

UPRAVLJANJE KORIŠTENJEM NEIZRAZITE LOGIKE

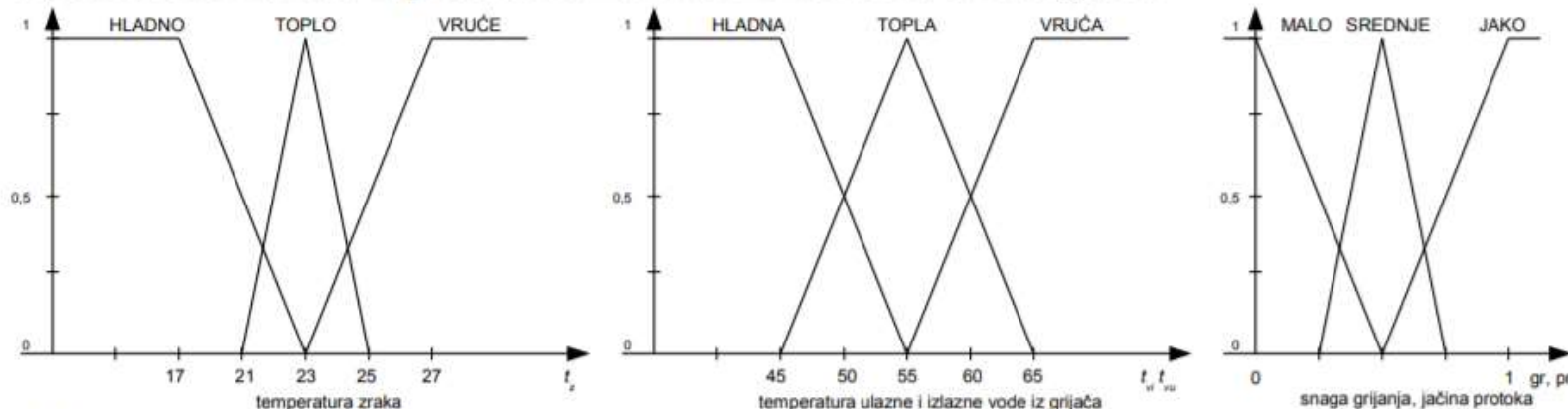
SVI ZADACI IKAD

ZADACI S PREDAVANJA

- <https://youtu.be/UAEBiXvP5a0?list=PL5Jyl3Lahn6zxv3beuAwqujuvHcnfrZWF&t=900>
- <https://youtu.be/UAEBiXvP5a0?list=PL5Jyl3Lahn6zxv3beuAwqujuvHcnfrZWF&t=3094>
- prvo je primjer, drugo zadatak s blica

2011-KZ, IMA RJ

5. (5) Upravljanje grijanjem nekog objekta (koji koristi grijač za vodu i grijaće elemente-radijatore kojima voda struji i grije prostoriju) napravljeno je korištenjem neizrazitog zaključivanja. Ulazne vrijednosti su temperatura zraka, temperatura vode koja izlazi iz grijača (t_{vi}) te temperatura vode koja ulazi u grijač (t_{vu}). Za pretvorbu tih ulaznih vrijednosti u neizrazite te za pretvorbu neizrazitih u izrazite koriste se idući grafovi.

