

# Part 3

## 第三部分

# Hadoop 也疯狂

本部分探讨围绕 Hadoop 的更大的生态系统。云服务提供了创建 Hadoop 集群的另一种方案，可以替代自己购买并拥有硬件以创建 Hadoop 集群的方式。许多附加产品包在 MapReduce 之上提供了更高级别的编程抽象。最后，我们会给出几个 Hadoop 解决实际业务问题的案例。

[www.ChinaDBA.net](http://www.ChinaDBA.net) 中国DBA超级论坛

### 本部分内容

- 第 9 章 在云上运行 Hadoop
- 第 10 章 用 Pig 编程
- 第 11 章 Hive 及 Hadoop 群
- 第 12 章 案例研究



## 本章内容

- 基于亚马逊Web服务 (AWS) 建立计算云
- 在AWS云上运行Hadoop
- 从AWS Hadoop云上导入导出数据

根据你对数据处理的需求, Hadoop的负载随时间有很大变化。你可能偶尔要用上百个节点来处理几个大型的数据处理作业, 但这些节点在其他时间则被闲置。你可能刚开始用Hadoop, 并希望在投资购买一个专用集群前先熟悉它。你可能在创业阶段, 需要节省现金, 不想将资金花在购买Hadoop集群上。凡此种种, 去买一个集群倒不如去租用它更有意义。

这种将计算资源作为一个远程的服务, 以灵活、符合成本效益的方式提供出来的模型, 被称为云计算。云计算中最富盛名的基础架构服务平台就是Amazon Web Services (AWS)。你可以从AWS按需租用计算和存储服务。截至本书写作时, 租用一个相当于1.0 GHz 32-bit Operton处理器、1.7 GB内存和160 GB磁盘的计算单元, 花费为每小时0.10美元。采用100个这样的节点构成集群, 每小时仅花费10美元! 在不久以前, 仅有少部分人才能拥有如此规模的集群。有赖于AWS和其他此类服务平台, 今天许多人已经可以获得大规模的计算能力。

因为其灵活性和成本效益, 在AWS云上运行Hadoop成为一种很常见的方式, 本章我们将学习如何来安装和配置它。

## 9.1 Amazon Web Services 简介

Amazon Amazon Web Services的全部功能本身就可以写一本书。而Amazon还在不断添加新的服务和功能。我们建议你浏览AWS网站(<http://aws.amazon.com>)以便了解更多的细节和最新的产品。这里我们仅讨论运行一个Hadoop集群所需的基础知识。

在所有AWS提供的服务中, 弹性计算云(Elastic Compute Cloud, EC2)和简单存储服务(Simple Storage Service, S3)是两个核心的服务。要让Hadoop运行在云上, 就需要理解它们。EC2服务提供了可供Hadoop节点运行的计算能力。你可以将EC2视为一个虚拟机的大农场。EC2实例是AWS描述一个虚拟计算单元的术语。每个Hadoop节点都要占用一个EC2实例。你可以按需租用EC2实



例，并按小时付费。

汽车租赁公司会把你归还汽车时遗留在车厢中的所有东西都丢掉。同样，在实例终止时，你在EC2实例上的所有数据都会被删除。如果你希望将来仍使用这些数据，就必须保证它们被放在某些持久化的存储中。Amazon的S3服务是一种云存储服务，你可以使用它来做到这一点。

每个EC2实例的功能就像一台可以通过互联网访问与控制的商用Intel计算机。实例是用亚马逊虚拟机镜像（Amazon Machine Image）来启动的，它也被简称为AMI或者镜像。有更高要求的用户可以创建自己的镜像，但是大多数用户都能在预设的许多镜像中找到一个合适的。一些镜像仅有基本的操作系统——EC2上支持的操作系统包括6种以上的Linux，以及Windows Server和OpenSolaris。另一些镜像会在操作系统的基础上加入预装的软件，如数据库服务器、Apache HTTP服务器、Java应用服务器等。AWS提供预先配置好的运行在Linux上的Hadoop镜像，而且Hadoop内置同时支持与EC2和S3一起使用。

## 9.2 安装 AWS

本节是AWS的安装简介，仅涉及运行Hadoop集群的基本知识。如果你已经熟悉了EC2实例的装载和使用，可以直接跳到下一节，开始在AWS上安装Hadoop。

使用AWS之前，你先要注册一个账户。访问<http://aws.amazon.com/>，然后点击“Sign Up Now”。注册的过程不言自明，不比从Amazon购买一本书更复杂。注册过程会为你设置一个Amazon的账户（如果你以前在Amazon买过东西，你可能已经有账户了），然后激活它，以便支付AWS的使用费。

---

**注意** Amazon推出了Elastic MapReduce(EMR)服务，大大简化了Hadoop在AWS上的使用。最重要的简化是你不再需要安装和装载自己的EC2实例集群。但不足之处在于你会失去对集群的一些控制，而且还要额外地为EMR服务付费。我们将在9.6节讨论EMR。不过，即使你不需要参与整个安装的过程，我们依然强烈建议你继续阅读并理解如何安装自己的EC2集群来运行Hadoop。至少，更多地了解Hadoop在EC2上运行的细节，就能明白EMR在底层都做了些什么。

---

在激活AWS上的Amazon账户之后，还需要经历3个步骤才能创建并使用实例。

(1) 获得账户ID以及认证密钥与证书。把它们安装在本地计算机上，来保证与AWS通信的安全。这些安全机制确保只有你可以用该账户租用计算资源。

(2) 下载并安装命令行工具来管理你的EC2实例，包括在虚拟集群上启动和终止EC2实例的一些特殊程序。

(3) 生成一个SSH密钥对。当一个EC2实例启动之后，可以使用SSH（直接或间接地通过特殊工具）登录。在默认的SSH机制中，使用SSH密钥对EC2实例进行认证，以代替密码认证。

下面的各个小节将逐一阐述每个步骤。



### 9.2.1 获得 AWS 身份认证凭据

AWS支持两种类型的身份认证机制：访问密钥标识符（AWS Access Key Identifier）和X.509证书。为了在AWS上运行Hadoop，这两种机制你都需要，你可以在管理AWS账户的Access Identifiers网页中（<http://aws.amazon.com/account/>）安装它们。访问密钥标识符包含一个Access Key ID和Secret Access Key。图9-1显示了Access Identifiers页面中的一部分。Access Key ID是一个有20个字符的字符序列，而Secret Access Key是一个包含40个字符的序列。不要和任何人共享你的Secret Access Key。这个Web页面需要额外地点击Show来显示它（以防有人从后面偷窥）。如果你拥有的Secret Access Key已经泄露了，你应该生成一个新的密钥。当稍后安装Hadoop集群时，需要设定你的Access Key ID和Secret Access Key。

