

# 基于无线通信的高精度室内人员定位系统在博物馆信息化建设中的应用

邢更力<sup>1</sup>, 贾凡<sup>2</sup>, 孙健<sup>2</sup>, 毕明浩<sup>2</sup>

(1. 公安部第一研究所, 北京 100000; 2. 北京航天测控技术有限公司, 北京 100041)

**摘要:** 基于无线电通信的高精度室内人员定位系统能够提升博物馆观众参观体验及增强博物馆管理效率; 采用分布式终端—集中数据管理的构架设计, 由一个服务器机柜(包含导航服务器、导览服务器、数据库服务器、信息发布服务器、票务服务器、监控服务器)、一台管理计算机、多个监控终端、多台人工票务终端、多个现场交换机、若干无线 AP 以及若干智能导览终端组成; 运用高精度人员定位系统和无线通讯技术实现人员定位, 利用智能导览终端设备和实时数据库信息, 进行展品信息推送、馆内游览路线导航、馆内设施使用及区域人流密度情况查询等; 设立多台自动化票务终端, 实现自助退票、票务信息统计、网络票务预约、票卡运营及维护等功能。

**关键词:** 无线通讯; 高精度人员定位系统; 无线 AP

## Application of High Precision Indoor Personnel Positioning System Based on Wireless Communication in Museum Information Construction

Xing Gengli<sup>1</sup>, Jia Fan<sup>2</sup>, Sun Jian<sup>2</sup>, Bi Minghao<sup>2</sup>

(1. First Institute of Public Security, Beijing 100000, China;

2. Beijing Aerospace Measurement and Control Technology Co., Ltd., Beijing 100041, China)

**Abstract:** The high precision indoor personnel positioning system based on wireless communication is designed to enhance the visitor experience and the efficiency of museum management. The system adopts distributed terminal—central data management architecture design, consisting of a server cabinet (including navigation server, navigation server, database server, information publishing server, ticket server, monitoring server), a management computer, and multiple monitoring terminals, multiple manual ticketing terminals, multiple field switches, several wireless AP and several intelligent navigation terminals. Using high—precision personnel positioning system and wireless communication technology to achieve personnel positioning, using intelligent navigation equipment and real—time database information, exhibit information push, route navigation, use of facilities and regional flow density query, etc. Setting up multiple automated ticketing terminals to achieve functions such as self—service return ticketing, ticketing information statistics, online ticket reservation, ticket card operation and maintenance.

**Keywords:** wireless communication; high—precision personnel positioning system; wireless AP

## 0 引言

近年来随着定位与导航技术以及智能终端设备的普及, 高精度定位在社会生产生活中的应用愈发广泛。目前室外定位依赖卫星能够取得米级甚至亚米级的精度, 基本满足了日常应用需求, 但在室内缺少卫星信号的场合, 高精度定位应用仍处于起步阶段<sup>[1]</sup>。

博物馆是国家文明历史的教科书, 是对广大人民群众进行传统文化教育、历史文明教育的前沿, 目前全国的博物馆向全社会实行免费开放, 同时广大人民群众的文化消费和科技体验要求日益增强, 如何通过信息、智能等现代科技大力提升自身的公共服务质量, 让观众获得更好的文化艺术体验, 成为博物馆信息化建设中的重要目标<sup>[2]</sup>。

在博物馆信息化系统中, 通过高精度人员定位可以精确测量出各个观众的轨迹信息, 针对用户精准推送参观服务, 也可以统计和监控观众流量, 对博物馆自身服务进行提升<sup>[3]</sup>。因此, 有必要在博物馆信息化建设中应用高精度室内定位技术, 建立高效智能的参观服务系统, 提升博物馆的社会服务水平。

