

# 路由器接口别名解析算法

王 燊 燊, 殷 肖 川, 郝 杲 旻

(空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

**摘 要:**网络拓扑发现的首要问题就是研究路由器的连接关系。由于路由器具有多个网络地址,在 Internet 上可以使用其中的任一地址来标识同一路由器,因此对路由器接口别名进行归并是网络拓扑发现技术研究的关键。分析了路由器接口别名问题,在对相关技术进行研究的基础上,设计并实现了一种路由器接口别名解析算法,该算法通过对相关数据进行分析,将路由器的地址转换为能够反映实际网络状况的地址集合,从而较好地提高了网络拓扑发现的准确性和完整性。最后,对算法进行了测试,结果表明该算法能够较真实地反映网络连接的实际情况。

**关键词:**拓扑发现;路由探测;别名解析

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3516.2009.04.014

**中图分类号:** TN915 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2009)04-0062-04

随着互联网的飞速发展与其新应用的不断涌现,Internet 规模不断扩大,其结构也越来越复杂,与此同时,网络流量与网络行为也发生了极大的变化,因而 Internet 的管理成了网络系统正常运行的关键,而网络拓扑发现恰是网络管理的基础。但是由于 Internet 中节点的类型和节点之间的互连技术多种多样,这使得骨干网络的拓扑结构日益复杂,而且 Internet 处于不断的变化之中。使得骨干网络拓扑发现技术面临越来越大的困难<sup>[1]</sup>。网络拓扑发现<sup>[2-3]</sup>对于保证网络系统正常运行、防范网络攻击具有重要意义。随着网络拓扑自动发现技术不断发展,它已经成为网络管理系统的重要组成部分。网络拓扑发现技术的关键问题之一就是研究路由器之间的连接关系<sup>[4]</sup>。

## 1 路由器接口别名问题

路由器一般具有多个接口,因此拥有多个 IP 地址,在 Internet 上可以使用其中的任一地址来标识同一路由器。由于这个原因,在描述网络拓扑时,难以唯一标识一台路由器,从而给网络拓扑的描述带来困难。当进行网络拓扑发现时,如果不对这个问题进行处理,将会把一个路由器解析为 2 个路由器,生成的拓扑图不能真实地反映实际网络连接情况<sup>[5-6]</sup>。未进行别名解析的拓扑分析结果见图 1。

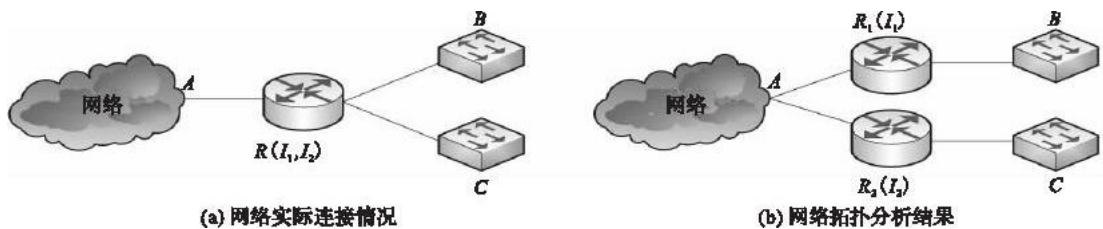


图 1 路由器别名现象对网络拓扑发现的影响

Fig.1 Influence of router alias to network topology discovery

\* 收稿日期:2008-09-16

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(2007F43)

作者简介:王燊燊(1984-),男,湖北武汉人,博士生,主要从事计算机网络与信息安全研究;

E-mail:wangshenshen061@163.com.

殷肖川(1961-),男,陕西西安人,教授,主要从事计算机网络与信息安全研究.

图1中, $A$ 为网络, $B$ 、 $C$ 为交换机, $R$ 为网络中的一个路由器,有2个接口 $I_1$ 和 $I_2$ 。图1(a)是网络的实际连接状况,网络 $A$ 通过路由器 $R$ 的接口 $I_1$ 、 $I_2$ 到达目标地址 $B$ 和 $C$ ,即得到路径 $A \rightarrow R \rightarrow B$ 和 $A \rightarrow R \rightarrow C$ ,但在网络拓扑描述时,并不能判断接口 $I_1$ 、 $I_2$ 是否属于同一路由器 $R$ ,拓扑发现得到的路径为 $A \rightarrow R_1 \rightarrow B$ 和 $A \rightarrow R_2 \rightarrow C$ ,如图1(b)所示,这显然是不符合实际情况的。

