

UNIVERZITET U BEOGRADU

Fakultet organizacionih nauka

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Farhad Lotfi za izradu doktorske disertacije

Odlukom Nastavnog naučnog veća od 06.09.2023. broj 05-01 br 3/95-10 od 06.09.2023. imenovani smo za članove Komisije za ocenu teme i podobnosti kandidata Farhad Lotfi za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Servisi pametnog zdravstva za merenje i predviđanje stresa studenata u visokoškolskom obrazovanju primenom veštačke inteligencije“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

REFERAT

1. PODACI O KANDIDATU

1.1. BIOGRAFSKI PODACI

Farhad Lotfi rođen je 13. maja 1990. godine u Teheranu, glavnom gradu Irana. Završio je srednju školu za računarsko programiranje u gradu Khorramdarreh. Diplomirao je na Islamskom Azad univerzitetu, Abhar kampusu, sa zvanjem diplomiranog inženjera računarskih nauka. Zatim je zaposlen u istraživačkom centru City Bank (Shahr Bank) kao istraživač. Sa kolegama u istraživačkom centru, dizajnirao je i radio na održavanju naučnog portala, koristeći Share Point. Njegova istraživanja u istraživačkom centru City Banka bila su vezana za koncepte pametnih gradova poput pametnog transporta. U međuvremenu, zaposlen je u Iran Urban Economics Scientific Association u Teheranu kao IT stručnjak. Dizajnirao je i upravljao sa više veb stranica, uključujući i veb stranicu Journal of Urban Economics and Management. Završio je master studije na Islamskom Azad univerzitetu, South Tehran Branch, na programu Informacionih tehnologija - Elektronske trgovine, sa visokom ocenom 4,00 od 4,00. Odbranio je master tezu pod nazivom "Model za stabilizaciju e-lojalnosti prema uslugama zdravstva u kontekstu interneta stvari korišćenjem metode fuzzy AHP", pod mentorstvom dr. Soleimani, i objavio članak na jednoj IEEE konferenciji 2020. godine. Upisao je doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu, na studijskom programu Informacioni sistemi i kvantitativni menadžment, studijska grupa Elektronsko poslovanje 2021. godine. Angažovan je kao recenzent za sledeće časopise i konferencije:

- 2022 IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM)), IEEE Catalog Number: CFP22PHM-ART, Detroit (Romulus), Michigan, SAD.
- Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, od 2021. godine, IF: 1.73
- Journal of Transactions on Internet and Information Systems, indeksiran u SCIE (Clarivate Analytics) i Scopusu, maj 2020. - decembar 2020. godine.

1.2. STEČENO NAUČNOISTRAŽIVAČKO ISKUSTVO

U nastavku će biti prikazane naučnoistraživačke aktivnosti kandidata. One obuhvataju radove objavljene na konferencijama i u časopisima, od godine upisa doktorskih studija, i pregled položenih ispita.

Pregled objavljenih radova

Tokom dosadašnjeg rada Farhad Aliasghar Lotfi je objavio više radova u zemlji i inostranstvu i učestvovao na više međunarodnih i domaćih skupova i konferencija.

Zbornici međunarodnih naučnih skupova (M30):

1. **F. Lotfi** and A. Soleimani, "A Model to Stabilize E-Loyalty to Healthcare Services in the Context of the Internet of Things by using Fuzzy AHP Method," 2020 International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM), Dubai, United Arab Emirates, 2020, pp. 8-13, doi: 10.1109/ICCAKM46823.2020.9051518. M33
2. **F. Lotfi** and M. Mansourifard, Introducing a Model for Customer Satisfaction Based Smart Business Systems. E-Business Technologies Conference Proceedings, 1(1), 25–30. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/26>. (2021). M33
3. **F. Lotfi** and B. Rodić, & Z. Bogdanović, A System For Monitoring And Managing The Anxiety Among The Young People Using Machine Learning. E-Business Technologies Conference Proceedings, 2(1), 91–94. Retrieved from <https://ebt.rs/journals/index.php/conf-proc/article/view/96>, 2022, June. M33
4. A. Atighehchian, T. Alidadi, R. R. Mohammadi, **F. Lotfi**, S. Ajami., "Identifying the Application of Process Mining Technique to Visualise and Manage in the Healthcare Systems", The 6th International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications (ICCSEE2023) 17-19 March 2023, Warsaw, Poland. (pp. 299-308). Cham: Springer Nature Switzerland, M33

Radovi u časopisima on nacionalnog značaja (M50):

5. **Lotfi, F.**, K. Fatehi, and N. Badie, "An Analysis of Key Factors to Mobile Health Adoption using Fuzzy AHP", International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS), Vol.12, No.2, pp.1-17, 2020. ISSN: 2074-9007 (Print), ISSN: 2074-9015 (Online), DOI: 10.5815/ijitcs.2020.02.01. M50
6. Z. Valadkhani, **F. Lotfi**, and B. Rodić, "A Vision of the Internet of Things: A Review of Critical Challenges," Int. J. Comput. Inf. Technol., vol. 10, no. 4, 2021, ISSN: 2279-0764, DOI: <https://doi.org/10.24203/ijcit.v10i4.121>. M50

Pregled položenih ispita

Sledi spisak položenih predmeta na doktorskim studijama sa ocenama i ESPB bodovima:

Nazivi predmeta	Ocena	ESPB
Napredne cloud infrastrukture i servisi	10 (deset)	10
Računarska simulacija i virtuelna realnost	10 (deset)	10
Big data infrastruktura i servisi	10 (deset)	10
Internet inteligentnih uređaja - odabrana poglavlja	10 (deset)	10
Konkurentno i distribuirano programiranje - odabrana poglavlja	10 (deset)	10
Elektronsko poslovanje - odabrana poglavlja	10 (deset)	10
Internet marketing i društveni mediji - odabrana poglavlja	10 (deset)	10
E-zdravstvo	10 (deset)	10
Poslovna inteligencija u elektronskom poslovanju	10 (deset)	10

