**课程教学大纲参考模板-专业教育课程**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程代码** | DATA0031131007 | **课程性质** | | **专业必修** |
| **课程名称：** | 数据科学与工程数学基础 | | | |
| **英文名称** | **Mathematical Foundation for Data Science and Engineering** | | | |
| **学时/学分** | **72/4** | **其中实验/实践学时** | **无** | |
| **开课单位** | **数据科学与工程学院** | **适用专业：** | **数据科学与大数据技术、计算机科学与技术、软件工程、人工智能等专业** | |
| **先修课程** | 高等数学、线性代数、概率论与数理统计、离散数学 | | | |
| **大纲撰写人** | **黄定江** | **大纲审核人** |  | |
| **课程网址** | 超星泛雅：<http://mooc1.chaoxing.com/course/208843967.html>  融优学堂：<https://www.livedu.com.cn/ispace4.0/moocxjkc/toKcView.do?kcid=9AE71F2C679BC934E0501B0ADF4F299C> | **授课语言** | **中文** | |

注：课程性质选择下列类别之一：学科基础、大类平台、专业必修、专业选修、教师教育

一、课程说明

包括但不限于：本课程在培养方案中的地位、作用等。

在信息社会，各行各业都充满了"大数据"，而且这些数据是多种多样，不仅包括传统的结构型数据，也包括象网页、文本、图像、视频、语音等非结构型数据。数据科学与工程作为一门新兴学科，深深扎根于"大数据"这一广袤的土地上。然而，大数据的海量、高维、多模态（多样性）和高速率（到达）以及无处不在的噪声和缺失值等特征，决定了对大数据的处理和分析有别于传统的纯粹的计算机科学或统计学。为了处理这些问题，需要培养学生新的数学基础，如对数据表示的高维空间的直观认识，熟悉用概率的方式思考问题，并且能够同步优化建模和设计算法，最终落地于计算机上的实现以及实际应用解决方案。这就需要对传统计算机科学以离散数学为重点的数学教学体系做重大改进，转移到以矩阵论、概率和数值优化为重点的符合数据科学与工程特色的新的数学体系，然而这一体系非常庞大，不宜一门一门的教。另一方面，作为数据科学与工程的核心内容之一——数据分析或机器学习是人们从数据中获取知识、构建合适机器和工程自动化、智能化系统的主要技术。随着数据分析和机器学习技术越来越普及，软件包越来越易用，自然而然地，人们可以不用深入了解底层技术细节。但是，这也带来了一些风险，人们不了解数据分析和机器学习算法的设计逻辑，从而忽略了这些算法的局限性。而对成功的数据分析和机器学习算法背后机制感兴趣的人需要学习以下必备知识：（1）编程语言和工具；（2）大规模计算和相关框架；（3）数学和统计学，以及如何在数学、统计学上构建数据分析模型和算法。但由于历史原因，不管是在计算机科学系，还是在软件工程抑或智能科学与技术等相关信息技术专业，学生通常接受过前两个必备知识领域的训练，但在数学和统计学方面可能训练不多。目前在大学里，在讲授数据分析或机器学习的基础课程时会在课程前期先介绍部分必备知识，或者相关的数据分析和机器学习教科书尝试在开头或附录中用一两章篇幅介绍数学基础,这显然是不够的。因此，需要设计一门新的“数据科学与工程数学基础”课程来满足这一专业的需求。

