

第二章 通信网业务与承载

第二章 通信网业务与承载

2.1 定址、寻址及多址

2.2 信息封装与分组化

2.3 端到端断言

2.4 业务承载质量

2.5 网络资源复用

地址类型

- ▶ 邮政地址和邮政编码
 - 南京市广东路38号456信箱，210003
 - Campus Box 456, 38, Guangdong Rd, Nanjing 210003, PR CHINA
- ▶ 电话号码
 - 86-25-8349-2617
- ▶ IPv4地址、MAC地址
 - 10.10.146.120
 - 10-78-D2-98-28-5E
- ▶ URL/URI
 - wangwn@njupt.edu.cn
- ▶ 对象类名

Namespaces cited by wikipedia

Context	Identifier	Namespace identifier	Local name
Path	/home/user/readme.txt	/home/user (path)	readme.txt (file name)
Domain name	www.example.com	example.com (domain)	www (host name)
C++	std::array	std	array
UNICODE	US NYC	US (country)	NYC (locality)
XML	<xmlns:xhtml="http://www.w3.org/1999/xhtml"> <xhtml:body>	http://www.w3.org/1999/xhtml#	body
Perl	\$DBI->errstr	DBI	\$errstr
Java	java.util.Date	java.util	Date
Uniform resource name (URN)	urn:nbn:5-5a1999-1055#	urn:nbn# (National Bibliography Numbers)	5-5a1999-1055
Handle System	10.1000/182	10 (Handle naming authority)	1000/182 (Handle local name)
Digital object identifier	10.1000/182	10.1000 (publisher)	182 (publication)
MAC address	01-23-45-67-89-ab	01-23-45 (organizationally unique identifier)	67-89-ab (NIC specific)
PCI ID	1234 abcd	1234 (Vendor ID)	abcd (Device ID)
USB VIDPID	2341 003F	2341 (vendor ID)	003F (product ID)

IPv4地址空间

- ▶ IPv4使用32位（4字节）地址，因此地址空间中只有4,294,967,296（2³²）个地址。
- ▶ 私有网络（约18百万个地址）和多播地址（约270百万个地址），所以全球可分配40亿个地址。

表：2012-2017年智能互联网设备出货量（百万部）

设备类型	2012年出货量	占比	2017年出货量	占比	年均增速
台式机	148.2	12.2%	123.8	5.3%	-3.5%
移动个人电脑	200.9	16.5%	209.5	9.0%	0.8%
平板电脑	144.4	11.9%	410.3	17.7%	23.2%
智能手机	722.4	59.4%	1578.7	68.0%	16.9%
共计	1216.1	100%	2322.4	100%	13.8%

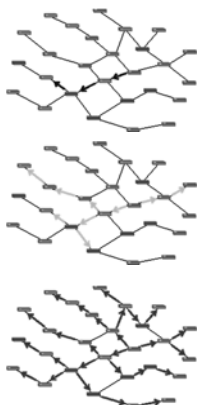
http://www.chinadaily.com.cn/micro-reading/fortune/2013-06-18/content_9339744.html

CIDR分配

Range	Description	Reference
0.0.0.0/8	Current network (only valid as source address)	RFC 5735
10.0.0.0/8	Private network	RFC 1918
100.64.0.0/10	Shared Address Space	RFC 6598
127.0.0.0/8	Loopback	RFC 5735
169.254.0.0/16	Link-local	RFC 3927
172.16.0.0/12	Private network	RFC 1918
192.0.0.0/24	IETF Protocol Assignments	RFC 5735
192.0.2.0/24	TEST-NET-1, documentation and examples	RFC 5735
192.88.99.0/24	IPv6 to IPv4 relay	RFC 3068
192.168.0.0/16	Private network	RFC 1918
198.18.0.0/15	Network benchmark tests	RFC 2544
198.51.100.0/24	TEST-NET-2, documentation and examples	RFC 5737
203.0.113.0/24	TEST-NET-3, documentation and examples	RFC 5737
224.0.0.0/4	IP multicast (former Class D network)	RFC 5771
240.0.0.0/4	Reserved (former Class E network)	RFC 1700
255.255.255.255	Broadcast	RFC 919