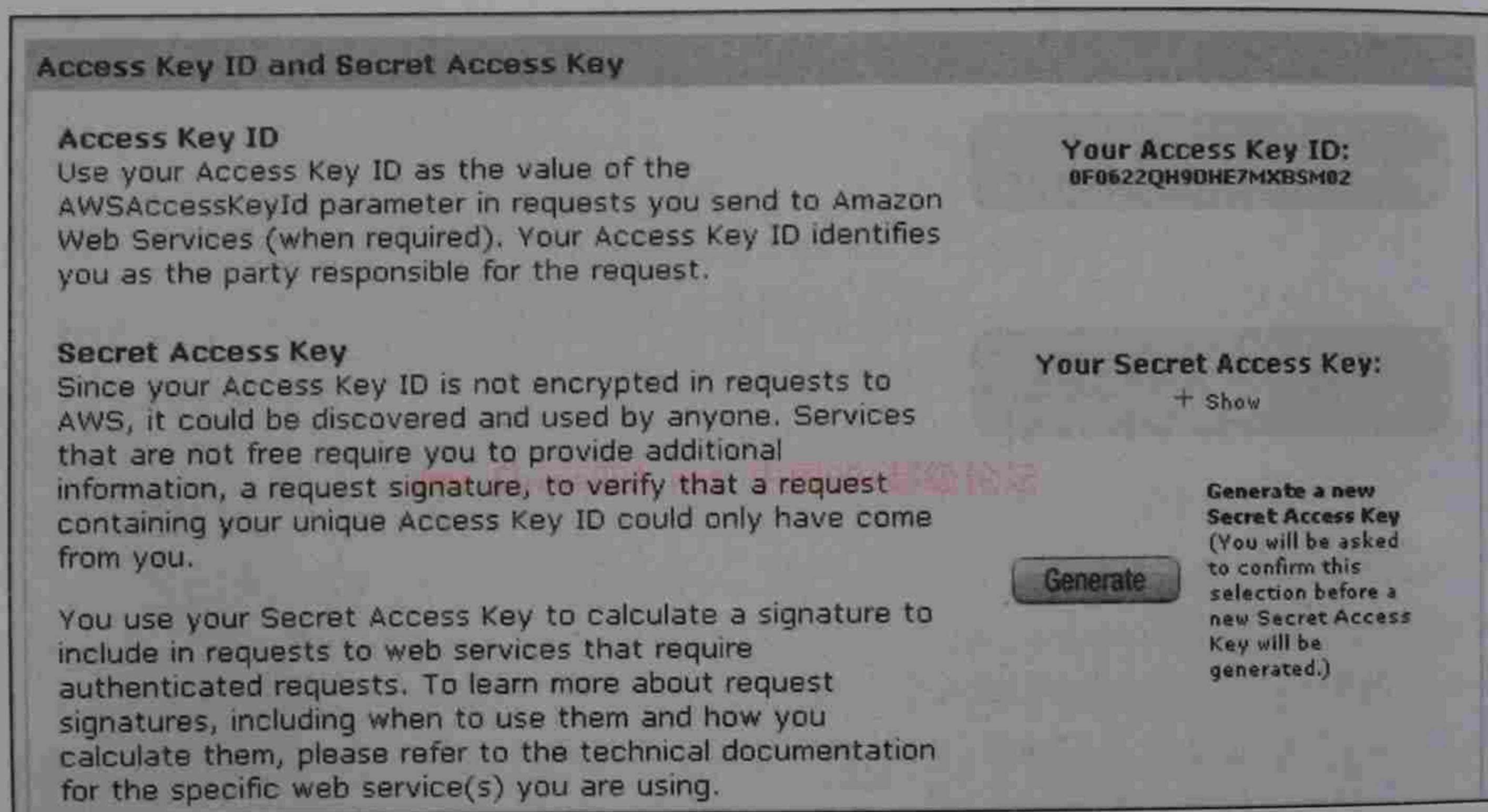


图9-1 获取AWS上的Access Key ID和Secret Access Key

**提示** 在一些情况下，当你希望Hadoop访问S3的时候，会使用特殊格式的URI告诉Hadoop你在AWS上的Access Key ID和Secret Access Key。不过AWS允许在Secret Access Key中使用斜杠 (/)，这会导致URI内部出现混淆。虽然有一些方法无需使用URI就可以让Hadoop知道你在AWS上的Access Key ID，但是更方便的办法是重新生成你的Secret Access Key，直到得到一个其中不带有斜杠的密钥。

设置X.509证书要做的事情略多一些。如图9-2所示，在同一个Access Identifiers页面下还有一段名为X.509 Certificate。单击Create New生成一个新的X.509证书。一个证书有两个密钥：公钥和私钥。与Access Key ID和Secret Access Key不同，X.509证书中的公钥和私钥有几百个字符长，而且它们必须按文件来存储和管理。创建一个新的X.509证书后，你会进入一个能够下载这两个密钥/文件的页面，如图9-3所示。



