



2.1. Решаване на проблеми със системи с размита логика.

Размитата логика успешно се прилага като средство за обобщаване на различни по характер данни, получени като резултат от работата на невронни мрежи или генетични алгоритми.

Пример:

Разработена е специфична експериментална схема за алгоритъм на система за размит извод за класификация на радарни изображения (от ISAR). Симулационна система се състои от пет невронни мрежи, всяка от които работи със специфична база данни от модели след оптимизационните процедури на изображението ISAR. Една невронна мрежа е проектирана да класифицира обекта в изображението ISAR по неговия размер (малък, среден или голям). Друг - изчисляване на позицията на джетовите (отзад, на крилото или интегриран във фюзелажа), трети - сравняване на изображението с база данни от 16 модела самолети. Четвъртото сравнение е направено за контура на изображението на ISAR с база данни от 16 контурни модела на самолети. Петата невронна мрежа е за сравнение на съотношението на контурите, като се оценява броят на съответните пиксели с базата данни с контурни изображения. Всяка невронна мрежа може да бъде разработена в среда MATLAB, за да произведе резултатна стойност между нула и едно.

Езиковата променлива е основен термин в размитата логика и се описва като променлива, чиято стойност определя набор от вербални характеристики на характеристика.

Изграждане на система за вземане на окончателно решение на базата на размита логика.

----- 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.



Инструментите на размитата логика позволяват използването на два подхода за прилагане на система за вземане на решения. Различни функции на принадлежност - функционални връзки, които определят начина, по който всяка точка от входната област (входни променливи) формира базовия фон (степен на принадлежност) в диапазона от нула до едно за функциите на принадлежност на изходните променливи.

В тази система за размит извод се избира използването на функции на принадлежност от тип Гаус, при спазване на следните фактори: спецификата на разпознаване на изображения; универсалност на приложение на функциите на Гаус; наличие на сходство в моделите на самолети; равномерност на формата; изразен максимум; стойности, различни от нула за всички точки. Кривите на Гаус се подразделят на два типа според тяхната форма: проста крива на Гаус и двупосочна комбинация от две различни криви на Гаус. Подобна на тях е функцията за принадлежност от тип „камбана”, дефинирана от три параметъра.

Степента на принадлежност на даден обект към структурата на размитите функции на принадлежност се определя от стойността на принадлежност, варираща от нула до единица. По този начин функцията за членство, свързана с размит набор от входове, се използва за позициониране на изходната стойност в съответната област на членството.

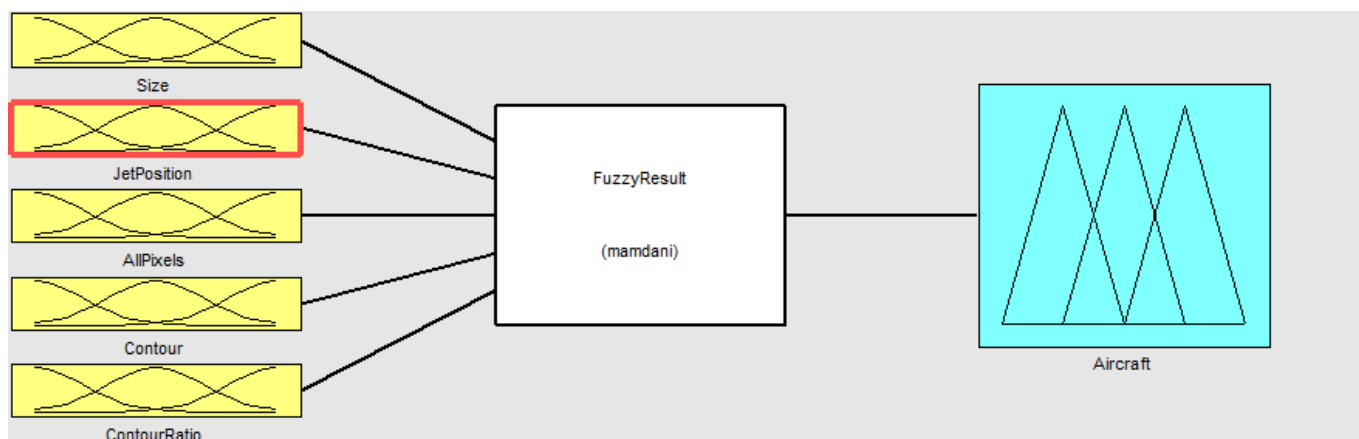
При методът на Мамдани се очаква изходните функции за принадлежност да бъдат размити множества. След обединяването на различните резултати е необходим размит набор за всяка изходна променлива, която да бъде преобразувана в число.

За формиране на окончателно решение в системата за разпознаване, предложена в тази теза, е избран методът на Мамдани. Този метод е за предпочитане пред метода на Сугено, тъй като системата за търсене на решения с размита логика и спецификата на резултатите при идентифициране, съответстват на характеристиките на този метод.



Функцията за агрегиране на резултатите е избрана да бъде такава, която ще търси максималната стойност във всяка функция на принадлежност към входните размити променливи.

Като се има предвид, че изискването за максимално сходство с референтния модел е характерно за всяка от изградените и обучени невронни мрежи, функцията е избрана за формиране на крайния резултат от типа „най-голямото от максималното“ като дефузификация. Описаните параметри на система за търсене за вземане на решения с размита логика се прилагат при реализацията на размита логика, обобщаваща резултатите от невронните мрежи. Системата е изградена с инструментариума на Matlab и е изобразена на фиг. 1. Променливите на входа на системата са пет и съответстват на всяка от петте невронни мрежи използвани за класифициране на обекта в полученото изображение от ISAR. Всяка от тези входни променливи е изградена от толкова функции на принадлежност, колкото са класовете на изхода на съответната невронна мрежа. Изходната променлива изразява обобщения резултат от всички правила, приложени към входните променливи и изразява този обект на разпознаване, който в максимална степен е удовлетворил тези правила.





Фиг. 1. Блокова схема на система за вземане на решение по метода Мамдани, изградена в Matlab.

Избраната форма на кривата за функцията на принадлежност на всяко размито множество е гаусова с двустранно разпределение. Резултатите от първата невронна мрежа следва да попадат в три размити множества, определени от функции за принадлежност в интервала от 0 до 3, като секторите 0-1, 1-2 и 2-3 са разпределени в същата последователност, като изходните величини на Невронна мрежа I. Специфичната форма на тези функции е съобразена с целта да се заеме максимална площ в интервала 0-3, за да попадат в размитите множества по-голям процент резултати от входната величина. Формата отговаря и на необходимостта с увеличаване на коефициента на сходство между обекта и даден еталонен модел (размер на обекта), да се увеличава степента на принадлежност за елементите на размитото множество (фиг. 2.).

