

WCF 技术在分布式电网分析平台中的应用

雒宁¹, 雒明世², 魏二虎³, 董张卓¹, 路瑜¹

(1. 西安石油大学 电子工程学院, 陕西 西安 710065; 2. 西安石油大学 计算机学院, 陕西 西安 710065;
3. 武汉大学 测绘学院, 湖北 武汉 430079)

摘要: 电网分析平台能对电网系统进行分析 and 仿真, 是提高输配电网管理水平重要的工具. 对于电网分析平台的开发, 拟采用分布式的架构. 而分布式技术 CORBA, .NET Remoting, Web Service 等技术复杂, 应用性受到限制. 首先对平台架构进行分析, 对 WCF 技术的原理进行总结, 结合电网平台数据接口通用性要求, 建立数据接口模型, 编写 WCF 服务端和客户端测试程序, 验证了采用 WCF 技术建立的分布式电网分析平台的可行性.

关键词: WCF; 电网分析平台; 高速数据访问接口

中图分类号: TP302.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9102(2014)01-0073-05

Applying WCF technology in analysis platform of transmission and distribution network

LUO Ning¹, LUO Ming-shi², WEI Er-hu³, DONG Zhang-zhuo¹, LU Yu¹

(1. School of Electronic Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China;
2. School of Computer, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China;
3. School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Analysis platform of transmission and distribution network is a important tool to improve the distribution platform distribution grid management level, and distribution of power grid system analysis and simulation. The analysis platform of transmission and distribution network was developed by using, the distributed architecture. Distributed technology CORBA, .NET Remoting, Web Service was complex, the application was limited. The platform structure was analyzed, and the principle of the technology of WCF was summarized, the distribution platform with power grid data interface general requirement, data interface model was built, WCF server and client test procedures was unitlen the WCF technology established distribution grid analysis platform of distributed is feasibility.

Key words: WCF; power distribution network analysis; HSDA

随着国内电力系统自动化的发展, 电力调度中心的自动化系统也随之增多. 借助各种分析软件, 运行人员能够对电网进行分析和仿真, 从而加强了电力系统的规划设计、安全运行以及故障检修等. 然而以往电网分析软件存在着通用性差、功能单一、难以扩展等缺点. 因此, 开发一个适应于电网发展的分析软件, 辅助运行人员对输配电网进行综合

分析, 是提高输配电网管理水平的重要手段.

对于电网分析平台环境的建立, 需要投入大量的资源, 输入电网的各类信息数据多、管理难度大. 平台若采用单计算机模式, 无法实现数据共享. 为了实现数据集中管理, 信息共享和便于维护, 平台拟采用客户/服务器模式的分布式架构.

文献[1-2]提出了一个遵循 CIM 的分布式电

网分析平台. 该平台采用 B/S 模式开发, 多个客户端由一个服务器提供服务, 因此, 在开发过程中需要选择合适的通讯技术. 综合考虑电网的实时特性、数据传输的规模较大以及需要保证通信的可靠性、安全性, 本文结合电网分析平台分布式结构, 应用 Microsoft 公司的 WCF 技术设计并实现了高速数据访问接口(HSDA), 并在该平台原型模型中进行了数据调用效率测试, 测试结果表明设计的可行性.

1 电网分析平台构架

1.1 公共信息模型 CIM 和组件接口规范 CIS

公共信息模型 CIM 描述了电力系统所涉及对象逻辑结构和关系的信息模型, 提供了用对象类和属性以及他们之间关系来表示电力系统资源的标

准方法^[3]. 不同应用程序接口只要语义层次上基于 CIM, 就可以以同样的方式访问公共数据, 实现互操作, 从而提高应用程序之间的兼容性及系统开放性.

组件接口规范 CIS 描述了标准化的接口功能, 定义了任何应用之间交换信息或者访问公共数据通用的服务. 应用通用接口可以实现与其他应用或系统集成^[4].

