

MPLS 网络的综合接纳控制算法*

范淑艳^{1,2}, 韩卫占², 霍永华²

- (1. 西安电子科技大学 通信工程学院, 陕西 西安 710071;
2. 中国电子科技集团公司第五十四研究所, 河北 石家庄 050081)

摘要: 在多协议标记交换 MPLS (MultiProtocol Label Switching) 网络中, 由于无法准确获取业务特征参数及汇聚后的业务流与单个业务流的业务特征不同, 导致网络为业务分配的资源与其实际使用的资源不一致, 因此仅依据控制面给出的理论可用带宽进行接纳控制决策将导致网络资源利用率降低。针对该问题提出一种新的接纳控制算法, 该算法通过对带宽理论值与受控的端到端测量结果进行综合, 获取网络的可用带宽, 并作为接纳控制依据。通过构建实际试验环境进行了接纳控制试验。试验结果表明, 采用推荐的接纳控制算法, 可以提高低优先级业务的接纳成功率, 并在一定程度上提供 QoS 保证, 提高了网络资源利用率。

关键词: MPLS 网络; 受控的端到端测量; 接纳控制; 接纳率

中图分类号: TN915.85 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2011) 02-0054-04

An Integrated Admission Control Algorithm for MPLS Network

FAN Shuyan^{1,2}, HAN Weizhan², HUO Yonghua²

- (1. School of Telecommunication Engineering, Xidian University, Xi'an 710071, China;
2. The 54th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Shijiazhuang 050081, China)

Abstract: In MPLS (MultiProtocol Label Switching) networks, the exact traffic characteristic parameters can not be obtained and the traffic characters of the single flow and aggregated flows are different. There may be variances between the allocated network resource and practically used network resource in MPLS network. That may result in lower network resource utilization if only the available bandwidth given by control plane are considered in network resource and admission control. Focusing on this problem, a new admission control algorithm is put forward in which the available bandwidths are obtained by theoretic parameters combined with controlled end to end measurement results. An experimental environment is constructed and some admission control experiments are performed. The experimental results show that with the proposed algorithm, the admission ratio of the traffic with lower priority can be improved, the QoS can be guaranteed to some extent, and the network resource can be utilized more efficiently at the same time.

Key words: MPLS network; controlled end to end measurement; admission control; admission ratio

多协议标记交换 MPLS (MultiProtocol Label Switching) 网络中端到端路径上可用网络资源是否满足需求是下一代网络资源与接纳控制 RACF (Resource and Admission Control Function) 进行接纳控制决策的重要依据^[1-3]。由于对业务特征了解

得不准确, 汇聚后的业务流特征与单个业务流不同, 使得按照带宽分配模型分配的网络资源与业务实际使用的网络资源大小可能不一致^[4-5], 因此仅依据控制面给出的理论上的可用带宽进行网络资源与接纳控制决策可能导致网络资源利用率降低。有

* 收稿日期: 2010-11-05

基金项目: 国家 863 计划资助项目 (2007AA701210)

作者简介: 范淑艳 (1967 年生), 女, 研究员, 博士研究生; E-mail: fanshuyan8013@sina.com

人针对自相似业务提出了基于参数与测量相结合的接纳控制方法^[6]。有的对网络可用带宽的测量算法进行了研究^[7-8],有文献介绍了基于测量的接纳控制算法^[9-10],还有文献介绍了采用端到端测量工具了解网络可用带宽的方法^[11-14]。在 MPLS 网络中,相同地址对之间的 IP 数据可采用不同类型的 MPLS 连接(MPLS TE 或 MPLS LSP)进行传送。如果不了解网络中的连接建立情况,只是进行端到端测量,因为不了解测量结果的真实含义,导致测量结果对接纳策略决策而言基本不具有参考价值。针对该问题提出了基于理论带宽与受控的端到端测量相结合获取网络可用带宽的接纳控制算法,设计开发了受控的端到端测量软件、通信网络资源管理及策略决策软件,构建了试验环境,进行了接纳控制试验。试验结果表明,采用与端到端测量结合的接纳控制算法,可以提高低优先级业务的接纳成功率,并在一定程度上提供 QoS 保证。

1 MPLS 网络的带宽分配模型

ITU-T 分别给出了 MPLS 核心网络的分布式和集中式 RACF 体系结构建议^[2-3]。按照这些建议,首先根据业务分布预先建立一定带宽的区分服务的 MPLS 连接,然后根据业务请求进行端到端路径选择,依据策略将业务请求映射至相应优先级的 MPLS 连接上。端到端路径上可用网络资源是否满足需求是接纳控制决策的重要依据。如果可用资源满足需求,则该业务请求被接纳;如果可用资源不满足需求,则拒绝该业务请求或者调整 MPLS 连接带宽,在可用资源满足需求情况下接纳该业务请求。尽管建议中要求传送资源控制功能实体能够收集每个 LSP(Label Switch Path)的基本性能参数,但并没有限定区分优先级的网络资源分配方式,而采用不同的带宽分配方式将导致做出完全不同的可用带宽判断。因此必须了解通信网络采用的带宽分配模型。

