

论新地理信息时代

李德仁*, 邵振峰

武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉 430079

* 通信作者 E-mail: drli@whu.edu.cn

收稿日期: 2009-01-22; 接受日期: 2009-04-10

摘要 随着 Google Earth、MSN Virtual Earth、下一代互联网、Web 2.0 和网格计算技术的出现, 一个新的地理信息时代悄然而来. 文中研究了新地理信息时代的典型特征, 如服务对象扩大到大众用户、用户同时是空间数据和信息的提供者、传感器网络将数据从死变活、按需求提供服务等, 分析了新地理信息时代将带来的地理数据组织无序、质量更新、服务安全、信息爆炸、共享隐私和产权等问题对地球信息科学和地理信息产业的影响, 并从标准、规划、法律、技术和应用等方面探讨了积极的应对策略.

关键词

新地理信息时代
地理信息服务
可量测实景影像
按需服务
传感器网络

0 引言

自从加拿大 Tomlinson R. 在 20 世纪 60 年代提出地理信息系统 (GIS, geography information system) 以来, 它在 40 多年的发展历程中已经取得了很大成就, 并广泛地应用于土地利用、资源管理、环境监测、交通运输、城市规划、经济建设以及政府各职能部门.

Google Earth 与 Virtual Earth 的问世使所有互联网用户能够在一套统一的空間信息服务平台上开展各种工作, 并且大部分是免费的¹⁾. 美国科学院院士 Michael F. Goodchild 为了阐述在 Web 2.0 的环境下地理信息的协作生产和地理知识的传播与共享的问题, 提出了人人都是传感器的概念 (citizens as voluntary sensors)^[1]. 他描绘了 60 亿数量的全民观测者, 装备有能够上传他们观察结果的设备, 就能够提供一个非常有效的地理信息的补充^[2]. 这种公众化的空间信息服务将大大促进地理信息的应用和普及.

在这样的环境下, 作者提出, 人性化服务和给予用户最大创造性空间的 Web 2.0 将大量原始的空天地可量测实景影像的外方位元素及主体量测软件一

起上传到网络上, 将“按规范测量”的传统模式变成“按需要测量”的新模式, 信息上传功能使数据用户也变成了数据和信息的提供者^[3~5], 智能传感器与网络 GIS 的集成, 使原先“死”的空间数据变活了, 从而可实现空间信息的实时在线更新. 具有这样更新方法的空间数据基础设施, 将能更好地服务于各行各业的使用者^[6,7].

对空间信息服务而言, 可视化服务是体验性的基础, 按需可量测是创造性和差异性的保障, 时空可挖掘则为关联性的专业应用提供了技术保障, 面向服务架构的地理信息服务平台可为用户提供互动的沟通服务, 标志着一个按需服务的新地理信息时代已经诞生.

1 新地理信息时代的提出

第 3 次 Internet 浪潮下, 3G 的出现、Web 2.0 理念以及相应技术体系 (Grid, Ajax, CSS+XHTML) 为各种应用带来全新的技术和运维支撑, 同时也要求为用户提供提供各种服务具备体验性、沟通性、差异性、创造性和关联性等特性, 这对我们常规的以电子地图为基础的地理信息服务是一场革命, 新地理信息时代

1) Ratliff E. Google Maps is changing the way we see the world. Wired Magazine, 2007, 15.07. <http://www.wired.com/techbiz/it/magazine/15-07/ff-maps>

呼之欲出。

谷歌已计划拍下全球每家照片并建街头景象网站, 当谷歌特型照相机来到你所在的街区时, 会发生些什么? 如图 1 所示, 毋庸置疑, 必然会使得原本只有专业用户才能使用的地理信息和 3S (RS, GIS, GPS) 技术, 发展成所有互联网和 3G 移动网用户都能参与空间信息服务的网络平台。目前, 地理信息系统已经走出了象牙塔, 贴近百姓生活, 深入各行各业, 走进千家万户, 获得了极其宽阔的发展空间。地理信息的社会需求, 已得到了公众的认可, 就象快餐店和超市一样, 新鲜而并不生疏。

