



南開大學
Nankai University

计算机学院
网络技术与应用实验报告

实验 1：共享式和交换式以太网组网

姓名：张铭徐
学号：2113615
专业：计算机科学与技术

2023 年 10 月 7 日

目录

1 实验内容	2
1.1 实验要求	2
1.2 实验背景知识描述	2
2 共享式以太网虚拟仿真	4
2.1 单集线器共享式以太网组网	4
2.2 多集线器共享式以太网组网	4
2.3 仿真模拟数据包传递	4
3 交换式以太网虚拟仿真	5
3.1 单交换机组网及 VLAN 划分	5
3.2 多交换机组网及 VLAN 划分	7
3.3 仿真模拟数据包传输	7
4 实验总结	8

1 实验内容

1.1 实验要求

本次实验拟实现两个任务，分别对应共享式以太网的组网工作和交换式以太网组网的工作，要求如下：

- 学习虚拟仿真软件的基本使用方法，我们实验采用 Packet Tracer。
- 在仿真环境下进行单集线器共享式以太网组网，测试网络的连通性。
- 在仿真环境下进行多集线器共享式以太网组网，测试网络的连通性。
- 在仿真环境的“模拟”方式中观察数据包在共享式以太网中的传递过程，并进行分析。
- 在仿真环境下进行单交换机以太网组网，测试网络的连通性。
- 在仿真环境下利用终端方式对交换机进行配置。
- 在单台交换机中划分 VLAN，测试同一 VLAN 中主机的连通性和不同 VLAN 中主机的连通性，并对现象进行分析。
- 在仿真环境下组建多集线器、多交换机混合式网络。划分跨越交换机的 VLAN，测试同一 VLAN 中主机的连通性和不同 VLAN 中主机的连通性，并对现象进行分析。
- 在仿真环境的“模拟”方式中观察数据包在混合式以太网、虚拟局域网中的传递过程，并进行分析。
- 学习仿真环境提供的简化配置方式。

在实验开始之前，我们对涉及到的相关知识做以回顾。

1.2 实验背景知识描述

首先我们考虑集线器，集线器 (Hub) 是计算机网络中的一个基础设备，用于连接多台计算机或其他网络设备，使它们能够在局域网 (Local Area Network, LAN) 内互相通信。集线器工作在 OSI 模型的第一层，即物理层。接下来我们考虑集线器的主要特点和功能：

- 简单的数据转发：集线器接收到来自一个端口的数据信号后，会将该信号广播到其所有其他端口。它并不具备智能的数据转发能力，因此无法像交换机那样根据目的地址进行选择性地转发。
- 冲突域：所有连接到同一集线器的设备共处于同一个冲突域中。这意味着，如果两台或多台计算机几乎同时发送数据，数据包之间会发生冲突。
- 带宽共享：连接到集线器上的所有设备共享总的网络带宽。例如，一个 10Mbps 的集线器意味着所有连接到它的设备都共享这 10Mbps 的带宽。
- 无状态、无 MAC 学习：集线器是一个无状态的设备，这意味着它不会“学习”或“记住”连接到其上的设备的 MAC 地址。与此相反，交换机会学习和记住 MAC 地址，从而能够更有效地转发数据。

- 双工与半双工：早期的集线器通常仅支持半双工操作，即在任何给定的时间，设备要么发送数据，要么接收数据，但不能同时进行。
- 廉价但低效：集线器通常比其他网络设备如交换机或路由器更便宜。但由于其广播特性，网络的效率和性能可能会随着网络流量的增加而降低。

我们在第一个任务中，要实现单 Hub 与多 Hub 的组网工作，其实从其工作原理和特点我们可以知道，无论是单 Hub 还是多 Hub，所有连接的设备都处于一个冲突域中，且他们之间都是彼此相连的。

