



## 2.4. Работа с Fuzzy Logic Toolbox.

Размитата логика в Matlab може да се работи много лесно благодарение на съществуващата нова кутия с инструменти за размита логика. Това осигурява пълен набор от функции за проектиране и внедряване на различни размити логически процеси. Основната размита логическа операция включва размиване, деразмиване и размит извод. Всички те се изпълняват с помощта на различни функции и дори могат да бъдат реализирани с помощта на графичния потребителски интерфейс (GUI). Много от приложенията могат да бъдат симулирани с помощта на блока Simulink „размит логически контролер“, присъстващ в кутията с инструменти Matlab-Simulink. Характеристиките са:

- Предоставя инструменти за създаване и редактиране на система за размити изводи (FIS).
- Позволява интегриране на размити системи в симулация със Simulink.
- Възможно е да се създават самостоятелни C програми, които се обаждат на размити системи, изградени с Matlab.

Кутията с инструменти предоставя три категории инструменти:

1. Функции на командния ред
2. Графични или интерактивни инструменти
3. Simulink блокове.

### FIS функции на командния ред

addmf - Добавяне на функция за членство към FIS.

addrule - Добавяне на правило към FIS.

addvar - Добавяне на променлива към FIS.

----- [www.eufunds.bg](http://www.eufunds.bg) -----



defuzz - Дефузифицира функция за членство.  
evalfis - Извършване на изчисление с размит извод.  
evalmf - Обща оценка на функцията за членство.  
gensurf - Генериране на FIS изходна повърхност.  
getfis - Вземете размити системни свойства.  
mf2mf - Превежда параметри между функции.  
mfstrrch - Функция за разтягане на членство.  
newfis - Създаване на нов FIS. parsrule - анализира неясни правила.  
plotfis - Показване на FIS входно-изходна диаграма.  
plotmf - Показване на всички функции за членство за една променлива  
readfis - Зареждане на FIS от диск.  
rmmf - Премахване на функцията за членство от FIS.  
rmvar - Премахване на променлива от FIS.  
setfis - Задаване на размити системни свойства.  
showfis - Показване на аотириания FIS.  
showrule - Показване на правилата на FIS  
writefis - Записване на FIS на диск.

### **Редактори на графичен потребителски интерфейс (GUI инструменти)**

fuzzy - Основен FIS редактор.  
mfedit - Редактор на функция за членство.  
ruleedit - Редактор и анализатор на правила.

----- [www.eufunds.bg](http://www.eufunds.bg) -----



ruleview - Визуализатор на правила и диаграма на размит извод.

surfview - Преглед на изходна повърхност.

### Блокове Simulink

След като размитата система е създадена с помощта на GUI инструменти или някакъв друг метод може да бъде директно вграден в Simulink с помощта на контролния блок с размита логика, както е показано на Фиг. 1.

