

# 《大数据技术原理与应用》

<http://www.icourse163.org/course/XMU-1002335004>

中国大学MOOC 2018年春季学期

## 第3讲 分布式文件系统HDFS

林子雨

厦门大学计算机科学系

E-mail: [ziyulin@xmu.edu.cn](mailto:ziyulin@xmu.edu.cn) ▶▶

主页: <http://www.cs.xmu.edu.cn/linziyu>





中国大学MOOC《大数据技术原理与应用》课程地址：  
<http://www.icourse163.org/course/XMU-1002335004>

中国大学MOOC 课程 名校 学·问 学校云 考研 新

客户端 搜索感兴趣的课程 登录 | 注册

厦門大學 XIAMEN UNIVERSITY

大数据技术原理与应用

入门级大数据精品课程，适合初学者，完备的课程在线服务体系，可以帮助初学者实现“零基础”学习大数据。课程指导思想是“构建知识体系、阐明基本原理、引导初级实践、了解相关应用”。课程由国内高校知名大数据教师厦门大学林子雨老师主讲。配套的《大数据技术原理与应用》教材已经被众多高校采用。

大数据技术原理与应用  
BIGDATA TECHNOLOGY AND APPLICATION  
打开大数据之门，遨游大数据世界



# 课程重要资料



## 大数据软件安装和编程指南

读者在学习《大数据技术原理与应用》MOOC课程时，需要进行安装Linux系统和各种大数据软件，并开展基础编程实践。这个实践过程，如果没有配套的指南，将会耗费读者大量的时间，而且在实践过程中的大量障碍，网络上都没有现成的答案，会给读者带来很大的挫折感，感觉学习大数据是一件“痛苦的事情”。为了帮助读者实现“零基础”学习大数据并顺畅完成实验环境搭建和开展基础编程，课程团队建设了与本课程配套的《大数据软件安装和基础编程实践指南》，读者即使没有Linux系统知识，没有学习过任何大数据软件的使用，也可以在自己熟悉的Windows操作系统上顺利安装Linux虚拟机和各种大数据软件，顺利完成基础的编程实践，让学习入门级大数据技术变得“相对容易”。课程团队在过去5年时间里建设的在线免费资源，大大降低了大数据技术学习门槛，已经较好地帮助很多大数据初学者顺利完成了大数据基础实践，获得了读者的好评，目前，厦门大学数据库实验室网站上的这些在线免费大数据教学资源每年访问量超过100万次，在国内高校形成了广泛的影响力。

**重要提示：**读者在学习《大数据技术原理与应用》MOOC课程时，在中国大学MOOC课程的栏目中，有一个名称为“大数据软件安装和编程指南”的子栏目，进入这个栏目，可以帮助读者顺利完成大数据上机环境的安装和开展基础编程实践。在观看每个章节的MOOC视频时，可以充分利用该栏目辅助自己完成上机实验操作。



# 欢迎访问教材官网获取教学资源

## 《大数据技术原理与应用——大数据概念、存储、处理、分析与应用》

教材官网: <http://dbllab.xmu.edu.cn/post/bigdata>

厦门大学 林子雨编著, 人民邮电出版社, 2017年1月第2版  
ISBN:978-7-115-44330-4

- 国内高校第一本系统介绍大数据知识专业教材
- 京东、当当等各大网店畅销书籍
- 大数据入门教材精品
- 国内多所高校采用本教材开课
- 配套目前国内高校最完备的课程公共服务平台
- 福建省精品在线开放课程







# 提纲

- 3.1 分布式文件系统
- 3.2 HDFS简介
- 3.3 HDFS相关概念
- 3.4 HDFS体系结构
- 3.5 HDFS存储原理
- 3.6 HDFS数据读写过程
- 3.7 HDFS编程实践

本PPT是如下教材的配套讲义：

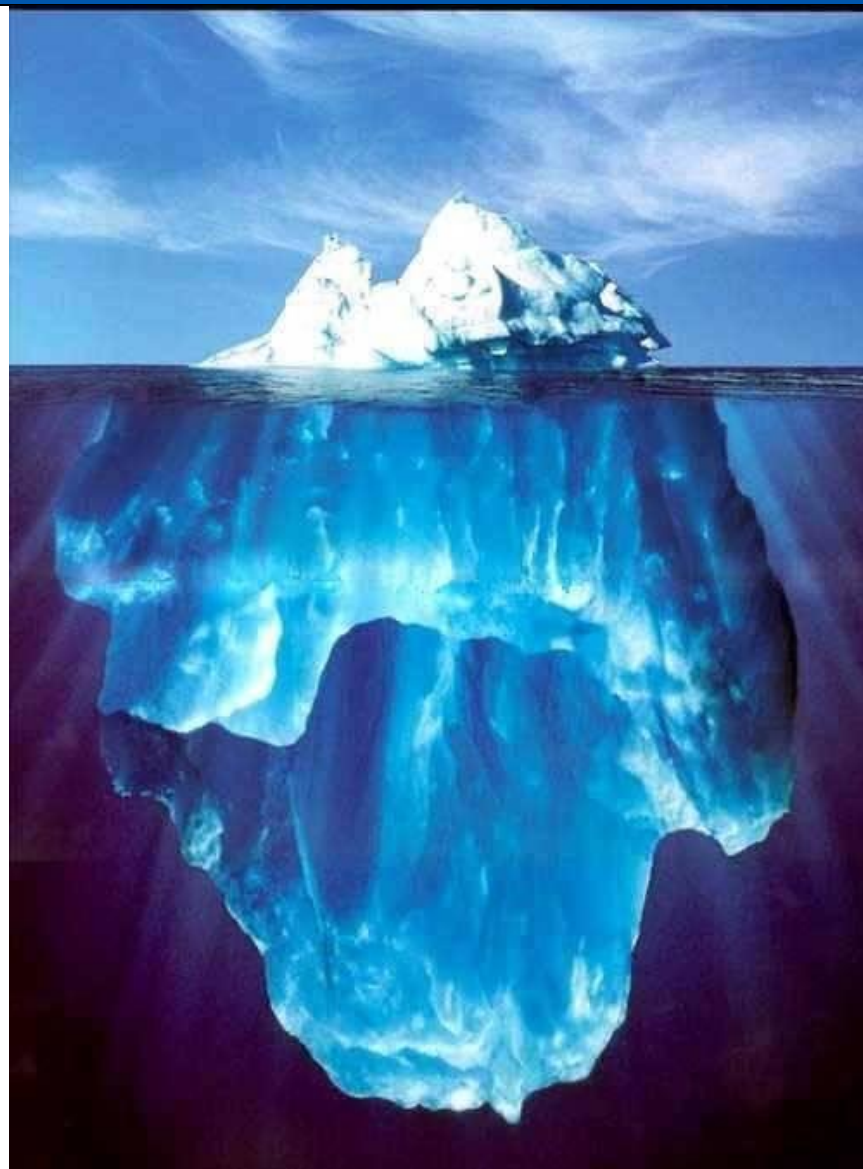
《大数据技术原理与应用——概念、存储、处理、分析与应用》  
(2017年1月第2版)

厦门大学 林子雨 编著，人民邮电出版社

ISBN:978-7-115-44330-4

欢迎访问《大数据技术原理与应用》教材官方网站，免费  
获取教材配套资源：

<http://dmlab.xmu.edu.cn/post/bigdata>





## 3.1 分布式文件系统

- 3.1.1 计算机集群结构
- 3.1.2 分布式文件系统的结构



## 3.1.1 计算机集群结构

- 分布式文件系统把文件分布存储到多个计算机节点上，成千上万的计算机节点构成计算机集群
- 与之前使用多个处理器和专用高级硬件的并行化处理装置不同的是，目前的分布式文件系统所采用的计算机集群，都是由普通硬件构成的，这就大大降低了硬件上的开销

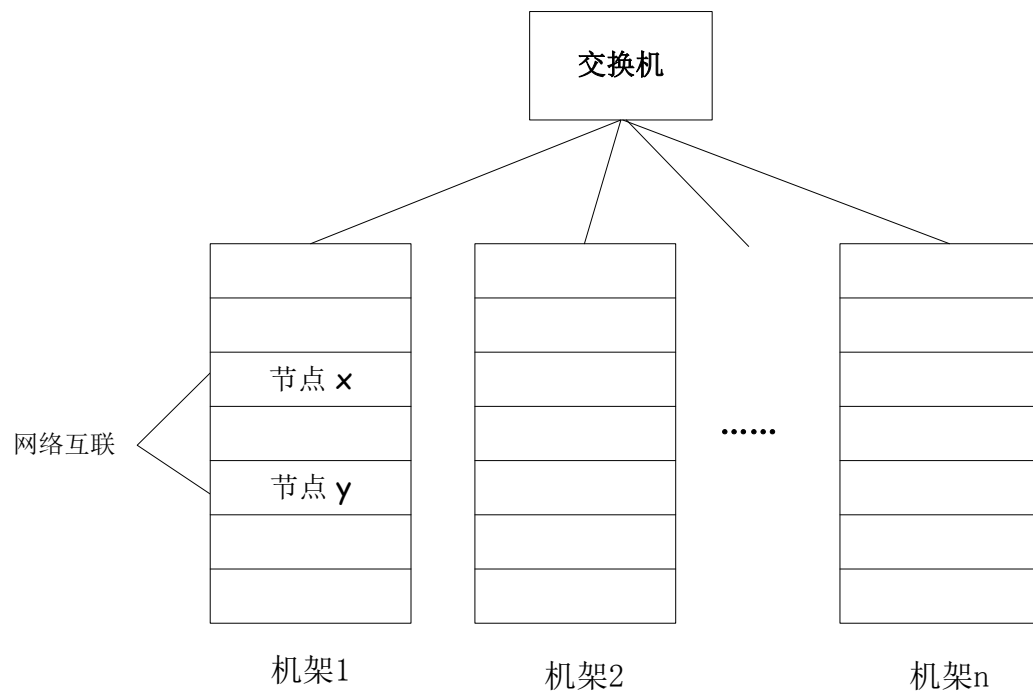


图3-1 计算机集群的基本架构



## 3.1.2 分布式文件系统的结构

分布式文件系统在物理结构上是由计算机集群中的多个节点构成的，这些节点分为两类，一类叫“主节点” (Master Node) 或者也被称为“名称结点” (NameNode)，另一类叫“从节点” (Slave Node) 或者也被称为“数据节点” (DataNode)

