

基于 Android 的 GIS 县域遥感监测系统

朱行辉¹, 刘 剋², 王玉静², 郭 畅²

(1. 河北工业大学 电子信息工程学院, 天津 300400;

2. 河北省航天遥感信息处理与应用协同创新中心, 河北 廊坊 065000)

摘 要:为满足县域遥感监测对智能化、信息化的需求,以河北省廊坊市为研究区,采用 C/S 架构,建立基于 Android 的 GIS 县域遥感监测系统。系统主要包括注册登录、地图服务、专题信息查询和统计分析等四大功能模块。注册登录模块采用 SQLite 数据库开发,用户权限依行政区划等级配置;地图服务模块使用 ArcGIS Runtime SDK for Android 工具包实现,具有地图展示、图层添加、实时定位、地图截图、坐标转换、空间量测等功能;专题信息查询模块通过 ArcGIS Server 发布的服务获取数据并添加 OperationLayers 业务图层实现,能够查询和显示专题信息的空间分布状况;统计分析模块使用 MPAndroidChart 开源图表库实现,具备县域遥感资源监测信息查询、统计分析、可视化图表构建和动态显示功能。系统可为农业、林业和环保等相关部门提供技术和辅助决策支持。

关键词: Android; 县域遥感; 移动 GIS; ArcGIS Runtime SDK

中图分类号: TP302

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2020)03-0162-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2020.03.031

Remote Sensing Monitoring System of GIS County Area Based on Android

ZHU Hang-hui¹, LIU Ke², WANG Yu-jing², GUO Chang²

(1. School of Electronics and Information Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300400, China;

2. Hebei Space Remote Sensing Information Processing and Application of Cooperative Innovation Center,
Langfang 065000, China)

Abstract: In order to satisfy the needs of informatization, digitalization and intellectualization of county remote sensing monitoring, Langfang city, Hebei province is taken as the research area and C/S architecture is adopted to establish a GIS county remote sensing monitoring system based on Android, which consists of four function modules, registered login, map service, thematic information query and statistical analysis. The registered login module is developed by SQLite database, and users' rights are allocated according to administrative divisions. The map service module is implemented by using the ArcGIS Runtime SDK for Android development kit, which can realize the function of map zoom in and out, adding layers, real-time positioning, map screenshots, coordinate transformation and spatial measurement. The thematic information query module obtains data through the service published by ArcGIS Server and adds the OperationLayers business layer implementation, which can query and display the spatial distribution of the thematic information. The statistical analysis module is implemented by MPAndroidChart chart library, which has the function of county remote sensing resource monitoring information query, statistical analysis, creating visual Charts and dynamic display. The system can provide decision and technical support for relevant departments such as agriculture department, forestry department and environment protecting department.

Key words: Android; county remote sensing; mobile GIS; ArcGIS Runtime SDK

0 引言

近年来,在“互联网+”的新形态下,智能移动终端和移动 GIS 的飞速发展,为地理信息的移动应用提供

了新的机遇。移动地理信息系统(mobile geographic information system, mobile GIS),以移动互联网为支撑,依赖于具有移动数据处理能力的移动终端,具有移

收稿日期: 2019-04-26

修回日期: 2019-08-27

网络出版时间: 2019-12-05

基金项目: 国家高分辨率对地观测系统重大专项省(自治区)域产业化应用项目(67-Y40 G09-9002-15/18);河北省科技计划项目(17210312D)

作者简介: 朱行辉(1992-),男,硕士研究生,研究方向为计算机科学与技术;刘 剋,博士,通讯作者,研究方向为环境遥感、GIS 设计与实现。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20191205.1146.062.html>

动空间定位、空间位置信息的可视化、数据加载与输出等特点^[1-4],同时随着智能终端的性能优化,为移动 GIS 的程序应用提供了多样化的终端设备,使之逐步成为继桌面 GIS 和 WebGIS 之后一个新的信息技术热点^[5]。为满足移动 GIS 各个领域的需求,北京超图公司推出了 SurperMap iMobile for Android,Esri 推出了 ArcGIS Runtime SDK for Android 等开发包,使 Android 成为具有地图浏览、空间分析、离线编辑、要素编辑、地理编码、定位导航等功能的应用程序,目前已广泛应用于园区管理、信息采集、管线管理等各个领域。如牛颖超等人基于 Android 智能终端结合 ArcGIS for Android 技术研发了具有地图浏览、空间分析等功能的现代农业产业园区管理系统^[6];张海瑞等人基于 ArcGIS for Android 和移动 GIS 技术开发了具有离线编辑、定位导航等功能的野外实习数据采集与导航系统^[7];钟广锐等人利用 ArcGIS For Android,结合智能手机技术构建具有地理编码、要素编辑等功能的城市地下管线的移动巡查系统^[8]。

