

基于身份与位置分离策略可选的多宿主研究

刘叙友, 张思东

(北京交通大学 下一代互联网互联设备国家工程实验室, 北京 100044)

摘 要:多宿主技术具有提高网络可靠性、实现负载均衡、进行策略选择、扩展网络带宽等诸多优点,将成为下一代互联网的一种重要服务方式。在当前 TCP/IP 网络体系结构中,多宿主没有被普遍应用,其中一个重要原因就是 IP 地址具有双重含义,IP 地址既作为节点的身份标识又作为节点的位置标识,多宿主的广泛实施将引起路由表急剧膨胀。针对站点多宿主单个用户不能进行策略选择、主机多宿主不能进行负载均衡的问题,文中在一种基于身份与位置分离的网络体系结构下,对多宿主技术进行研究,提出一种基于位置标识选择机制的策略可选的站点多宿主解决方案,并对其可行性进行分析,更好地满足对多宿主负载均衡、策略选择的需求。

关键词:多宿主;负载均衡;策略选择;身份与位置分离

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)12-0024-05

Research on Site Multihoming with Strategy Selection Based on Identifier/Locator Split

LIU Xu-you, ZHANG Si-dong

(National Engineering Laboratory for Next Generation Internet Interconnection
Devices, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Multihoming enhances network reliability, implements load balancing and strategy selection, enlarges network's bandwidth and supports many other abilities, it will be an important service method for next generation internet. In the current TCP/IP network architecture, the multihoming has not been well deployed. One of the most important reasons is the IP address has dual functions, a host address is at the same time its identifier and its locator, multihoming implementation may lead to a huge growth of routing tables in the core network. Contrary to the problem that site multihoming can't implement strategy selection and host multihoming can't implement load balancing, studied multihoming technologies and proposed a site multihoming scheme with strategy selection based on locator - selecting in an identifier/locator split network architecture, and studied its feasibility, which meets the needs of load balancing and strategy selection for multihoming better.

Key words: multihoming; load balancing; strategy selection; identifier/locator split

0 引 言

随着互联网的发展,互联网用户数量迅速增加,对网络的传输性能、可靠性和灵活性有了更高的要求。多宿主是指一台主机或一个站点(如企业网、校园网等)出于路径冗余或策略的考虑从多个 ISP(网络服务提供商)接入互联网的现象,它具有提高网络可靠性、增强负载均衡能力、进行策略选择、扩展网络带宽等优点^[1],可以满足不同类型的需求。

然而在当前 TCP/IP 网络体系结构下,多宿主并没有广泛部署与应用,其中一个重要原因是 IP 地址具有双重含义:既作为节点的身份标识又作为节点的位置标识。在过去几年里,由于互联网的发展,以及多宿主和流量工程的实施,BGP 路由表急剧膨胀^[2],从 2007 年的约 20 万条增加到 2009 年的约 30 万条^[3]。IP 地址的双重含义,影响了互联网核心路由的扩展性,限制了多宿主、流量工程等技术的发展^[4]。为了解决这些问题,互联网结构委员会(IAB)授权互联网研究专门工作组(IRTF)为互联网设计一种新的域间体系结构,尽管 IRTF 的工作进展缓慢,一些其他的方案已经被提出来讨论^[5-7],其中身份与位置分离是这些方案的一个共识。

目前的多宿主机制有两种:站点多宿主和主机多

收稿日期:2010-04-08;修回日期:2010-07-20

基金项目:国家 973 计划项目(2007CB307100,2007CB307101)

作者简介:刘叙友(1984-),男,硕士研究生,研究方向为计算网络等;张思东,教授,博士生导师,研究方向为计算机网络、网络安全等。

宿主。站点多宿主支持较大的主机数目,可以满足大型机构的需求,但用户无法根据自己的需要实施策略选择;主机多宿主针对单个用户,用户可以根据偏好接入不同的核心网,但单个用户无法根据站点出口链路及网络状况实施流量工程。

