

用于总线通信网的同步计数顺序争用多址接入技术

张专成 李广林 邹涛 (武警部队技术学院光电系 710086)

摘要:介绍一种新型的用于总线型通信网络的多址接入技术的工作原理,即同步计数顺序争用多址接入技术,该技术不需要检测冲突,具有性能稳定,容易实现等优点。

关键词:公共信道 通信网络 同步计数 多址接入

1. 信道多址接入技术概述

在网络通信中,广泛采用多个通信实体共享一条公共信道的方法实现多对实体间的通信,即所谓“公共信道多址通信”。无论共享信道与网络结点采用何种构型连接,存在一个共同的特殊问题,就是如何把信道资源分配给网络结点使用的问题。解决这个问题的技术,即是所谓的“信道多址接入技术”。对于区域网来说,目前获得应用的信道接入控制方式可归纳为三大类:即固定接入类,集中控制接入类,分布控制接入类。分布控制接入方式的最大优点是不要在网络中设置中心控制结点(站),使网络系统具有高度的可靠性和可扩性,因此是区域网中采用得最多的一类信道接入控制技术,其具体实现方法也比较多。例如,竞争型的CSMA/CD、循环顺序型的令牌传递、环路时间分片、移位寄存器插入等,在分布式区域网中都被广为采用。按网络拓扑来说,竞争型的CSMA/CD接入控制技术适合于总线型结构的区域网,其余几种均适合于环形结构的区域网。

CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection译为“带碰撞检测功能的载波监测多址接入”)的基本原理是:任一个网络结点在有报文欲发送之前,先监测一下信道中是否存在别的结点正在发送报文的载波信号。如果监测到这种信号,说明信道正忙;否则信道是空闲的,然后对信道执行预定的控制策略。进入发送过程后,继续监测(即所谓“边说边听”),并在监测到冲突后及时中止发送,减少信道时间的浪费。根据发送前对信道忙和闲执行的控制策略的不同,CSMA/CD又可分为几种不同的实现形式。

(1)非坚持型CSMA/CD:若测得信道空闲,即可启动发送报文。若信道正忙,则暂时不坚持监测信道,退避一段随机时间后再去监测信道状态。如此循环,直到将

报文发送完为止。

(2)1-坚持型CSMA/CD:若监测到信道不空闲时,坚持继续监测信道,直到监测到信道空闲时,立即启动发送报文。

(3)P-坚持型CSMA/CD:若监测到信道不空闲时,坚持继续监测信道,若信道空闲,在 $[0, 1]$ 区间选择一个随机数 r ,若 $r < p$,启动发送报文,否则,延迟一段时间后再去监测信道状态。

比较之下,非坚持型CSMA/CD可以大大减少碰撞机会,提高了系统的最大吞吐量,但由于退避的原因,将会使系统对报文的响应时间变长,即时延吞吐特性变坏。1-坚持型CSMA/CD由于毫无退避措施,在业务量很小时,报文的发送机会多,响应也快,但若结点数增多或总的业务量增加时,碰撞机会急剧增加,吞吐和延迟特性均将急剧变坏。P-坚持型CSMA/CD是一种折衷于前两者之间的改进方案。

从以上所述可以看出,CSMA/CD存在的最严重的缺陷是,需要进行冲突检测,各种方法的不断提出,都是为了一个目的,这就是减少冲突,提高网络通信的成功率,然而,要彻底解决冲突问题仅靠载波监测是办不到的,因为它是一种随机争用信道的多址接入方式,若结点数增多或总的业务量增加时,碰撞机会总是要急剧增加,CSMA/CD的性能不可避免的要急剧下降。而且载波监测电路为了检测冲突,要求来自信道的任何点上的信号强度的差别必须很小,这一点在实际工程中是很难做到的;另外,由于允许冲突,诊断设备要从由噪声和故障引起的错误中区分出碰撞引起的错误也是很困难的,这些都增加了硬件设备的复杂型。在实际工程设计中,笔者采用了一种同步计数顺序争用多址接入技术,用于总线型网络通信,避免了信道冲突,提高了通信效率。

