

# SIGTRAN 中的 QoS 保障措施

王 杰, 高 岭, 潘 飞

(西北大学 计算机科学系, 陕西 西安 710069)

**摘 要:**下一代网络是基于分组交换的网络。SIGTRAN 作为下一代网络中专门用于传输信令的传输层协议,对信令传输的可靠性、时延等问题起着至关重要的作用。QoS 问题是 IP 网络中的关键问题,也是下一代网络中需要重点考虑的问题。SIGTRAN 协议在设计的时候就考虑到了许多保证 QoS 的措施,从而保证了下一代网络中信令消息的传输性能。文中简要介绍了 SIGTRAN 协议的体系结构,给出了 SIGTRAN 中的 QoS 定义,分析了 SIGTRAN 中的各种 QoS 保障措施,最后对这些 QoS 保障措施进行了总结。

**关键词:**软交换;SIGTRAN;QoS;适配层;SCTP

**中图分类号:**TP393

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2006)06-0230-03

## Control Mechanisms of QoS in SIGTRAN

WANG Jie, GAO Ling, PAN Fei

(Department of Computer Science, Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract:** Next generation network is based on packet switch. Transport layer protocol of SIGTRAN that is special for the signal transmission plays a very important role in keeping the reliability of the signal transmission. QoS is the key issue in IP network, and need be considered seriously in next generation network. During the design of SIGTRAN, control mechanisms of QoS have been considered. Accordingly it ensues the transmission performance of signal information. This paper introduces the system of SIGTRAN protocol and the definition of QoS in SIGTRAN. Control mechanisms of QoS are analysed in detail and summarized in the end.

**Key words:** softswitch; SIGTRAN; QoS; adaptation layer; SCTP

### 0 引 言

软交换网络是一种基于分组交换的网络,它是 NGN (下一代网络)中的核心技术之一。软交换网络和正在使用的 PSTN, GSTN, H. 323 网络是不同的,而这些网络在相当长的一段时间内是不会消失的。这样就会出现现有网络和软交换网络并存的局面。可以预见网络间的互通问题将是一个关键性的问题。

为了和现有的这些网络实现互通,许多标准化组织都正在积极定义新的协议,其中, IETF 定义的 SIGTRAN 协议(RFC2719, Framework Architecture for Signaling Transport)专门用于软交换网络和七号信令网之间的互通。定义 SIGTRAN 的目的是为了在 IP 网络上安全、可靠、及时地传输七号信令消息。由于七号信令对服务质量的要求非常高,而 IP 网络本身是不能提供可靠的服务质量的,所以在 SIGTRAN 中必须采取额外的 QoS 保障措施,这就是文中将要阐述的问题。

### 1 SIGTRAN 的体系结构简介

SIGTRAN 是 SIGnaling TRANsport 的简称<sup>[1]</sup>,其功能是为在 IP 网络上传输信令信息定义一个框架以及功能要求。这个框架描述了各个功能实体和物理实体之间的关系,并且给出了信令传输所要用的接口以及现有的电路交换网对其提出的性能要求。具体来说, SIGTRAN 包含了一组协议,包括一个传输层协议——SCTP<sup>[2]</sup>和若干个适配层协议(M3UA<sup>[3]</sup>, M2UA/M2PA<sup>[4]</sup>, IUA<sup>[5]</sup>, SUA 等),其协议体系结构如图 1 所示。

应用层	SCCP	TUP	ISUP	MIP3	Q931	TCAP
适配层	M3UA			M2UA/M2PA	IUA	SUA
传输层	SCTP					
网络层	IP					

图 1 SIGTRAN 体系结构

SCTP(RFC2960, Stream Control Transmission Protocol)协议是 IETF 定义的一种新的传输层协议。它和传统的传输层协议 TCP 和 UDP 是不一样的,其原因就是为了保障 QoS 而加入了许多新的措施。适配层协议有许多种,现在已经形成 RFC 文档的有 IUA(RFC3057, ISDN Q.

