

文章编号 :1007-4945(2002)01-0056-05

LONWORKS 网络通信协议

常清和¹, 田世昌², 王 樱³

(1. 中原工学院 图书馆 2. 中原工学院 电气工程系 3. 中原工学院 计算机科学系, 河南 郑州 450007)

摘要: 初步分析了 LONWORKS 网络通讯协议, 指出在 OSI 7 层参考模型中, 该协议每层的特点和各层间的关系, 并对各层间如何传输和通信进行介绍, 有助于用户对协议的理解和应用。

关键词: LONWORKS; ISO/OSI 网络通讯协议

中图分类号: G202 文献标识码: A

LONWORKS 技术是一种先进的现场总线。目前, 现场总线还没有统一的定义。按照 FF 基金会的说法, 现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式双向传输多分支结构的通信网络。一条现场总线可为众多的可寻址现场设备实现多点连接, 支持底层的现场设备与高层的计算机系统利用公用传输介质交换信息。因此, 现场总线技术的核心是通信协议。各个厂家在制定自己的现场总线的通信协议时, 为达到开放性和互操作性的基本要求, 往往都遵循国际化组织 ISO 的开放系统互连 OSI 参考模型。ISO/OSI 参考模型本身并不是网络的实现, 它仅仅规定了七层模型中每一层的功能。多数现场总线技术仅有其中的一、二和七层协议。LONWORKS 的通信协议 LonTalk 与其它现场总线技术不同的是它提供了 ISO/OSI 七层模型所有内容的服务^[1]。

1 ISO/OSI 开放系统互连参考模型

网络通信协议是计算机网络中通信双方共同遵守的规则和约定, 如通信方式、应答方式、信息格式等。OSI 参考模型借鉴结构化程序设计方法, 将两台计算机之间通过网络媒体传递信息的比较复杂的问题, 细分成七个更小的子问题, 从而得到计算机网络通信的分层模型。OSI 参考模型及同等层协议如图 1 所示^[2]。

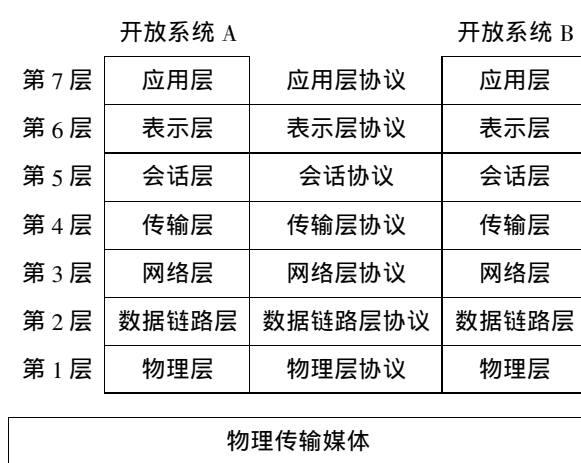


图 1 OSI 参考模型及同等层协议

网络协议各功能层的关系是低层向高层提供不同的可靠的服务, 高层使用低层的特性, 而且低层对高层而言是透明的。两相邻层次之间均要有明确的规则和约定, 它们称为接口。接口中定义了不同低层向高层提供的操作和服务。接口可以是硬件, 也可以是软件。为了保证各个层次功能的实现, 要求进行通信的同等层次中通信的双方共同遵守同样的规则和约定, 它们称为同等层通信协议。模型中下面两层的功能通过硬件和软件配合来实现, 上面五层的功能一般都是通过软件来实现。

假定图 1 中的开放系统 A 需要向开放系统 B 发送信息,系统 A 的应用程序将要发送的信息传送到系统 A 的应用层,系统 A 需要向系统 B 的应用层传送给进行联络的控制信息,这些控制信息的内容由应用层协议规定,但是这些控制信息并不直接向系统 B 的同层传输,而是把它作为信息头附加在需要传输的原始信息之前传送到系统 A 的第 6 层,第 6 层在收到上述信息后再附加上自己的控制信息,逐层向下传递,直到系统 A 的第一层物理层,在信息传递过程中,每个层次都要附加自己的有关控制信息,从而形成一个“打包”过程,系统 B 的物理层首先剥去信息头,并根据信息头的内容来处理该信息单元,然后将剩下的信息单元向上传送到第二层,并依此类推,直到被传送的原始信息最终到达系统 B 的应用层,系统 B 的各个层次在接收信息后都要去掉有关层的控制信息,这个过程叫做“拆包”,虽然系统 A 中的每一层都只与本系统的相邻层联络,但是它的主要目的却是与系统 B 中的同名层联络,系统 A 中的每一层都必须依赖于相邻层提供的服务才能达到与系统 B 中同名层联系的目的。

