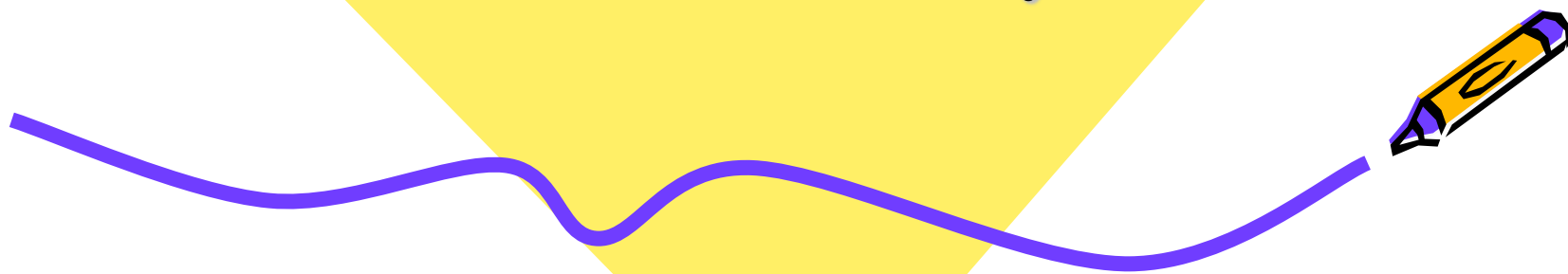




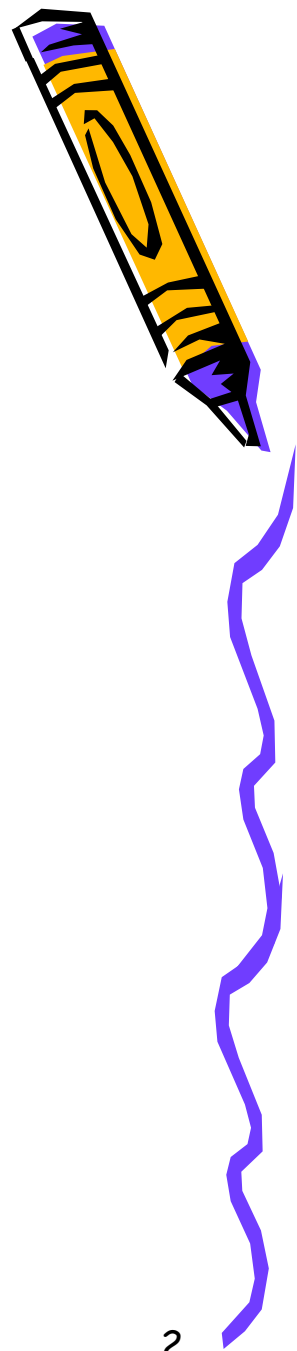
Ekspertski Sistemi Vežbe

Neizvesno okruženje



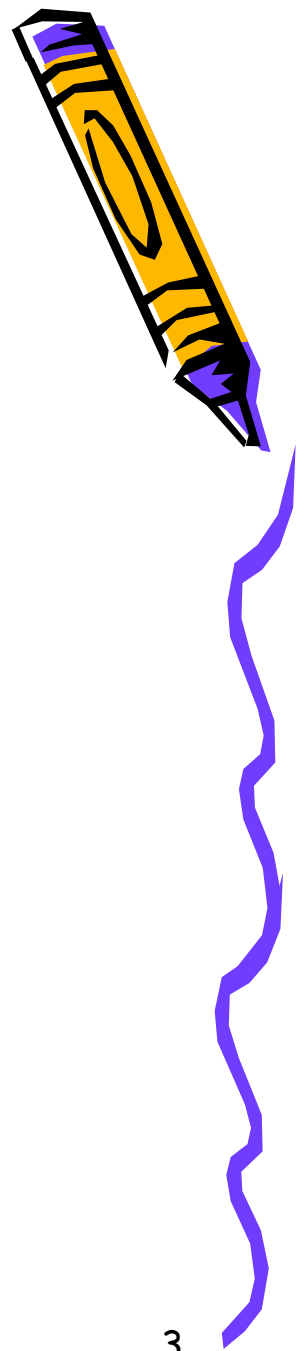
Program vežbi

- Algoritmi pretraživanja
- Formalna logika
- Semantičke mreže i okviri
- Produkcioni sistemi
- Igre
- Rad u neizvesnom okruženju (taxi)
- Strategije rešavanja problema



Neizvesno okruženje

- Nepotpuno, neizvesno znanje (na osnovu određenog skupa pojava, činjenica podrazumeva neki zaključak)



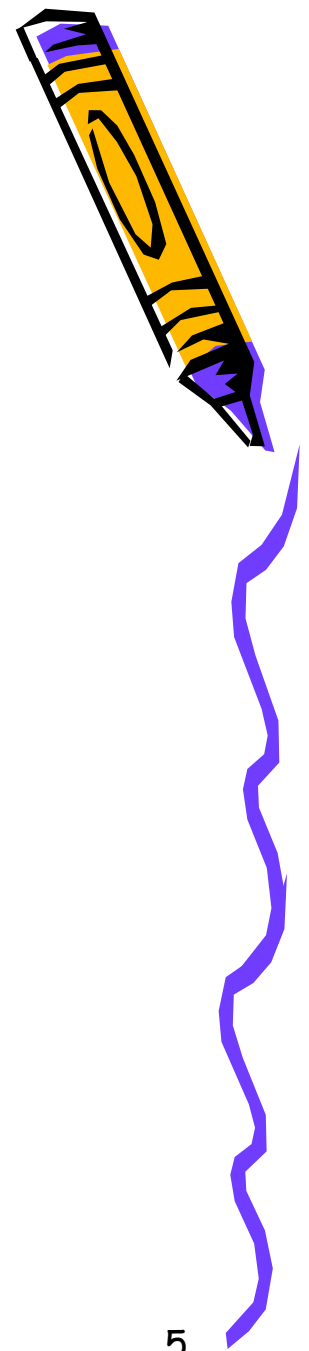
Neizvesno okruženje

- Neizvesni podaci (opis spoljnog okruženja)



