

Flex 框架下网络视频 GIS 设计与实现

宋宏权¹*, 孔云峰¹*

(¹ 河南大学环境与规划学院, 河南开封 475004; ^④河南大学中澳地理信息分析与应用研究所, 河南开封 475004)

【摘要】 视频 GIS 支持地理视频数据的管理、发布和交互操作, 应用于线形设施管理、地理教育等领域。本文尝试在 Flex 框架下开发网络视频 GIS。基本思路是: 使用 Adobe FMS 发布 FLV 格式的视频数据, 使用 ArcGIS Server 9.3 发布地理空间数据和视频轨迹, 通过 HTTP 协议来获取 XML 格式的地理视频语义描述, 运用网络多媒体开发工具 Adobe Flex 整合视频、地图和语义描述数据, 进而实现地理视频数据的分发、管理、查询检索、跟踪播放和交互索引等功能, 并以具有良好用户体验的 Flash 发布给用户。软件开发实验表明本技术方案是可行的。

【关键词】 地理视频; 网络视频 GIS; 地理空间信息可视化; Adobe Flex

【中图分类号】 P208

【文献标识码】 A

【文章编号】 1009-2307(2010) 05-0208-04

1 引言

地理信息系统 (GIS) 专业应用日益广泛。然而, 由于地理世界的复杂性, 常规地图对地理空间的描述往往过于简化和抽象, 非专业人员难于通过地图理解现实世界, 一定程度上限制了 GIS 的大众化应用。多媒体 GIS、三维 GIS 和虚拟地理环境等都试图弥补传统 GIS 的不足。常规的多媒体 GIS 是将多媒体数据集成在 GIS 环境中, 将多媒体数据当作地理实体的特殊属性, 通过链接的方式显示多媒体信息。近年来, 学者进一步扩展了多媒体 GIS 的概念、技术和应用, 提出了地理视频 (GeoVideo) 和视频 GIS 等概念。地理视频是将地理信息与视频片段有机结合, 从而更直观地描述地理空间; 通过视频 GIS 实现地理视频的采集、编辑、管理、播放、导航和应用开发。

近十年来, 相关的学术研究取得了不少进展。在基础理论方面, Berry 在 2000 年提出了视频地图系统框架^[1], Navarrete 建立了视频片段的地理索引, 生成了地理超视频^[2]; Hwang 等提出 MPEG-7 位置相关服务^[3]。在数据采集方面, Lee 提出了移动制图系统 4S-Van 设计^[4]; 郭浩等 2008 年设计了简易视频 GIS 数据采集系统^[5]; 武汉大学李德仁院士领导的研究团队成功开发出移动道路测量系统, 快速采集道路及两侧地物影像, 并致力于可量测影像系统开发^[6]。相关的技术也被应用到铁路、隧道、公路和移动视频直播^[7-10]。这些研究为视频 GIS 的开发和应用奠定了基础。随着网络地理信息服务概念、标准和产品的逐步成熟, 以及网络视频发布技术的逐步普及, 在网络环境中开发视频 GIS 不仅技术可行, 而且具有广阔的应用潜力。本文尝试基于技术领先的 Adobe Flex 技术平台, 利用 Mashup 技术聚合 ArcGIS Server 地理信息服务、FMS 视频服务及 HTTPXML 服务, 开发网络视频 GIS, 实现地理视频数据的分发、管理、查询、跟踪播放和交互索引等基本功能; 重点讨论网络视频 GIS 设计, 并通过原型系统开发验证系统

设计的可行性。

2 视频 GIS 系统设计

网络视频 GIS 设计与实现的基本思路是: ^① 整理地理视频数据, 获得多个视频片段和视频片段的地理位置描述和语义描述, 视频地理位置用空间数据格式来描述, 语义描述采用 XML 格式; ^② 使用视频转换软件, 将地理视频片段转换为 Flash FLV 格式的视频文件, 并在 Adobe FMS 中进行网络发布; ^③ 基于 OGC WMS、WFS 等网络地理数据服务规范发布地图数据, 提供通用网络调用接口, 本文使用 ArcGIS Server 9.3 发布网络地图数据; ^④ 在 Adobe Flex 框架下运用网络多媒体集成开发环境 Adobe Flex Builder 整合空间地图数据、FMS 视频服务和 XML 语义描述, 在 Flash 文档中实现地理视频的查询检索、跟踪播放, 并支持视频和地图之间的交互操作。

