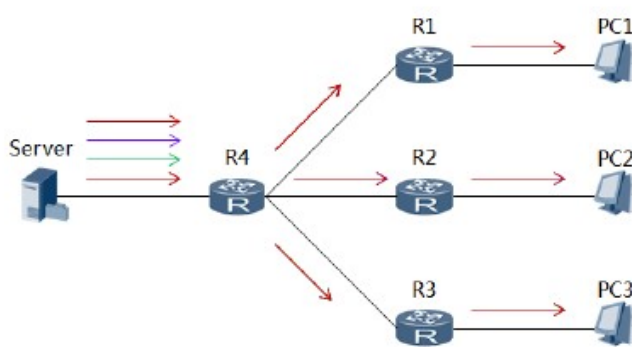


IP 组播基础

组播介绍

组播概述

- 能够解决点到多点传输
- 源发送一份数据，仅指定客户端接收该数据



单播特点：

- 网络中传输的信息量和需求该信息的用户量成正比
- 带宽消耗严重

广播特点：

- 所有客户端均会收到数据包
- 带宽浪费严重

组播优点：

- 降低网络流量、减轻服务器和CPU负荷
- 减少冗余流量、节约网络带宽、降低网络负载
- 使多点应用成为可能

组播劣势：

- 基于UDP
- 尽力而为
- 没有拥塞避免机制
- 报文重复
- 报文失序

组播优点：

降低网络流量、减轻服务器和 CPU 负荷
减少冗余流量、节约网络带宽、降低网络负载
使多点应用成为可能

组播劣势：

基于 UDP
尽力而为
没有拥塞避免机制
报文重复
报文失序

224.0.0.0 ~ 224.0.0.255
维护功能

保留给路由协议和其他网络维

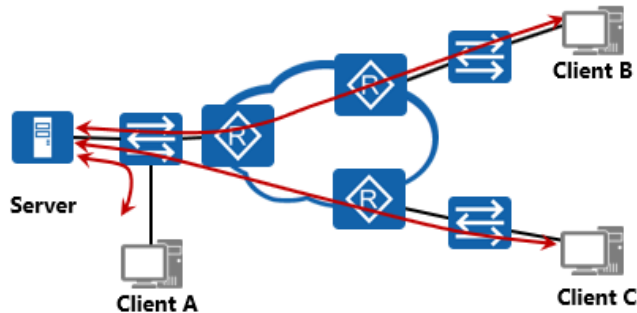
224.0.0.1	同一网络中的所有系统
224.0.0.2	同一网络中的所有路由器
224.0.0.4	DVMRP 路由器
224.0.0.5	所有 OSPF 路由器
224.0.0.6	OSPF 指定路由器
224.0.0.9	RIPv2 路由器
224.0.0.10	EIGRP 路由器
224.0.0.13	PIM 路由器
224.0.0.15	CBT 路由器
224.0.0.39	Cisco-RP-Announce
224.0.0.40	Cisco-RP-Discovery

前言

- 当网络中部署点到多点通信应用时，若采用单播方式，网络中传输的信息量与需要该信息的用户量成正比。多份内容相同的信息发送给不同用户，对信源及网络带宽都将造成巨大压力。若采用广播方式，无需接收信息的主机也将收到该信息，这样不仅信息安全得不到保障，且会造成同一网段中信息泛滥。
- IP组播技术有效地解决了单播和广播在点到多点应用中的问题。组播源只发送一份数据，数据在网络节点间被复制、分发，且只发送给需要该信息的接收者。

传统点到点应用

- 服务提供端以单个用户为单位提供服务。
- 不同用户与服务提供端的通信数据存在差异。



- 传统的电子邮件、WEB、网上银行等点到点应用主要是为独立的个人或组织提供特定服务，因为特定服务在数据差异性、安全性等方面的限制，所以不同 Client 与 Server 通信的数据只能以点到点的形式传播，即通信是在一台湾主机和一台目的主机之间进行。同时只有一个数据发送者和接收者。
- 两个通信实体之间的通信过程如下：
- Server 封装数据包并发出，其中源 IP 为自身 IP，目的 IP 为远端 Client 地址，源 MAC 为自身 MAC 地址，目的 MAC 为网关路由器的 MAC 地址。
- 网关路由器收到数据包，解封装后根据目的 IP 查找路由表，确定去往目的 IP 的下一跳地址及出接口。重新封装源数据包，从相应出接口发给下一跳设备继续转发。
- 经过路由器的多次逐条转发，数据包到达 Client 所在网络，Client 收到数据后，对数据包进行解封装并交由本机上层应用协议处理。