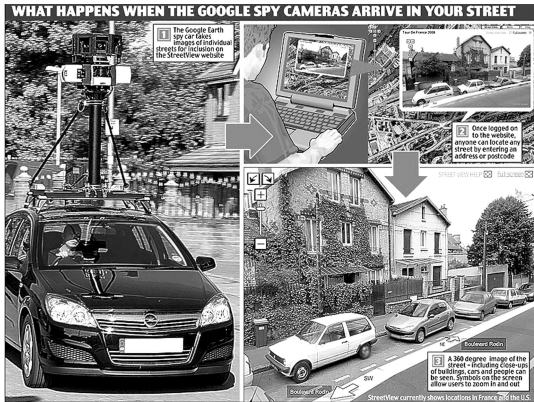


图 1 谷歌计划拍下全球每家照片并建街头景象网站 (英国每日邮报 2008 年 7 月 11 日)

这种“按需测量”的空间信息服务, 可回答各类用户提出的与空间位置有关的问题, 实现地理数据生产内外业一体化、地理信息更新实时化、地理信息成果数字化和多样化、地理信息服务网络化和地理信息产品社会化, 一个新的地理信息时代到来了。

2 新地理信息时代的典型特征

与传统的以电子地图为基础的地理信息时代相比, 新地理信息时代具有以下典型特征:

表 1 传统地理信息时代与新地理信息时代的综合比较

| 比较项 | 传统地理信息时代 | 新地理信息时代 |
|--------|--------------------|---------------------------------------|
| 数据提供者 | 专业用户 | 专业人员 + 普通大众 |
| 用户满意程度 | 只有基础信息, 无法满足普通大众需求 | 包含地图、影像和兴趣点的更加丰富的全面信息服务, 可满足大部分普通大众需求 |
| 提供服务方式 | 购买数据和工具, 建立 GIS 系统 | 通过分布式互操作下载或在线访问, 购买服务 |
| 用户交互性 | 被动式服务 | 体验性、沟通性、差异性、创造性参与 |

1) 新地理信息时代的服务对象扩大到所有的大众用户。

如表 1 所示, 新地理信息时代的服务对象不仅包括专业用户, 而且包括普通大众用户。4D (DEM, DOM, DLG, DRG) 产品无法保证各类普通大众用户所需要的空间信息的完整性、丰富性、准确性和现实性。在新地理信息时代, 这些信息都可以从互联网的实景影像中按需获得, 如图 2 所示, 一个普通的用户可以通过影像城市平台发布广告位招租信息; 一个想竞租的新用户也可以通过对该网站事先进行立体浏览, 决定是否参与竞租。

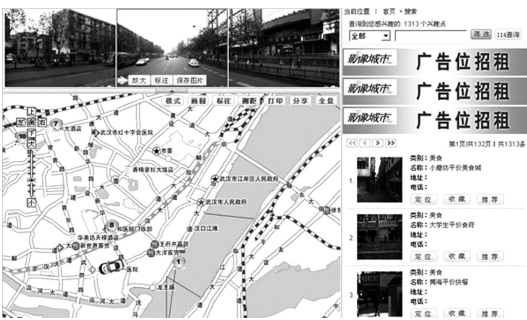


图 2 用户发布自己的广告位招租信息

2) 新地理信息时代的用户也是空间数据和空间信息的提供者。

在传统的以电子地图为基础的地理信息时代, 数据提供者与用户有明显的界线; 在新地理信息时代, 数据使用者和用户间已没有明显界线, 如表 2 所示, 因为地理信息的更新与维护可以是数据提供者, 也可以是终端用户。新地理信息时代的空间信息服务按 Web 2.0 的性质, 更新与维护是提供者和终端用户, 从专业的定期更新走向大众化的更新和服务, 更新模式从静态定期更新走向实时和准实时的大众参与更新。例如作者研制的影像城市平台提供的标注功能, 实现了制图者和用户间的沟通和灵性服务。利用

Web 2.0 技术提供的便利, 企业用户可以在注册付费后, 利用标注功能对企业和品牌进行标注, 目前该网站提供了地图标注、影像标注等多种形式的标注功能, 注册企业可定期动态地提供需要向消费者提供的信息 (包括企业网站、电话、图片、实景影像及文字信息等, 如图 3); 普通大众也可以利用标注功能免费发布、共享与空间位置相关的图像、文字信息, 分享空间信息服务的便利.



