**《分布计算系统》课程教学大纲**

**课程名称（中文）：分布计算系统**

**课程名称（英文）：Distributed Computing System**

**课程性质：专业必修**

**学分：4**

**学时：90，其中理论学时：54，实践（实验）学时：36**

**授课对象：数据科学与大数据技术专业**

**授课语言：中文**

**开课院系：数据科学与工程学院**

**课程网址：https://dasebigdata.github.io/**

**撰写人：徐辰**

**一、课程简介（中文）**

自从Hadoop项目问世以来，经过十几年的发展，用于进行大规模数据处理的系统不断涌现，例如MapReduce、Spark、Flink系统等。从分布式系统的角度来看，这些用于大规模数据处理的系统都属于分布式计算系统的范畴。作为数据科学与大数据技术专业的学生来说，学习如何使用这些这些系统是十分必要的。然而，我们认为不仅需要讲述当前主流的分布式数据处理系统的基本使用，更应当讲授系统背后的设计原理。在数据科学与大数据技术专业人才培养方案中，该课程将注重培养学生“系统架构师”的素养。具体来说，课程主要致力于帮助数据科学与大数据技术专业的本科生理解分布式计算系统的主要设计原理，从而合理地使用这些系统编写基本的应用程序。课程注重讲述系统的体系架构和核心原理，为进一步培养“系统架构师”的能力打下基础。因此，我们希望修读该课程后的学生能够成为优秀的“驾驶员”，同时也能够成为初级的“造车人”。

传统的分布式系统课程往往作为计算机科学与技术、软件工程等相关专业的高年级本科生课程开设，这类课程主要注重于讨论分布式系统的进程通信、分布式程序设计语言、一致性协议、命名与保护、容错技术等分布式系统设计的基本问题。这些分布式系统设计理论十分重要，但对于大多数本科生来说都过于高深而且内容过于陈旧，因此不太适合作为所有本科生的必修课。另一类分布式编程或并行计算类课程侧重于强调分布式或并行算法设计，对本科生而言，学习门槛也比较高，也不适合作为所有本科生的必修课程。部分高校计算机科学与技术、软件工程等相关专业已经开设了大数据编程类选修课程，主要讲授前述系统部署及编程使用，并不涉及过多的系统设计原理的分析。

基于上述原因，我们选取了典型的分布式计算系统，将原理、架构、编程的知识进行有机结合，形成了一门新的课程。从数据处理系统生态圈的角度来看，分布式计算系统处于核心数据处理引擎的地位。根据引擎所处理的对象不同，分布式计算系统可以进一步划分为批处理系统、流计算系统、批流融合系统、图处理系统、机器学习系统等。本课程分别选取了典型的系统，包括MapReduce、Spark、Flink等，统一从设计思想、体系架构、工作原理、容错机制和编程使用五个维度进行剖析。由于这些分布式计算系统在整个数据处理系统生态圈中不可能孤立地存在，所以我们在课程中也将介绍数据存储系统HDFS、资源管理系统Yarn的内容。此外，本课程在介绍这些系统的时候选择性介绍其涉及的分布式系统理论。例如，在介绍Flink容错机制讲解分布式系统中的全局一致的状态及快照算法。因此，本课程将传统计算机专业的分布式系统课程的理论知识与当前主流数据处理系统的实践内容进行了有机结合。

这门课程是为数据科学与大数据技术专业本科生开设的核心专业必修课。学生需要先行掌握程序设计、计算机系统、操作系统、数据库系统等基础知识，熟悉Java/Scala编程语言和Linux操作系统的基本使用。