这门课程在“数据科学与大数据技术”专业中的地位和定位类似于“离散数学”在计算机科学中地位和定位，它在这个专业的培养方案中处于衔接学科基础和后面的专业核心必修课的位置，是一门专业核心基础课，具有承上启下的功能，上接线性代数和概率与数理统计等工科数学基础课，下启数据科学与工程算法、机器学习和人工智能等专业核心课。因此本课程的内容难度在工科的高等数学、线性代数和概率论与数理统计的基础上往下延展，不会太难，但又不会太浅显。学生学完这门课后可以轻松进入数据科学与工程算法、机器学习和人工智能等其它数据科学相关专业核心课程的学习。 与传统计算机科学或软件工程专业中的“离散数学”（也称为“计算机科学的数学”）这一门课程的区别在于，离散数学主要讲授计算机科学专业所涉及的大部分离散数学知识， 它特别强调数学定义、概念、证明以及应用方法，涉及的主要内容包括：证明方法、归纳、图论、形式逻辑、良序、集合与关系、整数同余、计数原理、函数增长率、离散概率等等。此外，通常也还介绍了一些延伸内容，比如递归、结构归纳、状态机与不变量、还有生成函数。而本课程主要介绍以连续数学为核心体系的相关内容，包括矩阵分析、概率与信息论和数值优化方法等等，围绕数据的表示、建模和计算方法来组织编排数学内容，形成数据线和数学线两条线，最终让学生掌握从数据中进行学习所需的数学基础知识和应用数学知识去解决数据分析、机器学习和人工智能中各类问题的能力。

本课程在学科前沿研究中的地位和作用是两个方面的。一方面、因为本课程主要介绍现代数据分析与机器学习所需的最核心的一部分数学基础知识及其在数据科学背景下的意义，因此学生在系统、有针对性的学习、理解和掌握了这些数学基础知识以及具备机器学习和人工智能基础知识的情况下，将能利用这门课程学到知识去读懂机器学习、计算机视觉和自然语言处理等研究领域的顶级会议和期刊的论文中的数学内容，并能够对这些研究领域前沿问题的进行数学建模、算法设计和求解等等。反过来，为解决机器学习和人工智能等领域的应用问题会抽象出很多新的数学问题，需要发展新的数学理论和方法，因此，这门课也将为学生打开“Mathematical Foundation of Data Science and Engineering”，也称为“理论数据科学”研究的大门，从而为这门课的英文名称中“for”过渡到“of”奠定基础。

二、课程目标

【注：从了解、理解、掌握、运用等层次阐明学生通过本课程的学习，能够达到的知识、能力、素质等方面的目标，应注意对毕业要求的支撑】

目标1： （支撑毕业要求n）

目标2： （支撑毕业要求n）

......

......

从3个数学素养维度来阐述：

形成“三观”：课程发展的大历史观（专业自身历史、课程内容演化历史、课程涉及的研究方向和学科发展史）、课程内容组织的科学与艺术观、课程内容构成的结构主义观点；

训练“6种思维”：计算思维、迭代思维、批判性思维、逻辑思维、抽象思维、创造性思维；

培养“4种能力”：动手实践能力、应用数学解决问题（建模）的能力、想象能力、表达的能力。

本课程的核心目标是让学生在已经具备工科线性代数和概率论与数理统计知识的基础上，进一步了解和掌握矩阵理论、概率与信息论和优化理论的高阶知识，并能将所学的理论知识应用于数据分析和机器学习实际问题的表示、建模和求解过程中去，在此过程中帮助同学们形成数学学习的“三观”，训练六种主要的思维和培养四种核心的能力。具体的目标包括：

目标1：在帮助同学们了解数据分析、机器学习中各种基本运算和任务涉及的数学学科背景知识和历史发展动态的基础上， 培养学生课程学习的“三观”： 课程发展的大历史观（专业自身历史、课程内容演化历史、课程涉及的研究方向和学科发展史）、课程内容组织的科学与艺术观、数学课程内容构成的结构主义观点；

目标2：通过让同学们深入理解利用数学对数据问题进行表示、建模和求解的过程及分析其中面临的各种不足，培养同学们的计算思维、迭代思维和批判性思维；

目标3：通过让同学们掌握从事数据分析所需的核心数学基础知识，包括矩阵理论、概率与信息论和优化理论，会严格证明矩阵计算、概率和信息论、优化理论中的一些数学命题和结论，培养同学们的逻辑思维、抽象思维和创造性思维；

