

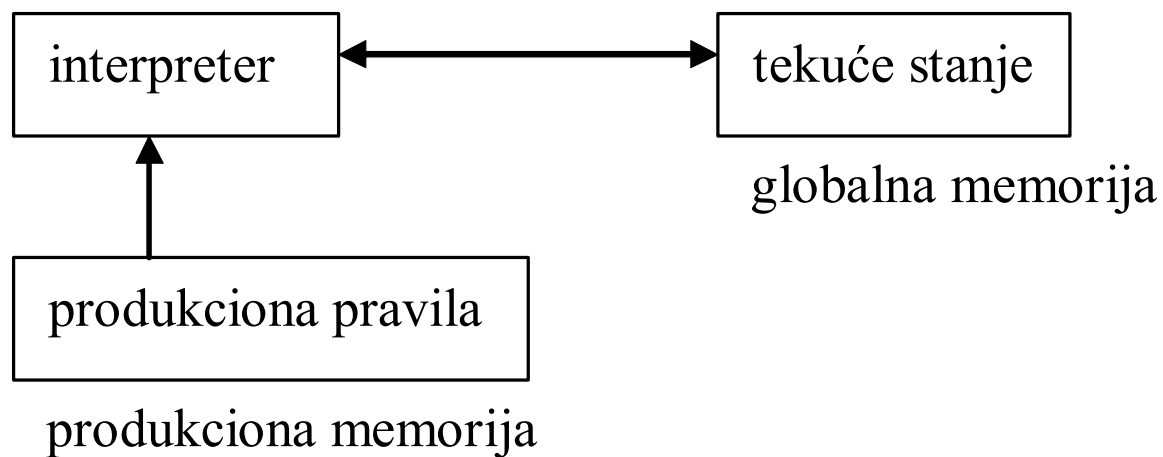
Ekspertski sistemi

Lekcija 6: PRODUKCIONI I
ANALITIČKI SISTEMI

Produkcioni sistemi

- Najčešće korišćena šema za predstavljanje znanja u ekspertskim sistemima .
- Koristi pravila za predstavljanje znanja.
- Sistem se sastoji od tekućeg stanja, interpretera i produkcionih pravila

Produkcioni sistemi



Produkcioni sistemi

- Globalna memorija se koristi da se prati tekuće stanje sistema.
- Ona se sastoji od niza pojedinačnih memorijski elemenata.
- Konceptualno, svaki memorijski element opisuje stanje nekog objekta od interesa.
- Memorijski element se sastoji od simbola koji identifikuje opisani element iza koga slede serije parova atribut-vrenost, od kojih svako opisuje tekuće stanje pridruženog elementa.

Produkcioni sistemi

Sistem izgleda ovako:

(p<ime produkcije>
(<uslovni element>)

...

(<uslovni element>)

(<akcija>)

....

(<akcija>))

<uslovni element> ::= <identifikator memorijskog elementa>

^<identifikator atributa><vrednost>

...

^<identifikator atributa><vrednost>

Produkcioni sistemi

<identifikator atributa> ::= atribut čija se vrednost treba da uporedi

<vrednost> ::= <konstanta> ili <varijabla> koja identifikuje vrednost pridruženog atributa koju ovaj treba da ima da bi se zadovoljio uslov

<konstanta> ::= specifična vrednost,

<promenljiva> ::= vrednost određena vezivanjem za vreme izvršenja

<akcija> ::= akcija koju treba preduzeti od strane produkcionog sistema

Produkcioni sistemi

Tipične akcije su:

- make – dodati novi element u radnu memoriju,
- remove – ukloniti element iz globalne memorije,
- modify – izmeniti vrednost specificiranog atributa zadatog memorijskog elementa,
- compute – izračunati vrednost na osnovu zadatih promenljivih,
- read – prihvatiti ulaz od korisnika,
- write – poslati izlaz korisniku,
- call – izvršiti specifičnu korisnički definisanu proceduru.

Produkcioni sistemi

- Uslovni elementi mogu da uključuju takođe različite AND/OR kombinacije vrednosti atributa i negaciju uslovnih elemenata.
- U radu sa ovakvim pravilima, pri pomeranju od uslovnih elemenata do akcija koristi se **direktno ulančavanje**.

