

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 16.06.2023 12:33:44
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра информационных систем и технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе


О.Г. Локтионова
« 16 » 06 2019 г.



Нейронные сети и нечеткие системы

Методические указания по выполнению практических работ для
направления подготовки 02.03.03 «Математическое обеспечение и
администрирование информационных систем»

Курск 2019

УДК 004

Составитель С.Ю. Сазонов, Е.А. Кулешова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Ю.А. Халин

Нейронные сети и нечеткие системы: методические указания по выполнению практических работ для направления подготовки «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. С.Ю.Сазонов, Е.А. Кулешова. Курск, 2019. 49 с.: Библиогр.: с. 49.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем»

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать 16.04.19. Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 2,4. Уч.-изд. л. 2,2. Тираж 100 экз. Заказ 333 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Введение в теорию нечетких моделей

Фундаментальный принцип современной науки состоит в том, что явление нельзя считать хорошо понятым до тех пор, пока оно не описано посредством количественных характеристик. Научное знание представляет собой совокупность принципов и методов, необходимых для конструирования математических моделей различных систем. Развитие вычислительных машин эффективно сказывалось на развитии методов анализа механических систем, поведение которых определяется законами механики, физики, химии и электромагнетизма. Однако этого нельзя сказать об анализе *гуманистических систем*, т.е. систем, в которых участвует человек. Неэффективность вычислительных машин в изучении гуманитарных систем является подтверждением так называемого *принципа несовместимости* - высокая точность системы несовместима с большой сложностью системы. Для систем, сложность которых превосходит некоторый пороговый уровень, точность и практический смысл становятся почти исключаящими друг друга характеристиками. Возможная причина неэффективности ЭВМ - неспособность машины охватить огромную сложность процессов человеческого мышления и принятия решений. Ведь одно из примечательных свойств человеческого интеллекта - способность принимать правильные решения в обстановке неполной и нечеткой информации. Элементами мышления человека являются не числа, а элементы некоторых нечетких множеств или классов объектов, для которых переход от «принадлежности к классу» к «непринадлежности» не скачкообразен, а непрерывен. В основе процесса мышления человека лежит не традиционная двужначная или даже многозначная логика, а логика с нечеткой истинностью, нечеткими связями и нечеткими правилами вывода.

Поэтому для действенного анализа гуманистических систем нужны подходы, для которых точность, строгость и математический формализм не являются чем-то необходимым и в которых используется методологическая схема, допускающая нечеткости и частичные истины. Один из таких подходов - применение нечетких моделей, которые имеют следующие отличительные черты:

- использование так называемых лингвистических переменных вместо числовых переменных или в дополнение к ним;
- простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний;
- сложные отношения между переменными описываются нечеткими алгоритмами.

Применение нечетких моделей целесообразно в случаях, когда имеются недостаточность и неопределенность знаний об исследуемой системе, например если:

- получение информации сложно, трудно, долго, дорого, невозможно,
- источником основной информации являются экспертные данные, эвристические описания процессов функционирования,
- информация о системе разнокачественная или оценка параметров проводится с использованием разных шкал.

Теория нечетких моделей представляет собой обобщение и переосмысление важнейших направлений классической математики. У ее истоков лежат идеи и достижения многозначной логики, которая указала на возможность перехода от двух к произвольному числу значений истинности и поставила проблему оперирования понятиями с изменяющимся содержанием. Кроме того, значительный вклад внесла теория вероятностей, которая, породив большое количество различных способов статистической обработки экспериментальных

данных, открыла пути определения и интерпретации функции принадлежности. Наконец, у классической дискретной математики был взят инструментарий для построения моделей многомерных и многоуровневых систем, удобный при решении практических задач. Получившийся результат открыл действительно богатейшие возможности для анализа сложных систем в условиях неопределенности.

Работа 1

«Построение функций принадлежности»

1.1. Непрерывная функция принадлежности

Исходные данные

Вариант	Переменная	Множество значений
1	время года = ВЕСНА	температура воздуха [-20;+30], °C
2	время года = ЛЕТО	температура воздуха [-20;+30], °C
3	время года = ОСЕНЬ	температура воздуха [-20;+30], °C
4	время года = ЗИМА	температура воздуха [-20;+30], °C
5	температура воды = = ЛЕДЯНАЯ	температура воды [0;100], °C
6	температура воды = = ХОЛОДНАЯ	температура воды [0;100], °C
7	температура воды = = ТЕПЛАЯ	температура воды [0;100], °C
8	температура воды = = ГОРЯЧАЯ	температура воды [0;100], °C
9	з/п программиста = = НИЗКАЯ	з/п программиста [10;120], тыс. руб.
10	з/п программиста = = СРЕДНЯЯ	з/п программиста [10;120], тыс. руб.
11	з/п программиста = = ВЫСОКАЯ	з/п программиста [10;120], тыс. руб.
12	з/п программиста = = ЗНАЧИТЕЛЬНАЯ	з/п программиста [10;120], тыс. руб.
13	вероятность банкротства = НИЗКАЯ	вероятность [0;100], %

Вариант	Переменная	Множество значений
14	вероятность банкротства = СРЕДНЯЯ	вероятность [0;100], %
15	вероятность банкротства = БОЛЬШАЯ	вероятность [0;100], %
16	вероятность банкротства = ОГРОМНАЯ	вероятность [0;100], %
17	температура воздуха = = ХОЛОДНАЯ	температура воздуха [-50;100], °С
18	температура воздуха = = ПРОХЛАДНАЯ	температура воздуха [-50;100], °С
19	температура воздуха = = ТЕПЛАЯ	температура воздуха [-50;100], °С
20	температура воздуха = = ЖАРКАЯ	температура воздуха [-50;100], °С
21	возраст = ЮНЫЙ	возраст [0;80], годы
22	возраст = МОЛОДОЙ	возраст [0;80], годы
23	возраст = СРЕДНИЙ	возраст [0;80], годы
24	возраст = СТАРЫЙ	возраст [0;80], годы

Задание

1. На основании исходных данных придумать функции принадлежности указанных элементов к заданным нечетким множествам.
2. Полученные функции принадлежности представить в аналитическом и графическом виде с помощью средств Microsoft Excel.