1.3. OCENA PODOBNOSTI KANDIDATA ZA RAD NA PREDLOŽENOJ TEMI

Uzimajući u obzir:

- rezultate ostvarene tokom dosadašnjeg obrazovanja;
- rezultate istraživanja na temu healthcare-a, interneta inteligentnih uređaja i informacionih tehnologija koja su publikovana na naučno-stručnim konferencijama i u časopisima;

zaključuje se da je Farhad Lotfi u potpunosti kvalifikovan da temu doktorske disertacije samostalno istražuje i pruži naučno-stručne doprinose u toj oblasti.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Predmet ovog istraživanja je razvoj modela i servisa pametnog zdravstva (smart healthcare) za merenje i predviđanje stresa studenata u visokoškolskom obrazovanju korišćenjem metoda i tehnika veštačke inteligencije, kako bi se unapredio kvalitet obrazovnog procesa u gotovo realnom vremenu (biofeedback). Cilj istraživanja je razviti metodološki postupak, projektovati i implementirati servise pametnog zdravstva zasnovane na metodama i tehnikama veštačke inteligencije, integrisane sa sistemom za e-učenje, koji omogućuju efektivnu i brzu detekciju i predviđanje stresa studenata, kao podrške obrazovnom procesu.

Anksioznost kod studenata u visokom obrazovanju je aktuelan problem, koji je dobio na značaju od početka Covid-19 pandemije. Osim širih društvenih problema, kao što su Covid-19 pandemija, uticaj na stres ili anksioznost studenata imaju brojni faktori ponašanja poput ličnih osobina pojedinca, zatim pušenja cigareta ili fizičke aktivnosti, kao i faktori vezani za obrazovno okruženje. Istraživanja ukazuju da pušenje cigareta može povećati simptome stresa i anksioznosti među studentima [1-4], dok fizičke aktivnosti i vežbanje mogu pomoći u smanjenju anksioznosti i poboljšanju ukupnog mentalnog zdravlja. Prelazak na e-učenje tokom Covid-19 pandemije doveo je i do masovnije primene e-učenja, pa stres i anksioznost treba analizirati i evaluirati u tom okviru [5].

Pristup koji se predlaže u ovom pristunom radu i doktorskoj disertaciji fokusira se na prikupljanje i integraciju podataka o stresu i anksioznosti studenata iz različitih izvora: putem sistema za e-učenje, društvenih medija, standardnih i prilagođenih upitnika, nosivih (wearable) uređaja i drugih. Ti podaci će se analizirati i ispitivati različitim algoritmima veštačke inteligencije (AI), u cilju realizacije biofeedback-a, tj. servisa pametnog zdravstva koji u realnom vremenu pomažu u detekciji i upravljanju stresom ili anksioznošću. Biofeedback će se koristiti kao servis pametnog zdravstva, koji se može integrisati sa sistemom za e-učenje, i za studente i za nastavnike, kako bi se stvorila manje stresna atmosfera. Pružanjem biofeedback-a može se smanjiti anksioznost i poboljšati koncentracija studenata. Konačno, ostvareni ciljevi i rezultati ovog istraživanja treba da doprinesu unapređenju obrazovnog procesa.

Pojava novih tehnologija, kao što su veštačka inteligencija, internet inteligentnih uređaja, virtualna realnost i druge, pozitivno je uticala na obrazovanje, stvarajući mogućnosti za razvoj interaktivnih obrazovnih okruženja [6]. Na primer, veštačka inteligencija (AI) sposobna je da rešava kompleksne probleme i prepoznaje obrasce učenjem iz iskustva. U dosadašnjim istraživanjima, razvijeni su brojni AI algoritmi za analizu velikih količina podataka, koji omogućuju otkrivanje i predviđanje pojava, kao i razvoj personalizovanih obrazovnih servisa [6]. AI aplikacije povezuju virtualni i fizički kontekst obrazovnog okruženja, gde se u virtualnom segmentu realizuje treniranje AI algoritama, dok se kroz fizički deo isporučuju servisi pametnog zdravstva [7]. Važni segmenti veštačke inteligencije koji se koriste za dijagnostikovanje fizičkih i mentalnih bolesti, kao i stresa i anksioznosti, s velikom tačnošću su mašinsko učenje [8] i duboko učenje (deep learning) [9][35-37]. Analiziranjem podataka o

anksioznosti korišćenjem algoritama mašinskog učenja u realnom vremenu pokazalo se da je oko 35% ljudi širom sveta patilo od anksioznosti tokom pandemije COVID-19 [10]. U istraživanjima koja će biti realizovana u ovoj doktorskoj disertaciji, očekuje se da metode mašinskog i dubokog učenja donesu sledeće prednosti: predviđanje stresa i anksioznosti studenata s visokom preciznošću, otkrivanje korelacije stresa i različitih parametara (demografske karakteristike studenata, pušenja cigareta, fizička aktivnost, rezultati postignuti u obrazovanju, ponašanje studenata u sistemu za e-obrazovanje, i drugi) [11-15, 19, 20, 26, 27]. Predloženi pristup bi trebalo da omogući jednostavan način za otkrivanje i predviđanje anksioznosti studenata i biofeedback u realnom vremenu. Predviđanje anksioznosti ili stresa pomoću mašinskog učenja je postalo sve zastupljenije zbog preciznosti, visoke osetljivosti, brzine i ekonomičnosti [16-18], [24][25]. Važni izazovi u predviđanju anksioznosti korišćenjem novih metoda poput mašinskog i dubokog učenja odnose se na prikupljanje podataka, ograničen broj učesnika, nedovoljne podatke o kontekstu. Ovim izazovima će tokom istraživanja biti posvećena posebna pažnja. Pristup koji se predlaže u ovom istraživanju će pružiti uvid u razumevanje i rešavanje anksioznosti u obrazovnom okruženju, kroz integraciju servisa pametnog zdravstva i obrazovnih servisa, što će na kraju doprineti unapređenju kvaliteta obrazovnog procesa i kvaliteta života studenata [21-23]. Rezultati istraživanja biće korišćeni i za promociju zdravijeg načina života među studentima.