新型点到多点应用

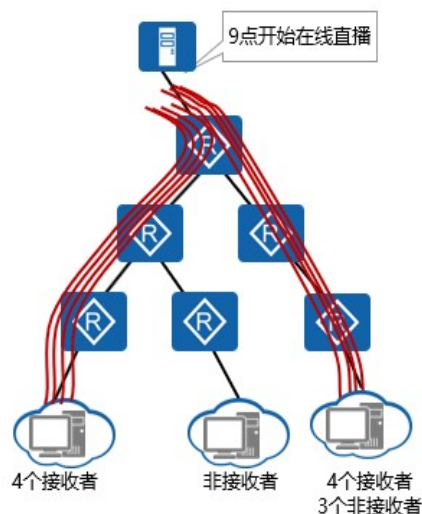
- 服务提供端以一组用户为单位提供服务。
- 同组用户与服务提供端的通信数据无差异。



- 随着 Internet 网络的不断发展，网络中交互的各种数据、语音和视频信息数量突增。
- 新兴的在线直播、网络电视、视频会议等应用也在逐渐兴起。
- 这些新兴业务大多符合点对多点的模式，对信息安全性、传播范围、网络带宽提出了较高的要求。

单播方式部署点到多点应用

- 单播方式所存在的问题：
 - 重复流量过多。
 - 消耗设备和链路带宽资源。
 - 难以保证传输质量。

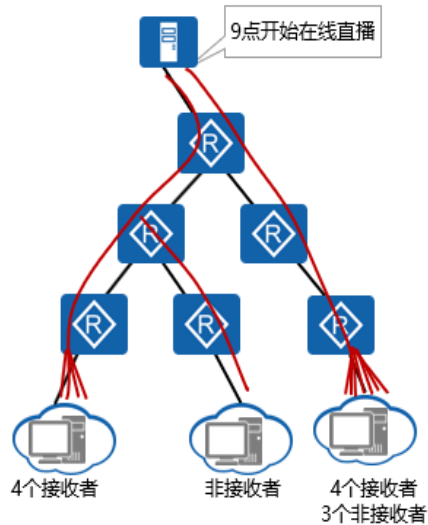


- 单播 (Unicast) 是在一台源 IP 主机和一台目的 IP 主机之间进行。网络上绝大部分的数据都是以单播的形式传输的，例如电子邮件收发、网上银行都是采用单播实现的。
- 单播的特点：
- 一份单播报文，使用一个单播地址作为目的地址。Source 向每个接收者发送一份独立的单播报文。如果网络中存在 N 个接收者，则 Source 需要发送 N 份单播报文。
- 网络为每份单播报文执行独立的数据转发，形成一条独立的数据传送通路。N 份单播报文形成 N 条相互独立的传输路径。
- 单播的缺陷：
- 单播方式下，网络中传输的信息量和需求该信息的用户量成正比，当需求该信息的用户量较大时，网络中将出现多份相同信息流，不仅占用处理器资源而且浪费带宽。
- 单播方式较适合用户稀少的网络，当用户量较大时很难保证网络传输质量。

