下世代Network Slicing模組設計

實驗單元：在Minenet模擬環境下實現速率控制

國立中山大學 資訊工程系
授課教師：李宗南教授
教材編撰：陳　陞

目錄
CONTENTS

01 實驗目標

02 實驗設備

03 軟體介紹

04 安裝以及執行步驟教學

05 實驗要求

01 課程目標

課程目標

- 課程目標1：修課學生得以理解 Mininet的網路環境模擬以及SDN控制器OpenDaylight的使用以及OpenDaylight提供應用程式工具DLUX的使用。

- 課程目標2：修課學生得以完成軟體定義網路(SDN)環境下如何透過Mininet與OpenFlow 實現速率控制的概念。

02 實驗設備

實驗設備

- 硬體:
  - 電腦 : Ubuntu作業系統16.04

- 軟體
  - Mininet： 2.3.0d4
  - OpenDaylight: Lithium-SR1
  - gcc編譯器
  - Python 2.072
  - vi/vim文字編輯器

03 軟體介紹

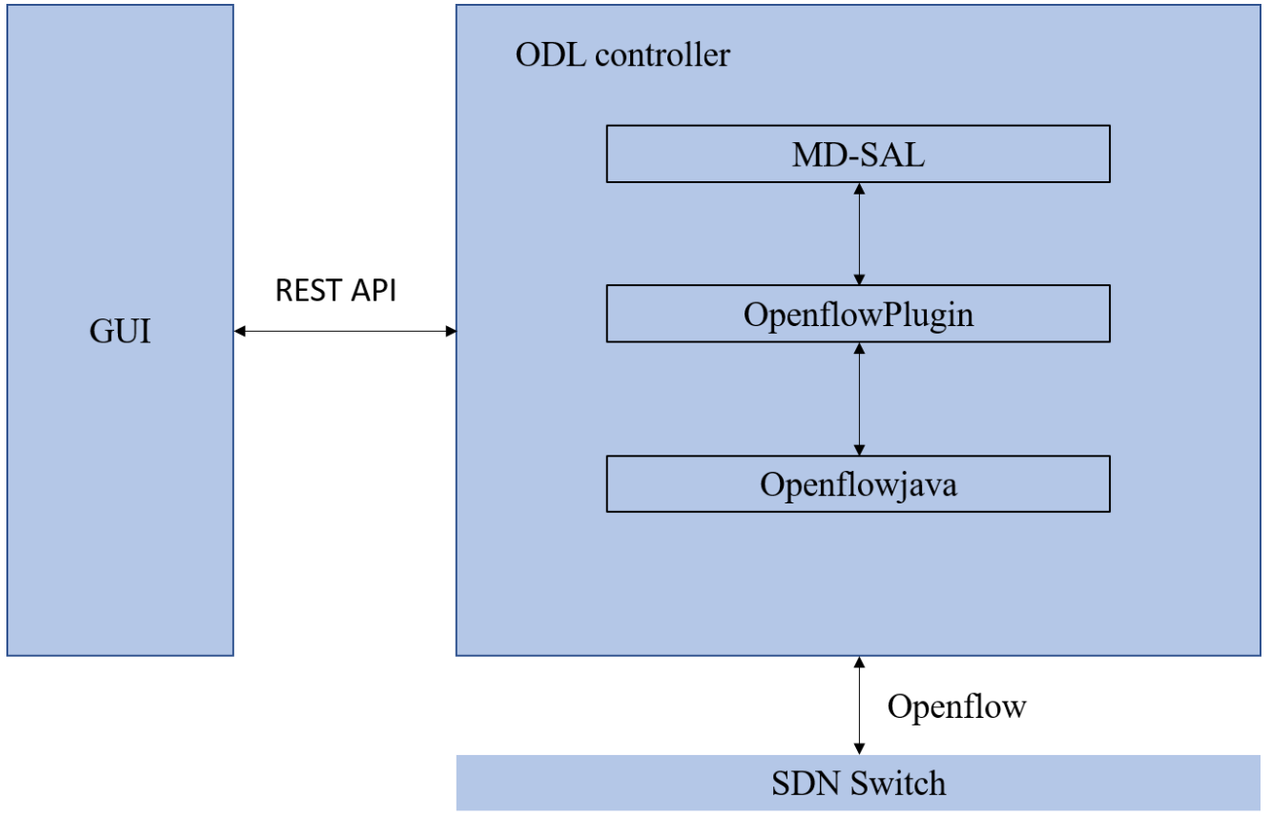
軟體介紹-OpenDaylight(1)

1.Linux的基金會負責管理的開源項目，提供一套基於SDN開發的模塊化，可擴展，可升級，支持多協議的控制器框架。

2.OpenDaylight項目的設計目標是降低網路運營的複雜度，擴展現有網路架構中硬體的生命期。

軟體介紹-OpenDaylight(2)

- 在架構中，Openflowjava主要負責下方完成Openflow序列化、反序列化、端口監聽以及消息分布，OpenflowPlugin則主要負責完成Openflow協議中的狀態管理、向SAL層提供服務，此外，OpenflowPlugin也提供了REST API接口，提供使用者撰寫程式透過它完成對Controller的溝通。



04 安裝以及執行步驟教學

安裝及執行-Mininet(1)

- Step I: 更新系統以及安裝git套件
  - $ sudo apt-get update
  - $ sudo apt-get upgrade
  - $ sudo apt-get install -y git

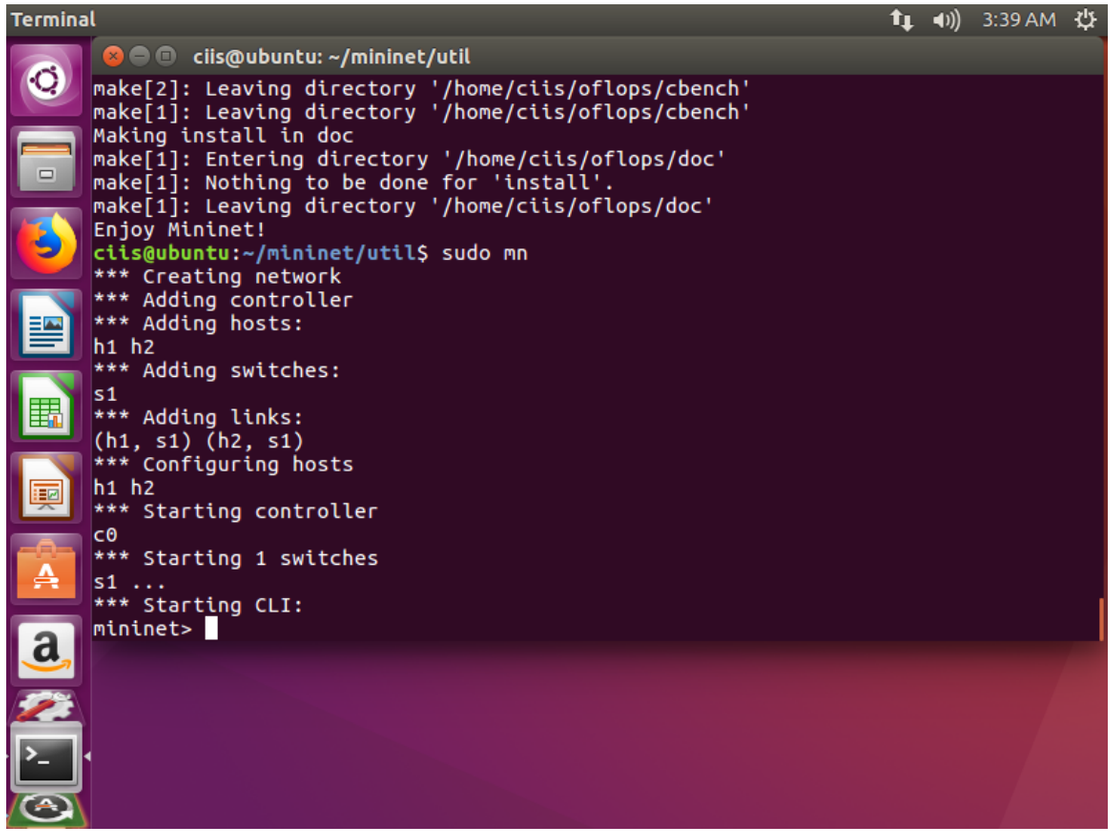
- 小提醒
  - update:更新我們的套件清單 /etc/apt/sources.list，這樣在我們更新時才能比對最新的套件清單，決定是否更新。
  - upgrade:相較於update，它判斷是否更新套件標準是依據是否有相依性問題。
  - dist-upgrade:相較於upgrade，它遇到相依性問題時，會試著透過安裝以及移除，將相依性解決並更新。(相對不安全的更新)