1.2. Дискретная функция принадлежности

Исходные данные

Авто	Цена	Расход	Мощность	Разгон	Скорость	Air bags	Багажник
Aston Martin DB9 5.9 Volante	223 000	17,1	450	4,7	300	4	195
Audi TT 3.2 quattro coupe	70 000	10,3	250	5,9	250	4	290
Bentley Azure	475 000	18,7	426	6,2	249	8	200
BMW X5 4.8 Sport	110 000	12,5	355	6,5	240	6	620
Daewoo Nexia	10 400	6,3	85	11,0	185	0	405
Ferrari F430 4.3 Spider	245 000	18,3	490	4,0	315	2	260
Hummer H2 6.0	94 500	20,0	321	10,5	180	4	1130
Mercedes-Benz SLR McLaren	635 000	14,5	626	3,8	334	6	270
Mitsubishi Lancer EUO IX Sport	47 000	10,6	280	5,7	250	2	430
Toyota Camry	44 900	9,9	277	6,8	230	6	535

Вариант	Множество А	Множество В	Множество С
1	Дорогой	Невместительный	Средней безопасности
2	Медленный	Средней мощности	Динамичный
3	Средней стоимости	Слабой мощности	Вместительный
4	Быстрый	Дешевый	Средней экономичности
5	Нединамичный	Средней вместительности	Экономичный
6	Безопасный	Неэкономичный	Средней быстроты
7	Среднединамичный	Мощный	Небезопасный
8	Медленный	Средней вместительности	Дорогой
9	Средней экономичности	Вместительный	Слабой мощности
10	Дешевый	Безопасный	Средней мощности
11	Средней динамичности	Экономичный	Невместительный
12	Мощный	Средней быстроты	Небезопасный
13	Дешевый	Вместительный	Средней безопасности
14	Быстрый	Средней мощности	Нединамичный
15	Средней стоимости	Мощный	Невместительный
16	Медленный	Дорогой	Средней экономичности
17	Динамичный	Средней вместительности	Неэкономичный

Вариант	Множество А	Множество В	Множество С
18	Небезопасный	Экономичный	Средней скорости
19	Среднединамичный	Слабой мощности	Безопасный
20	Быстрый	Средней вместительности	Дешевый
21	Средней экономичности	Невместительный	Мощный
22	Дорогой	Небезопасный	Средней мощности
23	Средней динамичности	Неэкономичный	Вместительный
24	Слабой мощности	Средней скорости	Безопасный

Задание

1. На основании исходных данных придумать функции принадлежности указанных элементов к заданным нечетким множествам.
2. Полученные функции принадлежности представить в аналитическом и графическом виде с помощью средств Microsoft Excel.

Аналитический вид функций принадлежности

Автомобиль	А	В	С
Aston Martin DB9 5.9 Volante			
Audi TT 3.2 quattro coupe			
Bentley Azure			
BMW X5 4.8 Sport			

Работа 2

«Операции над нечеткими множествами»

2.1. Операция «отрицание»

Исходные данные

- классическое отрицание: $\lambda(\mu) = \bar{\mu}(x) = 1 - \mu(x)$;
- квадратичное отрицание: $\lambda(\mu) = \sqrt{1 - \mu^2}$;
- отрицание Сугено: $\lambda(\mu) = \frac{1 - \mu}{1 + k \cdot \mu}$, $-1 < k < \infty$;
- дополнение порогового типа: $\lambda(\mu) = \begin{cases} 1, & \text{если } \mu \leq \alpha; \\ 0, & \text{если } \mu > \alpha. \end{cases}$

Вариант	Множество A
1	$\{x_1/0.9; x_2/0.7; x_3/0.2; x_4/1; x_5/0.1; x_6/0.5; x_7/0.8; x_8/0.2\}$
2	$\{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\}$
3	$\{x_1/0; x_2/0.5; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0.2; x_6/0.4; x_7/0.8; x_8/0\}$
4	$\{x_1/0.1; x_2/0.5; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/1; x_6/1; x_7/0; x_8/0\}$
5	$\{x_1/0.4; x_2/0; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0; x_6/0; x_7/0.8; x_8/0.9\}$
6	$\{x_1/0; x_2/0; x_3/0.7; x_4/1; x_5/0.3; x_6/0.2; x_7/0.8; x_8/0.9\}$
7	$\{x_1/0.1; x_2/0.7; x_3/1; x_4/0; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/0.3; x_8/0.1\}$
8	$\{x_1/0.7; x_2/0.2; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/1; x_8/0.5\}$
9	$\{x_1/0.2; x_2/0.7; x_3/0.8; x_4/0.4; x_5/0.7; x_6/0.1; x_7/0.3; x_8/0\}$

