

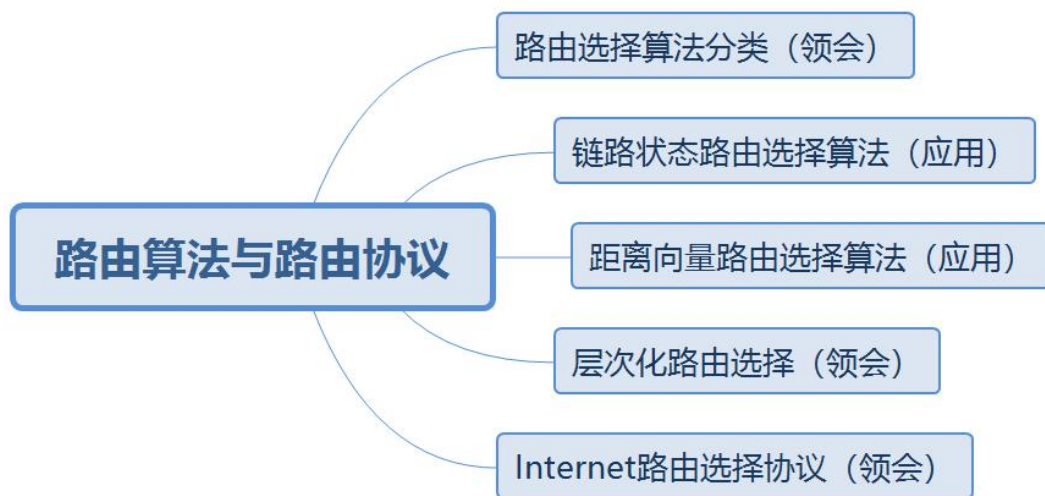
《计算机网络原理》第十一节课官方笔记

目录

- 一、 本章知识点
- 二、 配套练习题

一、本章知识点及

【第四章 第六节】路由算法与路由协议



【知识点 1】路由选择算法分类

第一种分类：根据路由选择算法是否基于网络的全局信息计算路由

全局式路由选择算法	需要根据网络的完整信息来计算最短路径	链路状态路由选择算法(LS算法)
分布式路由选择算法	结点不会（也不需要）尝试获取整个网络拓扑信息，结点只需获知与其相连的链路的“费用”信息，以及邻居结点通告的到达其他结点的最短距离（估计）信息，经过不断的迭代计算，最终获知经由哪个邻居可以具有到达目的结点的最短距离。	距离向量路由选择算(DV算法)

第二种分类：算法是静态的还是动态的。

静态	人工配置，网络变化时，不进行人工干预，就无法匹配。	
动态	网络发生变化，自动计算最佳路由。	LS算法、DV算法

第三种分类：路由选择算法是否负载敏感

负载敏感的路由选择算法；负载迟钝的路由选择算法。

【知识点 2】链路状态路由选择算法

一、算法是利用 Dijkstra 算法求最短路径的。

在 Dijkstra 算法中需要记录的信息：

D(v)	到本次迭代为止，源结点（计算结点）到目的结点v的当前路径距离
P(v)	到本次迭代为止，在源结点到目的结点v的当前路径上，结点v的前序结点
c(x,y)	结点x与结点y之间直接链路的费用，如果x和y之间没有之间链路相连，则 $(x,y) = \infty$
S	结点的集合，用于存储从源结点到该结点的最短路径已求出的结点集合，初始值只有源结点本身