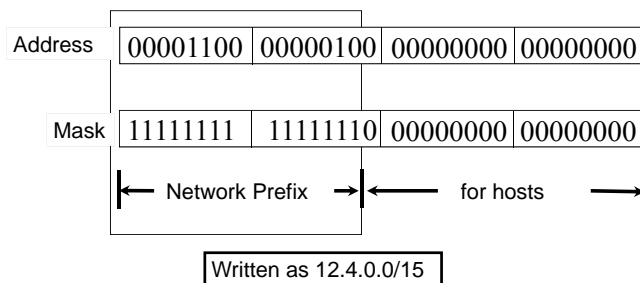
寻址类型

- ▶ 单播
 - 单一地址标识出单一目标节点
- ▶ 多播
 - 单一源发出的分组送到到一组目标节点
- ▶ 广播
 - 单一消息发送到所有接受节点



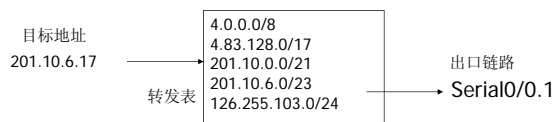
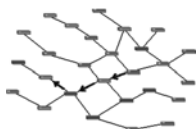
CIDR寻址

IP Address : 12.4.0.0 IP Mask: 255.254.0.0



Longest Prefix Match

- ▶ IP路由器查找转发表或路由表
 - IP前缀与出口之间的映射关系
- ▶ 适用于单播路由
 - 分组只有一个目标地址
 - 路由器查表，得到匹配项最长前缀的表项及出口
 - 关键问题：快速查找



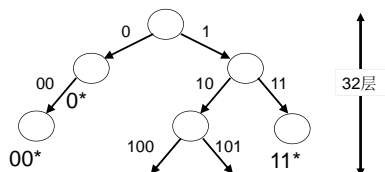
9

最简算法性能最差

- ▶ 每次转发需遍历所有表项
 - 以便查到匹配项
 - 涉及前缀掩码长短的处理
 - 保留所有匹配项，以便比较出LPM
- ▶ 处理开销正比于转发表的大小
 - 当前状况下，表项数约为150,000~200,000!
 - 而路由器数纳秒收到一个分组
 - 即，未查到出口，新分组已到达
- ▶ 线速转发需要
 - 高性能算法
 - 硬加速

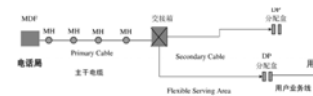
Patricia Tree

- ▶ 前缀按树结构存储
 - 一位比特对应一级树节点
 - 中间节点可对应到有效前缀
 - 即，中间节点可保存下一跳接口信息
- ▶ 处理分组时
 - 接目标地址遍历树
 - 达到LPM时停止查找

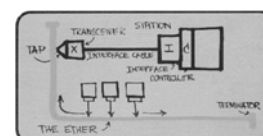


多址（接入）类型

- ▶ SDMA(空分多址)
 - POTS的用户环路
- ▶ FDMA (频分多址)
 - GSM
- ▶ TDMA (固定时分多址)
 - E1/T1等TDM
- ▶ CDMA (码分多址)
 - 3G的二个标准
- ▶ RMA (随机多址)
 - Aloha
 - CSMA(载波侦听多址)
 - With CD(冲突检测)
 - With CA(冲突避免)



