

# 基于 RFID 及 GIS 的博物馆藏品管理系统<sup>①</sup>

陈能成<sup>1</sup>, 吕友<sup>1</sup>, 陈泽强<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>(武汉大学 测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉 430079)

<sup>2</sup>(地球空间信息技术协同创新中心, 武汉 430079)

**摘要:** 基于“物联网地理信息软件平台设计与实现”项目, 针对博物馆藏品管理的业务流程, 设计实现了一种基于射频识别及地理信息系统的博物馆藏品智能管理系统. 利用地理信息技术制作馆内电子地图及在文物入馆登记及巡检时记录文物存储位置从而实现文物信息在线地图可视化, 采用射频识别技术实现对巡检员的实时定位及巡检工作考核. 结合两种技术实现藏品信息自动采集与实时传输及馆内藏品的统一高效管理. 相比于现有的博物管理系统, 该系统提高了藏品信息采集的效率与便捷性, 实现了对藏品的实时动态智慧化管理.

**关键词:** 博物馆管理; RFID; GIS; 智能管理

## Museum Collection Intelligent Management System Based on RFID and GIS

CHEN Neng-Chen<sup>1</sup>, LV You<sup>1</sup>, CHEN Ze-Qiang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>(State Key Laboratory of Information Engineering in Survey, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

<sup>2</sup>(Collaborative Innovation Center of Earth Space Information Technology, Whuhan 430079, China)

**Abstract:** Based on the project of “design and implementation of internet of things and GIS software platform”, we design a museum collection intelligent management system based RFID and GIS, in view of business process for museum collections management. Through the management of museum indoor map and recorded location of cultural relics in the registration and inspection of them, the system achieves the goal of realizing the online map visualization of cultural relics. And the system also can use RFID technology to realize the real-time location of inspectors and assess the inspection work of the inspectors. Combined with these two technologies, the system implements functions of auto-collect and real-time transmission of collection information and achieves the goal of unified and efficient management of the museum collections. Compared to the conventional way of collection management, this system improves the efficiency and convenience of collection information collection, and realizes the real-time dynamic intelligent management of the collection.

**Key words:** museum management; RFID; GIS; intelligent management

博物馆具有收藏保管、陈列研究、宣传教育职能, 对文物的搜集、保护、研究、展示, 发掘其蕴藏的历史、科学和艺术价值, 是博物馆的核心工作之一<sup>[1]</sup>. 因此, 藏品管理水平的高低, 直接影响博物馆各项活动的开展, 决定着博物馆社会效益和经济效益的发挥, 在博物馆工作中有着举足轻重的作用<sup>[2]</sup>. 随着现代博物馆事业的快速发展, 如何实现对实物藏品科学有效智能的管理成为越来越重要的研究课题.

在当前博物馆藏品 RFID 管理系统中, 主要为这

样一种方案: 该系统包括电子标签、手持机、服务器三部分. 电子标签一般使用贴、挂等方式与藏品固定在一起, 其中存储了文物的一些信息, 用于藏品识别<sup>[3]</sup>. 手持机中装有读写器, 可以对电子标签进行读写. 服务器则存储了馆内所有藏品的信息. 该系统的工作流程为: 在藏品入馆前, 先录入信息至电子标签, 进入展区时系统对藏品标签进行扫描; 藏品的每次变动都要经过系统的扫描, 每次扫描信息都录入数据库, 使标签和藏品形成唯一对应关系. 管理员拿着 RFID 阅读

① 基金项目: 国家自然科学基金(41301441); 中国博士后科学基金(2014M562050, 2015T80829)

收稿时间: 2016-07-11; 收到修改稿时间: 2016-08-18 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005676]

器在藏馆巡视一遍即可将藏品核对清楚. 该方案在一定程度上实现了博物馆藏品的信息化管理, 但也有明显的不足之处: 1) 该方案注重藏品资源自身的输入、处信息. 博物馆作为藏品收藏展览的实体具有空间地理形态, 藏品除拥有各自的属性信息外还具有与博物馆地理坐标相关的空间信息, 因而在博物馆内形成了纵横错杂的藏品资源布局, 智能化的藏品管理系统不仅对藏品的属性信息进行管理, 还需要做到对藏品管理中与空间位置有关的信息进行有效的管理<sup>[4]</sup>, 达到可视化和直观的效果, 并将定位信息、导航信息等同时显示在用户界面, 实现信息资源的检索与提取. 2) 藏品的管理还应该包括每个文物所处的环境信息的实时监控, 如温度、湿度、光照、空气状况等; 这些对藏品的保护至关重要, 但是目前基于 RFID 的藏品管理系统仅仅是一个对藏品的自身属性信息管理的孤立的系统, 并没有与整个博物馆藏品管理中的传感网系统、视频监控系统及博物馆的部门人员管理系统等其他系统有效的协同工作, 管理综合性差.

