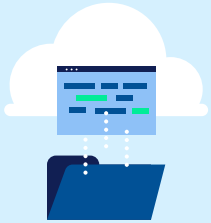
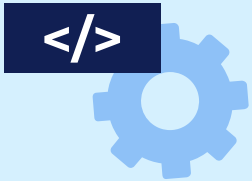
UNIVERZITET U BEOGRADU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET

KOMBINATORNO TESTIRANJE

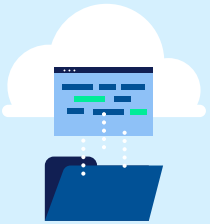


TESTIRANJE SOFTVERA



01

KOMBINATORNO TESTIRANJE



KOMBINACIJE ULAZNIH PODATAKA

- Tehnike koje smo do sada obradili su se fokusirale na vrednostima pojedinačnih ulaznih podataka, ali nisu uzimale u obzir međusobnu interakciju tih ulaznih podataka.
- Često je od interesa ispitati ponašanje sistema za **kombinacije vrednosti** ulaznih parametara, jer se tada neretko otkriju greške koje ostale tehnike nisu mogle da otkriju.
- Ispitivanje svih kombinacija vrednosti nije uvek moguće jer porastom broja parametara i broja vrednosti svakog parametra dolazi do kombinatorne eksplozije.

- Cilj kombinatornog testiranja je testirati samo podskup kombinacija i na taj način smanjiti ukupan broj testova, ali i dalje ispitati interakcije parametara. Ovaj podskup kombinacija se određuje na osnovu **kriterijuma pokrivenosti** kombinacija.



KRITERIJUMI POKRIVENOSTI

- Kriterijumi pokrivenosti kombinacija definišu koji podskup kombinacija će biti uzet u obzir prilikom testiranja:
  - **Pokrivenost pojedinačnih vrednosti** (engl. *each-choice coverage*)
    - Svaka vrednost svakog parametra mora da se nađe u bar jednom test primeru.
  - **Pokrivenost parova vrednosti** (engl. *pairwise coverage*)
    - Sve kombinacije vrednosti svaka dva parametra moraju da se nađu u bar jednom test primeru.
  - **Pokrivenost *t*-torki vrednosti** (engl. *t-way coverage*)
    - Sve kombinacije vrednosti svakih *t* parametara moraju da se nađu u bar jednom test primeru.
  - **Pokrivenost svih kombinacija** (engl. *all-combinations coverage*)
    - Sve kombinacije vrednosti moraju da se nađu u bar jednom test primeru.

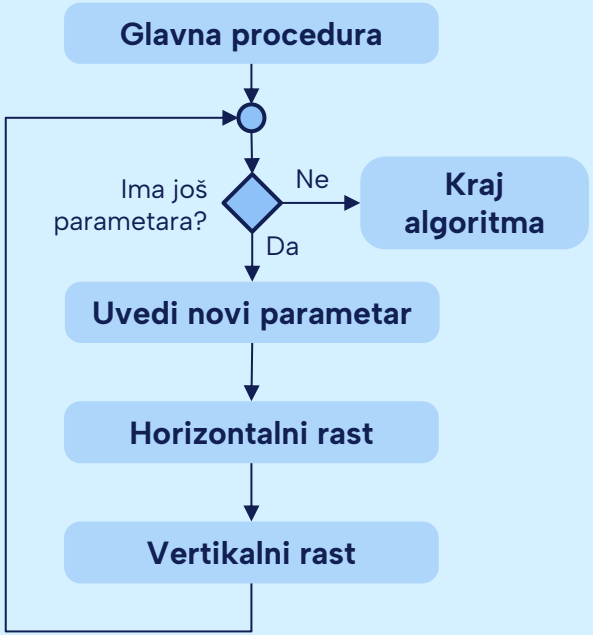
IPO ALGORITAM

- Još jedna tehnika kombinatornog testiranja je upotreba IPO (*In-parameter-order*) algoritma koji generiše pokrivajući niz snage *t*.
- Pokrivajući niz snage t predstavlja kombinatornu tabelu, takvu da se u bilo kojih t proizvoljno odabranih kolona (parametara) svaka t-torka vrednosti odabranih parametara pojavljuje bar jednom. Najčešće se koristi snaga $t = 2$.
- Primer pokrivajućeg niza snage 2 sa 4 test primera i 3 parametra koji mogu imati vrednosti 0 i 1 u oznaci CA(4,3,2,2):

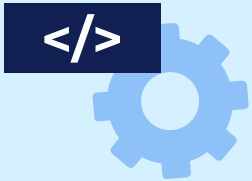
TP	P1	P2	P3
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	0

IPO ALGORITAM

POSTUPAK RADA

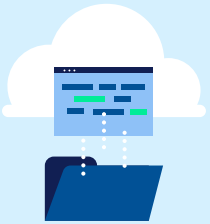


- **Glavna procedura**
  - Ako je snaga niza *t*, konstruiše se inicijalna kombinatorna tabela koja sadrži sve moguće kombinacije vrednosti za prvih *t* parametara.
- **Horizontalni rast**
  - Za novi parametar dodaje se nova kolona i dopunjavaju se postojeći test primeri tako da se pokrije što više novih *t*–torki vrednosti.
- **Vertikalni rast**
  - Za sve preostale kombinacije *t*–torki se dodaju novi test primeri.



