

云GIS的内涵与研究进展

林德根, 梁勤欧

(浙江师范大学地理与环境科学学院, 金华 321004)

摘 要:云计算将是下一代计算平台, 云计算的发展必将带动与计算科学密切相关的地理信息系统学科的发展。本文采用文献分析方法综述了云计算的特征、云GIS内涵、关键技术和科学问题, 指出云GIS是利用云基础设施获得大规模计算能力来解决GIS中海量空间数据的分布式存储、处理任务划分、查询检索、互操作和虚拟化等关键性科学问题, 提高GIS数据处理与管理能力, 为计算密集型和数据密集型的各类GIS服务提供高性能处理的技术。其基本内涵是空间数据的云特征, 空间数据管理中的云计算特征。同时指出云GIS将彻底突破GIS既有的“专业圈子”, 实现GIS自身的革命性突破, 极大地扩展其市场规模。然后, 本文介绍了云GIS平台, 指出云GIS发展中的优势与不足; 最后, 从云GIS模式技术发展趋势、应用需求及教育专业需求3个方面展望了中国云GIS的研究进展。

关键词:云计算; 云GIS; 地理信息系统; 海量空间数据; 虚拟化

1 引言

地理信息系统是依托地理学的基础理论, 脱胎于地图学, 以计算机科学技术作为支撑, 以RS和GPS作为其重要的数据来源的一门介于信息科学、空间科学、管理科学之间的交叉学科^[1]。地理事物的多学科性^[2]导致了GIS明显具有多学科交叉的特征, 它既要吸取诸多相关学科的精华和营养, 并逐步形成独立的边缘学科, 又要应用于多个相关学科, 并推动它们的发展。近年来, 由于云计算在IT行业迅猛发展, 带来新的产业革命, 个人电脑时代将让位于一个新的时代——公用云计算时代^[3]。虽然云计算现在还处于起步阶段, 但是已经在海量数据处理、大规模计算、用户透明、减少系统设备投入和维护等方面展现出无与伦比的优势^[4]。

地理计算是地理信息科学的核心内容之一^[5], 地理计算的发展动因在于探索空间复杂性的需要, 发展源流则在于计算科学^[6]。Gasstev等^[7]、NRC^[8]、Yang等^[9]的研究指出, 21世纪地理科学面临数据密集型、计算密集型和海量时空数据并发访问的挑战。云计算正在成为一种通用型计算技术, 它将深刻改变应用GIS的传统方法和模式, 解决地理科学

面临的挑战。对广大用户来说, 云GIS意味着数据、软件、开发方面的壁垒已被打破, GIS资源变得唾手可得^[10]。用户可在云中随时获取所需的各种GIS资源, 并且这种资源是可以计量和灵活扩展的, GIS系统建设和运营模式都将面临新的机遇和挑战。在当前环境下, 对GIS科学工作者来说, 利用云计算解决GIS领域中的问题, 已成为一项颇具挑战性、前沿性和创新性的工作。

2 云GIS简介

2.1 云计算系统的特征

云计算具有超大规模、虚拟化、高可靠性、通用性和高可伸缩性、按需服务、极其廉价^[11]的特征。之所以称为“云”, 是因为在某些方面具有现实中“云”的特征: 规模大、规模动态可伸缩、边界模糊、居无定所。具体来说, “云计算”是分布式处理、并行处理和网格计算的发展延伸。通过网络, 将庞大的计算处理程序自动拆成无数个较小的子程序, 再交给由很多服务器组成的庞大系统经搜索、计算分析, 最后将处理结果传给用户。

有人将云计算比喻为从单台发电机模式转为

收稿日期: 2011-11; 修订日期: 2012-04.

基金项目: 国家自然科学基金项目(70773089)。

作者简介: 林德根(1988-), 男, 硕士研究生, 中国地理学会会员, 主要研究方向为地理信息系统和云GIS理论研究、自然灾害。

E-mail: lindegen@163.com

通讯作者: 梁勤欧(1968-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为人工免疫系统与GIS、遥感应用。E-mail: qoliang@sina.com

电厂集中供电的模式。它意味着计算能力也可以作为一种像水电的商品进行流通,取用方便、费用低廉,最大的不同在于,计算能力是通过互联网进行传输流通的。对用户来说,云计算能够提供满足服务质量保证(QoS)要求的服务^[12];能按需调整用户需要的硬件配置、网络带宽、存储容量等服务,保证用户能够随时随地地访问所需要的服务;能够根据用户的需求自由伸缩。用户只需购买计算能力这一商品即可。

2.2 云GIS的定义

云GIS是基于云计算的理论、方法和技术,扩展GIS的基本功能,从而进一步改进传统GIS的体系,以实现海量空间数据的高性能存取与处理操作,使其更好地提供高效的计算能力和数据处理能力,解决地理信息科学领域中计算密集型和数据密集型的各种问题。其实质是将GIS的平台、软件和地理空间信息能够方便、高效地部署到以云计算为支撑的“云”基础设施之上,能够以弹性的、按需获取的方式提供最广泛的基于Web的服务^[13]。目前,云GIS这一概念在能查到的中外文献^[13-18]中并没有公认的定义,Yang等^[14]认为云GIS是以地理信息科学为核心,充分利用云计算带来的优势。本文认为,云GIS是利用云基础设施获得大规模计算能力,来解决GIS中海量空间数据的分布式存储、处理任务划分、查询检索、互操作和虚拟化等关键性科学问题,提高GIS数据处理与管理能力,为计算密集型和数据密集型的各类GIS服务提供高性能处理的技术。

