

# 基于 Flex 的 WebGIS 框架的研究与应用<sup>①</sup>

赵振华, 廉东本

(中国科学院 研究生院, 北京 100049)

(中国科学院 沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

**摘要:** 针对传统 WebGIS 存在交互性差、响应速度慢等缺陷, 通过对 Flex 技术的深入研究, 提出了一套使用 Flex 技术开发 WebGIS 的应用框架, 并对该框架实现的各个部分进行了详细的阐述, 同时针对该框架存在 Flex 表示层不能很好的实现任务串行化组合调用的问题做了深入的分析, 并且给出了具体的设计和实现方案。通过在辽河流域应急救援指挥系统中的应用表明, 该框架不仅增强了 WebGIS 系统的交互性, 而且大大的提高了系统的开发效率, 并且对于 Flex 表示层的任务串行化组合调用模块也能够高效的实现, 获得了很好的效果。

**关键词:** WebGIS; Flex; ArcGIS Server; 富互联网应用; 任务串行化

## Research and Application of WebGIS Framework Based on Flex

ZHAO Zhen-Hua, LIAN Dong-Ben

(Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

(Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

**Abstract:** In terms of the defects, such as poor interaction and slow response, of traditional WebGIS, through in-depth study of the Flex technology, we propose an application framework developing WebGIS with Flex. We describe each part of the implementation in detail, and analyze the problem in this framework, that is serialization of task calls can not be implemented in the Flex presentation layer, then give specific design and implementation scheme. Through the application in the Emergency Rescue Command System, it turns out that this framework not only enhances the interaction of WebGIS, improves the efficiency of development, but also can efficiently implement the serialization of task calls, obtains satisfied results.

**Key words:** WebGIS; Flex; ArcGIS Server; rich Internet application; serialization of task

WebGIS 是 Internet 技术应用于 GIS 系统开发的产物, 主要是通过互联网对地理空间数据进行发布和应用, 以实现空间数据的共享和互操作, 它是 GIS 发展的重要方向<sup>[1]</sup>。

传统 WebGIS 系统采用 Jsp 或者 Jsf 作为系统表示层实现技术, 存在交互性差, 数据传输率低, 界面展现效果不丰富等缺陷。富互联网应用(RIA)<sup>[2]</sup>技术是用户界面展现技术发展的新的里程碑, RIA 技术不仅具有 B/S 架构跨平台和易于部署的优势, 同时也具有 C/S 架构人机交互性良好等优势。随着 RIA 技术的发展, WebGIS 与 RIA 技术相结合成为了构建新型 WebGIS

系统的一种实现方式<sup>[3]</sup>。Flex 是 Adobe 公司推出的 RIA 实现技术, 由于其受到了广大客户的青睐。基于 Flex 的 WebGIS 系统开发逐渐成为了 WebGIS 发展的主流之一。

为了克服传统 WebGIS 系统存在的缺陷, 通过对 Flex 技术的研究, 本文提出了一套采用 Flex 和 ArcGIS Server 技术来构建 WebGIS 系统的解决方案。本文主要分析了基于 Flex 的 WebGIS 系统实现的应用框架, 并且着重对 Flex 表示层任务串行化组合调用的问题进行了设计与实现, 最后, 将该框架应用在辽河流域应急救援指挥系统的实现过程中, 并且取得了很好的效果。

① 基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07528-006-05)

收稿时间:2011-03-18;收到修改稿时间:2011-04-14

### 1 基于Flex的WebGIS框架

基于 Flex 的 WebGIS 应用框架,结构如图 1 所示。

1) 表示层: 主要是由 Flex 技术实现的,用来完成地图数据和业务数据的展示以及人机交互的相关逻辑。表示层接收用户的输入并将用户的意图转换为对业务层相关逻辑的调用。表示层也涉及实现相关的业务逻辑,为了将数据展现与业务逻辑相分离,在表示层引入了 Flex MVC 框架 PureMVC<sup>[4]</sup>。

