

Ekspertski sistemi

Lekcija 7: RAD U NEIZVESNOM OKRUŽENJU

NEIZVESNO OKRUŽENJE

Tipovi neizvesnosti mogu biti:

- nepotpuno, neizvesno znanje (heurističko znanje nekog aspekta domena – na primer, ekspert može da zna samo da izvestan skup pojava, činjenica, podrazumeva neki zaključak;
- neizvesni podaci – ako je i siguran u znanje, može da bude neizvesnosti u podatke koji opisuju spoljno okruženje (uzrok iz opažanja pojave);
- nepotpuna informacija – donošenje odluke na osnovu nepotpunih informacija;
- slučajnost – neke oblasti su po prirodi slučajne – iako je znanje i informacije potpune, a znanje sigurno, domen poseduje stohastička svojstva

NEIZVESNO OKRUŽENJE

- Rezonovanje zasnovano na predikatskoj logici je poželjno zbog svoje preciznosti i strogosti izvođenja. Izvedena istina ne dovodi do kontradikcije, ako ona ne postoji unutar aksioma.
- Stoga je karakteristika predikatske logike monotono rezonovanje, jer se broj informacija koje su poznate u bilo kom trenutku vremena stalno povećava, nikad ne smanjuje.
- Međutim, postoje problemi u kojima se ova logika ne može primeniti:
 - raspoložive informacije često nepotpune ili nesigurne
 - uslovi se menjaju tokom vremena
 - postoji često potreba da se učine efikasne, ali moguće neispravne odluke kada se se dođe u ćorsokak

Nemonotono rezonovanje

- Uvodi se probno poverenje koje se zasniva na implicitnim pretpostavkama koje se usvajaju u odsustvu suprotnih činjenica
- Let avionom - putnik ima poverenje u pilota, ako nema suprotnih činjenica. Nemonotono rezonovanje se zasniva na ovom konceptu.
- Nemonotono rezonovanje je praćeno skupom probnih poverenja i revidira neka poverenja kada se dođe do novih saznanja.
- Ovo rezonovanje uključuje:
 - premise - koje su uvek tačne, kao ranije posmatrane aksiome,
 - probna poverenja - koja mogu potencijalno da budu netačne, jer proizilaze iz pretpostavki,
 - zapis zavisnosti - poverenje i njegovo opravdanje: činjenica, druga poverenja i zaključci, koji su korišćeni da se proizvede dato probno poverenje

TMS

- **Truth Maintenance System - TMS - sistem za održavanje istinitosti**
- TMS radi kao sistem za upravljanje bazom znanja i poziva se svaki put kada sistem rezonovanja generiše novi zaključak.
- Primenjujući reviziju poverenja, preuzima akcije za modifikaciju zavisnih poverenja da bi održao konzistentnost baze znanja.
- Ovaj sistem ima pasivnu ulogu. On nikad ne inicira generisanje novih zaključaka, već stoji na raspolaganju programu ili programima koji vrše stvarno zaključivanje, pa je uloga TMS-a održavanje interne konzistentnosti stavova korišćenih od strane drugih programa.
- Nikad ne inicira generisanje novih zaključaka.

TMS

- U TMS-u stav ili pravilo se naziva čvor.
- Čvor se može nalaziti bilo u stanju IN koji znači da se veruje da je tvrđenje u njemu istinito, ili OUT, kada se ne veruje da je to tvrđenje istinito, jer nema potvrdnih dokaza, ili ako nijedan od potencijalnih dokaza trenutno nije istinit.
- Za svaki čvor u IN stanju TMS vodi zapis o dobro zasnovanoj podršci: informacije o valjanosti čvora, polazeći od sistemskih činjenica i opravdanja.

