



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
ОТДЕЛЕНИЕ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Методы и системы поддержки принятия решений

FuzzyCLIPS

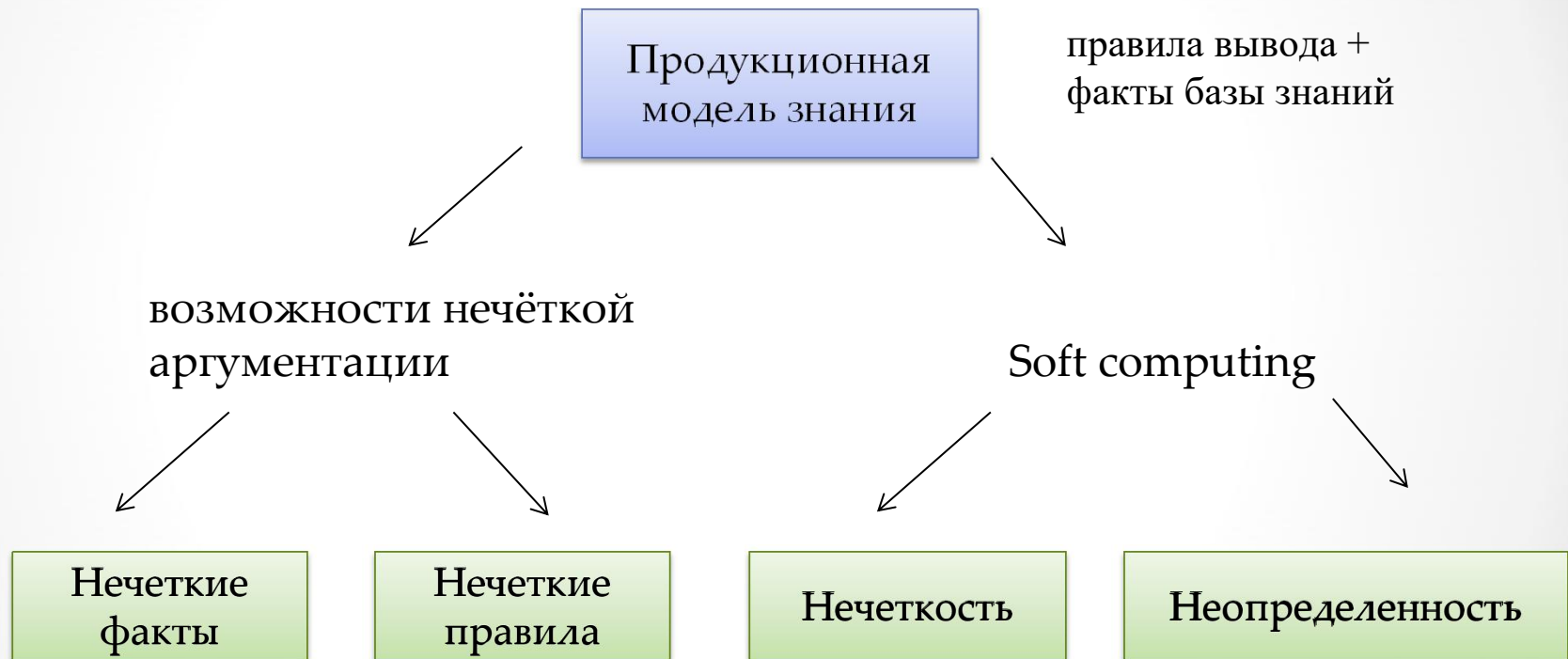
Выполнили Студенты гр. ИС-М16:

Рябов П.В
Телегин Е.С
Казорин С.В

Обнинск, 2017

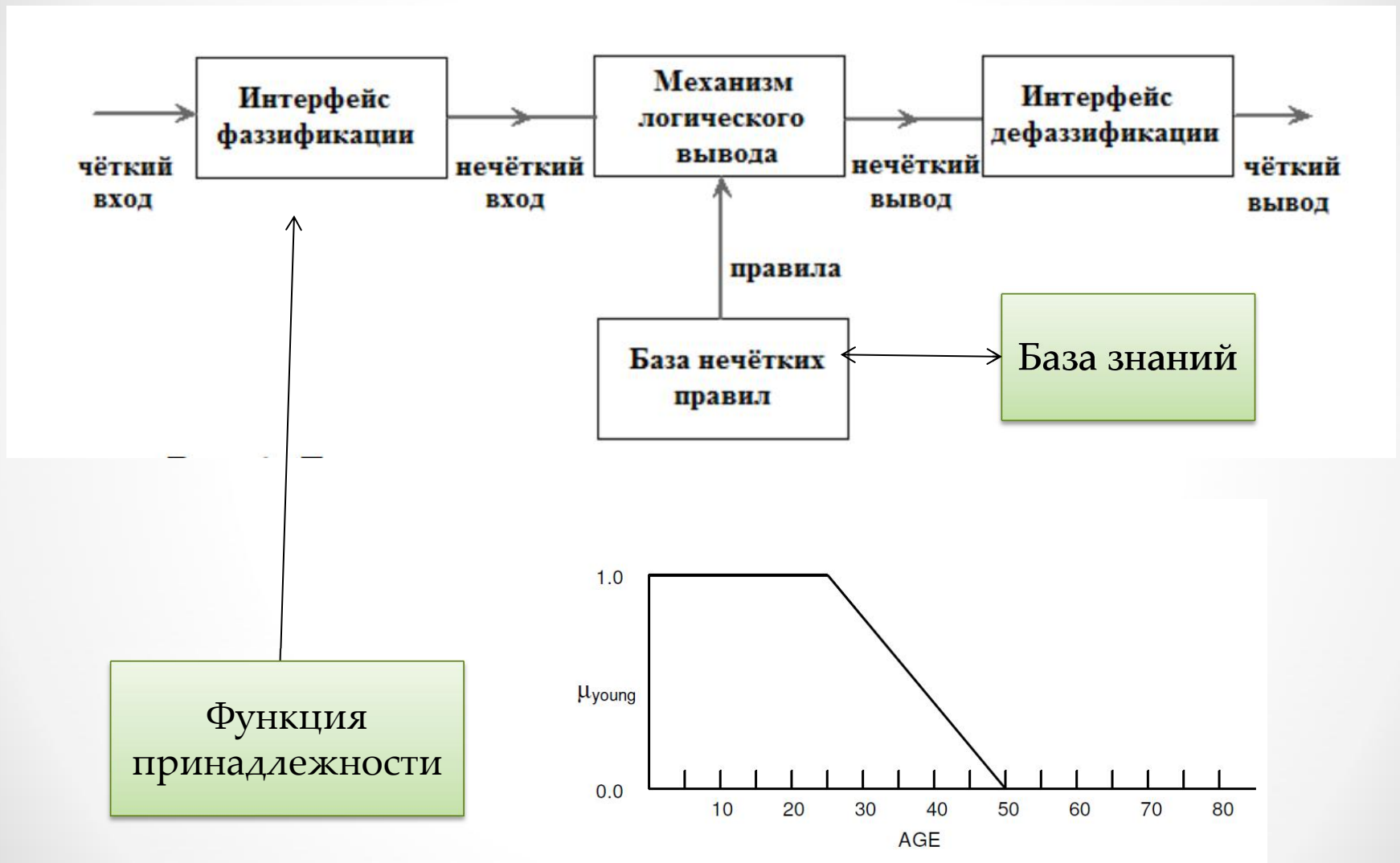
Введение

FuzzyCLIPS: расширение CLIPS (C Language Integrated Production System) оболочки экспертной системы от NASA. (разработано в ИИСК)



Применение: нечеткие микроконтроллеры , эвристические алгоритмы...