2.1 系统总体设计

系统总体架构如图 1 所示。系统底层是以数据库为支

撑的基础数据层, 用于存储和管理地图、视频和相关地理视频语义描述数据。中间层是数据服务层, 通过 Adobe FMS 和网络 HTTP 协议分别提供视频流媒体数据服务和地理视频语义描述 XML 服务, 通过 ArcGIS Server 提供空间数据服务。业务层实现对地理视频的基本操作, 包括地图

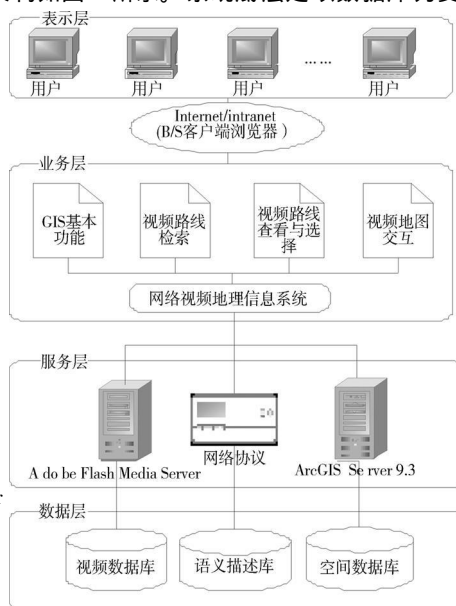


图 1 系统总体结构

基本操作、视频查询和检索、地理视频播放、地图跟踪交互等。表现层是面向用户的应用层, 用户可以通过普通的浏览器 (如 IE) 调用 Flash 文档, 实现视频 GIS 的网络操作。

2.2 技术流程设计

系统技术流程设计如图 2 所示: ^① 在现实世界地理环



作者简介: 宋宏权 (1986-), 男, 河南省民权县人, 硕士研究生, 主要研究方向: 地理信息系统开发与应用。

E-mail hongquansong@126.com

收稿日期: 2009-06-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40771166); 高等学校博士学科点专项科研基金 (20070475001)

通讯作者: 孔云峰教授 E-mail ykong@henu.edu.cn

境中同步采集地理视频数据, 包括路线视频影像 (AVI、MPEG、WMV 等格式) 和 GPS 轨迹数据 (NMEA、GPX 等格式); ④把视频文件转换为 FLV 格式, 用文件目录进行管理; ⑤把 GPS 数据转换为规范的表格 (如 Dbase 或 CVS 格式), 在 ArcGIS 中生成轨迹图层, 存放在空间数据库模型 Geodatabase 中; ⑥设计 XML 文档, 描述视频片段的视频语义描述, 通过 HTTP 协议对其发布; ⑦通过 Adobe FMS 发布 FLV 格式视频数据, 提供基于 RIMP 协议的视频流媒体服务, 采用 ArcGIS Server 9.3 发布地图空间数据; ⑧在 FLEX 开发框架下运用 ArcGIS for Flex API 对发布的视频服务、空间数据 (包括视频路线空间时间映射、元数据等) 服务和 XML 语义描述进行整合, 从而实现视频地图的双向通讯、同步跟踪播放、交互索引等功能。