2) 业务层: 主要完成企业应用的业务逻辑,是系统的核心部分。该层负责校验来自表示层的用户输入的数据,根据表示层用户指令来进行业务处理。该层具体又分为与地图数据相关的业务、普通业务和混合业务。普通业务则是通过 Flex Remoting<sup>[5]</sup>与 J2EE 应用服务器进行交互来完成相关的业务操作。地图数据相关的业务主要是通过 REST 协议与 ArcGIS Server 服务器进行交互实现的。混合业务的实现就是将地图数据相关的业务和普通业务进行组合。

3) 中间层: 主要是由 J2EE 应用服务器和 ArcGIS Server 服务器组成,用来支持业务层的数据操作服务,完成业务层和数据层之间的通讯。

4)数据层: 主要负责空间数据和属性数据的存取,维护各种数据间的关系,通过用户的调用完成对数据的持久化工作,并且保障整个系统数据源的安全性。

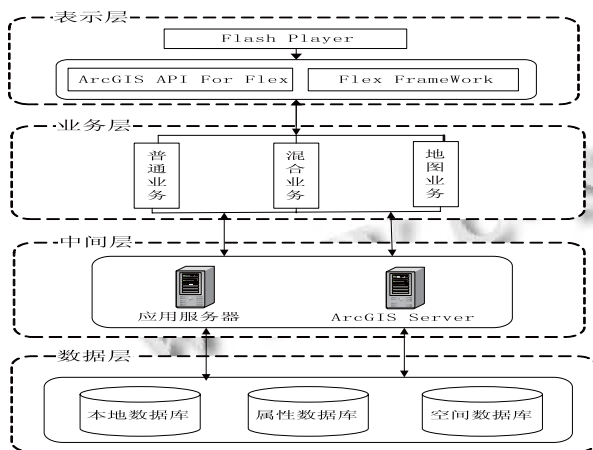


图 1 系统总体架构

### 2 任务串行化组合调用模块的设计

Flex 中 Flash Player 的每个 RPC 调用都是异步调用,所谓异步调用就是当一个进程发出远程过程调用后,自身并不挂起,而是继续执行其他操作<sup>[6]</sup>。在 Flash

Player 中使用异步调用适合应用在 Web 环境中,能够使得界面不用再等待结果的返回,大大的提高了用户与系统间的交互性。但是,由于异步调用使得当需要严格组织任务的执行顺序时出现了问题,只能在一个任务调用的返回结果处理函数中触发对另一个任务的调用,这样,当任务的组织方式比较复杂并且相关联的任务数量较多时,任务的调用顺序不够清晰,程序代码比较混乱,不易于维护。这里提出一套在 Flex 表示层实现任务的串行化组合调用的方法。

任务串行化组合调用模块的结构如图 2 所示。

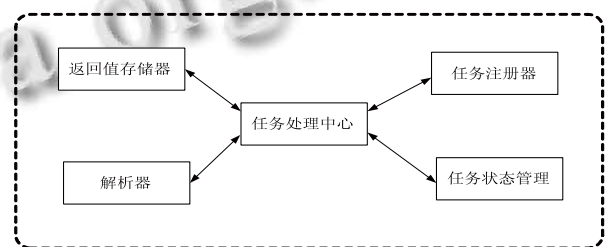


图 2 任务串行化组合调用模块结构图

#### 2.1 任务注册器

完成任务的注册功能,所有需要组合调用的任务都要在该任务注册器中注册。注册的格式如下:任务名、映射名、任务参数。该任务注册器由一张 XML 格式的任务注册表来维护。任务名是这个任务在进行申明时使用的任务名称。映射名为与任务名一一对应的别名。任务参数的格式为参数类型:参数值:所属任务。任务注册器中注册的任务都指定了其使用的参数的任务来源,规定了任务与任务间的相互依赖关系。任务的注册是在程序编制过程中根据任务串行化组合的逻辑关系调用相关的函数完成的。

#### 2.2 任务执行状态管理器

维护任务的执行状态和执行流程,管理一张任务执行状态表。该表的格式如下:

表 1 任务执行状态表

任务 1	执行状态	任务 2	执行状态
任务 3	执行状态	任务 4	执行状态

每行内的任务的优先级是相同的,上一行的任务的优先级高于下一行的优先级。且下一行任务的输入参数是上一行任务执行完毕后的返回值。当任务串行化组合调用模块发起时,任务处理中心会监听第一行

