引文格式：钟美,赵思亮,杨永毅,等. 基于“天擎”的重庆雷达资料共享软件设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21(7): 61-64. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2023.07.015

基于“天擎”的重庆雷达资料共享软件设计与实现

钟　美[1]，赵思亮[1]，杨永毅[1]，杜爱军[2]
（1. 重庆市气象信息与技术保障中心，重庆 401147；2. 重庆市巴南区气象局，重庆 401320）

摘　要：针对“天擎·重庆”信息系统架构和数据环境的变化，为消除分布式数据环境中雷达资料重复存储的现象，依托VS2015集成开发工具，采用C/S架构体系设计，通过“天擎”气象数据统一访问接口（MUSIC），利用C#编程语言开发了一款可视化雷达数据共享客户端软件，可自动实时下载重庆新一代多普勒天气雷达资料，便于重庆市气象部门预报员实时掌握天气动态，提高监测强对流灾害性天气的能力，充分发挥气象防灾减灾第一道防线的作用。

关键词：雷达数据；气象大数据云平台；MUSIC
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）07-0061-04

Design and Implementation of Chongqing Radar Data Sharing Software Based on CMADaas

ZHONG Mei[1], ZHAO Siliang[1], YANG Yongyi[1], DU Aijun[2]
(1. Chongqing Meteorological Information and Technology Support Centre, Chongqing 401147, China;
2. Banan Meteorological Service, Chongqing 401320, China)

Abstract: In order to eliminate the phenomenon of repeated storage of radar data in distributed data environment, aiming at the changes of information system architecture and data environment of CMADaas·Qingqing, we relied on VS2015 integrated development tool, used C/S architecture system, and used the C# programming language to develop a visual radar data sharing client software, through CMADaaS unified access interface to meteorological data(MUSIC). In this way, the new generation Doppler weather radar data of Chongqing can be downloaded automatically and in real time, which is convenient for forecasters of Chongqing meteorological department to master the weather dynamics, improve the monitoring ability of severe weather processes in time, and give full play to the first line role of meteorological disaster prevention and reduction.

Key words: radar data, meteorological big data cloud platform, MUSIC

气象大数据云平台“天擎”是中国气象局在全国气象部门统一部署的大数据平台系统。2020年12月“天擎·重庆”正式投入业务试运行[1-3]，实现了数据管理、加工处理、应用服务的高度集约，具备直接支撑应用云化改造的能力[4]。“天擎”建立了分布式关系型数据库、分布式分析型数据库、分布式表格系统、分布式文件系统等技术相结合的可扩展、高可用的数据存储管理系统[1]，提供了结构标准、功能丰富的数据访问服务和应用编程接口，为国、省、地、县各级以及云上应用提供了唯一权威的数据接入服务[5]。目前，重庆市气象信息与技术保障中心（以下简称信息中心）通过FTP服务器文件共享的方式，为全市气象部门预报员提供新一代天气雷达产品数据。雷达数据不仅存储在FTP服务器上，还接入分布式数据环境，因此将重复占用大量存储空间。为适应“天擎·重庆”信息系统架构和数据环境的变化，消除数据冗余，本文依托VS2015集成开发工具，采用C/S架构体系（客户机负责用户的交互任务，服务器负责数据管理），通过“天擎”提供的气象数据统一访问接口（MUSIC），利用C#编程开发了一款能直接从分布式数据环境中实时获取雷达资料的共享客户端软件，以替换原有数据环境下的FTP共享方式，提高了全市气象局预报员获取雷达产品数据的时效性和稳定性，为更好的气象预报服务提供了保障。

1　MUSIC简介

MUSIC是用户从大数据云平台数据环境中获取数据或产品的应用编程接口，采用瘦客户端模式，为国、省、地、县各级应用系统提供唯一权威的数据接

收稿日期：2022-06-06；修回日期：2022-07-14。
项目来源：重庆市气象部门青年基金资助项目（QNJJ-202105）。
第一作者简介：钟美（1989—），硕士，主要研究方向为气象信息技术应用研究，E-mail：1055208211@qq.com。

入服务。MUSIC API支持Windows、Linux、AIX等主流操作系统，常用的开发语言工具包为C#、Java、C/C++、Fortran、PHP、Python等[6-7]。MUSIC提供客户端调用、Web Service、REST服务、脚本调用4种服务方式，其中Web Service、REST服务支持所有平台和语言调用；客户端调用、脚本调用支持Windows 32/64 bit、Linux 32/64 bit、AIX等主流操作系统。不同服务方式对应不同的调用方法[6-7]，详见表1。

