

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Курсовая работа
Нечёткий вывод по схеме Мамдани

Выполнил:
Решетников Сергей Евгеньевич
Группа Р3108
Проверил:
Поляков Владимир Иванович

1. Содержательная постановка задачи

1.1 Задача

Разработать алгоритм нечеткого вывода по схеме «Мамдани», по которому определяется, сколько баллов набрал студент за тест, исходя из количества и усреднённого качества шпаргалок.

1.2 Входные данные

1. Количество шпаргалок $a \in [0; 8]$, $a \in \mathbb{Z}$
2. Усредненное качество шпаргалок $b \in [0; 1]$

1.3 Выходные данные

Оценка за тест в баллах БаРС $x \in [0; 20]$

2 Фазификация

Во входных данных заданы две переменные:

1. a - Количество шпаргалок ($0 \leq a \leq 8$).
2. b - усредненная оценка за тесты ($0 \leq b \leq 1$).

Необходимо разбить каждую из этих переменных на лингвистические термы и определить для них функции принадлежности.

2.1 Лингвистические термы для количества шпаргалок a

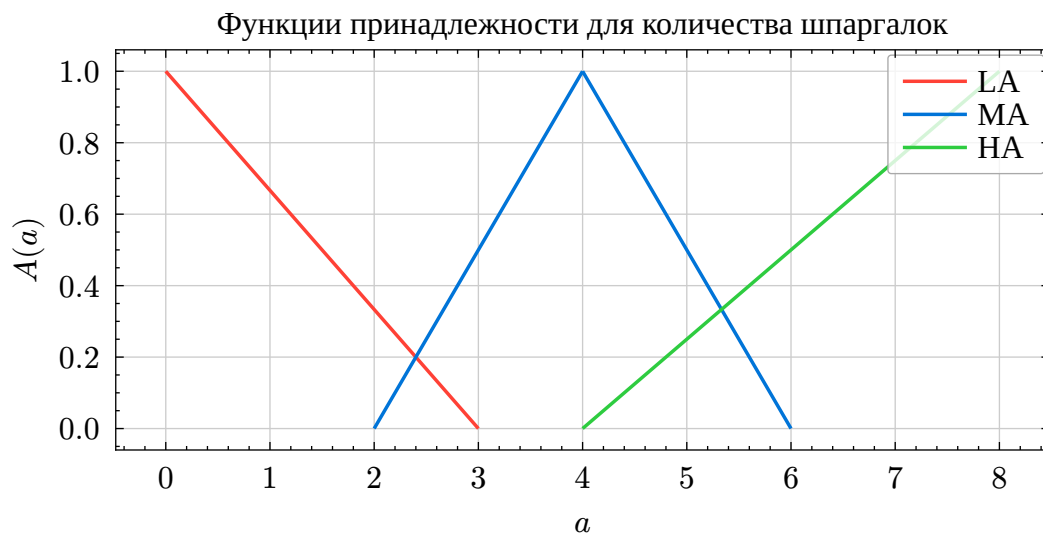
1. SA (Small Amount) – малое количество шпаргалок
2. MA (Medium Amount) – среднее количество шпаргалок
3. HA (High Amount) – большое количество шпаргалок

Функции принадлежности:

$$A_{SA}(a) = 1 - \frac{a}{3}, \quad 0 \leq a \leq 3$$

$$A_{SA}(a) = \begin{cases} \frac{a}{2} - 1 & 2 \leq a \leq 4 \\ -\frac{a}{2} + 3 & 4 \leq a \leq 6 \end{cases}$$