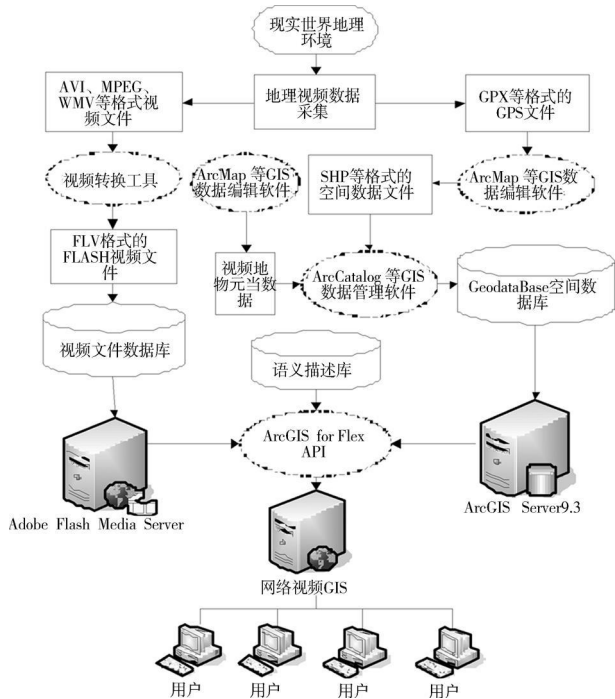


图 2 系统技术流程设计

3 视频 GIS原型系统开发

以河南大学金明校区主干道同步采集的视频影像和 GPS 数据为例, 作者开发了网络视频 GIS 系统, 验证本文提出的视频 GIS 设计的可行性。

3.1 数据采集与处理

地理视频数据可以使用普通摄像机和 GPS 接收机分别采集, 通过两者的时间系统和时间差进行匹配; 也可以同步采集视频和 GPS 点轨迹数据。本文地理视频数据来源于前期项目成果^[9], 即四个 AVI 格式的主干道景观视频和相应的 GPS 点轨迹数据。前期数据处理包括: 将 GPS

表 1 视频轨迹点图层

字段名	类型	描述
OBJECTID	Integer	记录 ID 号
Shape	LongBinary	长二进制点对象
Road_ID	Text(25)	视频编号
Longitude	Fbat	经度
Latitude	Fbat	纬度
Video_Time	Text(11)	该点对应的视频时间

数据转换为 CSV 或 Excel 格式文件, 在 ArcMap 中转化、编辑为 Shape 格式点图层和视频轨迹线图层, 并存储在空间数据库模型 Geodatabase 中; 对于视频文件, 用视频转换软

件转换为 FLV 格式的 Flash 网络视频文件, 存储在相应的 FMS 视频目录中。

3.2 地理视频描述方式

实现地理视频的关键在于对视频数据进行位置描述和语义描述。本系统采用 Shape 格式的地图图层描述视频轨迹。视频帧时间及对应的空间位置通过点状图层表达 (表 1), 随视频播放, 获取当前视频帧的空间位置, 用于视频导航。线状轨迹图层 (表 2) 用来描述视频拍摄轨迹, 以及视频编号、名称、录制时间、数据资源 URL、语义描述 URL 等视频信息, 可以通过图形和语义两种方式对视频和路线进行双向查询。

表 2 视频轨迹线图层

字段名	类型	描述
OBJECTID	Integer	记录 ID 号
Shape	LongBinary	长二进制线对象
Road_ID	Text(25)	视频编号
Video_Name	Text(50)	视频名称
Record_Date	Text(50)	录制日期
Size	Float	视频文件大小 (字节)
Duration	Float	持续时间 (秒)
Video_URL	Text(128)	视频文件地址
VideoDesc_URL	Text(128)	语义描述 XML 地址
KeyPlaces	Text(128)	关键地点
Memo	Text(1024)	概述

对于视频的语义描述是通过 XML 格式来描述的, 发布后可以通过视频元数据图层中的 VideoDesc_URL 字段定位相应视频路线的语义描述, 其格式采用支持 W3C 标准的 TT XML 格式, 示意如下:

```

<?xml ns="http://www.w3.org/2006/10/ttafl" xml
lang="UTF-8" xmlns:tts="http://www.w3.org/2006/
04/ttafl style">
<body>
<div xml id="captions">
<pbegin="1" end="10">南苑路口</p>
<pbegin="8" end="20">前方建筑学院</p>
...
</div>
</body>
</tt>
    
```

其中标签 p 中包含一个 begin 属性和一个 end 属性, 当视频播放时判断相应时间段的描述, 进而实现地理视频语义描述的实时提示, 下面内容将介绍如何实现。