接下来我们考虑交换机：交换机（Switch）是计算机网络中的一个关键设备，它用于连接多台计算机或其他网络设备，使它们能够在局域网（Local Area Network, LAN）内互相通信。交换机主要工作在 OSI 模型的第二层，即数据链路层，但也存在工作在第三层（网络层）的多层交换机。交换机的主要特点和功能我们同样给出：

- 帧转发与 MAC 地址学习：交换机具有能力“学习”连接到其上的设备的 MAC 地址。当数据帧到达交换机时，它会查看帧的源 MAC 地址并学习该地址与特定的端口之间的关联。然后，它会查看帧的目标 MAC 地址，并根据其内部的地址表决定如何转发该帧。
- 独立的带宽：交换机为每个连接的设备提供专用的带宽，从而大大减少了数据冲突的可能性。例如，一个 10/100Mbps 的交换机可以为每个连接的设备提供最高 100Mbps 的带宽。
- 减少冲突域：与集线器不同，每个交换机端口都是一个独立的冲突域。这意味着连接到不同端口的设备之间发送的数据不会互相冲突。
- VLAN 支持：交换机支持 VLAN（虚拟局域网）功能，允许网络管理员在逻辑上分割一个物理网络为多个广播域。这有助于增强安全性、减少广播流量并提高网络的灵活性。
- 全双工通信：现代交换机支持全双工模式，这意味着设备可以同时发送和接收数据，从而实现最大的带宽利用率。
- 多层交换：尽管大多数交换机工作在数据链路层，但有些高级的交换机也可以在网络层（第三层）进行操作。这些多层交换机可以进行路由操作，使它们在某些情况下能够替代路由器。

我们从上面对于交换机和集线器的功能对比中可以看出，在功能性上，交换机完胜集线器，如果多个交换机彼此相连，他们仍处于同一个局域网中，但是他们每一个端口都是一个独立的冲突域，这种方法大大提高了数据传输效率，避免了数据冲突发生的可能。

本次实验另一个要求是组件虚拟局域网 (VLAN)，VLAN 允许一个物理网络通过逻辑分割而形成多个独立的广播域。每个广播域代表一个逻辑上的局域网。使用 VLAN，可以确保特定的用户或工作组之间的通信不会流向其他不相关的用户或工作组，即使所有用户都连接到相同的物理交换机或设备上。通过将敏感数据隔离在特定的 VLAN 中，可以限制对此数据的访问，从而增强网络安全性。除去安全性，在传统的局域网中，广播数据包会发送到整个网络，而使用 VLAN 可以限制广播仅在同一 VLAN 内传播，从而提高网络的效率和性能。

在本次实验中，我们为编号为 X 的 PC 主机定义 IP 地址为 192.168.0.X！后续所有的 IP 地址皆按照该方法进行定义，后文不再赘述该部分！

2 共享式以太网虚拟仿真

2.1 单集线器共享式以太网组网

我们采用如下图2.1所示的网络结构进行仿真实验：我们可以看到，五个主机连接到了该集线器上，并且这五个主机之间都可以相互 ping 通，图中展示了部分 ping 命令数据。

