实验名称	BGP 实验		
姓名		学号	

实验步骤

所有实验均在 VMware 17.6.1 虚拟机环境下的 Ubuntu 16.04.7 系统中完成。

一、Host1 设置

1、网卡编辑

2、安装 quagga

```
ysn@ubuntu:~$ sudo apt-get install quagga
[sudo] password for ysn:
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
Suggested packages:
  snmpd
The following NEW packages will be installed:
  quagga
0 upgraded, 1 newly installed, 0 to remove and 189 not upgraded.
Need to get 1,316 kB of archives.
After this operation, 6,579 kB of additional disk space will be used.
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu xenial-updates/main amd64 quagga amd64
 0.99.24.1-2ubuntu1.4 [1,316 kB]
Fetched 1,316 kB in 2s (590 kB/s)
Preconfiguring packages ...
Selecting previously unselected package quagga.
(Reading database ... 177701 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../quagga_0.99.24.1-2ubuntu1.4_amd64.deb ...
Unpacking quagga (0.99.24.1-2ubuntu1.4) ...
Processing triggers for libc-bin (2.23-0ubuntu11.2) ...
Processing triggers for ureadahead (0.100.0-19.1) ...
Processing triggers for systemd (229-4ubuntu21.28) ...
Processing triggers for man-db (2.7.5-1) ...
Setting up quagga (0.99.24.1-2ubuntu1.4) ...
Processing triggers for libc-bin (2.23-0ubuntu11.2) ...
Processing triggers for ureadahead (0.100.0-19.1) ...
Processing triggers for systemd (229-4ubuntu21.28) ...
```

3、设置 IP 地址

```
ysn@ubuntu:~$ sudo ifconfig ens33 192.168.0.1
ysn@ubuntu:~$ sudo ifconfig ens37 192.168.1.1
ysn@ubuntu:~$ ifconfig
ens33     Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0c:29:06:32:6c
          inet addr:192.168.0.1  Bcast:192.168.0.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::9ecd:bae3:25b9:c834/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:41663 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:3698 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:61591874 (61.5 MB)  TX bytes:254267 (254.2 KB)

ens37     Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0c:29:06:32:76
          inet addr:192.168.1.1  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::20c:29ff:fe06:3276/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:301 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:145 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:39998 (39.9 KB)  TX bytes:23581 (23.5 KB)

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:579 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:579 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:59001 (59.0 KB)  TX bytes:59001 (59.0 KB)
```

4、修改 daemons 文件

```
ysn@ubuntu:/$ sudo gedit /etc/quagga/daemons

(gedit:9412): IBUS-WARNING **: The owner of /home/ysn/.config/ibus/bus is not ro
ot!

(gedit:9412): IBUS-WARNING **: Unable to connect to ibus: Unexpected lack of con
tent trying to read a line
#
zebra=yes
bgpd=yes
ospfd=no
ospf6d=no
ripd=no
ripngd=no
isisd=no
babeld=no
```

5、生成 zebra 和 ospfd 配置文件并初始化

```
ysn@ubuntu:/$ cd /etc/quagga/
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo touch zebra.conf bgpd.conf
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo chown quagga.quagga zebra.conf bgpd.conf
```

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo gedit zebra.conf

(gedit:9435): IBUS-WARNING **: The owner of /home/ysn/.config/ibus/bus is not ro
ot!

(gedit:9435): IBUS-WARNING **: Unable to connect to ibus: Unexpected lack of con
tent trying to read a line

(gedit:9435): Gtk-WARNING **: Calling Inhibit failed: GDBus.Error:org.freedeskto
p.DBus.Error.ServiceUnknown: The name org.gnome.SessionManager was not provided
by any .service files

** (gedit:9435): WARNING **: Set document metadata failed: Setting attribute met
adata::gedit-spell-enabled not supported

** (gedit:9435): WARNING **: Set document metadata failed: Setting attribute met
adata::gedit-encoding not supported
```

Open　zebra.conf /etc/quagga