02

ALAT PICT



ALAT PICT

- **PICT** (*Pairwise Independent Combinatorial Testing*) je alat koji generiše test primere tehnikom kombinatornog testiranja tako da bude ispoštovan kriterijum pokrivenosti svih parova vrednosti parametara.
- Svaki parametar se definiše imenom i skupom dozvoljenih vrednosti.
- Alat podržava i ograničenja u specifikaciji koja opisuju kombinacije vrednosti koje nisu dozvoljene u validnim slučajevima.
- Testovi koji se generišu mogu biti pozitivni i negativni:
  - **Pozitivni testovi** poštuju definisana ograničenja.
  - **Negativni testovi** namerno ne poštuju ograničenja. Kod njih treba izbegavati situaciju da jedan test krši više nezavisnih pravila, jer može doći do maskiranja grešaka.



PICT SPECIFIKACIJA

PRIMER SPECIFIKACIJE

- U prvom delu specifikacije se navode nazivi parametara i njihove vrednosti u zasebnim redovima.
- U drugom delu specifikacije se navode ograničenja, ukoliko ona postoje.
- Komentari u specifikaciji počinju simbolom „#“ i nemaju nikakvog efekta na rad alata.
- Primer specifikacije:

```
Browser:     Chrome, Firefox, Safari
OS:          Windows, macOS, Linux
Login:       Valid, Invalid

# Constraints
IF [OS] = "Windows" THEN [Browser] <> "Safari";
IF [OS] = "Linux" THEN [Browser] <> "Safari";
# ili
# IF [OS] <> "macOS" THEN [Browser] <> "Safari";
```

RAD PICT ALATA

POZITIVNI TESTOVI

- Dakle, u primeru su dozvoljena tri pretraživača, tri operativna sistema i dva statusa prijavljivanja u sistem.
- Definisano je i ograničenje da pretraživač *Safari* nije moguće koristiti na operativnom sistemu koji nije *macOS*.
- Alat generiše sledeću kombinatornu tabelu:

```
Browser:      Chrome, Firefox, Safari
OS:           Windows, macOS, Linux
Login:        Valid, Invalid

# Constraints
IF [OS] = "Windows" THEN [Browser] <> "Safari";
IF [OS] = "Linux" THEN [Browser] <> "Safari";
# ili
# IF [OS] <> "macOS" THEN [Browser] <> "Safari";
```

Browser	OS	Login
Chrome	Linux	Invalid
Firefox	Linux	Valid
Chrome	Windows	Valid
Firefox	macOS	Invalid
Firefox	Windows	Invalid
Safari	macOS	Valid
Safari	macOS	Invalid
Chrome	macOS	Invalid

RAD PICT ALATA

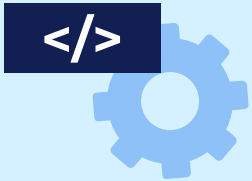
NEGATIVNI TESTOVI

- Kako bi se napisala specifikacija koja generiše negativne testove?
  - Moraju se uvesti takva ograničenja koja forsiraju da operativni sistem bude *Windows* ili *Linux*, a da pretraživač bude *Safari*.
- Alat u ovom slučaju generiše sledeću kombinatornu tabelu:

```
Browser:      Chrome, Firefox, Safari
OS:           Windows, macOS, Linux
Login:        Valid, Invalid

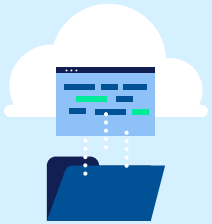
# Constraints
[Browser] = "Safari" AND [OS] <> "macOS";
```

Browser	OS	Login
Safari	Windows	Invalid
Safari	Windows	Valid
Safari	Linux	Valid
Safari	Linux	Invalid



03

ZADACI



ZADATAK 1 – KALKULATOR

POSTAVKA

- Posmatra se kalkulator implementiran u okviru veb aplikacije. Korisnik interaguje sa kalkulatorom putem forme. Forma sadrži dva polja za unos brojeva, pri čemu je prvo polje padajuća lista sa celobrojnim vrednostima od 0 do 9, a drugo polje tekstualno polje koje dozvoljava unos bilo kog karaktera. Kalkulator dozvoljava da vrednost drugog broja bude isključivo celobrojna vrednost između 1 i 99. Pritiskom na dugme „Izračunaj“, kalkulator prikazuje proizvod unetih brojeva.
- Forma dodatno sadrži i dva *checkbox* polja. Čekiranje prvog polja će negirati rezultat pre ispisa, dok će čekiranje drugog polja kvadrirati rezultat pre ispisa. U slučaju da su oba polja čekirana, rezultat će prvo biti kvadriran, a tek onda negiran.

1. Odrediti ukupan broj kombinacija vrednosti ulaznih podataka u datoj aplikaciji.
2. Konstruisati kombinatornu tabelu tako da budu pokriveni svi parovi vrednosti parametara.
3. Na osnovu kombinatorne tabele projektovati skup test primera kojim će aplikacija biti testirana. Svaki test primer treba da sadrži ulazne podatke i očekivani izlaz aplikacije.

ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – KOMBINACIJE

- Prvi broj može uzeti vrednost iz skupa {0, 1, …, 8, 9}, odnosno broj mogućih vrednosti je 10.
- Drugi broj može uzeti vrednost iz skupa {1, 2, 3, …, 98, 99}, odnosno broj mogućih vrednosti je 99.
- Dva *checkbox* polja imaju dva moguća stanja: označeno i neoznačeno, odnosno po dve moguće vrednosti.
- Ukupan broj različitih vrednosti parametara je:

10 + 99 + 2 + 2 = 113

- Ukupan broj kombinacija vrednosti parametara je:

10 x 99 x 2 x 2 = 3960



ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – ULAZNI PARAMETRI (1)

- Da li je neophodno razmatrati parove vrednosti za svih 113 različitih vrednosti parametara?
- Da li tih 113 vrednosti pokrivaju nevalidne podatke?
  - Šta se dešava kada se u tekstualno polje za drugi broj unese neki alfabetski karakter ili nešto što nije cifra?
  - Šta ako se unese ceo broj koji nije u opsegu od 1 do 99?