ISO 提出这个七层网络体系结构参考模型的目的是使设备网络以及操作系统进程之间交换信息的过程能够实现标准化,这种网络体系结构有明显的优点:各层之间相对独立,任何一层的改变都不会影响其它各层,从而有利于实现网络的设计、实现和维护,然而,OSI 参考模型本身并不是网络的实现,它仅规定了每一层的功能,不同的网络通信协议还有相当大的差异。

2 LonTalk 通信协议

2.1 物理层

物理层的功能是在两个结点之间通过传输媒介物理通道,并向上面的数据链路提供透明的位流传输, LonTalk 协议支持双绞线、电力线、无线射频、红外线、同轴电缆以及光缆等不同类型的传输媒介,协议还支持网络分段,并且网络各段可使用不同的传输媒介,不同的传输媒介之间用路由器相连, Lonworks 的标准产品收发器是 Neuron 芯片和传输媒介之间通信接口,不同类型的传输介质有不同类型的收发器。

对同一种传输媒介,可以设计多种不同传输速率的收发器。

2.2 数据链路层

数据链路层的功能是保证物理链路上数据的可靠传送,它负责数据帧的传送,并进行必要的同步控制、差错控制和流量控制,并向上层(网络层)提供无差错的数据传输,数据链路层还可细分为介质访问控制

(MAC)和逻辑链路控制(LLC)两个子层。

2.2.1 介质访问控制协议(MAC 协议)

MAC 协议是数据链路层协议的一部分, LonTalk 协议采用可预测 P—坚持 CSMA, CSMA 是载波侦听多路访问的英文缩写,是一种随机访问方法,其含义是:任何结点要访问传输介质发送消息时,首先要侦听介质上是否有其它结点正在传送信息(即有无载波,如果介质无载波,未被占用,则可以利用信道进行信息传送,如果其它结点正在利用传输介质进行通信,则必须等待信道空闲之后才能进行传送, CSMA 方案有许多处理方法,主要区别在于检测出信道上的情况之后,发送时间的确定,所谓可预测 P—坚持 CSMA 的意思是:要求发送数据的节点监听信道,若信道闲,则以概率 P 发送信息包,并以 $1-P$ 的概率延迟一个时隙重新监听信道,若信道仍然闲,则重复上述过程,若发送节点一开始就监听到信道忙,则继续监听,直到信道由忙变闲后以概率 P 发送信息包,以 $1-P$ 的概率延迟一个时隙再监听,关键在于 P 的选择,若有 N 个站有数据等待发送,如果选择 P 过大,会使 $N \times P > 1$, 则冲突不可避免,导致吞吐量下降,不过 P 值也不能过小,致使 $1-P$ 过大,信道利用率则会大大降低, LonTalk 协议中的概率 P 根据网络负载的轻重是可预测的,在网络重载的情况下, P 值调小以降低网络冲突的可能性,避免网络拥塞现象,在网络轻载的情况, P 值调大,减小媒介的访问延时,某一个时刻的网络负载就是该时刻网上将要发送的消息包的数目 D,采用 CSMA 的控制方法进行信息传送,在对方收到消息之后,还需要向发送结点送回一个肯定回答信息,以表示接收节点已经全部正确地接收到该消息,因此, LonTalk 协议规定,某个要发送消息的结点要在它发送的消息包中插入将要回送该消息的应答信息的接收节点的数目,这样所有收到该消息包的结点将其原来的 D 值加上该应答数,使节点的 D 值得到更新从而实现预测,每个节点在消息包发送结束,它的 D 值自动减 1,由此,每一个节点都能动态地预测某一时刻网络负载的轻重,并以 D 值表示, D 的取值范围是 $1 \sim 63$,有了 D 值,则发送概率 $P = 1/(D \times 16) = \frac{1}{R}$, $R = 16 \times D$,其中 R 就是数据传送完成后给网上节点分配的随机时隙的数目,显然,网络重载, D 大, R 多,以减少各节点因同时发送消息带来的冲突,相反,网络轻载, D 小, R 少,以减少各节点媒介访问延时。

另外,如果选用的收发器支持硬件冲突检测, LonTalk 协议就支持冲突检测(CD)以及自动重发。

LonTalk 协议通过提供优先服务机制以改善对重要消息包的响应时间. 优先级时隙的数目 M 可以是 $0 \sim 27$. 较小的 M 数代表较高的优先级. 优先级时隙 1 预留给网络管理器, 因而网络管理器是优先级最高的节点. 当某个节点产生一优先级消息包 A 时, 包 A 将按优先级排队输出, 但是将插在已缓存在随机时隙还未输出的非优先级消息包之前.