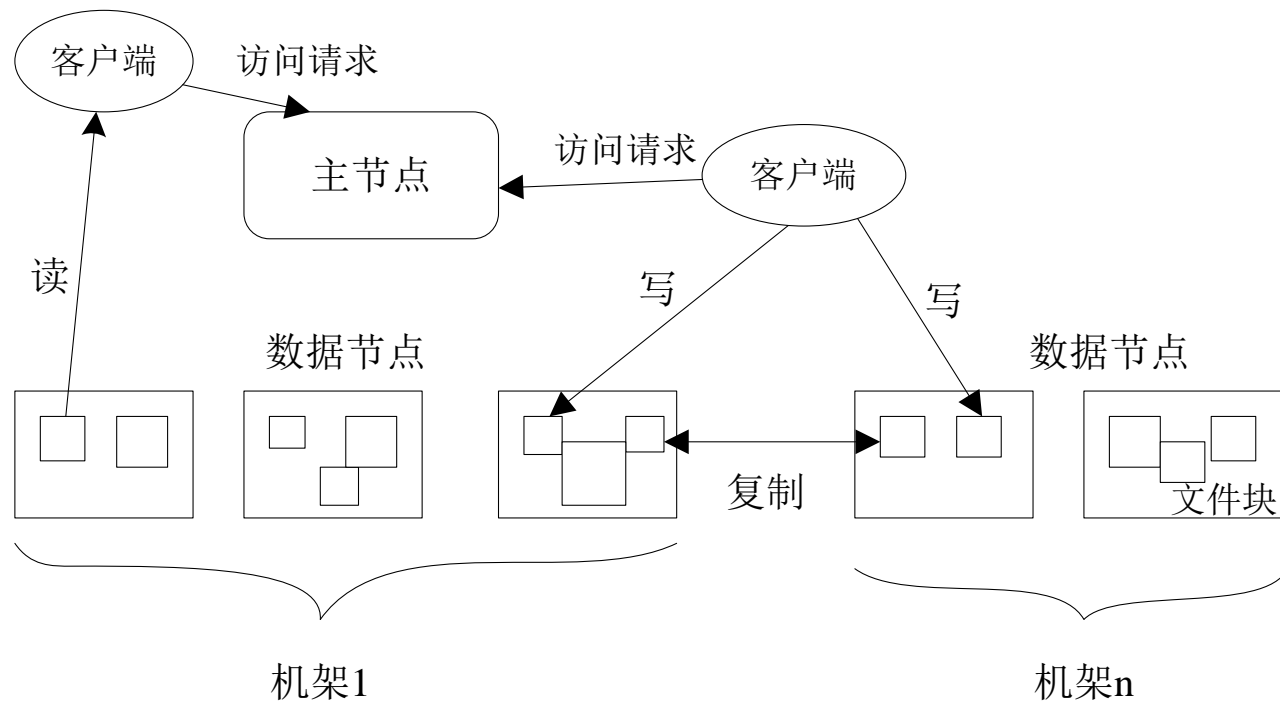


图3-2 大规模文件系统的整体结构





## 3.2 HDFS简介

总体而言，HDFS要实现以下目标：

- 兼容廉价的硬件设备
- 流数据读写
- 大数据集
- 简单的文件模型
- 强大的跨平台兼容性

HDFS特殊的设计，在实现上述优良特性的同时，也使得自身具有一些应用局限性，主要包括以下几个方面：

- 不适合低延迟数据访问
- 无法高效存储大量小文件
- 不支持多用户写入及任意修改文件



## 3.3.1块

HDFS默认一个块64MB，一个文件被分成多个块，以块作为存储单位

块的大小远远大于普通文件系统，可以最小化寻址开销

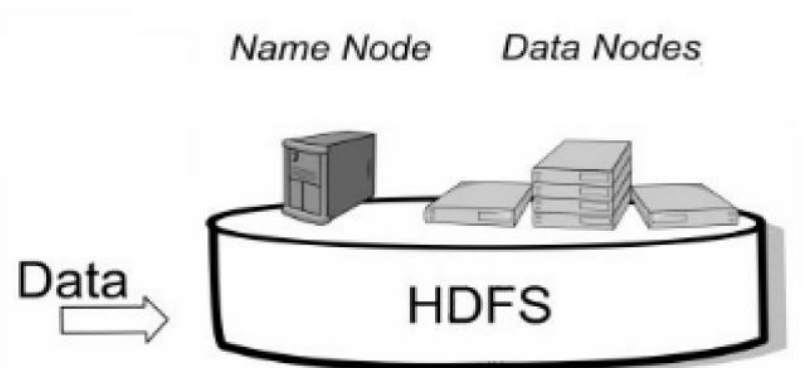
HDFS采用抽象的块概念可以带来以下几个明显的好处：

- **支持大规模文件存储：**文件以块为单位进行存储，一个大规模文件可以被分拆成若干个文件块，不同的文件块可以被分发到不同的节点上，因此，一个文件的大小不会受到单个节点的存储容量的限制，可以远远大于网络中任意节点的存储容量
- **简化系统设计：**首先，大大简化了存储管理，因为文件块大小是固定的，这样就可以很容易计算出一个节点可以存储多少文件块；其次，方便了元数据的管理，元数据不需要和文件块一起存储，可以由其他系统负责管理元数据
- **适合数据备份：**每个文件块都可以冗余存储到多个节点上，大大提高了系统的容错性和可用性



## 3.3.2名称节点和数据节点

### HDFS主要组件的功能



#### metadata

File.txt=  
Blk A:  
DN1, DN5, DN6  
  
Blk B:  
DN7, DN1, DN2  
  
Blk C:  
DN5, DN8, DN9

NameNode	DataNode
• 存储元数据	• 存储文件内容
• 元数据保存在内存中	• 文件内容保存在磁盘
• 保存文件,block , datanode 之间的映射关系	• 维护了block id到datanode本地文件的映射关系



## 3.3.2名称节点和数据节点

### 名称节点的数据结构

- 在HDFS中，名称节点（NameNode）负责管理分布式文件系统的命名空间（Namespace），保存了两个核心的数据结构，即FsImage和EditLog
  - FsImage用于维护文件系统树以及文件树中所有的文件和文件夹的元数据
  - 操作日志文件EditLog中记录了所有针对文件的创建、删除、重命名等操作
- 名称节点记录了每个文件中各个块所在的数据节点的位置信息

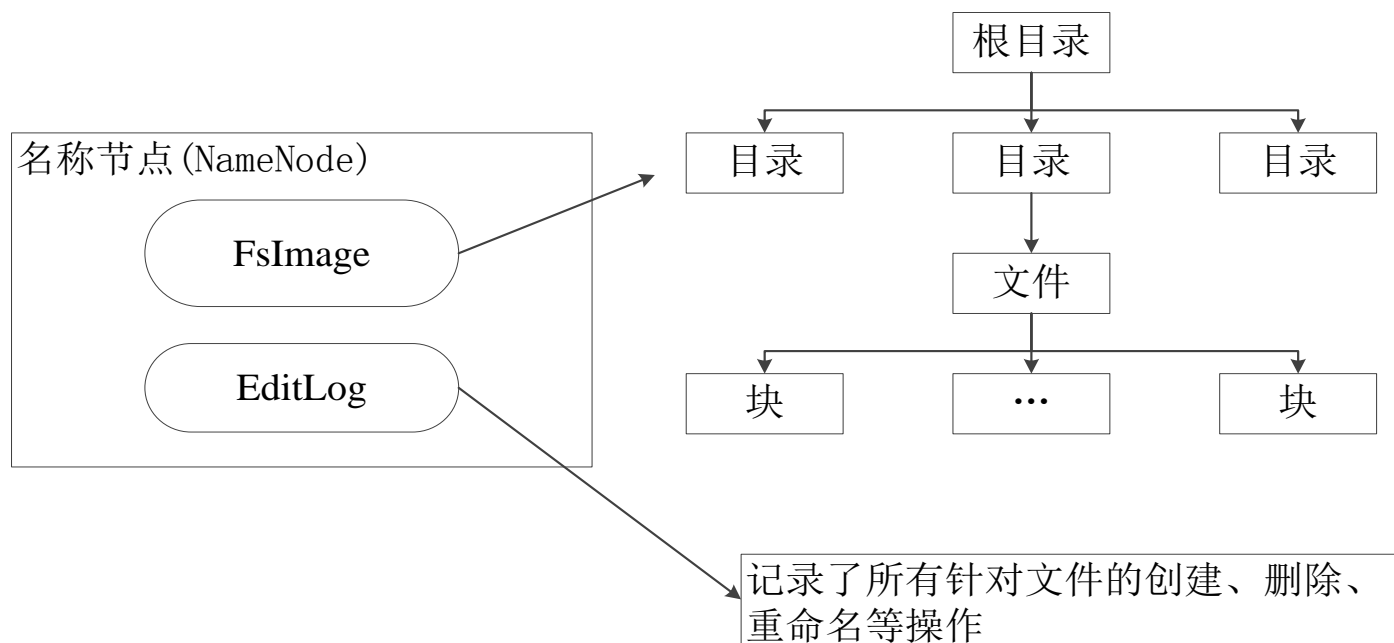


图3-3 名称节点的数据结构



## 3.3.2 名称节点和数据节点

### FsImage文件

- **FsImage**文件包含文件系统中所有目录和文件**inode**的序列化形式。每个**inode**是一个文件或目录的元数据的内部表示，并包含此类信息：文件的复制等级、修改和访问时间、访问权限、块大小以及组成文件的块。对于目录，则存储修改时间、权限和配额元数据
- **FsImage**文件没有记录块存储在哪个数据节点。而是由名称节点把这些映射保留在内存中，当数据节点加入**HDFS**集群时，数据节点会把自己所包含的块列表告知给名称节点，此后会定期执行这种告知操作，以确保名称节点的块映射是最新的。



## 3.3.2名称节点和数据节点

### 名称节点的启动

- 在名称节点启动的时候，它会将FsImage文件中的内容加载到内存中，之后再执行EditLog文件中的各项操作，使得内存中的元数据和实际的同步，存在内存中的元数据支持客户端的读操作。
- 一旦在内存中成功建立文件系统元数据的映射，则创建一个新的FsImage文件和一个空的EditLog文件
- 名称节点起来之后，HDFS中的更新操作会重新写到EditLog文件中，因为FsImage文件一般都很大（GB级别的很常见），如果所有的更新操作都往FsImage文件中添加，这样会导致系统运行的十分缓慢，但是，如果往EditLog文件里面写就不会这样，因为EditLog要小很多。每次执行写操作之后，且在向客户端发送成功代码之前，edits文件都需要同步更新





## 3.3.2名称节点和数据节点

### 名称节点运行期间EditLog不断变大的问题

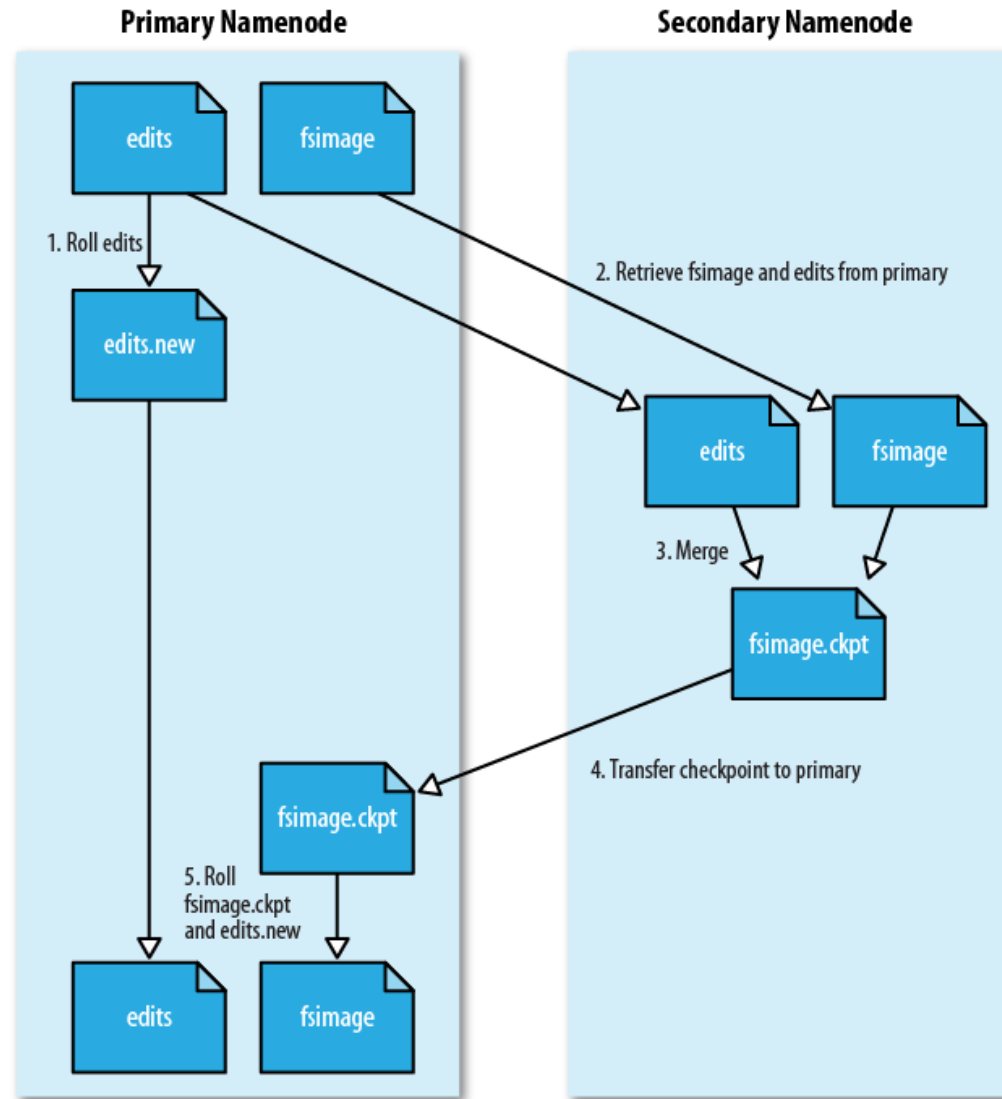
- 在名称节点运行期间，HDFS的所有更新操作都是直接写到EditLog中，久而久之，EditLog文件将会变得很大
- 虽然这对名称节点运行时候是没有什么明显影响的，但是，当名称节点重启的时候，名称节点需要先将FsImage里面的所有内容映像到内存中，然后再一条一条地执行EditLog中的记录，当EditLog文件非常大的时候，会导致名称节点启动操作非常慢，而在这段时间内HDFS系统处于安全模式，一直无法对外提供写操作，影响了用户的使用

如何解决？答案是：SecondaryNameNode第二名称节点

**第二名称节点**是HDFS架构中的一个组成部分，它是用来保存名称节点中对HDFS元数据信息的备份，并减少名称节点重启的时间。SecondaryNameNode一般是单独运行在一台机器上



## 3.3.2名称节点和数据节点



SecondaryNameNode的工作情况:

(1) SecondaryNameNode会定期和NameNode通信, 请求其停止使用EditLog文件, 暂时将新的写操作写到一个新的文件edit.new上来, 这个操作是瞬间完成, 上层写日志的函数完全感觉不到差别;

(2) SecondaryNameNode通过HTTP GET方式从NameNode上获取到FsImage和EditLog文件, 并下载到本地的相应目录下;

(3) SecondaryNameNode将下载下来的FsImage载入到内存, 然后一条一条地执行EditLog文件中的各项更新操作, 使得内存中的FsImage保持最新; 这个过程就是EditLog和FsImage文件合并;

(4) SecondaryNameNode执行完(3)操作之后, 会通过post方式将新的FsImage文件发送到NameNode节点上

(5) NameNode将从SecondaryNameNode接收到的新的FsImage替换旧的FsImage文件, 同时将edit.new替换EditLog文件, 通过这个过程EditLog就变小了



## 3.3.2 名称节点和数据节点

### 数据节点（DataNode）

- 数据节点是分布式文件系统HDFS的工作节点，负责数据的存储和读取，会根据客户端或者是名称节点的调度来进行数据的存储和检索，并且向名称节点定期发送自己所存储的块的列表
- 每个数据节点中的数据会被保存在各自节点的本地Linux文件系统中



## 3.4 HDFS体系结构

- 3.4.1 HDFS体系结构概述
- 3.4.2 HDFS命名空间管理
- 3.4.3 通信协议
- 3.4.4 客户端
- 3.4.5 HDFS体系结构的局限性



