第 22 卷第 1 期
2005 年 3 月

华 中 科 技 大 学 学 报(城市科学版)
J. of HU ST. (U rban Science Edition)

Vol 22 No. 1
Mar. 2005

基于网格的“数字城市”应用服务平台框架

李德华[1] 王 乘[1]

(1. 华中科技大学 水电与数字化工程学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要: 网格技术的出现, 为目前传统的数字城市技术不能很好解决的问题, 如高吞吐量的计算, 远程数据访问与服务, 分布式异构环境及协同计算等, 带来了新的解决思路. 通过解析目前数字城市所面临的问题, 集成网格技术, 提出了基于网格的数字城市体系结构及应用服务平台框架, 并探讨了其核心功能

关键词: 数字城市; 网格; GIS

中图分类号: P208 **文献标识码**: A **文章编号**: 1672-7037(2005)01-0019-04

自从 1998 年 1 月 31 日美国副总统戈尔首次提出了数字地球的概念后[1], “数字地球”受到全人类的极大关注. 人们认识到“数字地球”的提出能够为日益严峻的环境保护、灾害治理、自然资源保护、经济与社会可持续发展以及提高人类生活质量等方面的问题带来更为全面而有效的思维模式和解决途径. 数字城市是数字地球的重要组成部分, 全球信息化的基本单元, 是一个跨越了多学科和领域的复杂系统, 涉及了遥感技术、地理信息系统技术、全球定位系统技术、计算机技术、宽带网络技术元数据技术、数据库技术、数据挖掘技术、图形图像技术和虚拟现实技术等多个领域. 目前数字城市得到了很大的发展, 很多城市已建起自己的“数字城市”网站. 但在数字城市发展的同时, 也遇到了一些传统的数字城市技术不能很好解决的问题, 如海量空间数据存储, 大量分布式异构环境, 大吞吐量计算, 远程访问数据与服务, 无止境的计算要求等.

网格技术为解决数字城市所面临的难题提供了可能, 网格计算(grid computing)被认为是第三代互联网技术, 又称全球格网 (Great Global Grid, GGG), 是指一种能够把由网络相连的, 分布在不同地理位置的计算机或计算机群的数据、计算资源、存储资源、软件资源及知识资源连成一个逻辑整体的网络技术, 实现数据访问透明且一体化应用服务. 它是网络技术发展与网络应用需求增加的必然产物, 也是解决目前由于缺乏标准化、模块化的应用产品和服务, 以及企业信息化成本过高等问题的关键技术, 是一种信息社会的信息网络基础设施.

1 网格技术及其在数字城市相关领域的应用

网格计算[2]是在 20 世纪 90 年代首先由 Ian Foster 提出的, 其目标是将广域网上一些计算资源、数据资源和其他设备等互联, 形成一个大的可相互利用、合作的高性能计算网. 到目前为止, 有两个比较重要的网格体系结构, 一个是 Ian Foster 提出的以“协议为中心”的由构造层、连接层、资源层、汇聚层及应用层构成的五层沙漏结构[3], 另一个则是 Ian Foster 等结合Web Service 提出的以“服务为中心”的开放网格服务结构 OGSA (Open Grid Services Architecture)[4]. 作为一种新出现的重要的基础性设施, 和其他的系统相比, 主要有以下的特点[5].

a 分布性. 分布性是网格最主要的特点, 网格资源的分布性决定了网格计算一定是分布式计算, 也决定网格的目的就是实现资源的共享.

b 自相似性. 网格有大有小, 小的网格可能是大的网格的一个部分, 但整体与部分之间有很大的相似性.

c 动态性和多样性. 网格是随着资源的变化而变化的, 而且其资源是异构和多样的.

d 自治性. 网格允许资源拥有者对他的资源有自主的管理能力.

2002 年以来是网格技术迅速发展的阶段, 出现了大量的应用社团和项目, 主要为基础设施的

收稿日期: 2004-07-08.

作者简介: 李德华(1975-), 男, 博士研究生; 武汉, 华中科技大学水电与数字化工程学院(430074).

开发和应用,如 IBM, Platfomm, Microsoft, Sun, Compaq 和 Oracle 等公司对网格的兴趣和投入也逐渐增长. 同时出现了一些比较显著的技术基础,如 Globus ToolKit. 目前,在世界范围内的网格计算项目很多,但在数字城市和相关的地理空间信息领域的应用并不是很多,仍处于起步阶段.

