

文章编号: 1007-4619(2005)05-0513-08

# 论广义空间信息网格和狭义空间信息网格

李德仁

(武汉大学 测绘遥感信息工程国家重点实验室, 湖北 武汉 430079)

**摘 要:** 从近年来兴起的网格 (grid) 技术和信息网格 (information grid) 出发, 研究地球空间信息 (Geo-spatial information) 领域中如何在网格环境下实现从数据到信息再到知识的升华以及基于网格的空间信息服务。提出广义空间信息网格和狭义空间信息网格两个层次的概念。广义空间信息网格是指在网格技术支撑下空间数据获取、更新、传输、存储、处理、分析、信息提取、知识发现到应用的新一代空间信息系统。狭义空间信息网格则指在网格计算环境下新一代地理信息系统, 是广义空间信息网格的一个组成部分。文中试图给出这两个层次的空间信息网格的定义、任务及其组成。并对需要解决的关键问题进行一些初步的探讨。

**关键词:** 网格技术; 信息网格; 广义空间信息网格; 狭义空间信息网格; 智能传感器网络

**中图分类号:** P208/TP393 **文献标识码:** A

## 1 网格技术——Intemet的第三次浪潮

网格 (grid) 是近年逐渐兴起的一个研究领域。网格技术将各种信息资源 (内容) 连接起来, 比现有网络更有效地利用信息资源<sup>[1, 2]</sup>。

对网格的研究工作分为 3 个层次: 计算网格、信息网格和知识网格<sup>[3]</sup>。计算网格是网格的系统层, 它为应用层 (信息网格、知识网格等) 提供系统基础设施。信息网格研制一体化的智能信息处理平台, 消除信息孤岛, 使用户能方便地发布、处理和获取信息。知识网格研制一体化的智能知识处理平台, 消除知识孤岛, 使用户能方便地发布、处理和获取知识。

网格技术研究工作主要涉及网格计算、信息网格和网格服务等方面。

网格计算 (grid computing) 通过网络连接地理上分布的各类计算机 (包括机群)、数据库、各类设备等, 形成对用户相对透明的虚拟的高性能计算环境, 它的应用包括分布式计算、高吞吐量计算、协同工程和数据查询等。网格计算被定义为一个广域范围的“无缝集成和协同计算环境”。

信息网格是要利用现有的网络基础设施、协议规范、Web 和数据库技术, 为用户提供一体化的智能信息平台, 其目标是创建一种架构在 OS 和 Web 之上的基于 Intemet 的新一代信息平台 and 软件基础设施。在这个平台上, 信息的处理是分布式、协作和智能化的, 用户可以通过单一入口访问所有信息。信息网格追求的最终目标是能够做到服务点播 (service on demand) 和一步到位的服务 (one click is enough)。信息网格的体系结构、信息表示和元信息、信息连通和一致性、安全技术等是目前信息网格研究的重点。

目前, 网格研究主要以美国和欧洲为首, 尽管网格技术还远不如互联网和 Web 技术那么成熟, 但却已有政府、公司和研究所进入了试验或使用阶段。其中英国政府已投资 1 亿英镑, 用以研发“英国国家网格” (UK national grid); 美国政府用于网格技术的基础研究经费则高达 5 亿美元。2000 年 2 月, 美国国防科技局特别小组正式提出全球信息网格 GIG (global information grid), 并以“勇士”C4I 计划为基础进行开发, 预计 2020 年完成。GIG 企图实现计算机网、传感器网和武器平台网的聚合优化, 面向不同层次的用户提供其所需要的信息, 过滤不需要的信

收稿日期: 2005-03-22; 修订日期: 2005-04-11

基金项目: 国家 863 计划 (2003AA132080) 资助。

**作者简介:** 李德仁 (1929-), 男, 武汉大学教授, 中国科学院院士, 中国工程院院土, 国际欧亚科学院院士, 已发表论文 1400 余篇, 出版专著 9 部。李德仁教授提出地球空间信息科学的概念和理论体系, 长期从事以遥感 (RS)、全球卫星定位系统 (GPS) 和地理信息系统 (GIS) 为代表的空间信息科学与多媒体通讯技术的科研教学工作, 致力于高新技术的产业化发展。E-mail: drli@whu.edu.cn

