

تمرین کامپیوتری شماره یک



شبکه های کامپیوتری - پاییز ۱۳۹۸

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

طراحان تمرین :

محمد بی ریبی

مشکوة شریعت باقری

مهلت تحویل : ۱۶ آبان ماه

استاد : احمد خونساری

مقدمه

در این تمرین می‌خواهیم با ابزارهای پایه برای شبیه‌سازی شبکه‌های کامپیوتری^۱ و مفهوم Network Namespace آشنا شویم. برای این منظور از Mininet که یکی از توزیع‌های لینوکس است و برای مفاهیم شبکه، شخصی‌سازی شده است، استفاده کنیم. سپس از یکی از مهمترین مفاهیم شبکه، یعنی Network Namespace ها، که در مجازی‌سازی سخت‌افزارهای شبکه کاربرد دارد، استفاده می‌کنیم.

۱. مفهوم Network Namespace در لینوکس

قبل از آشنایی با Mininet، توضیحاتی درباره Network Namespace داده می‌شود تا بستری که نوشتن ابزارهایی مانند Mininet را ممکن کرده است را بشناسیم.

طبیعتاً تاکنون لپ‌تاپ خود را به اینترنت متصل کرده‌اید. سیستم عامل، سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای لازم برای دسترسی به شبکه مانند کارت شبکه، واسطه‌های شبکه^۲ و جدول‌های مسیریابی^۳ را مدیریت می‌کند و بین پرده‌ها^۴ به اشتراک می‌گذارد. منظور از واسطه شبکه، نقطه‌هایی است که کامپیوتر شما از طریق آن به شبکه متصل می‌شود.

^۱ . Computer Networks

^۲ . Network Interfaces

^۳ . Routing Table

^۴ . Processes

در سیستم عامل لینوکس⁵ با اجرای دستور **ifconfig** واسطه‌های موجود نشان داده می‌شوند. مشابه آن در ویندوز، دستور **ipconfig** است. هر کدام از این واسطه‌ها می‌توانند دارای یک آدرس باشند تا به آن‌ها این امکان را بدهد که بسته‌های داده⁷ را ارسال و دریافت کنند. این دستورات را در ترمینال⁸ کامپیوتر خود اجرا کرده، آدرس را مشخص و تصویر آن را ضمیمه پروژه خود کنید.

سیستم عامل برای اینکه تصمیم بگیرد هر بسته خروجی را از طریق کدام واسطه⁹ ارسال کند، از جدول مسیریابی استفاده می‌کند. این جدول بین پرتگاه‌های یک کامپیوتر یکسان است. حال فرض کنید می‌خواهید پرتگاه‌هایی را ایجاد کنید که مجموعه‌ی متفاوتی از واسطه‌ها و جدول‌های مسیریابی را داشته باشند. در این مواقع از Network Namespace استفاده می‌کنیم. در ادامه با برخی از دستورات Network Namespace آشنا می‌شویم.

با استفاده از دستورات زیر می‌توان دو Network Namespace به نام‌های h1 و h2 ساخت.

```
ip netns add h1
```

```
ip netns add h2
```

سپس با کمک دو دستور زیر دو کابل شبکه مجازی (مشابه کابل LAN در دنیای واقعی) می‌سازیم و سر هر یک از این لینک‌ها را با نامی مشخص می‌کنیم. برای مثال برای دو سر کابل اول نام‌های s1-eth1 و h1-eth0 انتخاب می‌شود:

```
ip link add s1-eth1 type veth peer name h1-eth0
```

```
Ip link add s1-eth2 type veth peer name h2-eth0
```

با اجرای دستورهای زیر یکی از سرهای لینکی که در دستور قبل ساختیم، به namespace متناظرشان متصل می‌شود. مشابه اینکه یک سر را به کامپیوتر خود متصل کنیم.

```
ip link set h1-eth0 netns h1
```

```
ip link set h2-eth0 netns h2
```

اکنون switch را می‌سازیم:

```
ovs-vsctl add-br s1
```

⁵ . Linux Operating System

⁶ . Command

⁷ . Packets

⁸ . Terminal

⁹ . Interface

سپس سر دیگر لینک‌ها را به switch اختصاص داده و فعال می‌کنیم:

<code>ovs-vsctl add-port s1 s1-eth1</code>
<code>ovs-vsctl add-port s1 s1-eth2</code>
<code>ip link set s1-eth1 up</code>
<code>ip link set s1-eth2 up</code>

حال برای درک بهتر موضوعات مطرح شده، به سوالات زیر پاسخ دهید.