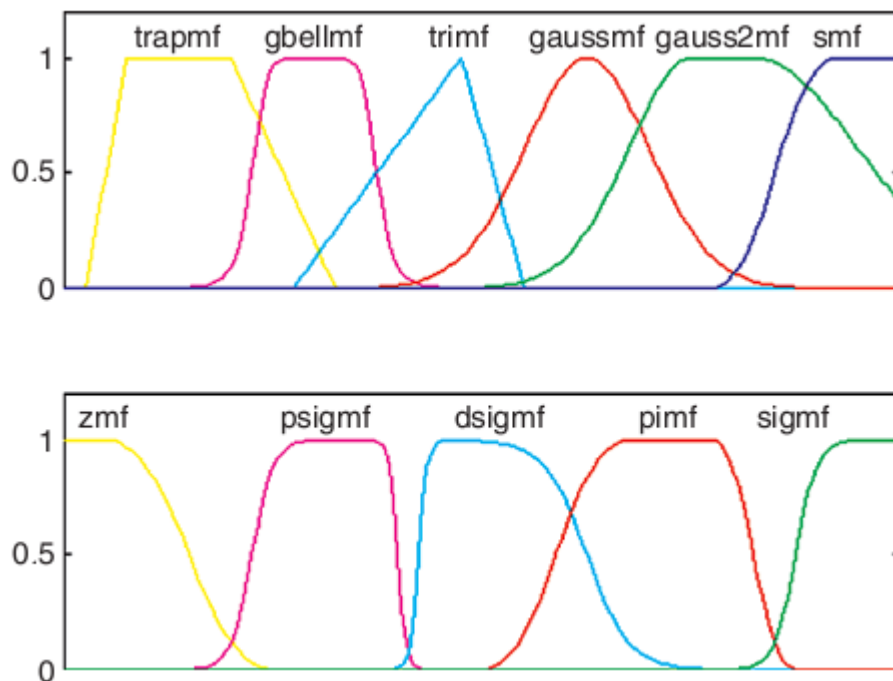


Фиг. 1. Размит логически контролер Simulink блок

Важно. Уверете се, че FIS матрицата, съответстваща на размитата система, е както в работното пространство на Matlab, така и посочена по име в диалоговия прозорец, свързан с този контролер с размита логика.

Въпреки че е възможно да се използва Fuzzy Logic Toolbox, като се работи стриктно от командния ред, като цяло е много по-лесно да се изгради система графично, така че GUI инструментите обикновено се използват за изграждане, редактиране и наблюдение на FIS.

Процесът на картографиране от даден вход към изход с помощта на размита логика включва функции за членство, размити логически оператори и правила АКО-ТОГАВА.



Фиг.2 Функции на принадлежност.

### Функции на принадлежност.

Това меню с инструменти включва 11 вградени типа функции за принадлежност, изградени от няколко основни функции: линейни функции на парчета (триъгълни и трапецовидни), функция на разпределение на Гаус (криви на Гаус и обобщена камбана), сигмоидна крива и криви на квадратни и кубични полиноми (Z, S и P-криви) (виж Фиг. 2).

Размити логически оператори. според размитите логически операции произволен брой добре дефинирани методи могат да запълнят операцията И или операцията ИЛИ. Във Fuzzy Logic Toolbox се поддържат два вградени метода И: min (минимум) и prod (алгебричен продукт). Поддържат се и два вградени метода ИЛИ: max (максимум) и probor (вероятностно ИЛИ, известно още като алгебрична сума).

[www.eufunds.bg](http://www.eufunds.bg)



Във връзка с метода на импликация се поддържат два вградени метода и те са същите функции, които се използват от метода И, така че методът min съкращава изходния размит набор, а prod мащабира изходния размит набор.

Във връзка с метода на агрегиране се поддържат три вградени метода: max (максимум), probor (вероятностно ИЛИ) и sum (просто сумата от изходния набор на всяко правило).

Въпреки че изчислението на центроида е най-популярният метод за дефузификация, има пет поддържани вградени метода: центроид, ъглополовяща, средата на максимума, най-голямото на максимума и най-малкото на максимума.

Правила IF-THEN: тъй като правилата могат да се редактират в три различни формата (подробен, символен и индексирани), подробният формат прави системата по-лесна за тълкуване.

Всяко правило има тежест (число между 0 и 1), което се прилага към числото, дадено от предходното. Обикновено това тегло е 1 и следователно няма никакъв ефект върху процеса на импликация. Например, нека въведем примерно правило (правило номер 1):

