Hálózatok építése és üzemeltetése

OpenFlow / POX gyakorlat

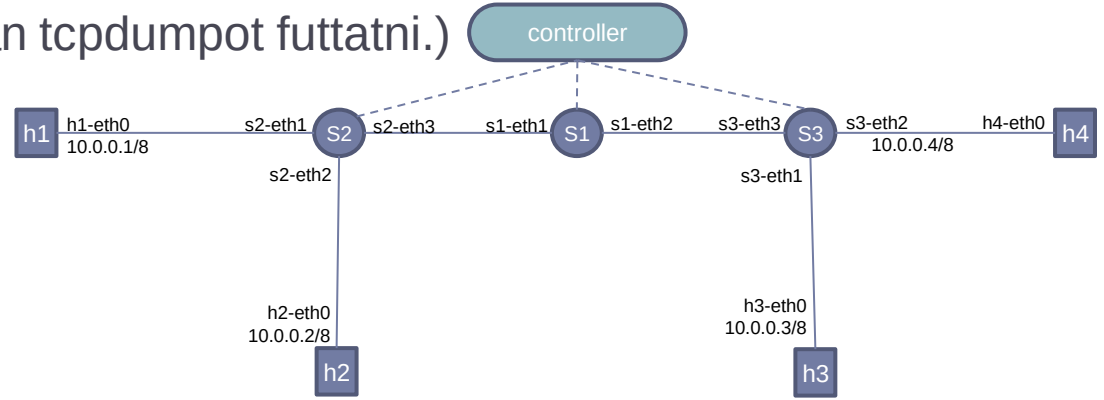
- Előző gyakorlat:
  - OSPF (routing protokoll)
  - elosztott működés
  - több-több (many-to-many) kommunikáció
  - bonyolult!
- Most:
  - más koncepció, SDN
  - (bonyolult??)

1. feladat: térképezzük fel az emulált topologiát

- $ sudo -E mn --topo tree,depth=2 --controller=remote,port=6633
- Használható parancsok:
  - mininet> net
  - mininet> dump
  - mininet> h1 ifconfig
  - mininet> …

2. feladat: forgalom megfigyelése

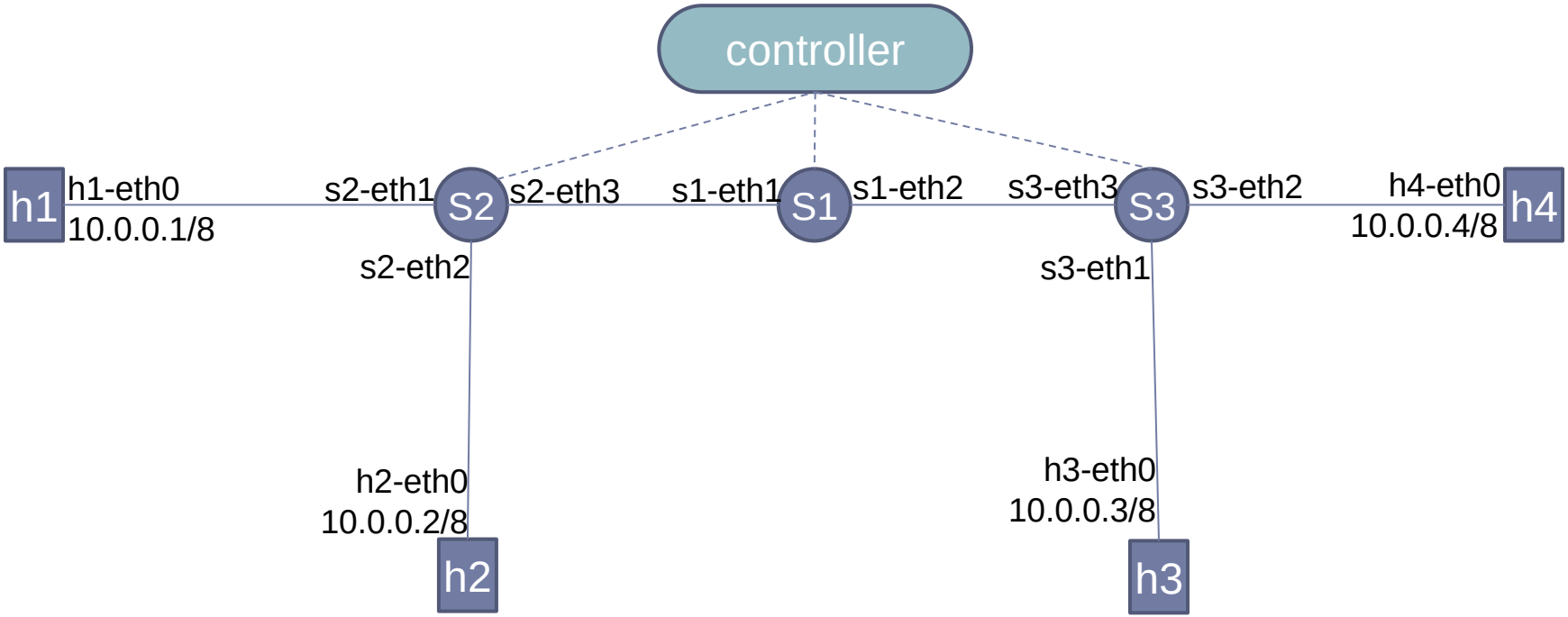
- mininet> xterm h1
- h1: ~# ping –c 1 10.0.0.4
- Figyeljük meg az s?-eth? interfészket. Meddig jutnak el az ARP kérések?
  - (érdemes külön ablakokban tcpdumpot futtatni.)
  - vizsgálandó linkek:
    - h1-s2, s1-s2, s2-h2