- Možemo redukovati broj vrednosti ulaznih parametara tako što ih grupišemo (nalik tehnikama klasa ekvivalencije i graničnih slučajeva) i onda razmatrati parove vrednosti samo tih grupa.



ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – ULAZNI PARAMETRI (2)

- Prvi broj se bira iz padajuće liste, tako da smo obezbeđeni od nevalidnog ulaza, ali je 10 brojeva i dalje mnogo vrednosti, pa možemo izdvojiti 0 kao graničnu vrednost, a sve ostale brojeve iz liste smatrati ekvivalentnim.
- Drugi broj se unosi kroz tekstualno polje i ovde možemo da razmatramo tri slučaja:
  - Unesen je validni ceo broj (broj u opsegu od 1 do 99).
  - Unesen je nevalidni ceo broj (broj van opsega od 1 do 99).
  - Nije unesen ceo broj.
- Dodatna *checkbox* polja imaju samo po dva stanja, tako da će dve vrednosti koje ona mogu da imaju biti *True* i *False,* u zavisnosti od toga da li je polje označeno ili ne.
- Ovako se ukupan broj kombinacija redukuje na: **2 x 3 x 2 x 2 = 24**

ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – ULAZNI PARAMETRI (3)

- Koji su sve parovi vrednosti koji treba da budu pokriveni?

1. (0, Validni ceo broj)
2. (1-9, Validni ceo broj)
3. (0, Nevalidni ceo broj)
4. (1-9, Nevalidni ceo broj)
5. (0, Nije ceo broj)
6. (1-9, Nije ceo broj)
7. (0, Negiranje *True*)
8. (1-9, Negiranje *True*)
9. (0, Negiranje *False*)
10. (1-9, Negiranje *False*)
11. (0, Kvadriranje *True*)
12. (1-9, Kvadriranje *True*)
13. (0, Kvadriranje *False*)
14. (1-9, Kvadriranje *False*)
15. (Validni ceo broj, Negiranje *True*)
16. (Validni ceo broj, Negiranje *False*)
17. (Nevalidni ceo broj, Negiranje *True*)
18. (Nevalidni ceo broj, Negiranje *False*)
19. (Nije ceo broj, Negiranje *True*)
20. (Nije ceo broj, Negiranje *False*)
21. (Validni ceo broj, Kvadriranje *True*)
22. (Validni ceo broj, Kvadriranje *False*)
23. (Nevalidni ceo broj, Kvadriranje *True*)
24. (Nevalidni ceo broj, Kvadriranje *False*)
25. (Nije ceo broj, Kvadriranje *True*)
26. (Nije ceo broj, Kvadriranje *False*)
27. (Negiranje *True*, Kvadriranje *True*)
28. (Negiranje *True*, Kvadriranje *False*)
29. (Negiranje *False*, Kvadriranje *True*)
30. (Negiranje *False*, Kvadriranje *False*)

ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – KOMBINATORNA TABELA (1)

- Prvi korak u kreiranju kombinatorne tabele podrazumeva da se pokriju svi parovi vrednosti za prva dva parametra, te nam je neophodno 6 redova tabele za 6 kombinacija vrednosti prva dva parametra.

Prvi broj	Drugi broj	Negiranje	Kvadriranje
0	Validni ceo broj		
1–9	Validni ceo broj		
0	Nevalidni ceo broj		
1–9	Nevalidni ceo broj		
0	Nije ceo broj		
1–9	Nije ceo broj		

ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – KOMBINATORNA TABELA (2)

- Dalje, dodajemo vrednosti trećeg parametra. Cilj je da se pokriju svi parovi vrednosti za prvi i treći, kao i drugi i treći parametar.
- Da li su pokriveni svi parovi vrednosti?

Prvi broj	Drugi broj	Negiranje	Kvadriranje
0	Validni ceo broj	True	
1-9	Validni ceo broj	False	
0	Nevalidni ceo broj	True	
1-9	Nevalidni ceo broj	False	
0	Nije ceo broj	True	
1-9	Nije ceo broj	False	



ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – KOMBINATORNA TABELA (3)

- U prethodnoj tabeli nema parova (0, *False*) i (1–9, *True*).
- Možemo zameniti treći i četvrti red tabele u koloni za negiranje, tako da *True* i *False* zamene mesta.

Prvi broj	Drugi broj	Negiranje	Kvadriranje
0	Validni ceo broj	True	
1–9	Validni ceo broj	False	
0	Nevalidni ceo broj	**False**	
1–9	Nevalidni ceo broj	**True**	
0	Nije ceo broj	True	
1–9	Nije ceo broj	False	



ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – KOMBINATORNA TABELA (4)

- Na kraju uključuje se i četvrti parametar, tako da se pokriju svi parovi vrednosti za prvi i četvrti, drugi i četvrti i treći i četvrti parametar.

Prvi broj	Drugi broj	Negiranje	Kvadriranje
0	Validni ceo broj	True	True
1–9	Validni ceo broj	False	False
0	Nevalidni ceo broj	False	True
1–9	Nevalidni ceo broj	True	False
0	Nije ceo broj	True	**False**
1–9	Nije ceo broj	False	**True**

ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – KOMBINATORNA TABELA (5)

- Da li su svi parovi vrednosti pokriveni?