广播方式部署点到多点应用

- 广播方式所存在的问题：

- 地域范围限制。
- 安全性无法保障。
- 有偿性无法保障。

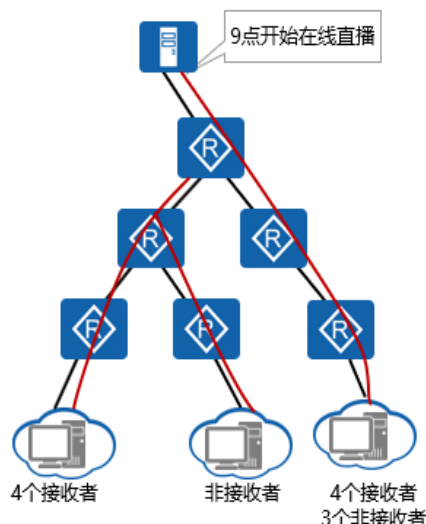


- 广播（Broadcast）是在一台源 IP 主机和网络中所有其它的 IP 主机之间进行，属于一对所有的通讯方式，所有主机都可以接收到（不管是否需要）。
- 广播的特点：
- 一份广播报文，使用一个广播地址作为目的地址。Source 向本网段对应的广播地址发送且仅发送一份报文。
- 不管是否有需求，保证报文被网段中的所有用户主机接收。
- 广播的缺陷：
- 广播方式下，信息发送者与用户主机被限制在一个共享网段中，且该网段所有用户主机都能接收到该信息。
- 广播方式只适合共享网段，且信息安全性和有偿服务得不到保障。
- 对于点到多点的网络应用，单播和广播都有一定的局限性。

组播方式部署点到多点应用

- 组播方式的优势：

- 无重复流量。
- 节省设备与带宽资源。
- 安全性高。
- 有偿性有保障。



- 组播（Multicast）是在一台源 IP 主机和多台（一组）IP 主机之间进行，中间的交换机和路由器根据接收者的需要，有选择性地对数据进行复制和转发。

- 组播的优势：

- 组播方式下，单一的信息流沿组播分发树被同时发送给一组用户，相同的组播数据流在每一条链路上最多仅有一份。

- 相比单播，由于被传递的信息在距信息源尽可能远的网络节点才开始被复制和分发，所以用户的增加不会导致信息源负载的加重以及网络资源消耗的显著增加。

- 相比广播，由于被传递的信息只会发送给需要该信息的接收者，所以不会造成网络资源的浪费，并能提高信息传输的安全性。另外，广播只能在同一网段中进行，而组播可以实现跨网段的传输。

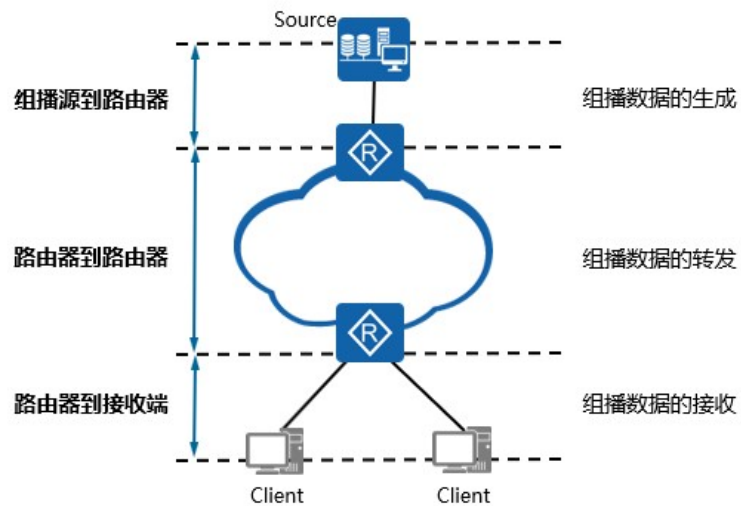
- 组播的应用：

- 组播技术有效地满足了单点发送、多点接收的需求，实现了 IP 网络中点到多点的高效数据传送，能够大量节约网络带宽、降低网络负载。利用组播技术可以更方便地提供在线直