1.2 平台构架

为了保证平台具有综合的应用性就需要实现: 功能组件可以修改或者更新; 根据实际需要添加新的组件; 方便插入第三方基于统一标准开发的组件等, 也就是平台应具有可维护性、扩展性和开放性^[5]. 因此, 平台中的数据模型和接口都应按照 IEC61970 系列标准来设计和实现.

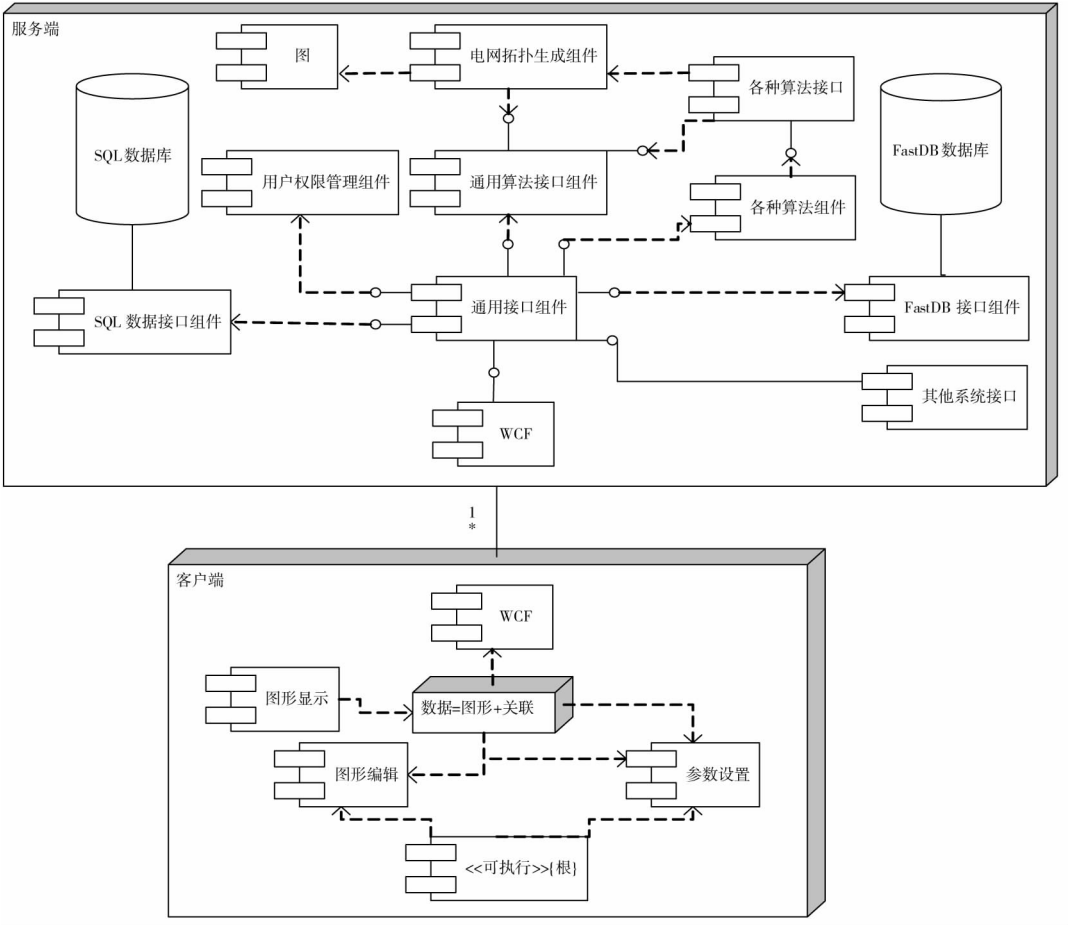


图 1 电网分析平台架构图

1.2.1 电网分析平台模式

平台采用分布式客户端/服务器模式, 将图形编辑、参数设置等需要主观操作的组件放在客户端, 而将数据存储、各种计算等组件放在服务端, 构架如图 1 所示. 服务器端集中管理数据, 可以便于

系统维护并且保证数据的安全性. 客户端根据实际需要在网络中灵活设立, 保证了系统的主要功能不受影响^[6].