收稿日期:2005-08-29

**作者简介:**王 杰(1980-),女,陕西西安人,硕士研究生,研究方向为计算机网络及应用、网络服务质量等;高 岭,教授,研究方向为计算机网络及应用、网络测量、网络服务质量、移动网络、网络流量预测等。

921 - User Adaptation Layer), M2UA (RFC3331, MTP2 User Adaptation Layer), M3UA (RFC3332, MTP3 User Adaptation Layer)。

即将形成 RFC 文档的有 M2PA(MTP2 User Peer-to-Peer Adaptation Layer)和 SUA(SCCP User Adaptation Layer)。这些适配层协议分别在七号信令网的不同层面对信令消息进行适配。同样,为了保证信令消息对服务质量的要求,在这些适配层中也采取了一些额外措施。

## 2 SIGTRAN 中 QoS 的定义

不同的网络对 QoS 的定义是不同的。由于 SIGTRAN 是用于进行传统的电信网和软交换网络互通的,所以在考察其 QoS 时也应该从两个方面考虑。

ITU 对于 QoS 的定义分为 3 个层次,分别是呼叫控制层面、连接层面和数据单元的传输控制层面。在不同的层面中 QoS 的定义是相同的。呼叫控制层面的 QoS 包括呼叫次数、失败率等;连接层面的 QoS 包括连接延迟、连接失败率等;数据单元传输控制层面的 QoS 包括报文的峰值到达率、峰值持续时间、报文丢失率等。SIGTRAN 对于传统的电信网来说,是连接层面的协议,所以其 QoS 考察的内容也应该是连接层面中 QoS 的相关内容。

由于 SIGTRAN 是基于 IP 网络的,所以 IETF 关于 IP 网络的 QoS 定义对于它也是非常重要的。IETF 对 IP 网络 QoS 的定义包括传输服务的可靠性(Service Availability,指端到端网络连接的可靠性)、延迟(Delay,指两个参考点之间的传输延时)、延迟抖动(Delay Jitter,指采用相同路由的数据流在经过相同测量间隔时表现出来的延时差异)、吞吐量(Throughput,指数据在网络中的传输速率)、丢包率(Packet Loss Rate,指在传输过程中数据丢失的最大比率)等。

综上所述,SIGTRAN 中要考虑的 QoS 内容包括连接延迟、连接失败率、网络可靠性、传输延迟、延迟抖动、吞吐量、丢包率等。以下将分别介绍 SIGTRAN 各层协议中的 QoS 保障措施及其意义。

## 3 SCTP 中的 QoS 措施

在传统的传输层协议中,TCP 可以提供可靠的传输服务,那么为什么 IETF 还要定义新的传输层协议呢?这是和信令传输对服务质量的高要求以及 TCP 自身的一些缺点有关系的。首先,TCP 的连接建立过程使用的是三次握手,而这种连接建立的过程很容易受到拒绝服务攻击;其次 TCP 是基于流传输的而不是基于消息的,这样会造成不必要的定界开销,并且对上层协议要求较高;另外,TCP 是基于单个 IP 地址对之间的连接,这样在连接意外中断时如果要是进行恢复,会造成传输延时的增加甚至数据的丢失。TCP 以上的种种缺点使得其不能满足对传输信令的要求,于是 IETF 就开发了一个全新的传输层协议——SCTP,并且加入了许多新的机制用以提高其 QoS 水

平。

### 3.1 四次握手的建立过程

和 TCP 的三次握手建立过程不同,SCTP 采用四目的地 B 发送 INIT 消息请求建立联结。B 收到该请求后向 A 回送 INIT-ACK 消息,并且在这个消息的效验标记字段中选择一个随机的标记数 tagB。A 收到 INIT-ACK 消息后向 B 发送 COOKIE-ECHO 消息,在这个消息中包含了 B 发送给 A 的 tagB。B 收到 COOKIE-ECHO 消息后检验其中的 tagB 是否是自己所发,如果是,则分配相应的资源,同时回送 COOKIE-ACK 消息,完成联结的建立。