- چگونه می‌توان یک دستور را داخل یک namespace به خصوص مانند h1 اجرا کرد؟
 - چرا هنگام اجرای دستور **ip netns exec h1 ping 10.0.0.2** با پیام **Network is unreachable** مواجه می‌شویم؟ چگونه می‌توان این مشکل را حل کرد؟
 - چگونه می‌توان به یک interface متعلق به host، آدرس IP اختصاص داد؟
 - ماهیت Virtual Ethernet چیست؟
 - با چه دستوری می‌توان یک Virtual Ethernet ساخت؟
 - با چه دستوری می‌توانیم Virtual Ethernet را به یک Network Namespace دیگر منتقل کنیم؟
 - اجرا شدن دستور **ip netns exec <my_namespace_name> ip addr list** چه اطلاعاتی به ما می‌دهد؟
- برای پاسخگویی به این سوالات پیشنهاد می‌شود به منابعی که در انتهای تمرین آمده است، مراجعه کنید. به هیچ‌وجه متن و دستورات منابع را کپی نکنید و در صورت نیاز برای نوشتن دستورات، قالب آن را مانند آخرین سوال این بخش ذکر کنید و آن را توضیح دهید.

۲. نوشتن یک شبیه‌ساز

حال با استفاده از دستورات آموخته شده در مراحل قبل:

- چهار host از h1 تا h4 بسازید.
- یک switch به نام s1 بسازید.
- آدرس IP میزبان¹⁰؟ام را برابر 0.0.0.؟ قرار دهید. (به طور مثال میزبان h1، آدرس IP مقابل را می‌گیرد: 0.0.0.1)
- لینک بین switchها و hostها را به این صورت قرار دهید.

H1—s1, h2—s1, h3—s1, h4—s1 , h1-eth0 – s1-eth1, h2-eth0 – s1-eth2 , h3-eth0—s1-eth3 , h4-eth0—s1-eth4

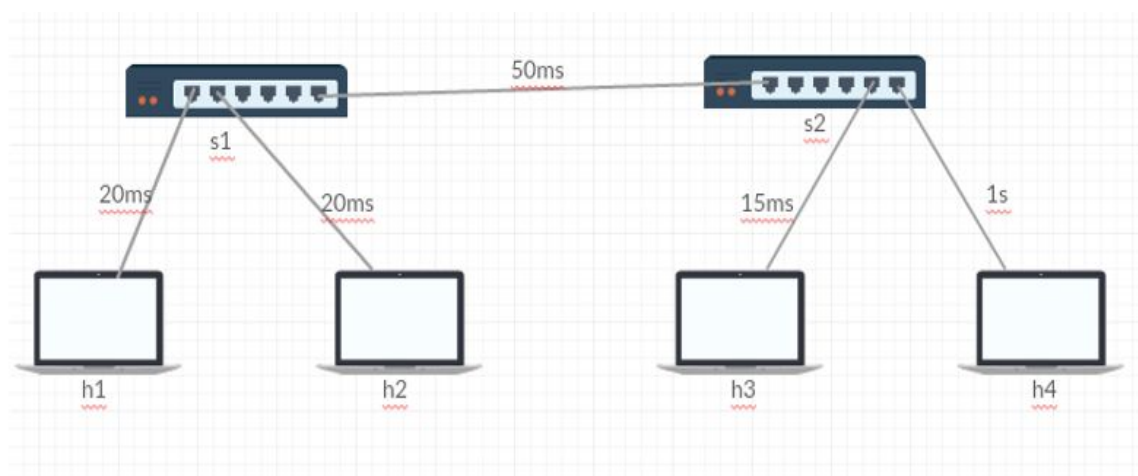
- یک bash file بنویسید و دستورات خود را در آن قرار دهید، به نحوی که با اجرای آن، توپولوژی مطلوب ساخته شود.
- برای این بخش، تعداد خط‌های bash file شما نباید از چهل خط تجاوز کند.
- با اجرای دستور ping ارتباط بین hostها و نحوه کارکرد lookup interface را بررسی کنید.
- می‌توانید با [منابع یادشده در انتهای تمرین](#)، این بخش را انجام دهید. صرفاً از کپی‌کردن از منابع پرهیز کنید و علت هر یک از دستورات را کامل متوجه شوید.

