基于用户分类的可聚类性IPv6地址分配

何章科
大连海事大学网络中心，辽宁 (116026)
E-mail: hezhk@dlmu.edu.cn

摘　要：本文通过研究驻地网分配的IPv6可聚合全球单播地址，对其16位SLA ID和64位接口ID进行合理划分，提出一种基于用户分类的可聚类性IPv6地址分配方案。该方案较好的满足了IPv6路由要求，同时为IPv6网络的用户管理提供了便捷。

关键词：IPv6地址分配; 用户分类; 可聚类性
中图分类号：TP393.1

1．引言

IPv6在全球已经得到大规模部署，中国的CNGI-Cernet2作为全球最大的纯IPv6教育科研网络，其驻地网校内网络IPv6升级子项目也已启动，并力争在2010年完成100所高校的升级子项目。另一方面，在运营IPv4带来的网络管理问题和需求，也引起了对用户差异化接入部署需求的思考。

本文结合上述需求，对IPv6地址的16位SLA ID和64位接口ID进行合理的规划，得到一种基于用户分类的地址分配方法，为驻地网的IPv6升级做准备。

2．基于用户分类的IPv6地址分配方案

2.1 IPv6地址分配一般原则

根据IPv6地址[1,2]的相关定义，地址有128位组成，其表达形式一般采用32个十六进制数，主要有两个逻辑部分组成：一个64位的网络前缀和一个64位的主机地址。本文主要涉及IPv6全球单播地址，因此在图1中给出IPv6可聚合全球单播地址格式。

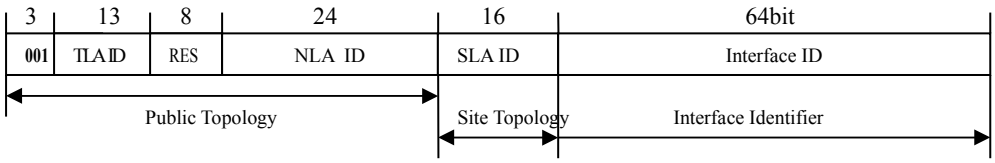

图1 IPv6可聚合全球单播地址
Fig1 Global Aggregatable Unicast address of IPv6

根据RFC3177的建议，驻地网申请分配的地址块前缀为48位。因此，对于驻地网来说，可以自主规划的部分就是16位的SLA ID和64位的用户接口ID。对于16位的SLA ID，因为涉及到驻地网内部的路由分配等，要求分配的时候做到高可聚性，以更好的发挥路由器的性能。而对于64位的用户接口ID，一般的采用的都是EUI-64得到的接口ID。本文力求在IP地址的高可聚类的前提下，实现利用IPv6地址对用户进行分类标识，以达到用户差异化接入和管理的目的。

2.2 16位SLA ID分配方案

地址分配和路由选择效率有关[3]，在子网分配上需要考虑到路由选择效率的问题，在此问题上，已经有不少文献提出了一些方案[4,5]。而作为驻地网升级，考虑到正在运行的IPv4网络，大范围的改变网络架构也不太允许，这样就受到原来部署IPv4设备的地域限制在本方案中，针对如上问题，对16位SLA ID进行如图2的划分：

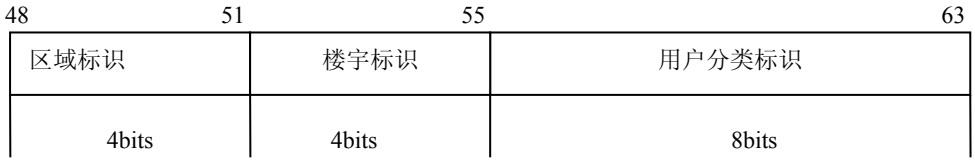

图 2 十六位 SLA ID 分配方案

Fig2 Allocation of 16 bits SLA ID

48 位～51 位：此 4 位作为区域标识。在本文中，取 1000 数值之后作为用户的 IPv6 地址分配，1000 之前作为服务器地址、管理网段和保留今后扩展使用。本段的后 3 位可以组成 8 个区域标识，如表 1 所示。