传统的县域遥感监测,需要借助多源、多分辨率、多波段的遥感影像,采用纸笔方式记录专题信息数据,使用大量的人力物力对数据整理分析,不仅处理流程繁琐,数据获取的时效性和精准性均无法保证。随着技术的发展,县域遥感监测开始趋于智能化、信息化。采用基于 Android 开发的便携式移动终端,能够精准、快捷地获取和统计分析资源数据^[9]。因此本系统将 Android 移动终端技术、移动 GIS 技术及卫星定位技术融合在一起,设计一套完整的县域遥感监测技术流程,以河北省廊坊市为研究区域,旨在实现农业、林业和环保等行业领域便利的资源监测和统计分析,基于 Android 开发了移动端的县域监测系统,集地图服务、专题信息查询以及数据统计分析等功能于一体,辅助

相关工作人员对县域的资源管理提供更为科学的决策依据,同时提高相关部门工作效率和质量。

1 系统架构及功能

1.1 系统开发环境

县域遥感监测系统的开发环境是由 Android Studio3.1、Java Development Kit1.8.0(JDK)、Software Development Kit 28.0.2 (Android SDK) 以及 ArcGIS Runtime SDK for Android100.2 构建。Android Studio 基于 IntelliJ IDEA,提供了集成的 Android 开发工具用于应用程序的开发和调试^[10-11]。JDK 是 Java 语言的软件开发工具包,为 Java 提供了运行环境(JVM+Java 系统类库),是 Java 软件开发的核心;Android SDK 是 Android 软件开发工具包,Android 具有完全开放性,为开发者提供了一个更大的自由平台^[12-14];ArcGIS Runtime SDK for Android 开发工具包主要用于地图应用的开发,便于开发者使用 Java 开发地图应用并部署于 Android 移动终端之上^[15]。

1.2 系统架构

以县域遥感监测为目标设计移动应用系统集成架构,依照 Android 开发的设计思想,主要由展示层、业务层、数据层与应用层构成。展示层提供人机交互界面,显示和接收输入的遥感信息,并为操作人员提供信息展示平台;业务层是县域遥感监测系统的核心层,主要负责业务逻辑的处理以及展示层与数据层的数据的传递和逻辑处理;数据层主要是对数据库的操作层,负责空间数据、属性数据的读写和数据存储逻辑规则,所读取的数据库包括用户信息数据库、县域遥感专题影像库、县域遥感属性信息库;应用层主要包括用户管理系统、专题信息查询系统和统计分析系统等。系统架构如图 1 所示。

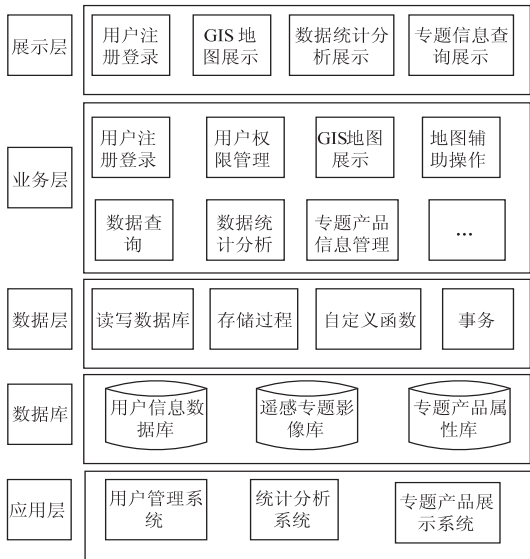


图 1 基于 Android 的 GIS 县域遥感监测系统架构

1.3 系统功能设计

系统包括用户管理、地图服务、统计分析、专题信息查询统计等四大功能模块。用户管理模块主要实现用户的注册登录和用户权限的管理等功能,并将用户信息存储于 Android 内置的 SQLite 数据库;地图服务模块运用 ArcGIS Runtime SDK for Android 开发工具包,最终实现地图展示和一系列地图实用操作等功能,