安裝及執行-Mininet(2)

- Step II: 安裝Mininet
  - 利用cd指令到你想安裝Mininet的位置
  - $ git clone git://github.com/mininet/mininet
  - $ sudo cd mininet/util
  - $ sudo ./install.sh –a
- 小提醒
  - install.sh -a
    - 安裝所有mininet的套件
  - install.sh -s 指定目錄 -a
    - 在指定目錄下安裝所有mininet的套件
  - install.sh -nfv
    - 安裝mininet + 自訂switch + Open vSwitch

安裝及執行-Mininet(3)

- Step III: 測試安裝完成Mininet是否可用
  - $ sudo mn
    - 自動建立簡單拓譜



實驗(1)

- 任務1：顯示 h1的IP address 以及 h2的 MAC address，實驗結果以截圖方式呈現。

- 任務2：顯示彼此節點透過pingall所得到的結果，實驗結果以截圖方式呈現。

安裝及執行-OpenDaylight(1)

- Step 1:安裝java jdk
  - $ sudo apt-get install openjdk-8-jdk openjdk-8-jre

- Step 2:設置java環境變數，可以透過vim指令修改
  - $ sudo vim /etc/profile
  - 將“JAVA_HOME=java安裝路徑 “ 加入此檔案最後一行，接著儲存之後離開。
  - $ sudo source /etc/profile //引入環境變數

安裝及執行-OpenDaylight(2)

- 主要下載方式有2種:
  1.官網中直接透過瀏覽器下載(tar / zip 格式均可)
  2.透過wget 指令下載

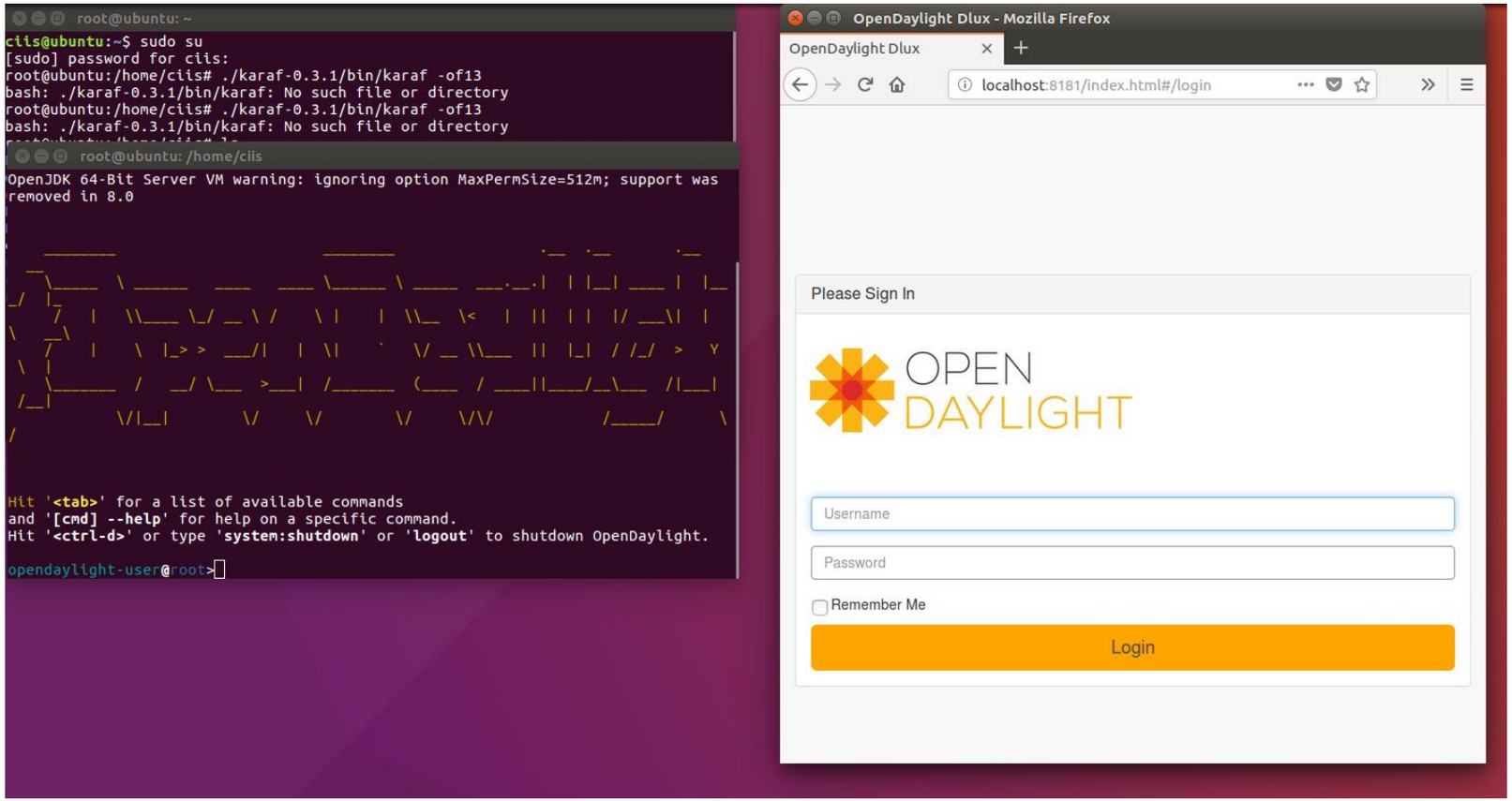
- Step 3:透過以上2種方式擇一下載檔案並進行解壓縮
  - $ sudo wget　“[OpenDayLight的網站位址]”
  - $ sudo tar -zxvf [檔案名稱].tar.gz　//解壓縮

安裝及執行-OpenDaylight(3)

