



دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران)



## دستور کار آزمایشگاه شبکه‌های کامپیوتری

مسئول آزمایشگاه:  
دکتر مسعود صبایی

بهار ۱۴۰۴

الحمد لله  
الکریم  
الکریم  
الکریم

## قوانین آزمایشگاه شبکه‌های کامپیوتری

برای افزایش کارایی درس آزمایشگاه شبکه‌های کامپیوتری، رعایت عدالت بین تمامی گروه‌های آزمایشگاهی و آموزش حداکثری مطالب درس به صورت عملی، مدرسین و دانشجویان ملزم به رعایت نکات و قوانین ذیل هستند:

۱. تعداد جلسات در طول نیم‌سال ۱۰ تا ۱۲ جلسه خواهد بود.
۲. مدرسین و دانشجویان موظفاند رأس ساعت مقرر در کلاس حضور یابند.
۳. قبل از انجام هر آزمایش، مبحث تئوری مربوط به آن آزمایش باید به طور کامل مطالعه شود، زیرا در حین جلسه وقت کافی برای توضیح و یادگیری مطالب تئوری وجود ندارد.
۴. پس از گذشت پنج دقیقه از شروع کلاس، به ازای هر پنج دقیقه تأخیر ۱۰ درصد نمره آن جلسه کسر می‌شود.
۵. حداکثر میزان تأخیر ۳۰ دقیقه است.
۶. هر آزمایش شامل یک پیش گزارش است که باید پیش از شروع آزمایش‌ها به مدرس تحویل داده شود. پیش گزارش مطلوب هر آزمایش در دستور کار آمده است.
۷. به ازای هر آزمایش، یک گزارش کار تهیه می‌شود که شامل تمامی مواردی است که در حین آزمایش با آن‌ها برخورد شده است. در این گزارش باید تمامی مشکلات پیش آمده و نحوه برطرف کردن آن‌ها ذکر گردد. همچنین، چگونگی انجام آزمایش مشتمل بر تحلیل آزمایش، به همراه اسکرین شات از مراحل انجام آزمایش‌ها تهیه شود.
۸. جهت کسب نمره قبولی در آزمایشگاه، کسب حداقل نمره قبولی در درس الزامی است.
۹. به منظور حفظ حرمت کلاس و نظافت آزمایشگاه، از خوردن و آشامیدن در طول کلاس خودداری نمایید.
۱۰. وارد آوردن هرگونه خسارت به تجهیزات آزمایشگاه مستلزم جبران خسارت است.

## فهرست آزمایش‌ها

شماره آزمایش	عنوان آزمایش	صفحه
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		
۹		
۱۰		
۱۱	پیکربندی و راه‌اندازی شبکه SDN با استفاده از شبیه‌ساز Mininet و کنترلر Ryu نصب، اجرای کنترلر و مدیریت جریان‌ها با FlowManager	
۱۲		

## ۱- عنوان آزمایش:

پیکربندی و راه‌اندازی شبکه SDN با استفاده از شبیه‌ساز Mininet و کنترلر Ryu نصب، اجرای کنترلر و مدیریت جریان‌ها با FlowManager

## ۲- هدف آزمایش:

آشنایی با مفاهیم پایه شبکه‌های نرم‌افزار<sup>۱</sup> و نحوه راه‌اندازی یک کنترلر مرکزی با استفاده از Ryu در محیط Mininet. در این آزمایش دانشجویان با نحوه نصب کنترلر Ryu، اجرای کنترلر در کنار Mininet و استفاده از ابزار FlowManager برای مدیریت جریان‌های ترافیکی آشنا می‌شود.