Detekcija anksioznosti korišćenjem algoritama mašinskog učenja uz blagovremenu intervenciju može imati pozitivan uticaj na performanse studenata [8]. Međutim, nužno je napraviti razliku među polovima kako bi se najprikladnije razumele razlike, što je razlog zašto će u ovom istraživanju posebna pažnja biti posvećena detekciji i predviđanju stresa kod studentkinja [28-31, 34]. Takođe, posebna pažnja će biti posvećena ispitivanju međuzavisnosti rezultata koje studenti postižu tokom visokoškolskog obrazovanja i anksioznosti [32][33].

U ranim fazama evaluacije predloženog pristupa, fokus istraživanja će biti na ispitivanju uticaja manjeg skupa karakteristika, koje se odnose na pol studenata, pušenje cigareta, fizičku aktivnost, i rezultate postignute tokom studiranja. Zatim, biće integrisani podaci iz drugih izvora, kao što se Moodle sistem za e-učenje i podaci iz nosivih uređaja, i razvijeni biofeedback servisi.

Pristup koji se koristi u ovoj doktorskoj disertaciji je jedinstven jer (1) posebno se fokusira na unapređenje servisa pametnog zdravstva u kontekstu stresa i anksioznosti primenom veštačke inteligencije među studentima u visokom obrazovanju; (2) predlaže servise pametnog zdravstva zasnovane na metodama veštačke inteligencije koji omogućuju biofeedback i integraciju sa obrazovnim servisima. Istraživanje koristi tehnike dubokog učenja i druge oblike veštačke inteligencije za automatsku detekciju i klasifikaciju anksioznosti [11], [38-40]. Korišćenjem algoritama mašinskog i dubokog učenja predloženo je rešenje koje se fokusira na detekciju i predviđanje stresa i anksioznosti kod studenata sa odzivom u skoro realnom vremenu. Rešenje će biti upoređeno sa prethodnim istraživačkim rezultatima.

Prednosti koje bi primena predloženog pristupa trebalo da donese su:

- Unapređenje servisa pametnog zdravstva za merenje i predviđanje stresa studenata u visokoškolskom obrazovanju primenom veštačke inteligencije.
- Proširivanje modela mašinskog učenja za detekciju i predviđanje stresa ili anksioznosti studenata na osnovu odabranog skupa karakteristika (pol, prosečna ocena, pušenje cigareta, fizička aktivnost).
- Analiza specifičnosti predviđanja i otkrivanja stresa i anksioznosti kod studentkinja primenom metoda veštačke inteligencije.
- Razvoju servisa pametnog zdravstva koji doprinose adaptivnom upravljanju stresom, u realnom vremenu.

- Pridavanje posebne pažnje aspektu unapređenja obrazovnih servisa, i smanjenju stresa studenata.
- Ove prednosti se postižu deljenjem predloženog rešenja na sledeće zadatke:
- Razvoj sistema za procenu, analizu i skladištenje podataka o profilu studenata.
- Razvoj odgovarajuće klasifikacije i klasterovanja STAI skupova podataka za bolje razumevanje povratnih informacija u realnom vremenu.
- Integraciju podataka iz različitih izvora.
- Razvoj biofeedback servisa.

Početna lista bibliografskih izvora koja će se koristiti prilikom izrade doktorske disertacije:

- [1] O. Hahad *et al.*, "The association of smoking and smoking cessation with prevalent and incident symptoms of depression, anxiety, and sleep disturbance in the general population," *J. Affect. Disord.*, vol. 313, pp. 100–109, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.JAD.2022.06.083.
- [2] H. Liu, X. Liu, and W. Xu, "Prevalence and influencing factors of anxiety in medical students during the COVID-19 pandemic," *Heliyon*, vol. 8, no. 9, p. e10487, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.HELIYON.2022.E10487.
- [3] L. P. Jiménez-Mijangos, J. Rodríguez-Arce, R. Martínez-Méndez, J. Javier Reyes-Lagos, and J. Javier Reyes-Lagos contributed equally, "Education and Information Technologies Advances and challenges in the detection of academic stress and anxiety in the classroom: A literature review and recommendations," *Educ. Inf. Technol.*, 123AD, doi: 10.1007/s10639-022-11324-w.
- [4] Z. Nuryana, W. Xu, L. Kurniawan, N. Sutanti, S. A. Makruf, and I. Nurcahyati, "Student stress and mental health during online learning: Potential for post-COVID-19 school curriculum development," *Compr. Psychoneuroendocrinology*, vol. 14, p. 100184, May 2023, doi: 10.1016/J.CPNEC.2023.100184.
- [5] N. A. Balogun, F. A. Adeleke, M. D. Abdulrahman, Y. I. Shehu, and A. Adedoyin, "Undergraduate students' perception on e-learning systems during COVID-19 pandemic in Nigeria," *Heliyon*, vol. 9, no. 3, p. e14549, Mar. 2023, doi: 10.1016/J.HELIYON.2023.E14549.
- [6] H. Liu, H. Peng, X. Song, C. Xu, and M. Zhang, "Using AI chatbots to provide self-help depression interventions for university students: A randomized trial of effectiveness," *Internet Interv.*, vol. 27, p. 100495, Mar. 2022, doi: 10.1016/J.INVENT.2022.100495.
- [7] M. K. Al-Medfa, A. M. S. Al-Ansari, A. H. Darwish, T. A. Qreeballa, and H. Jahrami, "Physicians' attitudes and knowledge toward artificial intelligence in medicine: Benefits and drawbacks," *Heliyon*, vol. 9, no. 4, p. e14744, Apr. 2023, doi: 10.1016/J.HELIYON.2023.E14744.
- [8] H. Alharthi, "Predicting the level of generalized anxiety disorder of the coronavirus pandemic among college age students using artificial intelligence technology," in *Proceedings - 2020 19th Distributed Computing and Applications for Business Engineering and Science, DCABES 2020*, Oct. 2020, pp. 218–221, doi: 10.1109/DCABES50732.2020.00064.
- [9] Teelhawod, B. N., Akhtar, F., Heyat, M. B. B., Tripathi, P., Mehrotra, R., Asfaw, A. B., ... & Masadeh, M. (2021, October). Machine learning in E-health: a comprehensive survey of anxiety. In 2021 International Conference on Data Analytics for Business and Industry (ICDABI) (pp. 167-172). IEEE.
- [10] F. M. Delpino *et al.*, "Prevalence of anxiety during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis of over 2 million people," *J. Affect. Disord.*, vol. 318, pp. 272–282, Dec. 2022, doi: 10.1016/J.JAD.2022.09.003.
- [11] J. R. D. McIntosh, S. Jay, N. Hadden, and P. J. Whittaker, "Do E-health interventions improve physical activity in young people: a systematic review," *Public Health*, vol. 148, pp. 140–148, 2017, doi: 10.1016/j.puhe.2017.04.001.
- [12] J. Abbas *et al.*, "The moderating role of social support for marital adjustment, depression, anxiety, and stress: Evidence from Pakistani working and nonworking women," *J. Affect. Disord.*, vol. 244, pp. 231–238, 2019, doi: 10.1016/j.jad.2018.07.071.
- [13] K. L. Lavalley, X. C. Zhang, S. Schneider, and J. Margraf, "A longitudinal examination of the relationship between smoking and panic, anxiety, and depression in Chinese and German students," *Addict. Behav. Reports*, vol. 14, p. 100347, 2021, doi: 10.1016/j.abrep.2021.100347.
- [14] K. N. Koly *et al.*, "Exploring the potential of delivering mental health care services using digital technologies in Bangladesh: A qualitative analysis," *Internet Interv.*, vol. 29, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.INVENT.2022.100544.
- [15] F. Rencz and M. F. Janssen, "Analyzing the Pain/Discomfort and Anxiety/Depression Composite Domains and the Meaning of Discomfort in the EQ-5D: A Mixed-Methods Study," *Value Heal.*, 2022, doi: 10.1016/J.JVAL.2022.06.012.

