

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет	Компьютерных сетей и систем
Кафедра	Информатики

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3  
«Реализация сверточной нейронной сети»

БГУИР 1-40 81 04

Магистрант:  
гр. 858641  
Кукареко А.В.

Проверил:  
Стержанов М. В.

Минск, 2020

## ХОД РАБОТЫ

### Данные.

В работе предлагается использовать набор данных notMNIST, который состоит из изображений размерностью  $28 \times 28$  первых 10 букв латинского алфавита (A ... J, соответственно). Обучающая выборка содержит порядка 500 тыс. изображений, а тестовая – около 19 тыс.

### Задание.

1. Реализуйте нейронную сеть с двумя сверточными слоями, и одним полносвязным с нейронами с кусочно-линейной функцией активации. Какова точность построенной модели?
2. Замените один из сверточных слоев на слой, реализующий операцию пулинга (Pooling) с функцией максимума или среднего. Как это повлияло на точность классификатора?
3. Реализуйте классическую архитектуру сверточных сетей LeNet-5 (<http://yann.lecun.com/exdb/lenet/>).
4. Сравните максимальные точности моделей, построенных в лабораторных работах 1-3. Как можно объяснить полученные различия?

### Результат выполнения:

1. Реализуйте нейронную сеть с двумя сверточными слоями, и одним полносвязным с нейронами с кусочно-линейной функцией активации. Какова точность построенной модели?

Для реализации нейронной сети была выбрана библиотека tensorflow 1.14.

В ходе выполнения лабораторной работы была построена простая сверточная. Архитектура сети в таблице 1.

Таблица 1 – Архитектура сети простой сверточной сети.

Слой		Размер	Фильтры	Ядро	Смещение	Активация
Входной	-	784	-	-	-	-
Reshape	-	$28 \times 28 \times 1$	-	-	-	-
1	Conv2d	$28 \times 28$	18	$4 \times 4$	1	ReLU
2	Conv2d	$28 \times 28$	18	$4 \times 4$	1	ReLU
Flatten	-	14112	-	-	-	-
3	FC	120	-	-	-	ReLU
Выходной	FC	10	-	-	-	Softmax

Тренировка нейросети была запущена со следующими параметрами:

- epochs – 35;
- batch size - 128.

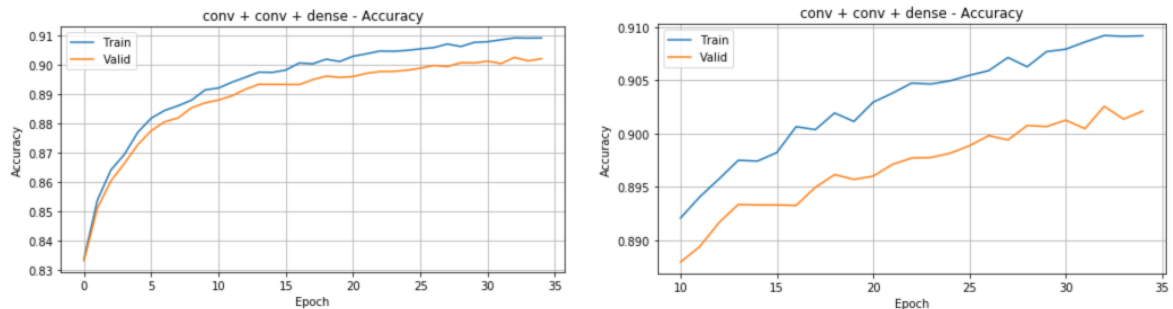


Рисунок 1 – график изменения ассигуру первой модели.