- Step 4:安裝ODL以及所需feature
  - $ sudo cd [資料夾名稱]
  - $ sudo cd bin
  - $ sudo ./karaf
  - $ feature:install odl-mdsal-clustering odl-restconf odl-l2switch-switch-ui odl-dlux-all
- 提醒：安裝feature相關指令
  - feature:list //查看所有features
  - feature:list -i // 查看已安裝的features
  - feature:install [feature名稱] //安裝features

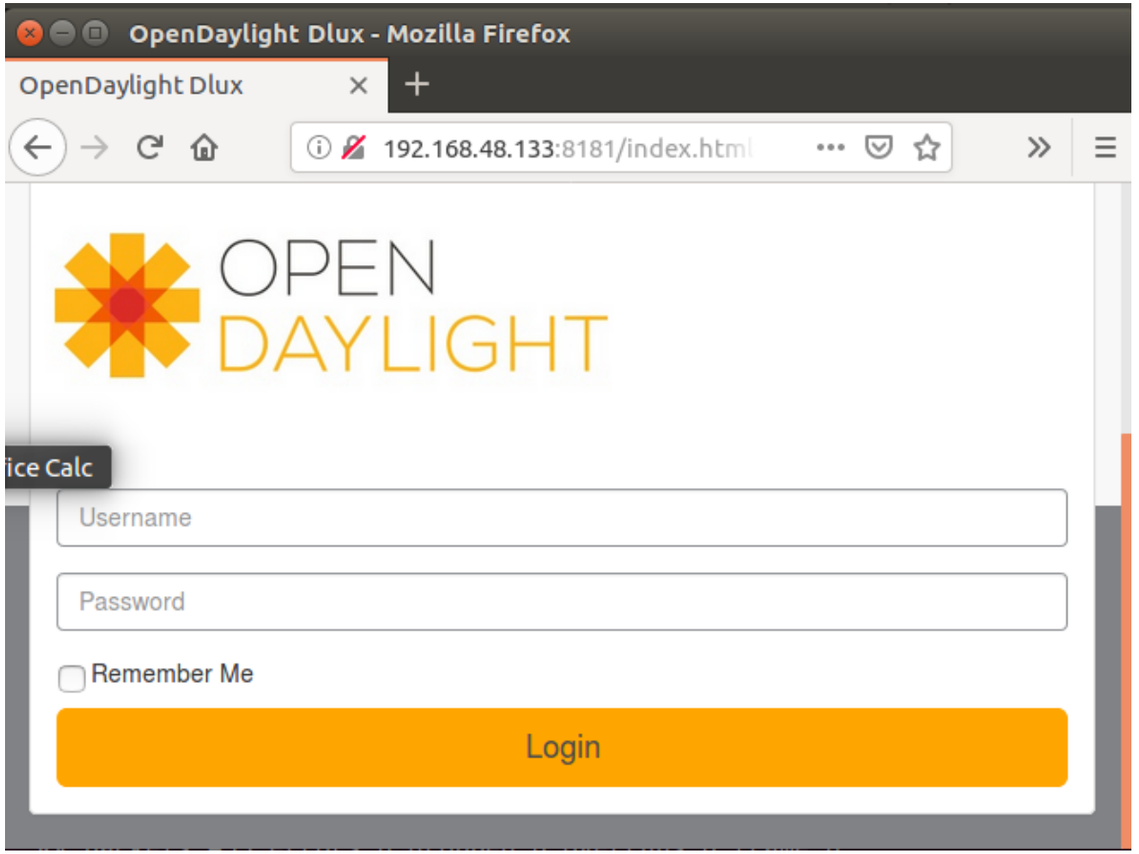
安裝及執行-OpenDaylight(4)

- Step 5:開啟browser輸入{ip}:8181/index.html，如果安裝完成就能看到dlux介面，帳密預設都是admin。



安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(1)

- 在這個階段，開始介紹及教學有關如何透過OpenDaylight dlux介面下發Openflow。
- Step 6：開啟dlux 介面，(http://<自己的ip>:8181/index.html)，帳密皆為admin。



安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(2)

- Step 7：根據你的使用目的，你可以從下面表格中找到你要的direction以及table。

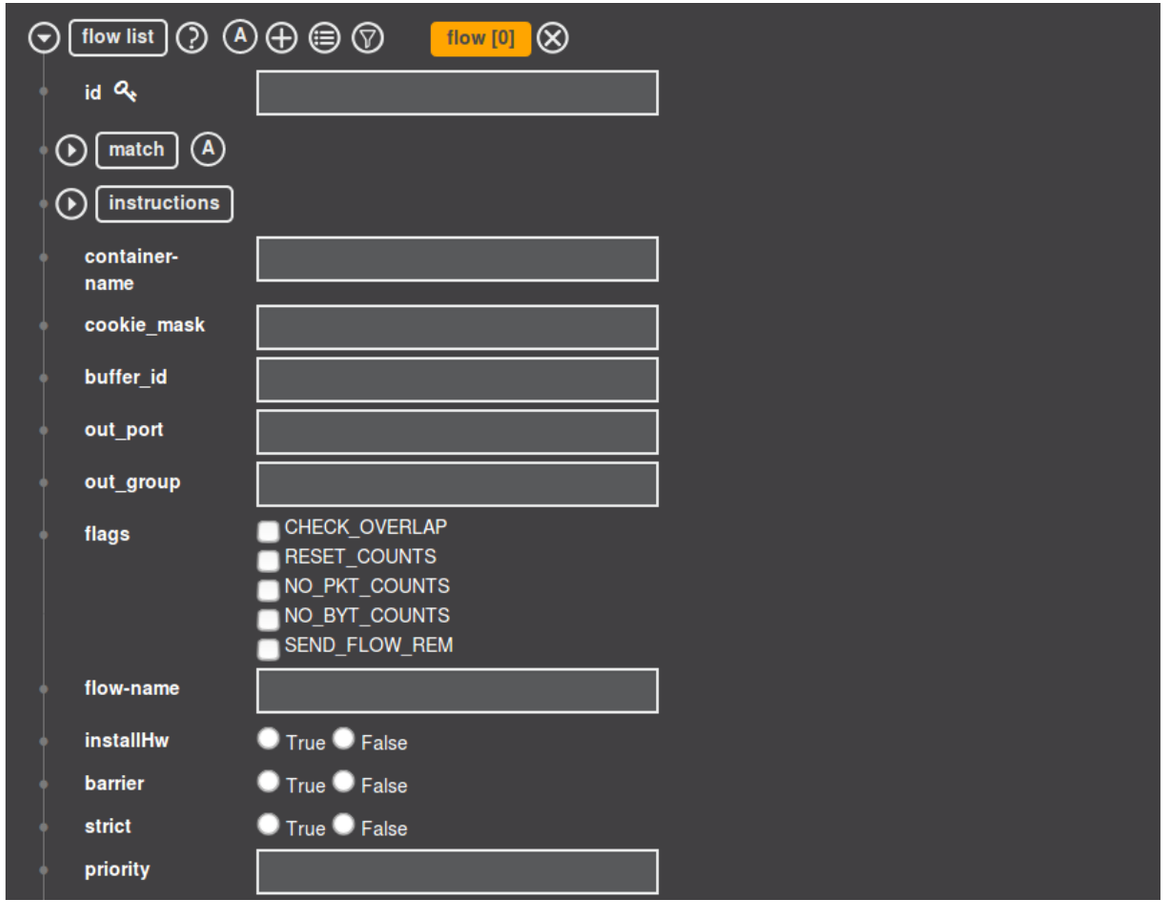
propose	action	direction
Add Flow	PUT	config/opendaylight-inventory:nodes/node/openflow:1/table/0/flow/1
Delete Flow	DELETE	config/opendaylight-inventory:nodes/node/openflow:1/table/0/flow/1
Get Flow Config	GET	config/opendaylight-inventory:nodes/node/openflow:1/table/0
Get Flow Operational	GET	operational/opendaylight-inventory:nodes/node/openflow:1/table/0
GET Inventory	GET	operational/opendaylight-inventory:nodes/
GET Topology	GET	operational/network-topology:network-topology/

