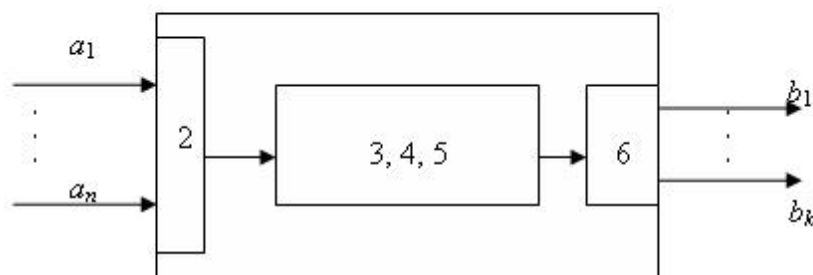


ЛЕКЦИЯ 6

Этапы нечеткого вывода

1. Формирование базы правил.
2. Фаззификация (перевод из четкой области в нечеткую).
3. Агрегирование подусловий.
4. Активация (определение истинности высказывания, заключений, подзаключений).
5. Аккумуляция (формирование по всем подзаключениям или заключениям базы правил выходных лингвистических переменных).
6. Дефаззификация.

Система нечеткого вывода:



Рассмотрим, что происходит на каждом этапе.

1. Формирование базы правил.

База правил - это набор логических связей следующего вида:

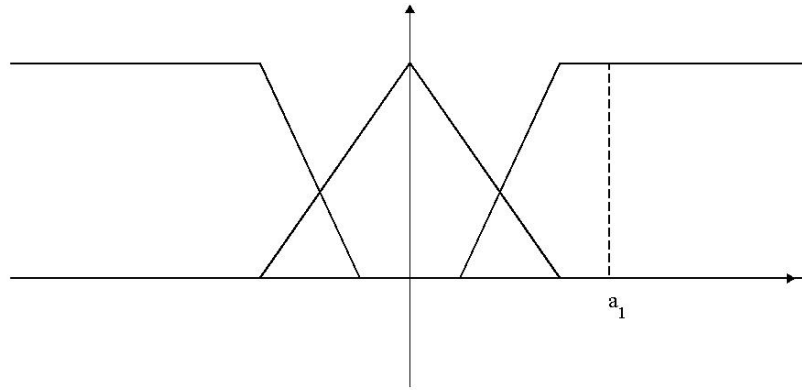
Если β_1 есть α_1 и/или β_1 есть α_2 , то β_3 есть α_4 .

Если β_1 есть α_1 и/или β_2 есть α_3 , то β_3 есть α_4 и β_4 есть α_5 .

Конструкция вида " β есть α " - подзаключение.

2. Фаззификация (перевод из четкой области в нечеткую).

β есть α_i .



3. Агрегирование подусловий.

Если β_1 есть α_1 и/или β_1 есть α_2 , то ...

Можно заменить " β_1 есть α_1 и/или β_1 есть α_2 " на " β_1 есть α_3 ".

$\alpha_3 = \alpha_1 \wedge \alpha_2$ если "и".

$\alpha_3 = \alpha_1 \vee \alpha_2$ если "или".

Можно обозначить β_1 есть $\alpha_1 = A$, β_2 есть $\alpha_2 = B$, тогда вид будет "Если A и/или B , то...", что можно заменить на "Если C , то..."

Обозначим I - степень истинности подусловий.

I_i - степень истинности i -го подусловия.

4. Активизация.

F_i - степень доверия к правилу с номером i .

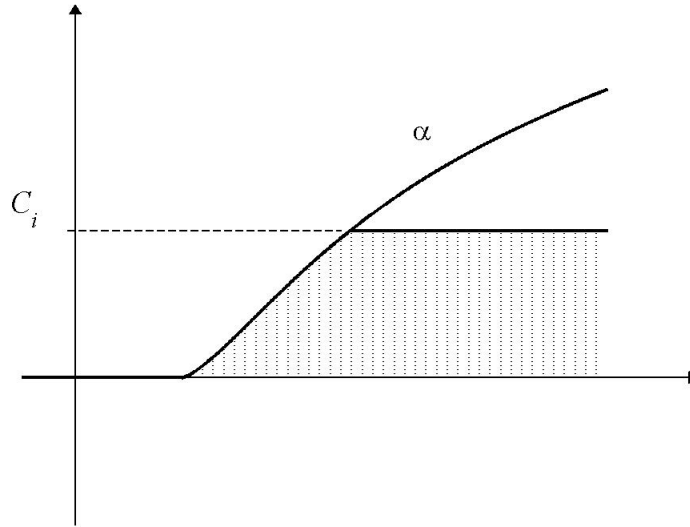
Есть I_i , F_i , тогда степень истинности заключения/подзаключения будет равна:
 $C_i = F_i I_i$.

Способы формирования:

$$(a) \mu'_i(b_k) = \min\{C_i, \mu_\alpha(b_k)\}.$$

Здесь в обозначении $'$ - локальная функция принадлежности, относящаяся к одному из правил.

β есть α .



- (b) $\mu'_i(b_k) = C_i \mu_\alpha(b_k)$.
 (c) $\mu'_i(b_k) = \frac{1}{2}(C_i + \mu_\alpha(b_k))$.

В результате для каждого подзаключения каждого правила имеем функцию принадлежности. Как правило, подзаключений больше, чем лингвистических переменных.

5. Аккумуляция - объединение всех функций принадлежности относительно одной лингвистической переменной.

$$\mu(b_k) = \max_i \{\mu'_i(b_k)\}.$$

6. Дефаззификация.

