

# 以太网业务流量管理机制的关键算法与应用

## Key Algorithm and Applications of the Mechanism of Ethernet Traffic Management

汪成义 (湖北经济学院计算机与电子科学系 武汉 430205)

**摘要:**本文针对以太网业务的流量管理机制的实现算法和应用进行了简要的描述,重点是从令牌桶的概念入手,对基于带宽轮廓速率强制算法的相关概念、实现方法和典型应用方案进行了较系统的介绍与分析。

**关键词:**城域以太网 以太网业务 流量管理 令牌桶

### 1 引言

随着以太网在城域的逐步应用,基于以太网的业务的服务质量保证(QoS)变得越来越重要,有关流分类、访问控制、流量管理、流量整形、拥塞管理、拥塞避免的功能成为实现QoS的基本元件,特别是流量管理功能的实现,为业务提供商给用户基于某些性能度量值的在一定范围内变化的差异业务提供了可能。如按帧丢失率和帧延时的度量变化,用户可以请求在业务等级规范(SLS)中指定了性能等级的服务,业务提供商则既在边缘也在城域以太网(MEN)之内使用必要的流量管理机制来获得性能等级保证。

### 2 以太网业务的流量管理机制

在用户网络和提供商网络之间,即在客户边缘(CE)设备和提供商边缘(PE)设备之间通过用户网络接口(UNI)相互连接,如图1所示。在用户网络内,一个用户可以实现IEEE 802.1Q VLAN和流量管理机制。跨越UNI时,CE的虚拟局域网标识(CE-VLAN ID)映射为一个单一的以太网虚连接(EVC)。EVC或EVC与CE-VLAN业务分类(CE-VLAN CoS)的组合,可由PE用来决定业务分类(CoS)实例,具体通过使用CoS标识符进行。一个UNI最大可支持的CoS标识符为32K(4095\*8)。CoS标识符可以看作索引,指向两个基本的构造块:带宽轮廓(bandwidth profile)和转发分类(forwarding class)。带宽轮廓是一组流量参数,用以管理每个CoS实例的用户流量的预期到达图样(pattern),并给预期的每个CoS实例流量的尺寸提供一个

确定的上界。带宽轮廓参数是用以检验每个CoS实例的入口业务帧的符合算法的输入,这就允许业务提供商操纵网络资源以满足业务性能要求。转发分类定义了了在提供商网络内由属于一个特定的CoS实例的业务帧的接收处理。下面仅就带宽轮廓业务参数展开来分析。

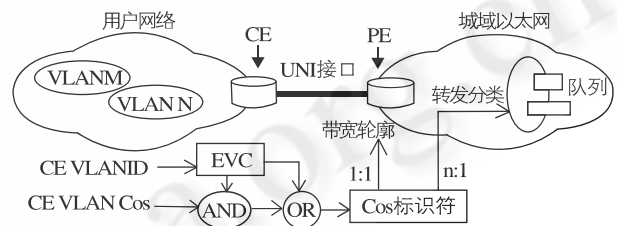


图1 以太网业务的流量管理机制

### 3 带宽轮廓业务属性与相关参数

带宽轮廓定义了一组可应用于业务帧系列的流量参数。与带宽轮廓相关联的是决定业务帧适应指定参数的速率强制算法。速率强制也包括通过丢弃(dropping)或作记号(marking)来对未适应的业务帧进行部署。对同一UNI,可以存在多个带宽轮廓。如果有的话,带宽轮廓应该由提供商网络强行要求,因为他是SLS的一部分,且是在用户和业务提供商之间达成了协议的。基于对带宽轮廓的强制的符合级别,在业务提供商网络中,任何速率强制的结果,是将其标记为绿色、黄色和红色的一组业务帧。带宽轮廓参数包括:

(1) 承诺信息速率 (CIR) 表示为每秒比特数。CIR 必须  $\geq 0$ 。

(2) 承诺突发尺寸 (CBS) 表示为字节数。当 CIR  $> 0$  时, CBS 必须大于或等于最大业务帧的大小。

(3) 超额信息速率 (EIR) 表示为每秒比特数。EIR 必须  $\geq 0$ 。

(4) 超额突发尺寸 (EBS) 表示为字节数。当 EIR  $> 0$  时, EBS 必须大于或等于最大业务帧的大小。

(5) 耦合标记 (CF) 必须仅有两种可能值: 0 或 1。

(6) 色彩方式 (CM) 必须仅有两种可能值: “色盲”或“颜色敏感”。

## 4 令牌桶及带宽轮廓速率强制算法

### 4.1 令牌桶的特点

令牌桶可以看成是一个存放令牌的容器,它有一定的容量,系统按设定的速度向桶中放置令牌,当桶中令牌满时,多出的令牌溢出桶中,令牌不再增加。

在用令牌桶进行流量管理时,是以令牌桶中的令牌数量是否足够满足业务帧的转发为依据的,如果桶中存在足够的令牌可以用来转发业务帧,这些帧被称为是流量符合的 (conforming), 否则称为是流量超额的 (excess)。令牌桶的参数设置包括上述带宽轮廓的六个参数。

