

通用性的专业气象产品服务系统的设计与应用

陈亮^{1,2}, 苗卫东¹, 张天圣¹, 魏晓雯¹, 陈明¹

(1. 海南省气象服务中心, 海口 570203;

2. 海南省南海气象防灾减灾重点实验室, 海口 570203)

摘要:专业气象服务随着社会经济的发展,业务量和覆盖面也在不断增加。为了提升专业气象服务的工作效率,将越来越多的专业气象业务系统整合到统一的平台,实现业务的一体化和集约化发展是气象现代化的必然选择。根据产品服务系统的理论,文中设计了一个多行业通用的专业气象产品服务系统模型,并按照该模型开发了海南省旅游交通气象服务系统。该系统通过一段时间的业务运行,涵盖了海南省的旅游和交通的气象服务业务的全生命周期,实现了制作自动化,发送一键化,产品精细化和系统集约化的目标,提升了交通和旅游专业气象服务的效率。同时该系统具备可扩展的能力,通过配置可以覆盖其他行业的专业气象服务业务,能够为不断发展的专业气象服务提供技术支撑。

关键词:产品服务系统;专业气象服务;WEBGIS;服务聚合;模糊优化控制

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)01-0168-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.01.035

Design and Application of Professional Meteorological Service System with Generality

CHEN Liang^{1,2}, MIAO Wei-dong¹, ZHANG Tian-sheng¹, WEI Xiao-wen¹, CHEN Ming¹

(1. Hainan Meteorological Service Centre, Haikou 570203, China;

2. Key Laboratory of South China Sea Meteorological Disaster Prevention and Mitigation of Hainan Province, Haikou 570203, China)

Abstract: With the development of social economy, professional meteorological services are increasing in business volume and coverage. In order to improve the efficiency of professional meteorological services, more and more professional meteorological systems are integrated into a unified platform, and the integration and intensive development of services are the inevitable choice of meteorological modernization. Based on the theory of product service system, we design a general model of professional meteorological service system for multi-industry and develop the tourism and transportation meteorological service system in Hainan Province based on this model. Through the operation of business for a period of time, the system covers the whole life cycle of tourism and transportation meteorological service in Hainan Province, realizing the goal of production automation, one-click sending, product refinement and system intensification, and improving the efficiency of professional meteorological service of tourism and transportation. At the same time, the system has the expandability and provides technical support for the development of professional meteorological services through the provision of specialized meteorological services that cover other industries.

Key words: product services system; professional meteorological services; WEBGIS; service aggregation; fuzzy optimization control

0 引言

随着社会经济的发展,人民对气象信息的需求日益提高,传统的分散的业务气象系统越来越不能满足服务需求。因此,信息化、集约化、自动化、可扩展的气象服务系统是气象现代化建设的重点和热点^[1-2]。

专业气象服务是气象信息以一定的表现形式给特

定行业或者个人带来某种利益或满足感的可供有偿转让的一种或一系列活动,由产品、渠道、提供方和消费者组成。目前已经形成了交通、旅游、电力、保险、农业等行业的较成熟专业的服务^[3-4],按照服务的注册、提供、消费、管理4个过程运行。

传统的专业服务系统^[5-7]有以下特点:(1)针对某

收稿日期:2018-03-05

修回日期:2018-07-10

网络出版时间:2018-11-15

基金项目:中国气象局2016年中央预算内基本建设项目;海南省气象科技创新项目(NQXJS201610)

作者简介:陈亮(1981-),男,硕士,高级工程师,研究方向为系统维护、开发和集成。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20181114.1557.048.html>

