



STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS





网络协议分析与实现
第三章典型通信协议分析
Sigtran协议
(Part I)


徐鹏

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

Sigtran (Signaling Transport)





- Sigtran协议族的出现
- SCTP协议分析
- User Adaptation协议分析
 - M2UA
 - M2PA
 - M3UA
 - SUA
 - IUA



STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

Sigtran协议族的出现


STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

Sigtran协议族的出现




- 电信对于国计民生的重要作用
 - □□□□□□ (此处省去10000字)
- 电信对于高可用性的孜孜追求
 - 实际上No.7协议本身就是面向高可用设计的
 - 物理层
 - 正常工作电平 (物理连接失效告警)
 - 数据链路层
 - 同步帧 (帧失步告警)
 - 填充帧
 - 有连接的信令传送
 - $1 \times \text{RouteSet} \rightarrow n \times \text{Route}$
 - 备用路由, 负荷分担路由, 各种路由策略
 - $1 \times \text{Route} \rightarrow 1 \times \text{LinkSet} \rightarrow n \times \text{Link}$
 - 备用链路, 负荷分担链路, 各种链路选择策略
 - 有连接的媒体传送

No.7协议本身已经提供了对多机系统以及无单点故障系统的完备的支持



STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

Sigtran协议族的出现 (SCP对多机系统的支持)



DPC	Link Set
A	A

P.C. = A

BEP

BEP

SCP

FEP

FEP

LinkSet A

Link a on E1a


Link b on E1b

SSP

最重要的:
1个P.C. (网络层地址) 可以支持多条分布在多台物理设备的逻辑连接
TCAP层的会话保证了一个会话的所有消息可以被前SP发往同一Link

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

Sigtran协议族的出现 (IP支持多机系统的劣势)



BEP

BEP

SCP

设备21
IP = A

设备22
IP = B

设备1

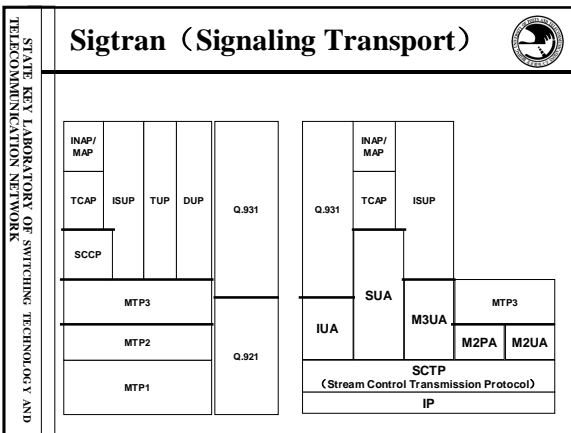
最重要的:
1个IP (网络层地址) **不能**支持多条分布在多台物理设备的逻辑连接

2

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

Sigtran (Signaling Transport)

- IETF
- 定义了信令通过IP网络的**结构模型**
 - Signaling Transport over IP
- 是在IP网络中传递电话交换网络 (Switching Circuit Network/SCN) 中信令协议的**协议栈**
 - 不是一个协议, 而是一个协议栈
- **不需要**对现有SCN信令应用进行**任何修改**, 从而保证已有的SCN信令直接使用
- 利用**标准的IP传送协议**作为底层传送, 并通过**增加自身的** **Sigtran是面向“传送”的协议栈**




STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

Sigtran (Signaling Transport)

- 信令通过IP网络的结构模型
 - **通用传输层协议+专用适配协议**
 - 通用传输层协议: SCTP (Stream Control Transmission Protocol)
 - 专用适配协议
 - 关注上层应用接口的一致性

北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF
POSTS AND
TELECOMMUNICATIONS

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND
TELECOMMUNICATION NETWORK



为什么SCTP

为什么SCTP

- 在SCTP中的具体传送信令
 - 为什么现有的协议不适用于完成信令传送
- TCP
 - 面向连接
 - 可靠的数据传送
 - 严格的数据发送顺序
 - 面向“Byte Stream”
 - 在消息中需要有足够因
 - 在消息发送时需要保证
 - 端口范围受限
 - 难于支持部署于多网
 - 3次握手 (3-Way Handshake)
 - 4-Way Handshake
- UDP
 - 无连接
 - 支持可靠的数据传送/流量控制