安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(3)

- Step 8：透過下圖找到direction並且開始管理flows，以Add flow 做為範例。

安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(4)

- Step 9：透過dlux介面，可以透過選單引導，一步步填寫完成增加新的flow。



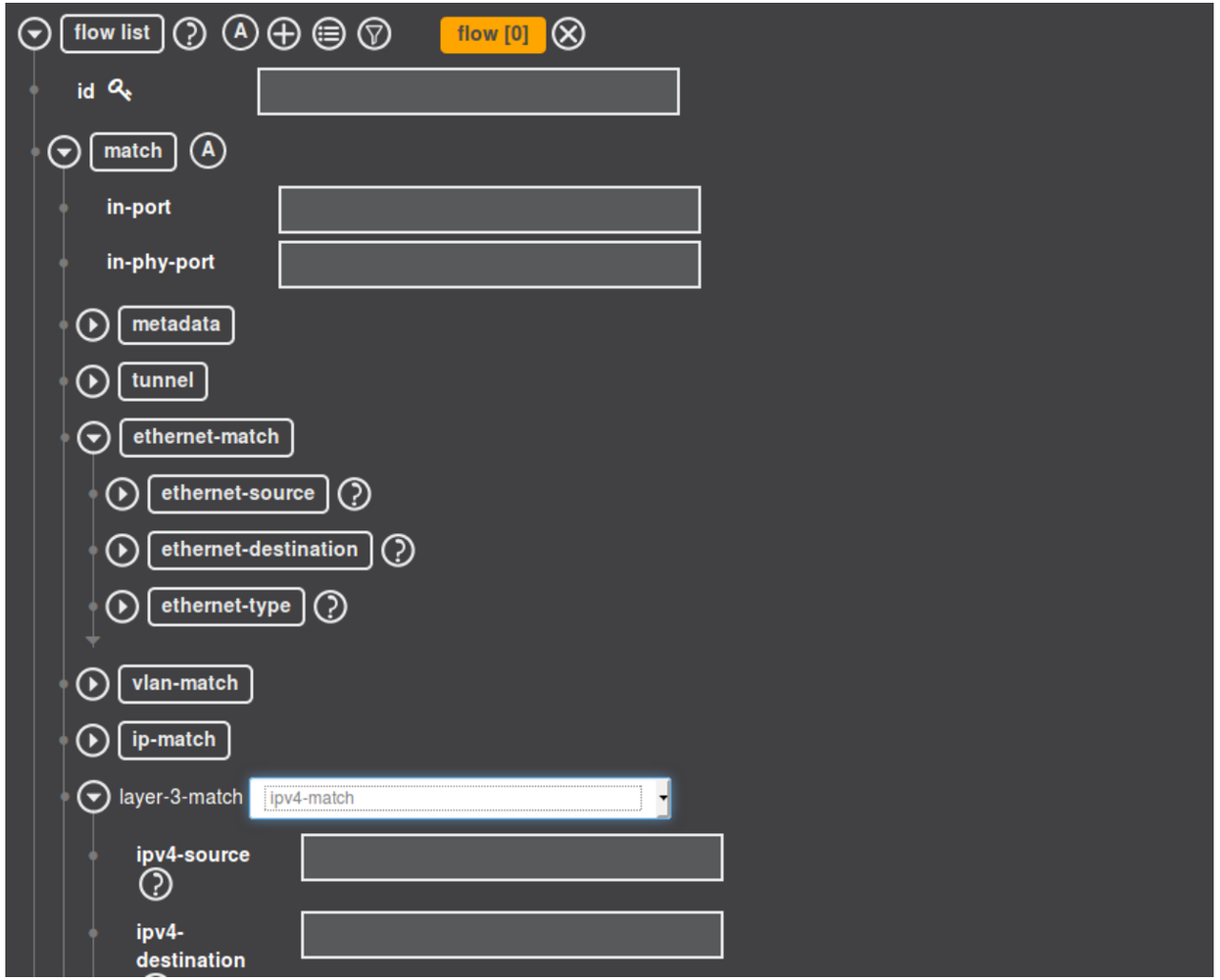
安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(5)

- Step1：透過”+”來add flow。

- Step2：擴展match，透過展開按鈕。

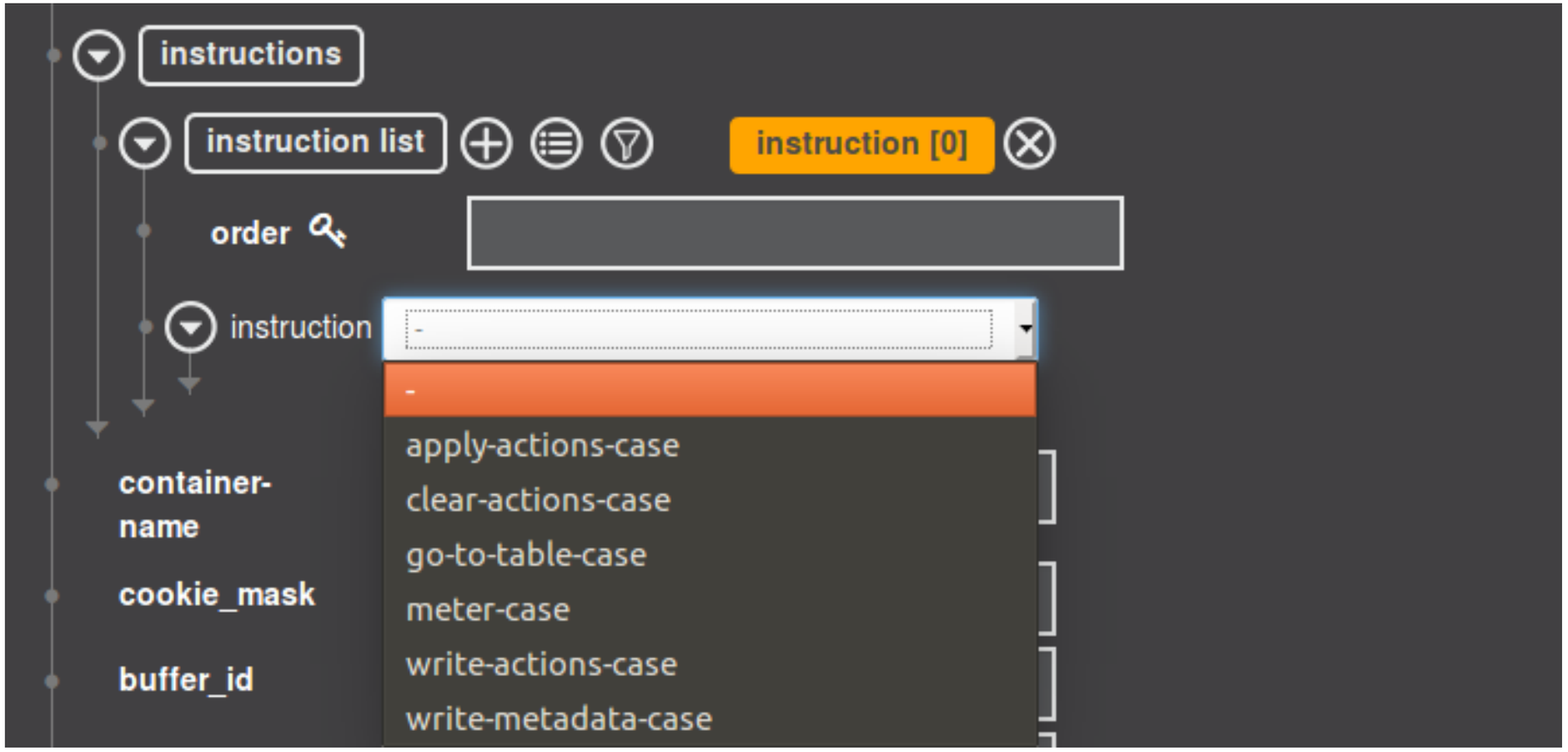
安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(6)