一行业的需求,随着业务发展,业务人员要操作的系统越来越多,严重影响工作效率;(2)多数只有服务提供的功能,缺少其他服务过程的功能;(3)科技水平有限,满足不了用户的定点、定时、定量的精细化预报需求。近年来,一些专家利用最新技术解决传统专业气象服务系统的问题。丁国香等^[8]使用 WRF 格点数值预报生成精细化的逐小时旅游预报;樊玮等^[9]将旅游气象服务全部过程整合到一个系统中,以提升工作效率;张振涛等^[10]通过建立 MonaRudo 模型实现了图形和描述性文字的自动生成;胡争光^[11]、孙利华等^[12]使用 GIS 和 FLEX 等技术展示气象服务产品,提升气象服务的科技含量。但是,将不同行业的专业气象服务整合到一个系统平台始终是个空白。

为了解决上述问题,文中引入产品服务系统理论设计了通用性的专业气象服务系统体系模型。根据该模型开发的系统投入业务运行后,高效稳定地为海南的交通、旅游行业提供图文并茂的产品,以提升气象服务效率。同时系统具备可扩展性,能够为更多的专业气象服务提供技术支撑,实现专业气象服务集约化的发展。

1 产品服务系统理论

产品服务系统(product service system, PPS)是一种在产品制造企业负责产品全生命周期服务模式下形成的产品与服务高度集成、整体优化的新型生产系统,提供无形的服务来提升产品的价值,主要分为 3 种类型:基于产品的服务、基于功能的服务和基于效果的服务。产品服务系统在可持续发展中具有重要地位,目前是国际学术广泛研究和讨论的议题之一,主要关注的理论有^[13-14]:

(1)产品服务全生命周期的集成管理体系。产品、服务、数据、管理等系统的全整合,完成对产品设计、制造、服务的集成。

(2)产品服务组织和过程优化。在满足用户需求的前提下,设计用户和企业“双赢”的组织机制,对服务过程进行模块化、标准化、可控化的优化。

2 系统模型设计

2.1 模型架构

根据上述理论,设计了基于产品服务类型的专业气象服务系统模型,分为 4 层架构:用户层、服务层、产品层和数据层(详见图 1)。数据层是存储基础数据的系统数据库,为产品层提供气象、地理、业务、用户等基础数据。产品层是产品系统,由数据采集、数据转化、产品制作和产品分发 4 个子系统组成,提供产品的设计、制作和分发功能,向服务层提供不同行业的实况、

预报、预警等产品。服务层由网站、传真、短信和邮件等多个渠道的服务系统组成,提供服务的注册、消费、管理等过程。用户层是操作系统的用户,分成管理、生产和服务 3 种角色,有不同的需求和预期。