表1 MUSIC接口调用方法

服务方式	调用方法ID	调用方法名称	返回数据格式
客户端调用	callAPI_to_array2D	获取二维站点数据	站点资料结构类（RetArray2D）
	callAPI_to_gridArray2D	获取二维格点场数据	格点资料结构类（RetGridArray2D）
	callAPI_to_saveAsFile	获取检索结果并存入文件	文件信息结构类（RetFileInfo）+数据文件
	callAPI_to_downFile	下载服务端文件	文件信息结构类（RetFileInfo）+数据文件
	callAPI_to_fileList	获取文件列表信息	文件信息结构类（RetFileInfo）
	callAPI_to_serializedStr	获取序列化的字符串结果	String（序列化的）
Web Service	callAPI_to_serializedStr	获取序列化的字符串结果	String（序列化的）
	callAPI_to_array	获取二维字符串结果	Array（无描述信息）
REST服务	REST	获取序列化的字符串结果	String（序列化的）
调用脚本	脚本配置	获取文件	文件

MUSIC接口应用接入流程和CIMISS数据服务接口基本一致，主要包括7步骤[8]：①登录大数据云平台网站(http://10.230.90.120:8088/cmadaas/)，申请Web账户和API账户，Web账户与气象政务信息管理系统用户直接对接，若有证书，运行证书工具即可自动登录网站，若无证书，则需申请注册Web账户方可登录网站，在网站[用户空间]—[用户信息]—[MUSIC接口账户申请]栏目下申请一个或多个API账户，经管理员审核后，即可使用[8-9]；②根据应用需求功能，明确所需资料，然后在大数据云平台网站[资源共享]—[数据]栏目中查找资料；③进入[资源共享]—[接口]栏目，查看可调用该资料的接口清单，根据应用需求选择合适的接口，进入接口详细说明页面；④在[用户空间]—[我的资源]—[资源申请]—[数据访问申请]—[数据访问（接口）]栏目下，添加API账户数据访问权限申请资料清单；⑤在[用户空间]—[我的接口]—[接口测试工具]栏目中选择数据类别、数据名称、服务接口，赋值接口参数，在线生成并执行接口URL，展示测试结果并保存文件；⑥进入[服务与支持]—[新手入门]—[接口使用]—[客户端下载]页面，获取最新版本SDK开发包和DEMO工程包；⑦根据应用需求，选择擅长的编程语言，参照网站提供的各种开发文档和操作说明文档进行应用开发。

2 雷达资料传输流程

目前，重庆市已建设重庆、万州、黔江、永川、涪陵5部新一代多普勒天气雷达，即4部SA、SB型的S波段和1部CD型C波段多普勒天气雷达，共生成19类36种产品资料（表2）。

雷达产品资料首先从雷达台站的雷达数据采集系

表2 新一代多普勒天气雷达产品资料

产品名称	产品标识	产品号	产品名称	产品标识	产品号
基本反射率	R	19	垂直累积液态水含量	VIL	57
		20	风暴追踪信息	STI	58
基本径向速度	V	26	冰雹指数	HI	59
		27	中尺度气旋	M	60
组合反射率	CR	37	龙卷涡旋特征	TVS	61
		38	风暴结构	SS	62
混合扫描反射率	HSR	33	1小时累积降水	OHP	78
回波顶	ET	41	3小时累积降水	THP	79
垂直风廓线	VWP	48	风暴总降水	STP	80
弱回波区	WER	53	组合切变	CS	87
风暴相对径向速度	SRM	56	反射率等高面位置显示	CAR	110

统扫描产生基数据，并通过宽带通信线路传输至雷达产品生成子系统，经分解、算法处理生成相应的雷达产品；然后通过省级广域网专线定时上传至市局信息中心服务器；各用户再通过“天擎”MUSIC获取雷达产品资料至本地计算机；最后通过安装PUP软件读取所需的雷达PUP产品资料，分析天气过程[10]。

3　软件设计与实现

3.1　软件总体设计

根据重庆市气象部门的实际业务需求，考虑雷达产品种类多、实时性要求高以及系统软件的可靠性、可用性、可维护性、可扩展性等因素[11]，该软件采用C/S架构体系设计，基于面向对象模块化的编程思想，结合定时器和多线程编程技术，实时检索服务器最新雷达以获取雷达产品资料[12]。软件产品实时接收程序流程见图1。