¹⁰ . Host

۳. استفاده از Mininet

احتمالا تا اینجا متوجه شده‌اید که اگر بخواهید یک شبکه‌ی بزرگتر در کامپیوتر خود ایجاد کنید، پیچیدگی‌های کار با namespace بسیار زیاد خواهد بود. ابزاری به نام Mininet از طریق داشتن API‌های ساده‌تر، ساختن شبکه‌ی مجازی¹¹ را راحت‌تر کرده است. برای آشنایی با Mininet و دستورات آن می‌توانید از [بخش ششم](#) استفاده کنید. ابتدا این منابع را مطالعه کنید. حال توپولوژی زیر را می‌خواهیم پیاده‌سازی کنیم:

- یک توپولوژی با چهار میزبان و دو سویچ مطابق شکل زیر ایجاد کنید.
- با استفاده از دستور nodes، میزبان‌ها و همچنین با دستور net، لینک‌های شبکه¹² را مشاهده کنید.
- تاخیر هر لینک بر روی آن نشان داده شده است. شما باید این مقدار را هم از طریق API پایتون¹³ تنظیم کنید.



حال به سوالات زیر پاسخ دهید.

- خروجی دستور pingall در ترمینال Mininet چیست؟
- با استفاده از دستور xterm در ترمینال Mininet برای hostهای h1 و h3، یک ترمینال باز کرده و IP هر میزبان را با دستور ifconfig نمایش دهید. تصویر این بخش را در گزارش خود قرار دهید.

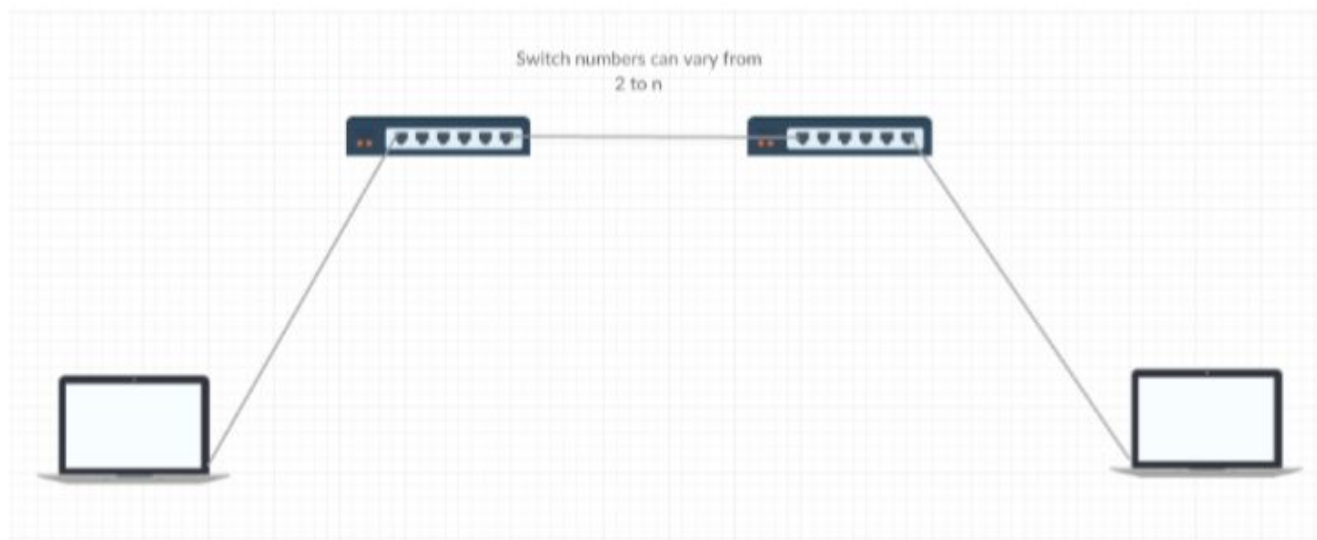
عکس تمام خروجی‌هایی که گرفتید را همراه گزارش بفرستید. در گزارش، توضیحات و نام عکس متناظر را بنویسید و از آوردن عکس‌ها در گزارش خودداری کنید.

