

## 基于 RESTful Web API 服务架构的遥感影像检索技术研究\*

王 昊<sup>1,2</sup>, 特日根<sup>1,2,3</sup>

(1.长光卫星技术有限公司,吉林 长春 130000;

2.吉林省卫星遥感应用技术重点实验室,吉林 长春 130000;

3.中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所,吉林 长春 130000)

**摘要:** 提出一种 RESTful Web API 服务架构的技术方案,用以解决海量遥感影像的检索问题。首先研究了 RESTful 架构相对于传统 Web 架构的优势,它的使用可充分实现前后端分离的思想;然后选取 Spring 相关框架作为 RESTful Web API 服务架构的实现方式,并使用经典的 MVC 分层结构来设计;最后引用数据库拓展 Postgis 处理空间数据的能力,完善服务的空间检索功能,提出空间查询的交互方式和服务的应用场景。结果表明,该架构应用在遥感影像检索系统中,可以使其更加简洁和高效。

**关键词:** RESTful Web API;遥感影像检索;Postgis;前后端分离;Spring 框架

中图分类号: TN06

文献标识码: A

DOI:10.16157/j.issn.0258-7998.200249

中文引用格式: 王昊,特日根. 基于 RESTful Web API 服务架构的遥感影像检索技术研究[J]. 电子技术应用, 2021, 47(5): 82-85, 91.

英文引用格式: Wang Hao, Te Rigen. Research on remote sensing image retrieval based on RESTful Web API service architecture[J]. Application of Electronic Technique, 2021, 47(5): 82-85, 91.

Research on remote sensing image retrieval  
based on RESTful Web API service architectureWang Hao<sup>1,2</sup>, Te Rigen<sup>1,2,3</sup>

(1.Changuang Satellite Technology Co., Ltd., Changchun 130000, China;

2.Key Laboratory of Satellite Remote Sensing Application Technology in Jilin Province, Changchun 130000, China;

3.Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130000, China)

**Abstract:** A technical scheme of RESTful Web API service architecture is presented to solve the problem of retrieving massive remote sensing images. Firstly, the advantages of RESTful architecture over traditional Web architecture are studied, and its use fully implements the idea of front-end and back-end separation. Then Spring related framework is taken as the implementation of RESTful Web API service architecture, and the classic MVC hierarchy is used to design. Finally, it refers to Postgis's ability to process spatial data, improves the spatial retrieval function of services, and puts forward the interactive mode of spatial query and the scenario of application of services. The results show that this architecture can be used in remote sensing image retrieval system to make it more concise and efficient.

**Key words:** RESTful Web API; remote sensing image retrieval; Postgis; front and back end separation; Spring framework

## 0 引言

随着我国对地观测卫星技术不断的发展,其空间、时间、谱段分辨率均得到大幅度的提升,影像数据呈爆炸式的增长。遥感数据本身又有属性复杂的特点,传统的管理和检索方式正面临着挑战<sup>[1]</sup>。当前主流的 GIS 软件对于海量的遥感数据缺乏高效的统一检索和管理功

能,且无法完成互联网用户直接查询的需求,基于此种形势,研究用户通过网络检索和管理遥感影像的技术就变得尤为重要。

在传统的 Web 服务架构中,数据的操作和页面的渲染都由服务端负责处理,这种架构的缺点较为明显,就是拓展和维护的成本较高,开发者需要同时拥有两种差别较大的技术储备。所以后来出现了将两者解耦的架构技术——前后端分离技术:两者通过约定 API 和数据格式进行交互,前端仅仅关心页面的渲染,后端则负责数

\* 基金项目:国家重点研发计划(2018YFB1004605);吉林省科技计划-科技创新中心项目(20180623058TC)

据的操作。自从表现层状态转化(Representational State Transfer, REST)这一概念被提出后,被广泛认可为 Web 应用架构设计应遵守的指导原则<sup>[2]</sup>。而 RESTful 是使用 REST 概念构造而来的,是用于规范 API 的一种约束,遵循其原则便可以设计出易于理解、方便调用的 API。

将 RESTful Web API 作为主要的后端服务架构应用于改善传统遥感影像检索的体验,无论在科研还是商业化的应用中,都可以提高当前海量遥感数据的共享水平和效率。

