

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ, КАНДИДАТА И МЕНТОРА ЗА
ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Орган који је именовано комисију: Декан Факултета техничких наука

Датум именовања комисије: 28.11.2024.

Састав комисије именоване у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду*:

1. Дејановић Игор	редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика
презиме и име	звање	ужа научна област
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		председник
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Сливка Јелена	ванредни професор	Примењене рачунарске науке и информатика
презиме и име	звање	ужа научна област
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Ковачевић Александар	редовни професор	Примењене рачунарске науке и информатика
презиме и име	звање	ужа научна област
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Гилезан Силвиа	редовни професор	Теоријска и примењена математика
презиме и име	звање	ужа научна област
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. Савић Душан	ванредни професор	Софтверско инжењерство
презиме и име	звање	ужа научна област
Факултет организационих наука, Универзитет у Београду		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: Симона, Борислав, Прокић
2. Датум рођења: 16.07.1996. Место и држава рођења: Вуковар, Република Хрватска

II.1 Основне или интегрисане студије

Година уписа: Година завршетка: Просечна оцена током студија:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Софтверско инжењерство и информационе технологије

Стечено звање: Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства

II.2 Мастер или магистарске студије

Година уписа: Година завршетка: Просечна оцена током студија:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Софтверско инжењерство и информационе технологије

Стечено звање: Мастер инжењер електротехнике и рачунарства

Научна област: Електротехничко и рачунарско инжењерство

Наслов завршног рада: Аутоматска детекција индикатора лоше дизајнираног кода базирана на историји промена кода

II.3 Докторске студије

Година уписа:

Универзитет: Универзитет у Новом Саду

Факултет: Факултет техничких наука

Студијски програм: Рачунарство и аутоматика

Број ЕСПБ до сада остварених: Просечна оцена током студија:

II.4 Приказ научних и стручних радова кандидата

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
1.	Prokić, S., Grujić, K.G., Luburić, N., Slivka, J., Kovačević, A., Vidaković, D. and Sladić, G., Clean Code and Design Educational Tool, In 2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), 2021, pp. 1601-1606, DOI: https://doi.org/10.23919/MIPRO52101.2021.9597196	M33
Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ <input checked="" type="checkbox"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
2.	Luburić, N., Vidaković, D., Slivka, J., Prokić, S., Grujić, K.G., Kovačević, A. and Sladić, G., Clean Code Tutoring: Makings of a Foundation. In International Conference on Computer Supported Education, CSEDU-proceedings, vol. 1 (2022), pp. 137-148, DOI: https://doi.org/10.5220/0010800900003182	M33
Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА <input checked="" type="checkbox"/> НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
3.	Luburić, N., Šarenac, B., Dorić, L., Vidaković, D., Grujić, K.G., Kovačević, A. and Prokić, S., Challenges of Knowledge Component Modeling: A Software Engineering Case Study. In 8th International Conference on Higher Education Advances (HEAD'22) 2022, pp. 901-908. DOI: https://doi.org/10.4995/HEAD22.2022.14217	M33
Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА <input checked="" type="checkbox"/> НЕ ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
4.	Kovačević, A., Slivka, J., Vidaković, D., Grujić, K.G., Luburić, N., Prokić, S. and Sladić, G., Automatic Detection of Long Method and God Class Code Smells Through Neural Source Code Embeddings. Expert Systems With Applications, 204 (2022), p.117607. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117607	M21
Рад припада проблематици докторске дисертације: ДА НЕ <input checked="" type="checkbox"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категорија
5.	Prokić, S., Luburić, N., Slivka, J. and Kovačević, A., Identification of Code Properties That Support Code Smell Analysis. In 2023 46th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO) 2023, pp. 1664-1669. DOI: https://doi.org/10.23919/MIPRO57284.2023.10159875	M33

<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i>	<input checked="" type="checkbox"/> ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО
--	--	----	-----------

