

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Кафедра ИИТ

Лабораторная работа №1
За шестой семестр
По дисциплине: «МРЗИС»
Тема: «Бинарная классификация»

Выполнил:

Студент 3 курса
Группы ИИ-26

Рулько М.А.

Проверил:
Андренко К.В.

Брест 2026

Цель работы:

Изучить принципы бинарной классификации и реализовать однослойную нейронную сеть (персептрон) для решения задачи классификации с использованием пороговой функции активации, а также исследовать процесс обучения модели с применением среднеквадратичной ошибки (MSE).

Задачи лабораторной работы:

1. Реализовать алгоритм обучения однослойной нейронной сети с использованием MSE в качестве функции ошибки.
2. Провести обучение сети с разными значениями шага обучения и построить график зависимости MSE от номера эпохи.
3. Выполнить визуализацию результатов классификации:
 - исходные точки обучающей выборки,
 - разделяющую линию (границу между двумя классами).
4. Реализовать режим функционирования сети:
 - пользователь задаёт произвольный входной вектор,
 - сеть вычисляет выходной класс,
 - соответствующая точка отображается на графике,
 - для корректной визуализации рекомендуется выбирать значения из диапазона ВСТАВИТЬ СВОЙ ДИАПАЗОН, например
5. Написать вывод по выполненной работе.

Допускается применение математических и графических библиотек ML-библиотеки и ML-фреймворки использовать нельзя (например: scikit-learn, TensorFlow, PyTorch - запрещены)

Вариант 2

x_1	x_2	e
1	4	0
-1	4	0
1	-4	0
-1	-4	1

КОД ПРОГРАММЫ

```
const dataset = [
    { x1: 1, x2: 4, label: 0 },
    { x1: -1, x2: 4, label: 0 },
    { x1: 1, x2: -4, label: 0 },
    { x1: -1, x2: -4, label: 1 }
];

class Adaline {
    constructor(learning_rate = 0.01) { // Для ADALINE лучше
        брать LR поменьше (напр. 0.01)
        this.w1 = Math.random() * 0.2 - 0.1;
        this.w2 = Math.random() * 0.2 - 0.1;
        this.bias = Math.random() * 0.2 - 0.1;
        this.lr = learning_rate;
    }

    // Линейный выход (net input)
    getSum(x1, x2) {
        return x1 * this.w1 + x2 * this.w2 + this.bias;
    }

    activate(sum) {
        return sum >= 0 ? 1 : 0;
    }

    predict(x1, x2) {
        return this.activate(this.getSum(x1, x2));
    }

    train(dataset) {
        let errorSum = 0;

        dataset.forEach(vector => {
            // ВАЖНО: берем значение до активации
            const output = this.getSum(vector.x1,
vector.x2);

            // Ошибка ADALINE: (Target - Output_linear)
            const error = vector.label - output;
            errorSum += error * error;
        });

        this.w1 = this.w1 - (this.lr / dataset.length) * errorSum;
        this.w2 = this.w2 - (this.lr / dataset.length) * errorSum;
        this.bias = this.bias - (this.lr / dataset.length) * errorSum;
    }
}
```

```

        // Обновление весов по дельта-правилу
        this.w1 += this.lr * error * vector.x1;
        this.w2 += this.lr * error * vector.x2;
        this.bias += this.lr * error;

        // Квадратичная ошибка для графиков
        errorSum += Math.pow(error, 2);
    });

    return errorSum / dataset.length;
}
}

class Visualizer {
    constructor(mseCanvasId, decisionCanvasId) {
        this.mseCanvas =
            document.getElementById(mseCanvasId);
        this.decisionCanvas =
            document.getElementById(decisionCanvasId);
        this.mseCtx = this.mseCanvas?.getContext('2d');
        this.decisionCtx =
            this.decisionCanvas?.getContext('2d');
    }

    drawMSE(history) {
        if (!this.mseCtx) return;
        const ctx = this.mseCtx;
        const w = this.mseCanvas.width;
        const h = this.mseCanvas.height;
        ctx.clearRect(0, 0, w, h);

        ctx.beginPath();
        ctx.strokeStyle = '#2ecc71';
        ctx.lineWidth = 2;

        history.forEach((mse, i) => {
            const x = (i / (history.length - 1)) * w;
            const y = h - (mse * h);
            if (i === 0) ctx.moveTo(x, y);
            else ctx.lineTo(x, y);
        });
        ctx.stroke();
    }

    drawDecisionBoundary(brain, dataset, userPoint = null) {
        if (!this.decisionCtx) return;
        const ctx = this.decisionCtx;
        const w = this.decisionCanvas.width;
        const h = this.decisionCanvas.height;
        const scale = 30;
        const offset = { x: w / 2, y: h / 2 };

        ctx.clearRect(0, 0, w, h);