## 1 面向资源的 RESTful 风格

区别于基于 SOAP 的 Web 服务,REST 是一种面向资源的架构风格,其更简单,且贴近 Web 的原意。REST 是目前业界更为推崇的构建新一代 Web 服务(或者 Web API)的架构风格<sup>[3]</sup>。RESTful 采用了面向资源的架构,所以在设计之初首先需要考虑的是有哪些资源可供操作。因此,所有存在于后端服务中可供操作的元素都可以被视为资源,既可以是具体的,也可以是抽象的。

RESTful 使用“链接”关联相关的资源,它推荐资源采用具有可寻址性的 URL 来标识,一般一个 RESTful Web API 只关心实现一个资源的管理。它与基于 SOAP 的 Web 服务的另一个外在表现上的区别在于是否采用统一接口。REST 使用 HTTP 协议传输资源的状态转换,一般使用 GET、POST、PUT、DELETE 这 4 种动作和资源的 CRUD 操作对应起来<sup>[4]</sup>。

充分利用 REST 的特点和设计原则,可以将服务端的业务进行前后端分离,客户端的实现变得简单起来,接口变动不再是影响升级的理由,长期来看提高了兼容性。这种架构上面的提升应用在遥感影像检索系统中,会使其更加简洁和高效。

## 2 RESTful Web API 服务架构的 SSM 框架实践

### 2.1 相关框架

本文构建 RESTful Web API 使用到了 SSM 框架,也就是 Spring、Springboot 和 MyBatis 框架<sup>[5]</sup>。其中 Spring 作为核心,是一个轻量级的控制反转(Inversion of Control, IOC)和面向切面编程(Aspect Oriented Programming, AOP)的容器框架。IOC 意味着将设计好的对象交给容器控制,而传统的方式是使用者在对象内部直接控制。AOP 的概念类似于面向对象编程,是针对公用过程进行统一操作<sup>[6]</sup>。如想在增删改查(Create, Retrieve, Update, Delete, CRUD)操作前加入权限验证,就可以通过 AOP 在运行时动态的注入到 CRUD 前。

Spring 框架的配置比较繁杂,同时他的配置需要使用用户频繁的复制粘贴。Spring Boot 使得 Spring 应用变得更轻量化<sup>[7]</sup>。MyBatis 是一个轻量级的持久层框架,使用 MyBatis 不再需要编写 JDBC 代码、手工设置参数以及封装结果集。其可以通过简单的 XML 或注解实现配置和原始映射,并将接口和普通的 Java 对象映射成数据库中

的记录。

使用项目构建工具 maven 构建一个 Spring 的 Web 项目,同时通过 pom 的配置依赖,可以将上述三者框架引入项目中并开始使用。

### 2.2 服务请求的设计与分层

在一个 Web 项目中,通常将一次请求的处理分为 4 层:Controller 层、Service 层、DAO (Mapper)层和 Entity (Model)层<sup>[8]</sup>。

Controller 层主要负责业务逻辑和流程的控制,通过调用 Service 层中的接口来完成。Service 层主要负责业务模块的逻辑应用设计,使用注入的 DAO 层对象进行功能上的组合。DAO 层主要负责数据库的持久化操作。Entity 层是实体层,是数据库表在项目中的实体类和包装类。各层之间的关系如图 1 所示。

### 2.3 敏捷开发

在实际的项目开发中,Springboot 中有大量类型相似、写法一致的代码,所以引用 lombok 这个插件来自动生成和注释代码,可提高效率。同时,可以在持久层中使用 MyBatis Plus 框架替代 MyBatis 框架,因为前者在易用性和简洁性方面都更具优势。

在前后端联调和后端自测阶段,会使用类似 Postman 的 REST 测试工具,这就需要在工具中维护开发文档和使用说明。因此引入工具 swagger,可在代码中自动生成其注释,然后在项目运行中通过 Web 页面的方式展示接口相关文档,方便联调和测试。

## 3 遥感影像检索服务

### 3.1 元数据处理

用于检索的遥感影像数据,除原始图像外,其缩略图文件和 meta 文件中包含多种属性和地理信息,可用于建立检索服务。

通过编写程序对 meta 的 XML 文件进行解析,可以得到影像的相关遥感信息,如拍摄时间、位置和分辨率等,并使用结构化数据库 Postgres 将其存储。Postgis 空间数据库可将空间地理信息(卫星影像四角点经纬度)保存为一个十六进制数格式的对象<sup>[9]</sup>。以多边形为例,将四脚点坐标转换为 Postgis 的 Geography 对象的语句如以下代码所示, POLYGON 中的元素为顺时针四脚点坐标的封闭集合。

```
st_geographyfromtext (
POLYGON (
(
ULLongitude ULLatitude,
ULLongitude ULLatitude,
ULLongitude ULLatitude,
ULLongitude ULLatitude,
ULLongitude ULLatitude
)
)
```