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
6.	Slivka, J., Luburić, N., Prokić, S. , Grujić, K.G., Kovačević, A., Sladić, G. and Vidaković, D., Towards a Systematic Approach to Manual Annotation Of Code Smells. <i>Science of Computer Programming</i> , 230 (2023), p.102999. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scico.2023.102999	M23
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i>		
<input checked="" type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕ <input type="checkbox"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
7.	Prokić, S. , Luburić, N., Slivka, J. and Kovačević, A., Prescriptive Procedure for Manual Code Smell Annotation. <i>Science of Computer Programming</i> , 2024 , p.103168. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scico.2024.103168	M23
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i>		
<input checked="" type="checkbox"/> ДА <input type="checkbox"/> НЕ <input type="checkbox"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
8.	Kovačević, A., Luburić, N., Slivka, J., Prokić, S. , Grujić, K.G., Vidaković, D. and Sladić, G., Automatic Detection of Code Smells Using Metrics and CodeT5 Embeddings: A Case Study in C#. <i>Neural Computing and Applications</i> , 36(16) (2024), pp.9203-9220. DOI: https://doi.org/10.1007/s00521-024-09551-y	M21
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i>		
ДА <input type="checkbox"/> НЕ <input checked="" type="checkbox"/> ДЕЛИМИЧНО		

Р. бр.	аутори, наслов рада, часопис, волумен (година) странице од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
9.	Luburić, N., Slivka, J., Dorić, L., Prokić, S. , Kovačević, A., A Framework for Designing Software Engineering Project-Based Learning Experiences Based on the 4C/ID Model. <i>Education and Information Technologies</i> , 29 (9) (2024) DOI: https://doi.org/10.1007/s10639-024-12882-x	M21a
<i>Рад припада проблематици докторске дисертације:</i>		
ДА <input checked="" type="checkbox"/> НЕ <input type="checkbox"/> ДЕЛИМИЧНО		

III ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ

Оцена:

III.1 формулације наслова тезе

Наслов „Решење за ручно анотирање мириса кода засновано на прескриптивној анотационој парадигми“ се сматра адекватним насловом за докторску тезу.

Предложени наслов тезе је подобан?

ДА

НЕ

III.2 предмета (проблема) истраживања

Одрживост кода је један аспект квалитета софтвера који се односи на лакоћу којом се софтвер мења у циљу исправке грешака, унапређења перформанси или прилагођавања софтвера новом окружењу. Са друге стране, одржавање је кључна фаза у животном циклусу развоја софтвера и подразумева исправку грешака, побољшање перформанси, прилагођавање променама у окружењу и усклађивање са новим или измењеним захтевима корисника. Трошкови одржавања су мањи уколико је софтвер одржив, јер га је лакше поправљати, мењати и унапређивати. Одрживост софтвера могу нарушити мириси кода који отежавају разумевање, читљивост и измену софтвера. Мириси кода представљају структуре у програмском коду које указују на могуће проблеме у имплементацији или дизајну софтвера. Пошто нарушавају одрживост, инжењери софтвера се слажу да штетне мирисе кода треба детектовати и уклонити.

За детекцију мириса кода се могу користити модели машинског учења. Међутим, перформансе модела машинског учења зависе од квалитета скупова података на којима се обучавају. Ручно анотирани скупови су потенцијално најквалитетнији за обучавање, али је њихов квалитет често нарушен неконзистентним анотацијама, малим бројем анотација, нереалистичним односом мириса кода и чистог кода и ограниченом покривеношћу мириса. Проблем некавалитетних скупова података негативно утиче на перформансе модела машинског учења обучаваних за детекцију мириса кода, те они нису корисни за побољшање одрживости софтвера.

Постојеће анотационе процедуре за ручно анотирање мириса кода најчешће не укључују кораке који обезбеђују конзистентност анотација: обуку анотатора, валидацију анотација и дискусију. Стога је закључено да постоји потреба за систематизацијом процедура за ручно анотирање мириса кода, при чему је циљ креирање квалитетних скупова података за обучавање модела машинског учења за детекцију мириса кода. Поред анотационих процедура, квалитет скупа података може зависити и од алата које анотатори користе за анотирање мириса. Алата могу утицати на квалитет и дубину анализе софтвера, прецизност одређивања интензитета мириса, брзину анотирања и лакоћу разрешавања конфликта међу анотаторима. Анализом постојећих решења се увиђа недостатак алата који би поред анализе софтвера омогућили и анотирање мириса, те пружили анотаторима подршку током анотационе процедуре. Подршка током анотационе процедуре би подразумевала могућност дефинисања анотационе шеме и смерница, обучавања анотатора, валидирања анотација и анализе и разрешавања конфликтних анотација.

