**《运筹学》课程教学大纲**

**课程编号：07010153**

**课程中文名称：运筹学**

**课程英文名称：Operational Research**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **总学分：  3** | | **总学时：54** | | |
| **理论学时： 36** | | **实践学时：18** | | |
| **授课对象：**数学系各专业学生 | | **课程负责人**：肖亮海 | | |
| **课程性质：** | 通识教育必修课程 □  基础教育必修课程 □  专业教育必修课程 ■ | | 通识教育选修课程 □  基础教育选修课程 □  专业教育选修课程 □ |

**先修课程：**数学分析I & II，高等代数

**教材：（**包括教材名称，作者，出版社及出版时间**）**

邱锡鹏. 神经网络与深度学习. 机械工业出版社, 2020. ISBN 9787111649687

**推荐参考书：（**包括书名，作者，出版社及出版时间**）**

1. 袁亚湘, 孙文瑜. 最优化理论与方法. 科学出版社. 1997. ISBN 9787030054135
2. 王宜举, 修乃华. 非线性最优化理论与方法. 科学出版社. 2019. ISBN9787030598707

**教学目标：**

《运筹学》课程旨在让学生全面掌握最优化理论的核心知识与关键方法，构建完整的知识体系。通过系统学习，学生能够透彻理解线性规划、无约束和约束优化、非线性最小二乘以及多目标优化等理论，精准把握各理论的适用范围和应用条件。在技能层面，学生能够熟练运用所学方法解决实际问题，借助编程实现各类优化算法，提高计算能力和问题解决能力。

**教学要求：**

要求学生掌握各章节核心理论，透彻理解优化算法原理。通过实验完成算法编程实现，提升解决实际问题的能力。

**教学内容及学时安排：**

1. 最优化简介（4学时）

- **重点：**优化问题模型、分类标准、算法概念

- **内容：**

优化问题的一般形式与分类

稀疏优化与深度学习实例

优化算法基本概念

- **实践：**分析实际问题，建立优化模型

2. 基础知识（4学时）

- **重点：**范数、导数、凸集与凸函数

- **内容：**

范数与导数基础

凸集与凸函数基本概念

次梯度与共轭函数简介

- **实践：**计算梯度，判断凸性

3. 典型优化问题（12学时）

- **重点：**线性规划、最小二乘、复合优化

- **内容：**

常见优化问题模型

线性规划与半定规划

复合优化问题

- **实践：**使用CVX求解简单优化问题

4. 最优性理论（8学时）

- **重点：**最优性条件、对偶理论

- **内容：**

无约束与约束问题最优性条件

拉格朗日对偶理论

- **实践：**应用最优性条件求解问题

5. 无约束优化算法（12学时）

- **重点：**梯度法、牛顿法、拟牛顿法

- **内容：**

线搜索与信赖域方法

梯度类与牛顿类算法

拟牛顿法与最小二乘算法

- **实践：**实现并比较不同算法性能

6. 约束优化算法（12学时）

- **重点：**罚函数法

- **内容：**

等式与不等式约束罚函数法

内点法简介

- **实践：**用罚函数法求解约束问题

7. 复习与总结（4学时）

- **重点：**知识体系梳理、综合应用

- **内容：**

课程重点回顾

综合练习与答疑

- **实践：**完成综合性优化问题求解

**上机实验**

**教学重点与难点：**

**重点：**各种优化算法的原理，概念。

**难点：**算法的实现。

**上机实验：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **周次** | **实验题目** | **实验内容描述** |
| 1 | MATLAB基础与优化工具箱入门 | 熟悉MATLAB环境，学习优化工具箱基本函数 |
| 2 | 简单优化问题建模 | 使用MATLAB建立并求解线性规划问题 |
| 3 | 范数计算与可视化 | 实现不同范数计算，绘制范数球体 |
| 4 | 梯度与海瑟矩阵计算 | 编写函数计算给定函数的梯度与海瑟矩阵 |
| 5 | 凸集与凸函数验证 | 编写程序验证集合的凸性和函数的凸性 |
| 6 | 线性规划求解 | 使用linprog求解线性规划问题 |
| 7 | 最小二乘问题求解 | 实现并应用最小二乘法进行曲线拟合 |
| 8 | 最优性条件验证 | 编写程序验证无约束问题的最优性条件 |
| 9 | 梯度下降法实现 | 实现梯度下降法并测试不同步长策略 |
| 10 | 牛顿法实现 | 实现经典牛顿法，比较与梯度下降法的性能 |
| 11 | 拟牛顿法实现 | 实现BFGS方法，分析其收敛特性 |
| 12 | 信赖域方法实践 | 使用fminunc实现信赖域方法 |
| 13 | 罚函数法实现 | 实现等式约束的二次罚函数法 |
| 14 | 内点法实践 | 使用MATLAB内点法求解线性规划问题 |
| 15-18 | 自选实际问题项目 | 自选实际问题，建立优化模型 |

**主要教学方式：**

采用多媒体教学和传统教学相结合的方式，在理论介绍上做到简洁直观，在实验展示上做到生动活泼。通过理论学习，学生将掌握统计机器学习的经典理论，了解当前最新的进展，并学会针对各自学科的具体问题建模和设计算法。

掌握常用的机器学习工具包，最终实现算法、完成实验结果分析。考虑到机器学习的特点，在教学上始终贯彻理论联系实践的宗旨，培养学生的动手能力，以解决具体问题为驱动，在学中用、在用中学。

**课程考核方式：**

采用课程论文考核形式。平时成绩（包括平时考勤、作业等）共占30%，期末大作业占70%。

注：机器学习领域进展非常快，为了使学生能够了解机器学习的前沿动态，教师在教学中可根据具体情况适当调整教学内容和课时分配。