$$A_{HA}(a) = \frac{a}{4} - 1, \quad 4 \leq a \leq 8$$



2.2 Лингвистические термы для качества шпаргалок **b**

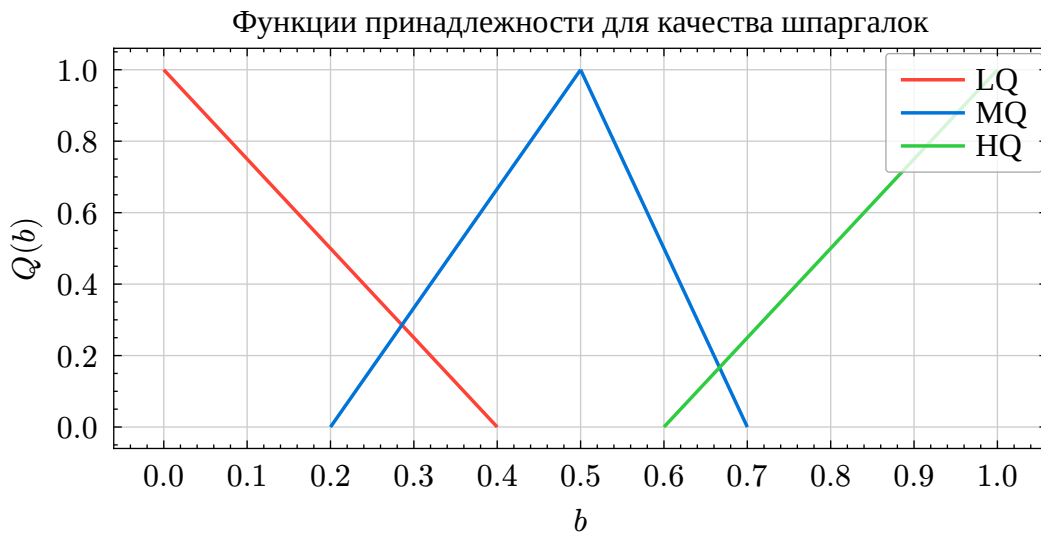
1. LQ (Low Quality) – плохое качество шпаргалок
2. MQ (Medium Quality) – среднее качество шпаргалок
3. HQ (High Quality) – высокое качество шпаргалок

Функции принадлежности:

$$Q_{LQ}(b) = -b \cdot 2.5 + 1 \quad 0 \leq b \leq 0.4$$

$$Q_{MQ}(b) = \begin{cases} \frac{b-0.2}{0.3} & 0.2 \leq b \leq 0.5 \\ -5 \cdot b + 3.5 & 0.5 \leq b \leq 0.7 \end{cases}$$

$$Q_{HQ}(b) = -b \cdot 2.5 + 1.5 \quad 0.6 \leq b \leq 1$$



2.3 Лингвистические термы для выходной переменной **z**

Выходная переменная x (количество баллов БаРС) лежит в диапазоне $[0; 20]$. Разобьём её на пять термов:

1. PS (Puny Score) — ничтожное количество баллов.
2. LS (Low Score) — малое количество баллов.
3. MS (Medium Score) — среднее количество баллов.
4. HS (High Score) — высокое количество баллов.
5. OS (Outstanding Score) — очень высокое количество баллов.

Функции принадлежности:

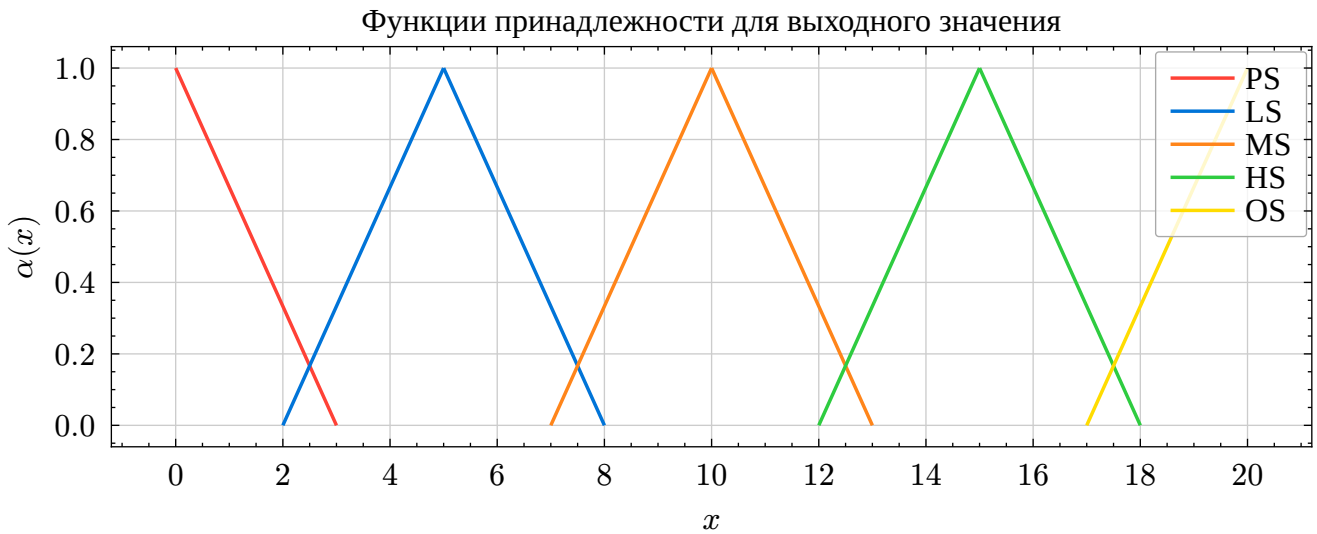
$$\alpha_{PS} = -\frac{x}{3} + 1 \quad 0 \leq x \leq 3$$

