개발과제2: MNIST NN모델의 틀린 예측 알아보기

[1] 과제 개요

훈련으로 완성된 MNIST classifier NN 모델에 대하여 prediction 즉 예측 작업을 수행하여 결과가 가장 나쁜 예제들을 사진으로 출력하여 보는 실험을 수행한다.

[2] 과제 절차

(a) 모델구축: 모델의 층의 총개수는 4 개로 한다. 층들의 크기: m1 = 256, m2=128, m3=64, m4=10). 모델의 이름은 "model" 로 한다고 하자. 모델 model 의 구축은 60,000 개의 training 용 데이터를 이용한 훈련작업을 통하여 달성한다 batch size = 32로 한다. epoch 수는 실험을 통해 알아 낸 가장 좋은 값을 이용한다.

(b) Prediction 작업: model 의 훈련이 끝나면 모델이 구축된 것이다. 그 다음에는 예측(prediction) 작업을 수행한다. 대상은 test 용 10,000개의 예제를 이용한다. prediction 작업은 다음처럼 model 의 호출로 수행한다:

```
opred = model(test_x)
```

opred 는 1,600×10 의 2-dimension 데이터를 받는다. 각 행(row)은 예제 입력이 10 개의 분류범주(classification category)에 속할 정도 값들을 가진다. opred 에 대해 각 행마다 softmax 를 적용하여 각 값을 확률 정보로 변환한 pred 를 구한다 (predo 와 pred 는 동일한 shape 을 가진다.)

(c) 오류예제들 찾는 단계: model 이 정답을 내주는 데 실패한 예제들 중에 최고로 나쁜 예측을 한 숫자 이미지 3 개를 출력해 보자. 일단 분류에 실패한 예제들이 누구인지를 알아낸다.

이것은 test_y 에 준비된 실제 정답 레이블(target label)을 이용한다. 테스트 예제 중에 번호가 i 인 테스트 예제를 예로 들어 보자(i = 0, ... 9999 중 한 번호). 이 예제에 대한 모델의 출력은 pred[i] 이다. pred[i] 는 10개의 확률 pred[i][j], j=0, ..., 9, 을 가진다. 이 10 개의 값 중 최대가 되는 j 가 무엇인지를 구한다. 모델은 입력 test_x[i] 에 주어진 숫자의 모양이 숫자 j 라고 예측한 것이다. 이 모델이 예측한 레이블 j 를 실제 정답 레이블(test_y[i])와 비교한다. 이 둘이 같으면 모델의 예측이 올바른 것이고, 다르면 예측을 잘못한 즉 틀린 것이다.

전체 예제에 대하여 이렇게 알아 보아서 예측이 틀린 예제들의 예제 번호를 리스트 wrong에 모은다. wrong = [, ... ,] 은 정수 리스트로서 각 원소는 모델의 예측이 틀린 예제의 번호이다. wrong 에 모은 예제의 총수를 wnum 이라 하자. 다음 wrong 에 모인 각 예제마다 실제정답 클래스에 대하여 모델이 내놓은 확률을 구한다. 이를 정답클래스 예측확률, tg_prob,이라 부르자. 예를 들면 wrong[k] = r 이라 하자. 즉 테스트 예제중 위치 r 의 예제에 대해 모델의 예측이 틀렸다. 이 예제에 대하여 정답이 되는 클래스의 번호(class label)은 test_y[r] 에 있다. a = test_y[r] 이라 하자. 그러면 pred[r][a] 는 모델이 예제 r 의 정답 클래스에 대하여 출력한 확률 즉 tg_prob 이다. 즉 model 은 예제 r 에 대하여 입력으로 들어온 숫자 이미지가 실제로 정답이 되는 범주 a 에 속할 확률을 pred[r][a] 로 판단하였다. 그런데 이 판단은 올바르지 않은 판단인 것으로 판명되었다.

wrong 에 모은 예제들에 대하여 정답클래스 예측확률 즉 tg_prob 을 리스트 tg 에 모으자. tg = [, ...,]. wrong과 tg 의 각 위치의 값을 한 쌍 (exnum, pr) 으로 하여(즉 두개의 원소를 가진 리스트로 하여) 리스트 wr_tg 에 넣자. 그 다음 numpy.asarray 를 이용하여 이 wr_tg 를 numpy array 로 변경한다. 그러면 다음 그림과 같은 numpy 배열이 된다. 차원1 의 위치 0 은 예제번호, 위치 1 은 예제의 정답클래스예측확률을 가진다.

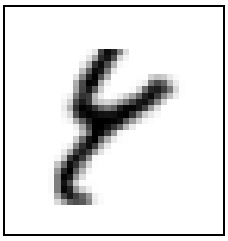
배열 wr_tg:

	0	1
0	48	0.23
1	98	0.14
2	354	0.31
	...	...
wnum-1	1523	0.12

이 배열 wr_tg 의 각 행은 모델이 정답을 못맞춘 예제의 예제번호 와 tg_prob 을 가진다. 이 배열을 tg_prob 를 기준으로 하여 오름차순으로 정렬한다. 이 정렬작업을 하는 파이썬 코드를 직접 짜 넣어도 되고 아니면 numpy.sort 를 사용해도 된다. 그런데 후자의 경우 매우 조심하여야 한다. 이유는 각 행을 하나의 구조체 즉 structure 로 취급해야 한다는 점이다.

(d) 출력단계: 정렬을 마친 결과를 배열 res 에 넣는다고 하자. 이 배열의 구조는 wr_tg 와 같다. res 의 **맨 처음부터 아래로 가면서** 각 행은 가장 예측이 실패한 즉 예측을 잘못한 예제들부터 덜 나쁜 순서대로 나온다. **첫 행부터 아래로** 5 개의 예제들에 대하여 순서대로 각각마다 다음과 같은 6가지 정보를 출력한다:

예제번호: ??
정답레이블: ??
예측레이블: ??
이 예제의 정답레이블에 대한 확률: ??
이 예제의 모델이 예측한 label의 확률(즉 가장 높은 확률의 label): ??
이 예제의 이미지:



(3) 제출할 파일:

개발한 프로그램 파일: ipynb 타입
보고서: 위의 실험과정에 다음 사항이 나오는 창의 해당부분을 캡쳐하여 보고서에 넣는다.
- 훈련의 마지막 epoch 의 출력,
- pred 의 shape **(프로그램에 이 정보를 출력하는 print 출력문을 넣을 것.)**
- wnum 의 값 **(프로그램에 값을 출력하는 문장을 넣을 것.)**
- (2-d) 의 출력 **(5개의 예제에 대하여 나온 출력.)**

주: 파일명에 자신의 이름을 넣을 것.

- 참고: 화면에 이미지 출력 방법:

과제의 요구 사항 중에 이미지를 화면에 출력하는 작업이 있다. 이를 위한 code 를 제공한다.

먼저 import 부분에 다음을 추가한다.

```
import numpy as np
from itertools import chain
import matplotlib.pyplot as plt
```

다음은 흑백 이미지 하나를 출력하는 코드이다. x_test[i] 은 i 번째 테스트 예제의 입력데이타 즉 이미지를 말한다. y_test[i] 는 그 이미지의 정답 레이블 번호일 것이다.

```
image = np.reshape(x_test[example], (28,28))
plt.imshow(image, cmap='gray')
plt.clim(0,1)
plt.colorbar()
plt.show()
print('₩n₩n')
```