息,并逐步形成该用户所需要的知识,对决策的形成起辅助作用。作为该计划的一部分,美国海军陆战队还推动一项耗资 160 亿美元、历时 8 年的项目,包括系统研发、制造、维护及升级。美国能源部的山地亚国家实验室也宣布,其“先进战略运算创新计划网格”将用于核武器研究。此外,美国国防部与欧洲能源机构等都已先后开始采用网格技术。网格的应用范围涉及美国诸多领域,包括能源、交通、气象、水利、农林、教育、环保等都对高性能运算网格及信息网络有迫切的需求。

产业界已经在大力推动这一工作,包括惠普公司的 e-Speak 和 e-Service, IBM 公司的 Web Services, 微软公司的 .Net 以及太阳微系统公司的 Open Net Environment (Sun ONE)。这些公司已经在使用 XML、SOAP、UDDI 等标准接口方面达成共识。

在国内,中国科学院计算技术研究所对网格技术的研究已较为深入,其研究的项目称为织女星网格,研究工作分为 3 个层次,即计算网格、信息网格、知识网格。

在网格的体系标准方面,国际上有一个非常大的组织 OGSA (Open Grid Services Architecture) 制定网格服务体系标准。OGSA 已经成为国际上公认的标准,IBM 在倡导推广。另外还有一个全球网格论坛 GGF (Global Grid Forum), 是一个独立从事研究、开发、发布和支持有关网格活动的组织。网格论坛里已经有很多单位都围绕 OGSA 来进行研究和应用。

通过以上讨论,可以概括地讲,网格是什么? 网格是构建在互联网上的一组新兴技术,它将高速互联网、计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体,为科技人员和普通百姓提供更多的资源、功能和服务。互联网主要为人们提供电子邮件、网页浏览等通信功能,而网格则能提供更多更强的功能,它能让人们共享计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源和其它各类资源<sup>[1]</sup>。

网格是一种基础设施,资源共享是其基本特征,而网格计算是在多个机构组成的动态虚拟组织 (VO, Virtual Organization) 间实现协作式资源共享和问题求解。网格计算是一种全新的软件结构,它能有效地组织大量低成本的模块存储体和服务器创建一个虚拟计算资源,透明地分布式地有效地利用这些资源,任何一个网格点均能共享存储、计算、数据库、基于位置的应用服务等功能。目前,网格计算技术在仿真学、医学、地学、生物科学、军事等众多领域

得到了应用,取得了传统分布式技术难以达到的效果。

利用网格计算技术,不仅可以解决以上问题,而且可以最大限度地整合虚拟组织里的各种资源,为数据的管理和问题的求解提供非凡的服务质量 (QoS Quality of Service), 为社会各行各业提供前所未有的、功能巨大的、资源共享和信息服务。

## 2 广义空间信息网络

### 2.1 问题的提出

人类生活在地球的 4 大圈层 (岩石圈、水圈、大气圈和生物圈) 的相互作用之中,其活动范围可涉及上天、入地和下海。这种自然的和社会的活动有 80% 与其所处的时空位置密切相关。为了获得这些随时间变化的地理空间信息,在上个世纪 70 年代以来,随着信息技术、通信技术、航空航天遥感、导航定位技术的飞快发展,形成了以全球导航定位系统 (GNSS)、遥感系统 (RS) 和地理信息系统 (GIS) 为核心的地球空间信息学 (Geo-spatial information science)。

国际标准化组织 (ISO) 对地球空间信息学下的定义为<sup>[4]</sup>: “地球空间信息学是一个现代的科学术语,所涉及的是空间数据的采集、量测、分析、存储、管理、显示和应用的集成方法”,属于现代空间信息科学与技术。