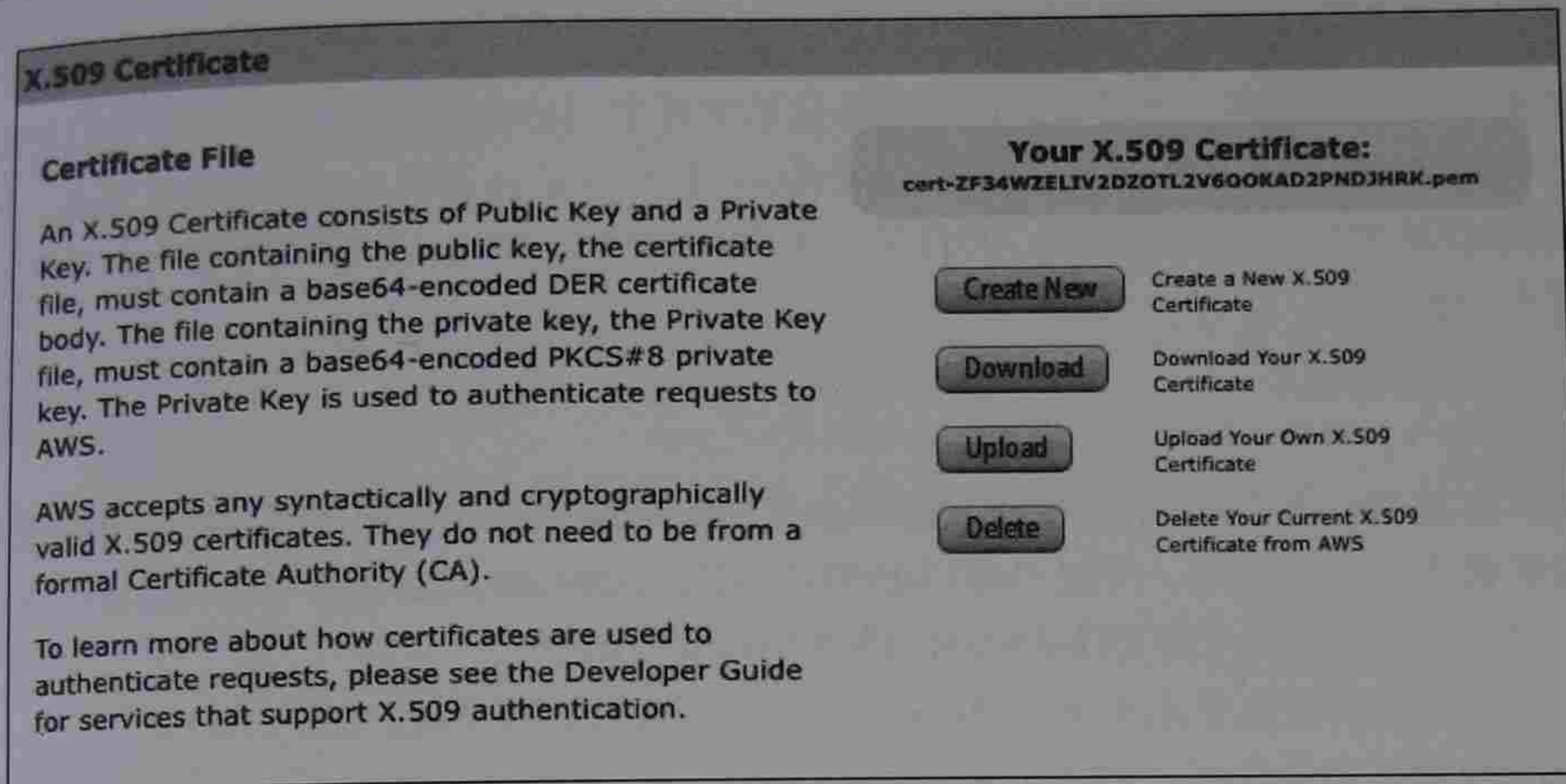


图9-2 管理X.509证书。你可以上传自己的证书，也可以由AWS创建

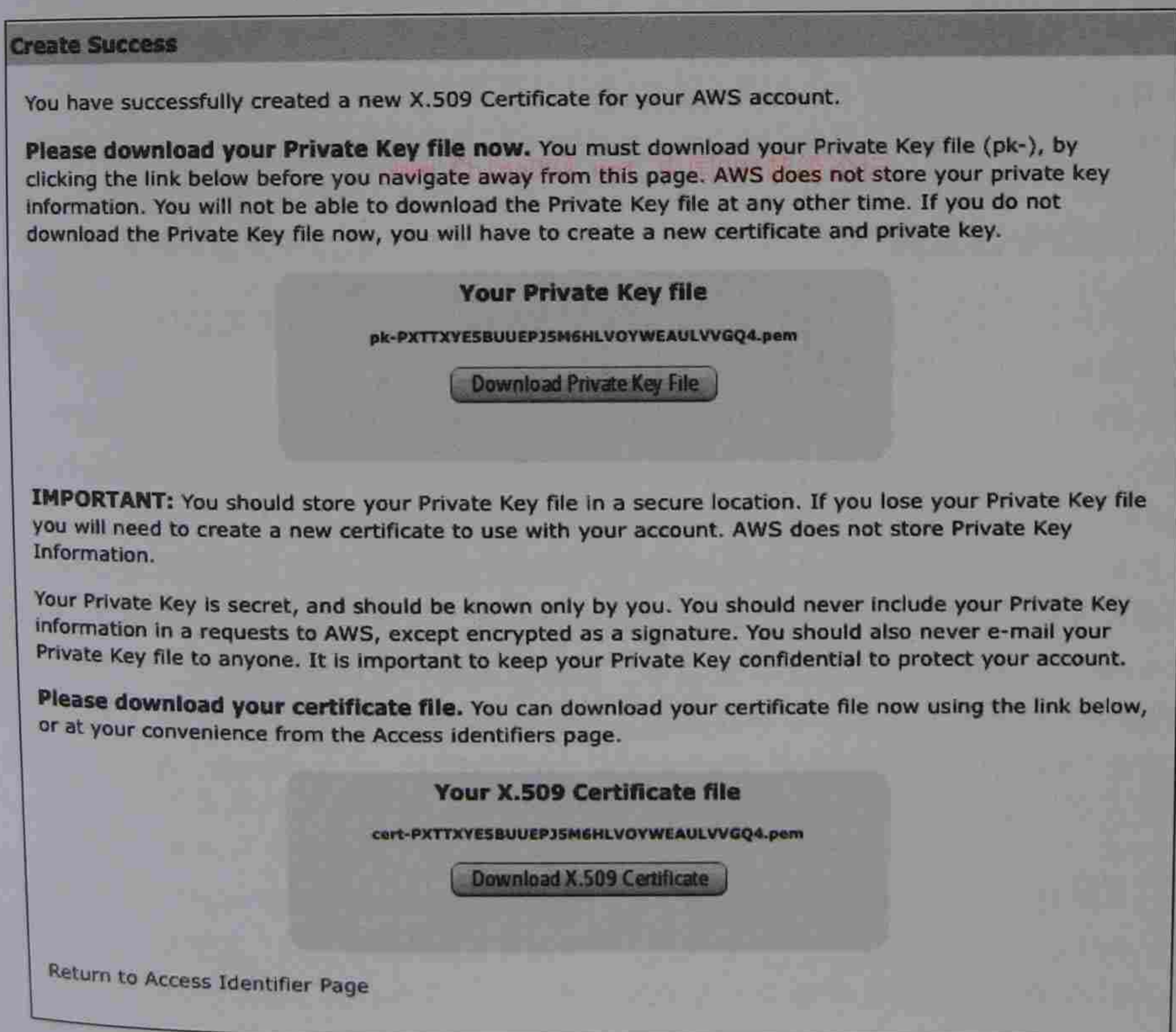


图9-3 下载X.509证书的私钥和证书文件



公钥也被称为证书文件 (certificate file)。私钥, 顾名思义, 不能与任何人共享。甚至Amazon本身也不能存储它的副本。AWS指定证书和私钥的文件名, 而你应该在存储时保持它们的文件名不变。证书和私钥所使用的文件名分别带有前缀cert-和pk-, 而且都有.pem的文件扩展名。你需要在本机home目录中创建一个名为.ec2的目录, 来保存这两个文件。在Linux环境中, 本地计算机将会保存如下的文件:

```
~/ .ec2/cert-HKZYKTAIG2ECMXIYBH3HXV4ZBZQ55CLO.pem
~/ .ec2/pk-HKZYKTAIG2ECMXIYBH3HXV4ZBZQ55CLO.pem
```

最后, 你还应该注意AWS Account Number。它在Access Identifiers页面的右上角附近, 而且是一个12位带连接符的数字, 类似“4952-1993-3132”。Account ID是它的一个无连接符版本, 如“495219933132”。在EC2上安装Hadoop时会用到Account ID。

要生成和保存的值似乎太多了。总结一下, 你一共应该有5个值。

- 20个字符的包含字母与数字的Access Key ID
- 40个字符的Secret Access Key
- 保存在.ec2目录下的X.509认证文件
- 保存在.ec2目录下的X.509私钥文件
- 保存12位 (无连接符) 的AWS Account ID

这些值在后面将会用于向AWS的认证, 进而允许你操控Hadoop集群。

[www.ChinaDBA.net](http://www.ChinaDBA.net) 中国DBA超级论坛

## 9.2.2 获得命令行工具

在获得所有安全证书后, 你应该下载并配置AWS的命令行工具来初始化和管理工作EC2实例。这些工具是用Java写的, 你应该在本地计算机上安装好Java环境。

EC2命令行工具全都包含在一个ZIP文件中, 可从AWS EC2资源中心下载<sup>①</sup>。将这个文件解压到你的AWS工作目录中。在解压后的文件中, 你会看到Java工具, 以及Windows、Linux和Mac OS X的shell脚本。

你不必配置命令行工具, 但是在使用它们之前必须设置几个环境变量。环境变量EC2\_HOME目录应当指向命令行工具解压的文件目录。除非你重命名了这个目录, 否则它的名字应为ec2-api-tools-A.B-nnnn, 这里A、B和n为版本/发布号。你还应该让EC2\_CERT 和EC2\_PRIVATE\_KEY分别指向X.509认证文件和私钥文件。一个好办法是用脚本来设置所有AWS命令行工具所需的环境变量。代码清单9-1中给出了用于Linux、Unix和Mac OS X的脚本ec2-init.sh。在使用任何与AWS相关的工具之前, 执行如下命令来运行脚本:

```
source ec2-init.sh
```

或

```
. ec2-init.sh
```

<sup>①</sup> <http://developer.amazonwebservices.com/connect/entry.jspa?externalID=351&categoryID=88>。



### 代码清单9-1 ec2-init.sh: 设置EC2工具所用变量的Unix脚本

```
export JAVA_HOME = /Library/Java/Home
export EC2_HOME = ~/Projects/Hadoop/aws/ec2-api-tools-1.3-30349
export PATH = $PATH:$EC2_HOME/bin:$HADOOP_HOME/src/contrib/ec2/bin
export EC2_PRIVATE_KEY = ~/.ec2/pk-HKZYKTAIG2ECMXIYBH3HXV4ZBZQ55CLO.pem
export EC2_CERT = ~/.ec2/cert-HKZYKTAIG2ECMXIYBH3HXV4ZBZQ55CLO.pem
```

Windows有一个类似的版本，如代码清单9-2所示。你可以在命令提示符方式下执行ec2-init.bat。

### 代码清单9-2 ec2-init.bat: 一个设置EC2工具所用变量的Windows脚本

```
set JAVA_HOME = "C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_08"
set EC2_HOME = "C:\Program Files\Hadoop\aws\ec2-api-tools-1.3-30349"
set PATH = %PATH%;%EC2_HOME%\bin;%HADOOP_HOME%\src\contrib\ec2\bin
set EC2_PRIVATE_KEY = c:\ec2\pk-HKZYKTAIG2ECMXIYBH3HXV4ZBZQ55CLO.pem
set EC2_CERT = c:\ec2\cert-HKZYKTAIG2ECMXIYBH3HXV4ZBZQ55CLO.pem
```

如果你经常使用AWS，则不必每次都单独运行脚本，可以把它直接集成在操作系统的启动脚本中（例如profile和autoexec.bat）。

在这个脚本中的路径名会与你安装环境中的路径名不同。需要设置环境变量JAVA\_HOME让AWS命令行工具可以工作。虽然通常它已经在其他地方设置过了，我们在这里还需对它进行设置。脚本在系统路径PATH中添加了命令行工具的bin目录。这会使工具的执行更为方便，因为你不必每次都设定其完全路径。Hadoop EC2工具的目录也被添加到PATH中，不过我们到下一节才会讨论它们。

AWS的机器部署在世界各地。在本书写作时，AWS支持美国和欧洲这两个地区。作为一个可选的步骤，我们可以选择在哪个地区运行EC2实例以减少延迟。在运行上面的脚本设置环境变量之后，让我们运行第一个AWS命令行工具来询问Amazon当前有哪些地区可用。

ec2-describe-regions

你会得到与下面类似的返回结果：

```
REGION    us-east-1    us-east-1.ec2.amazonaws.com
REGION    eu-west-1    eu-west-1.ec2.amazonaws.com
```

第二列为地区名（us-east-1和eu-west-1），而第三列为相应的service endpoints（服务点）。默认的地区为us-east-1。如果你要选择不同的服务地区，需要设置环境变量EC2\_URL为相应的服务点。你可以在前面提到的AWS初始化shell脚本中设置它。

**提示** 除了官方的命令行工具之外，还有一些图形化工具用于管理对EC2和S3的使用。这些图形化工具对用户更为友好。较为流行的两个都来自FireFox的扩展：Elasticfox和S3Fox。Elasticfox（<http://developer.amazonwebservices.com/connect/entry.jspa?entryID=609>）支持基本的EC2管理特性，如启动新的EC2实例并列出当前运行的实例。S3Fox（<http://www.suchisoft.com/ext/s3fox.php>）是一个第三方工具，用于管理你的S3存储。它的功能非常类似于远程存储管理的图形化FTP客户端。



### 9.2.3 准备 SSH 密钥对

启动EC2实例之后，你可以登录它来运行程序和服务。默认的（在公共镜像中的）登录机制使用基于一个密钥对的SSH。这个密钥对的一半（公钥）被嵌入在EC2实例中，而另一半（私钥）在你的本地机器上。这对密钥共同作用以确保本地机器和EC2实例之间的通信安全。

**注意** 一些读者可能对用基于密码的SSH来登录远程计算机更为熟悉，而基于密钥对的SSH是与此有别的另一种机制。与密码不同，身份认证是通过存储在本地计算机上的私钥来完成的。就像密码一样，私钥文件不能被未经授权的人获得。

每个SSH密钥对有一个key name（密钥名）来标识。当请求Amazon EC2创建一个实例时，你必须通过其对应的密钥名来指定嵌入在该实例中的一个公钥。在创建任何EC2实例之前，SSH公钥必须存在，且已经在Amazon中注册。