1.2.2 平台数据的访问和存储

平台采用瘦客户端的方式管理信息, 数据只在

服务端中进行存储. 通信采用请求 - 响应模式, 所以为了得到需要的数据, 客户端通过通信接口发送请求到服务端, 服务器端得到响应后把数据反馈给客户端.

平台采用关系式数据库 SQL Server 和内存数据库 FastDB 2 种数据库来进行数据模型的存储, 其中关系数据库作为永久性存储, 存储电网的结构、设备参数、计算分析记录以及系统日志等信息, 内存数据库作为仿真过程数据的存储, 存储仿真过程中所用到的各类数据信息.

2 WCF 工作原理和模式

2.1 WCF 工作原理

WCF(Windows Communication Foundation) 是用于创建和运行分布式系统的通信技术框架, 提供了一种面向服务系统构建安全、可靠、跨平台的分布式解决方案^[7]. WCF 的通信模型结构如图 2 所示, 地址 (Address)、绑定 (Binding) 和 契约 (Contract) 3 部分构成了一个端点, 而客户端与服务端的端点是实现消息交换的基础. 服务端公开端点, 当端点匹配后, 两者通过消息才能够进行交互操作^[8].

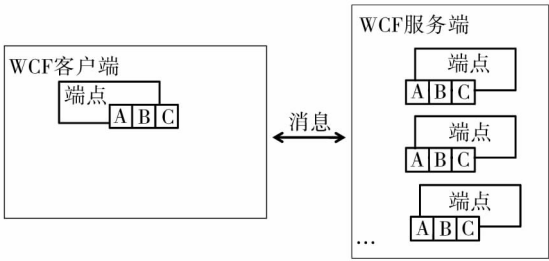


图 2 WCF 通信模型

2.2 WCF 端点三要素

1) 地址 (Address)

地址确定了服务的位置, 客户端根据地址来寻找需要应用到的具体服务. 利用统一资源标示符 (URI) 来表示地址从而确保唯一标识一个确定的服务信息^[9].

2) 绑定 (Binding)

绑定定义了客户端与服务端之间通信的信道, 绑定实现了通信所需要的所有细节, 包括网络传输、消息编码等. WCF 支持的传输层协议包括: TCP/IP, HTTP, MSMQ 及命名管道等协议, 这些协议分别适应于不同的场合^[10], 可以根据应用场合的不同, 选择不同的绑定方式.

3) 契约 (Contract)

契约则是对服务操作的抽象, 描述了消息的组织 and 操作方式. WCF 契约总共可以分为 4 种: 用于

定义服务操作的服务契约 (Service Contract); 用于自定义数据结构的数据契约 (Data Contract); 用于自定义错误异常的异常契约 (Fault Contract); 用于控制消息格式的消息契约 (Message Contract)^[11].

3 通用接口组件数据模型

3.1 数据模型

由于电网的实时特性强及数据传输的规模较大, 而 HSDA 提供了一个用于分布式环境中高效交换数据的通用接口. 应用 HSDA 服务可以访问多种类型的数据, 包括采集的电力系统实时数据、描述电力系统中的计算数据、描述电力系统或者系统设备的特性参数、控制实时或计算数据处理的参数以及发送到电力系统的控制数据等^[12]. 所以为了满足电网通信对平台的要求, 根据 IEC61970 标准中 CIS 规范建立高速数据访问接口数据模型, 如图 3 所示.