1. (0, Validni ceo broj)
2. (1-9, Validni ceo broj)
3. (0, Nevalidni ceo broj)
4. (1-9, Nevalidni ceo broj)
5. (0, Nije ceo broj)
6. (1-9, Nije ceo broj)
7. (0, Negiranje *True*)
8. (1-9, Negiranje *True*)
9. (0, Negiranje *False*)
10. (1-9, Negiranje *False*)
11. (0, Kvadriranje *True*)
12. (1-9, Kvadriranje *True*)
13. (0, Kvadriranje *False*)
14. (1-9, Kvadriranje *False*)
15. (Validni ceo broj, Negiranje *True*)
16. (Validni ceo broj, Negiranje *False*)
17. (Nevalidni ceo broj, Negiranje *True*)
18. (Nevalidni ceo broj, Negiranje *False*)
19. (Nije ceo broj, Negiranje *True*)
20. (Nije ceo broj, Negiranje *False*)
21. (Validni ceo broj, Kvadriranje *True*)
22. (Validni ceo broj, Kvadriranje *False*)
23. (Nevalidni ceo broj, Kvadriranje *True*)
24. (Nevalidni ceo broj, Kvadriranje *False*)
25. (Nije ceo broj, Kvadriranje *True*)
26. (Nije ceo broj, Kvadriranje *False*)
27. (Negiranje *True*, Kvadriranje *True*)
28. (Negiranje *True*, Kvadriranje *False*)
29. (Negiranje *False*, Kvadriranje *True*)
30. (Negiranje *False*, Kvadriranje *False*)

Prvi broj	Drugi broj	Negiranje	Kvadriranje
0	Validni ceo broj	True	True
1-9	Validni ceo broj	False	False
0	Nevalidni ceo broj	False	True
1-9	Nevalidni ceo broj	True	False
0	Nije ceo broj	True	False
1-9	Nije ceo broj	False	True

ZADATAK 1 – KALKULATOR

REŠENJE – TEST PRIMERI

- Broj kombinacija koji se ispituje je redukovan sa 24 na svega 6.
- Jedan test primer odgovara jednom redu kombinatorne tabele.

TP	Prvi broj	Drugi broj	Negiranje	Kvadriranje	Očekivani izlaz
1	0	17	Da	Da	0
2	2	42	Ne	Ne	84
3	0	268	Da	Da	Greška
4	5	-31	Ne	Ne	Greška
5	0	X	Da	Ne	Greška
6	8	dvadeset	Ne	Da	Greška

ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

POSTAVKA (1)

- Posmatra se veb aplikacija jedne prodavnice bele tehnike koja omogućava kupcima da poruče željene uređaje putem veb-sajta. Kupac može da bude registrovan korisnik ili gost. Prilikom unosa podataka za dostavu, kupac bira da li želi dostavu na kućnu adresu ili preuzimanje na paketomatu, kao i način plaćanja koji može biti plaćanje karticom, pouzećem ili digitalnim novčanikom. Kupac u korpi može da primeni promotivni kupon ukoliko ga ima. Promotivni kupon može da bude važeći ili nevažeći.
- Kupac koji je gost na veb-sajtu ne može da iskoristi važeći promotivni kupon. Takođe, kupcima koji odaberu preuzimanje na paketomatu nije dozvoljeno plaćanje pouzećem.
- U slučaju validnih podataka, aplikacija prikazuje kupcu poruku o uspešnoj porudžbini, a u suprotnom mu prikazuje poruku o grešci.



ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

POSTAVKA (2)

1. Odrediti ukupan broj kombinacija vrednosti parametara pre i nakon primene ograničenja iz specifikacije.
2. Napisati PICT specifikaciju za pozitivne testove kojom se pokrivaju svi parovi vrednosti parametara uz poštovanje ograničenja iz specifikacije.
3. Napisati PICT specifikaciju za negativne testove kojom će biti prekršena ograničenja iz specifikacije. Obezbediti da ne dođe do maskiranja grešaka u test primerima.



ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

REŠENJE – KOMBINACIJE (1)

- Ulazni parametri i njihove vrednosti:
  - **Status kupca** (registrovan ili gost)
  - **Tip dostave** (na kućnu adresu ili na paketomat)
  - **Način plaćanja** (karticom, pouzećem ili digitalnim novčanikom)
  - **Promotivni kupon** (nema, ima važeći ili ima nevažeći)

- Ukupan broj kombinacija vrednosti parametara je:

2 x 2 x 3 x 3 = 36



ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

REŠENJE – KOMBINACIJE (2)

- Kombinacije vrednosti koje nisu dozvoljene prema specifikaciji u obliku uređene četvorke (status kupca, tip dostave, način plaćanja, promotivni kupon) su:
  - (Gost, –, –, Važeći kupon)
  - (–, Paketomat, Pouzećem, –)
- Koliko kombinacija vrednosti ima baš ove vrednosti parametara?
  - Određuje se broj kombinacija ostalih parametara u torki čije vrednosti nisu fiksne.
  - U slučaju prvog ograničenja to je **2 x 3 = 6** kombinacija.
  - U slučaju drugog ograničenja to je isto **2 x 3 = 6** kombinacija.
- Dakle, trebalo bi da 12 kombinacija vrednosti ne zadovoljava definisana ograničenja.



ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

REŠENJE – KOMBINACIJE (3)

- Šta se dešava sa kombinacijom (Gost, Paketomat, Pouzećem, Važeći kupon)?
  - Problem je mogućnost preklapanja kombinacija.
  - Ova kombinacija je zapravo bila uračunata dva puta, jednom za prvo ograničenje, a potom i za drugo ograničenje.
  - Potrebno je oduzeti jedno od ta dva ponavljanja iste kombinacije, tako da je ukupan broj kombinacija koji ne zadovoljava ograničenja zapravo:

6 + 6 – 1 = 11

- Konačno, ukupan broj kombinacija koji zadovoljava ograničenja je:

36 – 11 = 25



ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

REŠENJE – PICT SPECIFIKACIJA (1)

- PICT specifikacija za pozitivne testove:

```
Customer:  Registered, Guest
Delivery:  Home, Locker
Payment:   Card, Cash, Wallet
Coupon:    None, Valid, Invalid

# Constraints
IF [Customer] = "Guest" THEN [Coupon] <> "Valid";
IF [Delivery] = "Locker" THEN [Payment] <> "Cash";
```



ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

REŠENJE – PICT SPECIFIKACIJA (2)

- PICT specifikacija za negativne testove:

```
Customer:  Registered, Guest
Delivery:  Home, Locker
Payment:   Card, Cash, Wallet
Coupon:    None, Valid, Invalid

# Constraints
[Customer] = "Guest" AND [Coupon] = "Valid"
OR
[Delivery] = "Locker" AND [Payment] = "Cash";
```

Da li je ova specifikacija ispravna?



ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

REŠENJE – PICT SPECIFIKACIJA (3)

- Problem je kombinacija vrednosti (*Guest*, *Locker*, *Cash*, *Valid*).
  - Ova kombinacija zadovoljava oba ograničenja, a kako je iskorišćen operator *OR* između tih ograničenja, pojava baš ove kombinacije je u potpunosti u skladu sa onim što smo napisali.
  - Gde nastaje problem?
    - Dolazi do pojave **maskiranja grešaka**. Ako test padne za ovu kombinaciju vrednosti, ne možemo sa sigurnošću da tvrdimo da li je do toga došlo jer je bilo prekršeno prvo ili drugo ograničenje.
  - Kako prevazići problem maskiranja grešaka?
    - Iskoristiti ekskluzivnu disjunkciju uslova (operator *XOR*), koji bi garantovao da se samo jedno od ova dva ograničenja prekrši u jednom testu.
    - Međutim, alat PICT ne podržava operator *XOR* pa je neophodno transformisati ograničenja.

ZADATAK 2 – PRODAVNICA BELE TEHNIKE

REŠENJE – PICT SPECIFIKACIJA (4)

- Koristi se sledeće pravilo: $A \oplus B = (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$
- Konačna PICT specifikacija za negativne testove:

```
Customer:    Registered, Guest
Delivery:    Home, Locker
Payment:     Card, Cash, Wallet
Coupon:      None, Valid, Invalid

# Constraints
(([Customer] = "Guest" AND [Coupon] = "Valid") AND NOT ([Delivery] = "Locker" AND [Payment] = "Cash"))
OR
(NOT ([Customer] = "Guest" AND [Coupon] = "Valid") AND ([Delivery] = "Locker" AND [Payment] = "Cash"));
```



ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

POSTAVKA

- Sanja u okviru svog master rada implementira aplikaciju za video pozive. Korisniku aplikacije je omogućeno da podesi kvalitet poziva. Kvalitet poziva može biti: nizak, standardni ili visok. Sanja je odlučila da testira svoju aplikaciju za neke od najčešćih predviđenih slučajeva upotrebe i razmatrala je tip uređaja sa kog se video poziv vrši, kao i tip konekcije sa internetom sa datog uređaja. Tip uređaja može biti laptop, tablet ili mobilni telefon, dok tip konekcije sa internetom može biti Wi-Fi ili mobilni internet.
- Sanja je slučajno primetila da njena aplikacija ne radi kada pokuša da je koristi sa svog telefona koji je povezan na mobilni internet, ali samo ako je kvalitet video poziva podešen na visok. Zbog toga, zaključila je da je konfiguracija okruženja ključna i opredelila se da temeljnije testira svoju aplikaciju primenom tehnike kombinatornog testiranja.

1. Konstruisati pokrivajući niz za konfiguraciju okruženja korišćenjem IPO algoritma uz kriterijum pokrivenosti svih parova vrednosti. Prikazati rad algoritma po koracima.
2. Na osnovu pokrivajućeg niza projektovati skup test primera za testiranje aplikacije. Svaki test primer treba da sadrži konfiguraciju okruženja u kom se aplikacija pokreće.

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – ULAZNI PARAMETRI

- Ulazni parametri i njihove vrednosti:
  - **Kvalitet poziva** (nizak, standardni, visok)
  - **Tip konekcije** (Wi-Fi, mobilni internet)
  - **Tip uređaja** (laptop, tablet, mobilni telefon)

- Ukupan broj kombinacija vrednosti parametara je:

3 x 2 x 3 = 18

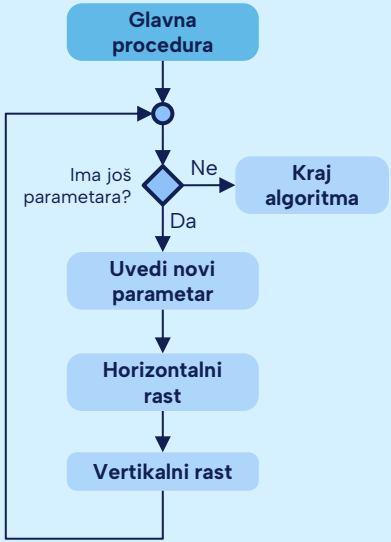
- Ukupan broj parova vrednosti parametara je:

3 x 2 + 3 x 3 + 2 x 3 = 21



ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM

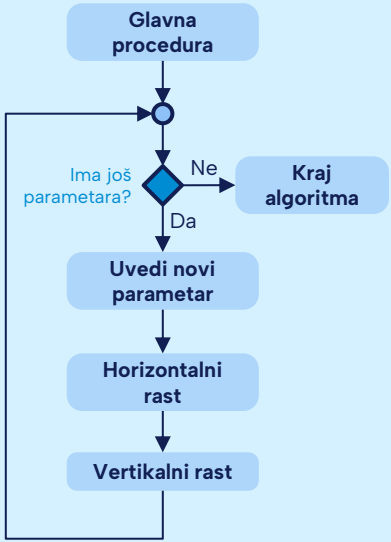


- Pošto se koristi kriterijum pokrivenosti svih parova vrednosti, prvi korak algoritma je konstruisati tabelu sa parovima vrednosti za prva dva parametra.

