

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение Образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра электронных вычислительных средств

Лабораторная работа № 8
«Распознавание рукописных цифр»

Проверил:
Рыбенков Е.В.

Выполнил:
ст. гр. 850701
Филипцов Д. А.

Минск 2021

1 Цель работы

Создать и обучить многослойные искусственные нейронные сети для распознавая рукописных цифр.

2 Задание

Составить уравнение многослоной сети. Обучить сеть на 100 эпохах. Построить график средней ошибки E от эпохи. Выполнить проверку обученной сети на тестовом наборе данных.

3 Ход работы

MATLAB-код:

```
%% datasets

N = length(targets);

N_inputs = size( inputs, 1 );
N_outputs = 10;

N_training = N*0.8;
tr_data_ext = inputs(:, 1:N_training);
tr_targets = targets(:, 1:N_training);

test_data_ext = inputs(:, N_training+1:N);
test_targets = targets(:, N_training+1:N);

%% create NN
lr = 1e-3;

NN = {};

NN{1} = Dense( 160, N_inputs, lr );
NN{2} = sigmoid();
% ...
NN{3} = Dense( N_outputs, 160, lr );
NN{4} = softmax();

classdef E_logloss
    properties( Access = public )
        labels;
    end
```

```

methods
    function self = E_logloss( varargin )
        if nargin > 0
            self.labels = varargin{1}==(0:9)';
        else
            error( 'Enter 1 value!' );
        end
    end

    function y = forward( self, x )
        % fill
        y = self.labels .* log(x);
        y = -sum(y, 1);
    end

    function dx = backward( self, x )
        % fill
        dx = x - self.labels;
    end
end

end

classdef softmax
    methods
        function y = forward( x )
            % fill
            exps = exp(x);
            y = exp(x)./sum(exps, 1);
        end

        function dx = backward( dy )
            % with E_logloss as error function
            dx = dy;
        end
    end
end

classdef sigmoid < handle
    properties( Access = public )
        y;
    end

    methods
        function y = forward( self, x )
            % fill
            y = 1./(1 + exp(-x));
            self.y = y;
        end
    end
end

```

```

        end

        function dx = backward( self, dy )
            % fill
            dx = dy .* self.y.*(1-self.y);
        end
    end
end

classdef Dense < handle

    properties( Access = public )
        in_dim;
        out_dim;
        w;
        lr;
        x;
    end

    methods
        function self = Dense( varargin )
            if nargin > 0
                self.out_dim = varargin{ 1 };
                self.in_dim = varargin{ 2 };
                self.lr = varargin{ 3 }; %learning rate

                % fill
                self.w =
2*randn(self.out_dim,self.in_dim)/sqrt(self.out_dim+self.in_dim);
            end
        end

        function y = forward( self, x )
            self.x = x;

            % fill
            y = self.w * x;
        end

        function dx = backward( self, dy )
            % fill
            dw = dy * self.x';
            self.w = self.w - self.lr * dw;
            dx = self.w' * dy;
        end
    end
end

```

```

        function disp( self )
            fprintf( 'shape = ( %d, %d )\n', self.in_dim,
self.out_dim );
        end
    end
end
end

```

Выполнение:

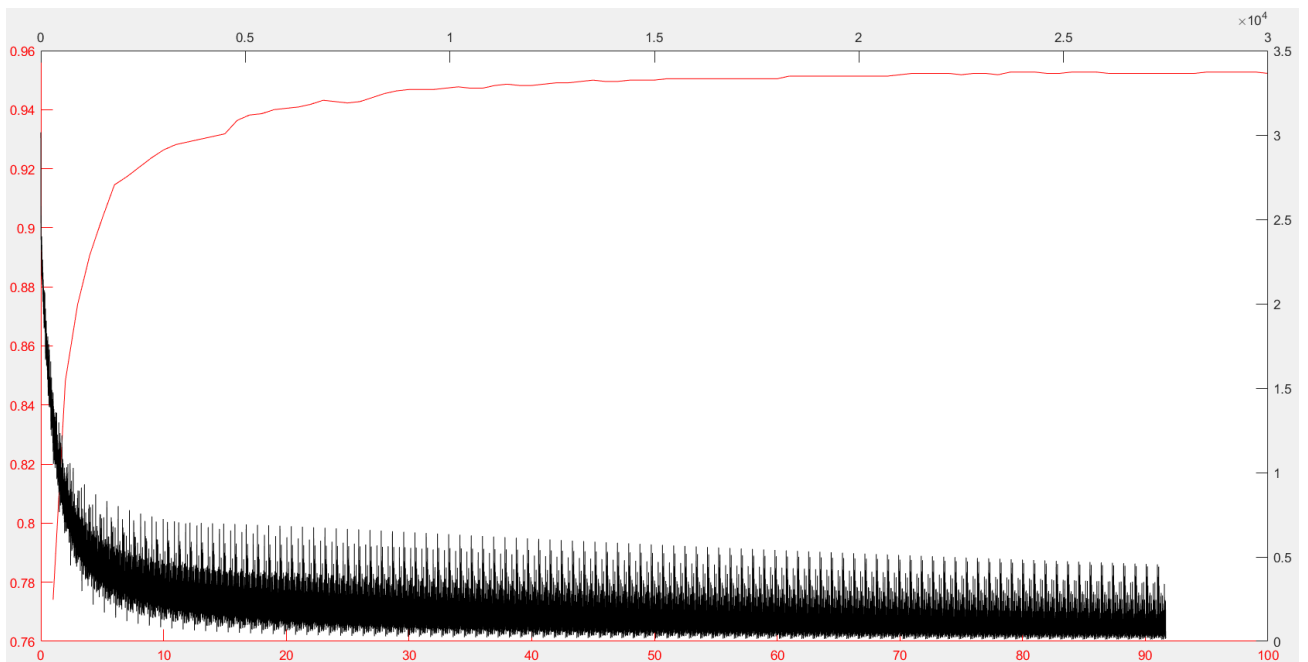


Рисунок 3.1 – Графики обучения и тестирования

4 Вывод

В ходе лабораторной работы мы создали и обучили многослойные искусственные нейронные сети для распознавая рукописных цифр.