Prob.局所分布



Prob. 冲突控制

POTS用户环路示例



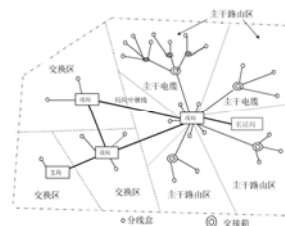
局所规划的经验方法

1 用户密度中心

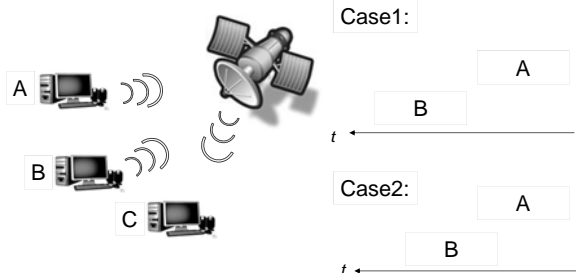
图中: N_1 N_2 N_3 N_4 分别代表
用户数, 如果使 $N_1 + N_2 = N_3 + N_4$ 或
 $N_1 + N_3 = N_2 + N_4$, 那末中心点O就是
设局、所的好地方



2 跟随城市规划，选择线路网的中心



RMA : Aloha



Aloha最大吞吐性能

$$\Pr(N_t = k) = f(k; \lambda t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^k}{k!}.$$

$$G = \lambda \times T$$

$$f(0) = \exp(-G)$$

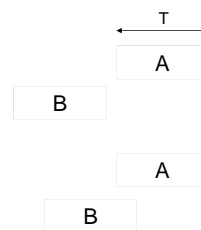
$$f(1) = G \times \exp(-G)$$

$$S = f(0) \times f(1) = G \times \exp(-2G)$$

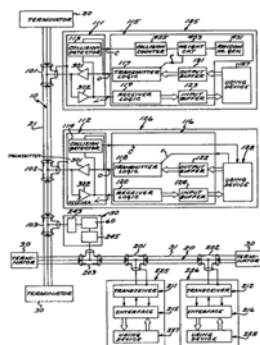
$$dS/dG = \exp(-2G) - 2G \times \exp(-2G) = 0$$

$$G_{\max} = 1/2$$

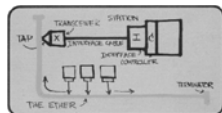
所以, $S_{\max} = 1/2e = 18.4\%$



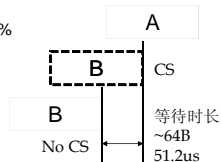
CSMA



专利图



$S_{\max} > 37\%$



第二章 通信网业务与承载

2.1 定址、寻址及多址

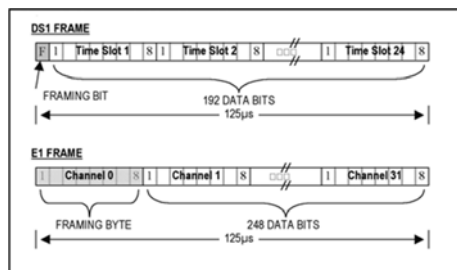
2.2 信息封装与分组化

2.3 端到端断言

2.4 业务承载质量

2.5 网络资源复用

TDM封装和STDM封装



Prob.1 同步

T1: 1544 kb/s
E1: 2048 kb/s

Prob.2 帧长

Ex for ATM
1) 64B by USA
2) 32B by FRA
3) 48(+5)

Flag	Address	Control	Information	FCS	Flag
8 bits	8 or more bits	8 or 16 bits	Variable length, 0 or more bits	16 or 32 bits	8 bits

第二章 通信网业务与承载

2.1 定址、寻址及多址

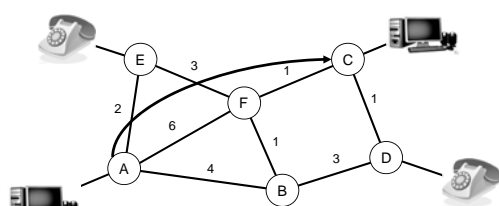
2.2 信息封装与分组化

2.3 端到端断言

2.4 业务承载质量

2.5 网络资源复用

端到端传送功能的分布



路由选择: 离不开中间节点
差错控制: 可以放在中间节点
安全控制: 不宜放在中间节点

Saltzer, J. H., D. P. Reed, and D. D. Clark. *End-to-End Arguments in System Design*. ACM Transactions on Computer Systems. 1984, 2(4):277-288.