- Step3：打開”ethernet-match”，設定”layer-3-match”。



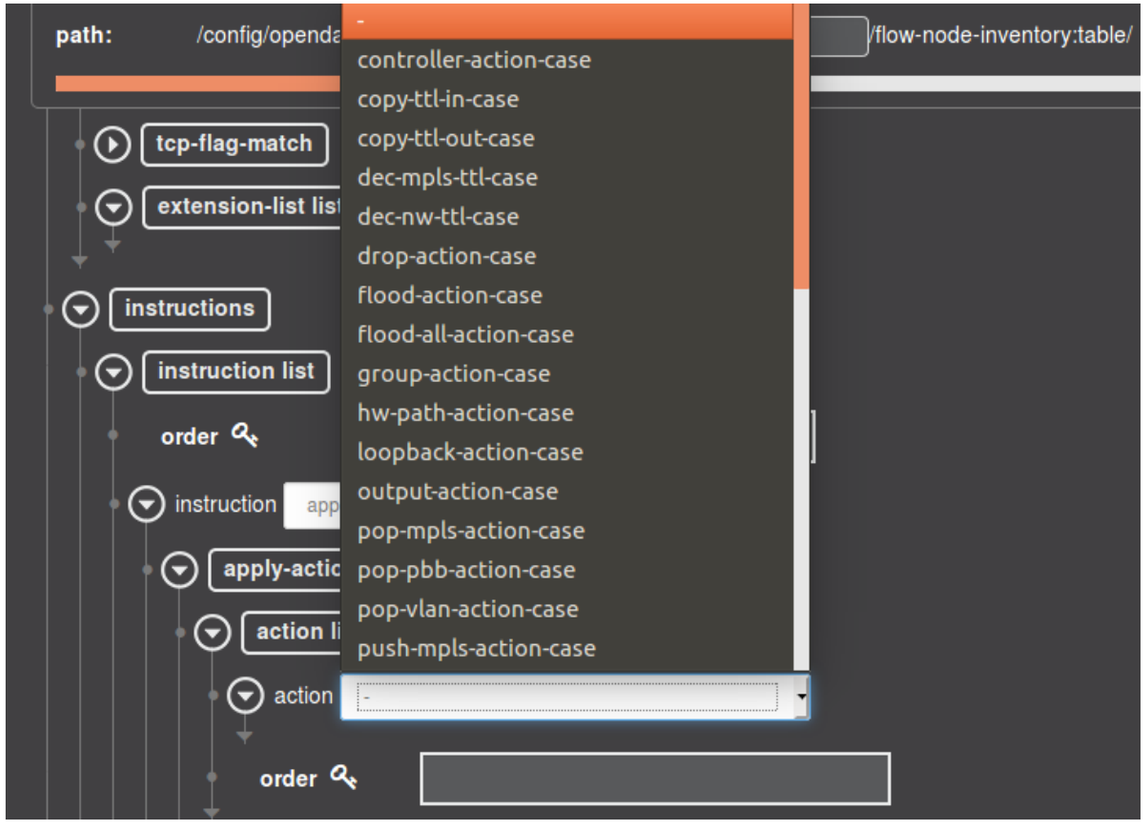
安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(7)

- Step4：在”instruction set”，可以挑選你想要的操作指令。



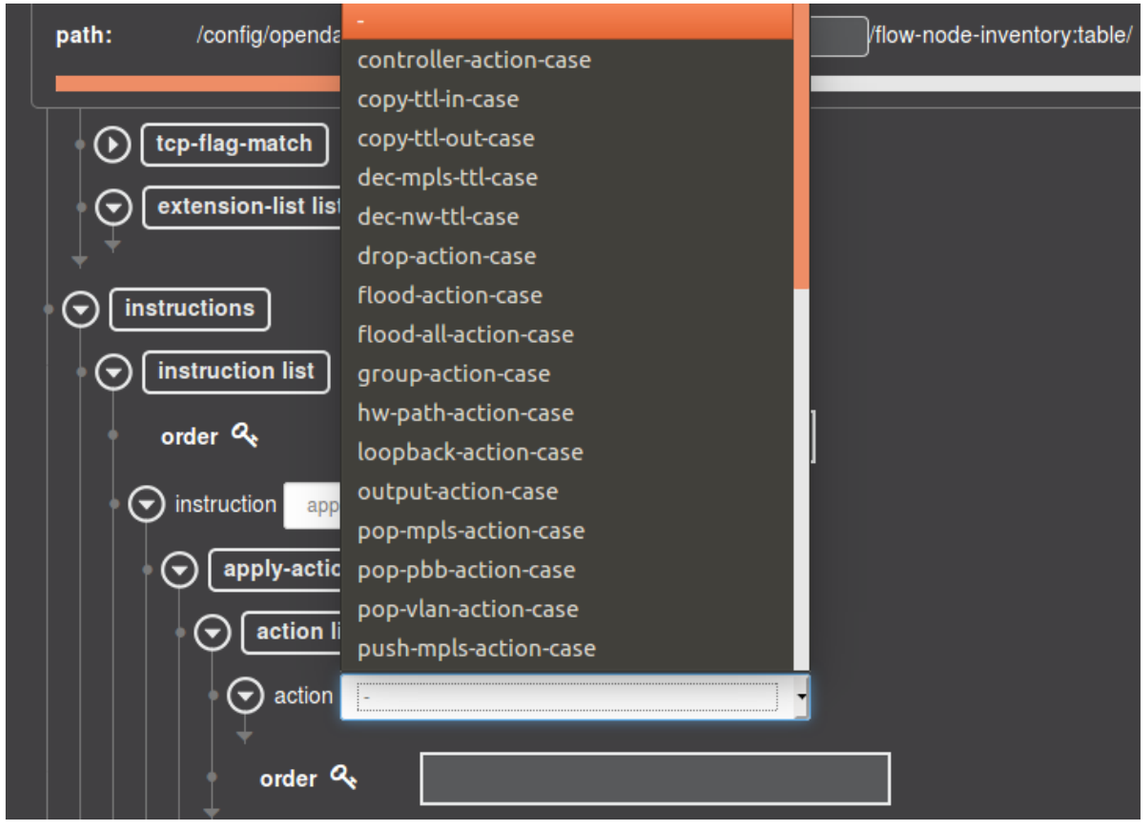
安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(8)