*Подобен формат: 1. АКО температурата е топла, ТОГАВА небето е сиво (1)*

*Символичен формат: 1. (температура == топло) => небе = сиво (1)*

*Индексирани формат: 1,1 (1): 1*

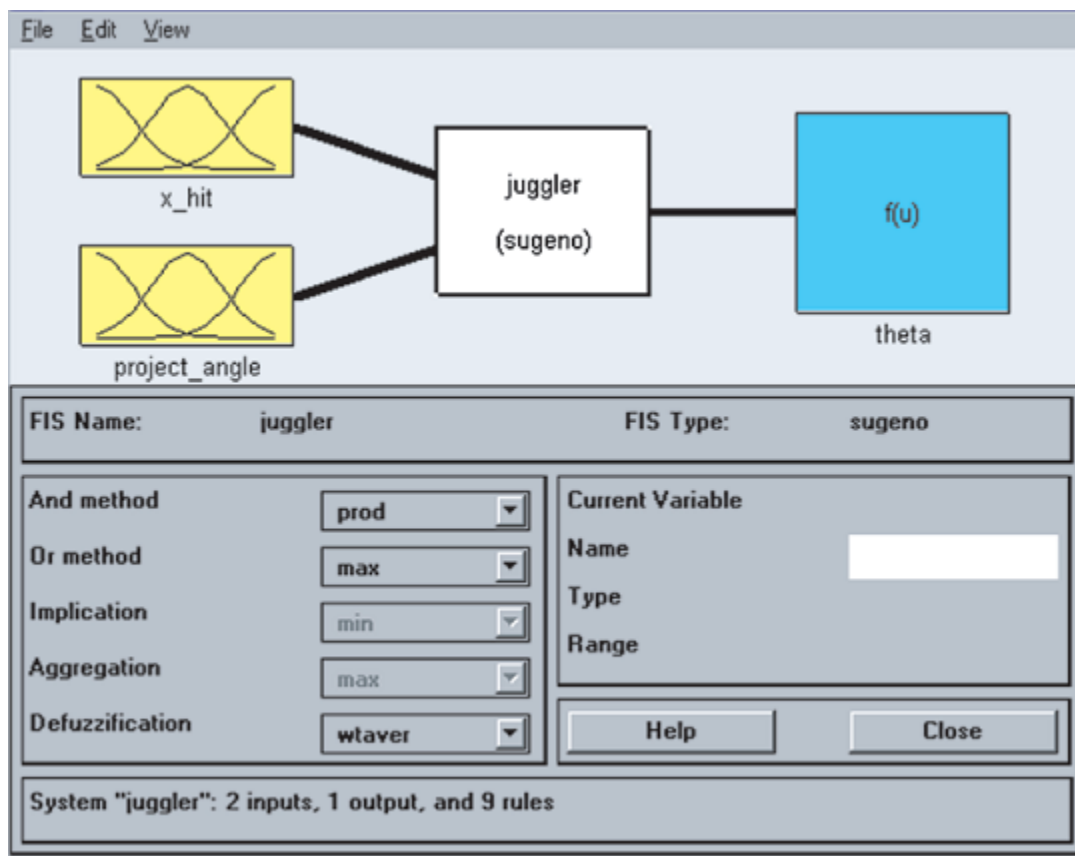
т.е. първото „1“ съответства на входната променлива, второто съответства на изходната променлива, третото показва теглото, приложено към всяко правило, а четвъртото е стенограма, която показва дали това е правило ИЛИ (2) или И (1) правило. Така че буквалното тълкуване на правило номер 1 е: „ако вход 1 е MF1 (първата функция на принадлежност, свързана с вход 1), тогава изход 1 трябва да бъде MF1 (първата функция на принадлежност, свързана с



изход 1) с тегло 1.“ Забележете, че докато методът на агрегиране е комутативен, тогава редът, в който се изпълняват правилата, не е важен.

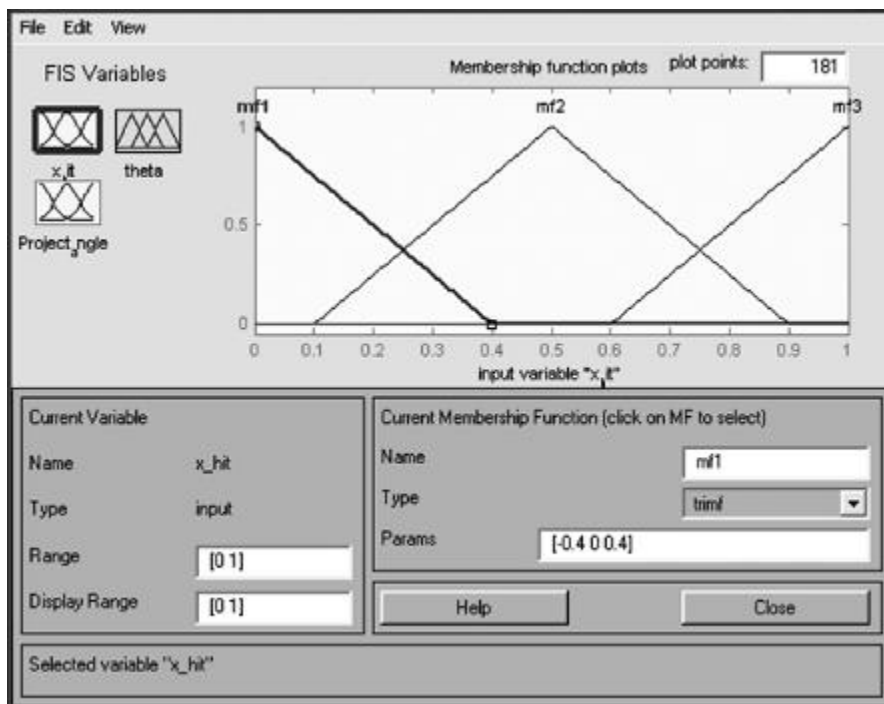
След като FLC бъде създаден, той може да бъде записан на диск (създава се FIS-файл, т.е. juggler.fis) като ASCII текстов формат, така че да може да бъде редактиран и модифициран. FLC може също да бъде записан в работното пространство на Matlab като матрична променлива (FIS matrix), така че да може да бъде модифициран, но представянето му е изключително различно от представянето на FIS файл.