2. feladat: forgalom megfigyelése

- h1: ~# ping –c 1 10.0.0.4
- Figyeljük meg az s?-eth? interfészket. Meddig jutnak el az ARP kérések?
  - ALT-F2 xterm, majd: ~$ sudo wireshark &
  - .
  - Hallgassunk bele a **lo** interfészbe is!
    - (itt a wiresharkot érdemes használni, de az installált verzió *már* nem támogatja megfelelően a OF1.0-ás csomagokat)

1. feladat: térképezzük fel az emulált topologiát



POX: OpenFlow kontroller-keretrendszer

- Elavult: csak OpenFlow 1.0-t támogat
  - Konkurensek: OF 1.4+, OF-config, netconf, snmp
- Fejlesztése gyakorlatilag leállt
  - Hibajavítások kivételével
- Ipari igényeket nem elégít ki

- Minimális függőségi lista (python 2.7)
- Könnyen installálható
- Szkript nyelvet használ:
  - gyors edit/(compile)/debug ciklus
  - gyors prototípus implementálás
- Rendkívül elegáns eseménykezelő keretrendszer
- Single threaded: így is gyors, de nehezebb hibázni
- Keretrendszer, amiben alkalmazások írhatók

http://www.noxrepo.org
http://github.com/noxrepo/pox/
https://noxrepo.github.io/pox-doc/html/

