

## Практическое занятие 2

### Разработка нечёткой экспертной системы с использованием пакета Fuzzy Logic Toolbox в интерактивном режиме

**Цель:** Изучение особенностей применения нечётких методов для решения слабо формализованных задач. Закрепление навыков разработки систем нечёткого вывода в интерактивном режиме с использованием пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox.

**Задание:**

1. При помощи пакета Fuzzy Logic Toolbox разработать систему нечёткого вывода типа Мамдани, обеспечивающую поддержку принятия решения согласно варианту задания, приведенному в табл.1.

Таблица 1. Варианты заданий

Вариант	Описание задачи *
1	<p><b>Какую заработную плату выплачивать новому сотруднику?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Если образование высшее или стаж большой, то заработная плата высокая; – Если образование средне-техническое или стаж имеется, но не большой, то заработная плата средняя;</li> <li>– Если образование среднее или стаж маленький, то заработная плата низкая.</li> </ul>
2	<p><b>Сколько бракованной продукции будет при данном оборудовании и сырье?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Если оборудование современное, надежное и сырье качественное, то процент брака низкий;</li> <li>– Если сырье среднего качества или оборудование изношенное, то процент брака средний;</li> <li>– Если сырье низкого качества или оборудование практически не работоспособно, то процент брака высокий.</li> </ul>
3	<p><b>Какую оценку поставить студенту за выполнение и защиту лабораторной работы?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Если ответы на вопросы по лабораторной работе нечеткие, не аргументированные (т.е. плохие) или задание выполнено с большими недочетами, то оценка удовлетворительная;</li> <li>– Если ответы на вопросы по лабораторной работе совершенно не верны и задание выполнено неправильно, то оценка не удовлетворительная;</li> <li>– Если ответы на вопросы удовлетворительные и задание выполнено с малыми недочетами, то оценка удовлетворительная;</li> <li>– Если ответы на вопросы хорошие и задание выполнено с малыми недочетами, то оценка «хорошо»;</li> <li>– Если ответы логичные и четкие (т.е. отличные) и задание выполнено без недочетов, то оценка «отлично».</li> </ul>

Продолжение табл. 1

4	<p align="center"><b>Какую сумму кредита банку выдать подавшему заявку?</b></p> <p>Предположим, что в банк поступила заявка с просьбой выдать кредит в размере 500 тысяч рублей. Данная задача описывается следующими предложениями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Если уровень заработной платы высокий и нет долгов по другим кредитам, то выдать запрошенную сумму кредита;</li> <li>– Если уровень заработной платы средний и имеются долги по другим кредитам, то отказать в выдаче кредита;</li> <li>– Если уровень заработной платы маленький, то отказать в выдаче кредита; –</li> <li>Если уровень заработной платы высокий и имеются долги по другим кредитам, то выдать кредит с ограничениями в сумме;</li> <li>– Если уровень заработной платы средний и отсутствуют долги по другим кредитам, то выдать кредит с ограничениями в сумме.</li> </ul>
5	<p align="center"><b>Какую скидку предоставить клиенту при покупке оборудования?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Если покупатель является VIP-клиентом и сумма покупки большая, то скидка большая;</li> <li>– Если сумма покупки маленькая и покупатель не является VIP-клиентом, то скидка маленькая;</li> <li>– Если сумма покупки приличная, то скидка нормальная.</li> </ul>
6	<p align="center"><b>Сколько официанту в ресторане дать на чай?</b></p> <p>Маленькие чаевые составляют 5% от стоимости обеда, средние – 15%, а щедрые – 25%.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Если обслуживание плохое и еда невкусная, то чаевые маленькие;</li> <li>– Если обслуживание хорошее, то чаевые средние;</li> <li>– Если обслуживание отличное и еда превосходная, то чаевые щедрые.</li> </ul>
7	<p align="center"><b>Нечеткая модель управления автомобилем (система торможения)</b></p> <p>Автомобиль должен двигаться достаточно быстро, но при этом соблюдать дистанцию до автомобиля, едущего впереди.</p> <p>Входные переменные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Расстояние до ближайшего впереди автомобиля;</li> <li>2) Разница в скоростях (между скоростью автомобиля, управляемого нечеткой логикой и скоростью впереди едущего автомобиля);</li> <li>3) Информация с датчика погоды («сухо», «дождь», «снег», «лед»).</li> </ol> <p>Выходная переменная – сила торможения.</p>
8	<p align="center"><b>Нечеткая модель управления кондиционером воздуха в помещении</b></p> <p>Входные переменные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Температура воздуха;</li> <li>2) Скорость изменения температуры.</li> </ol> <p>Выходная переменная – угол поворота регулятора (влево – больше холода, вправо – больше тепла).</p>