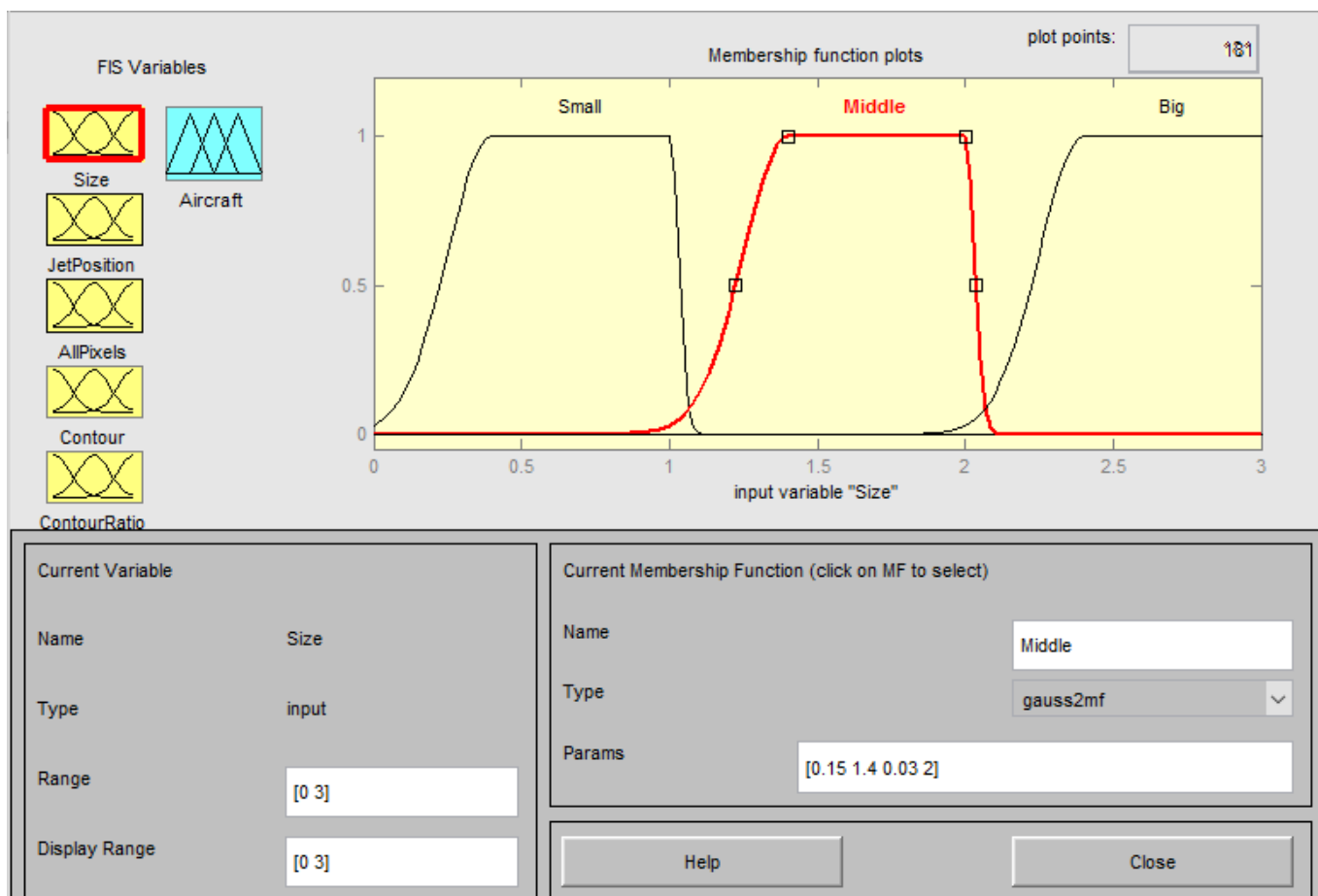
Аналогични са параметрите на входната променлива за резултатите от Невронна мрежа II, анализираща показателя положение на двигателя за обекта на разпознаване, т.к. и тук резултата от невронната мрежа приема три стойности (фиг.3.).



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



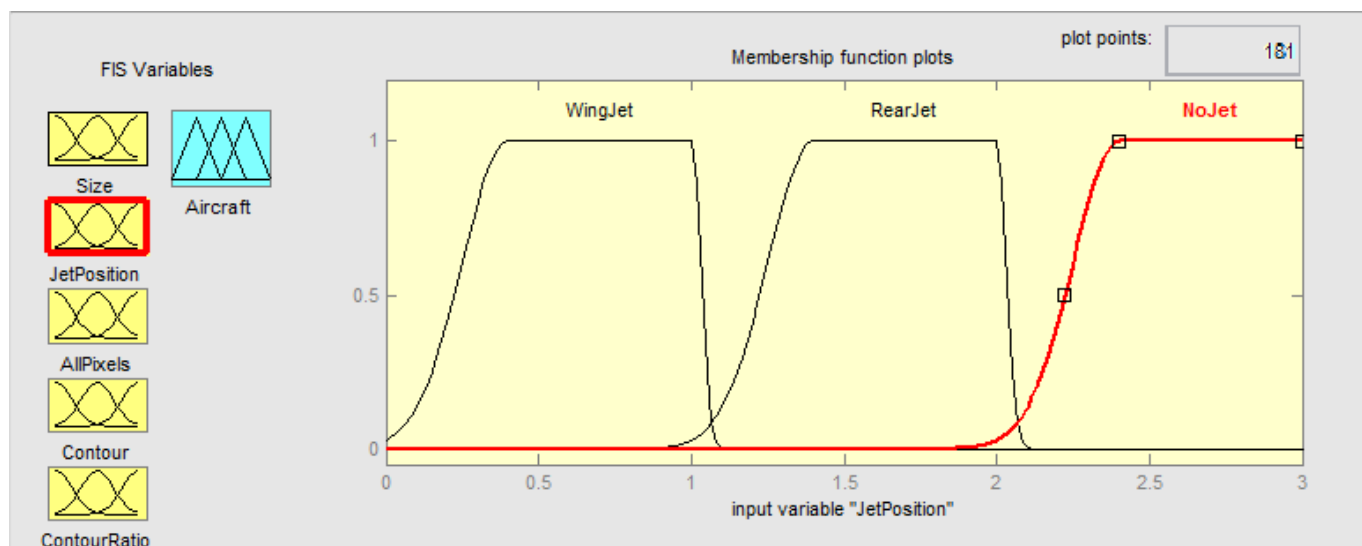
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



Фиг. 2. Графично изражение на функции на принадлежност на различни множества, съответстващи на размера на изследвания обект.

