计算机网络研讨课实验报告

冯吕 2015K8009929049

2018 年 4 月 19 日

实验题目

生成树机制实验

实验内容

在本次实验中，需要基于已有代码，实现生成树运行机制，主要需要实现端口收到 $config$ 包以后需要进行的操作，然后对于给定拓扑，计算输出相应状态下的最小生成树拓扑。

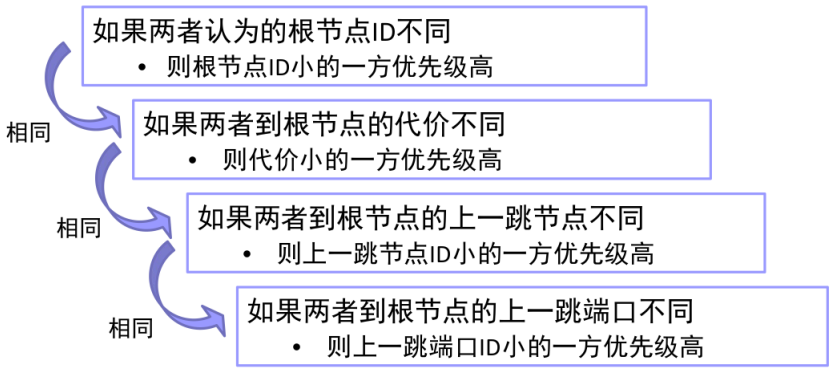
另外，需要自己构造一个不少于六个节点，链路冗余度不少于 2 的拓扑，然后使用 stp 程序计算输出最小生成树拓扑。

实验流程

处理 $config$ 消息

在实验过程中，首先在已有代码基础上实现生成树运行机制，即实现函数 $static\ void\ stp\_handle\_config\_packet(stp,\ stp\_port\_t\ *p, struct\ stp\_config\ *config)$，该函数的功能是当 stp 节点从端口 p 收到 $config$ 包以后的消息处理操作。

根据生成树机制，在初始化时，每一个节点都把自己当成根节点，将每个端口都设置为指定端口。当一个端口收到 $config$ 消息之后，首先比较本端口存储的 $config$ 和收到的 $config$ 的优先级高低，比较规则如下图所示：



由于比较逻辑较为复杂，因此，可通过定义如下宏定义来简化优先级比较：

```
1 #define PRIOR(r1, r2, c1, c2, s1, s2, p1, p2) \
2         r1<r2 || \
3       (r1==r2&&c1<c2)|| \
```

```
    (r1==r2&&c1==c2&&s1<s2)|| \
    (r1==r2&&c1==c2&&s1==s2&&p1<p2)
```

比较完优先级之后，如果发现收到的 *config* 消息优先级高，那么说明该网段通过对方端口连接根节点代价更小，则将本端口存储的 *config* 替换为收到的 *config*，本端口从指定端口变为非指定端口：

```
if (PRIOR(ntohll(config->root_id),p->designated_root,
    ntohl(config->root_path_cost), p->designated_cost,
    ntohll(config->switch_id), p->designated_switch,
    ntohs(config->port_id), p->designated_port))
{
    //update port config
    p->designated_root = ntohll(config->root_id);
    p->designated_port = ntohs(config->port_id);
    p->designated_switch = ntohll(config->switch_id);
    p->designated_cost = ntohl(config->root_path_cost);
        . . .
}
```

