

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet elektrotehnike i računarstva

Hajduk Split

**Seminarski rad iz predmeta  
“Uvod u teoriju računarstva”**

Zadatak broj 2004.

Zagreb, lipanj 2008.

**Druga domaća zadaća iz predmeta “Uvod u teoriju računarstva”**

**Student:** Torcida Split

**Matični broj studenta:** 1911 1950

**Zadatak broj 2004:** Izgraditi TS (bilo kojeg oblika) koji će za ulazni niz reći da li je ispravno zadani Booleov izraz ili ne. Ulazna abeceda je  $\Sigma = \{ 0, 1, \neg, \wedge, \vee, (, ) \}$ .

## Uvod

Nakon što sam dobio zadatak moram priznati da mi je na prvi pogled imao veze sa zadatkom sa drugog labosa gdje smo radili parsiranje niza. Kako smo prolazili novo gradivo tijekom 3. dijela ciklusa, sve mi je bilo izglednije da ću izgraditi Turingov stroj (u daljnjem tekstu TS) simulirajući rad potisnog automata (u daljnjem tekstu PA) s TS.

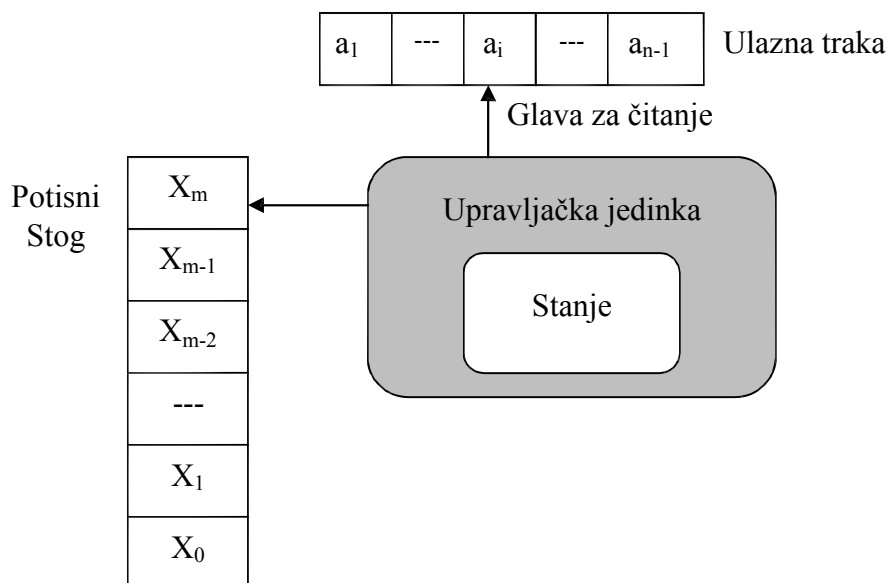
Nakon toga sam napravio gramatiku koja generira ispravan niz:

$$S \rightarrow U I$$
$$U \rightarrow \neg \mid \varepsilon$$
$$I \rightarrow Z N \mid ( S ) N$$
$$N \rightarrow O S \mid \varepsilon$$
$$O \rightarrow ^ \mid \vee$$
$$Z \rightarrow 0 \mid 1$$

Na kraju se ispostavilo da ću uspiti izgraditi TS, ali sa dvije trake tako simulirajući PA. U daljnjem tekstu ćemo se upoznati sa oblicima automata i gramatika koje sam koristio.

## Potisni Automat

Za potrebe prihvatanja kontekstno neovisnih jezika proširuje se model konačnog automata. Upravljačkoj jedinki, glavi za čitanje i ulaznoj traci dodaje se potisni stog (LIFO stog). Takav automat se naziva potisni automat (PA).



**Slika 1.** Model potisnog automata

Uz čitanje znakova ulazne trake, upravljačka jedinka čita i jedan znak vrha potisnog stoga. Nakon čitanja znaka, s vrha stoga uzima se pročitani znak, a na vrh stoga stavlja se niz znakova. Znakovi koji se nalaze na ulaznoj traci nazivaju se ulazni znakovi, dok se znakovi na stogu nazivaju znakovi stoga. Upravljačka jedinka je u jednom od konačnog broja stanja. Stanja su podijeljena u dva skupa: prihvatljiva stanja i neprihvatljiva stanja.