- Step5：選擇”apply-action-case”並且加入”action list”，選擇你要的行為。



安裝及執行-OpenDaylight下發flow教學(8)

- Step 6：選擇”apply-action-case”並且加入”action list”，選擇你要的行為。



實驗(2)

- 任務1：透過指令操作，將mininet建立的拓譜上的controller設定成OpenDaylight controller，並且透過dlux 顯示mininet 拓譜情形，結果以截圖呈現。
- 任務2：創建一個拓譜有2個switch(s1、s2)，分別s1有1個host(h1)，s2有3個host(h2、h3、h4)，並且透過dlux 顯示mininet 拓譜情形，結果以截圖呈現。
- 任務3：利用mininet建立一個有三個host的拓譜，並且利用OpenDaylight下發openflow使得有一個host無法與其他host溝通，而另外2個host仍能保持聯繫，結果以截圖呈現。

Openflow Meter(1)

- Meter Table是由多個Meter Enties構成，每個Meter Entry定義每個Flow的meters。基於此結構，OpenFlow Switch可以實現各種簡單的QoS功能，例如：速率限制。

- 下圖為meter封包架構：

Meter Identifier	Meter Bands	Counters

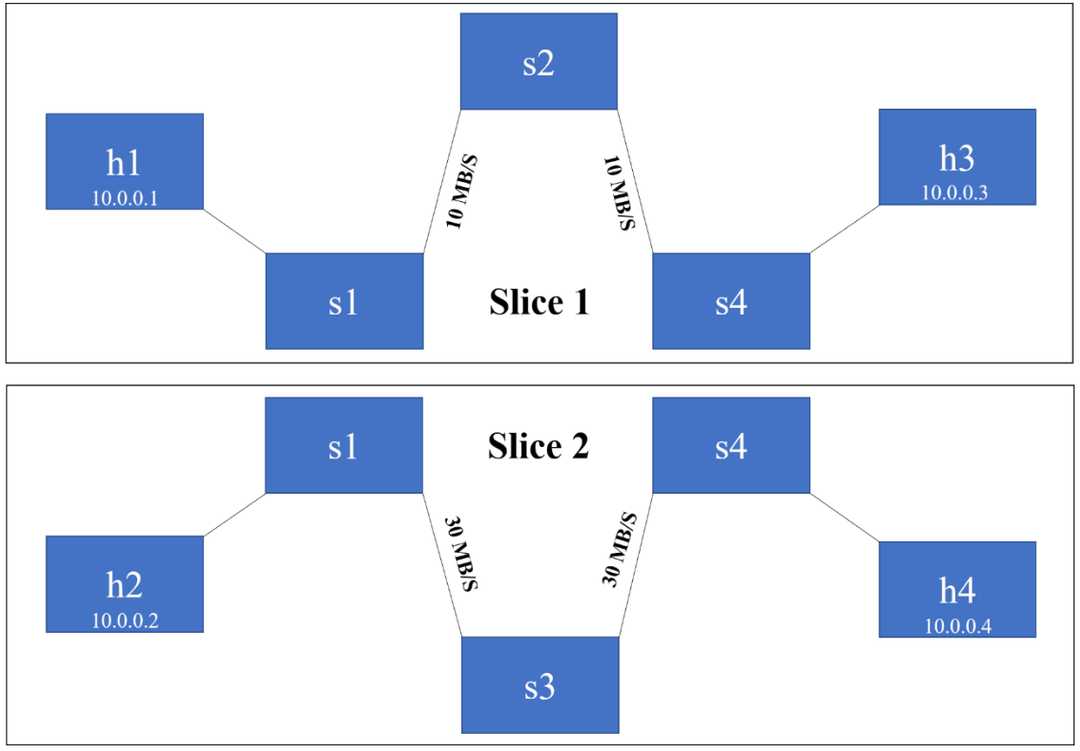
Openflow Meter(2)

- 一個meter可以衡量與它關聯的數據包的速率，並進而可以控制其聚合速率。任何一個Flow Entry都可以在其Instructions Set裡指定某一個Meter，從而控制與該Flow Entry能夠成功匹配的數據包的聚合速率。每個Meter Entry都是由其Meter Identifier來唯一定位，詳情如下：

  (1) Meter Identifier：一個32符號整数，作為一個Meter Entry的唯一標誌。
  (2) Counters：被該Meter Entry處理過的數據包的統計量。
  (3) Meter Bands：一個無序的Meter Band集合，每個Meter Band指明了頻寬速率以及處理數據包的行為。

實驗拓譜(1)

- 透過.py檔建立以下拓譜，作為這次實驗拓譜。



實驗拓譜(2)

- 可以參考下圖範例完成實驗拓譜。

buntu: /home/ciis

```
#!/usr/bin/python
from mininet.topo import Topo
from mininet.net import Mininet
from mininet.node import CPULimitedHost
from mininet.link import TCLink
from mininet.util import dumpNodeConnections
from mininet.log import setLogLevel

class SingleSwitchTopo(Topo):

    def __init__(self, n=2, **opts):

        Topo.__init__(self, **opts)
        switch = self.addSwitch('s1')

        for h in range(n):
            host = self.addHost('h%s' % (h + 1), cpu=.5/n)
            self.addLink(host, switch, bw=10, delay='5ms', loss=0, max_queue_size=1000, use_htb=True)
def perfTest():
    topo = SingleSwitchTopo(n=4)
    net = Mininet(topo=topo,host=CPULimitedHost, link=TCLink)
    net.start()
    print "Dumping host connections"
    dumpNodeConnections(net.hosts)
    print "Testing network connectivity"
    net.pingAll()
    print "Testing bandwidth between h1 and h3"
    h1, h3 = net.get('h1', 'h3')
    net.iperf((h1, h3))
    net.stop()
if __name__=='__main__':

    setLogLevel('info')

    perfTest()
```

實驗OpenDaylight操作(1)

- 可以參考前面Add flow範例，透過PUT指令對Switch添加一個Meter，可以參考下圖URI完成細節步驟。

```
<meter xmlns="urn:opendaylight:flow:inventory">
    <meter-id>5</meter-id>
    <flags>meter-kbps meter-burst</flags>
    <container-name>abcd</container-name>
    <meter-band-headers>
        <meter-band-header>
            <band-id>0</band-id>
            <meter-band-types>
                <flags>ofpmbt-drop</flags>
            </meter-band-types>
            <drop-rate>8000</drop-rate>
            <drop-burst-size>100</drop-burst-size>
            </meter-band-header>
    </meter-band-headers>
    <meter-name>Foo</meter-name>
</meter>
```

