



دانشکده مهندسی کامپیوتر
و فناوری اطلاعات



بسم تعالی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات



دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۱۳۹۷ - ۱۳۹۶



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

مسئله	نمره
۹	
۱۰	
۱۱	

مسئله	نمره
۱	
۲	
۳	
۴	
۵	
۶	
۷	
۸	

درس شبکه های کامپیوتری، نیم سال اول سال تحصیلی ۹۸-۹۷
تمرین سری نهم (موعد تحویل: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲)

توجه: پاسخ تمرین ها باید به صورت دستنویس تحویل داده شود.

نمره:

نام و نام خانوادگی:

شماره دانشجویی:

توجه: برای صرفه جویی در کاغذ تکالیف را یا دو رو پرینت
بگیرید و یا از کاغذهای باطله یک رو سفید استفاده کنید.

سؤال ۱. با توجه به ویژگی های شبکه های مدار مجازی و دیتاگرام به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف. فرض کنید مسیریاب ها در وضعیتی هستند که به دفعات از کار می افتند، در این شرایط کدام معماری ارجحیت دارد؟ شرح دهید.

در شبکه های اتصال گرا از کارافتادن هر مسیریاب، موجب مسیریابی مجدد اتصال می شود. حداقل نیازمند این هست که یک مسیر جدید از گره مبدأ به مسیریاب بالادستی مسیریاب از کارافتاده ایجاد شود که برای این کار احتیاج داریم سیگنالینگ های لازم برای برقراری یک مسیر را انجام دهیم. همچنین لازم است اتصال قدیمی از گره مبدأ به مسیریاب از کارافتاده را با انجام سیگنالینگ های لازم قطع کنیم.

در شبکه های بدون اتصال دیتا گرام نیازمند انجام هیچ گونه سیگنالینگ برای برقراری یا قطع اتصال نداریم. تنها کاری که باید صورت گیرد به روزرسانی جدول های مسیریابی است این کار با الگوریتم های بردار-فاصله یا وضعیت لینک انجام می شود. اگر از الگوریتم بردار-فاصله استفاده شود تغییرات جدول مسیریابی تنها در مسیریاب های اطراف مسیریاب های از کارافتاده رخ خواهد داد. بنابراین در این شرایط استفاده از معماری دیتا گرام ارجح تر است.

ب. فرض کنید گره مبدأ و مقصد برای ترافیک بین خود نیاز دارند که مقدار مشخصی از ظرفیت مسیریاب های مسیر به آن ها تخصیص داده شود. در این شرایط کدام معماری ارجحیت دارد؟ شرح دهید.

برای اینکه یک مسیریاب مقدار مشخصی از ظرفیت مسیر بین یک مبدأ و مقصد را نگهداری کند لازم است که مسیریاب وضعیت هر نشست را داشته باشد که این امر در شبکه های مدار مجازی امکان پذیر است.

بنابراین در این شرایط استفاده از معماری مدار مجازی ارجح تر است.

ج. فرض کنید لینک ها و مسیریاب های یک شبکه هرگز دچار نقص و خرابی نمی شوند، و مسیرهای شبکه (بین هر زوج مبدأ و مقصد) همواره ثابت هستند. در این شرایط سربار کنترل ترافیک کدام معماری بیشتر است؟ شرح دهید.



در این سناریو به علت اضافه کردن سرآیند به هر بسته که برای مسیریابی استفاده می شوند، سرباره ی کنترل ترافیک در معماری دیتا گرام بیشتر است اما در معماری مدار مجازی همه مسیرها و اتصالات یکبار برقرار می شوند و تغییری نخواهند کرد بنابراین سربار سیگنالینگ در بلندمدت ناچیز خواهد بود.

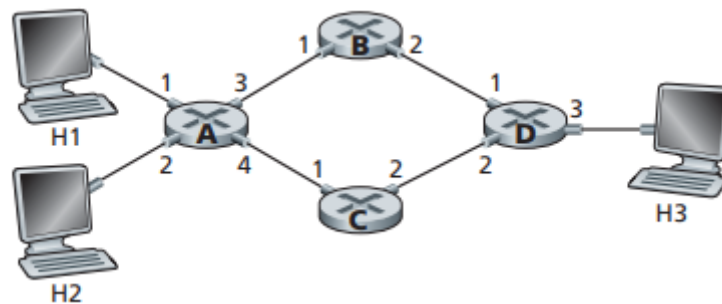
بنابراین در این شرایط استفاده از معماری مدار مجازی ارجح تر است.

