



دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

پاییز ۱۴۰۰

CE-40443

## شبکه‌های کامپیوتری: تمرین سوم

مدرس: مهدی جعفری

### ۱ سوال اول

۱. همان طور که احتمالا می‌دانید، در صورتی که بخواهید یک وب سرور شخصی روی کامپیوتر خود راه‌اندازی کنید که از اینترنت هم در دسترس باشد، در اکثر موارد با مشکل نداشتن آی‌پی ثابت و قرار داشتن سیستم شما پشت NAT Carrier Grade در سطح ISP رو به رو خواهید شد. سایت‌هایی وجود دارند که با در اختیار دادن سرویس‌هایی محدودیت قرار گرفتن شما پشت NAT را دور زده و اجازه می‌دهند بتوانید وب سرور شما از بیرون قابل دسترس باشد. با جست‌وجو در مورد این سایت‌ها، نام یکی از آن‌ها را ذکر کرده و روش مورد استفاده آن‌ها برای دور زدن این مسئله را شرح دهید. توضیح در سه یا چهار خط کافیست.

۲. احتمالا قطعی ۴ اکتبر Facebook و شرکت‌های وابسته آن نظیر Instagram و WhatsApp را به یاد دارید. در مورد دلیل وقوع این قطعی تحقیق کرده و در حد دو بند به اتفاقاتی که منجر به قطعی ارتباط از بیرون با سرورهای این شرکت شد و علت اصلی این مشکل بپردازید.

### ۲ سوال دوم

فرض کنید یک شبکه Datagram از آدرس‌های  $2^8$  بیتی برای نمایش Host های خود استفاده می‌کند. یک روتر در این شبکه با تنظیمات Longest Prefix Matching قرار دارد. تنظیمات آن مطابق جدول زیر است:

Prefix Match	Interfaces
11	1
00	2
110	3
000	4
010	5
otherwise	6

بر این اساس مشخص کنید که بسته‌هایی که به مقاصد زیر می‌روند از طریق کدام Interface ارسال خواهند شد و چرا؟

۱. 11011011

۲. 00100111

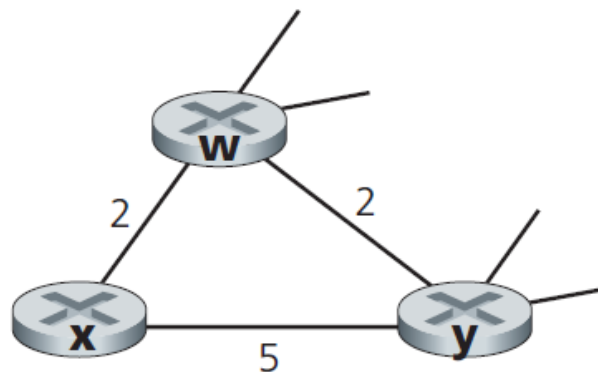
۳. 00000111

۴. 10110011

### ۳ سوال سوم

فرض کنید می‌خواهیم با روشی تعداد Host هایی که در پشت NAT قرار گرفته‌اند را پیدا کنیم. می‌دانیم که در پروتکل IP، روی هر پکت یک عدد ID قرار می‌گیرد که در ابتدا به صورت تصادفی تعیین شده و بعد به صورت پیوسته و متوالی جلو می‌رود. فرض کنید به طریقی توانایی Sniff کردن تمامی بسته‌های خروجی از این NAT را داریم. روشی ارائه دهید که بتوانیم تعداد Host هایی که پشت NAT قرار دارند را بیابیم؟ اگر ID تمامی بسته‌ها (و نه فقط بسته ابتدایی ارسالی) به صورت تصادفی تعیین می‌شد، این کار امکان پذیر بود؟