国内,上海市在第 5 届上海工博会"数字城市与城市网格"国际论坛上首次提出建设上海城市网格的计划,该计划将连接全市超级计算机,形成以海量存储和网格运算的共享环境. 上海城市网格的建设,已列为我国五大网格项目之一,目前,正计划在集合气象预报、电子政务、远程医疗和城市应急处理领域开展网格示范应用,上海市政府是全球范围内第一个在政府工作报告中将网格计算纳入城市发展战略的政府.

在国外,也有一些机构和组织正在研究网格技术在空间数据处理方面的应用,最著名的是 Earth System Grid(ESG),由美国能源部发起,使用 Globus ToolKit 和其它一些网格技术,实现了一个能对远程气候数据的交互分析原型系统.

2 数字城市对网格技术的需求

从数字城市概念的提出到现在,其理论和技术都得到了很大的发展,特别是作为数字城市关键技术的地理信息系统的发展,如 WebGIS, AgentGIS, WebService GIS 等的成功应用,加速了各级政府数字城市建设的步伐,建立起自己的数字城市网站,如"数字北京","数字上海","数字武汉"等等. 但因计算机技术的限制,数字城市不可避免地存在着一些问题不能很好地解决.

a. 存在信息孤岛. 数字城市中的各个应用服务因业务逻辑和建设主体的不同而单独地建设,各个服务没有整合成一个有机的统一整体. 查询一项内容往往需要分别跨越几个不同的应用服务系统才能得到较为满意的结果. 另外由于各自分散建设,特别是数字城市的空间信息大量存在语法级、结构级和语义级异构,采用各异的开发语言、通信协议和系统平台,缺乏信息共享的机制,信息资源未能得到充分利用,因此建成的系统往往不能最大限度地发挥作用,限制了数字城市建设整体的成效.

b. 海量空间数据存储能力不够. 数字城市中的数据主要体现为空间数据,随着城市的不断发展,空间数据不断积累,城市遥感数据不断更新,数字城市空间数据容量会成倍增长. 数据通常都是非常大的,特大城市(如东京和纽约等)一般达到数万亿比特(PB)的数据容量. 在数字城市应用中,必须对这些海量的空间数据进行分布式存储分布式计算.

c. 计算吞吐量小. 数字城市中的各项应用服务单个计算吞吐量都较小,不能满足大规模应用要求. 处理能力受到自身服务器性能的限制,经常由于用户过多而造成系统崩溃. 为此,必须加大硬件的投资.

d. 缺乏对紧急事件快速反应能力. 城市是基础设施与人口分布十分密集的地域,任何突发事件,如灾害(地震、洪水、火灾)、重大交通事件、重大恐怖活动、公共设施故障或事故、公共安全紧急救援等,如处理不及时或不适当,就有可能造成极其重大的损失. 这种城市环境下紧急事件快速应变与决策能力的实现需要建立可靠的多层次城市应急决策模型和决策系统.

e. 软硬件投资巨大. 随着基于数字城市框架下的应用服务不断丰富,为满足既定的要求,只有不断地投入新的软硬件设备. 而与此相对应的是,目前我们的宽带利用率只有 5%,软件也是 5%,服务器是 20%,大量的设备处于闲置状态.

鉴于上述特点,传统的数字城市的技术体系难以满足数字城市建设新的要求,迫切要求有一种数据访问透明、一体化服务、计算吞吐量很大的数字城市服务系统来满足用户的需求.

现阶段对空间信息服务的研究,大都基于 Web Service 来进行,它虽然很好地实现了空间信息分布异构数据共享与互操作,但它只是为 Web 环境下访问资源提供的一种标准接口,基于 Web Service 的空间信息服务方法,在对海量数据的处理和为用户提供一体化及完全透明的服务方法上遇到了许多难以克服的困难. 在数字城市网格服务中,分布异构数据的共享与互操作已经成为一个基本特征,将随着网格的建立迎刃而解. 而数字城市网格中最重要的是在空间数据模型的基础上实现基于空间地理位置的服务,其它所有的服务都以此为核心展开. 这一点是网格服务区别于 Web Services 的根本特征,数字城市网格服务是一种基于位置的服务[6].

作为第三代的网络技术,它能够把计算资源、存储资源、数据资源及软件资源连成一个逻辑整体,实现数据访问透明、一体化应用服务、计算吞吐量极大. 因此,网格计算技术应用在数字城市领域前景广阔.