TMS

- Uz svaki čvor pridružena je i lista opravdanja ili pretpostavki.
- Čvor je u stanju IN ako je bar jedna od odgovarajućih pretpostavki trenutno važeća.
- Čvor je u stanju OUT, ako nijedna od njegovih pretpostavki trenutno ne važi.
- Pretpostavke su druga tvrđenja, t.j. drugi čvorovi u bazi znanja.
- TMS vodi računa o međuzavisnosti pojedinih čvorova i na osnovu takvih informacija u stanju je da održi konzistentnost baze znanja.

TMS

Postoje dve vrste opravdanja:

- SL (support list) u obliku (SL (IN-lista) (OUT-lista))
- CP (conditional proof) u obliku (CP posledica (IN-lista) (OUT-lista))
- IN-lista predstavlja listu svih čvorova koja moraju da budu u IN stanju da bi čvor bio istinit.
- OUT-lista je lista svih čvorova koji treba da budu u OUT stanju da bi ovaj čvor bio istinit.
- CP opravdanje predstavlja neke uslovne zavisnosti, naime čvor posledica je u IN stanju ako su čvorovi iz IN liste u stanju IN, a čvorovi iz OUT liste u stanju OUT.

TMS

- Čvor koji ima SL opravdanje predstavlja se u obliku sličnom stavu

(1) Sada je leto. (SL () ())

(2) Toplo je. (SL (1) ())

- Prazne liste IN i OUT pretpostavki u SL opravdanju čvora (1) ukazuju da on ne zavisi ni od kakvih trenutnih verovanja ili neverovanja. Ovakvi čvorovi se nazivaju *premisama*.
- IN lista SL opravdanja čvora (1) sadrži čvor 1: istinitost tvrđenja iskazanog čvorom (2) potiče od (trenutne) istinitosti tvrđenja iskazanog čvorom (1).
- Ako bi u budućnosti tvrđenje iz čvora (1) postalo netačno, TMS bi onda prebacio i čvor (2) iz IN stanja u stanje OUT, jer čvor (2) više ne bi posedovao podršku.

TMS

Čvor može imati i nepraznu OUT listu:

- | | | | | |
|-----|---------------|-----|-----|------|
| (1) | Sada je leto. | (SL | () | ()) |
| (2) | Toplo je. | (SL | (1) | (3)) |
| (3) | Hladno je. | | | |

- Čvor (2) je IN ako je čvor (1) IN, a čvor (3) OUT, odnosno "ako je leto i nema dokaza da je hladno, može se zaključiti da je toplo."
- Ako se u nekom trenutku ustanovi da je hladno i čvor (3) postane IN, onda će čvor (2) promeniti stanje, jer nema više opravdanja da se smatra istinitim.
- Čvorovi koji se smatraju istinitim (IN) na osnovu nepostojanja suprotnih dokaza, t.j. imaju nepraznu OUT listu u SL opravdanju, nazivaju se *pretpostavkama*.
- Treba voditi računa i o čvorovima, koji su, možda trenutno, u OUT stanju.

TMS

(1)	Sunčano je.	(SL	(2)	(3))
(2)	Dan je.	(SL	()	(()))
(3)	Pada kiša.	(SL	()	(1))
(4)	Toplo je.	(SL	(1)	(3))
(5)	Vlažno je.	(SL	(3)	(()))

- Neka su čvorovi 1, 2, i 4 u stanju IN, a čvor 3 u stanju OUT.
- Sistem rezonovanja dostavlja TMS sistemu sledeće: "Pada kiša."
- U tom slučaju čvorovi 3 i 2 su u IN stanju, a čvorovi 1 i 4 u stanju OUT.

TMS

- Nekoliko različitih tipova čvorova može da se opravda sa SL.
- Činjenice koje uvek važe su premise, to je u ovom slučaju čvor 2, jer su IN i OUT liste prazne.
- Zaključak koji se formira u standardnom smislu jezika (OUT-liste bi bile uvek prazne), to je u ovom slučaju čvor 5 koji se dobija primenom normalne dedukcije na $(SL \quad (3) \quad ())$.
- Pretpostavka je poverenje koje se zasniva na odsustvu suprotne informacije, što znači da OUT- lista nikad nije prazna. IN-lista se posmatra kao razlog da se učini pretpostavka, a čvorovi bi obezbedili opovrgavanje pretpostavke: »Pretpostaviti da je sunčano pod uslovom da je dan i da ništa ne ukazuje da pada kiša« - se dobija za čvor 1.

