

# BACnet/IP 基于 UDP 的技术解析

陈恒鑫 王 波 刘万民

(重庆大学计算机学院 重庆400044)

**摘 要** BACnet 标准是用于楼宇自控网络的数据通信协议<sup>[1]</sup>,其作用是使不同厂商的楼宇自控设备能够实现互操作。BACnet/IP 则是基于 IP 技术的 BACnet 标准,它将 IP 网络作为自己的局域网来构建大型 BACnet 网络。BACnet/IP 技术的体系结构中构架于 IP 协议之上的是 UDP 协议,而不是 TCP 或自定义的 IP 协议包,这是与 IP 网络自身特点、BACnet 标准的特点以及 TCP 和自定义 IP 协议包的特征限制等因素分不开的。本文通过技术分析说明了只有采用 UDP 协议,BACnet/IP 技术才能够成功并高效地实现将 BACnet 网络构建于 IP 网络之上。

**关键词** BACnet, BACnet/IP, UDP, TCP

## The Technology Analyse of Choosing UDP in BACnet/IP

CHEN Heng-Xin WANG Bo LIU Wan-Ming

(College of Computer, Chongqing University, Chongqing 400044)

**Abstract** BACnet is "a Data Communication Protocol for Building Automation and Control Network." It can enable building automation devices and systems from different manufacturers to implement cooperation. BACnet/IP is BACnet standard based on IP technology, and it uses IP network as its own LAN to construct large-scale BACnet network. In the BACnet/IP infrastructure, there is UDP, but isn't TCP or the definition of a new IP packet type, on IP layer. The reason of choosing UDP is associated with the character limitations of the IP network, BACnet standard, TCP and the definition of a new IP packet type. Under the analyse, this paper illuminates that BACnet/IP technology can implement BACnet network over IP network effectively only when UDP is used.

**Keywords** BACnet, BACnet/IP, UDP, TCP

## 1 BACnet 标准简介

BACnet (A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Network) 于2003年1月被 ISO 总部宣布为 ISO 的正式标准,即 ISO 16484-5。它是专用于楼宇自控领域的通信协议,其目标是将不同厂商、不同功能的产品集成在一个系统中,并实现各厂商设备的互操作,因此

BACnet 可看作是楼宇设备相互通信和互操作的一系列规则或规程,为所有楼宇设备提供互操作的通用接口或“语言”。

BACnet 楼宇自控网络根据自身的特点对 ISO OSI-RM 进行了精简和定制,使 BACnet 标准的体系结构更加紧凑,具有高效的特性,以适应楼宇自控系统对实时性的要求。图1是 BACnet 标准体系结构与 ISO OSI-RM 的参照图。

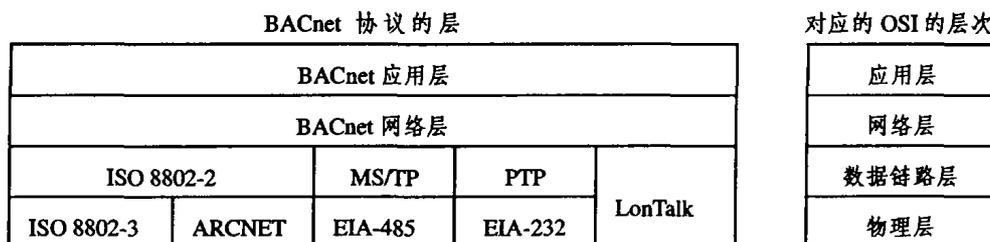


图1 BACnet 标准体系结构与 OSI-RM 的参照图

BACnet 标准应用层的功能主要是互操作信息抽象语法与传输语法的定义,可靠性传输及有关规程协议的定义。根据楼宇自控网络结构比较固定、报文信息比较短小、报文传输路径比较简单的特点,BACnet 标准网络层功能可以得到极大的简化,基本上只有简化的路由功能。BACnet 标准的数据链路层和物理层实现 OSI-RM 中对应两层的功能。标准定义了5种具体的物理层和相应的数据链路层,以适应不同性能/价

格比的要求。从理论上讲,只要符合 BACnet 标准定义的物理层和数据链路层功能的任何网络都可以作为 BACnet 标准的物理局域网。

## 2 BACnet/IP 技术概要

随着 Internet 的迅速普及,利用 IP 技术将是所有控制领域中网络控制系统的发展趋势。BACnet 作为楼宇自控领域

陈恒鑫 硕士研究生,研究方向:建筑智能化技术,信息网络与控制网络的融合技术;王 波 副教授,硕士生导师,研究方向:建筑智能化,计算机应用。

的网络系统,IP 技术是其不可缺少的重要内容。顺应这种需要,BACnet 标准在其附录 a 中增加了 BACnet/IP 技术规范,它是将 BACnet 无缝地扩展到 IP 网络上,利用 IP 技术建立 BACnet 网络,IP 网络则是 BACnet 网络的“局域网”,并且建立在 IP 网络上的 BACnet 网络仍是一个 BACnet 网络,是 BACnet 互连网络中的一个子网。图2为 BACnet/IP 体系结构图。