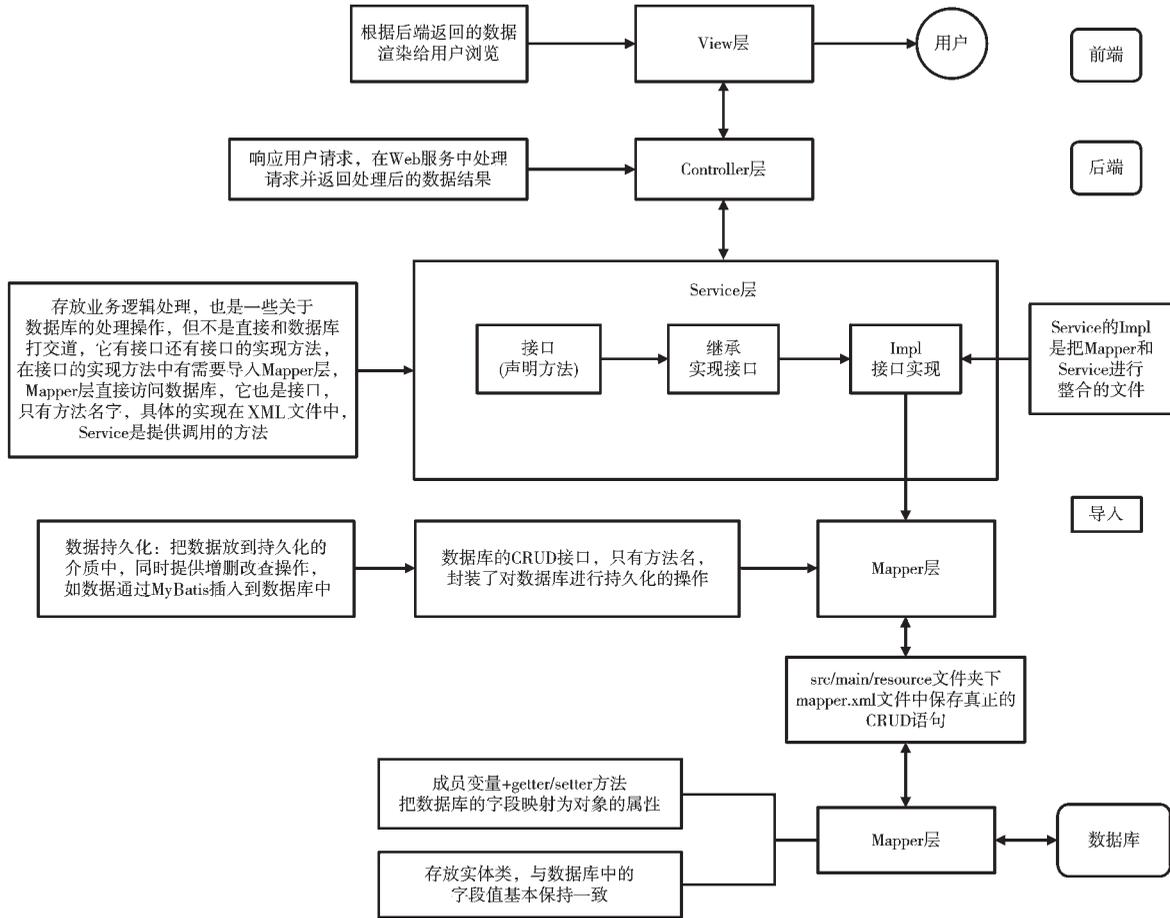


图 1 服务请求的设计与分层

)

因空间对象同样也支持索引,所以在数据量较大的情况下,通常也需要添加索引以提高检索效率<sup>[10]</sup>。

### 3.2 空间地理信息关系查询

在卫星影像的元数据处理完成之后,编写可提供服务的接口,虽然通过 2.3 节中的敏捷开发方法能得到简单实现 CRUD 的代码,但是想要实现更为具体复杂的空间检索逻辑,仍然需要对生成的代码进行重写或者改写。