为了充分利用和发挥多宿主的优势,在一种基于身份与位置分离的新的网络体系结构——一体化标识网络下,把一个身份标识映射到多个位置标识,提出一种基于位置标识选择(Locator-Selecting Based)的策略可选的站点多宿主解决方案,简称为 LSB-Multihoming。并对其涉及的一些关键问题进行分析。

1 相关工作

根据解决方法实施的主体不同,可以把目前的多宿主方案分为四种类型^[8]:主机中心策略型、路由策略型、网关策略型和修改网络协议栈策略型。

主机中心策略型的如 NAROS^[9],NAROS 的主要思想是由主机对源地址和目的地址进行选择,多宿主主机都拥有多个全局 IP 地址,选择不同的源地址就相当于选择了不同的 ISP。NAROS 可以实施流量工程和策略选择,但发生链路故障时,不能保持传输会话的存活,而且需要引入 NAROS 客户端和服务端,部署难度很大。

路由策略型的有站点出口路由器支持的多宿主方案^[10~12]等,其中 IPv4 采用 BGP 策略,IPv6 采用“隧道”机制。使用 BGP 策略的多宿主实施方便,但不可扩展,大量实施会导致路由表急剧膨胀;采用“隧道”机制的多宿主能够保持传输会话不中断且具有很好的扩展性,但不能实现策略选择。

网关策略型的如 MHTP 等,MHTP 采用 NAT 技术的原理,多宿主站点的边界路由器中间翻译的作用,当一个 ISP 的链路失效时,选择另一个 ISP 的地址作为源地址重写报文头。MHTP 具有较好的扩展性但不能保持传输会话的存活,也不能进行策略选择。

修改网络协议栈策略型的有 shim6^[13]等,shim6 通过在协议栈插入一个子层,分离了 IP 地址身份标识和位置标识的功能,多宿主主机拥有多个位置标识,从而实现路径冗余,在通信过程中始终使用同一个身份标识,连接链路切换时不会造成传输会话的中断;但它引入了一些安全隐患,而且无法实施流量工程,对于大型的企站点来说,流量工程是它们非常需要的功能。

2 一体化标识网络

一体化标识网络是国家重点基础研究计划(973)项目“一体化可信网络与普适服务体系基础研究”提出

的一种新的网络体系结构。文献[14]研究和探索新一代信息网络体系结构的基础理论,提出了一体化网络与普适服务两层新体系结构模型。文献[15]进一步对一体化网络理论进行了研究,提出了一体化网络接入标识与交换路由标识分离映射理论。一体化标识网络引入接入标识 AID (Access Identifier)作为端节点接入网络的身份标识,引入交换路由标识 RID (Routing Identifier)作为端节点的位置标识,用于核心网的路由,实现了端节点身份与位置的分离。核心网接入设备接入交换路由器 ASR (Access Switching Router)通过查询认证中心对接入网络的端节点的 AID 进行认证,并查询映射服务系统完成 AID 与 RID 的转换。

可以通过一个如图 1 所示拓扑结构的例子来了解一体化标识网络下端节点进行通信的简单过程:首先,host1 向 ASR1 发送认证请求,若认证通过,host1 使用 AID1 作为源标识,AID2 为目的标识向 host2 发送数据包;然后,当数据包达到接入交换路由器 ASR1 时,ASR1 查询映射服务系统,获得 AID1、AID2 对应的交换路由标识 RID1、RID2,并把数据包中的 AID1 和 AID2 分别替换为 RID1 和 RID2。最后,替换后的数据包的经过核心网的路由,到达 ASR2,ASR2 查询映射服务系统,把数据包中的 RID1 和 RID2 分别替换为 AID1 和 AID2,转发给 host2。

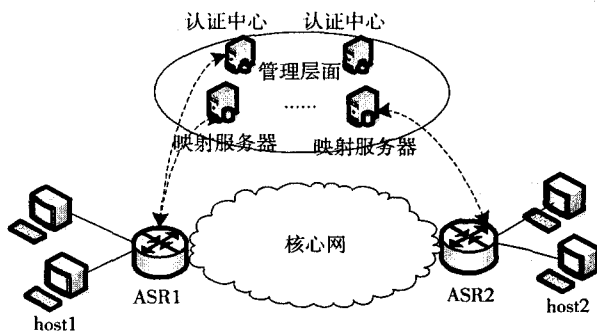


图 1 一体化网络拓扑示例

3 LSB-Multihoming

在一体化标识网络中,RID 作为端节点的位置标识,由 ISP 分配,可以把一个 AID 映射到多个由不同 ISP 分配的 RID,从而实现从多个 ISP 接入网络,即多宿主。

