

# INTELIGENTNI SISTEMI

as. ms Vladimir Jocović  
as. ms Adrian Milaković



# PRODUKZIONI SISTEMI

# 04

---

*„Expertise is gained by investigating  
why a system doesn't work.“  
- Brian Redman*

# PRODUKCIONI SISTEMI

## Šta je produkциони sistem?

Produkциони sistem je jedna od najčešće korišćenih šema za predstavljanje znanja, koja se zasniva na pravilima navedenim u obliku logičke implikacije ( $A \Rightarrow B$ ).

## Šta su predstavljanje znanja i zaključivanje?

Predstavljanje znanja je jedna od oblasti veštačke inteligencije čiji je cilj formalizacija informacija (od interesa) o spoljašnjem svetu u oblik pogodan za izvršavanje kompleksnih zadataka od strane računarskog sistema (npr. medicinska dijagnostika).

Zaključivanje je proces dobijanja novih informacija na osnovu dostupnog znanja koristeći logičke tehnike kao što su dedukcija i indukcija.

# PRODUKCIONI SISTEMI

*Produkcioni sistem se sastoji od 4 bazične komponente:*

**Skup pravila** – pravila su navedena u obliku  $P \Rightarrow Z$ , gde P označava preduslov za izvršavanje nekog pravila, a Z označava šta se dešava izvršavanjem tog istog pravila.

**Globalna memorija (baza znanja)** – jedna ili više memorija, koje sadrže skup pravila i relevantne informacije za opis tekućeg stanja za problem koji se rešava.

**Strategija izvršavanja pravila** – određuje redosled izvršavanja pravila nad globalnom memorijom u sistemu i definiše način za razrešavanje konflikata ukoliko se više pravila može izvršiti odjednom.

**Izvršavač pravila** – izvršava pravila na osnovu određene strategije.

# PRODUKCIONI SISTEMI

*Produkcioni sistemi mogu biti dedukcioni i abdukcioni:*

*(modus ponens)*

Dedukciono zaključivanje:

Važi A

Važi  $A \Rightarrow B$

-----  
Zaključujemo B

(Detektivsko)

Abdukciono zaključivanje:

Važi B

Važi  $A \Rightarrow B$

-----  
Zaključujemo A

Nama će biti od interesa **dedukcioni (analitički)** produkioni sistemi. Zaključci pravila produkcionog sistema predstavljaju ciljne stavove, koje je potrebno izvesti.

# PRODUKCIONI SISTEMI

*Stavovi koji se koriste u pravilima mogu se podeliti u 3 grupe:*

**Pretpostavke** – stavovi koji se pojavljuju isključivo u preduslovima pravila.

**Međupredikati** – stavovi koji se mogu pojaviti i u preduslovima jednih i u zaključcima drugih pravila.

**Ciljevi** – stavovi koji se pojavljuju isključivo u zaključcima pravila.



# PRODUKCIONI SISTEMI

Zaključivanje u produkcionim sistemima predstavlja proces utvrđivanja istinitosne vrednosti zaključka na osnovu datih istinitosnih vrednosti stavova. To mogu biti stavovi upita za određeni zaključak, koji treba izvesti kao istinit i stavovi koje inače važe u posmatranom svetu i nezavisni su od konkretnih upita. Zaključivanje se može obaviti koristeći sledeće tehnike:

**Direktno ulančavanje** – polazi se od uslovnih elemenata prema zaključcima pravila.

**Povratno ulančavanje** (predavanja) – polazi se od konkretnog ciljnog stava, koji je potrebno izvesti kao istinit, prema uslovnim elementima.

**Ciklično-hibridno ulančavanje** – u iteracijama se redom izvršavaju pravila čiji su preduslovi ispunjeni.

# DIREKTNO ULANČAVANJE

Inicijalno se formira lista stavova koja oslikava trenutno stanje posmatranog sveta. Formira se prazna lista novootkrivenih činjenica.