1. Базовая архитектура нечеткой ЭС в FuzzyCLIPS



2. Вывод четкого результата из нечеткого множества

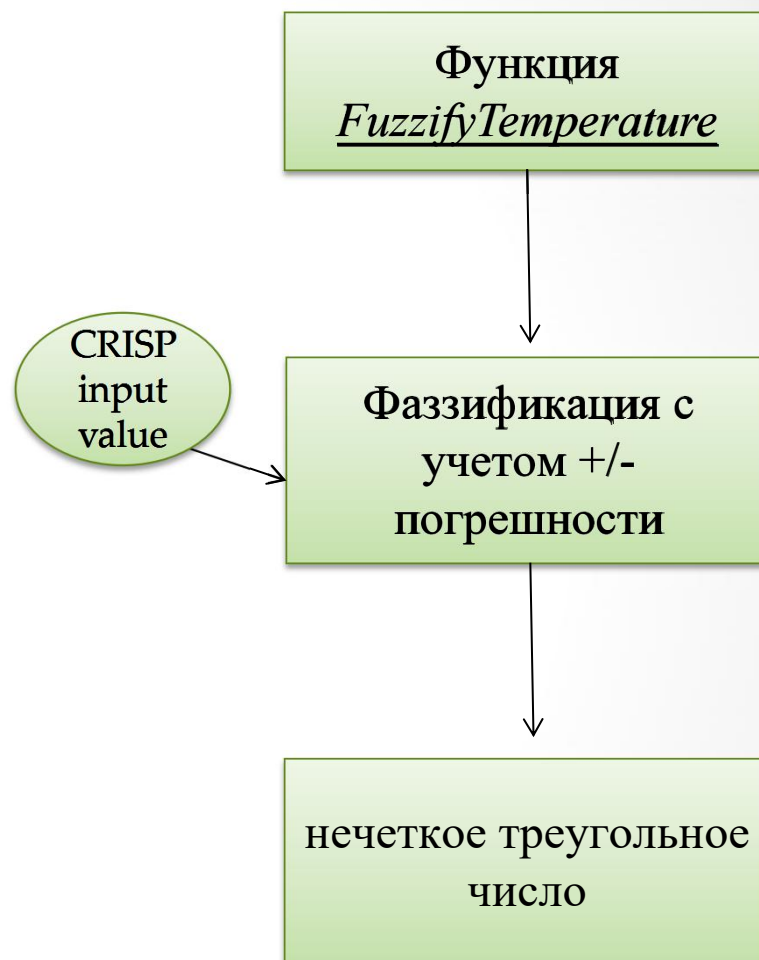
```
(deftemplate Fever
  96 104
  ((fever (99 0) (103 1))))

(defrule getTemperature
  (declare (salience 100))
  =>
  (printout t "Enter temperature: ")
  (bind ?t (read))
  (assert (temperature ?t)))

(defrule FuzzifyTemperature
  (temperature ?t)
  =>
  (bind ?t1 (- ?t 2))
  (bind ?t2 (+ ?t 2))
  (assert (Fever (?t1 0) (?t 1) (?t2 0))))

(defrule GetFlu
  (Fever fever)
  =>
  (assert (flu yes)))

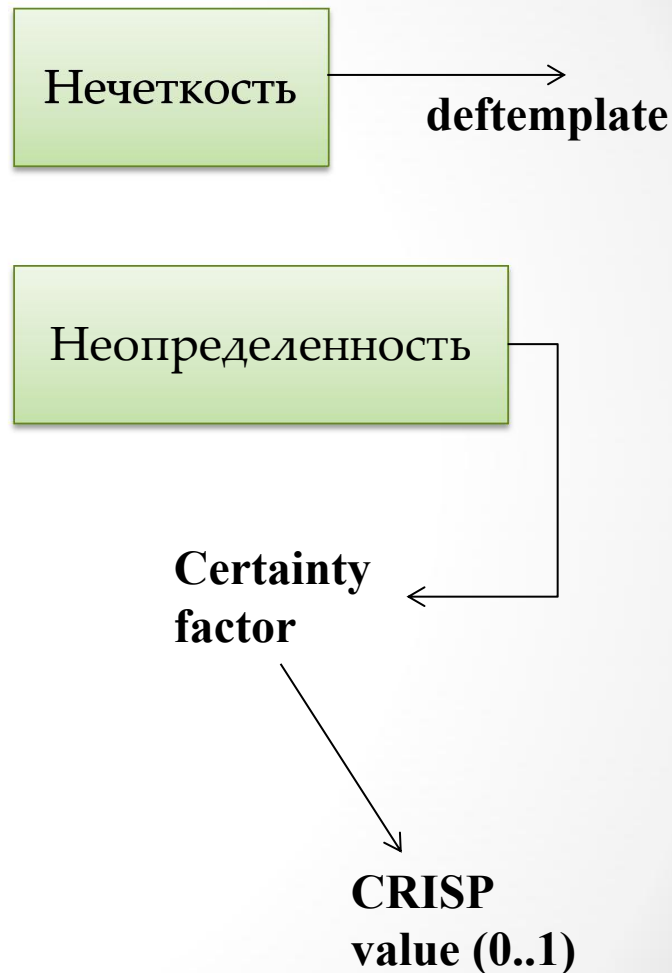
(defrule ShowFlu
  ?f <- (flu yes)
  ?fev <- (Fever ?)
  =>
  (printout t "Confidence in flu: " (get-cf ?f) crlf)
  (plot-fuzzy-value t "+ " nil nil (create-fuzzy-
value Fever fever) ?fev))
```



