

公有云存储系统性能评测方法研究

李阿妮 张晓 张伯阳 柳春懿 赵晓南

西北工业大学计算机学院

NCIS'2016



引言

全球数据量的迅猛增长使得数据存储日益成为各企业关注的焦点，持续增长的数据存储压力带动了整个存储市场的快速发展，云存储迅速成为存储的热点。许多企业开发者和个人用户将其应用从传统存储迁移至公有云存储，他们为了评判选择的公有云存储系统能否满足业务需求，需要对公有云存储系统进行性能评估。因此，云存储系统性能成为企业开发者和个人用户关注的焦点。传统的存储系统性能测试方法直接用于云存储系统时，存在如下问题：第一，由于实际环境资源的限制，测试不具有可扩展性，难以评测大规模云存储系统的性能；第二，难以模拟足够多的用户同时访问云存储系统；第三，测试环境构建复杂，需要花费大量的人力物力，测试时间长；第四，准备测试环境，测试成本投入高，比如浪潮测试自主研发的云存储系统inspur的性能，准备测试环境大概花费8亿元，曙光测试自主研发的云存储系统ExaStor的性能，准备测试环境花费高达数十亿元；第五，测试过程受网络因素及外界其他因素影响，评测结果不稳定。

针对以上问题，本文提出一种公有云存储系统性能评测方法——“云测试云”，该方法通过在云计算平台动态申请足够数量的实例，对公有云存储系统性能进行评测。该方法主要针对公有云存储系统，因为私有云存储系统是针对特定企业或高校搭建，供其内部人员使用，而公有云存储系统具有普遍使用性。该方法具有如下优点：第一，在云计算平台上动态按需申请实例，可以模拟足够数量的用户，具有很好的扩展性；第二，评测过程自动化部署，节约人力物力，使评测过程更高效；第三，使用云计算资源构建评测环境，节约测试成本；第四，评测过程相对屏蔽网络因素的影响，使评测过程稳定；第五，该方法可以适用于任何公有云存储平台，具有很好的通用性。

本文的主要贡献在于：第一，提出一种公有云存储系统性能评测方法——“云测试云”；第二，构建通用的性能评测框架，可动态伸缩申请实例，自动化部署评测工具及负载，控制并发访问云存储系统，自动释放实例及收集并反馈评测结果；第三，提出多维度的性能评测指标，涵盖不同典型应用，不同云存储接口；第四，提出一种可扩展通用的性能评测模型，可以适用于任何的公有云存储平台，通过该模型可以评测常见典型应用的性能，并且可以分析用户使用机器类型、用户访问文件大小、同时访问用户数对云存储系统性能的影响。

1. 云测试云

1.1 评测框架

我们构建通用的性能评测框架，如图1所示。主要包括四个模块：（1）控制决策模块。首先对企业开发者或个人用户提交的需求说明进行需求分析；然后根据需求分析结果创建虚拟机组；接着给创建的所有虚拟机发送工具和负载信息；并且控制虚拟机进行访问操作；其次当访问测试模块完成时，从各个虚拟机中收集评测结果；最后当用户收到评测结果后，释放虚拟机组。（2）资源调度模块。主要根据控制决策模块发送的请求消息启动虚拟机组。（3）访问测试模块。所有新启动的虚拟机根据控制决策模块的需求分析信息访问云存储系统，进行元数据访问或者数据访问。（4）结果处理模块。主要负责处理控制决策模块从各个虚拟机收集的评测结果，分为单节点结果处理和多节点结果处理，并将分析结果反馈给企业开发者或个人用户。