拥塞控制
• 类似TCP

Multi-Stream
• 流内保证次序
• 流间不保证次序

Multi-homing
• 一个主机使用多个IP地址
• 多个主机的多个IP地址

队头阻塞 (Head-of-line Blocking)

信令则是面向“消息”的
面向消息的数据传送
• 维护消息边界

虽然针对同一用户的同一呼叫的信令需要保证信令消息发送的次序,但是针对多个呼叫的信令消息则不需要保证先后次序

为什么SCTP

Services/Features	SCTP	TCP	UDP
Full-duplex data transmission	yes	yes	yes
Connection-oriented	yes	yes	no
Reliable data transfer	yes	yes	no
Partially reliable data transfer	optional	no	no
Ordered data delivery	yes	yes	no
Unordered data delivery	yes	no	yes
Flow and congestion control	yes	yes	no
Explicit congestion notification support	yes	yes	no
Selective acks	yes	optional	no
Preservation of message boundaries	yes	no	yes
Path maximum transmission unit discovery	yes	yes	no
Application data fragmentation/bundling	yes	yes	no
Multistreaming	yes	no	no
Multihoming	yes	no	no
Protection against SYN flooding attack	yes	no	n/a
Half-closed connections	no	yes	n/a

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS




SCTP 术语 (Terminology)

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


SCTP Terminology



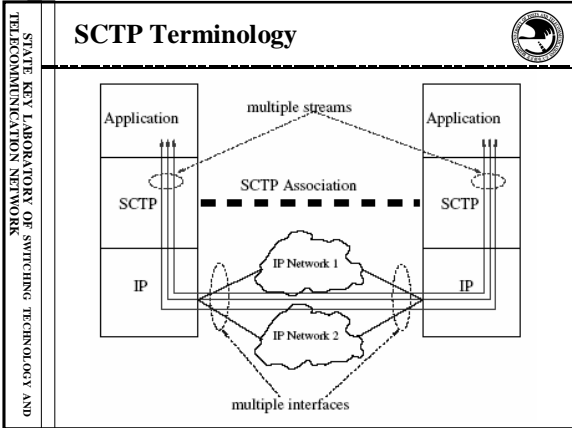
- **Chunk**
 - SCTP分组 (Packet) 中的一个单元
 - 组成
 - 头域 (a chunk header)
 - 内容 (chunk-specific content)
- **Stream**
 - 由一个SCTP端到另一个端点的**单向**逻辑通道
- **Transmission Sequence Number (TSN)**
 - 32-bit Sequence Number
 - SCTP分组中Chunk的标识
 - 由Chunk携带
- **Stream Sequence Number (SSN)**
 - 16-bit Sequence Number
 - Stream的标识
 - 有SCTP分组携带

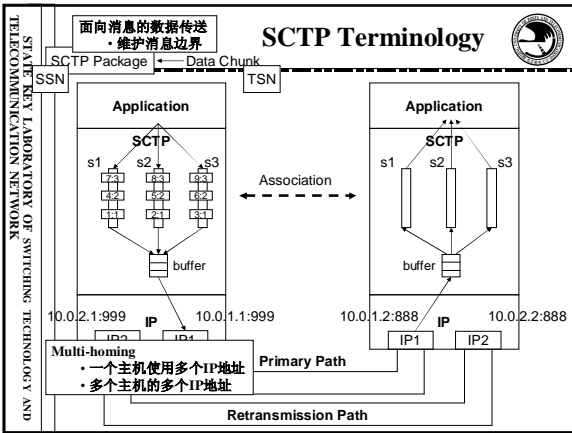
STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

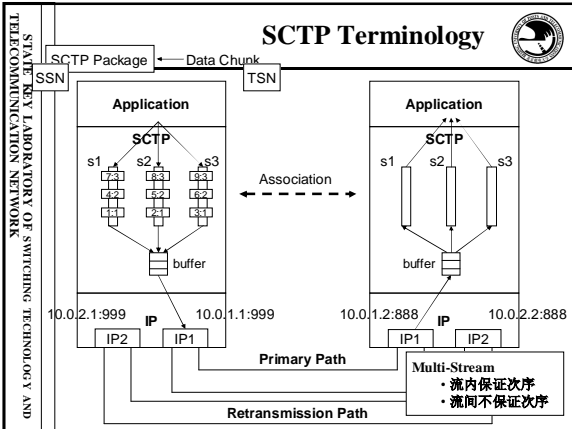
SCTP Terminology




- **SCTP Association**
 - 描述SCTP端点 (endpoint) 之间的关系
 - 以传送层地址“唯一”标识
 - 两个SCTP端点之间同时只能有一个Association
- **Path**
 - SCTP分组由Association的一个端点传送至另一个端点的路由
- **Primary Path**
 - 默认Path