3. Реализация факторов достоверности в FuzzyClips

```
(defrule flight-rule(declare (CF
0.95));
(animal type bird)
=>(assert (animal can fly)))
```

```
(defrule GetFever
  (declare (salience 100))
  =>
  (printout t "Enter confidence that
patient has a fever (0 to 1): ")
  (bind ?cf (read))
  (assert (fever yes) CF ?cf))
```



4. Работа с командной оболочкой FuzzyCLIPS

Определения нечетких переменных

```
(deftemplate age
0 100 ; universe
( (young (0 1) (25 1) (40 0.5) (55 0))
  (middle(0 0) (25 0.5) (40 1.0) (55 0.5) (70 0))
  (old      (0 0) (40 0) (55 0.5) (70 1) (80 1))
)

(deftemplate sfage      0 100 ; universe
( (young (z 30 55))
  (middle(pi 15 40)
  (old      (s 40 70))
)

(deftemplate person    (slot name)(slot age (type
FUZZY-VALUE age))
)

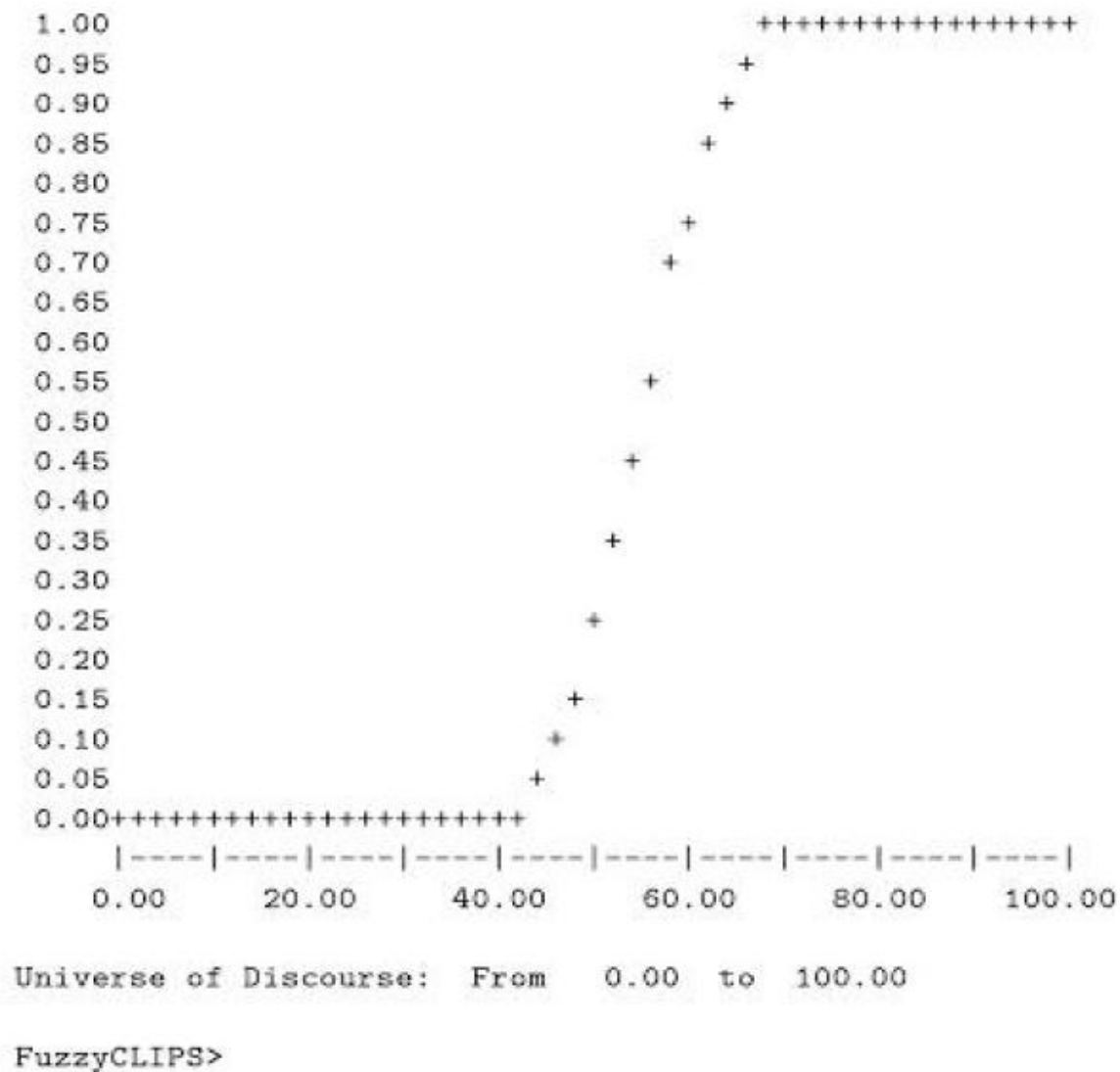
(deffacts startup
  (person (name bob) (age middle))
    (person (name katie) (age young))
)
```

