

基于 MS/TP 协议的无线 Ad Hoc 网络

刘 泉, 任 平

(武汉理工大学信息工程学院, 武汉 430070)

摘要: 针对智能楼宇控制技术发展的现状, 分析无线网络技术在楼宇现场控制层应用的必要性和可行性, 提出一种基于逻辑令牌环的无线自组织网络方案, 采用轮询机制和分布式控制方式, 能在 MAC 层实现一定的 QoS 保证。研究实现无线自组织网络的关键技术, 给出无线主节点的软硬件设计方案。

关键词: Ad Hoc 网络; MS/TP 协议; BACnet 标准

Wireless Ad Hoc Network Based on MS/TP Protocol

LIU Quan, REN Ping

(School of Information Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070)

【Abstract】 With the development of intelligent building control technology, this paper analyses feasibility and necessity of the wireless network technology used in the building field control layer. A wireless Ad Hoc network scheme based on logic token ring is proposed, which adopts polling mechanism and distributed control method, realizing a certain QoS guarantee in MAC layer. The key technologies to realize the wireless network are researched and the design scheme of wireless master station is provided.

【Key words】 Ad Hoc network; MS/TP protocol; BACnet standard

1 概述

BACnet 标准是由美国供热、制冷与空气调节工程师学会 (ASHRAE) 资助的专门用于楼宇自动化和控制系统的开放式楼宇自控网络数据通信协议^[1]。BACnet 的根本目的是要实现楼宇自动控制系统的互操作。MS/TP 协议作为 BACnet 数据链路层的一种选择方案, 因其实时性、稳定性和可靠性的特点, 被广泛应用于 BACnet 产品中^[2]。无线网络技术由于其固有的特点, 目前在楼宇自动控制中的应用越来越多。在楼宇中传感器节点非常多, 布线工程非常大, 并且许多区域不适合采用有线连接。如果在现场控制层采用无线接入方式, 可以方便地增加传感器节点或改变节点的位置。基于 MS/TP 的无线 Ad Hoc 网络(WMAN)是一种能够在 MAC 层实现一定 QoS 保证、基于轮询机制和分布式控制的接入协议, 通过建立逻辑令牌环, 能实现对无线信道资源的管理。

2 WMAN 网络建模

2.1 MS/TP 协议分析

BACnet 标准采用了 4 层结构: 应用层, 网络层, 数据链路层和物理层。数据链路层和物理层提供了 6 种选择方案, 其中一种选择就是主从/令牌传递(MS/TP)协议加上 EIA-485 标准。BACnet 标准体系结构如图 1 所示。

MS/TP 网络是一个混合网络, 在这种网络中存在主站点和从站点 2 种非对等的站点, 并利用令牌机制实现对传输介质的访问控制^[3]。令牌只在主站点之间传递, 但主站点只有在持有令牌时才能发送帧, 否则只能处于接收和监听状态。所有的主站点形成一个逻辑令牌环网, 一个持有令牌的主站点最多在发送 $N_{max_info_frame}$ 个数据帧后或等到了应答时, 应将令牌传递给令牌环中的下一个主站点。从站点永远不会得到令牌, 只有接收和监听的功能, 只在响应主站点时才具有发送响应帧的能力。

BACnet 的协议层次 对应的 OSI 层次

BACnet 应用层				应用层
BACnet 网络层				网络层
ISO 8802-2 (IEEE 802.2) 类型 1	MS/TP	PTP	LonTalk	数据链路层
ISO 8802-3 (IEEE 802.3)	ARCNET	EIA-485		EIA-232

图 1 BACnet 标准体系结构

2.2 MS/TP 无线接入方案

无线自组织网络是由一组带有无线收发装置的移动节点组成的多跳的、临时性的通信网络^[4]。目前对于无线自组织网络的研究大多集中在树型网络结构或者网状网络结构, 还没有专门用于 Ad Hoc 网络的性能较好的 MAC 协议。与基于竞争机制的 MAC 协议相比, 基于轮询机制的 MAC 协议能够有效避免共享信道中的节点之间的冲突, 从而获得更高的系统吞吐率和较好的服务质量保证, 在重负荷下仍然具有良好的传输性能。分布式的轮询机制, 其特点是信道的使用权是通过一种特殊的控制帧-令牌来分配。通常令牌是按照逻辑环的顺序传递, 此类控制方式又被称作“令牌环”^[5]。MS/TP 网络就是一种“令牌环”网络, 采用令牌机制实现对传输介

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50675166); 国家科技部国际科技合作基金资助项目(2006DFA73180)

作者简介: 刘 泉(1963 -), 女, 教授、博士生导师, 主研方向: 计算机网络通信, 信号处理, 非线性系统理论及应用; 任 平, 硕士研究生

收稿日期: 2008-10-26 **E-mail:** rp-2003@163.com

否则,接收帧产生错误。

(2) 差错重传机制

为了在 MAC 层实现一定的 QoS 保证,本文引入了差错重传机制。差错重传机制可概括为以下 2 种情况:

1) 当接收端接收到一个 Bacnet_Data Expecting_Reply 帧时,如果 CRC 校验发现传输或发送过程中出现了错误,则丢弃该数据帧,然后等待发送端重新发送。

2) 当发送端发送一个 Bacnet_Data Expecting_Reply 帧时,如果在传输或发送过程中出现了错误,或接收端不存在,那么发送端在 $T_{reply_frame_timeout}$ 时间内不会收到响应,它自动重新发送该数据帧最多 N_{reply_frame} 次。