Upravljačka jedinka donosi odluku o promjeni sadržaja vrha stoga, o pomaku glave za čitanje i o promjeni stanja. Odluka se donosi na temelju:

- stanja upravljačke jedinice,
- znaka na vrhu stoga
- i znaka na ulaznoj traci.

Na vrh stoga moguće je staviti: **1)** prazni niz, a budući da se čitanjem uzima znak s vrha stoga, tako se stavljanje praznog niza izjednačuje sa uzimanjem znaka s vrha stoga. **2)** niz od jednog znaka, stavljanjem istog znaka koji se pročitao ne mijenja se sadržaj stoga, dok se stavljanjem drugog znaka mijenja znak na vrhu stoga. **3)** niz od više znakova, zamjena vrha stoga nizom znakova simulira primjenu produkcije, gdje se nezavršni znak lijeve strane produkcije na vrhu stoga zamijeni nizom znakova desne strane produkcije.

Na temelju trojke  $(q, a, Z)$  upravljačka jedinka mijenja stanje u novo stanje  $p$ .

Odluka o prihvatanju niza donosi se isključivo na jedan od dva moguća načina: **a)** PA  $M$  koji prihvaća prihvatljivim stanjem: uđe li upravljačka jedinka u prihvatljivo stanje nakon što pročita sve znakove na ulaznoj traci, niz se prihvaća. **b)** PA  $M$  koji prihvaća praznim stogom: isprazni li se stog čitanjem svih znakova niza, upravljačka jedinka prihvaća niz.

### Definicija potisnog automata

Potisni automat formalno se zadaje kao uređena sedmorka:

$$P_a = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, F)$$

$Q$  - konačan skup stanja;

$\Sigma$  - konačan skup ulaznih znakova (abeceda ulaznih znakova);

$\Gamma$  - konačan skup znakova stoga (abeceda znakova stoga);

$\delta$  - funkcija prijelaza  $\delta$  pridružuje trojki  $Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \times \Gamma$  konačan podskup skupa svih mogućih parova  $Q \times \Gamma$

$q_0 \in Q$  – početno stanje;

$Z_0 \in \Gamma$  – početni znak stoga

$F \subseteq Q$  – skup prihvatljivih stanja

### Kontekstno neovisna gramatika

U lingvistici i računarstvu, kontekstno neovisna gramatika je formalna gramatika u kojoj je svaka produkcija oblika

$$V \rightarrow w$$

gdje je  $V$  nezavršni znak a  $w$  niz znakova (string) koji se sastoji od završnih i/ili nezavršnih znakova. Termin "kontekstno neovisna" izražava činjenicu da će nezavršni znak  $V$  uvijek biti zamijenjen nizom znakova  $w$  neovisno o kontekstu u kojem se pojavljuje. Formalni jezik je kontekstno neovisni jezik ako postoji kontekstno neovisna gramatika koja ga generira.

Kontekstno neovisne gramatike su dovoljno moćne da opišu sintaksu većine programskih jezika; ustvari sintaksa većine programskih jezika i jest specificirana koristeći kontekstno neovisne gramatike. U drugu ruku, kontekstno neovisne gramatike su dovoljno jednostavne da dozvole izgradnju učinkovitih algoritama parsiranja koji, za dani niz znakova, određuju može li se i kako niz generirati iz gramatike. Earleyjev parser je primjer takvog algoritma, dok LL i LR parseri barataju tek sa nešto ograničenim podskupovima kontekstno neovisnih gramatika.

BNF (Backus-Naurov oblik) je najuobičajenija notacija korištena za izražavanje kontekstno neovisnih gramatika.

Nisu svi formalni jezici kontekstno neovisni; dobro poznat protuprimjer je  $\{ a^n b^n c^n : n \geq 0 \}$ , skup svih nizova znakova koji sadrže jednak broj znakova a, nakon kojeg slijedi jednak broj znakova b i jednak broj znakova c.

