

基于业务安全策略需求的路由模型研究*

张旋

(南京邮电大学 物联网研究院, 江苏 南京 210003)

摘要: 首先对业务进行分类,不同的业务对网络不同的要求使其具有不同的 QoS 参数约束。然后研究并提出了基于智能业务识别的 QoS 路由模型和路由结构,根据动态配置的安全/QoS 策略,在业务识别的基础上,标志数据包,根据 DiffServ 代码点 DSCP 值选择合适的路由算法。并针对带宽-时延-时延抖动-丢包率限制路由提出了一种改进的启发式路由算法,将丢包率转化为可加性条件,并把带宽限制作为剪枝条件,最后通过实验证明了其可行性。

关键词: 业务分类; QoS 参数; 路由模型; 路由结构; 路由算法

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)23-0047-03

Research of QoS routing model based on intelligent traffic classification

ZHANG Xuan

(Institute for Internet of Things, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: At first, to classify the business in view of different requirements have different QoS parameters constraints. Then presents QoS routing model and structure based on traffic classification. The model consists of the components such as dynamic configuration of security/QoS policies, accurate traffic classification in real-time, packet marking, and choosing the right routing algorithm according to the value of DSCP. And it presents an improved heuristic routing algorithm for the bandwidth-delay-delay jitter-packet_loss_rate limit routing. In this algorithm, packet_loss_rate can be converted into additive terms, and the bandwidth limit as pruning conditions. Finally, experiments prove the feasibility of the QoS routing model.

Key words: traffic classification; QoS parameter; routing model; routing structure; routing algorithm

随着人们对网络应用的多样化需求的增长,特别是对数据、语音、视频的网络多媒体应用的需求急剧的增长,Internet 中尽力而为传输模式已无法满足各种多媒体应用和用户在网络传输质量的要求。尽力发送服务不区分业务种类,只是将网络资源公平地分配给各类业务,这种机制无法保证网络层传输的参数,而丢失率、带宽、时延等对于应用业务是至关重要的。因此,以提高网络资源利用效率、为用户提供高质量服务作为目标的 QoS 研究是当前 Internet 领域的重要研究课题。

基于业务识别的 QoS 路由模型根据不同的安全/QoS 路由策略划分不同的业务类,并给各业务类数据包标志 DSCP(Diffserv Code Points)值,实现策略可配置的

可信路由,达到区分服务的目的。

1 业务分类和 QoS 参数约束

服务质量 QoS(Quality of Service)在 RFC2386 中的定义为:网络在传输流数据时必须满足的一系列服务需求。这里,流数据指的是从源地址到目的地址以一定的服务质量进行传输的数据流。不同的业务对网络的性能要求也不尽相同,这种要求可以用一种统一的 QoS 参数来表示,包括:可靠性、时延、时延抖动、丢包率、吞吐量等。

各种业务经过网络时,不同的业务对网络的要求是不同的,不同的业务级别对指标要求也不一样。为了保证用户业务在网络中的性能,将业务划分为不同的等级,如表 1 所示。

《微型机与应用》2010 年第 29 卷第 23 期

* 基金项目:国家 863 项目(编号 2009AA01Z202)

表 1 业务分类和等级映射

业务等级	优先级映射/QoS 要求	对应的业务
尽力而为业务	尽力传送 一般的控制和管理	非实时数据,类似目前的 Internet,信息传输速率(CIR)没有保证
最优业务	低丢包率 控制时延和可变时延	关键业务数据,电子商务和 VPN 数据,帧中继的 CIR,ATM 中的 VBR(可变速率)
分等级业务	低时延	实时应用
	低时延和带宽要求	
	低时延和时延抖动	非交互式多媒体通信
	低丢包率	交互式多媒体通信

2 数据包的业务类别标志

路由器在精确识别和分类数据包的业务类型之后,对它进行标注处理,确保网络上的交换机或路由器等网络设备可以对该应用数据包按优先级进行路由选择。根据制定的 QoS 策略所对应的业务类别和相应的优先等级,参照 RFC2474^[1]和 RFC2475^[2]中的 DS 字段,设定 6 位区分服务编码点,标志相应的 DSCP 值,DS 字段结构如图 1 所示。当前路由器和相应的后继路由器就可根据设定的 DSCP 值和可信路由策略之间的对应关系作相应的策略路由处理。

DS5	DS4	DS3	DS2	DS1	DS0	ECN	ECN
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DSCP——区分服务编码点(DS0~DS5,共 6 位)
ECN——早期拥塞通知(Early Congestion Notification)