```
password zebra
```

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo gedit bgpd.conf

(gedit:9452): IBUS-WARNING **: The owner of /home/ysn/.config/ibus/bus is not ro
ot!

(gedit:9452): IBUS-WARNING **: Unable to connect to ibus: Unexpected lack of con
tent trying to read a line

(gedit:9452): Gtk-WARNING **: Calling Inhibit failed: GDBus.Error:org.freedeskto
p.DBus.Error.ServiceUnknown: The name org.gnome.SessionManager was not provided
by any .service files

** (gedit:9452): WARNING **: Set document metadata failed: Setting attribute met
adata::gedit-spell-enabled not supported

** (gedit:9452): WARNING **: Set document metadata failed: Setting attribute met
adata::gedit-encoding not supported
```

Open　bgpd.conf /etc/quagga

```
password bgp
```

6、启动 quagga

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo /etc/init.d/quagga start
[ ok ] Starting quagga (via systemctl): quagga.service.
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo telnet localhost 2601
Trying 127.0.0.1...
telnet: Unable to connect to remote host: Connection refused
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo /etc/init.d/quagga restart
[ ok ] Restarting quagga (via systemctl): quagga.service.
```

7、配置 zebra

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo telnet localhost 2601
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.

Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.


User Access Verification

Password:
Password:
Password:
ubuntu> enable
ubuntu# configure terminal
ubuntu(config)# inferface ens33
% [ZEBRA] Unknown command: inferface ens33
ubuntu(config)# interface ens33
ubuntu(config-if)# ip address 192.168.0.1/24
ubuntu(config-if)# no shutdown
ubuntu(config-if)# interface ens37
ubuntu(config-if)# ip address 192.168.1.1/24
ubuntu(config-if)# no shutdown
ubuntu(config-if)# write
Configuration saved to /etc/quagga/zebra.conf
ubuntu(config-if)# exit
ubuntu(config)# exit
ubuntu# exit
Connection closed by foreign host.
```

8、配置 bgp

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo telnet localhost 2605
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.

Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.


User Access Verification

Password:
ubuntu> enable
ubuntu# configure terminal
ubuntu(config)# router bgp 100
ubuntu(config-router)# network 192.168.1.0/24
ubuntu(config-router)# neighbor 192.168.0.2 remote-as 200
ubuntu(config-router)# neighbor 192.168.0.2 description "two"
ubuntu(config-router)# write
Configuration saved to /etc/quagga/bgpd.conf
ubuntu(config-router)# exit
ubuntu(config)# exit
ubuntu# exit
Connection closed by foreign host.
```

二、Host2 设置

与 Host1 基本一致，命令上的区别如下图所示：

```
ysn@ubuntu:~$ sudo ifconfig ens33 192.168.0.2
ysn@ubuntu:~$ sudo ifconfig ens37 192.168.2.1
```

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo telnet localhost 2601
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.

Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.


User Access Verification

Password:
ubuntu> enable
ubuntu# interface ens33
% [ZEBRA] Unknown command: interface ens33
ubuntu# configure terminal
ubuntu(config)# ip address 192.168.0.2/24
% [ZEBRA] Unknown command: ip address 192.168.0.2/24
ubuntu(config)# interface ens33
ubuntu(config-if)# ip address 192.168.0.2/24
ubuntu(config-if)# interface ens37
ubuntu(config-if)# ip address 192.168.2.1/24
ubuntu(config-if)# no shutdown
ubuntu(config-if)# write
Configuration saved to /etc/quagga/zebra.conf
ubuntu(config-if)# quit
ubuntu(config)# quit
ubuntu# quit
Connection closed by foreign host.
```

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo telnet localhost 2605
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.

Hello, this is Quagga (version 0.99.24.1).
Copyright 1996-2005 Kunihiro Ishiguro, et al.


User Access Verification

Password:
ubuntu> enable
ubuntu# configure terminal
ubuntu(config)# router bgp 200
ubuntu(config-router)# network 192.168.2.0/24
ubuntu(config-router)# neighbor 192.168.0.1 remote-as 100
ubuntu(config-router)# neighbor 192.168.0.1 description "one"
ubuntu(config-router)# write
Configuration saved to /etc/quagga/bgpd.conf
ubuntu(config-router)# quit
ubuntu(config)# quit
ubuntu# quit
Connection closed by foreign host.
```

三、**检查路由表**

1、重启 quagga 服务

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo /etc/init.d/quagga restart
[ ok ] Restarting quagga (via systemctl): quagga.service.
```