www.eufunds.bg

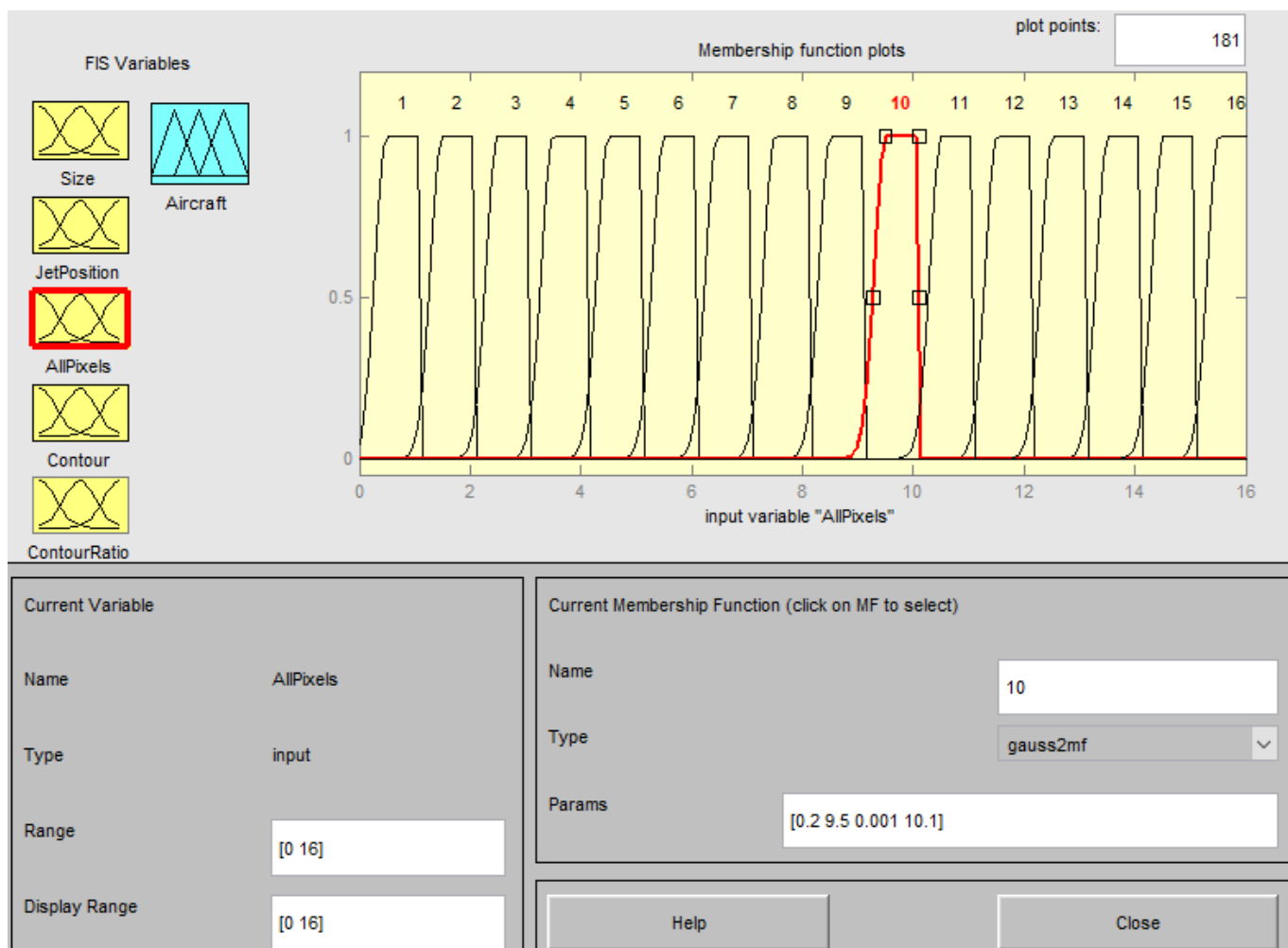
Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен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



Фиг. 3. Диаграма, описваща функции на принадлежност на различни множества, съответстващи на типовете положение на двигателя, резултат от Невронна мрежа II.

За входиране на резултата от разпознаването на обекта по неговия плътен силует се създават 16 различни множества, съответстващи на броя на еталонните плътни модели в Невронна мрежа III.

Следва се същата логика и са приложени функции на принадлежност с двустанно гаусово разпределение и интервали с максимална площ, съответно за резултатите в диапазоните 0-1 за резултата на първия еталонен модел, 1-2 – на втория, и т.н. до заемането на интервала 0-16 (фиг.4).



Фиг. 4. Графика на функции на принадлежност на различни множества, съответстващи на всеки плътен еталонен модел и броя стойности на резултата от Невронна мрежа III.

Аналогичната е структурата на променливите, съответстващи на резултата относно контура на обекта (Невронна мрежа IV) (фиг. 5) и резултата относно отношението на съвпаденията на контура спрямо всички пиксели на еталонните модели (Невронна мрежа V). Тук те не са описани в детайли.

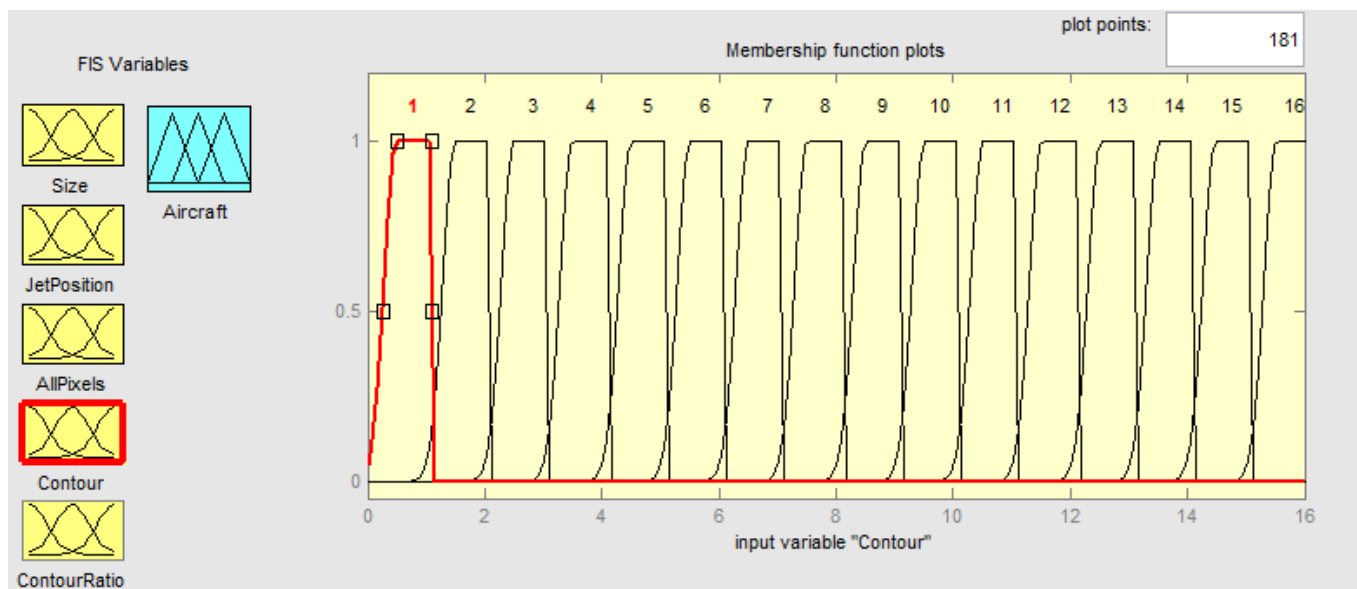
www.eufunds.bg

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.