目标4： 通过让同学们学会编程实践数值算法，会用Python或Matlab等实现矩阵分解、线性方程组求解、最小二乘问题求解和一阶、二阶优化问题求解等算法，培养学生具备扎实的动手实践能力；

目标5：通过让同学们学会综合运用本课程所学的数学知识对数据科学、机器学习和人工智能中实际数据问题进行表示、建模和求解，培养学生想象能力和应用数学解决问题的能力；

目标6：通过让同学们学会进行自由讲解自己所学的数学与数据科学问题与知识，培养学生表达抽象数学知识和形象应用问题的能力，促进同学们学习数学的热情与兴趣，帮助同学们深入了解正在解决的任务以及智能的本质，为学生进行后续的数据科学与工程算法、机器学习或人工智能等其它数据科学课程的学习打下坚实的基础。

三、课程目标与毕业要求的对应关系

请各专业注意提炼本专业的毕业要求，关注学校核心素养的表达和专业特色的核心素养表达。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **指标点** | **课程目标** |
| 掌握专业所需的核心数值代数知识 | 掌握大规模矩阵分解、线性方程组、最小二乘问题、特征值特征向量的迭代计算 | 目标1,3 |
| 掌握矩阵论的一些数学命题证明 |
| 掌握专业所需的核心概率与信息论知识 | 掌握概率基础、随机过程、信息论基础、统计推断和贝叶斯推断、概率模型图语言描述等知识点 | 目标1,3 |
| 会进行各种概率估计和推断计算 |
| 会进行一定的概率不等式证明 |
| 掌握专业所需的核心数值优化知识 | 掌握凸优化的理论基础和最优性条件理论 | 目标1,3 |
| 掌握凸优化问题的一阶和二阶求解方法 |
| 会应用上述知识实现数据建模、求解 | 会进行一定的概率建模 | 目标2,5,6 |
| 掌握数据科学问题的优化建模、模型转换和求解 |
| 会用Python等工具实现代码求解计算 | 掌握矩阵分解、数值代数的三大基本问题以及各种优化问题的求解算法设计，会用python实现编码求解 | 目标4 |