本文为提高博物馆文物智能化管理水平, 基于 RFID 技术、传感网技术及室内 GIS 技术, 提出了一种集移动管理终端与网络后台信息管理系统于一体的博物馆藏品智能管理解决方案.

## 1 系统概述

### 1.1 系统需求分析

通过与博物馆管理员的一步步交流沟通, 结合对藏品管理工作的相关调研, 整理出管理员对系统的基本要求. 基于物联网 GIS 的博物馆智能管理系统业务流程如图 1 所示, 博物馆对藏品的智能管理主要包括两个流程: 藏品登记及藏品巡检. 对于非本馆的藏品进入本馆或者馆内藏品位置发生变化时, 需要进行相应的藏品登记: 博物馆管理员携带 RFID 读写器读取并记录相应藏品的 RFID 标签数据, 检查藏品是否损坏等信息, 把相应的数据及藏品存放位置信息抄录至手持机, 确定藏品信息登记完全无误后提交到后台管理系统, 藏品存放到指定位置后, 由部署在馆内的传感网对藏品存放环境进行实时智能监控. 对于馆内的藏品需要管理员定期进行巡检: 首先巡检管理员结合当前馆内藏品数据及巡检人力信息制定合理的巡检计划及任务安排, 然后在系统中发布巡检任务. 在系统前端, 巡检人员登录系统查看自己的巡检任务, 利用

GIS 路径分析功能生成巡检路线, 完成巡检任务.

### 1.2 基于物联网的系统框架

本系统框架结构在标准的物联网三层架构(感知层、传输层、应用层)基础上进行扩展, 如图 2 所示.

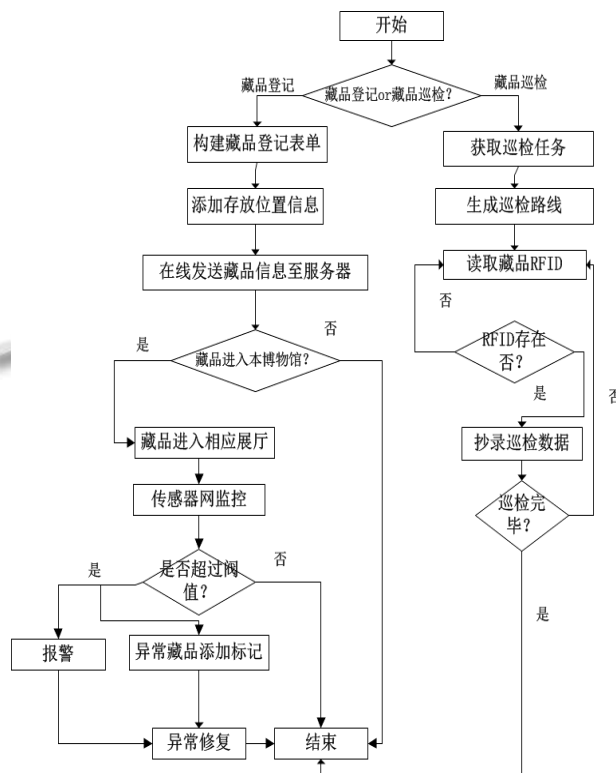


图 1 系统业务流程图

感知层: 主要由安卓手机、RFID 标签和读写器及温湿度传感器组成, 文物在进出博物馆或在博物馆内流动时, 工作人员利用 RFID 阅读器对传感器、RFID 标签的信息通过蓝牙数据传输进行数据采集, 记录移动设备终端, 然后在终端设备上交互式操作, 将数据上传至后台管理服务器.

网络层: 完成相关数据的接入与传输, 包括接入网与传输网两种. 本系统的传输网由专网和公网组成, 主要包括互联网、专用网及移动通信网等.

处理层: 完成地图相关的业务和文物管理.