Dok god je lista stavova neprazna:

- Ukloniti stav sa početka liste stavova i proglasiti ga za tekući stav.
- Za svako pravilo koje može upariti stav iz svog preduslova sa tekućim stavom:
  - Kreirati novo pravilo kao kopiju izabranog pravila uz uklanjanje stavova iz preduslova novog pravila koji se mogu upariti sa tekućim stavom. Izvršiti odgovarajuća vezivanja promenljivih, ukoliko je potrebno.
  - Ukoliko se novo pravilo sastoji samo iz zaključka (lista preduslova je prazna), ono se briše, a zaključak se dodaje na početak liste stavova trenutnog stanja i na kraj liste novootkrivenih činjenica. Iz skupa pravila produkcionog sistema obrisati sva pravila sa identičnim zaključkom.
  - Ukoliko lista preduslova novog pravila nije prazna dodati novo pravilo ispred izabranog pravila u skup pravila produkcionog sistema.
  - Ukoliko je izabrano pravilo suviše u odnosu na novo pravilo (ako zaključak izabranog pravila nije opštiji od zaključka novog pravila) ukloniti izabrano pravilo, a dodati novo pravilo u bazu znanja.



# Zadatak 1 - Direktno ulančavanje



Data je sledeća baza znanja koja se sastoji od sledećih produkcionih pravila i stavova.

if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

if  $g(x)$  then  $c(x)$

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

Koji su sve novi stavovi izvedeni i koja pravila izmenjena koristeći tehniku direktnog ulančavanja?

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

$g(2)$   
 $f(5)$   
 $g(5)$   
 $e$

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

~~$g(2)$~~  uklanja se prvi stav iz liste

$f(5)$

$g(5)$

$e$

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$f(5)$   
 $g(5)$   
 $e$

Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $g(2)$

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

4'.if – then  $c(2)$  dodaje se novo pravilo sa praznom listom preduslova

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$g(2)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$f(5)$   
 $g(5)$   
 $e$

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

~~4. if then  $c(2)$~~  pravilo se briše jer je lista preduslova prazna

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$g(2)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$c(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

Lista novodobijenih stavova:

dodaje se zaključak izbrisanog pravila u listu  $c(2)$



# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

~~€(2)~~ uklanja se prvi stav iz liste

f(5)

g(5)

e

Lista novodobijenih stavova:

c(2)

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$f(5)$   
 $g(5)$   
 $e$

Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $c(2)$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'. if  $d(2)$  then  $b(2)$  dodaje se novo pravilo sa nepraznom listom preduslova

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$c(2)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$f(5)$

$g(5)$

$e$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

~~f(5)~~ uklanja se prvi stav iz liste  
g(5)  
e

Tekući stav:

Lista novodobijenih stavova:

c(2)

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

$g(5)$   
 $e$

## Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $f(5)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3'.if  $e$  then  $d(5)$  dodaje se novo pravilo sa nepraznom listom preduslova

3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$f(5)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$g(5)$

$e$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$



# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

~~$g(5)$~~  uklanja se prvi stav iz liste  
 $e$

Tekući stav:

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

e

## Te kući stav:

uparujemo te kući stav sa preduslovima  $g(5)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

4'.if – then  $c(5)$  dodaje se novo pravilo sa praznom listom preduslova

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

e

## Tekući stav:

$g(5)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

~~4'.if then  $c(5)$~~  pravilo se briše jer je lista preduslova prazna

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$c(5)$

$e$

Tekući stav:

$g(5)$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

dodaje se zaključak izbrisanog pravila u listu  $c(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

~~$e(5)$~~  uklanja se prvi stav iz liste

$e$

Tekući stav:

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

e

## Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $c(5)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$



# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

2".if  $d(5)$  then  $b(5)$  dodaje se novo pravilo sa nepraznom listom preduslova

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3'.if  $e$  then  $d(5)$

3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$c(5)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$e$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
- 2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

e uklanja se prvi stav iz liste

Tekući stav:

Lista novodobijenih stavova:

c(2)

c(5)