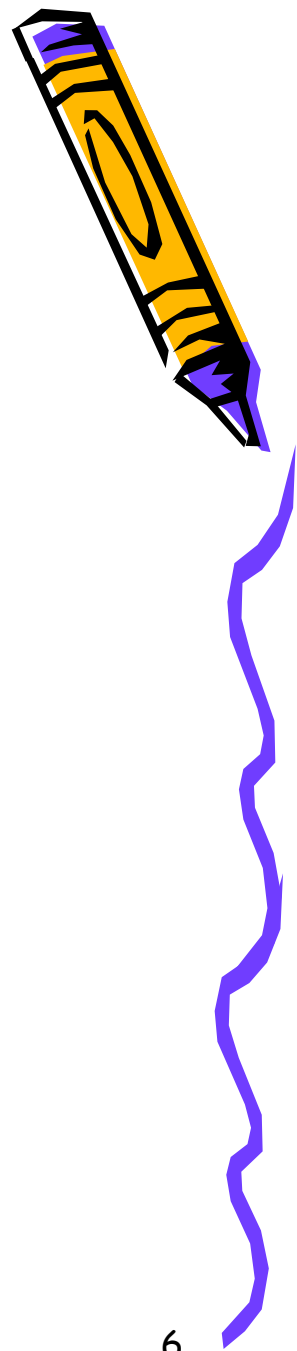
Neizvesno okruženje

- Nepotpuna informacija
- 2x

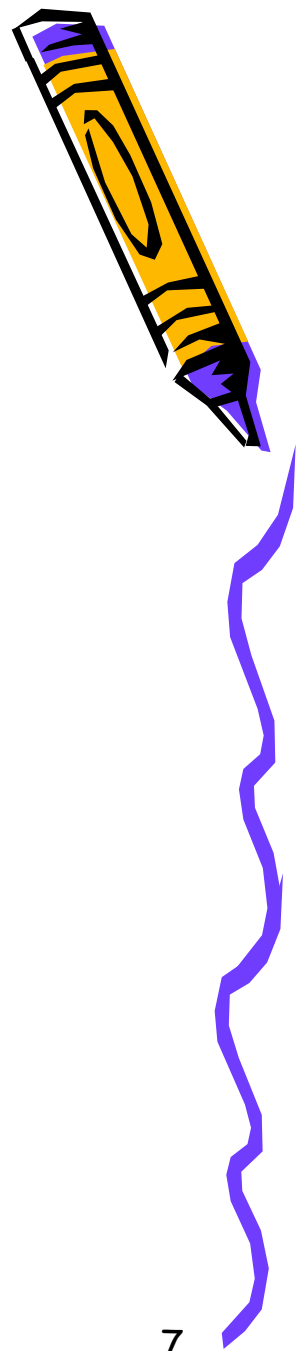


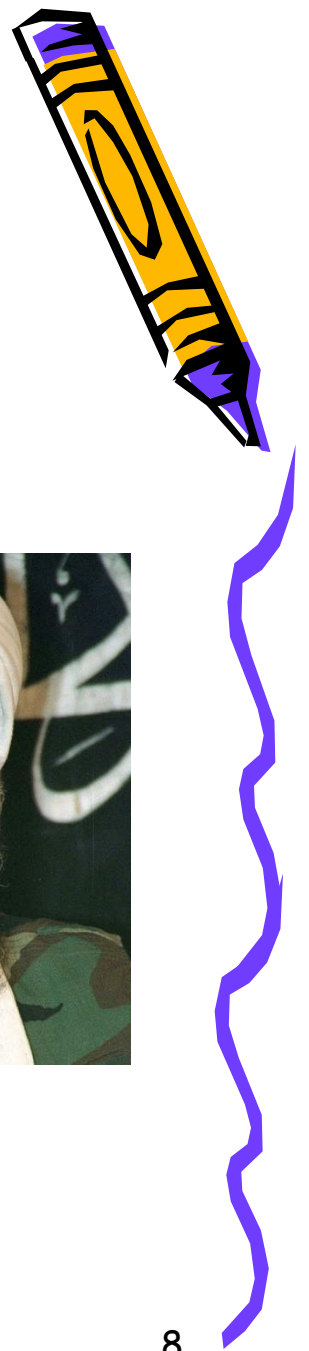
Neizvesno okruženje

- Zasto je poželjno rezonovanje zasnovano na predikatskoj logici?
- Preciznost i strogost izvodjenja!
- Monotono rezonovanje: broj informacija koje su poznate u bilo kom trenutku stalno se povećava, nikada ne smanjuje



Da li može koristiti predikatsku logiku ?

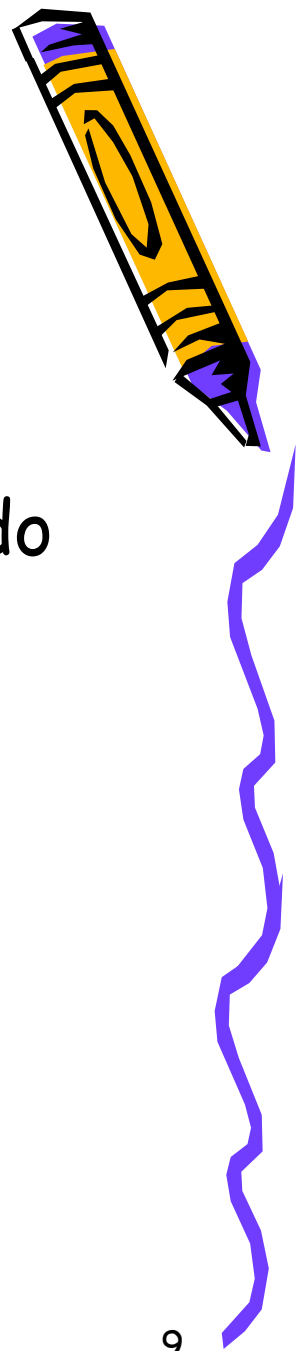




Nemonotono rezonovanje

- Probno poverenje se zasniva na implicitnim pretpostavkama u odsustvu suprotnih činjenica
- Primer sa predavanja: let avionom, putnik ima poverenja u pilota ako nema suprotnih činjenica





Nemonotono rezonovanje

- Praćeno skupom probnih poverenja i revidira neka poverenja kada se dodje do novih saznanja
- Rezonovanje uključuje:
 - Premise
 - Probna poverenja
 - Zapis zavisnosti (poverenje i njegovo opravdanje)



Zadatak 1: Popravljanje automobila



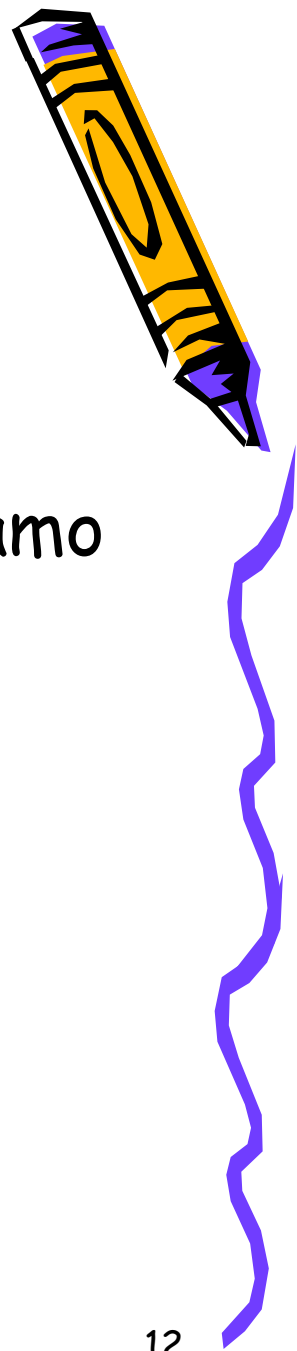
- a) Pregledom automobila ustanovljeno je sledeće:
1. problem zahteva hitnu popravku (izvesnost 0.8)
 2. kvar je na električnoj instalaciji (0.6)
 3. postoji kratak spoj na instalaciji (0.4)
1. kvar je u računaru za kontrolu ubrizgavanja (0.2)

Odrediti faktor izvesnosti zaključka: kvar je u električnoj instalaciji i potrebno ga je hitno popraviti i problem je kratak spoj ili kvar računara.