总之, 节点在发送两个消息包之间有一个段空闲时间, 称为休闲期. 休闲期包括两部分, Beta1 时间和 Beta2 时隙. Beta2 时间是一固定的时间段. 如果消息包的长度为 12 个字节, 传输速率为 1.25 Mbps 则 Beta1 $370 \mu\text{s}$. Beta2 时隙包括上述随机时隙和优先级时隙. 发送节点被分配到某个时隙中, 等待顺序发送消息.

2.2.2 消息包数据格式

一个消息包包括三部分: 开头的同步头(至少 6 bit), 末尾的传输结束码(至少 2 bit), 中间是数据和 16 bit 的 CRC. 通信端口采用差分曼彻期特编、解码技术来编、解码发送及接收的数据. 其编码规则为: 每个位单元内至少有一次跳变, 在位单元中心上跳变为“1”, 下跳变为“0”. 这种编码可用来指示信道是否有信息正在传输, 便于载波侦听. 16 bit CRC 是差错控制中的循环冗余校验码, 检错能力相当强.

消息包的平均包长为 $10 \sim 16$ 个字节. 包中数据由三部分组成: 网络域名对应的字节, 采用不同的编址方式对应的地址码字节, 以及网络变量或一个显性消息中数据部分的数据字节. 最大消息包长度为 255 字节, 包括数据字节、地址字节和协议开销.

2.3 网络层

网络层有时也称通信子网层, 其功能可简单归结为控制通信子网的运行. 为简化路由, LonTalk 协议定义了一种分层编址方式. 最高层为域地址, 下面为子网地址, 再下是节点地址. 每个域最多可有 255 个子网, 每个子网的节点数最多为 127 个, 显然一个单独的域中可容纳的最多节点数是 $255 \times 127 = 32\,385$ 个. 而一个系统又可以由很多这样的域构成, 因而人们可以构成很宏大复杂的网络. 子网中的所有节点必须在同一区段上, 子网不能跨越智能路由器. 智能路由器的作用是决定子网相对智能路由器所处的位置, 从而据此传送消息包. 不同的通信媒介之间用路由器连接.

另外, 为了使同一组中的多个节点可同时接收网上发出的单个消息及降低随同消息发送的地址信息的字节数, 域中的节点可进行组编址. 一个域中最多可指定 256 个组, 而且对采用应答服务或请求/响应服务的组节点最多为 64 个, 但对采用非应答服务的组节点数

不限制. 节点的组不仅可跨越同一域中的多个子网, 而且可跨越多个通道.

神经元芯片的标识符 ID 可用作地址.

LonWorks 数据包中的源地址一般由域字段(长度为 0, 1 或 3 字节)、子网号(2 ~ 255)和节点号(1 ~ 127)组成. 域和地址表驻留在 Neuron 芯片的 EEPROM 内. LonWorks 数据包中的目的地址通常有域号、单个子网号、组号、子网和节点号或 48 位 ID 等. 如此地址表中存放有消息的目的地址, 则该消息使用的是隐式编址方式, 相反则是显式编址.

在 LonTalk 协议中, 节点使用网络变量(产生隐式消息)显式消息或组消息进行相互间的通信. 网络变量消息的构造及发送在后台进行. 网络层将地址消息附加到消息中后将该消息传递到 MAC 层. 因为发送、接收是自动的, 所以把网络变量消息称为隐式消息, 以与显式消息区别. 显式消息一般在网络变量不适合使用的场合才使用. 通过使用(msg-addr. h)(addrdefs. h)两个文件, 可以实现显式消息及网络变量的显式寻址.

2.4 传输层协议

传输层协议在 OSI 上层模型中是低三层与高层之间衔接的接口, 为用户提供进程与进程之间的通信. 它从下层获及的服务是发送和接收顺序正确的数据块. 它向上层提供的服务是为无差错的报文收发提供传输道路和传输地址.