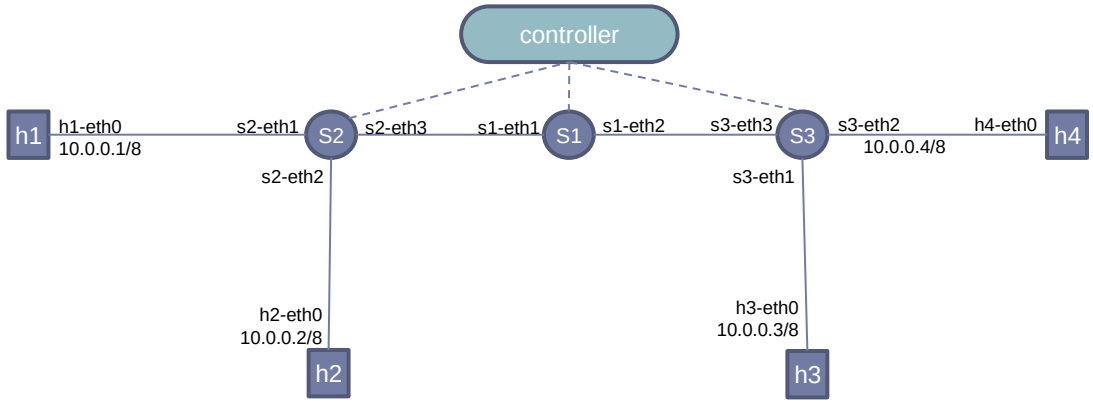
POX installálása, frissítése

A kiadott VM-en nincs rá szükség

```
git clone http://github.com/noxrepo/pox
cd ~/pox
git pull
git checkout eel
```

Egyszerű kontrolleralkalmazás

- ~/pox$ ./pox.py forwarding.hub
- Most sikeres lesz az előző ping parancs, de hol lesz most adatforgalom?
  - (érdemes külön ablakokban tcpdumpot futtatni.)
  - vizsgálandó linkek:
    - h1-s2, s1-s3, s2-h2
  - és interfész:
    - lo



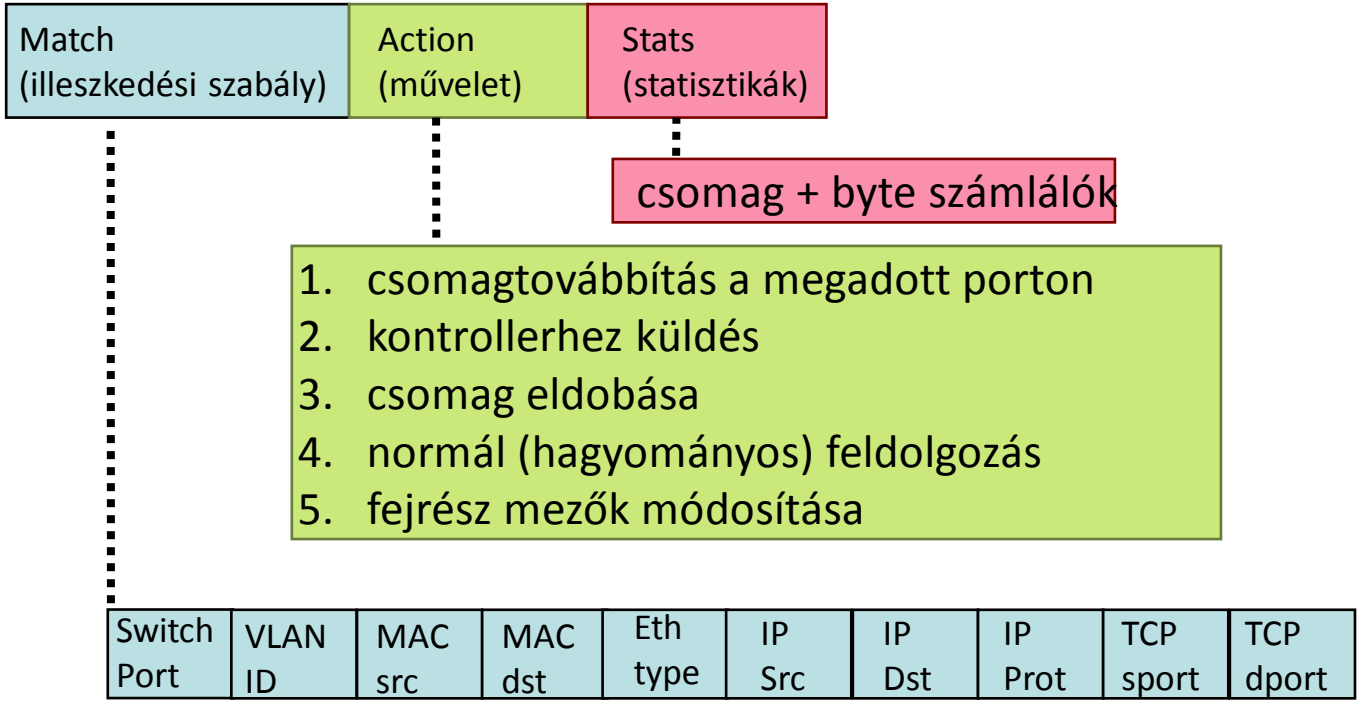
Mi történik a kontrollerrel?