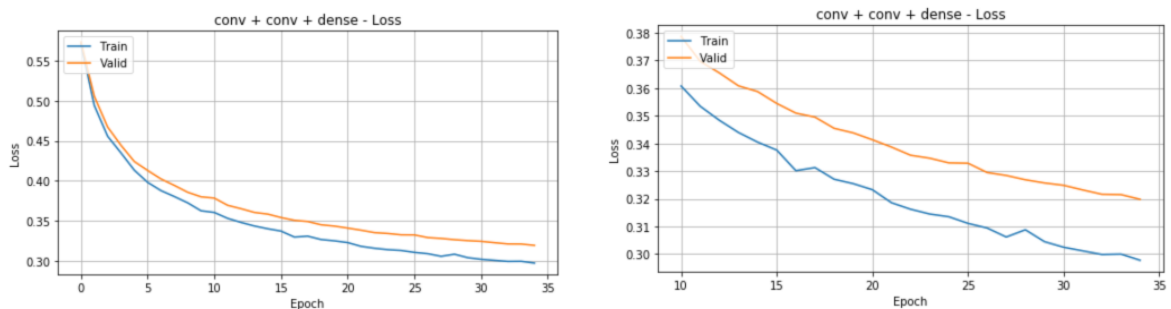


Рисунок 2 – график изменения loss первой модели.

На тестовой выборке модель показала следующий результат:

- loss - 0.14903486;
- accuracy - 0.95701283;
- время обучения: 24м. 53сек.

2. Замените один из сверточных слоев на слой, реализующий операцию пулинга (Pooling) с функцией максимума или среднего. Как это повлияло на точность классификатора?

Второй слой был заменен на слой pooling. Новую архитектуру можно увидеть в таблице 2.

Таблица 2 – Архитектура сверточной сети с pooling слоем.

Слой		Размер	Фильтры	Ядро	Смещение	Активация
Входной	-	784	-	-	-	-
Reshape	-	28x28x1	-	-	-	-
1	Conv2d	14x14	18	4 x 4	2	ReLU
2	Max Pool	14x14	18	3 x 3	1	-
Flatten	-	3528	-	-	-	-
3	FC	120	-	-	-	ReLU
Выходной	FC	10	-	-	-	Softmax

Тренировка нейросети была запущена со следующими параметрами:

- epochs - 35;
- batch size - 128.

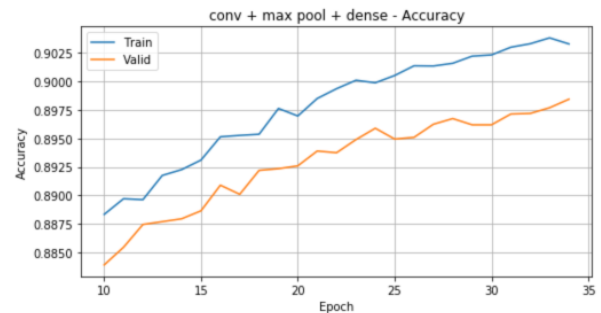
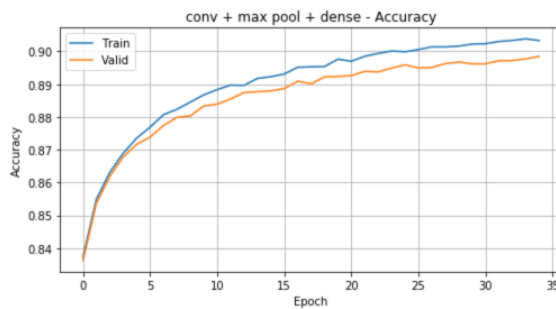


Рисунок 3 – график изменения ассигуру второй модели.

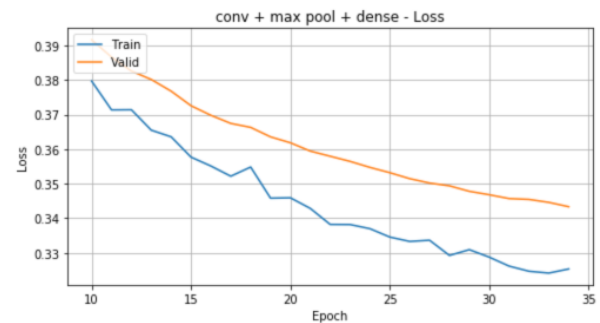
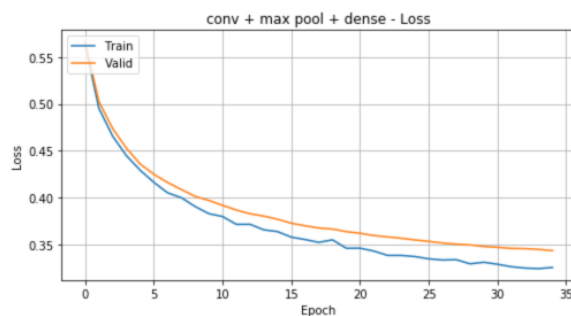