2、Host1 路由表

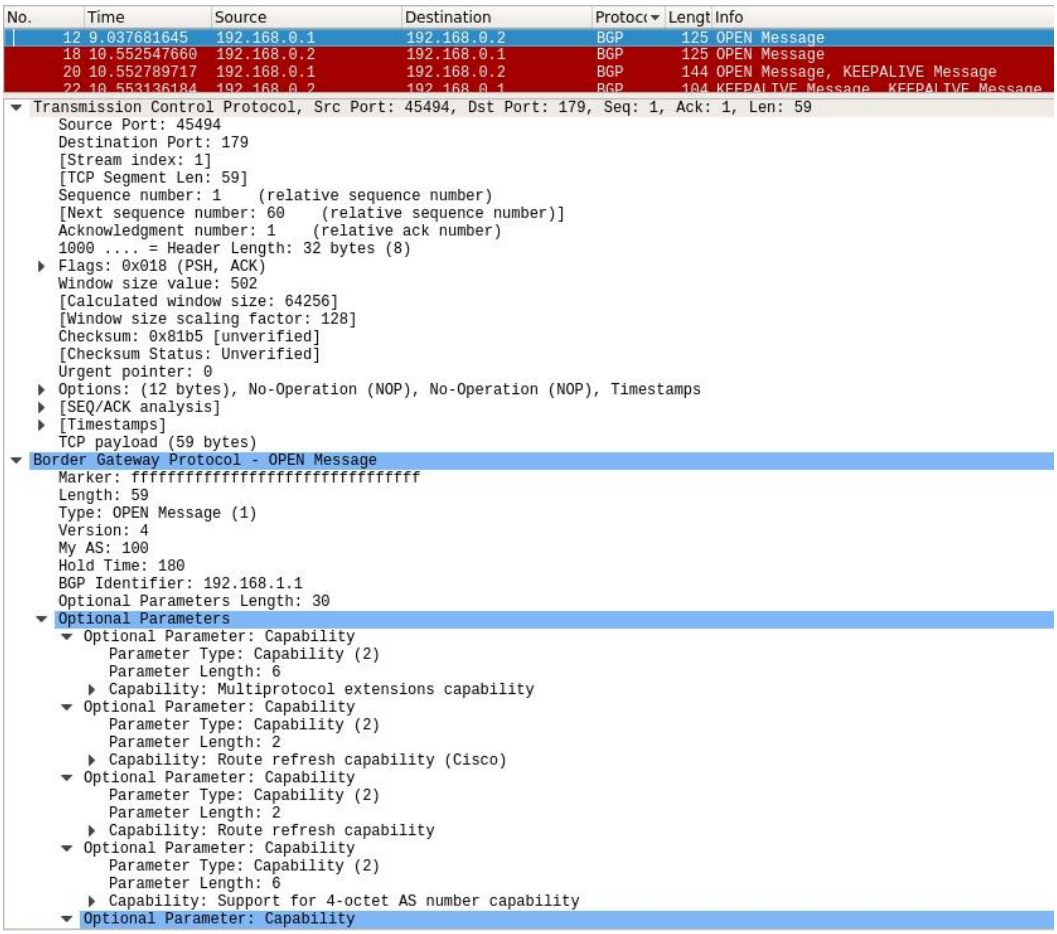
```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo route
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
link-local      *               255.255.0.0     U     1000   0        0 ens37
192.168.0.0     *               255.255.255.0   U     0      0        0 ens33
192.168.1.0     *               255.255.255.0   U     0      0        0 ens37
192.168.2.0     192.168.0.2     255.255.255.0   UG    0      0        0 ens33
```

3、Host2 路由表

```
ysn@ubuntu:/etc/quagga$ sudo route
Kernel IP routing table
Destination     Gateway         Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface
link-local      *               255.255.0.0     U     1000   0        0 ens37
192.168.0.0     *               255.255.255.0   U     0      0        0 ens33
192.168.1.0     192.168.0.1     255.255.255.0   UG    0      0        0 ens33
192.168.2.0     *               255.255.255.0   U     0      0        0 ens37
```

数据分析

一、观察 OPEN 报文:



（1）传输协议层 TCP 中的端口号是否为 179?