實驗OpenDaylight操作(2)

- 可以透過前面Add flow範例，透過PUT指令對Switch添加一個帶有Meter的flow entry，從來源IP到目的IP可以參考下圖URI完成細節步驟。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<flow xmlns="urn:opendaylight:flow:inventory">
    <priority>1</priority>
    <flow-name>Foo</flow-name>
    <match>
        <ethernet-match>
            <ethernet-type>
                <type>2048</type>
            </ethernet-type>
        </ethernet-match>
        <in-port>48</in-port>
    </match>
    <id>2</id>
    <table_id>0</table_id>
    <instructions>
        <instruction>
            <order>0</order>
            <apply-actions>
                <action>
                   <order>0</order>
                   <output-action>
                <output-node-connector>68</output-node-connector>
                   </output-action>
                </action>
            </apply-actions>
        </instruction>
        <instruction>
            <order>1</order>
            <meter>
                <meter-id>5</meter-id>
            </meter>
        </instruction>
    </instructions>
</flow>
```

實驗OpenDaylight操作(3)

- 可以透過前面Add flow範例，透過PUT指令對Switch添加一個flow entry，從目的IP到來源IP可以參考下圖URI完成細節步驟。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<flow xmlns="urn:opendaylight:flow:inventory">
    <priority>1</priority>
    <flow-name>Foo</flow-name>
    <match>
        <ethernet-match>
            <ethernet-type>
                <type>2048</type>
            </ethernet-type>
        </ethernet-match>
        <in-port>68</in-port>
    </match>
    <id>2</id>
    <table_id>0</table_id>
    <instructions>
        <instruction>
            <order>0</order>
            <apply-actions>
                <action>
                   <order>0</order>
                   <output-action>
                       <output-node-connector>48</output-node-connector>
                   </output-action>
                </action>
            </apply-actions>
        </instruction>
    </instructions>
</flow>
```

實驗提醒

- 可以透過觀看switch的流表得知添加的Openflow，並且透過Iperf驗證實驗結果。
- 提醒1：必須先下Meter才能指定Flow entry
- 提醒2：burst size如果沒有設置，可能會導致實驗失敗。

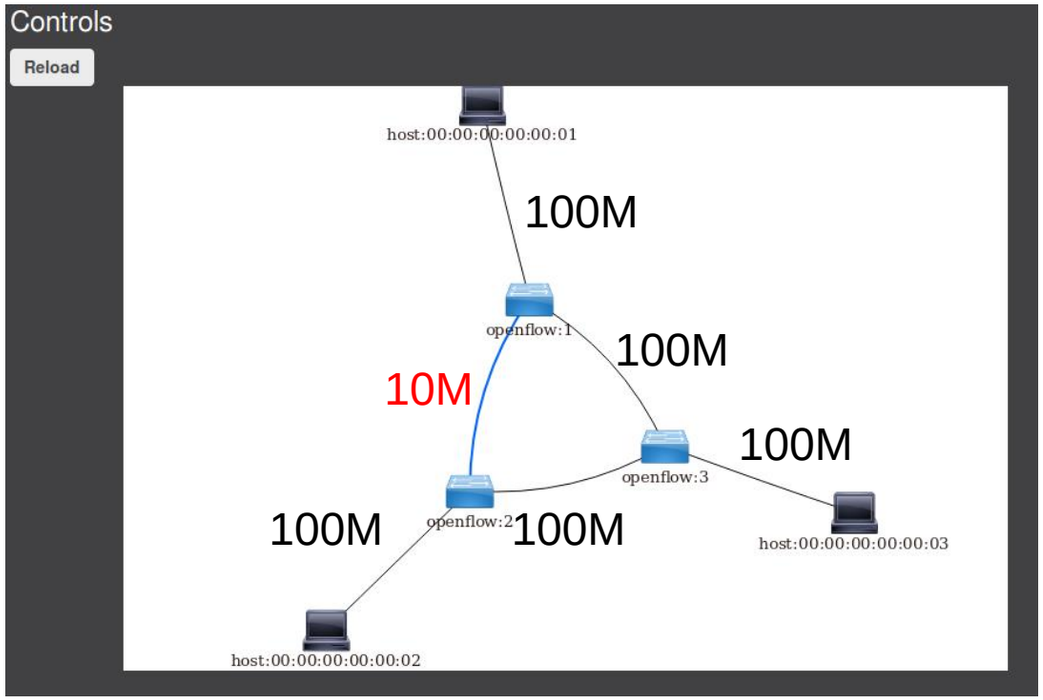
實驗(3)

- 透過上面參考實驗教學以及.py撰寫實驗拓譜，並且透過OpenDaylight下發Openflow，實現速率限制，並且透過測速軟體驗證結果。

- Iperf指令:
- Iperf –s Server端
- iperf –c 192.168.3.58 –w 100M –t 120 –i 10
  - -c　　192.168.3.58　:Server端的IP
  - -w　　100M　　:測試的檔案大小
  - -t　　120　　:監視測量數據時間為120秒
  - -i　　10　　:每隔10秒將數據顯示出來

實驗(4)

- 撰寫迴路拓樸，並將openflow:1與openflow:2間的link bandwidth設為10M，其餘的link為100M
  - self.addLink(Host1, Switch1, cls=TCLink, bw=10)



實驗(4)

- Hint:6 flows
- Switch1:
  - dst=h1,send to host1(host1 mac addr)
  - dst=h2,send to switch3(openflow:)
- Switch2:
  - dst=h2,send to host2 (host2 mac addr)
  - dst=h1,send to switch3(openflow:3)
- Switch3:
  - dst=h1,send to switch1(openflow:1)
  - dst=h2,send to switch2(openflow:2)

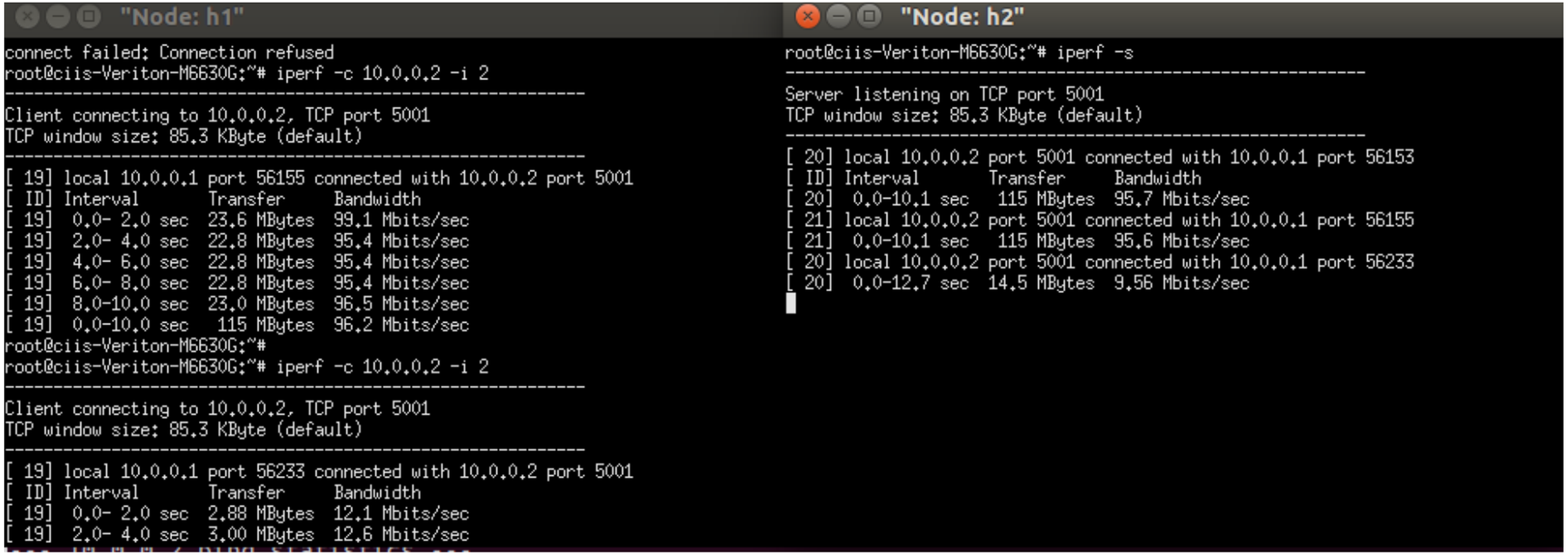
實驗(4)