3　基于网格的数字城市服务平台框架

把网格引入数字城市, 是对数字城市的一个扩展. 随着数字城市中各种应用服务的不断发展, 用户层次的不断提高, 对系统的要求也越来越高. 许多领域都是数据密集、计算密集或访问密集的, 单一的服务不能满足用户的需求, 现在的数字城市的各种应用服务应是支持大规模访问、跨学科、动态、分布式的且高性能应用环境. 网格数字城市, 就是要依靠网格技术, 收集分布于城市中的各种资源, 提供一个无所不能的虚拟超级服务器, 解决传统方法不可能解决的问题.

数字城市网格是在计算力服务、宽带传输和超大规模数据存储等网格支撑环境基础上建立的多层次的数字城市应用服务体系. 根据现有的网格体系结构, 结合数字城市应用服务领域的特点, 数字城市网格主要由三个层次组成[7] (图 1).

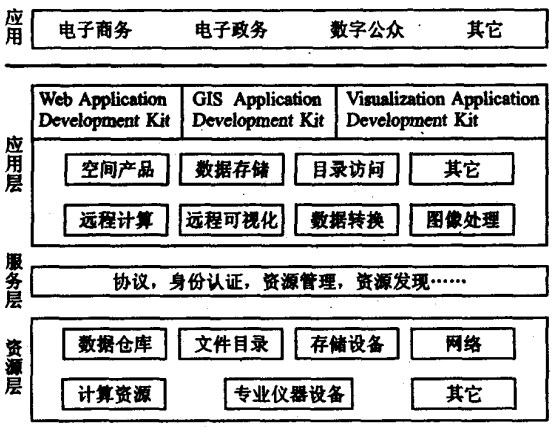

图 1　数字城市应用服务平台框架

a. 资源层. 这些资源包括已建和在建涉及各个领域的各类数据库, 数据仓库及文件目录、各种存储设备, 各种计算资源(包括超级计算机、PC 及 PDA 等)、各种专业设备仪器(包括航空/航天遥感器、地面遥测设备等), 它们通过城域网或各种无线通信设施实现物理连接.

b. 服务层. 提供一个数字城市信息一体化管理与处理平台, 主要功能是协调"多种"资源的共享. 为综合使用各类资源提供数据存储、组织管理、分发、检索和处理, 认证等服务.

c. 应用层. 提供一个面向应用领域(如电子商务, 电子政务) 的数字城市集成应用环境, 在数字城市网格服务层的基础上, 面向各个具体应用领域, 对空间信息的使用模式和使用特点, 提供空间信息使用政策和协议、应用软件工具和应用开发平台等, 建立空间数据处理与信息服务集成环境.

图 1 的三层网格体系结构, 是基于数字城市资源面向城市各类应用的集成软件平台, 它支持数字化的发现、配置、动态交互、装配、运行和管理. 数字城市的功能和作用通过应用服务平台来实现和体现, 其核心功能主要有三个:

a. 应用服务的集成. 数字城市的各个应用服务, 如电子商务、电子政务, 数字公众及其它桌面应用. 对于各个服务用到的资源都由应用服务平台统一管理, 而不用知道他所要处理的数据存放在哪里, 即数据所在的地理位置、所在的数据服务器、所在的数据库, 管理系统对用户来说是透明的. 另外, 应用服务平台通过对资源服务的整合, 为用户提供一体化一站式的服务.

为更好地集成应用服务系统, 网格数字城市应用服务平台提供了三个主要的开发包, 分别用于: Web 应用, 主要用于开发基于Web 的应用服务, 如电子商务和电子政务; GIS 应用, 主要用于开发基于地理信息系统的开发; 可视化应用, 主要用于基于图像处理和可视化的应用开发. 三个开发包不是孤立存在的, 而是相互关联. 开发者在开发具体的数字城市应用时, 就不用考虑网格计算底层的技术, 降低了开发难度, 提高了开发效率.

b. 资源集成. 资源包括数据服务、应用服务及各类设备, 以网格的框架与机制来整合数据服务和应用服务, 支持资源的发现、配置、交互、装配、运行和管理, 实现数据、业务逻辑和商业流程的共享与互操作.