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
- 2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $e$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3'''.if – then  $d(5)$  dodaje se novo pravilo sa praznom listom preduslova

3'.if  $e$  then  $d(5)$

3'''.if  $f(x)$  then  $d(x)$  dodaje se novo pravilo sa nepraznom listom preduslova

3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$e$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

Lista neupotrebljenih stavova:

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
- 2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

~~3'''.if then  $d(5)$~~  pravilo se briše jer je lista preduslova prazna

- 3'.if  $e$  then  $d(5)$
- 3'''.if  $f(x)$  then  $d(x)$

3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$e$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

Lista neupotrebljenih stavova: dodaje se zaključak izbrisanog pravila u listu  $d(5)$   
 $d(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

~~3'.if  $e$  then  $d(5)$~~  pravilo se briše jer se poznati stav nalazi u zaključku

3".if  $f(x)$  then  $d(x)$

~~3. if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$~~  pravilo se briše jer je suvišno uz pravilo 3"

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

e

Lista novodobijenih stavova:

c(2)

c(5)

d(5)

Lista neupotrebljenih stavova:

d(5)



# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
- 2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3''.if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

~~d(5)~~ uklanja se prvi stav iz liste

## Tekući stav:

## Lista novodobijenih stavova:

c(2)  
c(5)  
d(5)

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
- 2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3''.if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

## Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $d(5)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$   
 $c(5)$   
 $d(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

2'''.if - then  $b(5)$  dodaje se novo pravilo sa praznom listom preduslova

2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$

2'''.if  $c(5)$  then  $b(5)$  dodaje se novo pravilo sa nepraznom listom preduslova

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3''.if  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

Tekući stav:

$d(5)$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

$d(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

~~2'''.if then  $b(5)$~~  pravilo se briše jer je lista preduslova prazna

2''.if  $d(5)$  then  $b(5)$

2'''.if  $c(5)$  then  $b(5)$

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3''.if  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$b(5)$

Te kući stav:

$d(5)$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

$d(5)$

dodaje se zaključak izbrisanog pravila u listu  $b(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

2''.if  ~~$d(5)$~~  then  ~~$b(5)$~~  pravilo se briše jer se poznati stav nalazi u zaključku

2'''.if  ~~$c(5)$~~  then  ~~$b(5)$~~  pravilo se briše jer se poznati stav nalazi u zaključku

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3''.if  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$d(5)$

Lista neupotrebljenih stavova:

$b(5)$

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

$d(5)$

$b(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3".if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

~~$b(5)$~~  uklanja se prvi stav iz liste

Te kući stav:

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$   
 $c(5)$   
 $d(5)$   
 $b(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3".if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

## Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $b(5)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$   
 $c(5)$   
 $d(5)$   
 $b(5)$



# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1'.if – then  $a(5)$  dodaje se novo pravilo sa praznom listom preduslova

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$

2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$

2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

3''.if  $f(x)$  then  $d(x)$

4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Tekući stav:

$b(5)$

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$

$c(5)$

$d(5)$

$b(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

~~1'.if then a(5)~~ pravilo se briše jer je lista preduslova prazna

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3''.if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

a(5)

Tekući stav:

b(5)

Lista novodobijenih stavova:

c(2)

c(5)

d(5)

b(5)

dodaje se zaključak izbrisanog pravila u listu a(5)

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3".if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

~~a(5)~~ uklanja se prvi stav iz liste

Tekući stav:

Lista novodobijenih stavova:

c(2)  
c(5)  
d(5)  
b(5)  
a(5)

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3".if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista neupotrebljenih stavova:

## Tekući stav:

uparujemo tekući stav sa preduslovima  $a(5)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$   
 $c(5)$   
 $d(5)$   
 $b(5)$   
 $a(5)$

# Zadatak 1 - Rešenje

Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3".if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

Lista neupotrebljenih stavova:

Tekući stav:

Lista novodobijenih stavova:

c(2)  
c(5)  
d(5)  
b(5)  
a(5)