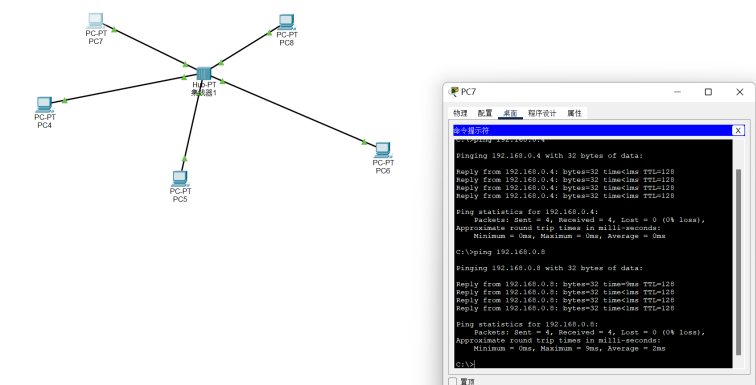


图 2.1: 单 Hub 组网

2.2 多集线器共享式以太网组网

我们采用如下图2.2所示的网络结构进行仿真实验：我们实现了四个集线器，构成了树形结构，每一个叶节点都是 PC 主机端，每个非叶节点都是集线器，同样，我们尝试相互 ping 具有同一父亲，具有不同父亲的 PC 主机，都可以连通，说明在这张图中，整个树形结构是一个冲突域，并且九个 PC 主机都处于同一局域网中彼此连接。

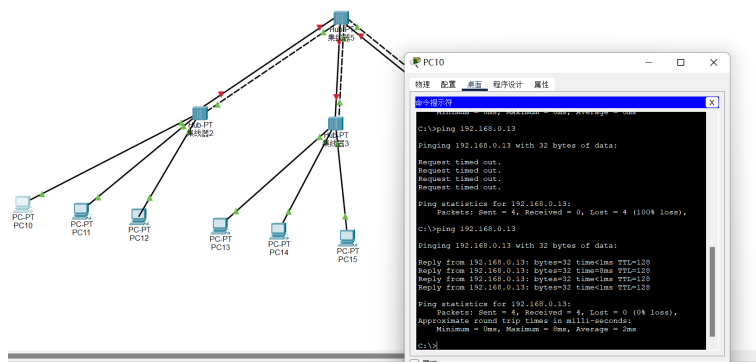


图 2.2: 多 Hub 组网

2.3 仿真模拟数据包传递

我们进行数据包传递的模拟，利用软件自带的模拟功能：我们模拟 PC10 往 PC14 发送数据，首先 PC10 将数据传输给 Hub2，然后 Hub2 传递给 Hub5，PC11，PC12；然后 PC11 和 PC12 删除数据包，Hub5 传递给 Hub3，Hub4；然后 Hub3 和 4 分别传递给儿子，除去 14 外所有的数据包被删

除, 只有 PC14 返回给 Hub3, 然后 Hub3 传递给 Hub5, Hub5 传递给 Hub2 和 Hub4, 然后 Hub2 和 Hub4 分别传递给儿子, 然后只有 PC10 不会删除 (回复收到报文), 其余 PC 将数据删除。我们下图2.3中给出的是最终 PC10 接收到 PC14 的回复报文的过程。

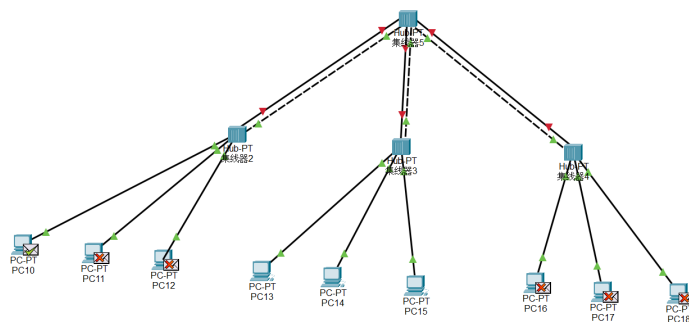
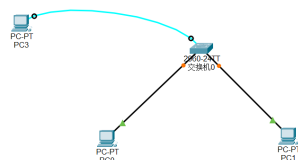


图 2.3: 仿真模拟数据包传播

3 交换式以太网虚拟仿真

接下来我们使用交换机进行交换式以太网的虚拟仿真实验, 使用如下图4(a)所示的网络架构进行实验: 我们进行 ping 测试连通性, 结果如图4(b)所示, 并且由于交换机有特定的 Mac 地址表, 于是我们在 terminal 中使用 show mac-address-table 命令进行查询, 结果如图4(c)所示:



(a) 简单交换式以太网组网

```
命令提示符
Cisco Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.0.88

Pinging 192.168.0.88 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.0.88: bytes=32 time=138ms TTL=128
Reply from 192.168.0.88: bytes=32 time=128ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.88:
    Packets: Sent = 4, Received = 2, Lost = 2 (50% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

(b) 网络连通性测试

Vlan	Mac Address	Type	Ports
Switchshow mac-address-table			
Mac Address Table			

Vlan	Mac Address	Type	Ports
Switchshow mac-address-table			
Mac Address Table			

Vlan	Mac Address	Type	Ports
Switchshow mac-address-table			
Mac Address Table			

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0003.e467.9071	DYNAMIC	Fa0/2
1	000c.c938.e956	DYNAMIC	Fa0/1

(c) Mac 地址表

图 3.4: 交换式以太网组网

我们可以看到, 在没有数据包时, Mac 地址表为空, 当我们使用 ping 命令后, 由于有数据包之间的传递, 交换机维护当前的 Mac 表, 将两台 PC 的 Mac 地址存入了 Mac 表中进行保存。

3.1 单交换机组网及 VLAN 划分

接下来我们考虑进行 VLAN 的划分, 我们使用以下网络架构进行实验, 如图3.5所示; 我们将 PC19 与 PC21 接入同一个虚拟局域网中, 那么从理论上讲, PC19 与 PC21 是可以相互通信的, 由于 PC20 和 PC22 在另一个局域网中, 所以他们无法通信, 我们对 PC19 进行了 ping 命令实验, 结果如图所

示，我们发现，确实如此，只有处在同一个虚拟局域网的主机能够彼此通信，而不在同一个 VLAN 中的则无法通信。

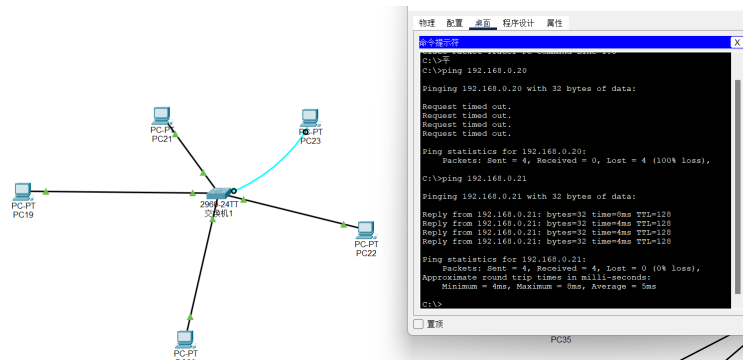


图 3.5: 单交换机 VLAN 组网

我们在这里主要使用了下图3.6所示的命令进行虚拟网络的划分：我们逐一解释这些命令：

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#hostname S1
S1(config)#vlan 2
^
% Invalid input detected at '^' marker.

S1(config)#vlan 2
S1(config-vlan)#name part1
S1(config-vlan)#vlan 3
S1(config-vlan)#name part2
S1(config-vlan)#exit
S1(config)#interface range fastEthernet 0/1-2
S1(config-if-range)#switchport mode access
S1(config-if-range)#switchport access vlan 2
S1(config-if-range)#exit
S1(config)#interface range fastEthernet 0/3-4
S1(config-if-range)#switchport mode access
S1(config-if-range)#switchport access vlan 3
S1(config-if-range)#exit
```

图 3.6: VLAN 划分截图

- Switch>enable: 这个命令用于从用户执行模式进入特权执行模式。在特权执行模式下，用户可以执行诸如配置和监控等高级命令。
- Switch#configure terminal: 这个命令用于进入全局配置模式。在此模式下，用户可以进行交换机的全局配置。
- Switch(config)#hostname S1: 这个命令将交换机的主机名从默认的"Switch" 改为"S1"。
- S1(config)#vlan 2: 创建一个 VLAN，其 ID 为 2。
- S1(config-vlan)#name part1: 为 VLAN 2 分配一个名字，即"part1"。
- S1(config)#interface range fastEthernet 0/1-2: 这个命令用于批量选择 fastEthernet 端口 0/1 和 0/2，以便进行配置。
- S1(config-if-range)#switchport mode access: 设置所选端口为"access" 模式。这意味着这些端口属于特定的 VLAN，并且不会进行 VLAN 标签的添加或删除。
- S1(config-if-range)#switchport access vlan 2: 将所选端口指定为 VLAN 2 的成员。