任务（最高优先级任务）的执行状态，当第一行内的所有任务都执行完毕后，任务处理中心才会监听下一行任务（次优先级任务）的执行状态。

### 2.3 析器

解析用户输入的参数和任务组合参数，任务组合参数解析的结果存储在任务执行状态表中，该表用来维护任务执行的流程顺序。用户输入的参数是发起任务串行化组合调用模块的起始参数，参数的格式是：参数类型：参数值：起始任务。

任务组合参数格式的设计：在本部分的设计思想主要是使得任务参数序列能够体现出任务间的相互依赖关系，在这里引入符号“-”和“，”。其中“-”用在两个任务映射名之间，如：T1-T2 表示任务 T1 执行完成后执行任务 T2，这里将 T1-T2 称为一个任务序列，T1 称作序列头，T2 称作序列尾；符号“，”用在任务序列和任务序列之间，作为任务序列的分隔符。

任务组合参数解析算法的描述：首先，获取任务组合参数，如：T1-T3,T2-T3,T3-T4;其次，将该参数序列通过字符串切分，以“，”为分隔符，获得三个字符串序列，对每个字符串序列进行解析。在解析过程中首先扫描任务执行状态表，如当前任务序列已经在任务执行状态表中，则不做操作，如果当前任务序列头已经在任务执行状态表中，则将序列尾填入在任务执行状态表序列头所在行的下一行中，如果当前任务序列的序列尾在任务执行状态表中但任务序列头不在该任务执行状态表中则将该序列头填写在任务执行状态表的首行，如果当前任务序列均不在任务执行状态表中则从任务执行状态表首行开始填写。在这里以上述任务组合参数为例，首先解析 T1-T3，在任务执行状态表中扫描 T1 和 T3，都不存在，则填入任务名：T1，执行状态为：未执行。接着在 T1 的下一行填写任务名：T3，执行状态为：未执行。其次解析 T2-T3，在任务执行状态表中扫描 T2 和 T3，T3 存在，则在 T3 的上一行中填写任务名：T2，执行状态为：未执行。最后解析 T3-T4，在任务执行状态表中扫描 T3 和 T4，T3 存在，则在 T3 的下一行中填写任务名：T4，执行状态为：未执行。整个解析过程完成，可知该任务串行化组合如图 3 所示。

### 2.4 回值存储器

对于有返回值的任务，其返回值需要存入返回值存储器。返回值存储器可以是一个函数，维护一张表，

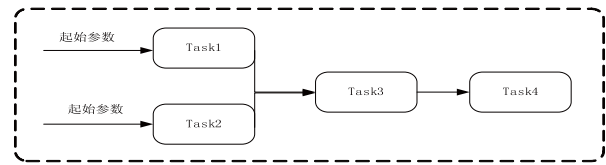


图 3 任务串行化组合示例

该表记录了每个任务返回后的值。通过该表的值来作为其他相关任务的输入参数从而达到功能组合。该表的格式如下：任务映射名：任务返回值：任务返回值类型。当每个任务执行完成后，需要调用相关函数，将返回值存储在返回值存储器中。

### 2.5 务处理中心

实现该模块的核心部分，任务处理中心主要完成对该模块的发起，模块内任务的调用，维护模块的执行流程等功能。首先，任务处理中心调用任务解析器，对相关参数进行解析，并根据解析结果完成任务执行状态表的初始化工作，根据映射名获得任务注册表中的任务名和参数，发起对任务的调用。其次，任务处理中心轮询任务执行状态表，若当前执行的任务执行完毕则将结果写入返回值存储器，同时更改任务执行状态表中该任务的执行状态。如果当前执行的任务均执行完毕，任务处理中心监听下一行任务并发起对该行所有任务的执行调用。最后，任务串行化组合调用模块执行完毕，将返回值返回给相关模型，更改视图。

为了对执行状态表中的各行任务的执行状态进行跟踪监控，这里引入变量 `intProducerCounter=0`；当任务执行状态表中的当前所有任务执行完毕后，则 `intProducerCounter++`；执行下一行的任务。具体的算法描述如下：