图 3 用户进行地图标注

在新地理信息时代按用户需求增加了大量的 POI (图形、图像和多媒体和视频), 例如影像城市·武汉作为中国第一个覆盖城市面积最大、最完整的城市地图公共信息平台, 其数据量达到 2 TB 以上, 并创建了 30 万个兴趣点 (POI, point of interest), 可为个人、企业、行业和政府等应用提供以实景影像

为特色的空间信息服务.

3) 新地理信息时代, 通过传感器网络, 数据从死变活.

新地理信息时代不满足于按规范加工图形和属性来提供地理信息服务, 可通过传感器网络, 实现整个传感器网络、专业人员和大众用户互动, 共同参与按需服务. 服务环境是图形、图像和多媒体, 服务的提供和服务的实现都是动态的. 图 4 为一个基于传感器网络的智能交通系统智能交通系统, 可实时利用浮动车传感器、交通路口的固定传感器、道路管制数据、视频采集数据、监控中心数据、路况巡查数据、紧急情况定位数据, 这种基于传感器网络的智能交通系统, 将能有效提高交通运输效益, 将能使交通拥挤大大降低、延误损失减少、车祸降低、油料消耗减少、废气排放减少. 普通用户的 3G 手机, 也可以通过其照相功能成为上传信息的传感器, 这种功能已经在诸如武汉市网格化城市管理与服务系统中实现^{[8]1)}. 表 3 为传统地理信息时代与新地理信息时代信息更新方法的比较.

正如作者在“论广义空间信息网格和狭义空间信息网格”^[9]一文中指出的那样, 也可以将所有的航天/航空传感器通过天地互联网集成在一起, 构成智能传感器网络, 可实现实时数据更新和实时信息提取, 从而使数据从死变活.

表 2 传统地理信息时代与新地理信息时代空间信息提供者的比较

| 比较项 | 传统地理信息时代 | 新地理信息时代 |
|--------|----------------|------------------------|
| 提供者 | 专业的部门 | 专业的 + 大众参与 |
| 界限 | 数据提供者与用户有明显的界线 | 数据提供者也可以是终端用户, 二者无明显界限 |
| 提供信息方式 | 按规范生产 | 在线上传和标注新信息 |
| 提供时效性 | 按版本和年限的静态的数据 | 具有最新现势性的数据 |

表 3 传统地理信息时代与新地理信息时代信息更新方法的比较

| 比较项 | 传统地理信息时代空间数据和信息更新 | 新地理信息时代空间数据和信息更新 |
|----------|-------------------|------------------|
| 数据采集及更新者 | 专业技术人员 | 专业技术人员 + 普通大众 |
| 数据更新方法 | 封闭式的数据格式及更新方法 | 开放式的数据格式及更新方法 |
| 更新周期 | 视比例尺及要求由数月到数年不等 | 按需实时更新 |
| 更新内容 | 规范 (如 4D 产品) 内容 | 图形、图像、多媒体、兴趣点 |
| 数据更新模式 | 静态定期更新 | 动态实时和准实时更新 |

1) <http://map.wuhan.net.cn>

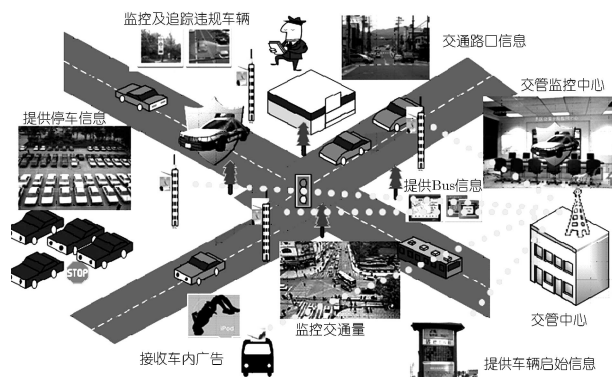


图 4 基于传感器网络的智能交通系统

图 5 为支持互操作的传感器网络参考框架, 各种数据和服务都通过网络注册中心注册, 并建立了目录服务.

