

# 报文 RPR 环网选路表方法

何 渝, 张聪杰

(北京工商大学计算机学院, 北京 100037)

**摘 要:**弹性分组环技术是一种优化的、用于光纤环型拓扑的、并具有强壮和高效特点的技术。弹性分组环网能够承载多种业务, 包括对抖动和时延敏感的如语音和视频流量、以太网和 IP 业务等。该文提出了报文 RPR (Resilient Packet Rings) 环网的选路表方法及设计方案, 该方法成功地解决了数以 10 万计路由表项的更新、复杂 RPR 拓扑库的震荡、高成本硬件存储空间和 CPU 开销的难题。

**关键词:** RPR; MAC 选路表; 无效选路表; 缺省选路表

## Routing Method of the Packet Going to RPR Ring Network

HE Yu, ZHANG Congjie

(College of Computer Science and Technology, Beijing Technology and Business University, Beijing 100037)

**【Abstract】** Resilient packet ring (RPR) technology is optimized for robust and efficient packet networking over a fiber ring topology. RPR networks have the ability to carry multiple services, including jitter-and latency-sensitive traffic such as voice and video in addition to Ethernet and Internet protocol (IP) services. This paper presents the routing method of the packet going to the RPR ring network and its design. It is succeeded to resolve the updating of tens of thousands of routing table, the shaking of complex RPR topology database, high cost of hardware storage space and the spending problem of CPU.

**【Key words】** RPR; MAC routing table; Invalid routing table; Default routing table

目前, 需要带宽与服务品质保证(Quality of Service, QoS)的多样性网络服务需求大量增加, 导致过去广为运用在局域网(Local Area Network, LAN)的 packet-based 以太网技术逐渐被运用在城域网(Metropolitan Area Network, MAN)。由于原来应用在城域网的 SONET/SDH 技术是 circuit-based 通信协议, 难以有效应付大量增加的 packet-based 网络服务需求, 而以太网虽然是 packet-based 的技术, 但却有服务品质保证不足的问题。2000 年 11 月, IEEE 802.17 工作组正式成立。他们的目标是发展出结合两者优点的 IEEE 802.17 RPR(Resilient Packet Rings)技术, 优化在 LAN、MAN 和 WAN 拓扑环上数据包的传输。

### 1 RPR 技术特点

(1)采用双环(内环/1 环和外环/0 环)结构: 每对节点之间都有两条路径, 对环路带宽采用空间重用机制, 单播数据传送可在环的不同部分同时进行, 提高了环路带宽的利用率;

(2)具有网络拓扑结构的自动发现和更新功能;

(3)支持 50ms 的快速保护;

(4)实现灵活的环路带宽管理;

(5)提供严格的业务分类: RPR 规范了 A、B、C 3 种业务等级, 提供了可靠的保障高优先级业务的机制;

(6)支持环路带宽的公平分配;

(7)支持单播、组播和广播。

### 2 RPR 应用场景

由于通信网络运营商的竞争重点已经从骨干网转向了城域网(见图 1), 鉴于 RPR 技术具有众多优势, RPR 技术逐渐走进城域网传网的领域, 并成为热点之一。

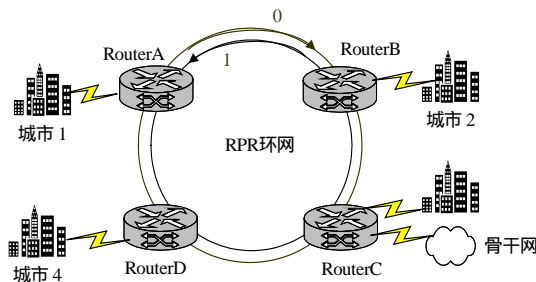


图 1 RPR 的应用场景

### 3 RPR 选路的设计实现

路由器分为控制平面和转发平面两大部分, 控制平面完成复杂的路由等计算生成一系列表项下发给转发平面, 另外还要给转发平面下发各种特性的使能标志; 控制平面是为转发平面服务的, 转发平面主要进行查表, 决定报文是上送还是转发; 通过微码转发处理器可以使转发速率达到 10Gbps。

#### 3.1 控制平面

RPR 协议是基于 MAC 层, RPR 物理口也处于 MAC 层, 因此报文在环网上进行二层转发, 为了支持路由功能, 作者设计了 RPR 逻辑口, 此接口处于 IP 层, 支持诸如 ISIS、OSPF、BGP 等路由协议, 同时也支持 MPLS; 逻辑口和物理口的映射关系是通过绑定命令实现的, 即把两个物理口中一个绑在逻辑口的东向, 另一个绑定在西向。

当路由协议根据转发前缀(目的 IP + 私网实例 ID)得

**作者简介:**何 渝(1952 -), 男, 副教授, 主研方向: 计算机算法, 网络技术; 张聪杰, 硕士生

**收稿日期:** 2006-03-02 **E-mail:** h01y015@gmail.com

到下一跳和 RPR 逻辑出接口时，报文是如何根据下一跳和 RPR 逻辑口找到真正的物理出接口？

为了更好地理解选路表方法，下面介绍 4 个关键词：

(1)选路表：包含 MAC 地址、环向、关联此选路表的所有下一跳单链表的头结点的数据结构；

(2)MAC 选路表：根据环网上任意一个站点上的 RPR 逻辑口的 MAC 地址生成的数据结构，数据结构中 MAC 地址为此 MAC 地址，环向为选环模块选择的环向，当该站点开环网时，其它站点上的此 MAC 选路表随之删除；

