

基于 Hybrid 模式精细化移动气象服务系统的设计与实现

任广治^{1,2} 宋萍^{1,2} 徐彩艳^{1,2} 朱学伟^{1,2} 杨秋彦^{1,2} 张孝峰³

(1 山东省气象防灾减灾重点实验室, 济南 250031; 2 山东省气象服务中心, 济南 250031;

3 山东省烟台市气象局, 烟台 264003)

摘要 近年来移动气象服务需求快速增长,而气象信息的辅助决策功能在现代气象服务体系中的作用越发凸显,如何快速建立一个性能可靠、易于扩展、自主可控的移动气象服务系统成为当前各级气象部门重点关注内容之一。本文介绍了基于 Hybrid 模式构建精细化移动气象服务系统的总体设计,并通过 Hybrid、插件化开发、MVC 框架、HTML5 融合等关键技术实现了气象信息在移动端的展示交互,体现了 Hybrid 开发模式在功能复用性高、迭代升级方便等方面的技术优势。经过近 5 年的持续迭代升级,目前系统产品已经广泛应用在山东省各级气象部门、政府决策部门以及重点服务行业中,在气象服务社会防灾减灾过程中发挥出重要作用。

关键词 Hybrid 模式;气象服务;移动终端;API

中图分类号: P409 **DOI:** 10.19517/j.1671-6345.20210340 **文献标识码:** A

引言

新时代气象服务工作面临巨大转型,气象服务高质量发展的核心是构建智慧精细、开放融合、普惠共享的现代气象服务体系^[1],当前气象服务工作还存在一定的短板:①系统开发成本高,核心技术不掌握,各级气象部门存在重复建设现象;②服务精细化程度不够,各类气象数据资源没有得到深度的挖掘应用,行业融合度低;③省级公共气象服务数据处理、指导基层气象部门开展气象服务的智慧化手段相对缺乏。传统以电视、报纸、网站、传真、邮件等气象服务方式越来越难以适应公众、行业、决策用户精细化、个性化的服务需求,同时单纯的气象信息服务也难以适应防灾减灾综合决策的需求,单向推送的气象信息难以适应互动智能的服务需求,低水平重复的服务模式也阻碍了气象服务现代化、集约化发展,提升气象服务数字化、智能化是发展必由之路。

移动办公随着物联网、5G^[2]等新技术的广泛应用,必将进入加速发展的新阶段,不仅气象部门需要移动办公辅助决策,各级政府、行业用户也对移动办公获取气象信息提出了更高的要求,而气象服务高

质量发展更是离不开移动互联网的应用。移动气象服务系统近年来发展快速,有的是依托第三方平台,比如喻迎春实现了采用 Web 框架基于微信平台^[3]的气象灾害预警信息精准智能推送,徐碧裕等为了满足专业气象用户对专业化、精细化、个性化的服务需求,借助微信企业号、新浪云服务器搭建了专业气象跨平台发布系统^[4],而更多的移动气象服务系统采用 Native App 框架^[5],典型的产品如“墨迹天气”、“天气通”等,虽然功能强大,但开发成本、运维压力都很大。胡争光等依托国家气象中心数据资源开发设计了决策气象服务移动平台^[6]在国省两级应用,陈钻等发明的《移动决策气象服务系统》也使用 Native App 框架,该专利实现了多个移动终端设备接入的气象服务平台,但该专利拓展灵活性不足,功能一旦进行调整,用户必须进行系统重新安装升级,另外该系统只包含国家级服务,省市县三级不能单独管理及显示。