Produkcioni sistemi

Procedura za direktno ulančavanje:

- dok se problem ne reši ili dok nijedan od uslovnih delova pravila nije zadovoljen u trenutnoj situaciji, uraditi sledeće:
 - sakupiti pravila čiji su uslovni elementi zadovoljeni; ako više od jednog pravila ima zadovoljene uslovne elemente, primeniti strategiju rezoluciju konflikta da se eliminišu svi izuzev jednog;
 - izvršiti zahtevane akcije.

Produkcioni sistemi

- Kada su svi uslovi u pravilu zadovoljeni u tekućoj situaciji, za pravilo se kaže da je okinuto.
- Po obavljenoj akciji, pravilo je izvršeno.
- Okidanje ne znači izvršenje, jer uslovni element u više pravila mogu da budu zadovoljeni simultano, okidajući ih sve.
- Neophodno je da se primenom procedure za rezoluciju konflikta odredi koje će se pravilo izvršiti

Primer – Sistem Paker

Robot pakuje robu koristeći produkcionni sistem
PAKER:

- proveriti šta je potrošač odabrao da li nešto nedostaje i sugerišući kupcu dodatnu nabavku,
- staviti najpre veliku robu, obraćajući posebnu pažnju na pakovanje velikih boca,
- staviti zatim robu srednje veličine, vodeći računa da se smrznute stvari stave u kese za zamrzivač,
- staviti male stvari tamo gde ima mesta

Primer – Sistem Paker

- Korak 1: Provera narudžbine

Nije upakovao: hleb

sapun

sladoled

čips

lubenica

Primer – Sistem Paker

Roba	Kesa	Veličina	Smrznuta
Hleb	plastika	Srednja	ne
Sladoled	kartonska kesa	Srednja	da
Pepsi	boca	Velika	ne
Čips	plastika	Srednja	ne
Lubenica	plastična	Velika	ne
Sapun	plastična	mala	ne

Primer – Sistem Paker

R1: ((p provera narudžbine)

(kesa čipsa)

(nema osvežavajućeg pića)

→ dodati bocu Pepsi

narudžbini)

Primer – Sistem Paker

R2: ((p provera narudžbine)

→ prekinuti korak provera narudžbine i
početi korak pakovanje velikih stvari)

- Ovo pravilo može da bude opasno, jer može sprečiti da pravilo R1 bude okinuto

Primer – Sistem Paker

Strategija rezolucije konflikta:

- uređenje po specifičnosti – ako se skup uslovnih elemenata nekog pravila sadrži u skupu uslovnih elemenata drugog pravila, koristeći pravilo sa većim skupom uslovnih elemenata,
- uređivanje pravila – poređati pravila u jednu prioritetsku listu; pravilo na vrhu liste ima najviši prioritet, ostala se ignorišu;
- uređenje podataka – urediti sve moguće aspekte situacija u jednu prioritetsku listu; izvršiće se okidanje onog pravila koje ima uslove najvišeg prioriteta;
- uređenje po veličini – urediti pravila po broju uslovnih elemenata; pravilo sa najstrožim uslovima ima najviši prioritet;
- uređenje po ažurnosti – pravilo koje je najskorije korišćeno (ili najdavnije) ima najviši prioritet;
- ograničavanje konteksta – smanjiti verovatnoću konflikta razdvajanjem pravila u grupe, od kojih su samo neke aktivne u datom trenutku vremena; mora postojati procedura koja će da aktivira i deaktivira grupe.

Primer – Sistem Paker

- U posmatranom primeru PAKER koristi poslednju strategiju ograničavanja konteksta, jer se već produkcijom ograničava pravilo za poseban korak.
- Pretpostavi se da PAKER takođe koristi uređivanje po specifičnosti.
- Znači da se R2 neće izvršiti sve dok postoji okidanje drugih pravila iz grupe provera narudžbine.
- Svaki korak ima pravilo kao R2 na osnovu koga se prelazi na drugi korak kad nema više ništa da se uradi

Primer – Sistem Paker

- R3:** ((p pakovanje velike robe)
(veliki predmet treba upakovati)
(veliku bocu treba upakovati)
(kesa sa manje od 6 velikih
predmeta)
→ staviti bocu u kesu)
- R4:** ((p pakovanje velike robe)
(veliki predmet treba upakovati)
(kesa sa manje od 6 velikih predmeta)
→ staviti veliki predmet u kesu)