如下的命令会生成一个SSH公钥/私钥对，并以gsg-keypair为密钥名将公钥注册到Amazon EC2中。

```
ec2-add-keypair gsg-keypair
```

有趣的是，这个命令并不在本地文件中存储私钥。相反，它生成类似图9-4所示的标准输出(stdout)，其中一部分为私钥。**你必须手工使用文本编辑器将它存储在一个文件中。**具体而言，你需要复制和粘贴在如下两行之间（包含这两行）的内容，并将其保存为一个名为id\_rsa-gsg-keypair的新文件。

```
-----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----
-----END RSA PRIVATE KEY-----
```

为了管理方便，你应该把文件保存到与X.509私钥和认证文件所在的同一目录.ec2中。你还需要锁定文件权限，使得它只能被你读取。在Linux和其他Unix系统中，使用如下的命令：

```
chmod 600 ~/.ec2/id_rsa-gsg-keypair
```

一个Hadoop集群中的所有EC2实例都只有一个相同的公钥。一个私钥可以登录到集群上的所有节点，因此只需要一个SSH密钥对。当在多个Hadoop集群上工作，或者使用到所在Hadoop集群之外的其他EC2实例时，你也可以选择使用一个以上的密钥对。

到此你已经一次性地安装了用来启动Amazon云上计算集群的凭证和证书。你可以手工地使用AWS工具来启动EC2实例，并登录上去启动你的Hadoop集群。但是，这个过程是非常耗时且容易出错的。幸好Hadoop提供了使用AWS的工具，我们将在下一节进行讨论。在结束本节之前，我们建议你花一些时间阅读EC2的文档，它包含在Getting Started Guide中<sup>①</sup>。EC2有许多配置和定制化的选项。理解它们可以让你在优化AWS的Hadoop集群时得心应手。

① <http://docs.amazonwebservices.com/AWSEC2/latest/GettingStartedGuide/>



```

KEYPAIR gsg-keypair 1f:51:ae:28:bf:89:e9:d8:1f:25:5d:37:2d:7d:b8:ca:9f:f5:f1:6f
-----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----
MIIEoQIBAAKCAQBULFg5ujHrtm1jnutSuo08Xe56LlT+HM8v/xkaa39EstM3/aFxTHgElQiJLChp
HungXQ29VTc8rc1bW0lkdi23OH5eqkMHGhvEwqa0HNASUMl14o3o/IX+0f2UcPoKCOVUR+jx71Sg
5AU52EQfanIn3ZQ8lFW7Edp5a3q4DhjG1UKToHVbicL5E+g45zFB95wIyywWZfeW/UUF3LpGZyq/
ebIULq1qTbHkLbCC2r7RTn8vpQWp47BGVYGtGSBMPTRP5hnbzzuqj3itkiLHjU39S2sJCJ0TrJx5
i8BygR4s3mHKBj8l+ePQxG1kGbF6R4yg6sECmXn17MRQVXODNHZbAgMBAAECggEAY1tsiUsIwDl5
91CXirkYGuVfLyLFLXenxfI50mDFms/mumTqloH07tr0oriHDR5K7wMcY/YY5YkcXNo7mvUVD1pM
ZNUJs7rw9gZRTfr7LylaJ58k0cyajw8TsC4e4LPbFaHwS1d6K8rXh64o6WgW4Srs86ICmr1kGQI7
3wcfgt5ecIu4TZf00E9IHjn+2eRlsrjBde0Ri7KiUNC/pAG23I6MdDOFEQRcCSigCj+4/mciFUSA
SWS4dMbrpb9FNSIcf9dcLxVM7/6KxgJNFZc9XWzUw77Jg8x92Zd0fVhH0ux5IZC+UvSKWB4dyfcI
tE8C3p9bbU9VGyY5vLCAiIb4qQKBgQDLi024GXrIkswF32YtBBMuVgLGcWU9h9Hl09mKAc2m8Cm1
jUE5IpzRjTcdc9I2qiIMUTwtgnw42auSCzbUeYMURPtDqyQ7p6AjMujp9EPemcSV0K9vXYL0Ptco
xW9MC0dtV6iPkCN7g0qiZXPRKaFbWADp16p8UAIvS/a5XXk5jwKBgQCKkphI2EISh1uRkxhljyWC
iDCiK6JBRsMvpLbc0vSdKwP5alo1fmdR5PJav2qvZ5j5CYNpMAy1/EDNTY50SIJU+0KFmQbyhsbm
rdLNLdL4+TcnT7c62/aH01ohYaf/VCbRhtLlBfqGoQc7+sAc8vmKkesnF7CqCEKdyF/dhrxYdQKB
gC0iZzzNAapayz1+JcVTwwEid6j9JqNXbBc+Z2YwMi+T0Fv/P/hwkX/ype0XnIUcw0Ih/YtGBVAC
DQbsz7LcY1HqXiHKYNWvXgww0+oiChjxvEkSdsTTIfnK4VSCvU9BxDbQHjdiNDJbL6oar92UN7V
rBYvChJZF7LxUH4YmVpHAoGAbZ2X7XvoeEO+uZ58/BGKOIGHBYHBDiXtzMhdJr15HTYjxK70gTZm
gK+8zp4L9IbvLGDmJ08vft32XPEWuvI8twCzFH+CsWLQADZMzKSsBas0Z/h1FwhdMgCMcY+Qlzd4
JZKjTSu3i7vhvx6RzdSedXEMNTZWN4qLIx3kR5aHcukCgYA9T+Zrvm1F0seQPbLknn7EqhXIjBaT
P8TTvW/6bdPi23ExzxZn7K0drfclYRph1LHMPA0Nv/x2xALIf91UB+vSohy1oDoasL0gi1houRe
2ERKKdwz0ZL9SWq6VTdhr/5G994CK72fy5WhyERbDjUIIdHaK3M849JJuf8cSrvSb4g==
-----END RSA PRIVATE KEY-----

```

图9-4 ec2-add-keypair的输出示例。第1行为密钥签名，其余为私钥

## 9.3 在 EC2 上安装 Hadoop

为了在EC2集群上运行Hadoop，首先需要在本地计算机上安装Hadoop并能够在单机模式下运行。本地的Hadoop安装所包含的脚本可以帮助你启动并登录EC2的Hadoop集群。这些脚本放在Hadoop安装后的目录src/contrib/ec2/bin中。

### 9.3.1 配置安全参数

你必须配置一个单独的初始化脚本src/contrib/ec2/bin/hadoop-ec2-env.sh。在这个脚本中，依照9.2.1节中所得到的值设置如下三个变量。

- `AWS_ACCOUNT_ID` ——12位AWS账户ID。
- `AWS_ACCESS_KEY_ID` ——20个字符，包含字母数字的Access Key ID。
- `AWS_SECRET_ACCESS_KEY` ——40个字符的Secret Access Key。

EC2上的Hadoop工具从环境变量中得到其他的安全参数（在执行source aws-init.sh时被设置）。如果你遵照了9.2节AWS的安装方法，用默认值也可正常工作。

### 9.3.2 配置集群类型

需要在hadoop-ec2-env.sh中指定Hadoop集群的配置，设置3个主要的参数：`HADOOP_VERSION`、`INSTANCE_TYPE`和`S3_BUCKET`。在讲述如何设置这些参数之前，让我们先交待一下背景。

在创建一个实例之前，Amazon EC2必须知道实例的类型和用于启动实例的镜像。实例类型代表虚拟机的物理配置（CPU、RAM及磁盘空间等）。在本书写作时，已经有5种实例类型，分为两组：standard和high-CPU。High-CPU类型是为计算密集的工作准备的，它们很少被用于Hadoop



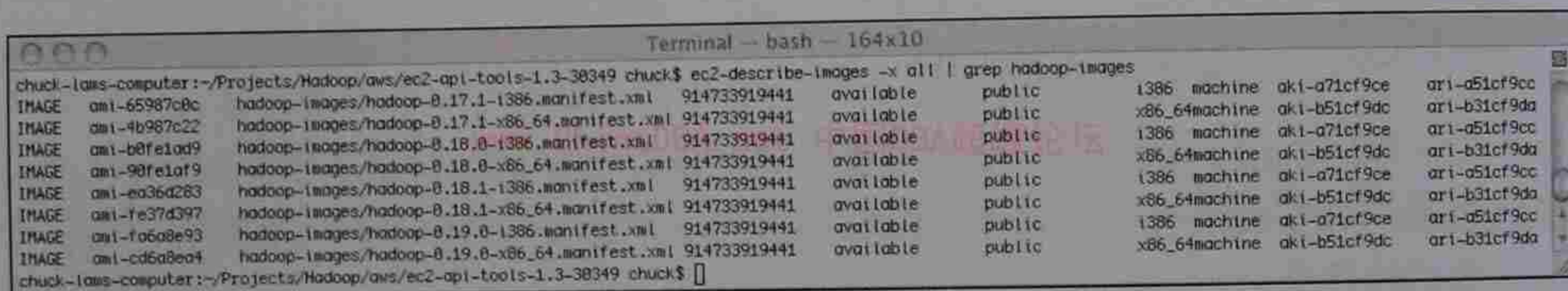
应用这种数据密集型的工作。Standard有3种实例类型，表9-1列出了它们的特征。