四、教学内容与学时安排

（重难点请标注\*）

教学内容主要讨论数据分析、机器学习和人工智能算法设计过程中涉及数据表示、度量、建模、评价和求解所要用到最基础的数学知识，主要涉及包括矩阵计算、概率和信息论基础、优化基础等。考虑到学生学习能力可能存在差异，教学内容对难点部分进行了标\*，详细的教学内容及学时分配如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课堂教学内容** | | |
| **大类知识点** | **小类知识点** | **建议学时分配** |
| Ch 1. 课程简介、数据科学与工程数学基础介绍  说明：从数据科学与工程引例出发介绍数据分析涉及的基本运算和主要相关的数学学科背景知识 | 课程介绍  从图像感知到自然语言处理  从数据分析到数学基础 | 2 |
| Ch 2. 向量和矩阵基础  说明：从数据科学的角度对向量和矩阵以及行列式、逆、迹、特征值和特征向量等基本概念进行回顾，特别引入图像感知和自然语言处理的例子来说明这些经典概念的应用。 | 向量和矩阵概念及其运算：数据表示的观点  向量空间  线性映射与线性变换  \*仿射空间 | 2+1 |
| 矩阵的特征系：  逆与行列式  迹与二次型  特征值与特征向量 | 2 |
| Ch 3. 度量与投影  说明：对向量和矩阵的内积与范数、基本子空间和投影等基本内容及其应用进行讲解，其中向量和矩阵等概念用于对相关数据问题进行表示、矩阵运算用于向量微分、范数用于对数据向量进行相似性比较、投影将用于基于主成分分析的维数约简 | 内积与范数：数据比较和度量的观点  向量范数与矩阵范数  内积、距离、角度与正交性  相似性度量  度量学习 | 2 |
| 四个基本子空间  \*线性代数基本定理  投影与降维  投影到一维子空间  投影到一般子空间  \*投影到仿射集 | 1+1 |
| \*具有特殊结构的矩阵 | 1 |
| Ch 4. 矩阵分解  说明：介绍四种常用的矩阵分解方法，特别是奇异值分解及其在数据科学维数约简中的应用，帮助理解原本复杂的高维数据矩阵的结构和性质 | LU分解  Cholesky分解 | 1 |
| QR分解  GS正交化  Householder变换  \*Givens变换 | 1+1 |
| 谱分解  对称矩阵  \*谱定理  谱分解和优化  正半定矩阵 | 1+1 |
| SVD分解  奇异值分解  SVD的性质  SVD和优化 | 2 |
| Ch 5. 矩阵计算问题  说明：数据科学中的很多问题最终都归结为线性方程的求解，本部分主要介绍线性方程组的类型和解的结构，引入线性方程组和最小二乘问题的求解方法，并讨论特征值特征向量的计算及其应用。这些内容将与后续优化问题求解和数据科学中的线性回归问题相联系。 | 线性方程组问题  线性方程组的解集和求解方法 | 2 |
| 最小二乘问题与回归  最小二乘问题的求解方法  正则化方法  \*QR方法  SVD方法 | 2+1 |
| 特征值特征向量计算  \*圆盘定理  幂法与反幂法 | 1+1 |
| PageRanK应用  PCA | 1 |
| Ch 6. 向量和矩阵微分  说明：介绍梯度和高阶导数的定义和性质，介绍向量值函数和矩阵函数的梯度求解方法、以及用迹微分法求梯度的方法，引入深度网络中的梯度和自动微分求解方法。这些内容将在优化方法介绍和数据科学中的各种优化问题求解中反复使用。 | 函数：数据模型的观点I  数据科学中常见的目标函数：数据模型评价的观点 | 2 |
| 向量函数和矩阵函数的微分  基本运算性质  几个常用的结果 | 1 |
| 行列式微分  迹微分法  反向传播和自动微分  数据科学中常见函数微分举例 | 2 |
| Ch 7. 概率基础  说明：回顾概率论的基本概念，建立用随机变量和分布来描述数据中的不确定性的思想。 | 概率论基本概念回顾：数据不确定描述的观点  概率论公理  贝叶斯公式 | 2 |
| 随机变量和概率分布函数：数据模型的观点II  常用的概率分布  分布的混合 | 2 |
| 随机变量及其数字特征  期望、方差、协方差  大数定律和中心极限定律 | 2 |
| Ch 8. 信息论基础  说明：介绍香农熵、信息熵、KL散度和微分熵等信息论基本概念和性质，并引入基于熵概念的数据科学问题建模 | 香农熵  自信息与互信息  熵函数的性质  联合熵和条件熵  数据处理定理 | 1 |
| \*连续信源的微分熵  连续信源的最大熵  信息论在数据科学中的应用 | 1+1 |
| Ch 9. 概率模型和参数估计  说明：介绍参数和非参数模型、参数估计、贝叶斯推断、统计决策规则和估计的风险比较等基本概念和方法，介绍线性回归和逻辑回归模型，并引入概率模型的图语言描述，建立与数据科学中分类问题的联系 | 参数和非参数模型  参数估计：极大似然估计、最大后验估计  \*贝叶斯推断 | 2+1 |
| 统计决策理论  估计的风险比较：模型评价观点  \*贝叶斯估计  最小最大规则 | 1+1 |
| 概率模型  MLE、MAP和贝叶斯推断  隐变量  \*线性回归和逻辑回归 | 2+1 |
| 概率模型：图语言的观点  有向图模型与无向图模型  \*表示、推断与学习 | 1+1 |
| 模型选择 | 1 |
| Ch 10. 凸优化基础  说明：介绍凸集和凸函数的定义和判别方法以及保凸运算，引入凸优化问题的定义和标准形式，并介绍数据科学中常见的典型优化问题，建立数据分析中的很多问题都可以转化为优化问题求解的基本思路。 | 优化问题介绍：数据模型求解的观点  优化问题类型  数据科学中常见的优化问题 | 2 |
| 凸集与凸函数  \*保凸运算与共轭函数 | 2+1 |
| 凸优化问题  线性规划、二次规划  二次约束二次规划  二阶锥规划  \*鲁棒线性规划  \*几何规划  半定规划 | 2+1 |
| Ch 11. 最优性条件和对偶理论  说明：介绍拉格朗日对偶函数和拉格朗日对偶问题，把标准形式（可能是非凸）的优化问题转化为对偶问题进行求解；介绍凸优化的最优性条件；介绍数据科学中各种常见的优化问题的对偶性问题 | 拉格朗日对偶  拉个朗日对偶函数  常见的对偶函数 | 2 |
| 拉格朗日对偶问题  对偶问题与对偶约束  弱对偶和强对偶  一阶和二阶最优性条件 | 2 |
| 常见优化模型的对偶问题  支持向量机模型 | 2 |
| Ch 12. 优化算法  说明：介绍无约束优化问题的性质和求解方法，直线搜索、梯度下降、最速下降和随机梯度下降方法； 介绍凸优化问题求解的高阶算法，包括牛顿法、内点法和拟牛顿法等以及一些常用的数值优化求解软件 | 无约束优化问题：  下降迭代算法  零阶算法  一阶算法  二阶算法 | 2 |
| 约束优化问题：  最优性条件  可行方向法  \*制约函数发 | 1+1 |
| 深度学习常用优化算法：  随机梯度下降算法  动量梯度下降算法  \*自适应学习率算法 | 1+1 |
| 附录. 数值实验 | 实现所讲述的各种矩阵分解方法、线性方程组和最小二乘求解方法、优化求解的一阶算法和二阶算法等 | 不占课时 |
| 总计 | | **72学时** |