Рисунок 4 – график изменения loss второй модели.

На тестовой выборке модель показала следующий результат:

- loss - 0.16702183;
- accuracy - 0.94966555;
- время обучения: 10м. 48сек.

3. Реализуйте классическую архитектуру сверточных сетей LeNet-5 (<http://yann.lecun.com/exdb/lenet/>).

Архитектура сети LeNet-5 представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Архитектура сети LeNet-5.

Слой		Размер	Фильтры	Ядро	Смещение	Активация
Входной	-	784	-	-	-	-
1	Conv2d	28x28	6	5 x 5	1	tanh
2	Avg Pool	14x14	6	2 x 2	2	-
3	Conv2d	10x10	16	5 x 5	1	tanh
4	Avg Pool	5x5	16	2 x 2	2	-
5	Conv2d	1x1	120	5 x 5	1	tanh
6	FC	84	-	-	-	tanh
Выходной	FC	10	-	-	-	Softmax

Тренировка нейросети была запущена со следующими параметрами:

- epochs - 35;
- batch size - 128.

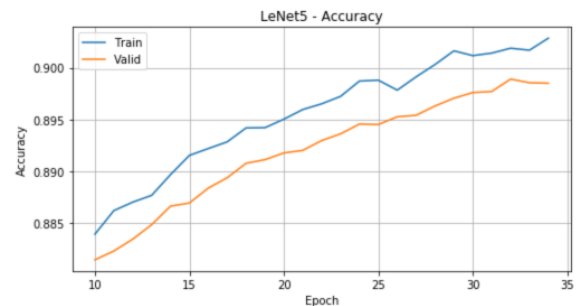
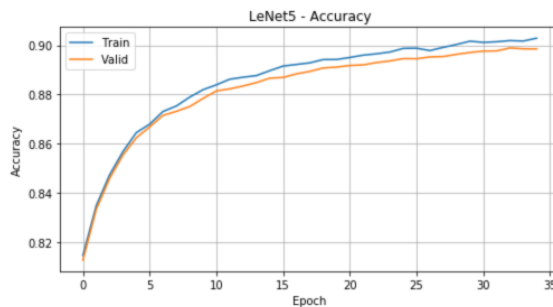


Рисунок 5 – график изменения accuracy LeNet-5 модели.

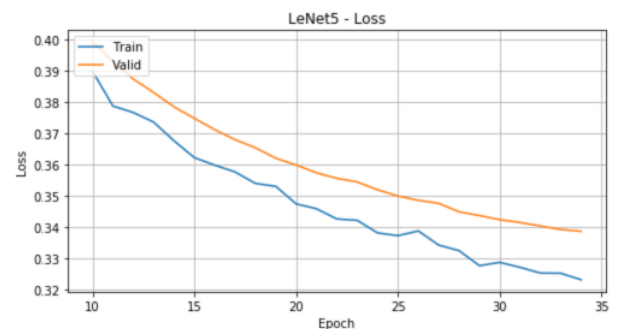
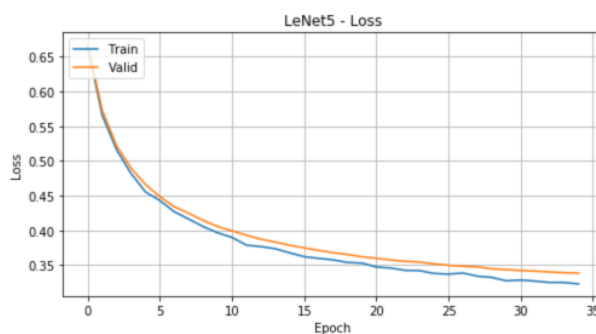


Рисунок 6 – график изменения loss LeNet-5 модели.