3 云GIS的内涵与关键技术

GIS是现代科学技术发展和社会需求的产物。人口、资源、环境、灾害是影响人类生存与发展的4大基本问题^[19],为了解决这些问题必须要自然科学、工程技术、社会科学等多学科、多手段联合攻关。因此云GIS的核心价值是利用云计算技术,更优化、更合理、更高效的去解决上述4大基本问题,本节从地理科学和社会科学两个角度,探讨云GIS的内涵,并归纳云GIS的关键技术。

3.1 云GIS的内涵

3.1.1 地理科学视角

网格计算是将地理上分布的、系统上异构的多种资源通过高速网络连接起来,协同解决大型应用

问题,进行广域信息资源的分布共享^[20]。网格计算对数据的划分首先以提高大规模任务的效率为出发点,考虑任务划分或者数据划分的合理性。

不同于传统的空间网格,地理科学视角的空间信息呈现一定的“云”特征:①抽象特征。只要空间位置确定,该位置上的资源、类型、所有者等信息均可认为是依附于空间位置的抽象属性^[17],该特征为数据虚拟化提供了理论依据。②透明特征。信息复杂多样,最终用户、管理人员或者研究人员只关心对他们来说“有价值”和“能操作”的信息和结果,其他“无价值”的信息、数据存储组织方式以及处理过程等均可对用户透明。③宜合宜分特征。与传统空间信息的“横向成网,纵向多级”特征相对应,云GIS呈现出“合而分之,分而合之”的特征。在对海量数据进行存储或者对大规模任务进行划分时,需要对资源数据进行划分,而这种划分过程必然保存了原有的空间信息和非空间的属性信息。该特征与分布式存储和MapReduce的思想一致^[21]。以上3个特征相互联系,彼此依赖,构成地理科学视角下的云GIS内涵。

3.1.2 社会科学视角

用户和数据均是云GIS的组成部分,两者均具有社会属性。前者表现为用户权限,后者表现为空间数据的社会属性(如河流名称、行政区划等)。社会科学视角下的云GIS平台呈现集中性特征。云GIS平台通常由“实力雄厚”的机构来创建基础设施和平台,其子机构和用户使用云平台提供的服务,可以达到资源的有效控制和合理使用的双重目的。我国现行的从中央到地方的集中式行政管理体制,为云GIS这种统一的集中式计算的实施提供了良好的环境;同时,云GIS也促进中央集权机制。

由于空间数据必须与它的社会属性特征相结合,Rafique等^[22]认为通过云计算可以自动收集多维数据、多坐标系统数据,优化分配应用和计算资源等社会资源,构建数据对象和资源对象的动态组织和管理体系;在此基础上,建立面向复杂社会应用环境下的多维空间数据共享管理方法^[23](图1)。

总结地理科学和社会科学视角的云GIS的特征,可以得到如下结论:①存储在云平台上的空间数据也需要呈现“云”特征(虚拟化特征)^[24]。当其中的一些空间数据附加上某种属性之后,便可具象化,即能够应用于一个或某些具体的操作过程,该过程可通过人工干预的服务发现和服务聚合实

