广播网络实验

中国科学院大学
袁欣怡 2018K8009929021
2021.4.6

实验内容

1. 实现结点广播 `broadcast_packet` 函数。
2. 使用 `three_nodes_bw.py` 验证三个节点相互能够ping通。
3. 用 `iperf` 测量广播网络的效率。
4. 构建环形拓扑结构，复现数据包环路现象。

实验流程

1. 搭建实验环境

本实验中涉及到的文件主要有：

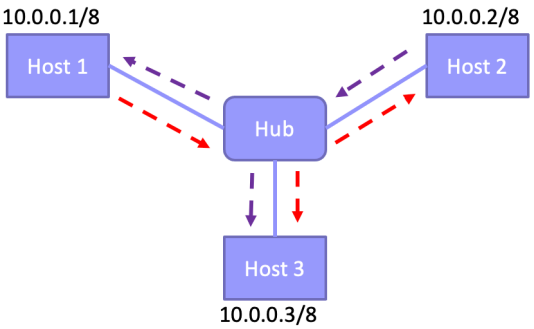
`main.c` ：编译后生成 `hub` 。调用了 `broadcast_packet()` 函数，这个函数在文件 `broadcast.c` 中实现。

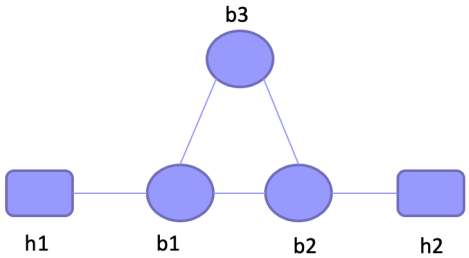
`boradcast.c` ：主要实现 `boradcast_packet()` 的功能。

`Makefile` ：处理 `make clean` 和 `make all` 指令。

`three_nodes_bw.py` ：三结点网络拓扑结构。如下图中左图所示。

`loop_topo.py` ：自己实现的环形网络拓扑结构。如下图中右图所示。





2. 实验代码设计

`broadcast_packet` 函数：

```c
void broadcast_packet(iface_info_t *iface, const char *packet, int len)
{
    //lab04 TODO: broadcast packet
    fprintf(stdout, "TODO: broadcast packet here.\n");
    // 在屏幕进行打印，告知包已经到达Hub，可以进行广播

    iface_info_t * iface_entry = NULL; // 初始化一个新变量

    list_for_each_entry(iface_entry, &instance->iface_list, list) {
    // 调用list_for_each_entry，对整个链表进行遍历
        if (iface_entry -> fd != iface -> fd) { // 当前主机不是发送消息的主机
            iface_send_packet(iface_entry, packet, len); // 调用
iface_send_packet，发包给这个主机
        }
    }
}
```

`loop_topo.py` （节选）：

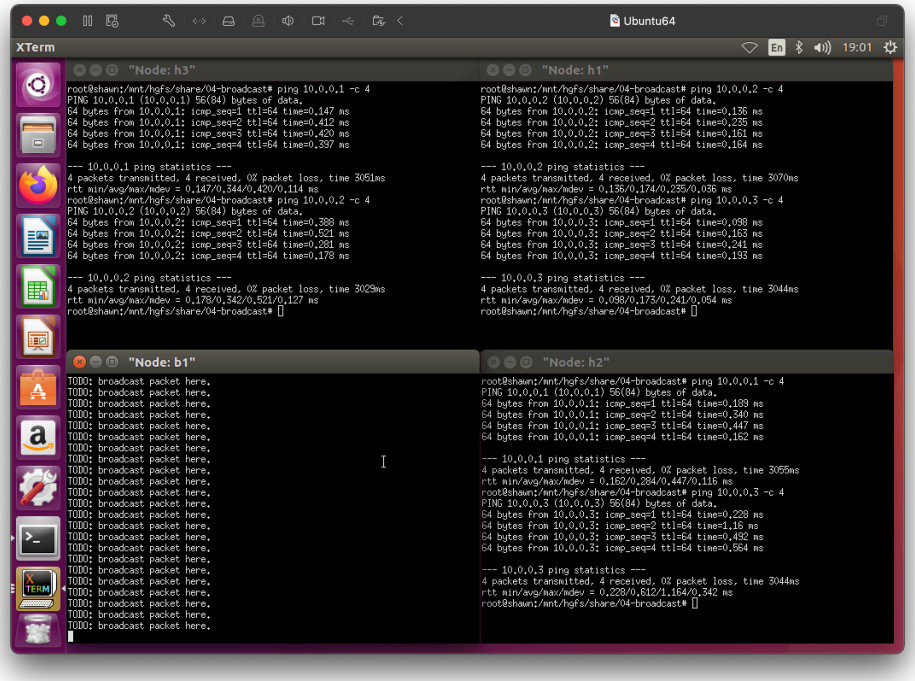
```python
# 构建网络拓扑结构
class BroadcastTopo(Topo):
    def build(self):
        h1 = self.addHost('h1')
        h2 = self.addHost('h2')

        b1 = self.addHost('b1')
        b2 = self.addHost('b2')
        b3 = self.addHost('b3')

        self.addLink(h1, b1)
        self.addLink(h2, b2)
        self.addLink(b1, b2)
        self.addLink(b2, b3)
        self.addLink(b1, b3)


# 设置IP地址
if __name__ == '__main__':
    check_scripts()

    topo = BroadcastTopo()
    net = Mininet(topo = topo, link = TCLink, controller = None)

    h1, h2, b1, b2, b3 = net.get('h1', 'h2', 'b1', 'b2', 'b3')
    h1.cmd('ifconfig h1-eth0 10.0.0.1/8')
    h2.cmd('ifconfig h2-eth0 10.0.0.2/8')
```

```
28
29      clearIP(b1)
30      clearIP(b2)
31      clearIP(b3)
32
33      for h in [ h1, h2, b1, b2, b3 ]:
34          h.cmd('./scripts/disable_offloading.sh') # 禁用offloading
35          h.cmd('./scripts/disable_ipv6.sh') # 禁用IPv6
36
37      net.start()
38      CLI(net)
39      net.stop()
```

