

文章编号:1004-5694(2001)01-0072-03

LONWORKS 控制网络中的可预测 p -CSMA 协议*

赵 军,张世璐,邓亚平

(重庆邮电学院,重庆 400065)

摘 要:介绍在 LONWORKS 控制网络体系中,为了提高网络性能,在 MAC 子层中所采用的与传统 Carrier Sense Multiple Access (CSMA) 不同的可预测的 p -坚持 CSMA 协议,并详细分析可预测的 p -坚持 CSMA 协议的实现,比较了在不同通信服务下采用该协议,对冲突率和吞吐率的影响。

关键词:控制网络;介质访问控制;网络协议;载波侦听多路访问

中图分类号:TN915.04 **文献标识码:**A

The Predictive p -CSMA Protocol in LONWORKS Control Networks

ZHAO Jun, ZHANG Shi-lu, DENG Ya-ping

(Institute of Computer Science & Technology, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: In this paper, the predictive p -persistent CSMA, which is adopted in the LONWORKS control network to improve the performance of the network, is introduced and the implementing of this protocol is analyzed in detail. And its effect under different communication services is also compared.

Key words: control networks; media access control; network protocol; CSMA

LONWORKS (Local Operating Network) 是美国 Echelon 公司 1992 年研制推出的分布式智能控制网络技术。LONWORKS 起源于现场控制总线,与其它现场控制总线相比,它在开放性、互操作性、通信介质、网络结构、网络拓扑等方面完全满足未来发展对控制网络要求。目前, LONWORKS 网络技术广泛用于智能化楼宇控制、工厂自动化、家庭控制、公共设施监测和运输系统。

1 LONWORKS 特点及 LonTalk 协议

LONWORKS 采用开放的网络通信协议,其通

信协议 LonTalk 完全符合 OSI 定义的 7 层开放互连模型。LONWORKS 网络可用多种媒介进行通信,包括双绞线、电力线、同轴电缆、无线电波、红外线等,而且在同一网络中可以有多种通信介质;网络拓扑结构可以是星形、总线形、环形以及自由形。网络通信采用面向对象的设计方法,它使网络通信的设计简化为参数设置,增加了通信的可靠性。

LONWORKS 网络将每个控制点称为 LON 节点,它包括一片 Neuron 芯片、传感和控制设备、收发器(用于建立 Neuron 芯片与传输媒体之间的物理连接),如图 1。其中, Neuron 芯片是节点的核心元件,同时 Neuron 也是 LONWORKS 网络技术的

* 收稿日期:2000-09-25

作者简介:赵军(1971),女,哈尔滨人,硕士研究生,研究方向为计算机网络;张世璐,女,硕士研究生,研究方向为网络管理与控制;邓亚平,男,硕士生导师,教授,主要从事计算机网络方面的教学和研究。

关键。Neuron 芯片内部装有 3 个 8 位微处理器, 通过 3 个 CPU 分别支持不同的协议层, 实现对 LonTalk 协议的完全支持, 从而保证节点之间使用可靠的通信标准进行互操作。Neuron 芯片可直接与它所监视的传感器和控制设备连接。所以一个 Neuron 芯片可以完成传输传感器和控制设备的状态, 执行控制算法, 和其它 Neuron 芯片进行数据交换等功能。

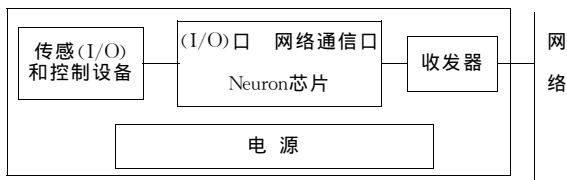


图1 典型节点方框图

LonTalk 协议在 MAC 子层中改善了传统的载波侦听多路访问(CSMA), 采用可预测 p -坚持 CSMA(Predictive p -Persistent CSMA), 这样, 在网络负载很重的情况下, 不会导致网络堵塞。