### ۴ سوال چهارم

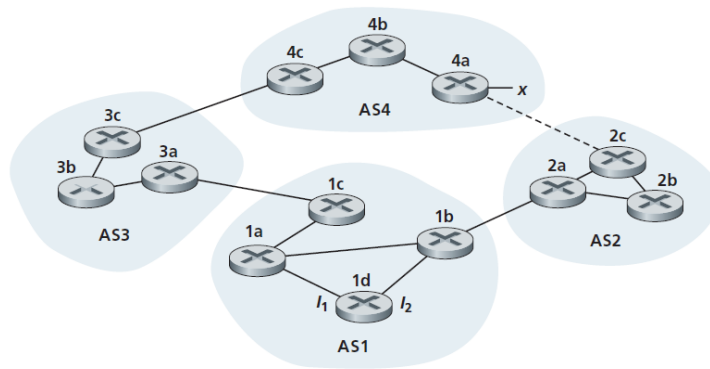


بخشی از یک شبکه در شکل بالا نشان داده شده است. در این شبکه  $x$  فقط به دو همسایه  $w$  و  $y$  متصل است ولی این دو همسایه به تعدادی از همسایه‌های دیگر متصلند که در شکل آن‌ها را نداریم. فاصله حداقلی  $w$  تا  $u$  که در شکل نمایش داده نشده، برابر ۵ و فاصله حداقلی  $y$  تا  $u$  برابر ۶ است. همچنین می‌دانیم که هزینه تمامی لینک‌ها یک عدد مثبت است.

۱. بردار فاصله  $x$  برای  $w, y, u$  را محاسبه کنید.
  ۲. تغییری در هزینه  $c(x, w)$  یا  $c(x, y)$  ارائه بدهید که منجر به این بشود که  $x$  فاصله حداقلی جدیدی برای  $u$  را به همسایه‌هایش اعلام کند.
  ۳. تغییری در هزینه  $c(x, w)$  یا  $c(x, y)$  ارائه بدهید که منجر به این بشود که  $x$  فاصله حداقلی جدیدی برای  $u$  را به همسایه‌هایش اعلام نکند.
- توجه کنید که در دو بخش آخر باید تغییر را به صورت کلی و در همه حالت‌های ممکن بیان کنید و صرفاً یک مثال برای گرفتن نمره کامل سوال کافی نیست.

### ۵ سوال پنجم

شبکه زیر از AS ها را در نظر بگیرید. فرض کنید که AS2, AS3 برای ارتباط درون خود (intra-AS) از پروتکل OSPF استفاده کرده و AS1, AS4 از پروتکل RIP استفاده می‌کنند. همچنین فرض کنید برای ارتباط بین AS ها (inter-AS) از پروتکل eBGP و iBGP استفاده می‌شود. همچنین برای پنج بخش اول سوال لینکی بین AS2 و AS4 به طور مستقیم وجود ندارد و نقطه چین نشان داده شده برای قسمت‌های بعدی است.



۱. روتر 3c از طریق کدام پروتکل از  $x$  مطلع می‌شود؟

۲. روتر 3a از طریق کدام پروتکل از  $x$  مطلع می‌شود؟

۳. روتر 1c از طریق کدام پروتکل از  $x$  مطلع می‌شود؟

۴. روتر 1d از طریق کدام پروتکل از  $x$  مطلع می‌شود؟

برای سه قسمت بعدی در درمورد روتر 1d به طور خاص‌تر بررسی می‌کنیم.

۵. وقتی که این روتر از وجود  $x$  مطلع می‌شود، داده  $(x, I)$  را به forwarding table خود اضافه می‌کند. در این مثال  $I$  برابر  $I_1$  خواهد بود یا  $I_2$ ؟ دلیل پاسخ خود را در حد یک تا دو جمله توضیح بدهید.

۶. حال فرض کنید که یک لینک فیزیکی بین AS2 و AS4 وجود داشته باشد. این لینک در شکل با نقطه‌چین مشخص شده است. فرض کنید 1d هم از طرف AS2 و هم AS3 از وجود  $x$  مطلع می‌شود. با این فرض  $I$  برابر  $I_1$  خواهد بود یا  $I_2$ ؟ دلیل پاسخ خود را در حد یک تا دو جمله توضیح بدهید.

۷. حال فرض کنید یک AS دیگر هم به نام AS5 در مسیر بین AS2 و AS4 وجود داشته باشد. فرض کنید که 1d مطلع می‌شود که  $x$  از دو مسیر AS2 AS5 AS4 و AS3 AS4 در دسترس است. با این فرض  $I$  برابر  $I_1$  خواهد بود یا  $I_2$ ؟ دلیل پاسخ خود را در حد یک تا دو جمله توضیح بدهید.

## ۶ سوال ششم (عملی)

در این سوال قصد داریم نسخه‌ای تغییر یافته از الگوریتم Distance Vector که در اسلایدهای درس گفته شد را پیاده‌سازی کنیم.