Запросы к базе знаний



```
FuzzyCLIPS> (get -u age)
0.00 - 100.00
FuzzyCLIPS> (get-fuzzy-
inference-type)
max-min
FuzzyCLIPS> (plot-fuzzy-
value t + nil nil (create-
fuzzy-value age middle))
)
```

Результат вывода



5. Предопределенные модификаторы в FuzzyCLIPS

<u>Modifier Name</u>	<u>Modifier Description</u>
not	$1-y$
very	y^{**2}
somewhat	$y^{**0.333}$
more-or-less	$y^{**0.5}$
extremely	y^{**3}
above	(see [12])
below	(see [12])
intensify2	(y^{**2}) if y in $[0, 0.5]$ $1 - 2(1-y)^{**2}$ if y in $(0.5, 1]$
plus	$y^{**1.25}$
norm	normalizes the fuzzy set so that the maximum value of the set is scaled to be 1.0 ($y = y * 1.0 / \text{max-value}$)
slightly	intensify (norm (plus A AND not very A))

6. Работа с модификаторами в коде

```
(deftemplate Fever
  98.6 104
  ((fever (S 98.6 103))
   (very_mild_fever somewhat fever)
   (mild_fever more-or-less fever)
   (high_fever very fever)
   (very_high_fever extremely fever)
   (not_fever not fever)))

(defrule GetValue
  (declare (salience 100))
  =>
  (printout t "Enter one of the following:" crlf)
  (printout t "fever, mild_fever, very_mild_fever,
high_fever, very_high_fever, or not_fever? ")
  (bind ?m (read))
  (assert-string (format nil "(Fever %s)" ?m)))
```

; Правило построение графика

; Нечеткое множество выбирает пользователь

```
(defrule ShowLevel
  ?f <- (Fever ?l)
  =>
  (plot-fuzzy-value t "*" nil nil ?f))
```