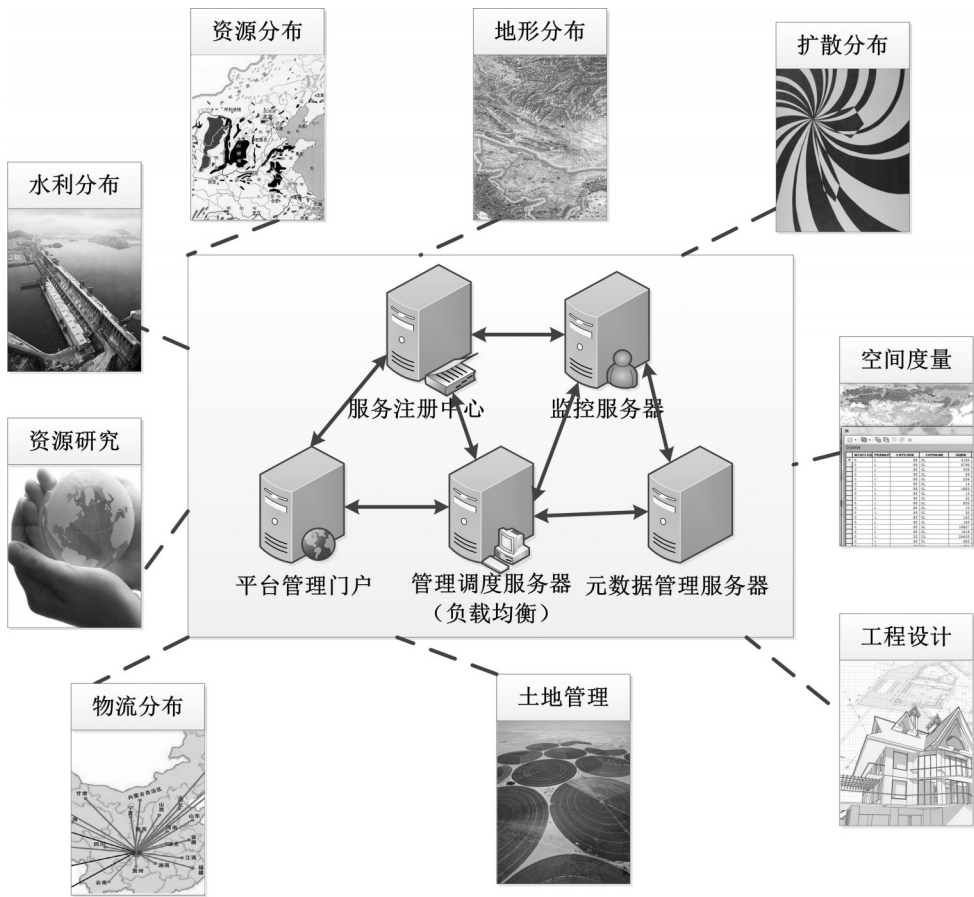


图 1 云计算环境下的多维空间数据管理

Fig.1 Multidimensional space data management in Cloud Computing environment

现。②空间数据管理的实施过程同样需要呈现“云计算”特征。中央一级部门应该为各个省市县的管理部门提供一个云平台,该平台既存放每个县单位的数据又提供特别的数据管理服务,在权限允许的范围内利用这些资源。因此,云 GIS 平台可以实现已有的 GIS 通用功能,例如可视化服务、缓冲区分析、叠加分析、统计分析和遥感影像操作等,使得用户在使用云 GIS 平台时如同使用桌面系统那样方便、简单。同时,这些服务还应该提供服务接口,供更高级的用户开发使用。这样就可以产生更加丰富的 GIS 功能。

3.2 云 GIS 的关键技术

陈全等^[25]对云计算的关键技术作了很好的总结归纳,分析了云计算和网格计算以及传统超级计算的区别,并总结了云计算的关键技术——编程模式、数据存储技术和管理技术、虚拟化技术。Bryant^[26]指出云计算是一种新型的超级计算方式,以数据为中心,是一种数据密集型的超级计算。在数据存储和管理、编程模式和虚拟化等方面具有自身独

特的技术。

海量空间数据的分布式存储、处理任务划分、查询检索、互操作和虚拟化等是云 GIS 平台需要解决的关键性科学问题,方雷^[17]在分析云计算的关键技术上提出了空间数据的分布式存储策略、虚拟计算节点任务分配模型、基于瓦片的动态地图发布策略以及并行数据库与 MapReduce 相结合的高效处理模型。

Yang 等^[14]认为云 GIS 的关键技术是:①海量空间数据搜索、访问、分析和利用;②计算密集型平台的构建;③海量时空数据并发访问和利用研究成果,需要解决弹性调用空间的云计算需求,实现多地多服务器调用来解决海量用户并发访问的问题;④具有时间和空间特性的应用程序的开发。互联网今后将实现无论何时何地,获得最正确最需要的信息,这一理念将使基于位置的地理信息服务成为一种流行^[27]。因此开发具有这一特性的服务将具有巨大市场需求。Rafique 等^[20]认为关键是研究空间数据的时空特点,实现对应用和计算资源的优化

分配。通过云计算,实现地理信息系统的核心功能,如动态投影和空间分析,实现多维数据、多坐标系数据自动收集,进而集成到云计算系统。

今后云 GIS 还需重点研究的技术是:①GIS 空间数据及空间任务的迁移。空间数据具有数据量大、相关性强等诸多不同于一般数据的特点,这将决定云 GIS 的并行任务迁移也具备与普通并行任务迁移的特点。②数据加密算法。针对空间数据的特点,在今后的研究工作中应该设计特有的加密算法或者设计保证其完整性、可靠性的算法。③客户端计算与云端计算的结合。这是由数据服务的保密性和大众性双重属性所决定的。

4 云 GIS 平台概况

4.1 云 GIS 平台

随着 Internet 的迅猛发展,把传统软件作为产品的销售模式目前已经被广泛接受,软件作为一种服务形式提供给客户的需求逐渐增加。近几年,地理信息产业迅猛发展,GIS 与人类的各种社会活动联系越来越紧密,由于云计算在 GIS 领域的巨大优

势,在国外,基于大型云计算平台提供的空间信息数据和服务,在产品架构和商业模式上都已有了较好的实践。从数据提供商到软件厂商再到应用系统集成商,都在加紧推出自己的产品、平台。中国的云 GIS 平台也在快速起步发展。图 2 为云 GIS 平台总体架构(参考 ArcGIS 私有云解决方案)。

(1) ESRI 公司。在云 GIS 研究方面,龙头企业 ESRI 走在了最前端。ESRI 公司是全球第一家真正支持云架构 GIS 平台产品的厂商,通过支持 VMware 虚拟化技术,ESRI 已经在 VCE's Vblock platform(一个私有云基础设施平台)上成功测试了 ArcGIS Server,实现了 GIS 平台在云中的部署和服务模式,通过 Amazon EC2^[28]向世界各地的公司提供 ArcGIS Server 服务,使 ESRI 的用户能够在几分钟内部署关键的空间数据和 GIS 服务器,不必再花费大量的时间和费用来实施对弹性运算资源的部署和管理。ArcGIS Server 的用户可以调用 Amazon EC2 的所有功能,包括 S3 存储、自动缩放、弹性负载均衡、虚拟专用网等。

