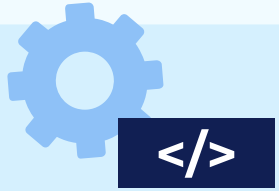
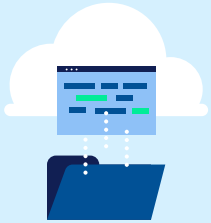
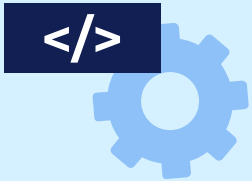
UNIVERZITET U BEOGRADU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET



TESTIRANJE SINTAKSE

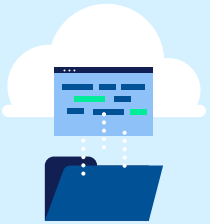


TESTIRANJE SOFTVERA



01

TESTIRANJE SINTAKSE



TESTIRANJE SINTAKSE

- Testiranje sintakse je tehnika koja se koristi za testiranje podataka za čiju sintaksu postoje definisana pravila.
- Za testiranje sintakse se koristi alat *Grammarinator*.
- Sintaksna pravila mogu biti definisana beskontekstnom gramatikom, regularnim izrazom ili BNF/EBNF notacijom.
- Primer pravila za ceo broj zadat gramatikom u EBNF notaciji:

```
ceo_broj = [znak] cifra {cifra}.
znak = "+" | "-".
cifra = "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9".
```



BNF I EBNF NOTACIJA

Element / Notacija	BNF	EBNF
Neterminalni simbol	$< x >$	x
Terminalni simbol	$slovo$	$“slovo”$
Dodela vrednosti	$::=$	$=$
Nadovezivanje	$< x > slovo$	$x”slovo”$
Izbor	$< y > \mid < z >$	$y \mid z$
Ponavljanje	$\{x\}_{i \leftarrow podrazumevano\ 1}^{j \leftarrow podrazumevano\ \infty}$	$\{x\}_{i \leftarrow podrazumevano\ 0}^{j \leftarrow podrazumevano\ \infty}$
Opcija		$[x]$
Kraj pravila		.

POSTUPAK TESTIRANJA SINTAKSE

- Sintaksno testiranje obuhvata testiranje validne i nevalidne sintakse.
- String sa **validnom sintaksom** podrazumeva da je **moguće** izvesti dati string počevši od startnog neterminala uz poštovanje pravila gramatike.
  - Validna sintaksa se testira direktno na osnovu gramatike.
- String sa **nevalidnom sintaksom** podrazumeva da **nije moguće** izvesti dati string počevši od startnog neterminala uz poštovanje pravila gramatike.
  - Nevalidna sintaksa se testira uvođenjem mutacija u validan string.



KRITERIJUMI POKRIVENOSTI

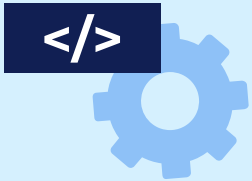
- Kriterijumi pokrivenosti gramatike definišu koji podskup mogućih izvođenja stringova će biti uzet u obzir prilikom testiranja:
  - **Pokrivenost terminala** (engl. *terminal coverage*)
    - Svaki terminalni simbol u gramatici mora da se nađe u bar jednom test primeru.
  - **Pokrivenost pravila** (engl. *rule coverage*)
    - Svako pravilo gramatike (uključujući i svaku moguću varijantu pravila) mora da se nađe u bar jednom test primeru.
  - **Pokrivenost izvođenja** (engl. *derivation coverage*)
    - Svaki string koji može da se izvede iz gramatike mora da se nađe u barem jednom test primeru.
    - Pošto broj različitih stringova može da bude veoma velik, uglavnom se testiraju granice ponavljanja u pravilima (nijednom, jednom ili više puta).