本文采用基于无线通信的高精度室内定位技术, 实现观众智能化服务和博物馆综合管理。

## 1 基于无线通信的高精度室内人员定位系统总体设计方案

观众信息化管理系统根据业务需求功能划分为自动化票务系统、个性化观众导览系统、公共信息发布系统、基础信息设施等部分。系统各部分子系统关系如图 1 所示。

个性化观众导览系统具备基于观众实时位置信息的展品信息推送、展品/展览详细信息查询、馆内游览路线导航、馆内设施使用及区域人流密度情况查询(卫生间、电

收稿日期:2019-09-08; 修回日期:2019-10-14。

作者简介:邢更力(1979-),男,河北南宫人,副研究员,主要从事安全防范方向的研究。

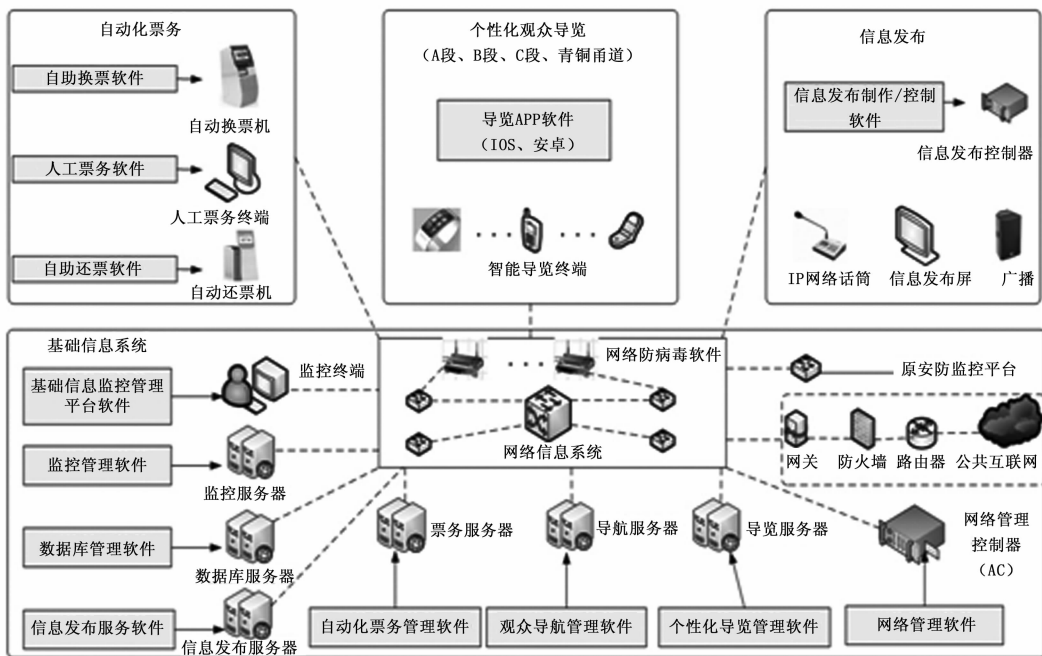


图 1 系统总体框架图

梯、餐厅人员密度等)、馆内寻人及应急帮助呼叫等针对观众体验的人性化服务功能。

公共信息发布服务系统主要能够为参展商及场馆管理者提供快捷方便的展示信息制作平台及制作模板。参观观众能够通过信息发布屏、智能终端设备及馆内语音广播系统获取场馆对外发送的展品信息、展览预告、疏散引导等公共信息。

基础信息系统主要实现对信息系统网络化统一管理, 建立统一基础信息数据库, 对各子系统信息统一存储、统计、分析; 具备对系统各设备进行实时监控、维护。

自动化票务主要实现自助换票、自助退票、票务信息统计、网络票务预约、票卡运营及维护等功能, 同时该子系统还包含人工票务终端, 实现辅助团队、特殊人群换票等功能。观众基础信息库主要实现对观众信息统计、存储、分析。

## 2 室内定位系统设计

### 2.1 定位系统硬件设计

定位系统硬件设备主要包括: 智能终端、定位系统、网络交换设备、系统管理服务器等。

其中无线网络系统主要包含无线接入、AP 接入交换机、用户接入节点 AP 管理器 (AC) 等部分。根据各楼层人流数量分布情况, 为保障网络系统稳定性, 每层采用独立冗余交换机布置, 采用光纤双绞线汇聚布线, 每层布置高性能接入交换机 2 台<sup>[4]</sup>。

网络数据量计算: 每个接入设计接入为 50 个最终用户, 每个用户预设 2 Mbps 带宽。按照单层最大 40 个 AP 计算, 设每个用户在

满带宽需求, 对单层交换机最大要求总容量为 400 Mbps;

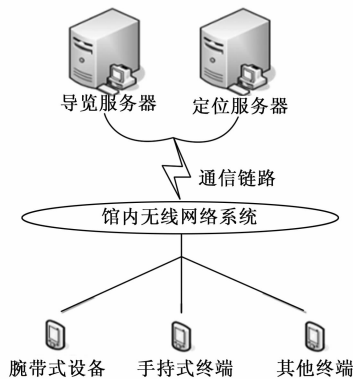


图 2 智能导航系统硬件框图

### 2.2 定位系统功能设计

定位功能指标:

- 1) 定位系统定位响应时间小于 2 s;
- 2) 二维定位系统平均误差不超过 3 米, 最大误差不超过 5 米;
- 3) 工程允许同时定位人数不小于 20000。