## ۳- آمادگی پیش از آزمایش:

۱. شبکه‌های SDN چه تفاوتی با شبکه‌های سنتی دارند؟
۲. نقش کنترلر در معماری SDN چیست؟
۳. مزایای استفاده از فریم‌ورک Ryu چیست؟

## ۴- تجهیزات/ابزار مورد نیاز:

۱. نرم‌افزار VMware Workstation
۲. فایل ماشین مجازی Mininet
۳. نسخه ۲.۳.۰ Python و pip
۴. کنترلر Ryu

## ۵- شرح آزمایش:

برای انجام این آزمایش، ابتدا فایل ماشین مجازی Mininet را از لینک زیر دانلود کنید:

<https://github.com/mininet/mininet/releases/download/۲.۳.۰/mininet-۲.۳.۰-۲۱۰۲۱۱-ubuntu-۲۰.۰۴.۱-legacy-server-amd۶۴-ovf.zip>

پس از دانلود، با استفاده از نرم‌افزار VMware Workstation، فایل ovf را باز و ماشین مجازی را Import کنید. سپس ماشین مجازی را روشن کرده و وارد سیستم شوید.

نام کاربری و رمز عبور : mininet

سپس با استفاده از دستور زیر پکیج‌های لازم برای توسعه و اجرای آزمایش را نصب کنید. کتابخانه‌هایی مانند libffi-dev و libssl-dev برای رمزنگاری و ارتباطات امن، و python۳-dev برای اجرای اسکریپت‌های پایتون پیشرفته مورد نیاز هستند. همچنین، pip برای نصب پکیج‌های پایتون به کار می‌رود و ابزارهایی مثل Scapy یا Flask در آزمایش‌های بعدی ممکن است به آن نیاز داشته باشند. اجرای این دستور باعث

---

<sup>۱</sup> SDN

می‌شود که محیط Mininet برای اجرای اسکریپت‌ها و ابزارهای مکمل کاملاً آماده شود.

```
sudo apt install gcc python3-dev libffi-dev libssl-dev libxml2-dev libxslt1-dev zlib1g-dev python3-pip
```

در گام بعدی، دستور زیر را در ترمینال ماشین مجازی وارد کنید:

این دستور کنترلر Ryu را نصب می‌کند که یک کنترلر SDN مبتنی بر پایتون است. در شبکه‌های سنتی، مسیریابی و تصمیم‌گیری به‌صورت توزیع‌شده روی هر سوئیچ انجام می‌شود، اما در شبکه‌های SDN این تصمیم‌گیری‌ها به یک کنترلر مرکزی سپرده می‌شود.

```
pip install ryu
```

چنانچه در نصب پکیج Ryu به مشکل خوردید می‌توانید آن را طبق کامند زیر از مخزن گیت دریافت کنید. ryu به‌عنوان یکی از کنترلرهای رایج و سبک‌وزن SDN، این امکان را می‌دهد که با استفاده از زبان پایتون، منطق کنترل شبکه را پیاده‌سازی کنیم. در آزمایش‌های SDN، کنترلر Ryu جایگزین کنترلر پیش‌فرض Mininet می‌شود و دانشجو‌ها می‌توانند رفتار شبکه را از طریق کد نویسی در کنترلر تغییر دهند.

```
git clone https://github.com/faucetsdn/ryu.git
```

سپس وارد دایرکتوری ryu شوید و دستور زیر را اجرا کنید

```
pip3 install .
```

دستور git clone مخزن رسمی Ryu را از سایت GitHub دانلود می‌کند. این مخزن شامل کد منبع Ryu، مثال‌ها، و مستندات آن است. حتی اگر Ryu را با pip نصب کرده‌اید، داشتن نسخه کامل سورس‌کد به شما امکان می‌دهد تا مثال‌ها را اجرا کرده یا کد کنترلر را شخصی‌سازی کنید.

سپس پکیج flowmanager را از مخزن زیر دانلود کنید

```
Git clone https://github.com/martimy/flowmanager
```

به کمک این ابزار می‌توانید جریان‌های ترافیکی را در کنترلر مانیتور کنید.

