**第1章**

课内复习

1. 云计算的定义是什么？
2. 云计算的公共特征有哪几个？
3. 云计算按照部署方式和服务类型分别分成哪几类？
4. 如何从三元认识论的角度理解云计算？
5. 云计算作为一种计算范式可以分成哪两种结构？
6. 开源软件、自由软件和免费软件的区别于联系是什么？

课外思考

1. 计算系统是如何演变成今天的云计算的？
2. 如何理解“开源是种方法论”？
3. 开源技术是如何促进云计算发展的？

动手实践

1. Git是目前世界上最流行的开源分布式版本控制系统，用于敏捷高效地处理任何或小或大的项目。Git是 Linus Torvalds为了帮助管理Linux内核开发而开发的一个开放源码的版本控制软件。Git 与常用的版本控制工具CVS, Subversion等不同，它采用了分布式版本库的方式，不必服务器端软件支持。

* **任务**：在Linux上安装某个版本的Git软件，试着创建和管理一个版本库，并熟悉Git的各种操作。

1. Github是由Chris Wanstrath、PJ Hyett与Tom Preston-Werner三位开发者在2008年4月所创办，主要提供基于Git的版本托管服务。GitHub目前已经成为了最好用的免费开源项目托管站点。

* **任务**：在Github的官方网站https://github.com/上注册一个账号，然后通过实际的项目熟悉Github上的各种操作。

论文研习

1. 参考本书“论文阅读”部分的论文[1][2][3]，学习如何阅读一篇学术论文。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[5]，深入了解UC Berkeley当年对云计算的一些观点，并和今天云计算的发展现状进行比较。

**第2章**

课内复习

1. 分布式计算的定义和特征是什么？
2. 什么是ACID原则？
3. 什么是CAP理论？
4. 什么是BASE理论？
5. 如何理解最终一致性？
6. 分布式存储与分布式计算的区别于联系是什么？

课外思考

1. 在我们的日常生活当中，为什么我们所接触到的分布式系统越来越多了？
2. CAP定理中的几个关键因素为什么不能同时保证？不同的组合有什么样的应用场景？
3. 通过了解区块链的背景，说说你所理解的区块链做为一种分布式系统背后的全新理念。

动手实践

1. Globus是一个开放源码的网格的基础平台，Globus Toolkit工具包是一个构筑网格计算环境的中间件，提供基本的资源定位、管理、通信和安全等服务。该计算工具包是模块化的，允许用户按自己的需要定制环境。利用这套工具可以建立计算网格，并可以进行网格应用的开发。

* **任务**：通过Globus Toolkit的官方网站http://toolkit.globus.org/toolkit/，下载并安装使用Globus Toolkit。

1. HTCondor是一个专门用于计算密集型作业的负载管理系统，它为用户提供了作业排队机制、调度策略、优先计划、资源监测和资源管理，诞生于美国Wisconsin大学Madison分校。

* **任务**：通过HTCondor的官方网站https://research.cs.wisc.edu/htcondor/，下载并安装使用HTCondor，了解它是如何实现大吞吐量计算过程的。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[7]，深入了解最终一致性的原理与应用场景。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[11]，理解Google的分布式数据库Spanner。
3. 阅读“论文阅读”部分的论文[12]，理解透明计算背后的分布式原理。

**第3章**

课内复习

1. 云计算中的工作负载有哪几种模式？它们的特征是什么？
2. 如何避免云计算资源“超配”带来的问题？
3. 如何理解“云栈”和“云体”的概念？
4. 什么是软件定义的数据中心？它的特点是什么？

课外思考

1. 云计算的架构是如何演化的？
2. 如何理解“软件定义一切”的说法？

动手实践

1. OpenStack是一个旨在为公共及私有云的建设与管理提供软件的开源项目。OpenStack支持几乎所有类型的云环境，项目目标是提供实施简单、可大规模扩展、丰富、标准统一的云计算管理平台。

* **任务**：通过OpenStack的官方网站https://www.openstack.org/，全方面了解OpenStack作为一个开源项目的情况。
* **任务**：通过DevStack工具来安装并体验OpenStack。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[15]和相关材料，深入了解Eucalyptus开源软件的发展过程，以及对云计算起到的推动作用。
2. 阅读“论文阅读”部分的书籍[17]，理解“数据中心即计算机”背后的技术趋势。