播、网络电视、远程教育等服务。



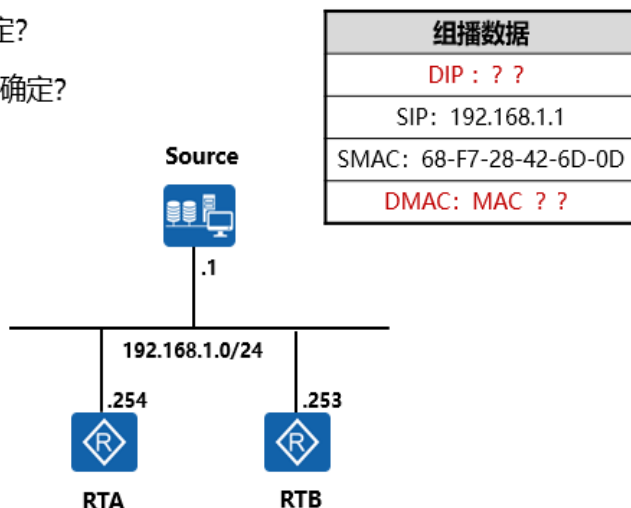
组播基本架构



- 组播源到路由器：组播源生成组播数据，完成数据封装并发送给网关路由器。
- 路由器到路由器：路由器根据接收者的分布情况有选择地对数据进行复制和转发。
- 路由器到接收端：路由器收到组播数据并发送给相应的接收者。

组播源到路由器

- 组播源如何封装组播数据？
 - 目的IP地址如何确定？
 - 目的MAC地址如何确定？



- 单播数据包传输的路径是利用“逐跳” (hop-by-hop) 转发原理在 IP 网络中传输。
- 相较于 IP 单播，IP 组播通信的特点是数据包的目的地址不是一个特定的单一 IP 地址，而是一个特定组地址。
- 为了实现信息源和组播组成员跨越互联网进行通讯，需要提供网络层组播，组播数据包的目的 IP 地址使用组播 IP 地址。也就是说组播源不关注接收者的位置信息，只要将数据发送到特定组 IP 地址即可。
- 以太网传输单播数据帧时，目的 MAC 地址使用的是接收者或者去往接收者的下一跳网关设备的 MAC 地址。
- 但是在传输组播报文时，目的端不再是一个具体的接收者，而是一个成员不确定的组，如果目的 MAC 封装成接收者的 MAC 地址，则需要为每个接收者分别发送一份组播帧。
- 显然，这是不合理的。为了在数据链路层实现组播信息的高效传输，需要提供链路层组播转发能力，链路层组播使用组播 MAC 地址。

组播IP地址

- 一个组播IP地址并不是表示具体的某台主机，而是一组主机的集合，主机声明加入某组播组即标识自己需要接收目的地址为该组播地址的数据。

范围	含义
224.0.0.0—224.0.0.255	为路由协议预留的永久组地址
224.0.1.0—231.255.255.255 233.0.0.0—238.255.255.255	Any-Source临时组播组地址
232.0.0.0—232.255.255.255	Source-Specific临时组播组地址
239.0.0.0—239.255.255.255	本地管理的Any-Source临时组播组地址

- IP组播常见模型分为ASM模型和SSM模型。
- IPv4 组播地址：
- IPv4 地址空间分为五类，即A类、B类、C类、D类和E类。D类地址为IPv4组播地址，范围是从224.0.0.0到239.255.255.255，用于标识组播组，且仅能作为组播报文的目的地址使用，不能作为源地址使用。
- IPv4组播报文的源地址字段为IPv4单播地址，可使用A、B或C类地址，不能是D类、E类地址。
- 在网络层上，加入同一组播组的所有用户主机能够识别同一个IPv4组播组地址。一旦网络中某用户加入该组播组，则此用户就能接收以该组地址为目的地址的IP组播报文。
- 组播服务模型：
- ASM全称为Any-Source Multicast，译为任意源组播。在ASM模型中，任意发送者都可以成为组播源，向某组播组地址发送信息。接收者加入该组播组后，能够接收到发往该组播组的所有信息。在ASM模型中，接收者无法预先知道组播源的位置，接收者可以在任意时间加入或离开该组播组。
- SSM全称为Source-Specific Multicast，译为指定源组

