北京化工大学

生产实习课程设计报告

课程设计题目：基于深度学习的编程竞赛成绩预测算法研究

组 长：孟铃翔

组 员：黄帅旺

2020年7月

摘 要

内容：

我们的课题是基于深度学习的编程竞赛成绩预测算法研究。在课程设计中，我们利用爬虫数据和已有数据一起，构造和设计了用于机器学习和深度学习的模型向量。同时，我们使用了6种传统机器学习模型和一个深度学习的模型，对构建好的数据进行拟合，得到对即将来临的蓝桥杯获奖结果的预测。同时，我们根据已有数据设计了一些研究问题，通过数据可视化等方法，在学习的过程中对这些问题进行了探究。

结论：

1. 由于数据量过少，同时特征中含有缺失值，不同的深度学习和机器学习模型预测的准确率都不是很高。
2. 特征向量的维度对于不同模型有着不同的影响，在处理大量数据的表现仍需探究。
3. 不同数据的归一化能够加速我们在训练深度神经网络时梯度下降的速度。
4. 项目背景及意义
   1. 项目背景及研究现状

机器学习是实现人工智能的一个途径，即以机器学习为手段解决人工智能中的问题。机器学习在近30多年已发展为一门多领域交叉学科，涉及概率论、统计学、逼近论、凸分析、计算复杂性理论等多门学科。机器学习理论主要是设计和分析一些让计算机可以自动“学习”的算法。机器学习算法是一类从数据中自动分析获得规律，并利用规律对未知数据进行预测的算法。因为学习算法中涉及了大量的统计学理论，机器学习与推断统计学联系尤为密切，也被称为统计学习理论。算法设计方面，机器学习理论关注可以实现的，行之有效的学习算法。很多推论问题属于无程序可循难度，所以部分的机器学习研究是开发容易处理的近似算法。

深度学习是机器学习中一种基于对数据进行表征学习的算法。深度学习的好处是用非监督式或半监督式的特征学习和分层特征提取高效算法来替代手工获取特征。

机器学习和深度学习应用广泛，已广泛应用于数据挖掘、计算机视觉、自然语言处理等领域。可利用机器学习的统计和深度学习表征学习的概念，更加精确快速的实现对于对学生竞赛成绩的预测。

* 1. 本课题主要研究内容

利用爬虫数据和已有数据一起，构造和设计模型向量。使用机器学习和深度学习模型对构建好的数据进行拟合，对即将来临的蓝桥杯获奖结果进行了预测。同时，通过数据可视化等方法，研究数据特征向量对机器学习模型准确率的影响、不同模型对成绩预测准确率的影响。

1. 项目实施方法设计
   1. 方法框架

* 特征工程：设计和构造数据，得到特征向量
* 模型预测：将得到的特征向量放入不同的机器学习和深度学习模型进行预测，得到预测结果
* 数据可视化：通过数据可视化，对研究问题进行研究
  1. 特征工程
* 获取数据

1. 正样本：根据已有的历史数据，获取睁眼本
2. 负样本：获取oj用户数据，去掉正样本和预测样本，去掉用户不为学号的用户，去掉无提交记录的用户

* 构造特征

1. 历史各级奖项的次数：通过已有数据统计该用户历史的各个奖项的获奖次数。包括国家级一等奖获奖次数、国家级二等奖获奖次数等等
2. 编程年份：正样本的编程年份为获奖年份减去入学年份，负样本的编程年份为最后一次提交的时间减去入学年份
3. 编程语言：根据不同用户参加比赛的报名年份统计编程语言
4. OJ提交数、OJ正确数、OJ准确率：根据用户使用的编程语言通过爬虫对OJ上正样本、负样本的提交数和正确数进行统计，并求出OJ准确率
5. CF Rating、CF Times、all\_cf\_aftersolve、correct\_cf\_aftersolve：根据acmer.site提供的api接口，统计与用户相关的CF训练数据
6. 其他训练数据：使用爬虫获取其他训练数据

