

利用 Mobile IPv6 技术实现 Anycast 服务^{*}

王晓喃^{1,2} 钱焕延¹

(南京理工大学 南京 210094)¹ (常熟理工学院 江苏常熟 215500)²

摘要 IPv6 具有两个新特性,一个是 Anycast 服务,另一个是移动 IP 服务。本文在移动 IP 技术基础之上提出了一种 Anycast 通信模型,此通信模型不仅解决了 Anycast 扩展局限性问题,同时也实现了 Anycast 组成员的动态加入与注销,以及 Anycast 成员信息的分布式维护与处理,从而实现了均衡负载功能。本文深入分析和讨论了该方案的可行性,并通过在 IPv6 模拟环境下的实验结果论证此方案的有效性以及可靠性。

关键词 IPv6, Anycast, 移动 IP, 转交地址

Implementation of Anycast Service with Mobile IPv6 Technology

WANG Xiao-Nan^{1,2} QIAN Huan-Yan¹

(Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094)¹ (Changshu Institute of Technology, Jiangsu Changshu 215500)²

Abstract In IPv6 two kinds of new characteristics are proposed, one of which is Anycast and the other is Mobile IP, and both of which are splendid and prosperous future. In this paper, an Anycast communication model is proposed on the basis of the mobile IP technology. This Anycast communication model radically solves Anycast existing scalability problem and allows Anycast members to freely leave and join Anycast group. In addition, this model accomplishes the distributed maintenance and transaction of Anycast members' information so it fulfills the load balance. This paper deeply analyzes and discusses the feasibility of this communication model and according to the experimental data in IPv6 simulation it also argues that this communication model is valid and reliable.

Keywords IPv6, Anycast, Mobile IP, Care-of Address

1 Anycast

Anycast 是 IPv6 所提供的一种特殊网络服务,它允许服务申请者访问共享同一 Anycast 地址所标识的一组接口中最近的一个(这里的最近是按路由协议的距离量度来计算的)。Anycast 是一种非常有用的服务,它在许多应用领域都发挥着重要作用。随着网络新应用、新服务的不断涌现,对它的需求也在不断增长。由于 Anycast 地址所标识的是提供同一种服务的一组节点,所以 RFC2373 对 Anycast 地址的分配做出如下限制:1) Anycast 地址不可以作为 IPv6 数据包的源地址来使用;2) Anycast 地址不能分配给 IPv6 主机使用,而只能分配给 IPv6 路由器。

由于以上的限制,如果一个用户要获取 Anycast 服务时,它要经过如下两个步骤:1) 用户通过提供 Anycast 服务的 Anycast 地址首先获取其所标识的一个 Anycast 服务器的 Unicast 地址;2) 用户再利用获取的 Unicast 地址与 Anycast 服务器直接建立连接以获取 Anycast 服务。

2 移动 IP 技术

随着 Internet 的飞速发展与移动计算机日益广泛的应用,越来越多的移动用户也希望自己能够向台式机用户一样共享 Internet 的资源和服务,而不是局限于某一个固定区域。IETF 为了迎合这种需求,制定了移动 IP 协议,从而使 Internet 上的移动接入成为可能。

移动 IP 的工作原理可以描述如下:1) 归属代理和外区代理不停地向网上发送代理通告 (Agent Advertisement) 消息,以声明自己的存在;2) 移动节点接到这些消息,确定自己是在归属网还是在外区网上;3) 如果移动节点收到的是归属代理发来的消息,那么它会发现自己仍在归属网上,则不启动移动功能。如果移动节点是从外区重新返回的,则向归属代理发

出注册取消的功能消息,声明自己已回到归属网中;4) 当移动节点检测到它移到外区网,它则获得一个转交地址 (care-of address);5) 然后移动节点会发送一个 Binding Message 给所有与它通信的节点 (correspondent node),通知它们新的转交地址以便这些通信节点在此移动节点本身固有的 Unicast 地址以及转交地址之间转换;6) 然后,通信节点就可以利用接收到的转交地址与移动节点进行直接通讯了。

从以上的描述可以看出,用户获取 Anycast 服务与移动节点在外区与通信节点通信的过程类似,都需要一个地址转变过程,所不同的是前者进行 Anycast 地址与 Unicast 地址之间的转换,后者是移动节点本身 Unicast 地址与转交地址之间的转换。鉴于此,本文在充分研究了 Anycast 技术与移动 IP 技术之后提出了一种利用移动 IP 技术实现 Anycast 服务的通信模型,该模型弥补了现存实现 Anycast 服务方案的很多不足之处,下面将对改通信模型给予详细的分析与讨论。