TMS

- Uslovni dokaz (UD) je drugi tip opravdanja koji se koristi kao podrška hipotetičkom rezonovanju. Format je [UD <posledica> (ulazna hipoteza)>]
- UD opravdanje je valjano ako i samo ako je čvor posledica u IN stanju kada god su svi čvorovi u ulaznoj hipotezi u stanju IN

TMS

- Uslovni dokaz (UD) je drugi tip opravdanja koji se koristi kao podrška hipotetičkom rezonovanju. Format je

[UD <posledica> (ulazna hipoteza)>]

- UD opravdanje je valjano ako i samo ako je čvor posledica u IN stanju kada god su svi čvorovi u ulaznoj hipotezi u stanju IN
- Kada TMS sistem otkrije nekonzistentnost u tekućem skupu poverenja (kao rezultat dodatih novih opravdanja) on započinje vraćanje unazad da bi se uspostavila konzistencija.
- Protivrečnost u skupu poverenja dešava se kao rezultat netačne pretpostavke

TMS

Uspostavljanje konzistencije baze znanja se sprovodi na sledeći način:

- čvor se označi kao kontradikcija kada se otkrije da poverenje u njega prouzrokuje nekonzistentnosti; mora se sprovesti vrćanje unatrag, dok kontradikcija ne postane OUT;
- Pri vraćanju unazad kroz dobro zasnovanu podršku kontradikciji, pokušava se pronaći mogući uzrok. Razlog kontradikcije može da bude samo netačna pretpostavka, stoga se u vraćanju unazad dolazi do skupa sumnjivih pretpostavki:
- $S_p = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_n\}$
- koje se pojavljuju u dobro zasnovanoj podršci kontradikcije;
- Formira se novi čvor, loš čvor, koji označava da je S_p nekonzistentno
- $[\sim(P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \wedge \dots \wedge P_n)]$. Opravdanje za loš čvor je dato u obliku:
- čvor# loš_čvor [UD(kontradikcija)(S_p)]
- Da bi loš čvor bio u IN, svi čvorovi u S_p moraju da budu u IN, jer će tada i čvor kontradikcije biti u IN.
- Koristeći informacije u S_p , pokušava se pronaći ona pretpostavka koja se mora povući da bi se rešio problem nekonzistentnosti i uklonila pretpostavka.

TMS - primer

- Jedna žena koja nikad nije bila izvan USA budi se iz nesvesti na pustoju obali velike reke na nepoznatoj teritoriji. Ona može da se seti samo da blizu velikog grada i da se grad nalazi na ušću reke. Mada je mračno, ona oseća da je područje oko nje toplo, vlažno i tropsko. Polazeći od toga da se ona priseća nekih činjenica i da pretpostavlja da se nalazi u USA:
 - Opisati skup poverenja i njima pridruženih opravdanja koje bi ona verovatno razvila.
 - Kakva bi revizija poverenja bila potrebna, ako žena pronađe nekoliko isečaka iz novina napisanih na portugalskom?