表9-1 各种EC2实例类型的配置

类 型	CPU	内 存	存储容量	平 台	I/O	名 字
Small	1个EC2计算单元	1.7 GB	160 GB	32-bit	Moderate	m1.small
Large	4个EC2计算单元	7.5 GB	850 GB	64-bit	High	m1.large
Extra Large	8个EC2计算单元	15 GB	1690 GB	64-bit	High	m1.xlarge

配置越好的实例类型价格越高，你最好到AWS网站上查看最新的报价。

只有Amazon的S3存储服务可以存储启动EC2实例所用的镜像。所有类型的安装都有许多现有的镜像可用。你可以使用一个公共镜像，或购买一个特别定制的镜像，甚至自己去创建一个镜像。彼此类似的镜像存储在相同的S3桶分区（bucket）<sup>①</sup>中。标准的公共Hadoop镜像要么在hadoop-ec2-images桶分区中，要么在hadoop-images桶分区中。事实上，我们仅使用hadoopimages桶分区，因为hadoop-ec2-images桶分区不再提供更新的Hadoop版本（0.17.1之后）。有重大Hadoop版本发布时，Hadoop团队将新的EC2镜像放在hadoopimages桶分区中。在任意时刻，执行如下的EC2命令来查看可获得的Hadoop镜像：



```

Terminal -- bash -- 164x10
chuck-laws-computer:~/Projects/Hadoop/aws/ec2-api-tools-1.3-38349 chuck$ ec2-describe-images -x all | grep hadoop-images
IMAGE ami-65987c8c hadoop-images/hadoop-0.17.1-i386.manifest.xml 914733919441 available public i386 machine aki-a71cf9ce ari-a51cf9cc
IMAGE ami-4b987c22 hadoop-images/hadoop-0.17.1-x86_64.manifest.xml 914733919441 available public x86_64machine aki-b51cf9dc ari-b31cf9da
IMAGE ami-b0fe1ad9 hadoop-images/hadoop-0.18.0-i386.manifest.xml 914733919441 available public i386 machine aki-a71cf9ce ari-a51cf9cc
IMAGE ami-90fe1af9 hadoop-images/hadoop-0.18.0-x86_64.manifest.xml 914733919441 available public x86_64machine aki-b51cf9dc ari-b31cf9da
IMAGE ami-ea36d283 hadoop-images/hadoop-0.18.1-i386.manifest.xml 914733919441 available public i386 machine aki-a71cf9ce ari-a51cf9cc
IMAGE ami-fe37d397 hadoop-images/hadoop-0.18.1-x86_64.manifest.xml 914733919441 available public x86_64machine aki-b51cf9dc ari-b31cf9da
IMAGE ami-fa6a8e93 hadoop-images/hadoop-0.19.0-i386.manifest.xml 914733919441 available public i386 machine aki-a71cf9ce ari-a51cf9cc
IMAGE ami-cd6a8ea4 hadoop-images/hadoop-0.19.0-x86_64.manifest.xml 914733919441 available public x86_64machine aki-b51cf9dc ari-b31cf9da
chuck-laws-computer:~/Projects/Hadoop/aws/ec2-api-tools-1.3-38349 chuck$
  
```

图9-5 一些AWS中可供使用的Hadoop镜像

图9-5显示了上述命令的输出示例。每一行描述一个可用的EC2镜像。每个镜像列出了11条属性，它们大多仅对AWS高级用户有用。对我们而言，我们所需的所有信息都可以从第三列中读取，这一列也被称为镜像的显示位置（Manifest location）。它们被表示为两层结构，其中上层为镜像所在的S3桶分区。如前所述，我们关注的是hadoop-images桶分区。

```
ec2-describe-images -x all | grep hadoop-images
```

显示位置包含了Hadoop的版本号，还包括一个字段，为i386或x86\_64，说明该镜像的实例是32位的还是64位的。在本书写作时，其中一个镜像示例的显示位置为hadoop-images/hadoop-0.19.0-i386.manifest.xml。该镜像使用Hadoop的0.19.0版本，并且可以运行在32位的EC2实例上。

有了可用的Hadoop镜像，我们就可以在hadoop-ec2-env.sh中设置HADOOP\_VERSION、INSTANCE\_TYPE和S3\_BUCKET。除非你用的是定制的镜像，否则S3\_BUCKET应被设为hadoop-images。INSTANCE\_TYPE默认为m1.small，它可以很好地工作。关键是要记住实例类型直接指定了CPU是32位的还是64位的，而且必须从一个与之兼容的镜像启动（i386或x86\_64）。最后，

① S3桶分区位于S3命名空间的最上层。每个桶只属于一个AWS账户，且命名空间在全局范围内必须是独一无二的。



HADOOP\_VERSION应该被设置为你所需的Hadoop版本。如同在ec2-describe-images命令输出中所看到的一样，HADOOP\_VERSION、INSTANCE\_TYPE及S3\_BUCKET的特定组合必须是可用的。

## 9.4 在 EC2 上运行 MapReduce 程序

Hadoop的EC2工具位于Hadoop的安装目录src/contrib/ec2/bin中。如前所述，ec2-init.sh脚本已经把这个目录添加到系统PATH中。在这个目录中有一个hadoop-ec2，它是用于执行其他命令的元指令（meta-command）。要在EC2上启动一个Hadoop集群，使用

```
hadoop-ec2 launch-cluster <cluster-name> <number-of-slaves>
```

它首先启动一个主EC2实例。之后，它启动所需数目的从节点来指向主节点。当该指令返回后，它会打印出主节点的公用DNS名，我们将之表示为<master-host>。这里，不是所有的从节点都需要完全启动。你可以查看位于http://<master-host>:50030/的主节点的JobTracker网页界面来监视集群以及从节点的运行状态。

**注意** EC2的新用户不能运行超过20个并发实例。你可以在http://www.amazon.com/gp/html-forms-controller/ec2-request填写Amazon EC2 Instance Request Form（实例请求表），申请提高上限。

在启动了一个Hadoop集群之后，你就可以登录到主节点并使用这个集群，就像你把它安装在自己的计算机上一样。为了登录，使用如下命令：

```
hadoop-ec2 login <cluster-name>
```

Hadoop EC2实例的\$HADOOP\_HOME为/usr/local/hadoop-x.y.z，其中x.y.z为Hadoop的版本号。我们做一个快速测试，来显示Hadoop正在集群上运行。

```
# cd /usr/local/hadoop-*
# bin/hadoop jar hadoop-*-examples.jar pi 10 10000000
```

在本章剩下的部分中，命令行前的井号（#）字符代表该行是在Hadoop EC2集群的主节点而非本地计算机上运行。上述命令运行一个Hadoop示例程序来估算pi的值。你可以在http://<master-host>:50030/上监控这个作业。

### 9.4.1 将代码转移到 Hadoop 集群上

所有的Hadoop应用都包含两个组件：代码和数据。我们首先移动代码到Hadoop集群上。下一节将讨论让我们的数据变得可以被访问（或许会涉及移动数据到集群）。

用scp可以将应用代码复制到Hadoop EC2集群的主节点上。从本地计算机上执行如下的命令：

```
source hadoop-ec2-env.sh
scp $SSH_OPTS <local-filepath> root@$MASTER_HOST:<master-filepath>
```

这里<local-filepath>指向本地计算机上的应用代码，而<master-filepath>指向主节点上的目标文件路径。



## 9.4.2 访问 Hadoop 集群上的数据

因为Hadoop EC2集群是租用的，存储在集群（包括HDFS）上的数据并不是持久保存的。你的输入数据必须持久化到其他一些地方，并在处理时被放入EC2集群。这里有许多方法可供选择，而它们都各具优势与不足。

### 1. 直接移动数据到HDFS

当输入数据较小（<100 GB）并且仅处理一次时，最简单的办法是先把数据复制到主节点，再从主节点复制到集群上的HDFS。向主节点复制数据与向它复制应用程序的代码（见9.4.1节）没有区别。一旦数据已经在主节点上，你可以登录主节点并用标准的Hadoop命令把数据复制到HDFS中。

```
# bin/hadoop fs -put <master-filepath> <hdfs-filepath>
```

