Лабораторная работа №2

### НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА И ОТНОШЕНИЯ

### Цель: розработать нечеткую систему управления с использованием пакета FUZZY LOGIC TOOLBOX, что входит в состав MATLAB.

### Теоретические сведения

* + 1. **Нечеткое множество**

*Нечеткое множество А* – это множество значений носителя, такое, что каждому значению носителя сопоставлена степень принадлежности этого значения множеству А. Например: буквы латинского алфавита X, Y, Z безусловно принадлежат множеству Alphabet = {A, B, C, X, Y, Z}, и с этой точки зрения множество Alphabet – четкое. Но если анализировать множество «Оптимальный возраст работника», то возраст 50 лет принадлежит этому нечеткому множеству только с некоторой долей условности μ, которую называют функцией принадлежности.

* + 1. **Функция принадлежности**

*Функция принадлежности μ****А****(u) –* это функция, областью определения которой является носитель U, u ∈ U, а областью значений – единичный интервал [0,1]. Чем выше μ**А**(u), тем выше оценивается степень принадлежности элемента носителя u нечеткому множеству А. Например**,** на рис.1 представлена функция принадлежности нечеткого множества **«Оптимальный возраст работающего»,** полученная на основании опроса ряда экспертов.

Рис. 1. Вид функции принадлежности

Видно что возраст от 20 до 35 оценивается экспертами как бесспорно оптимальный, а от 60 и выше – как бесспорно неоптимальный. В диапазоне от 35 до 60 эксперты проявляют неуверенность в своей классификации, и структура этой неуверенности как раз и передается графиком функции принадлежности.

* 1. **Лингвистическая переменная**

Заде определяет лингвистическую переменную так:

**Ω =** , (1)

где ω - название переменной, **Т** – терм-множество значений, т.е. совокупность ее лингвистических значений, U – носитель, G – синтаксическое правило, порождающее термы множества **Т**, М – семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению ω ставит в соответствие его смысл **М**(ω), причем **М**(ω) обозначает нечеткое подмножество носителя U.

К примеру, зададим лингвистическую переменную **Ω = «Возраст работника».**  Определим синтаксическое правило G как определение «оптимальный», налагаемое на переменную **Ω.** Тогда полное терм-множество значений **T** = **{** T1 = Оптимальный возраст работника, T2 = Неоптимальный возраст работника **}.** Носителем U выступает отрезок [20, 70], измеряемый в годах человеческой жизни. И на этом носителе определены две функции принадлежности: для значения T1 - μT1(u), она изображена на рис.1, для T1 - μT2(u), причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству M1, а вторая – M2. Таким образом, конструктивное описание лингвистической переменной завершено.

* 1. **Трапециевидное (трапезоидное) нечеткое число**

Исследуем некоторую квазистатистику и зададим лингвистическую переменную **Ω = «Значение параметра U**», где U – множество значений носителя квазистатистики. Выделим два терм-множества значений: T1 = «U у лежит *в диапазоне примерно* от a до b» с нечетким подмножеством М1 и безымянное значение T2 с нечетким подмножеством М2, причем выполняется М2 = ¬ М1. Тогда функция принадлежности μT1(u) имеет трапезоидный вид, как показано на рис.2.



Рис. 2 Функция принадлежности трапециевидного нечеткого числа

Поскольку границы интервала заданы нечетко, то разумно ввести абсциссы вершин трапеции следующим образом:

а = (а1+а2)/2, в = (в1+в2)/2, (2)

при этом отстояние вершин а1, а2 и в1, в2 соответственно друг от друга обуславливается тем, что какую семантику мы вкладываем в понатие *«примерно»*: чем больше разброс квазистатистики, тем боковые ребра трапеции являются более пологими. В предельном случае понятие «примерно» выраждается в понятие *«где угодно»*.

Если мы оцениваем параметр качественно, например, высказавшись «Это значение параметра является *средним*», необходимо ввести уточняющее высказывание типа «*Среднее* значение – это *примерно* от a до b», которое есть предмет экспертной оценки (нечеткой классификации), и тогда можно использовать для моделирования нечетких классификаций трапезоидные числа. На самом деле, это самый естественной способ неуверенной классификации.

* 1. **Треугольные нечеткие числа**

Теперь для той же лингвистической переменной зададим терм-множество Т1={U *приблизительно равно* а}. Ясно, что а ± δ ≈ а, причем по мере убывания δ до нуля степень уверенности в оценке растет до единицы. Это, с точки зрения функции принадлежности, придает последней треугольный вид (рис.3), причем степень приближения характеризуется экспертом.



