

# 基于领域知识的气象智能服务软件微开发技术及应用

刘魁<sup>1,3</sup> 舒红平<sup>1,3</sup> 何文春<sup>2,3</sup> 罗飞<sup>1,3</sup> 曹亮<sup>1,3</sup>

(1 成都信息工程大学, 成都 610225; 2 国家气象信息中心, 北京 100081;

3 中国气象局-成都信息工程大学气象软件工程联合研究中心, 北京 100081)

**摘要:** 随着智慧气象对跨领域知识深度应用的要求不断提高, 气象部门软件开发面向跨行业跨部门的情形日益增多, 与以往气象信息化软件不同, 气象智能服务软件呈现出“大平台、精学习、微开发”的特征, 未来气象信息化软件开发模式如何更好地适应气象信息化工程的智能化建设要求, 已成为气象信息化建设提质增效的重要课题之一。阐述了基于行业领域知识图谱、系统架构知识、行业构件、标准化资源等领域软件资源, 结合Docker等新一代大数据开发技术, 提出了一种面向智能服务软件的微开发架构, 并结合广东众创平台的微应用开发和实例, 系统地介绍了这种面向智慧气象服务的一种智能软件开发模式。

**关键词:** 气象服务构件, 微开发, 微服务, 众创

**DOI:** 10.3969/j.issn.2095-1973.2018.01.011

## The Research and Development of the Micro Development Technology of Meteorological Crowd Innovation Software Based on Domain Knowledge

Liu Kui<sup>1,3</sup>, Shu Hong-ping<sup>1,3</sup>, He Wen-chun<sup>2,3</sup>, Luo Fei<sup>1,3</sup>, Cao Liang<sup>1,3</sup>

(1 Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225 2 National Meteorological Information Centre, Beijing 100081 3 CMA-CUIT Meteorological Software Engineering Joint Research Centre, Beijing 100081)

**Abstract:** Due to the requirements of smart meteorology for the application of cross-domain knowledge are increasing, the development of meteorological department software is facing more and more cross-sectoral. Unlike previous meteorological information software, meteorological intelligence service software presents a "big-platform, micro development" feature. How to make the meteorological information software development model adapting better to the intelligent construction requirements of the meteorological information engineering? It has become one of the important topics in the meteorological information construction. This paper describes a new generation of big data development technology based on the knowledge map, system architecture knowledge, industry components and the standardized resources in industry. We propose a micro development framework for intelligent service software and systematically introduce this kind of smart weather-oriented intelligent software development model by combining with the Guangdong A Platform for micro-application development and examples.

**Keywords:** meteorological intelligence service, micro development, microservice, crowd innovation

### 0 引言

随着科技创新不断地推动经济的高速发展, 数据用于计算成为新一轮经济的重要驱动力, 气象行业拥有海量的气象信息资源, 国家大数据发展战略, 已将气象部门列入释放数字红利推动供给侧改革的重要行业。互联网资源整合、微服务个性化服务等技术发展, 使气象智能服务软件成为了联接气象资源和领

域服务的重要技术途径之一。面向交通、旅游、健康卫生等领域气象微服务应用的差异化、精准化服务需求的增长, 气象智能服务软件对推动众创平台建设、智慧业态形成具有重要现实意义。

释放海量的气象数据资源以及加工气象数据的算法库, 是推动领域知识经济生产力的重要工程实践基础。目前, 这一工程实践面临着五方面的挑战: 1) 互联网、气象、行业分属多个学科, 跨专业跨领域的复合型人才缺乏; 2) 传统的气象服务难以满足不同行业面跨地域、跨时间的精细化服务需求; 3) 各行

收稿日期: 2017年8月14日; 修回日期: 2018年2月25日  
第一作者: 刘魁(1982—), Email: lewclear@cuit.edu.cn

业的数据资源相对分散，数据安全性要求相对较高，缺乏跨行业的数据通道，跨行业数据整合难；4) 不同行业业务系统的技术路线呈现多样化和封闭化的特点，难以做到技术层面的整合；5) 各行业应用需求变化快，现有技术难以做到对业务的变更进行快速的响应。针对上述问题，借助“互联网+”模式，设计满足业务领域需求的气象微服务开发及运行框架，提供气象业务构件开发规范，指导气象业务构件设计和应用，提供构件交易、构件运行、构件监控等业务保障功能，满足气象智能软件开发、领域知识、领域软件工程、领域数据分析算法的需求，面向创新驱动、大众创业等提供资源开发环境，推进智慧城市、智慧民生等智能服务生态建设发展积极作用。