След това са изобразени главни прозорци, съответстващи на GUI инструменти, както е показано на **Фиг. 3**.

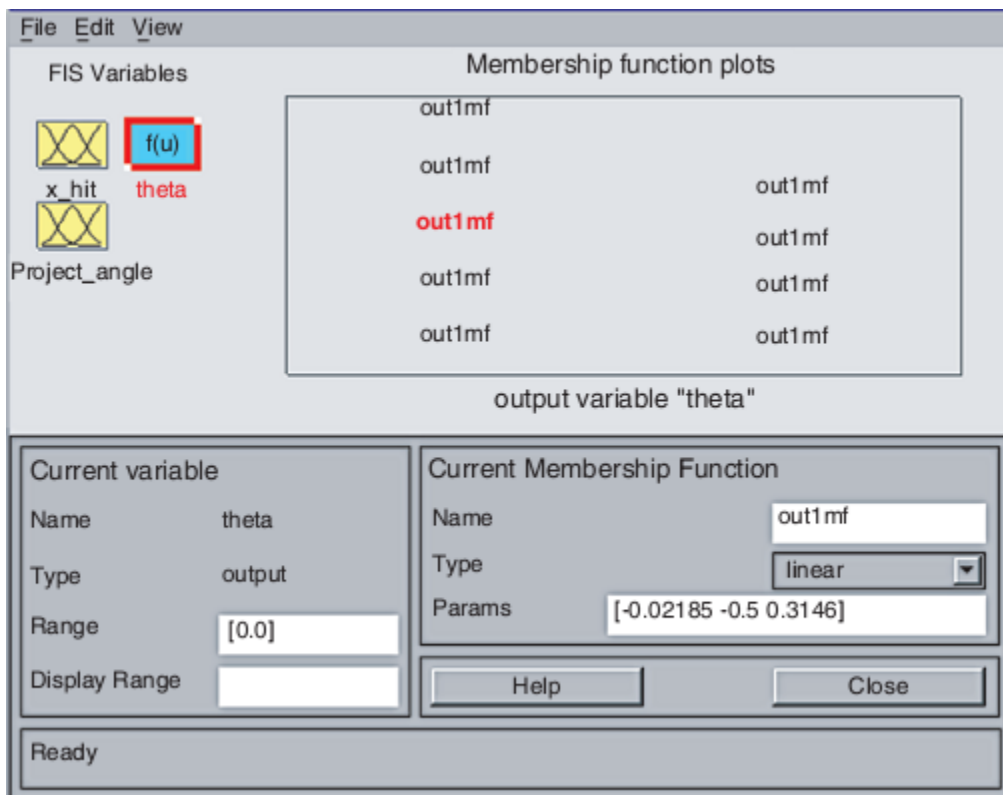


Фиг. 3. Основен FIS редактор.