Изходната размита променлива, е изградена от размити множества, разпределени отново в интервала 0-16, предвид обектите в базата данни, с които се търсят сходства спрямо обекта на разпознаване. Функциите на принадлежност с гаусово разпределение от тип „камбана“ имат за цел да обобщят в максимална степен резултатите от входните величини, класифицирани от правилата.

Функциите на принадлежност за размитите множества на изходната променлива са изобразени на фиг. 6. Приложената специфична форма има за цел да разграничи в максимална степен функциите за принадлежност на различните модели за сравнение. Тя е съобразена и с избраната функция за обобщаване на резултатите, която се формира от максималната стойност във всяка една функция на принадлежност на входните размити променливи.



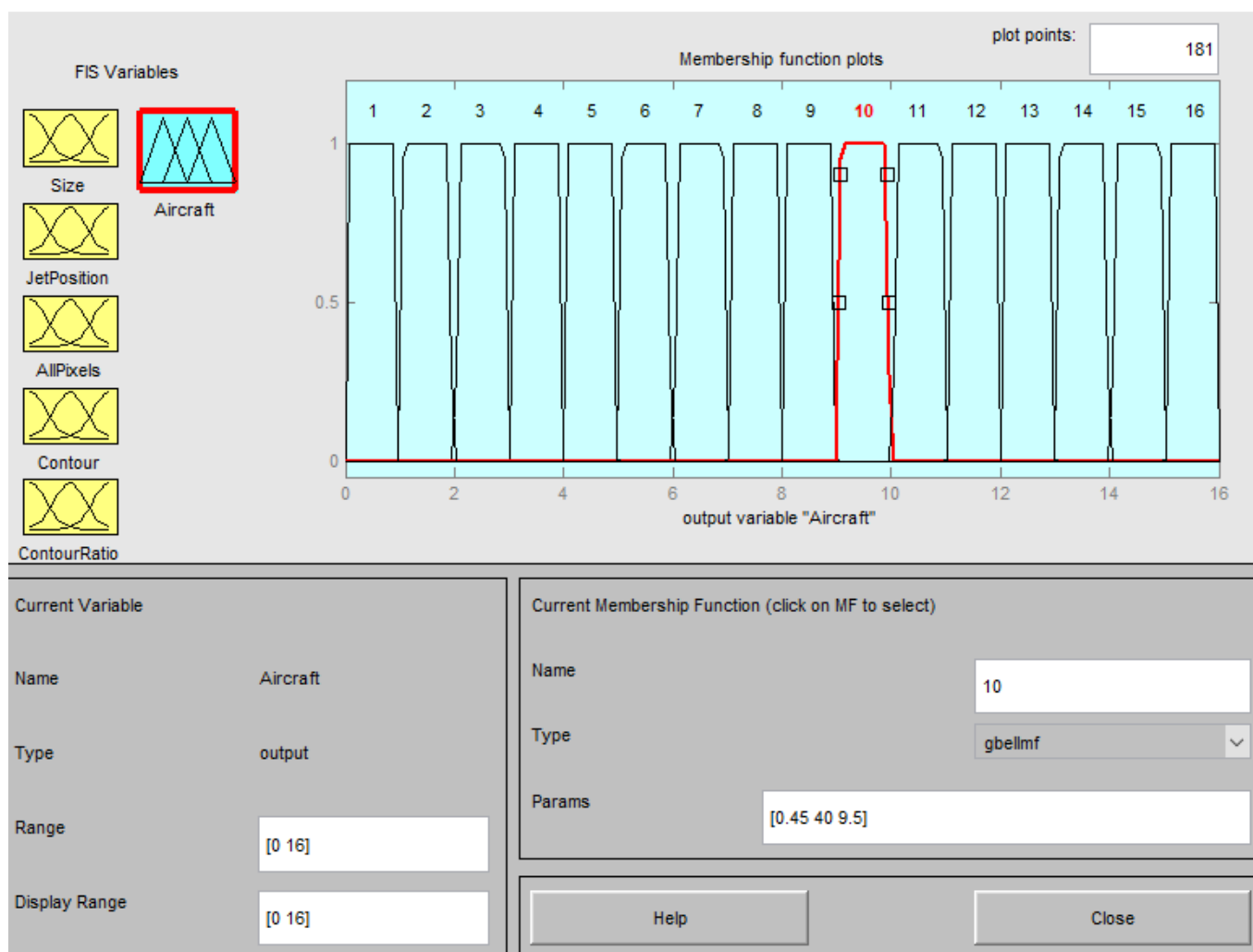
Фиг. 5. Схема на функции на принадлежност на размити множества, съответстващи на броя еталонни контурни модели - Невронна мрежа IV.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



Фиг. 6. Диаграма на функции на принадлежност с гаусово разпределение тип „камбана“ на размитите множества на изходната променлива, съответстващи на броя еталонни модели, с които се сравнява обектът за разпознаване по различните показатели.

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.



Наборът от правила, необходими за работата на системата е съставен от 32 правила групирани в 2 групи, като теглото на всяко правило от групите е равно на единица.

