

Anycast 通信机制及其研究现状

莫伟, 桂志波

(南京邮电大学 计算机科学与技术系, 江苏 南京 210003)

摘要: Anycast 是一种新的标准通信模式, 用户通过一个 Anycast 地址就可以访问该地址所表示的一组服务器中离用户最近的一台服务器。Anycast 在镜像服务器选择、移动 Adhoc 网络, 以及支持主机自动配置方面有着广泛的应用前景。针对 Anycast 服务所进行的工作可分为两类: 第一, 在应用层(Application Layer)上通过管理手段实现 Anycast 的相关服务; 第二, 在网络层(Network Layer)上采用路由选择算法完成 Anycast 的路由和选址。关于 Anycast 的一些协议和标准正在讨论之中, 不确定性传输、组管理和 Anycast 路由表规模压缩等问题是当前研究的热点。

关键词: Anycast 地址; Anycast 服务器; 不确定性传输; 组管理; Anycast 路由

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)08-0180-03

Anycast Communication Status and Its Research Status

MO Wei, GUI Zhi-bo

(College of Computer Sci. & Tech., Nanjing Univ. of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: Anycast is a new standard communication paradigm. With anycast, client can request the "nearest" server in terms of a certain performance index for provision of a group services which share one anycast address. Anycast has a wide application prospect in the selection of mirror services, mobile Adhoc network and support of host automatic configuration. Research efforts about anycasting can be made in two aspects: management methods at application layer for using anycast services, and procedures and protocols at network layer for routing and addressing anycast messages. Protocols and standards of anycast are being discussed. The problems pertaining to anycast such as indeterminacy of transmission, management of anycast group and compression of router table are hot research spots at present.

Key words: Anycast address; Anycast server; stateless service; group management; Anycast routing

0 引言

为了增强服务的可用性和改善网络的流量分布, 人们提出了复制服务器(replicate server)的概念, 即同时用多台服务器来提供服务, 广泛应用的 WWW 镜像服务器是一个很好的例子。但由此引入一个新的问题, 就是客户机如何找到一个“最优”的服务器。

为了减轻网络负载和简化某些网络应用, 提高网络服务质量, IPv6 中引入了一种新的标准通信模式——Anycast^[1]。Anycast 服务用一个 Anycast 地址标识一组提供某种服务的主机, 发送到该 Anycast 地址的数据将被投递到这组主机中“最近”的一台^[2]。图 1 说明了 Anycast 的这种通信模式。图中 Sender1 和

