

基于 Web Services 的 Argo 数据 应用服务框架与实现

何亚文^{1,2,3}, 杜云艳¹, 苏奋振¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院烟台海岸带可持续发展研究所, 山东 烟台 264003;
3. 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要: 分析了 Argo 数据应用研究现状, 结合 Web 服务技术, 提出了 Argo 数据应用服务框架, 把 Argo 数据及应用模型均封装成 Web 服务, 从而提高了分布式环境下, 数据的互操作性、应用的可移植性及透明性。基于该框架, 开发设计了“中国南海 Argo 数据应用服务平台”, 该系统可以集成分布式环境中, 基于异构平台的数据服务和应用服务, 可为用户提供透明的、“一站式”的 Argo 数据 Web 应用。

关键词: Argo, Web Services, 应用服务, 数据服务

中图分类号: P717; TP311.138 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6932(2009)04-0126-0006

1 引 言

国际 Argo (array for real-time geostrophic oceanography) 计划设想建成由 3 000 个浮标组成的全球实时海洋观测网, 截至到 2007 年 11 月, 全球范围内浮标总数已经达到了 3 000 个浮标的目标^[1, 2]。随着全球海洋中 Argo 浮标数量的不断增加, 各沿海国的海洋和大气科学家们已经在广泛的领域开展了 Argo 资料的应用研究工作, 并取得了一大批应用研究成果。当前针对 Argo 数据的应用研究主要有, 利用 Argo 数据, 提高海温初始场的精度, 从而提高海温数值预报水平^[3, 4, 5]; 利用 Argo 资料估算大洋表层流和中层流的方向和大小, 即在大洋环流模式研究中的应用^[6]; 将 Argo 数据引入常规数据同化的数据模式中, 以丰富资料源, 并提高海洋和天气预报的精度^[7]; 利用同化后的 Argo 资料改进海洋及短期气候预报模式的预测能力^[8, 9, 10, 11]。

Argo 数据已经逐渐应用到了广泛的领域, 学者们提出了许多应用模型, 但这些模型面临异构、分布式等问题时, 很难做到重用和共享。随着网络的发展与成熟, 国内外有很多基于 Web 的 Argo 数据应用服务平台, 像法国 IFREMER 数据中心的 Coriolis 平台, 美国 US GODAE 数据中心的 Argo GDAC Data Browser 平台, 美国 NODC Argo 数据平台, 中国 Argo 资料中心的 Argo 应用服务平台, 中国 Argo 实时资料中心的 Argo 应用服务平台, 以上这些基于 Web 的 Argo 数据应用服务平台, 只提供 Argo 数据的网络可视化以及基于元数据信息的 Argo 数据下载, 没有提供基于 Web 的 Argo 数据应用服务。随着 Web 服务及网格技术, 特别是空间信息网格技术的发展, 研究者提出了网格环境下, 空间信息的 Web 服务集成框架^[12, 13], 基于此, 本文结合 Web Services 技术, 针对 Argo 数据及应用的特点, 提出了 Argo 数据应用服务框架, 将不同的应用封装成 Web 服务, 从而提高了分布式环境下应用的可移植性。Argo 计划旨在快速、准确、大范围收集全球海洋上层的海水温度、盐度剖面资料, 为 Argo 数据在各领域的应用研究提供支持, 因此, 利用 Argo 数据快速、高效地展现大洋上层不同深度的温度、盐度变化信息, 是 Argo 数据的一个重要应用。本文结合应用服务框架, 具体实现了大洋不同深度温度、盐度变化曲线图 (瀑布图) 应用服务。用户可以通过 URL 直接访问这一服务, 同时基于 Web Services 的松散耦合性, 可以将该服务

收稿日期: 2009-06-19; 收修改稿日期: 2009-07-10

基金项目: 国家 863 计划资助项目 (2006AA09Z139)、国家 908 专项预研项目 (908-03-01-09) 和中国科学院知识创新项目 (kzcx2-yw-304)

