*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования*

*«Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана»*

ОТЧЕТ

По лабораторной работе №5

По курсу “Проектирование экспертных систем”

|  |  |
| --- | --- |
| Студент: | Бородин Д.С.  Федоров П.В, |
| Группа: | ИУ7-32М |
| Преподаватель: | Рогозин О.В. |

Москва, 2018г.

**Тема: “ANFIS”**

Ход работы:

Исходные данные: обучающая выборка из данных с коэффициентами атаки, защиты и результата в виде принадлежности к одному из типов урона. После обучения входными данными являются коэффициенты атаки и защиты.

Выходные данные: Принадлежность к одному из типов урона.

* 1. **Архитектура ANFIS**

ANFIS (Adaptive Network-based Fuzzy Inference System) - адаптивная сеть, функционально эквивалентная системе нечёткого вывода, использующая гибридную систему обучения. Предложен Дж. С. Роджером-Янгом в 1992 году.

ANFIS обычно использует нечеткий алгоритм Сугено для обучения:

* пусть имеется система нечеткого вывода с двумя видами входов, x и y, а также с одним выходом, z.
* модель нечёткого вывода Сугено 1-го порядка будет использовать правила вида:

Нейроны в ANFIS имеют разную структуру и назначение (рисунок 1):

* функции принадлежности;
* продукционные правила;
* нормализация;
* линейные функции;
* выходное значение (сумма);

|  |
| --- |
| ANFIS |
| Рис.1. Архитектура ANFIS |

Обозначим Оli – выход i-го нейрона слоя l.

1. Нейроны первого слоя вычисляют функции принадлежности нечетких термов. Первый слой является адаптивным.
2. Каждый нейрон второго слоя вычисляет произведение входов:

При этом выход каждого нейрона представляет собой уровень активации правила. Второй слой характерен возможностью использования других t-норм. Слой является фиксированным.

1. Третий слой вычисляет нормированные уровни активации правил. Слой является фиксированным.
2. Четвертый слой вычисляет заключения правил. Слой является адаптивным.
3. Пятый слой представлен единственным узлом, вычисляющим сумму своих аргументов, при этом вычисляется результат нечеткого вывода. Слой является фиксированным.
   1. **Алгоритм обучения ANFIS**

Алгоритм обучения ANFIS представляет собой гибридный двухпроходный алгоритм: при прямом ходе определяются параметры четвертого слоя (используется метод наименьших квадратов), при обратном ходе уточняются параметры первого слоя (используется обратное распространение ошибки);

Свойства составных частей алгоритма представлены в таблице 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид параметров | Прямой ход | Обратный ход |
| Параметры предпосылок | фиксированы | градиентный спуск |
| Параметры заключений | метод наименьших квадратов | фиксированы |

Таблица 1. Свойства элементов двухпроходного алгоритма обучения

**Прямой ход.** Пусть – параметры предпосылок; – параметры заключений, . При фиксированных параметрах из S1, имея k обучающих примеров, можно представить задачу обучения в виде AX = B, где X содержит параметры из S2. Так как число обучающих примеров обычно больше числа параметров в S2, то точное решение данной системы уравнений невозможно, но можно воспользоваться методом наименьших квадратов для нахождения аппроксимации X\*, которая минимизирует ошибку :

Для вычислений метода наименьших квадратов используется итеративная процедура:

где *X0 = 0, S0 = y\*L, y* – большое число, *L* – едиичная матрица, – i+1я строка матрицы A, – i+1й элемент вектора B. *X\* = Xk*.

**Обратный ход.** Для каждого параметра из S1 обновление осуществляется по правилу:

где *-* ошибка на обучающей выборке.

- скорость обучения, k – размер шага.

* 1. **Преимущества и недостатки ANFIS**

Преимущества ANFIS:

* более быстрая сходимость, чем у обычных нейронных сетей;
* меньший объем обучающей выборки;
* компактная модель;
* автоматическая настройка параметров;
* гарантированная гладкость выходной функции;

Недостатки ANFIS:

* высокая пространственная сложность;
* знаки коэффициентов не всегда соответствуют знакам выхода;
* осцилляции при большом числе правил;
* нельзя использовать min или триангулярные функции;
* сильное влияние выбросов;
* симметричная функция ошибки;

Для обучения ANFIS использовалось 1000 элементов сгенерированной выборки. В качестве обучения использовался гибридный подход. В качестве алгоритма кластеризации использовался алгоритм fcmeans. После обучения пользователь вводит следующие данные:

1. Коэффициент атаки (Вещественное число от 0 до 100)
2. Коэффициент защиты (Вещественное число от 0 до 100)

В результате будет выведен ответ в виде предполагаемого типа урона

Всего в программе предусмотрено 5 кластеров обозначающих урон:

1. «нет урона» - зеленый.
2. «очень маленький урон» - красный.
3. «незначительный» - синий.
4. «средний» - коричневый.
5. «высокий» - темно-зеленый.

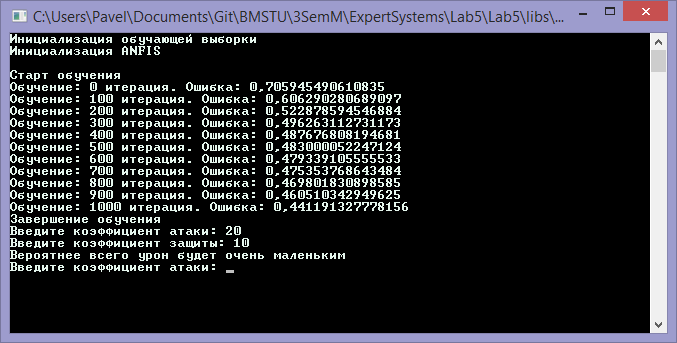


Рисунок 1 Результат работы программы.

Код программы прикреплен к письму в архиве «Lab5».