(3)无效选路表：选路表中的成员都为无效值；

(4)缺省选路表：随意选择一个环向为报文转发方向的选路表。

选路表方法：

(1)既存在 ARP 表项，又存在 MAC 选路表，那么此下一跳关联 MAC 选路表；

(2)存在 ARP 表项，不存在 MAC 选路表，那么此下一跳关联无效选路表；

(3)不存在 ARP 表项，那么此下一跳关联缺省选路表。

选路表方法的优点：

(1)当 RPR 环网的拓扑发生变化，只需要更改选路表信息，无需按路由进行更新，节省 CPU 的开销；

(2)为转发平面节省存储空间；

(3)代码容易实现。

图 2 表示了选路表实现的软件架构，从图 2 中可以看出，平台选路表模块与 RPR 模块、下一跳分离模块，接口管理模块、ARP 模块都有接口，选路表的产适配模块与 RPR 模块和微码的驱动模块有接口。

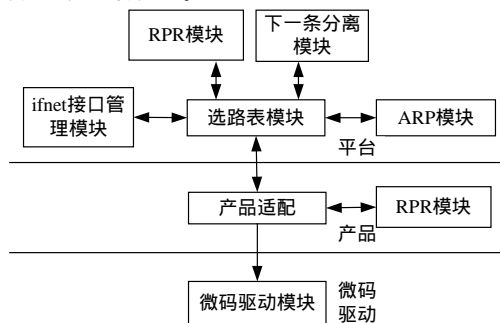


图 2 RPR 选路表的软件体系结构

以下将介绍模块之间的关系：

(1)平台选路表与 RPR 模块的接口

此处指的是 RPR 的选环模块，当 RPR 环网拓扑收敛时，协议模块会生成拓扑库并把拓扑信息通知给选环模块，选环模块会根据拓扑信息中的到其他站点的 TTL 最小值决定报文的转发方向，如果 0 环和 1 环的 TTL 值相等则选 0 环；选环模块把得到的选环信息通知给选路表模块，选路表生成相应的 MAC 选路表和缺省选路表，并根据选路表方法为每一个下一跳表项关联选路表，并通过产品适配下发给微码，选路表模块运行设计图(如图 3)。

(2)平台选路表与下一跳分离模块的接口

此处下一跳分离模块为路由管理中 FIB 下一跳分离模块，当路由发生变化时，要重新为下一跳选择出口；首先根据下一跳查 ARP 表得到 MAC 地址，如果没有找到则关联缺省选路表，若找到再根据 MAC 地址找 MAC 选路表，若找到关联 MAC 选路表，否则关联无效选路表，选路表的运行设计如图 4。

计如图 4。

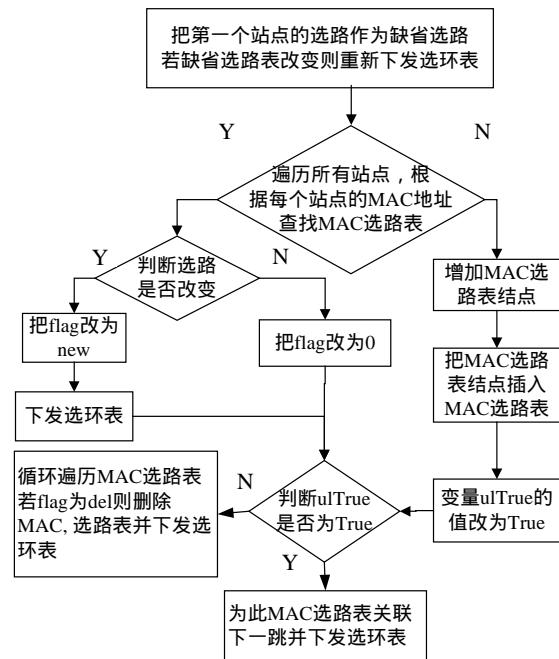


图 3 平台选路表与下一跳分离模块的运行设计

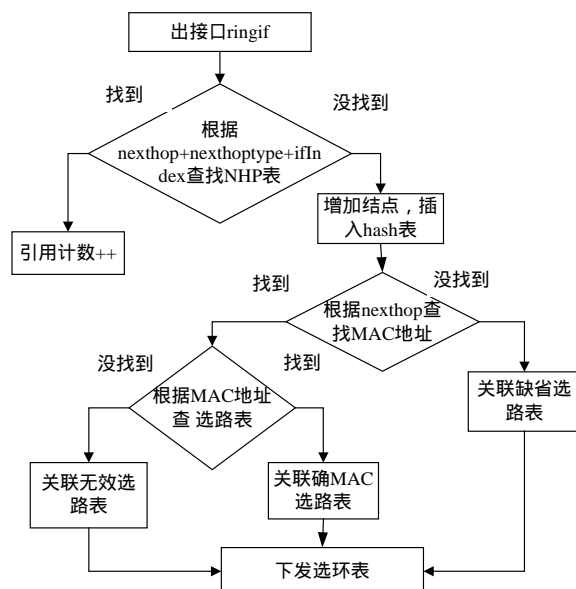


图 4 平台选路表与下一跳分离模块的运行设计

(3)与 ARP 的接口

当 ARP 表项发生变化时，即 IP 和 MAC 的对应关系发生变化时，通知选路表模块及时更新下一跳和选路表的关联关系。

(4)选路表产品适配模块

选路表产品适配模块包括选路表索引维护模块和下发 TB/TP (TB 为目的板号，TP 为目的端口号) 模块；当下一跳和选路表关联关系发生变化时通知产品适配重新给转发平面下发新的表项，首先根据环 ID 得到 TB/TP，再根据下一跳、RPR 逻辑接口索引和下一跳类型(IPv4/IPv6)从索引维护模块得到选路表索引，通过微码驱动把 TB/TP 下发给转发平面。

### 3.2 转发平面

报文经过 RPR 环网时从转发角度可分为：上环，过环，下环；下面是上环流程。

(下转第 111 页)