

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

РЕСУРСИ KERAS. TENSORFLOW. НАВЧАННЯ ЛІНІЙНОЇ РЕГРЕСІЇ

Лукашевич Влада ПЗ-21-1

<https://github.com/vladalukashevych/artificial-intelligence-systems>

Завдання №1. Використовуючи засоби TensorFlow, реалізувати код наведений нижче та дослідити структуру розрахункового алгоритму.

```
import numpy as np
import tensorflow as tf

n_samples, batch_size, num_steps = 1000, 100, 20000
X_data = np.random.uniform(1, 10, (n_samples, 1)).astype(np.float32)
y_data = (2 * X_data + 1 + np.random.normal(0, 2, (n_samples, 1))).astype(np.float32)

k = tf.Variable(tf.random.normal((1, 1)), name='slope')
b = tf.Variable(tf.zeros((1,)), name='bias')
y_pred = tf.matmul(X_data, k) + b

optimizer = tf.optimizers.SGD(learning_rate=0.0001)
display_step = 100

for i in range(num_steps):
    indices = np.random.choice(n_samples, batch_size)
    X_batch, y_batch = X_data[indices], y_data[indices]

    with tf.GradientTape() as tape:
        y_pred = tf.matmul(X_batch, k) + b
        loss_val = tf.reduce_sum((y_batch - y_pred) ** 2)

    if np.isnan(loss_val.numpy()):
        print(f"NaN value was found on step: {i + 1}")
        break

    gradients = tape.gradient(loss_val, [k, b])
    optimizer.apply_gradients(zip(gradients, [k, b]))

    if (i + 1) % display_step == 0:
        print(f'Епоха {i + 1}: {loss_val.numpy():.8f}, k={k.numpy()[0][0]:.4f}, b={b.numpy()[0]:.4f}')
```

Эпоха 100: 376.20782471, k=2.0281, b=0.6987
Эпоха 200: 461.58245850, k=2.0255, b=0.7973
Эпоха 300: 373.56863403, k=2.0093, b=0.9076
Эпоха 400: 433.20001221, k=2.0403, b=0.9438
Эпоха 500: 407.51647949, k=1.9977, b=0.9558
Эпоха 600: 334.91293335, k=2.0157, b=1.0018
Эпоха 700: 378.37280273, k=2.0508, b=0.9878
Эпоха 800: 359.83621216, k=1.9745, b=1.0220
Эпоха 900: 424.89257812, k=1.9990, b=1.0297
Эпоха 1000: 479.79486084, k=1.9499, b=1.0104
Эпоха 1100: 346.74404907, k=2.0329, b=1.0189
Эпоха 1200: 414.09866333, k=2.0094, b=1.0162
Эпоха 1300: 450.21673584, k=2.0295, b=0.9982
Эпоха 1400: 371.32534790, k=1.9754, b=1.0181
Эпоха 1500: 359.00106812, k=1.9786, b=1.0037
Эпоха 1600: 420.30072021, k=1.9863, b=1.0301
Эпоха 1700: 452.36663818, k=1.9705, b=1.0511
Эпоха 1800: 543.76940918, k=1.9696, b=1.0430
Эпоха 1900: 475.66790771, k=2.0299, b=1.0403
Эпоха 2000: 357.07699585, k=2.0103, b=1.0363
Эпоха 2100: 388.36691284, k=1.9905, b=1.0297
Эпоха 2200: 494.53604126, k=2.0252, b=1.0419
Эпоха 2300: 488.15817261, k=1.9623, b=1.0331
Эпоха 2400: 498.20516968, k=2.0070, b=1.0304
Эпоха 2500: 439.75677490, k=1.9778, b=0.9867
Эпоха 2600: 484.29580688, k=1.9843, b=1.0070
Эпоха 2700: 384.77435303, k=1.9987, b=1.0507

Эпоха 5300: 403.67773438, k=2.0247, b=1.0356
Эпоха 5400: 375.55499268, k=2.0039, b=1.0255
Эпоха 5500: 405.40725708, k=1.9808, b=1.0490
Эпоха 5600: 412.21636963, k=1.9917, b=1.0486
Эпоха 5700: 527.04833984, k=2.0517, b=1.0531
Эпоха 5800: 396.14328003, k=2.0105, b=1.0551
Эпоха 5900: 266.46136475, k=1.9278, b=1.0234
Эпоха 6000: 320.33184814, k=1.9987, b=1.0265
Эпоха 6100: 427.08975220, k=2.0085, b=1.0691
Эпоха 6200: 419.14688110, k=1.9544, b=1.0436
Эпоха 6300: 540.82934570, k=1.9834, b=1.0565
Эпоха 6400: 248.16432190, k=2.0196, b=1.0399
Эпоха 6500: 281.81967163, k=1.9993, b=1.0647
Эпоха 6600: 371.14254761, k=1.9935, b=1.0682
Эпоха 6700: 311.24371338, k=2.0108, b=1.0647
Эпоха 6800: 476.88598633, k=2.0275, b=1.0502
Эпоха 6900: 451.74954224, k=1.9847, b=1.0374
Эпоха 7000: 310.50842285, k=1.9783, b=1.0231
Эпоха 7100: 342.50375366, k=2.0389, b=1.0270
Эпоха 7200: 396.98049927, k=2.0151, b=1.0324
Эпоха 7300: 429.67132568, k=2.0087, b=1.0368
Эпоха 7400: 366.66049194, k=1.9980, b=1.0364
Эпоха 7500: 483.26672363, k=1.9720, b=1.0530
Эпоха 7600: 487.69046021, k=1.9468, b=1.0466
Эпоха 7700: 373.00430298, k=2.0099, b=1.0342
Эпоха 7800: 427.90499878, k=1.9898, b=1.0241