相关业务, 由 J2EE 应用服务器和 Arcgis Server 服务器组成. J2EE 应用服务器采用 SSH(Struts2+Spring+Hibernate)架构进行开发, 文物管理相关业务在 APP 客户端及 WEB 客户端使用 Struts2 完成与 J2EE 应用服务器的交互, 地图数据相关的业务通过 REST 地图服务接口与 Arcgis Server 服务器进行交互. J2EE 应用服务器使用 Hibernate 将数据层属性封装成数据

访问接口, Arcgis Server 将地理数据发布为各种能力的 GIS 服务, 完成处理层和数据层之间的通讯。

数据层: 负责基础地理数据、属性数据及 RFID 读写器采集数据的存取, 维护各种数据间的关系, 保障

整个系统数据源的安全性。地理数据通过 ArcMap 对空间数据进行组织并符号化后形成\*.mxd 地图文件, 属性数据及 RFID 读写器采集数据采用 MySQL 进行存储与管理。

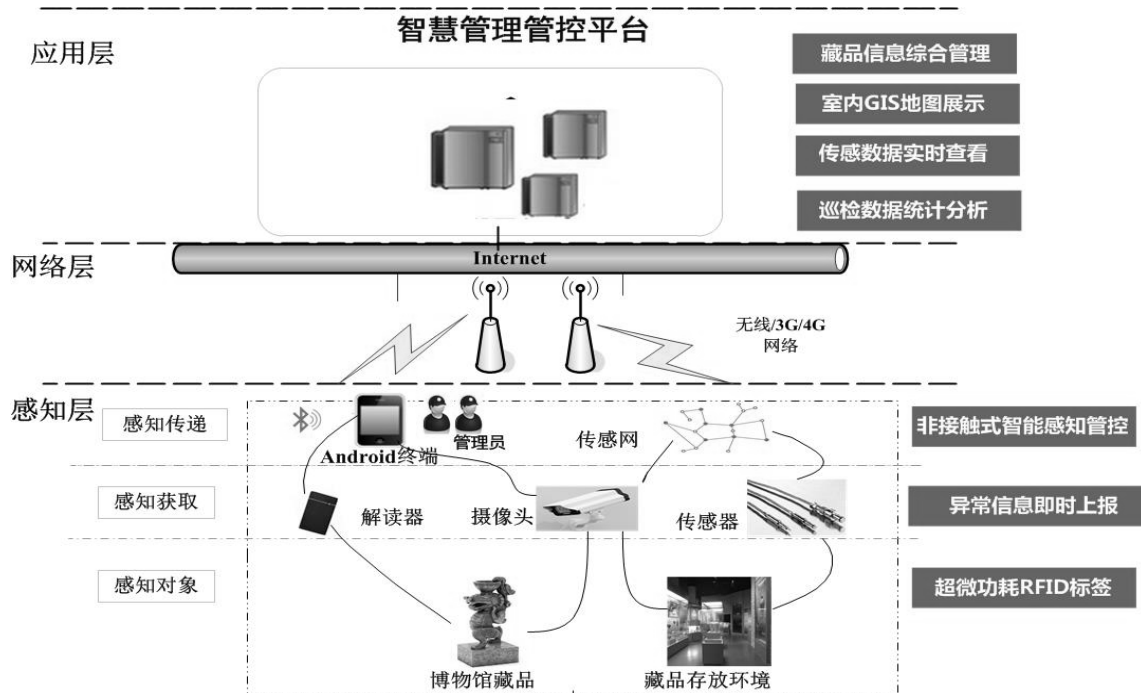


图 2 系统总体框架

## 2 关键技术

### 2.1 室内 GIS

以地图的方式显示博物馆内部的基本布局及馆内藏品分布信息, 实现藏品及博物馆管理员的实时定位对博物馆藏品管理尤为重要。本系统在 Auto CAD 开发的基础上, 基于 ArcgisGIS 建立室内 GIS 矢量电子地图模型结合空间数据库对博物馆内部建筑结构、组织机构分布以及各种信息资源的地理位置、空间布局等空间信息进行管理、更新、维护。基于博物馆的几何网络模型图及博物馆内的展厅、楼梯及走廊连通关系可建立具有网络拓扑结构的博物馆室内平面图, 博物馆空间数据采取分层的方式进行描述、表达和管理, 博物馆内的展厅、楼梯及走廊各为一个数据层; 每个展厅内装有固定的读头, 藏品登记完成后系统管理平台将藏品登记时录入的存放位置信息传送到空间数据库中存储, 并在室内电子地图图的相应位置显示藏品图标, 点击生成路径按钮可根据展厅、楼梯及走廊的互通关系生成导航路径。

