# 基于策略路由的服务器冗余网络路径选择优化机制

管　鹏
民航云南空管分局　云南　昆明　650200

**摘　要：**在网络应用中经常使用服务器来响应用户访问需求并提供所需数据，服务器所在网络一般会规划冗余链路来保证数据访问的稳定性。针对配置双网卡接入冗余网络的服务器，虽然可以通过冗余链路来实现网络的健壮性，但由于服务器自身的反向路由检测机制导致其路径选择单一，造成了双冗余链路单通的网络异常。对此本文进行了深入分析，提出通过设置策略路由的方式优化服务器冗余链路的路径选择，确保信息传输的连续性与稳定性。

**关键词：**策略路由；冗余链路；路由检测；网络

## 1 网络现状

配置有双网卡的Linux服务器提供数据资源给用户使用，规划使用独立的两条传输链路分别连接服务器双网络，简化的网络拓扑如图1所示。图中分为服务器网络和用户网络，其中Server的双网卡分别连接了两个三层交换机并通过两条独立的链路A、链路B连接至路由器R，用户Client接入路由器来访问服务器数据。各网络设备通过配置静态路由来实现网络联通，当用户访问服务器eth0网卡地址时数据流量承载于链路A传输，当用户访问服务器eth1网卡地址时数据流量承载于链路B传输。

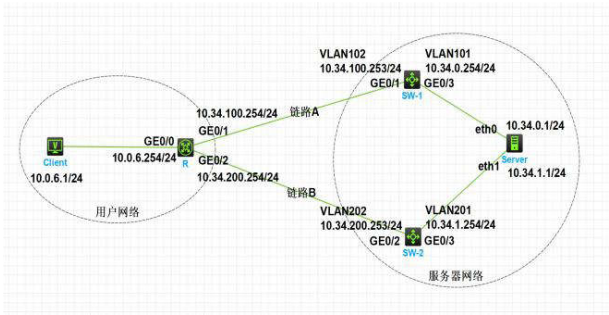


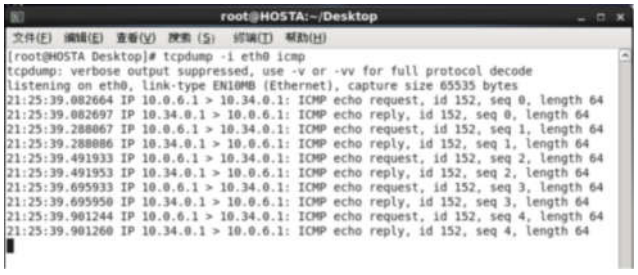

图1 网络拓扑图

## 2 服务器路径选择

### 2.1 冗余网络路径选择

按照图1中的网络拓扑及静态路由配置理论上可以确保当双冗余链路其中一条中断时不影响用户对服务器的访问，用户可以通过链路A访问服务器eth0网卡或通过链路B访问服务器eth1网卡。实际测试时发现用户数据可以分别通过两条链路到达服务器，但服务器在冗余网络中响应用户请求时存在路径选择异常的问题。

当链路A、B均正常时，对于客户端分别发送至服务器两个网卡的数据包，服务器仅能通过其中一条链路回应用户的访问需求。使用Ping命令测试发现，用户分别发送的ICMP echo request数据包已经送至服务器的两个网卡，但其中一个网卡并没有予以回应ICMP echo reply数据包，造成了双链路单通的问题，服务器仅能够选择一条路径对用户进行回应。使用tcpdump命令对服务器两个网卡的收发数据进行抓包分析，结果如图2所示，服务器对用户发送至eth0网卡的ICMP数据包回应正常，但对送至eth1网卡的数据包未回应。