3. 启动脚本进行测试

（1）广播网络功能测试

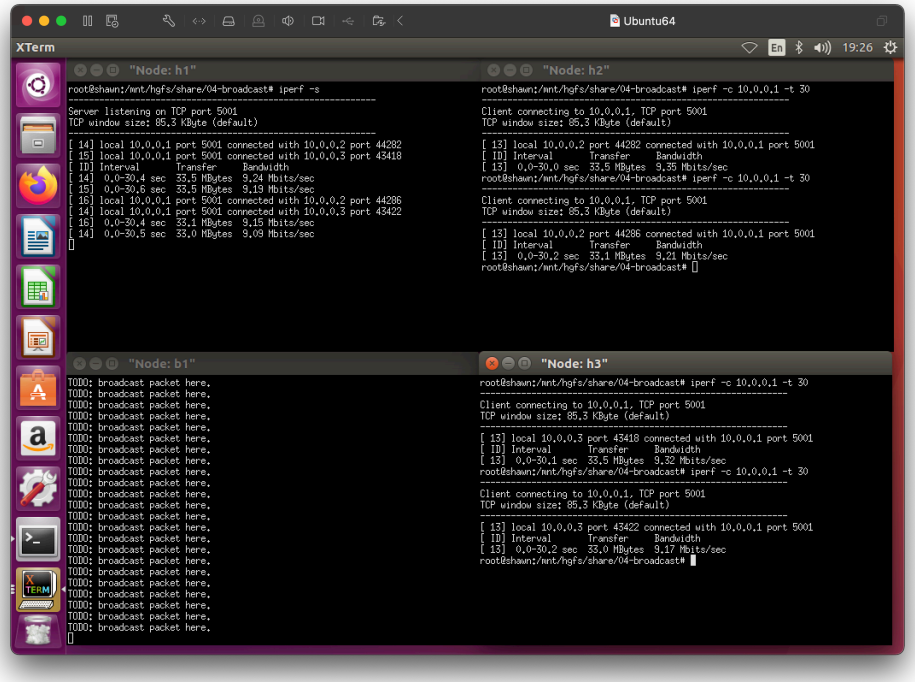
运行 `three_node_bw.py` ，开启 `h1` 、 `h2` 、 `h3` 和 `b1` 四个结点。通过从 `h1` ping `h2` 和 `h3`，从 `h2` ping `h1` 和 `h3` ，从 `h3` ping `h1` 和 `h2` ，可以发现这些数据通路都是连通的，这说明我们实现的 `hub` 可以完成广播的功能。



（2）广播网络效率测试

运行 `three_node_bw.py` ，开启 `h1` 、 `h2` 、 `h3` 和 `b1` 四个结点。

先用 `h1` 作为服务器， `h2` 和 `h3` 作为客户进行访问。



图中做了两组测试：

1. `h2` 先进行 `iperf` 测试，结束后再启动 `h3` 的测试。

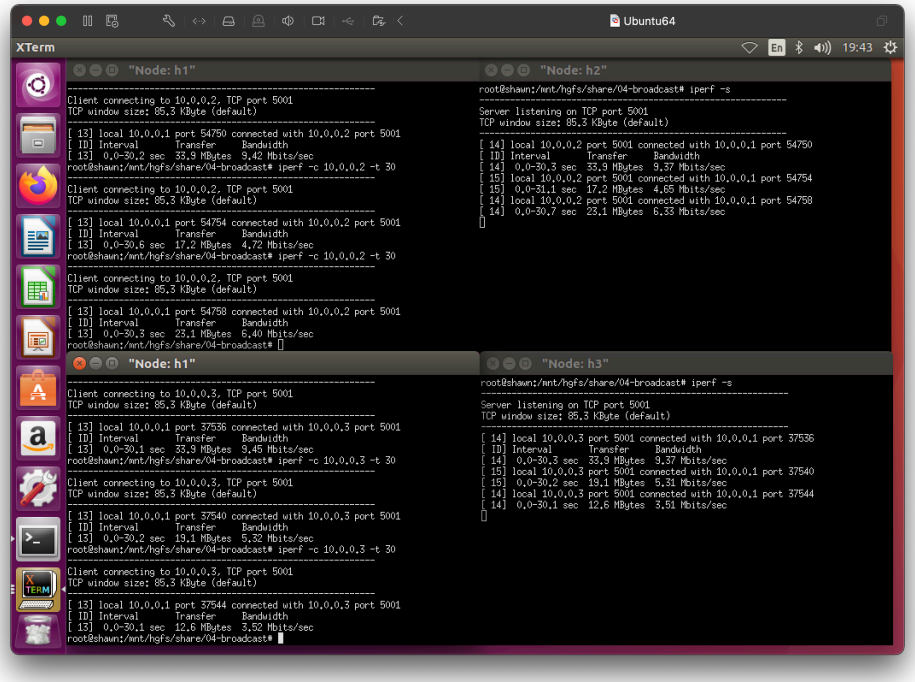
   测试结果：h2-h1：9.35 Mbps，h3-h1：9.32 Mbps。