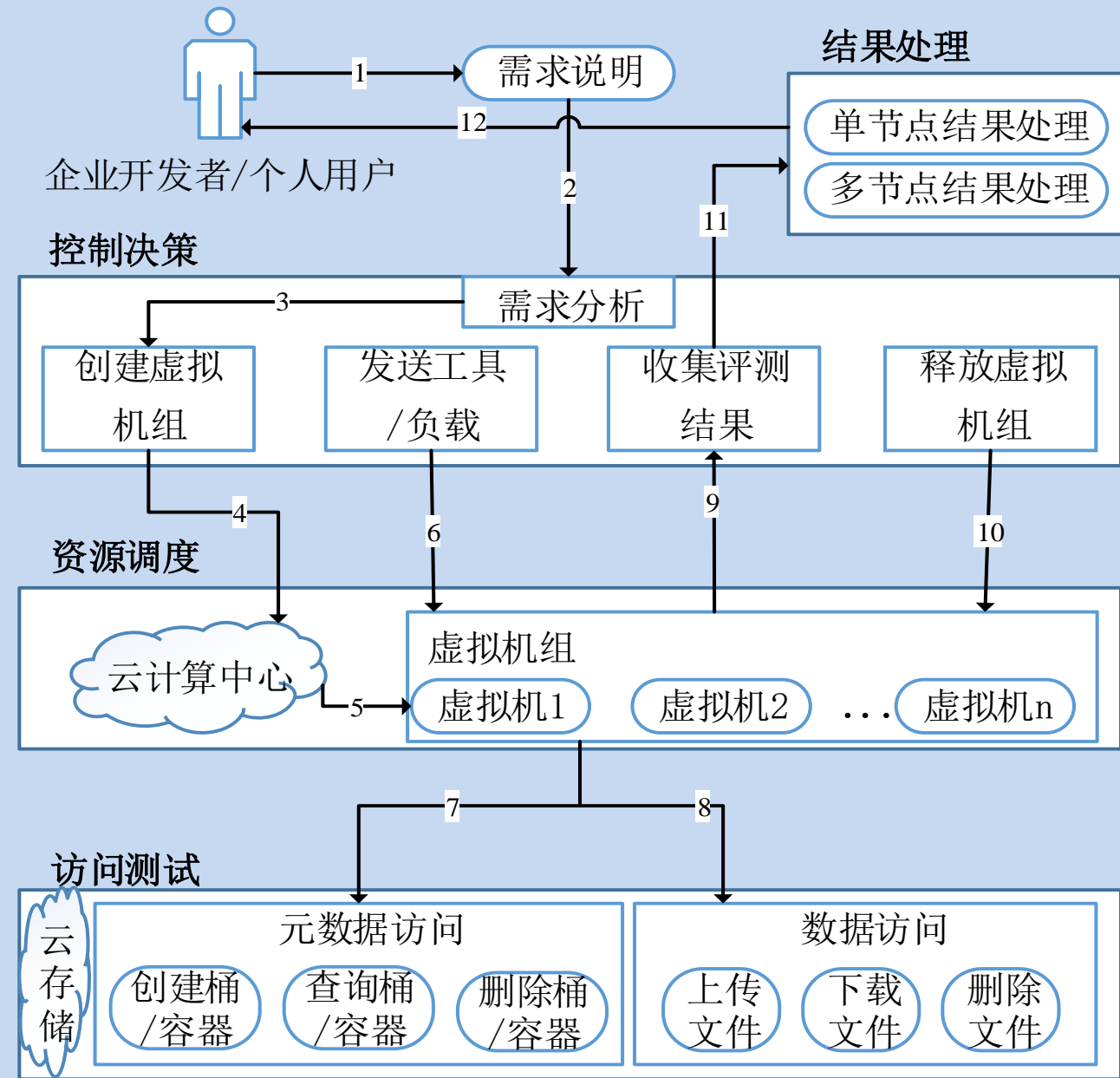


图1 “云测试云”性能评测框架

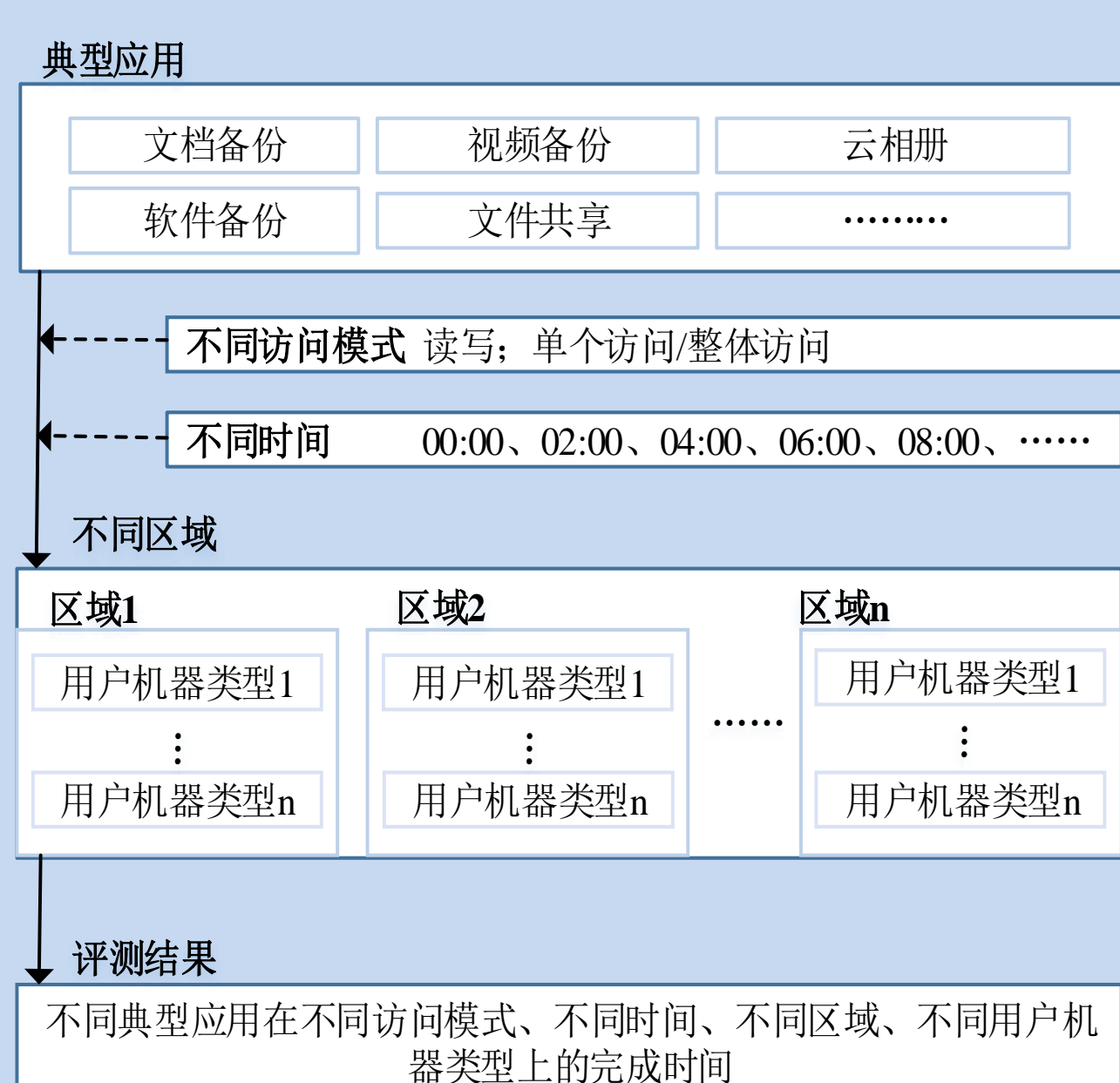


图2 典型应用性能评测模型

我们在评测指标的基础上提出两种通用可扩展的公有云存储系统性能评测模型：典型应用性能评测模型和云存储接口层性能评测模型。典型应用性能评测模型，可以分析用户使用不同典型应用在不同访问模式、不同机器类型、不同网络环境和不同测试时间点时完成时间；云存储接口层性能评测模型可以评测用户使用的机器类型，用户访问的文件大小及同时访问的用户数对云存储系统性能的影响。两种具体评测模型如图2和图3所示。典型应用性能评测模型的具体执行流程如下：首先将不同的典型应用在不同时间、部署到不同区域的不同类型机器上；最后可以评测出不同典型应用在不同访问模式、不同时间、不同区域、不同类型机器上的完成时间。