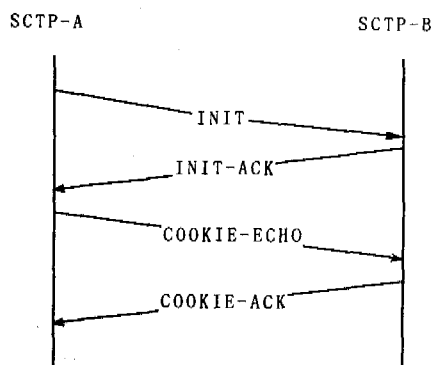


图 2 SCTP 的四次握手建立过程

和 TCP 的三次握手相比,B 端是在第三次握手被成功确认时才分配系统资源,而不是在第一次握手结束后就分配资源的,这样就避免了拒绝服务攻击的发生。

### 3.2 多主机地址(multihoming)

在 SCTP 中有一个重要的概念就是联结(Association)。TCP 中的连接(Connection)指的是源点和目的点之间的单一 IP 地址对之间的连接,它可以用(源 IP+源端口号,目的 IP+目的端口号)来表示,是惟一的,一经建立就不能改变。而 SCTP 中的联结指的是源站和目的站都可以有多个 IP 地址(如图 3 所示),这些 IP 地址都能够被一个联结所用。这样,一个联结就可以用(多个源 IP+源端口号,多个目的 IP+目的端口号)来表示。在正常情况下,数据是在单个源 IP 地址和单个目的 IP 地址之间进行传输的。当由于某种意外,发现这条通路不可用的时候,SCTP 会将这个联结自动切换到另外一对可用的源 IP 和目的 IP 地址对。这样就省去了重新建立联结的过程,大大减少了时延和丢失数据。



图 3 SCTP 中的多地址主机

### 3.3 多数据流(multistreaming)

SCTP 支持在一个联结中包含多个数据流。这样可以在一个联结中传输多个会话,节省标记资源(如图 4 所示)。各个流之间可以是相互独立的,也可以是相互联系的,这取决于联结的类型。SCTP 支持三种联结类型:严

格按序,部分按序,不按序。

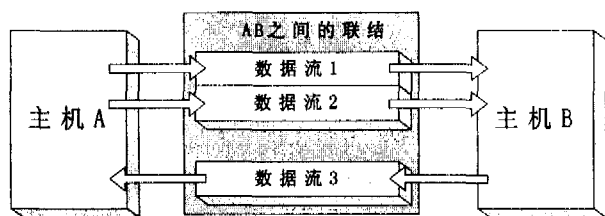


图4 SCTP中的多数据流

在严格按序的时候,要求这个联结中的各个数据流的所有数据包都按照一个递增的顺序发送,这种情况可以看作是TCP。这时各个数据流可以通过负荷分担的方式来传送上层用户数据。在部分按序的时候,要求这个联结中的各个流之间是独立的,各自按照各自的递增顺序发送,接收方收到的数据包可以是乱序的(从整个联结来看),但是对于特定的流必须是顺序的。这时各个数据流可以通过热备份或者是冷备份的方式传送上层用户数据。当一个数据流不可用时,直接切换到另外一个数据流,这样就极大地增加了系统的灵活性和可靠性。对于不按序的情况,接收方关心收到的数据包的顺序,收到数据包后是不做任何检查的,只按照收到的时间顺序将数据包送到上层处理,这种情况可以看作是UDP。

从SIGTRAN中QoS的内容可以看出,四次握手的建立过程主要是从网络安全的方面考虑的。直接讲,由于建立的过程有四步,相对比较负责,其连接建立延迟是较大的(在网络仿真中的结果确实如此),但是由于它提供了相对安全的连接机制,从而提高了网络的可靠性。而多地址主机技术本质上是通过多个可用IP地址的资源冗余配置降低了总体上的连接延迟和连接失败率(在网络仿真中使用重负载的时候,数据传输中断会比较频繁,试验表明这时SCTP的性能要优于TCP),减少了延迟抖动和丢包率,从而提高了网络的吞吐量和可靠性。而多数据流技术一方面通过部分按序或者不按序的发送方式,提高了网络的吞吐量,减少了传输延迟;另一方面通过各数据流之间的备份关系,减少了连接建立延迟和延迟抖动,降低了丢包率,提高了网络的可靠性。

#### 4 适配层中的QoS措施

在SIGTRAN体系结构中,虽然有多种适配层协议,但是从原理上讲,它们的功能都是类似的,所用的实现机制也是相仿的。在SIGTRAN中使用的是客户机/服务器模型。信令网关(SG)由多个信令网关进程(SGP)组成,每个SGP负责到特定的应用服务器(AS)的连接。AS可以是软交换网络中一个信令点的功能实体,也可以是信令点中特定用户部分(如TUP,ISUP)的功能实体。每个AS由多个应用服务器进程(ASP)组成,这些ASP之间是主/备的关系。当七号信令网中有信令消息要发送到软交换网络中时,该消息先发送到SG,并激活相应的SGP。适配层根据信令消息中的路由信息(不同的适配层需要的路由