从理论上,地球空间信息学可以回答何时 (when)、何地 (where)、何种目标 (what object) 发生了何种变化 (what change),但目前地球空间信息系统尚未达到网格技术所设想的无缝集成和协同计算的境界,所以尚达不到上述 4W 的目标。主要问题在于:

(1) 数据处理—信息提取—知识发现—应用服务的流程是串行的。各类传感器只是以点方式 (卫星导航定位系统) 或面方式 (各类航空航天遥感系统) 进行数据采集,一般不具有在轨数据处理和实时计算功能;信息处理单元一般以单机和人机交互方式工作;数据挖掘与知识发现尚处于起步阶段;应用服务是孤立的或专一的而不是网络化智能服务。

(2) 各类对地观测卫星资源的开发利用和共享程度低,数据处理、信息提取和知识发现在理论和算法上尚有很大的难度,造成数据海量、信息不足,知识难觅。

(3) 对地观测系统通常是孤立的,按专业区分

为气象卫星、环境与灾害卫星,资源卫星、海洋卫星,测图卫星,导航定位卫星和军用卫星等类型,缺少以用户导引的多平台、多传感器、多分辨率、多时相数据的整体集成与融合。

(4)地球空间信息系统与通信网络的集成度较低,未形成面向应用的实时卫星调度、数据集成、信息自动提取与灵性服务一体化的网格体系。

于是网格技术与地球空间信息技术的融合与集成作为一个突出问题便提出来了。这种集成与融合促成了广义空间信息网格的产生。

## 2.2 广义空间信息网格的定义与任务

综合上述网格技术发展的特点和地球空间信息学面临的问题,我们给出广义空间信息网格如下定义:

广义空间信息网格指的是在网格技术支持下,在信息网格上运行的天、空、地一体化地球空间数据获取,信息处理,知识发现和智能服务的新一代整体集成的实时/准实时空间信息系统。

建立好广义空间信息网格所面临的任务是:

(1)借助天、空、地各类传感器,实现全天候、全天时、全方位的全球空间数据获取;

(2)借助由卫星通信、数据中继网,地面有线与无线计算机通信网络组成的天地一体化信息网格,实现从传感器直到应用服务端的无缝交链;

(3)在广义空间信息网格上实现定量化、自动化、智能化和实时化的网格计算,实现从数据到信息和知识的升华;

(4)通过广义空间信息网格对各类不同用户提供空间信息灵性服务,将最有用的信息,以最快的速度 and 最便捷的方式送给最需要的用户。

## 2.3 广义空间信息网格的基本组成

能够完成上述任务的广义空间信息网格,至少需要以下 4 个系统组成。

### 2.3.1 智能传感器网络 (smart sensor web)

直到今日,绝大多数天、空、地传感器一般是专门用来进行数据采集的,并将原始数据传送至计算机接收系统,再由相应的数据处理系统进行数据处理和信息提取,最后才能提供给用户和回答用户提出的问题,但它不可能满足实时用户的需求。

随着传感技术、计算机硬、软件技术、网络通信(包括无线和移动通信、卫星通信等)技术的进步,在上述网格技术和网格计算环境下,未来的传感器

将构成价廉、大中小型相结合、无处不在的、接触或非接触的智能传感器网络。

在文献 [5] 中,加拿大约克大学的陶闯博士对智能传感器作了较系统的分析。该文引用 Neil Gross 的文章“地球将附上一层电子皮”<sup>[6]</sup>,对传感器网络作了如下说明:“在下一世纪(即 21 世纪),行星地球将附上一层电子皮。它用互联网作为骨架来支持和传输各种感知。这张皮被缝合在一起,它由上百万个嵌入式电子测量器件组成,包括恒温计、压力计、污染检测仪、摄影机、麦克风、葡萄糖传感器、各种心电图机和脑电图机等等。它们将测量和监测城市和濒危物种;大气;舰船、公路和运输车队;人们的对话、身体乃至我们的梦境。”

陶闯博士描述了智能传感器网络的概念框架,想要实现智能化,它必须是可互操作的、智能的、动态的、灵活的和可度量的。

从广义空间信息网格的需要看,我们认为智能传感器网络应当具有以下功能特点:

(i)它是一个无处不在的、接触或非接触的、具有数据采集和通信功能的传感器网络;

(ii)它具有一定的在轨数据处理功能,以满足实时用户对数据加工、信息提取的实时要求;

(iii)智能传感器网络应融入全球计算机信息网格,能根据用户需求的不同级别,合理地调配其资源,实现灵性服务。

### 2.3.2 基于网格计算的多传感器数据信息知识的智能处理系统

对地观测多传感器网络提供的海量数据,从 TB 级到 PB 级。对这些数据需要进行预处理和精处理,需要提取其语义和非语义信息,也需要从大量的数据中挖掘出智能信息处理和用户需要的知识。这个问题作者在 1994 年的《环境遥感》上已有过叙述<sup>[7]</sup>。最近又在 2004 年《武汉大学学报》(信息科学版)上作了进一步论述<sup>[8]</sup>。

目前对地观测所存在的一个突出问题是:“数据海量、信息不足、知识难求”。利用网格技术进行网格计算给解决这一问题带来了新的机遇。为此需要在网格计算环境下解决:

——在统一时空基准下自动地、实时地确定各类传感器的空间位置和姿态;

——由各类接触和非接触传感器所获取的数据求解目标物理和几何特性的数学模型和一体化求解方法;

——多平台、多传感器遥感影像网格计算与信

息提取的智能方法;

——多源海量空间信息集成融合和空间信息的实时更新;

——空间数据认知模式以及从海量空间数据库进行数据挖掘以发现用户需要的知识。

解决这 5 个方面的问题需要从时空基准、遥感成像机理、模式识别、计算机视觉及数据挖掘等诸多方面取得突破,以实现几何与物理方程的整体反演求解,才能实现定量化、自动化和实时化。

### 2.3.3 适应于网格计算环境的新一代地理信息系统(即第 3 节中的狭义空间信息网格)

众所周知,地理信息系统是以采集、贮存、管理、分析、描述、显示和发布与空间地理分布有关数据并能回答用户一系列问题的空间信息系统。上述智能传感器网络所采集的各类原始数据,经由数据处理、信息提取后,就成为 GIS 的空间数据库,所发现的知识与其他知识一起就成为智能 GIS 的知识库。

GIS 作为空间数据和空间信息在计算机中的存贮、表达、分析和应用的信息系统,已经从单个系统走向了网络: Web-GIS 和 Mobile-GIS。下一步必然要走向 Grid-GIS 以充分发挥网格技术在各类资源共享方面的优势,推进 GIS 走向网格化。因此需要从网格技术的特点出发来分析现有 GIS 发现和解决不适应网格计算的各种问题。这些将在第 3 节中作详细叙述。

### 2.3.4 基于网格技术的空间信息智能服务代理 (Intelligent Geo-Service agents)

空间信息智能服务是广义空间信息网格建立的主要目的,是使空间信息为各行各业——从科学研究、经济建设、国防安全、人民生活到和谐社会可持续发展——进行实时智能服务,将最有用的信息,用最快捷的方法和最低的成本送给最需要的用户。为此至少需要解决以下几个问题:

——空间信息智能服务机制与模式,包括需求牵引的空间服务任务流程建模,任务分配,智能搜索和空间信息智能服务平台的体系结构。

——空间信息服务标准与互操作标准,使各种空间信息服务系统一标准下实现互操作。

——空间信息服务的语义模型,包括基于本体的空间信息语义网格,空间服务网格模型的设计等。

——空间信息服务在各类终端上的实现,这些终端包括手机、掌上宝、便携机、台式机、电视机、电话机等等。

建好由上述 4 个组成部分所建立起的广义空间

信息网格,充分体现了空间信息技术与网格技术的交叉与集成,这是今后二十年摆在我们面前的一个光荣而艰难的任务。

由美国等 40 多个国家发起,经过 3 次全球对地观测部长级高峰会议讨论通过的 GEOS 十年行动计划<sup>[9]</sup>已经为我们完成这个任务吹响了号角。GEOS 旨在用十年的时间建立一个分布式的一体化全球对地观测系统 (GEOS),为解决灾害、健康、能源、气候、气象、水循环、生态、农业和生物多样性等九个人类社会和经济发展的重大问题服务。