2012 年第一季度将投放市场的 ArcGIS Server 10.1 的设计和构架完全支持云部署,并且经过私有

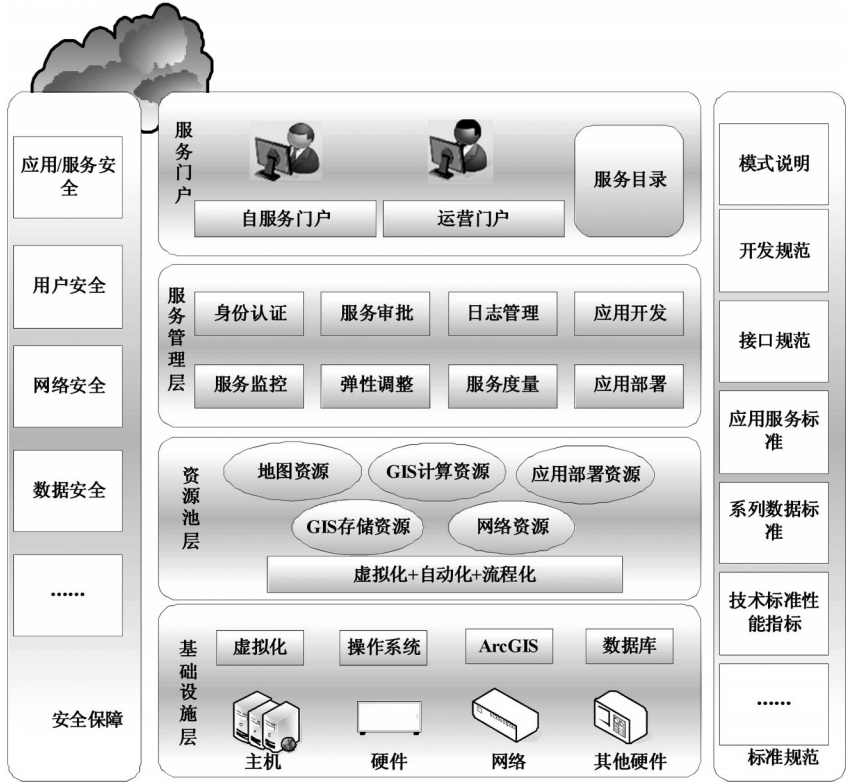


图 2 云 GIS 平台总体架构
Fig.2 Cloud-GIS platform architecture

云服务、亚马逊 EC2 和微软 Windows Azure 的测试和验证。在可预见的几年时间里,云 GIS 在用户完成工作的过程中起着日益重要的关键作用。ArcGIS 软件会充分利用云架构强大、可扩展和无处不在的本质,存储和分发地理空间内容。用户可以轻松自如地将地图、数据集打包,然后通过 ArcGIS Online 上的群组提供给业务相关人、合作伙伴或公众,但是他们仍然保持对其内容的完全控制和所有权。不仅如此,如果需要,用户还能快速的在云中部署 GIS 服务器,这些服务器是功能完整的生产系统,用于发布服务并支持桌面、移动和网络应用。

(2) 超图公司。超图的云 GIS 战略包括两方面:①为搭建 GIS 私有云和公有云提供平台软件;②搭建一个公有云,为大家直接提供服务。超图软件的 SuperMap iServer 是一个具有 SOA 架构的全功能 GIS 服务平台,支持虚拟化、服务集群、服务聚合。超图软件发布了全球首套支持云计算的 64 位 Service GIS 平台软件产品 SuperMap GIS 6R(2012),以及超图地理信息云服务平台。SuperMap GIS 6R(2012)的诞生,不仅标志着 GIS 对云计算支持的重大突破,同时也揭开了中国地理信息产业“云计算”时代的序幕。

超图云 GIS 产品具备 4 大特征:①支持虚拟化,可在 IBM、Xen、VMWare 和 Oracle 的虚拟机上运行;②支持跨平台,可跨 Windows、Unix、Linux 等;

③支持 64 位 CPU,64 位 GIS 可一次性读入内存,效率高;④支持二三维一体化,在数据模型和数据结构上实现了一体化,实现了基于空间数据库的管理和高端三维数据的分析。超图地理信息云服务平台包括 IAAS、Geo-PAAS、Geo-DAAS 和 Geo-SAAS。图 3 为超图地理信息云服务平台。

(3) 其他。中地数码的 MapGIS K9 SP3 采用了悬浮式体系架构,是具备适用于云计算、云服务的 GIS 体系架构,也宣称步入云时代,能很好地屏蔽异构平台在体系架构和操作上的差异,方便快捷地在各种硬件平台的终端上快速部署各类 GIS 空间信息应用。

另外,还有高德进入移动互联市场,宣传地理信息新型服务业态,以实现基于云的位置服务领域的创新变革;国内实力极强的航空影像获取公司天下图也在为其“天下图云”蓄势,以构建全国高分辨率数据库作为物理基础,为用户提供各种免费访问的基础地图服务,从而应用到各类服务中。

由此可见,云计算所引发的软件变化是很大的,因此,在所有 GIS 相关厂商中,软件平台提供商的动作最大。然而,云 GIS 必须贯穿数据、软件、开发等几个层面,用户才能真正随时获取所需的 GIS 资源。云 GIS 将实现地理空间信息和非空间信息的全面整合,使得 GIS 将真正无处不在。