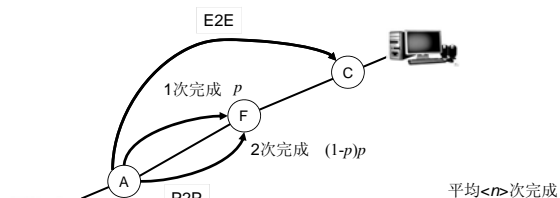
[被引用]2345次, 201402; 20111F; 1.793]

[对比 The scientific approach to cancer control. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 1984, 34(6): 328-332. 被引用78次, 20121F; 101.78]

差错控制的传输性能分析

- P2P与E2E重传次数对比
- 传输性能对比, 忽略重传处理时间
- 重传处理时间不可忽略
- 启用E2E重传处理的条件

差错控制的重传次数



Q: 如何得到 $<n> = p + 2(1-p)p + 3(1-p)^2p \dots$
 $= 1/p$

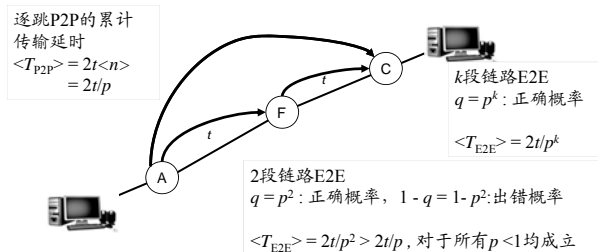
$<n_{E2E}> = 2/p^2 > 2/p$, 对于所有 $p < 1$ 均成立

等比数列求和的简单证明

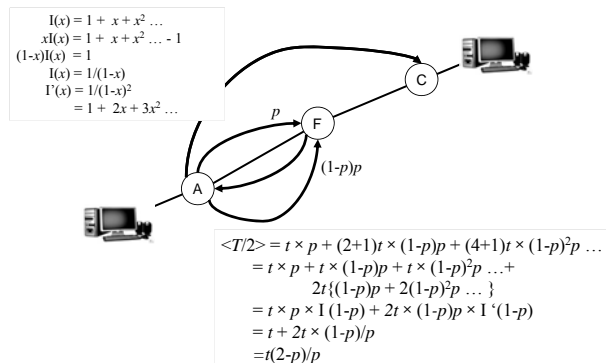
$$\begin{aligned} I(x) &= 1 + x + x^2 \dots \\ x I(x) &= x + x^2 + x^3 \dots \\ (1-x)I(x) &= 1 \\ I(x) &= 1/(1-x) \\ I'(x) &= 1/(1-x)^2 \\ &= 1 + 2x + 3x^2 \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} <n> &= p + 2(1-p)p + 3(1-p)^2p \dots \\ &= p \times I'(1-p) \\ &= p \times 1/[1-(1-p)]^2 \\ &= 1/p \end{aligned}$$