Sender2 向同一个 Anycast 地址发出了请求包, 经过网络转发, 分别被投递到离发送者最近的组成员。

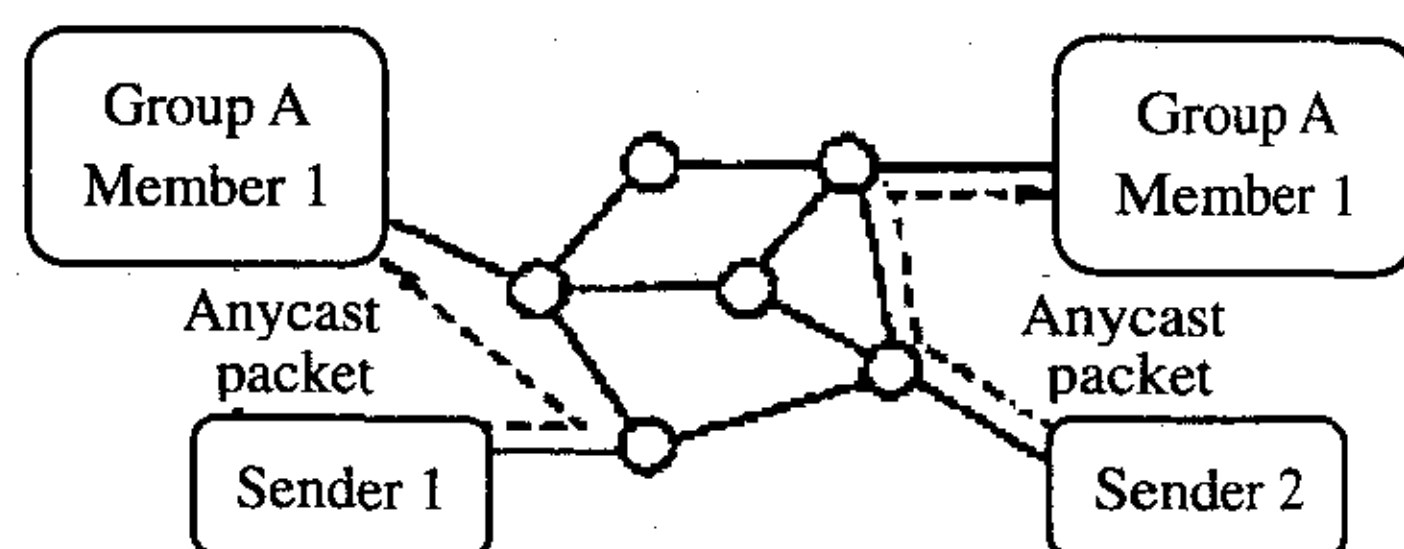


图 1 Anycast 通信模式

1 Anycast 的应用前景

1.1 支持主机自动配置

Anycast 可以支持主机自动配置。在移动 Adhoc 网络, 网络中的节点具有很大的动态性, 请求服务的节点往往会从一个服务域移动到另外一个服务域。采用 Anycast 通信模式, 用户可以简单地通过一个 Anycast 地址获得某种服务, 网络会自动改变为其服务的节点, 而不需要重新配置服务器的地址。

1.2 在分布式操作系统中实现透明服务器

分布式操作系统的一个关键性技术就是透明服务

收稿日期: 2006-10-18

基金项目: 江苏省基础研究计划自然科学基金(BK2001124); 江苏省高校自然科学基金(01KJB510001)

作者简介: 莫伟(1982-), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 研究方向为 Anycast 通信模式、QoS; 桂志波, 博士后, 副教授, 研究方向为计算机通信与网间互连技术。

器问题。在大范围的网络上,如何实现透明服务器,从而实现分布式操作系统的基本功能,Anycast 通信机制是一种非常有效的解决方案。由于一个 Anycast 地址本身就实现了透明服务器,同时 Anycast 地址真正意义上所代表的就是服务,所以所有的服务请求都可以自动地被网络环境发送到最近最好的服务器,不需请求方作任何干预。因此,Anycast 对于在网络全域上实现统一的分布式操作系统可以说是至关重要的。

1.3 提高网络服务质量

若一个服务器失效,其它服务器仍然能提供服务。因为会将使用 Anycast 地址的分组发送到另一个最近的服务器,使用选播地址的分布式服务器能提供可靠和冗余的服务。

2 Anycast 服务的实现

Anycast 研究的核心问题是如何在一组服务器中发现一个性能最好的服务器。目前的研究大致可以分为两个方面:第一,在应用层(Application Layer)上通过管理手段实现 Anycast 的相关服务;第二,在网络层(Network Layer)上采用路由选择算法完成 Anycast 的路由和选址。

2.1 应用层 Anycast

应用层 Anycast 服务通过 Anycast 域名转换器 ANR(Anycast Name Resolvers)来解析 Anycast 域名 ADN(Anycast Domain Name)。文献[3]提出了一种典型的应用层 Anycast 的体系结构,如图 2 所示。Anycast 域名转换器类似于 DNS(Domain Name Server),主要功能是将 ADN 转换为单播 IP 地址。客户机发出 Anycast 域名解析请求,请求的信息包括 Anycast 地址以及选择 Anycast 组成员的标准(filter specification)。当 Anycast 查询包送至 Anycast 域名转换器时,域名转换器(resolver filter)查询度量数据库(metric database),选择最佳的 Anycast 组成员,并返回该成员的单播地址。接下来,客户机要发送包至 Anycast 地址,便可直接发送到域名转换器返回的单播地址。因为 Anycast 服务选择的是最佳的服务器,所以需要在度量数据库中保存如下信息:(1) 所有 Anycast 组成员的单播地址。(2) Anycast 组成员的相关数据,如:距离、带宽、服务器当前负载、反应时间等。每隔一段时间 Anycast 域名转换器会根据 Anycast 组成员的单播地址发送探测包,检测所有成员当前的负载以及反应时间等,记录在度量数据库中。