是的，BGP 协议使用 TCP 179 端口进行通信。这是 BGP 的默认传输端口。

（2）Marker 字段的值是否全为 1?所观察到的值代表什么含义?

Marker 字段的值确实全为 1。这是一个固定的字段，在 BGP 报文中用于标识 BGP 消息的起始，并用于在 BGP 会话中验证数据完整性。它的值全为 1 是为了确保 BGP 消息的一致性和标识性，帮助识别错误或篡改的消息。

（3）Length 字段的值?OPEN 报文各个字段的总长度?二者是否相等。

Length 字段的值为 59，OPEN 报文各个字段的总长度为 59，二者相等。

（4）Type 字段的值是否与 OPEN 报文的类型值对应。

Type 字段的值为 1，与 OPEN 报文的类型值对应，因为 OPEN 报文在 BGP 中是第 1 类型的报文。

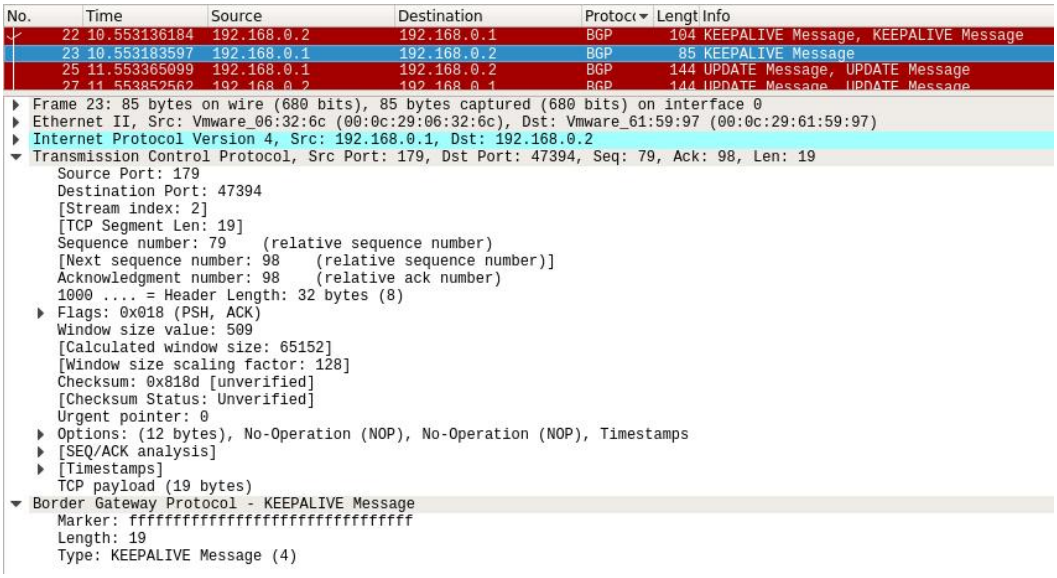
（5）Version 字段是否为 4?