**第4章**

课内复习

1. 什么是虚拟化技术？以及该技术有哪三种类型？
2. 全虚拟化技术和半虚拟化技术的区别是什么？
3. 硬件虚拟化技术有哪些代表？
4. 什么是轻量级虚拟化技术？其代表是什么？

课外思考

1. 虚拟化技术对计算资源的利用率究竟带来了怎样的好处？
2. 轻量级虚拟化技术相对于传统虚拟化技术的优势和不足是什么？
3. 容器的轻量级虚拟技术还能进一步的轻量化吗？有些什么样的方式？

动手实践

1. KVM目前已成为学术界和工业界的主流虚拟机监控器（VMM）之一，已经在越来越多的应用场景中使用。

* **任务**：通过KVM的官方网站https://www.linux-kvm.org/，下载并安装使用KVM，进一步了解KVM的原理。
* **任务**：通过Phoronix基准测试程序（Benchmark）对一个KVM系统的性能进行评测和比较。

1. Docker是目前最流行的轻量级虚拟化解决方案，并开始在越来越多的场合中替代传统的虚拟机技术。

* **任务**：通过Docker的官方网站https://www.docker.com/，下载并安装使用最新的Docker，进一步了解Docker的原理。
* **任务**：通过基准测试程序对容器和传统虚拟机的性能进行评测和比较。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[19]，深入理解Xen虚拟化技术。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[20]，深入理解Unikernels虚拟化技术。
3. 阅读“论文阅读”部分的论文[21]，深入理解无服务计算。

**第5章**

课内复习

1. 分布式存储的定义是什么？
2. 分布式存储有哪几种类型？
3. SAN和NAS的区别是什么？
4. 是比较不同文件系统的特点。

课外思考

1. 是否存在一种文件系统能够应对所有类型的文件存储？为什么？
2. Paxos的原理和机制是什么？

动手实践

1. Ceph从2004年提交了第一行代码，至今为止已经十多年了。这个起源于Sage博士论文，最早致力于开发下一代高性能分布式文件系统的项目，现在也成为了开源社区众人皆知的明星项目。随着云计算的发展，Ceph乘上了OpenStack的春风，受到各大厂商的待见，成为IaaS三大组件计算、网络、存储之一。

* **任务**：通过Ceph的官方网站https://ceph.com/，下载并安装使用最新的软件，进一步了解Ceph的原理。
* **任务**：理解并实践CRUSH（Controlled Replication Under Scalable Hashing）算法。

1. Hadoop分布式文件系统（HDFS）是一个高度容错性的系统，适合部署在廉价的机器上。HDFS能提供高吞吐量的数据访问，非常适合大规模数据集上的应用。HDFS是Apache Hadoop Core项目的一部分。

* **任务**：通过Hadoop的官方网站http://hadoop.apache.org/，下载并安装使用最新的Hadoop软件，进一步了解HDFS的工作原理。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[23]，深入理解Google的GFS技术。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[25]，深入理解Key-Value存储技术。
3. 阅读“论文阅读”部分的论文[28]，全面了解云端存储技术。

**第6章**

课内复习

1. 什么是覆盖网络？
2. VXLAN协议是什么？
3. 什么事大二层网络？
4. Clos网络结构是什么样的？
5. 软件定义网络（SDN）的概念是什么？
6. 什么是控制平面和数据平面？
7. 什么是网络功能虚拟化（NFV）？

课外思考

1. SDN相对于传统网络有些什么优势？
2. 如果SDN是下一代网络技术，为什么直到到现在，SDN还没能替代传统网络？
3. ONOS和Opendaylight这样的开源项目是如何推动SDN技术的？

动手实践

1. Mininet是一个轻量级软件定义网络和测试平台，它采用轻量级的虚拟化技术使一个单一的系统看起来像一个完整的网络运行想过的内核系统和用户代码，也可简单理解为 SDN网络系统中的一种基于进程虚拟化平台，它支持OpenFlow、OpenvSwith等各种协议。Mininet也可以模拟一个完整的网络主机、链接和交换机在同一台计算机上且有助于互动开发、测试和演示，尤其是那些使用OpenFlow和SDN技术，同时也可将此进程虚拟化的平台下代码迁移到真实的环境中。