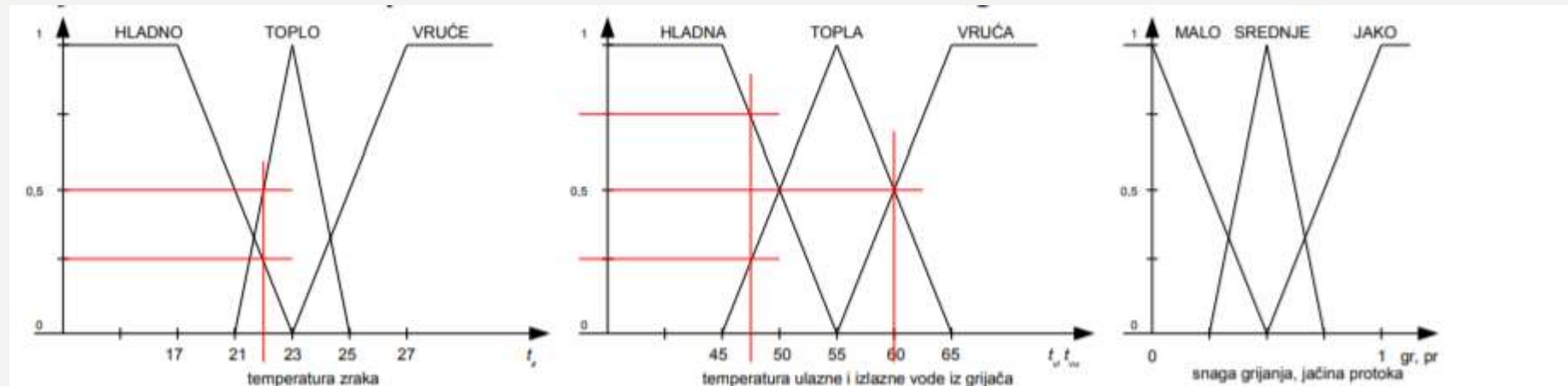


Neka je u nekom trenutku izmjereno: temperatura zraka je 22° , temperatura vode koja izlazi iz grijača je 60° , a temperatura vode koja ulazi u grijač je $47,5^\circ$. Korištenjem neizrazitog zaključivanja te MIN_MAX pravila odrediti izlazne vrijednosti za jačinu grijanja (gr) i jačinu protoka vode (pr). Koristiti najjednostavniji način određivanja vrijednosti izlaza (sumirati umnoške težišta i vjerojatnosti te to podijeliti sa zbrojem vjerojatnosti).

Dio relevantnih pravila zaključivanja su:

- $p_1: \text{ako}(t_z \in \text{HLADNO}) \text{ tada } (gr \in \text{JAKO}, pr \in \text{JAKO})$
- $p_2: \text{ako}(t_z \in \text{TOPLO} \text{ i } (t_{vi} \in \text{TOPLA} \text{ ili } t_{vu} \in \text{TOPLA})) \text{ tada } (gr \in \text{MALO}, pr \in \text{SREDNJE})$
- $p_3: \text{ako}(t_z \in \text{TOPLO} \text{ i } t_{vi} \in \text{TOPLA} \text{ i } t_{vu} \in \text{HLADNA}) \text{ tada } (gr \in \text{SREDNJE}, pr \in \text{SREDNJE})$
- $p_4: \text{ako}(t_{vi} \in \text{VRUĆE}) \text{ tada } (gr \in \text{MALO}, pr \in \text{JAKO})$

Grijanje ima nekoliko postavki jačina grijanja: *ugašeno*, *slabo*, *srednje* i *jako*, u koja se linearno preslika dobivena kontinuirana vrijednost (odabir *ugašeno* treba obaviti kad je $gr < 0,25$, *slabo* za gr iz $[0,25-0,5>$, itd.). Pumpa koja pogoni vodu kroz sustav ima 4 brzine koje odgovaraju jačini protoka: 0, 1, 2 i 3 (preslikavanje slično kao i za gr). Na osnovu dobivenih vrijednosti neizrazitog zaključivanja, izračunati diskretne vrijednosti koje treba postaviti za grijač i za pumpu.



$$p1: \mu = 0,25$$

$$p2: \mu = \min \{ 0,5; \max \{ 0,5; 0,25 \} \} = 0,5$$

$$p3: \mu = \min \{ 0,5; 0,5; 0,75 \} = 0,5$$

$$p4: \mu = 0,5$$

$$gr = (\text{težište(JAKO)} * 0,25 + \text{težište(MALO)} * 0,5 + \text{težište(SREDNJE)} * 0,5 + \text{težište(MALO)} * 0,5) / (0,25 + 0,5 + 0,5 + 0,5) =$$

$$= (1 * 0,25 + 0 * 0,5 + 0,5 * 0,5 + 0 * 0,5) / 1,75 = 0,5 / 1,75 = 0,2857 \Rightarrow \text{„slabo”}$$

$$pr = (\text{težište(JAKO)} * 0,25 + \text{težište(SREDNJE)} * 0,5 + \text{težište(SREDNJE)} * 0,5 + \text{težište(JAKO)} * 0,5) / (0,25 + 0,5 + 0,5 + 0,5) =$$

$$= (1 * 0,25 + 0,5 * 0,5 + 0,5 * 0,5 + 1 * 0,5) / 1,75 = 1,25 / 1,75 = 0,714 \Rightarrow 2$$

2018-MI NEMA RJ

9. [3 boda] Neka automatska miješalica betona opremljena je senzorom viskoznosti. U miješalicu treba staviti pijeska (koji može imati različiti postotak vlage), cement i vode. Inicijalno se u miješalicu doda željena količina pijeska, te inicijalna količina cementa i vode, a nakon toga potrebno je s manjim dodavanjem cementa i vode postići željenu viskoznost: kada je viskoznost veća od željene V_P treba dodati vode, a kada je manja treba dodati cementa. Upravljanje tim dodatnim dodavanjima ostvariti korištenjem neizrazite logike. Pretpostaviti da upravljački sustav za izlazne vrijednosti iz neizrazitog upravljača manje od nule (do -1) dodaje vode (što je vrijednost bliža -1 pušta se više vode), a za vrijednosti veće od nule (do 1) dodaje se cement (više cementa za veće vrijednosti). Pokazati rad sustava na primjeru kada je trenutna viskoznost nešto veća od željene.