4 WMAN 网络的设计与实现

MS/TP 由于其实时性、稳定性、可靠性和对成本比较敏感等优点而广泛应用于智能楼宇控制系统中,采用 MS/TP 协议来设计和实现无线自组织网络是一种很好的选择。

4.1 网络拓扑结构

自组织无线网络没有底层的基础设施,各个节点自行组织构成网络。其基本网络拓扑可分为 3 种:基于簇的分层结构,基于网的平面结构和基于链的线性结构。由于 MS/TP 是基于总线型的网络拓扑结构,因此无线 MS/TP 自组织网络采用链式网络拓扑结构,如图 3 所示。

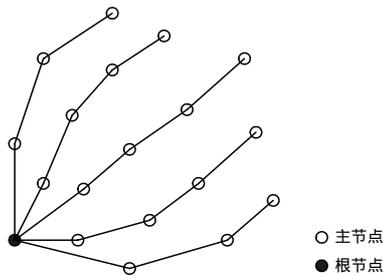


图 3 WMAN 拓扑结构

无线 MS/TP 主站点被串联在一条或多条链上,链尾与路由器节点相连。这种结构吸取了无线传感网络的灵活性以及 MS/TP 网络总线型的特点,并与原有的 MS/TP 协议相兼容,可扩展性强。

4.2 硬件设计

无线 MS/TP 主站点的硬件由 4 个功能模块组成,分别为无线收发模块、微控制器、串行总线接口和输入输出模块,硬件框图如图 4 所示。

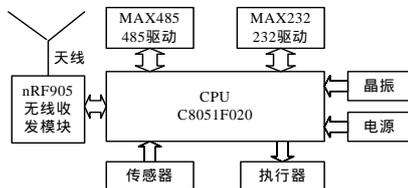


图 4 无线主节点硬件框图

CPU 采用 Cygnal 的 C8051F020 微控制器,完成系统控制和数据处理功能。C8051F020 器件是完全集成的混合信号系统级 MCU 芯片,具有 64 个数字 I/O 引脚,使用 Silicon Labs 的专利 CIP-51 微控制器内核。CIP-51 与 MCS-51 指令集完全兼容,工作在最大系统时钟频率 25 MHz 时,峰值性能可以达到 25 MIPS。无线收发模块采用 Nordic 的 nRF905 芯片完成无线信号的接收和发送功能。MCU 和无线模块之间采用 SPI 总线相连。RS-485 驱动采用 MAX485 芯片完成与有线的 MS/TP 网络或路由节点相连,以便于扩展无线 MS/TP 自组织

网络。RS-232 驱动采用 MAX232 芯片,方便与 PC 机交换数据。

4.3 软件设计

无线 MS/TP 自组织网络节点的软件由 3 个功能模块组成:帧发送过程,帧接收过程和网络的维护与管理。软件框图如图 5 所示。

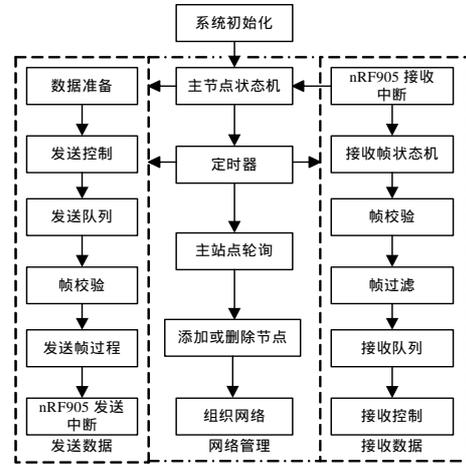


图 5 无线主节点软件框图

接收帧状态机负责从无线模块接收数据帧,校验无误后按照一定的规则存放在接收队列中。主节点状态机根据接收到的数据帧和 MS/TP 协议规范进行相应的状态转换,并负责令牌的维护和管理。须发送的数据帧按照优先级的顺序存放在发送队列中,当持有令牌的时候,主节点状态机调用发送帧过程通过无线收发模块将数据发送出去。当主站点持有令牌时,最多可以发送 $N_{max_info_frame}$ 个数据帧,剩余的数据帧在下次持有令牌时才能再发送。MS/TP 协议对实时性要求很高,需要精度很高的定时器。定时器精度太高会加大系统负荷,太小又不能满足系统的要求。本文采用 5 ms 精度的定时器,可以满足要求。

5 结束语

无线网络技术的发展给智能楼宇系统的集成带来了更广阔的空间,克服了智能系统集成过程中因线缆限制引起的不便,实现了智能楼宇系统的新应用。基于 MS/TP 的无线自组织网络是将 MS/TP 应用在无线网络的一次创新,进一步拓宽了 MS/TP 协议应用的领域。这不仅对于促进 MS/TP 协议和 BACnet 标准在实际工程中的应用有深远的影响,而且对于开发智能无线家居系统具有重要的意义。

参考文献

- [1] ISO. ISO16484-5-03 Building Automation and Control Systems-Part 5 Data Communication Protocol[S]. 2003.
- [2] Liu Quan, Ren Ping. Design and Implementation of MS/TP in Embedded System[C]//Proc. of ICIEA'07. Harbin, China: [s. n.], 2007.
- [3] 刘泉,任平.基于 uC/OS-II 的 MS/TP 协议模块实现[J].武汉理工大学学报,2007,29(11): 51-53.
- [4] Shin Jong-who. A Threshold-based MAC Protocol with Energy-efficiency for Wireless Sensor Networks[J]. IEICE Transactions on Information and Systems, 2007, 90(2): 598-602.
- [5] Mustafa E. WTRP-wireless Token Ring Protocol[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2004, 53(6): 1863-1881.

编辑 顾姣健