

# Debugovanje Python programa

Seminarski rad u okviru kursa  
Metodologija stručnog i naučnog rada  
Matematički fakultet

Dimitrije Sekulić, Sandra Radojević, Maja Gavrilović, Matija Pejić  
sekulic\_dimitrije@yahoo.com, tetejesandra@gmail.com, majamaj@live.com, matija.pejic@y

25. mart 2020.

## Sažetak

U ovom tekstu je ukratko prikazana osnovna forma seminarskog rada. Obratite pažnju da je pored ove .pdf datoteke, u prilogu i odgovarajuća .tex datoteka, kao i .bib datoteka korišćena za generisanje literature. Na prvoj strani seminarskog rada su naslov, apstrakt i sadržaj, i to sve mora da stane na prvu stranu! Kako bi Vaš seminarski zadovoljio standarde i očekivanja, koristite uputstva i materijale sa predavanja na temu pisanja seminarskih radova. Ovo je samo šablon koji se odnosi na fizički izgled seminarskog rada (šablon koji *morate* da koristite!) kao i par tehničkih pomoćnih uputstava. Pročitajte tekst pažljivo jer on sadrži i važne informacije vezane za zahteve obima i karakteristika seminarskog rada.

## Sadržaj

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Izuzeci u Pythonu</b>	<b>3</b>
2.1	Sintaksne greške . . . . .	3
2.2	Poruka o grešci . . . . .	4
2.3	Hvatanje izuzetaka . . . . .	4
2.4	Semantičke greške u Python-u . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Debugovanje naučnom metodom</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Debugovanje print naredbama</b>	<b>6</b>
4.1	Uključivanje i isključivanje print naredbi . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Tehnike debagera</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>PDB debager</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Ostali python debageri</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Debugovanje u okruženju PyCharm</b>	<b>7</b>
8.1	Detaljno debugovanje . . . . .	8
8.2	Posmatranja (Watches) . . . . .	8
8.3	Inline Debugger . . . . .	8
8.4	Evalucija izraza . . . . .	8

<b>9 Zaključak</b>	<b>9</b>
<b>Literatura</b>	<b>9</b>
<b>A Dodatak</b>	<b>9</b>

# 1 Uvod

Uvodni deo seminarskog

## 2 Izuzeci u Pythonu

Svaki put kada program ne radi onako kako smo očekivali znamo da je došlo do greške, odnosno бага. Debugovanje je proces pronalaženja i rešavanja tih greški. Ono podrazumeva sledeće stvari:

- Znamo kako naš program bi trebao da radi
- Znamo da je došlo do бага
- Shvatamo da баг treba da uklonimo
- Uklanjamо баг

U Pythonu postoji 47 različitih izuzetaka, predstavljene kroz hijerarhiju [1]. Kada program izbaci izuzetak tada znamo da je došlo do greške i očigledno želimo da program taj izuzetak ne izbacuje. *Ako je program kuća, izuzetak bi označavao da je požar u kući* [4]. Izuzetke možemo da shvatamo kao bagove za koje znamo da postoje. Razmotrićemo tri osnovne strategije za debugovanje izuzetaka:

- Čitanje koda na mestu бага
- Razumevanje poruke o grešci
- Hvatanje izuzetaka

### 2.1 Sintaksne greške

Najlakši izuzeci za debugovanje su `SyntaxError` i `IndentationError`. U oba slučaja Python ne uspeva da prepozna neki deo programa. Ovakvi bagovi mogu da budu i česta pojava u Pythonu zbog razlika koje imaju verzije *Python2* i *Python3*, na primer funkcija *print* nema istu sintaksu u obe verzije. Tako da se neki programi prevode sa verzijom 2, a sa verzijom 3 izbacuju sintaksne greške. Razmotrimo sledeći primer u kome funkcija student treba da ispiše broj indeksa za zadato ime studenta.

```
def student(ime):
    studenti = {
        'Pera': '107/2016',
        'Mika': '16/2016',
        'Laza': '252/2015'
    }

    print('Indeks studenta Pera je ' + studenti[ime])

student('Pera')
```

Listing 1: Primer neki

Program ne uspeva i izbacuje narednu grešku.

```
File "primer.py", line 5
    'Laza': '252/2015'
    ^
SyntaxError: invalid syntax
```

Listing 2: ispis

Python je izbacio *SyntaxError* jer smo zaboravili zarez u liniji 4, s obzirom da je sintaksni analizator očekivao da su elementi u mapi razdvojeni zarezom izbacio je izuzetak. Slično, da smo posle dvotačke u prvoj liniji zaboravili da sledeća linija treba da bude nazubljena program bi izbacio *IndentationError*.