3 通信模型

3.1 整体框架

本模型遵从 RFC2373 对 Anycast 地址分配所做出的限制: Anycast 地址只能分配给路由器,而不能分配给主机。这样,在本模型中,支持某种 Anycast 服务的路由器具有标识该服务的 Anycast 地址,同时它也具有自己的 Unicast 地址,如图 1 所示。

在此模型中,一台路由器可以支持多种 Anycast 服务,同样一种 Anycast 服务也可以由多个路由器来支持,这些路由器遍布于整个网络,而实际的 Anycast 组成员就是位于这些路由器所在本地网络的能够真正提供 Anycast 服务的 Anycast 服务器。本模型采用了移动 IP 技术,一个 Anycast 组对于用户来说就相当于一个移动节点,而用户获取 Anycast 服务的过程就相当于通信节点与一个移动到外网的移动节点进行交

互通信的过程。总结起来,它需要如下两个步骤:1)用户使用提供 Anycast 服务的 Anycast 地址与 Anycast 服务器建立连接(相当于通信节点使用移动节点的固定 Unicast 地址与位于外网的移动节点建立连接),请求获得 Anycast 服务;2)距离用户最近的支持 Anycast 服务的路由器接收到此建立连接的请求之后,选取一个当前最优的 Anycast 服务器,并将请求转发给此服务器,它将发送一个 Anycast 地址与其本身 Uni-

cast 地址之间的绑定消息给用户(相当于家乡移动代理接收到此请求之后,将其转发给位于外区的移动节点,然后移动节点发送一个其自身固有的 Unicast 地址与转交地址之间的绑定消息给用户),这样,用户就可以直接与 Anycast 服务器进行通信了(同样的道理,通信节点可以直接与移动节点进行通信了)。

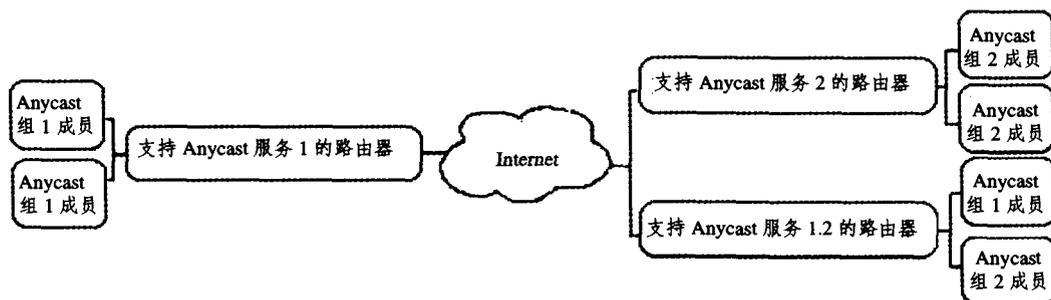


图 1 整体框架

3.2 Anycast 组成员的加入和注销

在本模型中,一台主机可以自由地申请加入或者离开一个 Anycast 组。一台主机申请加入一个 Anycast 组的过程可以描述如下:1)主机首先发送一个 Join 消息,此消息包括本身的 Unicast 地址以及申请加入的 Anycast 地址,此消息的目的地址为其本地网络的默认路由器的 Unicast 地址;2)默认路由器接收到此 Join 消息之后,首先对此消息进行身份认证,如果认证通过,那么它将检查本身是否已经具有此 Anycast 地址的相关记录,如果有,那么它就将此移动节点的

相关信息加入到该 Anycast 地址的相关记录中,否则,它首先创建有关此 Anycast 地址的相关记录,然后再将此主机的相关信息加入到新创建的 Anycast 地址的相关记录中去,同时它更新自己的路由表并且通知其他路由器它现在已经具有支持此 Anycast 服务的功能(即具有 Anycast 组地址的身份)以便其及时地更新 Anycast 路由信息,如图 2 所示;3)最后,默认路由器会发送一个 Accept 消息给该主机,此时,此主机具有了 Anycast 组成员的身份。

