

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»
Факультет программной инженерии и компьютерной техники
Направление подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» –
Системное и прикладное программное обеспечение

Курсовая работа

По дискретной математике

по теме:

Нечёткий вывод по схеме Мамдани

Выполнил:

студент 1 курса

Мельник Фёдор Александрович

Группа: Р3106

Принял:

Поляков Владимир Иванович

Курсовая работа принята «__»____ 2023 г.

Оценка: _____

г. Санкт-Петербург, 2025

Оглавление

Содержательная постановка задачи:	3
Шаг 1. Фазификация:	4
Шаг 2. Блок выработки решения:	5
Шаг 3. Дефазификация:	9

Содержательная постановка задачи:

Задача:

Разработать алгоритм оценки риска инфаркта у пациента на основе его возраста и уровня холестерина в крови с использованием нечеткого вывода по схеме Мамдани.

Входные данные:

- Возраст (в годах)
- Уровень холестерина (ммоль/л)

Выходные данные:

- Риск инфаркта (в процентах)

Шаг 1. Фаификация:

Входные данные:

Возраст {Y, M, O}

- Y (Young) — молодой возраст
- M (Middle-aged) — средний возраст
- O (Old) — пожилой возраст

Холестерин {L, N, H}

- L (Low) — низкий уровень холестерина
- N (Normal) — нормальный уровень
- H (High) — повышенный уровень

Выходные данные:

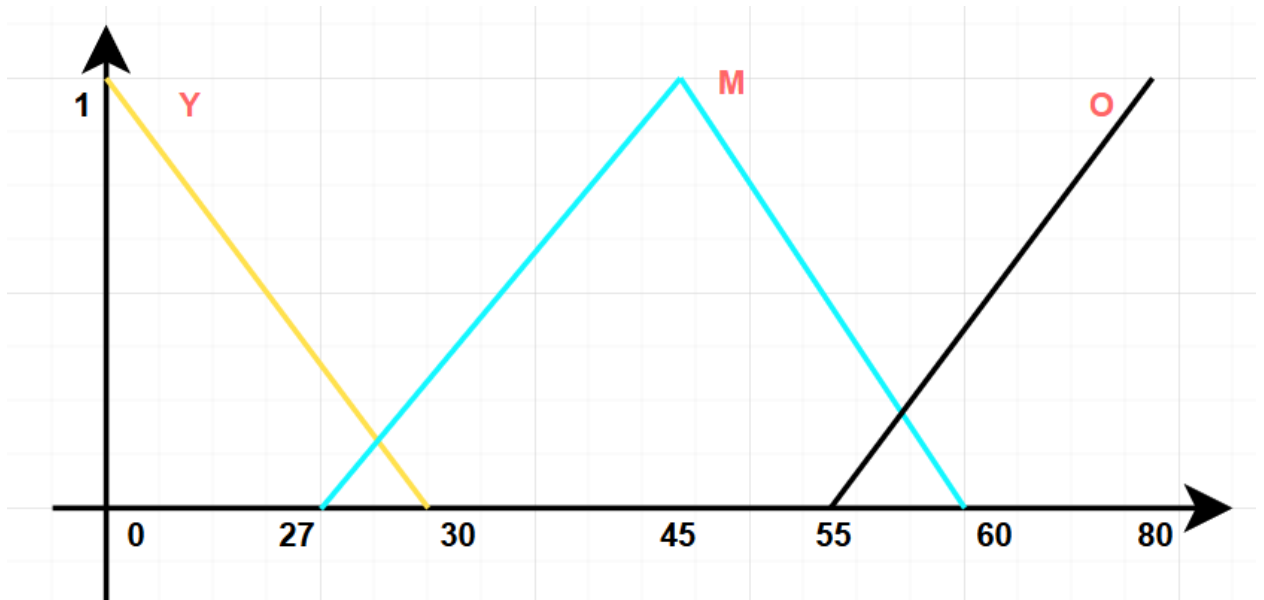
Риск инфаркта {VR, LR, MR, HR, CR}

- VR (Very Low Risk) — очень низкий риск
- LR (Low Risk) — низкий риск
- MR (Medium Risk) — средний риск
- HR (High Risk) — высокий риск
- CR (Critical Risk) — критический риск

Шаг 2. Блок выработки решения:

Ход работы:

I) Зададим функцию принадлежности для оценки возраста

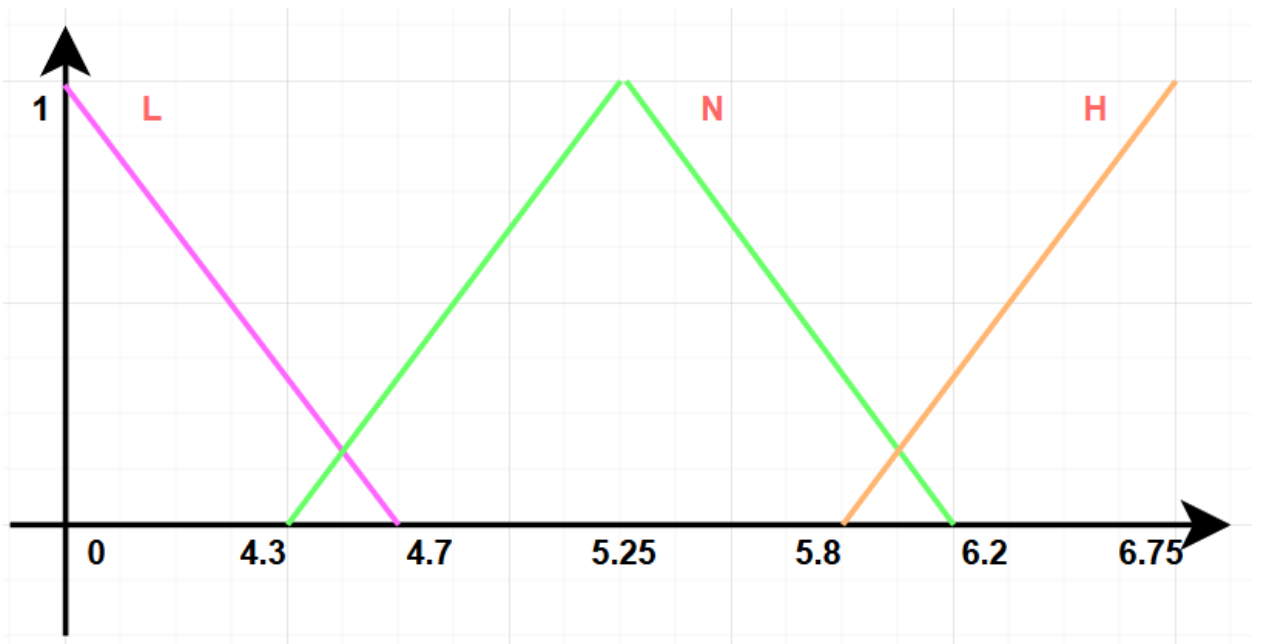


$$M_Y(X) = -\frac{X}{30} + 1, 0 \leq X \leq 30$$

$$M_M(X) = \begin{cases} \frac{X}{18} - 1.5, & 27 \leq X \leq 45 \\ -\frac{X}{15} + 4, & 45 \leq X \leq 60 \end{cases}$$

$$M_O(X) = \frac{X}{25} - 2.2, 55 \leq X \leq 80$$

II) Зададим функцию принадлежности для оценки уровня холестерина:

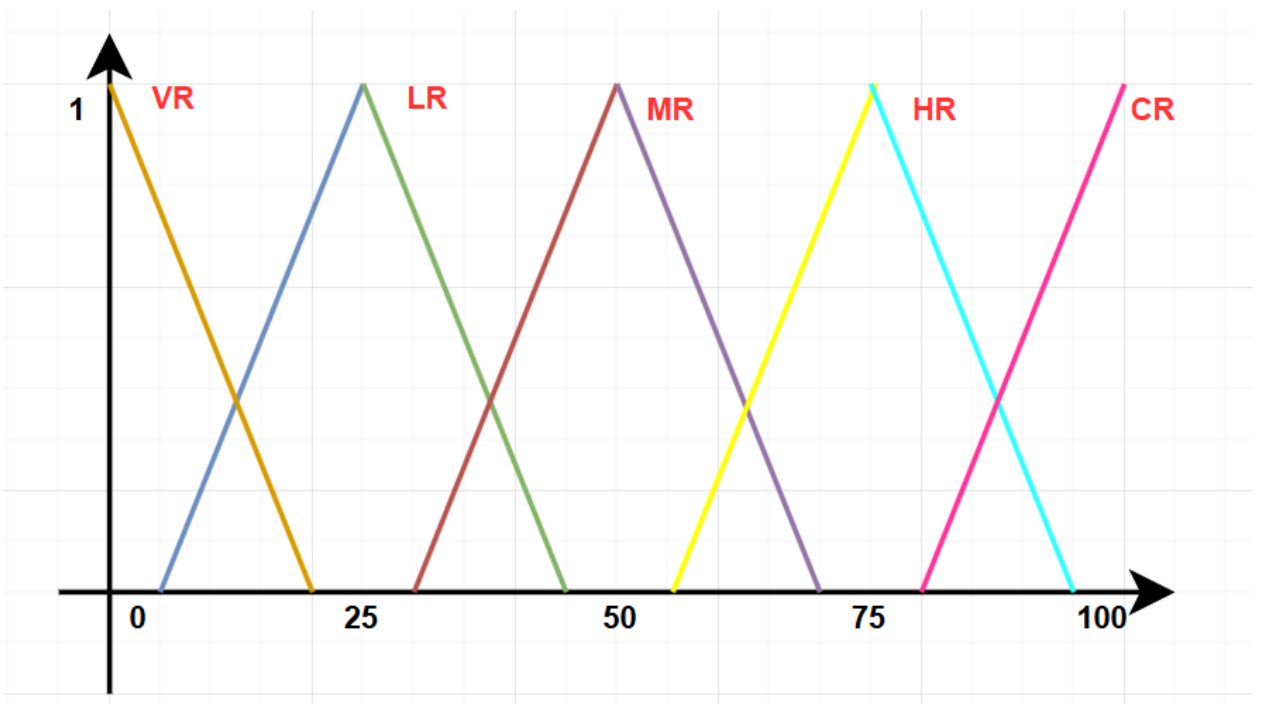


$$M_L(Y) = 1 - \frac{Y}{4.7}, 0 \leq Y \leq 4.7$$

$$M_N(Y) = \begin{cases} \frac{Y}{0.95} - 4,526, 4.3 \leq Y \leq 5.25 \\ -\frac{Y}{0.95} + 6,526, 5.25 \leq Y \leq 6.2 \end{cases}$$

$$M_H(Y) = \frac{Y}{0.95} - 5,51, 0.6 \leq Y \leq 1$$

III) Зададим функцию принадлежности для оценки риска инфаркта



$$M_{VR}(Z) = 1 - \frac{Z}{20}, 0 \leq Z \leq 20$$

$$M_{LR}(Z) = \begin{cases} \frac{Z}{20} - 0.25, 5 \leq Z \leq 25 \\ 2.25 - \frac{Z}{20}, 25 \leq Z \leq 45 \end{cases}$$

$$M_{MR}(Z) = \begin{cases} \frac{Z}{20} - 1.5, 30 \leq Z \leq 50 \\ 3.5 - \frac{Z}{20}, 50 \leq Z \leq 70 \end{cases}$$

$$M_{HR}(Z) = \begin{cases} \frac{Z}{20} - 2.75, 55 \leq Z \leq 75 \\ 4.5 - \frac{Z}{20}, 75 \leq Z \leq 95 \end{cases}$$

$$M_{CR}(Z) = \frac{Z}{20} - 5, 80 \leq Z \leq 100$$

IV) Создадим базу правил:

Chol ⇒ Age ⇓	L	N	H
Y	VR	LR	MR
M	LR	MR	HR
O	M	HR	CR

V) Произведём оценку правил:

Пусть некий пациент Алексей, имеет возраст 56 лет и холестерин 6 ммоль/л. Каков шанс возникновения инфаркта?

Оценим $M_M(X)$ и $M_O(X)$ для $X = 56$ лет:

$$M_M(X) = -\frac{x}{15} + 4 = 0,266$$

$$M_O(X) = \frac{x}{25} - 2,2 = 0,12$$

Оценим $M_Y(Y)$ и $M_A(Y)$ для $Y = 6$:

$$M_N(Y) = -\frac{Y}{0.95} + 6,526 = 0,210$$

$$M_H(Y) = \frac{Y}{0.95} - 5,51 = 0,806$$

4 правила, которые нужно оценить:

- 1) Средний возраст, нормальный холестерин;
- 2) Средний возраст, высокий холестерин;
- 3) Пожилой, нормальный холестерин;
- 4) Пожилой, высокий холестерин;

Определим степень истинности для каждого условия:

- 1) $S_1 = \min(M_M(58), M_N(6)) = \min(0,266, 0,210) = 0,210$;
- 2) $S_2 = \min(M_M(58), M_H(6)) = \min(0,266, 0,806) = \mathbf{0,266}$;
- 3) $S_3 = \min(M_O(58), M_N(6)) = \min(0,12, 0,210) = 0,12$;
- 4) $S_4 = \min(M_O(58), M_H(6)) = \min(0,12, 0,806) = 0,12$;

<div> <div>Exp</div> <div>⇒</div> </div> <div> <div>Age</div> <div>↓</div> </div>	L	N	H
	Y		
	M	MR	HR
	O	HR	CR

Шаг 3. Дефазификация:

Максимальная степень m истинности условия соответствует правилу High Risk. Вычислим итоговое значение:

$$M_m(Z) = M_R(Z) = \frac{Z}{20} - 2.75 \text{ или } 4.5 - \frac{Z}{20} \Rightarrow$$

$$0,266 = \frac{Z}{20} - 2.75 \text{ или } 0,266 = 4.5 - \frac{Z}{20} \Rightarrow$$

$$Z = 60,32 \text{ и } Z = 84,68 \Rightarrow Z^* = \frac{60,32 + 84,68}{2} = 72,5$$

Таким образом, ожидаемый шанс возникновения инфаркта у Алексея – 72,5%