用户可以通过数字城市网的可知门户透明地使用整个数字网格上的各种资源, 而不用自己漫无目的地搜索. 网格数字城市服务平台追求的最终目标是把数字城市中的各种资源服务站点连接起来, 任何数字城市资源经过处理能在任何时候发送并服务于在任何地点任何有需求而且有相应权限的最终用户.

c. 支持大用户量访问和大数据量运算. 在数字城市中, 由于希望获得应用服务的用户越来越多, 需要计算机处理的数据量越来越大, 应用的要求也越来越高, 数学模型也越来越复杂. 采用传统的单机甚至服务器集群方式已经越来越难适应这种新的要求.

网格数字城市服务平台能够把现在数字城市中普遍处于空闲状态的 CPU 资源利用起来聚合成一台超大规模的虚拟计算机, 满足数字城市中的一些应用服务日益增长的计算需求. 这台虚拟计算机的计算吞吐量非常惊人, 能提供实时数据处理, 而且具有高度的可伸缩性.

4 总 结

网格是网格技术发展和网络应用需求不断增加的必然的产物,虽然网格技术近年来由于各国政府和企业的重视已取得了很大的进步,也有一些相关的应用,但总体来讲,网格的发展还处于初期阶段.把网格技术应用于数字城市,是对数字城市的扩展,网格技术的发展,必将对数字城市的发展带来深远的影响.

参 考 文 献

[1] A I Gore. The digital earth: understanding our planet in the 21st century[R]. California: California Science Center, 1998.

[2] Foster I, Kesselman C, Globus A metacomputing infrastructure toolkit[J]. Int. Journal of Supercomputing Applications, 1997, 11(2): 115-128.

[3] Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The anatomy of the grid[J]. Supercomputer Applications, 2001, 15(3): 78-93.

[4] Foster I, Kesselman C, Nick J. The physiology of the grid: an open grid services architecture for distributed systems integration [EB/OL]. http://www.Globus.org/research/papers/ogsa.pdf, 2004-07-08.

[5] 都志辉,陈 渝,刘 鹏. 网格计算[M]. 北京:清华大学出版社, 2002.

[6] 何小朝,李 琦,承继成. 基于网格的空间信息模型与服务技术研究[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(4): 60-63.

[7] 金江军. 网络技术在地球信息科学中的应用[EB/OL]. http://tech.ccidnet.com/pub/article/c322_a92292_p1.html, 2004-02-05.

Architecture of Digital City Application Platform Based On Grid

LI De-hua[1] *WANG Cheng*[1]

(1. School of Hydro. & Information Eng., HUST, Wuhan 430074, China)

Abstract: The Grid technology can meet the challenges such as high-throughput computing, remote data access and service, distributed heterogeneous environment, collaborative computing etc which the traditional Digital City technologies cannot meet. After discussing the problem which Digital City faces now, integrating grid technology with Digital City technology, a new Digital City grid platform (DCGP), is proposed to solve the related problems, and some of the key functions are described.

Key words: Digital City; grid; GIS

(上接第 15 页)

[3] 李晨光. 体外预应力的体系及应用. 建筑技术开发[J]. 1993, 20(4): 42-96.

[4] 邱青云,童顺军. 体外预应力混凝土桥梁的发展现状及探讨[J]. 铁道标准设计, 2000, 20(5): 19-20.

[5] 郑玉庆,卜伟筠,周海浪. 体外预应力梁的振动问题的研究分析[J]. 四川建筑科学研究, 2002, 28(3): 75-78.

[6] 邱继生,张耀庭,黄恒卫. 体外预应力混凝土梁短期挠度的计算[J]. 特种结构, 2003, 20(1): 34-47.

Theoretical and Experimental Study on the Natural Frequency of Externally Prestressed Simply Supported Concrete Beam

ZHANG Yao-ting[1] *ZHANG Chang-pao*[1]

(1. School of Civil Eng. & Mechanics, HUST, Wuhan 430074, China)

Abstract: A formula for calculating frequency of externally prestressed simply supperted concrete beam is derived from classical frequency equation with considering the influence of axial force and bending moment. Strengthening of six beams with simply supported ends by externally prestressing are experimentally investigated. The comparison of theoretical and the experimental results shows that the maximal percentage error between the numerical and the tested is 12.67% in drawing the prestress tendons. In applying load level, it is within 30%. The main influences and the practical feasibility about the formula are discussed.

Key words: externally prestressed simply supported concrete beam; natural frequency; dynamic test