图 1 DS 字段结构

3 基于智能业务识别的 QoS 路由模型

基于业务识别的 QoS 路由模型如图 2 所示。整个系统分为 3 个模块:智能业务识别与流量控制、数据包标志和基于业务识别的 QoS 路由。首先,按照网络的实际需求制定安全/QoS 策略,基于业务识别的 QoS 路由模型根据不同的 QoS 路由策略划分不同的业务类,不同的业务类具有不同的路由度量,如带宽、时延、丢包率等,并给各业务类数据包标志 DSCP 值,根据不同的 DSCP 值或路由度量参数选择合适的路由算法,实现策略可配置的 QoS 路由,达到区分服务的目的^[6]。

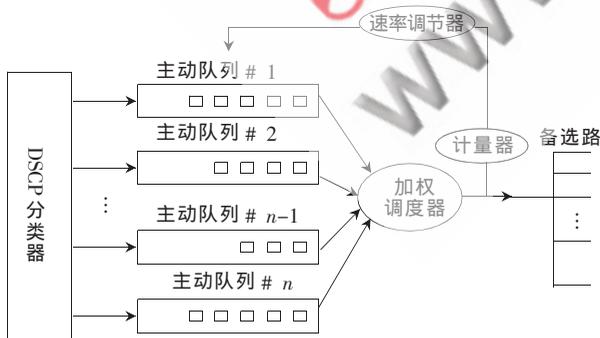


图 2 基于业务智能识别的 QoS 路由模型

总体上说,基于智能业务识别的 QoS 路由模型根据不同的 QoS 路由策略划分不同的业务类^[4],并给各业务类数据包标志 DSCP 值,根据 DSCP 值选择路由。其简化的逻辑如图 3 所示。

《微型机与应用》2010 年第 29 卷第 23 期

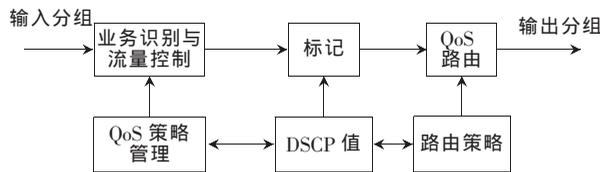


图 3 基于智能业务识别的 QoS 路由逻辑

如图 2 所示,业务流经过 DSCP 分类器,根据 DSCP 值被分成主动队列 1,2,⋯,n,每个队列都有各自的队列标识指针,该指针指向该队列的具体路由表,根据路由表转发数据包。路由结构如图 4 所示。

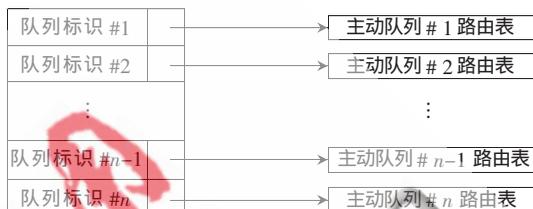


图 4 路由结构

4 带宽-时延-时延抖动-丢包率限制路由问题

如表 1 所示,在各种业务中对 QoS 的要求有所不同,实际上,在 QoS 路由选择中,要对所有的 QoS 参数进行优化是不太可能的,本文在进行 QoS 路由的优化选择时,以带宽、时延、时延抖动和丢包率为主要优化选择。

参考文献[3]提出了一种多可加性条件下端到端的 QoS 路由算法,先将包丢失率条件转化为可加性条件,再将带宽和费用作为剪枝条件,搜索出合适的路径。本文对参考文献[5]提出的算法进行了改进:首先,调整了剪枝的条件,不考虑费用条件;其次,对满足条件的路径按照时延进行升序排序。包丢失率转换为可加性条件的转换过程如下:

$$\begin{aligned}
 & packet_lost(p(s, d)) \leq PL_p \\
 & \Rightarrow 1 - packet_lost(p(s, d)) \geq 1 - PL_p \\
 & \therefore packet_lost(p(s, d)) \in (0, 1), \text{ 且 } PL_p \in (0, 1) \\
 & \Rightarrow \ln(1 - packet_lost(p(s, d))) \geq \ln(1 - PL_p) \\
 & \Rightarrow -\ln(1 - packet_lost(p(s, d))) \leq -\ln(1 - PL_p) \\
 & \Rightarrow -\ln\left(\prod_{n \in p(s, d)} (1 - packet_lost(n))\right)^* \leq \prod_{e \in p(s, d)} (1 - packet_lost(e)) \leq -\ln(1 - PL_p) \\
 & \Rightarrow -\sum_{n \in p(s, d)} \ln(1 - packet_lost(n)) \leq -\sum_{e \in p(s, d)} \ln(1 - packet_lost(e)) \leq -\ln(1 - PL_p)
 \end{aligned}$$

