

# 基于 BACnet/ XML 的 BACnet/ WS 集成模型的设计与实现

朱 斌<sup>1</sup>, 蔡昭权<sup>2</sup>, 黄 超<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学计算机科学与工程学院, 广东广州 510641; 2. 广东省惠州学院, 广东惠州 516015)

**摘 要:** 本文基于 BACnet/XML 协议和 BACnet/WS 接口标准, 提出了一种全新的智能楼宇集成模型, 设计和实现了集成模型中的核心 BACnet/WS 服务组件, 通过理论分析和仿真测试验证了集成模型具有良好的系统性能, 从而较好地解决了智能楼宇领域中的这一难题。

**关键词:** BACnet; BACnet/XML 协议; BACnet/WS 接口标准

**中图分类号:** TU17 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2008) 04-0784-04

## Design and Implementation of BACnet/ WS Integrated Model Based on BACnet/ XML Protocol

ZHU Bin<sup>1</sup>, CAI Zhaoran<sup>2</sup>, HUANG Chao<sup>1</sup>

(1. Department of Computer Science and Engineering, SCUT, Guangzhou, Guangdong 510641, China;  
2. Huizhou University, Huizhou, Guangdong 516015, China)

**Abstract:** This paper proposed a novel integration model based on BACnet/XML protocols and BACnet/WS interfaces. We described the implementation of the kernel BACnet/WS service module of this model. Excellent performance was shown through theoretical analysis and simulations, which indicates a promising solution of this problem.

**Key words:** BACnet; BACnet/XML; BACnet/WS

### 1 引言

在智能楼宇中, 大部分设备都是基于现场设备级的操作, 实现不同楼宇控制协议之间的高级智能楼宇设备在 Web 应用级的互操作是智能楼宇领域中的技术难题。

BACnet/WS 接口标准就是针对这种需要而制定的, 它能为不同的楼宇控制协议提供统一的设备操作和数据获取的途径。本文将基于 BACnet/XML 协议和 BACnet/WS 接口标准为基础, 建立一个全新的集成模型, 为各种智能楼宇网络提供统一、透明的管理方式。

### 2 BACnet/ XML 协议与 BACnet/ WS 接口标准

#### 2.1 BACnet/ XML 协议

BACnet<sup>[1]</sup> (A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Network) 是由美国供热、制冷与空调调节工程师学会 (ASHRAE) 制定的楼宇自控网络数据通信协议。BACnet 最初主要应用于单一楼宇范围, 但是随着智能楼宇领域的快速发展, 需要将跨越区域的多个建筑体统一地进行分布式管理。而正在成为 Web 应用主流技术的 Web 服务无疑是最佳解决方案。将它应用于 BACnet 楼宇系统, 实现 BACnet 协议的 XML 格式化。

ASHRAE 的 BACnet 标准委员会 2004 年提出了一份采用 XML Schema 描述 BACnet 协议的议案, 称为 BACnet/XML 协议<sup>[2]</sup> (BACnet/XML: A Web Services protocol for BACnet)。

#### 2.2 BACnet/ WS 接口标准

BACnet 标准委员会已于 2003 年开始制定用于集成各种楼宇自控系统及和其它应用系统进行数据交换的 BACnet/WS 接口标准<sup>[3]</sup>。它以 XML 格式描述系统信息, 以 Web 服务方式向外提供操作方法。由于模型的通用性, 它不仅可用于 BACnet 协议, 还可以用于其它楼宇协议, 如 LonTalk、komex、MODBUS 等等。经过将近 3 年的努力, BACnet/WS 接口标准已经基本完成, 正处于公示阶段, 将要成为 BACnet 标准的附录 N。

### 3 基于 BACnet/ XML 的 BACnet/ WS 集成模型

图 1 的集成模型在逻辑上将应用功能分为表示层、业务逻辑层和数据层。表示层为客户提供应用服务图形界面, 业务逻辑层执行应用策略和封装应用模式, 并将封装的模式呈现给客户应用程序; 数据层定义、维护、访问和更新数据并管理和满足应用服务对数据的请求。