是的。BGP 使用版本号 4 作为标准。

（6）观察 My As 字段，Hold Time 字段，IP 地址字段，确认这个 OPEN 报文发送者所在的 AS 号，建议的保持时间，以及 IP 地址。

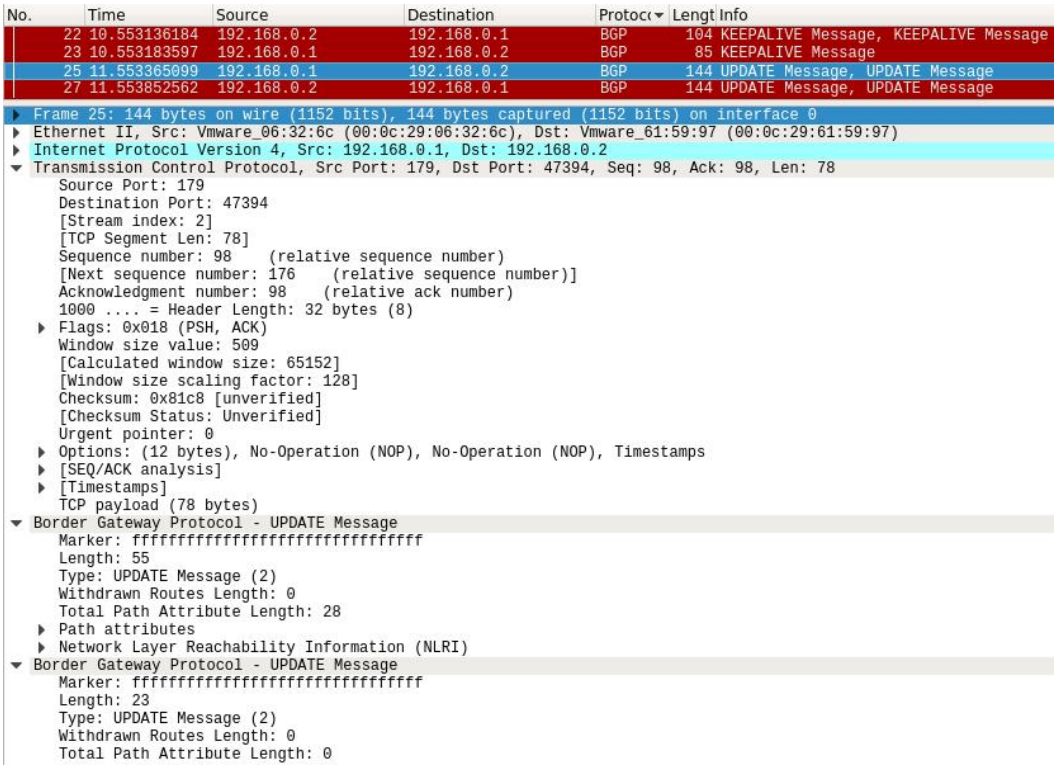
OPEN 报文发送者所在的 AS 号为 100，建议的保持时间为 180 秒，IP 地址为 192.168.1.1。

二、观察 KEEPALIVE 报文。



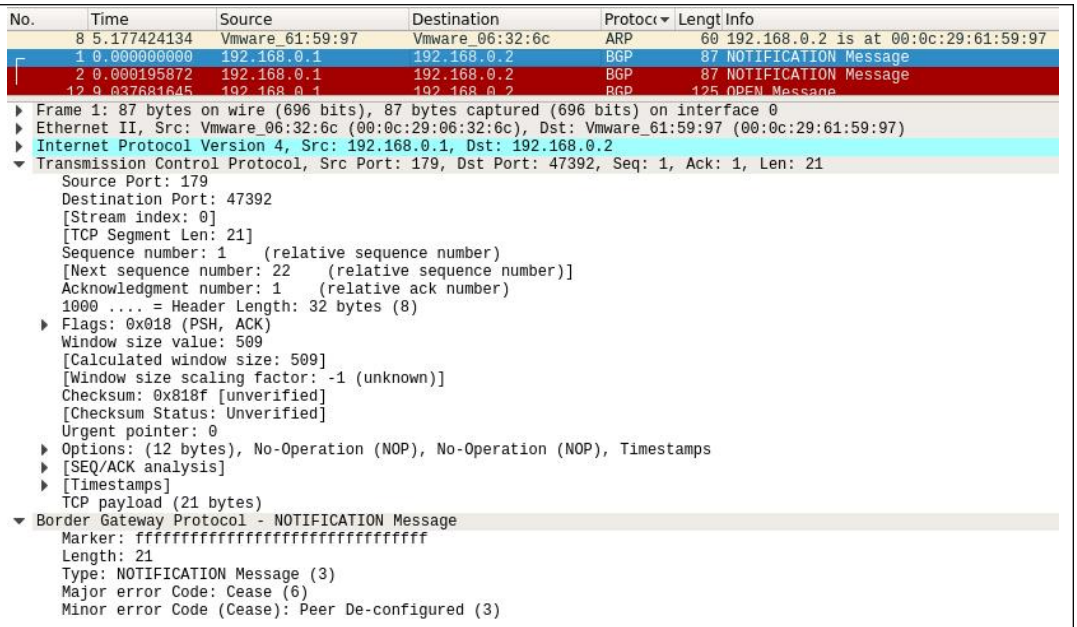
端口号为 179 端口；Marker 字段全为 1；Length 字段为 19 字节；Type 字段为 4，表示 KEEPALIVE 类型。