表1 LonTalk 协议层

OSI 层	目的	提供的服务	CPU
7 应用层	应用兼容性	LONWORKS 对象(object), 配置特性。标准网络变量类型(SNVTs), 文件传输	应用 CPU
6 表示层	数据翻译	网络变量, 应用消息, 外来帧传送, 网络接口	网络 CPU
5 会议层	远程操作	请求/响应, 鉴别, 网络服务	网络 CPU
4 传输层	端到端通信可靠性	应答消息, 非应答消息, 双重检查, 通用排序	网络 CPU
3 网络层	寻址	点对点寻址, 多点之间广播式寻址, 路由信息	网络 CPU
2 数据链路层	介质访问及组帧	组帧, 数据, 编码, CRC 错误检查, 可预测 CSMA, 冲突避免, 优先级, 冲突检测	MAC CPU
1 物理层	物理连接	特定传输媒介的接口, 调制方案	MAC CPU, XCVR

LonTalk 协议遵循同 OSI 定义的开放系统互连模型的标准。LonTalk 协议提供了 OSI 参考模型所定义的全部 7 层服务, 除了 LonTalk 协议以外, 还没有哪一个协议宣称它能提供 OSI 所定义的全部 7 层服务。并且可支持多种介质, 包括双绞线、电力线、同轴电缆、无线电波、红外线等。LonTalk 协议层如表 1。

2 LonTalk 的 CSMA 协议

在数据链路层的介质访问控制子层(MAC)对

于冲突检测算法, LonTalk 协议采用了独有的冲突避免 CSMA 算法。

2.1 传统的 MAC 子层协议

CSMA 按占用信道的方式分为以下 3 种:

(1) 非坚持 CSMA: 一旦侦听到信道空闲, 立即发送报文, 否则, 随机等待一段时间后再侦听;

(2) 1-坚持 CSMA: 节点在发送报文之前, 先侦听信道, 若信道空闲, 立即发送, 否则继续侦听, 直至出现信道空闲;

(3) p -坚持 CSMA: 使用的是分时隙介质访问控制方法, 即时间被分成离散的区间(时隙)。当节点侦听到信道空闲时, 以给定的概率 p 在一个随机分配的时隙发送报文, 而以概率 $q=1-p$ 把发送推迟到下一时间, 重新监听信道。每一帧的发送总是在时隙开始时启动, 时隙数目 $R=1/p$ 。这种分时隙 MAC 方法, 极大地降低了发送包产生冲突的概率。

比较以上 3 种 CSMA 算法可知, 非坚持 CSMA 算法传输介质的利用率很低, 1-坚持 CSMA 算法网络冲突概率很高, p -坚持 CSMA 算法在这两方面的指标介于 2 种算法之间, 它试图降低 1-坚持 CSMA 算法的冲突率, 提高非坚持 CSMA 算法的传输介质利用率。但传输介质的利用率仍不是太高, 因为即使几个站都有数据要发送, 传输介质仍然有可能处于空闲状态(因 $p \neq 1$)。问题在于如何有效地选择 p 值。要达到此目标, 就要尽量避免在重负载下系统处于不稳定状态。例如: 信道忙时, 若有 N 个站有数据等待发送, 则当前的发送完成时, 有 $N \times p$ 个站企图发送, 如果选择 p 过大, 使 $N \times p > 1$ ($N > 1$ 可分配的最大时隙数 R), 则冲突不可避免。最坏的情况是, 随着冲突概率的不断增大, 吞吐率会降为 0。所以必须选择 p 值使 $N \times p < 1$ 。不过 p 值也不能过小, 否则通道的媒介访问延时将太长。通道利用率会大大降低。对 p -坚持 CSMA, p 值是给定的, 所以很难兼顾这两方面。为此能否设计一网络, 使该网络的 p 值能根据网络的负载情况自适应调整, 即网络在轻载的情况下 p 值能较大减少媒介访问延时; 在重载的情况下, p 值能较小降低网络冲突的可能性, 避免网络拥塞现象, 从而解决了问题。