客户通过 Web 服务或浏览器方式调用 BACnet/WS

应用服务器中的服务, 然后通过数据服务接口操作数据服务集获得所需数据. 模型可根据需要在 BACnet/WS 服务组件中添加其它功能模块, 也可在 BACnet/WS 应用服务器中部署其它类型的 Web 服务和安全插件, 因此模型具有良好的耦合性和扩展性. 模型中 BACnet/WS 服务驱动器、BACnet/WS 解析器、协议映射器是通用组件, 实现 BACnet/WS 接口服务的解析和楼宇协议间的映射; BACnet/XML 协议验证器是为 BACnet 网络设计的专用模块, 该模块也可替换为其它楼宇控制协议的 XML 协议验证器; 同时该模型提供多种数据操作接口方式, 用于获取不同需求的数据或操作.

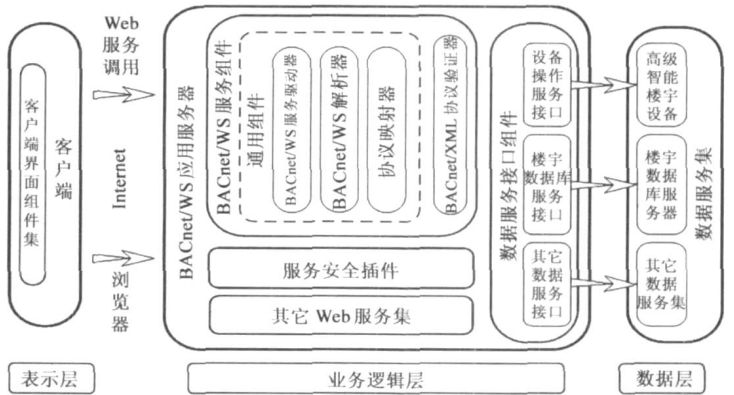


图 1 基于 BACnet/XML 的 BACnet/WS 集成模型

### 4 BACnet/WS 服务组件的设计

#### 4.1 设计原则

- (1) 可扩展性: 模型在实际应用中可能需要增加更多的 BACnet 功能模块或新的 Web 服务.
- (2) 组件化: 不同层次的模块都封装成组件, 组件间调用应以接口调用为主.
- (3) 易用性: 客户端操作界面各子模块以单一功能为主, 不宜将多个功能聚集在同一操作界面中.
- (4) 安全可靠: 客户端用户类型不同, 必须提供灵活的身份类型和权限限度.

#### 4.2 BACnet/WS 服务组件设计

BACnet/WS 服务组件是模型的核心模块, 是实现所有业务功能模块的基础.

##### 4.2.1 BACnet/WS 服务组件主要类图

图 2 的类图是从主要功能中抽象出来的: BACnetWSInterface 接口定义了 BACnet/WS 服务组件中所有子模块服务; BACnetWSGroupware 类是对 BACnetWSInterface 接口的具体实现, 包括 BACnetWS 服务驱动器 (BACnetWSDriver)、BACnetWS 解析器 (BACnetWSParser)、协议映射器 (BACnetMapping) 和 BACnetXML 协议验证器 (BACnetXMLValidator).

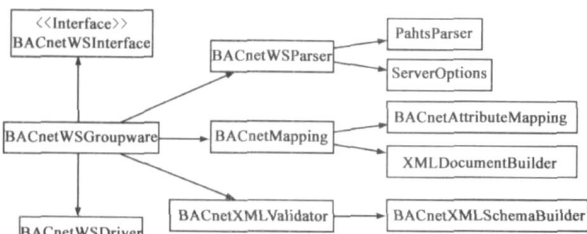


图 2 BACnet/WS 集成模型服务组件主要类的设计

##### 4.2.2 BACnet/WS 服务驱动器

如图 3 所示, BACnet/WS 服务驱动器封装了 BACnet/WS 接口标准中访问和操作数据的 11 个服务, BACnet/WSReqService 是 BACnet/WS 服务的基类, 封装了

BACnet/WS 服务的 options、path 等服务选项参数; 接口标准中的 11 个服务类是对基类 BACnet/WSReqService 的继承类.