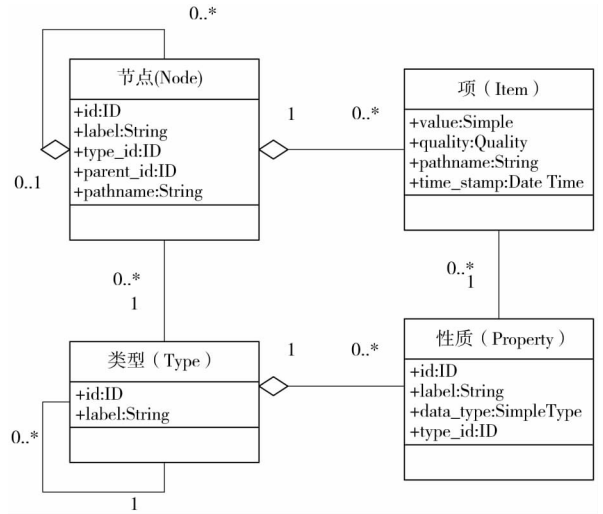


图 3 HSDA 接口组件数据模型

其中, 节点 (Node) 对应于实际电力系统中的一个对象. 通过节点将服务器上的数据信息组织为层次结构. 每个节点包含了项 (Item) 信息, 也就是通过 HSDA 访问的数据信息. 节点的元数据是类型 (Type), 表明了节点所对应的 CIM 类信息. 项的元数据是性质 (Property), 表明项所对应的 CIM 属性或关联信息^[10].

3.2 数据访问接口

根据 HSDA 的特点决定了服务器向客户端主要提供数据浏览和数据访问 2 类服务, 其中数据浏览服务包括对节点数据对象浏览、项数据对象浏览、节点数据对象有关的元数据 (类型数据对象) 浏览以及项数据对象有关的元数据 (属性数据对象) 浏览; 数据访问服务包括简单直接的读写服务和构建以组为单位的读写服务. HSDA 服务对象的

建立和接口基本架构如图 4 所示。

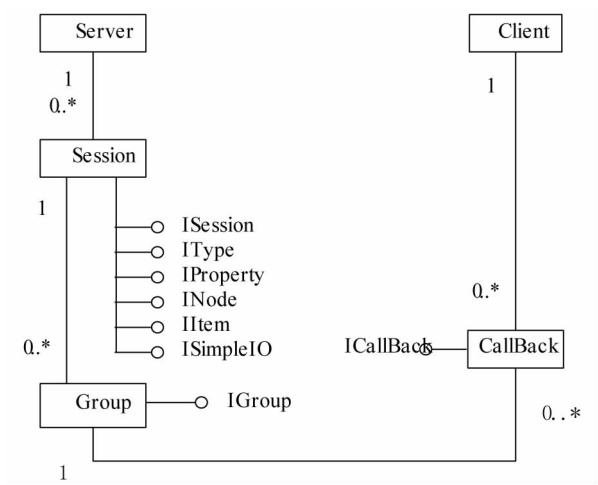


图 4 HSDA 对象和接口的基本构架

图 4 中描述了客户端和服务端分别所定义的接口。客户端和服务端通过创建的会话对象进行包括浏览和数据交换服务在内的交互。Service(服务器)实现 IService 接口的会话对象,每个会话对象具有 Session 类,Session 包括了与浏览节点、项、类型和性质等信息有关的接口,客户端可以通过此类接口浏览到能从服务器获取哪些数据。对于数据交换服务器端提供 ISimpleIO 接口和 IGroup 接口 2 种方式,前者在查询到相关数据信息后直接进行简单读或者写的操作。后者根据实际如果是同步的数据访问调用,以阻塞的方式数据返回给客户端;如果是异步的数据访问,后台进行读写操作,等准备好数据调用客户端的 CallbBack 进行通知;如果数据访问是订阅方式,服务器端一旦数据发生变化则向客户端发送更新的数据,如图 5 为 INode 接口序列图。