Sintaksne greške su često uzrok brzog kucanja, prelazak sa nekog drugog jezika, prelazak sa druge verzije jezika. Neki od saveta za debugovanje sintakasnih greški su:

- Pogledaj liniju greške, ili liniju iznad nje
- Prebaciti deo programa koji sadrži grešku u zaseban fajl
- Proveriti da li su sve zagrade uparene
- Proveriti da li su svi navodnici upareni
- Proveriti da li koristite dobru verziju Pythona
- Koristite neki dobar editor u kome se lepo vide sintaksne greške.

## 2.2 Poruka o grešci

Kao što smo već mogli da vidimo, kada u programu postoji sintaksna greška prevodilac izbacuje izuzetak i ispisuje poruku o grešci. Svaka poruka o grešci sadrži: **tip greške**, **opis greške** i **traceback**.

Tip greške jeste tip izuzetka koji je program izbacio. Svi izuzeci su podklasa klase *Exception* u hijerarhiji izuzetaka.

Nakon tipa greške sledi opis greške šta se desilo, ovi opisi su neki put veoma jasni, a neki put ne daju nikakvu informaciju. U gornjem primeru tip greške je *SyntaxError* a opis je *invalid syntax*.

Traceback sadrži informaciju gde je program pukao. Ispisuju se segmenti programa koji sadrže grešku, broj linije gde je program pukao i niz funkcija koje su pozvane da bi program stigao do linije sa greškom.

## 2.3 Hvatanje izuzetaka

Neki izuzeci se ne mogu izbeći, ako uzmemo za primer da učitavamo neku datoteku i unesemo loše putanju ili možda ta datoteka više ne postoji, prevodilac će nam izbaciti *FileNotFoundError*. Na ovakve greške najbolje je rešiti hvatanjem izuzetaka unutar programa. To možemo da postignemo sa try i except blokom. Sa try pokušamo da pročitamo datoteku, ako dođe do izuzetka except blok će 'uhvatiti' taj izuzetak i na tom mestu reagovati najčešće nekom porukom.

Ono što treba izbegavati sa hvatanjem izuzetaka jeste da u except bloku stavimo pass i na taj način nastavimo dalje izvršavanje programa kao da do izuzetka nije došlo.

## 2.4 Semantičke greške u Python-u

Program se preveo i ne izbacuje izuzetak, međutim i dalje ne dobijamo željeni rezultat, ovakve greške nazivamo semantičkim greškama. Takve greške je obično teže debugovati jer nemamo nikakvu informaciju od prevodioca da je do greške došlo, jedina informacija koju imamo jeste da ne dobijamo željeni rezultat.

```
def suma(n):  
    k = 0  
    for i in range(n+1):  
        k += i
```

```
        return k
    print(suma(3)) # 6
```

Listing 3: Računanje sume prvih n brojeva

U prethodnom primeru program računa sumu prvih n brojeva. Nekih od semantičkih greški koje su mogle da se dese su da range ide do n umesto do n+1, umesto operatora += staviti samo =, pogrešna inicijalizacija početne vrednosti za k, inicijalizacija unutar petlje umesto pre petlje. Semantičke greške se obično teže debuguju u ovakvim lakim primerima mogu da se uoče, ali u nekim kompleksijim primerima potrebne su neke od naprednijih tehnika. U narednim delovima ćemo se posvetiti tehnikama debugovanja, tehnike i upotrebe debagera i upotreba IDE za debugovanje.