Вариант	Множество А
10	$\{x_1/0.5; x_2/0; x_3/0.7; x_4/0.8; x_5/1; x_6/0; x_7/0.4; x_8/0.2\}$
11	$\{x_1/0.9; x_2/0; x_3/0.5; x_4/0.7; x_5/0.4; x_6/0; x_7/0.6; x_8/0.1\}$
12	$\{x_1/0.2; x_2/1; x_3/0.4; x_4/0.8; x_5/0.4; x_6/0.9; x_7/0; x_8/0.1\}$
13	$\{x_1/0.3; x_2/0.5; x_3/1; x_4/0.2; x_5/1; x_6/0.2; x_7/0.7; x_8/0.9\}$
14	$\{x_1/0; x_2/0.6; x_3/1; x_4/0.1; x_5/0.7; x_6/0; x_7/1.3; x_8/1\}$
15	$\{x_1/1; x_2/0.9; x_3/0.8; x_4/0.5; x_5/0.9; x_6/0.1; x_7/0.5; x_8/1\}$
16	$\{x_1/0.1; x_2/1; x_3/0.3; x_4/0.9; x_5/0.2; x_6/1; x_7/0.4; x_8/0.4\}$
17	$\{x_1/0.8; x_2/0.3; x_3/0.5; x_4/0.2; x_5/1; x_6/1; x_7/0; x_8/1\}$
18	$\{x_1/1; x_2/1; x_3/0; x_4/0.2; x_5/0.7; x_6/0.8; x_7/0.1; x_8/0.6\}$
19	$\{x_1/0.3; x_2/0.4; x_3/0.6; x_4/0.7; x_5/0.1; x_6/0.1; x_7/1; x_8/0\}$
20	$\{x_1/0; x_2/0.9; x_3/0.1; x_4/1; x_5/0.4; x_6/0.9; x_7/0; x_8/1\}$
21	$\{x_1/0.2; x_2/0.6; x_3/0.8; x_4/1; x_5/0.9; x_6/0.7; x_7/0.5; x_8/0.3\}$
22	$\{x_1/0.7; x_2/1; x_3/0.6; x_4/0; x_5/0.1; x_6/0; x_7/0.3; x_8/0.9\}$
23	$\{x_1/0.4; x_2/0.8; x_3/1; x_4/1; x_5/0.3; x_6/0.8; x_7/0.1; x_8/0.5\}$
24	$\{x_1/1; x_2/0.4; x_3/0.5; x_4/0.2; x_5/0.2; x_6/0; x_7/0.7; x_8/0.2\}$