一个用户可通过 3 种方式基于传感器网络进行数据挖掘和知识发现¹⁾:

i) 基于传感器网络模型的数据挖掘和知识发现, 用户在网络客户端发出请求, 决策支持系统把请求转换成服务链, 并通过工作流队列在目录服务中寻找相应的已注册服务, 已注册服务通过传感器网络模型获得用户感兴趣的信息, 传给用户, 完成对访问的反馈。

- ii) 直接通过传感器的反馈来获得信息, 用户通

过在网络客户端发出请求, 决策支持系统把请求转换成服务, 若能获得满足要求的服务, 则返回请求, 并把新的服务在注册中心注册.

iii) 通过对数字产品的检索来进行数据挖掘和知识发现. 用户通过传感器数据节点, 对各类传感器数据节点的数据进行数据挖掘, 发现满足要求的数据, 并反馈回结果.

最近几年, OGC (open GIS Consortium) 已开始发布关于传感器网络的相关标准, 如 sensor model language (SensorML), sensor alert service, sensor observation service, sensor planning service, observations and measurement, transduce markup language 等.

图 6 表示的是未来网格地理信息系统体系结构, 在这个开放的架构上: 各类数据的生产和维护者基于开放式网格服务体系结构, 通过数据和信息注册服务, 完成对矢量数据、影像数据、DEM (digital elevation model) 数据、以及专业数据和信息的注册, 实现对数据和信息的共享。

各种软件平台的服务商将自己的特色的软件处理功能(如数据处理、空间分析等功能)注册,成功注册过的功能通过服务查找和服务链集成可实现对

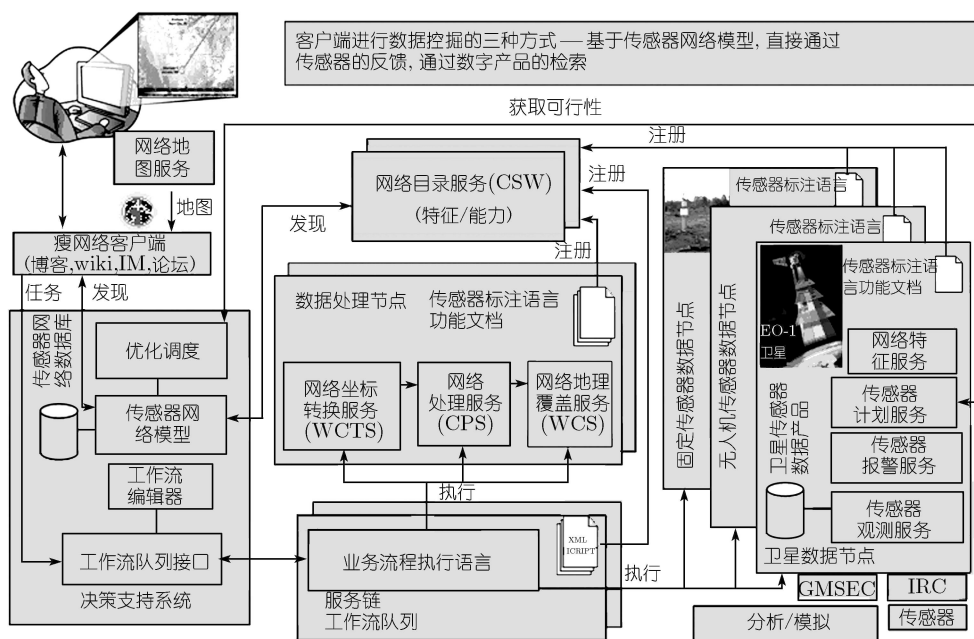


图 5 支持互操作的传感器网络参考框架

1) <http://www.opengeospatial.org/projects/initiatives/ows-4>

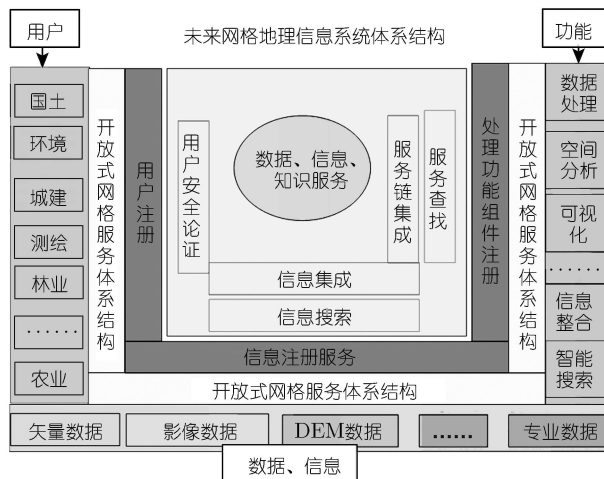


图 6 未来网格地理信息系统体系结构

数据、信息、知识的搜索、集成和服务, 实现对功能的共享。

各类用户 (包括国土和环境等) 通过这个开放式网格服务体系结构注册, 在通过用户安全论证后成为网格平台上的用户, 该用户就可以基于网格共享协议通过注册的各种功能访问网格平台里已注册的数据和信息。