### Formalna definicija

Baš kao i svaka formalna gramatika, kontekstno neovisna gramatika G se može definirati kao uređena četvorka:

$G = (V_t, V_n, P, S)$  gdje je

- $V_t$  konačan skup završnih znakova
- $V_n$  konačan skup nezavršnih znakova
- P konačan skup pravila produkcija
- S je element skupa  $V_n$ , istaknuti početni nezavršni znak
- elementi skupa P su oblika

$$V_n \rightarrow (V_t \cup V_n)^*$$

Za jezik L kažemo da je kontekstno neovisni jezik (KNJ) ako je njegova gramatika kontekstno neovisna. Preciznije, to je jezik čije su riječi, rečenice i fraze načinjene od znakova i riječi iz kontekstno neovisne gramatike. Obično je KNJ oblika  $L = L(G)$ .

### Svojstva kontekstno neovisnih jezika

- Alternativna i istovjetna definicija kontekstno neovisnih jezika koristi nedeterminističke potisne automate: jezik je kontekstno neovisan ako i samo ako ga takav automat može prihvatiti.
- Jezik se također može modelirati kao skup svih slijedova završnih znakova koje gramatika generira. Ovaj model je koristan u razumijevanju skupovnih operacija nad jezicima.
- Unija i nadovezivanje dvaju kontekstno neovisnih jezika je kontekstno neovisan jezik, ali presjek ne mora biti.
- Prevrtnje kontekstno neovisnog jezika je kontekstno neovisan jezik, ali komplement ne mora biti.
- Svaki regularni jezik je kontekstno neovisan pošto može biti opisan regularnom gramatikom.
- Presjek kontekstno neovisnog jezika i regularnog jezika je uvijek kontekstno neovisan.
- Postoje kontekstno ovisni jezici koji nisu kontekstno neovisni.
- Da bi se dokazalo da je dani jezik kontekstno ovisan, može se koristiti svojstvo napuhavanja za kontekstno ovisne jezike.

## Booleov izraz

Booleova algebra je dio matematičke logike - algebarska struktura koja sažima osnovu operacija I (AND), ILI (OR) i NE (NOT) kao i skup teorijskih operacija kao što su unija, presjek i komplement. Booleov izraz se sastoji od konstanti i varijabli povezanih relacijskim operatorima.

Booleov izraz	$x = 4, y = 8$	$x = 'b', y = 'b'$
$x > y$	pogrešno	pogrešno
$x == y$	pogrešno	istinito
$x != y$	istinito	pogrešno
$x < y$	istinito	pogrešno
$x <= y$	istinito	istinito

Primjetimo da nije moguće uspoređivati izraze različite vrste, tako na primjer:

- za  $x = 4$  i  $y = 4.0$  Booleov izraz  $x == y$  je pogrešan ( $x$  je cijeli a  $y$  je broj u zapisu s pomičnim zarezom odnosno realni broj)
- za  $x = 'a'$  i  $y = 4.0$  Booleov izraz  $x == y$  je pogrešan ( $x$  znakovni simbol (karakter) a  $y$  je broj u zapisu s pomičnim zarezom pa je izraz lažan jer  $x$  i  $y$  nikako ne mogu biti jednaki)

Pojedinačni Booleovi izrazi mogu se kombinirati u složenije izraze spajanjem koristeći logičke operatore. Pregled logičkih operatora za C i C++ se nalazi u sljedećoj tablici:

Logički operatori	“značenje”
!	NE (NOT)
&&	I (AND)
	ILI (OR)

## Turingov stroj

Turingov stroj sa dvije trake spada u grupu TS sa višestrukim trakama koji su jedan od šest osnovnih načina proširenja osnovnog modela TS. Taj TS je istovjetan osnovnom modelu TS. Model TS sa dvije dvostrane beskonačne trake ima dvije glave za čitanje i pisanje i dvije dvostrano beskonačne trake. Upravljačka jedinica TS donosi odluku na temelju dviju grupa parametara:

1. stanje upravljačke jedinice
2. dva pročitana znaka sa dvije trake

Jednim prijelazom taj TS:

- promijeni stanje
- zapiše dva znaka na dvije trake
- pomakne bilo koju od dvije glave nezavisno u desno ili lijevo