播。在现实生活中，用户可能仅对某些源发送的组播信息感兴趣，而不愿接收其它源发送的信息。SSM 模型为用户提供了一种能够在客户端指定信源的传输服务。SSM 模型和 ASM 模型的根本区别是接收者已经通过其他手段预先知道了组播源的具体位置。SSM 和 ASM 使用不同的组播地址范围，直接在接收者和组播源之间建立组播转发树。

组播MAC地址

- 组播MAC地址与单播MAC地址的区别：

XXXX XXX1	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XXXX XXXX
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

组播MAC地址，第一个字节的最后一位为1。

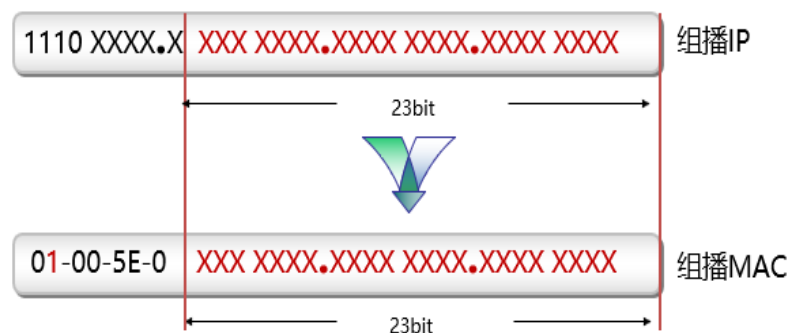
XXXX XXX0	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XXXX XXXX	XXXX XXXX
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

单播MAC地址，第一个字节的最后一位为0。

- IANA规定，IPv4组播MAC地址的高24位为0x01005e，第25位固定为0。
- 组播数据帧的传输目的不再是一个具体的接收者，而是一个成员不确定的组，所以使用的是组播 MAC 地址。IANA 规定，组播 MAC 地址的高 24bit 为 0x01005e，第 25bit 固定为 0。
- 组播 MAC 地址用于在链路层标识属于同一组播组的接收者。
- 以太网传输单播数据帧的时候，目的 MAC 地址使用的是接收者的 MAC 地址或者下一跳路由器的 MAC 地址。这个 MAC 地址通过 ARP 获取。对于组播数据帧也需要有一个可预知的 MAC 地址。

组播IP与MAC的映射

- 需要组播IP地址与组播MAC地址的自动映射。
- MAC地址的低23bit为组播IP地址的低23bit。



- 为了使组播源和组播组成员进行通信，需要提供网络层组播，使用 IP 组播地址。同时，为了在本地物理网络上实现组播信息的正确传输，需要提供链路层组播，使用组播 MAC 地址。组播数据传输时，其目的地不是一个具体的接收者，而是一个成员不确定的组，所以需要一种技术将 IP 组播地址映射为组播 MAC 地址。

映射导致的问题

- 组播IP地址映射成组播MAC地址时，会导致32个组播IP地址对应一个组播MAC的问题。

1110 XXXX.X XXX XXXX.XXXX XXXX.XXXX XXXX

中间5bit丢失，只要后23bit相同，映射的组播MAC就相同。

- 由于 IP 组播地址的前 4bit 是 1110，代表组播标识，而后 28bit 中只有 23bit 被映射到 MAC 地址，这样 IP 地址中就有 5bit 信息丢失，直接的结果是出现了 32 个组播 IP 地址映射到同一组播 MAC 地址上。
- IETF 认为同一个局域网中两个或多个组地址生成相同的 MAC 地址的几率非常低，不会造成太大的影响。

思考题

1. 什么是IP组播通信？
2. IPv4组播地址的范围是什么？

- 答案：IP 组播通信指的是 IP 报文从一个源发出，被转发到一组特定的接收者。相较于传统的单播和广播，IP 组播可以有效地节约网络带宽、降低网络负载，所以被广泛应用于 IPTV、实时数据传送和多媒体会议等网络业务中。
- 答案：IANA (Internet Assigned Numbers Authority , 互

联网编号分配委员会) 将 D 类地址空间分配给 IPv4 组播使用。IPv4 地址一共 32 位 , D 类地址最高 4 位为 1110 , 因此地址范围从 224.0.0.0 到 239.255.255.255。