Из наведеног проистиче предмет (проблем) истраживања тезе који представља креирање решења за ручно анотирање мириса кода засновано на прескриптивној анотационој парадигми. Решење би обухватало анотациону процедуру засновану на прескриптивној анотационој парадигми и алат за анотирање.

Комисија има став да је предложен предмет (проблем) истраживања актуелан и да омогућава достизање конкретних научних резултата. Сходно томе предмет (проблем) истраживања је подобан.

Предмет истраживања је подобан?

ДА

НЕ

III.3 познавања проблематике на основу изабране литературе са списком литературе

Попис литературе наведен приликом пријаве теме докторске дисертације одговара предмету истраживања докторске дисертације и указује на детаљно извршену анализу литературе. За предмет докторске дисертације посебно су значајни следећи извори:

- [1] Fowler, M. 1999. Refactoring: Improving the Design of Existing Code. Addison-Wesley.
- [2] Sharma, T. and Spinellis, D., 2018. A survey on software smells. Journal of Systems and Software, 138, pp.158-173.
- [3] Fowler, M. 2018. Refactoring: Improving the Design of Existing Code. Addison-Wesley Professional.
- [4] Azeem, M.I., Palomba, F., Shi, L. and Wang, Q., 2019. Machine learning techniques for code smell

- detection: A systematic literature review and meta-analysis. *Information and Software Technology*, 108, pp.115-138.
- [5] Fontana, F.A., Mäntylä, M.V., Zanoni, M. and Marino, A., 2016. Comparing and experimenting machine learning techniques for code smell detection. *Empirical Software Engineering*, 21, pp.1143-1191.
- [6] Bafandeh Mayvan, B., Rasoolzadegan, A. and Javan Jafari, A., 2020. Bad smell detection using quality metrics and refactoring opportunities. *Journal of Software: Evolution and Process*, 32(8), p.e2255.
- [7] Kovačević, A., Slivka, J., Vidaković, D., Grujić, K.G., Luburić, N., Prokić, S. and Sladić, G., 2022. Automatic detection of Long Method and God Class code smells through neural source code embeddings. *Expert Systems with Applications*, 204, p.117607.
- [8] Fontana, F.A., Dietrich, J., Walter, B., Yamashita, A. and Zanoni, M., 2016, March. Antipattern and code smell false positives: Preliminary conceptualization and classification. In 2016 IEEE 23rd international conference on software analysis, evolution, and reengineering (SANER) (Vol. 1, pp. 609-613). IEEE.
- [9] Zakeri-Nasrabadi, M., Parsa, S., Esmaili, E. and Palomba, F., 2023. A systematic literature review on the code smells datasets and validation mechanisms. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*.
- [10] Hozano, M., Garcia, A., Fonseca, B. and Costa, E., 2018. Are you smelling it? Investigating how similar developers detect code smells. *Information and Software Technology*, 93, pp.130-146.
- [11] Mantyla, M.V., Vanhanen, J. and Lassenius, C., 2004, September. Bad smells-humans as code critics. In 20th IEEE International Conference on Software Maintenance, 2004. Proceedings. (pp. 399-408). IEEE.
- [12] Taibi, D., Janes, A. and Lenarduzzi, V., 2017. How developers perceive smells in source code: A replicated study. *Information and Software Technology*, 92, pp.223-235.
- [13] Santos, J.A.M., Rocha-Junior, J.B. and de Mendonça, M.G., 2017. Investigating factors that affect the human perception on god class detection: an analysis based on a family of four controlled experiments. *Journal of Software Engineering Research and Development*, 5(1), pp.1-39.
- [14] Oortwijn, Y., Ossenkoppele, T. and Betti, A., 2021, April. Interrater disagreement resolution: A systematic procedure to reach consensus in annotation tasks. In Proceedings of the Workshop on Human Evaluation of NLP Systems (HumEval) (pp. 131-141).
- [15] Wieringa, R., 2014. Empirical research methods for technology validation: Scaling up to practice. *Journal of systems and software*, 95, pp.19-31
- [16] Röttger, P., Vidgen, B., Hovy, D. and Pierrehumbert, J.B., 2022. Two contrasting data annotation paradigms for subjective NLP tasks. In Proceedings of the 2022 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, 2022.
- [17] Lacerda, G., Petrillo, F., Pimenta, M., and Guéhéneuc, Y.G., 2020. Code smells and refactoring: A tertiary systematic review of challenges and observations. *Journal of Systems and Software*, 167, Article 110610.