MUTACIJE

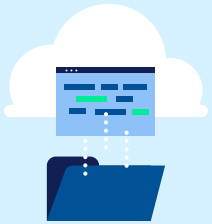
- Za testiranje nevalidnih test primera se koristi alat *Radamsa* u kombinaciji sa alatom *Grammarinator* koji pravi mutacije stringova bez poznavanja gramatike.
- Neke od mutacija stringova su:
  - **Replikacija** (ponavljanje delova stringa)
  - **Brisanje** (uklanjanje delova stringa)
  - **Ekstremne vrednosti** (menjanje brojeva ekstremnim vrednostima)
  - **Specijalne vrednosti** (ubacivanje neželjenih (kontrolnih, format, *null-byte*) karaktera u string)
  - **Permutacija** (menjanje mesta karakterima ili čitavim delovima stringa)
  - **Izmena bitova** (menjanje pojedinačnih bitova u ASCII kodovima karaktera)





02

ZADACI



ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

POSTAVKA (1)

- Testira se metoda **`checkEmailAddress(email)`** koja provera ispravnost formata mejl adrese prilikom registracije korisnika na jednom veb-sajtu.
- Validan format mejl adrese zadat je sledećom gramatikom:

```
email        = local-part "@" domain "." suffix.
local-part   = character {character}.
domain       = label {"." label}.
label        = alphanumeric {alphanumeric | "-"}.
suffix       = letter letter {letter}.
character    = letter | digit | "." | "_" | "%" | "+" | "-".
alphanumeric = letter | digit.
```

- Smatrati da neterminal *letter* obuhvata sva mala i velika slova engleskog alfabeta, a neterminal *digit* sve cifre.

ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

POSTAVKA (2)

1. Napisati minimalni skup test primera kojim će biti testirane validne mejl adrese korišćenjem kriterijuma pokrivenosti pravila uz testiranje granica ponavljanja. Dovoljno je pokriti po jednu vrednost koju mogu da imaju neterminali *letter* i *digit*.
2. Napisati skup test primera kojim će biti testirane nevalidne mejl adrese korišćenjem sledećih mutacija validnih stringova: permutacija, brisanje i izmena bitova. Za svaki test primer iz prethodne tačke primeniti svaku od navedenih mutacija.
3. Da li navedene mutacije stringa garantuju da će se dobiti string sa nevalidnom sintaksom? Obrazložiti odgovor primerom.



ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

REŠENJE – VALIDNA SINTAKSA (1)

- Prvi korak je određivanje pravila i njihovih alternativa koje treba pokriti u testovima:

$p_{1,1}$ – Pravilo za *email*
$p_{2,1}$ – Pravilo za *local-part* sa 0 ponavljanja
$p_{2,2}$ – Pravilo za *local-part* sa 1 ponavljanjem
$p_{2,3}$ – Pravilo za *local-part* sa bar 2 ponavljanja
$p_{3,1}$ – Pravilo za *domain* sa 0 ponavljanja
$p_{3,2}$ – Pravilo za *domain* sa 1 ponavljanjem
$p_{3,3}$ – Pravilo za *domain* sa bar 2 ponavljanja
$p_{4,1}$ – Pravilo za *label* sa izborom *alphanumeric*
$p_{4,2}$ – Pravilo za *label* sa izborom „-“
$p_{4,3}$ – Pravilo za *label* sa 0 ponavljanja
$p_{4,4}$ – Pravilo za *label* sa 1 ponavljanjem
$p_{4,5}$ – Pravilo za *label* sa bar 2 ponavljanja
$p_{5,1}$ – Pravilo za *suffix* sa 0 ponavljanja
$p_{5,2}$ – Pravilo za *suffix* sa 1 ponavljanjem
$p_{5,3}$ – Pravilo za *suffix* sa bar 2 ponavljanja
$p_{6,1}$ – Pravilo za *character* sa izborom *letter*
$p_{6,2}$ – Pravilo za *character* sa izborom *digit*
$p_{6,3}$ – Pravilo za *character* sa izborom „.“
$p_{6,4}$ – Pravilo za *character* sa izborom „_“
$p_{6,5}$ – Pravilo za *character* sa izborom „%“
$p_{6,6}$ – Pravilo za *character* sa izborom „+“
$p_{6,7}$ – Pravilo za *character* sa izborom „-“
$p_{7,1}$ – Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *letter*
$p_{7,2}$ – Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *digit*

ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

REŠENJE – VALIDNA SINTAKSA (2)

- Naredni korak je definisanje test primera kojim će biti pokrivena pravila i alternative:

TP	Mejl adresa	Očekivani izlaz	Pokrivena pravila
1	a@b.rs	True	$p_{1,1}$, $p_{2,1}$, $p_{3,1}$, $p_{4,1}$, $p_{4,3}$, $p_{5,1}$, $p_{6,1}$, $p_{7,1}$

$p_{1,1}$ – Pravilo za *email*
$p_{2,1}$ – Pravilo za *local-part* sa 0 ponavljanja
$p_{2,2}$ – Pravilo za *local-part* sa 1 ponavljanjem
$p_{2,3}$ – Pravilo za *local-part* sa bar 2 ponavljanja
$p_{3,1}$ – Pravilo za *domain* sa 0 ponavljanja
$p_{3,2}$ – Pravilo za *domain* sa 1 ponavljanjem
$p_{3,3}$ – Pravilo za *domain* sa bar 2 ponavljanja
$p_{4,1}$ – Pravilo za *label* sa izborom *alphanumeric*

$p_{4,2}$ – Pravilo za *label* sa izborom „-“
$p_{4,3}$ – Pravilo za *label* sa 0 ponavljanja
$p_{4,4}$ – Pravilo za *label* sa 1 ponavljanjem
$p_{4,5}$ – Pravilo za *label* sa bar 2 ponavljanja
$p_{5,1}$ – Pravilo za *suffix* sa 0 ponavljanja
$p_{5,2}$ – Pravilo za *suffix* sa 1 ponavljanjem
$p_{5,3}$ – Pravilo za *suffix* sa bar 2 ponavljanja
$p_{6,1}$ – Pravilo za *character* sa izborom *letter*

$p_{6,2}$ – Pravilo za *character* sa izborom *digit*
$p_{6,3}$ – Pravilo za *character* sa izborom „.“
$p_{6,4}$ – Pravilo za *character* sa izborom „_“
$p_{6,5}$ – Pravilo za *character* sa izborom „%“
$p_{6,6}$ – Pravilo za *character* sa izborom „+“
$p_{6,7}$ – Pravilo za *character* sa izborom „-“
$p_{7,1}$ – Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *letter*
$p_{7,2}$ – Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *digit*

ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

REŠENJE – VALIDNA SINTAKSA (3)

- Naredni korak je definisanje test primera kojim će biti pokrivena pravila i alternative:

TP	Mejl adresa	Očekivani izlaz	Pokrivena pravila
1	a@b.rs	True	$p_{1,1}$, $p_{2,1}$, $p_{3,1}$, $p_{4,1}$, $p_{4,3}$, $p_{5,1}$, $p_{6,1}$, $p_{7,1}$
2	a1._-@b1.co.com	True	$p_{2,3}$, $p_{3,2}$, $p_{4,4}$, $p_{5,2}$, $p_{6,2}$, $p_{6,3}$, $p_{6,4}$, $p_{6,7}$, $p_{7,2}$