智能终端, 作为提升博物馆人性化服务的重要设备, 具有定位、信息推送、智能导航、信息检索、观众互动、在线帮助等诸多功能:

- 1) 可实现展品信息讲解功能;
- 2) 馆内智能地图导航;
- 3) 基于位置信息的业务数据推送;
- 4) 语音导航;
- 5) 馆内寻人;
- 6) 观众互动;
- 7) 可回收重复利用

根据智能终端使用人群的不同,可分为腕带式设备、手持式设备及其他设备三类<sup>[5]</sup>。

普通参观者可持自带智能手机,通过刷二维码的方式将智能导览系统终端软件安装于手机中,并通过连接馆内 WIFI 网络,从而实现智能导览服务功能<sup>[6-7]</sup>。

无智能手机的参观者,馆内提供手持式智能终端设备。参观者可根据需要自行换取,并通过智能终端设备完成智能导览服务。

针对儿童、老人等特殊人群。馆内提供有腕带式终端设备,佩戴者家属可通过扫描二维码的方式将腕带终端与手机或手持式终端进行绑定,当发生走散时,用户可通过寻人功能自行快速地查找到失散亲人。

### 2.2.1 导览服务管理软件

与定位系统服务器信息发布服务器共享人员位置信息、展览信息等。管理员登录系统后,可对需要发布或推送的信息进行创建、编辑、删除等操作。

信息内容包括:文字、语音、图片、视频等格式。

系统容量:同时在线人数 10 000 人。

### 2.2.2 移动终端软件

移动终端软件(APP)分为 IOS/Android 两个版本。

观众通过手机扫描票卡上印刷的二维码来安装 APP。安装后,用户可按照分类查看馆内已发布的信息。另外,当用户处于信息推送点位时,接收服务器自动推送的信息,观众可选择性查看<sup>[8]</sup>。

另外,观众可以通过软件定位自身位置,以便合理安排游览路线。

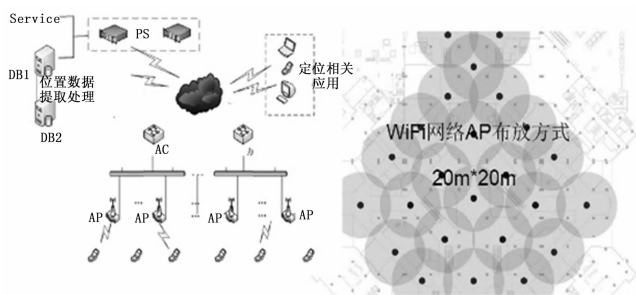


图 3 定位系统网络框架

## 3 个性化观众导览子系统设计

个性化观众导览系统提供了便捷的展品/展览详细信息查询、基于位置信息的实时导游语音/画面/文字推送、馆内游览路线查询、馆内设施/区域使用情况查询(卫生间、电梯、餐厅人员密度等)、馆内寻人及应急帮助呼叫等诸多提升参观体验的人性化服务。该类服务数据业务如推送数据、语音信息等均有导览服务器统一处理<sup>[9]</sup>。

个性化观众导览子系统软件主要包括导览服务管理软件、定位服务管理软件、AP 设备管理软件及智能终端软件四部<sup>[10]</sup>。

### 3.1 应用软件设计

#### 3.1.1 导览服务管理软件

功能如下:

- 1) 服务器硬件管理
- 2) 导览应用软件
  - (1) 展品信息查检索;
  - (2) 推送信息查询;
  - (3) 定位数据关联;
  - (4) 终端请求信息处理;
  - (5) 终端状态监测及管理。

#### 3.1.2 定位服务软件

- 1) 服务器硬件管理
- 2) 定位应用软件
  - (1) 终端扫描;
  - (2) 终端信息记录;
  - (3) 坐标数据处理;
  - (4) AP 坐标标记;
  - (5) 地图绘制。