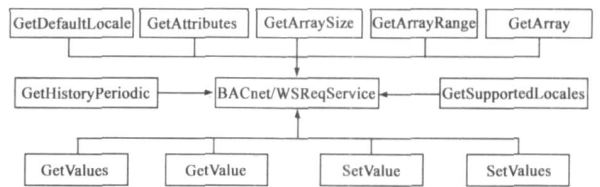


图 3 BACnet/WS 服务驱动器服务类图

下面以 GetValue 服务和 SetValue 服务为例来说明服务的调用格式和功能:

调用格式: GetValue (String options, String path)

GetValue 属必选服务, 用于获取单个节点的单个属性值, 服务结果以字符串形式返回, 同时该服务能够用于返回原属性或数组属性, 比如“Value”或“PossibleValues”.

调用格式: String SetValue (String options, String path, String Value)

SetValue 属可选服务, 用于设置单个节点的单个属性值. 新值的格式由属性的数据类型和该服务的服务选项确定.

##### 4.2.3 BACnet/WS 解析器

BACnet/WS 服务驱动器捕获客户端提交的 BACnet/WS 接口服务请求后, 需由 BACnet/WS 解析器对服务请

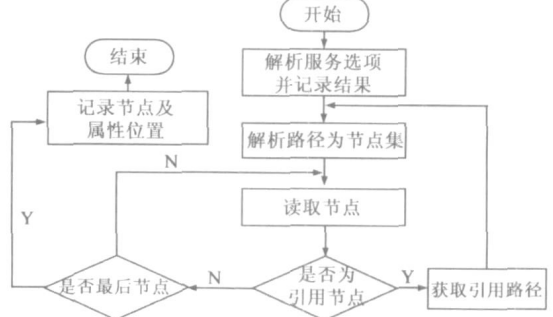


图 4 BACnet/WS 解析器流程图

求的路径和服务选项等参数进行解析,得到节点和服务选项集合.如图 4 所示,在解析过程中,关键是对引用节点的处理:一般来说,路径包括 5 个左右的节点.

#### 4.2.4 协议映射器

经过 BACnet/WS 解析器处理后得到了服务选项集合,此时需要将这些服务转换为特定的 BACnet 标准服务. BACnet/WS 接口标准描述了 BACnet/WS 接口实现 Web 服务与 BACnet 标准服务转换的规则映射表.但在转换过程中不能映射所有的 BACnet 属性,而需要映射为固定的值,或者映射为将内部信息转变为 BACnet 数据类型或概念的方法.

如图 5 所示,在接收到 BACnet/WS 驱动器发送的 XML 格式的 BACnet/WS 服务请求后,需要对服务请求内容进行 XML 解析,得到 BACnet/WS 服务类型、节点、节点路径和属性,然后调用规则映射表,将 BACnet/WS

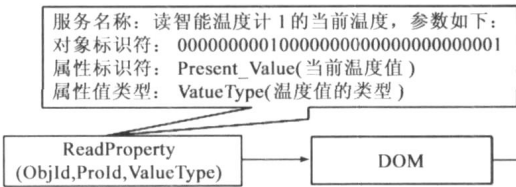


图 6 读属性服务的 XML 文档生成过程图

#### 4.2.5 BACnet/XML 协议验证器

由于 BACnet 应用的限制,并没有涉及所有 XML Schema 定义的特征,所以实现面向 BACnet/XML 协议本身的协议验证器是提供良好系统交互性能的重要保证.