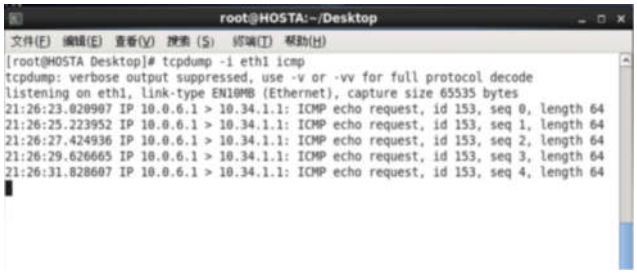




图2 服务器网卡数据包

### 2.2 单链路路径选择

当冗余网络中链路A中断而B正常时，针对客户端的访问，服务器无法选择路径回应用户的访问需求，从用户角度看会造成服务器的两个网络均无法访问的现象。同样对服务器网卡收到的ICMP数据包进行分析，数据显示客户端发送至网卡eth0的数据包因链路A中断无法送达，而经链路B发往服务器eth1的数据包也没有获得回应。

上述现象表明虽然客户端至服务器之间已经规划了

双冗余链路，但服务器在回应用户请求时仅能够选择其中一条链路作为响应路径，造成了冗余链路单通的现象，即服务器仅能通过链路A响应用户请求，链路B失效，未能实现冗余保障。

## 3 问题分析

检查服务器路由表及网卡配置参数后发现，服务器仅选择单链路进行回应与操作系统rp_filter内核参数设置有关，该参数是操作系统的一种保护机制，称为反向路径过滤（Reverse Path Filtering），也叫反向路由检测。Linux系统内核参数rp_filter不同的值对应了服务器对接收到的数据包采用不同的校验方法，参数值如表1所示：

表1 内核参数rp_filter值的含义

| 配置值 | 作用 |
|---|---|
| 0 | 不启用反向路由校验 |
| 1 | 对进入网卡的IP数据包进行反向路由校验，以数据包源地址作为目的地址，如果该目的地址路由后的出口网卡和源数据包入口网卡不符，则丢弃该包。 |
| 2 | 对进入网卡的IP数据包进行反向路由检测，以数据包源地址作为目的地址，如果该目的地址可路由至任意网卡则通过校验，否则丢弃。 |

根据服务器路由表及rp_filter内核参数分析，当eth1接收到来源于客户端的ICMP数据包后，由于其rp_filter参数为1，服务器将客户端地址作为目的地址进行反向路由校验，根据路由表回送的数据包应该从eth0发出，而源数据包是从eth1接收的，出入口网卡不一致系统丢弃收到的数据包，不响应用户请求。

## 4 路径优化

根据上文分析，因服务器的反向路由检测导致了回应数据路径选择单一的问题。可以考虑不启用该检测机制或设置为只要有出口路由则通过检测，但可能会带来一些网络安全问题，数据请求经链路B至eth1，回应却由eth0经链路A返回，导致收发链路不一致；还可以考虑在系统路由表中添加目的地址为客户端地址但出接口为eth1的路由条目，这样eth1收到的请求可正常回送，但eth0接收的数据包却因路由条目不符反向校验而被丢弃。

本文根据网络拓扑实际情况，通过在服务器上配置策略路由的方式，在启用反向路由校验功能的情况下，让不同的网卡回送的数据匹配不同的路由表并从对应的网卡发出，从而优化服务器响应数据的路径选择，解决冗余链路单通的问题。

### 4.1 策略路由

以太网中网络设备的数据转发一般是通过数据包的目的地址和路由表来进行，根据目的地址查询路由表从而知晓数据包的转发路径。策略路由也作用于网络的转发层面，它可以让部署了策略路由的网络设备不仅能够通过数据包的目的地址进行转发，还能根据数据包中的其它元素进行数据转发，比如源IP地址、源端口号、源MAC地址等。当网络设备配置了策略路由后，匹配的数据报文优先根据策略路由中的转发策略进行转发，其优先级高于传统路由表。

面对现有网络中冗余链路单通的问题，考虑部署两个策略路由表并配置对应的转发规则，针对服务器响应客户端请求的数据，转发规则是按照回送数据包不同的源地址去匹配不同的策略路由表，使服务器将流量分散到不同的网络路径上，避免单一链路的阻塞或故障，从而优化路径选择。

