

PROGRAMSKI JEZIK PYTHON U NASTAVI PROGRAMIRANJA NA ELEKTROTEHNIČKOM FAKULTETU UNIVERZITETA U BEOGRADU - IZAZOVI I REŠENJA

Marko Mišić¹, Vladimir Jocović², Jovan Đukić³, Milana Prodanov⁴, Aleksa Srbljanović⁵,
Miloš Obradović⁶, Jelica Protić⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

¹marko.misic@etf.bg.ac.rs, ²jocke@etf.bg.ac.rs, ³dj@etf.bg.ac.rs, ⁴milana@etf.bg.ac.rs, ⁵aleksas@etf.bg.ac.rs,
⁶miobra@etf.bg.ac.rs, ⁷jelica.protic@etf.bg.ac.rs

Kratak sadržaj: Kursevi programiranja predstavljaju važan segment u obrazovanju inženjera elektrotehnike i računarstva, a već duži niz godina u akademskoj sredini postoji diskusija o tome koji programski jezik treba da se uči kao uvodni programski jezik. Prema novoj akreditaciji, od školske 2020/2021. godine se na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu na predmetu Programiranje 1 izučava programski jezik Python. S obzirom na masovnost navedenog kursa i potrebu da se na njemu steknu praktična znanja, a ograničene materijalne i ljudske resurs, to je samo po sebi predstavljalo određeni izazov. Prelazak na nastavu na daljinu izazvan pandemijom virusa COVID-19 je dodatno usložnio situaciju. U okviru ovog rada će biti kratko opisana motivacija za uvođenje programskog jezika Python u nastavu programiranja i diskutovani načini kako je to sprovedeno. Biće predstavljeni i prvi rezultati studenata u skladu sa novim načinom polaganja ispita.

Ključne reči: metodologija nastave, Moodle, programski jezici, Python, učenje programiranja

TEACHING PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE AT THE SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING UNIVERSITY OF BELGRADE - CHALLENGES AND SOLUTIONS

Abstract: Programming courses represent an important part in the education of electrical and computer engineers. For many years there has been a discussion in the academic environment about which programming language should be taught as an introductory programming language. According to the new accreditation, from the school year 2020/2021. Python programming language is studied at the School of Electrical Engineering, University of Belgrade in the Programming 1 course. Given the massiveness of this course and the need to acquire practical knowledge, and limited material and human resources, that change posed a certain challenge. The transition to distance learning caused by the COVID-19 virus pandemic has further complicated the situation. This paper will briefly describe the motivation for introduction of the Python programming language in programming course and discuss the way we implemented it. The first results of student exams will be presented.

Key Words: teaching methodology, Moodle, programming languages, Python, programming learning

1. UVOD

Nastava programiranja na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu (UB-ETF) se izvodi na studijskim programima Elektrotehnika i računarstvo (ER) i Softversko inženjerstvo (SI) kroz obavezne predmete Programiranje 1 (P1) i Programiranje 2 (P2) na prvoj godini studija. U pitanju su masovni kursevi koje svake godine pohađa oko 900 studenata [1]. Dok se na predmetu P2 već duži niz godina izučava programski jezik C, po novoj akreditaciji se od školske 2020/2021. godine na predmetu P1 izučava programski jezik Python, dok se ranijih godina izučavao programski jezik Pascal. Oba predmeta predstavljaju uvodne kurseve i obuhvataju gradivo potrebno za sticanje osnovnih programerskih veština, a pored odgovarajućeg programskog jezika obuhvataju i različite opšte koncepte iz domena računarstva, kao što su elementi algoritama i struktura podataka, arhitekture računara, analize složenosti algoritama, predstavljanje celih i realnih brojeva i sl. Nastavno osoblje čine tri nastavnika i četiri ili pet saradnika, što se menja od godine do godine.