图9-6图形化地展示了数据流的通路。在这个数据流通路中有一些值得注意的地方。其中一点是AWS与外部通信的带宽是需要付费的（每个EC2实例每小时的费用另算），但是AWS内部的带宽是免费的。在这个案例中，复制数据到主节点会收取费用，而从主节点到HDFS是免费的。（在MapReduce处理过程中的通信，以及MapReduce和HDFS之间的通信都是免费的。）无论用哪种方法将数据放入Hadoop集群，都需至少支付一次网络带宽费用。复制数据到主节点所花费的时间可能会相对比较长，因为在你的计算机和AWS之间的联结会比AWS内部的联结慢得多。而且，无论你采用什么样的数据流机制，都避免不了至少出现一次这种时间损耗。目前的数据流架构的问题在于每当你启用Hadoop集群时，都会带来时间开销和费用支出。如果输入的数据会在多个会话中用不同的方式处理，不推荐使用这种数据流。

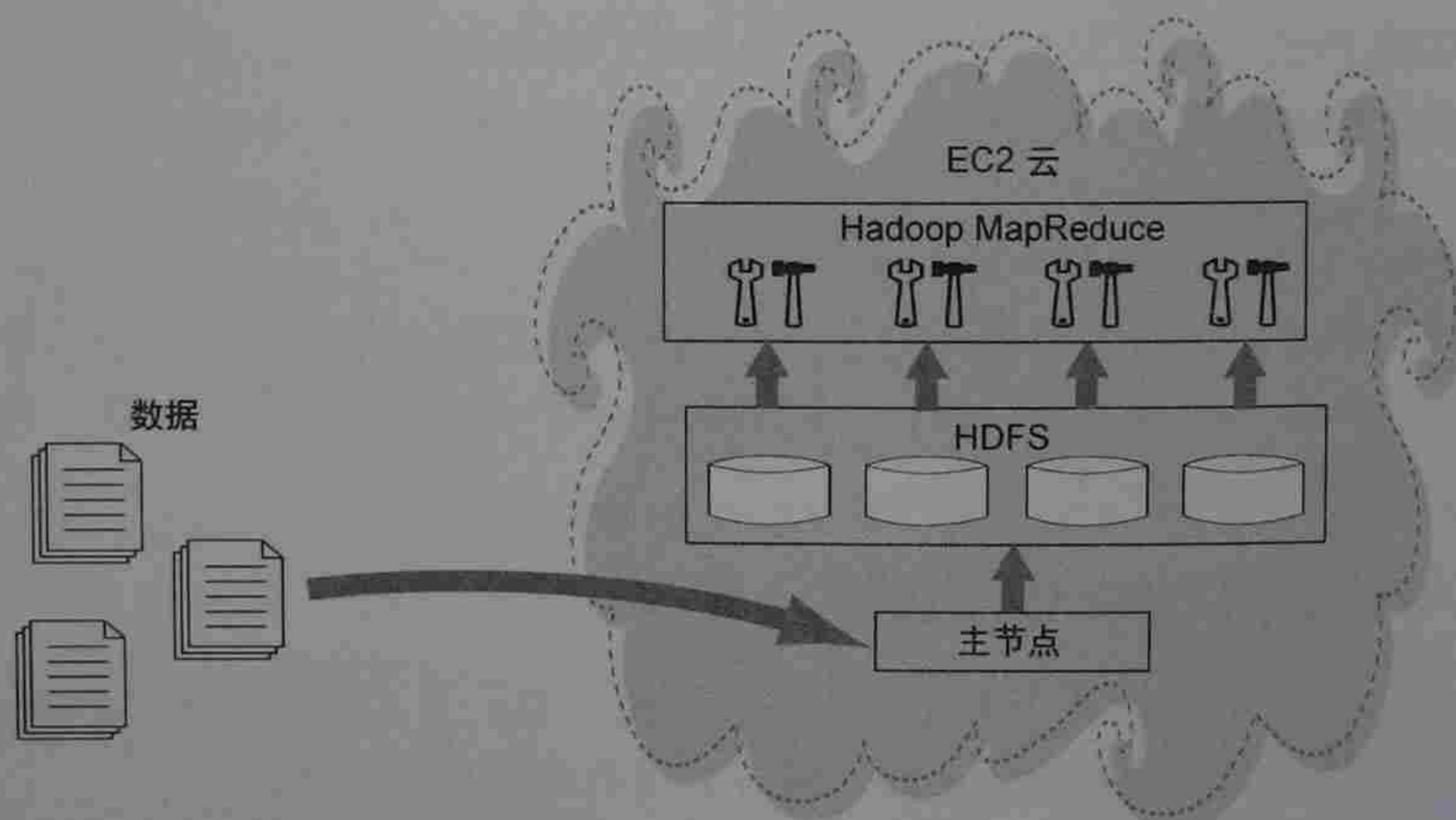


图9-6 直接传输数据到Hadoop EC2云上

现有的数据流通路的另一个缺点是对输入数据有大小限制。所有的数据必须能够先驻留在主节点上，而一个小的EC实例只有150 GB的磁盘分区。这个局限也可以被打破，但需要把输入数据划分为几块，每次传送一块。你还可以选择使用拥有多个420 GB磁盘分区的更大的实例。但是，



在尝试这些更复杂的机制之前，应该考虑一下在数据路径中使用S3。

## 2. 通过S3移动数据到HDFS

S3是AWS提供的一个云存储服务。你实际已经看到S3可以存储EC2的镜像。在S3中存储数据需要支付带宽费，用于和非AWS计算机进行数据I/O，还要支付一个以数据规模按月计费的存储费。该存储服务的收费模式对许多应用非常有吸引力。更特别的是，它非常适合与Hadoop EC2集群一起使用。

在图9-7中可以看到这种数据流模式。与图9-6相比，主要的改变在于输入数据首先被传输到S3云上，而不是到主节点。注意，与主节点不同，S3云存储独立于Hadoop EC2集群存在。你可以在一段时间内创建并终止多个Hadoop EC2集群，而它们均可以从S3中读取相同的输入数据。这个安装方式的优点在于，资金与时间成本仅花费一次在向AWS复制输入数据时。在输入数据被复制到S3之后，因为S3和EC2都在AWS系统内部，从S3云复制到集群的HDFS是非常快的，而且免费。虽然现在增加了一个额外的用于在S3上存储输入数据的月度支出，但是它通常是很小的。如果你需要有一个可扩展的归档存储空间，在此该数据流架构下，S3也可以胜任这个角色，并进一步体现其花费模型的优势。