TMS - primer

Ako su polazna fakta predstavljena kao čvorovi premise, koji su u IN, neka je sledeći skup poverenja u IN

- (6) Putovati južno. (SL (3, 44A)())
- (5) Putovati prema Meksičkom zalivu. (SL (3, 44B)())
- (4) Putovati prema New Orleans-u (SL (3, 44C)())
- (3) Reka je Misisipi. (SL (26,2,47,51) ())
- (2) Područje oko nje je toplo, vlažno i tropsko (SL () ())
- (26) Osoba se nalazi u USA (SL (21) ())
- (21) Zvanični jezik je engleski. (SL () (20, 22))
- A sledeći čvorovi u OUT:
- (24) Područje je u Brazilu (SL () ())
- (25) Područje je u Egiptu (SL () ())
- (20) Dominirajući jezik je portugalski (SL () ())
- (22) Dominirajući jezik je arapski (SL () ())

TMS - primer

- 37 Reka Amazon
- a. se kreće od zapada ka istoku
 - b. uliva se u Južni Atlantski okean
 - c. uliva se u mestu Almirim, Brazil
- 38 Veći deo područja oko reke Amazon je sa toplom, vlažnom i tropskom klimom
- 39 Nil se nalazi u Egiptu
- 40 Reka Columbia
- a. se kreće od zapada ka istoku
 - b. uliva se u Pacifik
 - c. uliva se u mestu Astoria, Oregon

TMS - primer

- 37 Reka Nil
- se kreće od juga ka severu
 - uliva se u Mediteransko more
 - završava se u mestu Kairo, Egipat
- 38 Veći deo područja oko reke Nil je sa toplom, i suvom klimom, sa jednostavnom okolinom
- 39 Dominirajući jezik u USA je engleski
- 40 Reka Misisipi
- se kreće od severa ka jugu
 - uliva se u Meksičkom zalivu
 - završava se u mestu New Orleans, Louisiana

TMS - primer

- 37 Dominirajući jezik u Brazilu je portugalski
- 38 Reka Columbia se nalazi u USA
- 39 Reka Misisipi se nalazi u USA
- 40 Dominirajući jezik u Egiptu je arapski
- 41 Veći deo područja oko reke Columbia je sa hladnom, i kišovitom klimom, sa zelenilom oko reke
- 42 Reka Amazon se nalazi u Brazilu
- 43 Veći deo područja oko reke Misisipi je sa toplom, vlažnom i tropskom klimom

TMS - primer

- Po opažanju isečaka iz novina na portugalskom, dolazi do kontradikcije, te se dodaje čvor kontradikcije

(55) CONTRADICTION (SL (26, 24)())

- pa stvaranje čvora

(56) NOGOOD (CP 55 (21, 20) ())

TMS - primer

- Kontradikcija proizilazi iz usvajanja čvora 21. Zato čvor 21 prelazi u OUT stanje, a čvor 20 u IN stanje.
- Sada svi čvorovi koji zavise od netačne pretpostavke 21 idu u OUT stanje. To su svi čvorovi izuzev 20 i 2 i premise.
- Pretpostavljajući da je sada čvor 26 u OUT stanju, dolazi se do kontradikcije, jer dobro zasnovana podrška više ne podržava čvor 26, pa čvor 24 prelazi u IN stanje
- Znači da se područje nalazi u Brazilu.

TMS – primer 2

- Posmatra se TMS sistem koji treba da zakaže sastanak u preduzeću. Početni stavovi su:

IN (1) Dan(sastanak) = Sreda
 (SL () (2))

OUT (2) Dan(sastanak) = !Sreda

- Trenutno, nema razloga da se veruje da dan sastanka ne može biti sreda, te je čvor (2) u stanju OUT, a čvor (1), shodno tome u stanju IN.

TMS – primer 2

- Posle dužeg razmišljanja sistem dolazi do zaključka da sastanak treba da se održi u 14h, što sledi iz čvorova 57, 103, i 45, koji predstavljaju neka znanja o obavezama učesnika sastanka. Sada postoje čvorovi

IN (1) Dan(sastanak) = Sreda
(SL () (2))

OUT (2) Dan(sastanak) = !Sreda

IN (3) Vreme(sastanak) = 14:00
(SL (57, 103, 45) ())

- od kojih su (1) i (2) u stanju IN, a (2) je u stanju OUT.

