

Lab1 神经网络

一、实验目标

本次实验要求学生理解和实现反向传播神经网络和卷积神经网络，进行简单的应用。

二、实验内容

- 1、实现反向传播神经网络，训练下列两个应用的反向传播神经网络：一是识别液晶数字字体 LcdD 表示哪个数字的分类问题，二是拟合正弦函数的回归问题。
- 2、实现反向传播神经网络和卷积神经网络，训练能够识别字母的神经网络。

三、名词解释

1、超参数

超参数指决定网络配置的参数，包括学习率、隐藏层大小、迭代次数等。超参数指机器学习模型里面的框架参数。神经网络的超参数包括学习率、隐藏层单元数、训练迭代次数等。超参数不同于训练过程中学习的参数（权重），通常是手工设定，不断试错调整。

2、训练集、验证集、测试集

训练集指学习样本数据集，用于训练模型的权重参数。

验证集用于调整模型的超参数，但是不调整模型的权重参数。验证集还可以用于防止过拟合，如果随着训练的进行，训练集的准确度增加，但验证集的准确度反而下降，则表示过拟合，应提前停止训练。

测试集用于测试训练好的模型的分辨能力，即模型的泛化性能。测试集只有在测试模型时才能使用，在训练模型的过程中是看不到测试集的。

数据集划分的概念可以和高考及考前训练和模拟考作类比。

备战高考阶段，学生需要做大量的练习，并参加多次模拟考，最后参加一次正式的高考。理想情况下，练习题、模拟考和高考的题目是没有重合的。做的练习题是训练集，模拟考题是验证集，高考题是测试集。学生备战高考，需要做大量的练习题，这是学习或者训练过程。为了检验学生是否真正掌握知识点，高考题必须和学生做过的练习题和模拟考题没有重合，即高考题应避免已经出现过的题，高考是测试过程。高考只有一次，在高考之前需要多次检验学生的学习成果，这需要通过模拟考进行检验（理想情况下，模拟考题应该和练习题没有重合），模拟考是验证过程，根据模拟考的结果调整学习策略。

四、实验要求

- 1、识别液晶数字字体的分类问题的任务中，每个数字由七段码表示。输入为七个数字 0 或 1，对应七段码的每一段分别是否显示，1 表示显示，0 表示不显示，输入的七段码的顺序为：左下、左上、正上、右上、右下、正下、正中。每个数字对应的七段码分别如下，请同学们使用标准的七段码进行训练。

数字 0: 1 1 1 1 1 1 0

数字 1: 0 0 0 1 1 0 0

数字 2: 1 0 1 1 0 1 1

数字 3: 0 0 1 1 1 1 1

数字 4: 0 1 0 1 1 0 1

数字 5: 0 1 1 0 1 1 1

数字 6: 1 1 1 0 1 1 1

数字 7: 0 0 1 1 1 0 0

数字 8: 1 1 1 1 1 1 1

数字 9: 0 1 1 1 1 1 1

2、拟合正弦函数的回归问题的任务中，输入为弧度值，输出为输入弧度值对应的正弦值（例如， $\sin 1.57$ 约等于 1）。输入值的范围为 $-\pi/2$ 到 $\pi/2$ 。请同学们在此输入值的范围内随机生成训练样本进行训练。

3、识别字母的任务中，所需要识别的字母包括字母 A 至 H 共 8 个字母，均为 png 格式的图片文件，图片文件的尺寸均为 28px*28px。需要事先将 png 文件转化成文本文件，转化的代码和图片文件都已上传，请同学们自行转化以后进行训练和测试（转化的代码供参考，可自行处理，但是对所有数据集的处理应保持一致）。

4、上传的数据集包含训练集和验证集，不包含测试集。

5、实验过程中需要完成实验报告。实验报告的内容包括但不限于：网络的结构，网络参数的调整算法、网络的超参数配置和选择过程以及不同超参数对性能的影响等，必要时可以附上图表。

6、本次实验会对每个同学进行面试，面试时使用测试文件检验网络的性能。由于训练时间较长，请同学们在面试以前自行训练好网络，并将训练好的网络参数存储在文件中，可在面试时直接读取已经训练好的网络参数进行测试。

7、请在代码中预先留好读取网络参数和读取数据集（包括训练数据和测试数据，以及图片文件转文本文件的处理）的接口，以及留好测试时的输出文件的代码（见第四部分）。

8、面试以后，请同学们将本次实验相关的所有文件上传至 ftp（见第三部分）。

9、本次实验所使用的语言不限，要求可以在面试时现场演示。反向传播神经网络必须完整实现，卷积神经网络可以调用现有的深度学习库，仅限于 TensorFlow 和 Theano，禁止抄袭源代码。