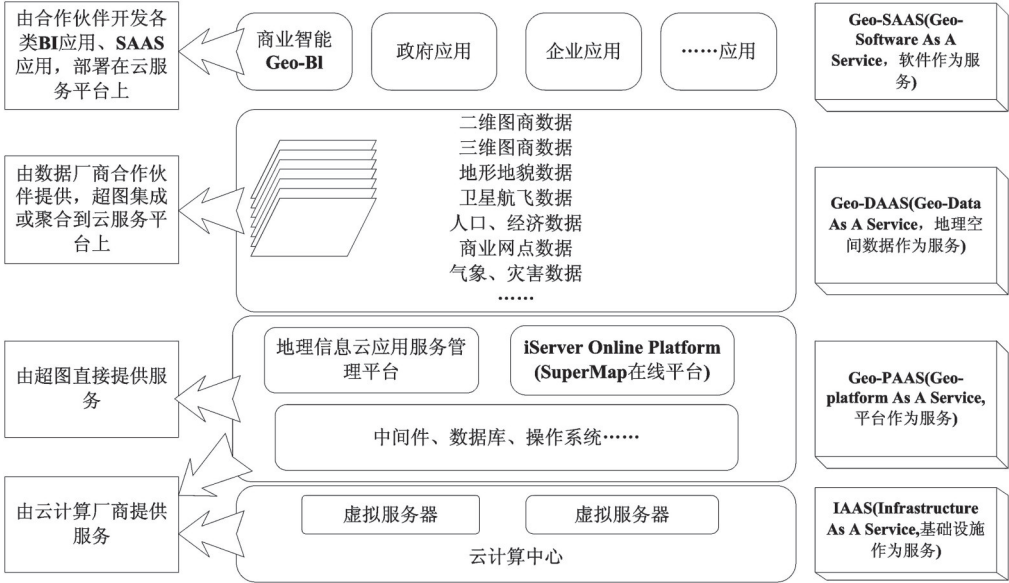


图 3 2011 年超图地理信息云服务平台

Fig.3 SuperMap geographic information cloud service platform (2011)

4.2 云计算与GIS平台结合的优势

软件即服务 SaaS(Software as a Service)是GIS领域未来的发展方向。SaaS最适于那些需要重复执行,又比较简单、定义也明确的工作流。作为应用软件的一种全新的销售方式,SaaS已经得到很快发展。但是,随着SaaS软件客户的增长,网络存储和带宽等基础资源逐步成为发展的瓶颈,对众多企业来说,自身计算机设备的性能也许永远无法满足需求。而采购更多、更先进的设备将会带来设备成本急剧增长,利润随之降低。“云计算”的出现为这个问题的解决提供了经济有效的途径。以往SaaS供应商大多基于面向服务架构下的开发应用,并出租给最终客户,他们更专注于软件的开发,因而网络资源管理能力相对较弱,这往往会浪费大量资金购买服务器和带宽等基础设施,而且提供的用户负载依然有限。目前,云GIS软件开发商可以基于云计算平台进行开发,使用云计算架构并出租给最终用户。

通常,云计算处于SaaS的更底层,SaaS位于云计算和最终客户之间。如果SaaS在最初开发的时候是基于云计算架构的,那么就很容易利用该架构获取海量资源,并提供给最终用户^[28]。云计算提供了一种管理网络资源的简单、高效的机制,在分配计算任务、工作负载重新平衡、动态分配资源等问题上,可以帮助云GIS厂商提供不可想象的巨大资源给海量用户,云GIS供应商无需在服务器和带宽等基础设施上浪费自己的资源从而专注于具体的软件开发和应用,进而达到最终用户、云GIS开发商和云计算三方共赢。

4.3 国内云GIS平台发展的不足

GIS平台和云计算的结合是未来认可的技术方向,但不会是产品的全部形态,包括客户端部署在内的多种方式在未来将继续存在。在国外,基于大型云计算平台提供的空间信息数据和服务,在产品架构和商业模式上都已有了较好的实践。在国内,就目前情况来看,云GIS在商业模式、用户分布、技术以及相关政策上仍面临挑战。从长远来看,GIS厂商需要新业务模式,用户需要更便捷和灵活的服务,多方需求将共同推进云计算和GIS的结合;就现状而言,中国市场的“云GIS”确实还不成熟。主要表现在以下4个方面:

(1) 国内GIS的大众化程度不高。国外GIS用户中有很多都是中小企业甚至个人,他们更关注业

务本身的发展以及产生的效益,对数据安全性的要求并不高。而国内当前GIS的用户主要还是政府或大型企业,在数据的安全性和保密性上有很高的要求,并且绝对不能满足“云计算”中的共享要求。这也是制约“云GIS”发展的最大障碍。

(2) 缺乏较成熟的云计算基础设施服务提供商。例如,国内某领先的云计算基础设施供应商,现在对虚拟镜像的支持只有屈指可数的Windows版本,机房管理模式也都跟不上,因此,限制了云GIS模式的快速普及。

(3) 云GIS平台的公用服务类型表述与研究不够深入。云GIS大环境下,最大的改变就是GIS平台所有的技术点都将“暴露”成一个个可调用、可访问的服务,一切都是开放性的、以服务的形式展现,整个产品是一个具有松耦合、可移动、可伸缩性和自适应性的架构。必须强调,云计算绝不仅仅是局部应用模块的虚拟化,而是包括存储、数据库(空间数据库)等在内,整个基础架构都将以服务形式来提供^[29]。例如,过去访问空间数据库都要通过特定的接口,ESRI有Geodatabase的API,其他主流厂商也都有自己的格式,但在云GIS时代,这些都必须用公用的服务类型来表述。客户的各项请求包括桌面应用都将通过服务端接受远程指令的形式来得到满足。

(4) 数据成本高、难以获取仍是短板。在中国地方政府区域云和软件园的合作方面,现在国内很多软件园都在搭建局域性的云平台和云环境,从技术层面看一点问题都没有。瓶颈在于开发商和用户如何能获取到具有实际用途的地理信息数据;当得到及时有效的地理信息数据时,如何快速有效地与GIS平台结合,如何便利利用这些数据开展相应业务,还是很多公司正在探讨的问题,这些问题都需要整个产业链上下游的合作伙伴共同协商解决。