### 2.2 物联网节点建模与注册

本系统应用各类传感器及 RFID 电子标签都是物联网的节点, 在系统开发过程中, 对物联网节点管理及对来自无数节点的数据进行统一的存储非常的重要。在节点管理及数据存储之前需要了解节点相关信息, 知道数据来自哪一个物联网节点, 这就需要将物联网节点的 ID, 地理位置, 数据类型和节点属性等信息建模并在数据库中注册。本文采用面向对象的设计思想及 XML 技术建立了统一的节点信息模型(如下所示), 基于该模型建立各个节点实例文档, 并注册到后台服务器中, 服务器收到注册 XML 文档信息后解析文档并将物联网节点相关信息存入到数据库, 自动完成物联网节点的注册。

```
<member>
  <node>
    <identifier name="节点 ID">
      <Term definition="uniqueID"></Term>
    </identifier>
```

```

<validTime>
  <gml:TimePeriod gml:id="标签有效时间">
    <gml:beginTime/>
    <gml:endTime/>
  </gml:TimePeriod></validTime>
<DataRecord definition="Properties">
  <swe:field name="距离"></swe:field>
  <swe:field name="温度"></swe:field>
</swe:DataRecord>
<organizationName></organizationName>
<position name="传感器位置">
<Position referenceFrame="EPSG:4329">
<coordinate name="纬度"></coordinate>
<coordinate name="经度"></coordinate>
</Position></position>
<interface name="Rfid_SN001_SOS">
  <Data Recorddefinition="Interface">
    <value> </value>
  </interface>
  <ObservationList>
    <observation name="巡检员">
      < definition="inspector">
    </observation>
  </ObservationList>
</node>
</member>

```

### 2.3 异构信息标统一处理

在该系统中不仅有来自各类传感器的数据,同时还会有巡检员巡检产生的数据,如何将来自这些异构节点的数据传输到数据服务中心并进行统一的存储非常重要.在大多数情况下,一般都是通过硬编码的方式直接将各种感知设备接入到系统中,按照不同的格式将不同的节点数据发送到数据服务中心.这种情况导致每次增加一些感知设备时,就需要不断地修改源代码,系统的实用性低.

为了能够实现异构数据的统一接入与存储,本系统以开放地理信息空间联盟(Open Geospatial Consortium, OGC)制定的 SOS(Sensor Observation Service)服务标准为基础,采用标准的 XML 文档数据传输格式,将数据文件发送到 SOS Web 服务的数据接

收接口. SOS 接收到数据文件后,将会自动解析文档并将数据存到数据库中.对于不同的物联网感知节点所使用的 XML 文档都具有相同的标签,只是标签下所包含的内容有所不同.

## 3 系统设计及实现

### 3.1 移动前端功能设计

智能管理移动端有 4 个主要功能模块(图 3):

(1) 用户登录:对权限进行控制和验证,防止无权限人员登录恶意篡改数据.这里的用户分为两类:博物馆一般管人员和超级管理人员.一般管理人员只负责藏品入馆登记及一般的巡检操作,超级管理人员除此之外还可进行藏品出馆登记及制定巡检计划.

(2) 节点建模与注册:巡检员根据已建立好的模型文件输入相应的属性信息建立物联网节点的信息模型,点击注册功能系统自动实现模型文档的上传与注册.

(3) 数据接入:该模块是移动端功能的核心,管理员在藏品登记或者巡检时,通过 RFID 读写器识别读取贴在藏品上的 RFID 标签信息,并手动填写与藏品相关的其他信息,填写方式尽量采取点选或者列表选择.信息填写完毕后点击上传,采集前端自动将所填的数据组织为 SOS 所需要的 XML 格式并将数据文档传至 SOS 服务中心.

(4) 地图 GIS 展示:采用地图的方式来实时显示管理员的位置、藏品在馆内的布置图及相应当前数据资料,进行 GPS 定位、地图显示、路径规划.对于系统检测到异常信息的藏品与正常的加以区别显示.