При първата група правила за всеки еталонен модел са избрани функциите за размитите множества на входните променливи, които го описват по съответните негови характеристики (размер, положение на двигателите, плътен силует, контур, отношение на броя на съвпадналите пиксели към общия брой пиксели, формиращи контура на модела) описани като класове на изхода на всяка от 5 невронни мрежи. Връзката между отделните размити множества, които се получават по всеки критерий за сравнение е от тип логическо „И“, за да отрази сечението на тези размити множества и да се съобрази по този начин с резултата от всяка невронна мрежа. Правилата са 16 на брой и са от типа:

(3.1) $(размер == "голям") \cap (двигатели == "на крилата") \cap (плътен образ == "C-130 H") \cap (контур == "C-130 H") \cap (коэф. на контура == "C-130 H") \Rightarrow (обект == "C-130 H")$

Втората група от 16 правила третира резултатите от невронните мрежи, които конкретизират приликата на обекта с конкретен еталонен модел, т.е. това са Невронни мрежи III, IV, и V. Правилата използват логически оператор „ИЛИ“ за връзка между отделните избрани размити множества, като по този начин отчитат евентуалните прилики на обекта с различни еталонни модели, по различните показатели на сравнение (фиг.7). Така описани, правилата приемат вид от типа:

(3.2) $(плътен образ == "Rafale") \cup (контур == "Rafale") \cup (коэф. на контура == "Rafale") \Rightarrow (обект == "Rafale")$



```
7. (Size==Middle) & (JetPosition==RearJet) & (AllPixels==7) & (Contour==7) & (ContourRatio==7) => (Aircraft=7) (1)
8. (Size==Small) & (JetPosition==NoJet) & (AllPixels==8) & (Contour==8) & (ContourRatio==8) => (Aircraft=8) (1)
9. (Size==Small) & (JetPosition==NoJet) & (AllPixels==9) & (Contour==9) & (ContourRatio==9) => (Aircraft=9) (1)
10. (Size==Small) & (JetPosition==NoJet) & (AllPixels==10) & (Contour==10) & (ContourRatio==10) => (Aircraft=10) (1)
11. (Size==Big) & (JetPosition==WingJet) & (AllPixels==11) & (Contour==11) & (ContourRatio==11) => (Aircraft=11) (1)
12. (Size==Big) & (JetPosition==WingJet) & (AllPixels==12) & (Contour==12) & (ContourRatio==12) => (Aircraft=12) (1)
13. (Size==Big) & (JetPosition==WingJet) & (AllPixels==13) & (Contour==13) & (ContourRatio==13) => (Aircraft=13) (1)
14. (Size==Big) & (JetPosition==WingJet) & (AllPixels==14) & (Contour==14) & (ContourRatio==14) => (Aircraft=14) (1)
15. (Size==Big) & (JetPosition==WingJet) & (AllPixels==15) & (Contour==15) & (ContourRatio==15) => (Aircraft=15) (1)
16. (Size==Big) & (JetPosition==RearJet) & (AllPixels==16) & (Contour==16) & (ContourRatio==16) => (Aircraft=16) (1)
17. (AllPixels==1) | (Contour==1) | (ContourRatio==1) => (Aircraft=1) (1)
18. (AllPixels==2) | (Contour==2) | (ContourRatio==2) => (Aircraft=2) (1)
19. (AllPixels==3) | (Contour==3) | (ContourRatio==3) => (Aircraft=3) (1)
20. (AllPixels==4) | (Contour==4) | (ContourRatio==4) => (Aircraft=4) (1)
21. (AllPixels==5) | (Contour==5) | (ContourRatio==5) => (Aircraft=5) (1)
22. (AllPixels==6) | (Contour==6) | (ContourRatio==6) => (Aircraft=6) (1)
23. (AllPixels==7) | (Contour==7) | (ContourRatio==7) => (Aircraft=7) (1)
```

| If | and | and |
|---------|----------------|--------------|
| Size is | JetPosition is | AllPixels is |
| Small | WingJet | 5 |
| Middle | RearJet | 7 |
| Big | NoJet | 9 |
| none | none | 8 |
| | | 12 |
| | | 14 |
| | | 16 |
| | | 2 |
| | | 4 |
| | | 6 |

Фиг. 7. Правила за вземане на решение от система с размита логика, реализирани в Matlab.

Изградената система за вземане на решение на базата на размита логика има за цел да обобщи резултатите от петте невронни мрежи, които имат изходни променливи от различен характер, и да изведе максимално бързо резултата като една цифрова стойност, отговаряща на комбинация от степените на съвпадение на обекта за разпознаване с различните еталонни модели. Моделирането на процеса на синтез на описаната система за вземане на решение с размита логика се извършва с програмен код във файла „MakeFIS.m“.

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.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

Числени експериментални резултати от класифициране на наблюдаван обект чрез невронни мрежи и вземане на решение за неговото разпознаване с помощта на размита логика.

Резултатите от числения симулационен експеримент на наблюдение с еталонен модел самолет Rafale са описани на фиг. 8, както следва:

- В раздел (а) е илюстрирана работата на невронните мрежи;
- В раздел (б) е изобразен резултатът от процеса на вземане на решение със система за размити изводи (FIS), входът към него е представен с резултатите от петте невронни мрежи като размити набори и стойността на параметъра Aircraft се използва за описание на номер, съответстващ на решението на FIS - 1.76 Резултатът е свързан с изходната променлива с това число. Обектът е разпознат като самолет Rafale.

----- www.eufunds.bg -----

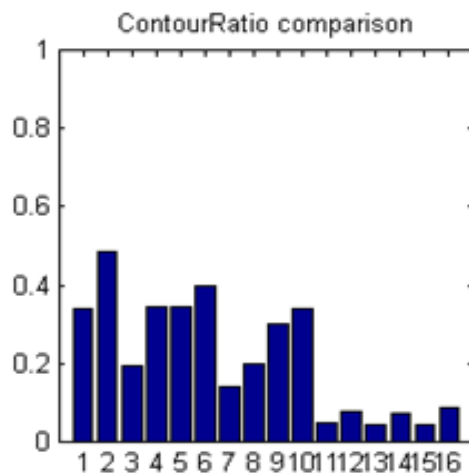
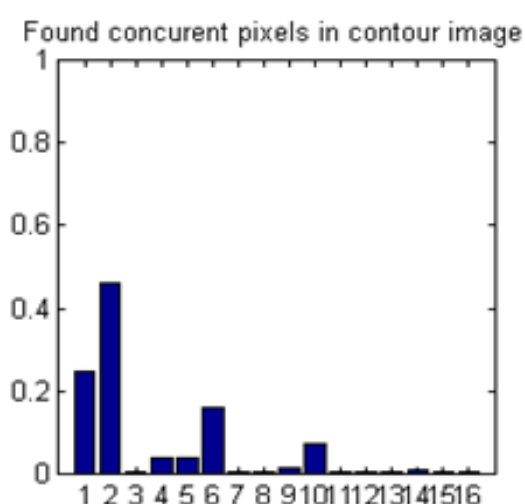
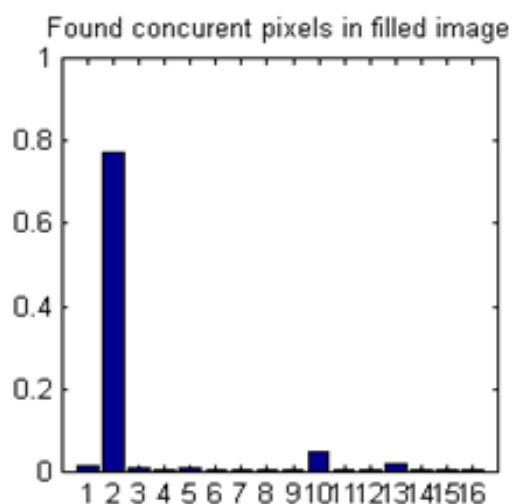
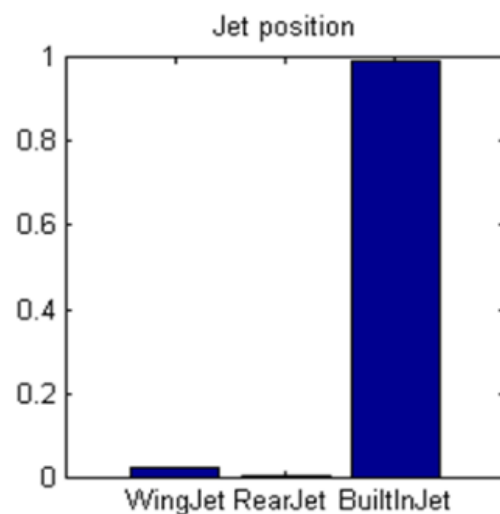
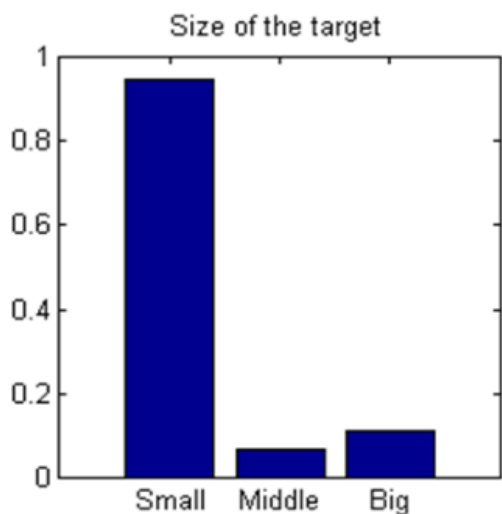
Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен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