本文试验用 MPLS 网络采用的带宽分配模型与俄罗斯套娃分配模型 RDM 有些类似^[4],即各种业务类型的受限带宽都要考虑同级或更高优先级级的连接带宽。与 RDM 模型不同之处是各个优先级的受限带宽均为最大可分配带宽,另外当新连接申请到达时,只判断该业务类型对应优先级的受限带宽是否满足需求,不同优先级带宽限制之间是“或”的逻辑关系。因此网络内已经建立成功的 MPLS 连接带宽有可能远远超过最大可分配带宽,这与不同优先级的 MPLS 连接建立顺序有很大关系。

这种带宽分配模型的优点是能保证高优先级连接建立申请都能被接纳,能保证最高优先级的 QoS,对低优先级的连接只能提供相对 QoS 保证,因为仅从控制面判断低优先级连接带宽能满足传送需求情况下,实际不一定能保证业务传送的 QoS。另外,尽管高优先级连接存在,但是通过测量发现高优先级连接上实际使用的带宽远远小于理论分配带宽时,高优先级业务分配的带宽资源可以借给低优先级的业务使用。因此考虑将理论带宽与基于测量的网络可用带宽相结合的方式获取网络可用资源信息,在一定程度上能提高低优先级业务的接纳成功率。

2 面向连接网络中受控的端到端测量方法

在面向连接的通信网络中,网络可以在不同节点之间同时建立了不同优先级、不同带宽的、不同掩码长度的连接,因此同一对 IP 地址对之间的数据流可能选择多种连接方式进行数据转发。通常情况下是按照一定的优先顺序选择连接方式进行数据转发的,例如优先选择匹配的 MPLS TE 连接,最后再选择 MPLS LSP 连接。如果不了解网络中的连接建立情况,只是进行端到端测量,因为不了解测量结果的真实含义,导致测量结果对策略决策而言基本不具有参考价值。为此,我们提出了受控的端到端测量方式,只是在需要时由策略决策实体针对网络存在的连接信息提出端到端测量申请,启动测量。这样既能为策略决策提供参考,又不会对网络造成太大的负载负担。

常用的端到端测量工具有很多,如 Iperf、Netperf 以及 Chariot 等。由于选择的测量工具必须方便与项目开发的网络资源管理软件集成,所以原型系统中选择开源的 iperf 网络测量工具实现受控的端到端测量。

受控的端到端测量采用“双”C/S 的架构模式。首先,在网络资源管理服务器端集成了“受控的端到端测量子系统”的服务器端 IperfServer,网络上每个受控的节点 PC 上部署了客户端部分 IperfClient,二者构成了第一层 C/S 架构,用于控制台和各受控节点间的数据通信。而 Iperf 程序本身也是基于 C/S 的模式进行网络测量的。网络上每两个 IperfClient 在进行所在节点间的网络测量时,一方作为 Server,另一方作为 Client,二者构成了第二层 C/S 架构,用于网络上节点间的网络测量。

3 与受控的端到端测量相结合的接纳控制算法

假定预先建立优先级为 c 的 MPLS TE 连接带宽为 BW_c ，在该连接上映射的各个任务的总带宽为 R_{BW_c} ，假定已经动态建立的优先级为 c 的 MPLS TE 连接的总带宽为 BW_{cd} ，网络总的最大可分配带宽为 MAX_R_BW 。假定新到申请的业务类型为 c ，带宽需求为 DBW ，则推荐的理论带宽与受控的端到端测量相结合的接纳控制算法流程图如图 1 所示，具体步骤如下：

- 1) 任务请求到达；
- 2) 按照策略规则确定该任务应该映射的 MPLS TE 连接优先级 c ；
- 3) 如果该优先级预分配的带宽仍能满足需求，即 $DBW + R_{BW_c} \leq BW_c$ ，则接纳该任务传送请求；
- 4) 向优先级为 c 的预先建立的 MPLS TE 连接上映射，该连接上映射的任务总带宽更新为 $DBW + R_{BW_c}$ ；
- 5) 如果 $DBW + R_{BW_c} > BW_c$ ，则预先建立的 MPLS TE 连接资源不能满足需求，为该任务动态分配网络资源，任务结束后删除动态建立的相应 MPLS TE 连接。动态建立优先级为 c 的 MPLS TE 连接，带宽为 DBW ；