### 3 Debugovanje naučnom metodom

U prethodnom delu, videli smo neke osnovne tehnike debugovanja. Ali šta ako nismo i dalje sigurni u čemu je problem? Šta ako naše nagađanje nije dovoljno dobro i ne znamo lokaciju problema, ni iz koda greške ni iz semantike koda? Tada se treba okrenuti nekom formalnom načinu pronalaženja problema kao što je naučni metod. On traženje greške bazira na prikupljanju dokaza i predstavlja frejmwork u koji se uklapaju ostale metode i dobru bazu za kasnije testiranje i održavanje koda. Koraci su sledeći[4]:

1. Posmatraj: Počinjemo posmatranjem ponašanja programa
2. Napravi hipotezu: Posmatranjem dobijamo ideju, tj postavljamo hipotezu koja objašnjava ponašanje programa
3. Predvidi: Na osnovu hipoteze, pravimo predikciju šta bi drugo naš program trebao da radi, pod uslovom da je hipoteza tačna
4. Testiraj: Ispitamo tu predikciju puštanjem programa u odgovarajućim eksperimentalnim uslovima i posmatramo rezultat izvršavanja
5. Zaključi: Zavisno od rezultata ćemo prihvatiti ili odbaciti našu hipotezu,. Ako smo odbacili hipotezu, vraćamo se na korak 2, gde postavljamo novu hipotezu ili refiniramo postojeću i sledimo dalje korake

Moć ovog metoda sastoji se u tome što on instinktivno nagađanje pretvara u formalnu i sistematičnu dedukciju. Njegovim pomnim praćenjem, dolazimo do pronalaženja i jako složenih i komplikovanih grešaka. Osim toga, dolazi se do čistijih rešenja i koda koji je lakši za održavanje. Zašto onda ne koristimo uvek ovu metodu za debugovanje? U praksi će se dešavati često da pravimo sitne, lako uočljive bagove, koji se nalaze u par minuta ako im se posvetimo. Korišćenje naučnog metoda pre nego što bar pokušamo neformalno da nađemo bag, ovde će nam doneti više štete nego koristi i oduzeti dragoceno vreme. Neko nepisano pravilo je da ga primenimo ako ne nađemo rešenje u 10-15 minuta.

Da bi efikasno primenili ovaj način debugovanja, potrebno je da dobro vladamo tehnikama reprodukcije grešaka, automatizacije (pogotovo ako imamo složenije sisteme koji uključuju komunikaciju preko mreže ili nekakvu nasumičnost) i izolacije grešaka(strip-down strategijom ili strategijom binarne pretrage) [4]. Strip-Down strategija odlikuje se iterativnim uprošćavanjem koda komentarisanjem ili uklanjanjem linija, dok ne

dodemo do minimalnog broj linija potrebnog za reprodukciju greške. Strategija binarne pretrage sastoji se iz modulacije koda na dva dela približno jednake veličine i proveravanja u koji deo se greška dalje propagira tokom izvršavanja. U tom delu se rekurzivno dalje nastavlja pretraga. Dobijene test skriptove je zgodno čuvati i za kasnije, jer oni mogu da se razviju u test funkcije o kojima ćemo pričati kasnije.

## 4 Debugovanje print naredbama

Print je mnogim programerima metoda broj jedan za debugovanje. Razlog za to leži u lakoći korišćenja, relativno čestom pronalaženju greške i prostom prikazivanju nedostatka informacija o podacima i izvršavanju (rother). Iako jednostavan i nedvosmislen, to ne znači da je bez greške. Print se može previše koristiti i tako poremetiti ceo kod i njegovu čitljivost i eleganciju, pogotovo ako je veći. Da bi se to izbeglo, treba ga disciplinovano koristiti sa već pomenutom binarnom pretragom i naučnom metodom. Hipoteze koje tvrde da neki deo koda nije izvršen lako možemo odbaciti ako se izvrši print naredba nakon tog koda. Takođe, štampanjem vrednosti neke promenljive često možemo prihvatiti ili odbaciti hipotezu vezanu za njenu vrednost u određenom trenutku. Ono što je takođe loše je to što mi dodajemo stvari koje naš program i ne treba da radi; u nekom smislu činimo kod više pogrešnim da bi ga popravili. *Zamislite pucanje i pravljenje rupa u zidu da bi proverili da li ima vatre u zgradi*[1]. Ako imamo složene strukture podataka u programu kao što su liste, rečnici, skupovi, torke, ili bilo koji tipovi podataka sačinjeni od prethodnih, možemo koristiti **pretty-printing** za njihov lepši ispis. Naime, u Pajtonovoj standardnoj biblioteci postoji moduo zvani *pprint*[3]. Možemo ga koristiti da isforsiramo ispis u jednoj liniji, kao i da prilagodimo ispis našoj strukturi i podacima, zahvaljujući mnogobrojnim opcijama koje sadrži. Ovaj moduo možda nije direktno sredstvo debugovanja, ali olakšavajući čitljivost, umnogome ga olakšava.