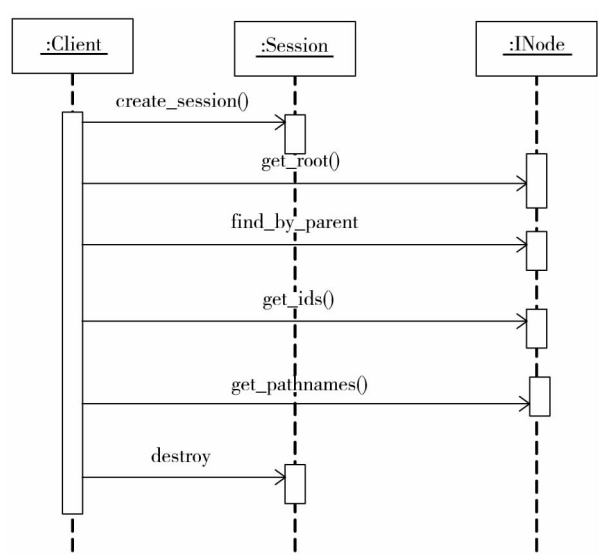


图 5 INode 接口序列图

INode 浏览接口,对在高速数据访问接口服务

器内部已经实例化的 Node 对象进行查询. 主要包括以下方法:

- 1) 返回由其 id 指定的一个节点或项的更多信息: `public string[,] INodefind(string[] a)`
- 2) 返回由它们的 id 指定的节点或项的更多信息: `public string[,] INodefind_each(string[] a)`
- 3) 节点对应的标识 id 和路径名 pathname 之间的转换:

```
public string INodeget _ pathnames ( string RIDArray)  
  
public string INodeget_ids( string pathName)
```

3.3 通信服务实现

根据接口模型,在 VS2008 环境下实现程序。遵守 WCF 的规则,在服务端完成端点的 ABC,并进行托管。客户端通过“添加服务引用”的方式,就能实现服务调用。

3.3.1 服务端的建立

1) 服务契约的建立 (ServiceContract)
System. ServiceModel 是 Microsoft 公司为 WCF 提供的用于面向服务程序设计的类库, WCF 中的大部分类和接口都是在命名空间 System. ServiceModel 下, 因此需要先添加对 System. ServiceModel 的引用。

在 WCF 中用接口 (Interface) 来定义一个服务,这样可以同时多个类中实现该接口,保证了服务的灵活性,这里以 ISession 服务为例如下:

```
[ServiceContract] //服务契约的定义  
public interface ISession  
{  
    [OperationContract] //操作契约的定义  
    string[ ] INodefind( string a );  
    .....  
}
```

服务中仅仅提供了数据浏览方法的名称,但服务中方法的实现需要服务端继承 ISession 接口,并完成具体的方法。这里是节点浏览方法的实现:

```
public class SyncSimple:ISession  
{  
    public string[ ] INodefind( string a ) //节点浏览接口方法的实现  
    {  
    }  
    .....  
}
```

2) 绑定和地址

服务的方法实现后,需要通过配置文件对绑定和地址进行确定,采用标准的 XML 格式完成配置,随后将配置文件发布,通过元数据交换 (MetadataExchange) 使客户端与服务端之间进行

服务的具体信息交互.

这里以 app. config 方式对端点的 ABC 进行配置

```
< endpoint address = http://localhost: 8036/
Design_Time_Addresses/CIS/Session
binding = "mexHttpBinding"
contract = "IMetadataExchange"/ >
```

3) 托管

由于所设计的 WCF 服务是公开的,所以需要提供一个运行服务的宿主环境,通过宿主程序加载实现服务. 这里采用控制台托管方式,通过实例化一个 ServiceHost 类型的对象 host,完成服务端点的配置,随后调用 Open() 方法,保持动态监听配置好端点的消息.

3.3.2 客户端的建立

要建立客户端与服务端的通信有 2 种途径,通过代理类的方式调用服务操作和通过通道的方式调用服务操作. 由于服务端的配置已经完成,这里选择前者来完成,首先需要运行服务端(host),随后在客户端中添加 Service 引用,根据 Address 地址获取服务操作,后台会相应生成代理类并配置端点,从而使客户端通过对代理类的调用实现对服务端的调用.