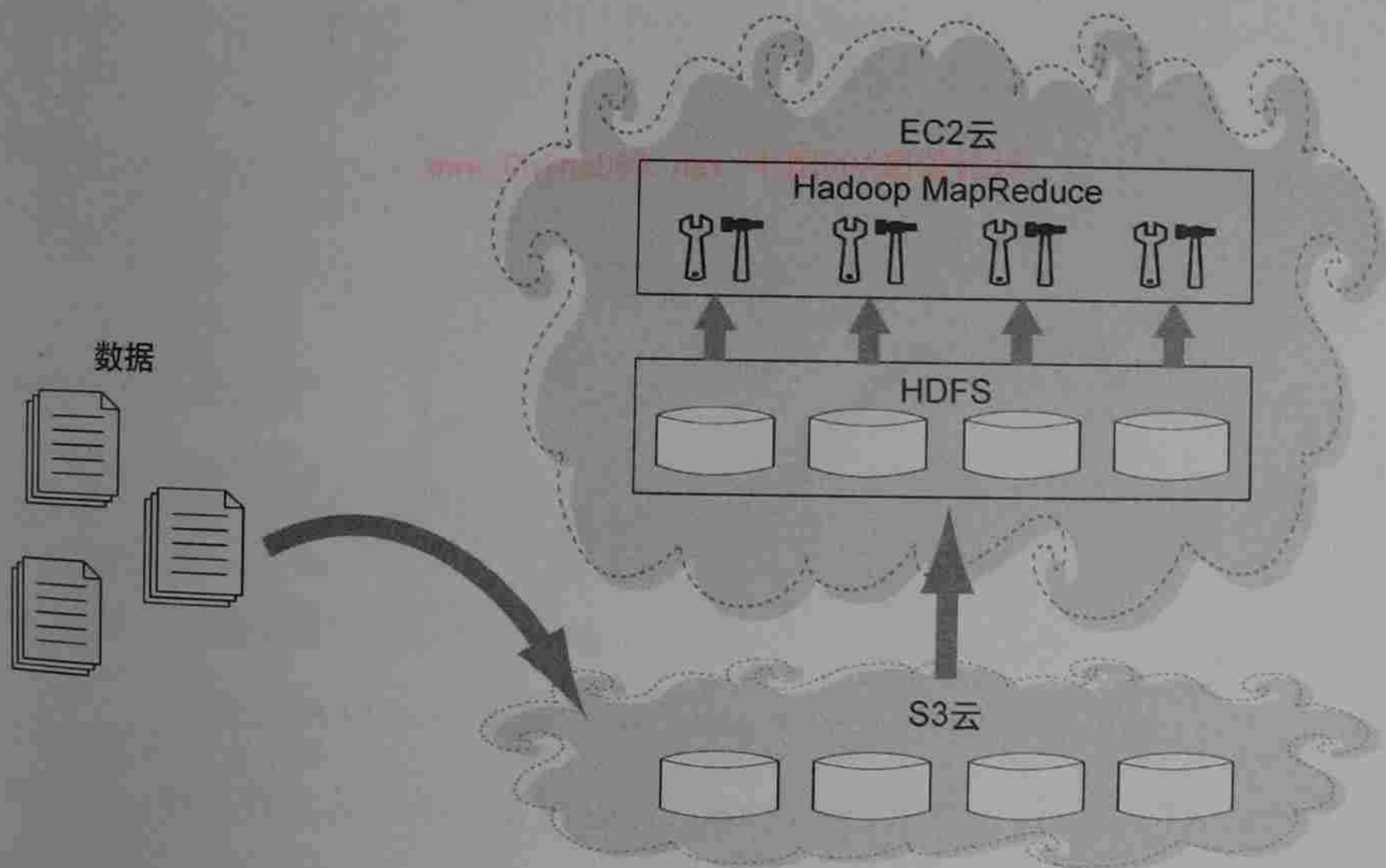


图9-7 同时通过S3和HDFS使用AWS上的Hadoop

默认的Hadoop安装内置支持使用S3。有一个用于S3的特殊文件系统，称为S3 Block FileSystem，架构在S3之上来支持大文件。（S3将文件大小限制为5 GB。）你需要将S3 Block FileSystem看做是一个区别于S3的独立文件系统，就像HDFS区别于底层的Unix文件系统一样。S3 Block FileSystem需要一个专用的S3桶分区。创建了这个S3桶分区之后，你就可以从本地计算机向S3移动数据了：



```
bin/hadoop fs -put <local-filepath>
➡s3://<access-key-id>:<secret-access-key>@<s3-bucket>/<s3-filepath>
```

回顾9.2.1节介绍过<access-key-id>和<secret-access-key>是认证参数,而<s3-bucket>是你在S3 Block FileSystem创建的S3桶分区的名字。

当数据转移S3上之后,可以复制它到任何Hadoop EC2集群。在集群的主节点上,运行:

```
# bin/hadoop distcp s3://<access-key-id>:<secret-access-key>@<s3-bucket>/
➡<s3-filepath> <hdfs-filepath>
```

数据复制到HDFS之后,你就可以按照通常的方式在集群中运行Hadoop程序。

### 3. 直接访问S3中的数据

迄今为止,我们总是在运行Hadoop应用之前把数据复制到集群的HDFS上。这样保证了存储和MapReduce程序之间的数据局部性。对于非常小的作业,你可以选择不用HDFS而放弃数据局部性,省掉从S3到HDFS的数据复制过程。数据通路如图9-8所示。

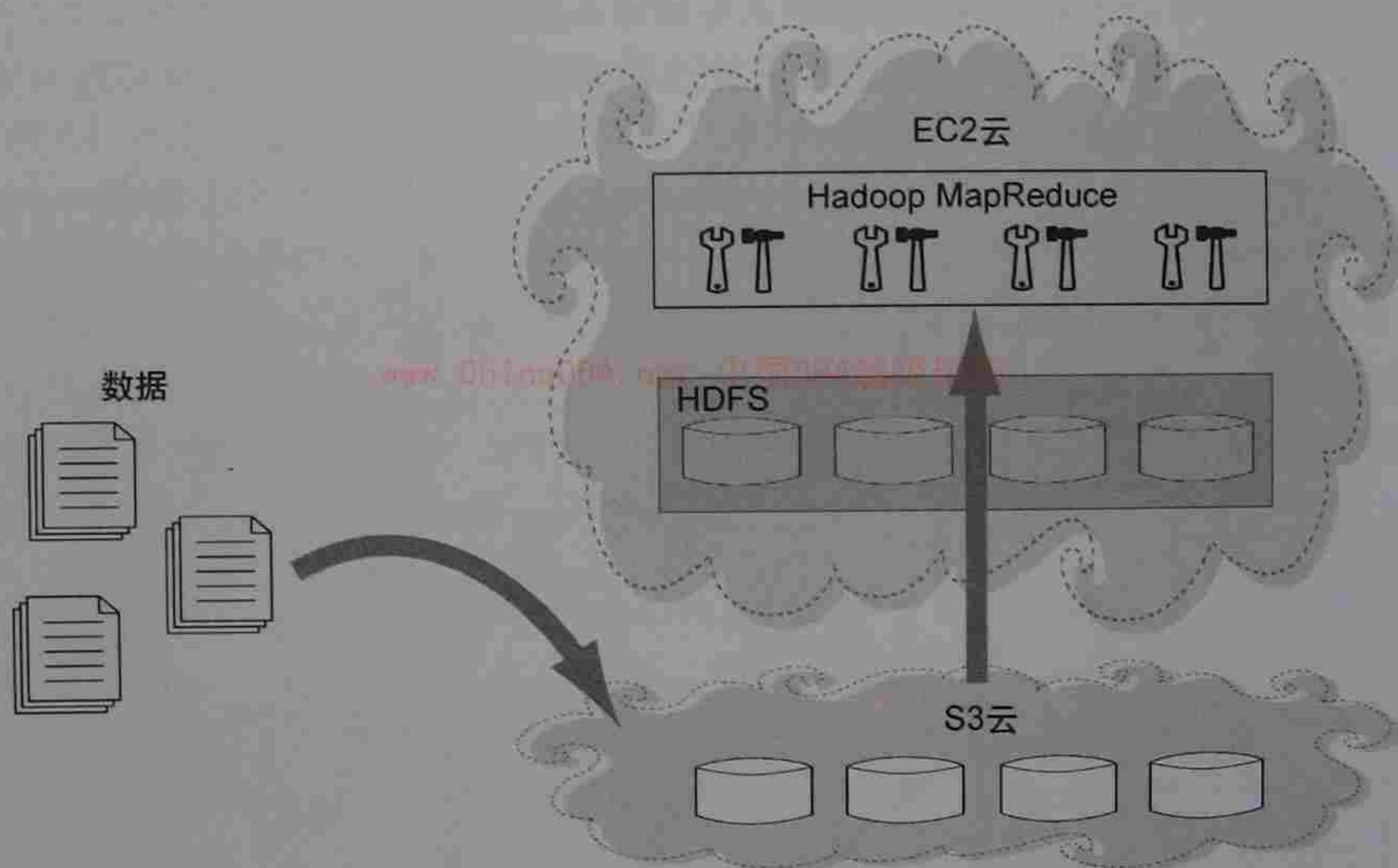


图9-8 运行在EC2上的Hadoop可以直接访问S3上的数据

为了在此体系结构下工作,在执行Hadoop应用时指定S3为输入文件路径

```
# bin/hadoop jar <app-jar-filepath> s3://<access-key-id>:
➡<secret-access-key>@<s3-bucket>/<s3-filepath> <hdfs-filepath>
```

上面的指令将输出文件存储到HDFS中,但是你也可以将它改为S3。

### 4. 在Hadoop中使用S3的更多选择

关于S3的使用方法还有一些不同的选择,在某些场景下会很有用。

迄今为止,我们已经使用了一个特殊的Hadoop S3文件系统(S3 Block FileSystem)在S3中存储数据。另一个选择是使用S3的本地文件系统。本地文件系统的主要缺点是它限制文件大小为5 GB。如果输入数据文件小于这个限制,本地文件系统会是一个绝好的选择。它与所有的标准



S3工具兼容，而Hadoop的S3文件系统采用的是特殊的数据格式。标准的S3工具使得S3本地文件系统的使用更加透明且更容易理解。要使用S3本地文件系统而非S3 Block FileSystem，需要在指定文件位置时用s3n替代s3。例如，使用

```
s3n://<access-key-id>:<secret-access-key>@<s3-bucket>/<s3-filepath>
```

替代

```
s3://<access-key-id>:<secret-access-key>@<s3-bucket>/<s3-filepath>
```

如果经常使用S3，你会发现为每个要访问的文件敲入一个长长的URI是非常麻烦的。缩短URI的一个办法是在conf/core-site.xml文件中增加如下内容：

```
<property>
  <name>fs.s3.awsAccessKeyId</name>
  <value>AWS_ACCESS_KEY_ID</value>
</property>

<property>
  <name>fs.s3.awsSecretAccessKey</name>
  <value>AWS_SECRET_ACCESS_KEY</value>
</property>
```

注意，必须将AWS\_ACCESS\_KEY\_ID替换为20个字符的Access Key ID，将AWS\_SECRET\_ACCESS\_KEY替换为40个字符的Secret Access Key。增加这两个属性到core-site.xml之后，S3文件的URI缩减为

```
s3://<s3-bucket>/<s3-filepath>
```

或

```
s3n://<s3-bucket>/<s3-filepath>
```

成为S3的本地文件系统。

**注意** 如果你不幸使用了一个包含斜杠的Secret Access Key，就无法把密钥嵌入到URI中。使用这个AWS/S3账户的唯一途径是用如前所述的方法把密钥放在core-site.xml中。（一些文档建议将密钥中的斜杠在URI中替换为字符串%2F，但是这在实际中并不好用。）