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



Проект BG05M2OP001-2.016-
гр. Велико Търново и Софийски
направление 5.3 Компютърна и комуникационни технологии, финансиран от Оперативна програма
„Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез
Европейските структурни и инвестиционни фондове.

университет "В. Левски" -
. София, в професионално



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

а)

----- www.eufunds.bg -----

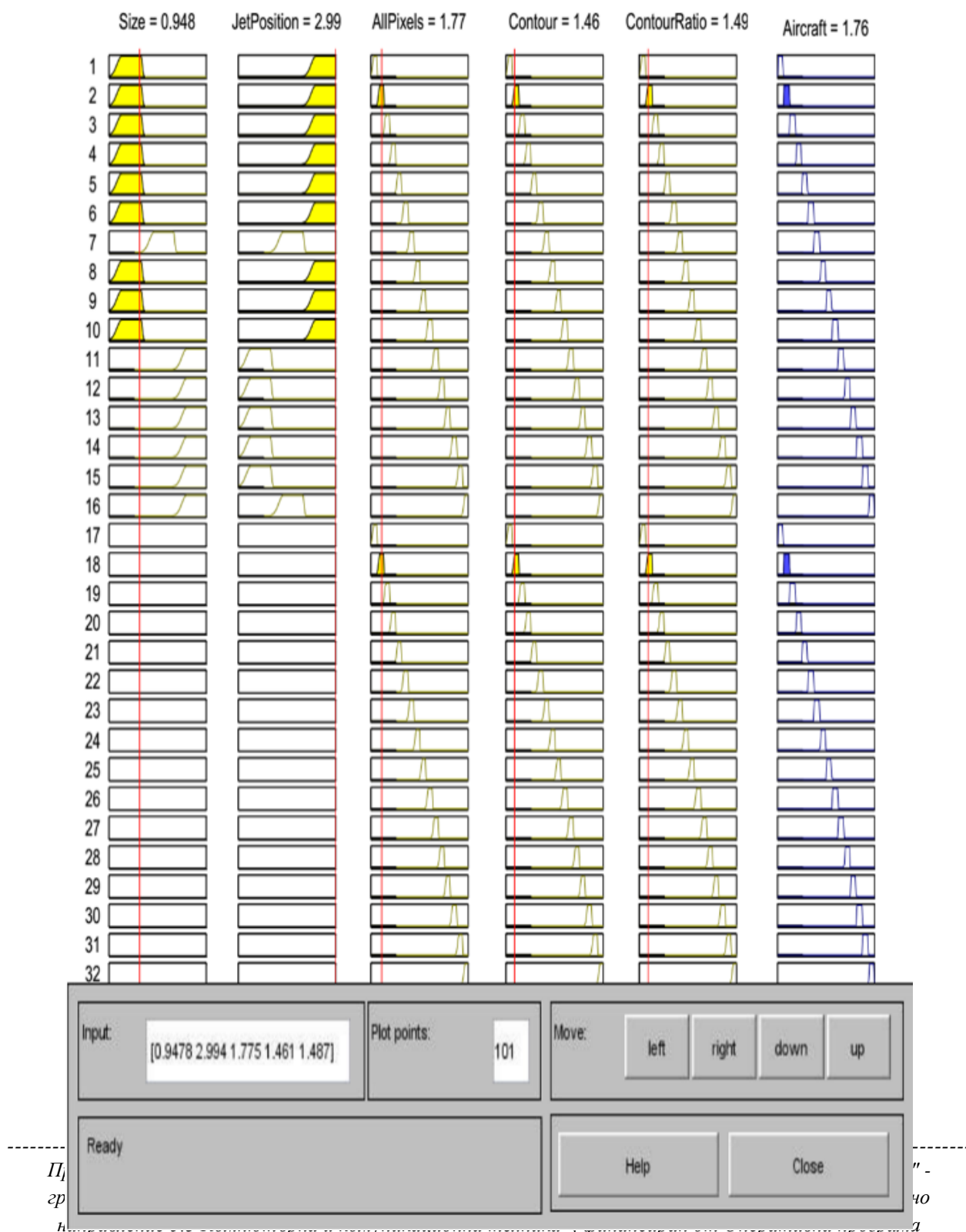
Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен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



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



„Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



б)

Фиг.8. Графично изразени резултати от процедурата по разпознаване. Оценка 1.76 (б) е свързана с изходната променлива с числото 2. Обектът в този случай се разпознава като самолет Rafale.

Създадена е система за размито вземане на решения, целяща да обобщи резултатите от 5 невронни мрежи в съответствие със система от логически правила. Функциите на принадлежност на всички входни променливи се използват за формулиране на обосновано заключение, въпреки различното естество на техните измерения. Един от проблемите, присъщи на работата на невронните мрежи, е разрешен, те са в състояние да произведат задоволителен резултат, но не и да формулират заключение. Гъвкавият подход при формулирането на решения е от особено значение предвид възможното приложение на разработената система за разпознаване.