目前,移动服务系统框架有 Native、Web、Hybrid 3 种主流模式,它们的主要技术特性如表 1 所示。

<http://www.qxkj.net.cn> 气象科技

国家自然科学基金项目(41775044,41675046)、山东省气象局重点科研课题(2019SDQXZ06)资助

作者简介:任广治,男,1978 年生,硕士,高级工程师,主要从事气象信息开发与应用服务工作,Email:sdqxj@aliyun.com

收稿日期:2021 年 7 月 30 日;定稿日期:2022 年 3 月 8 日

表 1 3 种移动服务系统框架特性对比

技术特性	Native 模式	Web 模式	Hybrid 模式
主要特点	系统原生程序,依托于安卓或苹果操作系统	以 HTML5 为主,依托操作系统中的浏览器应用	集原生程序和 HTHML5 程序的特点于一体
主要优点	可访问移动设备所有功能,速度快、用户体验好	跨平台性能好	可访问设备功能,复用性高,迭代升级方便
主要缺点	开发成本、维护成本高,代码移植性差,升级用户体验差	用户体验差,移动设备功能访问受限	加载页面稍慢
开发语言	以 Java 或 Objective-C 为主	HTML5 为主	HTML5 为主,Java 或 Objective-C 为辅
升级下载	每次升级需要单独下载	静默升级	静默升级为主,大级别的改动需要下载
开发成本	高	低	较低
适合应用	游戏、管理应用、物联网等互动性强且不需要经常更新的应用	新闻、金融、电子商务等经常更新内容的轻量化应用	以产品展示为主,需要一定的交互性、内容更新频繁的应用

气象信息本身具有数据种类多、数据量大、更新频率快的特点^[7],伴随气象现代化的不断深入,利用云计算、“互联网+”等现代信息技术手段研发的精细化格点预报和实况产品不断迭代升级并应用于桌面与移动端。这就要求移动气象服务系统必须具备功能模块快速更新和跨平台应用的能力,同时要减少用户因升级造成的反复安装。本系统坚持开放式创新理念^[8],结合气象部门技术、人才、成本实际,综合比较 3 种移动服务系统框架的技术特性,认为 Hybrid 模式^[9]兼具了 Native 模式良好用户体验的优势,也兼具了 Web 模式的跨平台开发低成本的优势,基于该框架模式完全自主设计实现了集约省内气象服务资源,为有特定需求的气象部门、行业用户、党政机关设计打造的定制化、便捷式、更新灵活的精细化移动气象服务系统。

1 总体设计

移动气象服务系统采用前后端分离策略设计,后端主要负责数据梳理、存储、调用以及产品支撑等功能,前端主要负责客户端展示和交互。前后端开发互不影响,有效保证今后迭代升级的便利性。

1.1 后端设计

移动气象服务系统的后端采用半封闭/半开放架构^[10]设计,从逻辑结构上看,自下向上可分为:数据资源层、数据存储层、接口调用层、产品支撑层、业务应用层 5 个层次,系统监控及管理模块则负责对整个系统日常运行进行管理。各层次之间松散耦合,逻辑清晰,通过有效的层级结构的划分可以全面

展现后端系统的设计思路,如图 1 所示:

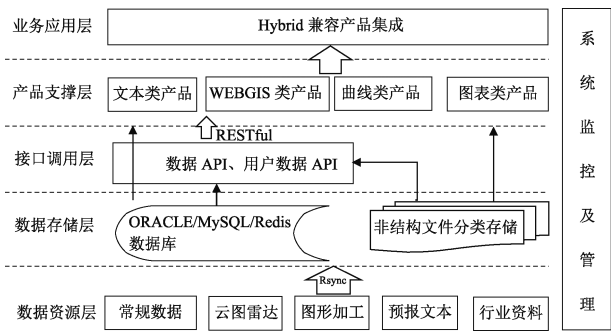


图 1 后端系统整体架构图

数据资源层:主要任务是对多源气象数据和行业资料进行采集、汇总和解码处理等,实现不同来源结构化与非结构化的气象数据有机集成、科学管理和有序共享,将气象观测数据、智能网格预报数据、雷达矢量拼图数据、云图产品、文本预报产品和行业资料等进行采集交汇,再对数据进行加工处理、质量控制后通过 Rsync 技术^[11]自动同步至数据存储层。

数据存储层:主要任务是建立数据存储环境,根据不同数据设计数据库表结构和作业任务,将气象实况、预报产品等数据存入数据库,对文本、图片等非结构化数据设计数据的分类存储机制,同时负责设计数据处理调度机制,自动完成数据的入库或文件分类存储工作。

接口调用层:主要任务是生成数据 API^[12]用于前端获取数据,打造数据中台^[13],作为承上启下的重要环节,负责设计对接下层数据库,开发管理数据 API、用户数据 API,同时负责为产品支撑层通过