RID 的选取代表着站点出口链路以及 ISP 的选取,所以通过定义不同的选择标准:如使站点各条出口链路的负载均衡,或者优先选取比较便宜的链路和 ISP 服务,或者选取其它一些 QoS 标准等,就可以实现多宿主的负载均衡和策略选择甚至一些其它的附加需求。

3.1 总体方案

一体化标识网络为站点多宿主的实施提供了基础。如图 2 所示,当站点接入的接入交换路由器连接多个 ISP 时,站点内的主机可以获得多个由不同 ISP 分配的 RID。接入交换路由器可以为站点内的主机在映射服务系统创建一个 AID 对应多个 RID 的多宿主映射条目。在多宿主映射条目中,为每个 RID 设置一个优先级,每次进行 AID 与 RID 的映射时,选择优先级最高的 RID,其它的作为备选。这样站点就拥有跨越不同 ISP 的多条路径,实现了路径的冗余备份。

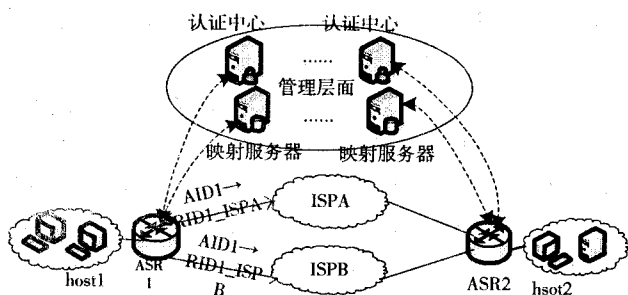


图 2 LSB-Multihoming 结构示例图

一体化标识网络引入了接入认证机制,对端节点 AID 的“合法性”进行确认,提高了网络的安全性,也为实现策略选择提供了基础。可以在接入请求消息增加一个策略字段,用户每次请求接入网络时可以进行策略的设置,接入交换路由器对接入请求进行处理,并通过与映射服务器的交互完成 RID 优先级的设定来实现策略管理。

可以通过采用轮转(round-robin)算法或其它方案选择替换 AID 的 RID 来实现站点各出口链路流量的负载均衡,也可以设计算法根据各出口链路的带宽进行合理的流量分担。

假定多宿主站点内的主机 host1 有两个交换路由标识:RID1-ISP A、RID1-ISP B,现在 host1 需要与对等站点内的 host2 进行通信,host1 选择接入 ISP A 的网络,因此 RID1-ISP A 的优先级比 RID1-ISP B 高,正常情况下 host1 和 host2 之间的数据包通过 ISP1 转发。当优先级最高的 RID 所对应的路径出现故障时,接入交换路由器会自动把转发的路径切换到其它的 RID 对应的路径上来,文献[16,17]对链路故障检测及恢复机制进行了研究。若接入交换路由器 ASR1 探测到经由 ISP A 的路径出现了故障,而经由 ISP2 的路径正常,就提高 RID1-ISP B 的优先级,使之高于 RID1-ISP A 的优先级,这样在进行 AID 与 RID 的转换时就会选择 RID2-ISP B,并经由 ISP B 的路径转发数据包。在通信的过程中,用来标识会话连接的接入标识始终不变,即使底层连接的链路发生了切换,也不会造成传

输会话的中断。

3.2 RID 选择机制

在 LSB-Multihoming 中通过 RID 的选择接入不同的 ISP,因此设计一种合理高效的 RID 选择机制是非常重要的,同时也需要接入交换路由器的功能支持。

3.2.1 接入交换路由器的功能结构

接入交换路由器是实施 LSB-Multihoming 的核心设备。它不仅具有普通路由器的转发功能,还需要对接入的端节点的 AID 进行认证,处理用户的策略需求,查询映射服务器完成 AID 与 RID 的替换,监测出口链路和 ISP 网络状况。