表 1 四位区域标识表

Tab.1 4-bit Area Label Table

1000(0x8)	区域 1	1001(0x9)	区域 2	1010(0xA)	区域 3
1011(0xB)	区域 4	1100(0xC)	区域 5	1101(0xD)	区域 6
1110(0xE)	区域 7	1111(0xF)	区域 8		

52 位～55 位：此 4 位作为区域楼宇标识，每个区域有 16 栋楼宇。

56 位～63 位：此 8 位作为用户分类标识，有 256 个用户分类，与接口 ID 中的用户分类字段相对应。

对于楼宇标识字段和用户分类字段，可以根据实际情况进行调整，以达到平衡性。

通过这样的划分，可以有效的识别用户所属的区域，并且方便了核心网路由的汇聚和优化，很好的发挥了 IPv6 地址层次化、路由汇聚的优势。

2.3 64 位接口 ID 分配方案

接口 ID 可以根据前述的 EUI-64 的方式生成，还有文献[']提出类似 CGA[6]的 HGA 算法得到接口 ID，此二者着重于接口 ID 的安全特性，没有在接口 ID 标识用户分类上做工作。本文对接口 ID 的组成方案，着重于利用 64 位长度的接口 ID 来对用户进行分类和权限分配。具体分配如图 3 所示。

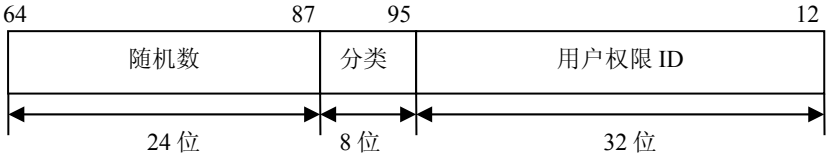

图 3 64 位接口 ID 分配方案

Fig3 Allocation of 64 bits Interface ID

64 位～87 位，这 24 位地址保留，使用随机生成的方式得到。保留这 24 位地址一方面可以为前缀的扩展作预留空间，另一方面能为今后 88～95 位需要时做扩展使用。以 24 小时作为间隔，采用随机生成的方式，主要作为地址分配数据库里的索引，同时作为生成 32 位用户权限 ID 的输入参数。这样将有 16777216（2^24）个非重复数，保证了利用此随机数查询验证 32 位用户权限 ID 的可行性。

88 位～95 位，作为用户分类标识，可以形成 256（2^8）类用户，目前的情况下，已经能满足校内用户的分类。随着发展，如果 256 类用户不能满足需求，可以从前面的 24 位中借位的方式，增加用户分类。在此，本方案只采用 256 类用户分类的方法。作为举例，表 2 仅仅列出 0x00~0x05 共六种分类：

表 2 用户分类表
Tab.2 User Classification Table

0x00	行政人员	0x01	教授	0x02	本科生
0x03	硕士研究生	0x04	博士研究生	0x05	临时访客

96 位～127 位，对应用户权限 ID，资源服务器等可以通过验证它来判断是否是伪造的 ID，从而决定其访问权限。对于此用户权限 ID，是实现用户差异化管理的关键，为了防止非此权限用户编制该 ID，在本方案中采用 MD5 进行计算得到，并与多个因素相关联。

32 位用户权限 ID 的 MD5 计算公式如下：

UID=MD5（Vra，Nas，Ly，Ta，Nu，Pu）

参数说明：

Vra：Vra 是随机产生的 24 位数，在数据库中作为索引使用，因此在某一时间段里是不具有重复性的。可以通过此 X 查询到生成的用户权限 ID，有利于地址验证时的查询，同时 X 可以作为解决 hash 冲突的手段，得到的 ID 跟 Vra 是一一对应的关系。