* 处理和加工数据

1. 编程语言：编程语言只是用来统计相应OJ数据，统计完之后可直接丢弃
2. OJ相关数据与CF相关数据：

缺失值：用相应获奖类别最小值与最大值之间的随机数对缺失的进行合理填充，计算出准确率

值过小：用所有语言的提交数和正确数代替特定语言提交数和正确数。若值仍过小，用中位数代替。

1. 其他数据：

开始时包括性别、专业特征。但是由于往年数据大部分获奖者性别为男性，专业为计算机，故认为这些特征对于整体模型的准确率无较大影响。剩余像计蒜客、牛客网、AtCoder的训练数据，由于大部分人都找不到相关记录，故选择去掉这些特征，只保留CodeForces有关的训练数据

* 1. 模型预测

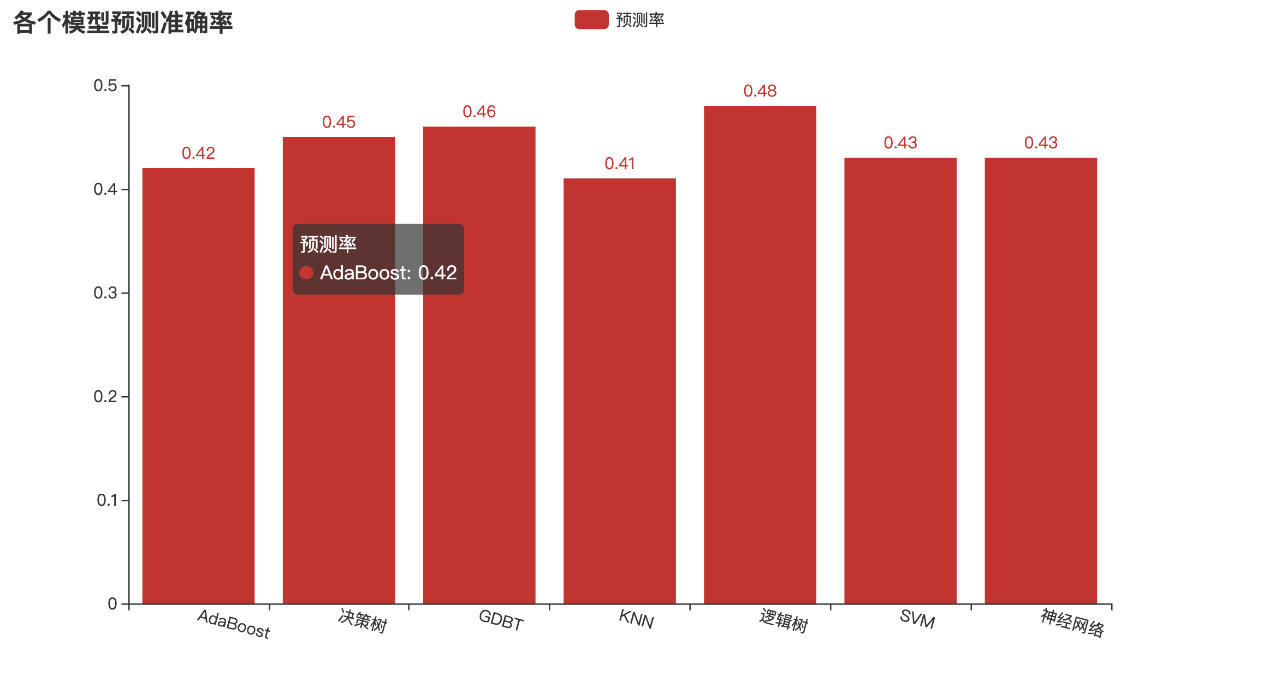
使用以下模型对特征进行训练得到预测结果：

* AdaBoost
* DesicionTree（决策树）
* GDBT（梯度提升树）
* KNN（最近邻模型）
* LogisticRegression（逻辑回归）
* SVM（支持向量机）
* FCN（全连接神经网络）

在进行预测时，考虑到以往的现实情况，大部分参与比赛的同学都拿到了奖励，因此我们使用了两种策略对结果进行预测。分别是：使用负样本进行训练和不使用负样本进行预测。

在使用负样本进行预测的情况中，由于负样本数据规模是正样本的5倍，为了保证模型的数据均衡，每次随机从负样本中抽取与正样本相同数目的数据，对于同种模型训练5次。选取准确率最高的模型代表该种模型预测结果。最后再利用不同种模型投票，得到最终的预测结果。