2.2. Треугольные нормы и конормы

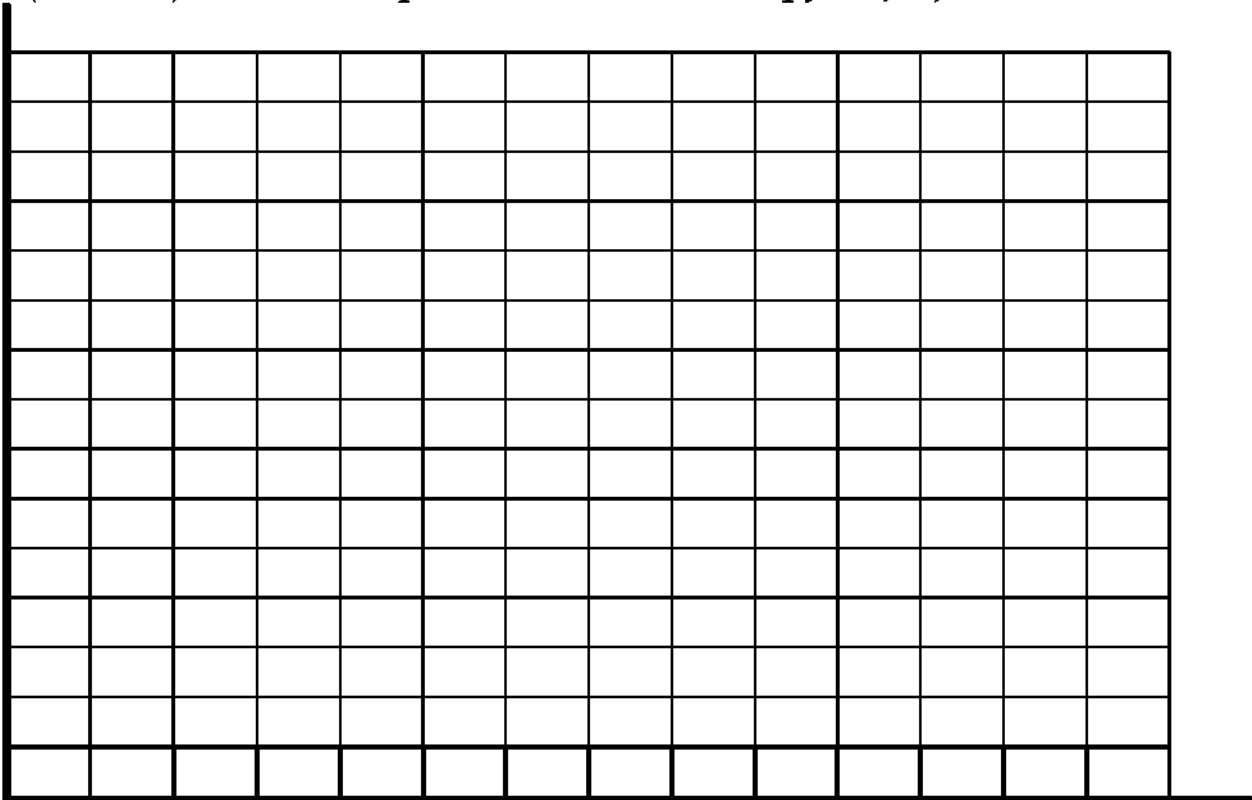
Исходные данные

Определение функции	Имя функции
$\begin{cases} 0, \text{ если } \max(x, y) < 1 \\ \min(x, y), \text{ если } \max(x, y) = 1 \end{cases}$	Ограниченное произведение
$\max(0, x + y - 1)$	Пересечение по Лукасевичу
$x \cdot y / [1 + (1 - x)]$	Произведение Эйнштейна
$x \cdot y$	Алгебраическое произведение
$x \cdot y / [1 - (1 - x) \cdot (1 - y)]$	Произведение Гамахера
$\min(x, y)$	Пересечение по Заде
$\max(x, y)$	Объединение по Заде
$1 - (1 - x) \cdot (1 - y) / (1 - x \cdot y)$	Сумма Гамахера
$1 - (1 - x) \cdot (1 - y)$	Алгебраическая сумма
$1 - (1 - x) \cdot (1 - y) / (1 + x \cdot y)$	Сумма Эйнштейна
$\min(1, x + y)$	Объединение по Лукасевичу
$\begin{cases} 1, \text{ если } \min(x, y) > 0 \\ \max(x, y), \text{ если } \min(x, y) = 0 \end{cases}$	Ограниченная сумма

Задание

1. Заполнить таблицу исходных данных, распределив 12 известных функции (см. лекцию) на T-нормы и \perp -конормы.
2. Упорядочить по убыванию значений исходные T-нормы и \perp -конормы.

Графический вид (по оси абсцисс отложить номер пары x,y (1, 2 и 3), а по оси ординат – значения функций)



2.3. Операции над нечеткими множествами

Исходные данные и задание

Вариант 1

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«лохматая собака»} =$

$$= \{x_1/0.9; x_2/0.7; x_3/0.2; x_4/1; x_5/0.1; x_6/0.5; x_7/0.8; x_8/0.2\};$$

$B = \text{«умная собака»} =$

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.7; x_3/1; x_4/0; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/0.3; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C =$ «нелохматая собака»;
- 2) множество $D =$ «лохматая и неумная собака»;
- 3) множество $E =$ «лохматая или умная собака»;
- 4) степень включения множества «нелохматая собака» в множество «неумная собака» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «лохматая и умная собака» и множества «умная собака»;
- 6) множество $F =$ «очень лохматая собака»;
- 7) множество $G =$ «более-менее умная собака»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 2

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A =$ «вислоухая собака» =

$$= \{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\};$$

$B =$ «умная собака» =

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.7; x_3/1; x_4/0; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/0.3; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка

x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C =$ «неумная собака»;
- 2) множество $D =$ «невислоухая и умная собака»;
- 3) множество $E =$ «умная или вислоухая собака»;
- 4) степень включения множества «умная собака» в множество «неумная и невислоухая собака» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «неумная или вислоухая собака» и множества «невислоухая собака»;
- 6) множество $F =$ «очень умная собака»;
- 7) множество $G =$ «более-менее вислоухая собака»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 3

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A =$ «лохматая собака» =

$$= \{x_1/0.9; x_2/0.7; x_3/0.2; x_4/1; x_5/0.1; x_6/0.5; x_7/0.8; x_8/0.2\};$$

$B =$ «вислоухая собака» =

$$= \{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер

x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C =$ «невислоухая собака»;
- 2) множество $D =$ «нелохматая и не-

- вислоухая собака»;
- 3) множество $E =$ «лохматая или вислоухая собака»;
 - 4) степень включения множества «нелохматая и вислоухая собака » в множество «лохматая и невислоухая собака» (и наоборот);
 - 5) степень равенства множества «лохматая и вислоухая собака» и множества «лохматая собака»;
 - 6) множество $F =$ «очень вислоухая собака»;
 - 7) множество $G =$ «более-менее лохматая собака»;
 - 8) уменьшить нечеткость множества E ;
 - 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 4

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A =$ «лохматая собака» =

$$= \{x_1/0.9; x_2/0.7; x_3/0.2; x_4/1; x_5/0.1; x_6/0.5; x_7/0.8; x_8/0.2\};$$

$B =$ «собака с короткими лапами» =

$$= \{x_1/0.7; x_2/0.2; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/1; x_8/0.5\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C =$ «собака с длинными лапами»;
- 2) множество $D =$ «лохматая собака с короткими лапами»;
- 3) множество $E =$ «нелохматая собака или собака с короткими лапами»;
- 4) степень включения множества «нелохматая собака» в множество «нелохматая собака с длинными лапами» (и наоборот);

лапами» (и наоборот);

- 5) степень равенства множества «лохматая собака» и множества «собака с короткими лапами»;
- 6) множество $F =$ «собака с очень короткими лапами»;
- 7) множество $G =$ «более-менее лохматая собака»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 5

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A =$ «собака с длинным хвостом» =

$$= \{x_1/0.2; x_2/0.7; x_3/0.8; x_4/0.4; x_5/0.7; x_6/0.1; x_7/0.3; x_8/0\};$$

$B =$ «умная собака» =

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.7; x_3/1; x_4/0; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/0.3; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C =$ «неумная собака»;
- 2) множество $D =$ «умная собака с коротким хвостом»;
- 3) множество $E =$ «неумная собака или собака длинным хвостом»;
- 4) степень включения множества «умная собака» в множество «неумная собака с длинным хвостом» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «умная собака с длинным хвостом» и множества «собака с коротким хвостом»;
- 6) множество $F =$ «очень умная собака»;
- 7) множество $G =$ «собака с более-менее длинным хвостом»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;

9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 6

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«собака с короткими лапами»} =$

$$= \{x_1/0.7; x_2/0.2; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/1; x_8/0.5\}$$