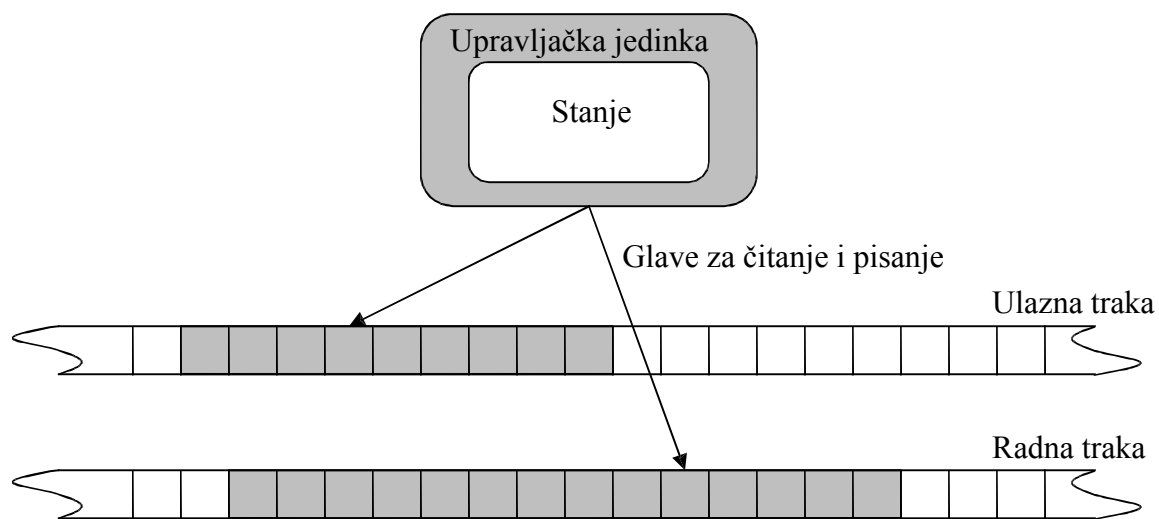
Turingov stroj sa dvije dvostrane beskonačne trake prikazan je na slici 2.

Gore navedeni TS formalno se zadaje uređenom sedmorkom, jedino što postoji razlika u definiciji funkcije prijelaza u odnosu na osnovni model TS:

$$TS = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F)$$

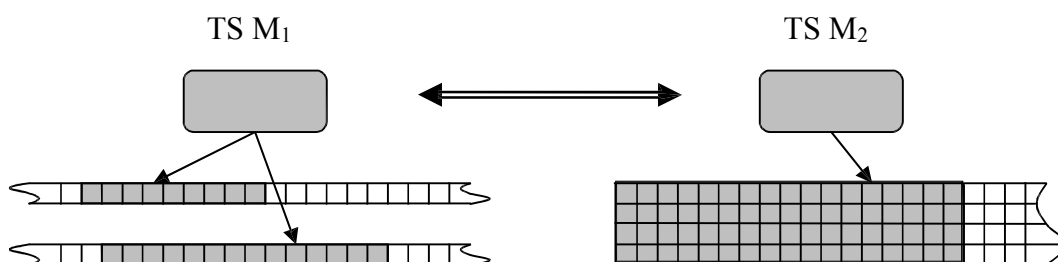
gdje je:

- $Q$  - konačan skup stanje
- $\Sigma \subseteq (\Gamma - \{B\})$  - konačan skup znakova trake
- $\Gamma$  - konačan skup ulaznih znakova
- $\delta$  - funkcija prijelaza,  $\delta : Q \times \Gamma^2 \rightarrow Q \times (\Gamma \times \{L, S, R\})^2$
- $q_0 \in Q$  - početno stanje
- $B \in \Gamma$  - znak kojim se označava prazna ćelija
- $F \subseteq Q$  - skup prihvatljivih stanja



**Slika 2:** Model TS s dvije trake

TS s dvije trake istovjetan je osnovnom modelu TS te se iz njega može izgraditi TS sa jednom trakom.



**Slika 3:** TS sa dvije trake i njemu istovjetni TS sa jednom trakom

## Ostvarenje

Kao što sam u uvodu naveo za izgradnju TS, koji će provjeravati da li je ispravno zadani Booleov izraz, ću koristiti TS s dvije trake. Jedna traka će biti ulazna traka, a druga će biti stog.