Методы дефаззификации:

1. Метод центра тяжести.

Непрерывный случай:

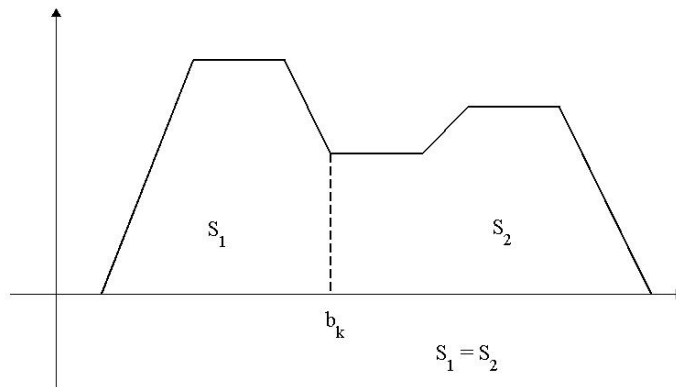
$$b_k = \frac{\int_{\min}^{\max} x \mu_{b_k}(x) dx}{\int_{\min}^{\max} \mu_{b_k}(x) dx}.$$

Дискретный случай:

$$b_k = \frac{\sum x \mu_{b_k}(x)}{\sum \mu_{b_k}(x)}.$$

2. Метод центра площади.

$$\int_{\min}^{b_k} \mu_{b_k}(x) dx = \int_{b_k}^{\max} \mu_{b_k}(x) dx.$$



3. Методы левого и правого модальных значений.

Системы нечеткого вывода

- Система нечеткого вывода по Мамдани.

Алгоритм Мамдани:

1. Происходит стандартно, по описанному выше Этапу 1.
2. Происходит стандартно, по описанному выше Этапу 2.
3. Выполняется в соответствии с описанным выше, но те правила, которые имеют нулевую степень истинности - отбрасываются при активизации.
4. $\mu'_i(b_k) = \min\{C_i, \mu_\alpha(b_k)\}$.
5. $\mu(b_k) = \max_i \{\mu'_i(b_k)\}$.
6. Либо по методу центра тяжести (непрерывный случай), либо по методу центра площади.

- Алгоритм Цукамото:

1. Происходит стандартно, по описанному выше.
2. Происходит стандартно, по описанному выше.
3. Происходит стандартно, по описанному выше.
4. $\mu'_i(b_k) = C_i$ - функция принадлежности практически равна константе.
5. Отсутствует.
6. Центр тяжести для дискретного случая, $b_k = \frac{\sum C_i b_{k_i}}{\sum C_i}$.

- Алгоритм Ларсена.

Аналогичен алгоритму Мамдани, но отличается п. 4: $\mu'_i(b_k) = C_i \mu_\alpha(b_k)$.

- Алгоритм Сугено.

1. Если β_1 есть α_1 и/или \dots , то

$$b_{k_i} = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j a_j,$$

где ε_j - произвольные коэффициенты.

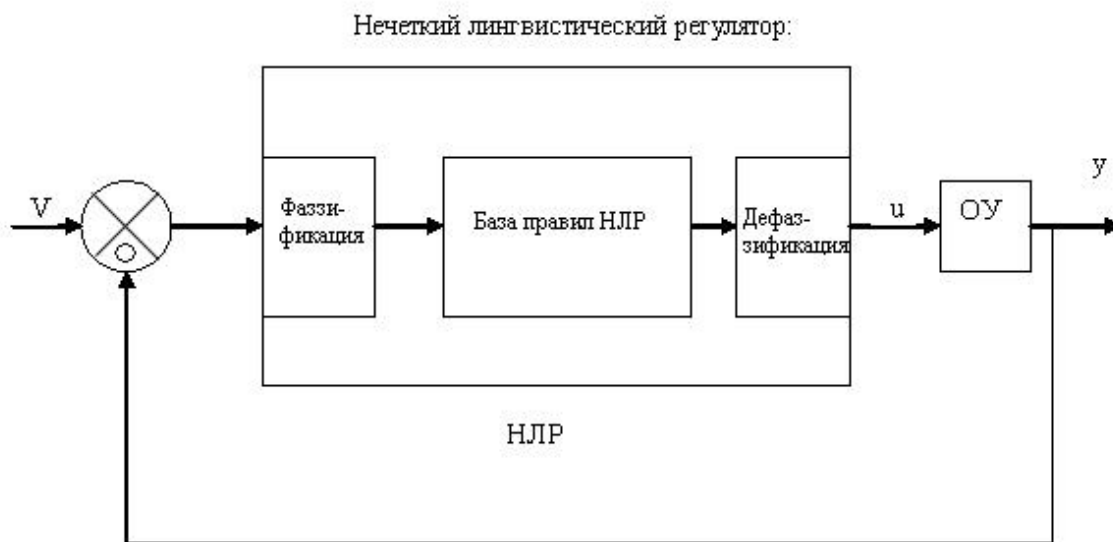
2. Стандартно.
3. Стандартно.
4. Для каждого из правил определяется степень истинности условия, заключения, четкий выход по формуле:

$$b_{k_i} = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j a_j$$

5. Отсутствует.

6. Аналогичен п. 6 алгоритма Цукамото, т.е. центр тяжести в дискретном виде: $b_k = \frac{\sum C_i b_{k_i}}{\sum C_i}$.

Этих знаний теперь достаточно, чтобы создать нечеткий лингвистический регулятор.



Существует альтернативная структура.