

基于可量测实景影像的空间服务研究

周 静, 张书亮, 房彩申

(南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210023)

[摘要] 车载移动测量系统的发展促进了实景影像数据的广泛应用,但是数据标准和服务规范的缺失使异构的应用系统无法实现可量测实景影像数据和服务的共享,从而带来数据使用效率较低、互操作困难的问题,为解决这一问题,本文从充分分析实景影像数据的结构特征和功能特点出发,以 Web 服务体系为基础,结合 OGC 空间服务的相关规范,提出网络实景影像空间服务(Web Image Service, WIS),从接口设计、参数设计、交互过程、调用方式 4 个角度对 WIS 进行全面的研究,并对该服务模型进行原型实现和应用验证,探讨该服务模型在城市管理中的重要作用和意义。

[关键词] 实景影像,网络实景影像空间服务(WIS),空间服务

[中图分类号] P208 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1672-1292(2014)03-0057-06

Spatial Service Research Based on Digital Measurable Image

Zhou Jing, Zhang Shuliang, Fang Caishen

(MOE Key Laboratory of Virtual Geographic Environment, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: The digital measurable image (DMI) data are used widely because of the development of Mobile Mapping System (MMS), however, the lack of data standards and services standards leads the heterogeneous application systems not to share the data and services and finally lead to the problem of low usage efficiency and difficult interoperability of DMI data. To solve this problem, this paper proposes the Web Image Service (WIS) through analyzing the structure and function of DMI data, while based on the web service system and reference to the standards of OGC service, it also through four angles conducts a comprehensive study of WIS which includes interface design, parameter design, interactive process and invoking way. Besides, it implements its prototype and further verifies the availability and important significance of this model (WIS Model) in city management.

Key words: digital measurable image (DMI), web image service (WIS), spatial service

近年来,国家及省市测绘行政主管部门组织实施的“数字城市”建设工作在国内全面展开,多样化的数据来源及数据表现形式、丰富的空间信息服务及地图 API 正在成为“数字城市”地理信息公共平台建设的主要特点和重要保障。实景影像数据在信息化和数字化的发展进程中应运而生,它是指一体化集成融合管理的时序序列上具有像片绝对方位元素的地面立体影像^[1],以其可量测、可提供城市景观立面图像和可挖掘自然及人文社会信息等诸多优势,成为信息化和数字化建设的重要数据资源^[2]。目前,各级测绘行政主管部门与众多城市职能管理部门根据各自的需求利用车载移动测量系统采集了大量的城市实景影像数据以构建表现形式多样、应用目的各异的实景影像系统,进一步弥补“数字城市”建设中各类用户对空间数据资源的多样化需求。然而,由于当前“数字城市”地理信息公共平台建设中尚无对实景影像数据共享的明确支持,相应地技术标准规范缺失,使得实景影像系统间异构明显,数据共享困难,并进一步导致实景影像数据的重复采集,实景影像数据的使用效率降低。针对这一现势性问题,本文从实景影像服务共享的角度开展研究,在借鉴 OGC 传统空间服务,如 WMS、WFS 等服务规范的基础上,通过深入分析实景影像数据及其共享特点,尝试设计了以实景影像数据共享为目的的网络实景影像空间服务(WIS)。

收稿日期:2014-04-28.

基金项目:国家自然科学基金(41171301)。

通讯联系人:张书亮,教授,博士生导师,研究方向:GML、地理信息共享等。E-mail: zhangshuliang@njnu.edu.cn

1 车载移动测量系统及实景影像数据特征分析

1.1 车载移动测量系统

实景影像数据一般通过车载移动测量系统采集获得. 车载移动测量系统 (Mobile Mapping System, MMS) 是指在机动车上装配 GPS (全球定位系统)、CCD (成像系统)、INS/DR (惯性导航系统或航位推算系统) 等传感器和设备, 在车辆高速行进之中, 快速采集道路及道路两旁地物的空间位置数据和属性数据的集成性系统^[3].

以南京师范大学和武汉大学共同开发研制的移动测量数据采集车为例, 来介绍 MMS 的硬件组成及工作流程. 该移动测量数据采集车以瑞丰商务汽车为平台, 集成安装了 1 部高精度差分 GPS/惯性导航设备、4 台 CCD 相机、3 台线阵三维激光扫描仪、1 台高速视频摄像机、1 台同步控制器、4 台工控计算机. 所有传感器在工业控制下、利用 GPS 授时进行同步工作, 采集汽车平台移动过程中道路及两侧地物目标的立体像对、视频图像、三维点云及车辆瞬时的坐标和姿态参数, 然后通过后处理软件, 可得到道路及两侧三维目标的真实三维地理坐标.