2.2 网络层 Anycast

网络层 Anycast 服务需要在路由器中运行支持 Anycast 服务的协议和算法。用于 Anycast 服务的路由

算法基本上有两种:一种是单路径路由(SPR)算法,它总是为同一个 Anycast 地址的数据报选择同一条路径,除非网络的拓扑结构发生了变化;另一种是多路径路由(MPR)算法,它将 Anycast 流量分配到不同的路径上。文献[4]提出了一个 Anycast 消息的路由协议。该协议由两部分构成:路由表生成子协议和包转发子协议。在多路径路由的建立过程中,作者提出了 4 种方法(SSP, MIN-D, SBT 以及 CBT)。这些方法综合考虑了 QoS 问题、平衡网络流量以及与现有的网络协议兼容等问题[5]。

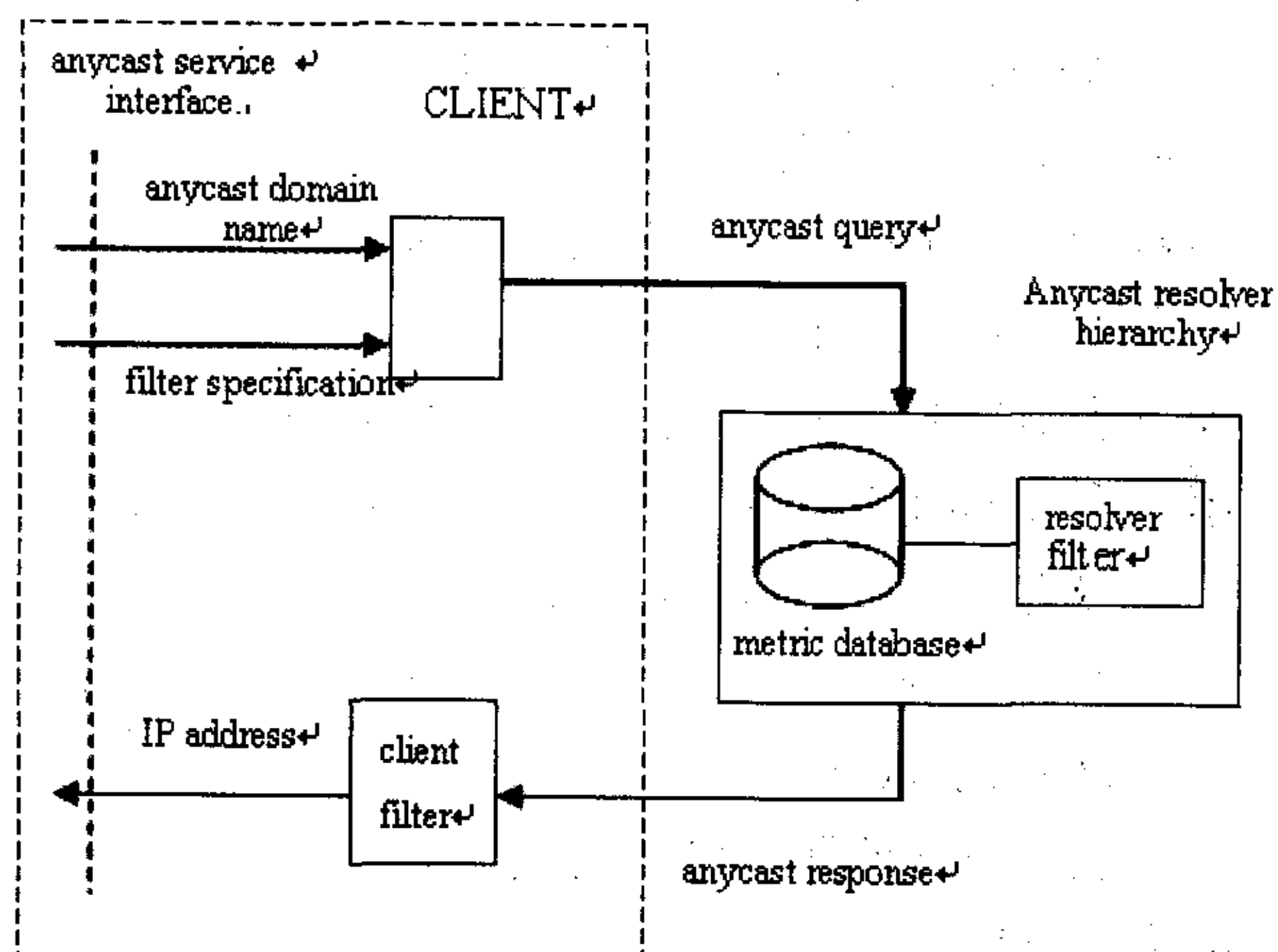


图 2 Anycast 域名解析过程

SPR 简单容易实现,缺点是容易造成所选择的路径过载,导致业务流拥塞。MPR 能够有效改善网络吞吐量和延迟性能,但是需要路由器维护庞大的多路径路由信息,对路由器的存储和运算能力提出了很高的要求。文献[6]提出了一套路由选径综合方案(Integrated Routing),充分利用了上述两种算法的优点。

2.3 两类 Anycast 的比较

在网络层实现 Anycast 服务是由路由器来决定最近的目的主机,路由选择过程自动完成,不需要用户干预。网络层 Anycast 服务判断“最近”的服务器的标准依赖于网络的拓扑,例如路由器最小的跳数,最小的代价(不同的链路可能有不同的代价)等。应用层 Anycast 服务不仅考虑网络拓扑,还综合了目标服务器当前的负载、响应时间,以及链路可预留的带宽等 QoS 标准。