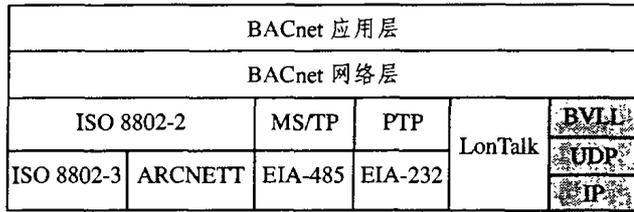


图2 BACnet/IP 体系结构

图2中的 BVLL 微协议层称为“BACnet 虚拟链路层(BACnet Virtual Link Layer)”,位于 BACnet 网络层与 UDP 协议之间,其作用是进行 BACnet 广播管理,并提供向其它通信协议扩展的扩展机制。

UDP 协议层的作用是将来自 BVLL 层的数据封装成 IP 数据包,使之在 IP 网络上传播,同时将收到的 IP 数据包拆开,提取其中的用户数据提交给 BVLL 层。使用 TCP 或者在 BVLL 层中设计一个模块,让其自定义一种 IP 数据包都能达到 UDP 在这里发挥的作用,那为什么 BACnet/IP 要选择 UDP 呢?这与 IP 网络自身特点、BACnet 标准的特点以及 TCP 和自定义 IP 协议包的特征限制等因素是分不开的。

### 3 BACnet/IP 体系结构中不选择 TCP 的原因

1) TCP 不能实现“一对多”的广播报文。

TCP 协议被用来在一个不可靠的互联网中为应用程序提供可靠的端点间的字节流服务,如果两个端点之间需要进行通信则必须通过它们之间的“三次握手机制”来建立一个虚拟链路,然后这两点之间才能够互发信息。所有 TCP 连接都是全双工和点对点的,因而 TCP 不支持广播和组播的功能。

楼宇自控网络是一个局域网,通常是比较固定的,网络中绝大多数传输的是“短信息”,广播传输方式比较普遍,尤其是在事件预定与通告、设备配置、设备操作等任务中起着举足轻重的作用。BACnet 标准中的很多内容都是为了达到优质高效的广播功能而制定的,例如在 BACnet/IP 技术中还专门定义了一个 BBMD 设备,用于在 IP 路由器不支持广播功能时来管理整个 BACnet 网络的广播报文发送。可见,不支持广播功能的 TCP 协议不能用于 BACnet/IP 技术。

2) 由于 BACnet 应用层具有防止数据包丢失的确认应答机制,因此使用 TCP 就显得传输开销过大。

虽然楼宇自控网络比较可靠,不容易出现数据包丢失的情况,但某些楼宇自控设备关系到生命财产安全,所以必须在技术上确保任何一个数据包都能正确地到达目的地。而由于 BACnet 网络层只提供面向无连接的通信功能,且不具有分段和序号管理的功能,因此 BACnet 标准的应用层还必须提供与通信处理有关的功能。应用层提供的与通信处理有关的功能包括如下三个内容:与通信可靠性有关的服务:“证实服务”(用于提供可靠性服务)和“非证实服务”(用于广播和组播功能);与通信内容长度有关的“分段和序号”管理和控制;差错检测与恢复机制。由于 BACnet 网络中的数据包长度多数

情况下都小于网络中最大可传输长度值而不用分段,因此证实服务又有包括不分段证实服务和分段证实服务。在分段证实服务的算法机制和时序图跟 TCP 类似,其作用都是一样的,那就是确保属于同一数据包的不同分段都能确定地依次到达目的地。

如果用 TCP 协议取代 BACnet/IP 技术中的 UDP 协议,那么在同一体系结构中就同时存在并共同工作的两套互相独立的确认机制,这显然没有必要,而且会使得整个 BACnet/IP 网络由于传输开销过大而导致效率大大降低。