Эпоха 12400: 366.13952637, k=1.9514, b=1.0952
Эпоха 12500: 338.96533203, k=1.9783, b=1.0926
Эпоха 12600: 326.79663086, k=2.0043, b=1.0868
Эпоха 12700: 280.14965820, k=1.9732, b=1.0901
Эпоха 12800: 364.49105835, k=1.9940, b=1.0750
Эпоха 12900: 351.21520996, k=2.0241, b=1.0729
Эпоха 13000: 370.16949463, k=2.0124, b=1.0660
Эпоха 13100: 479.93554688, k=1.9604, b=1.0722
Эпоха 13200: 308.98751831, k=1.9918, b=1.0689
Эпоха 13300: 354.45571899, k=1.9604, b=1.0532
Эпоха 13400: 315.77551270, k=1.9963, b=1.0163
Эпоха 13500: 465.29479980, k=1.9744, b=1.0258
Эпоха 13600: 335.34576416, k=2.0584, b=1.0348
Эпоха 13700: 401.53683472, k=1.9247, b=1.0446
Эпоха 13800: 423.89587402, k=1.9786, b=1.0554
Эпоха 13900: 436.01248169, k=2.0034, b=1.0634
Эпоха 14000: 379.30010986, k=1.9877, b=1.0409
Эпоха 14100: 413.79727173, k=2.0113, b=1.0578
Эпоха 14200: 366.77575684, k=1.9832, b=1.0752
Эпоха 14300: 448.00222778, k=2.0058, b=1.0492
Эпоха 14400: 479.11843872, k=1.9857, b=1.0566
Эпоха 14500: 419.90719604, k=2.0117, b=1.0422
Эпоха 14600: 370.69448853, k=1.9489, b=1.0407
Эпоха 14700: 349.77917480, k=1.9919, b=1.0635
Эпоха 14800: 433.90942383, k=1.9752, b=1.0336
Эпоха 14900: 395.12448120, k=1.9847, b=1.0248

Эпоха 17500: 357.41336060, k=1.9953, b=1.0511
Эпоха 17600: 365.97613525, k=2.0084, b=1.0411
Эпоха 17700: 294.40240479, k=1.9350, b=1.0445
Эпоха 17800: 475.63253784, k=1.9460, b=1.0380
Эпоха 17900: 321.40017700, k=2.0150, b=1.0604
Эпоха 18000: 328.02496338, k=2.0006, b=1.0379
Эпоха 18100: 395.98406982, k=2.0039, b=1.0598
Эпоха 18200: 328.40203857, k=1.9996, b=1.0627
Эпоха 18300: 450.58703613, k=1.9891, b=1.0621
Эпоха 18400: 447.14163208, k=2.0406, b=1.0497
Эпоха 18500: 390.14956665, k=2.0001, b=1.0562
Эпоха 18600: 332.20587158, k=1.9722, b=1.0544
Эпоха 18700: 326.09658813, k=2.0006, b=1.0460
Эпоха 18800: 270.68655396, k=2.0249, b=1.0607
Эпоха 18900: 387.89318848, k=2.0018, b=1.0602
Эпоха 19000: 300.89047241, k=1.9611, b=1.0519
Эпоха 19100: 323.52764893, k=1.9630, b=1.0568
Эпоха 19200: 358.72195435, k=2.0004, b=1.0502
Эпоха 19300: 293.38442993, k=1.9862, b=1.0439
Эпоха 19400: 319.76214600, k=1.9797, b=1.0572
Эпоха 19500: 441.30615234, k=1.9964, b=1.0513
Эпоха 19600: 411.07360840, k=2.0297, b=1.0774
Эпоха 19700: 336.11267090, k=1.9704, b=1.0463
Эпоха 19800: 397.99127197, k=1.9576, b=1.0242
Эпоха 19900: 363.37454224, k=2.0059, b=1.0289
Эпоха 20000: 434.23260498, k=2.0174, b=1.0473

Висновок: в ході виконання був написаний код, який реалізує навчання простої лінійної моделі з використанням стохастичного градієнтного спуску SGD в TensorFlow. Його метою є апроксимація залежності між змінними X і y за формулою

$y = k * X + b + \epsilon$, де k — нахил, b — зміщення, ϵ — випадковий шум, що імітує реальні дані. Спочатку генеруються дані X у діапазоні $[1, 10]$, а y обчислюються з додаванням випадкового шуму. Параметри моделі k і b ініціалізуються випадковими значеннями.

Навчання виконується протягом 20,000 ітерацій із вибором випадкових батчів даних для кожного кроку. Код також перевіряє похибку на наявність значень NaN, щоб уникнути збоїв у навчанні. Через кожні 100 ітерацій виводиться поточне значення похибки, а також параметри k і b , що дозволяє відслідковувати прогрес.

Параметри k і b поступово наближаються до істинних значень (2 і 1 відповідно), використаних для генерації даних y . Загальна похибка зменшується, що свідчить про успішну оптимізацію. Можливі покращення включають оптимізацію швидкості навчання, зменшення рівня шуму в даних і збільшення розміру батчу для стабільнішого навчання. Загалом код успішно демонструє базову реалізацію лінійної регресії за допомогою TensorFlow 2.