图 3 描述了 ASR 的功能结构,其中,接入请求模块通过查询认证中心对请求接入的端节点的 AID 进行认证,若认证通过,则对用户的策略需求进行处理;映射服务查询/设置模块负责与映射服务系统的交互,获取或者更新映射记录;网络监测模块用于监测出口链路的流量、可用带宽和链路的可达性;映射/转发模块则完成 AID 与 RID 的替换并转发数据包。

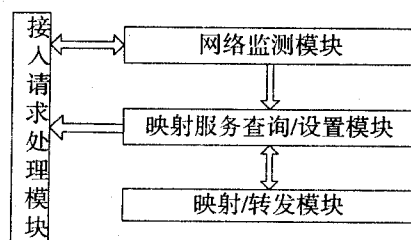


图 3 ASR 功能结构图

3.2.2 RID 选择

在 LSB-Multihoming 中,RID 的选取即代表着站点出口链路及 ISP 的选取,现从负载均衡和用户偏好需求两个方面来研究 RID 的选取。

对于大型的站点来说,负载均衡是它们实施多宿主非常需要的一项功能。根据调度方式的不同,负载均衡主要分为静态负载均衡和自适应负载均衡两种,鉴于网络流量的局部性和突发性等特点,基于自适应动态报文分配方法的自适应负载均衡算法更能够在微观上保证负载的合理分配。文献[18]对自适应负载均衡算法进行了研究。网络监测模块根据监测的出口链路的流量和带宽,依据自适应负载均衡算法来指导 RID 的选择。

LSB-Multihoming 提供了灵活的网络接入选择策略,以满足不同类型用户的需求。端节点在接入核心网络时,首先需要向其接入的接入交换路由器发送接入请求消息,请求消息包含了认证请求和策略要求。接入交换路由器对接入请求消息进行处理,处理流程如图 4 所示。

接入交换路由器先查询认证中心对请求接入的 AID 进行认证,若 AID“非法”,将丢弃所有该 AID 的数据包;反之,则对接入请求消息的策略字段进行处理,表 1 展示了部分可选的管理策略,其中策略 DEFAULT 和策略 ISP_NUM 跟外部的网络状态没有关系,而策略 AVAILABLE_BW 和外部的网络状态密切相关。

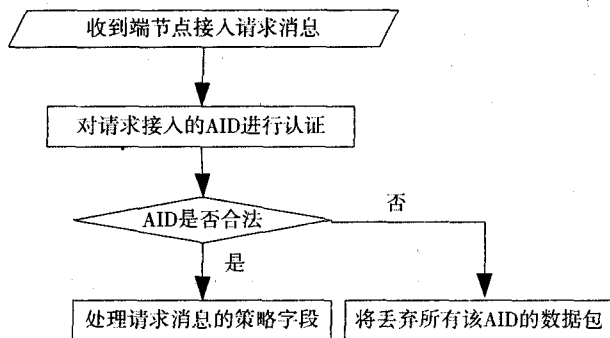


图 4 接入请求消息处理流程

表 1 可选的管理策略

| 策略类型 | 策略描述 |
|--------------|------------------|
| DEFAULT | 缺省接入 |
| ISP_NUM | 固定接入某一 ISP 网络 |
| AVAILABLE_BW | 接入可用带宽最大的 ISP 网络 |

当策略类型为 DEFAULT 时,多宿主映射条目中的 RID 初始具有相同的优先级,在进行通信时,优先选择与目的主机 RID 所属 ISP 相同的 RID;若策略类型为 ISP_NUM,即为某一具体 ISP 的编号,则把该 ISP 分配的 RID 的优先级设置为最高;如果策略类型为 AVAILABLE_BW,需要根据网络监测模块监测的各个出口链路的可用带宽,把出口链路可用带宽最大的 ISP 分配的 RID 的优先级设置为最高。算法 1 对策略管理进行了伪码描述:

算法 1:

```

procedure: Policy_Management(policy)
  if (policy == DEFAULT) then
    set_priority(equal)
  end if
  if (policy == ISP_NUM) then
    set_priority(ISP_NUM.RID)
  end if
  if (policy == AVAILABLE_BW) then
    network_detect(link1, ..., linkn)
    set_priority(max_available_bw.RID)
  end if
  else
    return (ERROR)
  end procedure
  
```

3.3 关键问题

3.3.1 安全性

安全性对于建立可信的新一代信息网络至关重要。现在各种攻击和破坏行为使网络面临严峻的安全挑战,尤其是虚假地址和虚假标识问题使网络可信度大大降低。

在新的网络体系结构下,各种终端在接入一体化网络前需要对其接入标识进行认证,认证通过后才能对其进行交换路由标识的映射,很好地阻止了虚假标识报文在网络上传输。文中提出的多宿主方案是通过认证请求消息来传递策略选择的需求,不需要其它的消息交互;因此,方案的实施不会带来其它潜在的网络安全问题。

3.3.2 与其他方案的比较

现就路径冗余、保持传输会话的存活性、负载均衡、策略选择等四个方面与其它的多宿主方案进行比较(如表 2 所示)。

表 2 LSB-Multihoming 与其他多宿主方案的比较

| 多宿主方案 | 路径冗余 | 传输会话存活性 | 负载均衡 | 策略选择 |
|-----------------|------|---------|------|------|
| 站点出口路由器支持的多宿主方案 | 是 | 是 | 否 | 否 |
| NAROS | 是 | 否 | 是 | 是 |
| Shim6 | 是 | 是 | 否 | 否 |
| LSB-Multihoming | 是 | 是 | 是 | 是 |

从上表比较可以看出,本方案基本上满足了多宿主的主要需求,特别是很多大站点很需要的负载均衡和单个用户比较倾向的策略选择。与 NAROS 相比较,同样可以实现负载均衡和策略选择,文中方案不需要引入额外的客户端和服务端,实施起来也要容易;同时,对没有实施多宿主的站点也没有影响。由于引入了其他的功能模块,实施多宿主的接入交换路由器需消耗比较多的资源,会对接入交换路由器的性能要求比较高。

4 结束语

总的来说,身份与位置分离机制为多宿主的实施提供了基础。针对下一代信息网络提供服务的可靠性,在一种新的网络体系结构下,从全新的角度考虑问题,提出了一种基于位置标识选择的策略可选的站点多宿主解决方案,解决了许多多宿主方案不能同时实现负载均衡和策略选择的问题,同时具有很好的扩展性。对于构建可靠、高效的下一代信息网络具有借鉴意义。

本方案是通过现有的多宿主技术和新的网络体

系结构研究的基础提出的一种设想,对该方案在一体化网络测试环境中的具体实现还有待于进一步深入研究。尽管如此,通过对这些新的设计技术的研究,相信这些新颖的设计思路将会影响人们解决类似问题的方法,对于多宿主的应用也具有一定的现实意义。

参考文献:

- [1] Ernst T, Montavont N, Wakikawa R, et al. Goals and Benefits of Multihoming[C]//IETF draft - ernst - generic - goals - and - benefits - 02. [s.l.]: [s.n.], 2005.
- [2] Saucez D, Donnet B, Iannone L, et al. Inter-domain Traffic Engineering in a Locator/Identifier Separation Context[C]//Proc. of Internet Network Management Workshop. [s.l.]: [s.n.], 2008.
- [3] Huston G. BGP Routing Table Analysis Report[EB/OL]. 2010. <http://bgp.potaroo.net>.
- [4] Meyer D. The locator identifier separation protocol (LISP)[J]. Internet Protocol Journal, 2008(1): 23-36.
- [5] Farinacci D, Fuller V, Meyer D, et al. Locator/ID Separation Protocol(LISP)[C]//IETF draft - farinacci - lisp - 12. [s.l.]: [s.n.], 2009.
- [6] Vogt C. Six/one: A solution for routing and addressing in IPv6[C]//IETF draft - vogt - rrg - six - one - 00. [s.l.]: [s.n.], 2007.
- [7] Atkinson R. ILNP Concept of Operations[C]//IETF draft - rja - ilnp - intro - 01. [s.l.]: [s.n.], 2008.
- [8] 王金锋,王慧,孙志刚. IPv6 多宿主技术研究[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(1): 20-24.
- [9] de Launois C, Bonaventure O. MAROS: Host - Centric IPv6 Multihoming with Traffic engineering[C]//IETF draft - de-launois - multi6 - maros - 00. [s.l.]: [s.n.], 2003.
- [10] Abley J, Lindqvist K, Davies E, et al. IPv4 Multihoming Practices and Limitations[S]. IETF RFC 4116, 2005.
- [11] Hagino J, Snyder H. IPv6 Multihoming Support at Site Exit Routers[S]. IETF RFC3178, 2001.
- [12] 王洪臣,朱尚明. 多连接校园网策略路由的研究与实现[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(4): 25-28.
- [13] Nordmark E, Bagnulo M. Shim6: Level3 Multihoming Shim Protocol for IPv6[S]. IETF RFC 5533, 2009.
- [14] 张宏科,苏伟. 新网络体系基础研究——一体化网络与普适服务[J]. 电子学报, 2007, 35(4): 593-598.
- [15] 董平,秦雅娟,张宏科. 支持普适服务的一体化网络研究[J]. 电子学报, 2007, 35(4): 599-606.
- [16] Barré S, Bonaventure O. Improved Path Exploration in shim6based Multihoming[C]//SIGCOMM. [s.l.]: [s.n.], 2007.
- [17] 涂睿,苏金树,陈锋. 一种基于位置/标识分离的站点多宿主路径失效恢复机制[J]. 计算机科学, 2009, 36(10): 49-54.
- [18] Shi W, MacGregor M H, Gburzynski P. Load Balancing for Parallel Forwarding[J]. IEEE/ACM Transaction on Networking, 2005, 13(4): 790-801.

(上接第 23 页)

程。对于原始箱号图像光照不均,尘污等干扰,在背景消除,灰度拉伸基础上,采取了局部动态阈值法结合 Prewitt 边缘检测算子的方法对灰度图像进行二值化处理,利用这种算法来减少字符边缘信息丢失,并给出了一种集装箱箱号字符分割的方法。在使用特征值投影法找分割点时,采取对行列分别设置 λ 值,使分割点位置更准确。实验表明,此方法为整个系统最后完成集装箱箱号字符识别提供了较好的预处理效果。

参考文献:

- [1] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社, 2007.
- [2] 卢盛辉. 集装箱自动识别系统研究[D]. 成都:西南交通大学, 2003.
- [3] Yin Jianqin, Cao Aizeng, Li Jinping. A new method for container code location[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics. [s.l.]: [s.n.], 2007: 2842-2845.
- [4] 张引,潘云鹤. 面向车辆牌照字符识别的预处理算法[J]. 计算机应用研究, 1999, 16(7): 85-87.
- [5] 赵永志,彭国华. 一种有效的图像二值化方法[J]. 科学技术与工程, 2007, 7(1): 139-141.
- [6] 潘巍,李晋川,王阳生,等. 一种基于有效梯度信息的复杂图像分割方法[J]. 计算机工程与应用, 2006, 42(18): 11-12.
- [7] 周妮娜,王敏,黄心汉,等. 车牌字符识别的预处理算法[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(15): 220-221.
- [8] 秦襄培. Matlab 图像处理与界面编程宝典[M]. 北京:电子工业出版社, 2009.
- [9] 迟晓君,孟庆春. 基于投影特征值的车牌字符分割算法[J]. 计算机应用研究, 2006, 23(7): 256-257.
- [10] 胡新荣. 一种改进的车牌字符分割算法[J]. 计算机工程, 2006, 32(3): 191-192.
- [11] 杨述斌,张阳. 复杂车辆图像中的车牌快速形态定位算法[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(6): 50-53.
- [12] 任彬,汪炳权,罗斌. 基于图指数平滑的阈值和峰点自动检测方法[J]. 中国图像图形学报, 1997, 2(4): 230-233.