3) 由于 BACnet 设备之间传输的数据流量不大,这就使 TCP 中的流量控制和拥塞控制显得臃肿。

楼宇自控设备之间的互操作并不是像 IP 网络中信息传输那样频繁地发生,有些操作一个小时才发生一次,有些可能是一天,有些则可能是一年,更有可能有些诸如火灾发生时才启动的互操作永远也不会发生。互操作之间都是以互相能够读懂的指令方式进行,具体怎样执行,还是执行设备自己进行,每次互操作所需的数据是很少的。可见,在整个 BACnet 网络中发生数据拥塞的情况是很少出现的。那么从这个角度去考虑,TCP 中的流量控制和拥塞控制机制确实就显得没有必要了。

### 4 BACnet/IP 体系结构中不选择自定义 IP 协议包的原因

1) IP 网络中的路由器由于不能识别自定义的 IP 数据包而不能达到路由的目的。

自定义的 IP 数据包需要在 IP 数据包的首部“协议”(Protocol)数据段中定义新的协议值,而现实使用中的 IP 网络路由器又不能处理它所不认识的 IP 数据包,因而唯一的选择就是将其丢弃。我们可以想象,无论 BACnet/IP 设备和其支持的产品的市场将来会有多大,它也不可能达到现在 Internet 所具有的应用规模,所以奢望路由器生产厂家在其未来的产品中添加支持 BACnet/IP 中自定义 IP 数据包的新功能是不现实的,所以 BACnet/IP 选择自定义 IP 数据包是行不通的。

2) 现在广泛使用的防火墙不允许新定义的 IP 数据包通过。

IP 网络上广泛使用的防火墙中有许多属于网络层防火墙,其基本模型为一个多端口的 IP 层路由器,它对每个 IP 数据包都运用一系列规则进行匹配运算,借以判断该数据包是否应前传或丢弃。也就是利用数据包头所提供的信息,对 IP 数据包进行过滤处理。如果我们使用自定义的 IP 数据包在 IP 网络上传送 BACnet/IP 设备的信息时,那么在试图通过网络层防火墙时,由于防火墙无法识别 IP 数据包头的“协议”数据段,从而导致因不符合规则匹配被丢弃。

3) 重新自定义的 IP 协议包不利于 BACnet/IP 的发展。

现在的许多应用开发都是基于大量已有的、可复用的组件和库文件之上,对于开发者来说,许多与应用无关的底层原理和实现是不必关心的,不可能让开发者从最底层来学习和实现。如果在 BACnet/IP 中使用自定义的 IP 数据包,即使能够发布与之配套的类似经典的 Socket 一样的开发组件,其在功能、兼容性、鲁棒性等方面都无法与 Socket 相比,并且开发者们早已对 Socket 的使用方法了如指掌,并不情愿改用其它开发组件。所以从有利于 BACnet/IP 发展的角度来看,使用成熟的 UDP 或 TCP 比重新自定义 IP 协议包更有优势。

**结束语** 根据以上的技术分析, TCP 协议和自定义 IP 数据包存在着那些与楼宇自控网络和 BACnet 标准特点相违背的地方, 所以在 BACnet/IP 技术中没有采用这两种方式, 而是采用了 UDP 协议。BACnet 作为专门为楼宇自控领域开发的互操作标准, 正是由于在各个方面都充分考虑了楼宇自控网络自身的特点, 才使其成为楼宇自控领域中最具有竞争力和最能代表楼宇自控网络发展方向的标准。

### 参考文献

1 Newman M. BACnet - A Tutorial Overview. [http://www.bac-](http://www.bac-net.org/Tutorial/HMN-Overview/sld001.htm)

[net.org/Tutorial/HMN-Overview/sld001.htm](http://www.bac-net.org/Tutorial/HMN-Overview/sld001.htm), 2000  
 2 Bender J, Newman M. BACnet/IP. <http://www.bacnet.org/Tutorial/BACnetIP/default.html>, 2000  
 3 Frequently Asked Questions (FAQ) about BACnet. <http://www.bacnet.org/Bibliography/HPAC-3-97.pdf>, 2000  
 4 深圳市鑫王科技发展有限公司译. BACnet 楼宇自动控制网络数据通讯协议. 广东: 广东经济出版社, 2000  
 5 董春桥编著. 智能楼宇 BACnet 原理与应用. 北京: 电子工业出版社, 2003

(上接第 60 页)

op = importImageFile&fileName = lreispc-shenzf-200309

28101311&fileType = BSQ&username = shenzf&target = Export 为下载影像文件时的 http 请求。

表 2 网络结点服务种类参数说明

服务名称	Parameters							应用范围	数据传输方式
	cmd	op	method	fileName	fileType	userName	target		
ImageProc-ssService	imageSegmentation	segmentation	不同算法名称	域-用户时间	影像文件类型	Client 机登录用户名	—	局域或广域	共享或 http
	imageClassify	classify							
DataService	importData	importImageFile	—	影像文件名	影像文件类型	网格授权用户名	目标主机接收文件夹名或网络数据库	局域或广域	共享, http 或 ftp
	exportData	exportImageFile							