### 4.1 Uključivanje i isključivanje print naredbi

Tokom debugovanja, dodali smo dosta linija u cilju dijagnoze koje kasnije treba obrisati radi čistoće koda. Međutim, ove linije mogu biti korisne kada želimo da ispitamo stanje programa na ovom mestu posle dodavanja novog koda, i zato njihovo brisanje predstavlja lošu ideju. Osim neefikasnosti ponovnog manuelnog dodavanja, problem je i što stalno pisanje i brisanje nosi rizik novih grešaka u kodu. Zato mora da postoji neki način da uključimo i isključimo print naredbe u kodu. Najprimitivnije rešenje je definisanje neke indikatorske promenljive koja se postavlja na true kad se debuguje i na false u suprotnom. Ovakav pristup dovodi do stavljanja kondicionih naredbi uz svaki print, čime se program usložnjava, usporava i postaje teško čitljiv. Alternativa je zameniti print naredbu sa **debug\_print** naredbom koja se brine o proveravanju stanja neke DEBUG promenljive i, shodno tome, prosleđuje argumente regularnoj print funkciji.

```
def debug_print(*args):  
    if DEBUG:  
        print(*args)
```

Listing 4: Definisanje nove print funkcije

```
import sys

DEBUG = "-d" in sys.argv
```

Listing 5: Deklarisanje DEBUG promenljive

Ovakvom deklaracijom izbegavamo ručnu promenu vrednosti ove promenljive i pokrećemo program u modu za debugovanje samo dodavanjem opcije -d argumentima komandne linije.

Ovaj koncept se može proširiti pajton bibliotekama logging [2] i argparse koje nam daju veću kontrolu nad štampanjem, uz mnogo novih opcija. Bibliotekom logging formira se Logger objekat koji kontroliše ispis postavljanjem nivoa štampanja na jednu od numeričkih vrednosti CRITICAL, ERROR, WARNING, INFO, DEBUG, NOTSET. Ako postavimo na DEBUG, štampaće se sve. Umesto postavljanja nivoa, mogu se samo pozvati istoimeni metodi nad Logger objektom. Ono što on stvara su objekti LogRecord klase. Svaki ovaj log zapis sadrži informacije o događaju koji se loguje, i sa njim kasnije rade druge klase iz ove biblioteke. Te klase su handleri koji šalju log zapise na odgovarajuću destinaciju i filteri koji na sofisticiraniji način od levela određuju koje log zapise staviti na izlaz. Tu su i formateri koji određuju formu log zapisa na konačnom izlazu, mapirajući LogRecord objekat u nešto čitljivo čoveku ili nekom eksternom sistemu, najčešće string.

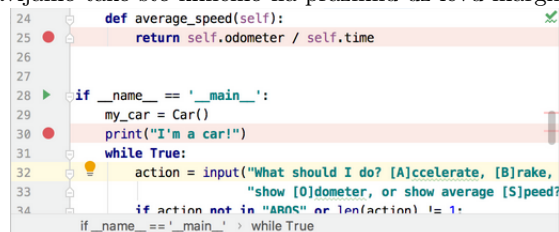
## 5 Tehnike debagera

## 6 PDB debager

## 7 Ostali python debageri

## 8 Debugovanje u okruženju PyCharm

Da bi zapoceli debug sesiju prvo moramo postaviti *prekide* (eng. *breakpoint*) koji će signalizirati debageru da treba da se zaustavi na odredjenom mestu u kodu i da nam da izvestaj stanja u tom trenutku. Breakpoint postavljamo tako sto klinemo na prazninu uz levu marginu.



Znacemo da je Breakpoint uspesno postavljen pojavom crvenog krugica. Prilikom pokretanja main funkcije naseg programa mozemo izabrati opciju Debug, ovo će otvoriti *Debug tool window* u kome mozemo pokrenuti nas python kod i gde cemo dobijati sve informacije o izvršavanju. Informacije koje dobijamo mogu sadržati poruke o greskama, ne uhvacene izuzetke, vrednosti promenljivih (u svom zasebnom prozoru) i druge. PyCharm se automatski zaustavlja ukoliko naidje na izuzetak koji nije uhvacen inace se zaustavlja na lokaciji prvog breakpoint-a. Ukoliko program ima vise niti dobicemo posebne prozore za svaku od njih.