Kako su danas kursevi programiranja esencijalni deo obrazovanja inženjera elektrotehnike i računarstva, nametnula se potreba za izučavanjem programskog jezika na prvoj godini studija koji će biti dovoljno jednostavan za usvajanje i praktičan rad prilikom sticanja programerskih veština, a sa druge strane dati dovoljnu osnovu i mogućnosti za praktičnu primenu na kasnijim godinama studijama, kako na računarskim, tako i na elektrotehničkim osecima. Pritom, predznanje, kao i motivacija studenata za pohađanje kurseva programiranja se značajno razlikuju. Određeni broj bruceša već poznaje neke programske jezike, dok neki nemaju gotovo nikakvog iskustva. Takođe, zahtevi različitih odseka koje studenti upisuju nakon završene prve godine studijskog programa ER se u mnogome razlikuju. U tom smislu, nije lako odabrati programski jezik za izučavanje na prvoj godini osnovnih studija koji bi

zadovoljio potrebe svih odseka na UB-ETF, jer potrebe variraju od profesionalnih primena u sistemskom i poslovnom domenu do prototipskog programiranja i modelovanja u različitim simulacijama.

U okviru rada će detaljno biti diskutovani prethodno stanje na predmetu P1, motivacija za prelazak na programski jezik Python, kao i izazovi i rešenja koja su primenjena tokom reforme predmeta i držanja nastave na daljinu u zimskom semestru školske 2020/2021. godine. U drugom poglavlju će biti opisano stanje kursa P1 i data motivacija za promenu u uvođenje programskog jezika Python. U trećem poglavlju je prikazan sadržaj i način izvođenja kursa. U četvrtom poglavlju su diskutovani dosadašnji rezultati, uočeni izazovi i rešenja.

2. STANJE KURSA I MOTIVACIJA ZA REFORMU

U poslednjih nekoliko godina se programski jezik Python nalazi u vrhu popularnosti u oblastima kao što su mašinsko učenje, računarska vizija, nauka o podacima, naučne i inženjerske simulacije, što pokazuju i relevantni svetski indeksi [2][3]. Takođe, postoji i značajan broj podržavalaca u akademskim krugovima u celom svetu koji zastupaju uvođenje programskog jezika Python kao uvodnog programskog jezika na kursovima programiranja [4][5]. Stoga je prihvaćen predlog relevantnih stručnih komisija Elektrotehničkog fakulteta da on postane uvodni programski jezik za učenje na prvoj godini studija. U okviru šire reforme nastavnih planova i programa, predviđen je povećani obim praktičnog rada u okviru predmeta, kroz auditorne i laboratorijske vežbe u računarskim učionicama i samostalan rad kroz domaće zadatke i sisteme za elektronsko učenje.

Prvi koraci ka uvođenju programskog jezika Python na Elektrotehničkom fakultetu su učinjeni još 2014. godine formiranjem eksperimentalne, specijalne grupe na predmetu Praktikum iz programiranja 1 (PP1) na studijskom programu SI. Prvi rezultati su ohrabivali [6], ali je zbog dosta čestih kadrovske promene kurs ostao na nivou specijalne grupe na predmetu PP1 tokom proteklih pet školskih godina. Iskustva koja su tom prilikom stečena i ideje za uvođenje programskog jezika Python za sve studente su izložene u [7].

Prvi značajniji napor ka sprovođenju reformi kursa P1 su učinjeni tokom školske 2019/2020. godine, kada je programski jezik Python uveden kao opcija za učenje i polaganje na studijskom programu SI koju je izabralo oko 100 studenata. Studijski program SI je izabran zbog usmerenosti studenata na oblast softverskog inženjerstva i računarstva u širem kontekstu, što ih čini prijemčivijim za promene, kao i zbog značajno manjeg broja studenata koji ga pohađaju, pa je lakše sprovesti i evaluirati promene.

Formirana je baza novih nastavnih materijala za predavanja i vežbe, kao i model ispitnih pitanja i zadataka koji su kompletno prebačeni na rad za računarom, korišćenjem Moodle sistema za elektronsko učenje i CodeRunner dodatka za automatizovano ocenjivanje programskog koda. Nastavnici i saradnici na predmetu su već imali višegodišnje iskustvo sa Moodle platformom za elektronsko učenje [8], a stečeno je i određeno iskustvo sa CodeRunner dodatkom prilikom slične reforme na predmetu P2 kada je kompletno polaganje ispita prebačeno na rad za računarom [9].