$p_{1,1}$ – ~~Pravilo za *email*~~

$p_{2,1}$ – ~~Pravilo za *local-part* sa 0 ponavljanja~~

$p_{2,2}$ – Pravilo za *local-part* sa 1 ponavljanjem

$p_{2,3}$ – Pravilo za *local-part* sa bar 2 ponavljanja

$p_{3,1}$ – ~~Pravilo za *domain* sa 0 ponavljanja~~

$p_{3,2}$ – Pravilo za *domain* sa 1 ponavljanjem

$p_{3,3}$ – Pravilo za *domain* sa bar 2 ponavljanja

$p_{4,1}$ – ~~Pravilo za *label* sa izborom *alphanumeric*~~

$p_{4,2}$ – Pravilo za *label* sa izborom „-“

$p_{4,3}$ – ~~Pravilo za *label* sa 0 ponavljanja~~

$p_{4,4}$ – Pravilo za *label* sa 1 ponavljanjem

$p_{4,5}$ – Pravilo za *label* sa bar 2 ponavljanja

$p_{5,1}$ – ~~Pravilo za *suffix* sa 0 ponavljanja~~

$p_{5,2}$ – Pravilo za *suffix* sa 1 ponavljanjem

$p_{5,3}$ – Pravilo za *suffix* sa bar 2 ponavljanja

$p_{6,1}$ – ~~Pravilo za *character* sa izborom *letter*~~

$p_{6,2}$ – Pravilo za *character* sa izborom *digit*

$p_{6,3}$ – Pravilo za *character* sa izborom „.“

$p_{6,4}$ – Pravilo za *character* sa izborom „_“

$p_{6,5}$ – Pravilo za *character* sa izborom „%“

$p_{6,6}$ – Pravilo za *character* sa izborom „+“

$p_{6,7}$ – Pravilo za *character* sa izborom „-“

$p_{7,1}$ – ~~Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *letter*~~

$p_{7,2}$ – Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *digit*

ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

REŠENJE – VALIDNA SINTAKSA (4)

- Naredni korak je definisanje test primera kojim će biti pokrivena pravila i alternative:

TP	Mejl adresa	Očekivani izlaz	Pokrivena pravila
1	a@b.rs	True	$p_{1,1}$, $p_{2,1}$, $p_{3,1}$, $p_{4,1}$, $p_{4,3}$, $p_{5,1}$, $p_{6,1}$, $p_{7,1}$
2	a1._-@b1.co.com	True	$p_{2,3}$, $p_{3,2}$, $p_{4,4}$, $p_{5,2}$, $p_{6,2}$, $p_{6,3}$, $p_{6,4}$, $p_{6,7}$, $p_{7,2}$
3	%+@a-b.gov.org.comm	True	$p_{2,2}$, $p_{3,3}$, $p_{4,2}$, $p_{4,5}$, $p_{5,3}$, $p_{6,5}$, $p_{6,6}$

$p_{1,1}$ – ~~Pravilo za *email*~~
$p_{2,1}$ – ~~Pravilo za *local-part* sa 0 ponavljanja~~
$p_{2,2}$ – Pravilo za *local-part* sa 1 ponavljanjem
$p_{2,3}$ – ~~Pravilo za *local-part* sa bar 2 ponavljanja~~
$p_{3,1}$ – ~~Pravilo za *domain* sa 0 ponavljanja~~
$p_{3,2}$ – ~~Pravilo za *domain* sa 1 ponavljanjem~~
$p_{3,3}$ – Pravilo za *domain* sa bar 2 ponavljanja
$p_{4,1}$ – ~~Pravilo za *label* sa izborom *alphanumeric*~~
$p_{4,2}$ – Pravilo za *label* sa izborom „-“
$p_{4,3}$ – ~~Pravilo za *label* sa 0 ponavljanja~~
$p_{4,4}$ – ~~Pravilo za *label* sa 1 ponavljanjem~~
$p_{4,5}$ – Pravilo za *label* sa bar 2 ponavljanja
$p_{5,1}$ – ~~Pravilo za *suffix* sa 0 ponavljanja~~
$p_{5,2}$ – ~~Pravilo za *suffix* sa 1 ponavljanjem~~
$p_{5,3}$ – Pravilo za *suffix* sa bar 2 ponavljanja
$p_{6,1}$ – ~~Pravilo za *character* sa izborom *letter*~~
$p_{6,2}$ – ~~Pravilo za *character* sa izborom *digit*~~
$p_{6,3}$ – ~~Pravilo za *character* sa izborom „.“~~
$p_{6,4}$ – ~~Pravilo za *character* sa izborom „_“~~
$p_{6,5}$ – Pravilo za *character* sa izborom „%“
$p_{6,6}$ – Pravilo za *character* sa izborom „+“
$p_{6,7}$ – ~~Pravilo za *character* sa izborom „-“~~
$p_{7,1}$ – ~~Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *letter*~~
$p_{7,2}$ – ~~Pravilo za *alphanumeric* sa izborom *digit*~~

ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

REŠENJE – NEVALIDNA SINTAKSA (1)

TP	Mejl adresa	Očekivani izlaz	Primenjena mutacija
1	@ab.rs	False	Permutacija (zamenjena mesta karakterima „a“ i „@“)
2	a@b.r	False	Brisanje (uklonjen je poslednji karakter stringa „s“)
3	a@b. s	False	Izmena bitova (karakter „r“ je zamenjen blanko znakom)
4	co@bl.al._-.com	False	Permutacija (zamenjena mesta podstringovima „al._-“ i „co“)
5	al._-bl.co.com	False	Brisanje (uklonjen je karakter „@“)
6	al._-@bl!co.com	False	Izmena bitova (karakter „.“ je zamenjen karakterom „!“)
7	m+@a-b.gov.org.com%	False	Permutacija (zamenjena mesta karakterima „%“ i „m“)
8	%+@-b.gov.org.comm	False	Brisanje (uklonjen je karakter „a“ iz podstringa „a-b“)
9	%+@a-b.gov.org.com/	False	Izmena bitova (karakter „m“ je zamenjen karakterom „/“)

ZADATAK 1 – MEJL ADRESE

REŠENJE – NEVALIDNA SINTAKSA (2)

- Da li navedene mutacije stringa garantuju da će se dobiti string sa nevalidnom sintaksom?
  - Ne, mutacijom stringa se može dobiti string koji i dalje zadovoljava pravila gramatike.

TP	Mejl adresa	Očekivani izlaz	Primenjena mutacija
1	al.-_@bl.co.com	True	Permutacija (zamenjena mesta karakterima „-“ i „_“)
2	al._-@bl.co.co	True	Brisanje (uklonjen je poslednji karakter stringa „m“)
3	al._-@bl.po.pom	True	Izmena bitova (karakter „c“ zamenjen karakterom „p“)

ZADATAK 2 – BROJ TELEFONA

POSTAVKA

- Testira se metoda **`checkPhoneNumber(phone_number)`** koja provera ispravnost formata mobilnog telefona prilikom registracije korisnika na jednom veb-sajtu.
- Validan format broja telefona zadat je sledećim regularnim izrazom:

```
^06[0-689]\/?[0-9]{3}-?[0-9]{3,4}$
```

1. Predstaviti dati regularni izraz u vidu gramatike u EBNF notaciji.
2. Napisati minimalni skup test primera kojim će biti testirani validni brojevi telefona korišćenjem kriterijuma pokrivenosti pravila.
3. Napisati skup test primera kojim će biti testirani nevalidni brojevi telefona korišćenjem sledećih mutacija validnih stringova: replikacija, brisanje i specijalne vrednosti. Za svaki test primer iz prethodne tačke primeniti jednu od navedenih mutacija.