در گام بعد یک ترمینال دیگر باز کرده و به ماشین مجازی Mininet از طریق اتصال SSH وصل شوید و دستور زیر را بزنید.

```
ssh username@ip
```

```
ryu-manager flowmanager/flowmanager.py ryu/ryu/app/simple_switch_۱۳.py
```

```
mininet@mininet-vm: ~$ ryu-manager flowmanager/flowmanager.py ryu/ryu/app/simple_switch_13.py
loading app flowmanager/flowmanager.py
You are using Python v3.8.5.final.0
loading app ryu/ryu/app/simple_switch_13.py
loading app ryu.controller.ofp_handler
loading app ryu.topology.switches
loading app ryu.controller.ofp_handler
creating context wsgi
instantiating app None of DPSet
creating context dpset
instantiating app flowmanager/flowmanager.py of FlowManager
Created flowmanager
instantiating app ryu/ryu/app/simple_switch_13.py of SimpleSwitch13
instantiating app ryu.controller.ofp_handler of OFPHandler
instantiating app ryu.topology.switches of Switches
(2709) wsgi starting up on http://0.0.0.0:8080
```

همزمان در ماشین مجازی mininet دستور زیر را بزنید تا یک توپولوژی برای شما ایجاد کند.

`mn --topo=single,3 --mac --switch ovsk --controller=remote -x`

```
mininet@mininet-vm:~$ sudo mn --topo=single,3 --mac --switch ovsk --controller=remote -x
*** Creating network
*** Adding controller
Unable to contact the remote controller at 127.0.0.1:6653
Unable to contact the remote controller at 127.0.0.1:6633
Setting remote controller to 127.0.0.1:6653
*** Adding hosts:
h1 h2 h3
*** Adding switches:
s1
*** Adding links:
(h1, s1) (h2, s1) (h3, s1)
*** Configuring hosts
h1 h2 h3
Error starting terms: Cannot connect to display
*** Starting controller
c0
*** Starting 1 switches
s1 ...
*** Starting CLI:
mininet> _
```

حال در مروگر با وارد کردن <http://ip:8080/home/index.html> مانند تصویر زیر باز کنید.

The screenshot shows the Flow Manager web interface. On the left is a sidebar with navigation links: Home, Flows, Groups, Meters, Flow Control, Group Control, Meter Control, Topology, Messages, Configuration, and About. The main content area is divided into several sections:

- Switch ID(s)**: A dropdown menu showing 's1'.
- Switch Desc**: Metadata for switch 's1' including Manufacturer (Mfr Desc: Nicira, Inc.), Hardware (Hw Desc: Open vSwitch), Software (Sw Desc: 2.13.1), Serial Number (Serial Num: None), and Display Name (Dp Desc: s1).
- Port Desc**: A table listing network ports.
- Ports stats**: A table showing transmission and reception statistics for each port.
- Flow Summary**: A small table showing overall flow counts.
- Table stats**: A table showing statistics for different table IDs.

SUPPORTED	STATE	PORT NO	PEER	NAME	MAX SPEED	HW ADDR	MAC
0	1	LOCAL	0	s1	0	2e:e2:cb:ae:fb:4a	0
0	4	1	0	s1-eth1	0	6e:f4:b8:ff:97:b3	1
0	4	2	0	s1-eth2	0	5a:2c:c9:5f:51:a6	1
0	4	3	0	s1-eth3	0	5a:8d:fd:99:e4:71	1

Tx Packets	Tx Errors	Tx Dropped	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Over Err	Rx Frame
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

Packet Count	Flow Count	Byte Count
0	1	0

Table ID	Matched Count	Lookup Count	Active Count
0	0	0	1
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0

تب flows و topology را باز کنید و اطلاعات مشاهده شده خود را بیان کنید.  
در گام بعد در ماشین مجازی mininet مانند زیر دستور pingall را بزنید و تب های flows و topology را مجدداً باز کنید. نتایج حاصل شده را تشریح کنید.  
چند جریان<sup>۲</sup> پس از اجرای pingall اضافه شد؟ منبع و مقصد آن ها را تحلیل و تشریح کنید.

## ۶. سوالات/وظایف:

- معماری SDN چه مشکلی از شبکه های سنتی را حل می کند؟ با ذکر مثال، توضیح دهید که چگونه جداسازی plane کنترلی و داده ای در SDN باعث افزایش انعطاف پذیری شبکه می شود.
- با توجه به ساختار متمرکز کنترلر در SDN، چه مزایا و چالش هایی برای مدیریت شبکه به وجود می آید؟ این مزایا و چالش ها را در مقایسه با معماری توزیع شده شبکه های سنتی تحلیل کنید.

<sup>۲</sup> Flow