RESTful 的调用模式^[14]提供以 JSON 格式^[15]为主的数据。

产品支撑层:主要任务是打造“服务产品超市”,通过调用下层数据 API,将获取的数据包装加工,嵌入到 WebGIS^[16]、曲线、图表或文字中,对于个别不适合开发数据 API 的产品,也可以通过产品支撑层直接获取数据存储层的数据。

业务应用层:主要任务是开发设计基于 Hybrid 模式的产品集成,为前端产品封装提供运行环境和技术支撑。

1.2 前端设计

移动气象服务系统围绕不同用户群的差异化需求,充分发挥 Hybrid 模式开发优势,重点在前端实现了多客户端自由适配、海量数据可视化嵌入应用。

1.2.1 多客户端自由适配

移动气象服务系统最大的特点是用户终端的种类繁多,对每种品牌、每种型号的设备单独开发独立的服务产品效果最好,但却不符合气象部门实际。而针对不同用户、不同移动终端的服务需求,以系统浏览器组件为基础,封装少量不同客户端系统环境,实现在多个客户端的自由适配无疑是最佳选择。Hybrid 模式嵌入的前端产品,全部采用基于 B/S 架构设计的具备 RESTful 风格的 HTML5 模块化产品,模块化产品可跨平台高度复用,不仅适用于 PC、APP、PAD,还可应用于网站、大屏幕、微信等新媒体中。

1.2.2 海量数据可视化嵌入应用

海量气象数据是气象服务宝贵的资源,而通过嵌入式 Web 将气象数据可视化展示,是移动气象服务系统重要开发目的。由于气象数据形式多样,为方便用户直观便捷地获取气象信息,同时减轻数据交互带来的响应延时,需要对每一种服务产品做针对性的可视化设计,最大程度上通过嵌入操作系统组件发挥终端设备展示性能。

1.3 数据接口设计

Hybrid 模式框架的前端数据可视化应用主要是通过同步或异步调用后端数据产品实现的。为提高数据利用率和便捷性,分类设计开发了个性化的数据 API 程序,如图 2 所示,并设计有效的授权机制,用来鉴别用户访问 API 的权限。

1.4 用户管理控制

Hybrid 模式的终端产品针对不同用户群的靶

- 一、地面资料
- 1、按时间检索地面要素
- 2、按时间段检索地面要素
- 3、统计某一时段内的单站最高或最低气温
- 4、统计某一时段内的单站最大风速和极大风速
- 5、统计某一时段内区域降水量
- 6、按时间检索过去 1、3、6、12、24 小时降水量
- 二、卫星云图资料
- 7、按时间检索
- 三、雷达资料
- 8、按时间段和站点代号检索
- 9、雷达拼图按指定经纬度、距离和回波强度检索
- 10、雷达拼图按经纬度范围、回波强度检索
- 11、雷达拼图按时间检索
- 四、精细化预报
- 12、逐 1 小时精细化预报
- 13、逐 3 小时精细化预报
- 五、天气指数
- 14、按站号、指数类型检索
- 六、闪电资料
- 15、闪电强度
- 七、空气质量
- 16、按时间检索污染物等级示意图 URL
- 17、按时间检索污染物监测数据
- 八、预警信号
- 18、按市、县检索
- 九、常规预报产品
- 19、按站号、类型检索
- 十、城镇报产品
- 20、按站号检索 7 天滚动预报
- 十一、气候产品
- 21、按参数检索气候产品
- 十二、未来 15 天天气要素预报
- 22、检索所有站点最新预报数据
- 23、检索指定站点最新预报数据
- 十三、格点预报
- 24、检索 5 公里格点预报要素场
- 25、检索 5 公里格点预报 micaps 格式文件 URL
- 26、5 公里格点预报单点要素双线性插值时间序列
- 十四、阈值查询
- 27、显示到县级的极大风速超过某一阈值的站点及风向风速
- 28、显示全省大监站观测的 10 分钟平均风超过某一阈值的站点及风向风速