BACnet/XML 协议验证器的流程如图 7 所示,首先将 XML 格式请求与 BACnet/XML 协议中对应服务的 XML Schema 文档进行比较验证,然后生成标准的 XML Schema 格式服务请求.

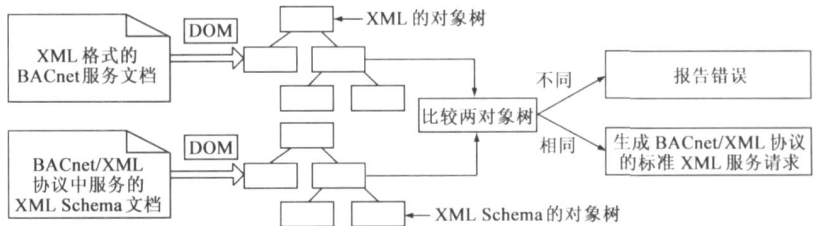


图 7 BACnet/XML 协议验证器的工作流程

请求结果.本文主要进行读高级智能楼宇设备当前值属性和写高级智能楼宇设备当前值属性的 50 次并行服务请求的测试.

如图 9 所示,测试开始时响应时间较大,这因为应用服务器在开始时接收到较多请求,处理比较慢,后来的响应时间相对比较平稳.

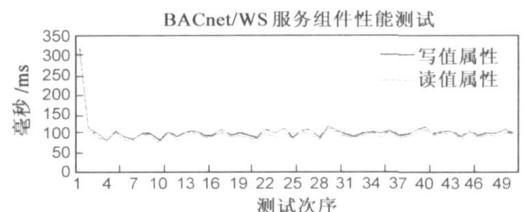


图 9 读值属性和写值属性的性能测试结果

### 5 测试与分析

本文主要对能较好地反映集成模型性能指标的核心组件 BACnet/WS 进行测试.

如图 8 所示,测试平台用两台 PC 机运行 BACnet 仿真软件,用于模拟高级智能楼宇设备和 BACnet 服务器;客户端通过测试软件向 BACnet/WS 应用服务器发送请求,经过应用 BACnet/WS 服务器处理后向客户端返回

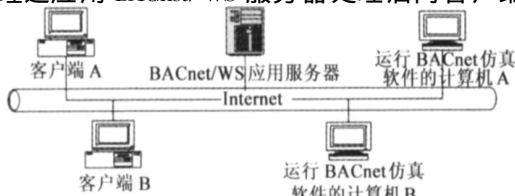


图 8 测试平台

### 6 结论

本文基于 BACnet/XML 协议和 BACnet/WS 接口标准,提出了一种全新智能楼宇集成模型,设计和实现了模型中的核心 BACnet/WS 服务组件,较好地解决了楼

宇领域中存在的不同协议间高级智能楼宇设备的互操作性难题. 该模型可提高智能楼宇的集成效率, 具有良好的可扩展性, 对当前我国智能楼宇在 Internet 上的应用和推动整个行业发展将具有积极意义.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 董春桥. 智能楼宇 BACnet 原理与应用[ M ] . 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [ 2 ] ASHRAE SSPC 135 S XML Working Group( XMLr WG ) , Jan 2004, BACnet/ XMLr A Web Services Protocol for BACnet [ S ] .
- [ 3 ] Proposed Addendum c to Standard 135 2004, BACnet A Data Communication Protocol for Building Automation and Control

Networks[ S ] .

#### 作者简介:



朱 斌 男, 1940 年生, 华南理工大学计算机科学与工程学院教授, 硕士生导师, 从事计算机应用及智能控制研究. E-mail: cs\_zb@163.com

蔡昭权 男, 1970 年生, 副教授, 工程硕士. 从事计算机网络、智能控制研究.

黄 超 男, 1978 年出生于江西, 2006 年华南理工大学计算机科学与工程学院硕士毕业, 从事计算机应用及智能控制研究.