

Elektrotehnički fakultet

Univerzitet u Beogradu

Odsek za softversko inženjerstvo



Neuralne mreže

Drugi projektni zadatak

Fuzzy logika

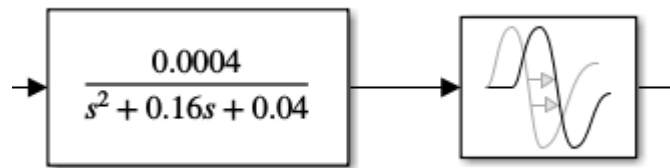
Profesori:
Aleksandar Rakić
Marija Novčić

Studenti:
Luka Tomanović 2018/0410
Kosta Matijević 2018/0034

Februar 2021.

Parametri sistema za koji je projektovan fuzzy kontroler

- $V = 0$
- Model objekta upravljanja: $G(s) = \frac{0.0004}{s^2 + 0.16s + 0.04} e^{-2s}$
- Opseg referenci: $[-0.4, +0.4]$
- Opseg upravljanja: $[-50, +50]$



Slika 1. Objekat upravljanja



Slika 2. Izlaz iz objekta upravljanja za ulazne vrednosti $[-50, +50]$

Fuzzy kontroler

Projektovana je Mamdanijeva fuzzy mašina sa dve ulazne i jednom izlaznom promenljivom.

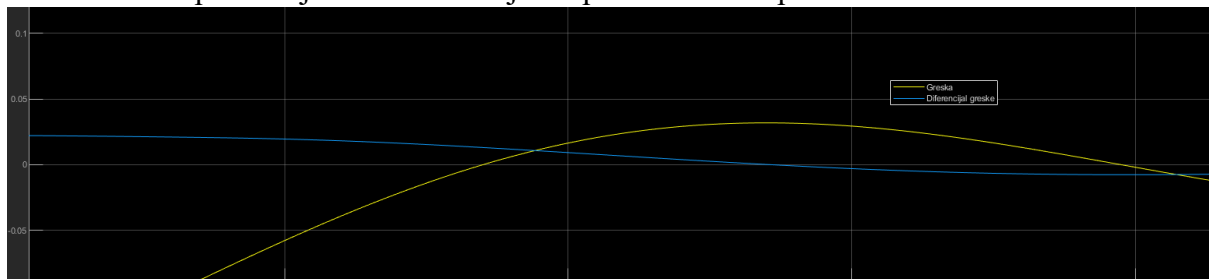
Ulazne promenljive:

- e – greška. Uzima vrednosti iz opsega $[-0.8, 0.8]$
- de – diferencijal greške. Uzima vrednosti iz opsega $[-0.025, 0.025]$

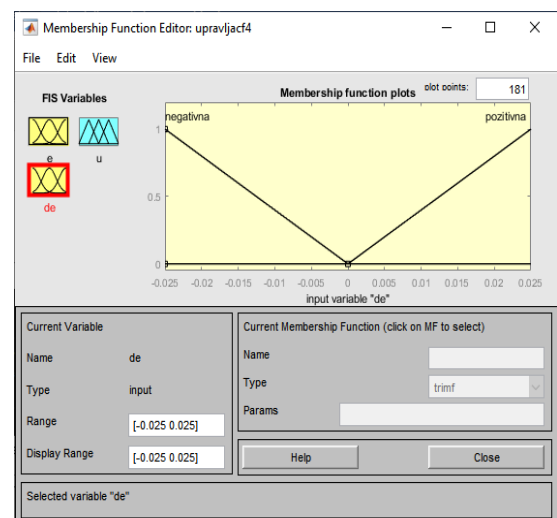
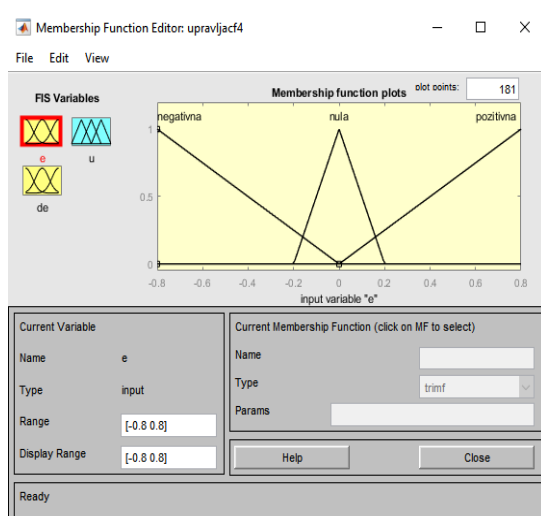
Univerzum promenljive e određen je iz same definicije greške $e = r - y$, gde je r zadata referentna vrednost sa ulaza a y stvarna vrednost sa izlaza sistema.