网络拓扑发现的过程中产生这种现象是由于当前网络拓扑发现通常采用IP选路的特点<sup>[7]</sup>,利用这个特点能探测到从探测源点到目的IP之间路径所包含的IP,最后绘制的拓扑图就是一个以探测源点为根节点的树形拓扑图,但由于并非所有的IP地址都对一个单独的路由器,即一个路由器有多个IP地址,绘制出的拓扑图就会与实际不符。故有必要对路由器进行别名解析。别名解析,就是识别出同一个路由器的不同IP地址,然后将别名IP地址合并,用一个节点IP来表示这个路由器。别名解析是网络拓扑发现技术中的一个重要环节,通过别名解析,才能更好地将属于同一路由器的不同IP进行合并,从而准确描述实际的网络状况。

## 2 路由器接口别名解析算法

### 2.1 算法原理

若已经知道路由器的某一个IP地址,可以采用UDP数据包探测法来获取该路由器可能存在的其他IP地址<sup>[8-9]</sup>。假设某路由器的一个已知IP为 $IP_A$ ,首先构造并向 $IP_A$ 发送目的端口号为1024-65535或任意一个未开放端口的UDP报文,之后接收到返回的端口不可达报文,解析该报文的源地址 $IP_B$ ,判断 $IP_B$ 与 $IP_A$ 是否相等,若不等,说明 $IP_A$ 与 $IP_B$ 为同一路由器的2个别名,将 $IP_B$ 记录下来,然后构造并向 $IP_B$ 发送探测报文,判断返回报文的源地址 $IP_C$ ,若能一直得到新的IP,则将其记录到路由器的IP集,并重复上述过程,直到返回的IP属于已探测到的IP集,算法原理见图2。

使用该方法时,应从同一探测源针对同一个路由器接口重复发送多个探测报文,这是因为多次探测能得到更加完整的地址集合。由于路由选路的相对固定的特性,发送路由器接口别名解析报文选择与发现该接口不同的探测源点可以取得较好的效果。

### 2.2 别名解析算法实现

已知某路由器的某IP地址 $t$ ,求其地址的集合 $N$

输入:路由器的某IP地址 $t$ ,输出:路由器的地址集 $N$

procedure AliasProbe(output:路由器地址集合( $N$ );input:路由器某一IP地址( $t$ ))

{

使 $N$ 为空;

While ( $t$  not in  $N$ )

{

将 $t$ 存入地址集合 $N$ ;

针对目标地址 $t$ 构造路由器别名解析报文;

向目标地址 $t$ 发送路由器别名解析报文;

接收目标 $t$ 返回的报文;

if(返回报文是ICMP端口不可达报文)

{解析数据包得到返回报文的IP地址信息 $s$ ;将 $s$ 的值赋给 $t$ ,即 $t=s$ ;}  
}

}

定义集合 $P$ 和集合 $Q$ ,设 $P, Q$ 均为空;

While ( $N \neq Q$ )

{

令 $Q = P = N$ ;

While ( $P$  not Null)



图2 别名解析算法原理

Fig.2 Principle of router alias resolution algorithm

```

{
    取 P 中下一个 IP 地址 a ;
    针对目标地址 a 构造路由器别名解析报文;
    向目标地址 a 发送路由器别名解析报文;
    接收目标 a 返回的报文;
    if(返回报文是 ICMP 端口不可达报文)
    {
        解析数据包得到返回报文的 IP 地址信息 b;
        If (b not in N){ 将 b 存入地址集 N;}
    }
    将 a 从 P 中删去;
}
}
}
}

```

本算法的实现基于原始 UDP 和 ICMP 协议,通过向路由器发送构造的 UDP 报文,然后对路由器返回的 ICMP 报文分析,得到路由器接口 IP,其实现基于原始的 UDP 和 ICMP 协议<sup>[10]</sup>。由于 UDP 和 ICMP 协议被广泛支持,故每次测试几乎都可以得到返回报文,因此判断效率较高,而且对新获得的接口 IP 发送报文,再对返回的地址对进行全面综合,可以有效地发现该路由器新的 IP 接口,使判断结果更加准确和完整。

### 3 测试及分析

根据本文提出的接口别名解析算法,将在西安、武汉、成都 3 地得到的数据分别在异地做路由器接口别名解析,通过发送路由器接口别名解析报文的结果参见表 1。

表 1 对路由器接口进行别名解析测试结果

Tab.1 Result of alias resolution test

接口发现地点	探测目的 IP 数目	未响应报文的 接口个数	响应报文的 接口个数	返回的 IP 数目数量
西安	12 361	3 465(28.03%)	8 896(71.97%)	8 910
武汉	11 293	3 312(29.33%)	7 981(70.67%)	8 012
成都	12 367	3 125(25.27%)	9 242(74.73%)	9 268

从表 1 可以看出约有 30% 的路由器不响应别名解析报文,分析可能的情况为:

- 1) 据统计,大约 10% 的核心路由器从来不响应未知端口的 UDP 报文,因此原因可能是路由器配置为不响应到达其未知端口的 UDP 报文;
- 2) 返回的 ICMP 报文在传输过程中被路由器或防火墙过滤;
- 3) 探测过程中由于网络原因,探测报文或响应报文数据包可能丢失。

这 3 个原因都表现为探测没有响应,从而使路由器别名解析结果不完整。为了提高算法的效果,对每个目标接口地址均发送 5 次解析报文,由于在实际中路由可能发生改变和网络状态发生的变化,使得同一路由器的不同接口响应解析报文。因此收到的响应报文的 IP 数目均大于实际的响应报文的接口数,这种情况实际上可以增强探测的完整性。

通过将别名解析后得到的源 IP、目的 IP 的地址对信息进行归并,最终形成 3 地探测得到的路由器接口分布见表 2。

表 2 3 地探测路由器接口分布情况

Tab.2 Distributing of router interface

接口数目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥10
西安	992	72	13	8	5	2	0	0	2	1
武汉	971	69	12	9	4	2	0	1	0	3
成都	996	73	13	7	3	2	1	2	0	1

从表 2 中可以看出其实骨干网上具有 2 个以上接口的路由器的数目并不多,绝大多数路由器只有一个

接口。这个结果与文献[3]中骨干网络中大约有 10%—15% 的路由器具有多个接口的结论相吻合。

## 4 结束语

本文在路由探测数据的基础上,通过对路由器接口 IP 发送别名解析报文,对接收到的报文 IP 地址进行分析,由路由器的某一 IP 地址推算出其接口地址的集合,从而可以在拓扑发现时对同名路由器进行合并。实验结果表明,通过本算法能够较真实地反映出网络的实际情况。本算法对路由器地址集探测结果不一定很完整,但基本能够满足应用的需求。在现实应用中,这种方法是一种有效的路由器别名识别方法。

### 参考文献:

- [ 1 ] Siamwalla R, Sharma R, Keshav S. Discovering Internet Topology [C/OL]//IEEE INFOCOM. [2009-04-02]. <http://www.cs.cornell.edu/skeshav/papers/discovery.pdf>.
- [ 2 ] Deering S. ICMP Router Discovery Message[R]. RFC 1256, 1991.
- [ 3 ] Spring N, Dontcheva M, Rodrig M, et al. How to Resolve IP Aliases [R]. UW-CSE-TR 04-05-04, 2004.
- [ 4 ] Braden R. Requirements for Internet Host-Communication Layers[R]. RFC 1122, 1989.
- [ 5 ] Hal Burch, Bill Cheswick. Mapping the Internet [J]. IEEE Computer, 1999, 32(4): 97-98.
- [ 6 ] Ramesh Govindan, Hongsuda Tangmunarunkit. Heuristics for Internet Map Discovery [C]//Proc of INFOCOM 2000 Nineteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Tel Aviv: IEEE Press, 2002: 1371-1380.
- [ 7 ] 林宏刚, 李焕洲, 戴宗坤. 一种启发式拓扑发现算法[J]. 四川大学学报: 工程科学版, 2005, 37(3): 118-123.  
LIN Honggang, LI Huanzhou, DAI Zongkun. A Heuristics Algorithm for Topology Discovery [J]. Journal of Sichuan University: Engineering Science Edition, 2005, 37(3): 118-123. (in Chinese)
- [ 8 ] Barford P, Bestavros A, Byers J. On the Marginal Utility of Network Topology Measurements [C]//Proc of the 1st ACM SIGCOMM Workshop on Internet Measurement. New York: ACM Press, 2001: 5-17.
- [ 9 ] Paul Barford, Azer Bestavros, John Byers, et al. On the Marginal Utility of Network Topology Measurements [C]//Proceedings of the 1st ACM SIGCOMM Workshop on Internet Measurement. New York: ACM Press, 2001: 5-17.

(编辑:徐楠楠)

## Alias Resolution Algorithm of Router Interface

WANG Shen-shen, YIN Xiao-chuan, HAO Gao-min

(Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

**Abstract:** Along with the rapid expansion of Internet, the infrastructure of Internet is becoming increasingly complicated. Network topology discovering has become an effective way to research the Internet. The key point of network topology discovery is to discover the connectivity between Routers. Because Router usually has several network addresses, Router alias resolution is important to network topology discovering. In this paper, the alias merge of the router is specified and the key technology has been researched. Then a router alias discovery and merging algorithm is proposed. The algorithm gets the address aggregate through data analyses. The test shows that the actual connection of network can be obtained by the algorithm.

**Key words:** network topology discovery; trace route; alias