# Zadatak 1 - Rešenje

## Pravila:

1. if  $b(x)$  then  $a(x)$
- 2'.if  $d(2)$  then  $b(2)$
2. if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$
- 3".if  $f(x)$  then  $d(x)$
4. if  $g(x)$  then  $c(x)$

## Lista novodobijenih stavova:

$c(2)$   
 $c(5)$   
 $d(5)$   
 $b(5)$   
 $a(5)$

# CIKLIČNO-HIBRIDNO ULANČAVANJE

Inicijalno se formira lista stavova koja oslikava početno stanje posmatranog sveta.

Dok god ima promena u listi stavova posmatranog sveta (ili ako je u pitanju prva iteracija):

- Formirati praznu listu stavova dobijenih u tekućoj iteraciji.
- Za svako pravilo u bazi znanja produkcionog sistema:
  - Ukoliko se svi stavovi iz preduslova pravila mogu vezati za stavove iz skupa stavova, koji čine stavovi iz liste stavova posmatranog sveta i stavovi iz liste stavova dobijenih u tekućoj iteraciji, dodati stav zaključak u listu stavova dobijenih u tekućoj iteraciji.
- Dodati stavove iz liste stavova dobijenih u tekućoj iteraciji u listu stavova posmatranog sveta.



## Zadatak 2 - Ciklično-hibridno ulančavanje



Data je sledeća baza znanja koja se sastoji od sledećih produkcionih pravila i stavova.

if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

if  $g(x)$  then  $c(x)$

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

Koji su sve novi stavovi izvedeni i u kojoj iteraciji koristeći tehniku ciklično-hibridnog ulančavanja?

## Zadatak 2 - Rešenje



→ if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

1.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$   
→ if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

1.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

## Zadatak 2 - Rešenje

★ ★ ☆ ☆ ☆

if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

→ if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

1.

$g(2)$

$d(5)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

→ if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

1.

$g(2)$

$d(5)$

$f(5)$

$c(2)$

$g(5)$

$e$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

→ if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

1.

$g(2)$

$d(5)$

$f(5)$

$c(2)$

$g(5)$

$c(5)$

$e$

## Zadatak 2 - Rešenje



→ if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.



## Zadatak 2 - Rešenje

★ ★ ☆ ☆ ☆

if  $b(x)$  then  $a(x)$   
→ if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
→ if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

→ if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

## Zadatak 2 - Rešenje



→ if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$   
→ if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
→ if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

→ if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$



## Zadatak 2 - Rešenje



→ if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$

4.

## Zadatak 2 - Rešenje

★ ★ ☆ ☆ ☆

if  $b(x)$  then  $a(x)$   
→ if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$

4.

## Zadatak 2 - Rešenje

★ ★ ☆ ☆ ☆

if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
→ if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$

4.

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$

if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$

if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$

→ if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

$g(2)$

$f(5)$

$g(5)$

$e$

1.

$d(5)$

$c(2)$

$c(5)$

2.

$b(5)$

3.

$a(5)$

4.

## Zadatak 2 - Rešenje



if  $b(x)$  then  $a(x)$   
if  $c(x)$  and  $d(x)$  then  $b(x)$   
if  $e$  and  $f(x)$  then  $d(x)$   
if  $g(x)$  then  $c(x)$

0.

1.

2.

3.

4.

$g(2)$

$d(5)$

$b(5)$

$a(5)$

$f(5)$

$c(2)$

$g(5)$

$c(5)$

$e$

# Zadatak 3 - Direktno ulančavanje



Data je sledeća baza znanja koja se sastoji od sledećih produkcionih pravila i stavova.

R1: if fact1 then goal1

R2: if a and b then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R5: if d then b

R6: if e then b

R7: if not(e) then c(2)

R8: if fact2 and fact3 then d

R9: if fact2 and fact4 then e

F1: fact2

F2: fact3

Koji su sve novi stavovi izvedeni i koja pravila izmenjena koristeći tehniku direktnog ulančavanja?