در این سوال  $n$  روتر وجود دارد. همه این روترها از وجود  $n - 1$  روتر دیگر مطلع هستند ولی لزوماً بین همه آن‌ها اتصالاتی وجود ندارد. اتصالات بین هر دو روتر که در ورودی داده می‌شوند، به صورت دو طرفه هستند. هر روتر جدولی درون خود دارد که کوتاه‌ترین فاصله خودش تا هر یک از روترهای دیگر در آن ذخیره شده است. فاصله یک روتر از خودش طبیعتاً برابر 0 خواهد بود. همچنین در ابتدا فاصله هر روتر تا هر روتر دیگری به جز خودش برابر  $\infty$  خواهد بود و تا زمانی که از طریق متوجه وجود مسیری به روتر دیگر نشود، این مقدار بی‌نهایت می‌ماند. درون جدول هر روتر، علاوه بر کوتاه‌ترین فاصله‌های خودش تا روترهای دیگر، مقادیر کوتاه‌ترین فاصله اعلامی هر کدام از روترهای دیگر هم قرار دارد. حتی روترهایی که اصلاً اتصالی به یک روتر ندارند هم در این جدول لحاظ شده‌اند ولی مقادیر موجود برای آن‌ها  $\infty$  خواهد بود.

الگوریتمی که شما باید پیاده‌سازی کنید، تا حد زیادی مشابه الگوریتم Distance Vector است. به این معنی که هر روتر به روترهایی که مستقیماً به آن‌ها متصل است، مقادیر کوتاه‌ترین فاصله‌های خود را اعلام می‌کند و آن‌ها براساس این موضوع مقادیر کوتاه‌ترین فاصله خود را آپدیت خواهند کرد. تفاوت الگوریتمی که در این جا پیاده‌سازی خواهید کرد این است که

اولا یک روتر تا زمانی که دستور مشخصی که نشان دهنده انتشار مقادیرش به همسایگان است وارد نشود، مقادیر خود را منتقل نخواهد کرد. یعنی آپدیت‌ها به صورت اتوماتیک نخواهند بود. نکته دوم این است که هر روتر مقادیری که از روترهای دیگر می‌گیرد را بلافاصله تأثیر نداده و مقادیر فواصل خود را آپدیت نمی‌کند. بلکه دستوری به نام commit وجود خواهد داشت که باعث می‌شود که همه گره‌ها با توجه به اطلاعاتی که تا آن لحظه از همسایگان دریافت کرده‌اند، مقادیر خود را آپدیت کنند.

## ۱.۶ ورودی و خروجی

در خط اول مقدار  $n$  وارد خواهد شد که بیانگر تعداد کل روترهایی است که قصد بررسی آنان را داریم. شماره گذاری روترها از 0 تا  $n - 1$  خواهد بود و آن‌ها را با همین شماره آنان شناسایی خواهیم کرد. پس از آن در هر خط یک دستور وارد خواهد شد. وارد کردن دستورات تا زمانی که به دستور end برسیم ادامه خواهد داشت. دستوراتی که وارد خواهند شد به فرمت زیر خواهند بود:

توجه: برای کپی کردن دستورات از کوئرا استفاده کنید. در هنگام کپی از pdf ممکن است کاراکترهای ناخواسته‌ای هم کپی بشوند.

```
add_link [node1] [node2] [cost]
```

این دستور نشانگر برقراری یک اتصال دو طرفه بین روترهای node1 و node2 با هزینه cost است. مثلا 3 2 1 add\_link به معنی ایجاد یک اتصال بین روترهای 1 و 2 با هزینه 3 است.

```
send_to_all [node1]
```

این دستور به این معنی است که node1 جدول کمترین فواصل خود را به تمامی همسایگانی که مستقیماً به آن‌ها متصل است خواهد داد. توجه کنید که در این جریان node1 فقط اطلاعات مربوط به فواصل خود تا هر یک از روترهای دیگر را منتقل خواهد کرد و فواصلی که از همسایگانش دریافت کرده را ارسال نمی‌کند. مثلا 1 send\_to\_all یعنی روتر ۱ اطلاعات فواصل خود را به همه همسایگانش ارسال کند.

```
commit
```