$$\alpha_{LS} = \begin{cases} \frac{x}{3} - \frac{2}{3} & 2 \leq x \leq 5 \\ -\frac{x}{3} + \frac{8}{3} & 5 \leq x \leq 8 \end{cases}$$

$$\alpha_{MS} = \begin{cases} \frac{x}{3} - \frac{7}{3} & 7 \leq x \leq 10 \\ -\frac{x}{3} + \frac{13}{3} & 10 \leq x \leq 13 \end{cases}$$

$$\alpha_{HS} = \begin{cases} \frac{x}{3} - \frac{12}{3} & 12 \leq x \leq 15 \\ -\frac{x}{3} + \frac{18}{3} & 15 \leq x \leq 18 \end{cases}$$

$$\alpha_{OS} = \frac{x}{3} + \frac{17}{3} \quad 17 \leq x \leq 20$$



3 Блок выработки решения

На основе лингвистических термов построим базу правил

Количество \ Среднее качество	LQ	MQ	HQ
SA	PS	LS	MS
MA	LS	MS	HS
HA	MS	HS	OS

3.1 Процедура вычисления истинности правил

Пусть заданы входные значения

$$a = 5, \quad b = 0.5$$

Вычислим сразу ненулевые степени принадлежности:

$$A_{MA}(5) = 0.5 \quad A_{HA}(5) = 0.25 \quad Q_{MQ}(0.5) = 1$$

Количество шпаргалок \ Среднее качество шпаргалок	LQ	MQ	HQ
SA	PS	LS	MS
MA	LS	MS	HS
HA	MS	HS	OS

Для каждой из этих двух активированных ячеек вычисляем степень истинности:

Аггрегирование:

$$\beta_{MS} = \min(A_{MA}(5), Q_{MQ}(0.5)) = \min(0.5, 1) = 0.5$$

$$\beta_{HS} = \min(A_{HA}(5), Q_{MQ}(0.5)) = \min(0.25, 1) = 0.25$$

Активация:

$$\gamma_{MS} = \min(\alpha_{MS}(x), 0.5) \quad \gamma_{HS} = \min(\alpha_{HS}(x), 0.25)$$

Аккумуляция:

$$\delta_{\text{agg}} = \max(\gamma_{\text{MS}}(x), \gamma_{\text{HS}}(x)) \quad x \in [0; 20]$$

4 Дефазификация

Для получения единственного числового ответа x^* применяем метод центра тяжести:

$$x^* = \frac{\int_0^{20} x \cdot \delta_{\text{agg}}(x) \, dx}{\int_0^{20} \delta_{\text{agg}}(x) \, dx}$$

При численной аппроксимации получаем $x^* \approx 12.1$, Таким образом, при $a = 5$ и $b = 0.5$ студент набирает примерно 12.1 балла БАРС.