整合到其它应用中, 也可以利用不同时空的 Argo 资料, 高效地绘制大洋上层不同深度的温度、盐度变化曲线图 (瀑布图), 从而为进一步的应用研究提供帮助。

2 基于 Web Services 的 Argo 数据应用服务框架

2.1 Web Services 体系结构

Web 服务 (Web Services) 指的是, 利用平台与编程语言中立的数据表示和通讯协议, 实现互操作性的技术, 因此, 它首要解决的问题就是网络上普遍存在的异构、分布式系统的互操作性问题, 以及松散耦合的 Web 服务之间进行互相调用、互相集成的问题, 也就是寻求一种机制, 能够在不同的平台和语言实现上提供应用程序无缝、自动的连接。

Web 服务的体系结构如图 1 所示。

该体系结构有三个参与者和三个基本操作构成。三个参与者分别是服务提供者、服务请求者和服务注册中心; 三个基本操作分别为发布、查找和绑定。服务提供者将其服务发布到服务注册中心, 当服务请求者需要调用该服务时, 它首先利用基本操作中的查找去服务注册中心搜索服务, 当得到如何调用该服务的信息后, 可以直接跟服务提供者建立绑定, 而无须经过服务注册中心。

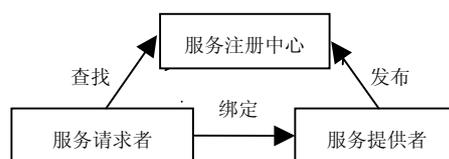


图 1 Web Services 的体系结构
Fig. 1 Architecture of Web Services

2.2 Argo 数据应用服务框架

Argo 数据研究中, 基于不同的目的和应用需求所设计的应用模型由于平台异构、接口不开放等原因, 很难实现重用和共享; 另外, 在分布式环境中, 很难做到应用访问的透明性。由于以上原因, 研究者常常选择另外开发独立的应用模型, 或者通过手动的方法实现应用的集成和共享。而基于 Web Services 能够解决以上的难题, 实现分布式环境中应用的可移植性以及应用访问的透明性。

基于 Web 服务的 Argo 数据应用服务框架, 主要是解决异构、分布式环境对 Argo 数据应用研究带来的不便。随着 Web 服务技术应用的不断推广, 以及相关协议和规范的成熟, 其能够以独立于平台的方式将应用程序逻辑作为可按 URL 寻址的资源提供给任何客户。在 Web 服务的 Argo 数据应用服务框架下, 应用模型被改造成 Web 服务。由于 Web 服务使用了以 XML 编码的消息, 在 Web 服务实现和客户端间出现了更高层次的抽象, 这样客户端只需要知道 Web 服务的位置、签名方法和返回值, 就可以通过 Web 服务的 UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration)、WSDL (Web Services Description Language) 等所提供的信息完成对数据和应用的访问。

图 2 是 Argo 数据应用服务框架。首先需要把 Argo 数据封装成 Web 服务, 因为要提供应用服务, 就必须构造统一的数据访问接口, 这是基础; 然后将应用模型改造成 Web 服务, 并将这些数据服务和应用服务统一注册到 UDDI。应用可以利用 UDDI 提供的一种可以对 Web 服务进行注册和查找的标准化方法, 到 UDDI 查找需要的 Web 服务, 也可以直接绑定发布的 Web 服务。Web 服务的查找、绑定、应用都是通过 SOAP 消息的形式完成的, 一个发送 Web 服务的 SOAP 消息会调用此服务提供的一个方法, 也就是说, 该信息请求 Web 服务执行一个特定任务, 然后 Web 使用 SOAP 消息中所包含的信息执行其功能, 如有需要, Web 服务还会通过另一个 SOAP 消息返回结果。

3 实验与分析

3.1 Argo 数据应用服务实现

实验环境有三个服务节点、一个 Web 服务注册管理中心和一个 Argo 数据应用服务平台构成。其中节

点 1 (提供 Argo 数据服务)、节点 2 (提供 Argo 数据服务)、节点 4 (提供 Argo 应用服务)、Argo 数据应用服务平台设置在中国科学院地理科学与资源研究所；节点 3 (提供 Argo 数据服务)、Web 服务注册管理中心设置在东北大学。节点 1、节点 2、节点 3 为了提供 Argo 数据服务，需要安装 ArcGIS Server，Argo 数据应用服务平台为了保证利用 ArcGIS Server 发布的 Argo 数据服务的正常运行，需要安装 ArcGIS Server 的 Web ADF Runtime。