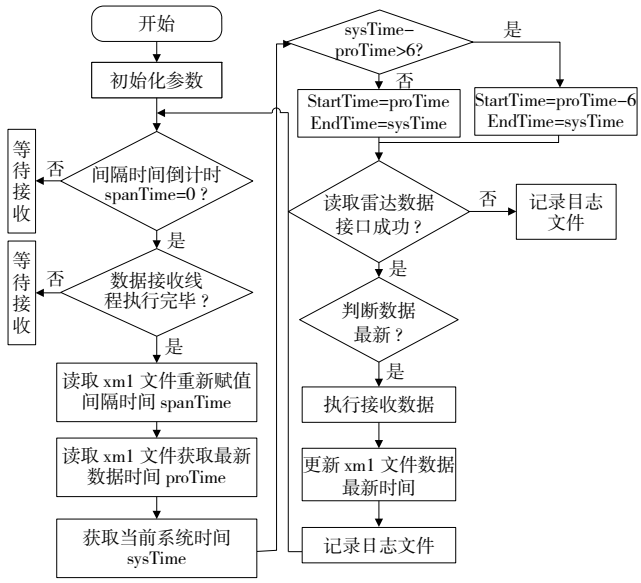


图1　软件产品实时接收程序流程图

3.2　软件功能模块

结合实际业务需求，软件采用模块化思想，遵循功能实用、可视化操作、性能稳定等原则进行开发，实现数据接收、日志管理、软件设置等功能[13-14]。

1）数据接收功能包括实时接收和历史接收两个模块，实时接收模块负责自动接收大数据云平台数据环境中最新的雷达数据；历史接收模块负责手动获取大数据云平台数据环境中过去时间段的雷达数据。

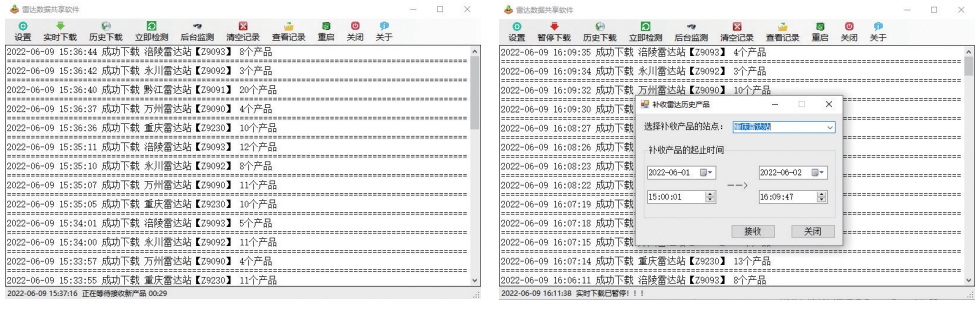
2）日志管理功能包括显示日志、查看日志、清空日志3个模块，显示日志模块负责在软件主界面实时动态显示接收雷达数据的日志信息，包括雷达数据接收时间、接收状态、接收台站名与台站号、接收文件数；查看日志模块负责查看历史日志信息，便于排查雷达数据接收故障原因；清空日志模块负责清空软件主界面接收的数据日志信息。

3）软件设置功能包括雷达站点设置、释放目录设置、用户名与密码和检索时间间隔4个模块，站点设置模块负责雷达站点信息的增加、删除、修改；释放目录设置模块负责将从大数据云平台数据环境中接收的雷达数据存储在计算机本地磁盘目录；用户名与密码是从大数据云平台网站申请的API账户信息；检索时间间隔模块负责自动实时接收数据程序的运行间隔时间。

3.3　软件应用实现

雷达资料共享客户端软件包括视窗、标题栏、菜单栏、状态栏4个区域，可实时获取、存储、显示雷达资料信息。菜单栏包含实时下载、历史下载、立即检测、后台监测、清空记录、查看记录、设置、重启等功能。菜单栏—实时下载负责自动实时接收添加的雷达台站数据资料；菜单栏—历史接收负责手动接收所选雷达台站的历史资料（图2）。

菜单栏—设置包括基本设置和站点设置，基本设置负责雷达数据本地释放目录、用户名与密码、检测时间间隔、主窗口显示信息自动清空等的设置；站点设置负责接收雷达台站信息的添加、修改、删除（图3）。



a 实时下载　　b 历史接收

图2　软件部分功能界面



a 基本设置 b 站点设置

图3 菜单栏—设置界面

4 结 语

重庆市新一代多普勒天气雷达资料共享软件采用C/S技术架构和成熟可靠的技术手段，搭建了雷达数据共享软件平台，具有良好的可靠性、兼容性、安全性、实用性、可维护性，在全市、区县气象局实行业务化运行，取得了较好的运行实效[15]。该软件从2022年3月开始分别在市局、万州、巴南等气象台投入业务试运行，运行期间平台运行稳定、效果良好，为全市、区县气象局预报员提供了实时雷达产品资料，特别是在短时灾害性天气预报中发挥了巨大作用，充分发挥了气象防灾减灾第一道防线的作用。