Nas：Nas 确定了用户接入的交换机，在全网管理时能很快追踪到用户主机所在的位置。

Ly：采用链路层地址，可以在接入交换机识范围内唯一标识出用户主机。

Ta：ID 跟认证时间关联的好处是，因为时间是单向的，它的一维性可以排除用户自己再次产生之前使用的 ID 来进行越权操作，能有效的防止用户的仿冒攻击。

Nu 和 Pu：认证需要人为操作，用户名和密码能有效的确认使用该主机接入网络的用户。

通过 MD5 公式可以产生 128 位的输出，在本论文中只取其输出的前 32 位作为用户权限 ID。最终得到用户入网时其相应权限的 64 位接口 ID，与 16 位 SLA ID 和 48 位前缀共同组成用户的 IPv6 地址。

3．方案测试

3.1 测试环境的搭建

本方案在如下环境中进行测试，如下图：

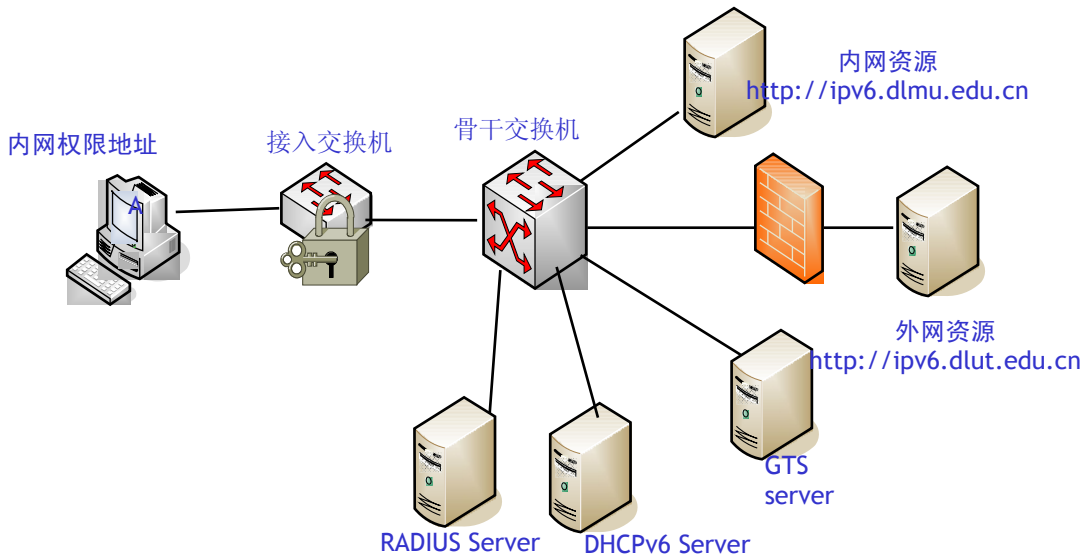

图 4 测试环境
Fig4 The Environment for Testing

本环境是用实验室搭建环境，而本文所讨论的方案实现整个系统[7]的一部分，因此会使用到其中的 DHCPv6 Server 及用户客户端。

3.2 32 位用户权限 ID 生成

Hash（MD5）输入：

19820520010da8a80140000000000000000000010017083dac8720090525170513clark123456
Hash（MD5）输出：
CE5929FEF4D9A17C893831EF064EE604
取前 32 位值：CE5929FE