6) 如果存在路径使得 $(DBW + \sum_{i=c}^{N-1} BW_i + \sum_{i=c}^{N-1} BW_{cd}) \leq MAX_R_BW$ ，则动态建立 MPLS TE 连接成功，接纳该任务传送请求；

7) 如果路径上存在链路使 $(DBW + \sum_{i=c}^{N-1} BW_i + \sum_{i=c}^{N-1} BW_{cd}) > MAX_R_BW$ ，则动态建立 MPLS TE 连接失败。将任务映射至源与目的地之间的 MPLS LSP 连接上，启动端到端测量；

8) 如果返回的 LSP 吞吐量的测量结果大于 DBW ，则表明实际可用带宽大于 DBW ，可以接纳该任务请求；

9) 如果返回的 LSP 吞吐量的测量结果小于 DBW ，则拒绝接纳该任务请求。

4 接纳控制试验

试验环境如图 2 所示，包括 3 个 MPLS 交换机、3 台 LAN 交换机、1 台网络资源管理服务器和

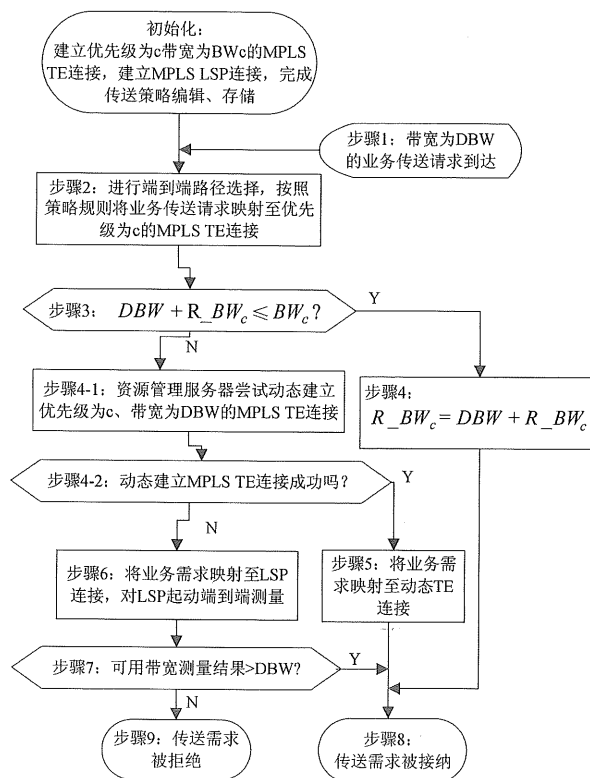


图 1 推荐的接纳控制算法流程图

Fig. 1 Flow chart for proposed admission control algorithm

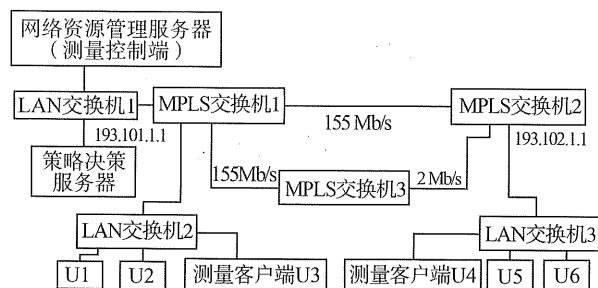


图 2 试验环境中的连接关系图

Fig. 2 Connection relationships in the experimental environment

1 台策略决策服务器等设备。MPLS 交换机 1 和 2 之间、1 和 3 之间均通过光纤相连，链路带宽为 155 Mb/s，MPLS 交换机 2 和 3 之间通过电缆相连，带宽为 2 Mb/s。6 个测试用计算机终端分别与 LAN 交换机 2 和 LAN 交换机 3 相连，进行下列试验。

试验步骤如下：

1) 按照预计的网络业务分布，在传送策略决策服务器上进行网络业务规划，生成网络的 MPLS 连接配置数据，按照从低优先级到高优先级的顺序，通过网络资源管理服务器在 MPLS 交换机间预先建立表 1 所示的 MPLS 连接；

2) 用户提交某种业务传送请求，按照策略规

均均应映射至低优先级 MPLS TE 连接;

3) 策略决策服务器依据与端到端测量结合的资源与接纳控制策略,向相应优先级的 MPLS 连接上映射业务请求。如果可用资源满足需求,则接纳业务请求;如果不满足需求,则拒绝业务请求。采用常规接纳策略和与测量结合的资源与接纳控制策略下的业务请求接纳情况如表 2 所示。