2013-MI NEMA RJ

9. (3) Održavanje temperature u nekoj prostoriji treba ostvariti upravljačem zasnovanim na neizrazitoj logici. Raspoloživi klima uređaj može grijati i hladiti s dva intenziteta: slabije i jače, tj. ima 5 načina rada: 0, G_1 , G_2 , H_1 i H_2 (G-grijanje, H-hlađenje, 1-slabije, 2-jače). Željena temperatura prostorije je 18 stupnjeva. Ulazi u upravljač su trenutna temperatura t i promjena temperature u zadnju minutu dt . Projektirati upravljač, korištenjem oba ulaza. Ulaz dt treba koristiti kada je promjena temperature u zadnjoj minuti bila manja od $\pm 0,2^\circ \text{C}$, a željena temperatura nije dostignuta. Prikazati izračun (približni) izlazne vrijednosti kada su ulazi: $t = 10^\circ \text{C}$ i $dt = 0,1^\circ \text{C}$. Pretpostaviti da će se izlazna vrijednost zaokružiti na bližu vrijednost prije slanja naredbe klima uređaju.

2012-MI DJELOMIČNA RJ

8. (4) Dizajnirati upravljanje nekim sustavom korištenjem neizrazite logike. Neka je ulaz u sustav brzina vjetra v a izlaz broj n uključenih potrošača (istih) na vjetroturbinu. Kada je brzina vjetra ispod v_{MIN} tada treba isključiti sve potrošače (i turbinu), tj. $n=0$. Također, kada je brzina vjetra iznad granica sigurnog rada v_{MAX} , također treba isključiti generator (da se rotor vrte "na prazno", tj. $n=0$ i tada). Kada je brzina vjetra unutar v_{MIN} i v_{MAX} broj priključenih potrošača treba rasti s brzinom vjetra (od 1 do n_{MAX}). Napišite pravila zaključivanja te grafove za pretvorbu izrazite veličine u neizrazitu, te neizrazite u izrazitu. Neka se ulazne vrijednosti "grupiraju" u skupove "PRESPORO", "SPORO", "SREDNJE", "BRZO" i "PREJAKO" (na "PRESPORO" i "PREJAKO" treba n biti 0). Izlazne vrijednosti neka su grupirane u skupove: "NE RADI", "MALO", "SREDNJE" i "SVI".

Slika može biti kao u skripti, ALI treba osigurati da SPORO ne počinje prije v_{MIN} te da BRZO završava do v_{MAX} . Pravila mogu biti (ali mogu biti i malo drukčija):

ako je ($v \in \text{PRESPORO}$ ili $v \in \text{PREJAKO}$) tada ($n \in \text{NE RADI}$);

ako je ($v \in \text{SPORO}$) tada ($n \in \text{MALO}$);

ako je ($v \in \text{SREDNJE}$) tada ($n \in \text{SREDNJE}$);

ako je ($v \in \text{BRZO}$) tada ($n \in \text{SVI}$);