针对消息服务的可靠性及有效性, LonTalk 协议提供有应答服务、非应答服务. 应答服务也被称为端对端的应答服务, 最可靠. 当一消息发送到一个节点或一组节点时, 发送节点将等待所有应收到该消息的节点发回应答. 发送节点在预定的某个时间内未收到所有应收应答, 则发送节点时间溢出, 并重发该消息. 重发消息的次数及时间溢出值可选择设定. 应答由网络 CPU 产生. LonTalk 协议采用事务标识符 ID 值来跟踪消息及其应答. 同一个消息具有同样的事务标识符, 从而能避免某个应用程序重复接收某一个消息.

LonTalk 协议还提供非应答服务, 可靠性最差, 某个消息一次性发往某个某组节点, 无应答或响应, 又无重发机制. 这种服务类型, 通常在需极高的传送速率或有大量数据要发送时采用.

LonTalk 协议的传输层有 5 个定时器: 事务定时器、重发定时器、组接收定时器、非组接收定时器和等待空闲缓存定时器. 其值由网络管理工具 LonBuilder 或 LonMaker 自动计算并配置. 应答服务使用事务定时器和接收定时器. 事务定时器用于确定重发之前允许等待应答的时间, 重发次数在地址表中配置. 重发动作将

在重发次数达到设定值或所有的应答都收到的情况下停止。接收定时器用于防止同一消息的重复接收。如果来自同一源地址且具有同一个事务 ID 的消息在接收定时器溢出之前被接收,则被认为是前一消息的重发。反之,则被认为是新的事务。接收定时器在接收节点接收到有效事务记录的同时被启动。

非应答服务使用等待空闲缓存器定时器,该定时器确定节点发送消息时等待空闲缓存器的最长时间。如果在设定的时间内不能获得空闲缓存器,节点将认为出现严重错误并复位。

2.5 会话层协议

会话层协议的功能是在两个节点或用户之间进行原始的报文传输,并增加了一些面向用户的服务。这些服务包括用户标识识别,履行注册手续、对话管理及故障恢复等。

LonTalk 协议除了提供应答/非应答服务外,还提供了请求/响应服务类型。当一请求发送到某节点或某组节点时,发送节点等待所有应收到该消息的节点发回响应。响应可包括数据。所以这种服务类型特别适合于远程过程调用或客户机/服务器应用。使用请求/响应机制,使得运行在某个节点上的应用程序,可以从运行在其它节点上的应用程序得到数据。神经元芯片中的固件自动使用请求/响应机制轮询输入网络变量。所谓轮询是从调度程序中获得某一网络变量的最近值,应用程序不介入。使用显式消息的应用程序也可以使用请求/响应机制。

2.6 表示层协议

表示层协议的目的是对应用层输入的命令和数据内容加以解释说明,并赋予各种语法以应有的含义,使从应用层送入的各种信息具有明确的表示意义。

LonTalk 协议表示层中的数据被称为网络变量。它可以是单字节或多字节的数据项或数据结构(最多 31 字节),代表了网上节点间可共享的信息。用户可以完全自由地去应用程序中定义各种类型的网络变量。为增加网络的互操作性, LonTalk 协议中定义了 255 种标准网络变量,将某些数据类型如温度、压力、流量等规范化。当然用户不一定要使用标准网络变量(SNVT)。用户在应用程序中声明网络变量,经过编译,网络节点中就建立了相应的数据结构和输入/输出缓冲区。在网络建立时,将不同的节点中的输入/输出缓冲区连接起来就完成了网络变量间的连接。当在应用程序中通过赋值改变某个输出网络变量的值时,调度程序构造一个网络变量消息并将该消息传递到网络层,网络层将地址信息附加到消息中后将消息传递到 MAC 子层,

MAC 子层再将该层的信息附加到网络变量消息中,最后将消息发送到通道上。接收节点的过程正相反。发送和接收都是由神经元芯片的固件自动进行的。网络变量可以被赋予鉴别服务,也可以被指定优先级,也可以指定为同步网络变量。

除网量变量外, LonTalk 协议还提供了另外一种数据类型,显式消息。网络变量有一定的局限性,长度一经确定就不能改变,且最多只有 31 字节。显式消息的数据长度是可变的,且最长可以是 228 字节。节点使用消息标签发送和接收显式消息。