GeoJSON 是基于 JavaScript 对象表示法的地理空间信息数据交换格式<sup>[11]</sup>,支持下面几何类型:点、线、面、多点、多线、多面和几何集合。其格式如以下代码所示(以多边形要素为例)。

```
{
  "type": "Polygon",
  "coordinates": [
    [
      [88.759006, ?26.587168],
      [88.759006, ?27.936478],
      [89.085217, 27.936478],
      [89.085217, 26.587168],
      [88.759006, 26.587168]
    ]
  ]
}
```

}

后端在接收到 JSON 格式的请求体后,在持久层使用 Postgis 的空间位置函数对数据库中的空间对象和 GeoJSON 表示的对象进行位置判断<sup>[12]</sup>,Postgis 支持的位置关系函数的功能有相交、包含和覆盖等<sup>[13]</sup>。下面以 st\_intersects() 为例进行相交判断,关键 SQL 语句如以下代码所示。

```
SELECT * FROM TABLE
WHERE
st_intersects(
  Geography(
    st_geomfromgeojson(
      {
        "type": "Polygon",
        "coordinates": [
          [
            [88.759006, 26.587168],
            [88.759006, 27.936478],
            [89.085217, 27.936478],
            [89.085217, 26.587168],
            [88.759006, 26.587168]
          ]
        ]
      }
    )
  )
```

```

]
}
)
),scope_geo)

```

完成关系查询的 DAO 层开发工作,再结合 Service 层和 Controller 层的功能补充和数据包装,通过 Controller 层 @RequestMapping 注解可指定相对访问路径和访问方法<sup>[7]</sup>,再对整个项目做全局配置,包括 CORS(跨域资源共享)配置、JSON 格式配置等。完成部署后就可以提供一个用于遥感数据空间检索的服务。

### 3.3 检索服务的应用场景

后端检索服务部署后,前端可以使用多种空间信息形式来检索影像。检索用的空间信息可以选择这几种形式:使用 WebGIS 框架进行矢量图形绘制;上传带有空间

位置的 shp 文件;行政区域的选择;自定义区域或者对全球进行网格分隔;使用网格作为空间检索范围<sup>[14]</sup>。这几种形式最终都可以转换为 GeoJSON 对象,通过 Web API 传递给后台进行空间检索。图 2 和图 3 分别为检索服务在前端的应用场景和检索结果。

### 4 结论

本文叙述了基于 RESTful Web API 服务架构的遥感影像检索关键技术和步骤,并分别从服务请求设计、敏捷开发和空间地理信息查询等方面进行了细致的介绍。可以看出,基于 RESTful Web API 架构的检索服务对比传统的 Web 架构的服务,具有更加简单、直接的优势,可以有效提高遥感影像检索系统的开发效率及检索效率。

### 参考文献

[1] 陈勃,陈志军.海量遥感卫星数据存档方法的探讨[J].遥



图 2 多种空间检索方式的前端应用场景



图 3 检索结果

(下转第 91 页)

周期进行设定,避免并行仿真的多级回退及死锁问题,同时可定期精准清除内存;改进 GVT 计算算法,无需频繁进行 GVT 同步并能自发确定切点,改善 GVT 计算复杂度。算法可为并行作战仿真的研究提供支持,对未来大规模集群仿真作战提供新的思路和参考。