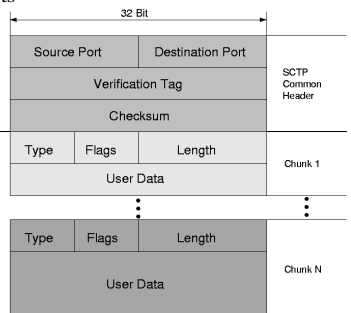


STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK




SCTP Terminology

- SCTP Packets




STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK




SCTP Terminology


ID Value	Chunk Type	SCTP Chunks	Data Chunk
0	- Payload Data (DATA)		
1	- Initiation (INIT)		
2	- Initiation Acknowledgement (INIT ACK)		Control Chunk
3	- Selective Acknowledgement (SACK)		
4	- Heartbeat Request (HEARTBEAT)		
5	- Heartbeat Acknowledgement (HEARTBEAT ACK)		
6	- Abort (ABORT)		
7	- Shutdown (SHUTDOWN)		
8	- Shutdown Acknowledgement (SHUTDOWN ACK)		
9	- Operation Error (ERROR)		
10	- State Cookie (COOKIE ECHO)		
11	- Cookie Acknowledgement (COOKIE ACK)		
12	- Reserved for Explicit Congestion Notification Echo (ECNE)		
13	- Reserved for Congestion Window Reduced (CWR)		
14	- Shutdown Complete (SHUTDOWN COMPLETE)		
15 to 62	- reserved by IETF		
63	- IETF-defined Chunk Extensions		
64 to 126	- reserved by IETF		
127	- IETF-defined Chunk Extensions		
128 to 190	- reserved by IETF		
191	- IETF-defined Chunk Extensions		
192 to 254	- reserved by IETF		
255	- IETF-defined Chunk Extensions		IETF预留

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK





SCTP特性



- 4-Way Handshake
- Multi-Stream
- Multi-Homing

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

4-Way Handshake

- INIT
 - Number of streams
 - Available interfaces
- INIT-ACK
 - Number of streams
 - Available interfaces
 - Generate TCB (Transmission Control Block)
- COOKIE-ECHO
 - Return Cookie to server
- COOKIE-ACK
 - Verify Cookie
 - Allocate resources

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

4-Way Handshake

SCTP **TCP**


STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK


Multi-Streaming


- SCTP支持在每个association中使用多个Stream
- 在Association建立的过程中要进行Multi-Streaming的协商
- 解决队头阻塞的问题
 - 一个Stream内部的分组发送可以有序的
 - 多个Stream的分组间没有次序关系

针对1个Stream的情况
发出3个分组
分组1丢失

针对多个Stream的情况
不相关的分组可以在不同的Stream上传送

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK	
Multi-Homing	
<ul style="list-style-type: none"> • 建立Association（管理IP地址） <ul style="list-style-type: none"> - SCTP客户端使用多个IP地址 <ul style="list-style-type: none"> • 此客户端在建立与服务器的Association时，通过INIT Chunk将其所有的IP地址通知服务器端； - SCTP服务器端使用多个IP地址 <ul style="list-style-type: none"> • 此服务器端在回复客户端的INIT Chunk时将在INIT-ACK中声明其所有的IP地址； • SCTP只需知道1个服务器端的IP地址就可以了 - SCTP既支持IPv4地址，也支持 IPv6地址 - 每个SCTP实例将每个对端的IP地址均作为一个“发送Path” <ul style="list-style-type: none"> • 在Association建立时将从中选择一个作为“Primary Path” - 如果在INIT中没有明确指明客户端的IP地址或是在INIT-ACK中没有明确指明服务器端的IP地址，则直接使用IP分组的源地址作为SCTP端点的IP地址 	

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK	
Multi-Homing	
<ul style="list-style-type: none"> • Path Monitoring <ul style="list-style-type: none"> - SCTP实例将监视Association中的所有“发送Path” - 如果某Path没有被用于传送数据（Data Chunk），则可以在此Path上发送HEARTBEAT chunks，对端则以HEARTBEAT-ACK chunk响应； - Path有两种状态：active/inactive. - 如果HEARTBEAT没有被响应或是数据重传达到一定次数，本端端点则认为对端端点不可达，并终止此Association 	