**Begin:**

任务处理模块发起。

解析器解析相关参数，初始化任务执行状态表。

**If** 任务注册器中包含任务执行状态表中起始任务的信息，根据相关的任务信息触发起始任务。

**End if**

**Else** 参数错误，退出该模块的执行 **End Else**

**While** 任务执行状态表第 `intProducerCounter` 行的任务未执行完毕，任务处理中心监听任务执行状态表中任务的执行状态。

**If** 第 `intProducerCounter` 行的所有任务均执行完毕，`intProducerCounter++`；

If 第 intProducerCounter 行为任务执行状态表的末尾, 则退出监听;

End If

Else 任务处理中心读取任务执行状态表第 intProducerCounter 行任务, 从任务注册表中获取其具体执行信息, 并且从返回值存储器中获取发起任务所需的参数值, 最后触发这些任务的执行。

End Else

End If

End While

End

### 3 应用举例

基于上述 WebGIS 应用框架, 开发了辽河流域应急救援指挥系统, 该系统主要是在 JDK 1.6, Flex Builder4, ArcGIS Server9.3, Oracle11g 环境下开发的。该系统的主要功能是完成地理信息查询、事故定位、事故模拟、疏散分析、应急救援、指挥标绘等功能。

在该系统中, 与地图数据相关的业务主要包括地理信息查询、事故定位, 周边分析, 疏散分析等, 这些功能的实现主要是通过 Flex 表示层使用 REST[7]协议调用 ArcGIS Server 端的地图服务实现的, 首先, 由 ArcMap 对空间数据进行组织并符号化后形成.MXD 地图文档; 然后采用 ArcCatalog 对.MXD 文档进行发布, 生成供表示层使用的地图服务。普通业务主要包括指挥标绘和模拟叠加等功能, 这些功能的实现主要是通过 J2EE 应用服务器和 Flex 表示层之间引入了 BlazeDS[8]实现的, 当客户端 RPC 控件调用远程服务时, 该控件就会把服务端 Java 程序返回的数据保存在一个 ActionScript 对象中, 这样在程序中就能够很轻松的获取想要的的数据。

数据层主要包括基础地理数据和业务数据, 存储在数据库服务器中, 采用 Oracle11g 进行应急救援数据的有效存储与管理。地理数据采用 ESRI Geodatabase 数据模型, 通过空间数据库引擎 ArcSDE 保存在 Oracle11g 中。

该系统的河流交汇点查询功能涉及到了任务串行化组合调用的问题。河流交汇点查询是指给定两条河流的名称在地图上给出这两条河流的所有交汇点信息。按照前面提到的任务串行化组合调用模块的设计思路, 首先, 需要在任务注册器中将需要串行化组合

调用的任务进行注册。这里需要注册三个任务, 前两个任务是根据河流名称查询出河流信息, 这两个任务具有相同的任务名但是映射名不同, 第三个任务是根据前两个任务的返回值信息查询河流交汇点。其次, 启动任务处理器, 根据任务处理器的执行流程可知, 在前两个任务执行完毕后, 将其返回值存储在返回值存储器中, 返回值存储器在这里是使用 Array 实现的。根据返回值存储器中的参数格式, 这里返回的类型是 PolyLine。最后, 任务三根据前两个任务的返回值, 求出这两条河流的交汇点, 相关信息也存储在返回值存储器中。最后由任务处理中心来完成地图的更改。



图4 系统运行界面

### 4 结语

在辽河流域应急救援指挥 WebGIS 系统的实现中, 运用了 Flex 技术构建系统的表示层, 不仅增强了系统的交互性, 提高了对图形元素的处理功能, 而且有效的增强了政府部门应对突发事件的能力。本系统在实现过程中使用了 ESRI 公司在 2010 年 4 月推出的 ArcGIS API For Flex 完成对地图业务的操作, 大大提高了地图的展现速度。针对基于该 API 开发的系统表示层在任务串行化组合调用方面存在任务间的关系复杂, 不易后期维护等缺陷, 本文给出了详细的解决思路 and 实现方案, 对同类问题的解决有很好的参考价值。今后作者会继续深入的研究 Flex 表示层任务串行化组合调用模块中任务处理中心的轮询算法, 争取使其的运行效率能够得到更大的提升。

#### 参考文献

- 1 林林, 德华, 佐成等. 于 Flex 的 RIA WebGIS 研究与实现. 计算机应用, 2008, 28(12): 3257-3260.
- 2 张康寿, 冯兵, 孙燕刚等. 基于 RIA 和 Web Services 的 WebGIS 系统的开发. 地理空间信息, 2009, 7(2): 109-110.