7. Нечеткие переменные в FuzzyClips

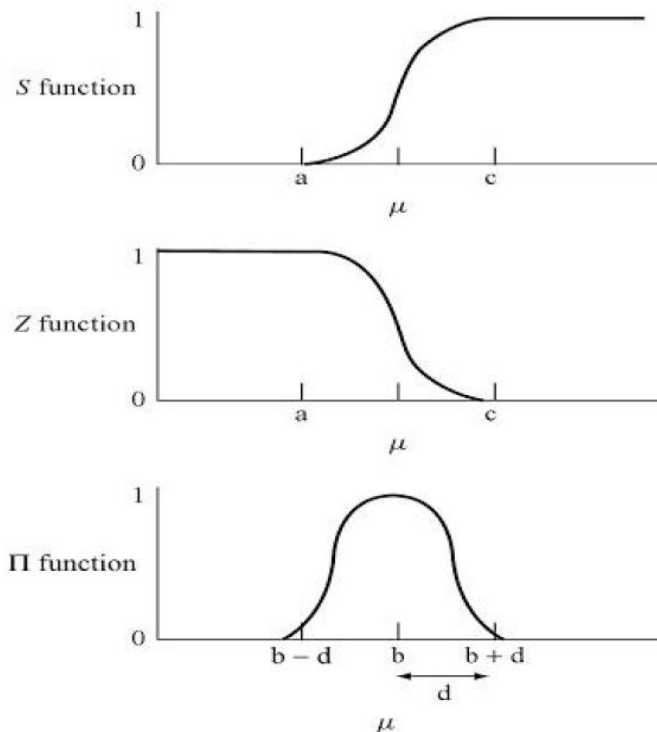
В FuzzyClips все нечеткие переменные должны быть определены до использования конструктора `deftemplate`. Расширенный синтаксис приведен ниже:

```
(deftemplate <name> ["<Comments>"]  
<from> <to> [<unit>] ; Предметная область  
(  
  t1  
  .  
  . ; Список первичных термов  
  .  
  tn  
)  
)
```

где `<name>` - идентификатор, который используется для нечеткой переменной. `<from>` и `<to>` - числа с плавающей запятой, а первичный терм `ti` ($i = 1..n$) имеет следующий вид: (`<rname>` `<описание нечеткого множества>`). Параметр `rname` определяет имя нечеткого множества а `описание` - соответствующую функцию принадлежности.

8. Функции принадлежности в FuzzyClips

FuzzyClips предоставляет несколько встроенных функций принадлежности, которые могут применяться при решении различных задач. А именно, S- Функция, Z- Функция и П-Функция.



9. Способы представления функций принадлежности в FuzzyClips

Функция принадлежности в библиотеке FuzzyClips может представляться 3 разными способами:

- Представление в виде синглтона
- Представление в виде стандартной функции
- Представление в виде языковых выражений

10. Представление в виде синглтона

Степень принадлежности $m_A(x)$ в нечетком множестве A является положительным числом, а пара $(m_A(x), x)$ называется синглтоном (часто эти пары представлены $m_A(x)/x$ или $m(x)/x$ для краткости). Нечеткое множество A в универсуме дискурса U можно описать следующим образом:

$$A = \int_{x \in U} m_A(x) / x$$

где интегральный символ обозначает объединение синглтонов.

Нечеткое множество представлено упорядоченным множеством точек, соединенных сегментами прямой линии. Степень принадлежности значения x , не указанного в списке синглтонов, будет рассчитываться на основе интерполяции по следующей формуле (для точек, которые не имеют нескольких значений принадлежности, в этих случаях значение принадлежности определяется как максимальное для всех значений при одном и том же значении x):

$$\begin{aligned} m(x) &= m(x_1), & x \in x_1 \\ m(x) &= m(x_i) + \frac{m(x_{i+1}) - m(x_i)}{x_{i+1} - x_i} (x - x_i), & x_i < x \in x_{i+1} \\ m(x) &= m(x_n), & x_n < x \end{aligned}$$

Пример

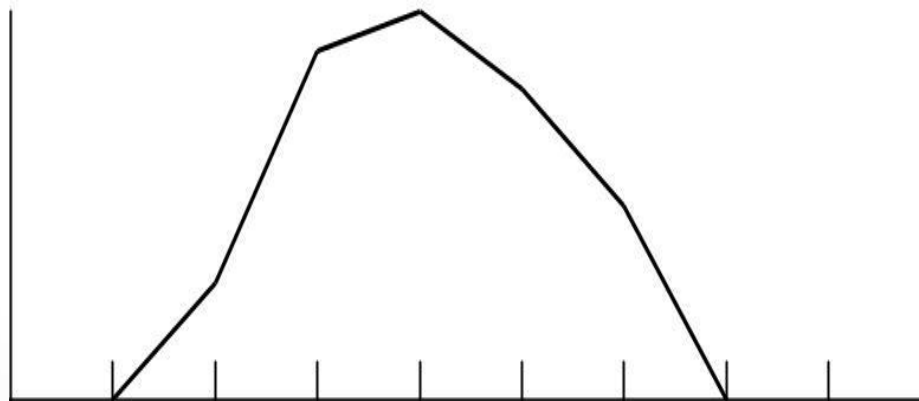
Let $U = \{x \mid 0 \leq x \leq 9\}$

Мы можем определить нечеткое множество следующим образом

$m(0) = 0, m(1) = 0, m(2) = 0.3, m(3) = 0.9, m(4) = 1, m(5) = 0.8, m(6) = 0.5, m(7) = 0, m(8) = 0, m(9) = 0$

Можно представить это нечеткое множество следующим списком синглтонов (1 0) (2 0.3) (3 0.9) (4 1) (5 0.8) (6 0.5) (7 0)

Можно также показать этот набор графически, как на рисунке ниже.



