mathematics | Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет & Математички институт САНУ, Србија/
University of Novi Sad, Faculty of Sciences & Mathematical Institute, Serbian Academy of Sciences and Arts, Serbia | |
| | (Научна област) | (Установа у којој је запослен) | |
| | Др Зоран Огњановић, Научни саветник
Dr Zoran Ognjanovic, Research Professor | | члан |
| 4. | Математика
Mathematics | Математички институт САНУ, Србија/
Mathematical Institute, Serbian Academy of Sciences and Arts, Serbia | |
| | (Научна област) | (Установа у којој је запослен) | |
| | Др Нада Дамљановић, Редовни професор
Dr Nada Damljanovic, Full Professor | | члан |
| 5. | Математика
Mathematics | Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку, Србија/
University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences in Čačak, Serbia | |
| | (Научна област) | (Установа у којој је запослен) | |

M. Droste

Andreja Tepavcevic

Zoran Ognjanovic

Nada Damljanovic

Датум и место/ Date and venue:

October 17th, 2022

Ниш, Нови Сад, Београд, Лајпциг, Чачак

Nis, Novi Sad, Belgrade, Leipzig, Casak