不使用负样本进行预测也使用类似方法，为了保证准确性。每种模型也训练5次，选取准确率最高的模型，最终投票决定。



* 1. 数据可视化

利用不使用负样本的数据，对以下问题进行探究并进行可视化：

* 获得各个不同类型奖项同学的各个特征数值
* 数据降维对不同模型准确率的影响
* 数据归一化对于深度学习模型的影响
  1. 得到最终预测结果

根据不同数据处理方法的模型准确率，结合上文提到的模型预测方法，选择在模型上准确最高的数据处理，进行多模型预测。具体方法如下：

* 传统机器学习模型：KNN模型使用降维后准确率最高的模型进行预测，AdaBoost模型使用降维前准确率最高的模型进行预测。其余模型由于降维前后准确率无较大差异，故使用准确率最高的模型进行预测，降低参数复杂性。
* 深度学习模型：对全连接神经网络，使用归一化后的数据进行训练，得到预测结果。

1. 实验设计与结果分析

3.1 实验设计

3.1.1 实验数据介绍

实验数据分为三类，包括正样本（往年获奖数据）、参赛样本（今年的报名数据）、负样本（历年除获奖用户和今年参赛用户之外的未获奖用户。各个样本包含的特征有编程年份、之前获得的各级别奖项个数

3.1.2 研究问题

* RQ1：获得各奖项同学的各个指标分布及与获奖的相关系数
* RQ2：数据降维对于不同机器学习模型准确率的影响
* RQ3：数据归一化对于训练深度神经网络模型梯度下降收敛速度的影响

3.1.3 评价指标

RQ1：

根据图中各个特征的相关性对结果进行评价。通常可以通过各模型对于最终结果影响的趋势看出特征是否与结果相关。

RQ2：

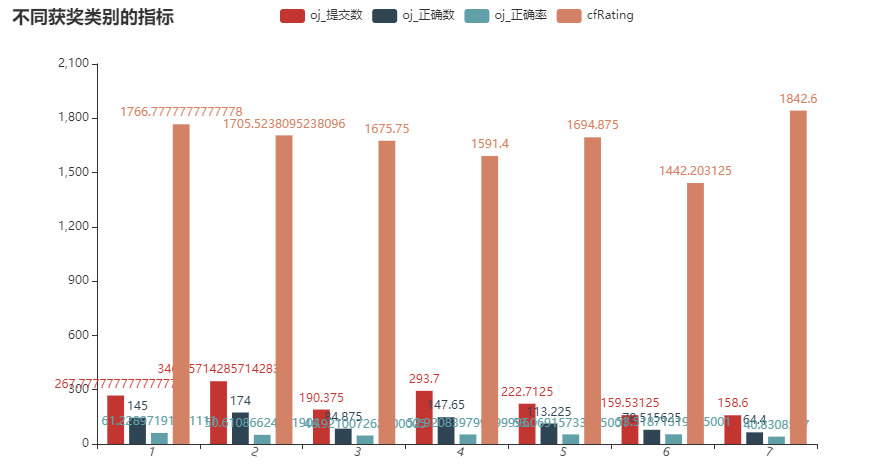
在其他条件相同的情况下，根据降维前后模型准确率的比较来判断对数据进行降维是否对同一机器学习的准确率有影响

RQ3：

通过梯度下降训练相同次数比较loss或者达到同样loss需要的训练次数来判断数据归一化对于梯度下降训练速度的影响。同时可通过折线图十分直观地看出归一化对梯度下降训练地影响程度。