(下转第 134 页)

4) 系统得到实际发货信息,核对采集到的数据与系统指令是否相符。相符,则向集成式终端发出可以发货的指令,同时更新系统中的相关数据,AGV 执行出库操作。

5) 如不符,则向集成式终端发送错误警报和相关操作命令,AGV 则依照命令执行相应的操作。

6) 集成式系统确定发货完毕。

7) AGV 回到固定位置停放,读写器读出地面标签的信息,集成式终端通过无线网络将信息传输给计算机管理系统,系统将此 AGV 归入“空闲”,等待系统的下一次调度。

#### 4.3 集成解决方案优越性

针对上文提出的传统物流配送中心存在的问题,本文设计了一套集成 RFID 和 AGV 的解决方案,经实验分析,该方案具备如下几个方面的优越性。

(1) 缩短作业流程,改善作业质量,节省人力成本;

(2) 增加配送管理的透明化程度;

(3) 订单填写的准确性和效率提高;

(4) 增加配送中心的吞吐量,降低运转费用,减少货物损耗。

## 5 结论

本文研究了一种应用于物流配送中心的自动化系统。

系统以 RFID 技术与 AGV 自动导引车的集成为基

础,无需人工参与,通过 AGV 移动和搬运而自动完成对物流配送中心货物信息的提取、存储,货物的分拣、搬运、入库、出库。

系统不仅能够节省人力和时间,而且能够初步实现物流配送中心的无人化、信息化。

随着 RFID 和 AGV 技术的发展,系统将会有更高的准确性和效率,应用也会越来越广泛。

#### 参考文献

- 1 徐清.自动导引小车系统的设计与实现.苏州:苏州大学,2006.
- 2 冉宇瑶.基于周边环境感知技术的 AGV 机器人及其在烟草企业生产现场的应用.商场现代化,2007,(4):52-54.
- 3 董平,赵海伶.AGV 及 AGV 方案研究.组合机床与自动化加工技术,2002,(2):21-23.
- 4 刘全胜.AGV 机器人在柔性制造系统中的应用.中国制造业信息化,2008,37(17):3.
- 5 游战清,刘克胜,张义强,等.无线射频识别技术(RFID)规划与实施.北京:电子工业出版社,2005.1-51.
- 6 田景贺,范玉顺,朱云龙,等.基于 RFID 与 AGV 集成的自动化库存盘点系统.仪器仪表学报,2007.
- 7 詹艳军,杨笔锋,等.基于 RFID 的智能车辆管理系统.微计算机信息,2010,2(2):166-168.
- 8 顾佳炜,楼佩煌.基于无线射频识别技术的自动导引车导航方法的研究.电工电气,2009,(12)3.
- 9 龚剑虹.物流配送中心 RFID 应用仿真研究.2009.

(上接第 149 页)

- 3 兰天,曲鹏东,孙高飞,等.Flex 企业应用开发实战.北京:机械工业出版社,2010.1-10.
- 4 徐杏芳,夏浩波,王康.MVC 模式在 Flex 框架的应用研究.长江大学学报,2008,5(4):325-327.
- 5 温小斌,钟声.用 Flash Remoting 增强 J2EE 表示层.计算机时代,2005,2:45-46.

- 6 刘二年.基于 Rich Internet Application 技术的 WebGIS 的研究[博士学位论文].南京:南京师范大学,2006.
- 7 袁煜锋.基于 Flex 与 Rest 的 WebGIS 研究[博士学位论文].上海:华东师范大学,2009.
- 8 赵中枢.基于 Flex 与 BlazeDS 在企业开发中的应用.福建电脑,2010,9:91-92.