我们使用 show VLAN 展示组网结果：如图3.5所示。

```
% Unrecognized command
S1(config)#show?
% Unrecognized command
S1(config)#exit
S1#show vlan

VLAN Name                Status    Ports
-----
1    default                active    Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
                                           Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
                                           Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
                                           Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
                                           Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
                                           Gig0/1, Gig0/2
2    part1                  active    Fa0/1, Fa0/2
3    part2                  active    Fa0/3, Fa0/4
1002 fddi-default          active
1003 token-ring-default   active
1004 fddinet-default      active
1005 trnet-default        active

VLAN Type  SAID      MTU    Parent RingNo BridgeNo Stp  BrgdMode Transl Trans2
-----
1    enet  100001   1500   -       -       -   -       0      0
2    enet  100002   1500   -       -       -   -       0      0
3    enet  100003   1500   -       -       -   -       0      0
1002 fddi  101002   1500   -       -       -   -       0      0
--More--
```

图 3.7: VLAN 组网属性

3.2 多交换机组网及 VLAN 划分

我们组建了跨交换机的 VLAN，使用如下图8(a)所示的网络架构进行实验，我们拟实现对于 PC24, PC27, PC28 共享一个 VLAN；PC25 和 PC29 共享一个 VLAN；PC26 和 PC30 共享一个 VLAN，也即实现三个 VLAN，具体组网的命令不在赘述，我们仅给出对应实验结果。从理论上分析，如果我们不划分 VLAN，那么对于 PC24 而言，其应该与所有的 PC 都连通，而由于我们仅仅与 27 和 28 组件 VLAN，那么 PC25 就不会与 PC24 相连，他们之间无法发送数据包，我们使用 ping 命令验证，结果如图8(b)所示，和我们分析结果相同，同理，图8(c)给出了 PC29 的验证结果。