* **任务**：通过Mininet的官方网站http://mininet.org/，下载并安装使用最新的软件，进一步熟悉Mininet的操作。
* **任务**：Mininet中安装OpenFlow，并测试其性能。

1. OpenDaylight是由Linux基金会推出的一个开源项目，集聚了行业中领先的供应商和Linux基金会的一些成员。其目的在于通过开源的方式创建共同的供应商支持框架，不依赖于某一个供应商，竭力创造一个供应商中立的开放环境，每个人都可以贡献自己的力量，从而不断推动SDN的部署和创新。打造一个共同开放的SDN平台，在这个平台上进行SDN普及与创新，供开发者来利用、贡献和构建商业产品及技术。ODL的终极目标是建立一套标准化软件，帮助用户以此为基础开发出具有附加值的应用程序。

* **任务**：通过OpenDaylight的官方网站https://www.opendaylight.org/，进一步了解OpenDaylight。
* **任务**：利用Mininet和Opendaylight搭建一个完整的SDN环境，并测试其性能。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[30]，深入理解OpenFlow的原理。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[32]，深入理解Google的数据中心网络技术。

**第7章**

课内复习

1. 云计算的安全技术框架包含哪些内容？
2. 虚拟化软件栈面临哪些安全威胁？
3. 虚拟化软件栈有哪些防御措施？
4. 安全云存储系统有哪些关键技术？

课外思考

1. 云数据的安全与隐私问题是否会阻止云计算的发展？
2. 怎样在云计算的便捷性和云计算的安全问题上进行取舍？

动手实践

1. HElib库是基于C++语言的同态加密算法软件库，能够实现的是BGV同态加密体制，HElib库的编写基于NTL数学算法库和GMP大数库。

* **任务**：通过HElib的项目网站https://github.com/shaih/HElib/，进一步了解并使用HElib。

1. FHE-CODE是Gentry的全同态加密方案的一种变体，适用于64位的Intel处理器。该算法库所依据的算法包括用于密钥生成算法、加密算法、解密算法、密文刷新算法。

* **任务**：通过FHE-CODE的项目网站https://github.com/rdancer/fhe，进一步了解并使用FHE-CODE。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[35]，深入理解“同态加密”的原理。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[36]，对云数据的安全与隐私服务进行全面的了解。

**第8章**

课内复习

1. 什么是云原生？
2. 云原生包括哪几个方面的内容？
3. 什么是持续集成与持续交付？
4. 云原生的12要素是什么？

课外思考

1. 相对于传统云应用，云原生应用的优势是什么？
2. Docker和Kubernetes技术为什么成为了云原生落地的最佳实践之一？

动手实践

1. Node.js是一个基于Chrome V8引擎的JavaScript运行环境。Node.js使用了一个事件驱动、非阻塞式I/O的模型，使其轻量又高效。Node.js的包管理器npm，是全球最大的开源库生态系统。

* **任务**：通过Node.js的项目网站http://nodejs.cn/，了解并使用Node.js进行编程。
* **任务**：在Docker环境中部署Node.js，并开发或部署一个简单的网站系统。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[40]，全面了解云端Web应用的自动扩展机制。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[42]，理解面向云计算的件工程的挑战与未来方向。

**第9章**

课内复习

1. 云操作系统的定义是什么？
2. 云操作系统有哪些功能？
3. 什么是资源调度？
4. 云资源调度的策略和算法分类是什么？

课外思考

1. 怎么理解“操作系统体现了‘软件定义的系统’技术的集大成”？
2. 类UNIX操作系统为什么能够发展成为今天这样占据云端服务器操作系统的主导地位？
3. 云端编程的挑战和未来是什么？

动手实践

1. Mesos是一个开源的集群管理器，最初是由加州大学伯克利分校的AMPLab开发的，已经在很多公司的生产环境上使用过，包括Twitter和Airbnb。2013年成为Apache的最高级项目。Mesos通过在多种不同框架之间共享可用资源来提高资源使用率。

* **任务**：通过Mesos的官方网站http://mesos.apache.org/，下载并安装使用最新的软件，进一步熟悉Mesos的操作。
* **任务**：在Mesos中安装Hadoop，并用Mesos对Hadoop集群进行管理。