【知识点 3】距离向量路由选择算法

一、算法的基础是 Bellman-Ford 方程（B-F 方程）。

令 $d_x(y)$ 表示结点 x 到结点 y 的路径的最低费用（即广义最短距离），根据 B-F 方程，有以下公式：

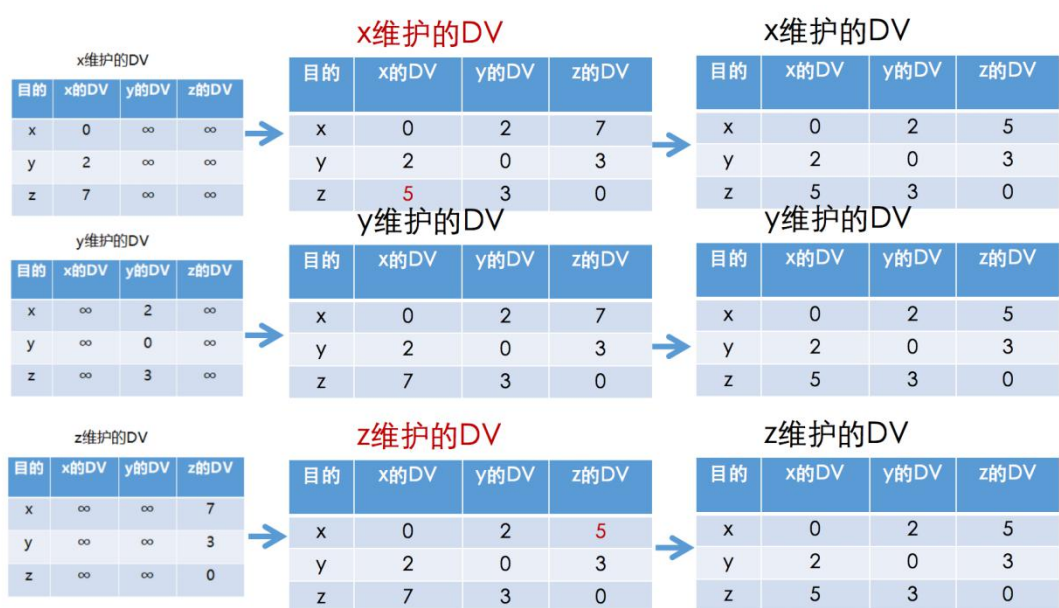
$$d_x(y) = \min_{v \in \{x \text{ 的邻居} \}} \{c(x,v) + d_v(y)\}$$

二、例如：

1、x,y,z 结点先初始化，得到初始化向量 DV；

2、邻居结点进行第一次 DV 交换。x 的距离向量(0, 2, 7)变为(0, 2, 5)，z 的距离向量(7, 3, 0)变为(5, 3, 0)，结点 y 未发生改变。结点 x 和 z 需要把新的距离向量通告给邻居，y 不需要通告。

3、x,y,z 分别收到了新的通告，再次基于 B-F 方程，计算最短距离。均为发生改变，各结点均收敛。



【知识点 4】层次化路由选择

一、

1、层次化路由选择：实现大规模网络路由选择最有效、可行的解决方案。

2、AS：大规模的互联网按组织边界、管理边界、网络技术边界或功能划分为多个自治系统(AS)，每个自治系统由一组运行相同路由协议和路由选择算法的路由器组成。

3、网关路由器：每个自治系统都存在至少一个与其他路由器互连的路由器

二、层次化路由选择原理

1、将大规模互联网的路由划分为两层,自治系统内路由选择和自治系统间路由选择。在这种网络中，路由器转发表由自治系统内路由选择协议和自治系统间路由选择协议共同设置。

2、

自治系统内路由选择协议：计算到达自治系统内目的网络的路由。

自治系统间路由选择协议：负责与其他自治系统的网络可达性信息，交换给其所在自治系统内的其他路由器，这些路由器进一步将这些路由信息存储到转发表。

【知识点 5】Internet 路由选择协议

一、Internet 路由：层次化路由选择。

1、Internet 自治系统内路由选择协议称为内部网关协议(IGP)

典型的 IGP 协议：路由信息协议(RIP)

开放最短路径优先协议(OSPF)

2、Internet 自治系统间路由选择协议称为外部网关协议(EGP)