### Početna konfiguracija:

Ulazna traka: [IZRAZ]BBBBBBBBB  
 $\wedge$

Stog: \*SBBBBBBBBBBBBB  
 $\wedge$

- \* (zvjezdica) označava dno stoga
- prva glava se nalazi na početku IZRAZA na prvoj traci, a druga na "S" na drugoj traci.

Početno stanje:  $q_0$

Prihvatljivo stanje:  $q_1$

Gramatika koja generira ispravan niz:

$S \rightarrow UI$

$U \rightarrow \neg \mid \varepsilon$

$I \rightarrow ZN \mid (S)N$

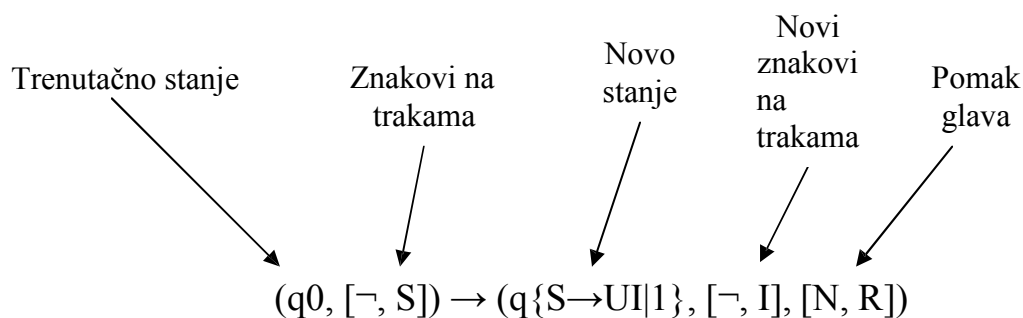
$N \rightarrow OS \mid \varepsilon$

$O \rightarrow \wedge \mid \vee$

$Z \rightarrow 0 \mid 1$

### Prijelazi

Ovdje ću vam objasniti prijelaze ovog TS. Prijelazi su mi zadali najviše problema pa ću koristeći se primjerima potruditi što bolje objasniti. Objašnjenje zapisa prijelaza možete vidjeti na slici 4., na primjeru prvog prijelaza u listi prijelaza.



Slika 4: Objašnjenje zapisa prijelaza

**Imena stanja** sam označavao kao  $q_0, q_1, q\{\text{produkcija koja se koristi}|\text{korak}\}$ . Ovaj zadnji način označavanja je pomalo neobičan, ali jako dobar ako se želi u svakom trenutku rada TS znati koja produkcija i korak se koristi, u svrhu lakšeg snalaženja među brojnim produkcijama.



**Pomak glava** se definira kao: [ pomak prve glave, pomak druge glave ] . Tijekom svakog prijelaza mora se pomaknuti barem jedna glava, L je lijevo, D je desno a N je bez pomaka

**Lista prijelaza:**

1.  $(q_0, [\neg, S]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|1\}, [\neg, I], [N, R])$
2.  $(q_0, [(, S]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|1\}, [(, I], [N, R])$
3.  $(q_0, [0, S]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|1\}, [0, I], [N, R])$
4.  $(q_0, [1, S]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|1\}, [1, I], [N, R])$
  
5.  $(q_0, [\neg, U]) \rightarrow (q_0, [\neg, B], [R, L])$
6.  $(q_0, [(, U]) \rightarrow (q_0, [(, B], [N, L])$
7.  $(q_0, [0, U]) \rightarrow (q_0, [0, B], [N, L])$
8.  $(q_0, [1, U]) \rightarrow (q_0, [1, B], [N, L])$
  
9.  $(q_0, [(, I]) \rightarrow (q\{I \rightarrow (S)N|1\}, [(, N], [N, R])$
  
10.  $(q_0, [0, I]) \rightarrow (q\{I \rightarrow ZN|1\}, [0, N], [N, R])$
11.  $(q_0, [1, I]) \rightarrow (q\{I \rightarrow ZN|1\}, [1, N], [N, R])$
  
12.  $(q_0, [0, Z]) \rightarrow (q_0, [0, B], [R, L])$
13.  $(q_0, [1, Z]) \rightarrow (q_0, [1, B], [R, L])$
  