数值实验部分主要以习题的形式进行，辅以课后答疑指导展开，下面列出只要时间指导内容，一些更小的实践内容不在这里体现：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **主要实践指导内容** | | | |
| **实践项目** | **所需知识点** | **实践要求** | **建议学时分配** |
| （请给出实践项目的名称和说明） | （说明在完成哪些知识点的课堂教学后才能进行本项实践。只需要列出大类知识点。） | （学生在实践后应该具备什么能力，比如“能用Git进行代码与数据管理”。） | （不计入总学时） |
| 1、利用LU分解求解方程组  说明：使用python语言编写计算矩阵LU分解的通用子程序，并利用所编写的程序求解一个高阶方程组。 | 4 | 了解numpy的基本操作  掌握上(下)三角形方程组的求解方法  学会运用LU分解 | 1（实践课指导）  2（课后实践） |
| 2、利用Cholesky分解方程组的最小二乘解  说明：使用python语言编写计算矩阵Cholesky分解的通用子程序，并利用所编写的程序求解一个高阶方程组的最小二乘解，并与LU分解比较。 | 4、5 | 掌握、运用Cholesky 分解求解对称正定方程组的求解方法 | 1（实践课指导）  2（课后实践） |
| 3、利用QR分解方法求解方程组的最小二乘解  说明：使用python语言利用波士顿房价数据集对房价进行预测，利用QR分解对线性回归模型参数求解。 | 4、5 | 了解线性回归模型  掌握、运用QR分解求解线性方程组的最小二乘解 | 1（实践课指导）  2（课后实践） |
| 4、朴素贝叶斯分类  说明：使用python语言利用泰坦尼克号乘客数据集应用朴素贝叶斯分类器对乘客存活概率进行预测。 | 9 | 掌握朴素贝叶斯分类器原理 | 1（实践课指导）  2（课后实践） |
| 5、最速下降法和牛顿法  说明：使用python语言编写最速下降法和牛顿法的通用子程序，利用编写的程序求解实验3中的问题 | 12 | 掌握、运用梯度下降法和牛顿法 | 1（实践课指导）  2（课后实践） |