Analiza problema

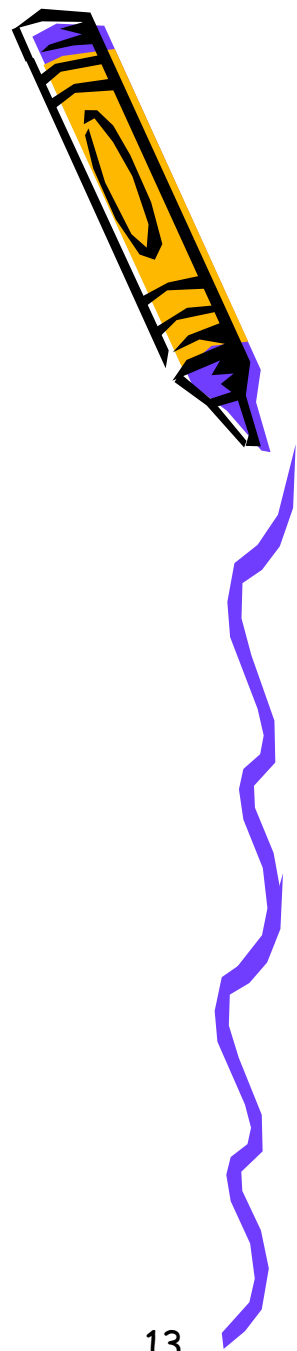
- U neizvesnom okruženju ne zadovoljava karakterisanje činjenica i zaključaka samo kao tačnih ili netačnih



Analiza problema

- Karakterisanje svake činjenica i zaključka faktorom izvesnosti

$$-1 \leq CF \leq 1$$





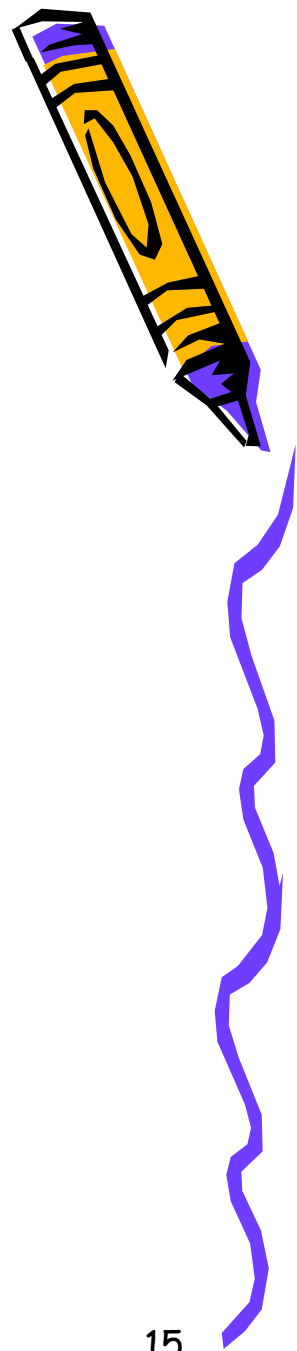
- Razlika mere poverenja i mere nepoverenja

$$CF(z) = MB(z) - MD(z)$$



Označimo date pretpostavke

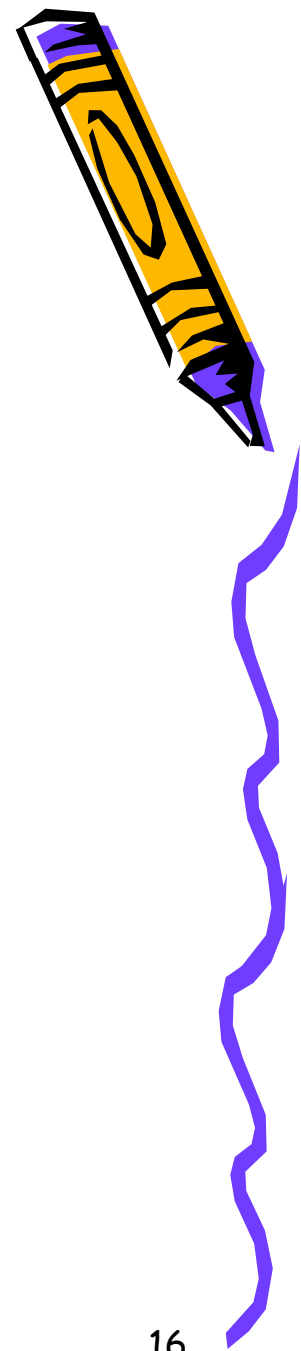
- e1. problem zahteva hitnu popravku
(izvesnost 0.8)
- e2. kvar je na električnoj instalaciji (0.6)
- e3. postoji kratak spoj na instalaciji (0.4)
- e4. kvar je u računaru za kontrolu
ubrizgavanja (0.2)



Predstavimo zaključak

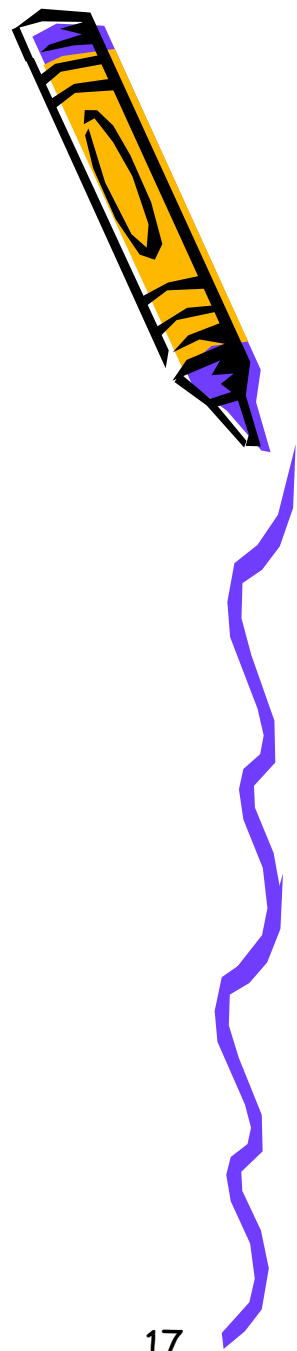
- kvar je u električnoj instalaciji i potrebno ga je hitno popraviti i problem je kratak spoj ili kvar računara