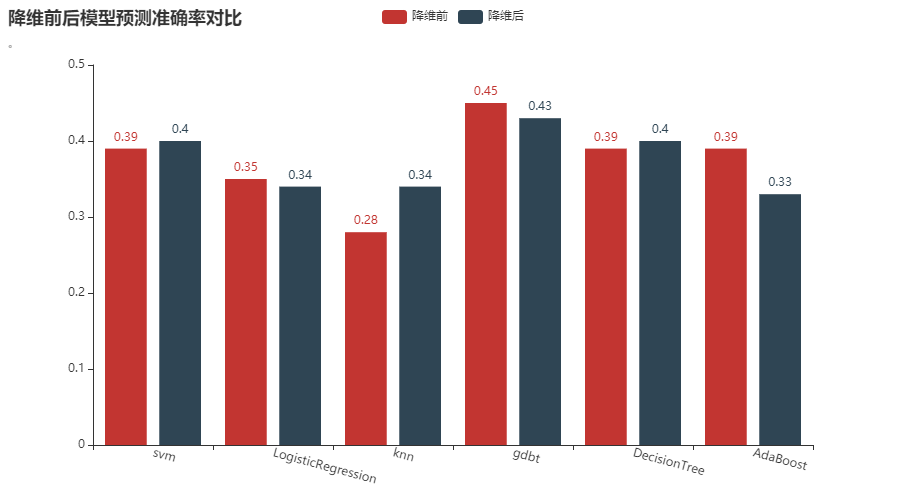
3.2 实验结果分析

3.2.1 RQ1



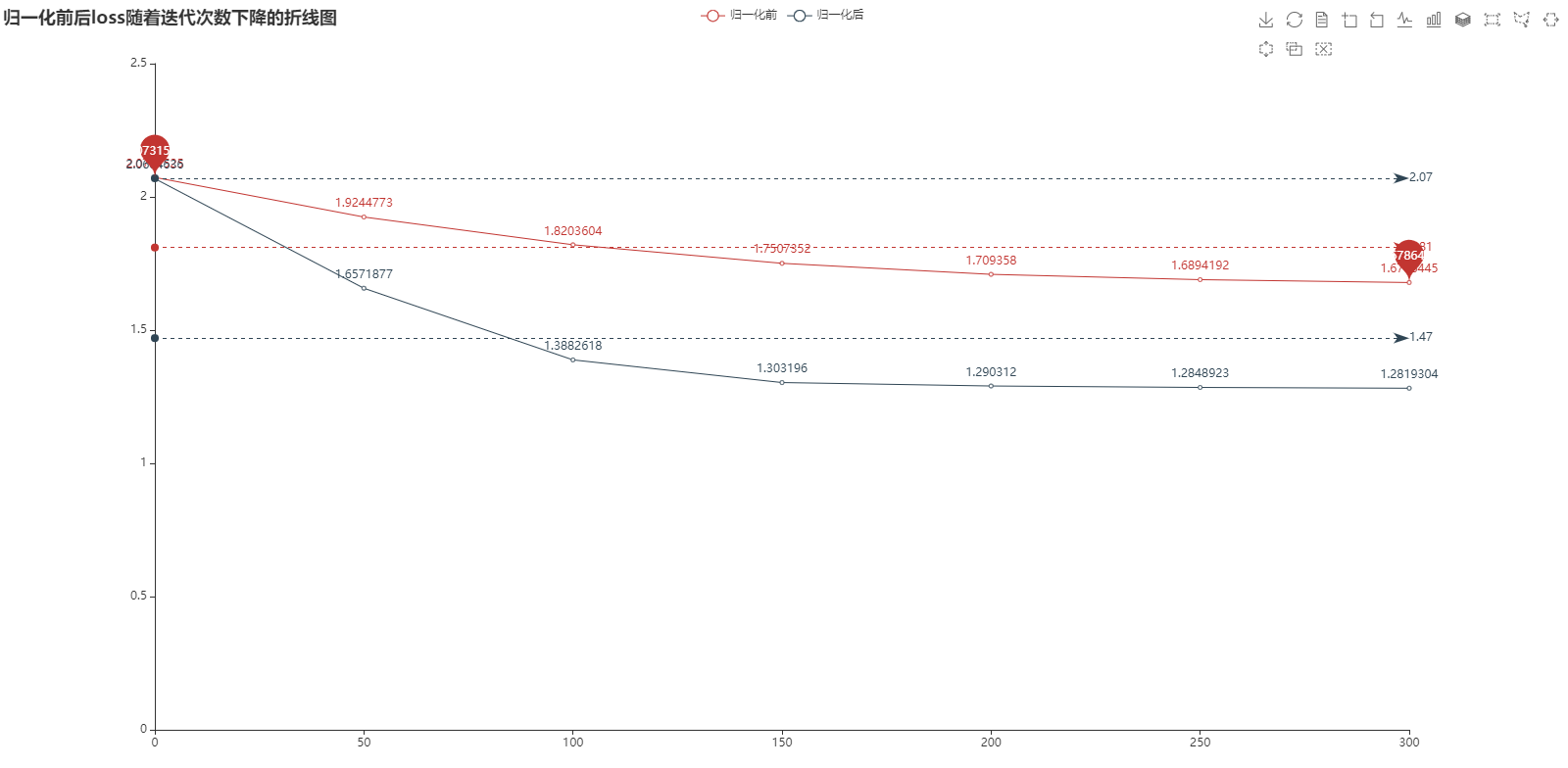
如图所示，可看出OJ提交数与准确率对于最终成绩有着一定的影响。但是影响并不显著。同时可以看到CodeForces积分与得奖的类别有着更高的相关性。CodeForces积分更高的同学，得到更高奖励的概率更大。