欧空局 (ESA) 提出的全球环境与安全监测计划 (GMES) 其目标就更加明确,它要在未来五年内为欧盟各成员国的环境 (包括自然环境、生态环境、人居环境、战场环境等) 和安全 (包括生态安全、交通安全、生产安全、国家安全、生命安全等) 提供空天地一体化的空间信息实时服务系统。一个典型的例子是 2003 年的阿尔及利亚地震,欧空局利用震前震后的 SPOT 卫星图像,迅速准确地圈定了各大小灾区的范围,估算了倒塌的房屋和涉及到的居民人数,为各国抗震救援队的行动提供了科学根据。日本航天局 (JAXA) 也十分重视建立对地观测快速响应系统。他们已运行一个为日本渔民海上作业服务的商业化实时捕鱼决策支持系统。通过对海洋环境变化的实时遥感监测并参照鱼类生活习性的规律及时地向缴费的渔船提供各种鱼群位置的信息服务,指导海上捕鱼。

## 3 狭义空间信息网格

正如上文所讲,狭义空间信息网格指的是网格计算环境下的新一代地理信息系统,是广义空间信息网格的一个组成部分。

众所周知,地理 (地球) 空间信息以地图形式在纸介质上表示已有几千年的历史。当电子计算机问世后,要把空间数据放到电子计算机中去,人们就自然地想到了“地图数字化”道路,于是出现了用离散而且有拓扑关系的坐标点串来描述点、线、面、体各种空间要素。但数字地图绝不是空间数据在计算机中表示的惟一方法,更不是在信息网格中表示的惟一方法。

### 3.1 网格计算环境下现行 GIS 所存在的问题<sup>[10][11]</sup>

从网格计算所要求的资源共享和协同计算观点看,目前 GIS 尽管已从单机系统发展到网络和移动

GIS 它仍然存在下面四大问题,不能适应网格计算的要求。

#### (1)时间基准不一致引起的问题

由于同一空间区域内不同主题的数据获取时间可能不致,在进行网格分析时,数据不能简单叠加,必须建立基于时间的不同领域主题空间数据的外推或内插模型,将时间不一致的空间数据首先变换到同一时间,才能进行网格的叠加和集成运算。如对全国各省市(地区)非同一时刻进行调查的土地利用、经济发展水平、人口分布等数据进行统计分析时,应根据当时自然和社会发展规律及国家土地政策等特点将它们统一到同一时间基准,这项复杂的建模和同化工作应由空间信息网格技术来完成。

#### (2)空间基准不一致引起的问题

由于空间数据存在多种比例尺、多种空间参考和多种投影类型,中国目前的现状是 54 坐标系、80 坐标系、地理坐标系和地心坐标系并用,而且不同地方还使用着各自的地方坐标系,不同应用需要不同比例尺空间信息的支持,对空间参考系和投影类型也有相应的要求。例如陆地的地理信息系统用高斯-克吕格投影,而海上的地理信息系统则采用保持方向不变的麦卡脱投影,当海陆连通时就会出现不一致。目前 GIS 数据大都来自地图数字化,而不是直接的测量数据。地图将某种统一空间基准测量得到的结果,经投影变换后在平面上进行表示,很难适应基准变化的要求,基准一变,全部数据都得变。

#### (3)数据格式不一致引起的问题

空间数据种类繁多,不同行业、不同部门有不同内容的专题信息,由于测量技术、方法和设备仪器的限制和所使用的硬件与软件不同,因此数据格式各异。空间数据的生产、维护都分散在不同的单位进行。而且空间信息具有关系复杂、非结构化、数据量大、多比例尺、随时间变化等特点,这给需要使用空间数据的用户带来了很大困难,不利于空间信息共享。在技术方面,还没有建立完善的空间信息共享标准体系,包括空间数据标准和互操作标准。现有空间数据组织和管理技术并没有很好地解决这些问题,因此很难适应未来网格技术支持下空间信息共享和利用的要求。