Чрез внедряването на комбинацията от правила за работа на системата с размита логика се намалява изчислителната тежест при вземане на окончателно решение и се позволява бързо адаптиране към промени в състава и характера на невронните мрежи. Системата може да се използва за разпознаване на изображения, получени в радар, работещ на принципа на синтез на обратната апертура.

MakeFIS.m

% Този скрипт създава система за вземане на решение с размита логика FuzzyResult1.

a=newfis('FuzzyResult1');

% Създаване на променливите на входа и на изхода на системата.

% Променливите на входа са 5 и съответстват на характера на резултатите от невронните мрежи

% Създаване на променлива за резултата от Невронна мрежа I

% Създаване на три функции на принадлежност на размити множества,

----- www.eufunds.bg -----



% съответстващи на различните възможни размери на изследвания обект.

```
a.input(1).name='Size';  
a.input(1).range=[0 3];  
a.input(1).mf(1).name='Small';  
a.input(1).mf(1).type='gauss2mf';  
a.input(1).mf(1).params= [0.2 0.4 0.03 1];  
a.input(1).mf(2).name='Middle';  
a.input(1).mf(2).type='gauss2mf';  
a.input(1).mf(2).params= [0.15 1.4 0.03 2];  
a.input(1).mf(3).name='Big';  
a.input(1).mf(3).type='gauss2mf';  
a.input(1).mf(3).params= [0.15 2.4 0.03 3];
```

% Създаване на променлива за резултата от Невронна мрежа II

% Създаване на три функции на принадлежност на размити множества,

% съответстващи на разновидностите при положението на двигателите.

```
a.input(2).name='JetPosition';  
a.input(2).range=[0 3];  
a.input(2).mf(1).name='WingJet';  
a.input(2).mf(1).type='gauss2mf';  
a.input(2).mf(1).params=[0.15 0.4 0.03 1];  
a.input(2).mf(2).name='RearJet';  
a.input(2).mf(2).type='gauss2mf';  
a.input(2).mf(2).params= [0.15 1.4 0.03 2];  
a.input(2).mf(3).name='NoJet';  
a.input(2).mf(3).type='gauss2mf';  
a.input(2).mf(3).params=[0.15 2.4 0.03 3];
```

% Създаване на променлива за резултата от Невронна мрежа II

% Създаване на шестнадесет функции на принадлежност на размити множества,

% съответстващи на всеки плътен еталонен модел.

```
a.input(3).name='AllPixels';  
a.input(3).range=[0 16];  
a.input(3).mf(1).name='1';  
a.input(3).mf(1).type='gauss2mf';  
a.input(3).mf(1).params= [0.2 0.5 0.001 1.1];  
a.input(3).mf(2).name='2';  
a.input(3).mf(2).type='gauss2mf';  
a.input(3).mf(2).params= [0.2 1.5 0.001 2.1];
```

----- www.eufunds.bg -----



```
a.input(3).mf(3).name='3';
a.input(3).mf(3).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(3).params= [0.2 2.5 0.001 3.1];
a.input(3).mf(4).name='4';
a.input(3).mf(4).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(4).params= [0.2 3.5 0.001 4.1];
a.input(3).mf(5).name='5';
a.input(3).mf(5).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(5).params= [0.2 4.5 0.001 5.1];
a.input(3).mf(6).name='6';
a.input(3).mf(6).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(6).params= [0.2 5.5 0.001 6.1];
a.input(3).mf(7).name='7';
a.input(3).mf(7).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(7).params= [0.2 6.5 0.001 7.1];
a.input(3).mf(8).name='8';
a.input(3).mf(8).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(8).params= [0.2 7.5 0.001 8.1];
a.input(3).mf(9).name='9';
a.input(3).mf(9).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(9).params= [0.2 8.5 0.001 9.1];
a.input(3).mf(10).name='10';
a.input(3).mf(10).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(10).params= [0.2 9.5 0.001 10.1];
a.input(3).mf(11).name='11';
a.input(3).mf(11).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(11).params= [0.2 10.5 0.001 11.1];
a.input(3).mf(12).name='12';
a.input(3).mf(12).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(12).params= [0.2 11.5 0.001 12.1];
a.input(3).mf(13).name='13';
a.input(3).mf(13).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(13).params= [0.2 12.5 0.001 13.1];
a.input(3).mf(14).name='14';
a.input(3).mf(14).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(14).params= [0.2 13.5 0.001 14.1];
a.input(3).mf(15).name='15';
a.input(3).mf(15).type='gauss2mf';
a.input(3).mf(15).params= [0.2 14.5 0.001 15.1];
```

----- 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.



```
a.input(3).mf(16).name='16';  
a.input(3).mf(16).type='gauss2mf';  
a.input(3).mf(16).params= [0.2 15.5 0.001 16.1];
```

% Създаване на променлива за резултата от Невронна мрежа IV
% с шестнадесет функции на принадлежност на размити множества,
% съответстващи на всеки контурен еталонен модел.

```
a.input(4).name='Contour';  
a.input(4).range=[0 16];  
a.input(4).mf(1).name='1';  
a.input(4).mf(1).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(1).params= [0.2 0.5 0.001 1.1];  
a.input(4).mf(2).name='2';  
a.input(4).mf(2).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(2).params= [0.2 1.5 0.001 2.1];  
a.input(4).mf(3).name='3';  
a.input(4).mf(3).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(3).params= [0.2 2.5 0.001 3.1];  
a.input(4).mf(4).name='4';  
a.input(4).mf(4).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(4).params= [0.2 3.5 0.001 4.1];  
a.input(4).mf(5).name='5';  
a.input(4).mf(5).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(5).params= [0.2 4.5 0.001 5.1];  
a.input(4).mf(6).name='6';  
a.input(4).mf(6).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(6).params= [0.2 5.5 0.001 6.1];  
a.input(4).mf(7).name='7';  
a.input(4).mf(7).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(7).params= [0.2 6.5 0.001 7.1];  
a.input(4).mf(8).name='8';  
a.input(4).mf(8).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(8).params= [0.2 7.5 0.001 8.1];  
a.input(4).mf(9).name='9';  
a.input(4).mf(9).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(9).params= [0.2 8.5 0.001 9.1];  
a.input(4).mf(10).name='10';  
a.input(4).mf(10).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(10).params= [0.2 9.5 0.001 10.1];
```