- [16] A. Sau and I. Bhakta, "Predicting anxiety and depression in elderly patients using machine learning technology," *Healthc. Technol. Lett.*, vol. 4, no. 6, pp. 238–243, 2017, doi: 10.1049/htl.2016.0096.
- [17] N. C. Jacobson, D. Lekkas, R. Huang, and N. Thomas, "Deep learning paired with wearable passive sensing data predicts deterioration in anxiety disorder symptoms across 17–18 years," *J. Affect. Disord.*, vol. 282, pp. 104–111, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.jad.2020.12.086.
- [18] A. Sau and I. Bhakta, "Screening of anxiety and depression among the seafarers using machine learning technology," *Informatics Med. Unlocked*, vol. 16, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.imu.2018.12.004.
- [19] J. D. Omura, D. R. Brown, L. C. McGuire, C. A. Taylor, J. E. Fulton, and S. A. Carlson, "Cross-sectional association between physical activity level and subjective cognitive decline among US adults aged ≥ 45 years, 2015," *Prev. Med. (Baltim)*, vol. 141, p. 106279, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.YPMED.2020.106279.
- [20] M. J. Duncan, N. A. Riazi, G. Faulkner, J. D. Gilchrist, S. T. Leatherdale, and K. A. Patte, "The association of physical activity, sleep, and screen time with mental health in Canadian adolescents during the COVID-19 pandemic: A longitudinal isotemporal substitution analysis," *Ment. Health Phys. Act.*, vol. 23, p. 100473, Oct. 2022, doi: 10.1016/J.MHPA.2022.100473.
- [21] C. D. Spielberger, L. R. Gorsuch, R. Lushene, P. R. Vagg, and G. A. Jacobs, "Consulting Psychologists Press; Palo Alto, CA: 1983," 1983.
- [22] C. D. Spielberger, F. Gonzalez-Reigosa, A. Martinez-Urrutia, L. F. S. Natalicio, and D. S. Natalicio, "The state-trait anxiety inventory," *Rev. Interam. Psicol. J. Psychol.*, vol. 5, no. 3 & 4, 1971.
- [23] D. Perpetuini *et al.*, "Prediction of state anxiety by machine learning applied to photoplethysmography data", doi: 10.7717/peerj.10448.
- [24] B. G. Dias, S. B. Banerjee, J. V. Goodman, and K. J. Ressler, "Towards new approaches to disorders of fear and anxiety," *Curr. Opin. Neurobiol.*, vol. 23, no. 3, pp. 346–352, Jun. 2013, doi: 10.1016/J.CONB.2013.01.013.
- [25] J. Li and J. S. Huang, "Dimensions of artificial intelligence anxiety based on the integrated fear acquisition theory," *Technol. Soc.*, vol. 63, p. 101410, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.TECHSOC.2020.101410.
- [26] A. Priya, S. Garg, and N. P. Tigga, "Predicting Anxiety, Depression and Stress in Modern Life using Machine Learning Algorithms," in *Procedia Computer Science*, 2020, vol. 167, pp. 1258–1267. doi: 10.1016/j.procs.2020.03.442.
- [27] R. Qasrawi, S. P. Vicuna Polo, D. Abu Al-Halawa, S. Hallaq, and Z. Abdeen, "Assessment and Prediction of Depression and Anxiety Risk Factors in Schoolchildren: Machine Learning Techniques Performance Analysis," *JMIR Form. Res.*, vol. 6, no. 8, p. e32736, 2022, doi: 10.2196/32736.
- [28] D. Brathwaite *et al.*, "Age and sex trends among mental health-related emergency department visits in North Carolina," *Healthc. Anal.*, vol. 2, p. 100056, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.HEALTH.2022.100056.
- [29] B. Rekabdar, D. Albright, J. McDaniel, S. Talafha, and H. Jeong, "From machine learning to deep learning: A comprehensive study of alcohol and drug use disorder," *Healthc. Anal.*, p. 100104, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.HEALTH.2022.100104.
- [30] M. N. Wanjau *et al.*, "Physical activity and depression and anxiety disorders in Australia: a lifetable analysis," *AJPM Focus*, p. 100030, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.FOCUS.2022.100030.
- [31] M. Short, K. Martin, L. Livingston, and P. Côté, "Physical activity, sedentary behaviour and symptoms of anxiety in post-secondary students: A cross-sectional study of two faculties," *Psychiatry Res. Commun.*, vol. 1, no. 1, p. 100007, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.PSYCOM.2021.100007.
- [32] S. Sahin and R. Tuna, "The effect of anxiety on thriving levels of university students during the COVID-19 pandemic," *Collegian*, vol. 29, no. 3, pp. 263–270, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.COLEGN.2021.10.004.
- [33] S. L. Beilock, E. A. Gunderson, G. Ramirez, and S. C. Levine, "Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement," vol. 2009, no. 1, 2009, doi: 10.1073/pnas.0910967107.
- [34] A. Oduntan, O. Oyeboade, A. H. Beltran, J. Fowles, D. Steeves, and R. Orji, "'I Let Depression and Anxiety Drown Me...': Identifying Factors Associated With Resilience Based on Journaling Using Machine Learning and Thematic Analysis," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 26, no. 7, pp. 3397–3408, Jul. 2022, doi: 10.1109/JBHI.2022.3149862.
- [35] A. Bhaduri, A. Gupta, and L. Graham-Brady, "Stress field prediction in fiber-reinforced composite materials using a deep learning approach," *Compos. Part B Eng.*, vol. 238, p. 109879, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.COMPOSITESB.2022.109879.
- [36] M. D. Nemesure, M. V. Heinz, R. Huang, and N. C. Jacobson, "Predictive modeling of depression and anxiety using electronic health records and a novel machine learning approach with artificial intelligence," *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-81368-4.
- [37] F. Razzak, "Deep Learning for Financial Banking Stress Test Analytics." Rutgers The State University of New Jersey, Graduate School-Newark, 2020.
- [38] D. Sethia, D. Gupta, and H. Saran, "Smart health record management with secure NFC-enabled mobile devices," *Smart Heal.*, vol. 13, 2019, doi: 10.1016/j.smhl.2018.11.001.