14.  $(q_0, [^, N]) \rightarrow (q\{N \rightarrow OS|1\}, [^, S], [N, R])$
15.  $(q_0, [v, N]) \rightarrow (q\{N \rightarrow OS|1\}, [v, S], [N, R])$
16.  $(q_0, [), N]) \rightarrow (q_0, [), B], [N, L])$
17.  $(q_0, [B, N]) \rightarrow (q_0, [B, B], [N, L])$
  
18.  $(q_0, [^, O]) \rightarrow (q_0, [^, B], [R, L])$
19.  $(q_0, [v, O]) \rightarrow (q_0, [v, B], [R, L])$
  
20.  $(q_0, [), )) \rightarrow (q_0, [), B], [R, L])$
  
21.  $(q_0, [B, *]) \rightarrow (q_1, [B, B], [N, R])$
  
22.  $(q\{S \rightarrow UI|1\}, [\neg, B]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|2\}, [\neg, U], [N, R])$
23.  $(q\{S \rightarrow UI|1\}, [(, B]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|2\}, [(, U], [N, R])$
24.  $(q\{S \rightarrow UI|1\}, [0, B]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|2\}, [0, U], [N, R])$
25.  $(q\{S \rightarrow UI|1\}, [1, B]) \rightarrow (q\{S \rightarrow UI|2\}, [1, U], [N, R])$
  
26.  $(q\{S \rightarrow UI|2\}, [\neg, B]) \rightarrow (q_0, [\neg, B], [N, L])$
27.  $(q\{S \rightarrow UI|2\}, [(, B]) \rightarrow (q_0, [(, B], [N, L])$
28.  $(q\{S \rightarrow UI|2\}, [0, B]) \rightarrow (q_0, [0, B], [N, L])$
29.  $(q\{S \rightarrow UI|2\}, [1, B]) \rightarrow (q_0, [1, B], [N, L])$
  
30.  $(q\{I \rightarrow (S)N|1\}, [(, B]) \rightarrow (q\{S \rightarrow (S)N|2\}, [(, ), [N, R])$
31.  $(q\{I \rightarrow (S)N|2\}, [(, B]) \rightarrow (q\{S \rightarrow (S)N|3\}, [(, S], [N, R])$
32.  $(q\{I \rightarrow (S)N|3\}, [(, B]) \rightarrow (q_0, [(, B], [R, L])$
  
33.  $(q\{I \rightarrow ZN|1\}, [0, B]) \rightarrow (q\{I \rightarrow ZN|2\}, [0, Z], [N, R])$

$$34. (q\{I \rightarrow ZN|1\}, [1, B]) \rightarrow (q\{I \rightarrow ZN|2\}, [1, Z], [N, R])$$

$$35. (q\{I \rightarrow ZN|2\}, [0, B]) \rightarrow (q0, [0, B], [N, L])$$

$$36. (q\{I \rightarrow ZN|2\}, [1, B]) \rightarrow (q0, [1, B], [N, L])$$

$$37. (q\{N \rightarrow OS|1\}, [\wedge, B]) \rightarrow (q\{N \rightarrow OS|2\}, [\wedge, O], [N, R])$$

$$38. (q\{N \rightarrow OS|1\}, [v, B]) \rightarrow (q\{N \rightarrow OS|2\}, [v, O], [N, R])$$

$$39. (q\{N \rightarrow OS|2\}, [\wedge, B]) \rightarrow (q0, [\wedge, B], [N, L])$$

$$40. (q\{N \rightarrow OS|2\}, [v, B]) \rightarrow (q0, [v, B], [N, L])$$

Primjer 1:

$$IZRAZ = 0 \vee (1 \wedge (0 \vee \neg 1) \vee 1)$$

-podcrtani znak označava trenutni položaj glave

**Početno stanje**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 3.**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 24.**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 28.**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 7.**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 10.**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 33.**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	Z	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 35.**

<u>0</u>	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	<u>Z</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 12.**

0	<u>v</u>	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 15.**

0	<u>v</u>	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	S	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 38.**

0	<u>v</u>	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	S	O	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 40.**

0	<u>v</u>	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	S	<u>O</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 19.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 2.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 23.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 34.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 6.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 9.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 30.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 31.**

0	v	(	1	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	S	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 32.**

0	v	(	<u>1</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 4.**

0	v	(	<u>1</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 25.**

0	v	(	<u>1</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 29.**

0	v	(	<u>1</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 8.**

0	v	(	<u>1</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 11.**

0	v	(	<u>1</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 34.**

0	v	(	<u>1</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	Z	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 36.**