5 云GIS研究展望

5.1 云GIS模式的技术发展趋势

为了适应用户的不同需求,在美国国家标准技术研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)名为“The NIST Definition of Cloud Computing”这篇著名的关于云计算概念的文档中,提出了云计算4种模式,分别是公有云、私有云、混合云、行业云^[30]。云GIS的发展也离不开这4种模

式的发展,通过比较4种模式(表1),寻找适合中国GIS产业发展的云计算模式,将是云GIS技术在中国发展的必要前提:

(1) 公有云。它是现在最主流,最受欢迎的云计算模式,它是一种对公众开放的云服务^[1]。云计算服务提供商为公众提供服务的云计算平台,他的服务对象是公众,理论上任何人都可以通过授权进入该平台,并得到相应的服务。它能支撑数目庞大的请求,而且因为规模的优势,成本偏低。公有云由云供应商运行,用户只需为其所用的资源付费,无需前期投入,非常经济。就目前中国的GIS市场而言,基于“公有云”的GIS商业模式可能由于信息保密和商业利益等原因,实现起来会有一定的困难。

(2) 私有云。是云计算服务提供商为企业在其内部搭建的专有云计算系统,其服务对象是某个具体的企业,私有云系统存在于企业防火墙之内。企业能对其数据、安全性和服务质量进行有效的控制。而且与传统的企业数据中心相比,私有云可以支持动态的基础设施,降低IT架构的复杂度,使各种IT资源得到整合和标准化。不足之处在于成本开支高,企业内部也需要一支专业云计算团队。由于公有云对很多大中型企业有限制和调控,很难短时间大规模的采用;而私有云的上述特点,使其在今后一段时间内将成为最受大中型企业认可的云模式而得到较快推广,这也是目前中国云GIS平台期望构建的云模式之一。

(3) 混合云。即公有云和私有云混合使用,综合起来搭建云计算平台。它是将用户在私有云上的私密性和公有云上的灵活、低廉作一定的权衡的模式。例如,企业的非关键性应用部署到公有云上,降低成本,而安全性较高的非常关键的核心应用部署到完全私密的私有云上。

(4) 行业云。主要是指专门为某个行业的业务设计的云,并且开放给多个同属这一行业的企业,非常适合业务需求比较相似,对成本比较关注的行业,比如游戏行业,盛大的开放平台颇具有行业云的潜质,将其云平台共享给小型游戏开发团队,这些团队负责游戏的创意和开发,其他繁琐的运营,维护都由盛大的开发平台来负责。

5.2 云GIS的应用需求潜力

5.2.1 政府应用的需求潜力

云计算正在成为下一代计算平台,它能够推动管理体系变革,控制资源消耗,降低事业成本,因此各国政府都大力推动其发展^[32-33],中国政府垂直行政管理机构特别符合云GIS平台的推广。中国各级机构采用集中管理的方式,其特点是:严格划分的电子政务网络结构;高度重视数据保密性;部门间相互独立;部门具有一定的“资源”,比如土地资源由国土、规划和测绘部门统一管理,每年数据都要上交到国土资源部统一存放。如果采用上级部门提供云平台,该平台存放每个县的土地资源数据,下级部门又能获得特别的数据管理能力的模

表 1 4 种模式云的优缺点

Tab.1 The advantages and disadvantages of four models of Cloud Computing

比较内容	公有云	私有云	混合云	行业云
可扩展性	非常高	有限	非常高	非常有限
安全性	良好,取决于供应商	最安全,内部部署	安全,加了额外安全层	良好
性能	低等到中等	非常好	良好	良好
成本	非常好,即用即付模式,无设施的需求	良好,需要基础设施投入	改良的,部分需要基础设施投入	成本较高
综合优势	规模大、价格低廉、灵活、功能全面	数据安全、服务质量高、充分利用现有资源、不影响现有管理的流程	接近私有云的私密性和公有云的成本;能快速接入公有云的计算能力	为行业的业务作专门的优化,进一步方便用户
综合不足	缺乏信任不支持遗留环境	成本开支高	可选择的产品少,在私密性不如私有云,成本不如公有云,操作较复杂	支持的范围较小,建设成本较高。
适用行业	主流模式,适合绝大多数用户	大中型企业最认可的云模式,是目前中国GIS努力打造的模式	想尝鲜云计算和不愿将企业IT业务都迁移至公有云的企业	业务需求相似,对成本非常关注的行业,如:游戏行业

式,那么就能大大减少下级部门系统开发和设备更新维护等的费用,同时下级部门享有不同权限,有利于数据的安全与维护。

5.2.2 企业应用的需求潜力

基于“私有云”的云GIS很可能成为一个很重要的应用方向,因为它只需考虑一个企业或客户的数据和需求,因此“私有云”的搭建较之大型的“公有云”则更容易实现。最新调查显示,多数调查企业计划增加使用外部供货商所提供的云服务,但在构建企业自己的私有云上的支出比例将高于公有云。这在一定程度上表明,现阶段企业对于私有云的需求更加迫切,尤其是构建属于企业自己的私有云。它有以下4点优势:

(1) 简化了GIS系统部署和管理。对于企业或单位应用GIS来说,最复杂的不是如何使用功能,而是怎样搭建和维护GIS的资源。关注的不仅仅是采集数据、处理数据、构建数据库、制图和发布地图服务等,更重要的是,如何部署GIS软件和优化软件系统配置以达到最优的性能,这几乎占了整个GIS系统80%的精力和资源,搭建后,还要考虑系统的维护和升级。而采用云计算,大大简化了GIS服务器的部署,减少了复杂的服务器管理和维护。因为企业所需的资源都是从云服务提供商来的,这里的复杂的过程都是提供商的责任,而企业只是进行简单的管理和维护。

(2) 降低了构建GIS系统的投资和运营成本。GIS系统构建的最大成本在于数据。采用云计算模式,可以集中对数据进行维护,通过共享的方式为该企业所有的职员提供数据和软件服务。企业不再需要为每个项目、每个下属部门重复购买数据,通过“私有云”,只需要构建一个数据中心,集中统一维护,企业内部共享该私有云的服务,硬件、人力和维护资源成本都可以大大减少。据统计,云计算能够带来更低的成本,大大提高利用率,比现有系统提高30倍的价值。

(3) 缩短了GIS系统的构建周期。对于一个传统的GIS系统构建来说,需要一个基本的周期:硬件维护、硬件安装、信息系统安装、软件安装、应用和数据装载、测试等。在企业的“私有云”中,前4个过程在云端进行,企业的GIS系统构建的周期大大缩短,既提高了效率,又节省了人力和资源。

(4) 提高了GIS程序和基础设施的灵活性。采用云计算模式,可以把更多的精力放在GIS功能的

开发上,而不是基础架构上。并且,在日常的访问量达到高峰时,只需弹性地增加硬件设备就可以实现,而无需重新部署基础硬件,从而使得GIS应用更加灵活。

5.2.3 数字城市与复杂的地理空间科学应用需求

数字城市是将城市进行数字化信息集成,运行时需要大量的通信和同步实例。这是高性能计算,SaaS模式下的云GIS可以更好的提供决策支持。因此,基于云GIS的数字城市建设必将成为未来的发展趋势。超图软件与红帽合作的SuperMap SGS是服务于数字城市地理信息测绘相关应用的开源云计算架构软件平台。通过该平台,有利于解决海量数据的处理分布问题,也让数字城市建设迈出了新的一步。

5.3 云GIS的教育专业需求

技术的逐渐成熟和人才的培养模式还有待探索。无论是云计算所要求的计算机技术,包括海量数据的网络存储、网格计算、并行计算、虚拟技术,还是GIS本身的技术,都还不是很成熟。另外,虽然国内有很多学校在开设GIS专业,但是GIS方面核心专业开发人才仍有很大的缺口,云计算人才培养,还处在摸索阶段,培养出一支拥有强大的核心开发能力的云GIS团队是一项长期而艰巨的任务。Openshaw等认为地理计算将会在地理学中扮演着一种吸引子(attractor)的角色,吸引其他领域具有计算头脑的科学家和地理科学的新生代^[34]参与。而云GIS的发展可让地理科学的新生代摆脱复杂的基础数据处理和软件操作问题,更快捷地获得基础数据平台,集中精力投入数据分析中,更有效地解决地理学面临的人口资源、环境与灾害问题,将给地理信息系统教育带来一场革命。

6 结论

未来云GIS研究,一方面,将朝着基于“公有云”的企业化、专业化的方向发展,并深度融合到各个行业的主体业务中,为其提供强大的空间信息支持;另一方面,GIS应用正朝着基于“私有云”的大众化、平民化的方向发展,旨在为公众提供公共信息在线服务,如交通、旅游、餐饮娱乐、房地产、购物等与空间信息有关的服务。

云GIS将提供一种稳定、高效、低成本、环保的支撑架构,在云中共享数据和应用,使GIS彻底突

破既有的“专业圈子”,将空间信息的服务和增值带给大众,带给以往没有实力自己搭建 GIS 应用平台的中小企业和个体经营者,从而实现 GIS 自身的革命性突破,极大地扩大市场规模。用户可根据需求发现、查看、编辑、保存更改并调用地理处理功能。

云 GIS 平台架构展现出高效性、灵活性及扩展性, GIS 与云计算技术的融合都将日益加速。云计算模式必然会成为 GIS 产业发展的良好机遇;云计算与 GIS 结合的云 GIS 研究是地理信息科学发展的必然要求;云 GIS 现在正处于起步阶段,尚有许多理论、技术、制度上的问题有待广大地理信息系统工作者进行进一步研究和完善。