Избор литературе је одговарајући?

ДА

НЕ

III.4 циљева истраживања

Примарни циљ истраживања је пројектовање решења за ручно аотирање мириса кода, тако да решење подржи интересне групе у остваривању њихових циљева:

1. Аотатори теже изградњи скупова података високог квалитета који се могу користити за обучавање модела машинског учења (енгл. *Machine Learning* – ML) за детекцију мириса кода.
2. Скупови података високог квалитета треба да омогуће ML истраживачима обучавање и поређење ML модела за детекцију мириса кода.
3. ML модели обучени на скуповима података високог квалитета се могу користити од стране софтверских инжењера са циљем побољшања одрживости кода, што олакшава рад и смањује трошкове развоја софтвера.

Решење за ручно аотирање мириса кода треба да задовољи захтеве конструисане да адресирају феномене који негативно утичу на квалитет скупова података, а тиме и на циљеве интересних група. Решење које испуњава наведене захтеве доприноси остваривању циљева интересних група:

1. Решење треба да укључи обуку аотатора како би се повећала њихова међусобна сагласност и конзистентност аотација.
2. Решење треба да подржи аотирање од стране више аотатора како би аотације биле поузданије и конзистентније.
3. Решење треба да омогући разрешавање несугласица међу аотаторима, тј., конфликтних аотација.
4. Решење треба да убрза аотирање чиме се аотаторима омогућава креирање већих скупова података.
5. Решење треба да омогући креирање скупова података са реалистичним односом мириса кода и чистог кода који обезбеђује поузданији скуп података за обучавање ML модела за детекцију мириса кода.
6. Решење треба да омогући аотирање било ког мириса кода дефинисаног од стране *Martina Fowlera*, како би се омогућило креирање скупова који покривају скуп различитих мириса.

Комисија сматра да су, сходно предмету истраживања, наведени циљеви адекватно постављени.

Циљеви истраживања су одговарајући?

ДА

НЕ

III.5 очекиваних резултата (хипотезе)

Очекивани резултат овог истраживања је решење за ручно анотирање мириса кода засновано на прескриптивној анотационој парадигми. Прескриптивна анотациона парадигма се користи у обради природног језика (енгл. *Natural Language Processing* - NLP) области за креирање квалитетних скупова података за обучавање ML модела и поређење различитих ML приступа [16]. Решење треба да обухвата анотациону процедуру која усваја прескриптивну парадигму и алат који анотатори могу користити за анотирање скупа података.

Хипотеза овог истраживања је да решење за ручно анотирање мириса кода засновано на прескриптивној анотационој парадигми доприноси већем квалитету скупова података. Хипотеза се може разложити на подхипотезе, које омогућавају прецизнију процену да ли решење повећава квалитет скупа:

H1: Примена решења доводи до повећања конзистентности анотација.

H2: Примена решења доводи до убрзања анотирања и омогућава креирање већих скупова података.

H3: Примена решења омогућава креирање скупова података који осликавају реалан однос мириса и чистог кода у софтверу.

H4: Примена решења омогућава креирање скупова података који садрже скуп различитих врста мириса кода.

Комисија сматра да наведени очекивани резултати докторске дисертације добро дефинисани и да представљају важан истраживачки допринос и добру основу за даља истраживања.

Очекивани резултати представљају значајан научни допринос?