Продолжение табл. 1

9	<p style="text-align: center;"><b>Оценка финансового состояния потенциального клиента со стороны банка при выдаче долгосрочных кредитов на строительство недвижимости</b></p> <p>Входные переменные:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Оценка месторасположения строящегося здания. Чем выше эта оценка, тем более ликвидным представляется проект в случае его реализации на рынке недвижимости;</li> <li>2) Качество предполагаемого выполнения отделочных работ согласно архитектурному проекту строящегося здания;</li> <li>3) Оценка активов, которая используется для оценки имущества в случае несостоятельности потенциального клиента при невозвращении им взятого кредита, поскольку величина предоставляемого кредита должна основываться не только на учете стоимости строящегося здания, но и на собственной капитализации клиента;</li> <li>4) Оценка дохода потенциального клиента за вычетом фиксированных расходов. Чем выше значение этой переменной, тем более успешным представляется предоставление кредита клиенту.</li> </ol> <p>Выходная переменная – оценка кредитоспособности, которая является основой для принятия решения руководством банка по предоставлению кредита потенциальным клиентам. При этом решение о предоставлении кредита принимается только в случае высокой оценки этой переменной.</p> <p>База знаний состоит из следующих эвристических правил:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Если активы низкие, то кредитоспособность очень низкая;</li> <li>– Если величина дохода низкая, то кредитоспособность очень низкая; – Если качество отделки плохое, то кредитоспособность очень низкая; – Если месторасположение непрестижное, качество отделки прекрасное, активы низкие и величина дохода высокая, то кредитоспособность средняя; – Если месторасположение престижное, качество отделки хорошее, активы низкие и величина дохода высокая, то кредитоспособность средняя; – Если месторасположение очень престижное, качество отделки хорошее, активы средние и величина дохода высокая, то кредитоспособность средняя; – Если месторасположение непрестижное, качество отделки прекрасное, активы высокие и величина дохода низкая, то кредитоспособность средняя; – Если месторасположение престижное, качество отделки прекрасное, активы высокие и величина дохода высокая, то кредитоспособность очень высокая; – Если месторасположение престижное, качество отделки прекрасное, активы средние и величина дохода высокая, то кредитоспособность очень высокая; – Если месторасположение непрестижное, качество отделки прекрасное, активы средние и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая; – Если месторасположение непрестижное, качество отделки хорошее, активы средние и величина дохода высокая, то кредитоспособность высокая; – Если месторасположение очень престижное, качество отделки прекрасное, то кредитоспособность высокая.</li> </ul>
---	--

Продолжение табл. 1

10	<p><b>Планирование движения мобильного робота в среде с препятствиями</b></p> <p>Двигаясь в среде с препятствиями, робот должен, с одной стороны, стремиться к целевой точке, а, с другой стороны, обходить препятствия.</p> <p>Информация об окружающих препятствиях, измеряемая системой очувствления, поступает на анализаторы левой, передней и правой зоны. Анализаторы сканируют соответствующую зону и формируют на выходе расстояние до ближайшего препятствия в этой зоне. Эта информация поступает для анализа в нечеткую логическую систему.</p> <p>Кроме того, в нечеткую логическую систему поступает сигнал пеленга на целевую точку и расстояние до целевой точки.</p> <p>На выходе нечеткой логической системы формируются сигналы задания на скорость поворота (принимает значения в диапазоне от -1 до 1. Сигнал равный (-1) соответствует повороту налево, равный 0 соответствует движению прямо, равный 1 соответствует повороту направо) и задания на линейную скорость движения (принимает значения в диапазоне от -1 до 1. Сигнал равный (-1) соответствует движению назад, сигнал равный 0 соответствует остановке линейного движения, сигнал равный 1 соответствует движению вперед).</p> <p>Примерная база продукционных правил нечетной логической системы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ЕСЛИ ЦельСлева ТО Влево (приоритет 1)</li> <li>2. ЕСЛИ ЦельСправа ТО Вправо (приоритет 1)</li> <li>3. ЕСЛИ ЦельДалеко ТО Ехать</li> <li>4. ЕСЛИ ЦельБлизко ТО Стоять</li> <li>5. ЕСЛИ ОпасностьСлева ТО Вправо (приоритет 2)</li> <li>6. ЕСЛИ ОпасностьСправа ТО Влево (приоритет 2)</li> <li>7. ЕСЛИ ОпасностьПрямо ТО Стоять</li> </ol> <p>Правила 1 и 2 обеспечивают стремление транспортного средства к целевой точке. Их приоритет достаточно низкий.</p> <p>Правила 5 и 6 обеспечивают уклонение транспортного средства от препятствий. Приоритет этих правил намного выше, чем приоритет правил 1 и 2. Правила 3, 4 и 7 регламентируют скорость движение транспортного средства к целевой точке.</p>
----	--

\* **Примечание.** Количество термов для описания входных и выходных переменных, их единицы измерения, возможные пределы изменения, тип и параметры функций принадлежности необходимо выбрать самостоятельно исходя из содержательного смысла задачи.

2. Оценить адекватность функционирования полученной системы нечёткого вывода при помощи просмотрщика правил системы нечёткого вывода (Rule Viewer);

3. Исследовать влияние типа и параметров функций принадлежности термов входных и выходных переменных на характер поверхности «входы-выход» системы нечёткого вывода;

4. Исследовать влияние весовых коэффициентов правил нечётких продукций на характер поверхности «входы-выход» системы нечёткого вывода;

5. Сделать выводы по проделанной работе;
6. Подготовить отчёт по лабораторной работе в виде pdf-файла с именем:

**LR2\_КалендарныйГод\_ФамилияИсполнителя.pdf**

(Фамилия исполнителя в имени файла отчёта приводится в латинской транскрипции).

5

***Содержание отчёта:***

1. Фамилия, имя и отчество студента, выполнившего работу;
2. Номер учебной группы;
3. Дата выполнения работы;
4. Название работы;
5. Цель работы;
6. Содержательное описание задачи согласно варианту задания;
7. Графики функций принадлежности термов входных и выходных переменных;
8. База правил нечётких продукций для системы нечёткого вывода;
9. Поверхности «входы-выходы» для системы нечёткого вывода;
10. Численные значения входных и выходных переменных в нескольких контрольных точках;
11. Выводы по работе.