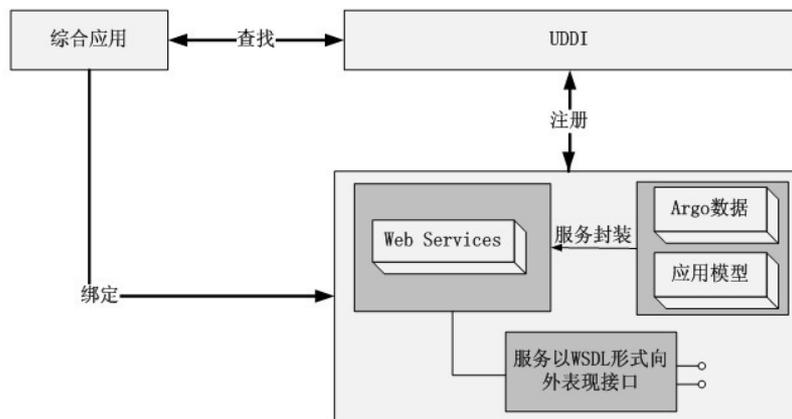


图 2 Argo 数据应用服务框架

Fig. 2 Framework for application services of Argo data

图 3 是基于 Web 服务的 Argo 数据集成与应用平台的物理架构，包含多个物理上分布的节点，这些节点是 Argo 数据和应用模型的宿主单位，它们分别提供 Argo 数据服务和应用服务，并把服务统一注册到 Web 服务注册、管理中心，并最终由 Argo 数据应用服务平台提供统一应用。

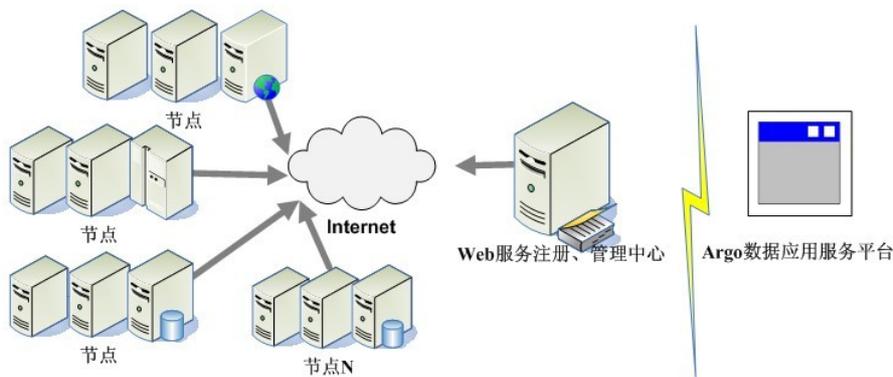


图 3 Argo 数据应用服务平台物理框架

Fig. 3 Physical framework for application services of Argo data

以 1998 年 1 月 1 日到 2007 年 4 月 1 日中国南海海域 (105°30' ~ 122°15'E , 3° ~ 26°30'N) 部分 Argo 浮标的测量数据为研究对象。这些 Argo 数据由 US GODAE 数据服务中心下载得到，经过实时质量控制，数据格式为 NetCDF，这些 Argo 数据分别分布在三个数据节点上，首先利用 ArcGIS Toolbox 中的 MakeNetCDFFeatureLaye 工具将 NetCDF 格式的 Argo 数据转换成 Shapfile 格式的空间数据，然后在 ArcGIS Server 下封装为数据服务 (Map Services)。Argo 数据服务的 WSDL 文件的具体服务描述为：

```
<service name=" Argo DataServer1">
  <port name="MapServerPort" binding="e:MapServerBinding">
    <soap:address location="http:// */arcgis/services/ Argo DataServer1/MapServer" />
  </port>
</service>
```

```

</port>
</service>

<service name=" Argo DataServer2">
  <port name="MapServerPort" binding="e:MapServerBinding">
    <soap:address location="http:// */arcgis/services/ Argo DataServer2/MapServer" />
  </port>
</service>

<service name=" Argo DataServer3">
  <port name="MapServerPort" binding="e:MapServerBinding">
    <soap:address location="http:// */arcgis/services/ Argo DataServer3/MapServer" />
  </port>
</service>