三、观察 UPDATE 报文，重启 quagga。



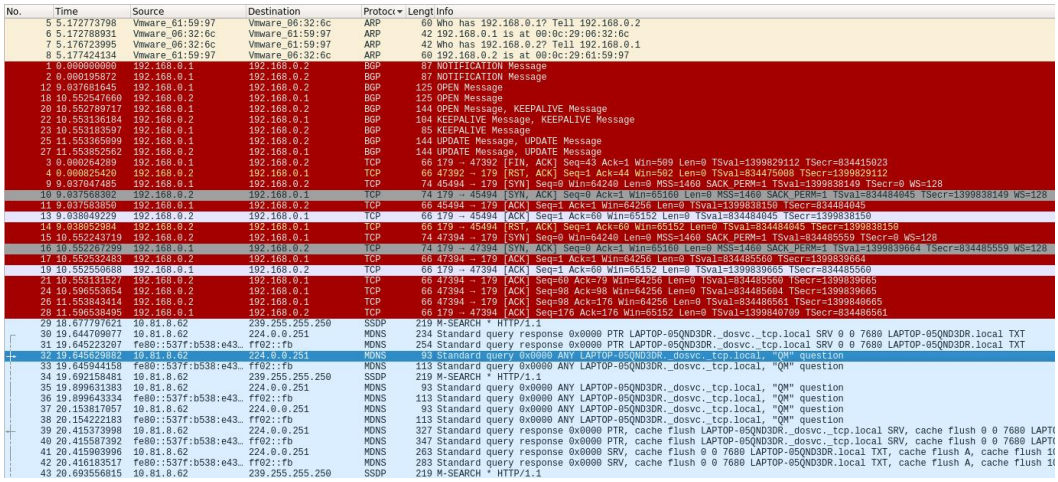
端口号为 179 端口；Marker 字段全为 1；Length 字段为 55+23 字节；Type 字段为 2，表示 UPDATE 类型。

四、观察 NOTIFICATION 报文。



端口号为 179 端口；Marker 字段全为 1；Length 字段为 21 字节；Type 字段为 3，表示 NOTIFICATION 类型。

五、部分示例数据



观察整个 BGP 建立连接的过程，依次使用了 NOTIFICATION、OPEN、KEEPLIVE、UPDATE 等类型的报文。

思考题

1、重启 quagga 程序后，出现的 UPDATE 消息是成对的，即两个 BGP 对等体都向对方那个发送了一个 UPDATE 消息。请结合这个具体例子思考产生这个现象的原因。

在 BGP（边界网关协议）中，UPDATE 消息用于通告路由信息。重启 Quagga 程序后，UPDATE 消息是成对的，这个现象的原因通常涉及以下几点：

（1）BGP 会话恢复时的路由同步

当 BGP 会话重启时，BGP 对等体之间的连接会重新建立，并重新交换路由信息。特别是在一些 BGP 实现中，重启后通常会触发完整的路由同步过程，这会导致两个对等体互相发送 UPDATE 消息。例如：在 A 和 B 之间，A 是一个 BGP 对等体，B 是另一个。重启 Quagga 后，BGP 会话恢复时，A 会向 B 发送自己的路由更新，同时 B 会根据 A 的更新内容和当前自己的路由状态，准备发送一个更新给 A。

这种现象的出现是正常的，因为在 BGP 会话恢复后，两端都会将自己的路由信息重新交换一次，以确保双方的路由表一致。

（2）BGP 邻居的路由表不一致

在 BGP 对等体间，UPDATE 消息通常是用来传递路由的变化。重启时，可能会导致两边的路由表发生不一致。当 A 重启时，可能会丢失一些路由状态，重新从 B 获取路由；同样，B 在重启后也可能会丢失路由状态，因此两端都需要发出 UPDATE 消息，分别通知对方。

这种行为可能导致两个对等体发送成对的 UPDATE 消息，以确保同步路由信息。

（3）BGP 路由撤销和重通告

BGP 是基于路径向量的协议，在某些情况下，重启可能导致 BGP 路由撤销并重新通告。例如，A 对 B 发出的 UPDATE 消息可能包含撤销某些先前通告的路由，而 B 收到 A 的 UPDATE 后可能会基于自己的路由信息重新生成并发送一个更新消息给 A，通知 A 它所知道的路由变化。这种情况也可能导致“成对”的 UPDATE 消息交换。