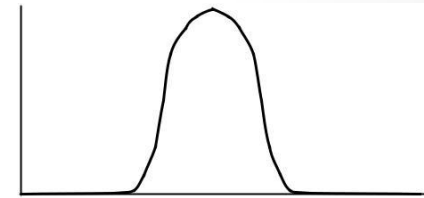
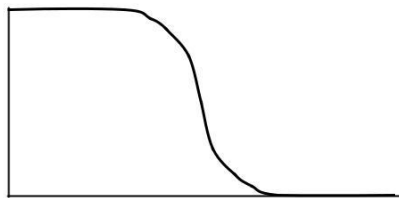
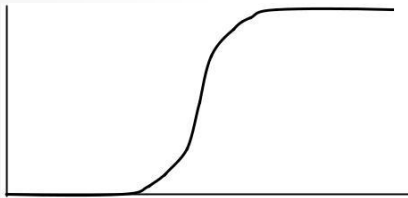
11. Представление в виде стандартной функции

Часто функцию принадлежности описывают, используя один из наборов стандартных функций S , P , или Z .

Стандартное представление функции принадлежности имеет следующий формат :

$\langle \text{standard} \rangle ::= (S \ a \ c) \mid (s \ a \ c) \mid (Z \ a \ c) \mid (z \ a \ c) \mid (PI \ d \ b) \mid (pi \ d \ b)$

где : a , b , c , d числа, представляющие параметры соответствующих функций.



12. Представление в виде языковых выражений

```
(deftemplate temperature
  0 100 C
  ( (cold (z 10 26))
    ;standard set representation
    (hot (s 37 60))
    ;standard set representation
    (warm not [ hot or cold ]) ; linguistic expression
  )
)
```

Термин «теплый» описывается как не горячий или не холодный. В нем используются термины «горячий» и «холодный», которые ранее были определены в этой модели.

13. Команды и функции FuzzyCLIPS

1. Доступ к области всех значений предметной области (get-u, get-u-from, get-u-to, get-u-units)
2. Доступ к нечеткому множеству (get-fs, get-fs-x, get-fs-y, get-fs-length, get-fs-lv, get-fs-value)
3. Доступ к коэффициенту достоверности (get-cf)

4. Включение и отключение вычислений фактора достоверности в правилах(enable-cf-rule-calculation, disable-cf-rule-calculation)
5. Доступ к пороговому коэффициенту достоверности(set-threshold, get-threshold)
6. Настройка поведения оценки правила CF(set-CF-evaluation, get-CF-evaluation)

7. Контроль точности отображения нечетких множеств(*set-fuzzy-display-precision, get-fuzzy-display-precision*)
8. Управление методом нечетких выводов(*set-fuzzy-inference-type, get-fuzzy-inference-type*)
9. Установка порога соответствия нечеткого шаблона(*set-alpha-value, get-alpha-value*)

10. Функция предиката нечетких значений(fuzzyvaluep)

11. Создание и работа с FUZZY-VALUE(create-fuzzy-value, fuzzy-union, fuzzy-intersection, fuzzy-modify)

12. Доступ к нечеткому слоту в факте(get-fuzzy-slot)

- 13. Отображение нечеткого значения в функции форматирования(%F)
- 14. Построение нечеткого значения(plot-fuzzy-value)
- 15. Управление результатом дезактивизации(is-defuzzify-value-valid)

Заключение

FuzzyCLIPS - ЭТО

- Полезная среда для разработки приложений использующих нечёткую логику в системах принятия решений.
- Перспективная библиотека для интеллектуального анализа данных
- Важный ресурс потенциальной автоматизации рутинных задач общества

Спасибо за внимание!