$B = \text{«вислоухая собака»} =$

$$= \{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\}$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«невислоухая собака»}$;
- 2) множество $D = \text{«вислоухая собака с короткими лапами»}$;
- 3) множество $E = \text{«невислоухая собака или собака с длинными лапами»}$;
- 4) степень включения множества «вислоухая собака» в множество «собака с длинными лапами» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «невислоухая собака с длинными лапами» и множества «собака с короткими лапами»;
- 6) множество $F = \text{«очень вислоухая собака»}$;
- 7) множество $G = \text{«собака с более-менее короткими лапами»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 7

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«собака с длинным хвостом»} =$

$$= \{x_1/0.2; x_2/0.7; x_3/0.8; x_4/0.4; x_5/0.7; x_6/0.1; x_7/0.3; x_8/0\};$$

$B = \text{«вислоухая собака»} =$

$$= \{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«собака с коротким хвостом»}$;
- 2) множество $D = \text{«вислоухая собака с длинным хвостом»}$;
- 3) множество $E = \text{«собака с коротким хвостом или невислоухая собака»}$;
- 4) степень включения множества «вислоухая собака с коротким хвостом» в множество «собака с длинным хвостом» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «вислоухая собака или собака с длинным хвостом» и множества «вислоухая собака»;
- 6) множество $F = \text{«собака с очень длинным хвостом»}$;
- 7) множество $G = \text{«более-менее вислоухая собака»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 8

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«собака с длинным хвостом»} =$

$$\{x_1/0.2; x_2/0.7; x_3/0.8; x_4/0.4; x_5/0.7; x_6/0.1; x_7/0.3; x_8/0\};$$

$B = \text{«собака с короткими лапами»} =$

$$= \{x_1/0.7; x_2/0.2; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/1; x_8/0.5\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«собака с длинными лапами»}$;
- 2) множество $D = \text{«собака с короткими лапами и коротким хвостом»}$;
- 3) множество $E = \text{«собака с длинным хвостом или короткими лапами»}$;
- 4) степень включения множества «собака с длинным хвостом» в множество «собака с длинными лапами и коротким хвостом» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «собака с длинным хвостом» и множества «собака с короткими лапами»;
- 6) множество $F = \text{«собака с очень короткими лапами»}$;
- 7) множество $G = \text{«собака с более-менее длинным хвостом»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 9

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«собака с короткими лапами»} =$

$$= \{x_1/0.7; x_2/0.2; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/1; x_8/0.5\};$$

$B = \text{«умная собака»} =$

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.7; x_3/1; x_4/0; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/0.3; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«неумная собака»}$;
- 2) множество $D = \text{«умная собака с длинными лапами»}$;
- 3) множество $E = \text{«неумная собака или собака с длинными лапами»}$;
- 4) степень включения множества «неумная собака» в множество «собака с длинными лапами» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «умная собака с короткими лапами» и множества «умная собака или собака с длинными лапами»;
- 6) множество $F = \text{«очень умная собака»}$;
- 7) множество $G = \text{«собака с более-менее короткими лапами»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 10

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с фруктами»} =$

$$= \{x_1/0.4; x_2/0; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0; x_6/0; x_7/0.8; x_8/0.9\};$$

$B = \text{«торт с кремом»} =$

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.5; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/1; x_6/1; x_7/0; x_8/0\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без крема»;
- 2) множество $D =$
= «торт с кремом и фруктами»;
- 3) множество $E =$
= «торт без фруктов или без крема»;
- 4) степень включения множества «торт с кремом» в множество «торт с кремом, но без фруктов» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без фруктов» и множества «торт с фруктами или с кремом»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень многими фруктами»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий крем»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 11

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с орехами»} =$

$$= \{x_1/0; x_2/0.5; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0.2; x_6/0.4; x_7/0.8; x_8/0\};$$

$B = \text{«торт с кремом»} =$

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.5; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/1; x_6/1; x_7/0; x_8/0\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без орехов»;
- 2) множество $D =$
= «торт без крема и без орехов»;
- 3) множество $E =$
= «торт с орехами или без крема»;
- 4) степень включения множества «торт с кремом без орехов» в множество «торт с кремом и орехами» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без орехов» и множества «торт с орехами или с кремом»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень многими орехами»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий крем»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 12

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с фруктами»} =$

$$= \{x_1/0.4; x_2/0; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0; x_6/0; x_7/0.8; x_8/0.9\};$$

$B = \text{«торт с мармеладом»} =$

$$= \{x_1/0.5; x_2/0; x_3/0.7; x_4/0.8; x_5/1; x_6/0; x_7/0.4; x_8/0.2\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без мармелада»;
- 2) множество $D =$
= «торт с мармеладом, но без фруктов»;
- 3) множество $E =$
«торт с фруктами или без мармелада»;
- 4) степень включения множества «торт с фруктами» в множество «торт без фруктов и мармелада» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без фруктов» и множества «торт без фруктов или с мармеладом»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень большим содержанием мармелада»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий фрукты»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 13

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с повидлом»} =$

$$= \left\{ \frac{x_1}{0.9}; \frac{x_2}{0}; \frac{x_3}{0.5}; \frac{x_4}{0.7}; \frac{x_5}{0.4}; \frac{x_6}{0}; \frac{x_7}{0.6}; \frac{x_8}{0.1} \right\};$$