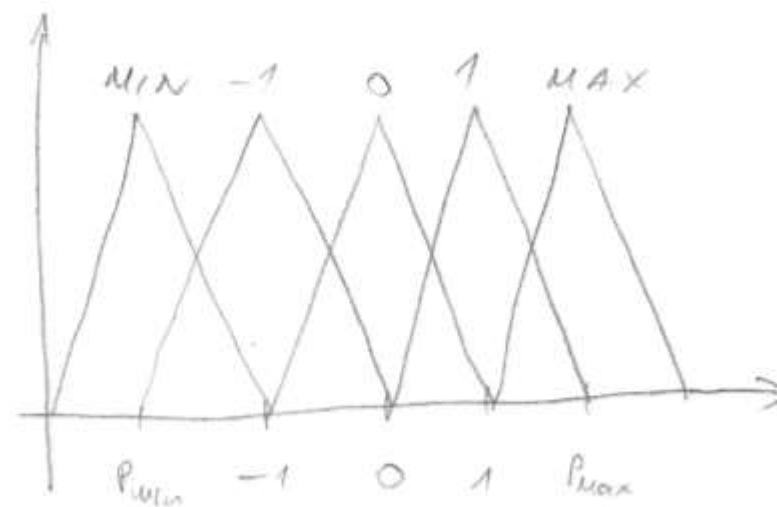
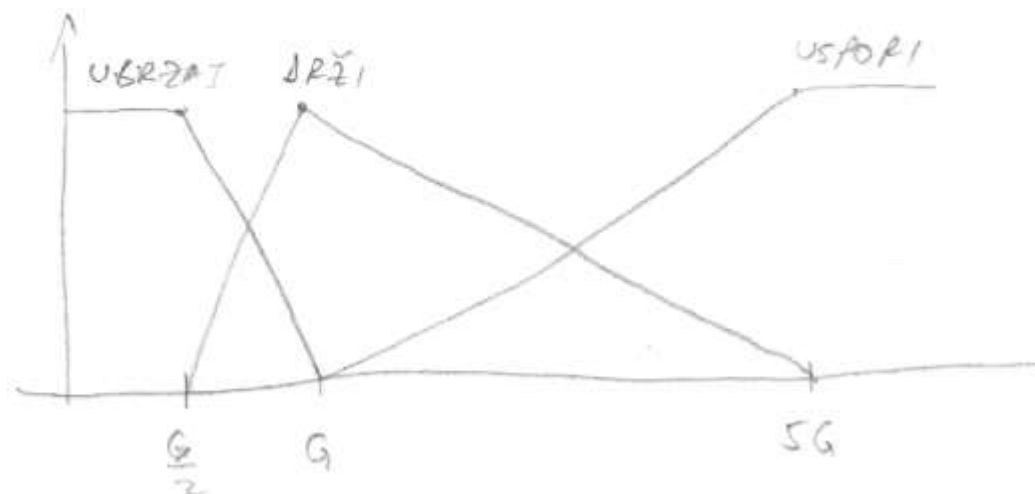
2017-ZI NEMA RJ

2. [2 boda] Neki kontroler treba na temelju ulaznih vrijednosti a i b izračunati izlaznu i . Poznato je da je izlaz (otprilike) obrnuto proporcionalan ulazu a te (otprilike) proporcionalan ulazu b . Za najmanju vrijednost od $a = A_{MIN}$ i najveću vrijednost od $b = B_{MAX}$ izlaz treba biti $i = I_{MIN}$ i obratno, za $a = A_{MAX}$ i $b = B_{MIN}$ izlaz treba biti $i = I_{MAX}$. Ostvariti kontroler korištenjem neizrazitog upravljanja.

2017-ZI IMA RJ

5. [2 boda] Upravljanje potisnicima neke rakete treba ostvariti korištenjem neizrazite logike. Pretpostaviti da raketa (u intervalu za koje treba ostvariti upravljanje) ima postavljeno željeno ubrzanje G . Kada je ubrzanje manje, snagu potisnika treba povećavati, a kada je ubrzanje veće snagu smanjivati. Ukoliko je ubrzanje manje od $G/2$ treba koristiti maksimalnu snagu P_{MAX} . Od $G/2$ do G promjena snage treba padati do nule (kada je ubrzanje upravo jednako G ostaviti trenutnu snagu). Od G do $5 \cdot G$ snagu smanjivati do minimalne vrijednosti snage P_{MIN} u točki $5G$. Ukoliko je ubrzanje veće od $5G$ snaga potisnika treba biti P_{MIN} . Skicirati ostvarenje upravljanja. Ulaz je trenutno ubrzanje, a izlaz promjena snage s vrijednostima: P_{MIN} , -1 , 0 , 1 , P_{MAX} (uz granične vrijednosti se snaga automatski postavlja na zadano – tada to nije “povećanje/smanjenje” snage).

5



1. ako je $G \in \text{UBRZAI}$ tada $\Delta P \in \text{MAX}$
2. ako je $G \in \text{UBRZAI}$ i $G \in \text{SRZI}$ tada $\Delta P \in 1$
3. ako je $G \in \text{SRZI}$ tada $\Delta P \in 0$
4. ako je $G \in \text{SRZI}$ i $G \in \text{USPORI}$ tada $\Delta P \in -1$
5. ako je $G \in \text{USPORI}$ tada $\Delta P \in \text{MIN}$

2014-ZI NEMA RJ

7. (4) Osmisliti sustav upravljanja grijanjem koji koristi dva grijača, jedan na struju iz sunčanih kolektora (koji grije kada je generirana struja barem jednaka I_{MIN}), i drugi na plin. Kada je temperatura vode iznad T_{MAX} , oba grijača treba ugasiti. Optimalna temperatura je T_{OPT} . U postupku grijanja minimizirati potrošnju plina. Za upravljanje koristiti postupke upravljanja neizrazitom logikom (definirati sve što je potrebno).