$$e_{max} = r_{max} - y_{min} = 0.4 - (-0.4) = 0.8$$
$$e_{min} = r_{min} - y_{max} = -0.4 - 0.4 = -0.8$$

Univerzum za promenljivu de određen je eksperimentalnim putem.



Slika 3. Uporedni prikaz greske i diferencijala greska



Slike 4 i 5. Prikaz funkcija pripadnosti ulaznih promenljivih e i de

Izlazna promenljiva:

- u – brzina promene upravljanja. Uzima vrednosti iz opsega $[-5, 5]$

Izlaz kontrolera predstavlja ulaz u integrator, odnosno brzinu promene upravljanja u vremenu. Kako se za zadati sistem upravljanje zadaje u opsegu $[-50, 50]$, univerzum za izlaznu promenljivu određen je na sledeći način:

Maksimalna promena upravljanja jednaka je razlici maksimalnog i minimalnog upravljanja

$$\Delta U_{max} = U_{max} - U_{min} = 50 - (-50) = 100$$

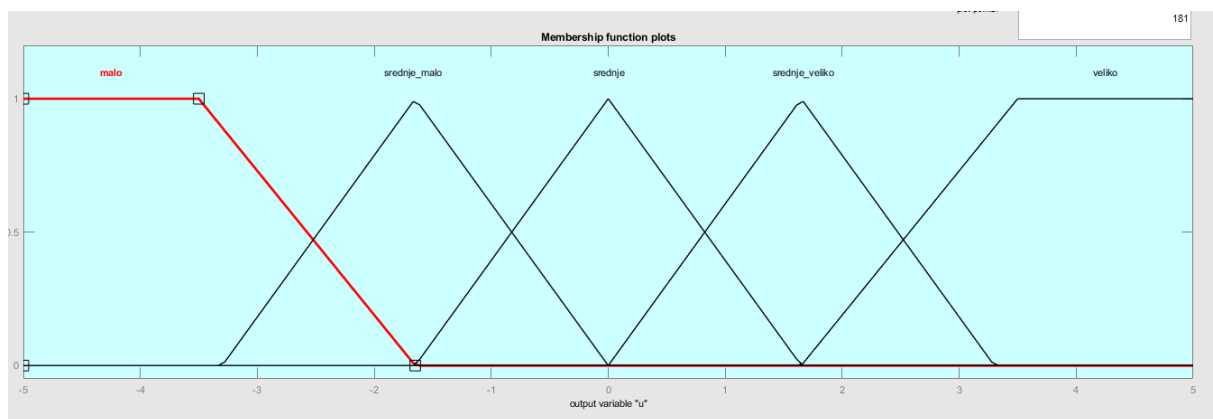
Usvajamo da je potrebno 20s za promenu upravljanja od minimalne do maksimalne vrednosti

$$\Delta t = 20s$$

Granice za promenu upravljanja dobijaju se iz formule:

$$\frac{\Delta U_{max}}{\Delta t} = 5$$

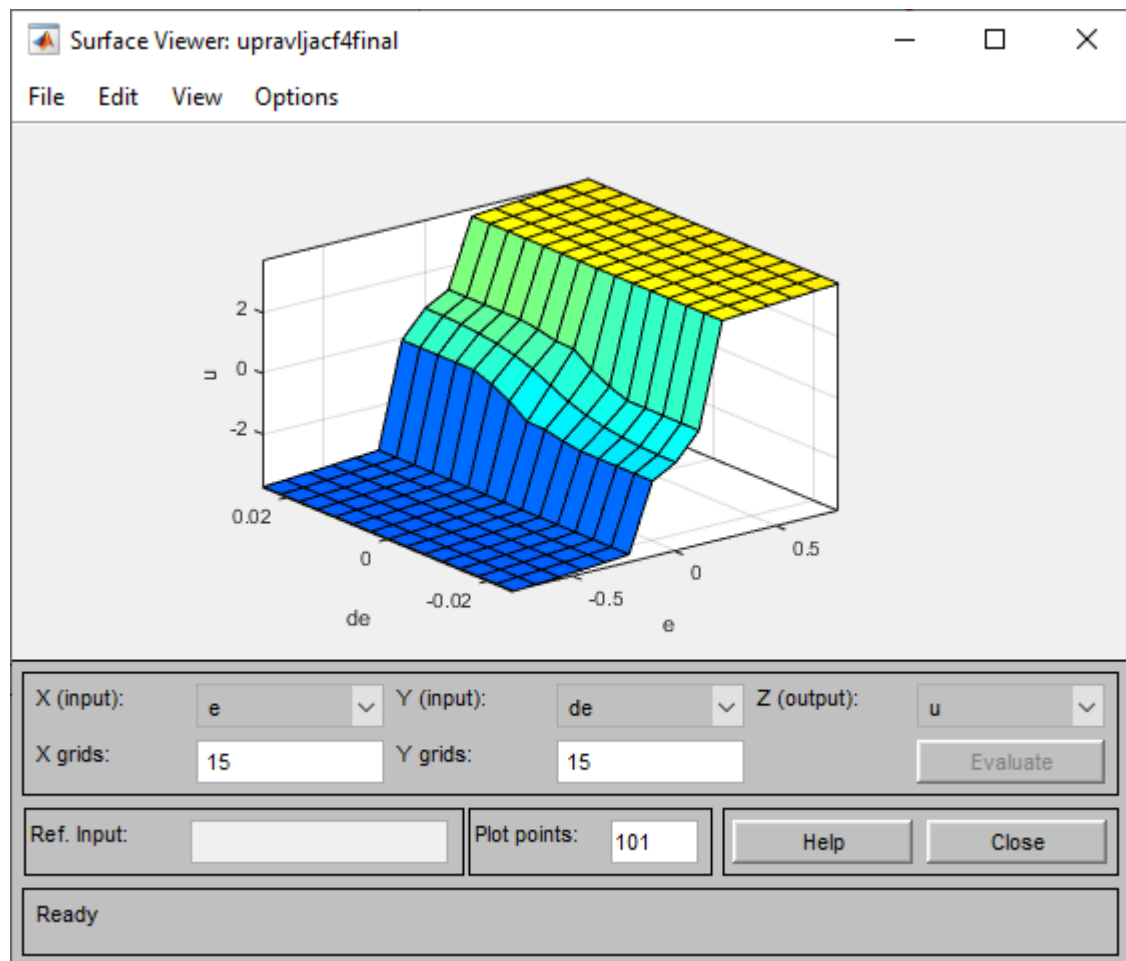
Analogno se dobija i donja granica koja iznosi -5.



Slika 6. Prikaz funkcija pripadnosti izlazne promenljive u

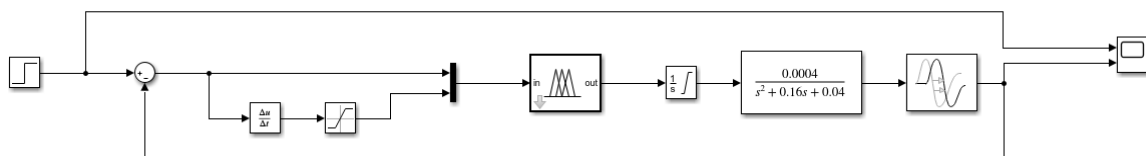
1. If (e is negativna) then (u is malo) (1)
2. If (e is pozitivna) then (u is veliko) (1)
3. If (e is nula) then (u is srednje) (1)
4. If (e is nula) and (de is negativna) then (u is srednje_malo) (1)
5. If (e is nula) and (de is pozitivna) then (u is srednje_veliko) (1)

Slika 7. Prikaz definisanih pravila



Slika 8. Grafički prikaz izlazne promenljive $u = f(e, de)$

Sistem upravljanja



Slika 9. Projektovani sistem upravljanja

Primenjen je intuitivni metod za projektovanje fuzzy upravljanja.