[www.eufunds.bg](http://www.eufunds.bg)

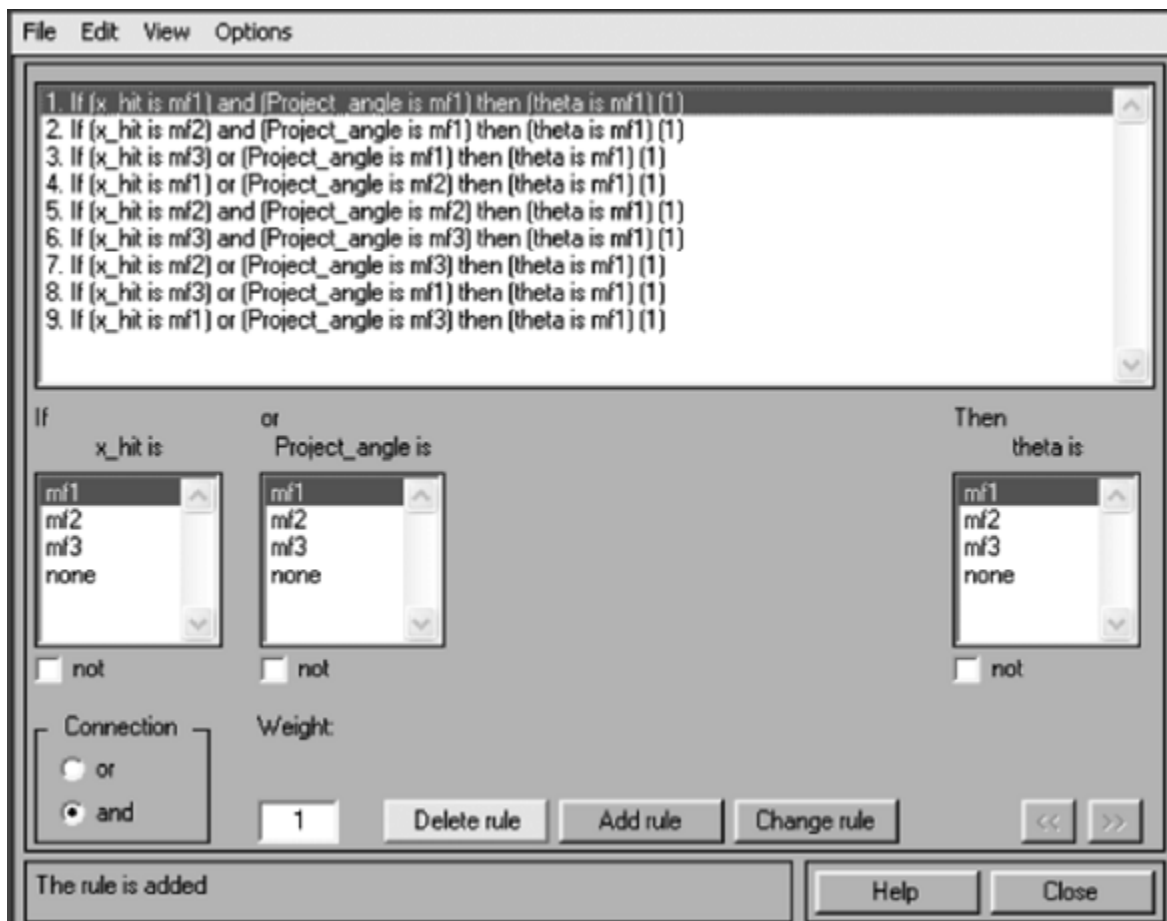


Фиг. 4. Редактор на функция за членство (вход 1)