----- 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.



```
a.input(4).mf(11).name='11';  
a.input(4).mf(11).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(11).params= [0.2 10.5 0.001 11.1];  
a.input(4).mf(12).name='12';  
a.input(4).mf(12).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(12).params= [0.2 11.5 0.001 12.1];  
a.input(4).mf(13).name='13';  
a.input(4).mf(13).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(13).params= [0.2 12.5 0.001 13.1];  
a.input(4).mf(14).name='14';  
a.input(4).mf(14).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(14).params= [0.2 13.5 0.001 14.1];  
a.input(4).mf(15).name='15';  
a.input(4).mf(15).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(15).params= [0.2 14.5 0.001 15.1];  
a.input(4).mf(16).name='16';  
a.input(4).mf(16).type='gauss2mf';  
a.input(4).mf(16).params= [0.2 15.5 0.001 16.1];
```

% Създаване на променлива за резултата от Невронна мрежа V
% с шестнадесет функции на принадлежност на размити множества

```
a.input(5).name='ContourRatio';  
a.input(5).range=[0 16];  
a.input(5).mf(1).name='1';  
a.input(5).mf(1).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(1).params= [0.2 0.5 0.001 1.1];  
a.input(5).mf(2).name='2';  
a.input(5).mf(2).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(2).params= [0.2 1.5 0.001 2.1];  
a.input(5).mf(3).name='3';  
a.input(5).mf(3).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(3).params= [0.2 2.5 0.001 3.1];  
a.input(5).mf(4).name='4';  
a.input(5).mf(4).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(4).params= [0.2 3.5 0.001 4.1];  
a.input(5).mf(5).name='5';  
a.input(5).mf(5).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(5).params= [0.2 4.5 0.001 5.1];  
a.input(5).mf(6).name='6';
```



```
a.input(5).mf(6).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(6).params= [0.2 5.5 0.001 6.1];  
a.input(5).mf(7).name='7';  
a.input(5).mf(7).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(7).params= [0.2 6.5 0.001 7.1];  
a.input(5).mf(8).name='8';  
a.input(5).mf(8).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(8).params= [0.2 7.5 0.001 8.1];  
a.input(5).mf(9).name='9';  
a.input(5).mf(9).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(9).params= [0.2 8.5 0.001 9.1];  
a.input(5).mf(10).name='10';  
a.input(5).mf(10).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(10).params= [0.2 9.5 0.001 10.1];  
a.input(5).mf(11).name='11';  
a.input(5).mf(11).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(11).params= [0.2 10.5 0.001 11.1];  
a.input(5).mf(12).name='12';  
a.input(5).mf(12).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(12).params= [0.2 11.5 0.001 12.1];  
a.input(5).mf(13).name='13';  
a.input(5).mf(13).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(13).params= [0.2 12.5 0.001 13.1];  
a.input(5).mf(14).name='14';  
a.input(5).mf(14).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(14).params= [0.2 13.5 0.001 14.1];  
a.input(5).mf(15).name='15';  
a.input(5).mf(15).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(15).params= [0.2 14.5 0.001 15.1];  
a.input(5).mf(16).name='16';  
a.input(5).mf(16).type='gauss2mf';  
a.input(5).mf(16).params= [0.2 15.5 0.001 16.1];
```

% на изхода се създава една променлива за резултата от системата с

%размита логика

% Функциите на принадлежност с гаусово разпределение тип „камбана“ на размитите

% множества на изходната променлива, съответстващи на броя еталонни модели, с които
се

% сравнява обектът за разпознаване по различните показатели

----- 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.



```
a.output(1).name='Aircraft';  
a.output(1).range=[0 16];  
a.output(1).mf(1).name='1';  
a.output(1).mf(1).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(1).params= [0.45 40 0.5];  
a.output(1).mf(2).name='2';  
a.output(1).mf(2).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(2).params= [0.45 40 1.5];  
a.output(1).mf(3).name='3';  
a.output(1).mf(3).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(3).params= [0.45 40 2.5];  
a.output(1).mf(4).name='4';  
a.output(1).mf(4).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(4).params= [0.45 40 3.5];  
a.output(1).mf(5).name='5';  
a.output(1).mf(5).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(5).params= [0.45 40 4.5];  
a.output(1).mf(6).name='6';  
a.output(1).mf(6).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(6).params= [0.45 40 5.5];  
a.output(1).mf(7).name='7';  
a.output(1).mf(7).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(7).params= [0.45 40 6.5];  
a.output(1).mf(8).name='8';  
a.output(1).mf(8).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(8).params= [0.45 40 7.5];  
a.output(1).mf(9).name='9';  
a.output(1).mf(9).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(9).params= [0.45 40 8.5];  
a.output(1).mf(10).name='10';  
a.output(1).mf(10).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(10).params= [0.45 40 9.5];  
a.output(1).mf(11).name='11';  
a.output(1).mf(11).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(11).params= [0.45 40 10.5];  
a.output(1).mf(12).name='12';  
a.output(1).mf(12).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(12).params= [0.45 40 11.5];  
a.output(1).mf(13).name='13';
```




ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

```
a.output(1).mf(13).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(13).params= [0.45 40 12.5];  
a.output(1).mf(14).name='14';  
a.output(1).mf(14).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(14).params= [0.45 40 13.5];  
a.output(1).mf(15).name='15';  
a.output(1).mf(15).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(15).params= [0.45 40 14.5];  
a.output(1).mf(16).name='16';  
a.output(1).mf(16).type='gbellmf';  
a.output(1).mf(16).params= [0.45 40 15.5];
```

%Създаване на 32 правила на размитата логика, съгласно параграф 3.2.4. и структурата на
%системата.

```
ruleList=[  
1 3 1 1 1 1 1;  
1 3 2 2 2 2 1;  
1 3 3 3 3 3 1;  
1 3 4 4 4 4 1;  
1 3 5 5 5 5 1;  
1 3 6 6 6 6 1;  
2 2 7 7 7 7 1;  
1 3 8 8 8 8 1;  
1 3 9 9 9 9 1;  
1 3 10 10 10 10 1;  
3 1 11 11 11 11 1;  
3 1 12 12 12 12 1;  
3 1 13 13 13 13 1;  
3 1 14 14 14 14 1;  
3 1 15 15 15 15 1;  
3 2 16 16 16 16 1;  
0 0 1 1 1 1 2;  
0 0 2 2 2 2 1;  
0 0 3 3 3 3 2;  
0 0 4 4 4 4 1;  
0 0 5 5 5 5 2;  
0 0 6 6 6 6 2;  
0 0 7 7 7 7 2;
```

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.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

```
0 0 8 8 8 8 1 2;  
0 0 9 9 9 9 1 2;  
0 0 10 10 10 10 1 2;  
0 0 11 11 11 11 1 2;  
0 0 12 12 12 12 1 2;  
0 0 13 13 13 13 1 2;  
0 0 14 14 14 14 1 2;  
0 0 15 15 15 15 1 2;  
0 0 16 16 16 16 1 2];  
a=addrule(a,ruleList);  
plotfis(a)  
    showrule(a)
```

----- 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.