图 2 山东移动气象服务系统 API 数据产品目录

向气象服务也是系统设计考虑重点,需要根据不同用户设置不同群组,不同群组有不同的产品服务界面,体现气象服务个性化。用户使用移动气象服务系统采取“先管理员授权,后用户注册”的方式进行,用户登陆 Hybrid 模式的前端产品,利用系统脚本程序对调用的用户 API 数据进行鉴权,流程如图 3。

2 关键技术

2.1 Hybrid 技术

移动气象服务系统是一种面向特定用户的工具类应用系统,系统是以需求为导向,基于 Hybrid 模式来设计总体结构的,见图 4。

Native 封装主要功能是定义终端操作系统应用程序与网页之间的接口,将 Web 嵌入到终端应用

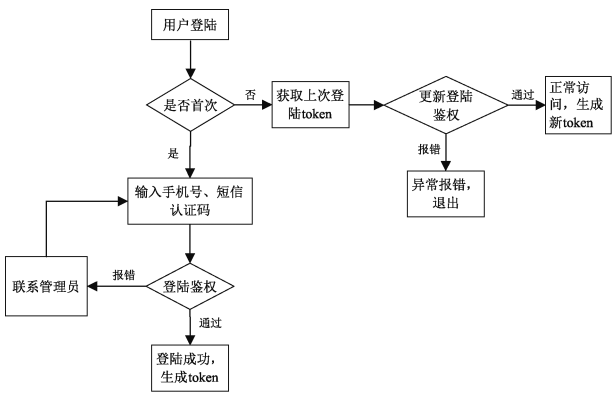


图 3 终端用户访问流程

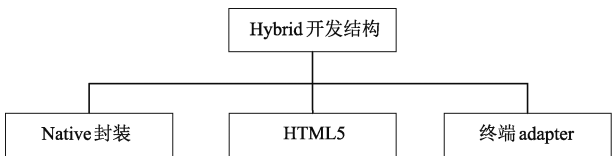


图 4 Hybrid 模式构建服务系统结构

程序中。

HTML5 主要功能是基于 Web 的页面展示,包括与前端交互的 Javascript 脚本调用。

终端 adapter 主要功能是根据不同终端进行适配,比如 Android、iOS。

Hybrid 模式的主要业务逻辑,如图 5 所示:

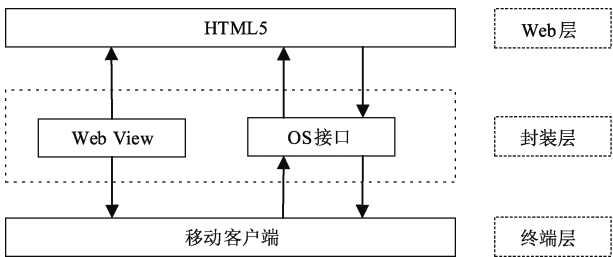


图 5 Hybrid 模式主要业务逻辑

封装层中的 Web View 模块是整个 Hybrid 模式框架的核心和基础,它主要用来实现对 Web 层 HTML5 页面的加载和处理。封装层中的 OS 接口则是实现终端层与 Web 层需要获取操作系统接口中具体方法的交互功能。封装层只对相对固定和必要的模块,比如界面控制、用户定位、产品升级、数据存储等内容则采用 Native 原生代码编写,如图 6 所示,并且保证在较长时间内不会升级改动,开发者可将大部分的精力用于根据用户需求设计基于 HTML5+Javascript+CSS 的前端页面开发。

```
webView=findViewById(R.id.webview);
webView.getSettings().setJavaScriptEnabled(true);
webView.getSettings().setBuiltInZoomControls(true);
webView.getSettings().setLoadWithOverviewMode(true);
webView.getSettings().setDomStorageEnabled(true);
webView.getSettings().setAppCacheEnabled(true);
webView.getSettings().setDatabaseEnabled(true);
webView.getSettings().setGeolocationEnabled(true);
webView.getSettings().setUseWideViewPort(true);
webView.getSettings().setCacheMode(WebSettings.LOAD_DEFAULT);

webView.addJavaScriptInterface(new Object() {
    public void user_position() {
        // ...
    }
}, "user_position");
```

图 6 加载 Web View 模块部分 Java 代码
(以 Android 系统为例)