两者的本质区别在于网络层 Anycast 服务仅仅依靠网络自身来选择服务器,而应用层 Anycast 服务依赖于外部的实体来选择连接性能最好的服务器。仅仅依靠网络自身来选择服务器的问题使客户机不一定能选择到性能最好的服务器,因此应用层的 Anycast 服务则能带来更多的灵活性和可规划性。另外,在应用层上实现 Anycast 服务不需要修改现有的路由协议,实现起来比较容易。但是,应用层 Anycast 服务也有其自身的缺点,周期收集 Anycast 服务器的状态信

息, Anycast 域名解析等都会增加网络中的流量。总之, 网络层 Anycast 服务体系结构简单, 但是需要修改路由器配置, 在选择标准方面缺乏灵活性; 应用层的选择标准灵活, 但是会额外地增加网络负担。

3 Anycast 研究现状

Anycast 是一项新的技术, 存在一些亟待解决的问题。下面将介绍国内外的学者针对这些问题提出的新机制和解决方案。

3.1 不确定传输问题

Anycast 技术的一个最大的特点就是“不确定性传输”, 也就是属于同一个源节点发出的多个数据报可能被投递到不同的目的主机。当网络的拓扑结构以及服务器的状态发生变化时, 这种不确定性的传输会引起意想不到的问题。设想以下的信息交换, 第 1 个和第 2 个查询报文就有可能被转发到不同的主机。

查询 1: client unicast(Cu) -> server Anycast(Sa)

回答: server unicast(Su) -> client unicast(Cu)

查询 2: client unicast(Cu) -> server Anycast(Sa)

这个查询数据报可能被投递到另外的 Anycast 成员主机!!!