T	Kvalitet	Konekcija
t_1	Nizak	Wi-Fi
t_2	Nizak	Mobilni internet
t_3	Standardni	Wi-Fi
t_4	Standardni	Mobilni internet
t_5	Visok	Wi-Fi
t_6	Visok	Mobilni internet

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



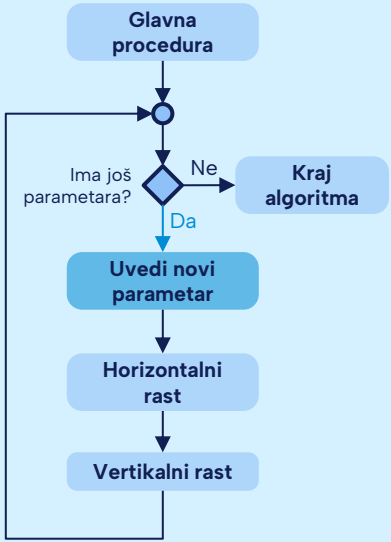
- Ako je ostalo još parametara koji nisu uključeni u tabelu, nastavlja se sa uvođenjem novog parametra.

T	Kvalitet	Konekcija
t_1	Nizak	Wi-Fi
t_2	Nizak	Mobilni internet
t_3	Standardni	Wi-Fi
t_4	Standardni	Mobilni internet
t_5	Visok	Wi-Fi
t_6	Visok	Mobilni internet

Tip uređaja?

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM

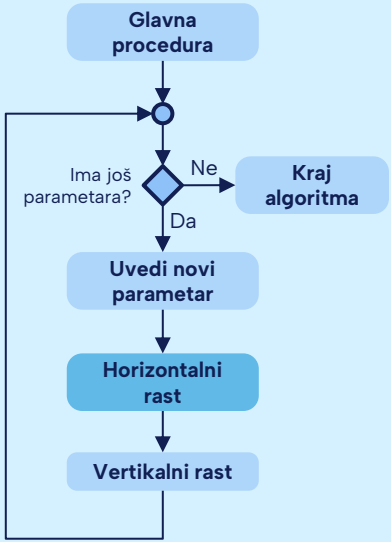


- Uvođenje novog parametra podrazumeva određivanje skupa aktivnih parova za taj parametar.
- Skup aktivnih parova sadrži sve parove vrednosti koji u datom trenutku nisu pokriveni nijednom kombinacijom u tabeli.
- Skup aktivnih parova za tip uređaja:

1. (Nizak, Laptop)
2. (Nizak, Tablet)
3. (Nizak, Telefon)
4. (Standardni, Laptop)
5. (Standardni, Tablet)
6. (Standardni, Telefon)
7. (Visok, Laptop)
8. (Visok, Tablet)
9. (Visok, Telefon)
10. (Wi-Fi, Laptop)
11. (Wi-Fi, Tablet)
12. (Wi-Fi, Telefon)
13. (Mobilni internet, Laptop)
14. (Mobilni internet, Tablet)
15. (Mobilni internet, Telefon)

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM

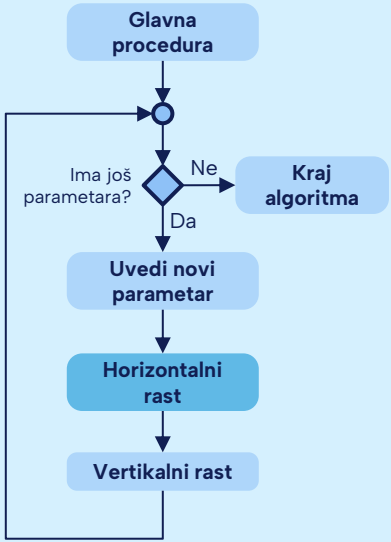


- Dalje, dodaje se kolona u tabelu za novi parametar i vrednosti u koloni se popunjavaju tako da se pokrije što više aktivnih parova.
- Prvo se dodaje redom po jedan primerak svake vrednosti novog parametra.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	
t_5	Visok	Wi-Fi	
t_6	Visok	Mobilni internet	

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



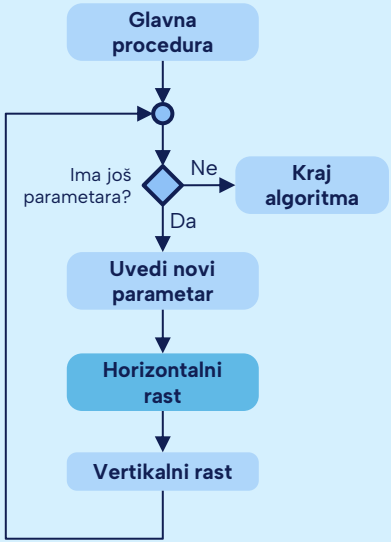
- Koji aktivni parovi su do sada pokriveni?