## 1 基于领域知识的微服务

### 1.1 气象领域知识构件化

从文本和词义两个层次，是提取气象领域知识的主要途径。将业务领域内的潜规则，应用本体论方法表示成领域知识，构成领域规则库，对领域规则采用图形化表示，采用SWRL描述规则知识的内、外部表示，建立领域知识的直观显示，并提供适当有效的推理机制。软件构件是指语意完整、语法正确、具有一定集成度并可以重复使用的软件组成单元<sup>[1-3]</sup>。构件可以分为基础构件、系统构件、业务构件和应用构件。面向微服务主要提供气象业务构件和气象应用构件。开发这些构件时，可将领域知识中的规则和推理机制封闭在构件中，对相应的气象数据进行业务自动处理。

### 1.2 微服务开发环境

随着智慧气象对跨领域知识深度应用的要求不断提高，气象部门软件开发面向跨行业跨部门的情形日益增多，与以往气象信息化软件不同，气象智能服务软件呈现出大平台、微开发的特征。微服务是将大型传统软件分为较小的、可独立运行的服务模块。这些微服务模块可采用不同编程语言实现，微服务接口采用消息队列相互耦合，各微服务模块具有高度的可移植、可替换性，以保证性能和可扩展性。

微开发以微服务的构件为核心。这些构件是领域知识的抽象，采用构件化、服务化的方式进行了封装。这些构件包括面向气象数据解码、气象数据深加工、气象数据再分析等，提供气象预报、气象预测、气象数据抽取、气象产品显示、生成、分发等领域知识。将软件工程技术 with 构件开发工具进行结合，形成的一整套集软件工程方法论、构件开发方法论和构件装配方法论等理论知识与开发环境、调试环境和运行环境等构件全生命周期管理工具于一体的

微服务平台<sup>[4-5]</sup>。

微服务运行环境（图1）基于Docker容器运行，Docker是一种开源的容器引擎，使服务构件以及依赖资源，打包发布到一个可移植的容器中，便于应用的部署和扩展。微服务、微开发和微容器相辅相成，基于Docker封装的应用可以轻松运行在云计算平台上。相对于传统的单块架构，基于容器技术的微服务架构与业务的深度融合<sup>[6-8]</sup>，有助于打通海量信息资源与个性化服务。

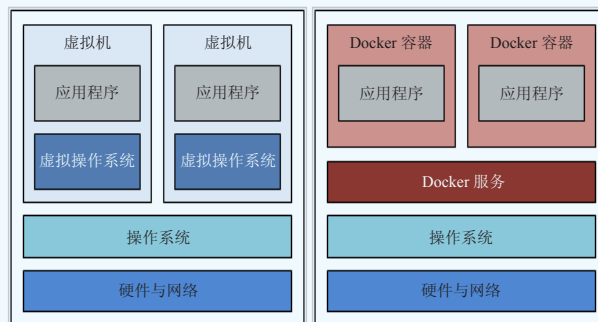


图1 微服务运行环境

Fig. 1 Microservice runtime environment

### 1.3 微服务构件开发模式

面向“互联网+气象+服务行业”的气象服务生态建设，针对气象行业外知识服务开发者，缺乏气象领域知识，但熟悉用户跨行业业务需求的特征，构建基于气象服务构件的“2+1”模式，即：两种开发模式+一个服务构件库。

#### 1.3.1 基于代码的开发模式

面向具有一定计算机编程基础的众创应用开发人员，提供多种语言开发构件的环境。支持符合气象标准的构件打包规范，实现与运行平台构件的接口匹配，系统提供打包模块上传功能，经自动审核满足规模的构件可立即入构件库。这些入库认证的构件可基于微服务架构运行，基于主流的技术协议进行数据交互。客户端构件开发语言主要包括HTML5、JavaScript、CSS3等；服务端的开发语言主要包括Java、C/C++、Python等。

#### 1.3.2 基于可视化的开发模式

面向对计算机编程有困难但熟知业务的众创信息服务人员，提供可视化的开发工具。基于平台提供的构件库，支持无需编写代码即可完成构件和应用的开发工作。以Web图形化开发方式进行界面、逻辑、数据的可视化的业务编排，提供编译、部署工具支持，与构件交易商城接口建立关联，支持一键发布微服务应用。