$$z = e2 \wedge e1 \wedge (e3 \vee e4)$$



Faktor izvenosti $CF(z)$

- Najpre odrediti meru poverenja i meru nepoverenja
- $CF(z) = MB(z) - MD(z)$



Konjunktija pretpostavki

$$MB(e1 \wedge e2) = \min (MB(e1), MB(e2))$$

$$MD(e1 \wedge e2) = \max (MD(e1), MD(e2))$$



Disjunkcija pretpostavki

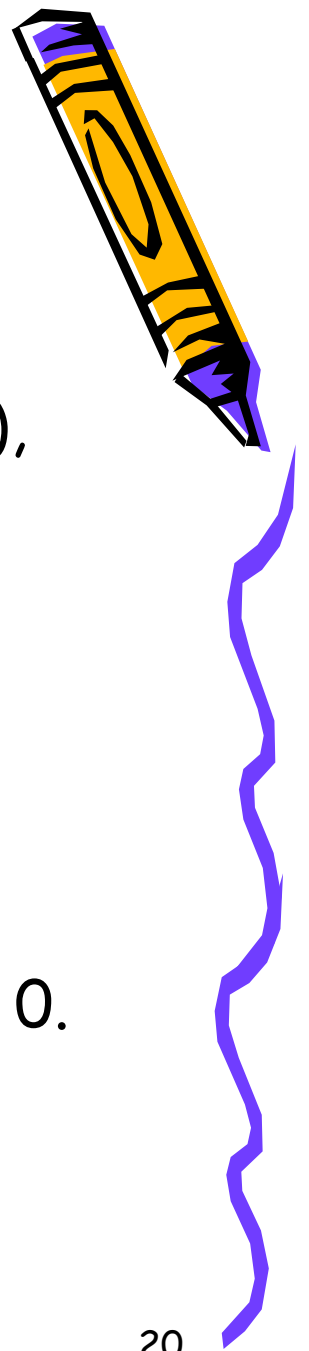


$$MB(e1 \vee e2) = \max (MB(e1), MB(e2))$$

$$MD(e1 \vee e2) = \min (MD(e1), MD(e2))$$



MB i MD



$$MB(e2 \wedge e1 \wedge (e3 \vee e4)) = \min(MB(e2), MB(e1), \max[MB(e3), MB(e4)]) =$$

$$= \min(0.6, 0.8, \max[0.4, 0.2])$$

$$= 0.4$$

$$MD(e2 \wedge e1 \wedge (e3 \vee e4)) = 0$$

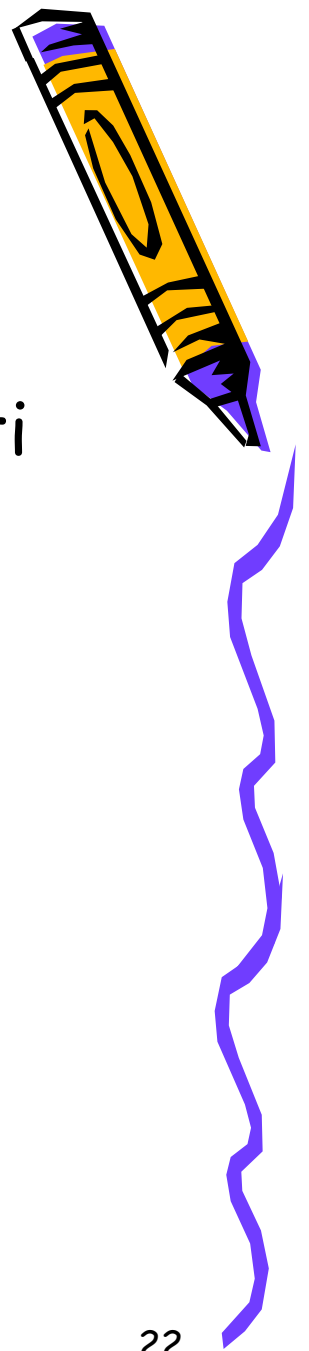
jer su mere nepoverenja u pretpostavke jednake 0.



CF

$$CF(z) = MB(z) - MD(z) = MB(z) = 0.4$$





b) Poznate su vrednosti stepena izvesnosti

$$CF(z, e_1) = cf_1$$

$$CF(z, e_2) = cf_2$$

$$CF(z, e_3) = cf_3$$

Izračunati vrednost $CF(z, e)$ gde e predstavlja sve činjenice (dokaze, događaje) povezane sa zaključkom z .





- Svaka činjenica vodi do istog zaključka sa odredjenom izvesnošću
- Faktore izvesnosti razložićemo na mere poverenja i mere nepoverenja

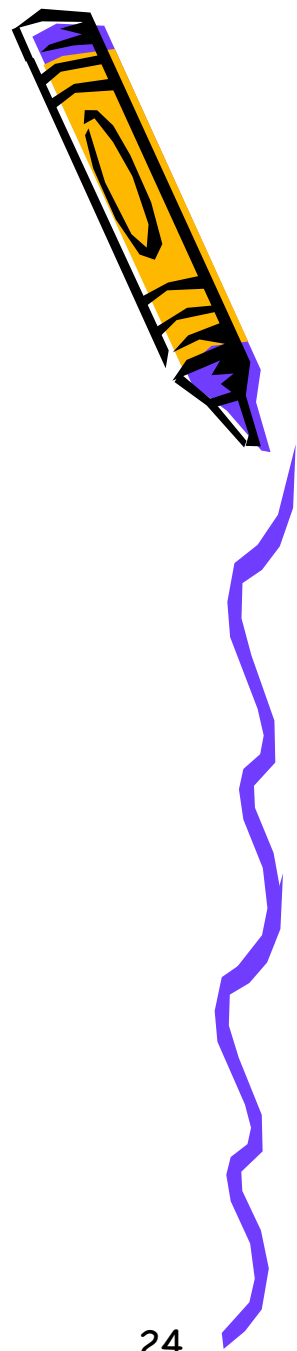
Ako je $cf_i > 0$ onda je $MB(z, e_i) = cf_i$, $MD(z, e_i) = 0$
inače je $MD(z, e_i) = |cf_i|$, $MB(z, e_i) = 0$.