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	**Laptop**
t_2	Nizak	Mobilni internet	**Tablet**
t_3	Standardni	Wi-Fi	**Telefon**
t_4	Standardni	Mobilni internet	
t_5	Visok	Wi-Fi	
t_6	Visok	Mobilni internet	

- Aktivni parovi:
  1. ~~(Nizak, Laptop)~~
  2. ~~(Nizak, Tablet)~~
  3. (Nizak, Telefon)
  4. (Standardni, Laptop)
  5. (Standardni, Tablet)
  6. ~~(Standardni, Telefon)~~
  7. (Visok, Laptop)
  8. (Visok, Tablet)
  9. (Visok, Telefon)
  10. ~~(Wi-Fi, Laptop)~~
  11. (Wi-Fi, Tablet)
  12. ~~(Wi-Fi, Telefon)~~
  13. (Mobilni internet, Laptop)
  14. ~~(Mobilni internet, Tablet)~~
  15. (Mobilni internet, Telefon)

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



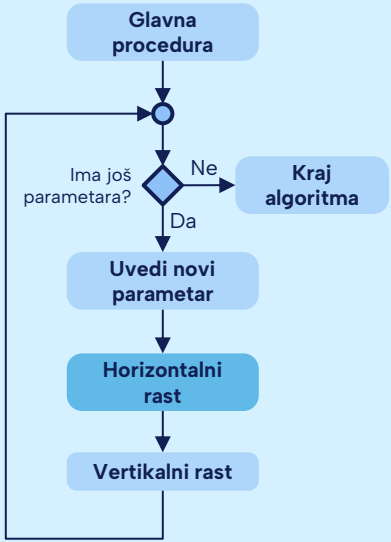
- Ostale vrednosti u koloni se popunjavaju tako da pokriju što više preostalih aktivnih parova.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	**Laptop**
t_5	Visok	Wi-Fi	
t_6	Visok	Mobilni internet	

- Aktivni parovi:
  1. (Nizak, Telefon)
  2. ~~(Standardni, Laptop)~~
  3. (Standardni, Tablet)
  4. (Visok, Laptop)
  5. (Visok, Tablet)
  6. (Visok, Telefon)
  7. (Wi-Fi, Tablet)
  8. ~~(Mobilni internet, Laptop)~~
  9. (Mobilni internet, Telefon)

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



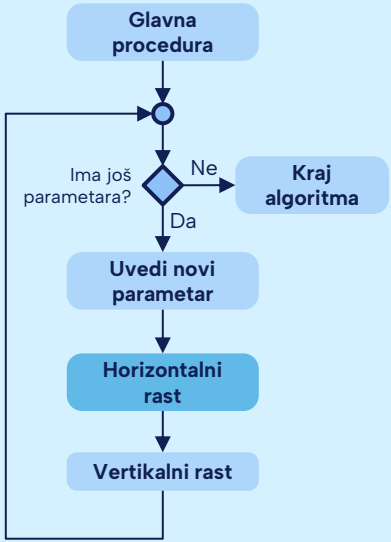
- Ostale vrednosti u koloni se popunjavaju tako da pokriju što više preostalih aktivnih parova.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	**Tablet**
t_6	Visok	Mobilni internet	

- Aktivni parovi:
  1. (Nizak, Telefon)
  2. (Standardni, Tablet)
  3. (Visok, Laptop)
  4. ~~(Visok, Tablet)~~
  5. (Visok, Telefon)
  6. ~~(Wi-Fi, Tablet)~~
  7. (Mobilni internet, Telefon)

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



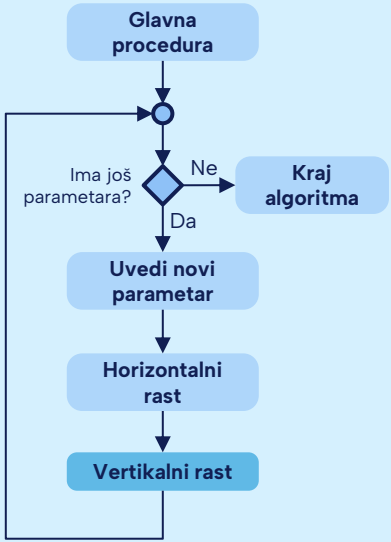
- Ostale vrednosti u koloni se popunjavaju tako da pokriju što više preostalih aktivnih parova.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	Tablet
t_6	Visok	Mobilni internet	**Telefon**

- Aktivni parovi:
  1. (Nizak, Telefon)
  2. (Standardni, Tablet)
  3. (Visok, Laptop)
  4. ~~(Visok, Telefon)~~
  5. ~~(Mobilni internet, Telefon)~~

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



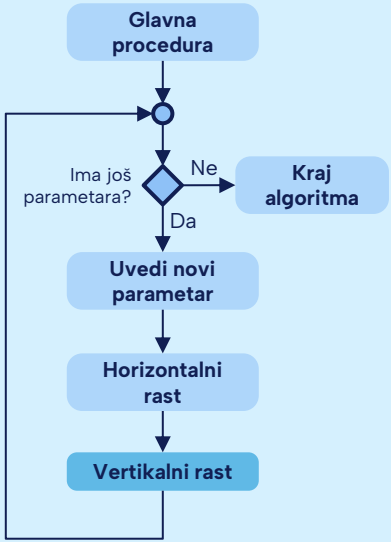
- Nakon dodele vrednosti za celu kolonu, prelazi se na dodavanje novih kombinacija u tabelu kako bi se pokrili preostali aktivni parovi.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	Tablet
t_6	Visok	Mobilni internet	Telefon
t_7	**Nizak**	*	**Telefon**

- Aktivni parovi:
  1. ~~(Nizak, Telefon)~~
  2. (Standardni, Tablet)
  3. (Visok, Laptop)