#### (4)语义不一致引起的问题

由于不同专家从各自专业角度出发,不同行业的空间信息系统对同一个概念的语义解释往往有很大差别,导致对同一地理现象观察和描述时会侧重于不同的侧面,从而产生空间信息语义上的差异,形

成语义异构。如果不考虑这种语义的差异,就可能对用户的要求无法回答或做出不正确的回答。例如,一块长有草地、间有树木的山坡地,从农学家看,它是山坡草地,从林学家看它是宜林地。当同时处理农业信息系统和林业信息系统时,就需要一个基于本体的语义网格来处理这些语义的差异<sup>[12]</sup>。因此,如何实现具有语义共享的空间信息语义网格,也是网格技术下空间信息系统需要面对的问题。

### 3.2 狭义空间信息网格的定义及体系结构

从当前网格技术出发,我们需要重新来思考地球(地理)空间数据在计算机中的表达形式,显然它不应当仅仅局限于源于数字地图的一种表达方式,而应当更有利于解决上述四个不一致性问题。为此我们在文献[10]中提出空间信息多级网格(SMG)的建议,并将它定义为狭义空间信息网格<sup>[10,13]</sup>。

空间信息多级网格的核心思想是:按不同经纬网格大小将全球、全国范围划分为不同粗细层次的网格,每个层次的网格在范围上具有上下层涵盖关系。每个网格以其中心点的经纬度坐标(网格中心点)来确定其地理位置,同时记录与此网格密切相关的基本数据项(如经纬度、全球地心坐标、各类投影参数下的坐标)。落在每个网格内的地物对象(细部地物)记录与网格中心点的相对位置,以高斯坐标系或其他投影坐标系为基准。根据实际地物的密集程度确定所需要的网格尺度(分层密度),如地物稀疏的地方只需要粗网格,而地物密集的地方(如城市)则按细网格存贮空间与非空间数据。

将不同的网格层次同全国、省、地(市)、县等行政级别建立关联,同时结合我国国家级、省市级空间信息基础设施的建设和信息网格技术,建立中国空间信息多级网格(SMG)的体系结构,具体包括以下内容。

(1)空间信息多级网格的划分。确定多级网格的层次数,各级网格的大小,不同地域网格粗细程度的确定原则。一般可按 100m, 1km 和 10km 分成三级。

(2)每个网格点属性项的确定。包括应具备哪些基本属性、自然属性、社会属性、经济属性、文化属性等。

3)行政区划与空间信息多级网格对应关系的确定。这为以行政区划为目标的信息统计、宏观分析与决策提供基础。

(4)基于网格计算技术的空间信息多级网格结

构。研究空间信息多级网格结构与网格计算技术结合,提供空间信息服务的体系与服务模式。

空间信息包括几何与属性数据按多级网格的存取与多比例尺地图空间数据库的区别在于所有数据直接按由粗细网格组成的统一网格系进行存贮、查询、分析和应用,而不需要通过地图综合为每一级网格(每一种比例尺)存贮一个完整的数据集,即所形成的的是一个变网格的统一数据集,从而保证了数据的完整性和一致性。

### 3.3 空间信息多级网格(SMG)应具备的功能

基于网格技术所建立的空间信息多级网格至少应具备以下 3 大功能:

(1)作为网格计算环境下的新的空间信息产品

由于以数字地图形式存贮的空间信息产品,距离数据采集和信息应用两端较远,它有利于空间分析,不利于空间统计。为了带地学编码的人口普查,美国已实施过 TIGER 计划,它实际上就是一个网格 GIS。所以将中国及全球按统一的多级网格组成无缝的网格,就可以采用网格与 GPS 相联系的数据采集策略,用 GPS+PDA 来采集空间和非空间数据,并按照统一的网格数据标准填充到网格中,利用网格计算进行统计、分析将变得十分便捷。这种方法在数据更新时优势更加明显,而且数据成果可以作为现有地图的补充产品。