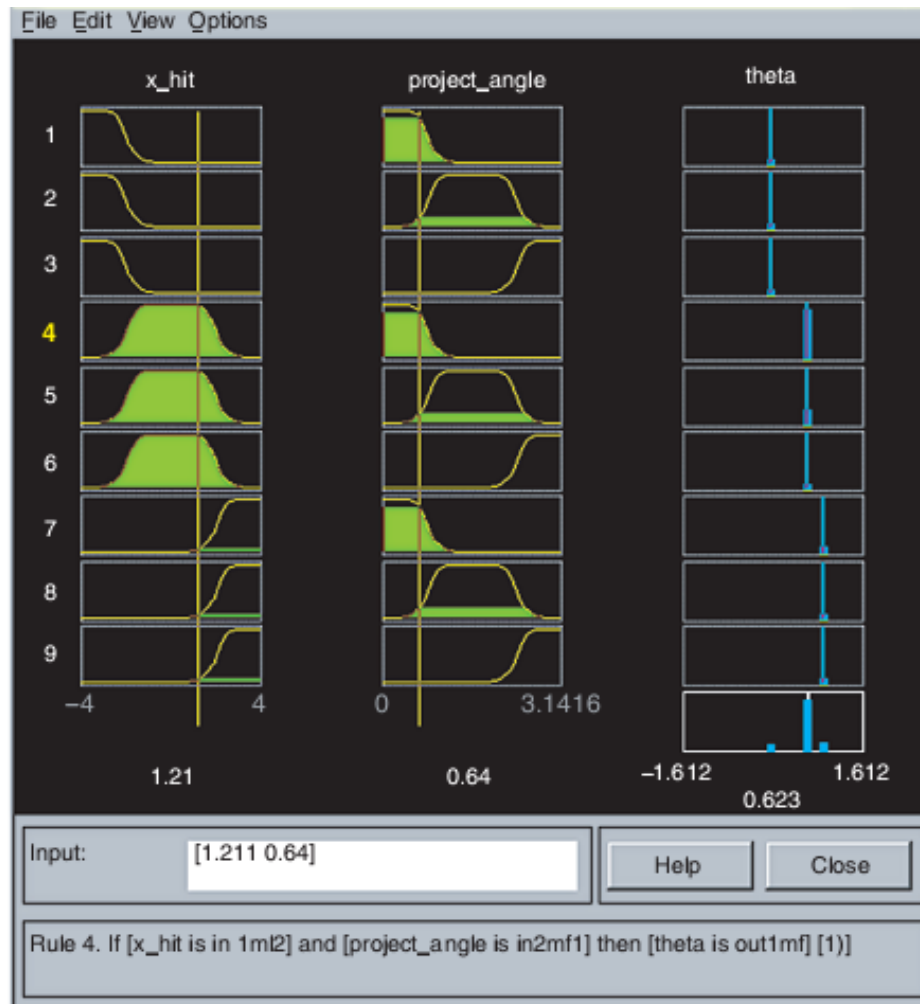


Фиг. 5. Редактор на функция за членство (изход 1, в стил Sugeno)

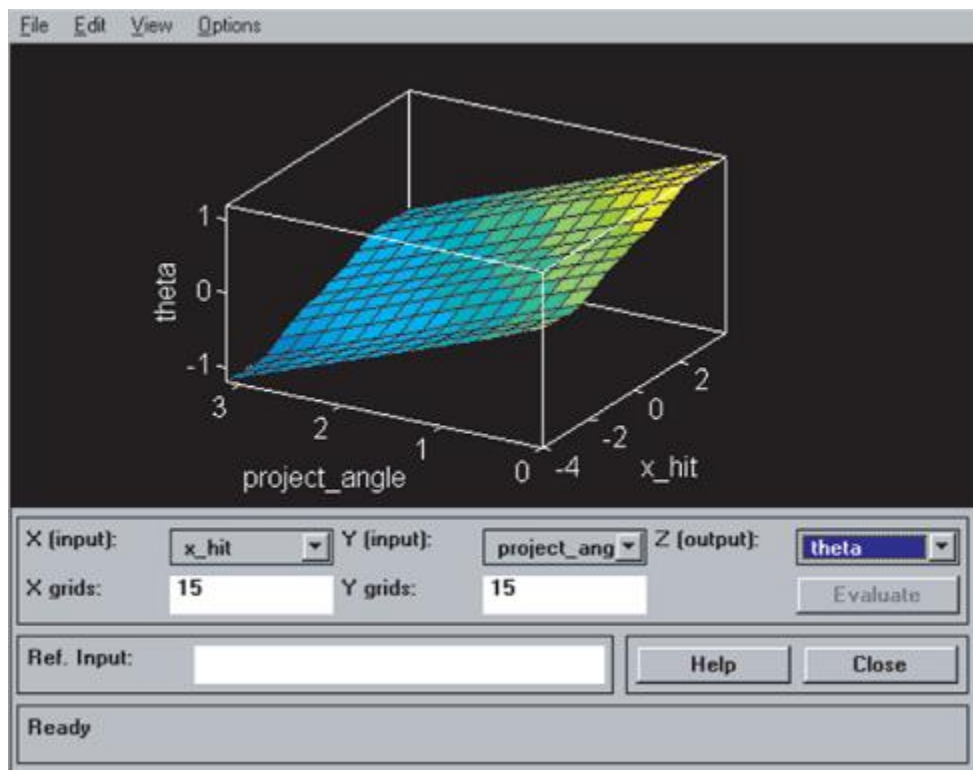




Фиг. 6. Редактор на правила (пример с девет правила в подробен формат)