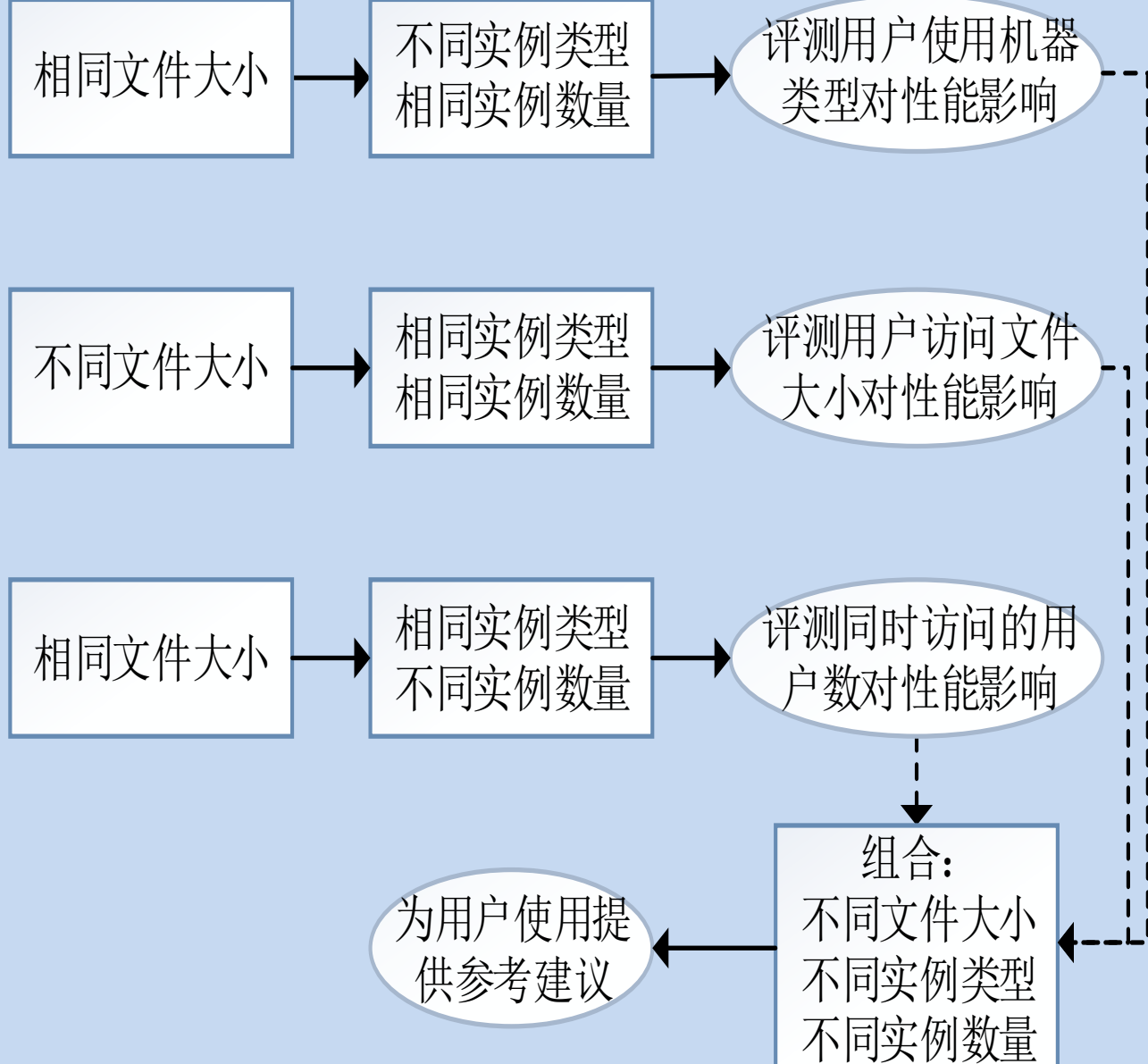


图3 云存储接口层性能评测模型

云存储接口层性能评测模型具体执行流程如下：

- (1) 评测云存储系统性能和实例类型之间的关系。固定文件大小（一般小文件）和实例数量（单实例），分析用户使用不同类型机器对云存储系统性能的影响。
- (2) 评测云存储系统性能和文件大小之间的关系，即评测用户上传、下载的文件大小对访问云存储系统性能的影响。固定实例类型（小配置实例类型）和实例数量（单实例），分析用户访问不同大小文件对云存储系统性能的影响。
- (3) 评测云存储系统性能与同时访问的实例数量之间的关系。固定实例类型（小配置实例类型）和文件大小（小文件），分析同时访问的用户数量对云存储系统性能的影响。
- (4) 根据前三个阶段分析，组合不同文件大小、不同实例类型和不同实例数量进行评测，评测结果为用户使用提供参考建议。

云存储接口	评测指标	评测标准	单位
块存储	MBPS	单位时间上传数据、下载数据的速率	MB/s
	响应时间	测试上传、下载数据的API响应时间	秒(s)
对象存储	MBPS	单位时间内文件成功上传、下载的速率	MB/s
	元数据操作吞吐率	单位时间内进行元数据操作的次数	操作次数/s
	响应时间	测试成功上传、下载文件的API响应时间	秒(s)
数据库存储	并发数	同一时间内能够支持最大用户访问数	个数
	数据库操作速度	单位时间内进行数据库操作（增删改查）的次数	操作次数/s
	响应时间	成功进行一次数据库操作花费的时间	秒(s)

本地存储系统的性能评测指标有IOPS、数据传输率、元数据吞吐率和并发数等，具体如下：

- 1) IOPS: 测试本地存储系统每秒处理的IO请求数，单位IO次数/秒(IOPS)。
- 2) 数据传输率: 测试本地存储系统在单位时间内的最大数据传输率，单位兆字节/秒(MB/s)。
- 3) 元数据吞吐率: 本地存储系统在单位时间内能够处理的元数据量，单位次/秒。
- 4) 并发数: 同一时间内能够支持的最大用户访问数目，单位个数。