图 7 是对注册中心的三维度的描述, 第 1 维是对各类数据的注册; 第 2 维是对处理数据和信息的各类软件 (或软件功能) 的注册; 第 3 维是用户的注册。

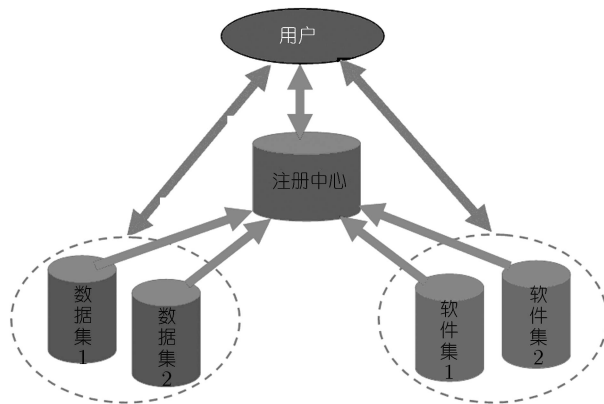


图 7 新一代的地理空间信息处理和服务模型

图 8~12 是对分布式异构地球空间信息处理服务的描述。

第 1 步: 一个服务提供商将一个已经设计好的处理服务 1 在网络上注册; 该服务的名称是“二值化

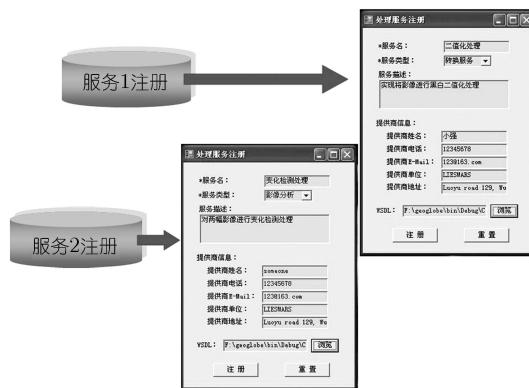


图 8 将设计好的处理服务模块在网络中注册

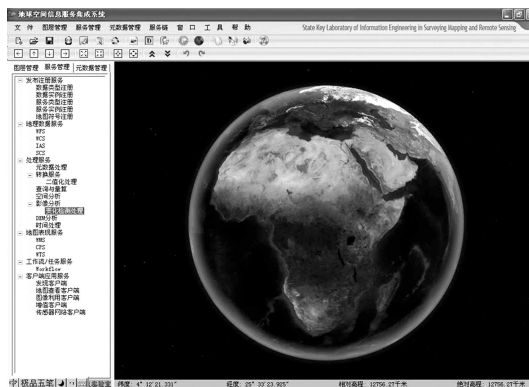


图 9 在注册中心查询处理服务的软件模块



图 10 根据需求建立抽象服务链

处理”, 服务类型属于“转换服务”。

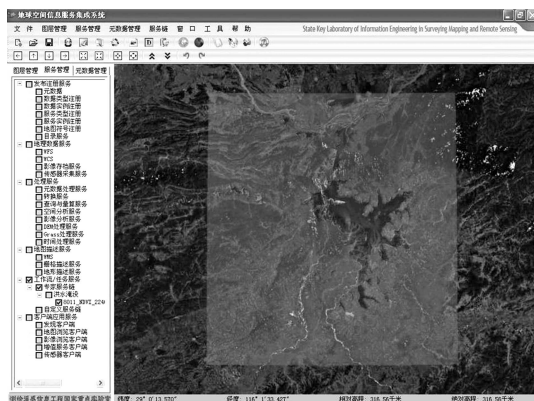
第 2 步: 另一个服务提供商也将另一个处理服务 2 在网络上注册; 他注册的服务名是“变化检测处理”, 服务类型属于“影像分析”。注册者将该服务描述为“对两幅影像进行变化检测处理”。