ZADACI IZ ZBIRKE (NEMA RJEŠENJA)

21. U sustavu u kojem se koristi neizrazito zaključivanje postoji pravilo:

p_1 : ako $(a \in A_1)$ ili $(b \in B_2)$ tada $(c \in C_3)$

Opisati primjenu tog pravila, ako se koristi MIN_MAX načelo.

22. Održavanje brzine treba ostvariti upravljačem zasnovanim na neizrazitu upravljanju. Pretpostaviti da su brzine s kojima sustav treba raditi u rang 10-130 km/h, da motor (koji može i kočiti) može raditi s 7 različitih diskretnih snaga (-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3). Pokazati rad projektiranog sustava (izračun izlaza) ako je ulazna brzina 50 km/h a postavljena (željena) 80 km/h.

23. Neki kontroler treba na temelju ulaznih vrijednosti a i b izračunati izlaznu i . Poznato je da je izlaz (otprilike) obrnuto proporcionalan ulazu a te (otprilike) proporcionalan ulazu b . Za najmanju vrijednost od $a = A_{MIN}$ i najveću vrijednost od $b = B_{MAX}$ izlaz treba biti $i = I_{MAX}$ i obratno, za $a = A_{MAX}$ i $b = B_{MIN}$ izlaz treba biti $i = I_{MIN}$. Ostvariti upravljanje korištenjem neizrazite logike.

ZADACI IZ ZBIRKE (NEMA RJEŠENJA)

24. Postupak grijanja nečega upravlja se sustavom zasnovanom na neizrazitoj logici. Ulaz u sustav je trenutna temperatura (i protok vremena). Idealno zagrijavanje je linearno s promjenom od ΔT stupnjeva u minuti. Kada je promjena manja tada treba povećati snagu grijača, a kada je veća smanjiti. Skicirati upravljački program koji poziva funkciju `promjena_snage(dt)`, a koja će neizrazitom logikom izračunati kako treba promijeniti snagu. U upravljačkom programu napraviti potrebnu početnu i naknadnu obradu (prije i poslije poziva `promjena_snage(dt)`). Za samo neizrazito zaključavanje navesti grafove s funkcijama pripadnosti i izlaznih vrijednosti, pravila zaključivanja te na primjeru ulaza pokazati (grafički) određivanje izlazne vrijednosti (operaciju `promjena_snage(dt)` ne pisati pseudokodom već neizrazitim zaključivanjem kako je zadano).

TEORIJA - SKRIPTA

11. Navesti uporabivost neizrazite logike u kontekstu upravljanja sustavima. Koja su dobra a koja loša svojstva neizrazite logike u tom okruženju?
12. Koja je posebna prednost korištenja neizrazitog upravljača (*fuzzy logic controller*) naspram ostalih oblika upravljanja?
13. Opisati postupak pretvaranja ulazne (izrazite) vrijednosti u neizrazitu (u sustavu upravljanja zasnovanom na neizrazitoj logici) (fuzzification).
14. Kako se koriste pravila zaključivanja (u sustavu upravljanja zasnovanom na neizrazitoj logici) korištenjem MIN_MAX postupka u dobivanju izrazite izlazne vrijednosti.

TEORIJA IZ ISPITA, BLICEVA, ČESTO ISTA KAO IZ ZBIRKE

9. (1) Opišite postupak pretvaranja ulazne (izrazite) vrijednosti u neizrazitu u sustavu upravljanja zasnovanom na neizrazitoj logici (*fuzzification*).

RJ NA SLJEDEĆEM SLIDEU

4. [2 boda] Navesti uporabivost neizrazite logike u kontekstu upravljanja sustavima. Koja su dobra a koja loša svojstva neizrazite logike u tom okruženju?

9. [2 boda] U sustavu se neizrazitim zaključivanjem postoji pravilo:

p_2 : ako $(a \in A_1)$ i $(b \in B_2)$ tada $(c \in C_0)$

Opisati primjenu tog pravila, ukoliko se koristi MIN_MAX načelo.

uporaba: za automatsko upravljanje (jednostavnijim) postupcima
dobra svojstva: logika upravljanja razumljiva čovjeku,
egzaktna funkcija upravljanja ne mora biti poznata
loša svojstva: heuristika ne daje optimalno rješenje, može biti
teško podesiti parametre za željenu kvalitetu upravljanja

$\min(\{a \text{ na } A_1\}, \{b \text{ na } B_2\}) \Rightarrow \text{površina na } C_0 \text{ ulazi u sumu površina}$