#### 3.1.3 AP 设备管理软件

- 1) 网络参数设置;
- 2) 设备维修数据记录;
- 3) 设备在线状态监控

### 3.2 智能终端软件设计

智能终端软件设计架构如图 5 所示。

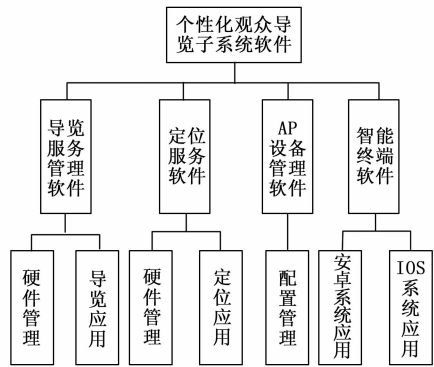


图 4 个性化观众导览子系统框架

软件架构

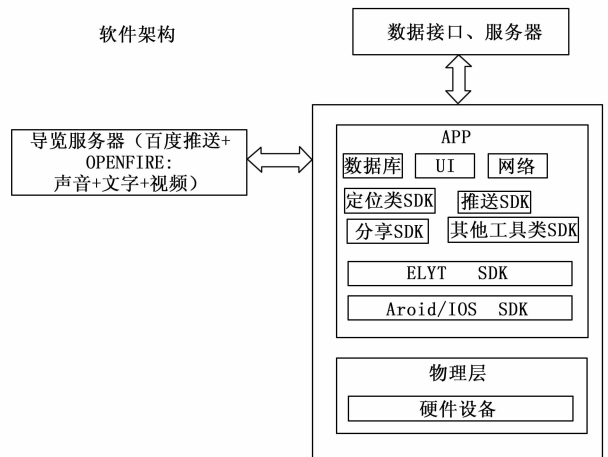


图 5 智能终端软件架构  
表 1 智能终端软件功能表

APP 打包及分发	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) APP 二维码扫码分发;</li> <li>2) 支持安卓和苹果 IN-HOUSE 分发;</li> <li>3) APP 采用最新的 H5 技术开发;</li> <li>4) 用户可在家下载,也可在现场售票处下载;</li> <li>5) 介绍内容及资料,打包到 APP 中,APP 中启用离线数据库技术。</li> </ol>
APP【室内导航】	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 地图采用百度地图,每 30 秒获取一次位置信息;</li> <li>2) 位置点直观在地图上显示;</li> <li>3) 楼层地图由用户绘制,后台上传;</li> <li>4) 楼层地图的选择采用下拉列表,查询各层信息;</li> <li>5) 点击地图上显示的地点,可显示该地点功能或该地展览信息介绍。在点击该点时,显示路线规划图,路线规划采用起止 2 点图预存模式;</li> <li>6) 室内地图编辑格式为 jpg,标记点采用 GPS 坐标。</li> </ol>
APP【展览介绍及查询】	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 展览类型:固定展陈、书画类、雕塑类、临时展;</li> <li>2) 点击可查看展览信息简介,并可对该展览所在位置显示路线规划(指引怎么到达该展览所在地)。室外路线规划采用百度地图,室内路线规划采用起止 2 点图预存模式;</li> <li>3) 查询方式:在搜索框中输入展览名称,查看展览信息,并可显示路线规划。</li> </ol>
APP【自动推送】	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 根据位置信息、服务器主动推荐;</li> <li>2) 观众到达信息推送点时,后台自动推送该点已配置好的信息;</li> <li>3) 后台自动推送信息至观众移动终端。</li> </ol>
APP【应急及疏散导引】	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 发生事故时,系统按照该点位置自动规划并推送逃生路线,推送应伴有提示音;</li> <li>2) 推送信息为弹窗形式。</li> </ol>
APP【游客求助】 (反馈到中控室)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 文字+语音+图片形式;</li> <li>2) 后台可定位到该点;</li> <li>3) 后台可对求助进行文字+语音回复。</li> </ol>
APP【离馆浏览展览信息】	用户信息与终端登录信息绑定,当观众终端连接网络时,系统可推送部分信息,也支持用户主动登录搜索。
APP【支持音频功能】	支持音频功能。
APP【预留支付扩展功能】	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 支持在线支付功能;</li> <li>2) 需要和支付场景结合,才能核定出价格。</li> </ol>
APP【内部员工的网络通讯功能】	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 在客户终端软件有员工登录接口,员工登录后,可进行通讯(通讯内容包括:文字、音频、图片);</li> <li>2) 点对点通讯。</li> </ol>
观众导览系统平台软件	<p>后台包含 APP 端数据管理所需的基本功能,主要有:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 室内导航:楼层地图上传、楼层图地图触发点标记;路线规划图上传。</li> <li>2) 展览介绍:点景介绍信息;点景音频信息;点景出发点绑定;点景电子围栏设置。</li> <li>3) 信息推送:推送信息设定;推送信息上传;推送地点绑定;电子围栏设置。</li> <li>4) 应急及疏散:应急信息上传;应急信息绑定;触发条件设定。</li> <li>5) 游客求助:求助信息查询;求助信息回复。</li> <li>6) 员工通讯:员工通讯维护;员工通讯设定。</li> <li>7) 基础资料:景点设置;楼层设置。</li> <li>8) 系统管理:账号设置;权限分配;操作日志;数据备份。</li> <li>9) 安全监控。</li> </ol>