## 3.4.1 HDFS体系结构概述

HDFS采用了主从（Master/Slave）结构模型，一个HDFS集群包括一个名称节点（NameNode）和若干个数据节点（DataNode）（如图3-4所示）。名称节点作为中心服务器，负责管理文件系统的命名空间及客户端对文件的访问。集群中的数据节点一般是一个节点运行一个数据节点进程，负责处理文件系统客户端的读/写请求，在名称节点的统一调度下进行数据块的创建、删除和复制等操作。每个数据节点的数据实际上是保存在本地Linux文件系统

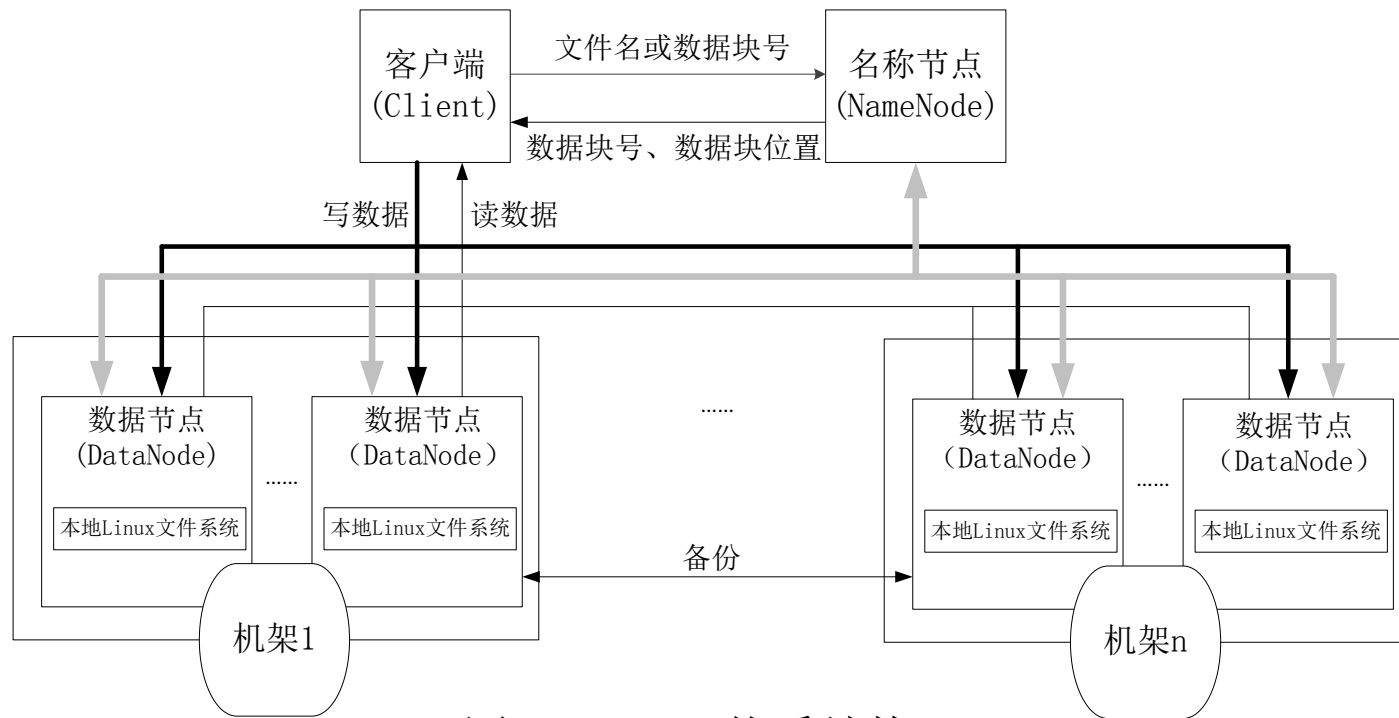


图3-4 HDFS体系结构



## 3.4.2 HDFS命名空间管理

- HDFS的命名空间包含目录、文件和块
- 在HDFS1.0体系结构中，在整个HDFS集群中只有一个命名空间，并且只有唯一一个名称节点，该节点负责对这个命名空间进行管理
- HDFS使用的是传统的分级文件体系，因此，用户可以像使用普通文件系统一样，创建、删除目录和文件，在目录间转移文件，重命名文件等





### 3.4.3通信协议

- HDFS是一个部署在集群上的分布式文件系统，因此，很多数据需要通过网络进行传输
- 所有的HDFS通信协议都是构建在TCP/IP协议基础之上的
- 客户端通过一个可配置的端口向名称节点主动发起TCP连接，并使用客户端协议与名称节点进行交互
- 名称节点和数据节点之间则使用数据节点协议进行交互
- 客户端与数据节点的交互是通过RPC（Remote Procedure Call）来实现的。在设计上，名称节点不会主动发起RPC，而是响应来自客户端和数据节点的RPC请求



## 3.4.4客户端

- 客户端是用户操作HDFS最常用的方式，HDFS在部署时都提供了客户端
- HDFS客户端是一个库，暴露了HDFS文件系统接口，这些接口隐藏了HDFS实现中的大部分复杂性
- 严格来说，客户端并不算是HDFS的一部分
- 客户端可以支持打开、读取、写入等常见的操作，并且提供了类似Shell的命令行方式来访问HDFS中的数据
- 此外，HDFS也提供了Java API，作为应用程序访问文件系统的客户端编程接口



## 3.4.5 HDFS体系结构的局限性

HDFS只设置唯一一个名称节点，这样做虽然大大简化了系统设计，但也带来了一些明显的局限性，具体如下：

- （1）**命名空间的限制**：名称节点是保存在内存中的，因此，名称节点能够容纳的对象（文件、块）的个数会受到内存空间大小的限制。
- （2）**性能的瓶颈**：整个分布式文件系统的吞吐量，受限于单个名称节点的吞吐量。
- （3）**隔离问题**：由于集群中只有一个名称节点，只有一个命名空间，因此，无法对不同应用程序进行隔离。
- （4）**集群的可用性**：一旦这个唯一的名称节点发生故障，会导致整个集群变得不可用。



## 3.5 HDFS存储原理

- 3.5.1 冗余数据保存
- 3.5.2 数据存取策略
- 3.5.3 数据错误与恢复



## 3.5.1 冗余数据保存

作为一个分布式文件系统，为了保证系统的容错性和可用性，**HDFS**采用了多副本方式对数据进行冗余存储，通常一个数据块的多个副本会被分布到不同的数据节点上，如图3-5所示，数据块1被分别存放到数据节点A和C上，数据块2被存放在数据节点A和B上。这种多副本方式具有以下几个优点：

- (1) 加快数据传输速度
- (2) 容易检查数据错误
- (3) 保证数据可靠性

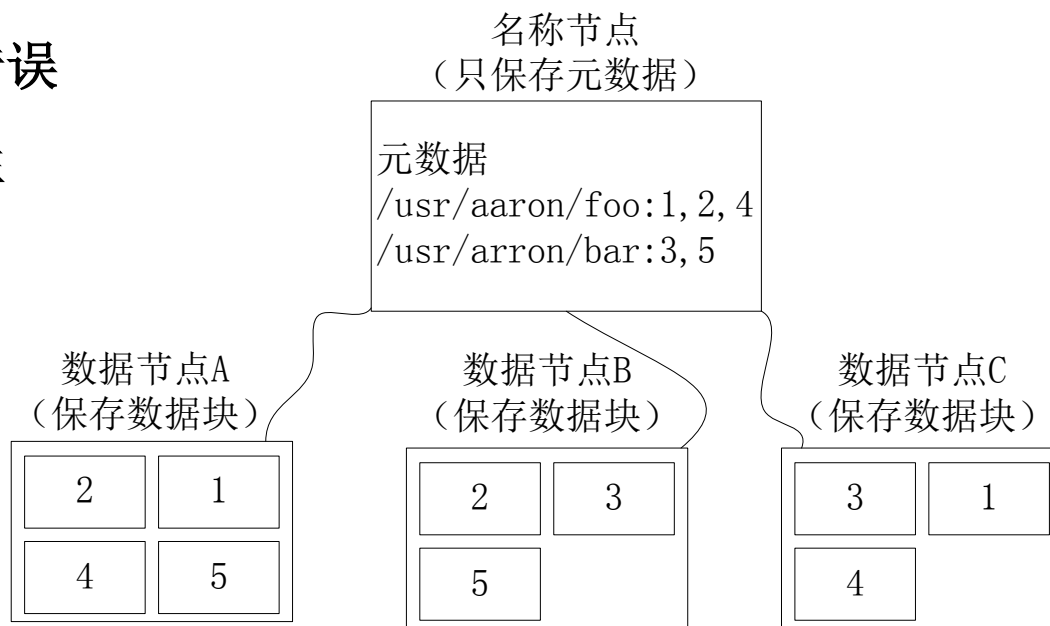


图3-5 HDFS数据块多副本存储

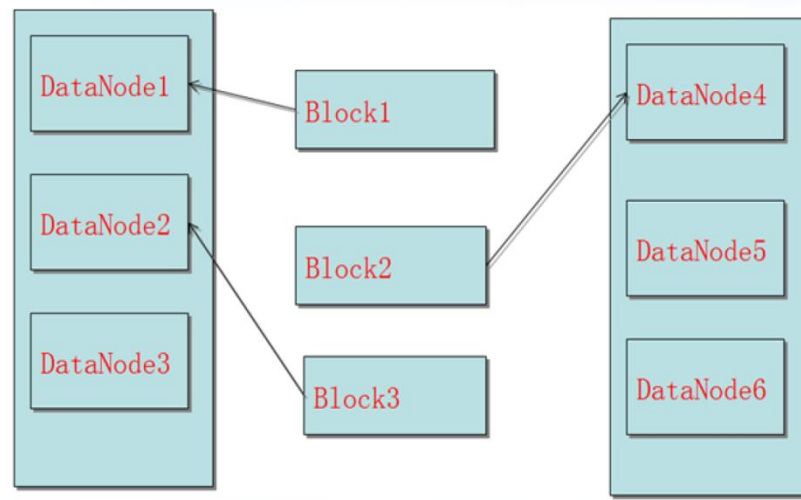


## 3.5.2 数据存取策略

### 1. 数据存放

- 第一个副本：放置在上传文件的数据节点；如果是集群外提交，则随机挑选一台磁盘不太满、CPU不太忙的节点
- 第二个副本：放置在与第一个副本不同的机架的节点上
- 第三个副本：与第一个副本相同机架的其他节点上
- 更多副本：随机节点

Block的副本放置策略







## 3.5.2 数据存取策略

### 2. 数据读取

- HDFS提供了一个API可以确定一个数据节点所属的机架ID，客户端也可以调用API获取自己所属的机架ID
- 当客户端读取数据时，从名称节点获得数据块不同副本的存放位置列表，列表中包含了副本所在的数据节点，可以调用API来确定客户端和这些数据节点所属的机架ID，当发现某个数据块副本对应的机架ID和客户端对应的机架ID相同时，就优先选择该副本读取数据，如果没有发现，就随机选择一个副本读取数据



## 3.5.3 数据错误与恢复

**HDFS**具有较高的容错性，可以兼容廉价的硬件，它把硬件出错看作一种常态，而不是异常，并设计了相应的机制检测数据错误和进行自动恢复，主要包括以下几种情形：名称节点出错、数据节点出错和数据出错。

### 1. 名称节点出错

名称节点保存了所有的元数据信息，其中，最核心的两大数据结构是**FsImage**和**Editlog**，如果这两个文件发生损坏，那么整个**HDFS**实例将失效。因此，**HDFS**设置了备份机制，把这些核心文件同步复制到备份服务器**SecondaryNameNode**上。当名称节点出错时，就可以根据备份服务器**SecondaryNameNode**中的**FsImage**和**Editlog**数据进行恢复。



## 3.5.3数据错误与恢复

### 2. 数据节点出错

- 每个数据节点会定期向名称节点发送“心跳”信息，向名称节点报告自己的状态
- 当数据节点发生故障，或者网络发生断网时，名称节点就无法收到来自一些数据节点的心跳信息，这时，这些数据节点就会被标记为“宕机”，节点上面的所有数据都会被标记为“不可读”，名称节点不会再给它们发送任何I/O请求
- 这时，有可能出现一种情形，即由于一些数据节点的不可用，会导致一些数据块的副本数量小于冗余因子
- 名称节点会定期检查这种情况，一旦发现某个数据块的副本数量小于冗余因子，就会启动数据冗余复制，为它生成新的副本
- HDFS和其它分布式文件系统的最大区别就是可以调整冗余数据的位置



## 3.5.3数据错误与恢复

### 3. 数据出错

- 网络传输和磁盘错误等因素，都会造成数据错误
- 客户端在读取到数据后，会采用md5和sha1对数据块进行校验，以确定读取到正确的数据
- 在文件被创建时，客户端就会对每一个文件块进行信息摘录，并把这些信息写入到同一个路径的隐藏文件里面
- 当客户端读取文件的时候，会先读取该信息文件，然后，利用该信息文件对每个读取的数据块进行校验，如果校验出错，客户端就会请求到另外一个数据节点读取该文件块，并且向名称节点报告这个文件块有错误，名称节点会定期检查并且重新复制这个块



## 3.6 HDFS数据读写过程

- 3.6.1 读数据的过程
- 3.6.2 写数据的过程



## 3.6 HDFS数据读写过程

读取文件

```
import java.io.BufferedReader;
import java.io.InputStreamReader;
import org.apache.hadoop.conf.Configuration;
import org.apache.hadoop.fs.FileSystem;
import org.apache.hadoop.fs.Path;
import org.apache.hadoop.fs.FSDataInputStream;
public class Chapter3 {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            Configuration conf = new Configuration();
            FileSystem fs = FileSystem.get(conf);
            Path filename = new Path("hdfs://localhost:9000/user/hadoop/test.txt");
            FSDataInputStream is = fs.open(filename);
            BufferedReader d = new BufferedReader(new InputStreamReader(is));
            String content = d.readLine(); //读取文件一行
            System.out.println(content);
            d.close(); //关闭文件
            fs.close(); //关闭hdfs
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```





## 3.6 HDFS数据读写过程

写入文件