TMS – primer 2

- Sada sistem otkrije da u sredu u 14h nema slobodnih sala za sastanak, te mora da kreira čvor

IN (4) CONTRADICTION (SL (1, 3) ())

- U tom trenutku se aktivira procedura za *dependency-directed backtracking*.
- Pretražuju se čvorovi navedeni u IN listi čvora CONTRADICTION. zatim čvorove u njihovim IN i OUT listama, itd.
- Traže se pretpostavke i pokušava se da se eliminiše potreban (najmanji mogući) broj pretpostavki i time ukloni čvor CONTRADICTION.
- Heuristika pretraživanja nije u ovom primeru važna

TMS – primer 2

- Kreira se čvor NOGOOD koji predstavlja skup sumnjivih pretpostavki

IN (1) Dan(sastanak) = Sreda (SL (2))

OUT (2) Dan(sastanak) = !Sreda

IN (3) Vreme(sastanak) = 14:00
(SL (57, 103, 45) ())

IN (4) CONTRADICTION (SL (1, 3) ())

IN (5) NOGOOD N-1 (CP 4 (1, 3) ())

TMS – primer 2

- Sada TMS bira jednu od sumnjivih pretpostavki, u ovom slučaju izbor je lak, jer jedino čvor (1) odgovara.
- Prebacuje ga u stanje OUT, tako što prebacuje jedan od čvorova u njegovoj OUT listi u stanje IN (pretpostavke imaju neprazne OUT liste).
- Da bi se čvor prebacio iz stanja IN u stanje OUT, dodaje mu se opravdanje na osnovu NOGOOD čvora.
- Kako je (5) u stanju IN, (2) mora takođe biti IN, onda (1) prelazi u stanje OUT. Zbog toga i čvor (4) postaje OUT
- Bira novi dan za sastanak. Čvor (3) ostaje IN - vreme sastanka ostaje 14h

TMS – primer 2

- OUT (1) Dan(sastanak) = Sreda (SL () (2))
- IN (2) Dan(sastanak) = !Sreda (SL (5) ())
- IN (3) Vreme(sastanak) = 14:00 (SL (57, 103, 45) ())
- OUT (4) CONTRADICTION (SL (1, 3) ())
- IN (5) NOGOOD N-1 (CP 4 (1, 3) ())

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

- Model faktora izvesnosti bio je najpre razvijen u ekspertskom sistemu Mycin, MIT.
- Pomoću njega se kvantifikuje stepen poverenja u neki zaključak (hipotezu) na osnovu datog skupa događaja, pojava, činjenica, opažanja.
- Definišu se dva pojma **MB(h,e)** i **MD(h,e)**, koja predstavljaju subjektivne verovatnoće.
- Umesto tradicionalnih metoda verovatnoće, teško da se tačno procene - Bayes'ovo pravilo

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

- Svakom pravilu u sistemu se dodeljuje faktor izvesnosti koji se zasniva na ekspertskoj proceni i intuiciji - CF i komponenta faktora izvesnosti.
- Pravila moraju da budu tako strukturirans da bilo koje pravilo doprinosi poverenju ili nepoverenju u dati zaključak. Komponenta faktora izvesnosti se dobija na sledeći način:

$$CF_{comp}(h,e) = MB_{comp}(h,e) - MD_{comp}(h,e)$$

- Izračunavanje kumulativnog faktora izvesnosti je potrebno kada ima više pravila koja doprinose za ili protiv zaključka. Moraju se računati kumulativne vrednosti i za MB i MD.