其中, $packet_lost(n)$ 表示在任一网络节点 ($n \in V$) 的丢包率函数, $packet_lost(e)$ 表示任一链路 ($e \in V$) 的丢包率函数。

4.1 算法描述

该算法中最重要的数据结构是为搜索建立一个堆栈,用此堆栈保存已经搜索过的路径相关信息,假设源节点为 s,堆栈为 Q,栈首元素为 q₀。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 55

改进的算法描述如下:

步骤 1: 变量初始化, 给结构体 q_0 赋初值;

步骤 2: 用改进的 Dijkstra 算法, 求出节点到目的节点的最小值, 如最小时延、最小时延抖动和最小丢包率;

步骤 3: 将栈首 q_0 压入堆栈 $stack$;

步骤 4: 当栈非空时, 若邻节点的性能满足 QoS 要求, 则将该节点记入 QoS 路径中;

步骤 5: 对所有满足条件的邻节点, 按时延进行升序排列;

步骤 6: 输出结果。

4.2 模拟验证

用 Visual C++ 在 Win32 环境下编程实现上述算法, 并对如图 5 所示的网络模型进行模拟。运行结果如下:

(1) QoS 路由请求 1: 源节点为 1、目的节点为 4、带宽约束 $B_p=75$ 、时延约束 $D_p=30$ 、时延抖动约束 $DJ_p=10$ 、丢包率约束 $-\ln(1-PL_p)=0.000\ 510$ 。

结果: 最佳路径: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$, 各个实际代价: $band=90$ 、 $delay=13$ 、 $jitter=6$ 、 $lost_rate=0.000\ 402$ 。

(2) QoS 路由请求 2: 源节点为 2、目的节点为 3、带宽约束 $B_p=85$ 、时延约束 $D_p=35$ 、时延抖动约束 $DJ_p=18$ 、丢包率约束。

结果: 最佳路径: $2 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 3$, 各个实际代价: $band=90$ 、 $delay=27$ 、 $jitter=10$ 、 $lost_rate=0.000\ 441$ 。

由上述结果可知, 本算法得到的解可以满足 QoS 请求的所有路径中时延最短的路径。

本文根据 QoS 要求, 把通信应用分为两个种类, 实时应用和非实时数据。非实时数据是指现在网络中的大部分应用, 要求尽力传送, 一般只对丢包率有要求; 实时应用对网络的性能要求比较高, 其 QoS 要求包括时延、时延抖动、丢包率和带宽。基于智能业务识别的 QoS 路由根据各业务数据包标志 DSCP 值选择合适的路由算法, 并提出了相应的路由结构, 实现了策略可配置的 QoS 路由, 同时提出了一种改进的启发式路由算法, 并

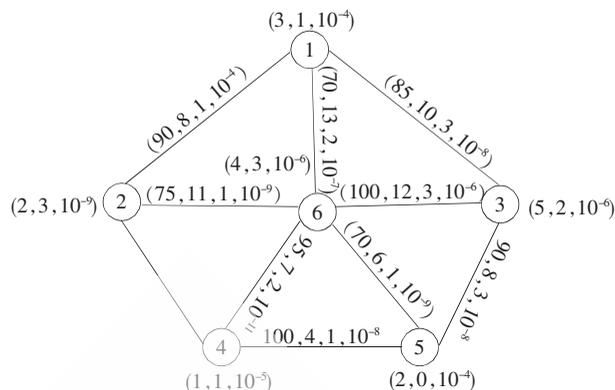


图 5 网络模型

给出了验证范例, 证明了该算法的可行性。

参考文献

- [1] NICHOLS K, BLAKER F. Definition of differentiated services field (DS field) in the IPv4 and IPv6 headers. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2474.txt>, 2010.
- [2] BLAKE S, BLAKE D, CARLSON M, et al. An architecture for differentiated services. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2475.txt>, 2010.
- [3] 贺细平, 朱幸辉, 张历卓. 启发式 QoS 路由选择算法的实现与仿真[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(9): 2030-2033.
- [4] 李君, 张顺颐, 李翠莲, 等. 基于智能业务识别的可信路由研究[J]. 电信科学, 2009(4): 45-51.
- [5] 翁南杉, 蔡德钧. Internet 业务分类及应用要求[J]. 电子技术, 1998(8): 7-8.
- [6] 肖建华, 王建新, 陈松乔, 等. 多可加性条件下的端到端点 QoS 路由算法[J]. 中南工业大学学报, 2001, 32(5): 528-531.

(收稿日期: 2010-07-09)

作者简介:

张旋, 女, 1985 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 下一代通信网络与 IP 技术。