این دستور بدین معنی است که روترها با استفاده از اطلاعاتی که تاکنون از همسایگان خود دریافت کرده‌اند، جدول کمترین فواصل خود تا هر یک از روترهای دیگر را آپدیت کنند. توجه کنید که تا قبل از وارد کردن این دستور، اطلاعات صرفاً از روترهای دیگر دریافت می‌شوند ولی مقادیر دریافتی در جدول اصلی فواصلی که یک روتر نگاه می‌دارد اثر داده نمی‌شوند.

```
next_hop [node1] [node2]
```

با وارد کردن این دستور انتظار می‌رود که برنامه خروجی تولید کند. خروجی مد نظر باید مشخص کند که برای این که از node1 به node2 برسیم، بهترین روتری که از نظر فاصله در اختیار داریم کدام خواهد بود. در صورتی که هر دو node1 و node2 یکسان وارد شوند خروجی self reference خواهد بود. در صورتی که node2 طوری وارد شود که از node1 امکان دستیابی به آن نباشد (تا لحظه بررسی ما از وجود مسیر آگاه نباشیم) خروجی no path to that node خواهد بود. در غیر این صورت شماره روتری همسایه node1 که برای رسیدن از node1 به node2 باعث طی کردن کمترین فاصله خواهد شد را خروجی خواهیم داد.

```
print [node1]
```

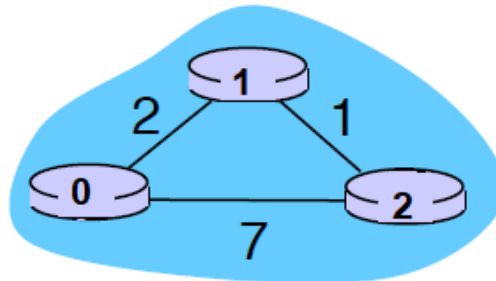
با وارد کردن این دستور، شما باید کل جدول فواصل node1 را چاپ کنید. این جدول شامل مقادیری که از گره‌های دیگر گرفته شده هم خواهد بود. مقادیر بی‌نهایت را با inf نشان بدهید. همچنین بعد از خط آخر جدول، یک خط خالی چاپ خواهد شد. برای اطلاعات بیشتر به نمونه ورودی و خروجی داده شده مراجعه کنید. درایه  $a[i][j]$  این جدول برابر هزینه رسیدن به  $j$  است که از  $i$  به دست روتر رسیده است. بین هر کدام از درایه‌ها جدول از tab به عنوان فاصله استفاده شده است. در صورتی که در هر یک از خط‌ها، دستوری غیر از موارد ذکر شده وارد شد و یا دستوراتی وارد شد که فرمت درستی نداشتند، پیام

```
invalid command
```

را چاپ کند. منظور از دستوراتی که فرمت درستی ندارند، دستوراتی مانند next\_hop 1 یا next\_hop abc abc است. با توجه به این که روترها با عدد شماره‌گذاری شده‌اند، طبیعتاً وارد شدن حروف و یا ناقص وارد شدن دستور نمونه‌ای از دستور با فرمت نادرست خواهد بود.

## ۲.۶ مثال

مثال زیر براساس شکل زیر که در صفحه 93 اسلاید سری Network وجود دارد طراحی شده است.



## ۱.۲.۶ ورودی نمونه

```

3
add_link 0 1 2
next_hop 0 0
next_hop 0 1
next_hop 0 2
add_link 0 2 7
add_link 1 2 1
print 0
print 1
print 2
send_to_all 0
send_to_all 1
send_to_all 2
commit
print 0
print 1
print 2
end
  
```

## ۲.۲.۶ خروجی نمونه

```

self reference
1
no path to that node
0 2 7
inf inf inf
inf inf inf

inf inf inf
2 0 1
inf inf inf

inf inf inf
inf inf inf
  
```

7 1 0

0 2 3

2 0 1

7 1 0

0 2 7

2 0 1

7 1 0

0 2 7

2 0 1

3 1 0

## ۷ نکات دیگر

- برای پیاده‌سازی سوال عملی می‌توانید از زبان Python استفاده کنید.
- در این تمرین و سایر تمرین‌های درس، با هرگونه تقلب شدیداً برخورد خواهد شد.
- کدها باید توسط خود شما نوشته شوند و کپی کردن از منابع اینترنتی تقلب محسوب می‌شود.
- در صورت داشتن هرگونه سوال از طریق Quera اقدام کنید.
- برای تحویل این تمرین تا انتهای روز جمعه ۳ دی فرصت دارید.

موفق باشید