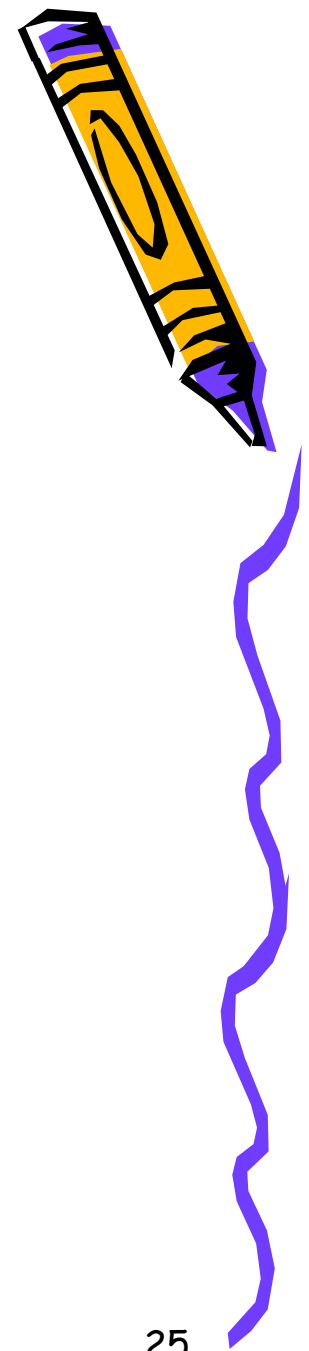
Zbirni faktor

- Razlika zbirnih mera poverenja i nepoverenja:

$$CF(z, e) = MB_{cum}(z, e) - MD_{cum}(z, e)$$



Zbirne mere poverenja i nepoverenja



- Za dve pretpostavke:

$$MB_{cum}(z, e_{1,2}) = 0 \text{ ako je } MD_{cum}(z, e_{1,2}) = 1$$

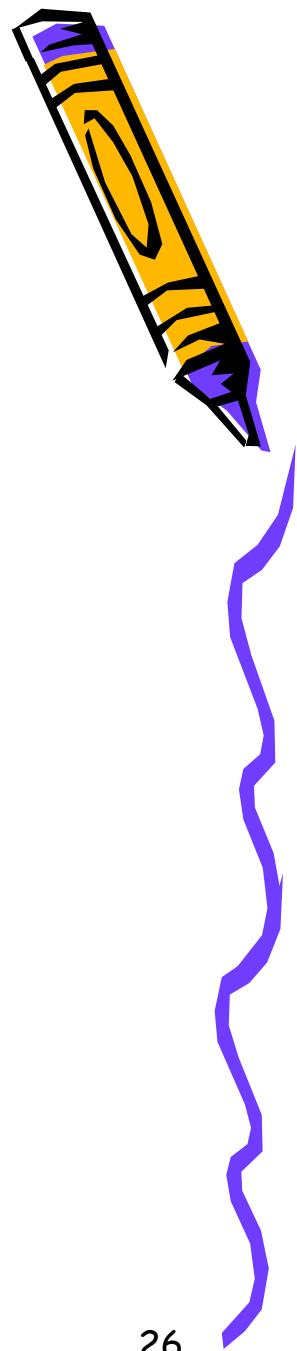
$$MB_{cum}(z, e_{1,2}) = MB(z, e_1) + MB(z, e_2) - MB(z, e_1) * MB(z, e_2)$$

$$MD_{cum}(z, e_{1,2}) = 0 \text{ ako je } MB_{cum}(z, e_{1,2}) = 1$$

$$MD_{cum}(z, e_{1,2}) = MD(z, e_1) + MD(z, e_2) - MD(z, e_1) * MD(z, e_2)$$



Zadatak 2: Medicinska dijagnostika



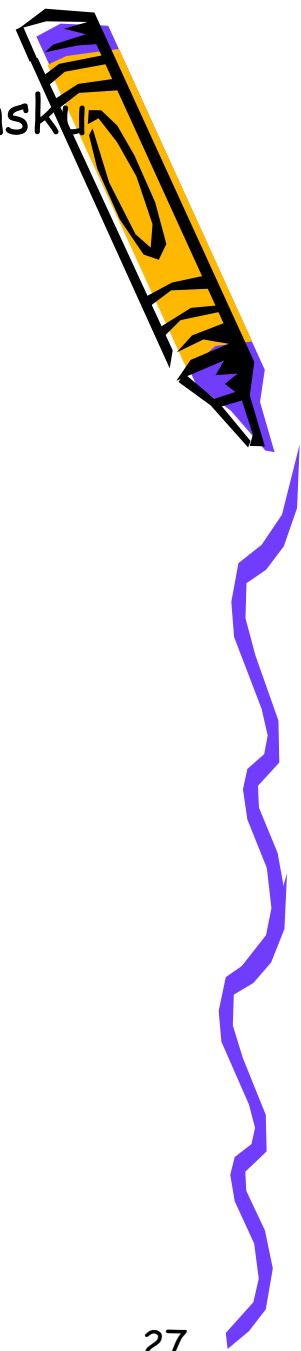
Data su neka od pravila ekspertskog sistema za medicinsku dijagnostiku:

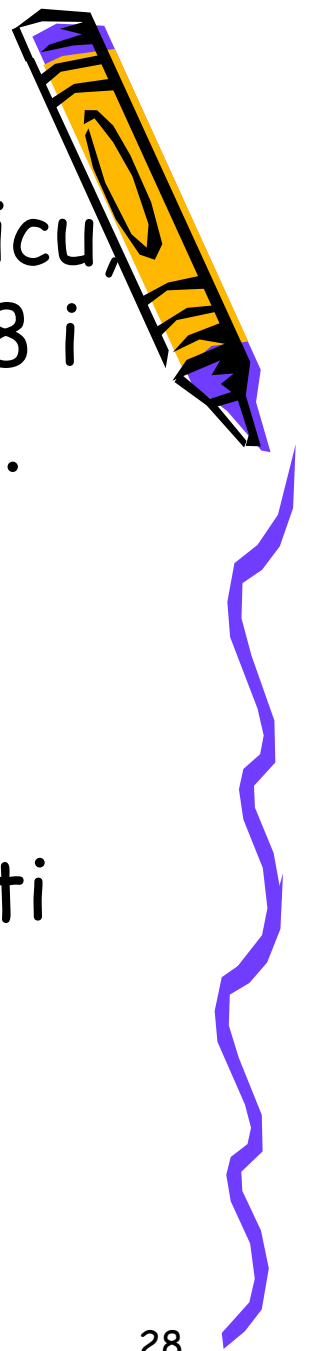
P1: AKO pacijent ima manje od 8 ili više od 60 godina
ONDA (1.0) pacijent je u kritičnim godinama