```

```

        ctx.strokeStyle = '#ddd';
        ctx.beginPath();
        ctx.moveTo(0, offset.y); ctx.lineTo(w, offset.y);
        ctx.moveTo(offset.x, 0); ctx.lineTo(offset.x, h);
        ctx.stroke();

        ctx.strokeStyle = '#e74c3c';
        ctx.lineWidth = 2;
        ctx.beginPath();
        for (let x1 = -10; x1 <= 10; x1 += 0.5) {
            let x2 = (-brain.w1 * x1 - brain.bias) /
brain.w2;
            let canvasX = offset.x + x1 * scale;
            let canvasY = offset.y - x2 * scale;
            if (x1 === -10) ctx.moveTo(canvasX, canvasY);
            else ctx.lineTo(canvasX, canvasY);
        }
        ctx.stroke();

        dataset.forEach(p => {
            ctx.fillStyle = p.label === 1 ? '#3498db' :
'#f39c12';
            ctx.beginPath();
            ctx.arc(offset.x + p.x1 * scale, offset.y - p.x2
* scale, 5, 0, Math.PI * 2);
            ctx.fill();
        });

        if (userPoint) {
            ctx.strokeStyle = '#2c3e50';
            const ux = offset.x + userPoint.x1 * scale;
            const uy = offset.y - userPoint.x2 * scale;
            ctx.strokeRect(ux - 6, uy - 6, 12, 12);
            ctx.fillStyle = '#000';
            ctx.fillText(`Class: ${userPoint.label}`, ux +
10, uy);
        }
    }
}

const brain = new Adaline(0.1);
const viz = new Visualizer('mseChart', 'decisionChart');
let mseHistory = [];

for (let epoch = 0; epoch < 100; epoch++) {
    let mse = brain.train(dataset);
    mseHistory.push(mse);
    if (mse === 0) break;
}

viz.drawMSE(mseHistory);
viz.drawDecisionBoundary(brain, dataset);

```

```
function predictUserPoint(x1, x2) {  
    const label = brain.predict(x1, x2);  
    viz.drawDecisionBoundary(brain, dataset, {x1, x2,  
label});  
    return label;  
}
```

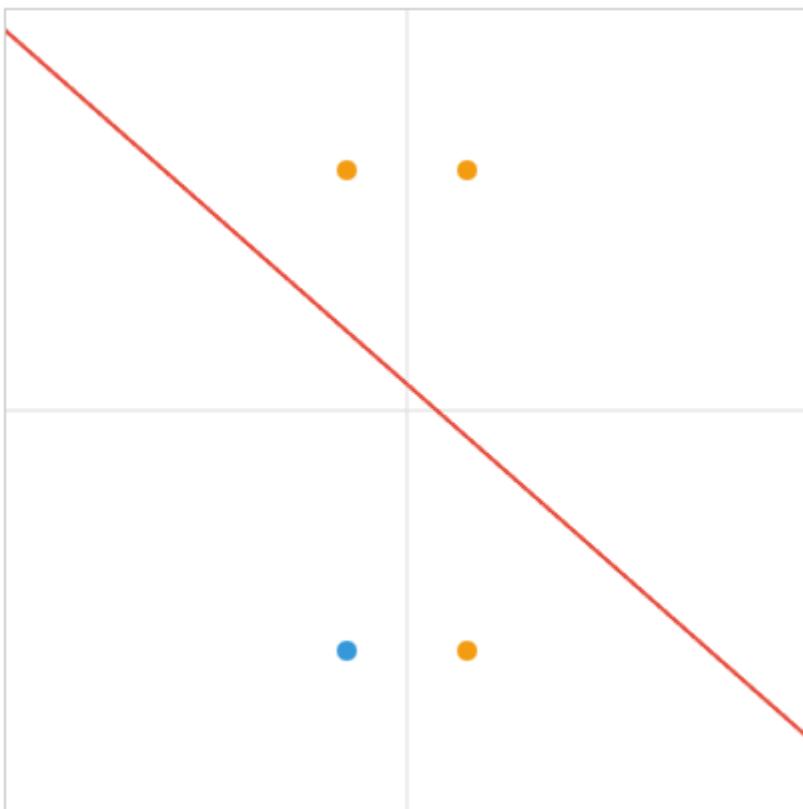


График визуализации (наши точки соотвествено при lr 0.1)

Вывод :

В данной лабораторной работе построили однослойную нейронную сеть (персептрон).