### 1.3.3 服务构件库

基于SOA架构思想，提供针对构件的分类管理库，简称构件库。构件库中包含众多气象领域通用、可定制的已封装成熟算法的构件。支持构件库分类管理，包括基础类、数据类、接口类、传输类、分析类、显示类、交互类、网关类不同粒度构件。

## 2 基于微服务的众创平台

广东气象应用众创平台以成熟的JavaEE体系为支撑，采用JSF、Seam、Tuscan等框架进行底层搭建，以微服务架构为核心，基于Docker容器技术，支持包括Restful、WebService、RMI、JMS在内的多种数据交互技术，并结合基于Web端的可视化编辑器进行构件的装配、调试和部署，实现了气象业务构件的标准化、模块化、配置化、图形化装配，为气象业务构件的开发、部署、交易、应用配置、运行等关键环节提供了一整套的核心技术的支撑。

### 2.1 平台基础架构

众创平台以众创为出发点，围绕众创运行平台、众创构件商城、众创开发平台、众创运营平台以及众创大数据等核心要素，以实现众联、众享、众筹、众赢的众创愿景为目标<sup>[9]</sup>。基于服务构件核心思想，从构件标准规范、构件上传机制、构件加载机制、构件交易商城、构件可视化装配、构件动态配置和构件运营状态监控等方面入手，具体如下：

1) 服务构件标准规范。主要包括服务构件定义、服务构件开发、服务构件运行和服务构件运维等方面，围绕构件的全生命周期进行规范的定制，为服务构件的开发提供指导思想和实现路径。

2) 服务构件上传机制。主要提供上传的功能界面，包括服务构件的打包、上传、部署等功能并提供上传之后的构件隔离验证与人工审批的环节。为众创人员提供方便快捷的构件提交途径。

3) 服务构件加载机制。针对在服务器不停机的情况使得新上传的构件能够正常使用，系统提供服务构件的动态加载、动态释放、构件功能组合叠加以及构件的自动更新等功能，做到构件的按需加载，自动释放等功能。

4) 服务构件交易商城。通过预留交易接口，使得平台与银行的支付接口以及第三方支付交易平台进行对接变得容易。另外平台还提供的服务构件商城模块，实现一整套针对服务构件的在线交易功能。

5) 服务构件可视化装配。为了降低众创开发人员在编写服务构件时的工作量，提高编程效率，平台提供一个针对服务构件的可视化装配工具，包括自动

编译、自动打包、自动部署、自动测试等主要功能。

6) 服务构件动态配置。服务构件动态配置主要基于在线的可视化编辑器为中心，集成了包括界面动态配置、服务构件在线配置、个性化配置工具、代码在线查看工具等功能模块，为多种构件的灵活配置提供基础支撑环境。

7) 构件运营状态监控。主要围绕构件的交易、装配、运行等环节，基于在线的查询报表及图表工具，实现构件全生命周期的状态信息图形化方式展示。

### 2.2 安全评估机制

众创平台面向社会开放，保证众创人员上传的代码安全性和可靠性是关键、为了避免有人上传包括严重BUG的构件甚至恶意上传病毒构件，平台提供了一整套代码评估体系，对所有测试过程的问题进行汇总和收集，并形成Word形式的综合评估报告。评估主要包括以下三个步骤：

1) 代码自动走查。上传的构件由平台程序进行自动走查，依据平台定义的规范进行代码审查，一旦发现不符合要求的代码记录下来，根据设定的规则自动选择“直接打回”或“人工审查”等处理手段。

2) 人工代码审查。在自动走查的基础之上，将发现的问题由人工核查和确认。

3) 云安全测试。当自动走查和人工审查都通过之后，系统自动将构件进行云安全测试，利用隔离的环境对代码进行运行测试，在此时发现问题，只影响隔离环境，不会对正式环境造成破坏。

### 2.3 系统权限管理

权限及安全是众创平台应当解决的最基本的问题之一，基于平台开发的业务系统由平台底层统一保障。平台主要提供针对多种权限的授予、回收的操作进行统一管理。具体包括以下三种权限：