1.2 实景影像数据结构及特征分析

车载移动测量系统获取的实景影像数据主要包括: 实景影像属性数据、实景影像图片数据、GPS 数据和 INS 数据. 实景影像属性数据记录了实景影像图片的序列号、相机号、拍摄时间等信息, 用于定位实景影像图片的存储位置、构建具备标识意义的名称. GPS 和 INS 数据是产生实景影像轨迹数据的基础数据源, 轨迹数据主要记录了实景影像的空间位置信息, 包括: 影像序号、GPS 时间、X (北方向)、Y (东方向)、Z、经度、纬度、翻滚角、俯仰角和方向角. 实景影像图片数据按照前、左、右的方位分别存储于不同的文件夹内, 实景图片数据区别于传统的图片数据, 因为其存储了空间信息, 在完成车载移动测量系统的检校和建立系统的直接定位方程后, 只要在车载系统所拍摄的立体影像的重叠区域量取同名像点在左、右影像上的行、列坐标, 即可以用车载系统的三维坐标解析模型解算出地物点的真实三维坐标.

随着各类数据产品的推广和普及, 越来越多的地理数据和地理信息服务可以被用户发现并使用, 实景影像数据也不例外, 当然, 区别与传统的数据产品, 实景影像数据不仅能满足基本的地理位置检索需求、轨迹跟踪, 而且能实现基于空间位置的现实景观可视化和兴趣地物的按需量测^[4], 而实现这些功能需要借助于实景影像轨迹数据、实景影像信息数据和实景影像图片数据的相辅相成. 实景影像数据的突出特点就是同时具备像素和空间的概念, 将直观的可视化展示和准确的空间定位量测结合起来, 并具有信息挖掘的可能, 体现出信息化和数字化的特征.

2 WIS 接口设计与交互

2.1 WIS 接口总体设计

规范的公共接口服务体系是实现实景影像数据共享和互操作的基础, 而这一服务体系即是网络实景影像空间服务 (WIS). OGC 作为推进地理信息数据和服务标准化工作的先驱者, 构建了可改良、基于开放地理数据规范的、无缝集成各种在线空间处理和位置服务^[5]的框架 OWS (OGC Web Service), 各类数据资源和空间服务在该框架的支持下能够通过 XML 和 HTTP 技术进行交互, 这为 WIS 的产生提供了理论指导和借鉴, 笔者在参考 OGC 的相关服务体系 WMS、WFS、WCS 的基础上^[6-8], 设计出 WIS 的功能接口. WIS 主要实现了实景影像数据的可视化、空间量测、轨迹查询的功能. 图 1 给出了 WIS 接口的 UML 模型图, 与 OGC Web Service (OWS) 的服务规范 WMS、WFS、WCS 相似, WIS 包括了 GetCapabilities 接口, 同时又增加了 GetTrack、GetPhotoInfo、GetMapInfo、Measure 4 个接口. GetCapabilities 接口实现获取服务元数据的功能, 服务元数据描述了 WIS 的基本描述

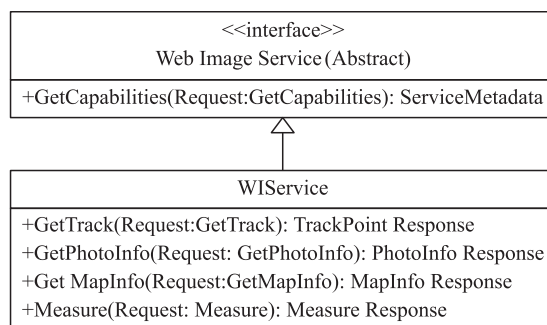


图1 WIS 接口 UML 模型图

Fig. 1 WIS interface UML diagram

信息、接口信息及服务操作方式的规定,并支持对 WIS 进行版本管理和数据更新. GetTrack 接口能够获取实景影像数据的轨迹信息. GetPhotoInfo 接口能够获取实景影像图片的相关信息,主要包括实景图片的任务号、相机编号、图片序号、图片存储路径、空间坐标等. GetMapInfo 接口实现获取地图信息的功能,满足与实景影像数据和地图资源进行交互的目的. Measure 接口的功能是实现对实景影像数据的按需量测.