### 4.2 添加策略路由表

通过Linux系统中的网络管理工具iproute2进行策略路由表的配置。首先使用vi等文本编辑器打开/etc/iproute2目录下的rt_tables文件，该文件包含了操作系统中定义的路由表及其对应的编号；之后在该配置文件的末尾添加两个新的路由表条目A、B，用于分别给服务器的两个网卡回送数据时提供路由查询，每个条目由路由表编号和路由表名称组成，编号是一个唯一的整数，为了避免与系统默认的路由表冲突，建议使用较大的数字；最后在新建的两个路由表中分别添加至客户端目标网段的路由项，命令如下：

ip route add 10.0.6.0/24 via 10.34.0.254 dev eth0 src 10.34.0.1 table A；

ip route add 10.0.6.0/24 via 10.34.1.254 dev eth1 src 10.34.1.1 table B；

以第一条添加路由项的命令为例，该命令的意思是：在路由表A中添加一条至目标网络10.0.6.0/24的路由，该路由将源地址src为10.34.0.1且去往目的网段的数据通过eth0网卡发送至网关10.34.0.254。按照图1中的网络拓扑，当服务器网卡eth0发出的源地址为10.34.0.1且去往客户端10.0.6.0/24网段的数据包，匹配策略路由表A后数据包将发送至网关10.34.0.254并通过链路A传输；同理，当服务器网卡eth1发出的源地址为10.34.1.1且去往客户端10.0.6.0/24网段的数据包，匹配策略路由表B后数据包将发送至网关10.34.1.254并通过链路B传输，这样服务器源地址不同的数据可以选择不同的路径进行传输。

### 4.3 配置数据包转发规则

策略路由表创建完成后，可以通过设置相应的转发规则，实现服务器发出的源地址不同的数据包去选择不同的策略路由表进行匹配，转发规则设置命令如下：

ip rule add from 10.34.0.1 lookup A pref 1000；

ip rule add from 10.34.1.1 lookup B pref 1001；

转发规则将数据包源地址和应查询的路由表绑定起来，其中1000/1001表示规则的优先级。两条规则分别表示如果数据包的源地址是10.34.0.1则去查询路由表A来决定数据转发路径，如果数据包的源地址是10.34.1.1则去查询路由表B来完成数据转发。

4.4 数据包转发路径

添加对应规则后当客户端向服务器eth0网卡请求数据时，服务器会通过该网卡回送数据包，此时数据包源地址为10.34.0.1，目的地址为客户端地址，根据配置的转发规则，服务器会去查找路由表A中的路由项并通过eth0网卡发送至网关10.34.0.254，从而满足反向路由校验并将数据包通过链路A传输至客户端；同样，当客户端访问服务器eth1网卡时，由于eth1网卡回送的数据包源地址为10.34.1.1，根据策略路由对应的规则设置，服务器会去查找路由表B中的路由项并通过eth1网卡发出，从而将数据包通过链路B传输至客户端。

按照图1中的网络拓扑结构，经过网络设备的实际测试，在两条冗余链路均正常的情况下，服务器能够根据客户端访问的网卡自动选择路径A或B，正常响应客户端请求，并且当其中一条链路中断时，服务器仍可通过另一条路径继续响应请求，确保服务不中断。

## 5 结束语

在网络规划设计中，采用冗余链路可以提高整个网络使用的健壮性，防止单传输链路故障导致的网络瘫痪和业务中断。本文深入探讨了冗余网络中因服务器路径选择异常导致的链路单通问题，系统分析了服务器反向路由检测机制，并精准定位了网络异常的根本原因。通过在服务器中配置策略路由表与转发规则，实现了服务器所发出的不同源地址的数据包根据转发规则与特定的路由表进行匹配，形成不同的转发路径，在确保反向路由检测机制有效运行的前提下，成功解决了双冗余链路单通的问题，优化了服务器的路径选择机制，提升了网络的可靠性与稳定性。

## 参考文献

[1]刘忆智.Linux从入门到精通[M].北京：清华大学出版社,2024.

[2]陈年.TCP/IP协议分析教程与实验[M].北京：清华大学出版社,2022.

[3]王达.华为HCIP-Datacom路由交换学习指南[M].北京：人民邮电出版社,2024.

[4]汪双顶,王隆杰等.高级路由技术（实践篇）[M].北京：人民邮电出版社,2023.