```
import org.apache.hadoop.conf.Configuration
import org.apache.hadoop.fs.FileSystem
import org.apache.hadoop.fs.FSDataOutputStream
import org.apache.hadoop.fs.Path

public class Chapter3 {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            Configuration conf = new Configuration();
            FileSystem fs = FileSystem.get(conf);
            byte[] buff = "Hello world".getBytes(); // 要写入的内容
            String filename = " hdfs://localhost:9000/user/hadoop/test.txt "; //要写入的文件名
            FSDataOutputStream os = fs.create(new Path(filename));
            os.write(buff,0,buff.length);
            System.out.println("Create:"+ filename);
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```



## 3.6 HDFS数据读写过程

- **FileSystem**是一个通用文件系统的抽象基类，可以被分布式文件系统继承，所有可能使用Hadoop文件系统的代码，都要使用这个类
- Hadoop为**FileSystem**这个抽象类提供了多种具体实现
- **DistributedFileSystem**就是**FileSystem**在HDFS文件系统中的具体实现
- **FileSystem**的**open()**方法返回的是一个输入流**FSDaInputSteam**对象，在HDFS文件系统中，具体的输入流就是**DFSInputStream**；**FileSystem**中的**create()**方法返回的是一个输出流**FSDaOutputStream**对象，在HDFS文件系统中，具体的输出流就是**DFSOutputStream**。

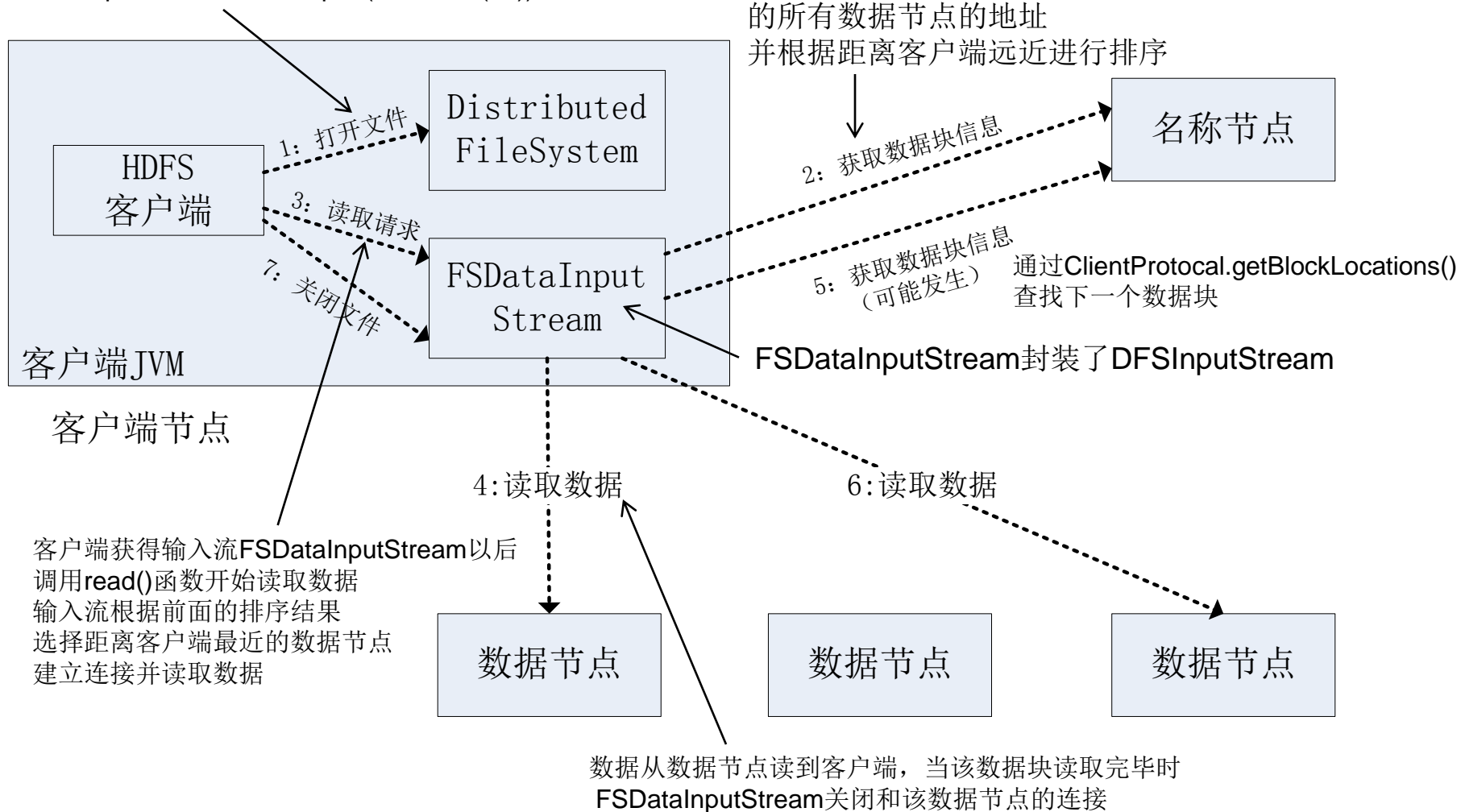
```
Configuration conf = new Configuration();  
FileSystem fs = FileSystem.get(conf);  
FSDaInputSteam in = fs.open(new Path(uri));  
FSDaOutputStream out = fs.create(new Path(uri));
```

备注：创建一个**Configuration**对象时，其构造方法会默认加载工程项目下两个配置文件，分别是**hdfs-site.xml**以及**core-site.xml**，这两个文件中会有访问HDFS所需的参数值，主要是**fs.defaultFS**，指定了HDFS的地址（比如**hdfs://localhost:9000**），有了这个地址客户端就可以通过这个地址访问HDFS了



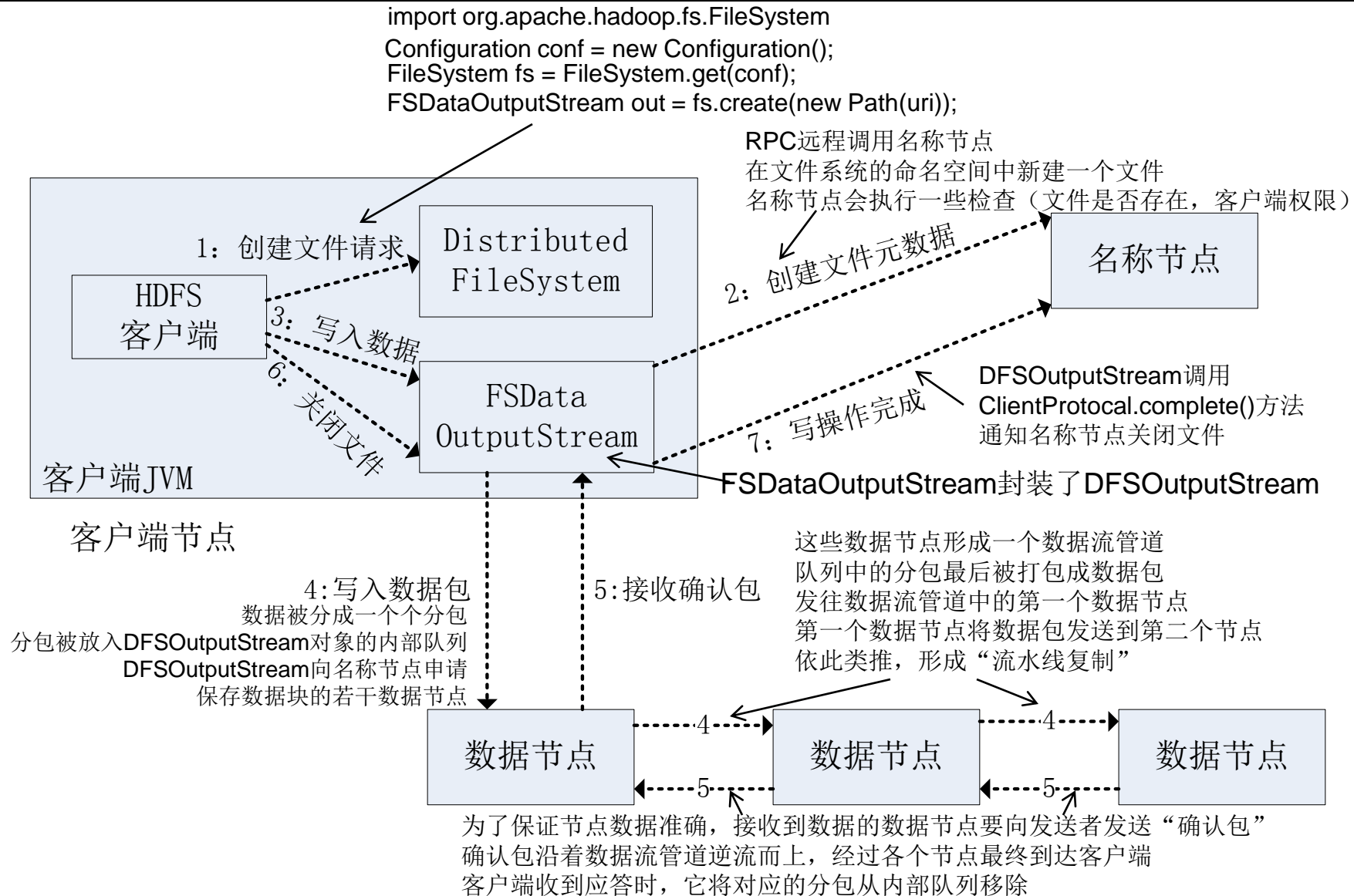
## 3.6.1 读数据的过程

```
import org.apache.hadoop.fs.FileSystem
Configuration conf = new Configuration();
FileSystem fs = FileSystem.get(conf);
FSDataInputStream in = fs.open(new Path(uri));
```





## 3.6.2写数据的过程





## 3.7 HDFS编程实践

学习HDFS编程实践，具体请参见“大数据课程学生服务站”的技术文章：

《大数据技术原理与应用 第三章 Hadoop分布式文件系统 学习指南》

访问地址：<http://dbllab.xmu.edu.cn/blog/290-2/>



## 3.7 HDFS编程实践

Hadoop提供了关于HDFS在Linux操作系统上进行文件操作的常用Shell命令以及Java API。同时还可以利用Web界面查看和管理Hadoop文件系统

备注：Hadoop安装成功后，已经包含HDFS和MapReduce，不需要额外安装。而HBase等其他组件，则需要另外下载安装。

在学习HDFS编程实践前，我们需要启动Hadoop。执行如下命令：

```
$ cd /usr/local/hadoop
$ ./bin/hdfs namenode -format #格式化hadoop的hdfs文件系统
$ ./sbin/start-dfs.sh #启动hadoop
```



## 3.7.1 HDFS常用命令

HDFS有很多shell命令，其中，fs命令可以说是HDFS最常用的命令。利用该命令可以查看HDFS文件系统的目录结构、上传和下载数据、创建文件等。该命令的用法为：

```
hadoop fs [genericOptions] [commandOptions]
```

备注：Hadoop中有三种Shell命令方式：

- `hadoop fs`适用于任何不同的文件系统，比如本地文件系统和HDFS文件系统
- `hadoop dfs`只能适用于HDFS文件系统
- `hdfs dfs`跟`hadoop dfs`的命令作用一样，也只能适用于HDFS文件系统



## 3.7.1 HDFS常用命令

实例:

`hadoop fs -ls <path>`:显示<path>指定的文件的详细信息

`hadoop fs -mkdir <path>`:创建<path>指定的文件夹

```
administrator@ubuntu:~/hadoop/hadoop-1.2.1/bin$ ./hadoop fs -mkdir hdfs://127.0.0.1:9000/tempDir

administrator@ubuntu:~/hadoop/hadoop-1.2.1/bin$ ./hadoop fs -ls hdfs://127.0.0.1:9000/
Found 4 items
drwxr-xr-x  - administrator supergroup          0 2015-04-26 16:30 /hbase
drwxr-xr-x  - administrator supergroup          0 2015-04-26 15:44 /home
drwxr-xr-x  - administrator supergroup          0 2015-04-26 16:46 /tempDir
drwxr-xr-x  - administrator supergroup          0 2015-04-26 15:55 /user
```





## 3.7.1 HDFS常用命令

实例:

`hadoop fs -cat <path>`:将<path>指定的文件的内容输出到标准输出（stdout）

`hadoop fs -copyFromLocal <localsrc> <dst>`:将本地源文件<localsrc>复制到路径<dst>指定的文件或文件夹中

```
administrator@ubuntu:~/hadoop/hadoop-1.2.1/bin$ ./hadoop fs -copyFromLocal /home/administrator/tempfile/* hdfs://127.0.0.1:9000/tempDir
administrator@ubuntu:~/hadoop/hadoop-1.2.1/bin$ ./hadoop fs -ls hdfs://127.0.0.1:9000/tempDir/
Found 8 items
-rw-r--r--  1 administrator supergroup      18 2015-04-26 16:48 /tempDir/file1.txt
-rw-r--r--  1 administrator supergroup      14 2015-04-26 16:48 /tempDir/file1.txt~
-rw-r--r--  1 administrator supergroup      18 2015-04-26 16:48 /tempDir/file2.txt
-rw-r--r--  1 administrator supergroup      18 2015-04-26 16:48 /tempDir/file3.txt
-rw-r--r--  1 administrator supergroup      18 2015-04-26 16:48 /tempDir/file4.abc
-rw-r--r--  1 administrator supergroup      18 2015-04-26 16:48 /tempDir/file5.abc
-rw-r--r--  1 administrator supergroup      17 2015-04-26 16:48 /tempDir/testFile
-rw-r--r--  1 administrator supergroup       0 2015-04-26 16:48 /tempDir/testFile~
administrator@ubuntu:~/hadoop/hadoop-1.2.1/bin$ ./hadoop fs -cat hdfs://127.0.0.1:9000/tempDir/*
this is file1.txt
this is file1
this is file2.txt
this is file3.txt
this is file4.abc
this is file5.abc
welcome to DBLab
```



## 3.7.2HDFS的Web界面

在配置好Hadoop集群之后，可以通过浏览器登录“http://[NameNodeIP]:50070”访问HDFS文件系统

localhost:50070/dfshealth.jsp

NameNode 'localhost:8020'

Started: Thu Jan 15 15:30:34 CST 2015  
Version: 1.2.1, r1503152  
Compiled: Mon Jul 22 15:23:09 PDT 2013 by mattf  
Upgrades: There are no upgrades in progress.