# Stavovi sa NOT

Šta ukoliko se u bazi znanja produkcionog sistema javi pravilo koje koristi NOT ispred nekog stava u preduslovu?

Ukoliko važi „*pretpostavka o zatvorenom svetu*“ onda se pravila koja koriste NOT ispred svih stavova preduslova ne razmatraju u svim navedenim tehnikama. Ukoliko nije pokazano da važi neki stav X (ako se ne nalazi u početnim stavovima koji opisuju trenutni svet ili stav nije izveden u procesu rezonovanja) onda koristeći „*pretpostavku o zatvorenom svetu*“ možemo smatrati da važi stav NOT X. Onda proces rezonovanja možemo započeti ponovo, nakon što dodamo u listu stavova sve stavove preduslova pravila ispred kojih se nalazi NOT, a za koje nije pokazano da važe. Stavove dodajemo po redosledu pojavljivanja u pravilima.



# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if **fact1** then **goal1**

R2: if **a** and **b** then **goal1**

R3: if **c(x)** then **goal2(x)**

R4: if **not(d)** then **a**

R5: if **d** then **b**

R6: if **e** then **b**

R7: if **not(e)** then **c(2)**

R8: if **fact2** and **fact3** then **d**

R9: if **fact2** and **fact4** then **e**

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

**fact2, fact3**

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 3 - Rešenje



- R1: if **fact1** then **goal1**
- R2: if **a** and **b** then **goal1**
- R3: if **c(x)** then **goal2(x)**
- R4: if **not(d)** then **a**
- R5: if **d** then **b**
- R6: if **e** then **b**
- R7: if **not(e)** then **c(2)**
- R8: if **fact2** and **fact3** then **d**
- R9: if **fact2** and **fact4** then **e**

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

**fact2**, **fact3**

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if **fact1** then **goal1**

R2: if **a** and **b** then **goal1**

R3: if **c(x)** then **goal2(x)**

R4: if **not(d)** then **a**

R5: if **d** then **b**

R6: if **e** then **b**

R7: if **not(e)** then **c(2)**

**R8: if fact2 and fact3 then d**

**R9: if fact2 and fact4 then e**

Tekući stav:

**fact2**

Lista neupotrebljenih stavova:

**fact3**

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if **fact1** then **goal1**

R2: if **a** and **b** then **goal1**

R3: if **c(x)** then **goal2(x)**

R4: if **not(d)** then **a**

R5: if **d** then **b**

R6: if **e** then **b**

R7: if **not(e)** then **c(2)**

R8': if **fact3** then **d**

R8: if **fact2** and **fact3** then **d**

R9': if **fact4** then **e**

R9: if **fact2** and **fact4** then **e**

Te kući stav:

**fact2**

Lista neupotrebljenih stavova:

**fact3**

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2: if a and b then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R5: if d then b

R6: if e then b

R7: if not(e) then c(2)

R8': if fact3 then d

~~R8: if fact2 and fact3 then d~~

R9': if fact4 then e

~~R9: if fact2 and fact4 then e~~

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

fact3

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if **fact1** then **goal1**  
R2: if **a** and **b** then **goal1**  
R3: if **c(x)** then **goal2(x)**  
R4: if **not(d)** then **a**  
R5: if **d** then **b**  
R6: if **e** then **b**  
R7: if **not(e)** then **c(2)**  
R8': if **fact3** then **d**  
R9': if **fact4** then **e**

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

**fact3**

Lista novodobijenih stavova:

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if **fact1** then **goal1**  
R2: if **a** and **b** then **goal1**  
R3: if **c(x)** then **goal2(x)**  
R4: if **not(d)** then **a**  
R5: if **d** then **b**  
R6: if **e** then **b**  
R7: if **not(e)** then **c(2)**  
**R8'**: if **fact3** then **d**  
R9': if **fact4** then **e**

Tekući stav:  
**fact3**

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:



# Zadatak 3 - Rešenje



- R1: if **fact1** then **goal1**
- R2: if **a** and **b** then **goal1**
- R3: if **c(x)** then **goal2(x)**
- R4: if **not(d)** then **a**
- R5: if **d** then **b**
- R6: if **e** then **b**
- R7: if **not(e)** then **c(2)**
- R8'': if - then **d**
- R8': if **fact3** then **d**
- R9': if **fact4** then **e**

Tekući stav:  
**fact3**

Lista neupotrebljenih stavova:  
**d**

Lista novodobijenih stavova:  
**d**

# Zadatak 3 - Rešenje



- R1: if fact1 then goal1
- R2: if a and b then goal1
- R3: if c(x) then goal2(x)
- R4: if not(d) then a
- R5: if d then b
- R6: if e then b
- R7: if not(e) then c(2)
- ~~R8'': if — then d~~
- ~~R8': if fact3 then d~~
- R9': if fact4 then e

Tekući stav:  
fact3

Lista neupotrebljenih stavova:  
d

Lista novodobijenih stavova:  
d

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if **fact1** then **goal1**  
R2: if **a** and **b** then **goal1**  
R3: if **c(x)** then **goal2(x)**  
R4: if **not(d)** then **a**  
R5: if **d** then **b**  
R6: if **e** then **b**  
R7: if **not(e)** then **c(2)**  
R9': if **fact4** then **e**

Te kući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

~~e~~

Lista novodobijenih stavova:

d

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1  
R2: if a and b then goal1  
R3: if c(x) then goal2(x)  
R4: if not(d) then a  
R5: if d then b  
R6: if e then b  
R7: if not(e) then c(2)  
R9': if fact4 then e

Te kući stav:

d

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2: if a and b then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R5': if - then b

R5: if d then b

R6: if e then b

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

d

Lista neupotrebljenih stavova:

b

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2: if a and b then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

~~R5': if then b~~

~~R5: if d then b~~

~~R6: if e then b~~

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

d

Lista neupotrebljenih stavova:

b

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1  
R2: if a and b then goal1  
R3: if c(x) then goal2(x)  
R4: if not(d) then a  
R7: if not(e) then c(2)  
R9': if fact4 then e

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

b

Lista novodobijenih stavova:

d, b



# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2: if a and b then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Te kući stav:

b

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R2: if a and b then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

b

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

~~R2: if a and b then goal1~~

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

b

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

Na osnovu pretpostavke o zatvorenom stavu, dodajemo sve stavove sa NOT za koje nismo dokazali da važe, a koji su nam od interesa

Lista neupotrebljenih stavova:

not(e)

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Te kući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

not(e)

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

**R7: if not(e) then c(2)**

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

**not(e)**

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d, b

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R7': if - then c(2)

R7: if not(e) then c(2)

R9': if fact4 then e

Te kući stav:  
not(e)

Lista neupotrebljenih stavova:  
c(2)

Lista novodobijenih stavova:  
d, b, c(2)



# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

~~R7': if then c(2)~~

~~R7: if not(e) then c(2)~~

R9': if fact4 then e

Te kući stav:  
not(e)

Lista neupotrebljenih stavova:  
c(2)

Lista novodobijenih stavova:  
d, b, c(2)

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

~~€(2)~~

Lista novodobijenih stavova:

d, b, c(2)

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

c(2)

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d, b, c(2)

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if - then goal2(2)

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R9': if fact4 then e

Tekući stav:  
c(2)

Lista neupotrebljenih stavova:  
goal2(2)

Lista novodobijenih stavova:  
d, b, c(2), goal2(2)

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

~~R3: if — then goal2(2)~~

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

c(2)

Lista neupotrebljenih stavova:

goal2(2)

Lista novodobijenih stavova:

d, b, c(2), goal2(2)

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R9': if fact4 then e

Tekući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

goal2(2)

Lista novodobijenih stavova:

d, b, c(2), goal2(2)

# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R9': if fact4 then e

Te kući stav:

goal2(2)