五、教学方法

说明：提出适合本课程教学活动所运用的主要教学手段和方法，教学方法应对以下内容清晰描述：

1、采用哪些教学手段与方法？如何组织？

2、如何理论联系实际培养学生各方面的能力？

本课程在教学方法上主要秉持一些基本的理念，包括：

“三易原则”：变易、简易和不易。本课程的内容会随着机器学习和人工智能的发展有所变化的，但是有些最核心的东西是不变的，而且很多内容比较难，因此我们的教学，一是最核心的不变的东西要讲到位、讲透彻；二是要尽量删繁就减，把复杂的内容和知识点解剖得很细，变得简单，注重数学“简单就是美”的原则；三是帮助同学们用不变量的观点来审视整个课程内容。

“细节原则”：课程内容虽然很庞杂，但是秉持“科学的魔鬼藏在细节里面”的理念，不会放过对细节的追求和处理，因此在教学环节上，将通过把课堂重难点教学内容和数值实验细分，让同学们在循序渐进的学习和实践训练中培养逻辑思维，迭代思维和代码的艺术形象思维。

“语言原则”：秉持每一门科学其实就是一门语言，数学更是一门抽象的语言，因此教学上不光注重教同学们怎么想、怎么计算，还要教同学们如何把所想所做用清晰简洁的语言表述出来，训练同学们叙述的能力、叙事的能力（理工科的学生大多不善于表达，不善于表述讲解自己的科研成果，因此从课程学习理解叙述开始训练）。

在上述理念支撑下，下面从教学内容组织、教学手段和教学方法上进行展开：

1、在教学内容的组织上：

1. 从数据应用的视角组织和讲授各类数学知识点，以数据的表示为视角讲解矩阵代数，以数据的建模计算为视角讲解凸优化等；
2. 在各讲内容中，数学概念、原理与思想和数据科学具体应用有机的联系在一起，形成“数学线”和“数据线”两条线，突破传统纯粹抽象数学课程的印象，使同学们在理解数学概念的同时，也对大数据的数学结构有更清晰的认识。
3. 课程教学内容重点围绕后续数据分析、机器学习、人工智能所需的：向量空间、内积、范数与数据度量、子空间、奇异值分解与降维、矩阵微分、最小二乘法、概率基础、大数定律与经验风险，信息论基础、概率模型、凸优化中的基本概念、梯度下降算法、对偶理论及KKT条件、一阶方法和二阶方法等展开。所有的数学内容会形成课程的数学线，所有的数据科学案例，如图像分类、PCA降维、PageRank和SVM等会形成数据线。
4. 课前会在在线平台上传课件及教学视频，方便学生预习及之后的复习。课后辅以习题和编程实验，强化巩固，并配以助教进行答疑讨论。
5. 课程中涉及的难点集中在具体数学定理或计算方法的推导，根据具体教学内容在数据科学与工程实际应用中的地位决定其处理方法。比如矩阵微分的计算、是一个教学难点，但如果学生不能掌握，则对于数据建模中常见优化模型的推导计算和算法设计无从谈起，因此必需细致解释微分计算规则的原理，方法，配以习题使学生熟练掌握。对于凸优化中一些优化算法的收敛性证明则涉及到一些不等式缩放技巧，计算比较繁琐，最终得到的结果形式比较复杂，即使没有完全掌握，也不影响对主干知识的理解和应用。因此，类似这样的内容，具体证明过程不作要求，会以“\*”标出，学生只需记住基本结论、掌握基本思想、会在应用场景中使用即可。

2、 本课程的教学手段是传统与现代相结合，总体上：

1. 采用线上线下结合方式进行，以线下为主，线上为辅，轻量级的翻转课堂；
2. 同学们在课前或课后通过录制的MOOC进行线上的预习和复习；
3. 线下课堂以讲授和讨论为主，主要围绕重点难点内容展开，配合板书展开细节要点；
4. 课后答疑和数值实验指导也是采用线上和线下相结合的方式，提供线下每周固定的答疑时间和线上随时随地的答疑。