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

- Najpre se MB i MD inicijalizuju na nulu, a zatim se inkrementalno uključuju efekti svakog primenjivanog pravila. Svaki put kada se razmatra dodatno pravilo, izračunavaju se nove vrednosti za MB i MD na osnovu efekta novog pravila uz postojeće vrednosti.
- Kombinovanje se može izvesti na osnovu ograničenja da je skup opažanja koji se postoji međusobno nezavisan. Ako su međusobno zavisni, tada se moraju desiti u istom pravilu. Elementi posmatranja su s_1 , koji može da predstavlja skup pravila čije je kumulativno dejstvo ranije razmatrano, i s_2 , koji predstavlja novo pravilo čije efekte treba dodati na postojeće kumulativno poverenje

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

- Ako postoji neizvesnost u pogledu uslova, tada CF koje je pridruženo pravilu nije u potpunosti primenjivo, pa se CF mora revidirati.
- Izračunavanje se zasniva na CF koje opisuje stepen poverenja u zahtevane uslove, t.j. opažanja za pravilo:
 - Postoji manje ukupno poverenje u opažanje kada se ono dostavlja sistemu. Na primer, opažanje je zaključak testa sa pomešanim rezultatima.
 - Opažanje je zaključak koji je proizašao iz izvršavanja drugog pravila sa nekim CF.

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

1. Opseg vrednosti parametara su:

$$0 \leq MB(h,e) \leq 1$$

$$0 \leq MD(h,e) \leq 1$$

$$-1 \leq CF(h,e) \leq 1$$

2. Ako se radi o uzajamno isključivim hipotezama, tada je:

$$P(h/e)=1: MB(h,e)=1, MD(h,e)=0, CF(h,e)=1,$$

$$P(\sim h/e)=1: MB(h,e)=0, MD(h,e)=1, CF(h,e)=-1$$

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

3. Ako postoji odsustvo opažanja:

$MB(h,e)=0$ – ako e ne potvrđuje h ,

$MD(h,e)=0$ – ako e ne osporava h ,

$CF(h,e)=0$ – ako e niti ne potvrđuje niti
osporava h

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

Za kumulativni faktor izvesnosti:

$$CF(h,eh) = MB(h,ez) - MD(h,ep)$$

važi:

- h – hipoteza koja se posmatra,
- eh – sva opažanja vezana za hipotezu h koja su uzeta u obzir do posmatranog trenutka,
- $CF(h,eh)$ – kumulativni faktor izvesnosti za zaključak (hipotezu) h uz data opažanja eh ,
- ez – opažanja koja podržavaju h ,
- ep – opažanja koja osporavaju h ,
- $MB(h,ez)$ – kumulativna mera poverenja u h na bazi ez ,
- $MD(h,ep)$ – kumulativna mera poverenja u h na bazi ep .

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

- Za kumulativni faktor izvesnosti mogu se izvesti sledeći zaključci:

1. Ako postoje dva izvora opažanja definiše se inkrementalno poverenje:

$$MB(h, e_1 \ e_2) = 0 \text{ ako je } MD(h, e_1 \ e_2) = 1,$$

$$MB(h, e_1 \ e_2) = MB(h, e_1) + MB(h, e_2)(1 - MD(h, e_1))$$

2. U slučaju konjunkcije zaključaka, odnosno hipoteza:

$$MB(h_1 \ h_2, e) = \min(MB(h_1, e), MB(h_2, e))$$

$$MD(h_1 \ h_2, e) = \max(MD(h_1, e), MD(h_2, e))$$

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST

3. U slučaju disjunkcije zaključaka, odnosno hipoteza:

$$MB(h_1 \vee h_2, e) = \max(MB(h_1, e), MB(h_2, e))$$

$$MD(h_1 \vee h_2, e) = \min(MD(h_1, e), MD(h_2, e))$$

4. Jačina opažanja:

$$MB(h, e) = MB'(h, e) * \max(0, CF(e, e_a))$$

$$MD(h, e) = MD'(h, e) * \max(0, CF(e, e_a))$$

gde važi

$MB'(h, e)$ - MB (zaključka), pri potpunom poverenju u e ,

$CF(e, e_a)$ – stvarno poverenje u e ustanovljeno prethodnim opažanjem e_a

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST - primer

- Pregledom automobila ustanovljeno je sledeće:
 - 1.problem zahteva hitnu popravku (izvesnost 0.8)
 - 2.kvar je na električnoj instalaciji (0.6)
 - 3.postoji kratak spoj na instalaciji (0.4)
 - 4.kvar je u računaru za kontrolu ubrizgavanja (0.2)
- Odrediti faktor izvesnosti zaključka: kvar je u električnoj instalaciji i potrebno ga je hitno popraviti i problem je kratak spoj ili kvar računara ako postoji opažanje e.