سؤال ۲. شبکه ی زیر را در نظر بگیرید:

الف. اگر این شبکه یک شبکه دیتاگرام باشد، با این فرض که تمامی ترافیک های مربوط به H3 از طریق interface شماره 3 مسیریاب A ارسال می شوند جدول جلورانی (Forwarding table) آن را رسم کنید. آیا می توانید جدول جلورانی مربوط به مسیریاب A را طوری بنویسید که تمام ترافیک ارسالی از H1 به H3 از طریق رابط شماره 3 ارسال شود و ترافیک ارسالی از H2 به H3 از طریق رابط شماره 4 ارسال شود؟

ب. اکنون فرض کنید که این شبکه یک شبکه ی مدار مجازی است و یک تماس بین H1 و H3 وجود دارد و یک تماس دیگر بین H2 و H3 وجود دارد. جدول جلورانی مربوط به مسیریاب A را بنویسید، به طوری که تمامی ترافیک های ارسال شده از H1 به H3 از طریق رابط شماره 3 و ترافیک ارسالی از H2 به H3 از طریق رابط شماره 4 ارسال شود.

ج. با فرض سناریوی مشابه بخش قبل، جدول جلورانی مربوط به گره های B، C و D را بنویسید.



الف) داده های ارسالی به مقصد H3 از طریق رابط شماره 3 ارسال می شوند.

رابط	آدرس مقصد
3	H3

با توجه به این که جدول جلورانی در هر مسیریاب با توجه به آدرس مقصد است، پس نمی توان ترافیک ارسالی از H2 به H3 را از طریق رابط شماره 4 ارسال کرد.



ب) توجه داشته باشید که شماره ی VC مربوط به هر دو جریان می تواند یکی باشد.

Incoming interface	Incoming VC#	Outgoing Interface	Outgoing VC#
1	12	3	22
2	63	4	18

ج)

Router B.			
Incoming interface	Incoming VC#	Outgoing Interface	Outgoing VC#
1	22	2	24

Router C.			
Incoming interface	Incoming VC#	Outgoing Interface	Outgoing VC#
1	18	2	50

Router D.			
Incoming interface	Incoming VC#	Outgoing Interface	Outgoing VC#
1	24	3	70
2	50	3	76

سؤال ۳. می خواهیم یک دیتاگرام ۲۴۰۰ بایتی را روی لینکی که MTU آن ۷۰۰ بایت است، بفرستیم، فرض کنید شماره شناسه دیتاگرام اولیه ۴۲۲ است. این دیتاگرام به چندتکه باید تقسیم شود؟ مقدار فیلدهای مرتبط با تکه سازی (مانند Identification, fragment offset, total length و more fragment) را در هر یک از این دیتاگرام ها تعیین کنید.

از آنجاکه MTU ۷۰۰ بایتی است و سرآیند IP ۲۰ بایتی است و از طرفی ۶۸۰ بزرگترین عدد مضرب ۸ هست که کوچکتر یا مساوی ۶۸۰ است به عبارت دیگر ۶۸۰ بر ۸ بخش پذیر است بنابراین حداکثر ۶۸۰ بایت داده در هر fragment می توانیم داشته باشیم. دیتا گرام اولیه هم شامل ۲۰ بایت سرآیند IP است بنابراین تعداد کل fragment ها از رابطه زیر به دست می آید:

$$\left\lceil \frac{2400 - 20}{700 - 20} \right\rceil = 4$$



Identification number	total length (شامل سرآیند IP)	fragment offset	more bit
422	700	0	1
422	700	85	1
422	700	170	1
422	360	255	0

سؤال ۴. تمامی subnet mask های ممکن برای فضای آدرس کلاس C را مشخص کنید. تمامی subnet mask ها را در فرمت دهدهی (a.b.c.d) لیست کنید و مشخص کنید که هر subnet چه تعداد میزبان^۱ را پشتیبانی می کند؟

Subnet mask	تعداد میزبان ها (بدون در نظر گرفتن آدرس broadcast)
255.255.255.0	254
255.255.255.128	126
255.255.255.192	62
255.255.255.224	30
255.255.255.240	14
255.255.255.248	6
255.255.255.252	2

لازم به ذکر است که subnet mask های 255.255.255.254 و 255.255.255.255 عملاً قابل استفاده نیستند.