将 SMG 作为数字地图的补充产品,并不是让其代替传统的数字产品。在表现形式上,可以使两者相互转化,网格中依附的信息可以从传统的 GIS 中分析得到。同样,网格信息也可以通过一定手段转化为 GIS 中空间对象(如行政区划)的属性。此外,网格信息也可以直接通过调查和野外采集得到,如通过带有 GPS 设备的便携式手持设备进行网格内的人口调查统计,所以,新理论是对旧理论的继承和发展,目的是为了使用户更适合自己的产品。

(2)作为网格计算环境下实现对现有各种空间数据库操作的工具

网格技术与空间信息处理结合的研究目前才刚刚开始,主要涉及三个技术:网格计算、基于 Web 服务的信息共享技术和空间信息互操作技术。前两项属于信息基础设施建设和技术标准问题。对后一问题,两个国际标准化组织 OGC 和 ISO/TC211 已经作了大量的研究工作,发布了一系列技术标准,如基于 Web 的地图服务规范(WMS)和基于 Web 的要素服务规范(WFS)等,从技术上解决了异构数据库的互

操作问题。

利用 SMG 作为工具,来处理现有空间信息资源所存在的上述四个不一致,将有利于实现网格技术与空间信息技术的结合,从而实现,在开放网格体系结构中,全面吸收 Web Service 的技术和标准,找出适合网格计算的或者称为网格计算环境下的新的空间数据的表示方法,并使 SMG 与空间数据立方体和空间数据仓库里的新方法相结合,将对空间数据的应用扩展到网格服务的层面上,充分利用网格体系结构中的先进特性,使空间信息更好地满足用户需求。

(3)作为未来动态时空坐标系下空间数据表示和组织的方法

GPS 技术和整个卫星大地测量、卫星重力测量等技术的飞速发展,全球时空基准与框架不断精化,其周期越来越短,必将走向实时动态化。因此,以存储某一坐标系下的坐标串为主要方式的空间信息系统是适应不了这种变化的,需要从地理空间数据在计算机中的表示方法来寻求非地图表示的新方法。利用空间信息多级网格(SMG)技术,在动态时空坐标系中只需考虑网格中心点的坐标可以转换成不同坐标系,网格的中心点能在不同投影不同坐标系中变换,而网格内部的相对量(角度、长度、面积等)不变(或是投影误差小到可以忽略),从而避免了从 54 坐标系到 80 坐标系变化时全部数据都要发生变化的问题。因此,有望成为一种随时空变化的新的空间数据的有效表示和组织方法。

## 4 结 语

网格技术和地球空间信息技术正在以飞快的速度发展,将两者结合起来形成空间信息网格是一个十分紧迫而又具挑战性的命题。本文作者所提出的广义空间信息网格和狭义空间信息网格从概念上对空间信息网格给出了一些初步的见解,希望抛砖引玉,能引起国内外从事地球空间信息科学与技术的同行们的注意,不失时机地、创造性地推动网格技术与空间信息技术的集成。以便充分发挥现在和未来对地观测空天地各类传感器所得到的数据,信息和知识在国家经济建设、国防建设、社会可持续发展和人民生活质量改善中的作用。