**二、课程目标**

目标1：学生了解分布式计算系统的基本原理与技术，能够使用常用系统进行编程。

目标2：学生理解各类分布式计算系统架构联系与区别，能够阐述系统发展演变的内在逻辑。

目标3：学生在掌握分布式计算系统设计的核心原理的基础上，能够分析比较各类系统的优缺点。

目标4：学生在使用分布式计算系统进行编程的过程中，能够根据理论知识合理地优化程序设计。

**三、教学内容、学时分配和作业要求**

教学内容共48学时，答疑3学时，考试周3学时，共54学时

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **教学内容** | | |
| **大类知识点** | **小类知识点** | **学时分配** |
| 1. 绪论 | 从数据管理角度看分布式系统 | 2 |
| 分布式计算系统的内涵与外延 | 1 |
| 2. 分布式文件系统HDFS | HDFS的设计思想和体系架构 | 1 |
| HDFS工作原理（文件读写与访问模型） | 1 |
| HDFS容错机制和文件读写编程 | 1 |
| 3. 批处理系统MapReduce | MapReduce设计思想和体系架构 | 2 |
| MapReduce工作原理（Map、Shuffle、Reduce的工作过程） | 3 |
| MapReduce的容错机制 | 1 |
| MapReduce基础编程 | 3 |
| 编程习题课 | 3 |
| 4. 批处理系统Spark | Spark设计思想（RDD数据模型、DAG计算模型） | 2 |
| Spark体系架构与工作原理 | 3 |
| Spark容错机制 | 1 |
| RDD基础编程 | 3 |
| 编程习题课 | 3 |
| 5. 资源管理系统Yarn | Yarn设计思想与工作原理 | 1 |
| Yarn应用案例（第二代MapReduce、基于Yarn的Spark部署） | 2 |
| 6. 流计算系统Flink | Flink设计思想（DataStream数据模型、DAG计算模型、迭代模型） | 2 |
| Flink体系架构与数据传输方式 | 2 |
| Flink状态管理与容错机制 | 2 |
| DataStream基础编程 | 3 |
| 编程习题课 | 3 |
| 7. 总结 | 课程总结 | 3 |
|  | 合计 | 48 |

实践教学内容共36学时

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **实践教学内容** | | | |
| **实践项目** | **所需知识点** | **实践要求** | **学时分配** |
| 1. Linux操作系统部署实践 | 1 | 初步了解分布式大数据处理系统有关基本概念；熟悉Linux基本操作 | 2 |
| 1. 编程环境配置 | 1 | 完成编程环境的设置，掌握编写Java/Scala程序的基本流程 | 2 |
| 1. Hadoop部署 | 2 | 掌握单机伪分布式部署Hadoop 1.0的方法，掌握Hadoop 2.0的部署方法 | 4 |
| 1. HDFS编程 | 2 | 熟悉常用的HDFS命令，并且编写程序利用HDFS的API进行文件读写 | 2 |
| 1. MapReduce编程 | 2、3 | 掌握MapReduce基本程序设计，并熟练运用 | 6 |
| 1. Spark部署 | 4 | 掌握Spark的部署及使用Spark Shell | 2 |
| 1. Spark编程 | 4 | 掌握Spark RDD编程 | 6 |
| 1. Yarn部署 | 3、4、5 | 能够使用Yarn部署不同应用，并运用UI进行作业监控 | 2 |
| 1. Flink部署 | 5、6 | 掌握Flink的部署方式，包括基于Yarn的部署 | 2 |
| 1. Flink编程 | 6 | 掌握Flink API的编程，并且熟练运用 | 6 |
| 1. 总结 | 1、2、3、4、5、6 | 掌握部署及编程的一般规律 | 2 |
|  |  | 合计 | 36 |

**四、教材、参考书目或其它学习材料**

教材：徐辰 编著，分布式计算系统，高等教育出版社，2022年。

参考资料：

1. Martin Kleppmann，设计数据密集型应用（影印版），东南大学出版社，2017年。
2. 分布式系统概念与设计（原书第5版），George Coulouris等著，金蓓弘等译，机械工业出版社，2012年。
3. 金海、石宣化，大数据处理，高等教育出版社，2018年。
4. 林子雨，大数据技术原理与应用（第2版），人民邮电出版社，2017年。

**五、考核办法与评价结构比例**

课程考核由平时成绩和期末成绩两部分组成，各占50%，详见下表。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 考核方式 | 占该项比例 | 占总评比例 |
| 平时成绩 | 考勤 | 10% | 5% |
| 课堂讨论 | 15% | 7.5% |
| 编程作业 | 30% | 15% |
| 上机实验 | 45% | 22.5% |
| 期末成绩 | 笔试 | 100% | 50% |