Plan je bio da se na osnovu stečenih iskustva formira odgovarajući model za izučavanje i polaganje ispita iz P1 i na studijskom programu ER koji obuhvata značajno veći broj studenata, od školske 2020/2021. godine. Međutim, zdravstveno-epidemiološka situacija izazvana pandemijom virusa COVID-19 i prelazak na nastavu na daljinu su usloveli dodatne promene u načinu sprovođenja teorijske i praktične nastave. To je nametnulo određene izazove, ali i proizvelo određene nove mogućnosti u izvođenju nastave iz oblasti programiranja.

3. SADRŽAJ I ORGANIZACIJA KURSA

Zbog specifičnosti studijskih programa ER i SI, kurs Programiranja 1 je organizovan na nešto drugačiji način na svakom od njih. Oba kursa obuhvataju tri časa predavanja i dva časa auditornih vežbi sedmično. Na studijskom programu ER predmet obuhvata i određeni, mali fond laboratorijskih vežbi, dok na studijskom programu SI on ne postoji, ali je za studente obavezno pohađanje predmeta PP1 koji obuhvata značajan laboratorijski fond i predstavlja zasebnu celinu u okviru koje se vrši praktičan rad koji prati glavni predmet. PP1 je na studijskom programu ER izborni predmet. Stoga su glavne razlike između kurseva P1 na ova dva studijska programa zasnovane na načinu sprovođenja praktičnog rada i ispitivanja. Na oba studijska programa nastava iz oblasti programskog jezika Python obuhvata oko dve trećine kursa.

Predmet P1 obuhvata tematske oblasti iz programskog jezika Python koje su prikazane u Tabeli 1. Gradivo se izlaže u okviru časova predavanja, a pojedine, važne tematske celine se provežbavaju u okviru auditornih vežbi. Kao podrška izvođenju predavanja su korišćena *online* razvojna okruženja, kao i interaktivno okruženje IDLE koje dolazi sa instalacijom programskog jezika Python.

Do trenutka izbijanja pandemije virusa COVID-19, plan je bio da se auditorne vežbe sprovedu u računarskim učionicama uz aktivno praćenje nastave od strane studenata za računarom i rad u integrisanom razvojnom okruženju PyCharm. Određeni broj zadataka je testiran u okviru Moodle platforme kako bi se studenti pripremili za način ispitivanja na kolokvijumima i ispitima. Na taj način je sprovedena nastava u okviru auditornih vežbi tokom školske 2019/2020. godine na studijskom programu SI, pre izbijanja pandemije. Takav model auditornih vežbi bi predstavljao organizacioni izazov, jer bi bilo potrebno više od 10 grupa za auditorne vežbe uz korišćenje računarske učionice kapacitet od 60 mesta, što samo po sebi predstavlja izazov u radu sa studentima.

Tabela 1. Pregled sadržaja kursa Programiranja 1 iz oblasti programskog jezika Python
(P – broj časova predavanja, V – broj časova vežbi, Z – broj zadataka obrađenih na vežbama)

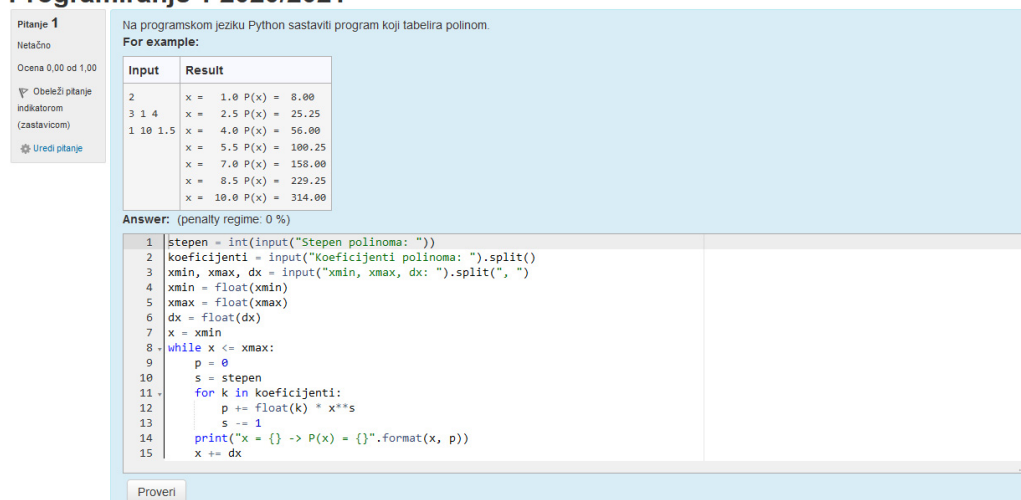
Tema	Sadržaj	P	V	Z
Uvod	Osobine, pojam interpretera, tipovi i objekti, numerički tipovi i operatori, osnovni ulazi i izlaz	3	2	4
Kontrolne strukture i liste	Logički tip, uslovna grananja, petlje, kontrolne naredbe, rad sa listama, <i>slicing</i> , gotove funkcije	3	2	9
Funkcije	Definisanje i pozivanje, prenos argumenata, lambda funkcije, rekurzija, prostor imena, moduli	3	2	5
Kolekcije	Sekvence, stringovi, <i>list comprehension</i> , skupovi, rečnici, torke, gotove funkcije	5	3	13
Ulaz i izlaz	Koncept, režimi i osnovne operacije, rad sa <i>file</i> sistemom	2	1	5
Izuzeci	Definicija, standardni izuzeci, obrada, ugnežđavanje, asertacije	2	1	2
Regularni izrazi	Definicija, notacija, šabloni, gotove funkcije	2	1	7
Pseudoslužajni brojevi	Osnove, gotove funkcije	0,5	0	-
Ispitni primeri	Konsultacije u vezi ispitnih pitanja i zadataka	0,5	2	-