#### 参考文献

- [1] OSINGA F.Science, strategy and war: the strategic theory of John Boyd[M].Netherlands: Eburon Academic Publishers, 2005.
- [2] 朱江,蔡蔚,闻传花,等.基于 OODA 指挥控制环的作战仿真实验[J].指挥控制与仿真,2015(3): 112-115.
- [3] 邹立岩,张明智,柏俊汝.一种基于 OODA-L 的智能无人集群作战仿真建模框架[C].2019 中国系统仿真与虚拟现实技术高层论坛,2019: 238-245.
- [4] Pei Yun, Hou Tiedan, Yang Qingshan, et al. Analysis of fighter agility in beyond-visual-range air combat[J]. Air & Space Defense, 2019, 2(1): 42-46.
- [5] VETTORELLO M, EISENBART B, RASNCOMBE C. Toward better design-related decision making: a proposal of an advanced OODA loop[J]. Proceedings of the Design Society International Conference on Engineering Design, 2019, 1(1): 2387-2396.
- [6] 高昂,段莉,张国辉,等.计算机生成兵力行为建模发展现状[J].计算机工程与应用,2019, 55(19): 43-51.
- [7] 柴磊,王智学,何明.指挥控制协同能力需求体系形式化框架[J].计算机工程与应用,2020, 56(5): 49-56.
- [8] BASINGAB M, NAGADI K, RAHAL A, et al. Distributed simulation using agents for the Internet of Things and the factory of the future[J]. Information(Switzerland), 2020, 11(10): 458.
- [9] MELNIK E V, OSTROUKHOV A Y, PUKHA I S, et al. The software structure for agent-oriented simulation with distributed dispatching[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1661(1): 012180.
- [10] 周丰.指挥控制系统模型的分析与扩展[C].北京:第二届中国指挥控制大会论文集,2014: 112-114.
- [11] 张志祥,高春荣,郭福亮.人工战争:基于多 AGENT 的作战仿真[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [12] ILACHINSKI A. Artificial war: multiagent-based simulation of combat[M]. World Scientific, 2004.
- [13] 陈西选,徐璐,曲凯,等.仿真体系结构发展现状与趋势研究[J].计算机工程与应用,2014, 50(9): 32-36.
- [14] TOCCI T, PELLEGRINI A, QUAGLIA F, et al. ORCHESTRA: an asynchronous wait-free distributed GVT algorithm[C]. IEEE/ACM International Symposium on Distributed Simulation & Real Time Applications. ACM, 2017.
- [15] LI T T, HAN L, WANG J Y. Research and application of time management in parallel and distributed real-time simulations[J]. Journal of System Simulation, 2013, 25(8): 1783-1788.

(收稿日期:2021-01-28)

#### 作者简介:

马也(1993-),通信作者,女,博士研究生,主要研究方向:信息感知与控制技术, E-mail: mayegf@126.com。

常天庆(1963-),男,教授,博士生导师,主要研究方向:信息感知与控制技术。

范文慧(1968-),男,教授,博士生导师,主要研究方向:复杂系统建模与仿真。



扫码下载电子文档

(上接第 85 页)

感信息,2006(5): 44-47.

[2] RICHARDSON L, RUBY S. RESTful Web Services[M]. O'Reilly Media Inc, 2007.

[3] 李大鹏.基于 REST 风格 Web 服务的研究[J].电子商务,2010(4): 63-63.

[4] RATHOD D M, DAHIYA M S, PARIKH S M. Towards composition of RESTful web services[C]. International Conference on Computing. IEEE, 2016.

[5] 潘金亚.基于 Spring 的 REST 式 Web 服务研究与应用[D].西安:西安电子科技大学,2013.

[6] MAK G. Spring MVC framework[M]. Spring Recipes, 2008.

[7] 王丹,孙晓宇,杨路斌,等.基于 SpringBoot 的软件统计分析系统设计与实现[J].软件工程,2019, 22(3): 40-42.

[8] 陈平.基于 Spring 的轻量级 Web 框架的研究与设计[D].镇江:江苏大学,2005.

[9] 肖祥红.基于 PostgreSQL 的省级像控点数据库设计与建设[J].地理空间信息,2019, 17(11): 63-66, 11.

[10] 刘小飞,胡珂,关昆,等.基于 Postgis 的异构地理空间数据组织与应用开发[J].测绘与空间地理信息,2014(9): 63-65.

[11] 王东兴,朱翊.GeoJSON 在异构地理信息数据集成中的应用[J].测绘与空间地理信息,2018, 41(6): 138-140, 146.

[12] 曾侃.基于开源数据库 PostgreSQL 的地理空间数据管理方法研究[D].杭州:浙江大学,2007.

[13] 林媛媛.基于 PostgreSQL 与 Postgis 的空间数据库设计及应用研究[D].赣州:江西理工大学,2014.

[14] 郭明强.面向高性能计算的 WebGIS 模型关键技术研究[D].武汉:中国地质大学,2013.

(收稿日期:2020-03-30)

#### 作者简介:

王昊(1991-),男,硕士,助理研究员,主要研究方向:Java 后端研发、遥感大数据。

特日根(1987-),通信作者,男,博士,副高级研究员,主要研究方向:遥感大数据, E-mail: terigen@charmingglobe.com。



扫码下载电子文档

## 版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所