Рис.3 Функция принадлежности треугольного нечеткого числа

Треугольные числа – это самый часто используемый на практике тип нечетких чисел, причем чаще всего - в качестве прогнозных значений параметра.

1. **Операции над нечеткими множествами**

К нечетким множествам можно применять следующие операции:

|  |  |
| --- | --- |
| 1.объединение | объединение |
| 2.пересечение | пересечение |
| 3.дополнение | дополнение |
| 4.концентрация | концентрация |
| 5.размывание (или размытие) | размывание (или размытие) |

**5. Правила "если-то" для представления знаний**

Самым популярным формальным языком представления знаний является язык правил типа "если-то" (или кратко: "если-то"-правил), нызываемых также ***продукциями***. Каждое такое правило есть, вообще говоря, некоторое условное утверждение, но возможны и различные другие интерпретации. Вот примеры:

* ***если*** предварительное условие P ***то*** заключение (вывод) C
* ***если*** ситуация S ***то*** действие A
* ***если*** выполнены условия C1 и C2 ***то*** не выполнено условие C

"Если-то"-правила обычно оказываются весьма естественным выразительным средством представления знаний. Кроме того, они обладают следующими привлекательными свойствами:

* Модульность: каждое правило описывает небольшой, относительно независимый фрагмент знаний.
* Возможность инкрементного наращивания: добавление новых правил в базу знаний происходит относительно независимо от других правил.
* Удобство модификации (как следствие модульности): старые правила можно изменять и заменять на новые относительно независимо от других правил.
* Применение правил способствует прозрачности системы.

Последнее свойство - это важное, относительное свойство экспертных систем. Под прозрачностью мы понимаем способность системы к объяснению принятых решений и полученных результатов.

**6. Фаззификация. Дефаззификация.**

Фаззификация - сопоставление множества значений х ее функции принадлежности М(х), т.е. перевод значений х в нечеткий формат (пример с термином Оптимальный возраст работающего).

Дефаззификация - процесс, обратный фаззификации.

Все системы с нечеткой логикой функционируют по одному принципу: показания измерительных приборов фаззифицируются (переводятся в нечеткий формат), обрабатываются, дефаззифицируются и в виде привычных сигналов подаются на исполнительные устройства.

### Задание

### Разработать систему климат-контроля теплицы на базе нечеткой логики:

### При посадке грибницы температуру субстрата и воздуха поддерживают в диапазоне 20-25 ° С [2]. Оптимальный уровень влажности воздуха при посадке мицелия составляет 90 - 95%, а почвы - 70-75%. При плодоношении оптимальная температура составляет 15-17 ° С при более высокой температуре воздуха образуются мелкие плодовые тела с удлиненными ножками и быстро раскрываются шляпками. При более низкой температуре воздуха период плодоношения шампиньоны увеличивается. В период плодоношения для наиболее эффективного использования посевных площадей для поддержания непрерывного роста растений необходимо поддерживать относительную влажность воздуха на уровне 80-90%, а влажность почвы - в диапазоне 60-65%. Необходимая влажность воздуха достигается с помощью искусственного тумана или частыми поливами стен и пола.

### В период плодоношения следят за подачей свежего воздуха, так как образование плодовых тел сопровождается значительным выделением углекислого газа. Поэтому важно проводить вентиляцию помещений [1]. Содержание углекислого газа не должно превышать 0,08-0,1%.

### Ход работы

### Задаем параметры для входов и выходов системы

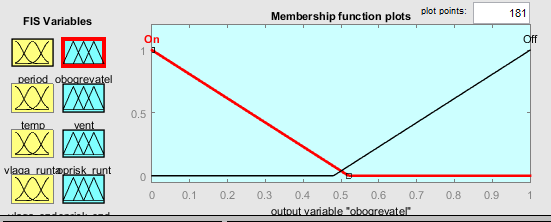
### 

### 

### 

### 

### Рис. 4. Параметры входов системы



### 

### Рис. 5. Параметры выходов системы

### Создаем базу правил системы управления

### 

### Рис.6. Создание правил для системы управления

### Проверка работоспособности системы управления

### 

### Рис.7. Проверка работоспособности системы управления

Вывод: в ходе лабораторной работы было разработано нечеткую систему управления с использованием пакета FUZZY LOGIC TOOLBOX, который входит в состав MATLAB. Данная система имеет 4 входа(Период, Температура, Влага грунта, Влага воздуха) и 4 выхода(Обогреватель, Вентиляция, Опрыскивание грунта, Опрыскивание воздуха). База правил состоит из 25 правил для корректной работы системы управления.