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d, b, c(2), goal2(2)



# Zadatak 3 - Rešenje



R1: if fact1 then goal1

R2': if a then goal1

R3: if c(x) then goal2(x)

R4: if not(d) then a

R9': if fact4 then e

Te kući stav:

Lista neupotrebljenih stavova:

Lista novodobijenih stavova:

d, b, c(2), goal2(2)

# Zadatak za samostalnu vežbu - Lopovi



Dat je produkциони sistem čiju bazu znanja čine sledeća pravila (R) i stavovi (F):

R1. if Steals(x, y) then Thief(x)

R2. if not Owns(x, y) and Likes(x, y) and Wants(x, y) then Steals(x, y)

R3. if Evil(x) and Valuable(y) then Steals(x, y)

R4. if Magical(y) and Wants(x, y) then Valuable(y)

R5. if Bad(y) and Likes(x, y) then Evil(x)

R6. if Needs(x, y) then Wants(x, y)

F1. Bad(Chaos)

F2. Likes(Jafar, Chaos)

F3. Magical(Lamp)

F4. Needs(Jafar, Lamp)

F5. Likes(Cassim, Scepter)

F6. Magical(Scepter)

F7. Needs(Cassim, Scepter)

# Zadatak za samostalnu vežbu - Lopovi



Koristeći tehniku ciklično-hibridnog ulančavanja izvesti sve nove stavove. Nije dozvoljeno menjati redosled stavova, preduslova pravila i pravila. Uvesti da važi pretpostavka o „zatvorenom svetu“.

Da li u ovakvom produkcionom sistemu (koristeći tehniku ciklično-hibridnog ulančavanja) promena redosleda razmatranja:

- 1) Stavova
- 2) Preduslova pravila
- 3) Pravila



može dovesti do istih izvedenih stavova dobijenih u drugačijem redosledu? Zaokružiti odgovor DA/NE za sva tri potpitanja i obrazložiti odgovor.

# Zadatak za samostalnu vežbu - HIMYM



Ted, Barni, Robin, Maršal i Lili sede u baru i žele da naprave fenomenalan koktel. Nakon duge i teške diskusije došli su do sledećih pravila i činjenica koje važe za fenomenalan koktel i predstavili ih produkcionim sistemom. Data je sledeća baza znanja koja se sastoji od sledećih produkcionih pravila i činjenica:

P1: if Contains(x, y) and DrunkCrew then AwesomeCocktail(x, y, z, w)

P2: if Contains(x, y) and HasLooks(x, y, z, w) then AwesomeCocktail(x, y, z, w)

P3: if Likes(x) and Likes(y) and Mix(x, y) then Contains(x, y)

P4: if Base(x) and Modifier(y) then Mix(x, y)

P5: if Colour(x, y, z) and Decoration(w) then HasLooks(x, y, z, w)

P6: if Contains(x, y) and Syrup(z) then Pour(x, y, z)

P7: if Pour(x, y, z) then Colour(x, y, z)

P8: if not Season(Summer) then Decoration(Orange)

P9: if not Season(Winter) then Decoration(Cherry)

# Zadatak za samostalnu vežbu - HIMYM



Pretpostaviti da važe sledeće činjenice:

*Likes(Pineapple), Likes(Tequila), Likes(Rum), Likes(Vodka), Likes(Tantrum)*

*Base(Rum), Base(Whiskey)*

*Modifier(Juice), Modifier(Tantrum), Modifier(Pineapple)*

*Syrup(Grenadine), Syrup(BC)*

*Season(Summer)*

1. Koristeći ciklično hibridno ulančavanje pronaći sve koktele koji su sjajni po opisu Tedovog društva. U koliko iteracija su pronađeni fenomenalni kokteli?
2. U koliko je najmanje iteracija moguće pronaći sve fenomenalne koktele u prethodnoj tački? Dozvoljena je promena redosleda razmatranja preduslova, pravila i činjenica. Prikazati takav produkциони sistem sa izmenjenim redosledom preduslova, pravila i činjenica.