P2: AKO pacijent ima visoku temperaturu I
(pacijent oseća malaksalost ILI
pacijent oseća bolove u mišićima)
ONDA (0.7) pacijent ima grip

P3: AKO pacijent ima natečeno grlo I
pacijent ima kijavicu
ONDA (0.6) pacijent ima grip

P4: AKO pacijent ima grip I
pacijent je u kritičnim godinama
ONDA (0.9) pacijent treba hitno da se obrati lekaru

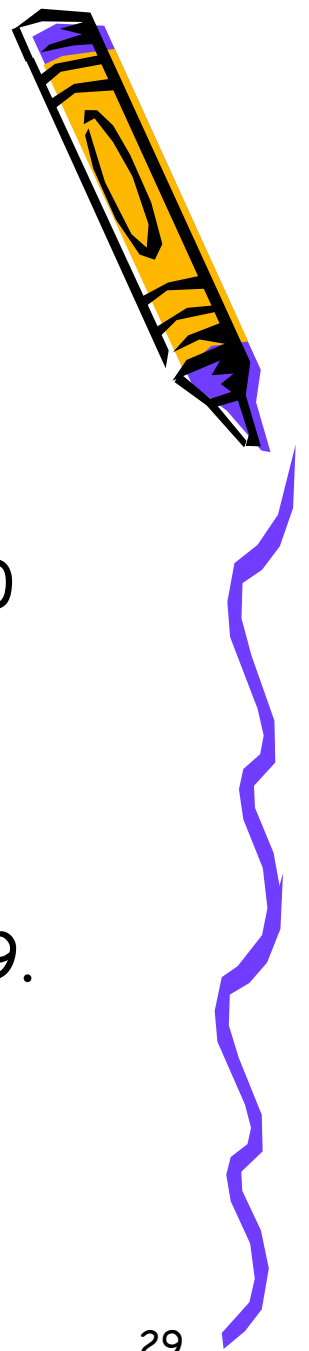




- Pacijent ima 65 godina, visoku temperaturu, natečeno grlo i kijavicu, oseća malaksalost sa izvesnošću 0.8 i bolove u mišićima sa izvesnošću 0.9. Odrediti faktor izvesnosti zaključaka:

- a) pacijent ima grip
- b) pacijent treba hitno da se obrati lekaru





- Zadane mere poverenja u pretpostavke:

e_1 : pacijent ima 65 godina $MB(e_1) = 1.0$

e_2 : pacijent ima visoku temperaturu $MB(e_2) = 1.0$

e_3 : pacijent ima natečeno grlo $MB(e_3) = 1.0$

e_4 : pacijent ima kijavicu $MB(e_4) = 1.0$

e_5 : pacijent oseća malaksalost $MB(e_5) = 0.8$

e_6 : pacijent oseća bolove u mišićima $MB(e_6) = 0.9$.





- Zadane su takodje mere poverenja u zaključke iz pojedinih pravila u situaciji potpune izvesnosti pretpostavki pravila (pretpostavka pravila i obeležena je sa eP_i):

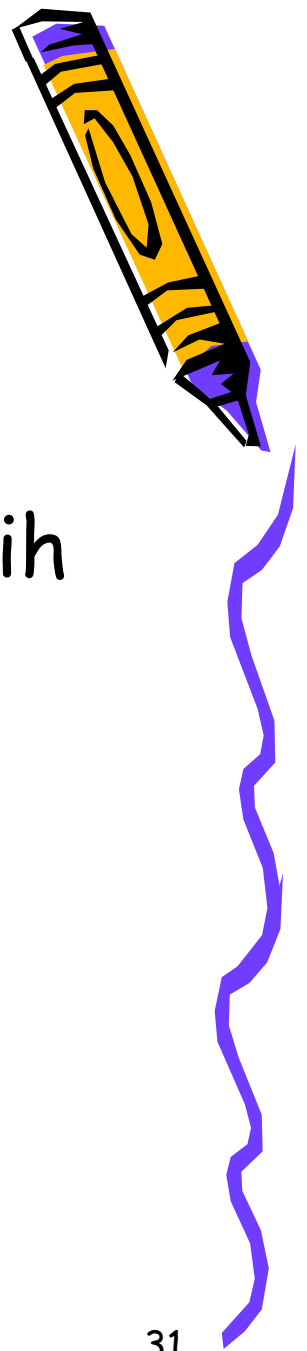
z_1 : pacijent je u kritičnim godinama $MB'(z_1, eP_1) = 1.0$

z_2 : pacijent ima grip $MB'(z_2, eP_2) = 0.7$, $MB'(z_2, eP_3) = 0.6$

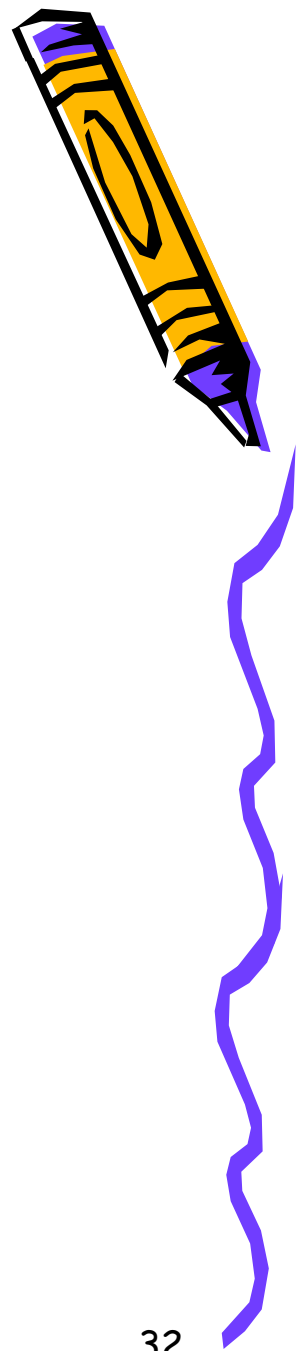
z_3 : pacijent treba hitno da se obrati lekaru $MB'(z_4, eP_4) = 0.9$



Potrebno je izračunati faktore izvesnosti CF pretpostavki pojedinih pravila i na osnovu njih revidirati mere poverenja u zaključke !