3.3 系统集成方法

本系统是在 Adobe Flex Builder Pro 3 开发环境下, 利用 ActionScript 3.0 面向对象动作脚本语言并结合 ArcGIS Server for Flex API 开发实现的。限于篇幅本文重点说明视频与地图的交互实现方法。

首先利用 Adobe FMS 和 ArcGIS Server 分别发布视频数据和空间数据, 并将 XML 语义描述放在相应的 HTTP 服务目录下, 在元数据图层的属性表中将 XML 的 HTTP 地址保存在 VideoDesc_URL 字段内。数据发布完毕后, 在 Flex Builder 平台下调用 ArcGIS Server 发布的 REST 地图服务, 利用 ArcGIS Server for Flex API 的 Map 组件、Navigation 工具来搭建地图显示与操作的环境。

地图操作环境搭建好以后, 利用 QueryTask 来实现对元数据图层的空间和属性查询, 定义 QueryTask 的 URL 属性为视频元数据图层的 REST URL, 并定义 QueryTask 的查

询过滤条件, 如以下代码为 Query Task 的一个实现函数:

```
private function doQuery(): void
{
    var query: Query = new Query();
    query.geometry = map.extent;
    query.spatialRelationship = Query.SPATIAL_REL_WITHIN;
    query.where = " Road_ Number like % " + keyword + "% ";
    query.outFields = [ " Road_ Number ", " Video_ URL ", " VideoDesc_ URL " ];
    query.returnGeometry = true;
    queryTask.execute( query);
}

```

其中 geometry 和 spatialRelationship 属性用于定义空间查询的条件, where 属性用于定义属性查询的条件, execute 方法用来执行查询。定义 Query Task 的 executeComplete 事件触发函数 onResult(event), 当查询执行完毕后调用 onResult 方法, 其定义如下:

```
private function onResult( event: QueryEvent): void
{
    var featureSet: FeatureSet = event.featureSet;
    resultLayer.clear();
    for each( var g: Graphic in featureSet.features)
    {
        resultLayer.add( g);
    }
}

```

从此方法的 QueryEvent 参数中可以获得查询返回的所有结果集 featureSet, featureSet 的 features 属性中存放了所有查询结果的 Graphic 对象。至此完成了对地理视频的查询。

查询完成后, 将查询结果进一步的处理, 首先将查询到的所有符合条件的视频路线以图形化的形式显示出来供用户选择。当用户选择某条路线时触发 getLinePosition() 函数, 此函数用来查询轨迹图层中该路线的时间位置数据, 方法定义与 doQuery 相似, 本文不再给出, 查询完毕后将时间位置数据保存在一个二维数组中, 同时读取对应的 XML 语义描述, 将 p 元素中的 begin 和 end 属性及其元素值保存在一个对象数据类型 (Object) 的变量中, 供视频播放时调用。

选择的视频路线对应的视频, 此视频由查询到的 Video_ URL 来确定。定义 VideoDisplay 的 playheadUpdate 事件函数, 当视频播放时触发该函数, 由于此函数代码较长此文不再给出。其执行过程为在视频播放时获取当前视频的播放时间, 通过遍历查找以上数组中符合此播放时间的空间位置和视频语义描述, 并将这些信息通过 Map 组件的 InfoWindow 窗口实时的显示在地图中。对于视频的空间索引本文是通过定义一个 Draw 工具选择查询相应路段的轨迹数据, 把该路段内的时间和位置数据存放在数组中并在播放该路段时对其调用, 其调用过程与以上过程相同。

3.4 系统实现

通过以上流程和方法, 实现了在网络环境下地图与视频的跟踪播放和双向索引等功能。图 3 为跟踪播放和交互索引的截图, 在地理视频播放时地图实时的显示当前的地物描述和空间信息, 同时可以对该播放路线从空间路段进行任意的索引查找相应的视频帧片段, 并对查找出来的视频片段作以提示和相应的描述, 包括查找路段的起始点、途经地点、终点等信息, 查询结束后可以对该片段进行正向播放和反向浏览两种播放方式的播放浏览选择, 对于正向播放是按照视频采集的方向进行播放, 反向浏览是通过相反的方向来浏览观看地理视频, 任何一种浏览方式均具有同步显示的地理标签及播放器地理信息实时提示。