典型的 EGP 协议：边界网关协议(BGP)

【知识点 6】RIP

一、RIP：广泛使用，基于距离向量路由选择算法的 IGP。应用层实现的，RIP 报文需要封装进 **UDP 数据报**。适用**小规模 AS**。

二、RIP 特性：

第一、在度量路径时采用的是跳数。

第二、RIP 的费用定义在源路由器和目的子网之间。

第三、RIP 被限制的网络直径不超过 15 跳的自治系统**内**使用。

【知识点 7】OSPF

一、基于链路状态选择算法的 IGP。直接封装在 IP 数据报传输。
适用较大规模的 AS。

优点：安全；支持多条相同费用路径；支持区别化费用度量；
支持单播路由与多播路由；分层路由。

OSPF 路由器分类：区域边界路由器；主干路由器；AS 边界路由器。

【知识点 8】BGP

一、BGP：实现跨自治系统的路由信息交换。典型版本 BGP4。
应用进程实现的，**传输层使用 TCP**。

二、每个 AS 可以通过 BGP 实现如下功能：

- 1、从相邻 AS 获取某子网的可达性信息
- 2、向本 AS 内部的所有路由器传播跨 AS 的某子网可达性信息
- 3、基于某子网可达性信息和 AS 路由策略，决定到达该子网的最佳路由

三、BGP 主要有 4 种报文：

- 1、OPEN（打开）报文，用来与 BGP 对等方建立 BGP 会话
- 2、UPDATE（更新）报文，用来通告某一路由可达性信息，或者撤销已有路由
- 3、KEEPALIVE（保活）报文，用于对打开报文的确认，或周期性地证实会话的有效
- 4、NOTIFICATION（通知）报文，用来通告差错

【第五章】数据链路层与局域网

【第一节】数据链路层服务

【知识点 1】数据链路层服务

一、

- 1、数据链路层：负责通过一条链路，从一个结点向另一个物理链路直接相连的相邻结点，传送网络层数据报，中间不经过任何其他交换结点。
- 2、数据链路在物理链路之上，基于通信协议来控制数据帧传输的逻辑数据通路。
- 3、实现数据链路层协议的典型硬件实体是：网络适配器（NIC，网卡）
- 4、数据链路层的传输单元称为帧。