ZADATAK 2 – BROJ TELEFONA

REŠENJE – GRAMATIKA

- Regularni izraz:

```
^06[0-689]\/?[0-9]{3}-?[0-9]{3,4}$
```

- Gramatika u EBNF notaciji:

```
phone-number = "06" operator-digit ["/"] three-digit ["-"] (three-digit | four-digit).
three-digit = digit digit digit.
four-digit = three-digit digit.
operator-digit = "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "8" | "9".
digit = "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9".
```



ZADATAK 2 – BROJ TELEFONA

REŠENJE – VALIDNA SINTAKSA (1)

- Pravila i njihove alternative:

$p_{1,1}$ – Pravilo za *phone-number* bez opcije karaktera „/“
$p_{1,2}$ – Pravilo za *phone-number* sa opcijom karaktera „/“
$p_{1,3}$ – Pravilo za *phone-number* bez opcije karaktera „-“
$p_{1,4}$ – Pravilo za *phone-number* sa opcijom karaktera „-“
$p_{1,5}$ – Pravilo za *phone-number* sa izborom *three-digit*
$p_{1,6}$ – Pravilo za *phone-number* sa izborom *four-digit*
$p_{2,1}$ – Pravilo za *three-digit*
$p_{3,1}$ – Pravilo za *four-digit*
$p_{4,1}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „0“
$p_{4,2}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „1“
$p_{4,3}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „2“
$p_{4,4}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „3“
$p_{4,5}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „4“
$p_{4,6}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „5“
$p_{4,7}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „6“
$p_{4,8}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „8“
$p_{4,9}$ – Pravilo za *operator-digit* sa izborom „9“
$p_{5,1}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „0“
$p_{5,2}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „1“
$p_{5,3}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „2“
$p_{5,4}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „3“
$p_{5,5}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „4“
$p_{5,6}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „5“
$p_{5,7}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „6“
$p_{5,8}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „7“
$p_{5,9}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „8“
$p_{5,10}$ – Pravilo za *digit* sa izborom „9“

ZADATAK 2 – BROJ TELEFONA

REŠENJE – VALIDNA SINTAKSA (2)

- Test primeri za validnu sintaksu:

TP	Broj telefona	Očekivani izlaz
1	062/123-4567	True
2	063567890	True

- Da li ovi test primeri pokrivaju sva pravila?
  - Ne, jer iako su obuhvaćene sve cifre, nisu obuhvaćene sve cifre operatera.
  - Pošto jedan broj telefona ima samo jednu cifru operatera, da bi svih 9 mogućih cifara bilo obuhvaćeno, neophodno je 9 test primera.

ZADATAK 2 – BROJ TELEFONA

REŠENJE – VALIDNA SINTAKSA (3)

- Test primeri za validnu sintaksu:

TP	Broj telefona	Očekivani izlaz
1	062/123-4567	True
2	063567890	True
3	060/111222	True
4	061333-4444	True
5	064/555-666	True
6	0657778888	True
7	066/999000	True
8	068111-2222	True
9	069/333-444	True

ZADATAK 2 – BROJ TELEFONA

REŠENJE – NEVALIDNA SINTAKSA

- Test primeri za nevalidnu sintaksu:

TP	Broj telefona	Očekivani izlaz	Primenjena mutacija
1	062/123-45677	False	Replikacija (duplirana cifra „7“ na kraju stringa)
2	063567890063567890	False	Replikacija (čitav string ponovljen)
3	060/60/111222	False	Replikacija (ponovljen podstring „60/“)
4	61333-4444	False	Brisanje (uklonjena cifra „0“ sa početka stringa)
5	064/555-66	False	Brisanje (uklonjena cifra „6“ sa kraja stringa)
6	0658888	False	Brisanje (uklonjen podstring „777“)
7	066/9\x009000	False	Specijalna vrednost (umetnut kod \x00 za *null-byte*)
8	068111-222%s	False	Specijalna vrednost (umetnut kod %s za formatiranje)
9	2147483647/333-444	False	Specijalna vrednost (broj „069“ zamenjen sa MAXINT)

UNIVERZITET U BEOGRADU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET

PITANJA?

https://si3ts.etf.bg.ac.rs/

nikolas@etf.bg.ac.rs