2.2 插件化开发技术

移动气象服务系统是一个集成、动态、复杂的应用系统,为了提高模块复用率,便捷扩展新功能,我们采用基于插件技术模块化进行系统建设,可以显著地缩短系统的开发周期,提高系统开发效率和复用程度。在开发过程中,使用 RESTful 风格的 WebAPI 规范,建立标准化的气象服务数据 API 接口,极大提升了系统的扩展性和可用性;将系统功能划分为多个独立功能单元,在保证整体功能完整的情况下,实现了功能的分别研发和阶段部署。

2.3 MVC 技术

移动气象服务系统后台用户管理模块采用 B/S 结构,基于 MVC 框架^[17]开发设计,省级部署,省、市两级管理使用。经过筛选,开发选择 CI^[18]开源工具包,它能很好地将逻辑层和表示层分离,非常适合做后台用户管理,如图 7 所示。通过模型设计数据结构,实现对用户信息数据库进行增、删、改、查的方法;通过视图展现用户信息,一个视图通常就是一个用户信息的管理页面;通过控制器实现模型、视图的联系中介和参数传递,并生成网页。

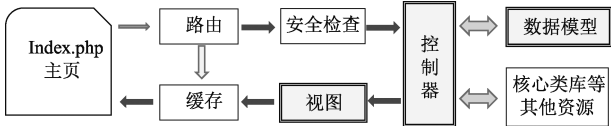


图 7 用户管理模块架构

2.4 HTML5 融合技术

移动气象服务系统前端服务产品充分利用 HTML5 的技术优势,尤其是 HTML5 增加了新的图形图像显示特性,基于 Canvas 技术^[19],终端浏览器能够直接绘制矢量图形,能够获得更高的效率,最终实现色斑图和风场的终端绘制;将 HTML5 与 WebGIS、LBS^[20-21]技术结合,可以实现基于位置的

服务,尤其适合雷达拼图、降水、风场实况产品的展示;结合利用 Bootstrap 框架技术^[22]实现了响应式设计,前端页面根据终端设备的不同自动响应展示尺寸,减轻重复开发的负担。

3 应用效果

山东省气象部门基于 Hybrid 模式开发的精细化移动气象服务系统,自 2016 年 6 月上线以来已经进行了多次迭代升级,其中完全自主设计开发的“齐鲁风云”APP 系列产品目前已经升级到第 3 版,如图 8 所示,目前授权用户 4200 余人,日活跃用户在 1000 人左右。该 APP 充分发挥 Hybrid 模式的特点,各版块可实现自由定制和组合,便于不同用户的个性化服务;对气象新产品、新需求可轻松实现功能扩展,通常在静默状态下就可完成服务的升级;系统还可基于 Android 系统环境在智慧大屏、PAD、TV 等设备安装使用。系统开发的基于 HTML5 的 Web 产品页面也可进行 PC 端展示,或嵌入到服务用户自身的系统、平台中进行调用,融合扩展了使用空间。



图 8 “齐鲁风云”APP(业务版 V3.0)服务产品界面

4 总结

精细化移动气象服务系统基于 Hybrid 模式开发面向移动端的气象应用,通过设计实现主要解决制约山东省移动气象服务开发成本高、产品更新不及时、智慧化程度不高等现实问题。在系统开发建设过程中,始终将用户需求场景与气象数据相融合,产品内容和服务方式不断丰富充实,基于“天擎”大

数据云平台,该系统服务模式可在全国气象部门推广应用。下一步,移动服务系统要基于 Hybrid 模式重点在物联网技术开发、鸿蒙 OS 生态应用、专业服务融合嵌入式部署等方面继续提升服务能力。