ДА

НЕ

III.6 плана рада (на основу фаза истраживања и оријентационог садржаја дисертације из Обрасца 1)

Истраживање се заснива на *design science* методологији. Ова методологија дефинише итеративно решавање проблема на основу постојећег знања и систематски приступ креирању решења која се баве практичним проблемима. Методологија обухвата следеће фазе:

- Истраживање проблема
 - o Идентификовање реалног проблема
 - o Идентификовање интересних група и њихових циљева
 - o Изградња концептуалног оквира проблема
 - o Опис феномена
- Пројектовање решења
 - o Дефинисање захтева
 - o Истраживање постојећих решења
 - o Пројектовање новог решења
- Валидација решења
 - o Пројектовање истраживања за валидацију
 - o Спровођење истраживања за валидацију
 - o Одговарање на истраживачка питања

Оријентациони садржај докторске дисертације:

1. Увод

- 1.1. Контекст проблема (одрживост кода, утицај мириса кода на одрживост, детекција мириса (метрике, модели машинског учења), скупови података(аутоматски, ручни), интересне групе)
- 1.2. Опис проблема (феномени који нарушавају квалитет скупова података)
- 1.3. Хипотезе и циљеви истраживања (дефинисани захтеви које решење треба да испуни)
- 1.4. Структура дисертације

2. Преглед актуелног стања у области

- 2.1. Мириси кода
 - 2.1.1 Анализа штетности и утицаја мириса кода
 - 2.1.2 Примери одабраних мириса
- 2.2. Изазови ручног анотирања мириса кода
- 2.3 Својства кода релевантна за детекцију мириса

- 2.4. Анотационе парадигме
- 2.5. Постојеће процедуре за ручно анотирање мириса кода
- 2.6. Постојећи алати за ручно анотирање мириса кода
- 2.7. Концептуални радни оквир проблема
- 3. Методологија
 - 3.1. Истраживање проблема
 - 3.2. Пројектовање решења
 - 3.3. Валидација решења
- 4. Резултати
 - 4.1 Концепти
 - 4.2. Процедура за ручно анотирање мириса кода
 - 4.2.1 Дефинисање анотационих шема и смерница
 - 4.2.2 Одабир исечака кода
 - 4.2.3 Обука анотатора
 - 4.2.4 Анотирање скупа података
 - 4.2.5 Дискусија
 - 4.3. Алат за анотирање – *DataSet Explorer*
 - 4.3.1 Архитектура алата
 - 4.3.2 Функционалности алата
 - 4.4. Скуп података
- 5. Валидација резултата
 - 5.1. Експериментална поставка
 - 5.2. Валидација захтева
 - 5.3 Одговарање на истраживачка питања
- 6. Дискусија резултата
 - 6.1. Поређење анотационих процедура
 - 6.2. Прескриптивна анотациона парадигма
 - 6.3. Практични изазови прављења скупа података
 - 6.4. Евалуација квалитета анотација
 - 6.5. Тестирање употребљивости решења
 - 6.6. Претње валидности решења
- 7. Закључак

Став комисије је да је план рада јасно дефинисан и да омогућава постизање очекиваних резултата у предвиђеном року.

План рада је одговарајући?

ДА

НЕ

III.7 метода и узорака истраживања

На основу хипотеза и циљева истраживања су дефинисани захтеви које решење треба да испуни (секција III.4). Како би се проверило да ли су захтеви испуњени, а тиме и потврдиле постављене хипотезе, извршиће се валидација решења. Валидација подразумева експеримент у ком се решење примењује током анотирања скупа података.

Група од три анотатора ће приликом анотирања скупа података применити решење за ручно анотирање мириса кода засновано на прескриптивној анотационој парадигми. Група је састављена од анотатора са различитим искуством. Први анотатор је професор на неколико предмета софтверског инжењерства и има шест година искуства у индустрији, док су остали анотатори студенти докторских студија који се баве истраживањима о квалитету софтвера и имају две године искуства на мањим пројектима.

Због временске захтевности ручног анотирања мириса кода није креирана контролна група анотатора која би вршила анотирање истог скупа података без употребе предложеног решења. Међутим, група од три анотатора је имала искуство са анотирањем мириса без примене предложеног решења током тестног анотирања дугачке методе и велике класе у раним фазама истраживања.

Анотатори ће анотирати скуп података у две фазе. У првој фази ће анотатори применити решење како би анотирали „мирисе унутар класа“: дугачку методу и велику класу. У другој фази ће иста група анотатора анотирати „мирисе између класа“: класу података, зависност међу одликама и одбачено наследство. Решење за ручно анотирање мириса подразумева анализу исечака кода, те је одабрана категоризација мириса заснована на локацији [17]. „Мириси унутар класа“ се могу анализирати у изолованом исечку кода, док се за „мирисе између класа“ морају анализирати дизајн и семантика система. За прву фазу су одабрани „мириси унутар класа“ пошто је анализа једног исечка једноставнија и временски мање захтевна. У другој фази ће анотатори применити решење како би анотирали „мирисе између класа“ који су сложенији и временски захтевнији за

анализу.