Međutim, prelaskom na nastavu na daljinu zbog pandemije virusa COVID-19 kompletna predavanja i audiorne vežbe su prebačene na platforme za timsku elektronsku komunikaciju. UB-ETF je kao zvaničnu platformu izabrao MS Teams, a nastavnici, saradnici i studenti su automatski dobili odgovarajuće naloge. U takvoj situaciji je i modalitet održavanja nastave morao da bude promenjen.

Predavanja su održavana uživo i snimana, a snimci su obrađivani, montirani i postavljeni u okviru odgovarajućih tematskih plejlisti na servis YouTube. Na taj način je pripremljeno preko 60 snimaka iz svih oblasti koje pokrivaju kurs, a preko 40 iz oblasti programskog jezika Python. Snimci su nešto duži po formatu, tipično 20-40 minuta i tematski pokrivaju odgovarajuće celine.

Vežbe su unapred snimane, a snimci postavljeni na servis YouTube početkom odgovarajuće sedmice kursa. U okviru odgovarajućih termina vežbi po rasporedu časova su održavane konsultacije koje su tipično trajale oko sat vremena i u okviru kojih su studentima objašnjavani glavni elementi planirani za tu nastavnu sedmicu i odgovarano na pitanja. Snimci su kraći po formatu, tipično od 5 do 15 minuta, a pored zadataka koji ilustruju koncepte jezika izložene na predavanjima, uključuju i prikazivanje rada sa integrisanim razvojnim okruženjima (PyCharm, Thonny, IDLE), Moodle platformom za elektronsko učenje i CodeRunner dodatkom, kratke rekapitulacije teorijskog dela gradiva i sl. Ukupno je pripremljeno 109 snimaka i 7 interaktivnih zadataka na Moodle platformi. Primena interaktivnih zadataka u učenju programiranja je predložena i u otvorenoj literaturi [10]. Primer jednog takvog interaktivnog zadatka je prikazan na Slici 1.

Programiranje 1 2020/2021



Na programskom jeziku Python sastaviti program koji tabelira polinom.

For example:

Input	Result
2	x = 1.0 P(x) = 8.00
3 1 4	x = 2.5 P(x) = 25.25
1 10 1.5	x = 4.0 P(x) = 56.00
	x = 5.5 P(x) = 100.25
	x = 7.0 P(x) = 158.00
	x = 8.5 P(x) = 229.25
	x = 10.0 P(x) = 314.00

Answer: (penalty regime: 0 %)

```

1 stepen = int(input("Stepen polinoma: "))
2 koeficijenti = input("Koficijenti polinoma: ").split()
3 xmin, xmax, dx = input("xmin, xmax, dx: ").split(", ")
4 xmin = float(xmin)
5 xmax = float(xmax)
6 dx = float(dx)
7 x = xmin
8 while x <= xmax:
9     p = 0
10    s = stepen
11    for k in koeficijenti:
12        p += float(k) * x**s
13        s -= 1
14    print("x = {} -> P(x) = {}".format(x, p))
15    x += dx
    
```