然后，更新节点状态。更新节点状态时，首先需要找出根端口，根端口需要满足两个条件：必须是非指定端口，且该端口的优先级需要高于其他所有的非指定端口。寻找根端口的代码如下：

```
char not_de_port[stp->nports];
for(int i = 0; i != stp->nports; ++i){
    if (!stp_port_is_designated(&stp->ports[i]))
        not_de_port[i] = 1;
    else
        not_de_port[i] = 0;
}
stp_port_t *root_port = NULL;
for (int i = 0; i != stp->nports; ++i){
    if (not_de_port[i] && !strcmp(stp_port_state(&stp->ports[i]),
                        "ALTERNATE")){
        root_port = &stp->ports[i];
        break;
    }
 }
 for (int i = 1; i != stp->nports; ++i){
     if ( !root_port ){// root port not exist,
        //this switch is root switch
        stp->designated_root = stp->switch_id;
        stp->root_path_cost = 0;
        break;
     }
     if (not_de_port[i]&&!strcmp(stp_port_state(&stp->ports[i]),
          "ALTERNATE")&&(PRIOR(stp->ports[i].designated_root,
          root_port->designated_root, stp->ports[i].designated_cost,
```

```
26              root_port->designated_cost, stp->ports[i].designated_switch,
27              root_port->designated_switch, stp->ports[i].designated_port,
28              root_port->designated_port)))
29          root_port = &stp->ports[i];
30  }
```

在寻找根端口的过程中，有判断根端口不存在的逻辑，如果不存在根端口，则说明该节点为根节点，需要将节点的 *designated_root* 设置为节点 *id*，并将 *root_path_cost* 设置为 0（见上面代码第 19, 20 行）。

如果根端口存在，那么选择通过 *root_port* 连接到根节点，并如下更新节点状态：

```
1  if (root_port){
2      stp->designated_root = root_port->designated_root;
3      stp->root_port = root_port;
4      stp->root_path_cost = root_port->designated_cost + root_port->path_cost;
5  }
```

当节点更新完状态之后，还需要更新端口的 *config*：

- 如果一个端口是指定端口，那么只需更新如下内容：

```
1  if (stp_port_is_designated(&stp->ports[i])){
2      stp->ports[i].designated_root = stp->designated_root;
3      stp->ports[i].designated_cost = stp->root_path_cost;
4  }
```

- 如果一个端口为非指定端口，且其网段通过本节点到根节点的代价比通过对端节点的代价小，那么该端口成为指定端口，并如下更新：

```
1  if (!strcmp("ALTERNATE",stp_port_state(&stp->ports[i]))
2      &&stp->root_path_cost < stp->ports[i].designated_cost){
3      stp->ports[i].designated_root = stp->designated_root;
4      stp->ports[i].designated_cost = stp->root_path_cost;
5      stp->ports[i].designated_switch = stp->switch_id;
6      stp->ports[i].designated_port = stp->ports[i].port_id;
7  }
```

更新节点后，如果节点从根节点变为了非根节点，则需要停止 *hello* 定时器，可在更新节点前记录一次节点状态，和更新后进行比较：

```
1  if (!stp_is_root_switch(stp)){
2      // root -> non root
3      // stop timer
4      stp_stop_timer(&stp->hello_timer);
5  }
```

之后，将更新后的 *config* 从每个指定端口转发出去：

```
1  for (int i = 0; i != stp->nports; ++i){
2    if (stp_port_is_designated(&stp->ports[i])){
```

```
        stp_port_send_config(&stp->ports[i]);
        }
}
// or
stp_send_config(stp);
```

如果端口收到 *config* 优先级更低，那么该端口为指定端口，从该端口发送 *config* 消息即可：

```
stp_port_send_config(p);
```

以上即为处理 *config* 消息的全部内容。本质上，生成树构建过程使用的是单源点最短路径算法，每个节点只知道自己当前的信息，通过不停发包收包来迭代更新，最后所有节点所认为的根节点相同，即达到收敛状态。

构建新的拓扑结构进行实验

新构建拓扑结构的脚本如下：

```
#!/usr/bin/env python2

from mininet.topo import Topo
from mininet.net import Mininet
from mininet.cli import CLI

def clearIP(n):
    for iface in n.intfList():
        n.cmd('ifconfig %s 0.0.0.0' % (iface))

class MyTopo(Topo):
    def build(self):
        b1 = self.addHost('b1')
        b2 = self.addHost('b2')
        b3 = self.addHost('b3')
        b4 = self.addHost('b4')
        b5 = self.addHost('b5')
        b6 = self.addHost('b6')

        self.addLink(b1, b2)
        self.addLink(b1, b3)
        self.addLink(b1, b4)
        self.addLink(b2, b3)
        self.addLink(b4, b3)
        self.addLink(b6, b4)
        self.addLink(b2, b5)
        self.addLink(b2, b6)
        self.addLink(b6, b5)