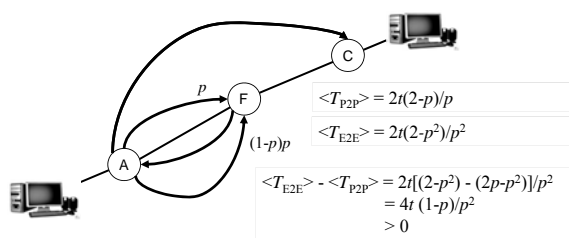
传输延时，忽略重传处理时间



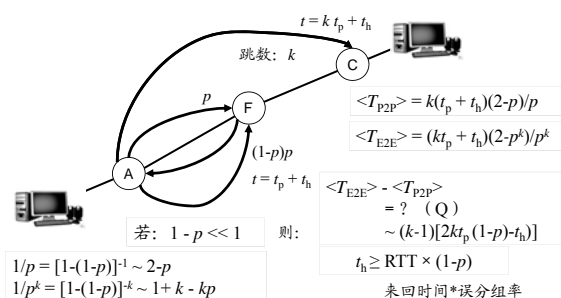
考虑重传请求的P2P



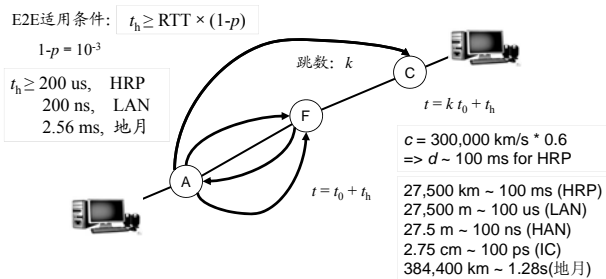
考虑重传请求的E2E



E2E差错控制的实施条件



计算示例



差错控制的传输性能分析

- I. P2P与E2E重传次数对比
- II. 传输性能对比，忽略重传处理时间
- III. 重传处理时间不可忽略
- IV. 启用E2E重传处理的条件
- V. 分组重传产生的业务流量增大