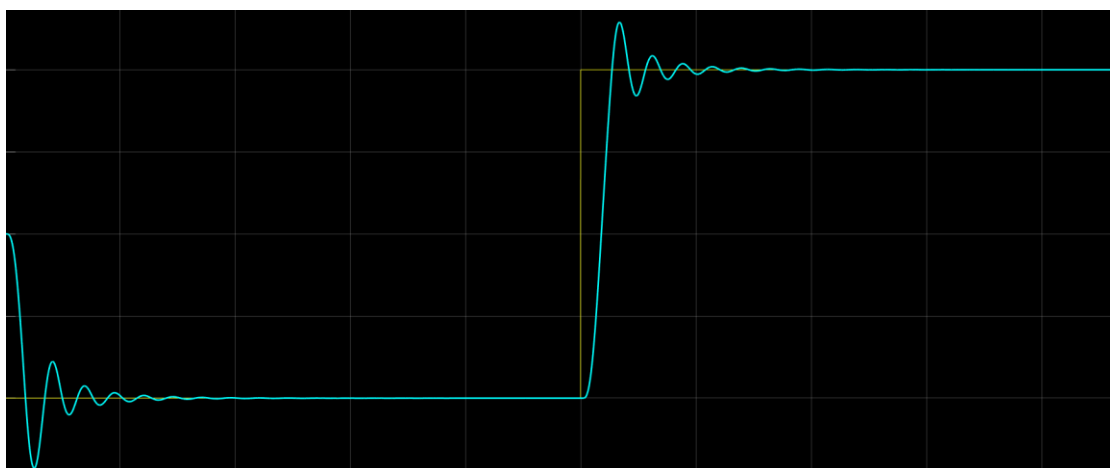
Prvi ulaz u fuzzy mašinu jeste signal greške e . (odgovara proporcionalnoj komponenti upravljanja)

Drugi ulaz predstavlja diferencijal greške. Ova komponenta utiče na upravljački signal proporcionalno brzini promene greške. Dejstvo dodavanja ovog ulaza ogleda se najbolje u

okolini referentne vrednosti. Dobijamo smanjenje preskoka kao i brže smirenje izlaznog signala.

Izlaz iz kontrolera predstavlja brzinu promene upravljanja i propušta se kroz integrator što predstavlja integracionu komponentu upravljanja. Dodavanjem ovog elementa izbegli smo grešku ustaljenog stanja i ubrzali reakciju sistema.

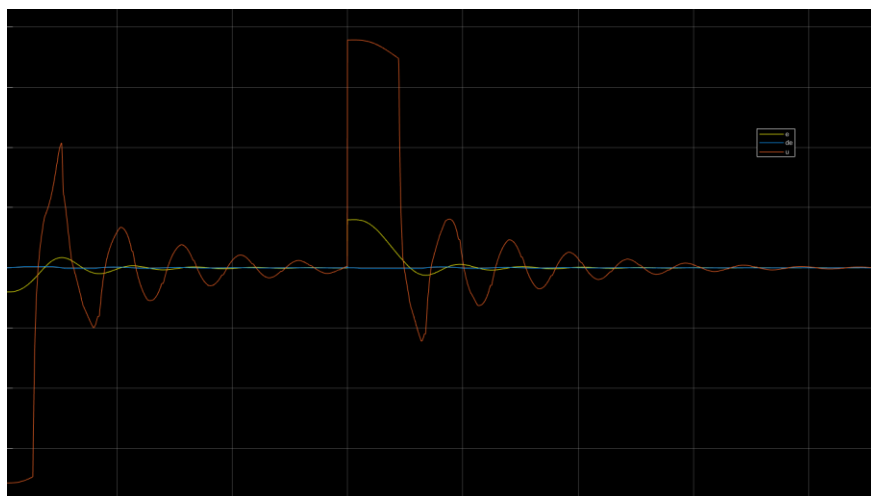
Na izlazu iz integratora dobija se upravljanje u traženom opsegu $[-50, +50]$ što predstavlja ulaz u objekat upravljanja.



Slika 10. Prikaz željenog i stvarnog izlaza sistema

Na osnovu slike vidimo da projektovani kontroler obezbeđuje zadovoljavajuće upravljanje objektom upravljanja. Postoji određeni preskok oko referentne vrednosti ali se sistem brzo smiruje i u najvećem delu intervala daje izlaz u traženom opsegu – prati referentnu vrednost. Upravljač postiže dobru ravnotežu između brzine reakcije i smirivanja (integraciona komponenta) i umanjenja preskoka oko referentne vrednosti (diferenciona komponenta).

Dodatak: prikaz ulaza i izlaza iz fuzzy mašine



Slika 11. Prikaz ulaza i izlaza iz fuzzy mašine