参考文献

- [1] 叶奕宏,刘钊.第七次全国气象服务工作会在京召开[N].中国气象报,2021-12-17(001).
- [2] 李玉涛,史潇,陈景丽.基于 5G 的气象数据备份传输及监控告警系统的设计与实现[J].气象科技,2021,49(2):297-302.
- [3] 喻迎春,王妍婕,万昕成.基于微信的气象灾害预警信息精准智能推送技术的实现[J].气象科技,2020,48(2):195-199.
- [4] 徐碧裕,叶朗明,徐加民,等.专业气象跨平台发布系统及关键技术实现[J].气象科技,2021,49(2):308-314.
- [5] 班格 C,温霍尔德 J.移动交互设计精髓设计完美的移动用户界面[M].北京:电子工业出版社,2015:22-30.
- [6] 胡争光,薛峰,于连庆.海量气象数据计算处理及可视化在决策气象服务移动平台上的应用[J].气象科技,2020,48(5):615-621.
- [7] 王若瞳,黄向东,张博,等.海量气象数据实时解析与存储系统的设计与实现[J].计算机工程与科学,2015,37(11):2045-2054.
- [8] 可姆尼诺斯 N.智慧城市:智能环境与全方位创新策略[M].北京:机械工业出版社,2015:323-326.
- [9] 贾军营,张大成,高春.Hybrid App 开发框架的实现及性能优化[J].计算机系统应用,2017,26(07):130-136.
- [10] 洛瑞 J.架构之道[M].北京:机械工业出版社,2021:56-57.
- [11] 秦运龙,王迎迎,张冰松,等.省级外网气象大数据服务平台研究与实现[J].气象科技,2020,48(6):823-828.
- [12] Tarkar M, Parker A. APIs and restful APIs [J]. Journal of Trend in Scientific Research and Development, 2018, 2(5):319-322.
- [13] 孙彩萍,王维,何立环,等.大气环境科学综合数据采集共享平台建设及应用研究[J].环境科学研究,2021,34(1):202-212.
- [14] 张志,胡志勇.RESTful 架构在 Web Service 中的应用[J].自动化技术与应用,2018,37(10):33-37.
- [15] 王鹏.WIS 服务监视门户的设计与实现[J].气象科技,2018,46(3):497-502.
- [16] 陈京华,邓莉,王舒,等.国家气象业务内网 WebGIS 数据服务系统设计与应用[J].气象科技,2020,48(4):496-502.
- [17] 栾忠祥.基于 MVC 模式的软件体系开发研究[J].电子技术与软件工程,2020(20):55-57.
- [18] 魏焱,李邈.基于 ExtJS 的 VPN 管理系统的设计与实现[J].通信技术,2017,50(6):1323-1327.
- [19] 彭宁叶子,邓轶,范甲昊,等.基于 HTML5 Canvas 的态势符号标绘系统设计与实现[J].测绘与空间地理信息,2020,43(2):73-75.
- [20] 彭红.基于云计算的 LBS 应用研究[J].软件工程,2016,19(10):27-29.

[21] 贾双成. LBS 核心技术揭秘[M]. 北京:电子工业出版社,2015:2-3.

[22] LaGrone B. 响应式 web 设计:html5 和 css3 实践指南[M]. 北京:机械工业出版社,2014:8-24.

Design and Implementation of Refined Mobile Weather Service System Based on Hybrid Mode

REN Guangzhi^{1,2} SONG Ping^{1,2} XU Caiyan^{1,2} ZHU Xuewei^{1,2}
YANG Qiuyan^{1,2} ZHANG Xiaofeng³

(1 Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Mitigation of Shandong, Jinan 250031;

2 Shandong Meteorological Service Center, Jinan 250031; 3 Yantai Meteorological Bureau, Yantai 264003)

Abstract: In recent years, the demand for mobile meteorological services has grown rapidly, and the auxiliary decision-making function of meteorological information has become more and more prominent in modern meteorological service systems. How to quickly establish a reliable, easy-to-expand, autonomous, and controllable mobile weather service system has become the core concern of meteorological departments at all levels. This paper introduces the overall design of building a refined mobile meteorological service system based on the Hybrid mode and realizes the display and interaction of meteorological information on mobile terminals through Hybrid, component-based development, MVC framework, HTML5 fusion and other key technologies. It embodies the technical advantages of the Hybrid development mode in the aspects of high function reuse and convenient iteration and upgrades. After iteratively upgrading for nearly five years, the system products have been widely applied in the meteorological departments, governments, and key industries at all levels in Shandong Province. It has played an essential role in meteorological services for social disaster prevention, mitigation and relief.

Keywords: hybrid mode; meteorological service; mobile terminal; API