（4）BGP 保活和对等体状态变化

BGP 对等体之间通过定期交换保活消息维持会话状态。如果对等体之间的 BGP 连接因某种原因丢失，重启后它们会重新建立连接。在重新建立连接时，为了同步路由信息，可能会发出 UPDATE 消息。在 BGP 协议中，任何路由信息的变化或恢复，都会导致 UPDATE 消息的发送。

2、如何验证 BGP 声明的正确性?

验证 BGP（边界网关协议）声明的正确性，通常涉及确保 BGP 路由的有效性、完整性和政策符合预期。常见的验证方法包括以下几种：

（1）BGP 路由验证

- 查看 BGP 路由表：使用命令 show ip bgp 或 show bgp 查看路由表中的条目。需要确认 BGP 学习到的路由条目是否符合网络设计和预期。
- 验证路由前缀：确保所有 BGP 前缀正确地匹配目标网络。
- 验证路由路径：检查路由的 AS 路径（AS path）、下一跳（next-hop）、MED（多出口判定）等信息，确保它们符合设计政策。
- 查看路由状态：确保 BGP 路由的状态为“可达”（reachable），并检查是否有任何“不可达”（unreachable）或“撤销”（withdrawn）状态的前缀。

（2）BGP 邻居状态

- 检查邻居状态：使用命令 show ip bgp neighbors 或 show bgp summary 检查 BGP 邻居的状态。确保所有邻居状态是“Established”，如果是“Idle”或“Active”，需要检查 BGP 邻居配置和网络连接。

	• 查看邻居的 BGP 会话：如果邻居状态不正常，查看日志文件或命令输出，确认 BGP 会话是否存在问题，例如 BGP 认证问题、TCP 连接问题等。 **（3）BGP 路由策略检查** • 配置验证：检查路由策略（如过滤规则、路由映射、AS 路径预设等）是否正确配置，确保路由过滤器没有误阻止合法路由，或错误地允许了不应接受的路由。 • 确认路由广告：使用 show ip bgp neighbors 和 show ip bgp <prefix> 命令查看是否正确地从邻居那里收到了需要的路由，并确认正确的路由被广告到其他邻居。 • 检查路由重分发：如果使用了路由重分发（例如将 IGP 路由重分发到 BGP），确保重分发的路由符合预期，没有误导网络。 **（4）路径选择验证** • 查看选择路径的决定因素：在 BGP 选择路径时，多个因素会影响最终的路径选择（如 AS 路径长度、下一跳 IP、MED 值等）。可以通过 show ip bgp <prefix> 查看选择的最佳路径，确认选择符合预期。 • 确认没有环路：确保 BGP 路由中没有出现环路，尤其是在多重 BGP 邻居和复杂拓扑中，环路可能由于错误的配置或者 AS 路径污染而产生。 **（5）BGP 过滤器和策略审查** • 检查路由过滤器：确认所有的路由过滤器（如 prefix-list、route-map 等）都正确配置，防止误过滤路由。 • 分析社区属性：确认 BGP 社区（BGP community）标记是否正确设置和传递，社区可以用来影响路由选择和传播。 **（6）BGP 安全验证** • 验证 BGP 源验证：确保 BGP 路由广告来源的 IP 地址和 AS 号符合预期，并且通过 RPKI（资源公钥基础设施）进行验证。 • BGP 前缀过滤：使用 prefix filtering 策略，以防止接收到意外的或不合法的 BGP 前缀。
经验总结	*（实验过程中遇到的困难，试验中需要额外注意的事项，实验中激发的灵感等）* 1、当按指导书跑不通命令时，需要 restart 一下 quagga。 2、虚拟机设置 ip 后需要用 ifconfig 检查一下 ip 设置是否生效。 3、在检查路由器时，restart quagga 后需要等一分钟才能得到正确的 route 命令运行结果，需要有耐心。 4、这次实验和上次 ospf 实验在流程上十分相似，故做起来很快很顺利。