消息是不同的),确定该信令消息要发往的AS,同时将该信令消息封装在适配层的消息结构中。然后SGP建立到该AS的一个可用的ASP的SCTP联结和该SCTP联结中所需的数据流,最后将该信令消息发送到相应的ASP。这样,就实现了信令消息在软交换网络中的传送。

在适配层协议中,主要是通过提供ASP,SGP,AS,SG的冗余配置来进行QoS保障的。图5是1+1方式的冗余配置示意图。

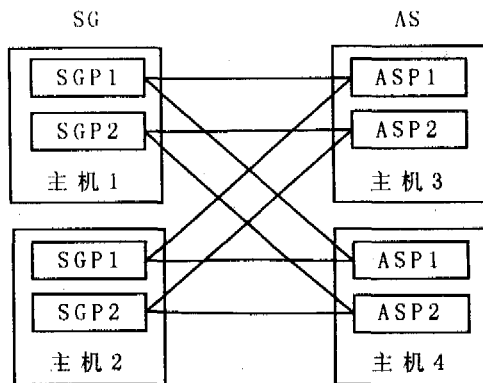


图5 适配层中的冗余配置

##### 4.1 ASP的冗余

在每个AS中,会有若干个可用的ASP,这些ASP之间可以是负荷分担的工作方式,也可以是主备用的工作方式,或者是两者的结合。当ASP以负荷分担的方式工作时,该AS中的所有ASP同时工作,用以传输上层的用户数据。当ASP以主备用方式工作时,同一时刻只有一个ASP在工作,当这个ASP不可用时,将自动切换到备用的ASP中,继续传送数据。当以混合方式工作时,同一时刻有 $n(n > 1)$ 个ASP在工作,它们之间是负荷分担的工作方式,同时还有 $k$ 个ASP处于备用状态,随时准备替换不可用的ASP。

##### 4.2 SGP的冗余

当软交换侧有信令消息要发送到七号信令网络中时,它就会激活相应的AS中的一个ASP,建立该ASP到SG中一个SGP侧的SCTP联结以及该联结中所需的数据流。在SG中,这些SGP的工作方式可以是负荷分担的,也可以是主备用的,或者是两者的混合。其工作原理和上述AS中ASP的工作原理相仿。

##### 4.3 AS的冗余

对于AS的冗余,其主要目的是对到该AS的业务进行负荷分担,即将该节点业务对应到多个AS中。当从七号信令网到该节点业务量的信令很大时,在SG中进行路由选择的时候,可以将这些业务分担到这些AS中。另外,这些AS在物理上可以位于一台主机中也可以位于多台主机中,这样当一台主机发生故障时不至于出现服务不可用的情况。

##### 4.4 SG的冗余

对SG进行冗余相当于七号信令中的信令点和软交

(下转第235页)

错误集为  $E$ 。

则:  $I \subseteq C \cdot F = \{(c, f) \mid c \in C, f \in F\}$   $O \subseteq D$   
 $\cdot F = \{(d, f) \mid d \in D, f \in F\}$

多冗余数据,此时需要将数据转换为用户需要的格式输出  
 $D(w) \cdot F(v) \xrightarrow{\text{格式转换}} O(w)$ ,此时如有数据和格式不  
 匹配及其他错误,则  $E(v')$  产生并输出。