回答: server unicast(Su) -> client unicast(Cu)

除非这两个数据报是独立的数据请求, 相互之间没有关联, 否则这些应答的数据报对 Anycast 客户就失去了意义。这使得面向连接的应用无法正常运行, 而 Anycast 的自然属性就是无状态的连接服务。所谓无状态的连接服务, 就是将 Anycast 数据报投递到最近的服务器, 而路由过程不依赖于以前的数据报, Anycast 的这种自然属性能够平衡网络的负载。但是, 如果数据报被分段或者属于基于连接的应用程序, 则这种无状态服务就会引起意想不到的问题。例如, 同一客户的前后两个数据报可能被投递到不同的 Anycast 服务器。除非这两个数据报都是独立的数据请求, 互相之间没有关联, 否则这些投递对 Anycast 客户就失去了意义。为了解决不确定传输问题, 文献[7]提出用流标(IPv6 首部结构中的基本字段)和源地址来共同标记网络中的唯一连接, 缺点是对路由器的存储能力提出了很高的要求。文献[8]提出了利用 IP 数据报源路由选项的方法, 即客户机在与 Anycast 服务器通信之前发送一个同步报文, Anycast 服务器将自身的单播地址放入应答数据报的源路由中, 这样客户机后续的数据报使用该单播地址来路由, 并且存在于该连接的整个生命周期中。

3.2 Anycast 组管理

维护 Anycast 组成员之间关系特别重要。一台

Anycast 服务器在加入或离开 Anycast 组时, 要向邻近的路由器通告它目前的状态。必须通过一个有效的 Anycast 服务器注册机制来管理这种行为, 否则 Anycast 请求会被路由选择到一台恶意主机。

文献[9]提出了一个选播组成员管理协议, 它参考了组播管理协议 IGMP 与 MLD, 同时也考虑了选播与组播之间的区别, 但是该协议没有过多考虑安全因素。

3.3 Anycast 地址压缩问题

Anycast 地址必须作为一个独立的选路实体, 随着 Anycast 服务的广泛应用, 路由表的规模必然越来越大。RFC2373 中规定, 对任何已分配的 Anycast 地址, 有一个最长的地址前缀 P 用于标识拓扑区域。在该区域中, 所有接口均属于该 Anycast 地址。在由 P 标识的区域内, Anycast 地址在路由选路系统中必须保持作为一个单独的实体。在 P 标识的区域以外, Anycast 地址可以聚合在前缀 P 的选路实体中。这种方法在一定程度上压缩了 Anycast 路由表规模, 但是限制了全球性的 Anycast 服务的应用。

4 结 语

Anycast 是 IPv6 提出的一种新的通信模式, 它在镜像服务器的选择、主机自动配置以及移动 Adhoc 网络等方面都有很广阔的应用前景。文中介绍了 Anycast 的定义、服务机制和目前的研究现状, 并且分析了当前研究的一些热点问题。关于 Anycast 的协议和标准目前正在讨论之中, 这为研究者提供了崭新的挑战和难得的机遇。

参考文献:

- [1] Deering S, Hinden R. Internet protocol version 6 (IPv6) specification[S]. RFC 2460. 1998.
- [2] Hinden R, Deering S. IP version 6 addressing architecture [S]. RFC 2373. 1998.
- [3] Zegura E W, Ammar M H, Fei Zongming, et al. Application - Layer Anycasting: A Server Selection Architecture and Use in a Replicated Web Service[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2000, 8(4): 455 - 466.
- [4] Xuan D, Jia W, Zhao W, et al. A routing protocol for Anycast message[J]. IEEE Trans on Parallel and Distributed Systems, 2000, 11(6): 571 - 588.
- [5] 张 丽, 严 伟, 李晓明. Anycast——IP 又一通信模式[J]. 计算机研究与发展, 2003, 40(6): 784 - 790.
- [6] Jia W, Xuan D, Zhao W. Integrated routing algorithms for Anycast messages[C]// Global Telecommunications Conf. [s. l.]: IEEE Press, 2000: 1635 - 1640.