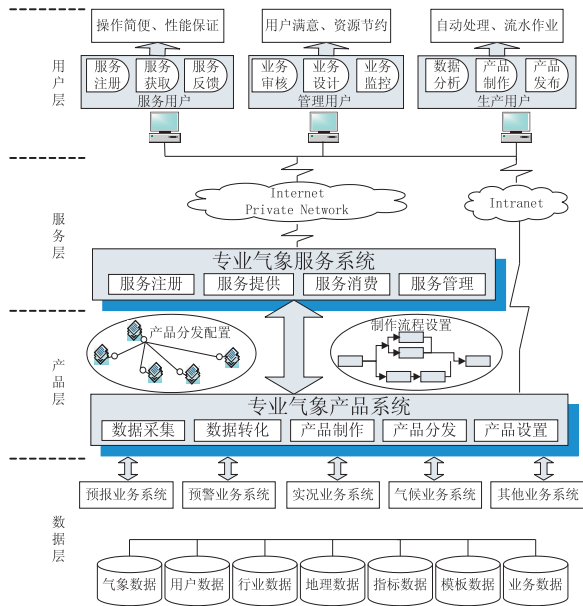


图 1 专业气象产品服务系统模型架构

2.2 产品系统

产品系统采用组件化、模块化和工作流的设计理念,有利于产品的灵活设计、自动制作、高效分发。

2.2.1 数据采集子系统

数据采集子系统是将最细时空维度数据信源从数据库、系统接口和共享文件夹等中自动抓取保存到系统数据库。信源主要是:数值型数据,包括自动站实况数据,格点预报,气象 Micaps 数据等;非数值型数据,包括图片、文档等文件;大容量数据,包括 GIS 地图,雷达,卫星云图等数据。系统数据库分成:气象库,包括采集到的实况、格点预报和预警信号等的信源子库和存放不同行业的预报和预警等的产品子库;地理库,存放各种基础地图和相关行业的矢量、栅格等 WebGIS 数据;业务库,存放业务订单、监测阈值、服务指标、产品模板、系统用户、工作流程等。其中,结构化数据采集后直接以元数据格式存放系统数据库中,非结构化和大容量数据只存放数据的路径、时间、名称、分类等文件属性信息,可减少系统的数据冗余和存储压力。

2.2.2 数据转化子系统

数据转化子系统是把自动站实况和格点预报等信源进行时空处理后,解释应用成不同的行业的定点、定量、定时的专业服务初级产品,并提供初级产品的质量

控制,采用全自动化流程。实况时空处理是通过自动站与服务对象的地理数据进行泰勒多边形^[15]耦合,所得的较大面积的自动站的实况数据为该服务对象的实况数据,并做质量控制:

(1) 对应时次自动站实况数据出现缺测,用前一时次观测值替代;(2) 如前一时次的观测值还是缺测,则用数据较全的服务对象所在市县的国家级基准站的同一时刻的观测值替代。

预报时空处理是格点预报的时空处理,通常格点预报时空处理方法有 3 种:插值法,包括克里金、反距离加权等空间插值算法,但是存在边界效应^[16-17];关联法,包括矩阵关联^[18]、相识度关联^[19]等,但存在真实关联和“噪声”关联;平滑法,使用附近格点的平均值,但是气温、降水等预报效果不佳^[20]。文中选择模糊优化控制方法^[21],该方法已经在气象领域应用过^[22-23],分成 3 个阶段:

(1) 确定隶属度函数,对服务对象的行业地理数据表与格点地理数据表并联查询,通过“点、线、面”三种平面空间属性约束条件来实现格点索引的选取。如果服务对象是一个点,就选取该点最近的格点。如果服务对象是一条线,选取起点、中点和终点对应的最近的 3 个格点。如果服务对象是一个面,选取 3 个格点,使它们组成的三角形的面积能够最大程度覆盖对应面的面积。

(2) 确定规则集,即从选取索引中快速获取格点和格点集合的气象要素值转化为服务对象的气象要素值。格点预报有云量、相对湿度、能见度、降水、温度、风向、风速等 7 要素的预报值,按照不同的要素和不同的时间分辨率,制定以下的预报方程(规则集合),公式如下:

$$\begin{cases} R_6 = \frac{1}{j} \sum_{i=1}^j R_i, R_i \in [Cd, Rh, Vs] \\ C_6 = \{\min_i C_i, \max_i C_i\}, C_i \in [Ra, Tp, Wd] \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} R_{24} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 R_{6i}, R_{6i} \in [Cd, Rh, Vs] \\ C_{24} = \{\min_i C_{6i}, \max_i C_{6i}\}, C_{6i} \in [Tp, Wd] \\ P_{24} = \sum_{i=1}^4 P_{6i}, P_{6i} \in [Ra] \end{cases} \quad (2)$$

式 1 是格点最小时间方程,即格点预报的最小时间分辨率的方程。云量 Cd、相对湿度 Rh、能见度 Vs 的预报选取格点对应要素的平均值,降水 Ra 取最大极值,风 Wd 和气温 Tp 取最小和最大极值。

式 2 是整合时间方程,通过最小时间方程整合成用户需求的 24 小时预报产品。云量、相对湿度、能见度选取其包涵的 02、08、14、20 时 4 个 6 小时预报的对应要素预报的平均值,气温和风选取极值,降水选取累计值。