3.3 用户获取的 IPv6 地址

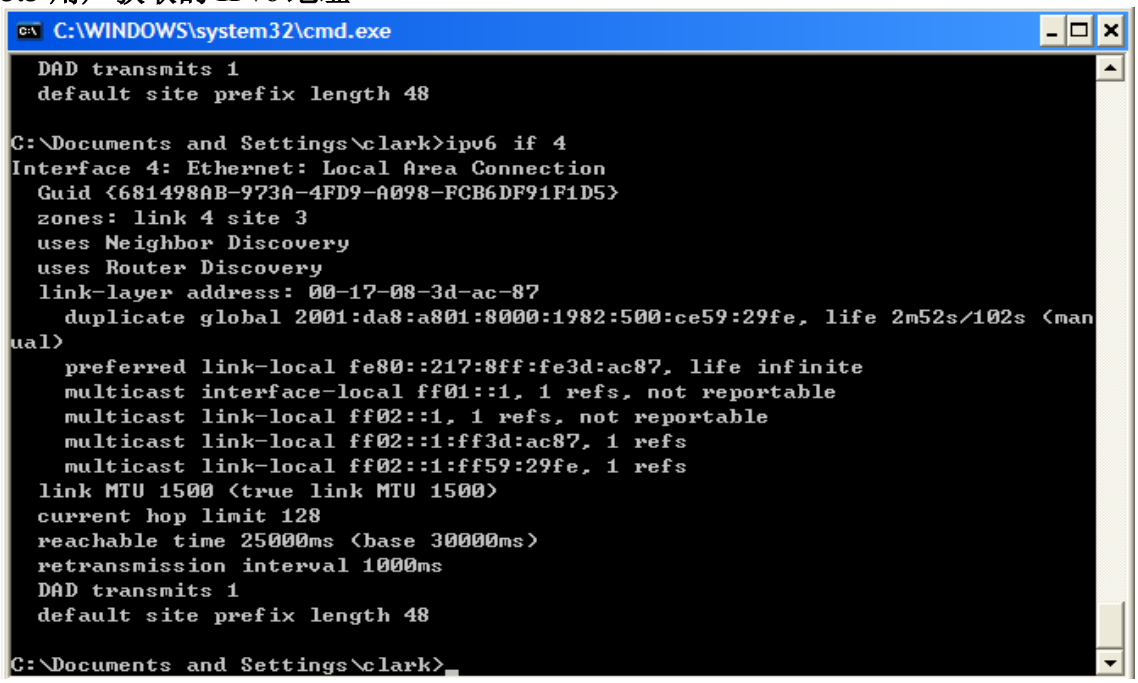

图 5 用户获取的 IPv6 地址示例
Fig5 IPv6 address sample of User

4．总结

本文通过对驻地网分配的 IPv6 地址进行更细致的规划，设计了一种既能使驻地网内的 IPv6 路由达到高可聚类性，同时能利用 IP 地址标识用户分类的 IPv6 地址分配方案。该方案能发挥 IPv6 的基本特性，也为升级后的驻地网用户管理提供了便捷的方式。

参考文献

[1] RFC2373．IP version 6 Addressing Architecture[S]．1998,7。
[2] RFC2374．An IPv6 Aggregatiable Global Unicast Address Format[S]．1998.7。
[3] 唐雨，王华民，李清．IPv6 地址中截取若干位赋予方位意义[J]．华中科技大学学报(自然科学版)．2003.31(增刊)：25-27。
[4] 廖律，赖宏图，王晓东．高效可聚类的 IPv6 园区网地址规划[J]．福建电脑．2009.4：24-25。
[5] Ciprian Popoviciu, Eric Levy-Abegnoli and Patrick Grossetete．《Deploying IPv6 Network》[M]．王玲芳，张武，赵志强，等译．北京：人民邮电出版社，2007.1。
[6] RFC3972．Cryprographically generated addresses(CGA)．2005,3。
[7] 何章科．基于 802.1X 和 DHCPv6 的差异化接入网的研究[D]．大连：大连海事大学，2009。

Aggregatable IPv6 Address Allocation Base On User Classification

He Zhangke

Network Center of Dalian Maritime University, LiaoNing, PRC, (116026)

Abstract

This paper provides an aggregatable IPv6 address allocation method based on user types, through allocating reasonably to its 16-bit SLA ID and 64-bit interface ID, with the studies of the aggregatable unicast IPv6 address allocating to CPN. This method can correspond with the IPv6 route requirement, and bring the convenient to the user management of IPv6 network.

Keywords: *IPv6 address allocation; User Classification ; aggregatablity*

作者简介：何章科，男，1982 年生，工程师，主要研究方向是网络规划、网络安全技术、下一代互联网。