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST - primer

- $MB(h_2 \ h_1 \ (\ h_3 \ h_4 \)) = \min(MB(h_2 \), MB(\ h_1 \), \max[MB(\ h_3 \), MB(\ h_4 \)]) =$
 $= \min(0.6, 0.8, \max[0.4, 0.2])$
 $= 0.4$
- $MD(h_2 \ h_1 \ (\ h_3 \ h_4 \)) = 0$ jer su mere nepoverenja u pretpostavke jednake 0.
- Faktor izvesnosti zaključka je:
 $CF(z) = MB(z) - MD(z) = MB(z) = 0.4.$

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST - primer

- Data su sledeća pravila iz ekspertskog sistema za dijagnozu električnih problema:
- Pravilo 1: IF
postoji izveštaj o sistemskoj grešci i matična ploča je prikazala nedozvoljeni napon
THEN
(0,7) postoji problem u napajanju matične ploče
- Pravilo 2: IF
postoji problem u napajanju matične ploče, CPU port je zatvoren, i napon na ulazu u CPU je manji od 4,5V
THEN
(0,9) napajanje CPU je otkazao
- Pravilo 3: IF
CPU ne odgovara na komande i postoji izveštaj o sistemskoj grešci
THEN
(0,4) CPU port je zatvoren
- Pravilo 4: IF
postoji izveštaj o sistemskoj grešci i matična ploča je izvor greške
THEN
(0,6) postoji problem u napajanju matične ploče

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST - primer

Takođe, data su sledeća opažanja, pd kojih je svako poznato sa potpunom izvesnošću:

- e1 – postoji izveštaj o sistemskoj grešci,
- e2 – CPU ne odgovara na komande,
- e3 – napon na ulazu u CPU je 3,8V,
- e4 – matična ploča je izvor greške.

Naći faktor izvesnosti sa kojim se može zaključiti da je otkazalo CPU napajanje

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST - primer

- Na osnovu ranije donetih zaključaka sledi

$$MB(C_f, c_1c_2c_3) = MB'(C_f, c_1c_2c_3) * \max(0, CF(c_1c_2c_3, ep))$$

gde je

- C_f – faktor izvesnosti da je otkazalo CPU napajanje,
- c_1 – postoji problem u napajanju matične ploče,
- c_2 – CPU port je zatvoren,
- c_3 – napon na ulazu u CPU je manji od 4,5V

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST - primer

- za c_1 :
- (1) $CF_{c_1} = 0,7$ $MB_{c_1} = 0,7$
- (4) $CF_{c_1} = 0,88$ $MB_{c_1} = 0,7 + 0,6(1-0,7)$
 $= 0,88$
- Za c_2 :
- (3) $CF_{c_2} = 0,4$ $MB_{c_2} = 0,4$
- Za c_3 :
- $CF_{c_3} = 1,0$ $MB_{c_3} = 1$

REZONOVANJE NA OSNOVU FAKTORA IZVESNOST - primer

- $MB'(Cf, c_1c_2c_3) = 0,9$
- $CF(c_1c_2c_3,ep) = \min(CF(c_1,ep), CF(c_2,ep), CF(c_3,ep)) = \min(0,88, 0,4, 1,0) = 0,4$
- $MB(Cf, c_1c_2c_3) = 0,9 * \max(0, 0,4) = 0,36$
- $CF(Cf, c_1c_2c_3) = MB(Cf, c_1c_2c_3) - MD(Cf, c_1c_2c_3) = 0,36 - 0 = 0,36$