参考文献

- [1] 陈述彭. 地理信息系统导论. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 王铮, 丁金宏. 理论地理学概论. 北京: 科学出版社, 2000.
- [3] Carr N. The Big Switch: Rewiring the World, from Edison to Google. London: W. W. Norton & Company, 2008.
- [4] Foster I, Zhao Y, Raicu I, et al. Cloud computing and grid computing 360-degree compared//Proceedings of the 4th Grid Computing Environments Workshop. 2008 Grid Computing Environments Workshop (GCE). Austin Convention Center Austin, TX, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008: 1-10.
- [5] 王铮, 隋文娟, 姚梓璇, 等. 地理计算及其前沿问题. 地理科学进展, 2007, 26(4): 1-10.
- [6] 陈彦光, 罗静. 地学计算的研究进展与问题分析. 地理科学进展, 2009, 28(4): 481-488.
- [7] Gasster S D, Lee C A, Palko J W. Remote sensing grids: Architecture and implementation//Plaza A J, Chang C I. High Performance Computing in Remote Sensing. Baltimore County (UMBC), USA: Chapman and Hall/CRC, 2008: 203-238.
- [8] NRC. The Rise of Games and High Performance Computing for Modeling and Simulation. Washington DC: The National Academies Press, 2010.
- [9] Yang C, Wu H, Huang Q, et al. Using spatial principles to optimize distributed computing for enabling physical science discoveries. Proceedings of National Academy of Sciences, 2011, 106(14): 5498-5503.
- [10] ESRI China. 聚焦云端 [EB/OL]. 2011-04[2011-11]. <http://www.esrichina-bj.cn/newsletter/jjydnewsletter.html>.
- [11] 刘鹏. 云计算. 2版. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [12] 张建勋, 古志民, 郑超. 云计算研究进展综述. 计算机应用研究, 2010(2): 429-433.
- [13] 李少丹. “云 GIS”的发展趋势分析. 电脑知识与技术, 2011, 7(16): 3824-3826.
- [14] Yang C, Goodchild M, Huang Q, et al. Spatial cloud computing: How can the geospatial sciences use and help shape cloud computing? International Journal of Digital Earth, 2011, 4(4): 305-329.
- [15] Cidell J. Content clouds as exploratory qualitative data analysis. Area, 2010, 42(4): 514-523.
- [16] Wang X, Xie J, Li J, et al. Implementation of GIS spatial data mining based on cloud theory//Sloot P M A. Proceedings of the 2006 International Conference on Hybrid Information Technology. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2006: 530-534.
- [17] 方雷. 基于云计算的土地资源服务高效处理平台关键技术探索与研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [18] 载立乾, 陈娜. 浅议云计算时代下 GIS 的发展. 安徽农业科学, 2009, 37(31): 15556-15557.
- [19] 马宗晋, 高庆华. 论人口—资源—环境—灾害恶性循环的严重性与减灾工作的新阶段. 自然灾害学报, 1992 (1): 12-18.
- [20] Smarr J, Catlett C. Metacomputing. Communication of the ACM, 1992, 35:44-52.
- [21] Chen Q, Wang L, Shang Z. MRGIS: A MapReduce-Enabled High Performance Workflow System for GIS. IEEE Fourth International Conference on eScience. Indianapolis, IN, 2008: 646-651.
- [22] Rafique M, Butt A, Nikolopoulos D. A capabilities-aware framework for using computational accelerators in data-intensive computing. Journal of Parallel and Distributed Computing, 2011, 71(2): 185-197.
- [23] 史佩昌, 王怀民, 蒋杰, 等. 面向云计算的网络化平台研究与实现. 计算机工程与科学, 2009, 31(A1): 249-252.
- [24] 康俊锋. 云计算环境下高分辨率遥感影像存储与高效管理技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011.
- [25] 陈全, 邓倩妮. 云计算及其关键技术. 计算机应用, 2009, 29(9): 2562-2567.
- [26] Bryant R. Data-intensive supercomputing: The case for DISC[D]. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 2007.
- [27] 赵媛, 赵军. 基于移动 GIS 和智能手机的电子导游系统发展及其关键技术. 数字技术与应用, 2011(8): 51-52.
- [28] 沈毅, 王红. 云技术支持下地理信息系统的发展(一). 市场论坛, 2010(12): 60-62.
- [29] 张伟. 基于 SaaS 模式的产业集群协同商务平台研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [30] Bill W. The Economics of Cloud Computing: An Over-

- view For Decision Makers. Indianapolis: Cisco Press, 2012.
- [31] 吴朱华. 云计算核心技术剖析. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
- [32] Buyya R, Pandey S, Vecchiola S. Cloudbus toolkit for market-oriented cloud computing. Proceeding Cloud-Com '09 Proceedings of the 1st International Conference on Cloud Computing. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009: 24-44.
- [33] Maston S, Li Z, Bandyopadhyay S, et al. Cloud computing: The business perspective. Decision Support Systems, 2011, 51(1): 176-189.
- [34] Openshaw S, Abrahart R J. GeoComputation. New York: Taylor & Francis, 2000.

Research Progress and Connotation of Cloud GIS

LIN Degen, LIANG Qin'ou

(College of Geography and Environmental Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

Abstract: Cloud Computing is evolving as a platform of next generation. Its emergence promises to promote new developments in the Geographic Information System (GIS), which is closely related to computer sciences. This paper discusses the characteristics of Cloud Computing, the definition and the key technical and scientific issues of Cloud GIS. Cloud GIS is a new technology that utilizes the large-scale computing power of Cloud infrastructure to overcome the challenges of handling the massive spatial data in the GIS in several aspects, including multi-site distributed data storage, allocation of processing tasks, data query and retrieval, interoperability, virtualization, etc. By improving data processing and data management, Cloud GIS provides high-performance processing technologies to a variety of GIS services, such as data-intensive tasks and computing-intensive tasks. The essential connotations of Cloud GIS are the Cloud characteristics of spatial data and the Cloud Computing characteristics of data management. Cloud GIS goes beyond the “small professional community” of conventional GIS, brings the spatial information services and their values to the public, and in return makes a volutionary breakthrough for GIS itself and greatly expands the scale of the market for its applications. We introduce several CloudGIS platforms, and discuss advantages and disadvantages of the development of Cloud GIS. At the end is an overview of research progress on Cloud GIS in China in three aspects: the trend of technology models of Cloud GIS, the need for its applications, and the need for its education.

Key words: cloud computing; cloud GIS; GIS; massive spatial data; virtualization

本文引用格式:

林德根, 梁勤欧. 云GIS的内涵与研究进展. 地理科学进展, 2012, 31(11): 1519-1528.