五、实验提交物

1、本次实验的全部源代码。

2、实验报告。

请将所有提交物打包成 zip 或 rar 压缩包，以“学号-姓名”命名，上传至 ftp:

<ftp://10.132.141.33/classes/14/161> 智能系统原理与开发/WORK_UPLOAD/Lab1

六、面试方法

1、面试分为两部分。第一部分为算法相关问题提问与回答及实现逻辑检查，第二部分为性能测试。

2、识别液晶数字和拟合正弦函数的测试要求如下。

测试数据格式：测试文件将放在 testbp 文件夹下，文件名为 l added.txt 和 sine.txt，文件包含 n 行，n 为测试集样本数量。液晶数字的测试文件为每行一个测试样本，每行有 7 个数，用空格隔开，表示七段码；拟合正弦函数的测试文件为每行一个 double 型数，表示输入值，范围为 $-\pi/2$ 到 $\pi/2$ 。

输入接口要求：String 文件目录。

输出要求：在本地写入文件，命名为“LcdD[学号].txt”和“Sine[学号].txt”，文件包含 n 行，第 i 行为第 i 个测试样本的对应预测结果（输出液晶数字预测哪个数字或者正弦函数预测正弦值是多少）。

3、识别字母的测试要求如下。

测试数据格式：测试文件将放在 testletter 文件夹下，文件名为 1.png 至 n.png（n 为测试文件数量）。

输入接口要求: String 文件目录, int 测试数 n。

输出要求: 在本地写入文件, 命名为“LetterBP[学号].txt”和“LetterCNN[学号].txt”, 分别对应反向传播神经网络和卷积神经网络的输出结果, 文件包含 n 行, 第 i 行为 i.png 的对应预测结果 (输出预测的字母, 大写)。

分类正确率性能所占分值比重不会太大, 重点是网络的实现和实验报告的分析, 请同学们不必过分担忧性能问题。

每个同学的面试仅限一次机会, 面试过程中不能调试, 请同学们注意。

七、评分标准

1、本次实验的各部分的分值所占比例如下。

识别液晶数字字体表示的数字: 10%

拟合正弦函数: 10%

反向传播神经网络识别字母: 50%

卷积神经网络识别字母: 30%

2、每部分的各项分值所占比例大致如下。

文档: 40% (文档要求见第二部分)

面试: 40% (提问: 10%, 代码解释: 30%)

性能: 20%

Bonus: 10%

八、截止时间

实验完成以后可以预约助教面试, 面试结束以后将提交物上传至 ftp。

面试截止时间: 2016 年 10 月 19 日 20:30

提交截止时间: 2016 年 10 月 19 日 23:59

未在规定时间内面试和提交, 本次实验不得分。

建议时间安排如下:

9 月 21 日之前完成识别液晶数字和拟合正弦函数的反向传播神经网络;

9 月 30 日之前完成识别字母的反向传播神经网络;

10 月 12 日之前完成识别字母的卷积神经网络。

九、其他注意事项

1、不要急于实现网络, 建议先自行推导网络的前向传播和误差后向传播过程, 对网络有充分的理解以后再实现网络, 可事半功倍。卷积神经网络更需要先自行推导, 充分理解其原理。如果一知半解就急于实现网络则可能事倍功半。

2、训练网络时, 建议将训练样本的顺序打乱, 如果连续的训练样本都是同一个输出则可能导致网络对该输出过拟合。

3、注意代码风格。变量和方法的命名要能体现出其含义, 将代码封装成方法, 避免复制粘贴, 便于调试。

4、尽早开始。该实验的训练过程会比较长, 调试过程 (包括错误调试、超参数调试等) 可能比实现过程需要花多得多的时间, 因此请勿拖延, 避免时间不够。卷积神经网络部分难度较大, 更应尽早开始。

5、本次实验鼓励同学们尝试对网络进行优化, 可作为 Bonus 得分, 不影响主要部分得分。包括但不限于: Mini-batch、预训练 (RBM、Auto Encoder)、推举 (Boosting)、Dropout 等。

6、严禁抄袭。抄袭行为一旦被发现，抄袭者和被抄袭者本次实验都将判为 0 分，且总成绩扣 5 分。强烈建议不要提交非自己完成的代码。

对本次实验有疑问，请联系助教：

彭浩源 15212010016@fudan.edu.cn

陈易 15212010033@fudan.edu.cn