1) 功能权限。功能权限主要是针对用户和角色进行功能模块的权限控制，未被授权的人或角色无法看到并访问功能模块。

2) 界面权限。界面权限主要是针对界面组件的权限管理。同一个系统页面，显示出来的界面组件会根据权限的不同而有所不同。

3) 数据权限。数据权限是平台提供的对数据的权限进行的控制，未授权的数据不能被访问。

#### 2.4 监控管理可视化

运行监控是众创平台的关键一环，该平台提供包括饼状图、柱状图、拆线图在内的多种监控数据展现形式，包括“近七天交易额”、“各月份商品交易

额”、“各商品购买率”等数据信息。监控平台还提供PC、手机、平板等提供多种终端展现形式。对于关键信息提供包括邮件、短信、微信在内的多种消息模式。

### 3 气象众创微服务应用

气象灾害具有很强的地域特殊性，以广东省处于沿海地带，常年多以台风和暴雨气象灾害为主。基于众创平台提供的基础运行环境，可从气象灾害的预防、监测、预报、预警、应急处置方面，建立数据共享服务，将部分实时资料分发到气象应用众创商城，经过后续加工处理、储存，提供共享服务，使得气象专业人员可从气象应用众创商城上下载相关应用构件和数据构件，进行气象检测、预报等分析。

众创平台中包含了大量的气象业务构件，因篇幅所限，本文主要以其中一个常用构件“实况填图”进行平台应用的案例说明。“实况填图”功能一般是业务人员在需要了解区域温度、降水和瞬时风等数据时进行使用，其主要包括参数控制窗口、业务构件装配及结果数据展示三个部分。

#### 3.1 参数控制窗口

业务人员在构件运行时可基于“实况观测控制窗口”模块对构件的属性进行设置，主要包括：要素、类型、地区等控制项，需要使用日期框、多选框及按钮等基础构件，界面如图2所示。

以“要素”选择为例，构件针对不同的要素设置了阈值策略，要素的观测在不同的区间时，以不同的颜色进行显示，例如当温度大于 35度和小于 5度时，温度值在 WebGIS上将会以红色数字显示，其他区间的温度值以深灰色显示。当要素的显示颜色为非第一个缺省颜色时，则改站点所在地区要引起预报员的重视。

除了界面之外，还需要使用页面逻辑流构件将配置数据进行打包，结合事件接口、数据获取、数据加



图2 实况观测控制窗口  
Fig. 2 Control window for real observation

密等构件装配后，采用Rest接口将加密打包的数据发送到“实况观测”微服务。整个功能通过众创平台的构件封装方法封装成XHT格式的构件描述文件，该功能中既包括界面构件的装配信息，又包含了界面功能流程的描述。

#### 3.2 业务构件装配

微服务逻辑需要解决数据后台计算的问题，当需要对某时段进行温度距平计算时，可采用数值预报中的“物理量计算”构件。构件需要内置 3h、6h、24h、温度距平等简易算法，则每一个算法会封装成一个构件。在构件中配置模式、起报时间、物理量名和对应的高度层，例如GRAPES模式2015-11-30 20时起报的3h温差，则在数值预报产品中需要有计算服务对该功能进行支撑。

面对上述需求，“实况观测”微服务以SOA架构为基础，采用结构化组装的方式对“实况观测”的业务逻辑进行结构化的装配，再结合业务逻辑流的面向接口的编排，最终形成一个完整的服务构件，并将该服务构件的接口暴露为以Rest为接口的微服务，供前台的“实况观测控制窗口”发送的微服务请求进行调用。服务的配置界面如图3所示。