4 结束语

支持互联网应用 (RIA) 的 Flex 技术, 既擅长图像、视频等多媒体数据资源的处理, 又可以通过调用 REST 接口访问基于 Web Service 的地图、地理处理模型等服务资源, 是处理网络地理视频的最佳选择。本文提出了基于 Flex 框架的视频 GIS 系统总体设计和技术流程设计, 即使使用 Adobe FM S 发布 FLV 格式的视频数据, 使用 ArcGIS Server 9.3 发布地理空间数据和视频轨迹, 通过 HTTP 协议来获取 XML 格式的地理视频语义描述, 运用网络多媒体开发工具 Adobe Flex 整合视频、地图和语义描述数据, 进而实现地理视频数据的分发、管理、查询检索、跟踪播放和交互索引等功能。以河南大学校园为例, 软件开发实验表明所提出的技术方案是可行的。

与国内外的其他视频 GIS 研究与应用相比, 本文实现了运用 Flash 技术在网络环境下进行视频 GIS 的应用与系统开发, 并提出了相应的框架和技术流程, 在网络技术发展迅速的今天, Flash 技术的应用有着用户广、轻量级、传输快、交互性强、制作简单等优势, 可见在 Flex 框架下开发网络视频 GIS 为 GIS 的大众化应用提供了新的方式, 并有着广泛的应用前景。作者认为: 网络视频 GIS 在一定程度上弥补了传统地图不够直观的缺点, 更适合非专业人员理解地理空间, 有极高的开发与推广应用价值。

参考文献

- [1] Berry J K. Capture 'Where' and 'When' on Video-Based GIS [J]. GEOWORLD, 2000 (9): 26-27.
- [2] Toni Navarrete, Jose P Blat. VideoGIS: segmenting and indexing video based on geographic information [C] // 5th AGILE Conference on Geographic Information Science 2002.
- [3] Tae-Hyun Hwang, Kyoung-Ho Choi, In-Hak Jo, et al. MPEG-7 metadata for video-based GIS application [C] // IEEE Press, 2003, 6: 3641-3643.
- [4] Lee S Y, Kim S B, Choi J H, Joo I H. Design and Implementation of 4S-Variation Mobile Mapping System [J]. ETRI Journal, 2006 (3): 256-273. (下转第 151 页)



图 3 地理视频空间索引与播放

在 Flex 开发环境中运用 VideoDisplay 控件来播放用户

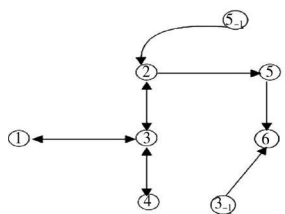


图 6 结点 4、5 与各结点的网络关系

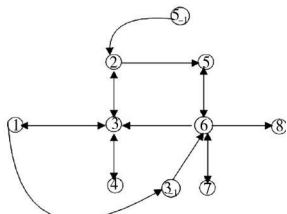


图 7 结点 6 与各结点的网络关系

$G(V, E, P, U, C)$, 其中 V 为疏散网络的结点集, E 为边集, P 为权重 (每段疏散路线赋予权重), U 为疏散道路的通行能力 (容量), C 为结点的容量 (主要指接收区的容量)。

由于每个接收区的容量是有限的, 该疏散问题是一个容量限制的疏散问题, 其中 U, C 都是人口疏散的限制条件。设疏散网络图的源结点为 s , 目标结点为 d , 则最短路径分析就是求解 $\min(Z) = \sum_{i=s}^d p_i$ (其中: s 为危险区, d 为接收区), 且满足以下限制条件:

$$x_{ij} \leq u_{ij} \quad (4)$$

$$\sum_{iw} f(iw) - \sum_{vi} f(vj) = 0 \quad (5)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall (i, j) \in E \quad (6)$$