根据云存储系统的不同接口访问类型，可以分为块存储接口、对象存储接口、数据库存储接口，不同接口的具体评测指标如表

3. 实验成果与分析

3.1 实验环境

我们所有的实验都选择在Amazon EC2平台东京地区进行。评测环境的拓扑图如图4所示。

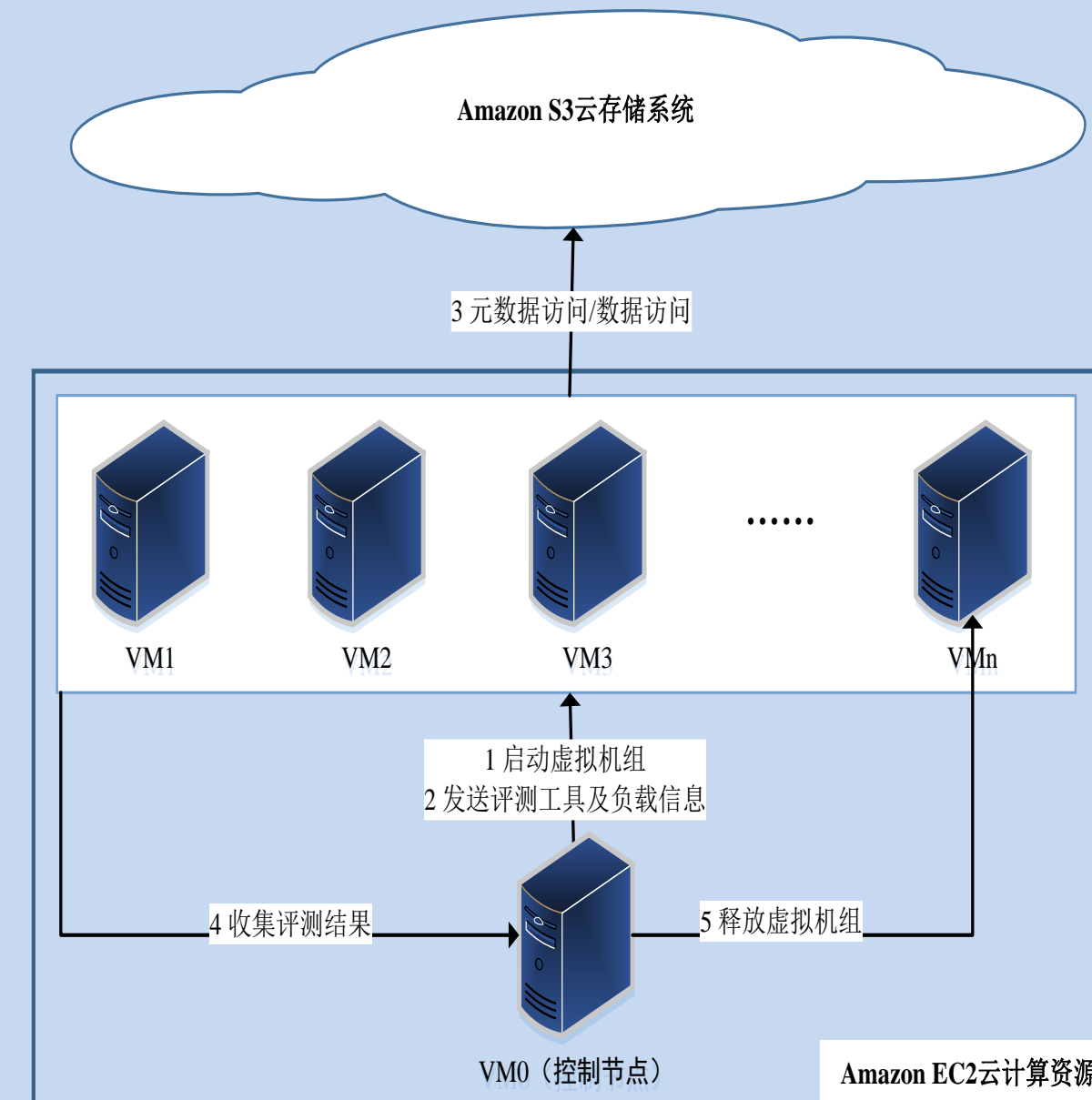