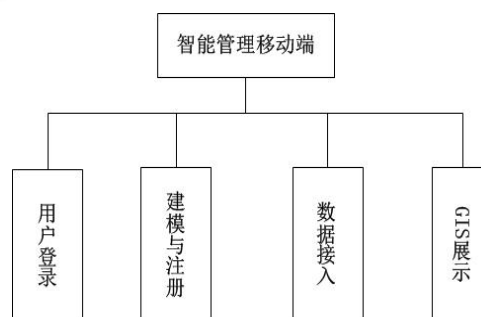


图3 移动端功能模块划分

### 3.2 后台技术框架设计

(1) 用户管理:管理各类项目相关信息,分为用户信息管理、馆内设备管理和巡检计划管理三个子模

块, 以此实现对设备、用户、巡检信息的全面管理。

(2) GIS 展示: 以地图的方式直观显示展厅及馆内相应区域藏品及设备的位置分布图及相关数据资料在线显示, 例如藏品详细信息、设备工作状态、当前管理员分布状况等。同时还具有路径规划功能, 提供由当前位置到特定位置的路线规划。

(3) 预警管理: 管理传感网器监测数据, 识别异常检测数据并根据配置的异常处理策略进行预警动作处理。

(4) 数据查询: 用于查询后台数据库中存储的各种信息。

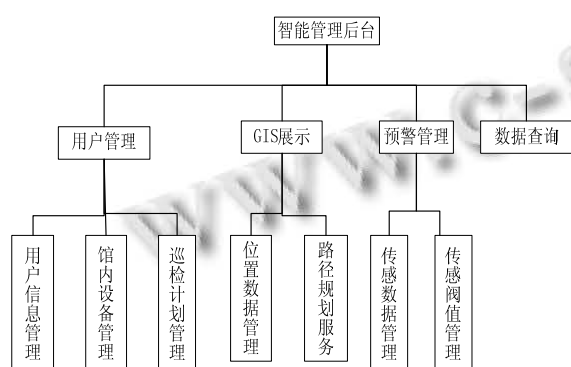


图 4 服务器端功能设计

### 3.3 数据库设计

数据库采用 MySQL 数据库, 由于篇幅原因这里不再给出, 本系统采用面向对象的思想建立了 18 张表, 分别为文物表、操作单据表、操作明细表、文物图片表、文物活动轨迹表、摄像头表、区域表、区域文物表、展厅信息表、博物馆信息表、传感器关联表、传感器表、传感器参数表、文物空间表、报警信息表和参数池。

### 3.4 核心功能实现

本文开发实现的博物馆智能管理系统整体运用 C/S 架构, 其中服务器端采用 B/S 架构。服务端采用 SSH(Struts2+Spring+Hibernate) 框架, 通过整合 jQuery、Bootstrap 等第三方库, 实现一步交互; 移动端调用蓝牙连接接口与阅读器进行标签数据读写及相关传感信息输出, 使用 HTTP POST 方法与服务端传输数据。

进入登录界面并成功登录后将会进入主界面, 移动端主要有两项核心功能: 在博物馆地图上在线查看馆内藏品信息和收集藏品详细信息(图 5), 移动端在收集藏品信息时需要借助 RFID 读写器采集贴在藏品上的

RFID 标签信息, RFID 读写器通过蓝牙传输方式传送到移动端, 移动端解析数据并自动填充到相应的选项中。



图 5 移动端主要界面

## 4 结语

为提高博物馆藏品管理效率及智慧化水平, 本文设计实现了集智能管理终端系统和后台信息管理系统于一体的博物馆藏品智能管理系统。系统在基于 RFID 信息采集及 GIS 地图可视化的基础上实现了藏品的入馆初始登记、借出登记、借入登记、离馆登记、报废登记、在线展示及预警管理等主要的藏品管理业务, 改变了博物馆藏品传统的管理方式, 使信息管理由数值领域进入到空间领域, 使得藏品在馆内的管理更加安全便捷, 提高了管理人员的工作效率。

### 参考文献

- 徐文杰, 管会生, 王亚东. 基于 RFID 技术的博物馆文物管理系统的设计. 微计算机信息, 2010, 26(72): 180-184.
- 昔克, 原思聪, 孙昌成. 基于 RFID 技术的博物馆人员和馆藏文物管理系统的设计. 金卡工程, 2008, (1): 49-52.
- 任国栋, 陈林华, 陶学锋, 方先行. 基于 Unity3D 的虚拟博物馆信息可视化系统. 计算机系统应用, 2013, 22(9): 86-90.
- 王建, 孙咏, 李岩, 高岑. 面向公路物流运输企业的 GIS 监管系统. 计算机系统应用, 2015, 24(12): 105-109.