- Vizsgáljuk meg a **lo** forgalmát a kontroller indításakor?
  - Értelmezzük az üzeneteket!

Mi történik a kontrollerrel?

- Hogy nézhetnek ki a folyamtáblák a switch-ekben?
- Nézzük meg a folyamtáblákat!
  - $ sudo ovs-ofctl show s2
  - $ sudo ovs-ofctl dump-flows s2
  - mininet> dpctl dump-flows
  - $ dpctl dump-flows tcp:localhost:6654 (vagy 55, 56)

Folyamtábla-bejegyzés



\+ a nem szükséges mezők maszkolhatók (wildcard)

Egyszerű kontrolleralkalmazás 2.

- **~/pox$ ./pox.py log.level --DEBUG forwarding.hub --reactive**
- Most sikeres is lesz az előző ping parancs, de hogyan alakul most a **kontroll**forgalom?
- Mi lesz a folyamtáblákban? Miért?

Érdekesebb folyamtábla bejegyzések

$ ./pox.py log.color log.level --DEBUG forwarding.l2_learning

h2:~$ nc -l 2222

h1:~$ date|nc 10.0.0.2 2222

mininet> dpctl dump-flows

Érdekesebb folyamtábla bejegyzések

$ ./pox.py log.color log.level --DEBUG forwarding.l2_learning

h2:~$ nc -l 2222

h1:~$ date|nc 10.0.0.2 2222

Érdekesebb statisztikai mezők

```
cookie=0x0, duration=2.27s,  table=0, n_packets=5, n_bytes=367,
idle_timeout=10, hard_timeout=30, idle_age=2, priority=65535,
tcp,in_port=1,vlan_tci=0x0000,dl_src=00:00:00:00:00:01,dl_dst=00:00:00:00:00:02,
nw_src=10.0.0.1,nw_dst=10.0.0.2,nw_tos=0,tp_src=46359,tp_dst=2222
actions=output:2

cookie=0x0, duration=2.267s, table=0, n_packets=3, n_bytes=206,
idle_timeout=10, hard_timeout=30, idle_age=2, priority=65535,
tcp,in_port=2,vlan_tci=0x0000,dl_src=00:00:00:00:00:02,dl_dst=00:00:00:00:00:01,
nw_src=10.0.0.2,nw_dst=10.0.0.1,nw_tos=0,tp_src=2222,tp_dst=46359
actions=output:1
```

Érdekesebb folyamtábla bejegyzések

$ ./pox.py log.color log.level --DEBUG forwarding.l2_learning

h2:~$ nc -l 2222

h1:~$ date|nc 10.0.0.2 2222

Érdekesebb illeszkedési mezők

```
cookie=0x0, duration=2.27s,  table=0, n_packets=5, n_bytes=367,
idle_timeout=10, hard_timeout=30, idle_age=2, priority=65535,
tcp,in_port=1,vlan_tci=0x0000,dl_src=00:00:00:00:00:01,dl_dst=00:00:00:00:00:02,
nw_src=10.0.0.1,nw_dst=10.0.0.2,nw_tos=0,tp_src=46359,tp_dst=2222
actions=output:2

cookie=0x0, duration=2.267s, table=0, n_packets=3, n_bytes=206,
idle_timeout=10, hard_timeout=30, idle_age=2, priority=65535,
tcp,in_port=2,vlan_tci=0x0000,dl_src=00:00:00:00:00:02,dl_dst=00:00:00:00:00:01,
nw_src=10.0.0.2,nw_dst=10.0.0.1,nw_tos=0,tp_src=2222,tp_dst=46359
actions=output:1
```