[Browse the filesystem](#)  
[NameNode Logs](#)

Cluster Summary

Safe mode is ON. The reported blocks 7 has reached the threshold (7). Safe mode will be turned off automatically in 29 seconds.

15 files and directories, 7 blocks = 22 total. Heap Size is 61.5 M

Configured Capacity	:	17.27 GB
DFS Used	:	88 KB
Non DFS Used	:	7.79 GB
DFS Remaining	:	9.48 GB
DFS Used%	:	0 %
DFS Remaining%	:	54.9 %
<a href="#">Live Nodes</a>	:	1
<a href="#">Dead Nodes</a>	:	0
<a href="#">Decommissioning Nodes</a>	:	0
Number of Under-Replicated Blocks	:	0

NameNode Storage:

Storage Directory	Type	State
/home/administrator/hadoop_temp/dfs/name	IMAGE_AND_EDITS	Active

通过Web界面的“Browse the filesystem”查看文件  
“hdfs://localhost/home/administrator/tempfile/file1.txt”

localhost:50075/browseBlock.jsp?blockId=-4572935344242694132&blockSize=18&genstamp=102

File: [/home/administrator/tempfile/file1.txt](#)

Goto :

[Go back to dir listing](#)

[Advanced view/download options](#)

this is file1.txt



## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

### 利用Java API与HDFS进行交互

实例：利用hadoop 的java api检测伪分布式文件系统HDFS上是否存在某个文件？

准备工作：在Ubuntu系统中安装和配置Eclipse

第一步:放置配置文件到当前工程下面（ eclipse工作目录的bin文件夹下面）

第二步：编写实现代码

具体请参见：

《大数据技术原理与应用 第三章 Hadoop分布式文件系统 学习指南》

访问地址：<http://dbllab.xmu.edu.cn/blog/290-2/>

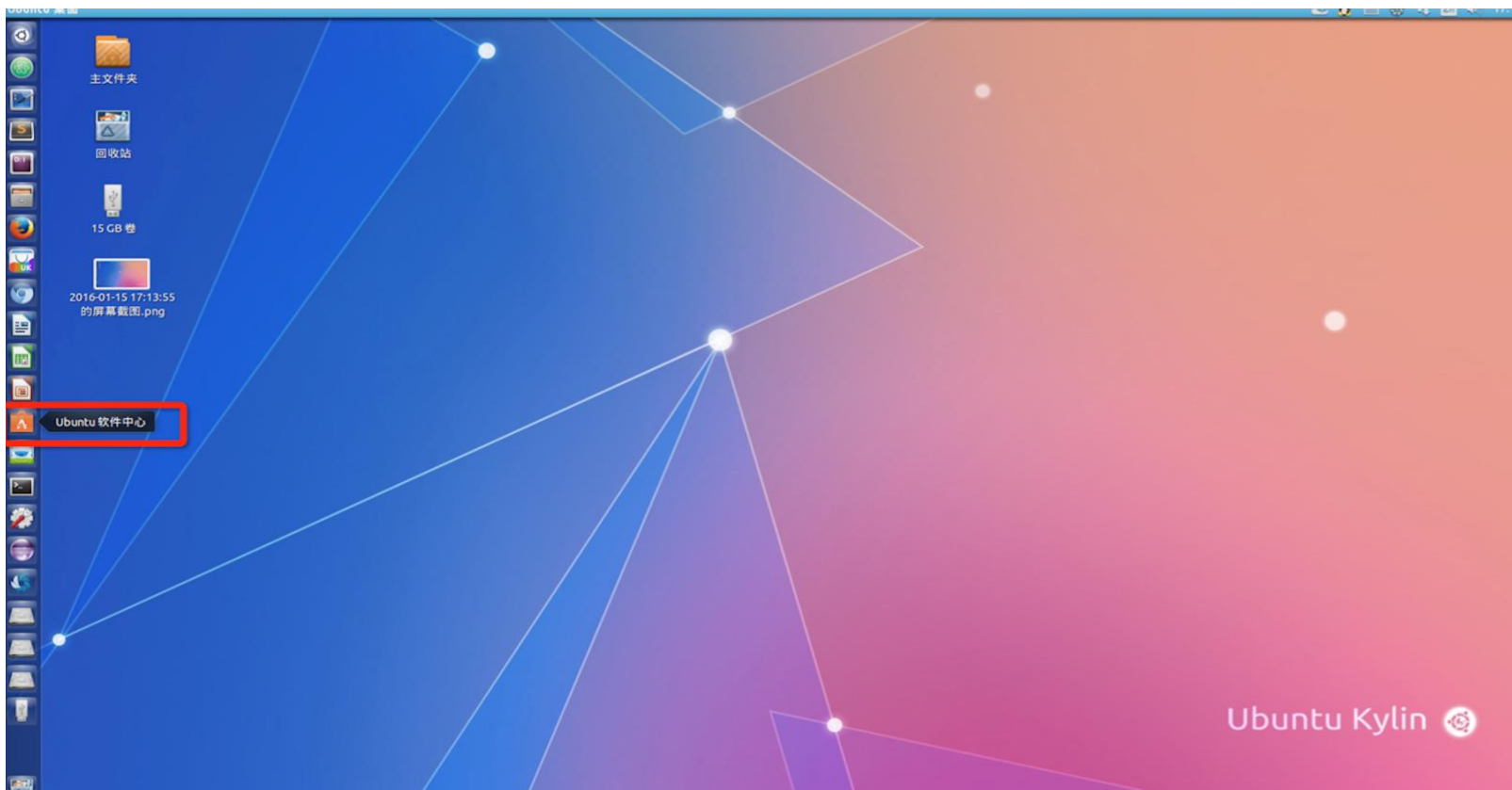


## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

利用Java API进行交互，可以使用软件Eclipse编写Java程序。

### (1) 在Ubuntu中安装Eclipse

利用Ubuntu左侧边栏自带的软件中心安装软件，在Ubuntu左侧边栏打开软件中心





## 3.7.3HDFS常用Java API及应用实例

打开软件中心后，呈现如下界面

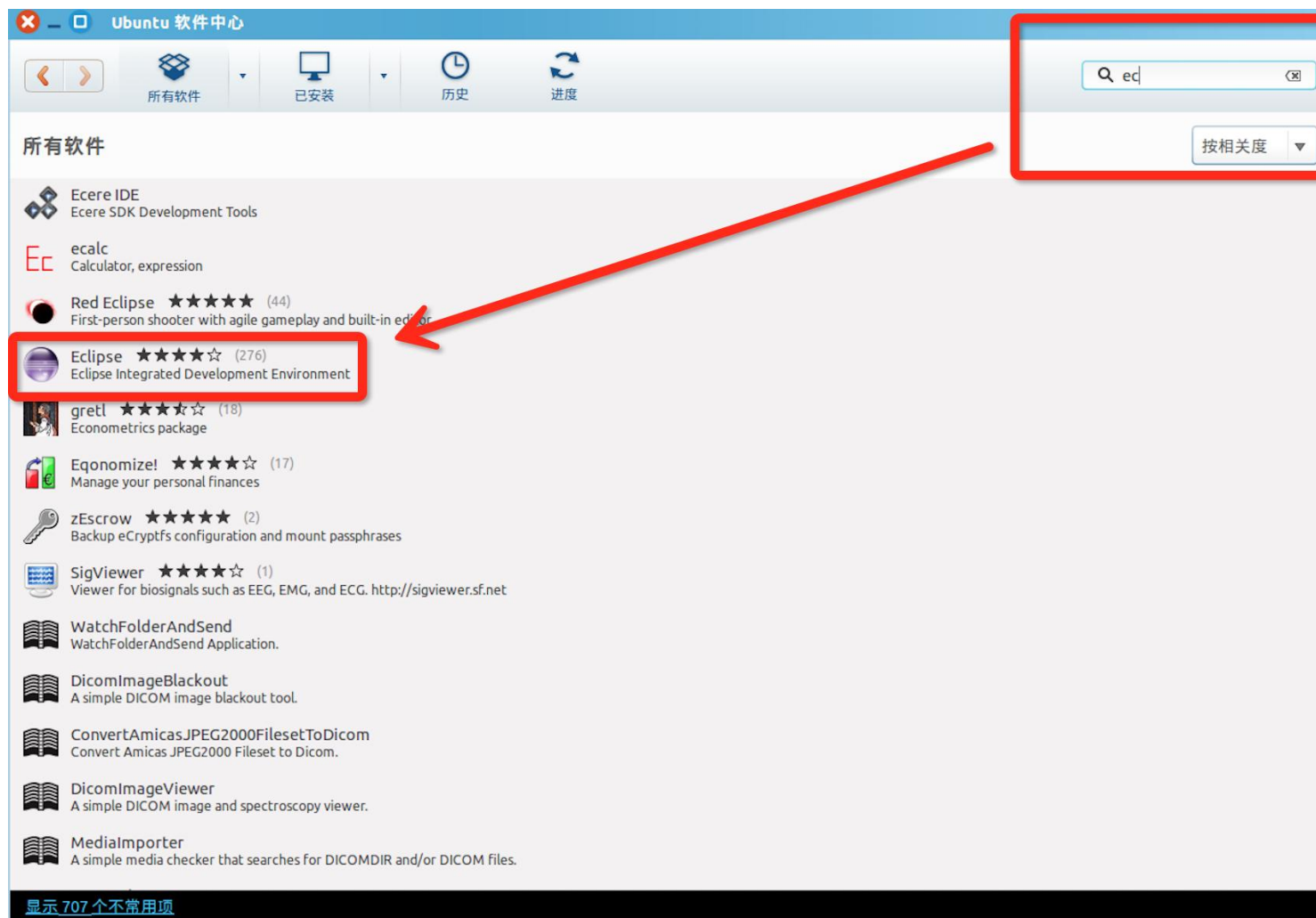






## 3.7.3HDFS常用Java API及应用实例

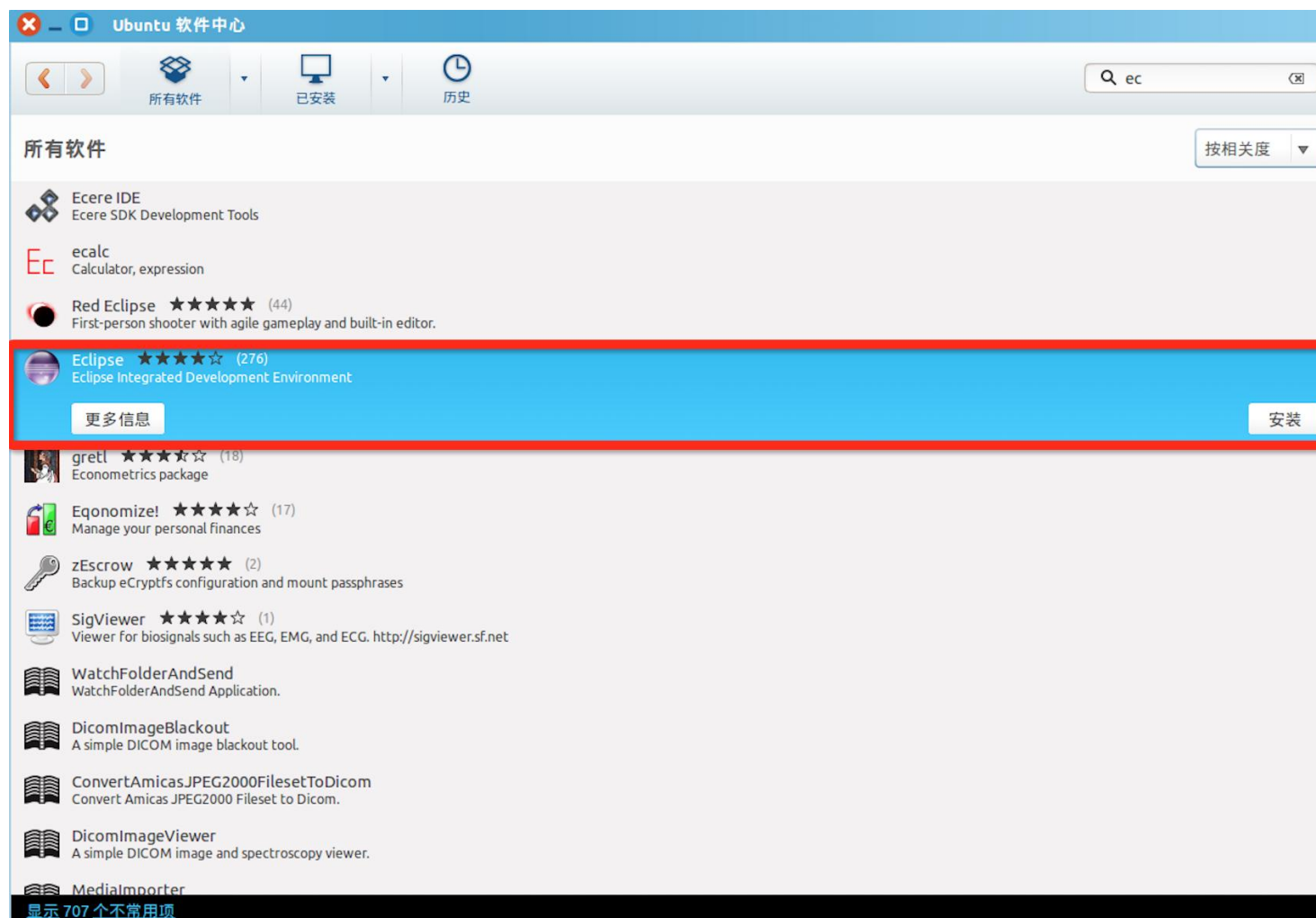
在软件中心搜索栏输入“ec”，软件中心会自动搜索相关的软件





## 3.7.3 HDFS 常用 Java API 及应用实例

点击下图中 Eclipse，进行安装





## 3.7.3HDFS常用Java API及应用实例

安装需要管理员权限，Ubuntu系统需要用户认证，弹出“认证”窗口，请输入当前用户的登录密码

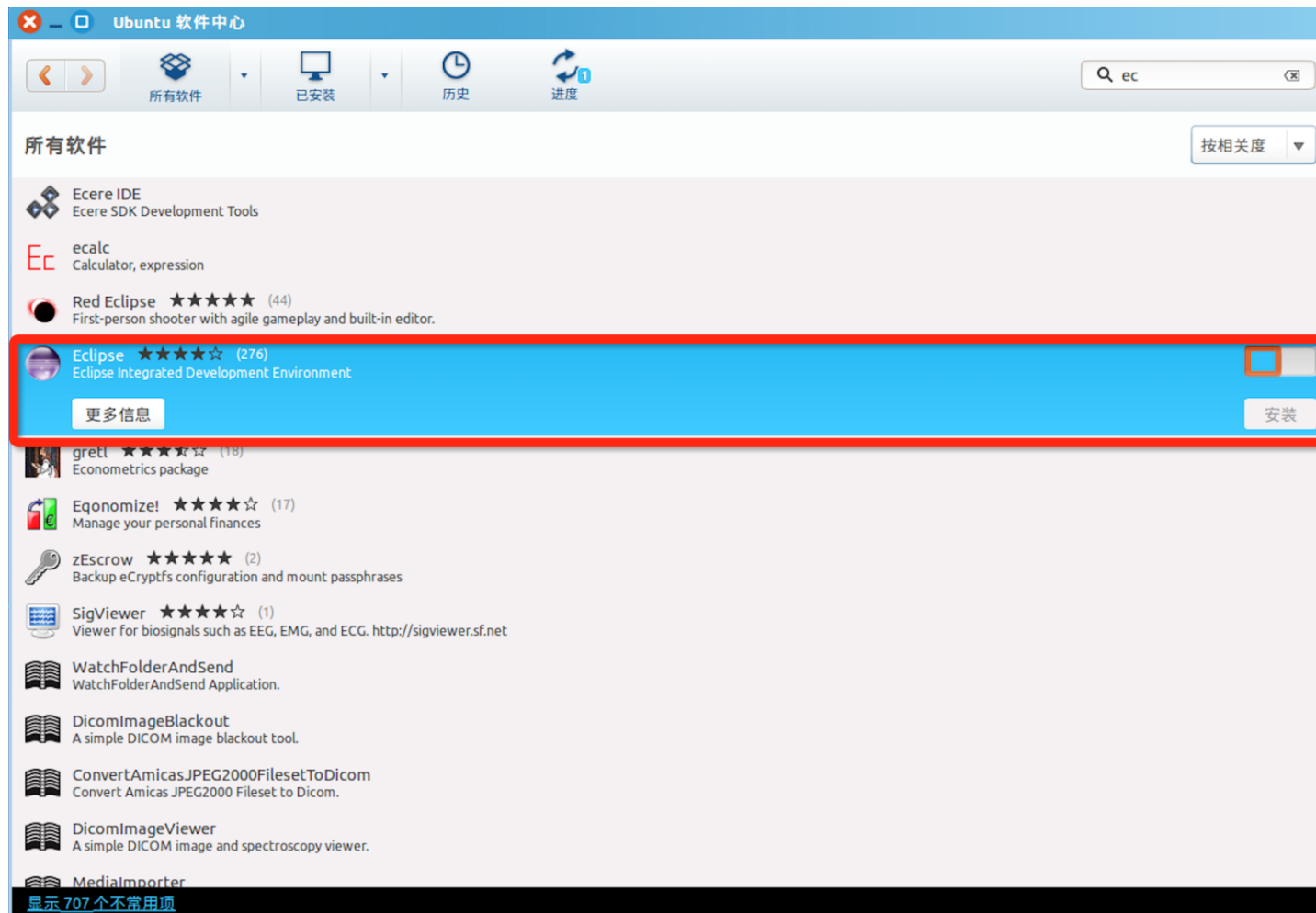






## 3.7.3HDFS常用Java API及应用实例

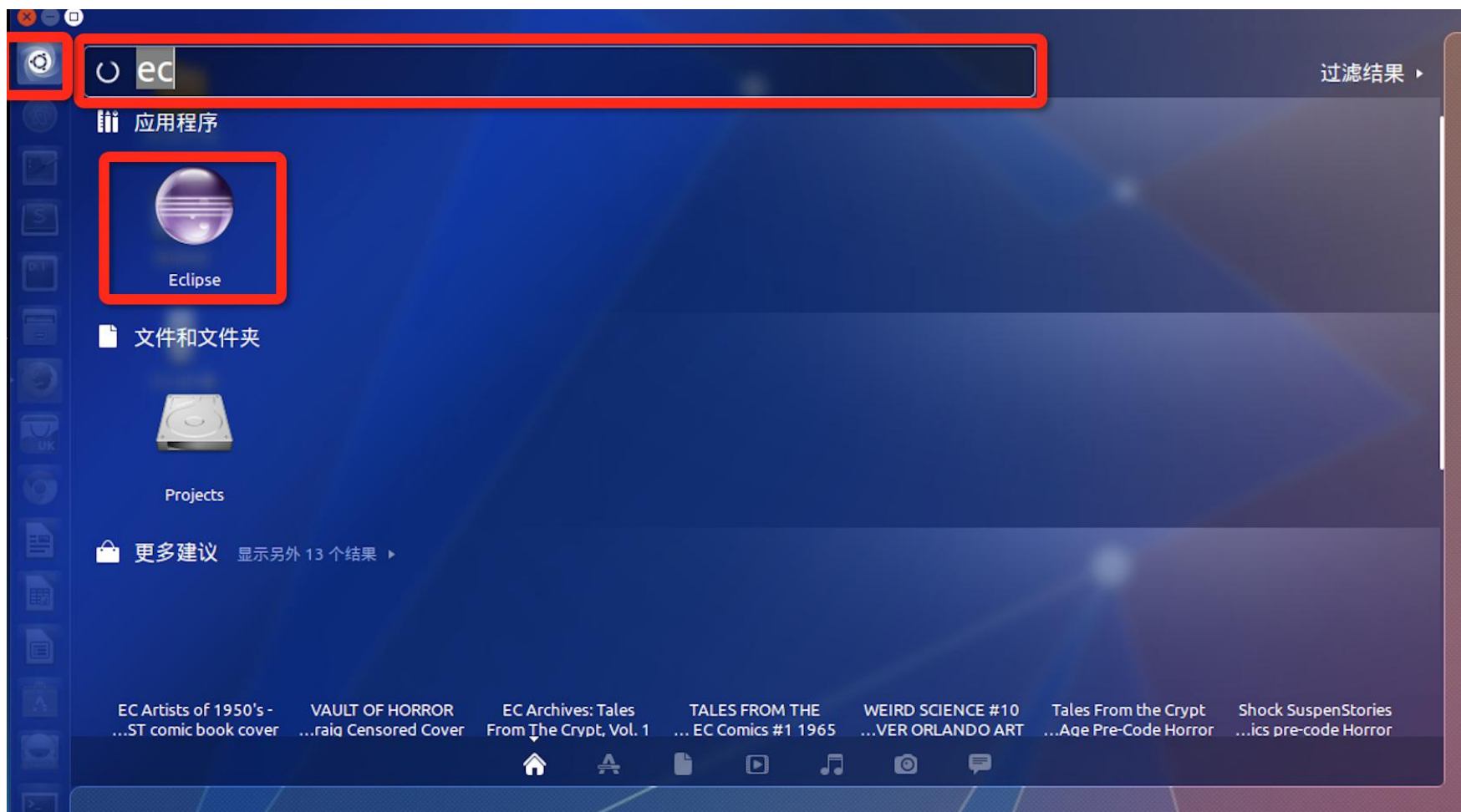