Mera poverenja u pretpostavku pravila P2

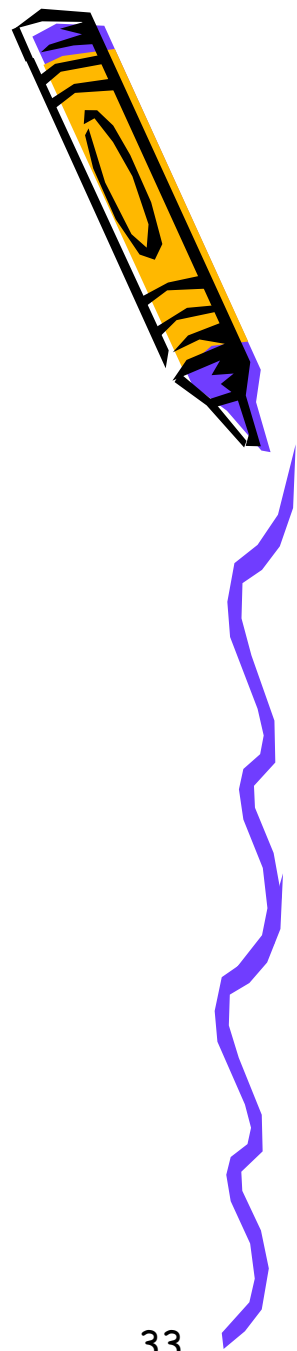


- P2: AKO pacijent ima visoku temperaturu I
(pacijent oseća malaksalost ILI
pacijent oseća bolove u mišićima)
ONDA (0.7) pacijent ima grip

$$\begin{aligned} MB(e_{P2}) &= MB(e_2 \wedge (e_5 \vee e_6)) = \\ &= \min(MB(e_2), MB(e_5 \vee e_6)) = \\ &= \min(MB(e_2), \max[MB(e_5), MB(e_6)]) = \\ &= \min(1.0, \max(0.8, 0.9)) = \\ &= 0.9 \end{aligned}$$



Mera poverenja u zaključak pravila P2

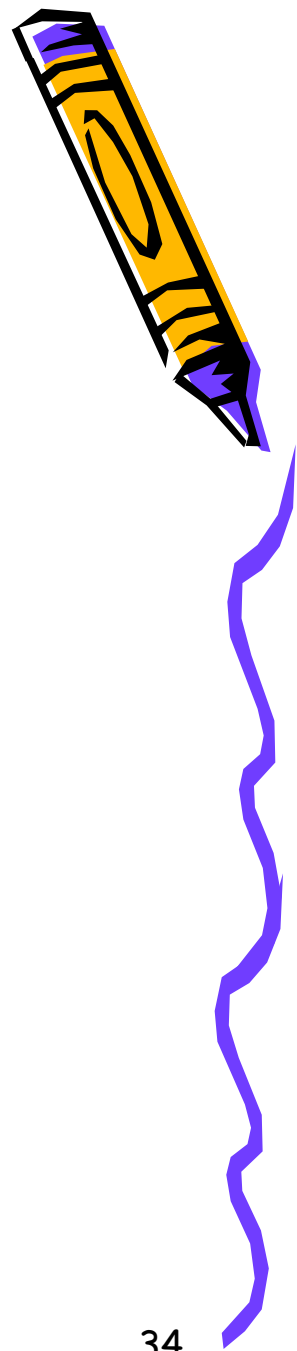


- P2: AKO pacijent ima visoku temperaturu I
(pacijent oseća malaksalost ILI
pacijent oseća bolove u mišićima)
ONDA (0.7) pacijent ima grip

$$\begin{aligned} MB(z_2, eP_2) &= \\ &= MB'(z_2, eP_2) * MB(eP_2) = \\ &= 0.7 * 0.9 = 0.63 \end{aligned}$$



Mera poverenja u pretpostavku pravila P3



- P3: AKO pacijent ima natečeno grlo I
pacijent ima kijavicu
ONDA (0.6) pacijent ima grip

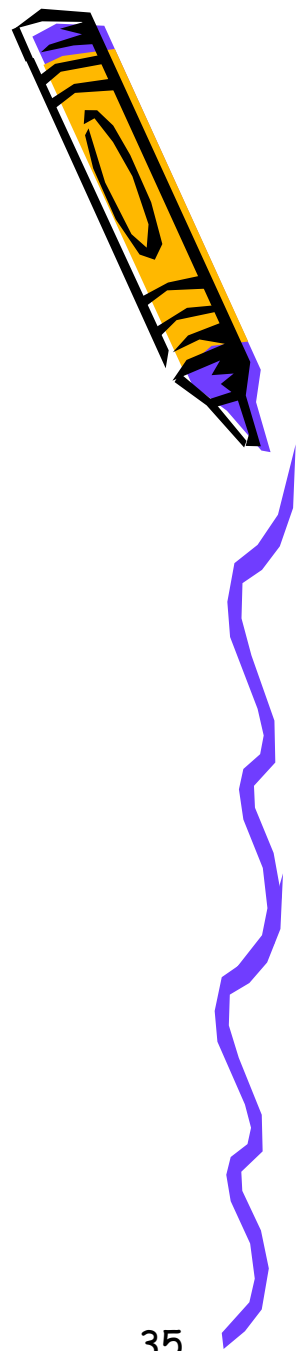
$$\begin{aligned} MB(e_{P3}) &= MB(e_3 \wedge e_4) = \\ &= \min(MB(e_3), MB(e_4)) = \\ &= \min(1.0, 1.0) = 1.0 \end{aligned}$$



Mera poverenja u zaključak pravila P3

- P3: AKO pacijent ima natečeno grlo I
pacijent ima kijavicu
ONDA (0.6) pacijent ima grip

$$\begin{aligned} MB(z_2, e_{P3}) &= \\ &= MB'(z_2, e_{P3}) * MB(e_{P3}) = \\ &= 0.6 * 1.0 = 0.6 \end{aligned}$$





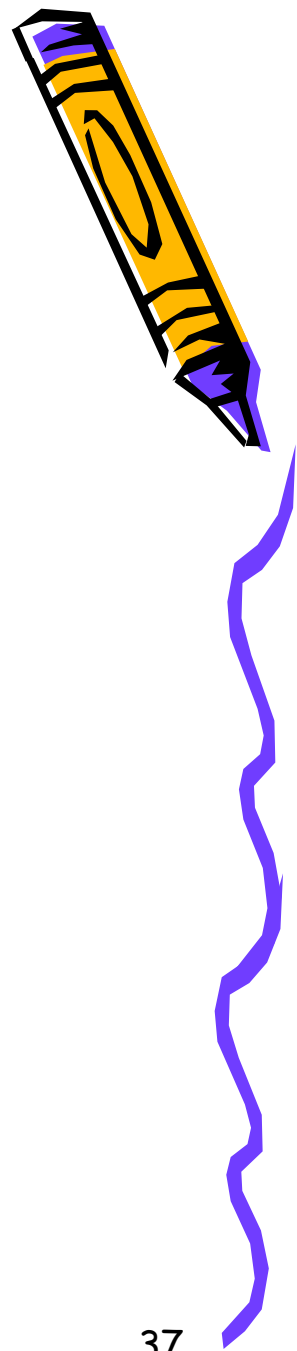
- P2: AKO pacijent ima visoku temperaturu I
(pacijent oseća malaksalost ILI
pacijent oseća bolove u mišićima)
ONDA (0.7) pacijent ima grip
- P3: AKO pacijent ima natečeno grlo I
pacijent ima kijavicu
ONDA (0.6) pacijent ima grip
- S obzirom da pravila P2 i P3 nezavisno dolaze do istog zaključka z2 potrebno je izračunati zbirnu meru poverenja u zaključak z2:

$$\begin{aligned} & MB_{cum}(z2, eP2, P3) = \\ & = MB(z2, eP2) + MB(z2, eP3) - MB(z2, eP2) * MB(z2, eP3) = \\ & = 0.63 + 0.6 - 0.63 * 0.6 = \\ & = 0.852 \end{aligned}$$