其中, 公式 (4) 为疏散道路的容量限制; 公式 (5) 保证了流入中间结点的流量等于流出它的流量。然后采用传

统的最短路径求解算法即可求解, 详细算法参见文献 [4-5]。

4 结束语

城市人口疏散网络中路线的选择是个动态随机的过程, 本文从疏散路径分配模型、疏散路径的最优化两个方面对人口疏散路线的选择进行了系统研究, 将现实中的人口疏散最短路径问题抽象成结点有约束的疏散网络和结点无约束的疏散网络, 并进行了一些算法的改进, 在实际的人口疏散路线选择工作中还需要做进一步的改进和完善。

参考文献

[1] 刘学军, 徐鹏. 交通地理信息系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2006-03.
 [2] 成礼平. GIS 技术在城市交通分配中的应用研究 [D]. 南京: 东南大学, 2004.
 [3] 李引珍, 何瑞春, 郭耀煌. 结点有约束的交通网络最短路径模型 [J]. 运筹与管理, 2005, 14(4).
 [4] 刘缙武. 应用图论 [M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 2006.
 [5] 李慧霸, 王凤芹. 图论简明教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
 [6] 邹旭东, 等. 具有交通限制约束的道路网络最优路径算法 [J]. 公路交通科技, 2002, 19(4).
 [7] 崔卫国, 等. 城市公共卫生安全应急管理系统技术集成研究 [J]. 测绘科学, 2008, 33(6).

Optimum analysis on the route selection in population evacuation network of urban

Abstract Route selection is an important work during the population evacuation of urban. In aspect of the evacuation network, we make research on the population evacuation route selection systematically. We bring forth four allocation models of evacuation routes and make analysis on the route optimization. The unrestricted network model is constructed in the paper, we also realize the optimization of evacuation route, which has some value of the utility. The research of this paper provides scientific gist for the command of population evacuation work.

Key words population evacuation; evacuation network; route selection; optimization

WANG Rui¹, BAILing¹, MA De-tao^④, GONG Mao-yu¹ (¹ Institute of Surveying and Mapping Information Engineering University, Zhengzhou 450052, China; ^④ Navy Press, Tianjin 300450, China)

(上接第 210 页)

[5] 郭浩, 孔云峰. 视频 GIS 数据采集系统的设计与实现 [J]. 地理空间信息, 2008, 6(2).
 [6] 李德仁, 郭晟, 胡庆武. 基于 3S 集成技术的 LD2000 系列移动道路测量系统及其应用 [J]. 测绘学报, 2008, 37(3).
 [7] 唐冰, 周玉美. 基于视频图像的既有线路地理信息

系统 [J]. 铁路计算机应用, 2001, 10(11).
 [8] 周永川, 等. Video-GIS 技术于结构维护管理之应用 [J]. 中华技术杂志, 2003, 57(1).
 [9] 孔云峰. 一个公路视频 GIS 的设计与实现 [J]. 公路, 2007, (1).
 [10] 丰江帆, 张宏, 沙月进. 基于 GPS 与 GIS 的视频直播系统 [J]. 计算机工程, 2007, 33(14).

Design and implementation of a web-based VideoGIS using Adobe Flex

Abstract VideoGIS aims to collect, edit, manage, distribute and utilize the GeoVideo resources. It is the extension to traditional multimedia GIS and has application potentials in many fields such as linear facility management, geographic education and geographic archives. This paper aimed to design and implement a web-based VideoGIS system using Adobe Flex. The general idea was to provide Adobe FMS video stream service data using Adobe FMS, to publish the geospatial data as OGC WMS using ArcGIS Server 9.3 and to distribute the locational and semantic description data in XML using HTTP protocol meanwhile, all the GeoVideo data resources were integrated in web multimedia software development framework Adobe Flex, and the fundamental functions of VideoGIS, such as GeoVideo data management, web publication, search and query, interactive display and map navigation, were developed by ActionScript programming. At last, all the GeoVideo information could be experienced in the savvy Flash document by end users. Practical development showed that the web-based VideoGIS system design introduced in this paper was technically feasible and had application potentials.

Key words GeoVideo; Web-based VideoGIS; Geo-Spatial information visualization; Adobe Flex

SONG Hong-quan¹, KONG Yun-feng¹ (¹ College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng Henan 475004, China; ^④ China-Australia Cooperative Research Center for Geoinformation Analysis and Applications, Henan University, Kaifeng Henan 475004, China.)