Primer – Sistem Paker

- Pravilo R4 će se uvek izvršiti pre pravila R3, jer se uslovi elementa R3 sadrže u skupu uslovnih elemenata pravila R4.
- Ako nema mesta u kesi, mora da postoji način da se reši problem velikih boca i ostalih velikih predmeta

Primer – Sistem Paker

R5: ((p pakovanje velike robe)

(veliki predmet treba upakovati)

→ uzeti novu kesu)

R6: ((p pakovanje velike robe)

→ (završiti korak pakovanje velike
robe)

(započeti korak pakovanje srednje
robe)

Primer – Sistem Paker

- Korak: pakovanje srednje robe
- Kesa 1: Pepsi
lubenica
- neupakovano: hleb
sapun
sladoled
čips

Primer – Sistem Paker

R7: ((p pakovanje srednje robe)

(srednji predmet treba upakovati)

(postoji prazna kesa ili kesa sa srednjom robom)

(kesa nije puna)

(srednji predmet je zamrznut)

(srednji predmet nije u posebnoj kesi za zamrzivač)

→ (staviti srednji predmet u posebnu kesu za zamrzivač))

Primer – Sistem Paker

R8: ((p pakovanje srednje robe)

(srednji predmet treba upakovati)

(postoji prazna kesha ili kesha sa srednjom robom)

(kesha nije puna)

→ (staviti srednji predmet u kesu))

- Na osnovu uređenja po specifičnosti, R7 dobija prednost, čime se obezbeđuje da se zamrznute stvari stavljaju najpre u posebnu kesu za zamrzivač, pre stavljanja u zajedničku kesu

Primer – Sistem Paker

R9: ((p pakovanje srednje robe)
(srednji predmet treba upakovati)
→ (uzeti novu kesu))

R10: ((p pakovanje srednje robe)
→ (završiti korak pakovanje srednje
robe)
(započeti korak pakovanje male
robe))

Primer – Sistem Paker

- Korak: pakovanje male robe
- kesa 1: Pepsi
lubenica
- kesa 2: hleb
sladoled (u kesi za zamrzivač)
čips
- neupakovano: sapun
- Saglasno pravilima, srednje stvari ne idu u kese sa velikom robom. To nije slučaj sa malom robom, ona se može staviti bilo gde, izuzev u kese sa bocom.

Primer – Sistem Paker

R13: ((p pakovanje male robe)

(mali predmet treba upakovati)

→ (uzeti novu kesu))

R14: ((p pakovanje male robe)

→ (završiti pakovanje malih predmeta)

(kraj))

Primer – Sistem Paker

- Korak: pakovanje male robe
- kesa 1: Pepsi
lubenica
- kesa 2: hleb
sladoled (u kesi za zamrzivač)
čips
sapun
- neupakovano: -

Analitički sistemi

- Neka uslovni elementi specificiraju kombinaciju poznatih činjenica.
- Takođe, neka deo desno od simbola → specificira činjenice koje treba izvesti direktno na osnovu uslovnih elemenata.
- Tako ograničen produkcionni sistem se naziva analitički ili dedukcioni sistem.

Primer – Robot i ZOO

- Robot želi da provede jedan dan u zoološkom vrtu.
- Pretpostavka je da robot zna osnovna svojstva kao što su boja i veličina, ali ne zna kako da kombinuje takve činjenice u zaključke (na primer, ovo je zebra, a ovo je tigar)
- Robot mora da koristi analitički produkcionni sistem IDENT.
- Pretpostavka je da zoološki vrt ima sedam životinja.