LON 网 MAC 子层协议可预测 p -坚持 CSMA, 即是有效解决这个问题的协议。

2.2 可预测 p —坚持 CSMA

LON 网的某一节点发送消息包时间如图 2。

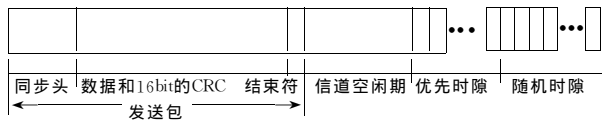


图2 消息包传送时间图

由图 2 可见,在数据传送完成后,有 2 个重要的时隙:优先级时隙和随机时隙。随机时隙位于优先级时隙之后。当网络空闲时,网上所有节点的发送时间均被随机地分配在 16 个随机时隙上。当估计网络的负载增加时,节点会重新计算时隙的数目,具体表现是增加发送时隙数,从而降低发生冲突的概率。网络空闲的时候,网上所有节点均被随机地分配在 16 个随机时隙上发送消息,介质访问的平均延时为 8 个时隙。这等同于 $p=0.0625(1/16)$ 的 p —坚持 CSMA。当预测到网络负载要增加时,随机时隙数目增加。节点将随机地分配在数目增多了的某个随机时隙上,因时隙 $R=1/p$, R 增加, p 值降低。

因此,可预测 p —坚持 CSMA 在保留 p —坚持 CSMA 的优点的前提下,通过对网络负载的事先预测,实现了随机时隙数目的动态调整,从而实现了概率 p 值的动态调整。

2.3 可预测 p —坚持 CSMA 的实现

p 值的动态调整取决于随机时隙数的动态调整。随机时隙数的调整取决于节点对网络负载的预测。因而可以说, p 值的动态调整是归结于节点对网络负载的预测。某时刻的网络负载就是该时刻网上将发送消息包的数目(用 D 来计算)。随机时隙的数目:

$$R=16 \times D=16 \sim 1008$$

式中, D 的取值范围是 $1 \sim 63$ 。

节点对某时刻网络负载进行预测的结果反映在 D 的取值上,所发预测某时刻网络负载是预测某时刻 D 的值。就是网上每一个节点在启动发送数据之前,先预测 D 的值以调整随机时隙数,然后在某一随机分配的时隙以概率 $p=1/(D \times 16)$ 发送消息包。节点是如何实现对 D 值的预测? 某个要发送消息的节点在它发送的消息包中插入将要回送该消息的应答的接收节点的数目,也就是要发送消息包将产生的应答数信息。所有收到该消息的节点的

D 值通过加上该应答数得到新的 D 值。从而使随机时隙的数目得以更新,若该节点在消息包发送结束,它的 D 值自动减 1。由此实现每一个节点都有能力动态地预测在某一时间有多少节点要发送消息包。

因预测 D 值的过程是可测的,能否预测 D 值取决于消息服务的选择,即须使用应答服务。才能得到消息发出的会产生的应答数。由于 LonTalk 的大部分报文默认为应答服务,预测 D 值的能力还是比较高的。预测的精度越高,则重载时网络的冲突概率会越小。系统保证正常工作,轻载时介质访问延时会很短。即做到网络在轻载时介质的访问延时会很短;网络重载时网络冲突的概率很低。所以可预测 p —坚持 CSMA 协议能满足特定环境的要求。如 LON 网络能使用多种通信媒介。在通信量繁重的情况下,能维持网络性能、网络可拥有成千上万的节点。

3 结 论

值得注意有是,可预测 p —坚持 CSMA 只能降低冲突至最小,并不能消除冲突。由于实际应用中也许多消息不需要或者不适合采用应答服务,假使所有的消息都不使用应答服务,那么该协议即无可预测,等同于 $p=1/16=0.0625$ 的 p —坚持 CSMA。

使用应答服务,当网络实际消息通信量低于 500 个/s 消息时, p —坚持 CSMA 和可预测 p —坚持 CSMA 的冲突率相差不大,但在实际通信量达到 500~1000 个/s 个消息时,可预测 p —坚持 CSMA 可将冲突率维持在 10%,网络的吞吐量在实际通信量超过饱和点时并不下降。可见在 LONWORKS 网络重载下,采用可预测 p —坚持 CSMA,可有效地保证网络控制节点通信的确定性。

参 考 文 献

- [1] ANDREW S. Tanenbaum, Computer Networks[M], Prentice-Hall International, Inc, 1996.
- [2] 龚双瑾. 智能网络技术[M]. 北京:人民邮电出版社,1999.
- [3] 任丰源. 控制网络中常用介质访问控制协议的比较[J]. 测控技术,1999,(5).