ubuntu便会进入如下图的安装过程中,安装结束后安装进度条便会消失。





## 3.7.3HDFS常用Java API及应用实例

点击Ubuntu左侧边栏的搜索工具，输入“ec”，自动搜索已经安装好的相关软件,打开Eclipse

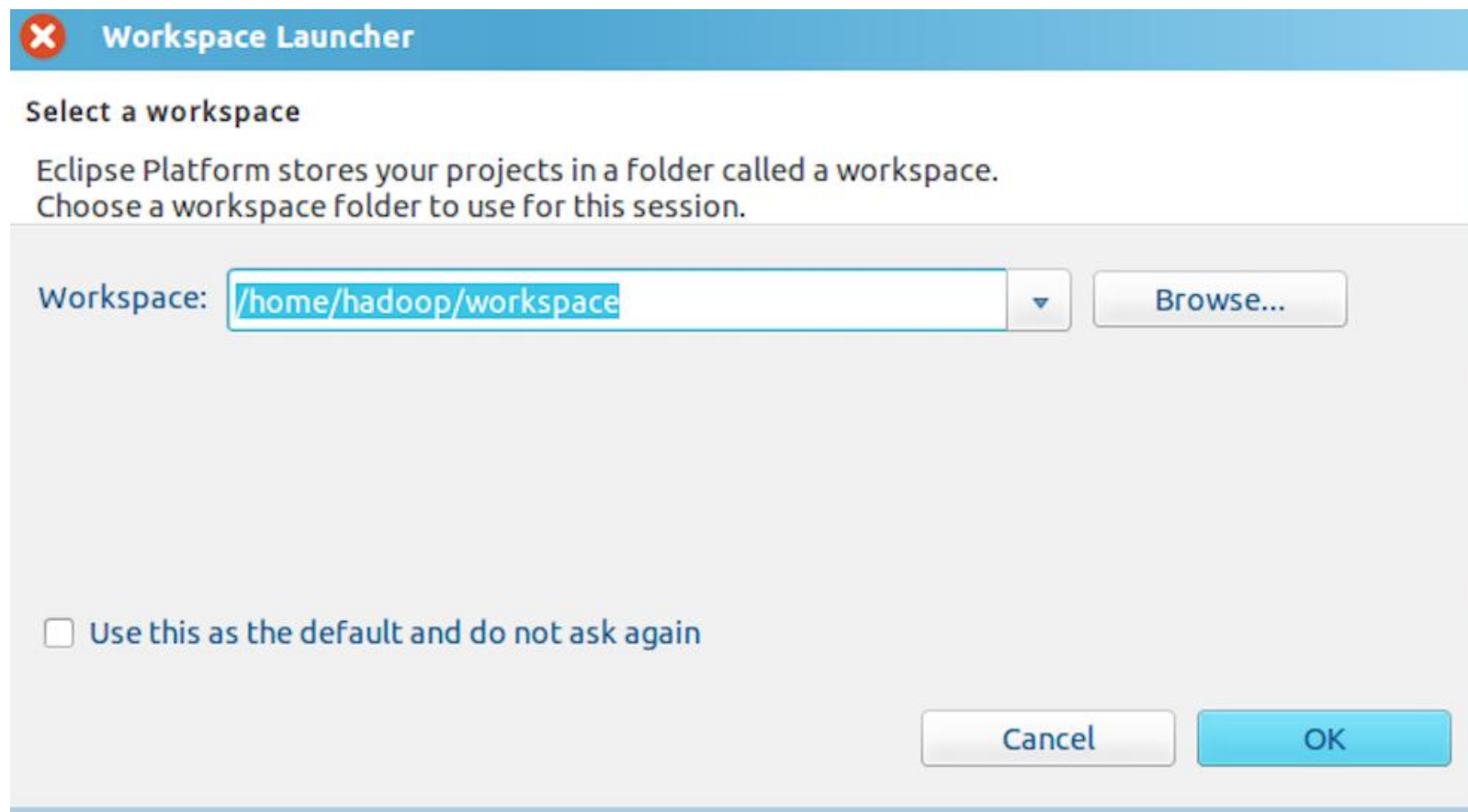




## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

### (2) 在Eclipse创建项目

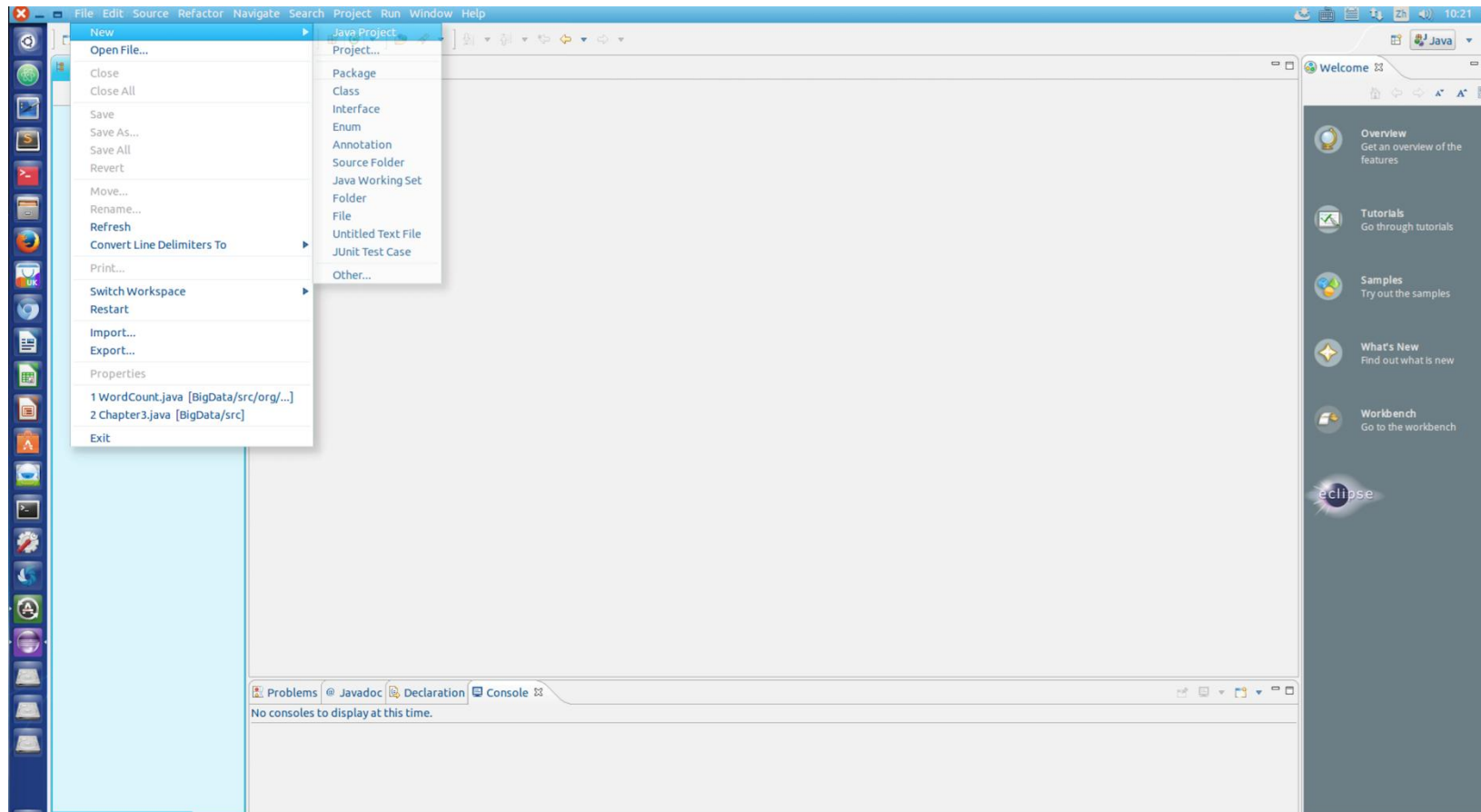
第一次打开Eclipse,需要填写workspace(工作空间),用来保存程序所在的位置,这里按照默认,不需要改动,如下图





## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

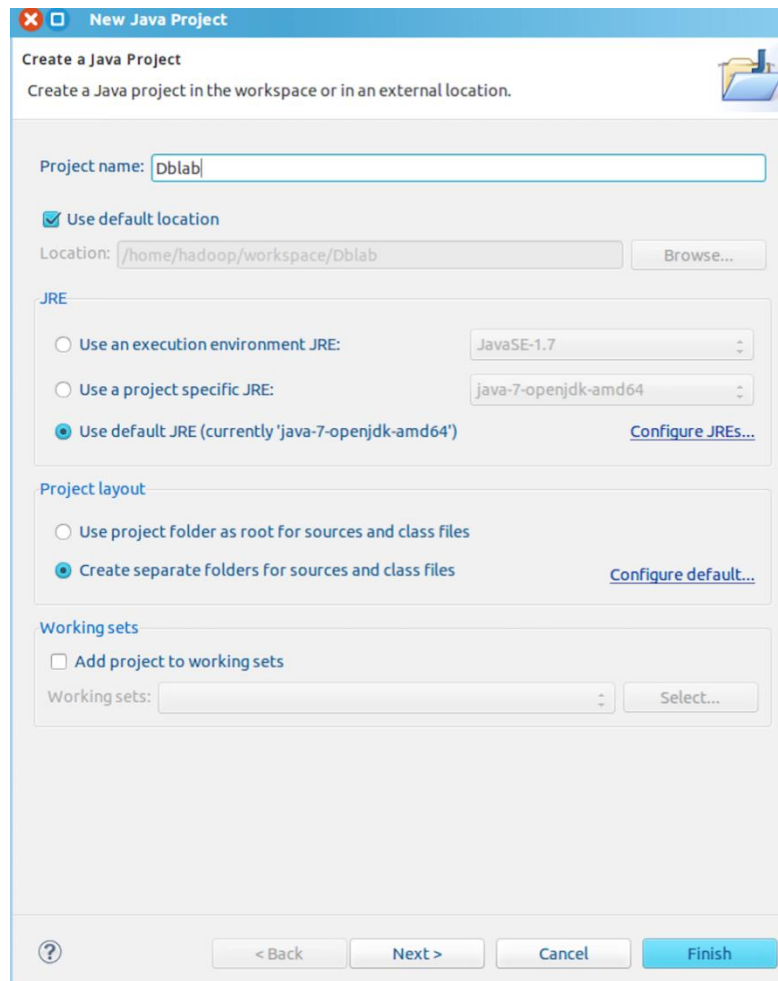
点击“OK”按钮，进入Eclipse软件。开始创建项目，选择顶部菜单File—>New—>Java Project，如下图





## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

输入项目名称，本教程输入的项目名称是“Dblab”，其他不用改动，点击“Finish”按钮即可。





## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

为项目加载所需要用到的jar包

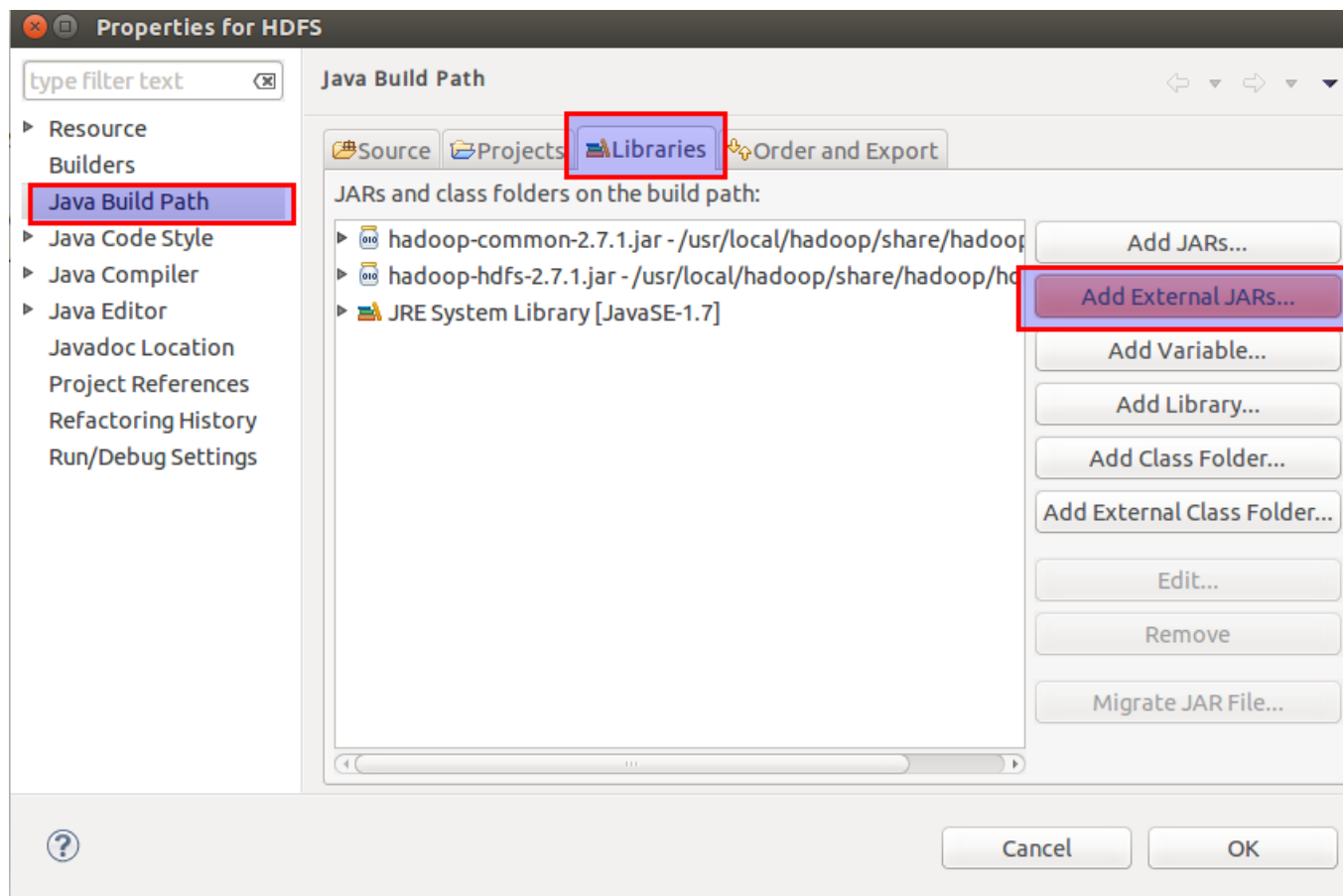
如何获取jar包

Java API所在的jar包都在已经安装好的hadoop文件夹里，路径：  
/usr/local/hadoop/share/hadoop(如果读者安装的hadoop不在此目录，请找到jar包所在的文件夹)



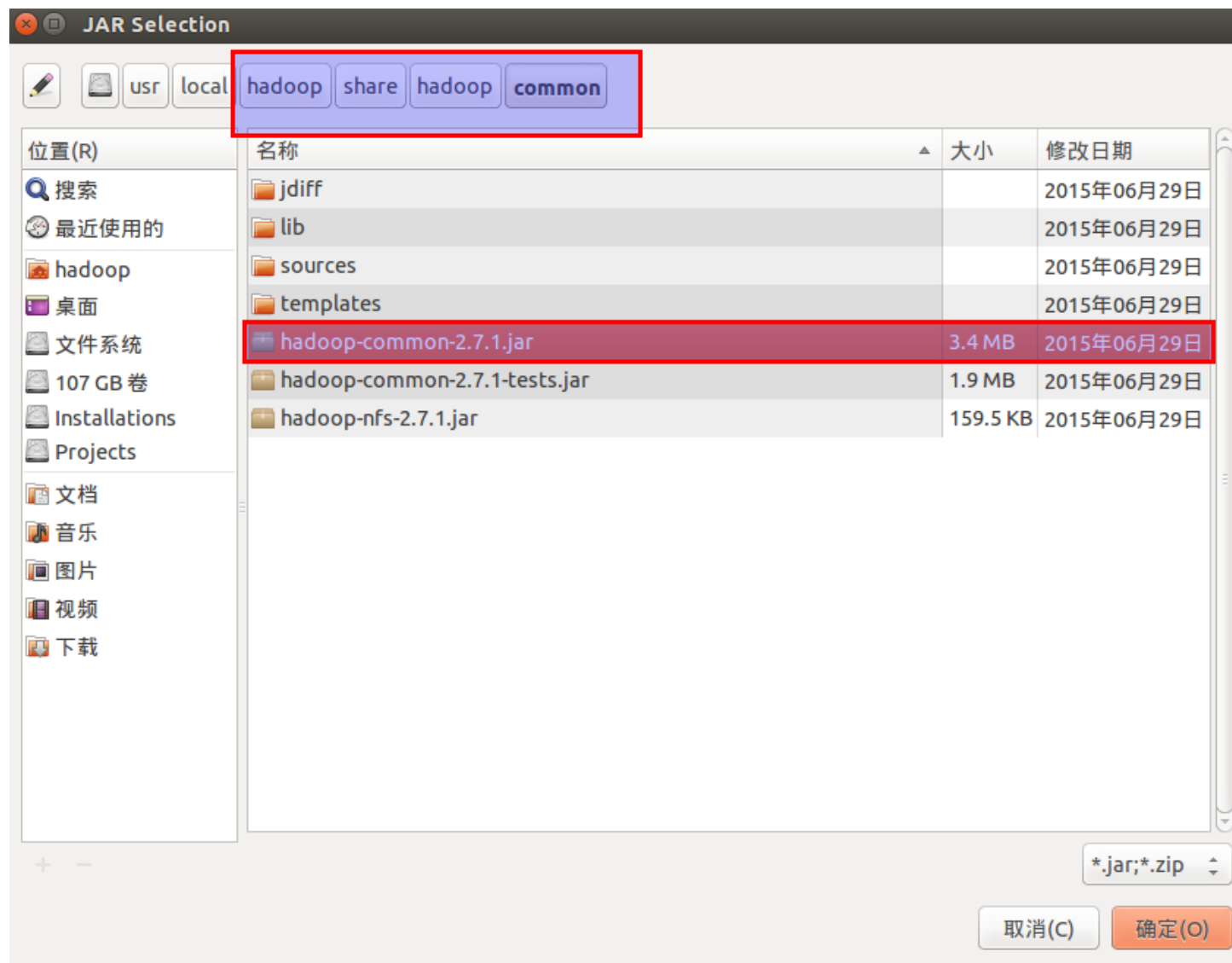
## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

