

与 Pytorch 运行速度对比：

NumPy训练总耗时：234.1794秒 | 平均每轮耗时：0.023418秒  
NumPy单样本推理平均耗时：0.00003615秒（重复1000次）

PyTorch训练总耗时：16.0980秒 | 平均每轮耗时：0.001610秒  
PyTorch单样本推理平均耗时：0.00001393秒（重复1000次）

原因分析：

- (1) 底层优化：Pytorch 的张量运算基于 C/C++/CUDA 实现，Numpy 虽然也用 C 来优化，但是手动写的循环部分仍然在 python 层执行，速度慢；
- (2) 自动求导：Pytorch 的 loss.backward()是优化过的底层代码，而 Numpy 需要手动写梯度运算的循环，效率低；
- (3) 并行计算：Pytorch 支持 CPU 多线程并行，Numpy 单线程运算在复杂操作上显得劣势；

运行结果：

===== Training with noise=0.01 (NumPy Net) =====

Epoch 10	训练损失：0.6930	训练准确率：0.5913	测试准确率：0.5650
Epoch 20	训练损失：0.6930	训练准确率：0.6450	测试准确率：0.6050
Epoch 30	训练损失：0.6930	训练准确率：0.6937	测试准确率：0.6500
Epoch 40	训练损失：0.6930	训练准确率：0.7262	测试准确率：0.6800
Epoch 50	训练损失：0.6929	训练准确率：0.7538	测试准确率：0.7100
Epoch 60	训练损失：0.6929	训练准确率：0.7700	测试准确率：0.7200
Epoch 70	训练损失：0.6928	训练准确率：0.7863	测试准确率：0.7250
Epoch 80	训练损失：0.6928	训练准确率：0.7963	测试准确率：0.7450
Epoch 90	训练损失：0.6928	训练准确率：0.8050	测试准确率：0.7550
Epoch 100	训练损失：0.6927	训练准确率：0.8125	测试准确率：0.7650