```

利用 Argo 数据快速、高效的展现大洋上层不同深度的温度、盐度变化信息, 即展现大洋不同深度温度、盐度变化曲线图的应用, 改造为 Web 服务, 该服务的 WSDL 文件的具体服务描述为:

```

<service name=" Argo Service">
  <port name=" Argo ServicePort" binding="e: Argo ServiceBinding">
    <soap:address location="http://*/ Argo / Argo Service.asmx " />
  </port>
</service>

```

物理位置在节点 1、节点 2、节点 3 的 Argo 数据服务及节点 4 的 Argo 数据应用服务都可以注册到 Web 服务注册、管理中心。Web 服务注册、管理中心也是基于 Web Services 设计的, 选用 C#作为开发语言, 以 SQL Server 2005 做为所有注册信息的数据库, 基于以下 4 个 Web Servers 构建而成, 这 4 个 Web Services 分别为, Search_Service, Pubilc_Service, Delet_Service, Updata_Service。Web 服务注册管理中心负责管理和调度系统内所有用户的本地 Web 服务和相关资源, 包括服务的发布、查询、维护和资源调配等操作。基于该注册管理中心, Argo 数据及应用的使用者看不到这些数据及应用的复杂性、分布式等特点, 即基于 Web 服务, 为 Argo 数据及应用的使用者提供了“一站式”的透明服务。各服务在注册、管理中心的注册元数据信息如表 1 所示:

表 1 Argo 数据服务注册信息
Tab. 1 Registration information of Argo data services

服务名	服务类型	服务位置	发布者	发布时间	执行时间	访问权限
Argo DataServer1	Map 服务	节点 1	Heyw	2008-5-12	工作日	完全
Argo DataServer2	Map 服务	节点 2	Heyw	2008-5-20	工作日	完全
Argo DataServer3	Map 服务	节点 3	Zyy	2008-5-12	工作日	完全
Argo Service	普通服务	节点 4	Heyw	2008-6-18	工作日	完全

3.2 Argo 数据应用服务集成

Argo 数据应用服务平台是基于 ArcGIS Server 的 Application Developer Framework (ADF), 采用 C# 语言开发设计的。开发设计的 Argo 数据应用服务平台主要包括资源查找功能模块、 Argo 数据网络可视化模块和 Argo 数据应用服务模块。

Argo 数据应用服务平台中数据及应用的集成, 是通过动态添加 Web 服务的形式实现的。用户可以通过

过发布者、服务名称以及服务关联的数据的空间范围，查找需要的数据及应用服务并动态添加到集成平台中。

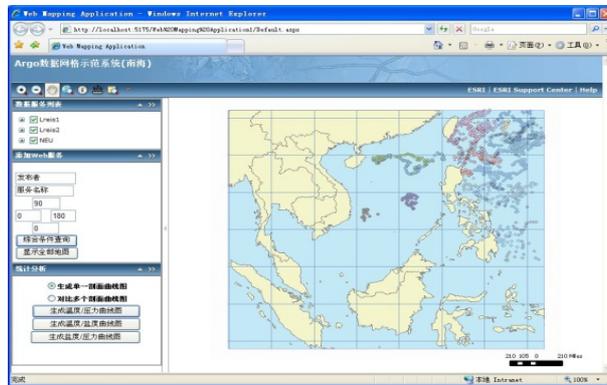


图 4 Argo 数据应用服务集成

Fig. 4 Integration display of Argo data services

结合以上集成的 Argo 数据，用户如需绘制不同深度温度、盐度变化曲线图，就可以利用集成的绘制不同深度温度、盐度变化曲线图应用服务，即 Argo Service 实现。下图为利用该应用服务绘制的 Argo 浮标某一剖面温度随压力的变化曲线图。