Поред различитих категорија, на одабир мириса за аотирање су утицали:

- распрострањеност мириса у софтверу
- склоност софтвера грешкама или изменама због присуства мириса кода
- коегзистенција са другим мирисима
- сложеност детекције мириса
- заступљеност мириса у постојећим истраживањима

Подаци прикупљени током валидације решења (искуства аотатора) и резултујући скуп података ће се употребити за доказивање испуњености захтева дефинисаних за решење и постављених хипотеза. За хипотезе Н1 и Н3 су у секцији III.9 описане статистичке обраде података које ће бити употребљене за њихово доказивање.

За доказивање хипотезе Н2 (*Примена решења доводи до убрзања аотирања и омогућава креирање већих скупова података*) ће бити анализирана и упоређена искуства аотатора са претходним искуством аотирања у раним фазама истраживања, где је тестно аотирање дугачке методе и велике класе обављено без употребе алата за аотирање који је део предложеног решења.

Ради доказивања хипотезе Н4 (*Примена решења омогућава креирање скупова података који садрже скуп различитих врста мириса кода*), током валидације решења ће аотатори аотирати мирисе из различитих категорија које подразумевају различиту врсту анализе („мириси унутар класа“ и „мириси између класа“). Алат за аотирање који је део предложеног решења ће омогућити анализу различитих својстава кода која су потребна за анализу одабраних мириса кода: изворни код, структурне метрике и везе међу компонентама система. На основу резултујућег скупа података и искустава аотатора ће бити продискутовано да ли решење омогућава аотирање различитих мириса, као и како би подржало аотирање осталих мириса дефинисаних од стране Martina Fowlera.

Комисија сматра да метод и узорак одговарају потребама истраживања.

Метод и узорак су одговарајући?

ДА

НЕ

III.8 места, лабораторије и опреме за истраживачки рад

Место експерименталног истраживања ће бити лабораторије Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду.

Комисија сматра да су место истраживања и опрема одговарајући, јер омогућавају спровођење предложеног истраживања.

Услови за истраживачки рад су одговарајући?

ДА

НЕ

III.9 методе статистичке обраде података и осталих релевантних података

За доказивање хипотезе Н1 (*Примена решења доводи до повећања конзистентности аотација*) ће се евалуирати:

1. IAA коефицијент (encl. *Inter-Annotator Agreement*) који омогућава евалуацију међусобне сагласности аотатора.
2. Резултати добијени статистичким тестом мултиваријантне анализе варијансе са поновљеним мерењима (енгл. *Multivariate Analysis of Variance – MANOVA*), како би се утврдило да ли аотације сваког појединачног аотатора корелирају са релевантним својствима кода и да ли су аотације различитих аотатора међусобно конзистентне у погледу релевантних својстава кода. MANOVA тест ће се искористити за мирисе дугачке методе и велика класа, за које постоји корелација између структурних метрика и додељених интензитета. Поред тога, биће употребљен ANOVA статистички тест (енгл. *Analysis of Variance*) како би се показало да структурне метрике нису у корелацији са додељеним интензитетима у случајевима следећих мириса: класа података, завист међу одликама и одбачено наследство. За ове мирисе ће се користити само IAA коефицијент за процену конзистентности.
3. Перформансе модела машинског учења обученог на скупу података који је резултат примењеног решења.

IAA коефицијент, резултати статистичких тестова и перформансе модела машинског учења ће се упоредити са скупом података који је резултат друге аотационе процедуре¹, а не решења које је предложено у

¹ Madeyski, L. and Lewowski, T., 2020, April. MLCQ: Industry-relevant code smell data set. In *Proceedings of the 24th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering* (pp. 342-347). <https://doi.org/10.1145/3383219.3383264>

истраживању, како би се доказала хипотеза да примена решења доводи до повећања конзистентности анотација.

За доказивање хипотезе Н3 (*Примена решења омогућава креирање скупова података који осликавају реалан однос мириса и чистог кода у софтверу*) ће се упоредити проценат анотација различитих интензитета са процентима добијеним из скупа података¹, у ком су исечци кода такође насумично бирани како би остварио реалан однос мириса и чистог кода у софтверу.