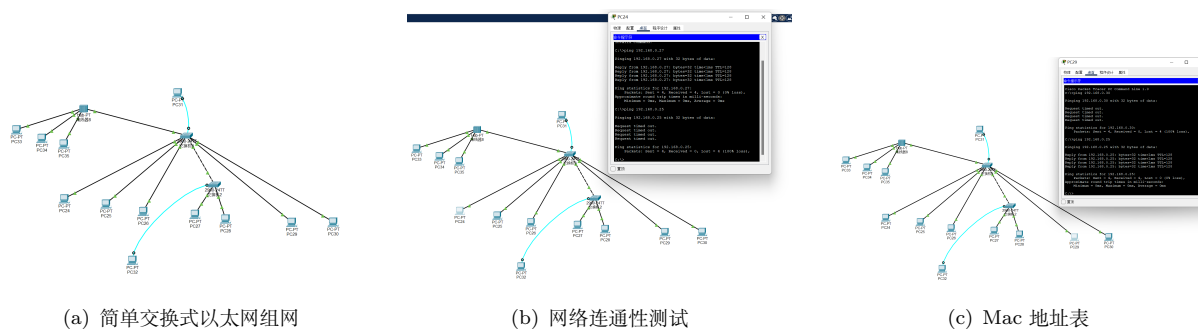


图 3.8: 多交换机以太网组网

3.3 仿真模拟数据包传输

接下来我们模拟数据包的传输，由于我们划分了 VLAN，数据只能在 VLAN 中传输，我们考虑将数据从 PC24 传递给 PC27 的整个过程：首先 PC24 向交换机 3 发送数据包，然后交换机 3 完整的接收到了对应的数据包，在 Mac 地址中进行寻找，找到了交换机 2 的 Mac 地址表中有 PC27 的 Mac 地址，所以将数据包传递给交换机 2，然后交换机 2 在自己的 Mac 表中找到了 PC27，将数据传递给了 PC27，最后 PC27 接收到对应数据后返回报文给交换机 2，然后传递给交换机 3，最终由交换机 3 返回给 PC24；结果如图3.9所示，展示了最终 PC24 接受到 PC27 返回的接受成功报文的信息。假如 Mac 地址表中没有对应的 Mac 地址，那么则需要交换机对广播域中的主机进行广播通信。

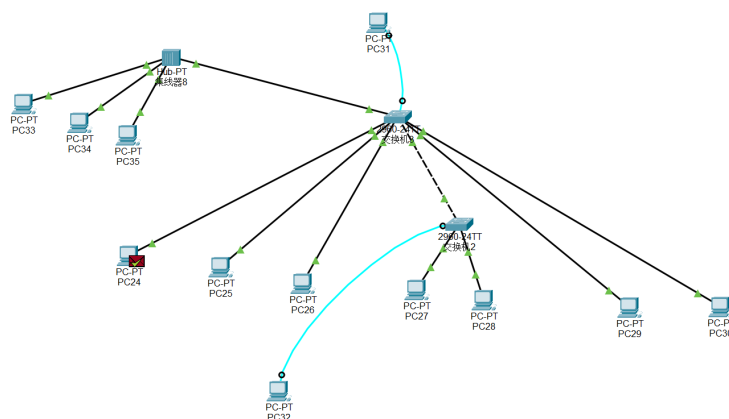


图 3.9: 多交换机 VLAN 数据传递仿真

4 实验总结

本次实验我们实现了对于交换式和共享式以太网的虚拟组网，在本次实验中，我们可以总结出交换式以太网与共享式以太网的区别有以下几点：

- 设备与工作原理：共享式以太网：主要使用集线器（Hub）作为连接设备。当一个设备在共享式以太网上发送数据时，数据被广播到连接到该 Hub 的所有设备上。所有设备共享同一广播域和冲突域；交换式以太网：使用交换机（Switch）作为中心设备。交换机能够学习网络上设备的 MAC 地址并智能地转发数据帧，仅发送给目标设备。每个交换机端口是一个独立的冲突域。
- 带宽与性能：共享式以太网：所有设备共享同一网络带宽，因此网络上的多个设备不能同时进行高带宽通信；交换式以太网：每个连接到交换机的设备都有其专用的带宽，因此多个设备可以同时与其他设备进行高带宽通信。
- 冲突与冲突域：共享式以太网：因为所有设备共享同一个通信媒介，所以可能发生数据包冲突。此网络类型通常使用 CSMA/CD 来检测 and 解决冲突；交换式以太网：交换机将每个端口视为单独的冲突域，从而几乎消除了冲突的可能性。
- 安全性与隔离：共享式以太网：由于所有数据都被广播到所有设备，所以网络的安全性较低；交换式以太网：交换机可以实现 VLAN，从而在物理网络上逻辑地隔离不同的数据流。

对于虚拟局域网 VLAN 部分，VLAN 技术允许我们体验到在同一个物理设备上创造逻辑隔离的强大之处。尽管所有设备都连接在同一个交换机上，但它们可以根据 VLAN 配置被分为不同的逻辑组。通过 VLAN 的设置，我们可以观察到如何减少不必要的广播，从而提高网络的总体性能。本次实验也展示了交换机与集线器的差异，以及交换机在现代网络中所扮演的关键角色。

遵循程明明老师的 DOCX 倡议，所有源代码完全开源！故本次实验的相关源文件和实验报告可以在网络技术与应用 [项目仓库](#) 中找到！