سؤال ۵. یک سازمان کوچک یک محدوده آدرس کلاس C دارد. این آدرس برای ۷ شبکه که هر کدام دارای ۲۴ میزبان هستند، استفاده می شود. Subnet mask مناسب این آدرس چیست؟

مطابق شکل زیر در کلاس C به ۲۴ بیت برای Network-id نیاز داریم. بنابراین ۸ بیت باقی خواهد ماند که از بین آن ها ۳ بیت را به subnet-id اختصاص می دهیم تا بتواند از ۷ شبکه پشتیبانی کند و ۵ بیت باقیمانده هم برای پشتیبانی از ۲۴ میزبان در هر زیر شبکه کافی است.

Network-id	Subnet-id	Host-id
0	23 24	27 28 31

Subnet mask: 255.255.255.224

سؤال ۶. در یک سازمان آدرس IP یک میزبان 150.32.64.34 و Subnet mask آن 255.255.240.0 است، آدرس این زیر شبکه چیست؟ محدوده آدرس IP که یک میزبان در این زیر شبکه می تواند داشته باشد، چیست؟

برای به دست آوردن آدرس زیر شبکه کافی است آدرس IP و Subnet mask را باهم and منطقی کنیم. برای این کار آدرس IP و Subnet mask را از حالت ده دهی به دودویی تبدیل می کنیم.

آدرس IP	150.32.64.34	10010110 00100000 01000000 00100010
Subnet Mask	255.255.240.0	11111111 11111111 11110000 00000000
آدرس زیر شبکه	150.32.64.0	10010110 00100000 01000000 00000000

محدوده میزبان هایی که این زیر شبکه می تواند داشته باشد به صورت زیر است:

از	10010110 00100000 01000000 00000001
تا	10010110 00100000 01000000 11111110



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
و مشاوران اطلاعات

صفحه: ۱۰ از ۱۰

درس شبکه های کامپیوتری، نیم سال اول تحصیلی ۹۸-۹۷
تمرین سری نهم (موعد تحویل: ۱۳۹۷/۱۰/۰۲)



دانشگاه صنعتی امیرکبیر و مشاوران اطلاعات
دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۱۳۹۷-۱۳۹۷



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پای تکنیک تهران)

سؤال ۷. یک شبکه دیتاگرام که از آدرس ۳۲ بیتی استفاده می کند را در نظر بگیرید. مسیریابی را با چهار لینک در نظر بگیرید که از 0 تا 3 شماره گذاری شده است و بسته ها به واسطه های مربوط به لینک ها به صورت زیر ارسال می شوند:

Destination Address Range	Link Interface
11100000 00000000 00000000 00000000 through 11100000 00111111 11111111 11111111	0
11100000 01000000 00000000 00000000 through 11100000 01000000 11111111 11111111	1
11100000 01000001 00000000 00000000 through 11100001 01111111 11111111 11111111	2
otherwise	3

الف. جدول جلورانی که شامل پنج سطر باشد و از قاعده Longest Prefix Match استفاده می کند را طراحی کنید.

ب. توضیح دهید که چگونه این جدول جلورانی، خروجی مناسب را برای دیتا گرام هایی با آدرس مقصدهای زیر انتخاب می کند:

11001000 10010001 01010001 01010101
11100001 01000000 11000011 00111100
11100001 10000000 00010001 01110111

(الف)

Prefix Match	Link Interface
11100000 00	0
11100000 01000000	1
1110000	2
11100001 1	3
otherwise	3

دقت کنید که اولین آدرس بعد از

11100001 01111111 11111111 11111111

آدرس

11100001 01111111 11111111 11111111



است که در سطر چهارم جدول قرار داده شده است. آدرس‌هایی که با این سطر Match بشوند باید از واسط سوم خارج شوند. حال با خیال راحت می‌توان آدرس 1110000 را در سطر چهارم قرارداد: بسته‌هایی که با آدرس 11100000 00 تطبیق پیدا می‌کنند از واسط صفرم خارج می‌شوند. بعدازاین آدرس، آدرس 11100000 01 وجود دارد که البته همه این فضا به یک واسط خروجی هدایت نمی‌شوند. بلکه اگر بسته با 11100000 01000000 تطبیق پیدا کرد از واسط اول خارج می‌شود. بعدازاین آدرس شبکه 11100000 01000001 شروع می‌شود که دقیقاً شروع آدرس‌هایی است که باید از واسط شماره دوم خارج شود. ما کل بسته‌هایی که با الگوی 1110000 تطابق پیدا کند را به واسط شماره دوم هدایت می‌کنیم مگر اینکه با آدرس 1 11100001 تطابق پیدا کند که در آن صورت از واسط سوم خارج می‌شود.