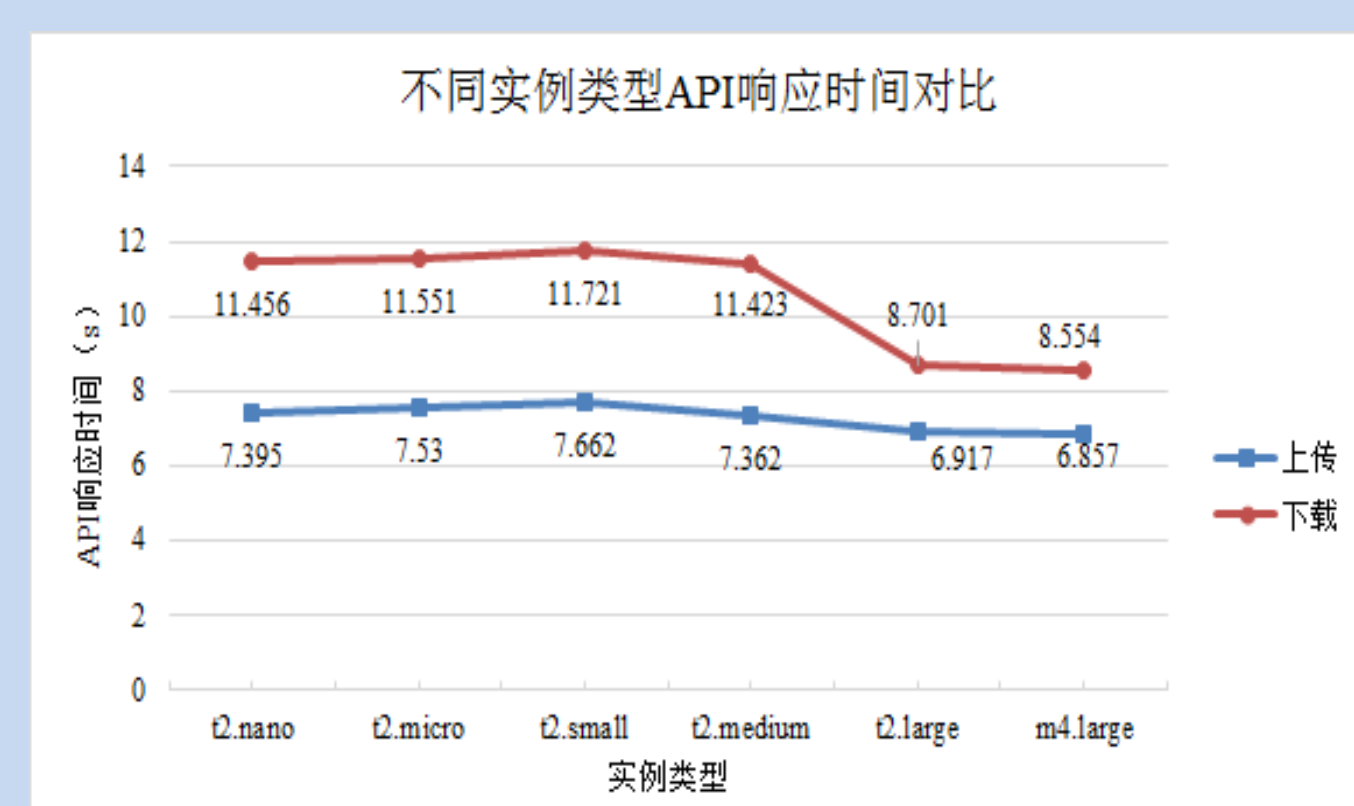
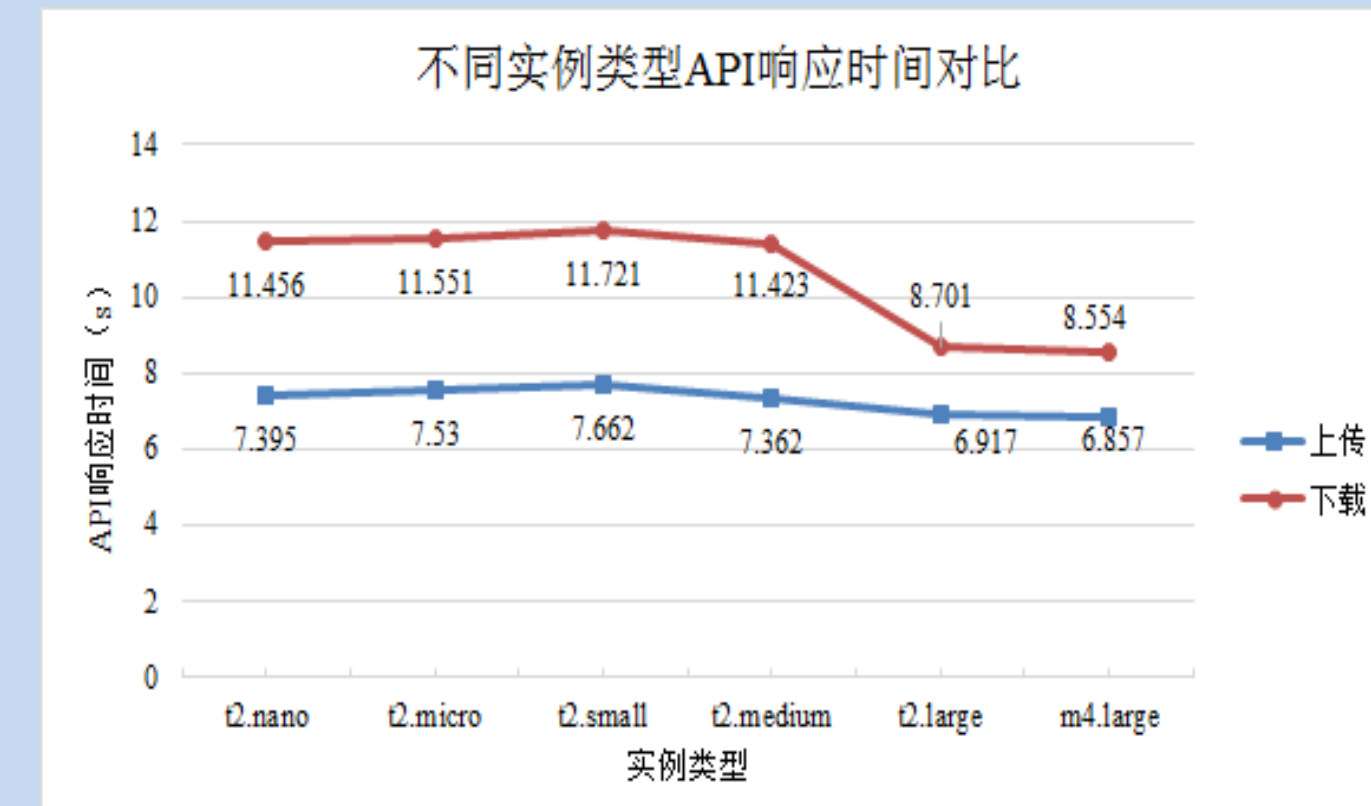
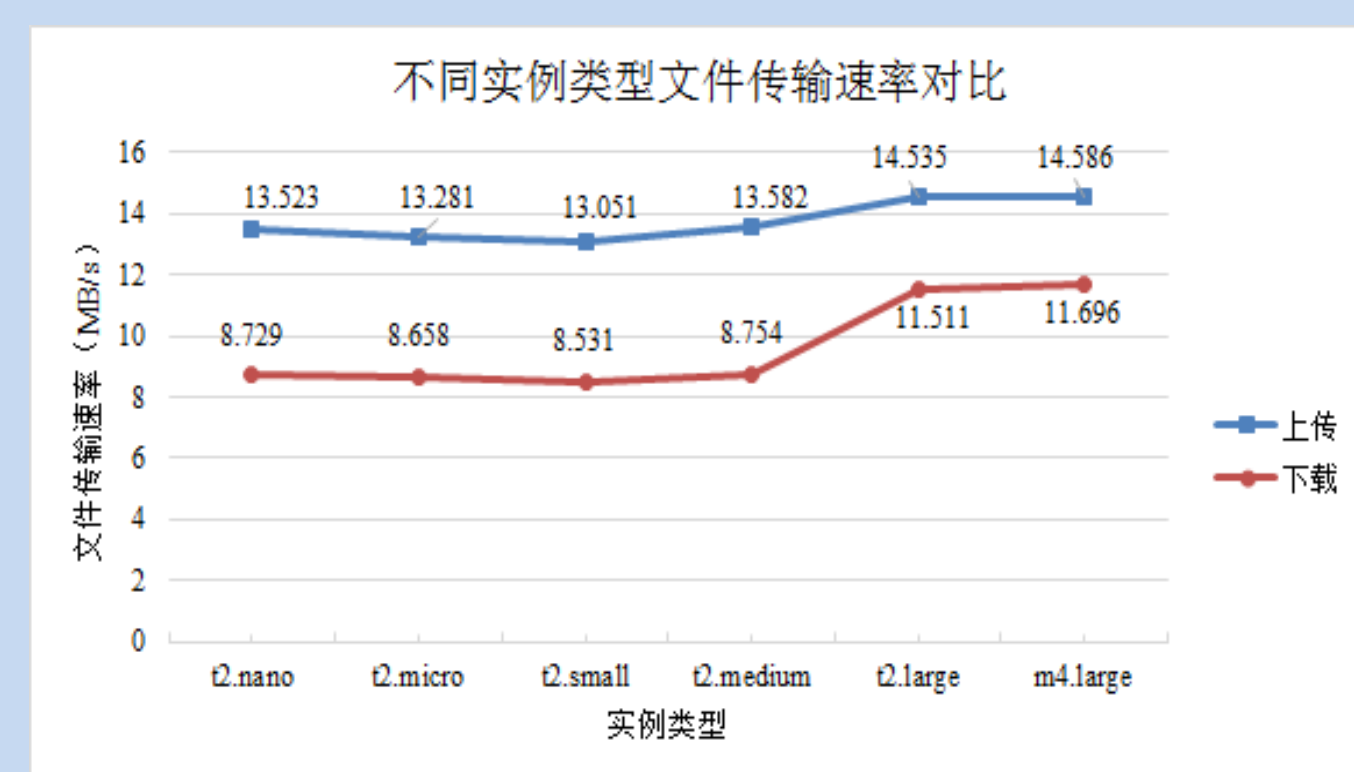
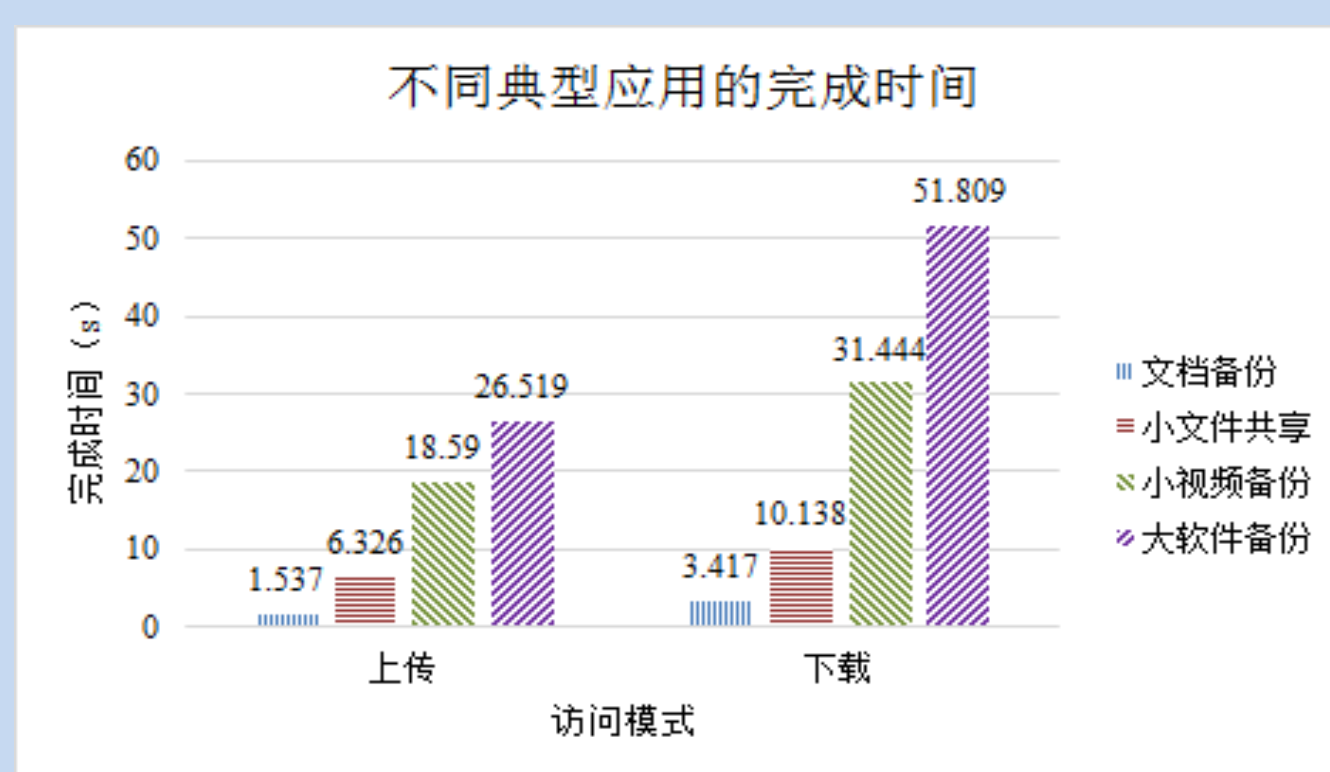


图4 Amazon S3性能评测环境拓扑图

为了排除异常值的影响，每次测试进行5次实验，实验结果去掉一个最大值和一个最小值，然后将剩余的3次实验结果取平均。以下各图为测试结果。



因为s3cmd在上传下载文件时，以15MB进行分块上传或下载。而S3CTC调用S3 API，查看API实现源码，以8MB分块进行文件处理。因此，为了避免文件分块时间的影响，使s3cmd可以准确验证研发工具准确性，设置验证测试的文件大小为1MB、2MB、4MB、6MB、8MB。

具体验证方法如下：首先，使用S3CTC测试1MB、2MB、4MB、6MB和8MB文件的上传和下载速率；其次，使用s3cmd测试1MB、2MB、4MB、6MB和8MB文件的上传和下载速率；最后，对比分析两种工具测试结果。