4 应用测试

以 Microsoft 公司 VS2008 中的 WCF 框架为基础完成服务端和客户端的程序编写后,对电网分析平台原型系统的通信进行测试. 在服务器端运行一个数据输出服务方法为测试实例,通过客户端登陆建立共享服务器对象,进而对相应方法的调用来实现数据的读取.

测试的数据大小:24.5 KB,273.8 KB
测试设备环境为:100 MB 局域网,其中接入 5 台的计算机,配置为 Intel 酷睿双核处理器 2.0GHz CPU,2G 内存.

测试中,其中一台运行服务端程序,其他 4 台运行客户端程序. 启动服务程序,分别测试在 TCP 和 HTTP2 种通道下共享对象建立的时间. 最终的结果如表 1 所示:

表 1 共享对象建立时间结果

客户端	TCP 通道/ms		HTTP 通道/ms	
	24.5 KB	273.8 KB	24.5 KB	273.8 KB
No. 1	61	76	207	323
No. 2	55	65	158	437
No. 3	73	58	171	352
No. 4	52	73	230	389
平均	60	68	192	375

表中的数据表明:在相同的通道下,虽然数据扩大一个数量级,建立共享对象的时间较接近;而对于同一个数据,建立共享对象的时间 HTTP 通道比 TCP 通道多一个数量级.

5 结论

遵循 CIM 的电网分析平台的设计与开发,可以实现软件系统的可扩展性、可维护性和开放性. 采用分布式构架,保证了信息的共享和便捷的管理,从而便于运行人员使用和维护. 结合电网实时性强,数据量大特点,对电网分析平台高速数据访问接口进行了分析和总结,并且运用 WCF 技术实现通信. 通过平台原型系统测试表明:WCF 技术能够方便客户端与服务端进行对象交互和数据共享,为建立分布式电网分析平台的通信服务提供了一个简便易行的解决方案.

参考文献:

[1] 董张卓,李建新. 企业供电分析平台中分布式技术应用的探究[J]. 微计算机信息,2011(3):33 – 35.

[2] 董张卓,刘雪. 采用. NET Remoting 技术的配电网分析平台架构[J]. 计算机应用与软件,2010(9):190 – 193.

[3] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. DL/T890. 301 – 2004 能量管理系统应用程序接口(EMS – API) 第 301 部分:公共信息模型(CIM)基础[S]. 北京:中国电力出版社,2004.

[4] IEC TC57. IEC 61970 – 402 Energy management system application program interface (EMS – API) – part 402: common services[S]. [S. l.]:IEC,2005.

[5] 刘伟,许珉,杨宛辉. 面向对象的电力系统图形程序设计方法[J]. 继电器,2003(11):44 – 47.

[6] 毛鹏,李晓露,秦红,等. 公共信息平台的数据访问服务设计[J]. 电力自动化设备,2010(10):121 – 125.

[7] 蒋金楠. WCF 技术剖析[M]. 北京:电子工业出版社,2009.

[8] 严商,黄樟灿. WCF: Windows 平台新一代通讯基础研究与分析[J]. 计算机与数字工程,2008(4):86 – 89.

[9] Michele L B. Learning WCF [M]. California: O'Reilly Media Inc,2007.

[10] 刘东,张沛超,李晓露. 面向对象的电力系统自动化[M]. 北京:中国电力出版社,2009.

[11] (美)雷斯尼克 S,克兰 R,鲍恩 C. WCF 核心技术[M]. 鲁成东,等,译. 北京:人民邮电出版社,2009.

[12] IEC TC57. IEC 61970 – 404 Energy management system application program interface (EMS – API) – part 404: High speed data access (HSDA) [S]. [S. l.]: IEC,2007.