Primer – Robot i ZOO

R1: ((p dlaka)

(životinja ima dlaku)

→ (to je sisar))

R2: ((p mleko)

(životinja daje mleko)

→ (to je sisar))

Primer – Robot i ZOO

R3: ((p perje)

(životinja ima perje)

→ (to je ptica))

R4: ((p letenje)

(životinja leti)

(životinja leže jaja)

→ (to je ptica))

Primer – Robot i ZOO

R5: ((p sisar)

(jede meso)

→ (to je mesožder))

R6: ((p sisar)

(ima oštre zube)

(ima kandže)

(oči gledaju napred)

→ (to je mesožder))

Primer – Robot i ZOO

R7: ((p sisar)

(ima kopita ili papke)

→ (to je biljojed))

R8: ((p sisar)

(preživa)

→ (to je biljojed)

(ima paran broj nožnih prstiju))

Primer – Robot i ZOO

R9: ((p mesožder)
(ima žutomrku boju)
(ima tamne tačke)
→ (to je gepard))

R10: ((p mesožder)
(ima žutomrku boju)
(ima crne tačke)
→ (to je tigar))

Primer – Robot i ZOO

R11: ((p biljojed)
(ima duge noge)
(ima dug vrat)
(ima žutomrku boju)
(ima tamne tačke)
→ (to je žirafa))

R12: ((p biljojed)
(ima belu boju)
(ima crne trake)
→ (to je zebra))

Primer – Robot i ZOO

R13: ((p ptica)

(ne leti)

(ima duge noge)

(ima dug vrat)

(crna je i bela)

→ (to je noj))

Primer – Robot i ZOO

R14: ((p biljojed)

(ne leti)

(pliva)

(crna je i bela)

→ (to je pingvin))

R15: ((p ptica)

(dobar je letač)

→ (to je albatros))

Primer – Robot i ZOO

- Neka je robot došao do sledećih zaključaka:
- posmatrana životinja ima žutomrku boju i tamne tačke; može se uočiti da se uslovni elementi pravila R9 i R11 seku, ali su potrebni dodatni uslovi za okidanje;
- dok hrani bebu, životinja preživa, očigledno životinja daje mleko, što okida pravilo R2, iz koga se dobija da se radi o sisaru; s obzirom da se radi o sisaru koji preživa, dolazi do okidanja pravila R8, na osnovu koga se uspostavlja zaključak da je životinja biljojed koji ima dva ili četiri nožna prsta; niz uslovnih elemenata pravila R11 je zadovoljen;
- životinja ima duge noge i vrat, dolazi do okidanja, konačno, dolazi do okidanja pravila R11 (na osnovu uređenja po specifičnosti), dakle zaključuje se da je životinja žirafa.

Primer – Robot i ZOO

- Dobijeni rezultat je dobijen tako što se pošlo od poznatih činjenica da bi se izvele nove.
- Ovo je zaključivanje na osnovu direktnog ulančavanja.
- Kod analitičkih sistema može se primeniti i povratno ulančavanje, gde se polazi od pretpostavljenog zaključka da bi se došlo do činjenica koje podržavaju takav zaključak.

Primer – Robot i ZOO

- Neka je početna pretpostavka da se radi o gepardu:
- da bi se hipoteza verifikovala, pravilo R9 zahteva da je životinja mesožder i da ima žutomrku boju sa tamnim tačkama,
- sada se mora ispitati da li je životinja mesožder, to su pravila R5 i R6, neka se krene od pravila R5 koje zahteva da je životinja sisar,
- vrši se ispitivanje da li je životinja sisar, opet postoje dve mogućnosti, R1 i R2, uzima se u razmatranje prvo R1,
- prvo je potrebno da se utvrdi da li životinja ima dlaku, ovo ispitivanje je stvar senzorskog sistema; usvaja se da ima dlaku, što znači da je u pitanju sisar i sistem se vraća na pravilo R5,

Primer – Robot i ZOO

- mora se ispitati da li životinja jede meso; pretpostavlja se da u tom trenutku o tome ne postoji uvid, IDENT mora da napusti pravilo R5 i da pokuša da primeni pravilo R6, da bi se ustanovilo da li je životinja mesožder,
- ispituje se da li je životinja sisar, ovo je već ustanovljeno prilikom proverе uslova za pravilo R5,
- sada treba da se utvrdi da li životinja ima oštre zube, da li ima kandže i da li oči gledaju napred; usvaja se da senzorski sistem pokazuje da je sve ovo tačno, pa je očigledno da je životinja mesožder, i sistem se vraća na R9, sa kojim je i započeto razmatranje,
- sa obzirom da je pretpostavljeno da životinja ima žutomrku boju sa tamnim tačkama, što podržava R9, potvrđeno je da je životinja gepard.