## 参 考 文 献 (References)

- [1] Foster I Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New

- Computing Infrastructure[N]. 1988.
- [ 2 ] Foster I Kesselman C Tuecke S The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations [ J ]. Int J Supercomputer Applications 2001, 15(3).
- [ 3 ] Li G J Information services grid—the third generation Internet [N]. [李国杰. 信息服务网格——第三代 Internet <http://moiaetitia.topcities.com/grid/liguojie.htm>. 2001. 9].
- [ 4 ] Li D R Guan Z Q Integration and implementation of geospatial information systems [ M ]. Series of Digital Earth Wuhan Technical University of Surveying and Mapping Press [李德仁, 关泽群. 《空间信息系统的集成与实现》, 数字地球基础丛书, 武汉测绘科技大学出版社, 2000, 3: 244. ]
- [ 5 ] Vincent Tao The Smart Sensor Web: A Revolutionary Leap in Earth Observation Systems [ N ]. <http://www.geoplance.com/GEOWorld> 2003, 9.
- [ 6 ] Neil Gross The Earth will don an Electronic Skin. Business Week [ N ]. 1999, 8. <http://www.businessweek.com/1999/99-35/63644024.htm>.
- [ 7 ] Li D R On the establishment of automatic and intelligent Earth observation data processing system. remote sensing of environment [ J ]. Remote Sensing of Environment 1994, 9(1): 1—10. [李德仁. 论自动化和智能化空间对地观测数据处理系统的建立 [ J ]. 环境遥感, 1994, 9(1): 1—10. ]
- [ 8 ] Li D R Opportunities of geoinformatics [ J ]. Journal of Wuhan University ( Information Science Edition ), 2004, 1: 753—756. [李德仁. 地球空间信息学的机遇 [ J ]. 武汉大学学报 (信息科学版), 2004, 1: 753—756. ]
- [ 9 ] [Http://earthobservations.org](http://earthobservations.org) GEOSS 10-Years Implementation plan 2005, 2.
- [ 10 ] Li D R From digital maps to geospatial information grid [ J ]. Journal of Wuhan University ( Information Science Edition ), 2003, 1(6): 642—649. [李德仁等. 从数字地图到空间信息网格 [ J ]. 武汉大学学报 (信息科学版), 2003, 1(6): 642—649. ]
- [ 11 ] Li D R On the Typical Applications of Spatial Information Multi-Grid [ J ]. Journal of Wuhan University ( Information Science Edition ), 2004, 11: 945—950. [李德仁等. 论空间信息多级网格及其典型应用 [ J ]. 武汉大学学报 (信息科学版), 2004, 11: 945—950. ]
- [ 12 ] Li D R Cui W Geospatial Semantic Information Grid [ J ]. Journal of Wuhan University ( Information Science Edition ), 2004, 29(10): 847—851. [李德仁, 崔巍. 空间信息语义网格 [ J ]. 武汉大学学报 (信息科学版), 2004, 29(10): 847—851. ]
- [ 13 ] Li D R et al From Digital Map to Spatial Information Multi-Grid [ C ]. Proceeding of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. 2004, 9.

## On Generalized and Specialized Spatial Information Grid

LI De-ren

(National Key Lab for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Hunan Wuhan 430079, China)

**Abstract** This paper discusses how to implement the procedure of information extraction from data and knowledge discovery from information in the grid computing environment from the point of view of grid technology and information grid. Two hierarchical concepts, namely, generalized spatial information grid and special spatial information grid are proposed by the author. The former is defined as a new generation spatial information system embedded in the environment of grid technology where spatial data acquiring, updating, transferring, storing, processing, analyzing, information extracting and knowledge discovering are carried out. In order to do so, it is believed by the author that at least four functional components are needed: a smart sensor web, an intelligent data-information-knowledge processing system based on grid computing, a new generation GIS suitable to grid computing environment and Intelligent geo-service agents. The latter refers to the new generation of geographic information system in the environment of grid technology. Since conventional GISs have been developed for single person computers, four challenges caused by four types of inconsistencies are arisen when such systems are transferred to computing grid environment, they are: Challenges caused by temporal datum inconsistency, Challenges caused by geographic datum inconsistency, Challenges caused by data format inconsistency and Challenges caused by semantic inconsistency. Geospatial data representation should be re-considered if grid technology is concerned. An innovative concept, Spatial Information Multi-Grid (SMG), is proposed by the author and regarded as the backbone characteristics of specialized spatial information grid. The core feature of SMG is that demarcating the studied area into different level of grids. These grids are different in size and all attribute items describing them are various and a hierarchical structure is formed where coarse grids contains several finer grids. This paper tries to put forward the definition, tasks and components of these two concepts. Some tentative approaches for solving key problems arising from them are expounded.

**Key words** grid technology; information grid; generalized spatialized information grid; specialized information grid; smart sensor web