$B = \text{«торт с мармеладом»} =$

$$= \left\{ \frac{x_1}{0.5}; \frac{x_2}{0}; \frac{x_3}{0.7}; \frac{x_4}{0.8}; \frac{x_5}{1}; \frac{x_6}{0}; \frac{x_7}{0.4}; \frac{x_8}{0.2} \right\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без повидла»;
- 2) множество $D =$
= «торт с мармеладом и повидлом»;
- 3) множество $E =$
= «торт без мармелада или без повидла»;
- 4) степень включения множества «торт с повидлом» в множество «торт с повидлом, но без мармелада» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без мармелада» и множества «торт без повидла или с мармеладом»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень большим содержанием повидла»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий мармелад»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 14

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«собака с короткими лапами»} =$

$$= \{x_1/0.7; x_2/0.2; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/1; x_8/0.5\};$$

$B = \text{«вислоухая собака»} =$

$$= \{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«собака с длинными лапами»}$;
- 2) множество $D = \text{«невислоухая собака с короткими лапами»}$;
- 3) множество $E = \text{«вислоухая собака или собака с короткими лапами»}$;
- 4) степень включения множества «невислоухая собака» в множество «собака с длинными лапами» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «вислоухая собака с длинными лапами» и множества «собака с короткими лапами»;
- 6) множество $F = \text{«собака с очень короткими лапами»}$;
- 7) множество $G = \text{«более-менее вислоухая собака»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 15

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с фруктами»} =$

$$= \{x_1/0.4; x_2/0; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0; x_6/0; x_7/0.8; x_8/0.9\};$$

$B = \text{«торт с кремом»} =$

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.5; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/1; x_6/1; x_7/0; x_8/0\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без фруктов»;
- 2) множество $D =$
= «торт без крема и с фруктами»;
- 3) множество $E =$
«торт с фруктами или с кремом»;
- 4) степень включения множества «торт с кремом» в множество «торт с кремом с и фруктами» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без фруктов» и множества «торт без фруктами или с кремом»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень большим количеством крема»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий фрукты»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 16

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с орехами»} =$

$$= \{x_1/0; x_2/0.5; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0.2; x_6/0.4; x_7/0.8; x_8/0\};$$

$B = \text{«торт с фруктами»} =$

$$= \{x_1/0.4; x_2/0; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0; x_6/0; x_7/0.8; x_8/0.9\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без фруктов»;
- 2) множество $D =$
= «торт с фруктами без орехов»;
- 3) множество $E =$
«торт без фруктов или с орехами»;
- 4) степень включения множества «торт с орехами» в множество «торт без фруктов и без орехов» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт с фруктами и орехами» и множества «торт без орехов»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень многими фруктами»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий орехи»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 17

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$$A = \text{«торт со сливками»} =$$

$$= \left\{ \frac{x_1}{0}; \frac{x_2}{0}; \frac{x_3}{0.7}; \frac{x_4}{1}; \frac{x_5}{0.3}; \frac{x_6}{0.2}; \frac{x_7}{0.8}; \frac{x_8}{0.9} \right\};$$

$$B = \text{«торт с повидлом»} =$$

$$= \left\{ \frac{x_1}{0.9}; \frac{x_2}{0}; \frac{x_3}{0.5}; \frac{x_4}{0.7}; \frac{x_5}{0.4}; \frac{x_6}{0}; \frac{x_7}{0.6}; \frac{x_8}{0.1} \right\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без сливок»;
- 2) множество $D =$
«торт с повидлом и сливками»;
- 3) множество $E =$
«торт без повидла или со сливками»;
- 4) степень включения множества «торт с повидлом» в множество «торт с повидлом или без сливок» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без повидла, но со сливками» и множества «торт без повидла и без сливок»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень большим содержанием сливок»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий по-видло»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 18

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт со сливками»} =$

$$= \{x_1/0; x_2/0; x_3/0.7; x_4/1; x_5/0.3; x_6/0.2; x_7/0.8; x_8/0.9\};$$

$B = \text{«торт с сахарной пудрой»} =$

$$= \{x_1/0.2; x_2/1; x_3/0.4; x_4/0.8; x_5/0.4; x_6/0.9; x_7/0; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без сахарной пудры»;
- 2) множество $D =$
= «торт с сахарной пудрой и сливками»;
- 3) множество $E =$
«торт без сливок или без сахарной пудры»;
- 4) степень включения множества «торт с сахарной пудрой» в множество «торт без сливок» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без сахарной пудры и без сливок» и множества «торт со сливками»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень большим содержанием сахарной пудры»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий сливки»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 19

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«лохматая собака»} =$

$$= \{x_1/0.9; x_2/0.7; x_3/0.2; x_4/1; x_5/0.1; x_6/0.5; x_7/0.8; x_8/0.2\};$$

$B = \text{«вислоухая собака»} =$

$$= \{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«нелохматая собака»}$;
- 2) множество $D = \text{«лохматая и невислоухая собака»}$;
- 3) множество $E = \text{«нелохматая или вислоухая собака»}$;
- 4) степень включения множества «лохматая и вислоухая собака» в множество «нелохматая и невислоухая собака» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «нелохматая и вислоухая собака» и множества «вислоухая собака»;
- 6) множество $F = \text{«очень лохматая собака»}$;
- 7) множество $G = \text{«более-менее вислоухая собака»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 20

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«собака с длинным хвостом»} =$

$$= \{x_1/0.2; x_2/0.7; x_3/0.8; x_4/0.4; x_5/0.7; x_6/0.1; x_7/0.3; x_8/0\};$$

$B = \text{«вислоухая собака»} =$

$$= \{x_1/0.5; x_2/0.2; x_3/0; x_4/0.4; x_5/0; x_6/0.7; x_7/0.8; x_8/0\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«собака с коротким хвостом»}$;
- 2) множество $D = \text{«невислоухая собака с коротким хвостом»}$;
- 3) множество $E = \text{«собака с длинным хвостом или невислоухая собака»}$;
- 4) степень включения множества «невислоухая собака с длинным хвостом» в множество «собака с длинным хвостом» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «вислоухая собака или собака с коротким хвостом» и множества «вислоухая собака»;
- 6) множество $F = \text{«собака с очень длинным хвостом»}$;
- 7) множество $G = \text{«более-менее вислоухая собака»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 21