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK	
Multi-Homing	
<ul style="list-style-type: none"> • Path Selection <ul style="list-style-type: none"> - 每个SCTP实例将每个对端的IP地址均作为一个“发送Path” <ul style="list-style-type: none"> • 在Association建立时将从中选择一个作为“Primary Path” - 在重传时，一般要选定另一条Active的Path； - 当Path的状态改变时，SCTP用户将得到通知； - SCTP用户可以主动查询Path的状态 - SCTP用户可以主动要求改变Primary Path 	

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

SCTP高层接口

SCTP用户
★
SCTP
IP

SCTP用户→SCTP
SCTP→SCTP用户

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SCTP高层接口

- SCTP用户→SCTP
 - Initialize
 - Associate
 - Shutdown
 - Abort
 - Send
 - Set Primary
 - Receive
 - Status
 - Change Heartbeat
 - Request HeartBeat
 - Get SRTT Report (Smoothed Round-Trip Time)
 - Set Failure Threshold
 - Set Protocol Parameters
 - Receive unsent message
 - Receive unacknowledged message
 - Destroy SCTP instance


STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SCTP高层接口

- SCTP→SCTP用户
 - DATA ARRIVE notification
 - SEND FAILURE notification
 - NETWORK STATUS CHANGE notification
 - COMMUNICATION UP notification
 - COMMUNICATION LOST notification
 - COMMUNICATION ERROR notification
 - RESTART notification
 - SHUTDOWN COMPLETE notification

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

北京邮电大学
BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS

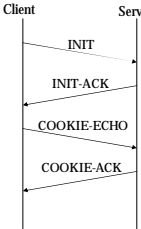
SCTP消息流程

- SCTP Association建立
- 4-Way Handshake
- SCTP数据交换
- SCTP Association关闭
- 3-Way Handshake

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SCTP消息流程

• SCTP Association建立

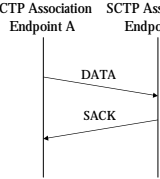


- INIT
 - Number of streams
 - Available interfaces
- INIT-ACK
 - Number of streams
 - Available interfaces
 - Generate TCB (Transmission Control Block)
 - Generate Cookie (MD5 or SHA1)
- COOKIE-ECHO
 - Return Cookie to server
- COOKIE-ACK
 - Verify Cookie
 - Allocate resources

STATE KEY LABORATORY OF SWITCHING TECHNOLOGY AND TELECOMMUNICATION NETWORK

SCTP消息流程

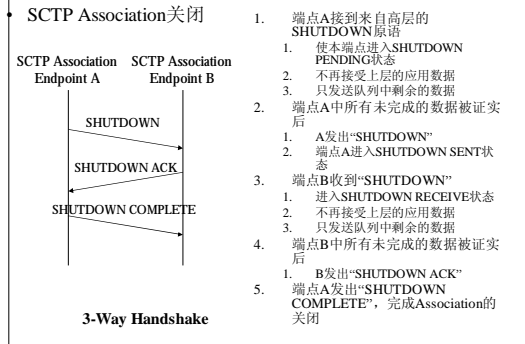
• SCTP数据交换



- TCP vs. SCTP
 - TCP
 - 发现接收序号有缺口
 - 等待缺口被填上, 才发送序号高于丢失数据包的数
 - SCTP
 - 发现接收序号有缺口
 - 仍会发送后面的数据

SACK: Selective ACKnowledgement

SCTP消息流程



1. 端点A接收到来自高层的SHUTDOWN原语
 1. 使本端点进入SHUTDOWN PENDING状态
 2. 不再接受上层的应用数据
 3. 只发送队列中剩余的数据
2. 端点A中所有未完成的数据被证实后
 1. A发出“SHUTDOWN”
 2. 端点A进入SHUTDOWN SENT状态
3. 端点B收到“SHUTDOWN”
 1. 进入SHUTDOWN RECEIVE状态
 2. 不再接受上层的应用数据
 3. 只发送队列中剩余的数据
4. 端点B中所有未完成的数据被证实后
 1. B发出“SHUTDOWN ACK”
5. 端点A发出“SHUTDOWN COMPLETE”，完成Association的关闭