2.2 WIS 操作接口参数设计

在网络实景影像服务体系中,服务提供者以统一的接口形式对相关功能操作进行定义并实现,发布到网络环境中,功能分类明确的模块以服务接口的方式呈现给服务使用者,实现封装暴露的软件功能^[9]. WIS 在遵循 Web 服务规范和 HTTP 规范的基础上,从简洁明了、资源整合、操作独立的角度进行接口的设计. 为形成良好的接口操作风格和使用规范,根据参数的字段长度使用 GET 和 POST 两种类型作为 WIS 的接口调用方式. 以 GetPhotoInfo 接口为例,介绍 WIS 接口的参数设计特点. GetPhotoInfo 接口参数传递方式为 GET,并提供经纬度、空间坐标或图片序号 3 种方式来获取图片信息,传递参数可分为两种类型:基本参数和功能参数,基本参数包括 CRS(数据坐标系)、CameraId(相机编号)、TaskId(任务编号)、Format(格式),这是 WIS 所有接口都需遵循的参数传递类型. 功能参数分为 3 种,空间坐标参数(X 坐标, Y 坐标, Z 坐标);经纬度参数(LON,LAT);图片编号参数(PhotoId). 这 3 类参数由用户根据需求或数据状况任选其一,功能参数在不同的 WIS 接口中所包含的参数类型有所不同,这主要取决于接口的功能目的,也是从有效实现 WIS 的角度出发进行设计的.

2.3 WIS 的交互

Web 服务的交互依赖于客户端与服务端信息的传输和交流,从效率的角度进行分析,WIS 无需引入 SOAP 消息传输层,轻量级和高效率的 HTTP 格式可直接被应用^[10],调用 WIS 相关的功能服务接口只需使用标准的 URL 即可实现信息的交换^[11]. 与 OGC 所支持的服务规范相同,客户端在获取具体的功能接口之前,需要请求 WIS 元数据文件,来获取具体的 WIS 服务接口描述,从而实现具体功能接口的调用. 图 2 以量测接口为例展示客户端与 WIS 服务端交互的具体过程. 首先通过 GetCapabilities 接口获取空间量测操作的类型、接口规范及参数表达,客户端根据标准格式发出 Measure 请求,服务端接收空间量测接口传输进来的参数,通过坐标解析模块将实景影像图片上待量测的坐标值集合转化为绝对坐标值,然后进入空间量测模块进行量测结果的计算,最后服务端需要经过对量测结果的序列化处理,以标准格式反馈量测结果给客户端. 对于 WIS 的操作接口来说,坐标解析模块完成了各类数据的解析转化工作,是实现各操作接口必不可少的模块,也是 WIS 在网络环境中应用的基础和支撑.

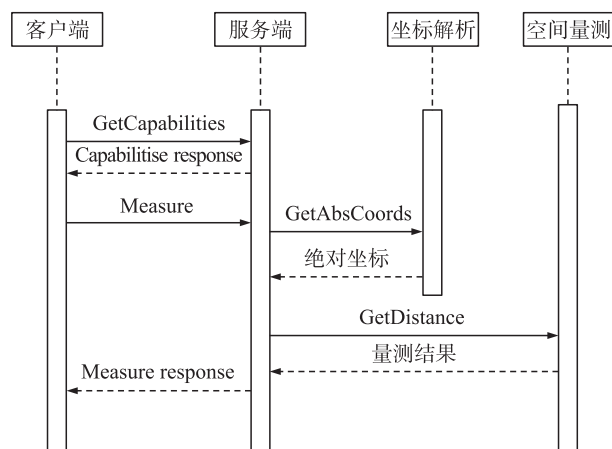


图 2 WIS 的交互步骤

Fig. 2 The steps of WIS' interactivity

2.4 WIS 接口调用示例

高效规范的资源和数据表示方式决定着服务的实现效率和应用范围. 表示就是关于资源和数据的任何有用的信息^[12],是客户端和服务端双向交互的语言工具. XML 作为一种可扩展标记语言,以其自描述性、半结构化等特点^[13],在 Web 服务、异构传输、信息检索、空间互操作等领域广泛应用. 同时,鉴于 JSON 在数据表达上的轻量特征^[14],WIS 利用 XML 和 JSON 作为数据和资源表达方式.

