数据链路: 将实现通信协议的硬件、软件加到链路上构成数据链路 3.1.1数据链路与帧 帧:点对点信道的数据链路层的协议单元数据 在一段数据的前后分别添加首部和尾部 帧长 = 数据长 + 首长 + 尾长 定义:确定帧的界限(帧的首尾一个作用就是帧定界) 3.1数据链路层的几个共同问题 1.封装成帧 帧定界 SOH(Strat Of Head): 放在一帧的最前面,表示一帧的开始 当数据是由可打印的ASCII码组成的文本时, 注意帧的定界符都是一个符号,只是将这个符号 帧定界可以使用特殊的**帧定界符** 称作特殊的名字 EOT(End Of Transmission):表示帧的结束 最大传输单元MTU:每一种链路协议规定的所能传送的帧的数据部分的上限 2.透明传输:不管所传数据是什么样的比特组合都应当可以在链路上传送 3.1.2三个共同问题 误码率BER:传输错误的比特总数 **帧检验序列(FCS)**: 发送器会生成一个r bit 的帧检验序列 给定一个m bit 的帧或报文 原数据大小为 m bit,则**发送帧大小为 (m + r)** 3.差错检测 接收方和发送方事先商定好一个最低位和最高位必须为1的多项式G(x),使得带检验码的帧刚好能被G(x)整除 将多项式转化为位串:从最高次项到最低次项,对应位串最高位到最低位,如果系数不为零,位串对应位置为1,否则为0 循环冗余检验CRC (多项式编码) ①给M的位串**末尾加上r个0**,得到**新M的位串** 对于一个的长度为m的帧M, 假设多项式G(x)阶为r, 计算冗余码步骤: ②让**新M的位串**和G(x)的位串作**模2运算** ③得到的余数就是FCS,将其加到**原M位串的末尾**得到发送帧 循环冗余校验CRC具有纠错的功能,但是在数据链路层只使用他的检测功能 简单 封装成帧 透明性 多种网络协议 多种类型链路 1.PPP协议应满足的需求 差错检测 检测连接状态 最大传送单元 3.2.1点对点协议PPP特点 网络层地址协商 数据压缩协商 将IP数据报封装到串行链路的方法 用来建立、配置和测试数据链路连接的链路控制协议LCP 2.PPP协议组成 网络控制协议NCP 标志字段F 规定为 0x7E,表示后面的字符都是16进制的 地址字段A 规定为 0xFF, 没有意义 首部 (四个字段) 控制字段C 规定为 0x33, 没有意义 0x0021 对应的信息字段为IP数据报 协议字段 (2字节) 0xC021 对应的信息字段为链路控制协议LCP 1.各个字段的意义 信息字段(长度可变,但不超过1500个字节) CRC帧检验序列FCS (2字节) 尾部(两个字段) 标志字段F SOH(Strat Of Head): 放在一帧的最前面,表示一帧的开始 3.2点对点协议PPP 3.2.2点对点协议PPP帧格式 **EOT**(End Of Transmission): 表示帧的结束 2.字符填充的首位界定法 为了防止数据中的字符被误判为帧的首位界定符,可以在特殊字符的前面填充一个转义字符(ESC) 缺陷:实现上的复杂性与不兼容性 允许数据帧包含任意个数的比特,也允许每个字符的编码包含任意个数的比特 使用一个特定的比特模式——01111110来标志一帧的开始和结束 3.零比特填充的首位标志法 发送方的数据链路层在信息字段中遇到5个连续的1时,自动插入一个0; 接收方做逆操作:在信息字段中遇到5个连续的1时,自动删除一个0,恢复原信息 优点: 容易由硬件实现,性能优于字符填充法 起始状态: 链路静止 终止状态: 链路静止 设备之间无链路 链路静止 LCP 配置 物理层连接建立 协商失败 LCP链路 链路建立 物理链路 终止 LCP配置协商 3.3.3点对点协议PPP工作状态 鉴别失败 LCP链路 链路终止 鉴别成功或无须鉴别 链路故障或 网络层协议 己鉴别的 LCP 链路 关闭请求 NCP配置协商 己鉴别的 LCP 链路 链路打开 和NCP链路 过程 局域网是一种典型的广播信道,主要有:以太网、令牌环网、FDDi和ATM等局域网技术,目前**以太网**占领着有线网市场 具有广播功能:从一个站点可以很方便地访问全网。