На тестовой выборке модель показала следующий результат:

- loss - 0.1568142;
- accuracy - 0.9539423;
- время обучения: 13м. 59сек.

4. Сравните максимальные точности моделей, построенных в лабораторных работах 1-3. Как можно объяснить полученные различия?

Сравнение моделей лабораторной работы 3.

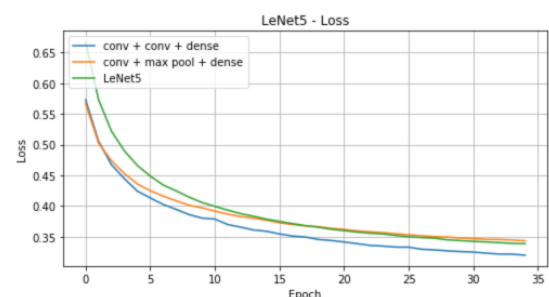
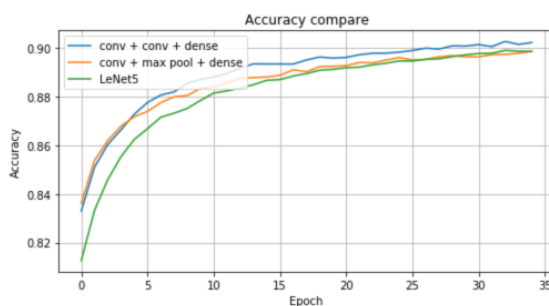


Рисунок 10 – график сравнения метрик обучения моделей.

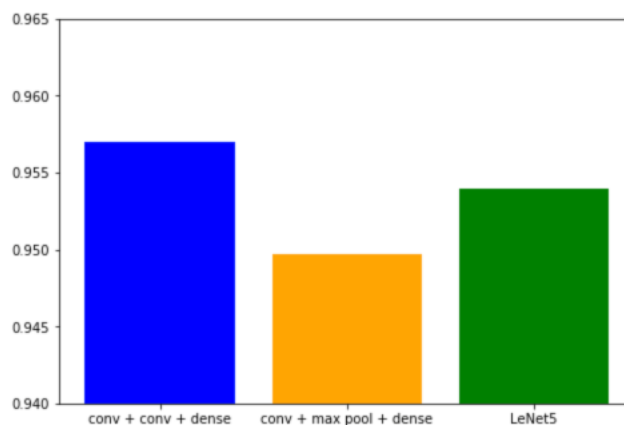


Рисунок 7 – график сравнения точности моделей первого эксперимента.

Все модели использующие сверточные слои получили 95% accuracy на тестовой выборке.

Сравнение моделей лабораторной работы 1-3 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение классификаторов из лабораторных работ 1-3.

Классификатор	Результат
Лог-регрессия	88.7%
Полносвязная нейронная сеть	94.75%
Conv + Max pool + Dense	94.96%
LeNet-5	95.39%
Conv + Conv + Dense	95.7%

Из таблицы 4 видно, что наименьшая точность у классификатора построенного на «логистической регрессии». Применение полносвязных нейронных сетей значительно увеличило точность классификатора, а наибольшая точность получилась у моделей использующих сверточные слои.

### Вывод.

В ходе выполнения лабораторной работы я построил три модели использующих сверточные слои для классификации изображений. Построенные модели были обучены и результат их работы был проанализирован и сравнен с другими классификаторами. Для набора notMnist сверточные нейронные сети оказались лучше чем полносвязные и чем лог-регрессия. Они дали больший accuracy и обучились быстрее и за меньшее количество эпох. Связано это с тем, что сверточные нейронные сети больше подходят для работы с изображениями, нежели полносвязные.