(下转第 186 页)

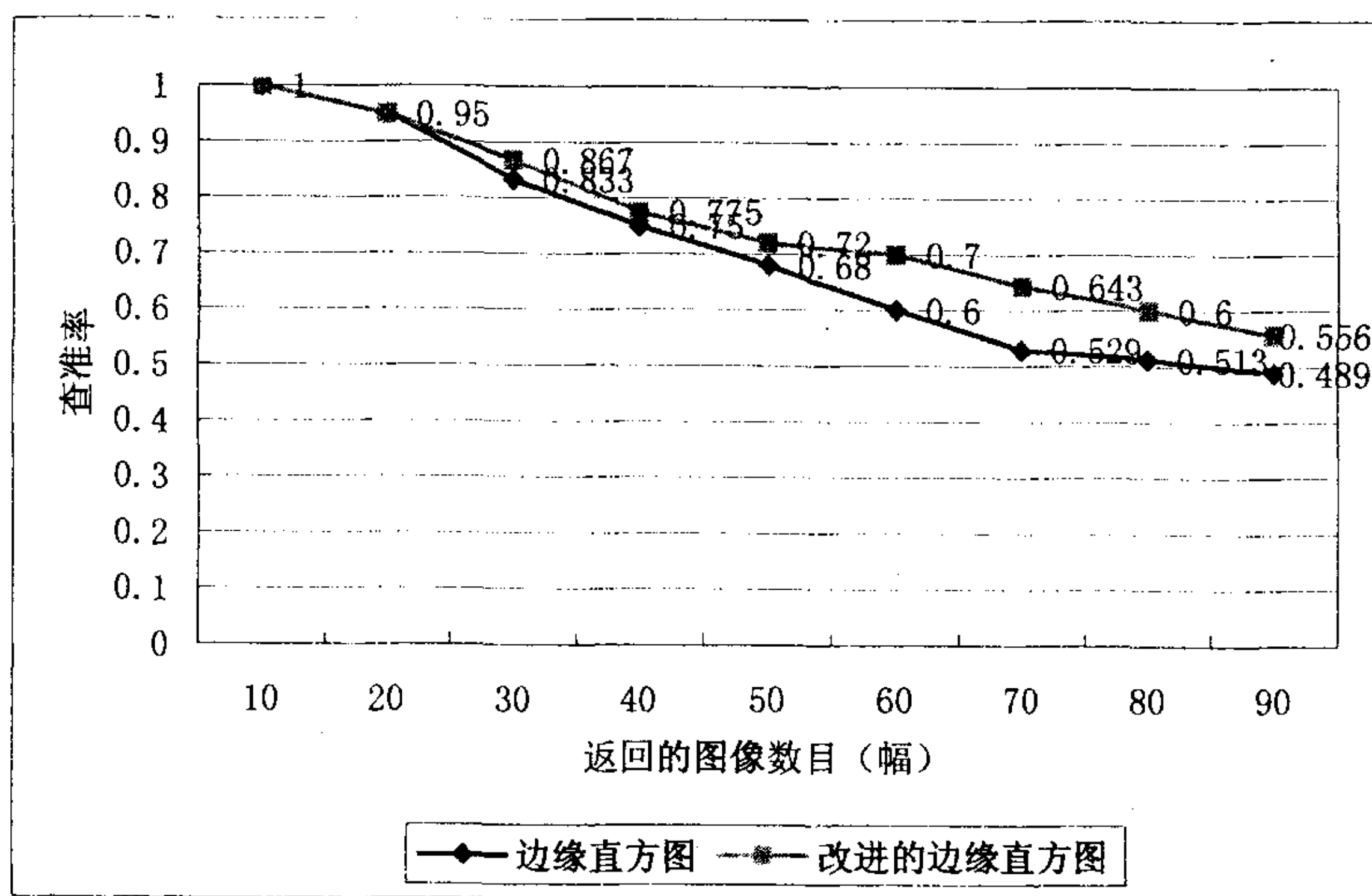


图 3 两种检索方法的前 N 个结果中的查准率折线图

表 2 以 0821.jpg 为样本图像检索, 前 N 个结果的查全率

方法	$N = 10$	$N = 20$	$N = 30$	$N = 40$	$N = 50$	$N = 60$	$N = 70$	$N = 80$	$N = 90$
边缘直方图	0.185	0.352	0.463	0.556	0.630	0.667	0.685	0.759	0.815
改进的边缘直方图	0.185	0.352	0.481	0.574	0.667	0.777	0.833	0.899	0.926