(3) 设置优化方法。通过实况来订正预报的方法对设置的格点预报转换规则进行优化控制。首先是订正值的选取,从实况库中调取最新的服务对象的实况

数据作为订正指。由于实况是 1 小时时间分辨率,预报的时间分辨率有最小分辨率和 24 小时,所以用实况来订正预报需要转换,其中降水用对应预报时段内的每小时实况的累计值,其他要素用每小时的对应要素的实况值。然后是订正规则:如果实况订正值超过了预报值的范围,则用对应超过范围的实况订正值代替对应的预报值。

2.2.3 产品制作子系统

产品制作子系统提供预报和预警产品的人工编辑、保存界面,也提供对产品的采集数据、加载模板、制作流程和分发策略等配置。

预警产品的制作,通过 CWF 方法加载相应的模板和数据自动生成 word 文档,在 office 插件中进行人工编辑和保存。预报产品的制作,以列表的形式显示数据转化后的相关行业的预报数值,并提供人工编辑、保存功能。

2.2.4 产品分发子系统

产品分发子系统将制作好的产品按照一定的规范^[24]向多个渠道的服务系统进行分发的中间件,分成数据和文件 2 种接口。数据接口是指产品系统开放相应的 API(通常为数据库接口或者 Web Service 接口),服务系统通过请求访问 API,将 API 中获取的数据解析成服务系统可加载的数据结构后向用户发送。文件接口模式是通过 Email、FTP、网络共享盘等方式将文档型产品主动向服务系统进行推送。

2.3 服务系统

服务系统主要是网站、短信、传真、邮件等渠道系统,提供系统注册、审核注册、业务监控、产品获取和用户反馈等功能。

网站作为该模型需要自建的渠道,是提供一体化服务、可视化产品的 Web 系统。系统注册提交个人资料、系统登录和需求订单等信息,以及查询服务产品简介。审核注册是用户的注册信息审核和访问权限分配。业务监控能查看整个系统的软硬件情况、业务情况。用户反馈提供服务的评价、建议和问卷调查。产品获取是通过 WebGIS 和富客户端等技术实时展示叠加了气象和行业信息的地图,文档型产品,以及柱状、曲线图等图形产品。

短信、传真、邮件等渠道依托早已成熟的社会化系统进行建设,通过产品分发子系统向上述渠道接口进行产品推送。

3 模型应用

海南省旅游交通气象服务系统按照上述模型进行设计和开发建设。

3.1 系统架构和功能

系统采用 B/S 的技术架构,分成 6 层,见图 2。



图2 海南省旅游交通气象服务系统架构

- (1)基础设施层,是系统高效、稳定、安全运行的重要保障,包括网络设施、硬件设施、软件设施等;
- (2)数据存储层,采用 MGDBe 和 Oracle 来存储和管理,空间数据库是地理库,实况、气象、资料、服务产品数据库是气象库,而用户管理、业务支撑库是业务库;
- (3)数据访问层,提供地理、气象和业务数据库的访问接口;
- (4)应用支撑层,以对象形式提供 GIS、专题图制作、指标体系、数据转化、数据同步、在线编辑等功能,每个功能为独立的软件实体,并以插件机制实现功能的扩展能力;
- (5)应用系统层,即产品系统和服务系统,产品系统包括数据采集、产品制作、产品分发子系统,气象服务产品共享网站为服务系统;
- (6)表现层,也是用户层,用户通过不同的设备终端获得服务。

数据采集子系统是从 CIMISS^[25] 自动采集全省自动站 1 小时的全要素实况到实况数据库中,再生成以高速和国道的出入口为划分全省 96 条路段和 63 个景点实况提供给服务系统调用。产品制作子系统是海南省精细化预报制作平台(见图 3),提供数据转化和产品制作功能。