表 1 试验网络中预先建立的 MPLS 连接
Table 1 MPLS connections established in the experimental network

连接类型	源地址	目的地址	掩码	优先级	带宽/ (Mb·s ⁻¹)
MPLS TE	193.168.1.14	193.168.2.14	32	最高	30
MPLS TE	193.168.1.13	193.168.2.13	32	高	50
MPLS TE	193.168.1.12	193.168.2.12	32	中	50
MPLS TE	193.168.1.11	193.168.2.11	32	低	70
MPLS LSP	193.168.1.10	193.168.2.10	32	低	

表 2 试验中的业务请求映射及接纳结果
Table 2 Traffic mapping and admission results in the experiment

业务请求	源终端	目的终端	映射连接	MPLS 带宽需求 (Mb·s ⁻¹)	常规策略下 的接纳结果	推荐策略下 的接纳结果
1	U1	U4	TE 低	30	接纳	接纳
2	U1	U5	TE 低	35	接纳	接纳
3	U2	U6	LSP	20	拒绝	接纳
4	U3	U5	LSP	15	拒绝	接纳

从试验结果可以发现:采用推荐的接纳控制算法,可以提高低优先级业务的接纳成功率,并且一定程度上提供 QoS 保证,进一步提高了网络资源利用效率。

5 结 论

MPLS 网络中仅依据控制面给出的理论上的可用带宽进行网络资源与接纳控制决策可能导致网络资源利用率降低。针对该问题提出了基于理论带宽与受控的端到端测量相结合获取网络可用带宽的接纳控制算法,设计开发了受控的端到端测量软件、通信网络资源管理及策略决策软件,构建了试验环境并进行了接纳控制试验。试验结果表明采用推荐的接纳控制算法,可以提高低优先级业务的接纳成功率,并且一定程度上提供 QoS 保证,进一步提高了网络资源利用效率。

参考文献:

[1] Recommendation ITU-T Y.2111. Resource and admission

control functions in next generation networks [S]. Nov 2008, <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2111-200811-I/en>.

- [2] Recommendation ITU-T Y.2174. Distributed RACF architecture for MPLS core networks [S]. June 2008, <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2174-200806-I/en>.
- [3] Recommendation ITU-T Y.2175. Centralized RACF architecture for MPLS core networks [S]. Nov 2008, <http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2175-200811-I/en>.
- [4] IETF RFC 4127. Russian Dolls Bandwidth Constraints Model for Diffserv-aware MPLS Traffic Engineering [S]. June 2005, <http://www.ietf.org/rfc/rfc4127.txt>.
- [5] IETF RFC 4125, F. Le Faucheur, W. Lai. Maximum Allocation Bandwidth Constraints Model for Diffserv-aware MPLS Traffic Engineering [S]. June 2005, <http://www.ietf.org/rfc/rfc4125.txt>.
- [6] 李靖波,张光胜,徐振阳. 基于测量的自相似接纳控制算法研究[J]. 湖南大学学报,2010,37(2): 64-69.
- [7] 陈锐,蔡勇. 网络可用带宽测量算法的改进[J]. 计算机工程与设计,2009,30(7):1622-1624.
- [8] 裴玉欢,窦文华. 面向实时应用的可用带宽自适应测量方法[J]. 计算机应用研究,2008,25(8):2509-2511.
- [9] 高文宇,王建新,陈松乔. DiffServ 中基于端到端测量的接纳控制[J]. 系统工程与电子技术,2007,29(8)8:1366-1370.
- [10] KULIKOV M, PETERSONS E, SHARKOVSKY S. Integral measurement process of incoming traffic for measurement-based admission control [C] // Proceedings of IEEE Region 8 SIBIRCON-2010, Irkutsk Listvyanka, Russia, IEEE, 2010:183-186.
- [11] CAINI C, CORNICE P, FIRRINCIELI R, et al. DT-Nperf_2: A performance evaluation tool for Delay/Disruption Tolerant Networking [C] // Proceedings of the ICUMT '09, St. Petersburg, Russia, IEEE PRESS, 2009:1-6.
- [12] WU Qishi, RAO Nageswara S V, LU Xukang. On transport methods for peak utilization of dedicated connections [C] // Proceedings of the BROADNETS, Madrid, Spain, 2009:1-8.
- [13] YILDIRIM E, SUSLU I H, KOSAR T. Which network measurement tool is right for you? a multidimensional comparison study [C] // Proceedings of 9th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing, Sept. 2008. 266-275.
- [14] LIEBOWITZ B H, EDELL R, EVANS J. Demonstration of QOS using DiffServ in a multiservice network environment [C] // Proceedings of the MILCOM, San Diego, California, USA, IEEE, 2008:1-7.