另一个便捷的办法是把S3作为你的默认文件系统来替代HDFS。为此，在增加了上述两个属性之后，将conf/core-site.xml中的fs.default.name属性改为

```
<property>
  <name>fs.default.name</name>
  <value>s3://S3_BUCKET</value>
</property>
```

这里的S3\_BUCKET是被你选择作为Hadoop S3 Block FileSystem使用的S3的桶分区（我们在前面表示为<s3-bucket>）。

## 9.5 清空和关闭 EC2 实例

默认情况下，Hadoop把其作业的输出数据存储到集群的HDFS中，而你应该将它持久化保存



到其他地方。提取输出数据的方法与将输入数据复制到Hadoop EC2集群上的方法相同，只是方向相反。主要的区别在于输出数据通常比输入数据的规模小几个数量级。一般而言，考虑到输出数据较小，从主节点复制可能是最佳选择。

因为你以小时为单位从AWS租用EC2实例，当工作完成后关闭实例并告诉AWS停止计费就非常重要。很容易犯的错误是退出登录后忘记实例仍在运行，而你依然在付费！为了正常地终止集群，使用如下的命令：

```
bin/hadoop-ec2 terminate-cluster <cluster-name>
```

所有集群中的EC2实例将关闭，而在上面的数据将会丢失。不需要做进一步的清理工作。

## 9.6 Amazon Elastic MapReduce 和其他 AWS 服务

Amazon Web Services仍在不断增加新的功能，许多功能都旨在让Hadoop开发者感觉更加方便。在本书写作时，两个最新推出的服务为Amazon Elastic MapReduce (EMR)和AWS导入/导出。

### 9.6.1 Amazon Elastic MapReduce

只需额外投入很小的费用，EMR服务就会启动一个预置的Hadoop集群供你运行MapReduce程序。这个服务所提供的主要的简化是让你无需顾及EC2实例的安装，因此也不必处理所有的认证及命令行工具等事务。你与EMR的通信完全通过一个Web终端完成，地址为<https://console.aws.amazon.com/elasticmapreduce/home>。可以在图9-9中看到它的初始界面。

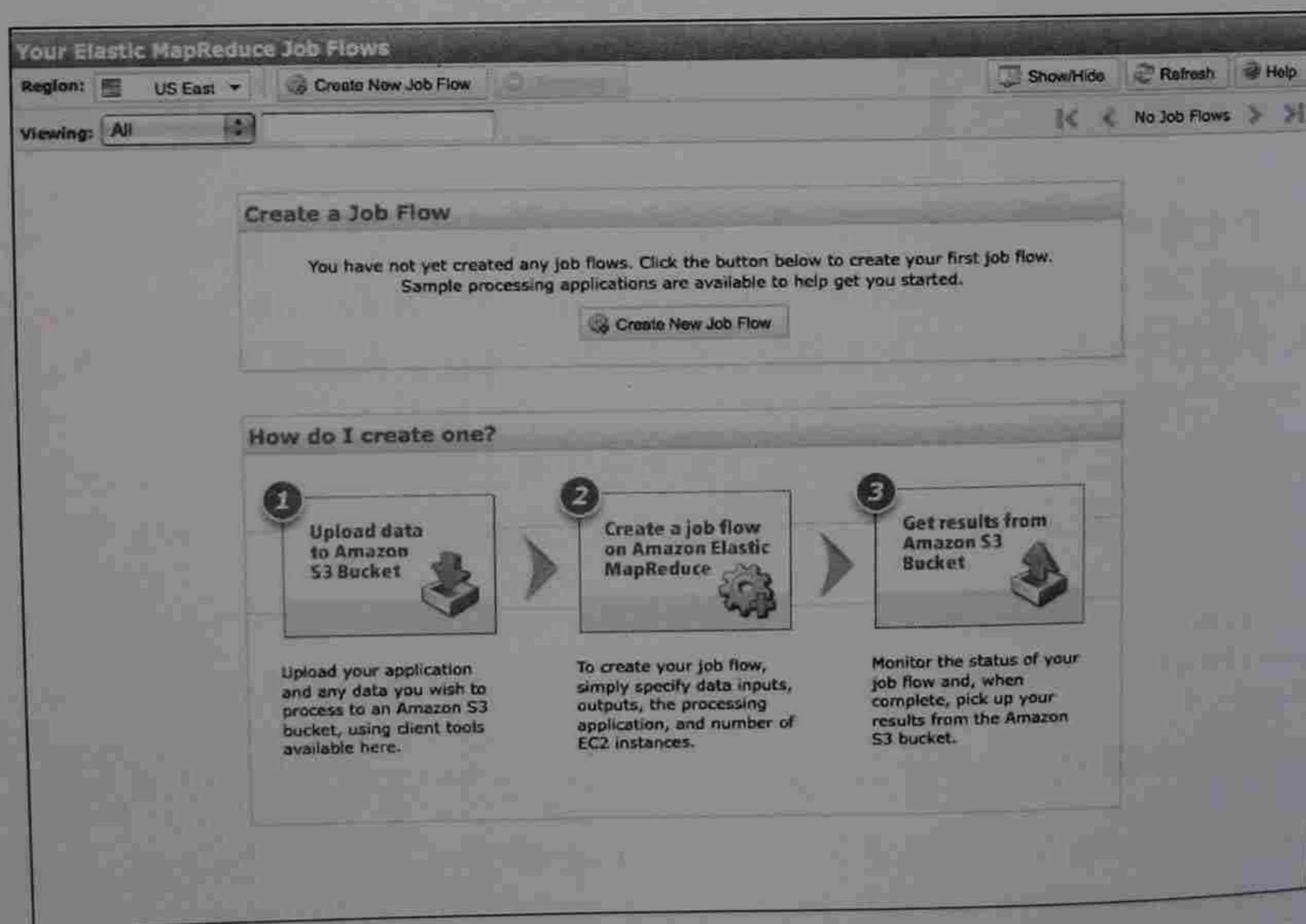


图9-9 Amazon Elastic MapReduce的Web终端初始界面。你可以按照屏幕上显示的步骤创建一个作业流



这个设计旨在处理单一的作业。以一个 (Streaming、Pig或Hive) 脚本或JAR文件的方式提交一个MapReduce作业，EMR就会配置一个集群运行它。默认情况下，集群在作业结束后关闭。作业的输入（输出）直接从S3读取（写入）。如9.4.2节所述，重量级的Hadoop用户通常有许多处理相同数据的作业，会使得这种配置相对低效。但是轻量级用户会发现使用EMR极大地简化了在云上运行MapReduce的过程。而且，不难想象，未来EMR还会变得更加复杂，最终会成为在AWS运行Hadoop的主要方式。

你可以在如下站点找到关于Amazon Elastic MapReduce的更多信息：

<http://aws.amazon.com/elasticmapreduce/>;

<http://docs.amazonwebservices.com/ElasticMapReduce/latest/GettingStartedGuide/>。

## 9.6.2 AWS 导入/导出

在云上处理大规模数据的一个主要瓶颈在于很难将大规模的数据集搬移到云上。如果你已经将数据存储在S3上，那么比较直接的方法就是在EC2上运行Hadoop来访问这个数据。另一方面，如果你只是为了分析而把数据搬移到Amazon云上，那么数据传输本身可能是一个很大的障碍。利用Amazon推出的AWS导入/导出服务，你可以直接把硬盘交给他们，由他们来使用高速的内部网络把数据上传到S3上。这个服务是否合理取决于你的互联网连接速度。表9-2为AWS给出的大致参考依据。

表9-2 判断AWS导入/导出比互联网上载更有效的数据点

可用的互联网连接	理论上80%网络利用率时传输 1TB数据所需的最小天数	考虑使用AWS导入/导出的条件
T1 (1.544 Mbps)	82天	100 GB或更多
10 Mbps	13天	600 GB或更多
T3 (44.736 Mbps)	3天	2 TB或更多
100 Mbps	1~2天	5 TB或更多
1000 Mbps	少于1天	60 TB或更多

你可以在<http://aws.amazon.com/importexport/>中找到关于AWS导入/导出的更多信息。

## 9.7 小结

云基础设施是一个运行Hadoop的好地方，因为它允许你轻松地扩展到上百个节点，并给你经济上的灵活性以规避前期的投资。Hadoop天生支持Amazon Web Services (AWS)。本章一开始讲述了AWS的账户设置和计算服务租用，而在你准备好了从AWS租用计算节点时，就会有Hadoop工具来帮你自动地完成Hadoop集群的设置与运行。AWS还有一个云存储服务 (S3)，可用于与HDFS协同工作或者替代HDFS。你会发现不同设置各有利弊。最后，重要的是记住用完后要关闭Hadoop集群。你是按小时租用这个云基础设施，除非你明确地关机，否则费用就会不断累积。