Доказивање хипотезе Н2 (*Примена решења доводи до убрзања аотирања и омогућава креирање већих скупова података*) и Н4 (*Примена решења омогућава креирање скупова података који садрже скуп различитих врста мириса кода*) не обухвата статистичку обраду података.

Комисија сматра да је овакав метод обраде података адекватан, те да одговара потребама докторске дисертације.

Предложене методе су одговарајуће?

ДА

НЕ

IV ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА

Услови дефинисани за кандидата студијским програмом:

На основу Закона о високом образовању, као и у складу са Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду, која су усвојена на седници Сената Универзитета у Новом Саду одржаној 25.2.2021, и која су ступила на снагу 5.3.2021., а примењују се од 1.4.2021. године (Измене и допуне: 27.10.2022. године; 30.3.2023. године и 28.3.2024. године) и према Правилнику о упису, студирању на докторским академским студијама и стицању звања доктора наука, односно, доктора уметности Факултета техничких наука (број 01-195/11-1) од 7.10.2021. године, право да пријави тему докторске дисертације стиче студент докторских студија који је положио све испите одређене студијским програмом и који је одбранио Теоријске основе докторске дисертације.

Образложење: Симона Прокић уписала је докторске академске студије на студијском програму Рачунарство и аутоматика 2020. године. Испунила је све наставне обавезе предвиђене планом и програмом и положила је предвиђене испите са просечном оценом 10.0 и тиме стекла 90 ЕСПБ. Након тога, реализовала је обавезу одбране Теоријских основа докторске дисертације и тиме стекла још 30 ЕСПБ. У оквиру досадашњег научно-истраживачког рада, кандидаткиња је као аутор или коаутор објавила два научна рада категорије М21, један научни рад категорије М21а, два научна рада категорије М23 и четири научна рада категорије М33.

Комисија констатује да кандидаткиња Симона Прокић испуњава формалне услове и поседује неопходну компетентност за израду предложене докторске дисертације.

Да ли кандидат испуњава дефинисане услове?

ДА

НЕ

V ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

V.1 Биографија ментора (до 500 речи):

Никола Лубурић изабран је у звање доцента 1.10.2020. године на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду, за ужу научну област примењене рачунарске науке и информатика. Докторат из области електротехнике и рачунарства одбранио је исте године на истом факултету.

Објавио је преко 30 научно/стручних радова и учествовао на више научних пројекта. Области његових истраживачких интересовања су образовне технологије (educational technologies), примена вештачке интелигенције у образовању (artificial intelligence in education) и одрживост софтвера (software maintainability).

V.2 Референце ментора из научне области којој припада тема докторске дисертације:

Р. бр.	аутори, наслов, часопис, волумен (година) број страница од-до, DOI или ISBN/ISSN	категирија
1.	Luburić, N., Slivka, J., Dorić, L., Prokić, S., Kovačević, A.: A framework for designing software engineering project-based learning experiences based on the 4C/ID model.	M21a