Proveri

Slika 1. Primer interaktivnog zadatka u okviru Moodle kursa predmeta

Najveći izazov je predstavljalo organizovanje praktičnog rada i ispitivanja na predmetu. Na studijskom programu SI je zbog značajno manjeg broja studenata i postojanja obaveznog predmeta PP1 to bilo jednostavnije učiniti. Omogućeno je polaganje ispita u vidu tri kolokvijuma ili ispita. Sve aktivnosti se polažu za računarnom korišćenjem Moodle platforme za elektronsko učenje i CodeRunner dodatka za automatizovano ocenjivanje programskog koda. Kolokvijumi i ispiti se sastoje iz dva dela koji čine ispitna pitanja i zadaci. Zadaci se rešavaju u izabranom razvojnom okruženju, a testiraju i automatski ocenjuju u okviru Moodle platforme korišćenjem javnih i tajnih testova što omogućava prilično iscrpno ocenjivanje studentskih rešenja. Za potrebe ocenjivanja je u značajnoj meri unapređena originalna CodeRunner skripta za automatizovano izvršavanje i ocenjivanje testova.

Na studijskom programu ER je zbog približno 700 studenata koji prate predmet ovakva organizacija ispitivanja bila praktično nemoguća. Ipak, postojala je želja da se studentima omogući i vrednuje praktičan rad. Ocena na predmetu se stoga stiče kroz poene sa ispita koji se sastoji isključivo od ispitnih pitanja i praktičnog rada kroz domaće zadatke i laboratorijske vežbe. Oba dela nose po 50 poena od maksimalnih 100. Praktičan deo je organizovan u vidu dva domaća zadatka. Prvi domaći zadatak je obuhvatao tematske celine zaključno sa funkcijama, dok je drugi domaći

zadatak obuhvatao celokupno gradivo. Stoga su studenti su imali fleksibilnost da biraju da li će raditi oba domaća zadatka ili će im se poeni osvojeni na drugom domaćem zadatku računati u dvostrukom iznosu. Svaki domaći zadatak je nosio 15 poena, a pratila ga je odgovarajuća odbrana u okviru koje su studenti odgovarali na pitanja u vezi zadatka koji su radili i rešavali dva dodatna kratka problema (modifikacije) za dodatnih 10 poena. Domaći zadaci i modifikacije su predavani i automatski testirani u okviru Moodle platforme korišćenjem CodeRunner dodatka i javnih i tajnih testova. Pre svake predaje je studentima na raspolaganje stavljano okruženje sa javnim testovima.

4. DISKUSIJA

Dosadašnja iskustva tokom jesenjeg semestra školske 2020/2021. godine sa držanjem nastave iz programskog jezika Python na oba studijska programa UB-ETF su uglavnom pozitivna. Povećano je prisustvo studenata u okviru platformi za nastavu za daljinu, kako na predavanjima, tako i na vežbama, kao i broj pitanja u okviru odgovarajućih diskusionih foruma i lista elektronske pošte. Takođe, uvećao se značajno broj studenata koji je birao predmet PP1 na studijskom programu ER sa oko 30 na preko 70. Kako bi se ispitalo i iskustvo i zadovoljstvo studenata, planirano je sprovođenje ankete po uzoru na [9][11] po završetku kursa i zimskih ispitnih rokova.

Najveća promena je učinjena na ER studijskom programu, gde su elementi praktične nastave do sada bili u priličnoj meri skrajnuti i zasnivali se uglavnom na samostalnom radu studenata. Prvi domaći zadatak je radilo 580 studenata sa prosečno osvojenih 18,5 poena, dok je drugi domaći zadatak radilo 540 studenata sa prosečno osvojenih 16,97 poena. Negativna strana koja je proizašla iz sprovođenja praktičnog rada u vidu domaćih zadataka na ovaj način je pojava plagijarizma. Određeni broj studenata je prekršio principe akademske čestitosti i uputstva da se domaći zadaci izrađuju samostalno. Nastavno osoblje na predmetu ima višegodišnje iskustvo u detekciji plagijarizma u programskom kodu [12][13], pa je takve pokušaje osujetilo korišćenjem odgovarajućih softverskih alata. Na prvom domaćem zadatku je primećen pokušaj plagiranja od strane 19 studenata, dok je na drugom domaćem zadatku takav pokušaj učinilo 26 studenata. Ipak, s obzirom na broj studenata i tipičnu prevalenciju plagijarizma od oko 5-10% [12][13], ovo se može smatrati prihvatljivim rizikom po integritet kursa.