参考文献

[1] 冯勇,李微,朱辉,等. 云计算环境下山东省气象大数据云平台的设计与实现[J]. 信息技术与信息化,2021(5):147-150

[2] 陈晴,高婷,杨明,等. 气象大数据平台的设计及应用[J]. 电子技术与软件工程,2019(11):192-194

[3] 徐亮亮. 气象大数据云平台的监控系统设计[J]. 集成电路应用,2021,38(4):168-169

[4] 朱亮,夏正龙,钟艳雯,等. 基于天擎·湖南的一体化平台云化改造关键技术[J]. 智能计算机与应用,2022,12(3):204-207

[5] 夏正龙,傅承浩,朱亮,等. 基于“天擎”的模式产品云化技术研究与实现[J]. 现代计算机,2021,27(34):46-50

[6] 国家气象信息中心. 气象大数据云平台“天擎”1.0气象数据统一服务接口(MUSIC)简介[Z].

[7] 国家气象信息中心. 气象大数据云平台“天擎”1.0 PORTAL用户使用手册[Z].

[8] 赵冰燕,郭彩莲,来志云. 基于青海气象大数据云平台的数据服务接口[J]. 青海科技,2021,28(1):82-86

[9] 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

[10] 张东明,卢兴来,王志诚,等. 基于新一代天气雷达产品预警系统设计研究与应用[J]. 浙江气象,2021,42(4):29-32

[11] 崔文化. 基于Python的地理信息数据属性检查软件设计与实现[J]. 地理空间信息,2021,19(5):55-58

[12] 贾东. 基于CIMISS的雷达产品监测平台设计与实现[J]. 内蒙古气象,2018(1):39-41

[13] 刘磊,张理想,曲丽佳. 多系统GNSS基准站网数据传输软件的设计与实现[J]. 地理空间信息,2020,18(4):57-60

[14] 孟贵升,郝国建,宋超. 基于FME模板文件的数据质检软件设计与实现[J]. 地理空间信息,2020,18(11):84-86

[15] 雷永恒,胡坚. 湖南省天气雷达业务系统的设计与实现[J]. 中低纬山地气象,2022,44(4):77-83

[16] 刘一谦. 多普勒天气雷达PUP产品共享系统设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2015

(上接第26页)

[13] 赵梓渝,刘大千,高雪,等. 基于人口学特征的犯罪者行为时空倾向:以长春市南关区为例[J]. 地理科学,2021,41(8):1 409-1 418

[14] 张延吉,朱春武,秦波. 犯罪数量与危害的空间分布及建成环境影响:基于北京市刑事案件的纵向研究[J]. 地理科学进展,2019,38(12):1 876-1 889

[15] 刘玲,李钢,薛淑艳,等. 四川省拐卖儿童犯罪的时空演变过程及影响因素分析[J]. 地理科学进展,2020,39(5):853-865

[16] 王发曾. 城市犯罪空间盲区的综合治理研究[J]. 地理研究,2010,29(1):57-67

[17] 龙冬平,柳林,周素红,等. 地理学视角下犯罪者行为研究进展[J]. 地理科学进展,2017,36(7):886-902

[18] 李佳音,郭锦辉. 文本分析法在教育研究中的应用[J]. 国际公关,2019(8):102

[19] 陈彦光. 基于Moran统计量的空间自相关理论发展和方法改进[J]. 地理研究,2009,28(6):1 449-1 463

[20] 孟斌,王劲峰,张文忠,等. 基于空间分析方法的中国区域差异研究[J]. 地理科学,2005,25(4):11-18

[21] 李金德,秦晶,欧贤才,等. SPSS统计分析与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2019

[22] 高铭暄,马克昌. 刑法学(第八版)[M]. 北京:北京大学出版社,高等教育出版社,2017

[23] 周振杰. 激情犯基本理论研究[J]. 人民检察,2006(1):25-28

[24] 王瑞山. “报复社会”型危害公共安全行为研究:以2005年以来的22个案例为考察对象[J]. 法学杂志,2011,32(增刊1):180-185