在所在项目中加载jar包,具体操作如下: 在所选的Eclipse项目(Dblab)上右键点击—>弹出菜单中选择>Properties—>Java Build Path—>Libraries—>Add External JARS





## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例







## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

### 编程实例

利用Hadoop 的Java API检测伪分布式文件系统HDFS上是否存在某个文件？

下面编写一个简单的程序来测试伪分布式文件系统HDFS上是否存在input.txt文件？

**第一步:放置配置文件到当前工程下面**

需要把集群上的core-site.xml和hdfs-site.xml(这两文件存在/hadoop/etc/hadoop目录下)放到当前工程项目下，即eclipse工作目录的bin文件夹下面。

```
$ Wrong FS: hdfs://localhost:9000/user/hadoop/input/input.txt, expected: file:///
```



## 3.7.3 HDFS常用Java API及应用实例

### 第二步：编写实现代码

```
import org.apache.hadoop.conf.Configuration
import org.apache.hadoop.fs.FileSystem
import org.apache.hadoop.fs.Path

public class Chapter3 {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            String filename = "hdfs://localhost:9000/user/hadoop/test.txt";

            Configuration conf = new Configuration();

            FileSystem fs = FileSystem.get(conf);
            if(fs.exists(new Path(filename))){
                System.out.println("文件存在");
            }else{
                System.out.println("文件不存在");
            }
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```



# 本章小结

- 分布式文件系统是大数据时代解决大规模数据存储问题的有效解决方案，**HDFS** 开源实现了**GFS**，可以利用由廉价硬件构成的计算机集群实现海量数据的分布式存储
- **HDFS**具有兼容廉价的硬件设备、流数据读写、大数据集、简单的文件模型、强大的跨平台兼容性等特点。但是，也要注意，**HDFS**也有自身的局限性，比如不适合低延迟数据访问、无法高效存储大量小文件和不支持多用户写入及任意修改文件等
- 块是**HDFS**核心的概念，一个大的文件会被拆分成很多个块。**HDFS**采用抽象的块概念，具有支持大规模文件存储、简化系统设计、适合数据备份等优点
- **HDFS**采用了主从（**Master/Slave**）结构模型，一个**HDFS**集群包括一个名称节点和若干个数据节点。名称节点负责管理分布式文件系统的命名空间；数据节点是分布式文件系统**HDFS**的工作节点，负责数据的存储和读取
- **HDFS**采用了冗余数据存储，增强了数据可靠性，加快了数据传输速度。**HDFS**还采用了相应的数据存放、数据读取和数据复制策略，来提升系统整体读写响应性能。**HDFS**把硬件出错看作一种常态，设计了错误恢复机制
- 本章最后介绍了**HDFS**的数据读写过程以及**HDFS**编程实践方面的相关知识



## 附录A：主讲教师林子雨简介



### 主讲教师：林子雨

单位：厦门大学计算机科学系

E-mail: ziyulin@xmu.edu.cn

个人网页: <http://www.cs.xmu.edu.cn/linziyu>

数据库实验室网站: <http://dblab.xmu.edu.cn>



扫一扫访问个人主页

林子雨，男，1978年出生，博士（毕业于北京大学），现为厦门大学计算机科学系助理教授（讲师），曾任厦门大学信息科学与技术学院院长助理、晋江市发展和改革局副局长。中国计算机学会数据库专业委员会委员，中国计算机学会信息系统专业委员会委员。中国高校首个“数字教师”提出者和建设者，厦门大学数据库实验室负责人，厦门大学云计算与大数据研究中心主要建设者和骨干成员，2013年度和2017年度厦门大学教学类奖教金获得者。主要研究方向为数据库、数据仓库、数据挖掘、大数据、云计算和物联网，并以第一作者身份在《软件学报》《计算机学报》和《计算机研究与发展》等国家重点期刊以及国际学术会议上发表多篇学术论文。作为项目负责人主持的科研项目包括1项国家自然科学基金青年基金项目(No.61303004)、1项福建省自然科学基金项目(No.2013J05099)和1项中央高校基本科研业务费项目(No.2011121049)，主持的教改课题包括1项2016年福建省教改课题和1项2016年教育部产学协作育人项目，同时，作为课题负责人完成了国家发改委城市信息化重大课题、国家物联网重大应用示范工程区域试点泉州市工作方案、2015泉州市互联网经济调研等课题。中国高校首个“数字教师”提出者和建设者，2009年至今，“数字教师”大平台累计向网络免费发布超过500万字高价值的研究和教学资料，累计网络访问量超过500万次。打造了中国高校大数据教学知名品牌，编著出版了中国高校第一本系统介绍大数据知识的专业教材《大数据技术原理与应用》，并成为京东、当当网等网店畅销书籍；建设了国内高校首个大数据课程公共服务平台，为教师教学和学生学习大数据课程提供全方位、一站式服务，年访问量超过100万次。







# 附录C：《大数据技术原理与应用》教材



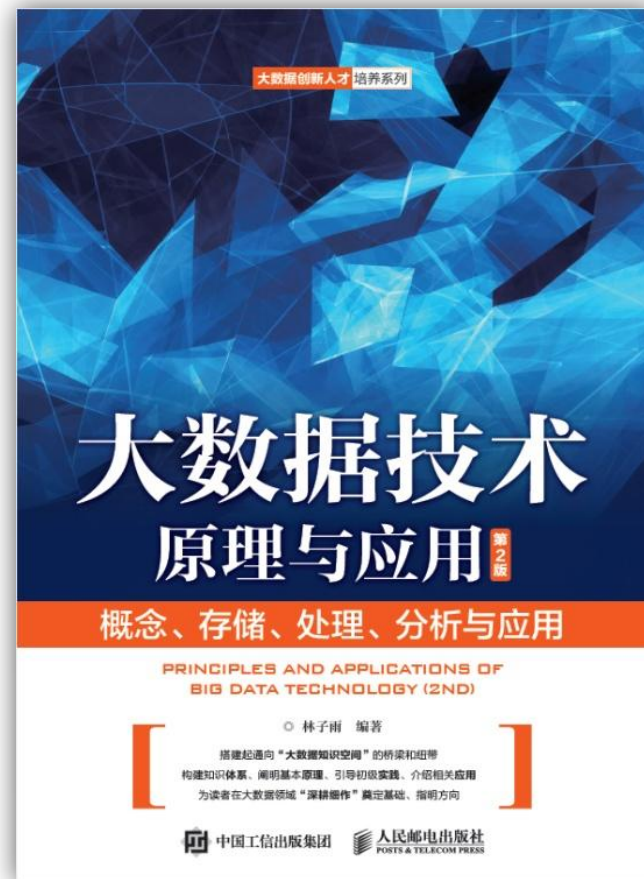
扫一扫访问教材官网

《大数据技术原理与应用——概念、存储、处理、分析与应用（第2版）》，由厦门大学计算机科学系林子雨博士编著，是中国高校第一本系统介绍大数据知识的专业教材。

全书共有15章，系统地论述了大数据的基本概念、大数据处理架构Hadoop、分布式文件系统HDFS、分布式数据库HBase、NoSQL数据库、云数据库、分布式并行编程模型MapReduce、Spark、流计算、图计算、数据可视化以及大数据在互联网、生物医学和物流等各个领域的应用。在Hadoop、HDFS、HBase和MapReduce等重要章节，安排了入门级的实践操作，让读者更好地学习和掌握大数据关键技术。

本书可以作为高等院校计算机专业、信息管理等相关专业的大数据课程教材，也可供相关技术人员参考、学习、培训之用。

欢迎访问《大数据技术原理与应用——概念、存储、处理、分析与应用》教材官方网站：  
<http://dbllab.xmu.edu.cn/post/bigdata>

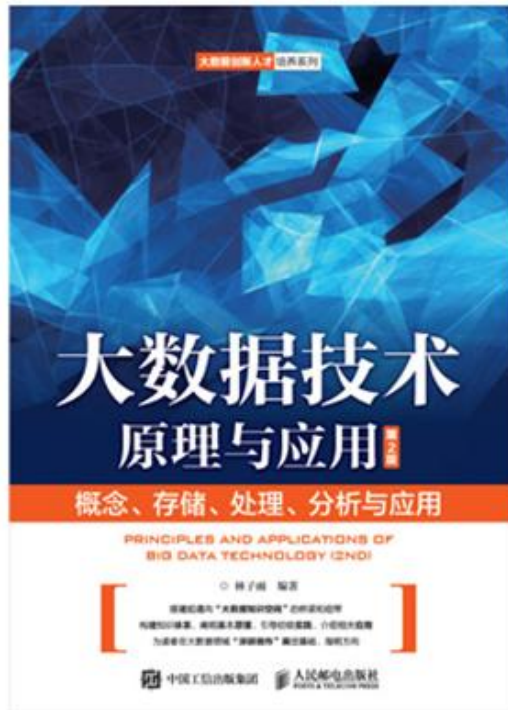




# 附录D：《大数据基础编程、实验和案例教程》

本书是与《大数据技术原理与应用（第2版）》教材配套的唯一指定实验指导书

大数据教材



1+1黄金组合  
厦门大学林子雨编著

配套实验指导书

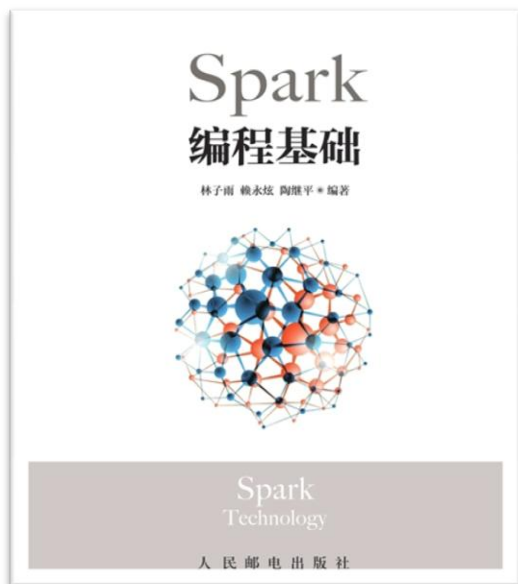


- 步步引导，循序渐进，详尽的安装指南为顺利搭建大数据实验环境铺平道路
- 深入浅出，去粗取精，丰富的代码实例帮助快速掌握大数据基础编程方法
- 精心设计，巧妙融合，五套大数据实验题目促进理论与编程知识的消化和吸收
- 结合理论，联系实际，大数据课程综合实验案例精彩呈现大数据分析全流程

清华大学出版社 ISBN:978-7-302-47209-4



# 附录E：《Spark编程基础》教材



## 《Spark编程基础》

厦门大学 林子雨，赖永炫，陶继平 编著

披荆斩棘，在大数据丛林中开辟学习捷径  
填沟削坎，为快速学习Spark技术铺平道路  
深入浅出，有效降低Spark技术学习门槛  
资源全面，构建全方位一站式在线服务体系

人民邮电出版社出版发行，ISBN:978-7-115-47598-5  
教材官网：<http://dblab.xmu.edu.cn/post/spark/>  
授课视频：<http://dblab.xmu.edu.cn/post/10482/>



本书以Scala作为开发Spark应用程序的编程语言，系统介绍了Spark编程的基础知识。全书共8章，内容包括大数据技术概述、Scala语言基础、Spark的设计与运行原理、Spark环境搭建和使用方法、RDD编程、Spark SQL、Spark Streaming、Spark MLlib等。本书每个章节都安排了入门级的编程实践操作，以便读者更好地学习和掌握Spark编程方法。本书官网免费提供了全套的在线教学资源，包括讲义PPT、习题、源代码、软件、数据集、授课视频、上机实验指南等。





# 附录F：高校大数据课程公共服务平台

国内高校首个大数据课程公共服务平台，为全国高校教师和学生提供大数据教学资源一站式“免费”在线服务，包括课程教材、讲义PPT、课程习题、实验指南、学习指南、备课指南、授课视频、技术资料、实验案例、在线教程等，目前平台每年访问量超过100万次，成为全国高校大数据教学知名品牌



## 高校大数据课程

公 共 服 务 平 台

<http://dbllab.xmu.edu.cn/post/bigdata-teaching-platform/>



扫一扫访问平台主页



扫一扫观看3分钟FLASH动画宣传片

The background is a solid blue color. It features several faint, light-blue silhouettes. At the top, there are two groups of people holding hands in a circle. On the right side, there is a large silhouette of a person with their hand on their chin, appearing to be in deep thought. In the bottom left corner, there is a silhouette of a person's head and shoulders.

# Thank You!

Department of Computer Science, Xiamen University, 2018