第 3 步: 用户查询。一个用户成功登陆后, 在注册中心查询处理服务的软件。

第 4 步: 服务链建立。根据用户需求建立抽象服务链。如将用户的一个服务请求“洪水淹没分析”建立成以下服务组成的服务链:



图 11 将抽象服务链映射成 BPEL 执行服务链



- i) 导入涨水前 1 波段数据;
 - ii) 导入涨水前 2 波段数据;
 - iii) 计算植被指数 NDVI (normalised difference vegetation index);
 - iv) 影像二值化;
 - v) 合成彩色影像.
- 第 5 步: 抽象服务链映射成执行服务链.

表 4 传统地理信息时代与新地理信息时代服务方式的比较

| 比较项 | 传统地理信息时代 | 新地理信息时代 |
|------|-------------------------|---|
| 数据源 | 空间数据库 (DEM/DOM/DLG/DRG) | 既包括空天地非接触传感器, 也包括普通的接触传感器, 还包括 3G 手机等传感器获取的数据 |
| 传输方式 | 单机, 局域网, 互联网 | 基于 Web 2.0 的下一代互联网和 3G 宽带移动网 |
| 数据特点 | 按规范加工的“死”数据 | 多视角的鲜活的数据 |

第 6 步: 服务链自动计算洪水淹没面积.

4) 新地理信息时代提供按需测量和按需服务.

表 4 为传统地理信息时代与新地理信息时代服务方式的比较, 新地理信息时代的地理空间信息服务数据从 4D 产品发展到可量测的实景影像. 所谓可量测实景影像, 是指由移动测量系统所摄取的带有 6 个外方为元素的立体重叠数字影像, 将它们连同量算的软件模块一起放到互联网上去, 用户就可以自己选择要量测的目标, 进行厘米级相对精度的量算. 普通的 GIS 叠加可量测实景影像, 使得地理对象的表达更为全面和直观, 并实现了可视、可查询、可量测和可挖掘. 具有时间维度的可量测的实景影像在 Web 2.0 网络技术的支持下可以形成历史搜索及探索挖掘, 为通视分析、交通能力分析、商业选址等深度应用提供用户自身可扩展的数据支持.

图 13 为可量测实景影像和正射影像叠加的北京鸟巢 GIS 数据, 可实现用户的按需测量.



MMS 自动测定每张相片的外方位元素, 然后基于立体影像完成对地物位置和几何尺寸的精确测量 (如: 任意地物坐标、路宽、桥高、转弯半径、坡度等), 如图 14 所示.