至此,一台主机申请成为一个 Anycast 组成员的过程结束。

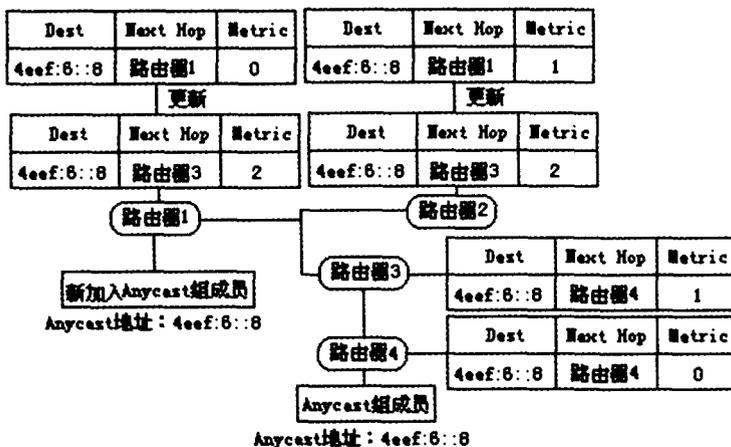


图 2 路由表更新过程

下面再讨论一下 Anycast 组成员如何从 Anycast 组注销。一个 Anycast 组成员从某个 Anycast 组注销的过程可以描述如下:1) Anycast 组成员首先发送一个 Leave 消息,此消息包括它本身的 Unicast 地址以及申请注销的 Anycast 地址,此消息的目的地址为其本地网络默认路由器的 Unicast 地址;2)默认路由器接收到此 Leave 消息之后,首先对此消息进行身份认证,如果认证通过,那么它将检查本身是否已经具有此 Anycast 地址的相关记录,如果有,则从其相关记录中删除此 Anycast 组成员的相关信息,并且检查此时 Anycast 地址的相关记录是否为空,如果为空,那么它更新自己的路由表并且通知其他路由器它现在已经不能支持此 Anycast 服务(即取消此 Anycast 组地址的身份)以便其及时地更新 Anycast 路由信息;3)最后,默认路由器会发送一个 OK 消息给 Anycast 组成员,此时,此 Anycast 组成员已经注销了 Anycast 组成员的身份。

至此,一个 Anycast 组成员从某个 Anycast 组注销的过程结束。

上述 Anycast 组成员加入和注销的过程可以通过增加新的消息类型来实现。但是,为了防止被恶意攻击,主机和路由器之间的信息交互要采用一些安全措施。

3.3 路由过程

如图 3 所示,客户端 1 发出一个申请 Anycast 服务的数据包,它首先到达本地路由器 2,路由器 2 根据自身路由表将其路由到路由器 1,路由器 1 根据 Anycast 地址的相关记录选取一个最优 Anycast 组成员 1;同样,客户端 2 发出的申请 Anycast 服务的数据包首先到达本地路由器 3,然后路由器 3 根据自身的路由表信息将其路由到路由器 4,路由器 4 根据 Anycast 地址的相关记录选取一个最优 Anycast 组成员 2。

最优 Anycast 组成员接收到申请 Anycast 服务的数据包之后,它将发送一个 Anycast 地址与其本身 Unicast 地址之间

的绑定消息给用户,这样,用户就可以直接与 Anycast 服务器进行通信了。

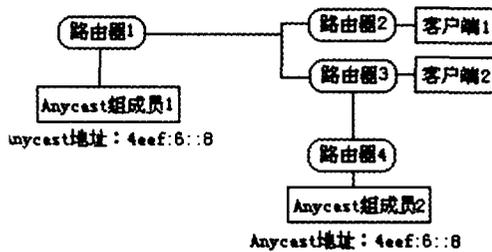
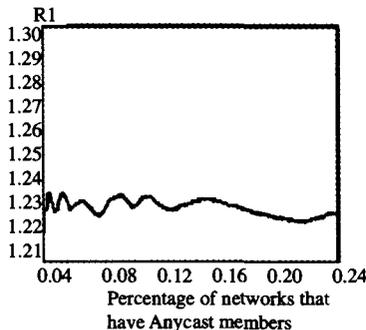


图 3 Anycast 数据包路由过程

本方案使用了 MIPv6 Route Optimization 技术,用户接收到 Anycast 服务器发送的绑定信息之后,它与 Anycast 服务器发送数据包进行通信的时候就会充当两个角色:1)它作为它所发送数据包的源端;2)它作为它所发送数据包的第一个路由器,即源路由(Source Routing),源路由的路由地址为 Anycast 服务器的 Unicast 地址。此外,每个数据包还包括一个路由头部(Routing Header),它记录着 Anycast 地址。这样,用户发送的数据包首先被源路由到 Anycast 服务器,



从上图可以看出,R1 的比值趋于 1.235,而 R2 的比值趋于 1.255,这个试验结果表明,本模型所提供的 Anycast 服务的整体响应时间优于在 IP 层以及应用层实现的 Anycast 服务的响应时间。