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



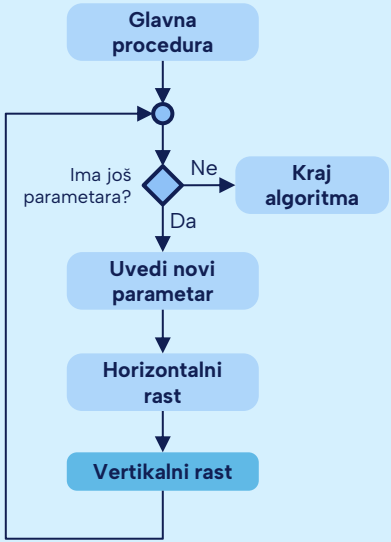
- Nakon dodele vrednosti za celu kolonu, prelazi se na dodavanje novih kombinacija u tabelu kako bi se pokrili preostali aktivni parovi.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	Tablet
t_6	Visok	Mobilni internet	Telefon
t_7	Nizak	*	Telefon
t_8	**Standardni**	*	**Tablet**

- Aktivni parovi:
  1. ~~(Standardni, Tablet)~~
  2. (Visok, Laptop)

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



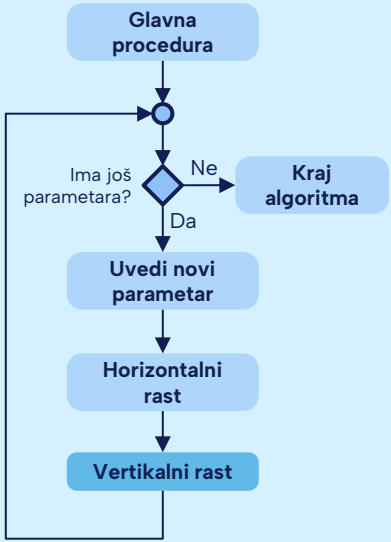
- Nakon dodele vrednosti za celu kolonu, prelazi se na dodavanje novih kombinacija u tabelu kako bi se pokrili preostali aktivni parovi.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	Tablet
t_6	Visok	Mobilni internet	Telefon
t_7	Nizak	*	Telefon
t_8	Standardni	*	Tablet
t_9	**Visok**	*	**Laptop**

- Aktivni parovi:
  1. ~~(Visok, Laptop)~~

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM

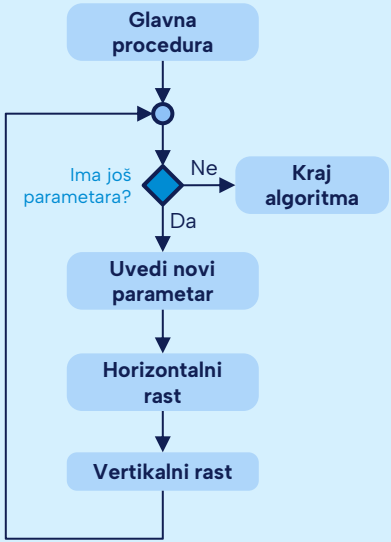


- Poslednje tri kombinacije nisu mogle da budu objedinjene zbog disjunktnih vrednosti parametara.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	Tablet
t_6	Visok	Mobilni internet	Telefon
t_7	Nizak	*	Telefon
t_8	Standardni	*	Tablet
t_9	Visok	*	Laptop

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM

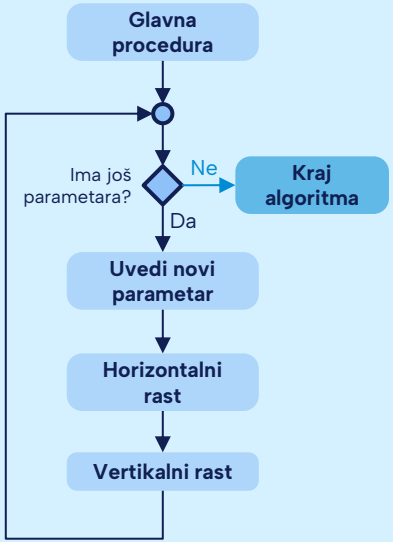


- Nakon završetka vertikalnog rasta za tekući parametar, ispituje se da li postoji još parametara koji nisu dodati u tabelu.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	Tablet
t_6	Visok	Mobilni internet	Telefon
t_7	Nizak	*	Telefon
t_8	Standardni	*	Tablet
t_9	Visok	*	Laptop

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – IPO ALGORITAM



- Ako nema preostalih parametara, tabela koja predstavlja pokrivajući niz je kompletirana i algoritam se završava.

T	Kvalitet	Konekcija	Uređaj
t_1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
t_2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
t_3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
t_4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
t_5	Visok	Wi-Fi	Tablet
t_6	Visok	Mobilni internet	Telefon
t_7	Nizak	*	Telefon
t_8	Standardni	*	Tablet
t_9	Visok	*	Laptop

ZADATAK 3 – VIDEO POZIVI

REŠENJE – TEST PRIMERI

- Na osnovu pokrivajućeg niza se projektuju test primeri, tako da jedan test primer odgovara jednom redu tabele.
- U test primerima svi podaci moraju imati konkretne vrednosti.
- Na mestima gde je vrednost nekog parametra bila nebitna bira se proizvoljna vrednost tog parametra.

TP	Kvalitet poziva	Tip konekcije	Tip uređaja
1	Nizak	Wi-Fi	Laptop
2	Nizak	Mobilni internet	Tablet
3	Standardni	Wi-Fi	Telefon
4	Standardni	Mobilni internet	Laptop
5	Visok	Wi-Fi	Tablet
6	Visok	Mobilni internet	Telefon
7	Nizak	Mobilni internet	Telefon
8	Standardni	Wi-Fi	Tablet
9	Visok	Wi-Fi	Laptop

UNIVERZITET U BEOGRADU
ELEKTROTEHNIČKI
FAKULTET

PITANJA?

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

nikolas@etf.bg.ac.rs

