《贝叶斯统计》教学大纲

**一、课程基本信息**

课程编号：MATH

课程名称：贝叶斯统计

英文名称：Bayesian Statistics

课程学时：32 讲课学时：32

课程学分：2

开课单位：理学院

授课对象：数据科学与大数据技术专业本科生

开课学期：

先修课程：高等数学、线性代数、概率论与数理统计

负 责 人：

**二、课程目标**

贝叶斯统计是一门基于概率论的进阶学习课程，是统计学中非常重要的一个分支，着重在对统计模型中的参数的分布进行描述。在这门课程中，我们将会从贝叶斯学派的角度看待概率分布与统计模型，详细探求在单参数和多参数分布中的参数分布的描述方法以及参数期望的估计方法。通过本课程的教学，应使学生1）理解贝叶斯统计学的基本概念，先验分布和后验分布的意义与变化方式；2）能够针对不同类型的问题和数据建立贝叶斯统计模型；3）掌握通过贝叶斯方法求解不同模型参数的解析解和近似解的期望方差中位数的技巧；4）能够对贝叶斯模型的结果进行统计分析和推断；5）能够从贝叶斯的角度去理解广义线性模型以及岭回归。

**三、课程目标与毕业要求对应关系**

| **毕业要求** | **毕业要求具体描述** | **课程目标** |
| --- | --- | --- |
| 1. 工程知识 | 能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂问题。 | 课程目标1 |
| 2. 问题分析 | 能够应用数学、自然科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂问题，以获得有效结论。 | 课程目标2 |
| 3. 统计建模 | 能够在面对针对复杂问题时已统计学角度去思考问题，并能够在设计环节中体现建模思想。 | 课程目标3 |

**四、课程目标与课程内容对应关系**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **教学内容** | **教学要求** | **学时** | **教学方式** | **对应课程**  **目标** |
| 1 | 先验分布与后验分布 | 了解贝叶斯统计思想的历史背景、基本观点及其基本学术思想的内涵、了解贝叶斯统计中的三种信息；掌握贝叶斯公式的密度函数形式、共轭先验分布的计算及其优缺点、超参数的确定方法；了解多参数模型和充分统计量。 | 6 | 讲授 | 1,2,3 |
| 2 | 贝叶斯参数模型 | 掌握单参数贝叶斯模型和多参数贝叶斯模型在不同分布中的求解和应用。 | 6 | 讲授 | 1,2,3 |
| 3 | 多层贝叶斯模型 | 了解多层贝叶斯模型的结构与所描述的状态、理解多层贝叶斯模型的参数求解方法、了解多层贝叶斯模型的参数分析方法。 | 6 | 讲授 | 1,2,3 |
| 4 | 贝叶斯模型评估 | 掌握贝叶斯模型评估的基本概念、后验风险、决策函数和后验风险准则；熟练地使用贝叶斯似然以及后验比值等方法对贝叶斯估计的参数进行评估。 | 6 | 讲授 | 1,2,3 |
| 5 | 贝叶斯回归分析 | 了解贝叶斯线性回归、贝叶斯广义线性回归的基本概念；掌握贝叶斯回归的参数求解方法；理解贝叶斯回归参数的分析方法。 | 8 | 讲授 | 1,2,3 |

**五、课程教学方法**

本课程以课堂讲授为主，由于内容、概念、理论较多，课时紧，要求学生课前要预习，课后要认真复习和完成相应作业以保证教学效果和质量。

1. **课堂讲授**
   1. 采用问题式教学。首先提出问题，然后分析、解决问题。让学生带着问题学习，学有目的、学有动力，增进学习的自主性。
   2. 采用互动式教学。通过提问、讨论等方式增进学生与老师互动、学生与学生互动，提高学生对所学内容的兴趣，加深对所学内容的理解。
   3. 采用多媒体教学。适当采用多媒体教学，发挥多媒体的辅助教学作用。
2. **课外辅导课教学** 
   1. 采用教师讲解与学生展示相结合的方式，增强讲课和习题课的效果。
   2. 采用讲练结合的方法，加深对讲课内容和习题的理解。
   3. 采用精简结合的方式，精讲典型例题，对一般性题目，重在方法，讲清原理即可。

**六、课程考核方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **考核环节** | **所占分值** | **考核与评价细则** | **对应课程目标** |
| 作业 | 30 | 大约每学期3次作业，每次都有分数，最终成绩为全部作业总分分值。 | 1,2,3 |
| 出勤 | 10 | 出勤考核方式会结合抽样思想与贝叶斯统计理论，如果能够完成相关建模并成功预测出勤考核结果，即使不是全勤，也可以拿到全部出勤分数。 | 1,2,3 |
| 期末报告 | 60 | 期末报告研究方向为课堂内容相关方向，需理论结合实践，有一定的推导和代码实现，最终成绩以报告完成度为准。 | 1,2,3 |

七**、主要教材与参考书**

教材：

Andrew Gelman et al., Bayesian Data Analysis, 3rd edition.

参考书：

Abhirup Mallik (2021) Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan

授课教师（签字）： 主管院长（签字）：

Instructor (Signature): Dean of School (Signature):