本文提出了一种利用移动 IP 技术实现 Anycast 服务的通信模型,本模型与已经存在的 Anycast 通信模型相比具有如下特点和优点:1)此模型解决了 Anycast 的扩展局限性问题,它允许 Anycast 组成员遍布整个网络,而且允许 Anycast 组成员动态地加入和离开 Anycast 组;2)本模型中的 Anycast 组成员的加入和注销都是分布式处理的,并不是集中在某个固定设备上,这就有效地避免了由于瓶颈可能导致网络阻塞或者某个设备由于超负载而宕机的情况。在本模型中,由于加入与注销消息只是在本地局域网内传输,并且此类消息的数据传输量也非常小,因此,它们对网络性能基本没有影响;3)本模型会将用户发送的 Anycast 数据包路由到距离用户最近的支持 Anycast 服务的路由器上,并由此路由器分配一个当前最优的 Anycast 组成员,通过这种方式,这些请求可以均衡地分布在 Anycast 组成员之间得到高效地处理,从而实现了网络负载均衡;4)本模型中的 Anycast 组成员信息是采用分布式管理与维护的,即每个支持 Anycast 服务的路由器负责管理和维护其本地网络区域内的 Anycast 组成员的路由信息,这就有效地解决了由于瓶颈可能导致网络阻塞的问题;5)本模型的实现不需要对 Internet 的基础框架做任何修改,因为 Mobile IPv6 是 Internet 的一个标准协议,它已经应用到很多领域内,所以,本模型很容易实施。

结束语 Anycast 服务与移动 IP 技术都是 IPv6 的新特性,它们可以支持许多服务。本文在 IPv6 的模拟环境下,提出了一种利用移动 IP 技术实现 Anycast 服务的通信模型,该

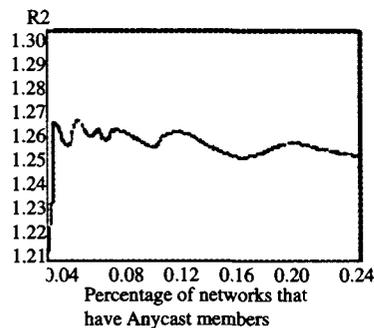
Anycast 服务器接收到此数据包之后,通过路由头部里的 Anycast 地址来确定建立起来的连接(因为用户是利用 Anycast 地址与 Anycast 服务器建立连接的),这样用户与 Anycast 服务器之间就可以进行正确的通信了。

4 性能分析

从用户的角度来看,发送服务请求到接收到服务应答之间的这段时间间隔(即 TRT)越短,用户认为服务质量越好。所以,本模型的性能分析是通过比较在 IPv6 模拟环境下用户在本模型中获取 Anycast 服务所用的 TRT 与在 IP 层和应用层获取 Anycast 服务所用的 TRT 来完成的。通过对同等数据量在不同实现方式下的 TRT 比值,如下列公式所示,可以得到如下的 TRT 性能分析图。

$$R1 = TRT_{ApplicationLayer} / TRT; R2 = TRT_{IPLayer} / TRT$$

其中,R1 为用户获取在应用层以及本模型实现的 Anycast 服务的 TRT 比值,其中 $TRT_{ApplicationLayer}$ 为在应用层实现 Anycast 服务的 TRT 值,TRT 为测试数据在本模型实现 Anycast 服务的 TRT 值;R2 为用户获取在 IP 层以及本模型实现 Anycast 服务的 TRT 比值, $TRT_{IPLayer}$ 为测试数据在 IP 层实现 Anycast 服务的 TRT 值。



模型可以实现高质量以及响应时间短的 Anycast 服务。

由于 Anycast 服务以及移动 IP 技术的研究还处于初级阶段,所以它们都存在着一些问题,有待进一步探讨和研究。

参考文献

- 1 Afergan M, Wein J, LaMeyer A. Experience with some Principles for Building an Internet-Scale reliable System. In: WORLDS, Dec. 2005
- 2 Ballani H, Francis P. Towards a Global IP Anycast Service. In: SIGCOMM, Aug. 2005
- 3 Castro M, Druschel P, Kermarrec A, Rowstron A. Scalable Application-Level Anycast for Highly Dynamic Groups. In: International Workshop on Networked Group Communication, Sept. 2003
- 4 Dilley J, Maggs B, Parikh J, Prokop H, Sitaraman R, Wehl B. Globally Distributed Content Delivery. IEEE Internet Computing, 2002, 6(5)
- 5 Doi S, Ata S, Kitamura H, Murata M. Design, Implementation and Evaluation of Routing Protocols for IPv6 Anycast Communication. In: IEEE 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Mar. 2005
- 6 Johnson D, Perkins C, Arkko J. Mobility Support in IPv6. RFC 3775, June 2004
- 7 Kim D, Meyer D, Kilmer H, Farinacci D. Anycast Rendezvous Point (RP) mechanism using Protocol Independent Multicast (PIM) and Multicast Source Discovery Protocol (MSDP). RFC 3446, Jan. 2003
- 8 Sarat S, Pappas V, Terzis A. On the Use of Anycast in DNS. In: Intl. Conf. on Measurements and Modeling of Computer Systems, June 2005
- 9 Kim D, Meyer D, Kilmer H, et al. A Single-Homed Ad Hoc Distributed Server; [Technical Report IR-CS-013]. Vrije Universiteit Amsterdam, Mar. 2005
- 10 Weber S, Cheng L. A Survey of Anycast in IPv6 Networks. IEEE Communications, Jan. 2004