地图操作包括地图的放大缩小、坐标转换、实时定位、地图截图、空间量测等功能;在统计分析模块中,通过绘制统计图、统计表对廊坊市县域中的玉米、小麦、林地等历年感兴趣的县域专题资源数据进行可视化分析。专题信息查询通过 ArcGIS Server 发布的服务获取数据并添加业务图层,最终得到资源信息空间分布状况。系统功能图如 2 所示。

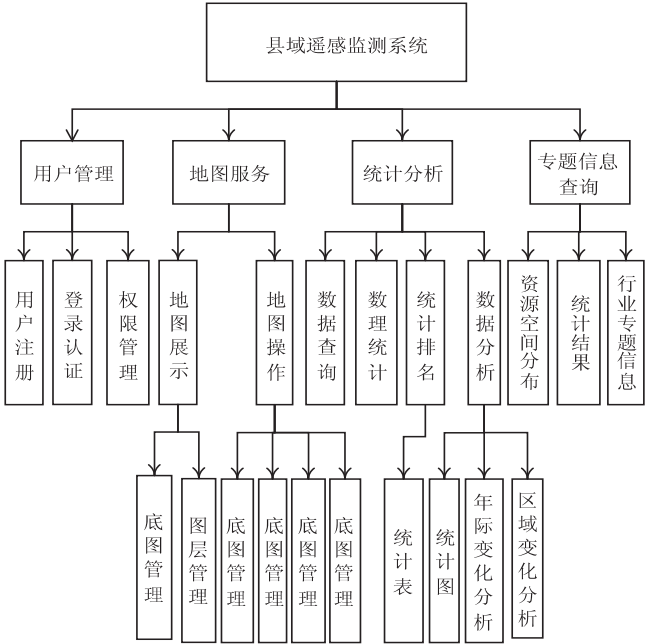


图 2 系统功能

2 主要技术

2.1 ArcGIS Runtime SDK for Android

ArcGIS Runtime Sdks 是一个轻量级并且可以跨平台开发的工具包,它不仅包含 WPF、QT 等能开发桌面程序(C/S 程序)的 SDK,还包含 Android、Windows Phone、IOS 等可开发移动终端的 SDK^[16]; ArcGIS Runtime SDK for Android 是一种适用于 Android 系统的开发工具,可以使用户通过 Java 语言开发移动 GIS 应用程序,完成系统中地图服务模块。以下为 ArcGIS for Android 地图显示的关键代码:

```
Basemap basemap=Basemap.createStreets();
ArcGISMap map=new ArcGISMap(basemap);
mMapView.setMap(map);
```

2.2 Android 位置服务

定位模块采用 ArcGIS Runtime SDK for Android 提供的接口调用移动终端内置的定位系统,通过 LocationDisplay 类实现当前位置所在显示地图中的展示。使用 LocationDisplay 定位之前必须在 Android 平台为应用程序分别授予 INTERNET、ACCESS_COARSE_LOCATION、ACCESS_FINE_LOCATION 权限,实例化一个 LocationDisplay 对象,采用 setAutoPanMode 方法

设置定位模式,并调用 startAsync 函数开始接收位置信息并在地图界面显示。下面为定位模块的核心代码:

```
locationDisplay=mMapView.getLocationDisplay();
locationDisplay.setAutoPanMode(LocationDisplay.AutoPanMode.RECENTER);
locationDisplay.startAsync();
```

2.3 Android 端与服务器的通信

Android 移动端和服务器数据交互主要采用 Http 通信方式,目前 Android 提供的通信方式有两种:HttpURLConnection 和 HttpClient。其中 HttpURLConnection 一般用于收发流式数据,而 HttpClient 对 Http 通信的封装更为全面,因此本系统在子线程中使用 HttpClient 的通信方式与服务端进行通信。服务器端的 Web 架构采用 ASP.NET 技术搭建,用于接收移动端的 get 或 post 请求。在业务逻辑处理模块,根据移动端的请求,利用 ADO.NET 提供的接口获取数据库中所需求的数据,数据传输格式采用轻量级 Json 格式,相对于传统的 XML 文档的数据传输方式更加高效、便捷,最终将数据传递至移动端并显示在 Android 终端上。以下为 get 方式请求的关键代码:

```
HttpResponse httpResponse = httpClient.execute(httpGet);
```