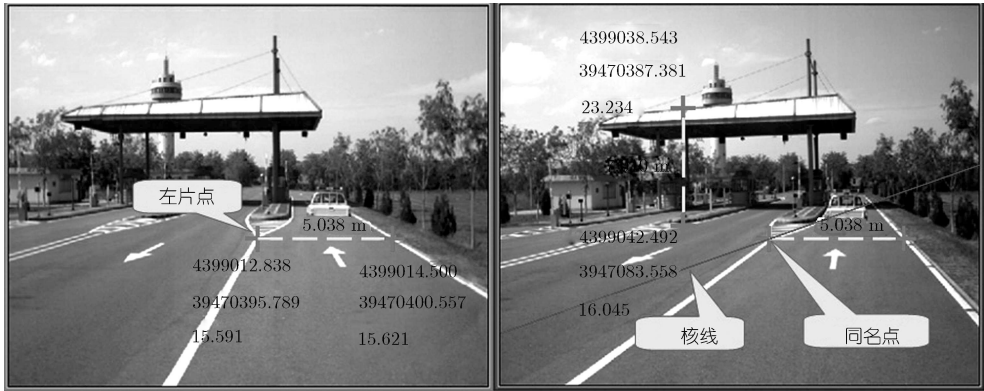


图 14 基于影像的按需测量和按需服务

表 5 面向空间数据的共享与面向空间信息服务的共享的比较

| 比较项 | 面向空间数据的共享 | 面向空间信息服务的共享 |
|---------|---------------|---------------------------------|
| 成果形式 | 不同尺度数据 | 不同粒度的服务 |
| 调用接口 | 数据接口 | 标准化服务协议 |
| 数据更新方式 | 定期更新 | 动态的连续的大众化的按需更新 |
| 共享平台 | 通过数据格式的转换实现共享 | 通过不同粒度的服务实现共享 |
| 对操作者的要求 | 专业的有经验的人员 | 专业人员和大众共同参与 |
| 安全性 | 数据安全协议或者数据加密 | 按合约提供服务内容、服务形式和服务质量 |
| 使用的灵活性 | 数据搜索的被动性 | 可注册性与可发现性 (推拉式) |
| 集成和互操作性 | 难以进行互操作 | CORBA, DCOM, EJB 都可以通过标准协议进行互操作 |

5) 应用从数据驱动发展到面向服务架构.

面向服务的体系结构是通过封装能够完成特定任务的程序单元来实现系统间相互操作的一种软件体系结构. 表 5 为面向空间数据的共享与面向空间信息服务的共享的比较.

原来, 只是把道路测量了, 在 1:500 的电子地图上, 告诉你路有多宽, 在什么地方有个收费站, 用户没有办法知道收费站的宽度和高度. 如果基于面向服务架构, 就有提供访问数据的服务和提供量测功能的工具, 让用户能主动参与按需测量和按需服务, 如图 14 所示.

3 新地理信息时代面临的问题和挑战

新地理信息时代在最大限提供空间信息服务能力的同时, 必然会带来一些我们必须正视的新的问题和挑战, 作者认为可概括为以下 5 个方面:

- 1) 地理数据组织的无序和信息爆炸问题.
- 由于大众的参与, 数据并不一定是按照规范来获

取的, 因此终端更新用户在采集了新数据后, 可能面临数据格式不一致、数据内容不一致、数据时空不一致的问题, 需要解决数据的互操作和各类信息的一致性同化问题.

在新地理信息时代, 因应急响应等关注点聚焦的事情发生时, 信息的采集和上传下载将达到空前的水平, 有限的存储空间与信息的爆炸式增长存在矛盾, 有限的带宽传输速率与信息海量传输也存在矛盾. 如何区分海量网络数据中可用数据和垃圾数据并加以自动清除, 如何合理利用计算机网格技术存储海量信息并实现信息的快速共享与分发将会成为一个世界性难题.

2) 地理信息更新的质量问题.

地理空间信息的更新原来是按照标准来更新, 由专业人员完成的. 现在有了大众的参与, 普通终端用户也是数据的更新者, 他们加入到更新团队中有利于空间信息的实时更新, 可是如何保证更新质量, 需要开发网络标准, 并需要提供在线数据更新和检查工

具.

3) 地理信息服务的安全问题.

在互联网上, 地理信息的可量测性, 也给我们带来了许多安全问题, 如高精度的控制信息、特殊行业的语义信息、重要单位的定位和属性信息等, 都需要解决数据保密和安全问题, 为此应在互联网上设置安全保密过滤器.

4) 地理信息共享的隐私问题.

近年来在网络环境下个人的隐私保护已成为一个越来越受关注的问题. 在新地理信息时代, 当高精度的数据涉及到个人的隐私时, 相关的法律问题也是新问题, 怎样在提供地理信息共享的同时保护隐私权, 是亟待解决的问题. 目前, 国际上关于地理信息共享政策方面的研究开始更多地关注到对隐私的保护问题上来, 各国的具体政策虽然有所差异, 但绝大多数国家都承认并保护地理信息的隐私权. 为此, 需要进行相应的立法工作.

5) 地理信息共享的产权问题.

在新地理信息时代, 地理信息资源的提供、使用、管理和知识产权保护仍然缺乏行之有效的管理方法. 地理信息共享中信息资源的产权归属、产权的具体内容、信息共享中的产权定位以及产权转让过程中的保密要求等都需要有新的法律法规来规定.

4 我们的对策

新地理信息时代的到来是信息技术进步的必然结果, 我们不应排斥、推诿或观望. 我们应当抓住机遇, 应对挑战, 使之成为我国的和谐社会做出更大贡献. 我们需要从标准、规划、法律、技术和应用等方面做出积极的对策.

1) 标准对策.