1. Rancher是一个开源的企业级全栈化容器部署及管理平台，简单来说，就是一个可以通过Web界面管理Docker容器的平台。

* **任务**：通过Rancher的官方网站https://rancher.com/rancher/，下载并安装使用最新的软件，进一步熟悉Rancher的操作。
* **任务**：在Rancher中管理Docker集群，并对性能进行监控分析。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[44]，深入理解Mesos的原理。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[45]，深入理解POSIX在现代操作系统中的历史与地位。

**第10章**

课内复习

1. 云件的概念是什么？
2. 云件形态的特征主要有哪些？
3. 云件和Web应用、以及云桌面有些什么区别？
4. 云件系统的分层架构包括哪些内容？

课外思考

1. 松耦合冯•诺依曼计算模型和传统模型有什么不同？
2. 云件作为一种应用虚拟化的形式，和桌面虚拟化的本质不同在哪里？
3. 在线实训环境会成为一种大规模的云端服务资源吗？为什么？
4. Matlab、SAS、AutoCAD等这样的大型传统桌面软件，会以云端软件的形式在云端给用户提供服务吗？

动手实践

1. WebRTC是Web Real-Time Communication（网页实时通信）的缩写，是一个支持网页浏览器进行实时语音对话或视频对话的技术，是谷歌2010年收购Global IP Solutions公司而获得的一项技术。2011年开放了所有工程的源代码，在行业内得到了广泛的支持和应用，在下一代视频会议、桌面虚拟化、云端软件等场景中有着广泛的应用。

* **任务**：通过WebRTC的官方网站https://webrtc.org/，下载并安装使用最新的软件，运行WebRTC自带的实例程序和演示项目。
* **任务**：基于WebRTC，实现一个简单的视频会议系统。

1. CloudwareHub是一个专门构建和展示云端软件的平台，帮助用户方便的将传统软件上云，通过浏览器给终端用户提供服务。

* **任务**：通过CloudwareHub的开源项目主页https://github.com/cloudwarelabs，学习最新的软件版本，运行自带的实例程序和演示项目。
* **任务**：选一款传统的桌面软件，利用CloudwareHub实现成云端软件。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[48]，深入理解Cloudware提出的背景与背后的原理。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[49]，挖掘如何将桌面应用软件放到云端运行的方法。
3. 阅读“论文阅读”部分的论文[50]，理解云游戏的核心技术和未来发展的方向。

**第11章**

课内复习

1. 云监控的概念和特性是什么？
2. 云监控的结构包括哪些内容？
3. 什么是智能运维？
4. 智能运维的内容包括哪些？
5. 主动监控和被动监控有什么区别？

课外思考

1. 智能运维一定需要大数据和机器学习技术的支持吗？为什么？
2. 智能运维中的智能体现在什么地方？
3. 监控数据和智能运维的关系是什么？
4. 故障诊断和故障修复在智能运维的背景下是如何开展的？

动手实践

1. Ganglia是UC Berkeley发起的一个开源集群监视项目，设计用于测量数以千计的节点。Ganglia的核心包含gmond、gmetad以及一个Web前端。主要是用来监控系统性能，如：CPU、内存、硬盘利用率，I/O负载、网络流量情况等，通过曲线很容易见到每个节点的工作状态，对合理调整、分配系统资源，提高系统整体性能起到重要作用。

* **任务**：通过Ganglia的官方网站http://ganglia.info/，下载并安装使用最新的软件，运行Ganglia自带的实例程序和演示项目。
* **任务**：通过一个前面章节构建的实际系统，利用Ganglia采集实际的系统监控数据，并开展基本的智能运维活动，例如异常检测、瓶颈分析等。

1. Nagios是一款开源的电脑系统和网络监视工具，能有效监控Windows、Linux和Unix的主机状态，交换机路由器等网络设置，打印机等。在系统或服务状态异常时发出邮件或短信报警第一时间通知网站运维人员，在状态恢复后发出正常的邮件或短信通知。

* **任务**：通过Nagios的官方网站https://www.nagios.org/，下载并安装使用最新的软件，运行Nagios自带的实例程序和演示项目。
* **任务**：通过一个前面章节构建的实际系统，利用Nagios采集实际的系统监控数据，并开展基本的智能运维活动，例如异常检测、瓶颈分析等。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[52]，深入理解时间序列分析在智能运维场景中的作用。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[55]，深入理解深度学习技术在系统日志数据上解决异常检测问题的过程。

