**Нечеткая логика**

**Лингвистическая переменная. Нечеткий вывод. Приближенные вычисления (мягкие)**

**Нечеткая переменная** – переменная, определяющаяся функцией принадлежности к заданному множеству. Определяется именем и **функцией принадлежности**, которая изменяется от 0 до 1 и определяет степень принадлежности элемента к этому множеству. Функция может быть как дискретной, так и непрерывной.

**Нечеткое множество** – совокупность пар <переменная-функция принадлежности>. Может быть как конечным, так и бесконечным. Значениями могут быть нечеткие переменные. Лингвистическая переменная описывает ситуации словестным уровнем. Значениями лингвистической переменной являются базовые термы.

Терм соответствует нечеткой переменной со своей функцией принадлежности.

К этому базовому терм-множеству добавляются новые терм-множества. Они формируются с помощью квалификаторов и связок и-или. Это соответствует правилу, по которому генерируются новые термы.

У лингвистической переменной есть **семантическое правило**, которое каждому ее значению ставит в соответствие нечеткое подмножество.

Каждый терм определяется своей функцией принадлежности.

Типовые функции принадлежности – Гауссова функция.

Пример:

1. Если (дистанция = дальняя), то (скорость = высокая)
2. Если (дистанция = средняя), то (скорость = средняя)
3. Если (дистанция = близкая), то (скорость = низкая)

Выработать управляющее действие, сформировать нечеткое множество со своей функцией принадлежности на основе термов предпосылок.

**Нечеткие предикаты** – нечеткие высказывательные функции, аргументами которых являются лингвистические переменные, а степень истинности принадлежит интервалу [0, 1].

Предположим, что x – подросток. Предикат м.б. истинен на 0.7 и ложен на 0.3.

Функция принадлежности конъюнкции - минимум двух функций.

Функция принадлежности дизъюнкции – максимум из двух функций.

x и y – лингвистические переменные. A и B – их базовые термы, задающиеся своими функциями принадлежности.

Метод Мандани – максимизирующий критерий. Нужно построить новый терм для выходной переменной, т.е. определить нечеткое множество и функцию принадлежности.

Функция принадлежности множества – минимум функции принадлежности предпосылки и заключения.

Для каждого терма выходной переменной должно быть хоть одно правило в базе правил. В результате использования этого правила для выходной переменной функция принадлежности нового нечеткого множества на основе функции принадлежности условий (предпосылок) и функции принадлежности выходной переменной.

На вход системе поступает нечеткое значение какого-либо параметра:

1. Переход к нечеткости
2. Логический вывод – вычисление функции принадлежности для термов второй переменной
3. Композиция – объединение результатов
4. Переход к **четкости**

**Этап фазификации** – с помощью функции принадлежности всех термов входных лингвистических переменных определяются степени истинности каждой предпосылки каждого правила.

**Логический вывод** – вычисленное значение истинности для предпосылок каждого правила применяется к заключениям каждого правила. В логическом выводе по Мамдани функция принадлежности выходной переменной для каждого терма отсекается по высоте, соответствующей вычисленной степени истинности предпосылок правила. Если в предпосылках несколько термов, связанных … , уровень отсечения определяется минимумом из этих значений.

**Композиция** – все нечеткие подмножества, которые получили для каждого терма выходной переменной, объединяются вместе, чтобы сформировать одно нечеткое подмножество со своей функцией принадлежности. То есть это соответствует новому терму выходной переменной. Этот же этап композиции называется также агрегацией или аккумуляцией.

Все нечеткие множества, назначенные для каждого терма, объединяются вместе, и формируется нечеткое множество, которые является значением для каждой выводимой переменной.

**Переход к четкости** - для каждого значения находим максимум, либо среднее, либо центр тяжести, либо первый максимум.