2. `h2` 和 `h3` 同时测试。

   测试结果：h2-h1：9.21 Mbps，h3-h1：9.17 Mbps。

可以看出来，是否并行测试对于带宽的影响很小，这说明了带宽的双向性，即：当 `h2` 与 `h3` 同时以 `10Mbps` 的速率向 `h1` 发送数据包时， `h2` 与 `b1` 、 `h3` 与 `b1` 之间的通路上都存在着双向的传输速率为 `10Mbps` 的数据流。理论分析结果与实际测量结果一致。

再用 `h2` 和 `h3` 作为服务器， `h1` 作为客户进行访问。此时需要打开两个 `h1` 的终端。



同样进行了多组测试：

1. `h1` 先访问 `h2` 进行测试，结束后再访问 `h3` 进行测试。

   测试结果：h1-h2：9.37 Mbps，h1-h3：9.37 Mbps。

2. `h1` 同时访问 `h2` 和 `h3` 。

   测试结果：h1-h2：4.65 Mbps，h1-h3：5.31 Mbps。

3. （同上） `h1` 同时访问 `h2` 和 `h3` 。

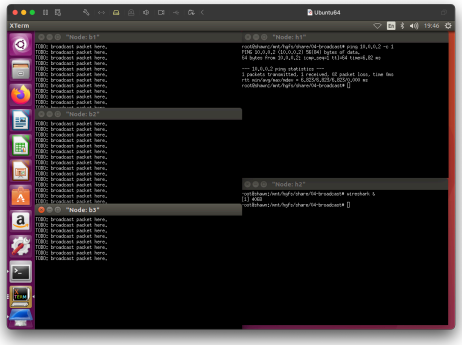
   测试结果：h1-h2：6.33 Mbps，h1-h3：3.51 Mbps。

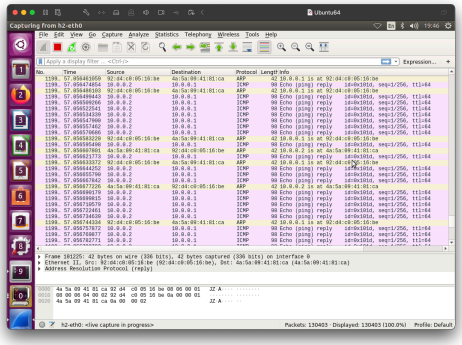
此时发现并发对带宽的影响较大，这说明广播转发会占用带宽，导致传输速度降低。单发时理想传输速度为 `10Mbps` ，实验测出来的结果也很接近这个值。但是并发时， `h1` 向 `b1` 以 `20Mbps` 的速率发送数据包，其中一半目的主机是 `h2` ，另一半目的主机是 `h3` 。数据包到达 `b1` 后，开始向 `h2` 和 `h3` 转发。每一个数据包，都会被复制后发往 `h2` 和 `h3` ，所以对于 `h2` ，虽然其接受速率理论上最高为 `10Mbps` ，但是其中约有一半是 `h1` 要发往 `h3` 的包，对于 `h2` 来言属于无效包，白白占用带宽。对于 `h3` 也是类似的情况。实际测试中，第一次 h1-h2：4.65 Mbps，h1-h3：5.31 Mbps，二者相加为 `9.96Mbps` ＜10Mbps，第二次 h1-h2：6.33 Mbps，h1-h3：3.51 Mbps，二者相加为 `9.84Mbps` ＜10Mbps，均满足理论分析。

（3）环形拓扑中出现数据包环路

运行 `loop_topo.py` ，开启 `h1` 、 `h2` 、 `b1` 、 `b2` 和 `b3` 五个结点。

让 `b1` 、 `b2` 和 `b3` 作为hub，在 `h2` 中打开 `wireshark` ，然后用 `h1` 发送一个数据包。





当 `h1` 发送数据包后， `b1` 、 `b2` 和 `b3` 都在不停打印广播的信息，同时 `wireshark` 中也一直在抓包，说明数据包在环形拓扑中被不停地转发，对资源造成了极大的浪费。

实验总结

无。

参考资料

1. HUB（多端口转发器）： https://baike.baidu.com/item/HUB/703984