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с орехами»} =$

$$= \{x_1/0; x_2/0.5; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0.2; x_6/0.4; x_7/0.8; x_8/0\};$$

$B = \text{«торт с сахарной пудрой»} =$

$$= \{x_1/0.2; x_2/1; x_3/0.4; x_4/0.8; x_5/0.4; x_6/0.9; x_7/0; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без орехов»;
- 2) множество $D =$
= «торт с орехами без сахарной пудры»;
- 3) множество $E =$
«торт без орехов или с сахарной пудрой»;
- 4) степень включения множества «торт с орехами и сахарной пудрой» в множество «торт без сахарной пудры» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без орехов» и множества «торт без орехов или без сахарной пудры»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень большим содержанием орехов»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий сахарную пудру»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 22

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«лохматая собака»} =$

$$= \{x_1/0.9; x_2/0.7; x_3/0.2; x_4/1; x_5/0.1; x_6/0.5; x_7/0.8; x_8/0.2\};$$

$B = \text{«умная собака»} =$

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.7; x_3/1; x_4/0; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/0.3; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«неумная собака»}$;
- 2) множество $D = \text{«нелохматая и умная собака»}$;
- 3) множество $E = \text{«лохматая или неумная собака»}$;
- 4) степень включения множества «нелохматая собака» в множество «умная собака» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «нелохматая и неумная собака» и множества «неумная собака»;
- 6) множество $F = \text{«очень умная собака»}$;
- 7) множество $G = \text{«более-менее лохматая собака»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 23

Дано универсальное множество $U = \{\text{собаки}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«собака с короткими лапами»} =$

$$= \{x_1/0.7; x_2/0.2; x_3/0.3; x_4/0.8; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/1; x_8/0.5\};$$

$B = \text{«умная собака»} =$

$$= \{x_1/0.1; x_2/0.7; x_3/1; x_4/0; x_5/0.5; x_6/0.4; x_7/0.3; x_8/0.1\},$$

где

x_1	Болонка
x_2	Водолаз
x_3	Овчарка
x_4	Пудель
x_5	Доберман
x_6	Терьер
x_7	Йоркшир
x_8	Ротвейлер

Найти

- 1) множество $C = \text{«собака с длинными лапами»}$;
- 2) множество $D = \text{«неумная собака с длинными лапами»}$;
- 3) множество $E = \text{«умная собака или собака с длинными лапами»}$;
- 4) степень включения множества «не умная собака» в множество «собака с короткими лапами» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «неумная собака с короткими лапами» и множества «умная собака или собака с длинными лапами»;
- 6) множество $F = \text{«собака с очень короткими лапами»}$;
- 7) множество $G = \text{«более-менее умная собака»}$;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Вариант 24

Дано универсальное множество $U = \{\text{торты}\}$, два нечетких множества:

$A = \text{«торт с фруктами»} =$

$$= \{x_1/0.4; x_2/0; x_3/1; x_4/0.7; x_5/0; x_6/0; x_7/0.8; x_8/0.9\};$$

$B = \text{«торт со сливками»} =$

$$= \{x_1/0; x_2/0; x_3/0.7; x_4/1; x_5/0.3; x_6/0.2; x_7/0.8; x_8/0.9\},$$

где

x_1	Торт «Ягодный»
x_2	Торт «Медовый»
x_3	Торт «Поляна»
x_4	Торт «Праздничный»
x_5	Торт «Сказка»
x_6	Торт «Наполеон»
x_7	Торт «Солнышко»
x_8	Торт «Низкокалорийный»

Найти

- 1) множество $C =$
= «торт без фруктов»;
- 2) множество $D =$
= «торт с фруктами и со сливками»;
- 3) множество $E =$
«торт без фруктов или без сливок»;
- 4) степень включения множества «торт с фруктами» в множество «торт без фруктов и со сливками» (и наоборот);
- 5) степень равенства множества «торт без сливок или с фруктами» и множества «торт без фруктов»;
- 6) множество $F =$ «торт с очень многими фруктами»;
- 7) множество $G =$ «торт более-менее содержащий сливки»;
- 8) уменьшить нечеткость множества E ;
- 9) увеличить нечеткость множества D .

Работа 3 «Нечеткие отношения»

3.1. Операции над нечеткими отношениями

Исходные данные

Нечеткие отношения A , B , E заданы в виде следующих таблиц:

A ="нравится"

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася	0,7	0,7	0,3	0,8
Дима	0,5	1	1	0,5
Оля	0,7	0	0	1
Катя	1	0,6	0,9	0,5

B ="красивее"

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася	1	0,5	0,6	0,3
Дима	0,5	1	1	0,5
Оля	0,4	0	1	0,2
Катя	0,7	0,5	0,8	1

E ="быстрее бегают"

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася	0	0,5	0,3	0,2
Дима	0,5	0	1	0,5
Оля	0,7	0	0	0,9
Катя	0,8	0,5	0,1	0