2. 同步计数顺序争用多址接入技术的基本原理

图1所示为系统组成框图。图中的 CHANNEL 表示广播式数据信道, SYNC 表示附加的同步计数控制线, 并设定 SYNC 为高电平时, 开放同步计数器的计数脉冲, 启动同步计数, SYNC 为低电平时, 封锁同步计数器的计数脉冲, 暂停同步计数, 这一过程所需的硬件电路实现起来是十分容易的。同步计数顺序争用多址接入技术的基本原理是, 在包括主站与所有次站在内的每个结点上设置一个同步计数器, 对一个分别在各结点上由晶体振荡器产生的频率相等的时钟信号进行同步计数, 忽略总线的传输延迟以及分布参数的影响, 任一时刻各结点同步计数器的数值是相等的。根据同步计数器的数值把时间分为若干间隔相等的时间片。例如, 一个 10 位计数器, 可把时间分割为 64 个间隔相等的时间片, 各时间片所对应的数值范围为 000—00FH、010—01FH、……、3F0—3FFH, 每个结点分配一个时间片。每个时间片又被分为两个时间段, 即有效时间段与容差时间段如图2所示, 规定每个结点只能在所分配的时间片的有效时间段内去扑获通信控制权, 这样就避免数据碰撞现象发生。通信控制权随同步计数器数值而转移的过程如图3所示。显然, 实现这一技术的关键是同步计数, 同步计数过程主要包含 5 个控制策略。



图 1



图 2

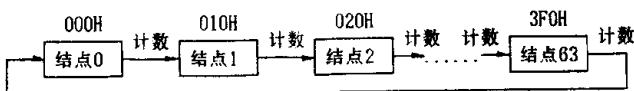


图 3

(1) 计数暂停: 建立了入网标志的结点, 如果需要发送报文, 首先要扑获通信控制权, 其过程是, 从同步计数器取数, 若本结点时间片未到, 继续取数。若取得的数值在本结点时间片的有效时间段内, 使 SYNC 线变低, 封锁时钟信号, 暂停计数, 从而所有结点的同步计数器的数值保持在这个时间片内不再变化直至重新开放。该结点接着监测信道, 若信道忙, 继续监测, 若信道闲, 获得通信控制权, 变为主叫, 开始通信过程。

(2) 置数对准: 获得通信控制权的结点按照图4所示帧格式向数据总线发送数据, 各结点收到通信请求标志与主叫地址之后, 将同步计数器置数为与主叫结点对应的的时间片内容差时间段的某一固定值, 这样就消除了由传输延迟与分布参数引起的积累偏差。主叫结点在使 SYNC 线变低之后, 自动实施置数对准策略。



图 4

(3) 计数开放: 在通信过程发送了被叫地址之后, 确保各结点同步计数器已被对准到同一起点, 这时主叫结点使 SYNC 线变高, 各结点重新开放计数。我们把同步计数器在无中断情况下将所有结点的时间片完整地遍历一次所用的时间称为一个计数周期。一般来说, 一个通信过程所占用的时间远远大于同步计数器的一个计数周期。由于计数开放策略是在通信过程的开始不久实施的, 所以, 在当前通信过程结束之前, 同步计数器已先期到达需要发送信息的下一个结点的时间片区间, 该结点又可知①所述那样实施计数暂停策略, 开始检测信道, 准备接收通信控制权, 从而使信道资源得到了充分利用, 提高了通信的实时性。

(4) 超时控制: 当网络的通信业务量很少时, 相临两次通信过程间隔的时间过长, 同步计数器的置数对准不能正常进行, 系统偏差积累到一定程度, 就会使同步计数器失去同步, 严重时, 将会出现相临两个结点的时间片同时到来的可能, 也就是说, 当第 m 个结点的同步计数器计数到第 m 个时间片的时候, 第 m+1 个结点的同步计数器也计数到了第 m+1 个时间片, 它们会同时争取通信控制权, 从而引起数据碰撞, 使通信失败。针对这种情况, 在主站中设计了超时控制程序, 当系统在规定时间内一直无通信请求发生时, 就由主站请求通信, 按照图5