当请求端向服务端发送出 http 请求时, 服务端解析请求并执行相应操作, 以 XML 的形式返回相应的执行结果, 图像分割任务回信的 Instance 实例如下:

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift-JIS"?>
<SegmentationResult cmd="imageSegmentation" code="101" op="segmentation" method="otsu"
time="2003/09/15 12:21:25" user="shenzf">
<Abstract>
<Text>...</Text>
</Abstract>
<Detail>
<Text>...</Text>
.....
</Detail>
</SegmentationResult>
```

请求端通过解析此 XML 文档的各种参数以决定下一步的工作(XML 文档中 code="0" 时为程序执行正常), 如果正常则继续执行后面的操作, 发生异常则进程转至错误管理处进行进一步的处理。

### 4 实验效果分析

根据以上的设计, 我们对系统在 Windows 2000 平台上进行了实现, 实现以遥感图像分割为例, 系统含有 3 个网络结点, 并有一个结点负责服务及资源的注册管理(相当于 Web Services 技术的 UDDI 功能)。实现效果表明, 系统对文件传输部分效率较高, 系统能够按预定的程序流程运行, 在各不同网络结点上对遥感图像进行处理后返回给用户最终的处理结果。

**结论及下步工作** 网格计算是当前计算机领域的一个新的研究问题。在给遥感图像处理提供了很好的应用前景的同时, 网格计算也给我们提出了更多的挑战。针对遥感图像处理的特点及当前网格计算的发展, 我们提出了应用网格计算进行遥感图像处理的方法, 对其具体流程之构建方法进行了设计, 并应用 Web Services、XML 等技术对其进行了实现, 以服务于遥感图像网络计算。

网格计算是一项跨地区、跨平台、跨专业的研究项目, 需要付诸很大的投入。鉴于网格计算系统的复杂性, 基于现有网

络, 我们设计了网格计算环境的框架, 并为实际应用保留了接口。下步工作将是完善现有网格系统, 如考虑数据传输的断点续传, 并设法提高整个系统的进行效率等; 同时改善现有图像处理算法, 使其更适合于网格环境的分布式并行特点, 以更适合于大数据量遥感图像处理的速度要求。

### 参考文献

1 XIAO Nong, FU Wei. SDPG: Spatial Data Processing Grid[J]. Journal of Computer Science & Technology, 2003, 18(4): 523~531  
 2 CHEN Lin, WANG ChoLi, Lau F C M. A Grid Middleware for Distributed Java Computing with MPI Binding and Process Migration Supports[J]. Journal of Computer Science & Technology, 2003, 18(4): 505~514  
 3 Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure[J]. Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Francisco, CA, 1999  
 4 Tuecke Steven, Czajkowski Karl, Foster Ian. Grid Service Specification [J/OL]. 2002. <http://www.gridforum.org/ogsi-wg>  
 5 于雪英, 江南. 基于 XML 三层 B/S 结构的 WebGIS 构建[J]. 地球信息科学, 2003, 6(2): 56~59  
 6 许春杰, 邹乐君, 沈晓华. 基于 Web Service 的 WebGIS[J]. 测绘通报, 2003, 1: 41~43  
 7 赵峰, 郭容寰, 蒋建国. 基于 GeoMediaPro 的遥感影像数据库研建[J]. 测绘通报, 2003, 4  
 8 王密, 龚健雅. 基于扩展关系数据库的遥感影像数据库管理系统的研究与实现[J]. 测绘信息与工程, 2002, 27  
 9 黄国满, 郭建峰. 分布式并行遥感图像处理中的数据划分[J]. 遥感信息, 2001, 2  
 10 The Globus Project™ Argonne National Laboratory USC Information Sciences Institute. Grid Architecture [J/OL]. <http://www.globus.org>  
 11 刘纯波, 李琦, 承继成. 基于 XML-RPC 的分布式地理信息系统计算模型[J]. 地球信息科学, 2003, 1  
 12 郑江, 骆剑承, 陈秋晓, 等. 遥感影像理解智能化系统与模型集成方法[J]. 地球信息科学, 2003, 1  
 13 沈占锋, 骆剑承, 蔡少华, 等. 网络 GIS 的应用架构及关键技术[J]. 地球信息科学, 2003, 4  
 14 肖依, 卢锡城, 王怀民. 网络计算的四种形式[J-OL]. 计算机世界报, 2002 (40): B-B4. <http://www.yesky.com/20030313/1656808.shtml>