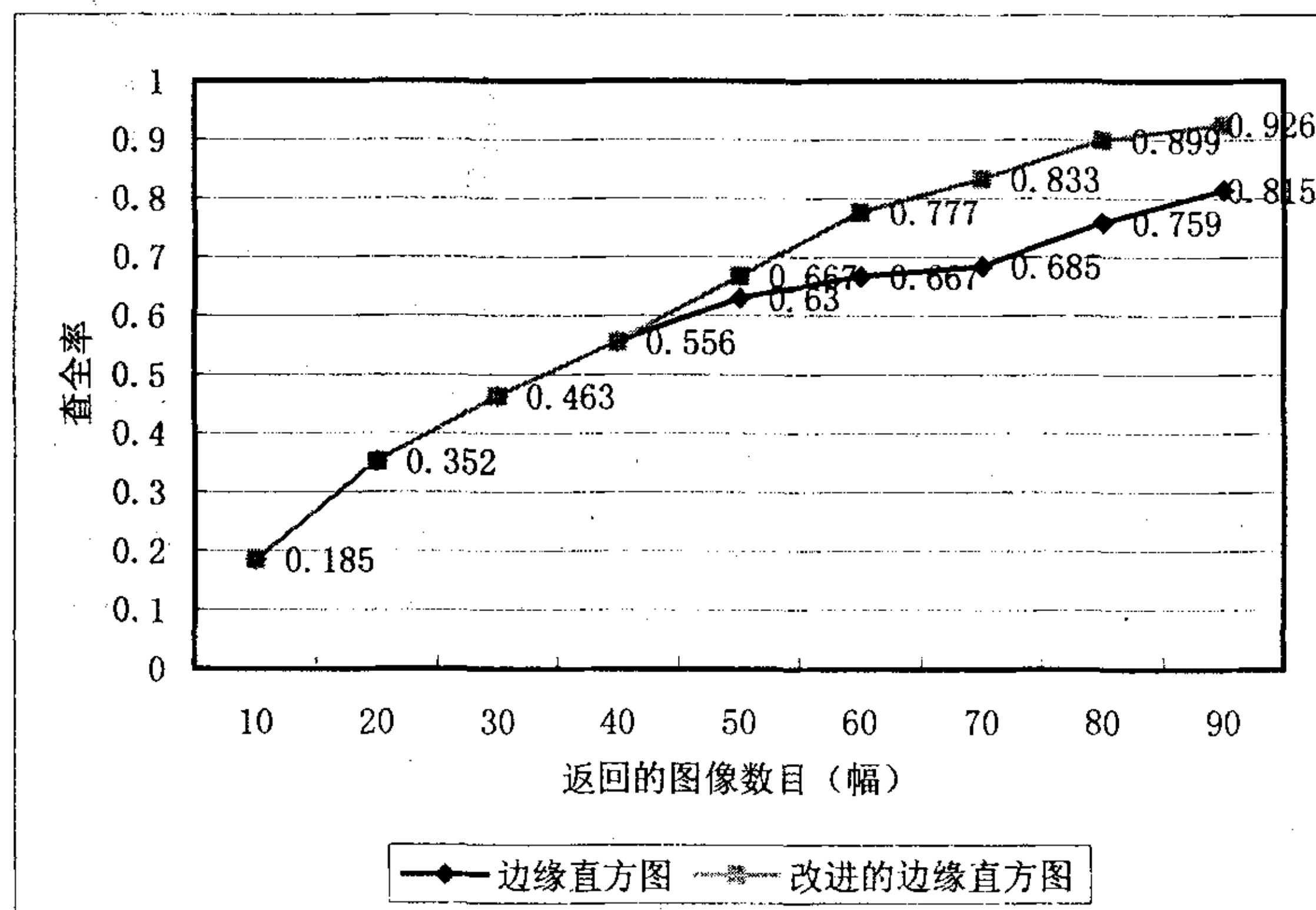


图 4 两种检索方法的前 N 个结果中的查全率折线图

可见,改进的基于边缘直方图的检索方法的效果明显优于基于边缘直方图的检索方法。此外,改进的方法只是在边缘直方图的基础上增加了计算最佳阈值的部分,并且减少了一部分参与运算的像素,所以运行效率也比较高。

3 系统改进

在基于边缘直方图的图像检索方法中,为了比较

图像局部的边缘,可对图像进行分块,分别统计各块的边缘直方图进行匹配。

由于边缘信息对视觉的重要性,边缘特征在基于内容的图像检索中得到了越来越多的重视。虽然边缘信息非常重要,但单一的图像特征在表达图像信息时总有所欠缺,所以在实际应用中,通常是利用图像的颜色特征先对图像进行筛选,然后再计算所得图像的边缘信息,通过边缘直方图检索得到更理想的效果。

参考文献:

- [1] 孟繁杰,郭宝龙. CBIR 关键技术研究[J]. 计算机应用研究,2004(7):21-24.
- [2] 罗彬,游志胜,曹刚. 基于边缘直方图的快速汽车标志识别方法[J]. 计算机应用研究,2004(6):150-151.
- [3] 张恒博,欧宗瑛. 一种基于色彩和灰度直方图的图像检索方法[J]. 计算机工程,2004,30(10):20-22.
- [4] Ioka M. A method of defining the similarity of image on the basis of color information [R]. Technical Report RT-0030. IBM Research, 1989.
- [5] Liu W Y, Su Z, Li S, et al. A performance evaluation protocol for content based image retrieval algorithm[EB/CD]. CD-ROM of IEEE CVPR Workshop on Empirical Evaluation Methods in Computer Vision. Kauai, Hawaii, USA: IEEE CS Press, 2001.