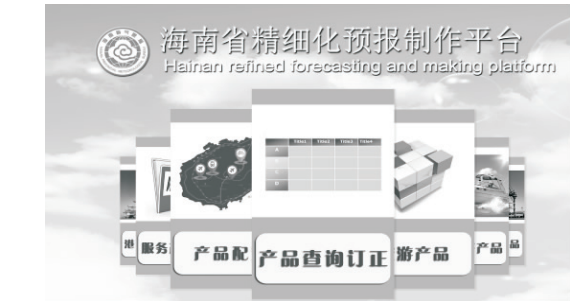


图3 海南省精细化预报制作平台

平台通过配置相应行业的地理信息调用,将 5×5 km,逐 3 小时的格点预报数据转化成“点、线、面”的

96 条路段、63 个景区和部分港口的逐 3 小时和逐日的 7 天预报,并提供预报和预警制作界面。产品分发子系统向网站、邮件、短信、传真、客户端、电视等 6 种渠道一键化分发,其中网站、短信通过数据库 API 发送,邮件、传真、客户端和电视等渠道用 Email 中继、打印接口、FTP、网络共享盘等接口发送。

气象服务产品共享网站名称为海南省气象服务产品共享平台(见图 4),提供首页导航、实况监测、灾害天气、精细化预报产品等服务。其中首页导航提供常规交通道路、旅游景区等产品的简单展示,并提供产品订阅和用户登陆注册功能。实况监测、灾害天气、精细化预报产品等页面,在用户登录后,显示该用户订阅的精细化、定制化的实况、预警、预报等产品,同时用户订阅的产品页面还提供用户反馈、产品配置等功能。日志、用户、公告和系统管理是后台管理员登录后才显示的页面,提供审核用户、产品配置、系统的维护等管理功能。



图4 海南气象服务产品共享网

3.2 应用效果

系统投入业务平稳运行了 3 个月,每天获取全省 600 多个自动站 1 小时的实况数据,早晚定时生成路段和景区等预报 7 大类别 2 万个预报数据。

3.2.1 格点预报的解释应用

系统将格点预报解释应用于不同的行业。通过设置行业对象的地理属性,系统根据“邻近距离最短优先”原则和“点、线、面”转化方法自动生成 3 小时、6 小时和 24 小时分辨率的不同行业对象的预报,实现了通用的格点预报的解释应用。目前正在做转化后的高速公路预报的检验,选取使用高速旁的交通站作为检验依据。系统投入运行 3 个月以来,对转化后的高速公路预报中的降水、风、气温的预报准确率和格点预报的检验结果基本一致,其中气温的准确率最高,误差率在 5% 以内。

3.2.2 服务的提升

海南省旅游交通气象服务系统对服务的提升体现在下述 4 个方面:

- (1)预报的精细化。相比其他系统,海南旅游交

通系统的预报时间分辨率提高到 3 小时,空间范围扩大了 2 个纬度;

(2)系统效率的提升。系统从原来处理约 1 700 万个格点数据的半个小时,提升到约 4 400 万个格点数据的不到 5 分钟;

(3)产品的标准化自动化输出。所有产品都按照相应的规范自动化输出,并提供标准化的接口,方便其他系统调用,此外还可以通过一键化的发送,快速向用户提供服务;

(4)服务的定制化。用户登录系统,获得自己订阅的服务产品,并可以根据需求不断调整定制的产品内容。

4 结束语

阐述了通用的专业气象服务系统的模型,并开发了海南省旅游交通气象服务系统。经过一段时间的业务运行,系统体现出如下特点:产品精细化。所有产品都是基于高时空分辨率的格点预报按照规范输出的电子文档或者数据,并且根据用户需求,生成定时、定量、定点的专业服务产品;业务自动化。产品系统把不需要人工处理的业务设计成全自动化,需要人工处理的业务设计成半自动化;系统集约化。系统采用面向服务结构设计,各个子系统视作服务,实现系统间的整合与集约。此外,数据转化方法可以重用,通过配置不同行业地理数据从而得到不同行业的专业预报产品,提升业务集约化程度;服务定制化。系统动态管理业务,产品系统自动生成用户需求的产品,服务系统通过权限控制,不同用户获取自己定制的服务产品。