3 系统功能实现

3.1 地图服务

地图服务主要包括地图展示和地图操作两部分。地图展示模块利用 ArcGIS Runtime SDK for Android 开发工具包及其所提供的地图对象 (MapView) 作为展示地图的容器,实例化 ArcGISMap,加载 Basemap 底图,添加 OperationLayers 图层,最终完成地图展示功能。地图操作模块主要包括地图的平移、放大缩小、空间量测、地图截图、定位服务、坐标变换等功能。管理人员可以手动选择地图上的目标区域进行操作,平移挪动至目标位置,通过放大缩小功能将地图改变为用户最佳视角。为使管理人员能够在查阅的同时保存用户操作记录,添加了地图截图功能,将截图记录保存至手机本地目录。空间量测功能通过创建 Polygon 对象记录所需测量区域的边缘坐标并画出多边形区域显示在地图界面,调用 calculateLength2D () 和 calculateArea2D () 分别计算周长和面积,实时定位模块利用 Android 移动设备的 GPS 模块获取当前位置经纬度信息,采用 LocationDisplay. getLocation () 函数得到位置的坐标系为 WGS84,然后使用坐标转换将 WGS84 坐标系转变为当前底图的坐标系,最终实现定位。底图管理根据用户需求选取不同类型底图,主要有卫星影像图、交通图等。功能实现如图 3 所示。



图3 功能实现(1)

3.2 专题信息查询

在专题信息查阅模块,用户通过区位(空间)、年份(时间)作为筛选条件,可实现目标县域资源信息空间分布查询、数据统计等功能。此模块主要通过借助 ArcGIS Runtime SDK for Android 工具包,获取 ArcGIS Server 发布的服务数据,添加 OperationLayers 业务图层,最终将所请求的专题产品空间分布状况显示于移

动终端。以 2018 年廊坊市安次区林地为例,功能实现如图 4 所示。

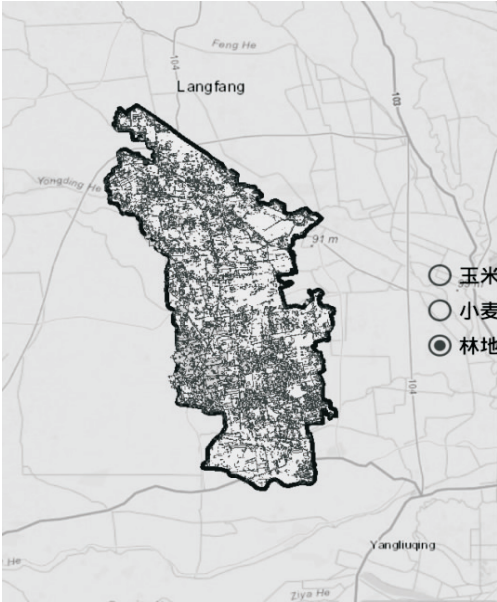


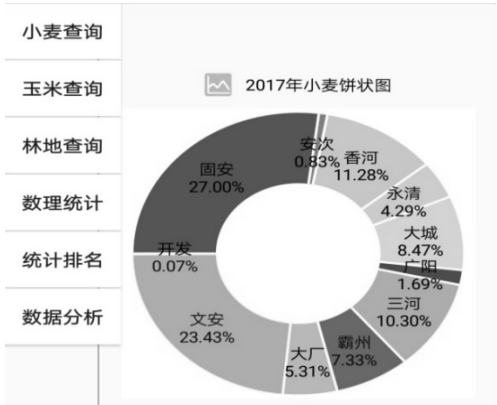
图4 功能实现(2)

以下为专题信息分布查询模块功能实现的关键代码:

```
ArcGISMapImageLayer map = new ArcGISMapImageLayer (url1);
bs_map.getOperationalLayers().add(map);
MapView.setMap(bs_map);
```

3.3 统计分析

统计分析模块主要实现了数据查询、数理统计、数据分析、统计排名四部分功能。数据查询分析模块通过使用多种类型统计表,直观且形象地将县域的农业、林业、环保等监测数据展示于界面,统计图的实现技术为 MPAndroidChart 开源图表库,统计表类型有:柱状