**第12章**

课内复习

1. 什么是桌面云？
2. 桌面云的架构包括哪些内容？
3. 桌面云的应用场景有哪些？

课外思考

1. GPU虚拟化技术是桌面云发展的一个核心技术吗？为什么？
2. 桌面云中的安全隐患有哪些？怎么解决？

动手实践

1. 我们在前面的章节中已经介绍并实践过OpenStack和KVM相关的内容。

* **任务**：利用OpenStack和KVM搭建一套完整的桌面云系统。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[57]，深入理解桌面云性能优化的方法。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[58]，深入理解桌面云用户交互体验的建模方法。
3. 阅读“论文阅读”部分的论文[59]，深入理解远程交互式渲染系统的核心技术挑战。

**第13章**

课内复习

1. 什么是软件开发云？
2. 传统软件开发在云计算时代所面临的挑战有哪些？
3. 华为DevCloud的核心理念有哪些？
4. 华为DevCloud能提供哪些具体服务？

课外思考

1. 云计算给软件开发和软件工程带来了哪些新的可能？
2. 在云端开展软件研发的全流程是未来的趋势吗？为什么？

动手实践

1. DevCloud是华为公司推出的云上一站式软件实训平台，提供云上软件开发平台，提供项目管理、代码托管、CloudIDE、代码检查、编译构建等功能，为用户实训过程提供全云上开发环境支撑，无需额外准备软硬件实训环境。

* **任务**：在DevCloud上开通账户，熟悉该产品提供的各种功能，并利用DevCloud开展相关的项目实践。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[60]，深入理解云上软件测试的关键技术与未来方向。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[61]，深入理解软件集成开发环境IDE在云计算时代所面临的问题和挑战。

**第14章**

课内复习

1. 什么是大数据？
2. 大数据的主要特征有哪些？
3. 什么是强人工智能与弱人工智能？
4. 新一代人工智能的特征有哪些？

课外思考

1. 云计算、大数据和人工智能的关系是什么？
2. 新一代（云计算和大数据背景下）的人工智能和传统人工智能的主要区别是什么？
3. 数据上云和人工智能上云是趋势吗？为什么？
4. 是否应该发展强人工智能？强人工智能会对人类的未来产生怎样的影响？

动手实践

1. TensorFlow是Google开源的一款人工智能学习系统。为什么叫这个名字呢？Tensor的意思是张量，代表N维数组；Flow的意思是流，代表基于数据流图的计算。把N维数字从流图的一端流动到另一端的过程，就是人工智能神经网络进行分析和处理的过程。TensorFlow已经成为了目前最为流行的深度学习框架，在图形分类、音频处理、推荐系统和自然语言处理等场景下都有丰富的应用。

* **任务**：通过TensorFlow的官方网站https://www.tensorflow.org/，下载并安装使用最新的软件，运行TensorFlow自带的实例程序和演示项目。
* **任务**：在Docker容器中部署TensorFlow软件，并体会这种AI上云的方式。

1. Spark是加州大学伯克利分校AMP实验室（Algorithms, Machines, and People Lab）开发的一种通用内存并行计算框架。Spark在2013年6月进入 Apache成为孵化项目，8个月后成为Apache顶级项目。Spark以其先进的设计理念，迅速成为社区的热门项目，围绕着 Spark 推出了Spark SQL、Spark Streaming、MLLib和 GraphX等组件，也就是 BDAS（伯克利数据分析栈），这些组件逐渐形成大数据处理一站式解决平台。

* **任务**：通过Spark的官方网站http://spark.apache.org/，下载并安装使用最新的软件，运行Spark自带的实例程序和演示项目。
* **任务**：在Docker容器中部署Spark软件，并体会这种大数据分析上云的方式。

论文研习

1. 阅读“论文阅读”部分的论文[63]，深入理解人工智能的关键技术与未来发展方向。
2. 阅读“论文阅读”部分的论文[64]，深入理解内存计算所面临的问题和挑战。
3. 阅读“论文阅读”部分的论文[68]，深入理解TensorFlow的架构与工作原理。