下一步,该系统将处理更精细化的逐小时逐公里的格点预报,并且根据业务发展不断生成各项专业气象服务产品,提升气象服务质量。

参考文献:

- [1] 雷升锴,刘红阳,张祥锋.省级公共气象服务系统整体设计与实现[J].气象科技,2015,43(2):216-220.
- [2] 李超,李蕊,刘胤田.市县级公共气象服务集约化业务平台设计[J].气象科技,2016,44(3):363-368.
- [3] 张洪广,马鹤年.我国气象服务产业化战略研究[J].中国软科学,2004(1):28-31.
- [4] 欧阳里程,张维,邝建新,等.广东省专业(行业)气象服务调查分析[J].广东气象,2011,33(6):56.
- [5] 郭晓宁,保广裕,李海凤,等.格尔木光伏电站气象服务系统的设计与实现[J].气象水文海洋仪器,2014,31(3):89-93.
- [6] 程丛兰,张朝林,郑祚芳,等.京津冀道路气象专家系统的设计与初步应用[J].气象科技,2013,41(2):365-371.
- [7] 卢娟,唐亚平,陈传雷.辽宁省专业气象服务工作平台设计与实现[J].气象与环境学报,2008,24(4):36-40.
- [8] 丁国香,刘安平,刘承晓,等.安徽省山岳型景区旅游气象服务业务系统[J].南京信息工程大学学报:自然科学版,2016,8(1):71-75.
- [9] 樊玮.山西省旅游气象服务系统的建设[J].山西电子技术,2016(1):60-61.
- [10] 张振涛,张正文,陈宇,等.基于天气事件的公共气象服务产品制作系统[J].应用气象学报,2014,25(2):249-256.
- [11] 胡争光,郑卫江,高嵩,等.气象GIS网络平台关键技术研究及实现[J].应用气象学报,2014,25(3):365-374.
- [12] 孙利华,吴焕萍,郑金伟,等.基于Flex的气象信息网络发布平台设计与实现[J].应用气象学报,2010,21(6):754-761.
- [13] 顾新建,李 晓,祁国宁,等.产品服务系统理论和关键技术探讨[J].浙江大学学报:工学版,2009,43(12):2237-2243.
- [14] 江平宇,朱琦琦,张定红.工业产品服务系统及其研究现状[J].计算机集成制造系统,2011,17(9):2071-2078.
- [15] 李 迅,尹志聪,丁德平,等.高速公路气象监测站的宏观适用性[J].气象科技,2013,41(2):372-377.
- [16] 张 强,阮 新,熊安元.近 57 年我国气温格点数据集的建立和质量评估[J].应用气象学报,2009,20(4):385-393.
- [17] 何红艳,郭志华,肖文发.降水空间插值技术的研究进展[J].生态学杂志,2005,24(10):1187-1191.
- [18] 支 蓉,封国林,龚志强,等.基于矩阵理论的全球气温的时空关联性研究[J].气象学报,2010,68(4):501-513.
- [19] 李开乐.多层次格点资料相似离度动态综合做广东多站点长期趋势预报[J].热带气象学报,1997,13(2):180-185.
- [20] 王建国,李玉华,耿 波,等.客观预报中格点因子处理方法探讨[J].气象,2001,27(3):8-11.
- [21] 辛 斌,陈 杰,彭志红.智能优化控制:概述与展望[J].自动化学报,2013,39(11):1831-1848.
- [22] 刘 峰,胡 非,朱 江,等.大气污染优化控制理论的一些新进展[J].世界科技研究与发展,2004,26(6):7-14.
- [23] 谭晓光,罗 兵.天气预报分析型数据模型及生成[J].应用气象学报,2014,25(1):120-128.
- [24] 李月安,曹 莉,高 嵩,等.MICAPS 预报业务平台现状与发展[J].气象,2010,36(7):50-55.
- [25] 赵 冰,崔 鑫,谢寒生.海南气象信息传输实时监控系统的设计与实现[J].计算机技术与发展,2017,27(10):193-196.