- [39] C. H. Yang, W. Hsu, and Y. L. Wu, "A hybrid multiple-criteria decision portfolio with the resource constraints model of a smart healthcare management system for public medical centers," *Socioecon. Plann. Sci.*, vol. 80, no. April 2020, p. 101073, 2022, doi: 10.1016/j.seps.2021.101073.
- [40] B. E. Himes, L. Leszinsky, R. Walsh, H. Hepner, and A. C. Wu, "Mobile Health and Inhaler-Based Monitoring Devices for Asthma Management," *J. Allergy Clin. Immunol. Pract.*, vol. 7, no. 8, pp. 2535–2543, 2019, doi: 10.1016/j.jaip.2019.08.034.
- [41] Despotović-Zrakić, M., Marković, A., Bogdanović, Z., Barać, D., & Krčo, S. (2012). Providing adaptivity in Moodle LMS courses. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(1), 326-338.
- [42] Siirtola, P. (2019, September). Continuous stress detection using the sensors of commercial smartwatch. In *Adjunct Proceedings of the 2019 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers* (pp. 1198-1201).
- [43] Weiss, G. M., Timko, J. L., Gallagher, C. M., Yoneda, K., & Schreiber, A. J. (2016, February). Smartwatch-based activity recognition: A machine learning approach. In *2016 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)* (pp. 426-429). IEEE.
- [44] S. Brody, "Blood pressure reactivity to stress is better for people who recently had penile–vaginal intercourse than for people who had other or no sexual activity." *Biological psychology* 71.2 (2006): 214-222.
- [45] S. M. Dimitratos, M. Hercules, C. B. Stephensen, E. Cervantes, and K. D. Laugero, "Association between physiological stress load and diet quality patterns differs between male and female adults," *Physiol. Behav.*, vol. 240, p. 113538, Oct. 2021, doi: 10.1016/J.PHYSBEH.2021.113538.
- [46] N. Culligan and J. S. Morrell, "Perceived Stress and Diet Quality in College Females," *Curr. Dev. Nutr.*, vol. 5, p. 398, Jun. 2021, doi: 10.1093/CDN/NZAB038_010.
- [47] A. Azhari, Z. Toms, G. Pavlopoulou, G. Esposito, and D. Dimitriou, "Social media use in female adolescents: Associations with anxiety, loneliness, and sleep disturbances," *Acta Psychol. (Amst.)*, vol. 229, p. 103706, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.ACTPSY.2022.103706.
- [48] A. C. P. e. Silva, M. J. dos Santos, D. L. Góes Gitaí, J. A. P. de Miranda Coelho, and T. G. de Andrade, "Depression and anxiety symptoms correlate with diurnal preference, sleep habits, and Per3 VNTR polymorphism (rs57875989) in a non-clinical sample," *J. Affect. Disord.*, vol. 277, pp. 260–270, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.JAD.2020.07.138.
- [49] D. S. Natalicio, "Development of the Spanish edition of the state-trait anxiety inventory," *Interam. J. Psychol.*, vol. 5, pp. 145–158, 1971.
- [50] A. Labus, B. Radenković, B. Rodić, D. Barać, and A. Malešević, "Enhancing smart healthcare in dentistry: an approach to managing patients' stress," *Informatics Heal. Soc. Care*, vol. 46, no. 3, pp. 306–319, 2021, doi: 10.1080/17538157.2021.1893322.
- [51] Miletić, A., Lukovac, P., Radenković, B., & Jovanić, B. (2022, June). Designing a data streaming infrastructure for a smart city crowdsensing platform. In *E-business technologies conference proceedings* (Vol. 2, No. 1, pp. 61-64).
- [52] I. Ilic, B. Görgülü, M. Cevik, and M. G. Baydoğan, "Explainable boosted linear regression for time series forecasting," *Pattern Recognit.*, vol. 120, p. 108144, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.PATCOG.2021.108144.
- [53] Q. H. Luu, M. F. Lau, S. P. H. Ng, and T. Y. Chen, "Testing multiple linear regression systems with metamorphic testing," *J. Syst. Softw.*, vol. 182, p. 111062, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.JSS.2021.111062.
- [54] H. Tunc and B. Genç, "A column generation based heuristic algorithm for piecewise linear regression," *Expert Syst. Appl.*, vol. 171, p. 114539, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.ESWA.2020.114539.
- [55] M. F. Nurnoby and T. Helmy, "A Real-Time Deep Learning-based Smart Surveillance Using Fog Computing: A Complete Architecture," *Procedia Computer Science*, vol. 218, pp. 1102–1111, 2023. doi: 10.1016/j.procs.2023.01.089.
- [56] M. Hobensack, J. Song, D. Scharp, K. H. Bowles, and M. Topaz, "Machine learning applied to electronic health record data in home healthcare: A scoping review," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 170, p. 104978, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104978>.
- [57] Z. Young and R. Steele, "Empirical evaluation of performance degradation of machine learning-based predictive models – A case study in healthcare information systems," *Int. J. Inf. Manag. Data Insights*, vol. 2, no. 1, p. 100070, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2022.100070>.
- [58] L. Zha, K. Ma, G. Li, J. Yang, and Q. Fang, "An improved extreme learning machine with self-recurrent hidden layer," *Adv. Eng. Informatics*, vol. 54, p. 101736, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101736>.
- [59] V. Kamra, P. Kumar, and M. Mohammadian, "An intelligent disease prediction system for psychological diseases by implementing hybrid hopfield recurrent neural network approach," *Intell. Syst. with Appl.*, vol. 18, p. 200208, May 2023, doi: 10.1016/J.ISWA.2023.200208.
- [60] R. Wang et al., "Applications of generative adversarial networks in neuroimaging and clinical

3. POLAZNE HIPOTEZE RADA

Glavne hipoteze u ovom istraživanju su sledeće:

- ✓ H1. Otkrivanje i predviđanje stresa i anksioznosti kod studenata primenom metoda veštačke inteligencije u realnom vremenu može poboljšati e-učenje u visokoškolskom obrazovanju.
- ✓ H2. Ispitivanje zavisno od pola studenata može smanjiti grešku u algoritmima veštačke inteligencije za detekciju i predviđanje stresa studenata.
- ✓ H3. Izdvajanje karakteristika i razlikovanje uzorka s obzirom na karakteristike poput pušenja, fizičke aktivnosti i ocena koje studenti postižu, povezane su sa stresom i anksioznošću i mogu smanjiti stopu grešaka u algoritmima veštačke inteligencije.
- ✓ H4. Kako bi se dobio *biofeedback* u realnom vremenu, algoritmi za predviđanje treba da se treniraju na skupu podataka koji uključuju upitnike anksioznosti (STAI), različite karakteristike studenata (pol, pušenje cigareta, fizička aktivnost), podatke iz sistema za e-učenje, i podatke sa nosivih uređaja.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

Tokom ovog istraživanja koristiće se različite metode i tehnike, kako bi se postigli pouzdani rezultati. Od opštih naučnih metoda, koristiće se metode prikupljanja i analize postojećih naučnih rezultata, modeliranje, analitičko-deduktivna i statistička metoda. Pregled literature, naučna analiza i metode veštačke inteligencije koristiće se za analizu i definisanje modela za detekciju stresa ili anksioznosti kod studenata. Da bi se bolje analizirala i postigla odgovarajuća tačnost u detekciji stresa ili anksioznosti kod studenata biće korišćene metode mašinskog i dubokog učenja.

Za prikupljanje podataka potrebnih za predviđanje nivoa anksioznosti studenata korišćenjem mašinskog učenja koristiće se veći broj izvora podataka. Koristiće se upitnik za procenu stanja i osobina anksioznosti (State-Trait Anxiety Inventory - STAI), kao jedna od najčešće korišćenih metoda za merenje anksioznosti [21][49][50]. Iz upitnika će biti izdvojen skup podataka za analizu stresa i anksioznosti studenata, i biće ispitana korelacija sa odabranim skupom karakteristika (pol, pušenje cigareta, fizička aktivnost, prosečna ocena na studijama). U kasnijim fazama analize, biće uključeni i drugi dostupni podaci poput navika ishrane, spavanja i drugih dostupnih podataka [44-48]. Podaci će se prikupljati i kroz sistem za upravljanje učenjem *Moodle*-a [41], kao i uz pomoć uređaja interneta inteligentnih uređaja (*IoT*) tj. nosivih uređaja, kao što su pametne narukvice i satovi [42][43]. U istraživanju će kao ispitanici učestvovati studetni, najvećim delom sa Univerziteta u Beogradu, uz dobrovoljni pristanak. Za prikupljanje podataka korišćenjem STAI upitnika očekuje se uzorak od više hiljada studenata. Za prikupljanje podataka iz sistema za e-učenje, uzorak će obuhvatiti nekoliko stotina studenata koji koriste *Moodle* sistem Katedre za elektronsko poslovanje Fakulteta organizacionih nauka. Za prikupljanje podataka korišćenjem nosivih uređaja, uzorak će obuhvatiti uzorak od nekoliko desetina studenata, u skladu sa dostupnošću *IoT* uređaja za prikupljanje podataka.