Érdekesebb folyamtábla bejegyzések

$ ./pox.py log.color log.level --DEBUG forwarding.l2_learning

h2:~$ nc -l 2222

h1:~$ date|nc 10.0.0.2 2222

Egyszerű akciólista

```
cookie=0x0, duration=2.27s,  table=0, n_packets=5, n_bytes=367,
idle_timeout=10, hard_timeout=30, idle_age=2, priority=65535,
tcp,in_port=1,vlan_tci=0x0000,dl_src=00:00:00:00:00:01,dl_dst=00:00:00:00:00:02,
nw_src=10.0.0.1,nw_dst=10.0.0.2,nw_tos=0,tp_src=46359,tp_dst=2222
actions=output:2

cookie=0x0, duration=2.267s, table=0, n_packets=3, n_bytes=206,
idle_timeout=10, hard_timeout=30, idle_age=2, priority=65535,
tcp,in_port=2,vlan_tci=0x0000,dl_src=00:00:00:00:00:02,dl_dst=00:00:00:00:00:01,
nw_src=10.0.0.2,nw_dst=10.0.0.1,nw_tos=0,tp_src=2222,tp_dst=46359
actions=output:1
```

- sudo -E mn **--mac** --topo linear,k=5,n=1 --controller=remote,port=6633 **--link=tc,delay=10ms**
- pox.py log.color log.level --DEBUG forwarding.l2_learning
- mininet> h1 ping h5

- sudo -E mn **--mac** --topo linear,k=5,n=1 --controller=remote,port=6633 **--link=tc,delay=10ms**
- pox.py log.color log.level --DEBUG forwarding.l2_learning
- mininet> h1 ping h5

PING 10.0.0.5 (10.0.0.5) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=1 ttl=64 time=459 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=2 ttl=64 time=167 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=3 ttl=64 time=124 ms
64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=4 ttl=64 time=121 ms
^C

- Mitől nagyobb az első válaszidő?
  - szokásos tcpdump + wireshark + … megfigyelések kellenek

pox.py log.color log.level --DEBUG forwarding.l2_learning proto.arp_responder --10.0.0.5=00:00:00:00:00:05 --10.0.0.1=00:00:00:00:00:01 py

- mininet> h1 ping h5

PING 10.0.0.5 (10.0.0.5) 56(84) bytes of data.

64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=1 ttl=64 time=232 ms

64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=2 ttl=64 time=186 ms

64 bytes from 10.0.0.5: icmp_seq=3 ttl=64 time=121 ms

^C

- POX> arp

Szorgalmi (*i*MSc) feladat: POX módosítása

- Soronként megadni az ARP táblát macerás. Egyszerűbb is lehet az üzemeltetés, ha ismerjük a topológiát vagy algoritmikusan kikövetkezethető a tábla.
- Jelenleg: 10.0.0.X →00:00:00:00:00:X
- Írjuk át az arp_responder modult, hogy automatikusan válaszoljon a 10.0.0.0/24-es kérésekre!

POX, ethernet címek

- Írjuk át az arp_responder modult, hogy automatikusan válaszoljon a 10.0.0.0/24-es kérésekre!

- `from pox.lib.addresses import EthAddr`
- String→ EthAddr:

```
mac = EthAddr("aa:cc:dd:cc:AC:DC")
```