所示帧格式向数据总线发送数据,促使系统实施计数暂停、置数对准与计数开放策略,计数开放策略在结束标志发送之后实施。

通信请求标志	主叫地址	结束标志
--------	------	------

图 5

(5)入网授权:对于总线型分布式通信网络来说,无论主站或次站均可或先或后的进入网络,这就产生了一个同步计数器起始同步的问题,我们把它称为入网授权。如①所述那样,只有已被授权的结点,才能扑获通信控制权。对次站来说,只能以被动方式入网,也就是从加电或复位开始,到第一次收到通信请求标志与主叫地址的时刻,在实施置数对准策略的同时在系统内部设置入网标志;对主站来说,除可象次站那样以被动方式入网外,还可在超时控制中以主动方式入网。由于需要进行超时控制,所以在总线型网络中使用同步计数顺序争用多址接入技术时,首先必须指定一个主站,其余为从站,超时控制是主站与从站的唯一区别,除此而外,在通信过程中,主站与从站是完全平等的。当然,还可以设计一个通信服务器,专门用来解决超时控制问题,这样主站与从站就完全一样了,使系统更具灵活性。通信服务器和工作站一样挂载在总线上,占用一个结点编号。由于通信服务器功能单一,结构简单,可以采用冗余的办法,使其长期可靠不间断地工作,确保网络在时间上具有百分之百的连通性。然而,由于通信服务器需要占用一个结点编号,等于使总容量减少了一个工作站。优劣利弊,应视具体工程而定。原则上通用性较强的网络,应考虑设置通信服务器;专用性较强的网络可不设置通信服务器,由主站承担超时控制的任务。

3. 实用接入技术的简化

在同步计数顺序争用多址接入技术中,一般情况下1个同步计数周期所占时间远远小于1个通信过程所占时间,在实用中,如果对信道利用率及通信实时性要求不高的话,计数周期所占时间就可以忽略不计,于是,计数开放策略也可放在通信过程将结束标志发送完毕之后实施,这样,从计数暂停到计数开放正好表示了一个完整的通信过程,SYNC线既是同步计数的控制线,又是信道忙

的状态线,需要发送信息的结点只要时间片到,就可获得通信控制权,进入通信过程,不需要监测信道,为了叙述方便以下我们称此为简化技术。因为简化技术将计数开放策略置于当前通信过程结束之后实施,所以下一个需要发送信息的结点的时间片要在当前通信过程结束之后再经过一段计数时间才能到来,在这一段计数时间之内,信道被闲置未用,这就是实际被浪费掉的信道工作时间,也即发送延迟时间。虽然简化技术造成了发送延迟与信道工作时间的浪费,但它不需要监测信道,大大简化了系统设计。监测信道一则浪费机时,二则需要设计相应的载波监测电路及信道监测程序。对某些总线型分布式工业测控系统来说,采用简化技术是切实可行的,它不仅适合于载波传输,也适合于基带传输。近年来,笔者将这种简化了的同步计数顺序争用多址接入技术用于以8031单片机为核心的总线型分布式火灾报警控制系统,获得了良好的效果。

4. 结束语

与CSMA/CD技术比较,同步计数顺序争用多址接入技术具有二个明显的优点:

(1)吞吐量随着业务量的增加而增加并达到稳定,但不随着介质饱和而下降;

(2)因为不需要检测冲突,所以对信号的相对强度没有特殊要求,信号可以获得比较大的动态范围,唯一的要求仅仅是每个结点的信号应足够强使得网络中的所有结点都能收到。其缺点是增加了1条同步计数控制线,但是,由于同步计数控制线传输的是两个状态的开关信号,采用极简单的导线即可,不会给系统增加过多的信道费用。权衡之下,同步计数顺序争用多址接入技术的优越性是不容置疑的。

参考文献

- [1] 林生,《计算机通信网原理》,西安电子科技大学出版社,1991.
- [2] 李增智,《局部计算机网络》,陕西科学技术出版社,1986.
- [3] [美]W.史达林斯著,胡道元等译,《计算机局部网络导论》,清华大学

(来稿时间:1997年12月)