- [6] 张爱华,余胜生,周敬利. 一种基于边缘检测的局部阈值分割算法[J]. 小型微型计算机系统, 2003,24(4):661-663.
- [7] 韩思奇,王蕾. 图像分割的阈值法综述[J]. 系统工程与电子技术,2002,24(6):91-94.
- [8] 刘平,陈斌,阮波. 基于边缘信息的图像阈值化分割方法[J]. 计算机应用,2004,24(9):28-30.
- [9] Otsu N A. Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms[J]. IEEE Trans on System, Man, and Cybernetics, 1979,9(1):62-66.
- [10] 黄学军,邢爱凤,解培中. 综合利用边缘和颜色特征的图像检索[J]. 南京邮电学院学报,2004,24(1):27-30.
- [11] 付忠良. 图像阈值选取方法——Otsu 方法的推广[J]. 计算机应用,2000,20(5):37-39.

(上接第 182 页)

- [7] 余胜生,张引明,周敬利. IPv6 任意播技术[J]. 计算机工程,2004,30(10):101-102.
- [8] Basturk E, Engel R, Haas R, et al. Using network layer Anycast for load distribution in the Internet[R]. IBM Re-

search Report, RC20938. [s.l.]:[s.n.], 1997.

- [9] Ponnusamy V, Karupiah E K, Abdullah R. Anycast Group-Membership Management Protocol[M]. [s.l.]: IEEE Press, 2003:1052-1056.