LonTalk 协议有一部分专门保留的消息代码用于实现对外来帧的传送。外来帧中的数据字节最多是 229 字节。应用程序可以按其需要以任何方式来解释数据。

LonTalk 协议内有一网络接口协议可选择用来实现 LONWORKS 应用在各类主处理器上的运行。LonTalk 网络接口协议定义了网络接口与主机之间的包格式交换。

2.7 应用层协议

应用层是参考模型的最高层,直接为用户服务,是发送和接收用户应用进程,进行信息交换的执行机构。一般来说各种资源的外部属性及其管理功能划归应用层,而各种资源的内部属性及其有关管理功能划归表示层。

LON 网络由 LON 节点组成。LON 节点是同物理上与之相连的 I/O 设备交互作用并在网上使用 LonTalk 协议与其它节点相互通信的一类对象。LON 节点有两种类型,即基于神经元芯片的节点和基于主机的节点。不论哪种类型的节点都有一片神经元芯片用于通讯和控制,一个 I/O 接口用于连接若干个 I/O 设备,另外还有一个收发器将节点连接上网。节点的具体工作由节点中的应用程序以及配置信息来定义。LonTalk 协议的应用层增加了四类对象: I/O 对象、定时器、网络变量和消息标签。这也是 Neuron C 语言所附加的对象。神经元芯片通过 11 只 I/O 引脚与外部物理设备相连。11 只引脚共可组成 34 种不同的 I/O 对象,可分为输入、输出和双向三大类别,用户可根据需要灵活配置,使用十分方便。采用 Neuron C 语言,编程人员可以定义一个或多个引脚作为输入/输出对象。一个 I/O 对象就是一个定义的输入或输出波形,也可看成是存放在 ROM 供用户应用程序访问的已编写的固件例程。用户程序可通过 `io-in()` 和 `io-out()` 系统调用这样简单的方法来访问这样 I/O 对象,并在程序执行期间完成输入/输出操作。用户无需关心其中的物理过程。

LonTalk 协议的应用层还规定了节点和网络的配置特性. 这些配置信息固化在神经元芯片的存储器中. 节点的存储映像包括系统映像、应用映像和网络映像三部分. 应用映像和网络映像是用户定义部分. 它们最终以 7 个数据结构下载到 EEPROM 中.

3 LonTalk 协议的用户层面

LONWORKS 技术的一个很重要特点是为用户提供了一整套 LON 网的开发、安装、维护和管理的工具平台. 它们是开发工具 LonBuider 和 NodeBuider, 安装工具 LonManager 和 LonMaker. 使用 LonMaker 安装 LON 网是最有效的方法. 它的操作过程是, 首先定义网络的子

域, 然后定义域外、通道介质、节点设备. 接着进行节点设备的安装, 然后对节点中和节点之间的网络变量进行连接, 并将这种变量的连接下载到神经元芯片的 EEPROM 中. 安装工具自动操作复杂程序, 确保所有 LonTalk 规则的执行, 用户不需要了解太底层的東西. 这是在应用程序中仅使用网络变量的情况. 与网络变量相比, 显式消息是实现节点之间交换信息的更为复杂的方法, 编程人员必须在应用程序中生成、发送和接收显式消息, 因而要求编程人员了解例如分配消息缓存区、节点地址、请求/响应及消息重发处理等更底层的知识, 因而对 LonTalk 协议有比较深入的了解是必要的.

参考文献:

- [1] 杨育红. LON 网络控制技术及应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999.
[2] 胡世熙. 计算机网络及其接口分析[M]. 北京: 科学技术出版社, 1990.

Lonworks Network Communication Protocol

CHANG Qing-he, TIAN Shi-chang, WANG Ying
(Zhongyuan Institute of Technology, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: This paper preliminarily analyzes Lonworks network communication protocol and points out the relationship between the characteristics of every item and each item. It also gives an introduction of how to transmit and communicate among each item. It is helpful for the users to understand and use this protocol.

Key words: LONWORKS; ISO/OSI network communication protocol

(上接第 55 页)

Synchronization Technology of Mobile and Embedded Database in Sybase

WANG Zong-jiang, YUE Jia-jin
(Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: With the development of the wireless communication and computer hardware, the applications based on the mobile and embedded database become more and more popular. Synchronization is one of the key technologies in maintaining the consistency of mobile and embedded database system. This paper brings forward two application solutions according to two synchronization technologies supplied by sybase (SQL remote and mobilink) and analyses them.

Key words: mobile database; synchronization; SQL remote; mobilink