U ovoj doktorskoj disertaciji primenjivaće se algoritmi nadziranog učenja, uključujući upotrebu algoritama poput linearne regresije [52-54]. Zatim, biće ispitane mogućnosti primene različitih tehnika zasnovanih na neuronskim mrežama, naročito za modelovanje dinamike podataka o stanju anksioznosti, poput promena u nivoima anksioznosti tokom vremena i poboljšanje tačnosti prediktivnih modela [59][60].

Za efektivnu primenu u detekciji i predviđanju stresa i anksioznosti, neophodno je da kompletan razvijen sistem pametnog zdravstva omogući sledeće funkcionalnosti: odziv u skoro realnom vremenu [55], kvalitet podataka [56], visoke performanse [57]; prenosivost u različita implementaciona okruženja [58].

U eksperimentalnoj fazi ovog istraživanja, prikupljeni podaci biće obrađeni u programskom jeziku Python, koristeći Jupyter-lab alat za trening i testiranje uz korišćenje više algoritama i funkcija. U kasnijim fazama rada, sistem će biti implementiran u okviru *big data* infrastrukture Katedre za elektronsko poslovanje FON-a, gde će biti omogućeni i servisi za prikupljenje i analizu podataka u realnom vremenu [51]. Rezultati će biti pažljivo analizirani i istraživani više puta, primenom raznovrsnih statističkih metoda, uz upoređivanje sa prethodnim istraživanjima u ovoj oblasti.

Rezultati istraživanja će biti prikazani grafički, tekstualno i deskriptivno kroz različite slike, dijagrame i tabele, kao i kroz uporedne rezultate. Ovo istraživanje je multidisciplinarno, i obuhvata znanja iz oblasti elektronskog poslovanja, informatike, pametnog zdravstva, psihologije, veštačke inteligencije, e-obrazovanja.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Glavni očekivani doprinosi ove doktorske disertacije su:

- Razvoj i dizajn novog metodološkog pristupa za otkrivanje i predviđanje stresa i anksioznosti kod studenata u realnom vremenu korištenjem metoda i alata veštačke inteligencije.
- Izvođenje kvantitativne evaluacije osnovnih klasifikatora vezanih za ključne karakteristike kao što su pušenja cigareta, prosek ocena i telesne aktivnosti u odnosu na simptome svakog ciljanog stanja.
- Analiza i unapređenje algoritama veštačke inteligencije za procenu stresa i anksioznosti kod studentkinja korištenjem povezanih karakteristika: pušenje cigareta, prosek ocena i fizičke aktivnosti.
- Razvoj metodološkog pristupa za unapređenje obrazovnog okruženja korištenjem servisa pametnog zdravstva sa *biofeedback* funkcionalnostima.

Očekivani stručni doprinosi planiranog istraživanja ogledaju se u sledećem:

- Analiza i sistematizacija servisa pametnog zdravstva za detekciju i predviđanje stresa
- Analiza i sistematizacija algoritama mašinskog i dubokog učenja za detekciju i predviđanje stresa i anksioznosti studenata.
- Ispitivanje mogućnosti za adaptivnu detekciju anksioznosti studenata u realnom vremenu korišćenjem metoda veštačke inteligencije.
- Razvoj softverskih rešenja u kontekstu analize podataka o stresu i anksioznosti studenata.
- Razvoj pristupa integraciji podataka iz različitih izvora, u cilju kvalitetnije analize.

Najvažniji društveni doprinosi rezultata istraživanja se očekuju da budu:

- Razvijanje smernica za obrazovne ustanove u cilju unapređenja mentalnog zdravlja studenata.
- Smanjivanje stresa studenata u obrazovnom okruženju.
- Unapređenje razmene povratnih informacija i saradnje između studenata i profesora, kao i saradnje između studenata.
- Inovativni model za pružanje servisa pametnog zdravstva za studente i profesore.
- Unapređenje profesionalne i akademske uspešnosti, i socijalnih odnosa između studenata i profesora.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

U sledećoj tabeli prikazane su ključne faze o zadaci daljeg istraživanja tokom izrade doktorske disertacije:

	Faza	Zadatak	Metode, tehnike, standardi
1.	Analiza literature	- Izdvajanje literature u vezi stresa i anksioznosti kod studenata - Istraživanje literature o uticaju pojedinačnih karakteristika (pol, pušenje cigareta, fizička aktivnost, ocene) na stresa studenata. - Istraživanje i sistematizacija servisa pametnog zdravstva koji se odnose na stres i anksioznost studenata. - Proširivanje šablona za sistem detekcije anksioznosti kod studenata u pogledu akademskih rezultata i profesionalnog razvoja.	- Pretraživanje akademskih i naučnih baza podataka poput Google Scholar, Elsevier, Springer, PubMed, IEEE Explore, ProQuest i srodnih. - Pretraživanje akademske i stručne literature, studija slučaja kao i doktorskih disertacija vezanih za stres ili anksioznost.
2.	Razvoj metodološkog okvira	- Razvoj metodološkog postupka - Organizacija za prikupljanje podataka - Procena algoritama i funkcija mašinskog učenja - Razvoj adaptivnog modela zasnovanog na mašinskom učenju. - Proširenje ključnih karakteristika vezanih za stres ili anksioznost kod studentkinja. - Pronalaženje dodatnih karakteristika ponašanja kao što su ishrana, navike spavanja i sl. - Razvoj modela za predviđanje anksioznosti studenata baziranog na modelu linearne regresije.	- STAI upitnik - Anketa - Metode veštačke inteligencije - <i>Biofeedback</i>.
3.	Priprema infrastrukture za primenu i evaluaciju	- Priprema hardverske i softverske arhitekture - Priprema IoT nosivih uređaja - Istraživanje softverskih okruženja za implementaciju.	- Sistemi za onlajn ankete - Metode veštačke inteligencije - <i>IoT</i> nosivi uređaji - Baze podataka - Softverska okruženja za implementaciju: Anaconda, Jupyter-Lab, Apache Spark. - Python okruženja - <i>Moodle API</i>
4.	Primena i analiza rezultata	- Prikupljanje podataka. - Analiza podataka - detekcija i predviđanje stresa i anksioznosti kod studenata - Analiza karakteristika stresa i anksioznosti kod studenata. - Primena mašinskog učenja i dubokog za predviđanje anksioznosti kod studenata. - Izdvajanje greške modela i pronalaženje faktora sa najvećim uticajem na model.	- Python biblioteke: Pandas, Matplotlib, sklearn i dr. - Metode mašinskog i dubokog učenja. - Metode za ocenu grešaka - Metode razvoja i testiranja. - Alati za vizuelizaciju. - Statističke metode. - Verifikacija i validacija.

		- Provera prevelikog prilagođavanja (overfitting) i nedovoljnog prilagođavanja (underfitting) modela. - Proširenje Python kodova, algoritama i funkcija za pre-interventne i post-interventne faze. - Upoređivanje grešaka modela - Unapređenje prikaza matrice korelacije i analize klastera. - Korišćenje temporalne dinamike podataka iz STAI upitnika kako bi se pratili nivoi anksioznosti tokom vremena. - Unapređenje modela. - Unapređivanje tačnosti prediktivnih modela. - Analiza sekvencijalnih podataka. - Izdvajanje skrivenih karakteristika. - Evaluacija performansi modela. -	
5.	Zaključak	- Analiza i rezime predloženog rešenja. - Buduća istraživanja.	- Analiza i procena. - Sinteza

FAZA	MESECI											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1)												
2)												
3)												
4)												
5)												

Okvirno, strukturu doktorske disertacije sačinjavala bi sledeća poglavlja:

1. Uvod
2. Pregled literature
 - 2.1. Pametno zdravstvo – smart healthcare
 - 2.2. Tehnologije pametnog zdravstva za merenje stresa i anksioznosti
 - 2.3. Detekcija i predviđanje stresa i anksioznosti studenata primenom veštačke inteligencije
 - 2.4. Specifičnosti merenja i predviđanje stresa i anksioznosti studentkinja
 - 2.5. Izazovi u detekciji i predviđanju stresa i anksioznosti kod studenata
3. Okvir za detekciju i predviđanje stresa kod studenata primenom veštačke inteligencije
 - 3.1. Analiza postojećih pristupa
 - 3.2. Modelovanje podataka i izvora podataka
 - 3.3. Model infrastrukture za prikupljanje i analizu podataka
 - 3.4. Metode veštačke inteligencije za detekciju i predviđanje stresa i anksioznosti studenata
 - 3.4. Razvoj servisa za analitiku u realnom vremenu i *biofeedback*
 - 3.5. Model integracije sa sistemom za e-učenje
4. Evaluacija i analiza rezultata

- 4.1. Ispitivanje uticaja pušenja cigareta, fizičke aktivnosti i akademskog uspeha na stres i anksioznost studenata
- 4.2. Ispitivanje specifičnosti detekcije i predviđanje stresa i anksioznosti prema polu
- 4.3. Analiza integrisanih podataka iz više izvora
- 4.4. Evaluacija razvijenih biofeedback servisa
5. Diskusija, implikacije i buduća istraživanja
6. Naučni doprinosi
7. Zaključak
8. Reference

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Iz izloženog ce može zaključiti da kandidat Farhad Lotfi, mast. inž. ispunjava sve uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju za odobrenje izrade doktorske disertacije pod naslovom „Servisi pametnog zdravstva za merenje i predviđanje stresa studenata u visokoškolskom obrazovanju primenom veštačke inteligencije“. Farhad Lotfi poseduje neophodna znanja iz informacionih tehnologija, elektronskog obrazovanja, veštačke inteligencije i mašinskog učenja za uspešan rad na doktorskoj disertaciji.

Tema pripada užoj naučnoj oblasti Elektronsko poslovanje, multidisciplinarna je i aktuelna. Dobijeni rezultati doprineće unapređenju kvaliteta obrazovnog procesa u gotovo realnom vremenu.

Na osnovu svega navedenog, komisija predlaže Nastavno-naučnom veću da prihvati predloženu temu i odobri izradu prijavljene doktorske disertacije. Za mentora doktorske disertacije predlaže se dr Zorica Bogdanović, redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu.

Beograd, _____

ČLANOVI KOMISIJE:

dr Zorica Bogdanović, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Fakultet organizacionih nauka

dr Marijana Despotović-Zrakić, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Fakultet organizacionih nauka

dr Zoran Ševarac, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu - Fakultet organizacionih nauka

dr Ivana Kovačević, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu - Fakultet organizacionih nauka

dr Artur Bjelica, redovni profesor
Univerzitet u Novom Sadu, Medicinski fakultet