Задание

Найти все композиции нечетких отношений R_1 и R_2 , если

Вариант	R_1 и R_2
1	$R_1 = B^{-1} \cup E$ $R_2 = \overline{(A \cap B)} \cap A$
2	$R_1 = \overline{B} \cup E$ $R_2 = (A \cap B)^{-1} \cap (A \cup B)$
3	$R_1 = (A \cup B)^{-1} \cap B$ $R_2 = \overline{E} \cup (A \cap B)$
4	$R_1 = \overline{(A \cup B)} \cup A^{-1}$ $R_2 = \overline{(A \cap B)} \cap E$
5	$R_1 = (B \cap A^{-1}) \cup \overline{E}$ $R_2 = \overline{(A \cap B)} \cap (E^{-1} \cup A)$
6	$R_1 = \overline{A} \cup E^{-1}$ $R_2 = (A \cap \overline{B})^{-1} \cap \overline{E \cup B}$
7	$R_1 = \overline{(A \cup B)}^{-1} \cap B$ $R_2 = \overline{E} \cup (A^{-1} \cap B^{-1})$
8	$R_1 = (A \cup E)^{-1} \cup \overline{B}$ $R_2 = \overline{(A \cap B)} \cup (B^{-1} \cap E)$
9	$R_1 = (B^{-1} \cup E) \cap \overline{A}$ $R_2 = \overline{(E \cap B)} \cap A^{-1}$
10	$R_1 = (\overline{A} \cup E)^{-1}$ $R_2 = (A \cap B)^{-1} \cup \overline{(A \cup \overline{B})}$

Вариант	R_1 и R_2
11	$R_1 = (E \cup B)^{-1} \cap \overline{B}$ $R_2 = \overline{A \cup (A \cap E)^{-1}}$
12	$R_1 = (A \cup B^{-1})^{-1}$ $R_2 = \overline{(E^{-1} \cap \overline{B}) \cap A}$
13	$R_1 = B^{-1} \cap E$ $R_2 = \overline{(A \cap B) \cup E}$
14	$R_1 = \overline{B} \cup E$ $R_2 = (A \cap E)^{-1} \cup (A \cup B)$
15	$R_1 = (A \cap B)^{-1} \cap E$ $R_2 = \overline{E} \cup (A \cap B)$
16	$R_1 = \overline{(E \cup B)} \cup A^{-1}$ $R_2 = \overline{(A \cap B)} \cup B$
17	$R_1 = (B \cup A^{-1}) \cap \overline{E}$ $R_2 = \overline{(A \cap B)} \cup (E^{-1} \cup B)$
18	$R_1 = \overline{A} \cap E^{-1}$ $R_2 = (A \cup \overline{B})^{-1} \cap \overline{E \cup B}$
19	$R_1 = \overline{(A \cup E)^{-1}} \cap B$ $R_2 = \overline{E} \cap (A^{-1} \cup B^{-1})$
20	$R_1 = (A \cap E)^{-1} \cup \overline{B}$ $R_2 = \overline{(A \cup B)} \cap (B^{-1} \cap E)$
21	$R_1 = (B^{-1} \cap E) \cup \overline{A}$ $R_2 = \overline{(A \cap B)} \cap E^{-1}$

Вариант	R_1 и R_2
22	$R_1 = (\overline{A \cap E})^{-1}$ $R_2 = (A \cup B)^{-1} \cap \overline{(E \cup \overline{B})}$
23	$R_1 = (E \cap B)^{-1} \cup \overline{B}$ $R_2 = \overline{A} \cup \overline{(A \cup E)^{-1}}$
24	$R_1 = (A \cap B^{-1})^{-1}$ $R_2 = \overline{(E^{-1} \cap \overline{B})} \cup A$

Решение

Отношение R_1 (вставить условие своего варианта)

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася				
Дима				
Оля				
Катя				

Отношение R_2 (вставить условие своего варианта)

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася				
Дима				
Оля				
Катя				

Максиминная композиция

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася				
Дима				
Оля				
Катя				

Минимаксная композиция

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася				
Дима				
Оля				
Катя				

Максимумпликативная композиция

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася				
Дима				
Оля				
Катя				

3.2. Свойства нечетких отношений

Исходные данные

Отношение R_1 (вставить условие своего варианта)

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася				
Дима				
Оля				
Катя				

Отношение R_2 (вставить условие своего варианта)

	Вася	Дима	Оля	Катя
Вася				
Дима				
Оля				
Катя				

Задание

Для нечетких отношений R_1 и R_2 определить их свойства.

Решение

Свойство		R_1	R_2
Рефлексивность	рефлексивное		
	иррефлексивное		
Симметричность	симметричное		
	антисимметричное		
	совершенно антисимметричное		
Транзитивность	транзитивное		

Список рекомендуемой литературы

1. Емельянов, С. Г. Интеллектуальные системы на основе нечеткой логики и мягких арифметических операций [Текст] : учебник / С. Г. Емельянов, В. С. Титов, М. В. Бобырь. - Москва : Аргатак-Медиа, 2014. - 338, [7] с. : табл., граф.
2. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории [Текст] / А. И. Галушкин. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 496 с.
3. Яхьяева, Г. Э. Основы теории нейронных сетей [Электронный ресурс] / Г.Э. Яхьяева. - 2-е изд., испр. - М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 200 с. – Режим доступа: biblioclub.ru
4. Барский, А. Б. Логические нейронные сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Б. Барский. - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 352 с. – Режим доступа: biblioclub.ru
5. Вейвлеты в нейродинамике и нейрофизиологии [Текст] : монография / А. А. Короновский, В. А. Макаров, А. Н. Павлов и др. - М. : Физматлит, 2013. – 272 с.
6. Лубенцова, Е. В. Системы управления с динамическим выбором структуры, нечеткой логикой и нейросетевыми моделями [Электронный ресурс] : монография / Е. В. Лубенцова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 248 с. – Режим доступа: biblioclub.ru