* + 1. RQ2



主要进行的降维操作是将之前获得各个奖项的个数统一为了之前所获国家级奖励及省部级奖励的个数，实现数据降维。如图所示，可以看到数据降维对不同的模型有着不同的效果。数据降维明显改善了KNN模型的准确率，将其准确率提升了0.06.同时另一方面，降维也明显降低了AdaBoost模型的准确率。降维对其他模型整体影响不大。但由于本次实验数据集规模较小，后续仍需在大规模的数据集中验证本次实验的数据。另外也能看出，在所有传统的机器学习模型中，GDBT（即梯度提升树）对于表格模型的拟合及分类预测效果最好。

* + 1. RQ3



如图所示，可以明显观察到，在学习率一致的情况下，对数据进行归一化，将所有数据统一到[-1, 1]的区间范围内之后，神经网络梯度下降的收敛速度加快。同时可看出使用归一化数据模型收敛时的loss更小，模型准确率更高。说明归一化能够加快在梯度下降中训练神经网络地收敛速度，同时提高深度学习模型进行分类预测的准确率。

1. 结论与展望

本次实验通过使用多个模型对学生成绩进行预测, 并对影响学生成绩的各个因素进行了分析。实验分析结果可以为学生、老师提供一些意见与建议。但是因为数据集数量的限制，以及我们对于机器学习与深度学习理论知识的浅显理解，模型准确率不是特别理想。后续可以收集更大量的、更多种类的数据, 使得数据更加合理。并在经过进一步对机器学习与深度学习知识的研究与实践，采用更合适的模型与参数优化预测结果。在此基础上, 还可以针对模型结果为学生制定学习计划, 提出不同的训练建议。由此看来, 机器学习和深度学习值得我们更加深入地研究，来助其进一步发展，应用在更多领域。

1. 参考资源
2. 机器学习中的特征工程:

<https://blog.csdn.net/asialee_bird/article/details/84863410>

1. 机器学习中的数据清洗与特征处理综述:

<https://tech.meituan.com/2015/02/10/machinelearning-data-feature-process.html>

1. 完整机器学习项目的工作流程:

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/28288050>

1. PaddleFluid与TensorFlow基本使用概念对比:

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/38290380>

1. BUCT生产实习入门实践——鸢尾花分类:

<https://aistudio.baidu.com/aistudio/projectdetail/732131>

1. 《基于高校论坛数据的成绩预测和学生心理状况分析》电子科技大学，唐厚强
2. 《基于机器学习的高校学生成绩预测方法研究》山东大学，马玉玲
3. 组员课题完成情况详细说明

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组员一 | 班级 | 姓名 | 学号 | 贡献度 |
| 计科1703 | 孟铃翔 | 2017040334 | 60% |
| 贡献描述 | 数据预处理与特征工程：60%  模型预测：80%  数据可视化：50%  报告与PPT制作：50% | | | |
| 组员二 | 班级 | 姓名 | 学号 | 贡献度 |
| 计科1703 | 黄帅旺 | 2017040338 | 40% |
| 贡献描述 | 特征预处理与特征工程：40%  模型预测：20%  数据可视化：50%  报告与PPT制作：50% | | | |