局域网上的主机可以共享局域网上地各种硬件和软件资源 便于系统的扩展和逐渐演变,各设备的位置可以灵活调整和改变 提高了系统的可靠性、可用性、生存性 主要特点:网络**为一个单位所拥有**, 旦**地理范围和站点数目均有限**。 静态划分信道 共享信道技术上两种方法 随机接入 3.3.1局域网的数据链路层 动态媒体接入控制 (多点接入) 受控接入 数据链路层 逻辑链路控制LLC 与介入到传输媒体有关的内容都放在MAC子层 数据链路层的两个子层 LLC子层与传输媒体无关,不管采用何种协议的局域网对于LLC子层来说都是透明的 媒体接入控制MAC 所以以后**一般不考虑LLC子层** 网络接口卡NIC (网卡): 网络接口板, 又被称为通信适配器 进行串行/并行转换 适配器 对数据进行缓存 适配器的重要功能 在计算机的操作系统安装设备驱动 实现以太网协议 提供 **不可靠交付**,采用较为灵活的 **无连接的**工作方式:对发送的数据帧不进行编号,也不要求对方发回确认。目的站收到差错帧就**直接丢弃**,什么也不做 为了通信的简便,以太网采取了以下两种措施 以太网发送的数据都使用 曼彻斯特编码 为了满足在同一时间只能允许一台计算机发送数据,以太网采用了:CSMA/CD协议,表示载波监听多点接入/碰撞检测 多点接入: 说明这是总线型网络, 许多主机以多点的方式连接到总线上 载波监听:每个主机都必须不停地监听信道。在发送前,如果听到信道在造正在使用,就必须等待 碰撞检测:在发送中,如果监听到的信道已经有其他主机在发送数据,就表示发生了碰撞。 虽然每个主机在发送数据之前都已经监听到信道为空闲,但是由于电磁波的传播时延的存在,还是有可能发生碰撞 3.3.2CSMA/CD协议 电磁波在1km电缆的传播时延约为 5γs (需要记住) ,记单程端到端的传播时延为τ 争用期(碰撞窗口):最先发送的站点最多经过 $2\tau$ 就可以知道是否发生了碰撞,称这 $2\tau$ 的时间为争用期 3.3使用广播信道的数据链路层 只有**经过争用期还没有检测到碰撞**,才能**肯定**这次发送**不会发生碰撞**。 具体内容 当发生碰撞时:站点要停止发送,等待一段时间再次发送,而这个时间采用 截断二进制指数退避算法 来确定 退避,是一个随机的时间。但是规定**基本退避时间**为 **争用期2τ**,具体的**争用期时间**为51.2γs,也可以说时512**比特时间** 从离散的整数集合 $[0,1,....(2^n-1)]$ 中随机取出一个数,记为r。**重传应推后**的时间为r**倍的争用期。** 其中, n = **Min**{重传次数, 10}。可见: 截断二进制指数退避算法:为了尽可能减小重传时再次发生冲突的概率规定: 当重传次数不超过10次时,参数n等于重传次数,当超过十次的时候不再增大,一直等于10 当重传达 16次 仍不能成功时 (表明同时打算发送的数据站太多,以致连续冲突) 则**丢弃该帧,并向高层报告** 使用集线器的以太网在逻辑上仍是一个总线网,各站共享逻辑上的总线,使用的还是CSMA/CD协议。 一个集线器有许多接口 集线器(Hub)的一些特点: 3.3.3使用集线器的星形拓扑 工作在物理层,每个端口只进行简单的转发比特,不进行碰撞检测 集线器采用了专门的芯片,进行自适应串音回拨抵消 **发送一帧所需要的平均时间**:一个帧开始发送,经可能发生的碰撞后,将再重传数次,再经过这一帧在以太网上要传播时间τ。