新地理信息时代提出的新问题, 首先在内容上需要规范标准, 才能更好地完善地理信息服务. 在新地理信息时代, 为实现聚焦服务的按需测量, 国家测绘局已将《基础地理信息数字产品 可量测实景影像》正式列入 2008 年新增测绘标准项目计划进行立项, 将有助于规范地理信息元数据服务内容. 基于可量测实景影像的空间信息服务代表了下一代空间数据服务的新方向, 并与空间信息网格服务、空间信息自动化、智能化、实时化解析解译服务和网络通信

服务有机结合, 实现空间信息大众化, 为全社会、全体公民直接服务.

2) 规划对策.

新地理信息时代, 我们在规划方面, 需要制定产品保密处理规定、规范产品质量技术要求和检验等方案. 如采用一定的技术将车牌号码或是人脸全部作模糊处理, 并规范新地理信息时代影像产品的定义、内容及与其他基础地理信息产品的关系; 规范新产品的技术指标、技术要求、检测方法、检测规则、分发格式、保密处理要求等.

3) 法律对策.

新地理信息时代带来的隐私权、产权和安全方面的问题, 需要从法律的层面上去制定相应的规章和法令来规范和约束公众的上网行为, 使之突出公益性和有效性而自觉地做到不侵权、不泄密、不涉及隐私.

4) 技术对策.

要面对新地理信息时代特点, 发展自主知识产权的数据获取、信息处理、组织发现和智能服务的相关高新技术, 为构建广义空间信息网格提供必要的技术支撑. 同时也要从技术手段上提供处理信息安全及自动去除涉及个人隐私信息的方法.

5) 应用对策.

需要不断开展行业应用, 在应用中完善新地理信息的内涵. 要争取在不影响数据安全和保密的前提下, 在网络上尽可能提供更加丰富的地理信息的内容和形式, 满足各行各业对地理信息的新需求, 并广泛应用于各领域, 积累在数据组织、处理、质量检查、标准化、应用等方面的经验.

5 总结与展望

本文首先分析了新地理信息时代产生的背景, 然后将其与传统地理信息时代进行对比, 研究了新地理信息时代的主要特征, 讨论了新地理信息时代需要面对的新问题与挑战, 并且提出了包括标准、规划、法律、技术和应用在内的积极应对策略.

新地理信息时代, 给我们带来了前所未有的机遇, 我们将在网格计算环境和下一代互联网环境下, 更好地生产、管理、存储、分发和服务我们的地理空间信息. 在新地理信息时代, 将实现一次数据采集、

多次数据应用, 真正达到聚焦服务和按需测量. 我们也将面临很多挑战, 我们需要继续认真研究有针对性的对策.

此外, 我们也看到, 在新地理信息时代, 面向服务

架构的应用代替数据驱动的应用后, 必将拉动整个地理信息产业链条爆炸式增长, 促使全球地理信息的共享在宏观上将产生巨大的经济和社会效益, 人类将会分享新地理信息时代所带来的各种灵性服务.

参考文献

- 1 Goodchild M F. Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the world of web 2.0. *Int J Spat Data Infrastruct Res*, 2007, 2: 24–32
- 2 Goodchild M F, Fu P, Rich P. Sharing geographic information: an assessment of the Geospatial One-Stop. *Ann Assoc Am Geogr*, 2007, 97(2): 249–265
- 3 Scharl A, Tochtermann K. *The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*. London: Springer, 2007
- 4 Masser I. *Building European Spatial Data Infrastructures*. Redlands California: ESRI Press, 2007
- 5 Onsrud H J. *Research and Theory in Advanced Spatial Data Infrastructure Concepts*. Redlands California: ESRI Press, 2007
- 6 李德仁, 胡庆武. 基于可量测实景影像的空间信息服务. *武汉大学学报 (信息科学版)*. 2007, 32(5): 377–380
- 7 李德仁. 基于可量测实景图像的可视化位置服务的实现方法: 中国, 200610124918.2. 2007-04-11
- 8 李德仁, 李宗华, 彭明军, 等. 武汉市城市网格化管理与服务系统建设与应用. *测绘通报*, 2007, 8: 1–4
- 9 李德仁. 论广义空间信息网格和狭义空间信息网格. *遥感学报*, 2005, 9(5): 513–520