### 4.2 双速率三色标算法

以太网论坛技术委员会定义了一个双速率三色标 (trTCM) 算法,即通过两个令牌桶来实现基于带宽轮廓的速率强制算法,如图 2 所示。其中一个桶称为“承诺”桶或“C”桶,用于决定符合 CIR 的在轮廓范围内的业务帧,与此同时,另一个桶称为“超额”桶或“E”桶,用于决定符合 EIR 的超额业务帧。对符合 CIR 的业务帧,标记为绿色,按在 SLA/SLS 中确定的性能目标发送;对符合 EIR 的业务帧,标记为黄色,可以发送但无性能保证;对均不符合的业务帧,标记为红色并丢弃。

### 4.3 带宽轮廓速率强制算法的实现

每个输入的业务帧被分类以决定其带宽轮廓 (如果有的话) 是否适用于业务帧。该算法说明业务帧相对于带宽轮廓参数是符合还是非符合的,具体由三种颜色表示。当输入的业务帧已经有一个与其相关的符合颜色,且该颜色在决定与带宽轮廓参数的符合级

别时已经进行了考虑,该带宽轮廓算法被说成是符合颜色敏感方式的。当与每个输入的业务帧相关的符合颜色级别 (如果有的话) 在决定符合级别时是可以忽略时,带宽轮廓算法被说成是符合色盲方式的。UNI 要求支持色盲方式,颜色敏感方式在 UNI 处是可选的。

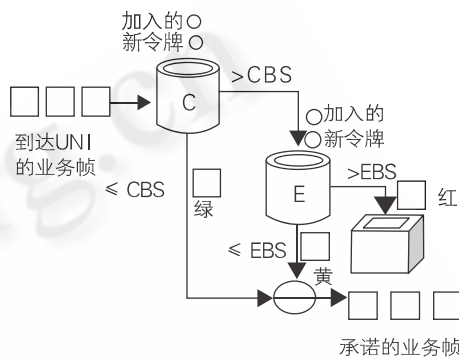


图 2 MEF 的双速率三色标算法

实现带宽轮廓速率强制算法的程序框图显示于图 3 之中。对一系列入口业务帧,即  $\{t_i, l_i\}_i \geq 0$ , 其到达时间为  $t_i$  且长度为  $l_i$ , 赋给每个业务帧的符合性颜色的级别必须根据图 3 中的算法来定义。对于本算法,  $B_c(t_0) = CBS$  且  $B_e(t_0) = EBS$ 。  $B_c(t)$  和  $B_e(t)$  分别是在给定时刻  $t$  的承诺和超额令牌桶的字节数。

需要注意的是,图 3 中的算法是图 2 的细化,但仍然没有定义具体网络设备的实现,因此是一个程序框架。对一个具体的实现,应该是这样的,即跨越任何时间间隔  $[t_1, t_k]$ , 接收为绿色的流量总量  $W_g$  和接收为黄色的流量总量  $W_y$  由下列值确定下界:

$$W_g \geq B_c(t_1) + CIR \times (t_k - t_1) \quad (1)$$

$$W_y \geq B_e(t_1) + EIR \times (t_k - t_1) \quad (2)$$

其前提是入口流量大于这些值。

图中耦合标记 CF 设置为 0 或 1。CF 取值的选择对控制承诺给网络的黄色业务帧的尺寸有影响。当 CF 设为 0, 承诺给网络的黄色业务帧的按字节的长时间平均比特率 (即字节速率) 是由 EIR 定界。当 CF 设为 1, 承诺给网络的黄色业务帧的按字节的长时间平均比特率是由依赖于所提供绿色业务帧尺寸的  $CIR + EIR$  定界。在两种情形下,承诺给网络的黄色业务帧的突发尺寸由 EBS 定界。