```

```
30 if __name__ == '__main__':
31     topo = MyTopo()
32     net = Mininet(topo = topo, controller = None)
33 
34     nports = [ 3, 4, 3, 3, 2, 3 ]
35 
36     for idx in range(len(nports)):
37         name = 'b' + str(idx+1)
38         node = net.get(name)
39         # print node.nameToIntf
40         clearIP(node)
41         node.cmd('./disable_offloading.sh')
42         node.cmd('./disable_ipv6.sh')
43 
44         # set mac address for each interface
45         for port in range(nports[idx]):
46             intf = '%s-eth%d' % (name, port)
47             mac = '00:00:00:00:0%d:0%d' % (idx+1, port+1)
48 
49             node.setMAC(mac, intf = intf)
50 
51         node.cmd('./stp > %s-output.txt 2>&1 &' % name)
52 
53     net.start()
54     CLI(net)
55     net.stop()
```

该拓扑结构共有 6 个节点，链路冗余度为 4。然后使用 *stp* 程序计算输出新拓扑的最小生成树。

之后，需要修改输出节点信息的脚本，*dump* 文件中除去前两行即为节点信息，因此，输出节点信息的脚本可修改如下：

```
1 #!/bin/bash
2 for i in `seq 1 6`;
3 do
4     echo "NODE b$i dumps:";
5     declare -i b=$(cat b$i-output.txt | wc -l );
6     tail -`expr $b - 2` b$i-output.txt;
7     echo "";
8 done
```

实验结果

stp 程序正确输出了生成树拓扑：

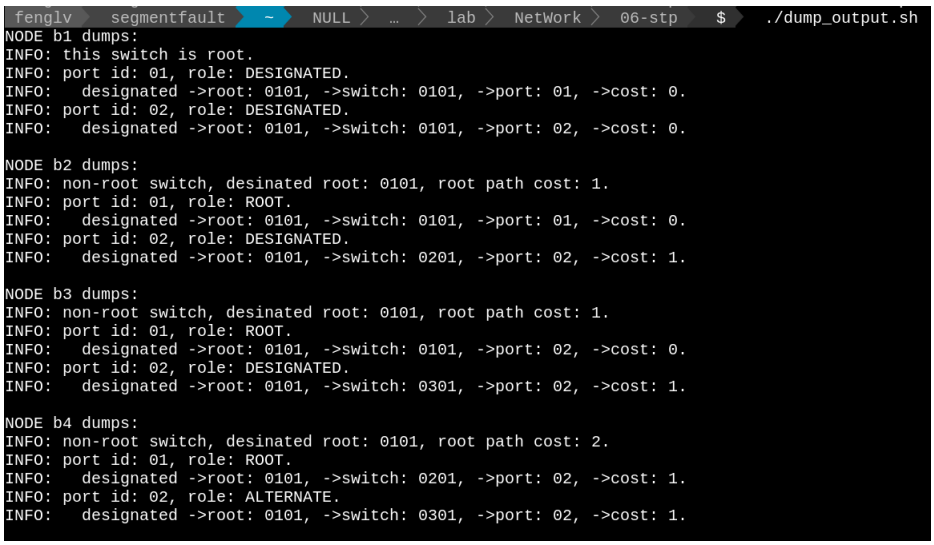


图 1: *dump* 节点输出

使用新的更多节点和冗余链路的拓扑图进行实验，也能正确输出生成树拓扑。

结果分析

实验结果的正确性验证了生成树机制的正确性，通过不断发包收包，生成树能够在很快时间内形成并保存稳定。