对应表格数据:

固安: 215.806km2	文安: 187.296km2	香河: 90.153km2
三河: 82.361km2	大城: 67.667km2	霸州: 58.608km2
大厂: 42.415km2	永清: 34.326km2	广阳: 13.515km2
安次: 6.671km2	开发: 0.527km2	廊坊总: 799.345km2

图5 功能实现(3)

图、折线图、饼状图、年际变化分析、区域变化分析等;统计排名采用绘制统计表的方式,有条理性地展示地理空间对象和县域专题产品数据之间的关联,统计表的实现采用 ListView 控件;数理统计分析主要计算选定县域的专题产品数据的总和、均值及其变化分析并绘制其统计图,使变化趋势更为数字化、可视化。以 2018 年廊坊市小麦为示例,功能实现如图 5 所示。

4 结束语

本系统基于 Android 智能终端,以 Android Studio 为研究平台,通过 ArcGIS Runtime for Android、Http 通信、GPS 等技术的结合开发。针对县域遥感监测需求,具有地图服务、县域专题空间信息查询、数据统计分析、定位服务、空间量测等功能。系统能够将遥感监测信息进行有效的统计分析,在河北省廊坊市的农业、林业和环保等部门得到了很好的应用,能为县域遥感监测管理人员提供便利的、及时的时空资源监测信息,为相关管理人员提供可靠的参考依据和技术支持。

目前主要立足于资源信息数据的查询展示以及统计分析等基础功能,后续将加大对专题信息的数据分析和深度挖掘,并对系统功能进行移植和拓展,从当前研究的廊坊市县域向其他省市或者向更低一级的乡镇级别推进示范。

参考文献:

- [1] 张康聪.地理信息系统导论[M].陈健飞,译.第3版.北京:清华大学出版社,2009:15.
- [2] TOMLINSON R F. Geographic information systems: the new frontier[J]. The Operational Geographer, 2004(5):31-35.
- [3] MIN L. Development of geographic information system[J]. Geography and Territorial Research, 2002(4):62-68.

- [4] CUI X, YAN T, ZHU D, et al. Applying a GIS-based model to collect information on agricultural land-use change in Beijing[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2007, 50(5):1073-1081.
- [5] 张意中,游彬,闫伟.基于 Android 的移动 GIS 系统的应用与实现[J].物联网技术,2015,5(11):70-73.
- [6] 牛颖超,周忠发,王小宇,等.基于移动 GIS 的现代农业产业园区管理系统研制[J].上海农业学报,2018,34(2):150-155.
- [7] 张海瑞,吴学饶,兰小机.基于 ArcGIS for Android 野外实习数据采集与导航系统的实现[J].测绘工程,2015,24(3):36-39.
- [8] 钟广锐.移动 GIS 地下管线巡查管理系统设计与实现[J].地理空间信息,2018,16(7):69-71.
- [9] BIUK-AGHAI R P. A mobile GIS application to heavily resource-constrained devices[J]. Geo-spatial Information Science, 2004, 7(1):50-57.
- [10] 郑申茂.基于 JavaEE 和 Android 的农业信息服务平台设计与开发[D].武汉:华中师范大学,2014.
- [11] 臧贺藏,张杰,李国强,等.基于 Android 平台的智慧农田远程监控系统开发[J].河南农业科学,2016,45(6):153-156.
- [12] 尚明华,秦磊磊,王风云,等.基于 Android 智能手机的小麦生产风险信息采集系统[J].农业工程学报,2011,27(5):178-182.
- [13] 赵九洲.基于 Android 的灌区管理信息系统研究[D].郑州:郑州大学,2012.
- [14] 张俊杰,张海燕,罗锐.基于 Android 平台的移动 GIS 研究与实现[J].计算机工程与设计,2013,34(9):3322-3326.
- [15] 康晓洁,张蕙杰,龚谨,等.基于 GIS 的食用豆信息系统的设计与实现[J].江苏农业学报,2013,29(3):669-675.
- [16] 陈旭帅,范冲.基于移动 GIS 的农户调查系统设计与实现[J].测绘与空间地理信息,2018,41(4):177-180.