图 5 温度\压力曲线图

Fig. 5 Curve of temperature\pressure

4 结 论

尽管 Argo 数据的应用不断深入，但 Argo 数据的集成、共享以及在此基础上的应用研究还刚刚起步，尚有许多问题亟待解决。结合 Argo 数据的特点和应用现状及 Web 技术，本文提出了 Argo 数据的应用服务框架，对 Argo 数据及应用模型进行组织管理，提高了分布式环境下 Argo 数据的互操作性、应用的可移植性以及应用的透明性，实现了不同领域的 Argo 数据的互操作和应用模型的共享。中国南海 Argo 数据应用服务平台的构建和应用，验证了 Argo 数据应用服务框架在异构、分布式环境中应用的优势，基于此，其它海洋信息的集成可以借鉴本文提出的 Argo 数据应用服务框架，实现数据的分布式集成应用和模型的共享。

参考文献:

- [1] Roemmich, D W B Owens. The Argo project: Global ocean observations for understanding and prediction of climate variability [J]. *Oceanography*, 2000, 13(2): 45-50.
- [2] Roemmich, D. Coauthors. Argo : The global array of profiling floats [J]. *Observing the Oceans in the 21st Century*. 2001, 248-257.
- [3] 王桂华, 刘增宏, 许建平. 利用 Argo 资料重构太平洋的三维温盐场和流场 [C]. *Argo 应用研究论文集*. 北京:海洋出版社, 2006. 16- 26.
- [4] NAOTO I, FUMIAKI K, YOSUKE K, et al. Seasonal variation of the upper ocean in the Western North Pacific observed by an Argo float [J]. *Journal of oceanography*. 2006, 481-492.
- [5] EITARA O, LYNNE D, TOSH IIO S. Temporal variability of winter mixed layer in the mid2to high latitude North Pacific [J]. *Journal of Oceanography*. 2007, 293 - 307.
- [6] HOWARD J F, PATR ICK F C. A new tool for environmental monitoring and assessment of the world oceans, an example from the N. E. Pacific [J]. *Progress in Oceanography*. 2005, 31 - 44.
- [7] 朱江, 闫长香, 万莉颖. Argo 资料在太平洋海洋资料同化中的应用 [C]. *Argo 应用研究论文集*, 北京:海洋出版社, 2006. 151-162.
- [8] 杨胜龙, 周芳, 崔雪森, et al. Argo 数据研究应用现状与发展趋势 [J]. *海洋渔业*, 2007(11), 29(4): 355-359.
- [9] HU HB, LIU QY, LIN XP. The South Pacific subtropical mode water in the Tasmansea [J]. *Journal of Ocean University of China*, 2007, 6(2): 107-116.
- [10] LIU ZH, XU JP, ZHU BK. The upper ocean response to tropical cyclones in the north western pacific analyzed with Argo data [J]. *Chinese Journal of oceanography and Limnology*, 2007, 25 (2): 123-131.
- [11] EITAROU O, KENTARO A. Stability of temperature and conductivity sensors of Argo profiling floats [J]. *Journal of oceanography*, 2004, 60(2): 253-258.
- [12] 李德仁, 朱欣焰, 龚健雅. 从数字地图到空间信息网格—空间信息多级网格地理思考 [J]. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2003, 28(6): 642-650.
- [13] 李德仁, 黄俊华, 邵振峰. 面向服务的数字城市共享平台框架的设计与实现 [J]. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2008, 33(9): 881-885.

作者简介: 何亚文(1985—), 男, 山东济宁人, 博士研究生, 主要从事海洋与海岸带地理信息方面的研究。
电子邮箱: heyw@lreis.ac.cn

The implementation and framework for Argo data application service based on Web Services

HE Ya-wen^{1,2,3}, DU Yun-yan¹, SU Fen-zhen¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Yantai Institute of Coastal Zone Research for Sustainable Development, CAS, Yantai 264003, China;

3. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049, China)

Abstract: Based on Web services technology and the research status of Argo data, a framework structure for Argo data application service is advanced, through the interoperability, portability and transparency of Argo data in distributed environment can be improved. “The application service platform of Argo in South China Sea”, which is designed and developed based on the framework, can integrate heterogeneous data services and application services in distributed environment, and can provide users with transparent, “one-stop” Web application on Argo data. The framework structure can provide a reference to integration and application of other oceanographic information.

Keywords: Argo; Web Services; application services; data services