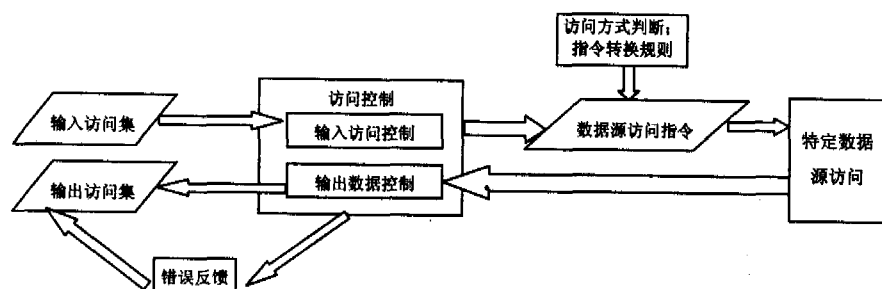


图 2 OLE DB 数据访问流程

由于 OLE DB 可以根据用户的格式要求来重新整理数据,而不依赖于数据的实际存储方式,因此对于用户的输出数据格式  $f$  进行辨别,以控制输出数据格式的边界,当赋值  $I(w, v)$  有  $I(w, v) \cap C(w) \cdot F(v) = \emptyset$  时,认为输入失败,此时转入错误  $E(v)$ ,提示用户相应的错误信息,此时将不再进行后续的数据操作。若输入访问集可控,则解析  $C(w)$ ,判断其访问方式如 ODBC 方式访问数据库或特定方式访问数据库或其他数据源,通过  $C(w)$  指令转换规则  $\rightarrow S(w)$ ,将  $C(w)$  转换成相应的指令  $S(w)$ ,调用特定的数据源 Provider 对特定的数据源进行数据访问。原始的数据集不同于传统数据库访问时所获得的可以被认知的行数据,更多的是行数据、列数据、bookmark 数据和 Provider 所提供的访问方式所得到数据的混合体  $D(w)$ ,  $D(w)$  更多时不为用户所识别,并且可能包含过

### 3 OLE DB 的发展

OLE DB 作为一种编程接口,成功地将通用数据访问 (UDA) 策略的理论概念应用于实践。OLE DB 通过基于 COM 的单一编程接口来访问各种类型的数据,包括关系型、非关系型和层次结构型数据。因此,OLE DB 随着

COM/DCOM 的发展而发展。然而,随着 .NET 的出现和逐渐完善,COM 和 OLE DB 的重要性会减弱,前景不太乐观,它们或者可以通过以新的 .NET 模型替换传统模型来继续发挥作用。

#### 参考文献:

- [1] Wood C. OLE DB and ODBC Developer's Guide[Z]. 1999.
- [2] 潘爱民. COM 原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2001.
- [3] Anderson R, Blexrud C. Professional Active Server Pages 3.0 [Z]. 2000.
- [4] 姜恩波. ADO/OLE DB 数据访问技术初探[J]. 计算机系统应用, 2000(12): 24-26.
- [5] Nallet P. OLE DB Consumer Templates: A Programmer's Guide[Z]. 2000.

(上接第 232 页)

换中的信令点以准直联的方式相互连接(如图 6 所示)。这时,这些 SG 相当于多条准直联路由中的信令转接点(STP)。具体使用哪一条路由,是完全根据七号信令网的规定的(即在同一时刻只在一条准直联路由中传送信令消息)。

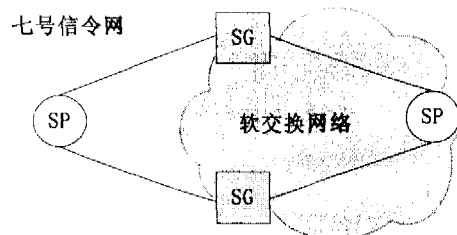


图 6 SG 冗余的情况

总的来说,适配层中的 QoS 保障措施的机制都是类似的。它通过设备(ASP, SGP, AS, SG)的冗余配置,在发生故障时迅速安全地将数据切换到备份设备中去,从而降低了丢包率,减少了总体上的连接建立延迟和延迟抖动,提高了网络的可靠性。

### 5 总 结

在软交换网络中,由于在下层不能保证可靠的传输质量,就需要在 SIGTRAN 中采取额外的 QoS 保障措施。具体来说,在 SCTP 层引入了四次握手建立联结、多主机地址、多数据流等技术;在适配层,提供了对 ASP, SGP, AS, SG 的冗余配置。通过这些措施,极大地提高了软交换网络的服务质量,从而满足了七号信令对传输质量的要求。

#### 参考文献:

- [1] Framework Architecture for Signaling Transport[S]. IETF RFC2719, 1999.
- [2] Stream Control Transmission Protocol[S]. IETF RFC2960, 2000.
- [3] Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 3 (MTP3) - User Adaptation Layer[S]. IETF RFC3332, 2002.
- [4] Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 2 (MTP2) - User Adaptation Layer[S]. IETF RFC3331, 2002.
- [5] ISDN Q.921 - User Adaptation Layer[S]. IETF RFC3057, 2001.