# Zadatak za samostalnu vežbu – Duck family



Dat je produkциони sistem čiju bazu znanja čine sledeća pravila (R) i stavovi (F):

R1. if FreeTime(x) and HasMoney(x) then Travels(x, DuckLake)

R2. if Retired(x) and Grandparent(x, y) and LivesAt(y, z) then Travels(x,z)

R3. if Works(x) and GoodWorld then HasMoney(x)

R4. if not Works(x) then FreeTime(x)

R5. if Parent(x, y) and Parent(y, z) then Grandparent(x, z)

F1. GoodWorld

F2. Parent(Quackmore, Della)

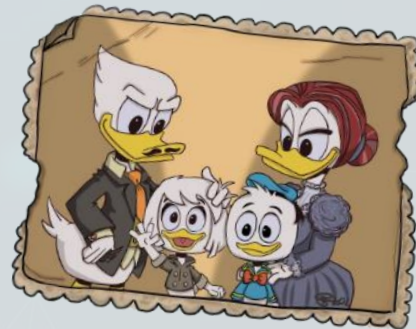
F3. Parent(Della, Huey)

F4. LivesAt(Huey, Duckburg)

F5. Works(Della)

F6. Retired(Quackmore)

F7. HasMoney(Quackmore)





# Zadatak za samostalnu vežbu – Duck family



Koristeći tehniku direktnog ulančavanja izvesti sve nove stavove. Nije dozvoljeno menjati redosled stavova, preduslova pravila i pravila. Lista stavova inicijalno sadrži stavove u redosledu kojim su navedeni tako da je prvi stav koji se uklanja iz liste stav F1. Novodobijeni stavovi se stavljaju na početak liste stavova. Pravila se razmatraju redosledom kojim su navedena u tabeli. Novodobijena pravila se dodaju u tabelu na prvo slobodno mesto iznad pravila iz koga su nastala. Uvesti da važi pretpostavka o „zatvorenom svetu“.

Da li u ovakvom produkcionom sistemu (koristeći tehniku direktnog ulančavanja) promena redosleda razmatranja:

- 1) Stavova
- 2) Preduslova pravila
- 3) Pravila



može dovesti do istih izvedenih stavova dobijenih u drugačijem redosledu? Zaokružiti odgovor DA/NE za sva tri potpitanja i obrazložiti odgovor.



# PRODUKCIONI SISTEMI

Šta ukoliko se u bazi znanja produkcionog sistema nalazi stav  $X$ , a procesom rezonovanja izvedemo stav NOT  $X$ ?

Takva situacija predstavlja nekonzistentan skup stavova. Za velike produkcijske sisteme sa velikim brojem pravila i stavova postoji veća šansa za pojavu nekonzistencija (konfliktnih situacija). U tom slučaju neophodno je realizovati Sistem za održavanje istine (Truth Maintenance System), koji će razrešavati navedene nekonzistencije.

# PRODUKCIONI SISTEMI

## Šta su prednosti i mane produkcionih sistema?

### Prednosti:

- jednostavnost i razumljivost – tome doprinosi uniformna struktura pravila produkcionih sistema.
- modularnost – pravila i stavovi se lako dodaju i brišu iz baze znanja. Znanje se kodira na diskretan način, koristeći pravila i stavove.
- ekspresivnost – sistem čuva „čisto“ znanje, semantika je očuvana samom strukturom reprezentacije znanja (svako pravilo se normalno piše kao rečenica).

### Mane:

- nemogućnost učenja – sistem ne čuva rezultate za rešavanje budućih problema.
- pojava konflikata – karakteristično za velike sisteme sa velikim brojem pravila i stavova, kada se vrši dodavanje novih pravila/stavova.

# PITANJA?

<http://ri4es.etf.rs/>

CREDITS: This presentation template was created by **Slidesgo**, including icons by **Flaticon**, and infographics & images by **Freepik**.