二、数据链路层提供的服务

1、组帧

帧头(帧首)：发送结点和接收结点的地址信息，定界字符。

帧尾：用于差错检测的差错编码，定界字符。

2、链路接入

物理链路可以分为点对点链路和广播链路两大类。

点对点链路：发送结点和接收结点独占信道。

广播链路：通信链路被多个结点共享。

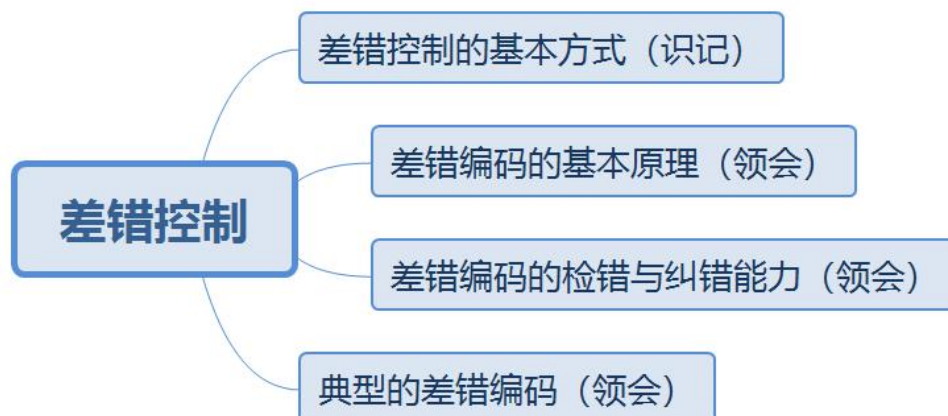
3、可靠交付

无线链路（出错率高）：支持可靠数据传输。

光纤、双绞线（出错率低）：不提供可靠传输服务。

4、差错控制：数据链路层帧在物理媒介上的传播过程，可能会出现比特翻转的差错。误比特率：出现差错的比特数/传输比特总数

【第二节】差错控制



差错控制：通过差错编码技术，实现对信息传输差错的检测，并基于某种机制运行差错纠正和处理。

【知识点 1】差错控制的基本方式

一、检错重发：

- 1、发送端：待发送数据进行差错编码，然后发送。
- 2、接收端：利用差错编码检测数据是否出错。若出错，接收端请求发送端重发数据加以纠正。

二、前向纠错：差错纠正

- 1、接收端：利用纠错编码编码数据。
- 2、接收端：检测数据传输过程中是否发生了错误，定位错误位置并直接加以纠正。
- 3、适用：单工链路或者对实时性要求比较高的应用。

三、反馈校验：

- 1、接收端：将收到的数据原封不动发回发送端。
- 2、发送端：通过对比接收端反馈的数据与发送的数据可以确认接收端是否正确接收的已发送数据。若有不同，立即重传数据。
- 3、优点：原理简单，易于实现，无须差错编码；
- 4、缺点：需要相同传输能力的反向信道，传输效率低，实时性差。

四、检错丢弃：

如果网络应用对可靠性要求不高，可以采用不纠正出错数据，直接丢弃错误数据。适用于实时性较高的系统。

【知识点 2】差错编码的基本原理

一、香农信道编码定理指出：对于一个给定的有干扰信道，只要发送端以低于信道容量 C 的数据速率 R 发送信息，则一定存

在一种编码方法，使得编码错误概率 P 随着码长 n 的增加而按指数下降至任意小的值。

二、差错编码原理：在待传输数据信息基础上，附加一定的冗余信息，该冗余信息建立起与数据信息的某种关联关系，将数据信息以及附加的冗余信息一同发送到接收端，接收端可以检测冗余信息表征的数据信息的关联关系是否存在。如果存在则没有错误，否则就有错误。

【知识点 3】差错编码的检错与纠错能力

一、汉明距离

- 1、差错编码的检错或纠错能力：与编码集的汉明距离有关。
- 2、编码集：差错编码的所有有效码字的集合。
- 3、汉明距离：两个等长码字之间，对应位数不同的位数。
- 4、一个编码集的汉明距离为该编码集中任意两个码字之间汉明距离的最小值，记为 d_s 。

二、检错能力：

对于检错编码，如果编码集的汉明距离 $d_s=r+1$ ，则该差错编码可以检测 r 位的差错。

三、纠错能力

- 1、对于纠错编码，如果编码集的汉明距离 $d_s=2r+1$ ，则该差错编码可以纠正 r 位的差错。
- 2、如果发生一位差错，则错码距离发生错误的有效码字的汉明距离最近，可以恢复为有效码字。

【第二节】差错控制

【知识点 1】典型的差错编码

典型的差错编码：奇偶校验码、循环冗余码。

【知识点 2】奇偶校验码

奇偶校验码（检错码）	奇校验码	编码后的码字中1个数是（奇数）
	偶校验码	编码后的码字中1个数是（偶数）

【知识点 3】循环冗余码(Cyclic Redundancy Check,CRC

码)：在数据链路层广泛应用的差错编码。

一、基本思想：将二进制位串看成是系数为 0 或 1 的多项式的系数。

二、【例题】假设 CRC 编码采用的生成多项式 $G(x)=x^4+x+1$ ，
请为位串 10111001 进行 CRC 编码。

第一步：写出多项式对应的比特串：10011。

$1 \cdot X^4$	$0 \cdot X^3$	$0 \cdot X^2$	$1 \cdot X^1$	$1 \cdot X^0$
1	0	0	1	1

第二步：(5-1)的值是我们要在待编码位串后面添加 0 的个数：添加 4 个 0。待编码位串： 10111001——

10111001**0000**

第三步：用得到的新的待编码位串(101110010000)除以多项式对应的比特串(10011)。

[illegible]