Odgovor na pitanje pod a) je da je faktor izvesnosti zaključka da pacijent ima grip jednak

$$CF(z_2) = MBcum(z_2, eP_2, eP_3) = 0.852$$



b) pacijent treba hitno da se obrati lekaru

P1: AKO pacijent ima manje od 8 ili više od 60 godina
ONDA (1.0) pacijent je u kritičnim godinama

P2: AKO pacijent ima visoku temperaturu I
(pacijent oseća malaksalost ILI
pacijent oseća bolove u mišićima)

ONDA (0.7) pacijent ima grip

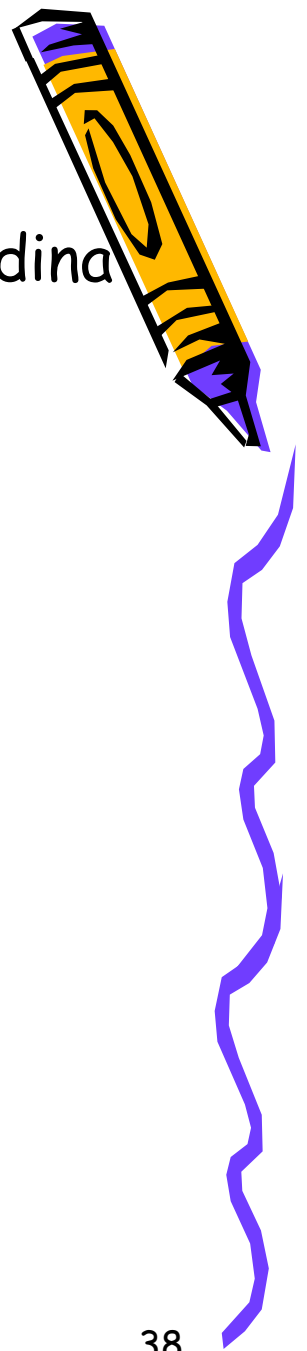
P3: AKO pacijent ima natečeno grlo I
pacijent ima kijavicu

ONDA (0.6) pacijent ima grip

P4: AKO pacijent ima grip I

pacijent je u kritičnim godinama

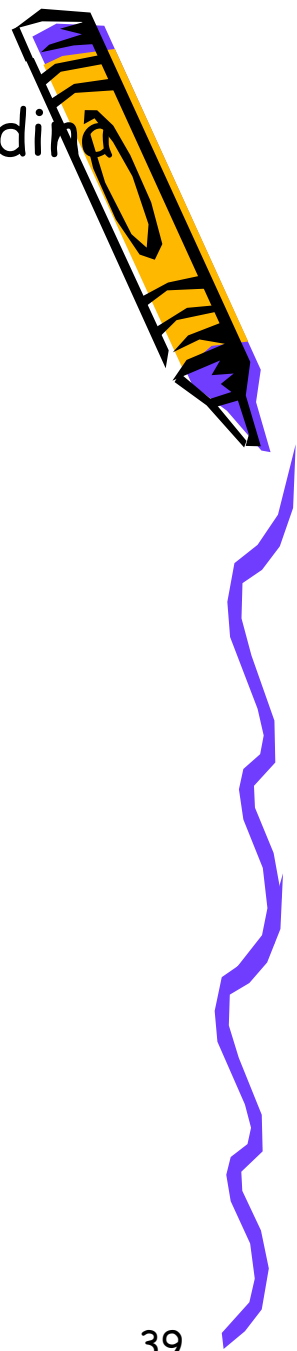
ONDA (0.9) pacijent treba hitno da se obrati
lekaru



P1: AKO pacijent ima manje od 8 ili više od 60 godina
ONDA (1.0) pacijent je u kritičnim godinama

- Pretpostavke pravila P1 su potpuno izvesne; zaključak ovog pravila je takodje potpuno izvestan:

$$MB(z1, eP1) = 1.0$$



Mera poverenja u pretpostavku pravila P4



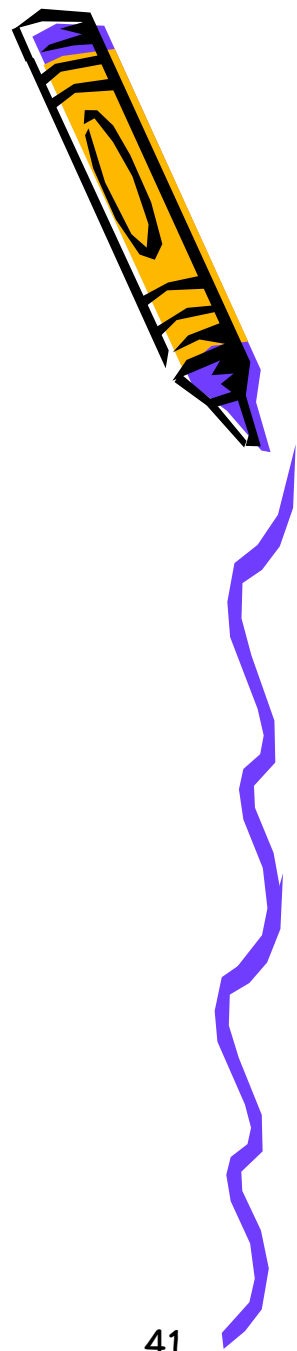
- Mera poverenja u pretpostavku pravila P4 je:

$$\begin{aligned} MB(e_{P4}) &= MB(z_2 \wedge z_1) = \\ &= \min(MB_{cum}(z_2, e_{P2}, P3), MB(z_1, e_{P1})) = \\ &= \min(0.852, 1.0) = 0.852 \end{aligned}$$



Mera poverenja u zaključak pravila P4

$$\begin{aligned} MB(z_4, e^{P4}) &= \\ &= MB'(z_4, e^{P4}) * MB(e^{P4}) = \\ &= 0.9 * 0.852 = 0.7668 \end{aligned}$$





- faktor izvesnosti zaključka da pacijent treba hitno da se obrati lekaru je:

$$CF(z4) = MB(z4, eP4) = 0.7668$$