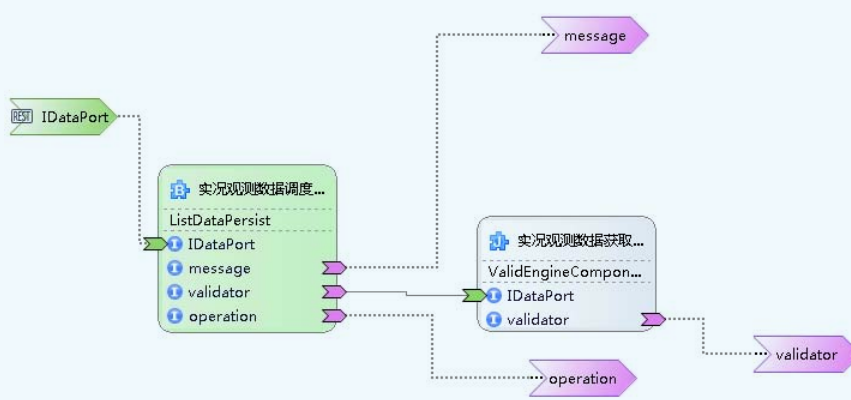


图3 实况观测微服务装配及发布  
Fig. 3 Micro service assembly and release for real observation

### 3.3 结果数据展示

配置构件后，可在WebGIS地图上站点所在经纬度绘制站点实时的温度、降水和瞬时风等观测数据；实况填图提供时间、要素、字体、居中、站点信息和统

计填图等控制。为了便于对不同模式产品进行叠加对比分析，通过产品显示控制窗口进行控制（图4）。同时在WebGIS地图上绘制11时减去08时的温差场，如图5所示。

数值预报产品							
	模式名称	要素名	高度层	起报时间	时序	属性	删除
<input checked="" type="checkbox"/>	GRAPES模式	地面2米温度	地面层	2015-12-03 08	3日9时	☀	✖
<input checked="" type="checkbox"/>	GRAPES模式	海平面气压	地面层	2015-12-03 08	3日9时	☀	✖
<input checked="" type="checkbox"/>	GRAPES模式	地面10米风	地面层	2015-12-03 08	3日9时	☀	✖

图4 数值预报产品模式选择

Fig. 4 Mode selection of numerical weather prediction products

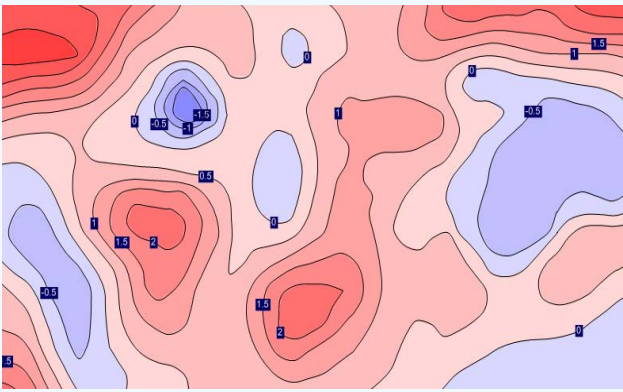


图5 数值预报产品结果展示

Fig. 5 Display of numerical weather prediction products

在时序 遍历时，构件将自动获取当前时序的地面2m温度，减去3个小时前对应的地面2m温度场，生成新的3h温差场，绘制成图形进行显示。

### 4 结束语

气象众创服务是“大众创业，万众创新”的重要形式之一，构造开放开源的众创型业务发展平台是对未来气象服务社会化、商业化服务的一种尝试，该平

台在阿里云提供的容器上运行稳定，对气象数据处理能力进行了业务化封闭，建立微服务驱动的多种服务产品快速开发的环境，也提供了领域知识与业务应用之间的知识产权交易渠道，对进一步开放气象服务市场，加强领域气象服务精细化提供了一种实现途径。

#### 参考文献

- [1] 赵夫增, 丁雪伟. 基于互联网平台的大众协作创新研究. 中国软科学, 2009(5): 63-72.
- [2] 刘志迎, 陈青祥, 徐毅. 众创的概念模型及其理论解析. 科学与科学技术管理, 2015(2): 52-61.
- [3] 孙雪, 任树怀. 基于知识创造的众创空间构建. 合作经济与科技, 2016(2): 104-108.
- [4] 郭栋, 王伟, 曾国荪. 一种基于微服务架构的新型云件PaaS平台. 信息安全, 2015(11): 15-20.
- [5] Cowan R, David P A, Foray D. The explicit economics of knowledge codification and tacitness. Industrial and Corporate Change, 2000, 9(2): 211-253.
- [6] 李贞昊. 微服务架构的发展与影响分析. 信息系统工程, 2017(1): 154-155.
- [7] 孙海洪. 微服务架构和容器技术应用. 金融电子化, 2016(5): 63-64.
- [8] 孙盛婷, 朱奕健. 基于运营商能力开放的能力编排及微服务架构研究. 工业和信息化教育, 2016(3): 52-57.
- [9] Boudreau K J, Lakhani K R. Using the crowd as an innovation partner. Harvard Business Review, 2013, 91(4): 61-69.