## 8.1 Detaljno debugovanje

Sta ako zelimo da posmatramo izvršavanje naseg koda korak po korak? Da li ovo znaci da moramo postaviti breakpoint u svakoj liniji? Odgovor je ne, PyCharm debugger poseduje , u svom Debug tool window, takozvani *Stepping toolbar*.



Cesto koriscene opcije koje su nam na raspolaganju su:

- Step Over
- Step Into
- Step Into My Code

Step Over jednostavno prelazi na sledecu liniju koda (linija na kojoj se trenutno nalazimo bice osencena u editoru). Step Into opcija ce nas voditi kroz biblioteke I funkcije koje koristimo kada na njih naidjemo

```
x = random.nextInt();  
y = f(x);
```

Listing 6: Primer neki

ovaj kod ce nas odvesti u biblioteku Random ako na ovoj liniji koristimo opciju Step Into tj u definiciju funkcije f, ovo cesto ne zelimo pa koristimo opciju Step Into My Code koja ce nas zadržati u nasem kodu.

## 8.2 Posmatranja (Watches)

PyCharm nam omogucava da posmatramo promenljive kroz izvršavanje naseg programa . U tabu debagera *Variables* se nalaze sve promenljive koje postoje I koje su vidljive u trenutnom stanju izvršavanja I na trenutnoj lokaciji u kodu kao I njihov tip I vrednost. Ako klinknemo na *plus* u gornjem levom uglu dobijamo opciju da dodamo bilo koju promenljivu I ona ce biti pracena uvek bez obzira na to gde se ona nalazi , da li je trenutno vidljiva I da li je uopste definisana.

## 8.3 Inline Debugger

Jedna od opcija koju nam pruza PyCharm jeste da klikom na Break point odmah dobijamo informacije o nasim promenljivima I objektima odmah u editoru u vidu komentara. Ova opcija je podrazumevana I mozem se promeniti u Debug Tool window-u.

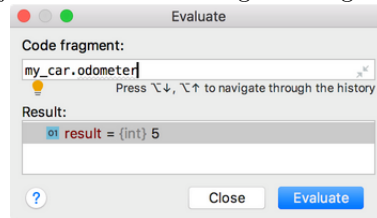
```
19 ▶ if __name__ == '__main__':  
20     solver = Solver() solver: <__main__.Solver object at 0x10d0046d0>  
21  
22     while True:  
23         a = int(input("a: ")) a: 1  
24         b = int(input("b: ")) b: 10  
25         c = int(input("c: ")) c: 1  
26 ● result = solver.demo(a, b, c)  
27         print(result)
```

## 8.4 Evaluacija izraza

Poslednja opcija koja se nalazi na Stepping Toolbar-u je opcija za evaluaciju izraza. Ovo opcija nam omogucava da izracunamo vrednost neke promenljive koja nam je trenutno u opsegu ili nekog izraza. Pitanje koje se postavlja je zasto bi ovo koristili jer isto mozemo dobiti koriscenjem Posmatranja. Ovo je tacno ali evaluacijom mozemo uraditi nesto sto Posmatranje ne moze a to je da postavimo vrednost nekoj promenljivoj. Ovo



je jako korisno jer mozemo testirati nas kod za neke kriticke vrednosti tako sto cemo na ‘vestack’ nacin da dodeljujemo vrednosti promenljivima koje ce nas dovesti do tog kriticnog stanja.



## 9 Zaključak

Ovde pišem zaključak.

## Literatura

- [1] Built-in Exceptions. on-line at: <https://docs.python.org/3/library/exceptions.html>.
- [2] Logging in Python. on-line at: <https://docs.python.org/3/library/logging.html>.
- [3] Pretty Printing. on-line at: <https://docs.python.org/3/library/pprint.html>.
- [4] Kristian Rother. *Pro Python Best Practices Debugging, Testing and Maintenance*. 2017.

## A Dodatak

Ovde pišem dodatne stvari, ukoliko za time ima potrebe.