使得信道上无信号在传播为止 成功发送一个帧需要占用信道的时间为  $T_0+\tau$ : 帧发送的时间  $T_0$ ,在最极端的情况下这一帧在以太网上要传播 $\tau$ 时间 3.3.4以太网的信道利用率 定义参数 $a = \tau / T_o$ ,则信道的极限利用率 $S = T_o / (T_o + \tau) = 1 / (a + 1)$ 在局域网中,**硬件地址**又被称为**MAC地址或物理地址。MAC地址是链路层地址**,长度为**6字节(48位)**,用于唯一标识网络适配器(网卡) MAC地址实际上就是**适配器地址或适配器标识符**,与**主机所在的地点无关**。源地址和目的地址**都是48位长** 单播帧(一对一):收到的帧的MAC地址和本站的MAC地址相同 以太**网的**适配器有 **过滤功能** 1.MAC层的硬件地址 网卡接收的帧 **广播**帧(一对**全体**):发送给本局域网上**所有站点**的帧 3.3.5以太网的MAC层 **多播**帧(一对**多**):发送给本局域网上一**部分站点**的帧 以太网的V2标准(DIX Ethernet V2标准) 两种标准 IEEE的802.3标准 目的地址(6字节) 2.MAC帧的格式 源地址(6字节) 五个组成字段 类型字段(2字节) 数据字段(46~1500字节) 帧检验序列FCS(使用CRC校验) 使原来属于不同碰撞域的局域网上的计算机能够跨碰撞域通信 扩大了局域网覆盖的地理范围 3.4.1在物理层扩展以太网:用多个集线器连成更大的局域网旦都在一个冲突域中 碰撞域增大了,但是总的吞吐量并未提高 如果不同的碰撞域使用不同的数据率,就不能用集线器将他们互连起来 最初,使用网桥扩展局域网 1990年以太网交换机问世,又称为交换式集线器 或 第二层交换机,强调了这个交换机工作在数据链路层 实质上是一个**多端口的网桥** 一般工作在 全双工方式 1.以太网交换机的特点 相互通信的主机都是**独占传输媒体,无碰撞地传输数据** 3.4.2在数据链路层扩展以太网 (更常用) 3.4扩展的以太网 帧交换表通过**自学习算法**建立。 交换机内部有**帧交换表** 交换表本质是一个内容寻址存储器CAM 交换机由于使用了专门的交换芯片,用**硬件转发**收到的帧,所以转发速率比**使用软件转发的网桥**快很多 2.以太网交换机的自学习功能 3.从总线以太网到星型以太网: 随着以太网站点数量的增多,总线结构以太网可靠性下降,采用以太网交换机的星形结构成为以太网的首选拓扑 只是局域网给用户提供的一种服务,并不是一种新型局域网 3.4.3虚拟局域网VLAN 虚拟局域网可以建立与位置无关的逻辑组,只有同在一个虚拟局域网络中的成员才会收到链路层的广播信息 子主题 3 速率大于等于 100 Mb/s的以太网被称为 高速以太网 3.5.1 100BASE-T 以太网 可在全双工方式下工作而无冲突发生。因此 不使用CSMA/CD协议 允许在 1Gb/s 下 全双工 和 半双工 两种方式工作 3.5.2吉比特以太网 在**半双工方式**下使用CSMA/CD协议 全双工方式 不需要使用 CSMA/CD协议 3.5高速以太网 只工作在 全双工方式 3.5.3 10吉比特(**10GbE**)以太网和更快的以太网 不使用CSMA/CD协议 以太网接入的重要特点是可以提供双向的宽带通信,并且可以根据用户对宽带的要求灵活地进行宽带升级 3.5.4使用以太网进行宽带接入 采用以太网接入地可以实现 **端到端的**以太网传输,中间**不需要再进行帧地格式转换**,提高了数据的传输效率,降低了传输成本

链路:从一个节点到相邻节点的一段物理线路