5. ZAKLJUČAK

Programski jezik Python svakako predstavlja jedan od najpopularnijih programskih jezika danas u svetu. Njegova jednostavnost, interaktivnost i široka primenljivost ga čine pogodnim za učenje i upotrebu, kako od strane studenata sa niskim predznanjem, tako i onih sa naprednijim znanjem i potrebama. Python je pre svega objektno-orijentisani programski jezik, ali se pokazao pogodnim i u nastavi proceduralnog programiranja. U okviru rada su prikazana prva iskustva sa uvođenjem ovog programskog jezika na masovnom kursu Programiranje 1 na UB-EBF. Uz korišćenje platformi za elektronsko učenje i drugih savremenih tehnologija, smatramo da je programski jezik Python uspešno uveden u nastavu na prvoj godini studija, čak i u vreme vanrednih okolnosti izazvanih pandemijom COVID-19. To potvrđuju i preliminarni rezultati uspeha studenata na dosadašnjim aktivnostima za ocenu.

6. LITERATURA

- [1] M. Mišić, M. Lazić, and J. Protić, *A software tool that helps teachers in handling, processing and understanding the results of massive exams*, Proceedings of the Fifth Balkan Conference in Informatics, ACM 2012, pp. 259-262.
- [2] *PYPL PopularitY of Programming Language*, <http://pypl.github.io/PYPL.html>, pristupljeno: 22.01.2021.
- [3] *TIOBE Index for January 2021*, <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>, pristupljeno: 22.01.2021.
- [4] R. Mason, G. Cooper, M. de Raadt, *Trends in Introductory Programming Courses in Australian Universities – Languages, Environments and Pedagogy*, Proceedings of the Fourteenth Australasian Computing Education Conference (ACE2012), Melbourne, Australia, 2012.
- [5] L. A. Barba, *Why I push for Python*, <http://lorenabarba.com/blog/why-i-push-for-python/>, December, 2014., pristupljeno: 22.01.2021.
- [6] N. Vitorović, J. Protić, *Eksperimentalno uvođenje programskog jezika Python kao prvog programskog jezika za studente elektrotehnike i računarstva*, XX skup Trendovi razvoja: "Razvojni potencijal visokog obrazovanja", Kopaonik, 24. - 27. 02. 2014.
- [7] M. Mišić, S. Delčev, T. Šekularac, *Naučiti prve Python*, Primena slobodnog softvera i otvorenog hardvera, Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, Beograd, Oct, 2018., pp. 28-31
- [8] D. Draskovic, M. Misić, Z. Stanisavljevic, *Transition from traditional to LMS supported examining: A case study in computer engineering*, Computer Applications in Engineering Education, Vol. 24, No. 5, Sep, 2016., pp. 775-786
- [9] V. Jocović, J. Đukić, M. Mišić, *First Experiences with Moodle and Coderunner Platforms in Programming Course*, Proceedings of the Tenth International Conference on e-Learning, Belgrade Metropolitan University, Belgrade, Sep, 2019., pp. 81-86
- [10] A. Radenski, *Python First: A lab-based digital introduction to computer science*, ACM SIGCSE Bulletin, vol 38, no. 3, ACM, 2006., pp. 197-201.
- [11] I. D. Sanders, S. Langford, S., *Students' perceptions of Python as a first programming language at Wits*, ACM SIGCSE Bulletin, vol. 40, no. 3, ACM, 2008., pp. 365-365.
- [12] M. Mišić, Ž. Šuštran, J. Protić, *A Comparison of Software Tools for Plagiarism Detection in Programming Assignments*, International Journal of Engineering Education, Vol. 32, No. 2, pp. 738-748, Apr, 2016.
- [13] M. Mišić, J. Protić, M. Tomašević, *Improving source code plagiarism detection: Lessons learned*, 25th Telecommunication Forum (TELFOR), November, 2017. IEEE, pp. 1-8.