编码后的码。101110011001

用收到的串除以多项式对应的比特串。

余数为 0，无错。

余数不为 0，有错，丢弃。

三、优选的典型 $G(x)$

名称	生成多项式
CRC-12	$x^{12}+x^{11}+x^3+x^2+x+1$
CRC-16	$x^{16}+x^{15}+x^2+1$
CRC-CCITT	$x^{16}+x^{12}+x^5+1$
CRC-32-IEEE802.3	$x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+x+1$
CRC-64-ISO	$x^{64}+x^4+x^3+x+1$

【第三节】多路访问控制协议



【知识点 1】信道划分 MAC 协议



- 1、MAC 协议的根本任务：解决信道的共享问题。
- 2、多路复用技术是实现物理信道共享的经典技术。
- 3、利用多路复用技术实现信道共享的 MAC 协议，就是信道划分 MAC 协议。

一、频分多路复用（FDM）：也称频分复用。**频域划分制**，在频域内将信道带宽划分为多个子信道，并利用载波调制技术，将原始信号调制到对应的某个子信道的载波信号上，使得同时传输的多路信号在整个物理信道带宽的允许范围内频谱不重叠，从而共用一个信道。

二、时分多路复用（TDM）：也称时分复用。**时域划分制**，即将通信信道的传输信号在时域内划分为多个等长的时隙，每路信号占用不同的时隙，在时域上不重叠，使多路信号合用

单一的通信信道，从而实现信道共享。TDM 系统的接收端，根据各路信号在通信信道上所占用的时隙分离、还原信号。

1、同步时分多路复用(Synchronism Time-Division Multiplexing,STDM)

按照固定顺序把时隙分配给各路信号。

2、异步时分多路复用(Asynchronism Time-Division Multiplexing,ATDM)

统计时分多路复用(Statistic Time-Division Multiplexing,STDM)

大量数据发送的用户分配较多的时隙，不保证每个用户得到固定的时隙。时隙和用户间没有固定的对应关系。

三、波分多路复用（WDM）:也称波分复用，**广泛用于光纤通信**。实质是一种频分多路复用。因在光纤通信中，光载波频路很高，通常用光的波长来代替频率讨论，所以叫做波分多路复用。波分多路复用是指在一根光纤中，传输多路不同波长的光信号，由于波长不同，所以各路光信号互不干扰，最后利用波长解复用器将各路波长的光载波分解出来。在光纤通信中，**为了实现长距离的高速传输，通常采用波分多路复用和光纤放大器。**

四、码分多路复用（CDM）：又称码分复用，通过利用更长的相互正交的码组分别编码各路原始信息的每个码元，使得编码后的信号在同一信道中混合传输，接收端利用码组的正交特性分离各路信号，从而实现信道共享。**是一种扩频的通信形式。**

二、配套练习

1、下列路由算法中，属于动态路由选择算法的是（B）

- A:最短路由选择算法 B:链路状态路由算法
C:泛射路由选择算法 D:基于流量路由选择

2、路由选择的核心是路由选择算法。

3、在物理信道传输数据时产生差错的主要原因是（D）

- A:未能实现帧的同步 B:未做差错校验
C:差错控制方法不当 D:冲击噪声

4、在接收端发现码元错误的位置并加以纠正的差错控制方法称为（C）

- A:反馈重发 B:GO. BACK-N
C:前向纠错 D:选择重传

6、下列关于差错控制编码的说法错误的是（B）

- A:纠错码既能发现又能自动纠正差错
B:ARQ 方式必须用纠错码
C:检错码指能够自动发现差错的编码
D:奇偶校验码属于检错码