- EthAddr → string:

```
s = str(mac)
```

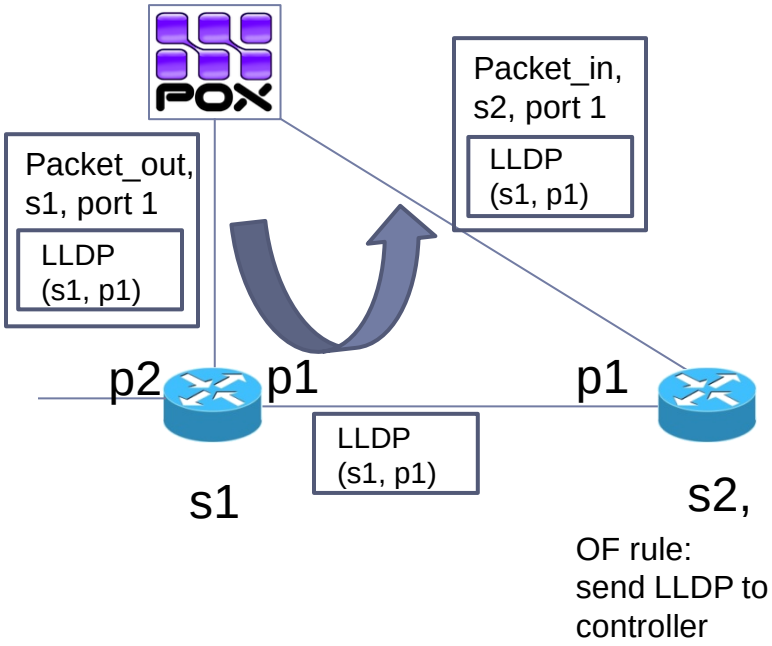
forwarding.topo_proactive

- A debuggolást megkönnyíti a mininet --mac argumentuma, de a valóságban az IP-mac cím hozzárendelés előre nem ismert.
- De ha az IP címeket a DHCP szerver szisztematikusan osztja ki, akkor azt figyelembe lehet venni a routingnál.

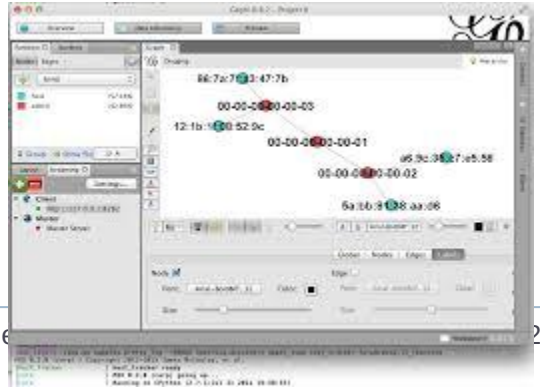
- címkiosztási séma: **`10.switchID.portNumber.x`**
- Szorgalmi (IMSC) feladat: az implementáció megértése és elmagyarázása

openflow.discovery

LLDP: Link Layer Discovery Protocol (EtherType == 0x88cc)



- A packet_in vétele után
  - a kontroller megtanulja, hogy van egy **s1.p1-s2.p1** link
  - Az openflow.discovery küld egy **LinkEvent** üzenetet.
- LinkEventet az kapja meg, aki feliratkozik rá, pl:
- `./pox.py openflow.discovery **misc.gephi_topo** \ host_tracker forwarding.l2_learning`



forwarding.topo_proactive

- Kis segítség…
- POX indítása: kell a discovery modul is (ld. előadás 54. fólia)
  - pox.py log.color log.level --DEBUG openflow.discovery forwarding.topo_proactive
- Mininetben
  - IP címeket törölni kell a hosztokon, majd dhcp-vel kérni
  - amit a POX-on futó dhcp szerver oszt ki
  - ip addr del 10.0.0.1/8 dev h1-eth0; dhclient -v h1-eth0
- bug a POX használt verziójában
  - ~/pox/pox/proto/arp_helper.py
  - egy változó nincs inicializálva
  - gyors fix (ld. git diff)

```
vagrant@vagrant:~/pox/pox/proto$ git diff
diff --git a/pox/proto/arp_helper.py b/pox/proto/arp_helper.py
index 983dc64..831cf53 100644
--- a/pox/proto/arp_helper.py
+++ b/pox/proto/arp_helper.py
@@ -180,6 +180,7 @@ class ARPHelper (EventMixin):
     self.eat_packets = eat_packets
     self.default_request_src_mac = default_request_src_mac
     self.default_reply_src_mac = default_reply_src_mac
+    self.use_port_mac = False

   def send_arp_request (self, connection, ip, port = of.OFPP_FLOOD,
                         src_mac = _default_mac, src_ip = None):
vagrant@vagrant:~/pox/pox/proto$
```