2个CDN部署实例



第二章 通信网业务与承载

2.1 定址、寻址及多址

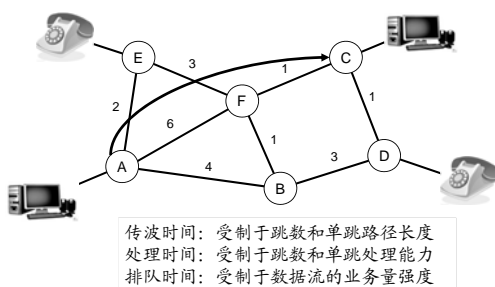
2.2 信息封装与分组化

2.3 端到端断言

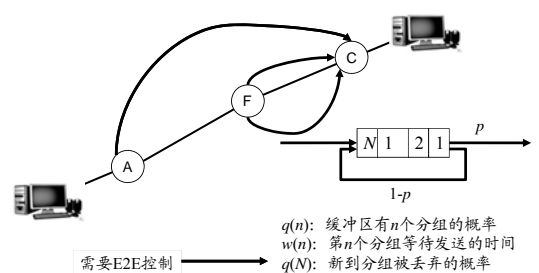
2.4 业务承载质量

2.5 网络资源复用

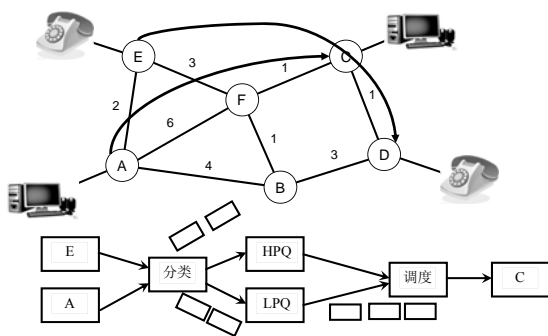
时间透明的保障



排队时间和上溢

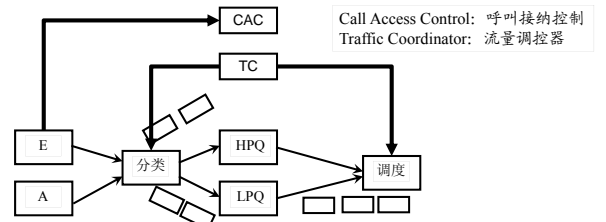


优先级排队

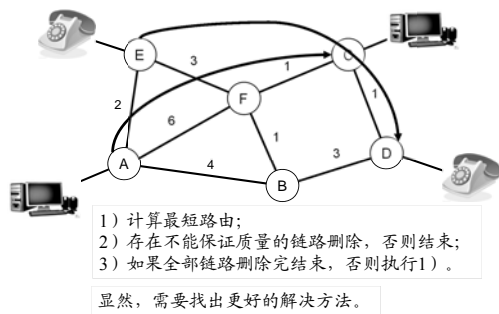


优先排队调度

- RSVP, Resource Reservation Protocol
- RSVP-TE, RSVP-Traffic Engineering



有质量保障的路由选择



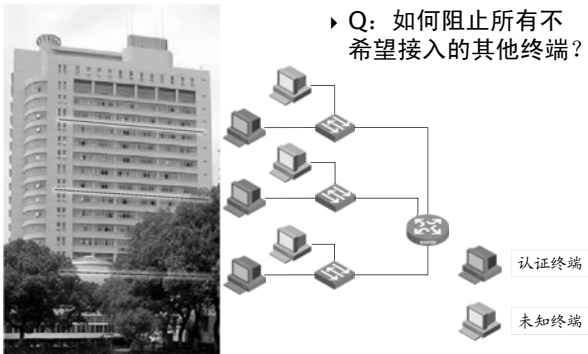
第二章 通信网业务与承载

- 2.1 定址、寻址及多址
- 2.2 信息封装与分组化
- 2.3 端到端断言
- 2.4 业务承载质量
- 2.5 网络资源复用

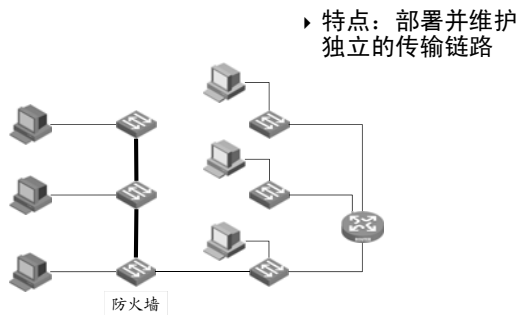
网络资源复用的类型

- ▶ 信道资源复用
 - TDM、FDM/OFDM、SDM、WDM
- ▶ 链路资源复用
 - VPN、VLAN、VPLS
- ▶ 信息资源复用
 - P2P、CDN
- ▶ 网络复用
 - OTT、SDN

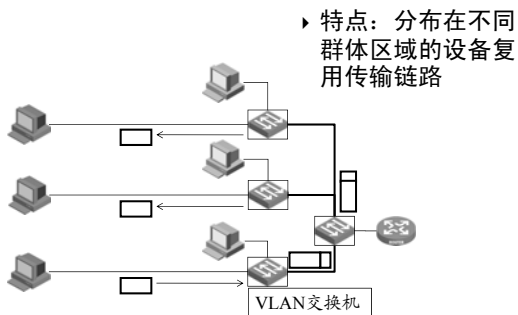
LAN组网与VLAN复用示例



方案一、独立建网



方案二、VLAN服务



OTT假想例：红点(SN)接哪个绿点(CC)



OTT假想例的问题



- Prob.1
 - 接入规划
 - Prob.2
 - 交换与路由规划
 - Prob.3
 - 故障保护规划
 - Prob.4
 - 交换机控制开放方案
 - Prob.5
 - 多ISP联合开放
- 基础运营商解决的问题

业务运营商的功能需求

思考题与作业

- 2.1 为何202.119.224.201是C类地址？
202.119.224.201 /19表示的子网容量是多少？
- 2.2 用户环路中哪些因素会影响ADSL的数据速率？
- 2.3 相比于纯ALOHA，什么因素使CSMA具有更好的吞吐性能？
- 2.4 以南邮四个校区为例，简单计算分析网络交换中心的理想位置。
- 2.5 存在排队时延时，如何对比分析P2P和E2E差错控制的吞吐性能？