¹¹ . Virtual Network

¹² . Network Links

¹³ . Python API

۴. بررسی عوامل تاثیرگذار بر ترافیک شبکه



توپولوژی شکل بالا را با استفاده از Mininet، پیکربندی¹⁴ کنید. سپس پارامترهای Delay و Bandwidth و همچنین تعداد Switch ها و نیز Switch Queue (برای آشنایی با این موارد به منابع مراجعه کنید) تغییر داده و نقش آن ها را در زمان ارسال و بازگشت بسته ی icmp ping از میزبان اول به میزبان آخر بررسی کنید. سپس با استفاده از نرم افزار wireshark تغییرات تعداد بسته هایی که از میزبان اول به میزبان دوم ارسال می شود، پیش از اینکه میزبان اول، اولین بسته ی پاسخ را از میزبان دوم دریافت کند، با تغییر دادن پارامتر های ذکر شده، مورد تحلیل قرار دهید. در انتها همه این موارد را در گزارش کار خود ذکر کنید.

۵. آشنایی با Socket

در این بخش قصد داریم تا با نوشتن یک سرور و کلاینت¹⁵ ساده ضمن یادآوری Socket Programming، تاخیر¹⁶ میان میزبان ها را اندازه گیری کنیم. شما در این بخش ملزم به استفاده از زبان پایتون هستید.

توپولوژی طراحی شده در [بخش سوم](#) را در نظر بگیرید. (پهنای باند لینک میان سویچ ها را برابر 1M و پهنای باند لینک میان میزبان و سویچ ها را برابر 5M و پهنای باند میان سویچ ها را برابر 3M در نظر بگیرید). سرور روی پورت 8000 هر کدام از میزبان ها منتظر اتصال کلاینت است. برنامه ی کلاینت در زمان اجرا، تعدادی آدرس IP از کنسول می گیرد. سپس به ترتیب به هر یک از آدرس های IP متصل شده و

¹⁴ . Configure

¹⁵ . Client

¹⁶ . Delay

یک بسته‌ی کوچک (به اندازه‌ی یک کاراکتر) ارسال می‌کند. هر سرور پس از دریافت این بسته با پیام مناسب به کلاینت جواب می‌دهد. کلاینت پس از دریافت پاسخ از سرور فاصله زمانی میان ارسال پیام به سرور و دریافت پاسخ آن را محاسبه نموده و به واحد میلی ثانیه در خروجی استاندارد چاپ می‌کند. سپس کلاینت، عملیات‌های فرستادن بسته، اندازه گیری زمان و نمایش آن را با یک بسته‌ی بزرگتر تکرار می‌کند. اختلاف این دو زمان را محاسبه کرده و آن را چاپ کنید. اختلاف این دو زمان به صورت تقریبی نشان دهنده‌ی کدام یک از انواع تاخیر است؟ پاسخ خود را به همراه ذکر دلیل در گزارش بنویسید. حال یکبار دیگر عملیاتی که گفته شد را انجام دهید و نتایج را با استفاده از نرم افزار **wireshark** به دست آورید. حاصل را با نتایج ابتدایی خود مقایسه کنید. این مقایسه را در گزارش خود بنویسید.