以空间量测操作为例,来详述 WIS 接口的调用过程. 空间量测操作的参数传递方式为 POST,用户在实景图片上选择感兴趣的区域进行长度量测操作,客户端发送长度量测请求: `http://132. 1. 205. 152/ Services/WIS/Measure? Format=json`,其中参数 Format 直接通过请求地址传递,其余参数则放在 Post 请求体中传入服务端,Post 请求体传递参数具有 JSON 和 XML 两种形式,同样地,服务端反馈结果也包括这两种形式,反馈结果中 Length 表示量测长度,Area 表示量测面积,MeasureUnit 表示量测单位,LeftRowColList

表示所需量测的坐标点集合. JSON 形式的 Post 参数请求体和结果反馈信息分别如下:

```
{
  "Mtype":0,
  "Mrange":[[1250,1175],[1250,1513]],
  "TaskId":"20120602102251",
  "CameraId":1, "PhotoId":506,
  "CRS":WGS84Geo
}
```

```
{
  "Length":12.55,
  "Area":0.0,
  "MeasureUnit": "米",
  "RightRowColList":[[1249,1231],[1253,1558]]
}
```

XML 形式的 Post 参数请求体和结果反馈信息分别如下:

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"? >
<MeasureInfo xmlns:xsi="http://
www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <Mtype>0</Mtype>
  <Mrange>
    <point>1250,1175</point>
    <point>1250,1513</point>
  </Mrange>
  <TaskId>20120602102251</TaskId>
  <CameraId>1</CameraId>
  <PhotoId>506</PhotoId>
  <CRS>WGS84Geo</CRS>
</MeasureInfo>
```

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"? >
<MeasureResult
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance">
  <Length>12.55</Length>
  <Area>0</Area>
  <MeasureUnit>509</MeasureUnit>
  <LeftRowColList>
    <point>1250,1175</point>
    <point>1250,1513</point>
  </LeftRowColList>
</MeasureResult>
```

3 WIS 原型设计及应用验证

WIS 原型的实现自底向上可分为支撑层、数据层、业务层和接口层 4 个层次. 支撑层主要包括网络环境、服务器、存储备份机器、网络安全设施、计算机机房环境等硬件环境和操作系统、数据库软件、安全防护软件、行业软件等软件环境. 数据层主要存放两类数据库: 实景影像图片数据库和实景影像属性数据库. 业务层是实现 WIS 功能的关键环节, 包括了数据转换、坐标转换、实景地物目标解析、面积距离量算等 WIS 全部的业务模块. 接口层是服务端与客户端进行对话的桥梁, 客户端通过调用规范接口, 激发业务层的业务模块, 来获取或操作实景影像图片数据和实景影像属性数据.

WIS 的可视化查询和空间量测功能在一定程度上满足了数字化城市管理的需求. 在 WIS 的基础上, 借助 Sliverlight 开发环境和 .NET 技术, 结合“数字城管”平台对 WIS 原型进行实践应用, 实验区选取海安县的中坝中路、中坝南路等交通主干道, 使用南京师范大学的移动测量数据采集车完成数据采集, 共采集 11 条道路信息, 总长度为 15.6 km, 并在高精度的三维标定场中完成系统的校验, 以 Visual C#. NET 为开发语言开发了车载系统的绝对标定程序, 最终经过数据后处理软件, 形成可供 WIS 使用的实景影像数据, 并构建实景影像空间信息库和属性信息库.

通过应用案例可以看出, 该系统(图 3)较好地实现了实景影像的可视化和空间量测等功能, 支持自动或者手动的实景影像查看方式, 可查看不同方位的实景影像进行分析对比, 同时可根据兴趣点查询相关位置的实景影像图片. 用户在实景影像控制区按照需求以线或面的形式来选择感兴趣的空地物或空间范围, 即可获取该空地物或空间范围的长度或面积, 从而为城市设施的管理和监控提供便利. 并且系统将实景影像数据和地图资源的空间信息和属性信息统一到同一框架内, 借助电子地图的属性数据库信息, 可以获得实景影像中城市部件或地理事物的名称、地理编码等详细属性信息. 例如, 用户在实景影像控制区选择道路这一地理实体, 系统自动通过坐标位置解析将用户选择的实景影像空间位置和电子地图中对应地空间位置相互关联, 进而通过查询电子地图属性数据库, 获取该位置的地理实体相关的属性特征反馈给

用户,进一步丰富了城市管理的内容和意义.



图3 WIS 原型应用

Fig.3 The application based on WIS

4 结语

实景影像数据作为移动测量系统的主要产品,是4D数据产品的重要补充,丰富了传统的基于位置的空间服务的内容,但是当前实景影像数据的使用范围相对狭窄,未能充分发挥该类数据的效用,本文在OGC空间服务规范的基础上,从数据和服务共享的角度,提出了WIS模型结构,从接口设计、客户端/服务端交互、接口调用等方面详细阐述了WIS的形成过程和使用过程,利用该模型和.NET的WCF技术,开发WIS服务原型,在此基础上,结合“数字城管”平台,验证了WIS的功能模块在网络环境下的应对能力及使用能力,并展示了其在数字城市建设和管理进程中的应用,从而推进了实景影像数据和空间服务的共享进程和应用进程.