- OpenDaylight
- $ ./karaf-0.3.1/bin/karaf -of13

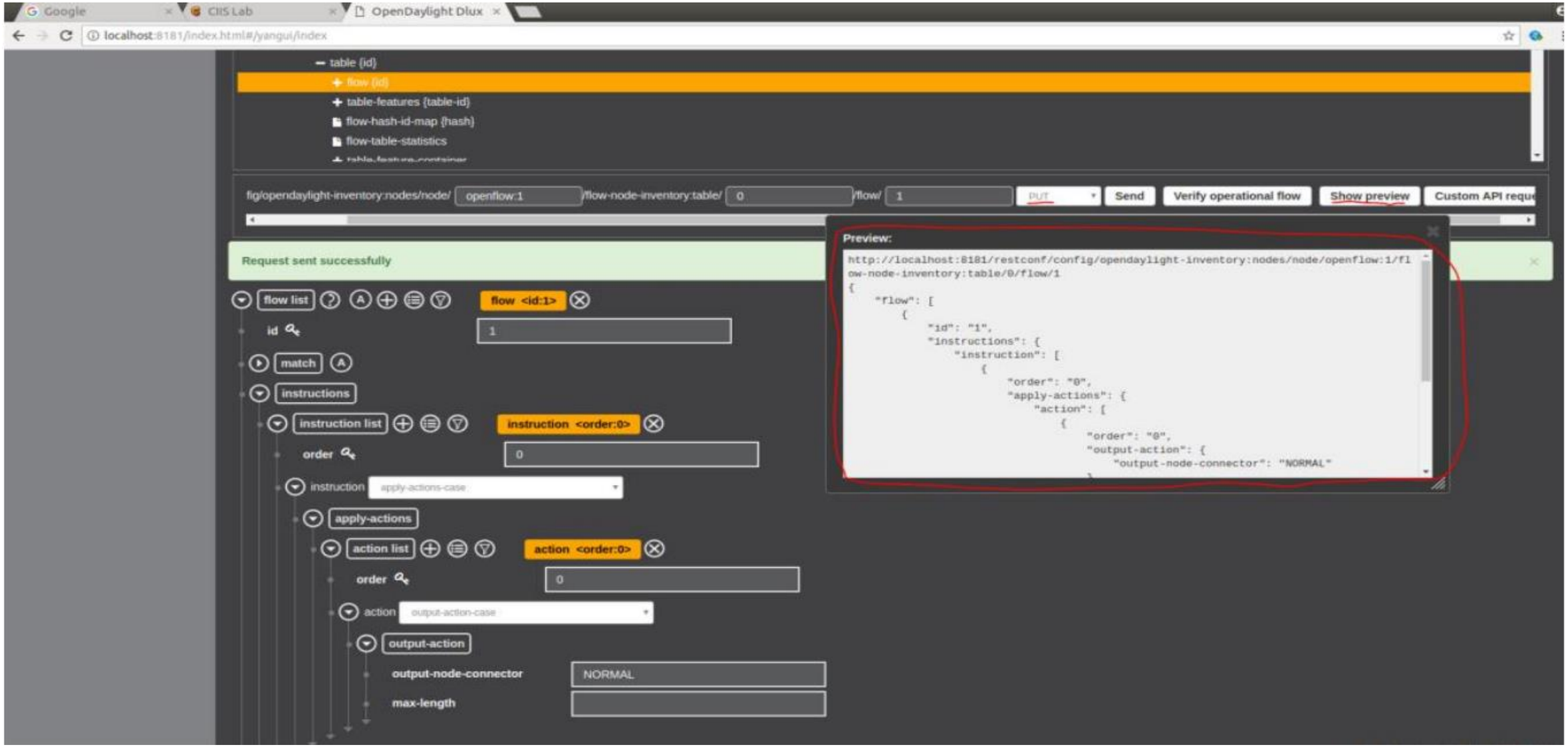
- Mininet
- $ sudo mn --custom mininet/custom/yourtopo.py --topo yourtopo --controller remote --switch ovsk,protocols=OpenFlow13 --mac

實驗(4)

- Iperf
  - H2:server
  - H1:client
- $ xterm h1; iperf -c h2 IPADDR –i 2
- $ xterm h2; iperf -s



實驗(4)


Google
CIIS Lab
OpenDaylight Dlux
localhost:8181/index.html#/yangui/index
table {id}
flow {id}
table-features {table-id}
flow-hash-id-map {hash}
flow-table-statistics
fig/opendaylight-inventory:nodes/node/
openflow:1
/flow-node-inventory:table/
0
/flow/
1
PUT
Send
Verify operational flow
Show preview
Custom API reque
Request sent successfully
Preview:
http://localhost:8181/restconf/config/opendaylight-inventory:nodes/node/openflow:1/flow-node-inventory:table/0/flow/1
{
"flow": [
{
"id": "1",
"instructions": {
"instruction": [
{
"order": "0",
"apply-actions": {
"action": [
{
"order": "0",
"output-action": {
"output-node-connector": "NORMAL"
flow list
flow <id:1>
id
1
match
instructions
instruction list
instruction <order:0>
order
0
instruction
apply-actions-case
apply-actions
action list
action <order:0>
order
0
action
output-action-case
output-action
output-node-connector
NORMAL
max-length

05 實驗要求

實驗要求

- 實驗1：需繳交實驗結果圖以及拓譜圖。
- 實驗2：需繳交從OpenDaylight觀察mininet拓譜情形，並且說明如何連結完成以及下發openflow(必須有步驟以及流程)。
- 實驗3：需繳交拓譜.py檔、每一個switch的流表截圖以及下發Openflow的URI，最後說明步驟以及流程並且實際驗證結果。
- 實驗4： 請將REST 以Json格式儲存並也將實驗結果一併截圖繳交

參考資料

[1] https://www.opendaylight.org/

[2] https://www.openvswitch.org/

[3] https://github.com/OSE-Lab/Learning-SDN/tree/master/Switch/OpenvSwitch/Walkthrough

[4] https://www.sdnlab.com/19448.html