Фиг. 7. Преглед на правила (в стил Sugeno)



Фиг. 8. Повърхностен преглед (вход 1 и вход 2 спрямо изход 1)

### Размити контролери: Примери

За да видим някои резултати с FLC техниките, ще разгледаме примера за контрол на нивото на водата (може да се изпълни чрез въвеждане на `sltank` в командния прозорец на Matlab). Можем да променим вентила, контролиращ водата, която тече, но скоростта на изтичане зависи от диаметъра на изходящата тръба (постоянен в този пример) и налягането в резервоара (което варира нивото на водата: вижте фиг. 9). Тази система има някои много нелинейни характеристики. Входът на контролера е текущата грешка (грешка = желано ниво на водата — действително ниво на водата), а изходът е скоростта, с която вентилът се отваря или не:

[www.eufunds.bg](http://www.eufunds.bg)

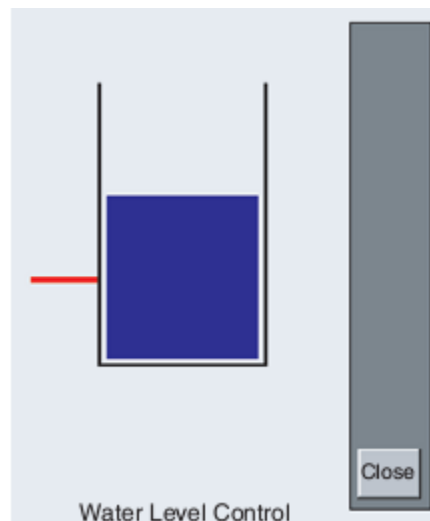
Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



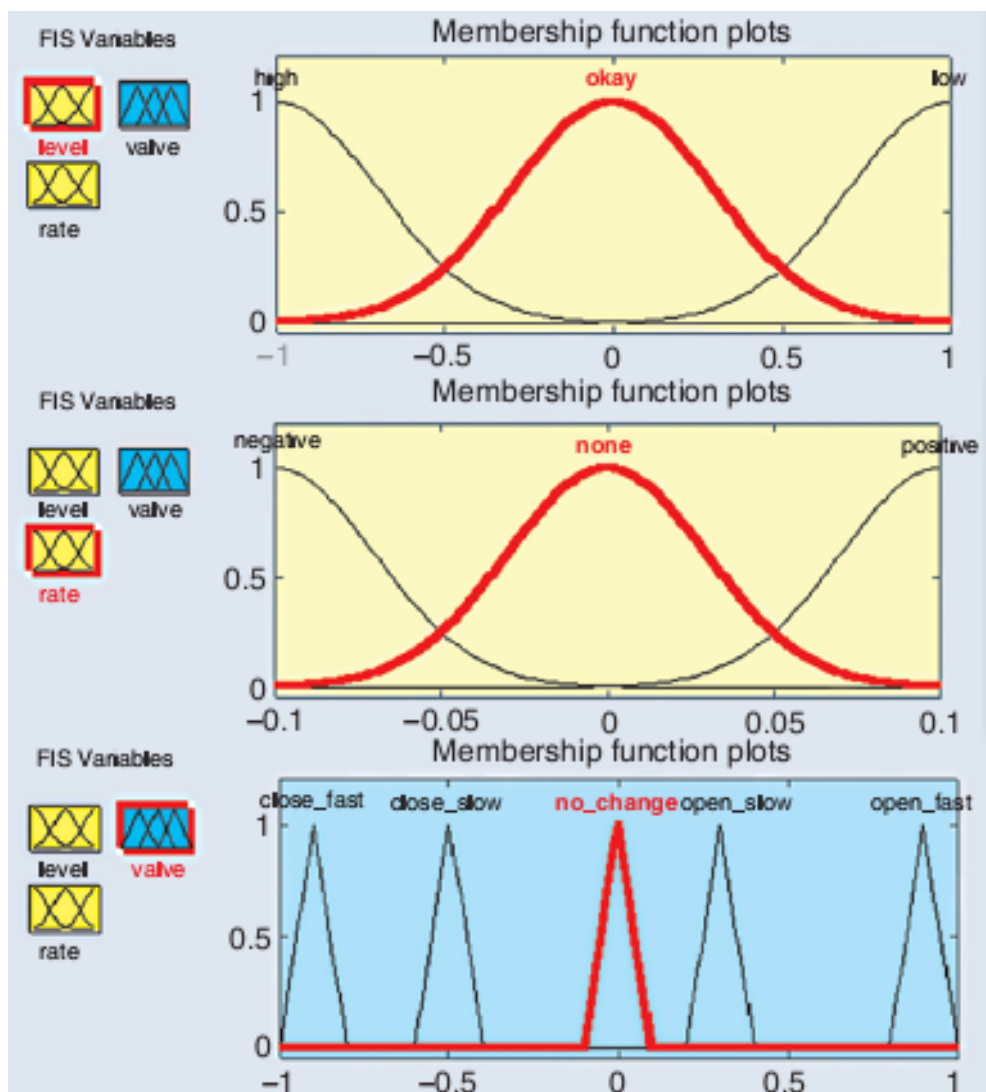
Правилата трябва да бъдат както следва:

1. АКО (нивото е наред) ТОГАВА (клапанът е без промяна) (1)
2. АКО (нивото е ниско) ТОГАВА (вентилът е отворен\_бързо) (1)
3. АКО (нивото е високо) ТОГАВА (клапанът е затворен\_бързо) (1)

Преди да редактирате тези правила, функциите за членство трябва да бъдат дефинирани с редактор на функции за членство (вижте Фиг. 10):



Фиг. 9. Контрол на нивото на водата



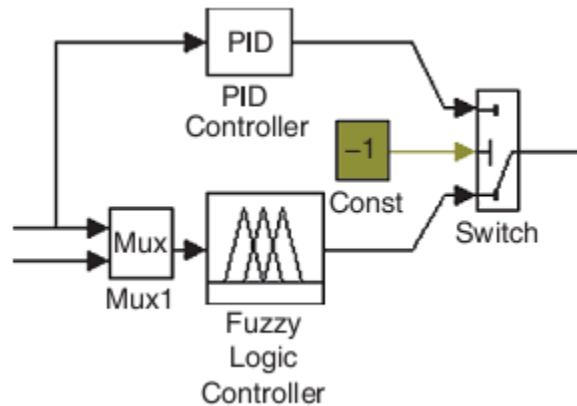
Фиг. 10. Функция за членство за вход и изход

Някои други правила (с AND съединители) могат да бъдат добавени след известно забавяне:

4. АКО (нивото е наред) и (скоростта е положителна) ТОГАВА (вентилът е затворен/бавно) (1)



5. АКО (нивото е наред) и (скоростта е отрицателна) ТОГАВА (вентилът е отворен  $\rightarrow$  slow) (1)



Фиг. 11. Simulink модел



Фиг. 12. Размита логика и PID

Тази FIS система може да бъде симулирана в Simulink и сравнението между размито логическо управление и PID управление се извършва чрез промяна на продължения параметър ( $-1$  означава размит контрол,  $0$  означава PID контрол) (вижте Фигури 11 и 12): Получените резултати са както следва:

По този начин техниката на „контролера с размита логика“ се използва ефективно за контрол на нивото на течността в резервоара.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ  
ЕВРОПЕЙСКИ  
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА  
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА  
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Така Fuzzy Logic Toolbox в Matlab може да се използва за различни приложения. Стойностите на членството се задават лесно. Разработеното приложение може да се изпълни за част от секундата. Процесът на размиване и размиване се извършва с помощта на функции на командния ред, както и от GUI. Потребителят може да получи изхода във всяка необходима форма.

----- [www.eufunds.bg](http://www.eufunds.bg) -----

*Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.*