但是,本文在研究WIS模型的过程中,未能将实景影像数据的多样性和优越性完全体现出来,WIS模型还有许多内容有待进一步的研究,诸如,标注接口表现形式的丰富,如何进行地物智能提取等,这也是完善WIS模型,实现WIS规范化的重要步骤.

[参考文献](References)

- [1] 李德仁. 论可量测实景影像的概念与应用——从4D产品到5D产品[J]. 测绘科学, 2007, 32(4): 64-68.
Li Deren. On concept and application of digital measurable images——From 4D production to 5D production[J]. Science of Surveying and Mapping, 2007, 32(4): 64-68. (in Chinese)
- [2] 李德仁, 胡庆武. 基于可量测实景影像的空间信息服务[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2007, 32(5): 377-380.
Li Deren, Hu Qingwu. Digital measurable image based geo-spatial information service[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2007, 32(5): 377-380. (in Chinese)
- [3] 刘忠贞. MMS实景影像与三维模型的数据融合研究[D]. 北京: 北京建筑工程学院测绘与城市空间信息学院, 2009.
Li Zhongzhen. Research on data fusion of MMS real-image and 3D modeling[D]. Beijing: School of Surveying and Mapping and Urban Spatial Information, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, 2009. (in Chinese)
- [4] 李德仁. 移动测量技术及其应用[J]. 地理空间信息, 2006, 4(4): 1-5.
Li Deren. Mobile mapping technology and its applications[J]. Geospatial Information, 2006, 4(4): 1-5. (in Chinese)

- [5] 赵建华,张海涛,张书亮,等. 基于 OGC Web 服务模型的城市异构 GIS 互操作[J]. 现代测绘,2006,29(1):6-9.
Zhao Jianhua,Zhang Haitao,Zhang Shuliang,et al. Different urban GIS interoperation based on OGC web service model[J]. Modern Surveying and Mapping,2006,29(1):6-9. (in Chinese)
- [6] Schut P,Whiteside A. OpenGIS web processing service[EB/OL]. [2007-02-17]. <http://www.opengeospatial.org/standards>.
- [7] Baumann P. The OGC web coverage processing service(WCPS)standard[J]. Geoinformatica,2010,14(4):447-479.
- [8] Vretanos P A. OpenGIS web feature service 2.0 interface standard[EB/OL]. [2014-02-17]. <http://www.opengeospatial.org/standards>.
- [9] 李建任,朱美正,李欣. 基于 Web Services 的空间地理信息服务[J]. 计算机工程与应用,2004,40(30):172-174.
Li Jianren,Zhu Meizheng,Li Xin. The geographic information services based on WebServices[J]. Computer Engineering and Applications,2004,40(30):172-174. (in Chinese)
- [10] 王杨,王朝斌,林涛,等. SOAP 消息传递机制在计算网格中的安全性[J]. 计算机工程,2007,33(4):154-156.
Wang Yang,Wang Chaobin,Lin Tao,et al. Security of SOAP message transmission mechanism in computing grid[J]. Computer Engineering,2007,33(4):154-156. (in Chinese)
- [11] 庞景安. 超链接网络分析的理论与应用研究[J]. 情报理论与实践,2005,28(6):75-78.
Pang Jingan. Research on concept and application of Hyperlink network analysis [J]. Information Studies: Theory and Application,2005,28(6):75-78. (in Chinese)
- [12] 孙杨. 基于 REST 风格构建 Web 服务的研究与应用[D]. 成都:电子科技大学示范性软件学院,2009.
Sun Yang. Research and apply of developing Web Service based on SOAP[D]. Chengdu: School of Software, University of Electronic Science and Technology of China,2009. (in Chinese)
- [13] 张玲玲. 基于 XML 与 Web Service 的地理信息数据服务研究[J]. 临沂师范学院学报,2008,30(3):87-91.
Zhang Lingling. The research of geography information data service based on XML and Web Service[J]. Journal of Linyi Normal University,2008,30(3):87-91. (in chinese)
- [14] 李细杰,邬群勇,蔡旺华. 基于 JSON 的轻量级 WebGIS 模型与应用[J]. 测绘工程,2011,20(2):53-56.
Li Xijie,Wu Qunyong,Cai Wanghua. Lightweight WebGIS model based on JSON and its application[J]. Engineering of Surveying and Mapping,2011,20(2):53-56. (in Chinese)

[责任编辑:丁 蓉]