## 5 带宽轮廓速率强制算法的应用

### 5.1 典型应用方案

带宽轮廓速率强制算法主要应用于城域以太网中

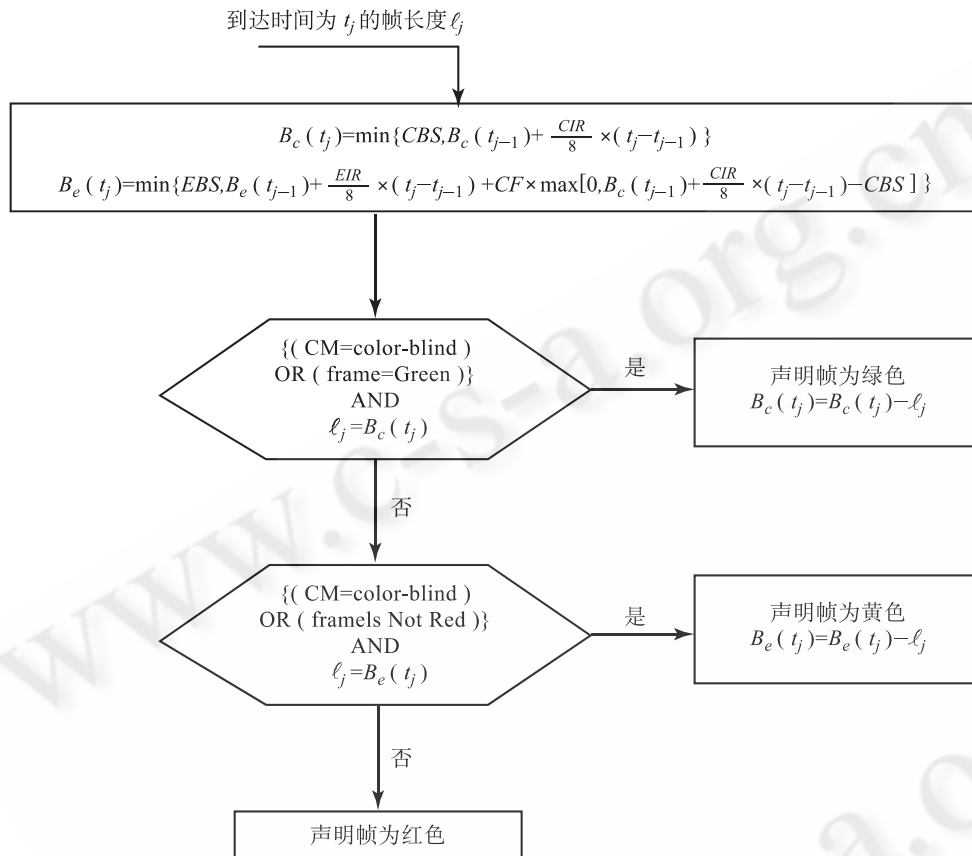


图 3 带宽轮廓速率强制算法

属于业务提供商的设备上,以实现与客户达成协议的带宽要求,其典型应用方案如(46页)图4所示,该图是以实现以太网虚拟专线业务的结构来表示的,对实现以太网虚拟局域网业务的结构可在此基础上改变连接关系而得出。其中,提供商边缘设备可以是支持trTCM算法的新型以太网交换机或具有类似能力的城域传输设备(如改进的多业务传送平台MSTP设备),图中的连接关系EVC1、EVC2为以太网虚连接,是实施trTCM算法的相关对象,是类似于帧中继中永久虚连接(PVC)的实现方式来实现的连接关系。

### 5.2 该方案实施的前提与实施对象的分类

为简化处理,该方案假设每个节点的输入业务帧

的颜色是可忽略的,即采用色盲方式。

该算法实施的对象有三种类型:入口UNI;EVC;EVC和CE-VLAN CoS。入口UNI对象类型的每个入口UNI的入口带宽轮廓提供了一个适用于该UNI的所有

入口业务帧的带宽轮廓,如(46页)图5所示,三个EVC的入口业务帧全部从属于一个带宽轮廓。对在该UNI的所有EVC,每个入口UNI的带宽轮廓不区别地管理其带宽,也就是一些EVC可能得到更多带宽,与此同时,其它EVC可能得到少一些的带宽。后两种类型是以更小的粒度为控制对象,限于篇幅,不再详述之。

### 5.3 应用方案优势分析

(1) 该算法简单、高效,特别是采用色盲方式使每个节点能独立处理问题;

(2) 由于实施对象可选择,提供了网络配置的灵活性;

(3) EVC的采用使城域以太网无需采用帧

中继交换机等而具有与PVC类似的数据安全性和私密性。

## 6 结束语

城域以太网论坛正在大力开发城域以太网的有关业务运营的技术和文档,并积极推动相关标准化组织的标准化进程,积极促进以太网业务的规模化、综合化、实用化的运营。本文针对以太网业务的流量管理机制的实现算法和应用进行了简要的描述,重点是对基于带宽轮廓速率强制算法的相关概念、实现方法和典型应用方案进行了较系统的介绍与分析。

(下转第46页)

(上接第 41 页)

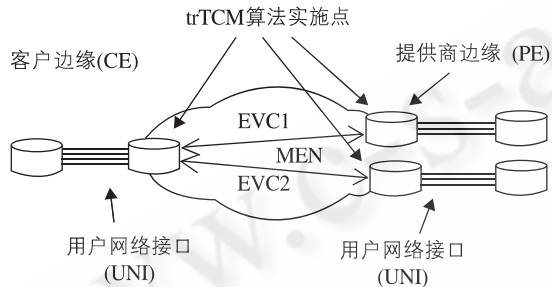


图 4 典型应用方案

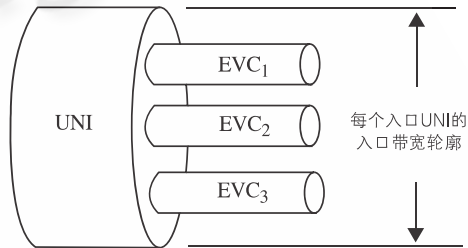


图 5 入口 UNI 对象类型

### 参考文献

- 1 MEF, Technical Specification MEF 5: Traffic Management Specification, Phase 1, May 2004.
- 2 华为技术有限公司, VRP3.4 操作手册, 2004 年 11 月。