3、 在教学方法上主要采用如下几种：

1. 讲授法：对重要的数学基础理论知识的教学采用讲授的教学方法；
2. 讨论法：在本课程的课堂教学中多处采用讨论法，学生通过讨论，进行合作学习，理清知识要点，以此训练同学们的理解能力；
3. 说课法：在本课程课堂教学中，经常会请同学们来对某个知识点进行说课，以此考察同学们的逻辑思维和抽象思维能力、数学语言表述能力和叙事能力；
4. 体验学习教学法：本课程在课后会请同学以老师的视角检查课程知识的建构是否合理，例子是否有趣，以此来训练同学们的宏观结构思维能力；
5. 实验法：把数学实验引入数学基础课程中，改变以往数学基础类课程DTP,纸和笔的教学方法；
6. 练习法：通过课堂和课后的练习，包括数值实践练习，训练同学们的计算证明能力、动手实践能力和应用数学的能力。

六、考核方式

【强调过程性考核：考勤、作业1…n、设计、实验…期中考试、期末考试】

1.应明确表述所采取的考核方式以及各考核方式所占比例。

2.建议明确课程目标通过何种方式考核，考核内容应能支撑所有课程目标。（选填）

* 课程的考核方式：考试，百分制。
* 成绩评定：
* 平时成绩50%（包含考勤5%、随堂问题和讨论15%、课程反馈5%、课后作业和实践25%）
* 期末考试成绩占50%

七、推荐教材和参考资料

教材和参考资料应体现权威性、多样性和前沿性，建议教材应有主辅教材。

1. 推荐教材：《数据科学与工程数学基础》，黄定江，华东师范大学出版社，预计2023年中正式出版。

配合该线下课程和教材的在线MOOC课程，已在超星泛雅<http://mooc1.chaoxing.com/course/208843967.html>

和融优学堂<https://www.livedu.com.cn/ispace4.0/moocxjkc/toKcView.do?kcid=9AE71F2C679BC934E0501B0ADF4F299C>

两个在线平台上线。目前已上线课程视频近1500分钟，预计3月底，所有在线视频上线完成。目前已有8000名左右学生选修该课程。

2、参考资料：

* Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe, Convex Optimization, World Publishing Corporation, 2013.
* Giuseppe Calafiore and Laurent EI Ghaoui. Optimization Models. Cambridge University Press, 2014.
* 张贤达, 矩阵分析与应用，清华大学出版社, 2004。
* Roger A.Horn, Charles R.Johnson , 杨奇译，矩阵分析，机械工业出版社，2005。
* Jorge Nocedal and Stephen Wright, Numerical Optimization, Springer, 1999.

## 八、评分标准【请按照本门课程采用的课程考核方式选择下表之一填写】（具体分段可以根据实际情况调整）

表1：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **评分标准** | | | | |
| **90-100** | **80-89** | **70-79** | **60-69** | **0-59** |
| 了解和掌握矩阵理论、概率与信息论和优化理论的高阶知识，并能将所学的理论知识应用于数据分析和机器学习实际问题的表示、建模和求解过程中去 | 初步形成数学学习的“三观”和具备四种核心的能力，能够从机器学习和人工智能领域的问题发现新的数学问题和知识，并加以解决 | 能够熟练掌握本课程的内容并灵活应用于数据科学、机器学习和人工智能领域的实际问题时，具备举一反三、抽象问题的能力 | 基本掌握了本课程大部分内容，并能够应用这些内容解决具体问题，具有一定的计算和推导能力、具备较好的逻辑思维能力 | 能够理解本课程大部分教学内容，但不一定完全掌握，具备简单的计算推理证明能力和一定的逻辑思维能力 | 未完全理解本课程的主干核心内容并加以应用，各方面的思维能力和数学素养都有待加强 |

注：具体分数以平时成绩和考试加权为主，上表所列是达到这个分数的同学期望具备的数学素养、思维水平和知识能力的一个体现。