## 4 观众信息分析统计子系统设计

观众信息分析统计子系统包括基础信息控制平台软件、基础信息服务管理软件及数据库管理软件。具体功能描述如下:

### 4.1 基础信息控制平台软件

基础信息控制平台软件运行在监控管理终端设备,具备以下功能:

1) 监控显示各子系统实时推送数据:

监控自动化票务子系统实时数据:票箱余票、在馆人数、换票观众信息、实时客流量统计等;

监控个性化导览子系统实时数据:智能终端接入数量、观众位置信息、热门查询信息、区域人流密度等;

公共信息发布子系统实时数据:信息发布实时监控。

表 2 回放统计内容表

区域	功能分项	数据展示方式		
		数据表	图表	地图显示
露天雨道客流整体统计	每天每时段到场观众总数	√	√	
	每天每时段到场有效顾客总数(按按钮总时长设定)	√	√	
客流量分层统计	每层客流量统计	√	√	√
	每个观众逛了多少层楼的统计	√	√	
	每层停留时间统计	√	√	
各展厅统计	每个展厅观众客流人数统计	√	√	√
	每个观众逛了多少个展厅	√	√	
	每个展厅停留时间	√	√	
	自定义各展厅查询参数	√	√	
观众到访频次统计	每观众某天、每周、每月到馆的频次	√	√	
	每观众某天、每周、每月到某展厅的频次	√	√	
客流密度热图	每个位置点上的观众逗留时长			√
	各层、各展厅、公共区域有效观众平均逗留时长	√	√	√
观众实时位置图	实时监控馆内观众适量与分布	√	√	
	针对某个观众进行首次进馆全程路径跟踪	√	√	
展厅客流排名	根据展厅的客流量进行排名	√	√	
展厅驻留时间排名	根据展厅有效观众的评价驻留时长(排除路过观众)进行排名	√	√	
活跃观众统计	每月多次到馆且每次逛了多个展厅的观众数及比例	√	√	
	某展厅的活跃观众;每月多次到馆且有一定逗留时长的观众	√	√	
新增观众统计	每天、每周、每月、每季度等环比新增观众数	√	√	

2) 具备历史数据回放、检索、导出;

具备信息统计、分析等功能,具体内容如表 2 所示。

3) 异常状态报警:

- (1) 设备异常状态报警;
- (2) 观众求助报警;
- (3) 紧急事件(如火灾、踩踏等)报警。
- 4) 具备远程操控管理:

本系统预留与安防监控室远程控制接口。

5) 设备状态监管:

实时监测所有在线终端设备状态。对已接入信息化管理系统网络的硬件设备进行应用层参数配置。

6) 扩展服务业务:

(1) 布展建议:根据观众游览习惯,针对不同观众受群及不同类型的展览,向管理者提供最优的布展方式及信息展示方式,并提供最优建议依据。

(2) 清场管理:闭馆清场时,系统将统计入馆和出馆观众数量,发现未回收的票卡时,系统自动报警提示。

(3) 客流管控:根据馆内现有人员数量及最大接待能力,控制售票售票环节减少入馆人数。

#### 4.2 基础信息服务管理软件

- 1) 硬件服务器管理
- 2) 基础信息服务应用
  - (1) 平台软件控制管理;
  - (2) 数据库管理;
  - (3) 安全管理。

#### 4.3 数据库管理软件

数据库管理软件用于建立、使用和维护本案各子系统

数据库系统,以便于对整个系统的数据库统一管理和控制。根据使用功能分类,数控库管理软件可分为 7 部分组成,包括:

- 1) 数据定义;
- 2) 数据操作;
- 3) 数据库运行管理;
- 4) 数据组织、存储与管理;
- 5) 数据库保护;
- 6) 数据库维护;
- 7) 通信。

#### 5 结束语

通过设计基于无线通信的高精度室内人员定位系统,能够为博物馆管理、观众服务带来质的提升,目前已应用于多个博物馆信息化建设中。相比于传统室内定位应用,本文所述的系统还具有如下特点:

1) 采用移动终端互联技术,提升馆内参观观众的高品质服务体验;

在本系统用,观众通过智能导览终端、个人移动电话等设备接入馆内无线网络系统,实现对用户的无缝数据漫游,无需专用定位终端,无需重复登录认证,为观众随时随地提供所需的位置信息查询、展品信息检索、室内地图导航、互动等,提高了博物馆科学化运营的效率,同时提升馆内观众高品质的服务体验。

2) 采用大数据和云计算技术,实现对观众信息行为、展品信息进行深度挖掘、分析。