0	v	(	<u>0</u>	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	<u>Z</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 12.**

0	v	(	0	<u>^</u>	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 14.**

0	v	(	0	<u>^</u>	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	S	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 37.**

0	v	(	0	<u>^</u>	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	S	O	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 39.**

0	v	(	0	<u>^</u>	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	S	<u>O</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 18.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 2.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 23.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 27.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 6.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 9.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 30.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 31.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	S	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 32.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 3.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 24.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 28.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 7.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 10.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 33.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	N	Z	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 35.**

0	v	(	0	^	(	<u>0</u>	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	N	<u>Z</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 12.**

0	v	(	0	^	(	0	<u>v</u>	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 15.**

0	v	(	0	^	(	0	<u>v</u>	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	S	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 38.**

0	v	(	0	^	(	0	<u>v</u>	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	S	O	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 25.**

0	v	(	0	^	(	0	<u>v</u>	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	S	<u>O</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 19.**

0	v	(	0	^	(	0	v	⊃	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 1.**

0	v	(	0	^	(	0	v	⊃	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 22.**

0	v	(	0	^	(	0	v	⊃	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 26.**

0	v	(	0	^	(	0	v	⊃	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 5.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	<u>1</u>	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 11.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	<u>1</u>	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 34.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	<u>1</u>	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	N	Z	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 36.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	<u>1</u>	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	N	<u>Z</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B



**Prijelaz 13.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 16.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 20.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	<u>v</u>	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 15.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	<u>v</u>	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	S	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 38.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	<u>v</u>	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	S	O	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 40.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	<u>v</u>	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	S	<u>Q</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 19.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 4.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 25.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 29.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 8.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 11.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 34.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	Z	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 36.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	<u>1</u>	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	N	<u>Z</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 13.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 16.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	B	B	B	B	B	B
*	N	)	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 20.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	<u>B</u>	B	B	B	B	B
*	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 17.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	<u>B</u>	B	B	B	B	B
<u>*</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 21.**

0	v	(	0	^	(	0	v	¬	1	)	v	1	)	<u>B</u>	B	B	B	B	B
B	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Kraj:** nalazi se u stanju  $q_1$  koje je prihvatljivo! Ispravno zadan Booleov izraz!

Primjer 2. – kad se izraz neće prihvatiti:

**IZRAZ** =  $0 \vee \wedge \neg 1$

**Početno stanje**

<u>Q</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 3.**

<u>Q</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	I	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 24.**

<u>Q</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	I	U	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 28.**

<u>Q</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	I	<u>U</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 7.**

<u>Q</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	I	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 10.**

<u>Q</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	N	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 22.**

**Prijelaz 33.**

<u>0</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	N	Z	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 35.**

<u>0</u>	v	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	N	<u>Z</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 12.**

0	<u>v</u>	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	<u>N</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 15.**

0	<u>v</u>	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	S	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 38.**

0	<u>v</u>	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	S	O	<u>B</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 40.**

0	<u>v</u>	^	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	S	<u>O</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

**Prijelaz 19. q0 tu stao!**

0	v	<u>^</u>	¬	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
*	<u>S</u>	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

TS je stao u stanju q0 koje nije prihvatljivo, tako da izraz (IZRAZ=  $0 \vee \wedge \neg 1$ ) **nije pravilno** zadan Booleov izraz!

## **Prijelaz 23.**

### **Zaključak**

Ovakav TS bi se mogao uz male modifikacije iskoristiti ne samo za provjeravanje ispravno zadanih Booleovih izraza, već i u druge svrhe gdje je važna ispravnost zadanih izraza. Samo bih se još više zakomplicirao sa većom ulaznom abecedom, za razliku od dosadašnjih 40 prijelaza za 7 ulaznih znakova. Kao što smo vidjeli u prethodnim primjerima i ovako je bilo dosta teško pratiti prijelaze i konstruirati ih. Što mi je donijelo najviše problema, jer sam se puno puta nalazio u stanjima u kojim se nisam htio naći. No uz puno pisanja i testiranja se isplatilo, tako da konačno imam ispravan TS koji služi svrsi.