توجه داشته باشید که شما باید یک نسخه از سرور را بر روی تمام میزبان‌های ساخته شده در توپولوژی اجرا کنید اما کافیت کلاینت را فقط بر روی یکی از میزبان‌ها اجرا کرده و اطمینان حاصل کنید که اعداد چاپ‌شده، صحیح¹⁷ و منطقی باشند. طبق آدرس های IP دریافت شده، ممکن است یک کلاینت به سروری که روی همان میزبان در حال اجرا است، متصل شود.

۶. منابع

1. <http://blog.scottlowe.org/2013/09/04/introducing-linux-network-namespaces>
2. <https://blogs.igalia.com/dpino/2016/04/10/network-namespaces>
3. <http://mininet.org/walkthrough/#part-1-everyday-mininet-usage>
4. [جست-آشنایی-و-نصب-داکر-قسمت-اول-https://hitos.ir/63/docker](https://hitos.ir/63/docker-اول-نصب-داکر-قسمت-اول)
5. <https://www.infoworld.com/article/3204171/linux/what-is-docker-linux-containers-explained.html>
6. <http://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2014/doc/slides/mininet-intro.pdf>
7. <https://sreeninet.wordpress.com/2014/11/30/mininet-internals-and-network-namespaces/>¹⁸

¹⁷ . Correct

¹⁸ . برای دسترسی به این لینک نیاز به فیلترشکن دارید.

نکات تکمیلی

- پروژه دو نفره است و نمره افراد لزوما یکسان نیست.
- تنها استفاده از بان برنامه نویسی پایتون مجاز است.
- به این نکته توجه داشته باشید که برای انجام این پروژه الزاما باید از ماشین مجازی Mininet که بر روی ابزارهایی مانند VMware اجرا می شود استفاده کنید. نصب پکیج Mininet بر روی توزیع های مختلف لینوکس قابل قبول نبوده و نمره ای نخواهد داشت.
- توضیحات خواسته شده در هر بخش را در گزارش خود بیاورید. در صورتی که کل توضیحات شما (بدون در نظر گرفتن تصاویر موجود) بیشتر از سه صفحه شود، نمره قابل قبولی از پروژه را از دست خواهید داد.
- در هر بخش که خواسته شده تصویری در گزارش خود بیاورید به این نکته توجه داشته باشید که این تصویر می بایست شامل ساعت و تاریخ سیستم باشد. برای این کار می توانید کادر مربوط به زمان سیستم عامل را در هنگام تصویربرداری باز نموده، و یا یک Terminal که دستور date درون آن اجرا شده است را در هنگام تصویربرداری در کنار مجموعه قرار دهید. در غیر این صورت نمره به گزارش شما تعلق نخواهد گرفت.
- برای ما خیلی مهم است که حاصل کار خودتان را تحویل دهید. بنابراین به شدت با تقلب برخورد می شود (کدهای شما نیز به وسیله نرم افزار تقلب یاب! بررسی خواهد شد)
- توصیه می کنیم هر دو نفر با Mininet آشنا باشند، زیرا در پروژه های بعدی به آن احتیاج خواهید داشت.
- حتما گزارش خود را به زبان فارسی بنویسید. نمره گزارش در صورت رعایت نکردن این نکته صفر است.
- به این نکته نیز توجه کنید که قسمت عمده ای از بخش چهارم مشابه پروژه ی سال های گذشته است اما انجام آن ها بسیار ساده بوده و دانش حاصل از آن ها هم برای انجام بخش پنجم تمرین و هم برای انجام پروژه های آینده به کمک شما خواهد آمد. همچنین بدانید که این بخش ها نمره اندکی از پروژه را به خود اختصاص می دهند. بنابراین سعی کنید از کپ زدن آن ها پرهیزید.
- سوالات خود را در فروم درس مطرح کنید تا سایر دانشجویان نیز از پاسخ آنها بهره مند شوند. در صورتی که سوال شما به گونه ای باشد که جنبه ی جدیدی به پروژه اضافه کند، فقط گروه شما ملزم به انجام آن بوده و در ارزیابی دیگر گروه ها دخالت داده نمی شود.

سربلند باشید.