	<i>Education and Information Technologies</i> , 12 July 2024, Vol. 29(9) , DOI 10.1007/s10639-024-12882-x, ISSN: 1360-2357	
2.	Kovačević, A., Slivka, J., Vidaković, D., Grujić, K.-G., Luburić, N. , Prokić, S., Sladić, G.: Automatic detection of Long Method and God Class code smells through neural source code embeddings. <i>Expert Systems with Applications</i> , 15 October 2022, Vol. 204 , p.117607. DOI 10.1016/j.eswa.2022.117607, ISSN: 0957-4174	M21
3.	Škipina, M., Slivka, J., Luburić, N. , Kovačević, A.: Automatic detection of Feature Envy and Data Class code smells using machine learning, <i>Expert Systems with Applications</i> , 1 June 2024, Vol. 243 , p.122855., DOI 10.1016/j.eswa.2023.122855, ISSN: 0957-4174	M21
4.	Kovačević, A., Luburić, N. , Slivka, J., Prokić, S., Grujić, K.-G., Vidaković, D., Sladić, G.: Automatic detection of code smells using metrics and CodeT5 embeddings: a case study in C#. <i>Neural Computing and Applications</i> , 24 February 2024, Vol. 36 , pp.9203-9220, DOI 10.1007/s00521-024-09551-y, ISSN: 1433-3058	M21
5.	Luburić, N. , Sladić, G., Slivka, J., Milosavljević, B.: A Framework for Teaching Security Design Analysis Using Case Studies and the Hybrid Flipped Classroom, <i>ACM Transactions on Computing Education (TOCE)</i> , 16 January 2019, Vol. 19(3) , pp.1-19, DOI: 10.1145/3289238, EISSN:1946-6226	M22
6.	Luburić, N. , Slivka, J., Sladić, G., Milosavljević, G.: The challenges of migrating an active learning classroom online in a crisis. <i>Computer applications in engineering education</i> , 06 April 2021, Vol. 29(6) , pp.1617-1641. DOI 10.1002/cae.22413, ISSN: 1061-3773	M23
7.	Slivka, J., Luburić, N. , Prokić, S., Grujić, K.-G., Kovačević, A., Sladić, G. and Vidaković, D.: Towards a systematic approach to manual annotation of code smells. <i>Science of Computer Programming</i> , August 2023, Vol. 230 , p.102999. DOI 10.1016/j.scico.2023.102999, ISSN: 0167-6423	M23
8.	Prokić, S., Luburić, N. , Slivka, J., Kovačević, A.: Prescriptive procedure for manual code smell annotation. <i>Science of Computer Programming</i> , 2024, Vol. 238 , p.103168. DOI 10.1016/j.scico.2024.103168, ISSN: 0167-6423	M23

V.3 Услови дефинисани за ментора у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* за област којој припада докторска дисертација:

На основу Закона о високом образовању, као и у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду*, која су усвојена на седници Сената Универзитета у Новом Саду одржаној 25.2.2021, и која су ступила на снагу 5.3.2021., а примењују се од 1.4.2021. године (Измене и допуне: 27.10.2022. године; 30.3.2023. године и 28.3.2024. године) и према Правилнику о упису, студирању на докторским академским студијама и стицању звања доктора наука, односно, доктора уметности Факултета техничких наука (број 01-195/11-1) од 7.10.2021. године, ментор је по правилу наставник датог студијског програма, који поред услова, који су дефинисани стандардима за акредитацију, има најмање пет радова који су публиковани у часописима са импакт фактором са SCI листе, односно SCIE листе у претходних 10 година.

Образложење:

др Никола Лубурић, доцент са Факултета техничких наука у Новом Саду, се предлаже као ментор за вођење истраживања у оквиру предложене докторске дисертације. Предложени ментор задовољава услове дефинисане стандардима за акредитацију и има најмање пет радова из категорије M21, M22 односно M23.

На основу наведеног Комисија закључује да др Никола Лубурић испуњава услове за ментора докторске дисертације.

Да ли ментор испуњава услове?

ДА

НЕ

VI ЗАКЉУЧАК

Тема је подобна		ДА	НЕ
Кандидат је подобан		ДА	НЕ
Ментор је подобан		ДА	НЕ

Образложење о подобности теме, кандидата и ментора (до 500 речи):

Комисија је након детаљне анализе целокупне документације закључила следеће:

- Предложена тема је актуелна и адекватна за докторску дисертацију
- **Симона Прокић** испуњава услове за израду предложене докторске дисертације
- **др Никола Лубурић** испуњава услове за ментора предложене докторске дисертације

Комисија овим налази да су испуњени сви неопходни услови односно да су кандидат, тема и ментор подобни за израду предложене докторске дисертације.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука, Универзитета у Новом Саду да прихвати тему докторске дисертације „**Решење за ручно анотирање мириса кода засновано на прескриптивној анотационој парадигми**“, те да кандидаткињи **Симони Прокић** одобри израду ове дисертације, те да се као ментор именује **др Никола Лубурић**.

Место и датум: Нови Сад,

1. Игор, Дејановић, редовни професор
_____, председник

2. Јелена, Сливка, ванредни професор
_____, члан

3. Александар, Ковачевић, редовни професор
_____, члан

4. Силвиа, Гилезан, редовни професор
_____, члан

5. Душан, Савић, ванредни професор
_____, члан

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 и да исти потпише.