(ب)

پیشوند مطابق پنجمین ردیف جدول است، پس از طریق رابط شماره‌ی 3 ارسال می‌شود.

پیشوند مطابق سومین ردیف جدول است، پس از طریق رابط شماره‌ی 2 ارسال می‌شود.

پیشوند مطابق چهارمین ردیف جدول است، پس از طریق رابط شماره‌ی 3 ارسال می‌شود.

سؤال ۸. فرض کنید دو بسته به صورت هم‌زمان به دو پورت ورودی متفاوت از یک مسیریاب می‌رسند. همچنین فرض کنید که هیچ بسته‌ی دیگری در مسیریاب وجود ندارد.

الف. فرض کنید که این دو بسته به دو پورت خروجی متفاوت ارسال می‌شوند. آیا می‌توان دو بسته را به طور هم‌زمان از طریق switch fabric ای که از shared-bus استفاده می‌کند، ارسال کرد؟

خیر، در هر لحظه فقط می‌توان یک بسته را از طریق shared-bus ارسال کرد.

ب. فرض کنید که این دو بسته به دو پورت خروجی متفاوت ارسال می‌شوند. آیا می‌توان دو بسته را به طور هم‌زمان از طریق switch fabric ای که از crossbar استفاده می‌کند، ارسال کرد؟

بله، تا زمانی که دو بسته از bus ورودی و خروجی متفاوتی استفاده کنند، می‌توانند به صورت موازی ارسال شوند.

ج. فرض کنید که این دو بسته به یک پورت خروجی یکسان ارسال می‌شوند. آیا می‌توان دو بسته را به طور هم‌زمان از طریق switch fabric ای که از crossbar استفاده می‌کند، ارسال کرد؟

خیر، ارسال دو بسته از طریق bus خروجی یکسان به صورت هم‌زمان امکان‌پذیر نیست.

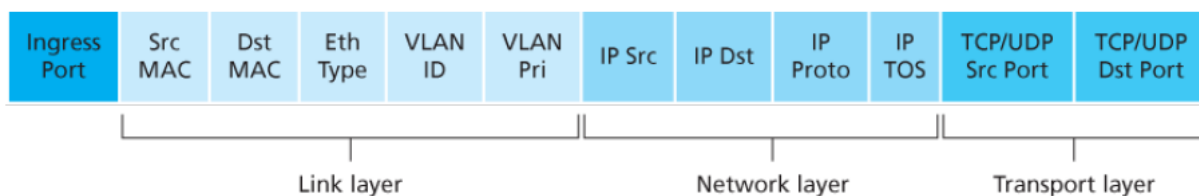


سؤال ۹. با توجه به شکل ۴,۲۸ کتاب مرجع، قسمت های مختلف Flow table را شرح دهید. همچنین توضیح دهید matching و action در Open-Flow چگونه انجام می شود.

این شکل یک جدول match-plus-action را نشان می دهد که در هر سوئیچ وجود دارد. این جدول توسط یک کنترلر راه دور محاسبه، به روزرسانی و ایجاد می شود که به آن اصطلاحاً flow table گفته می شود. هر سطر از این جدول شامل موارد زیر است:

- یک مجموعه از فیلدهای سرآیند که بسته های وارد شده به سوئیچ با آن ها match خواهند شد و بسته هایی که با هیچ کدام از سطرهای جدول جریان match نشوند برای پردازش بیشتر به سمت کنترلر ارسال خواهند شد.
- یک مجموعه از counter ها که به محض match شدن بسته با یک سطر از جدول جریان به روزرسانی خواهد شد. این counter می تواند شامل تعداد دفعات match شدن بسته ها با سطرهای جدول جریان و آخرین زمان به روزرسانی سطر جدول جریان باشد.
- یک مجموعه از action ها که در صورت match شدن بسته ها با یک سطر جدول جریان اعمال خواهند شد. این action ها ممکن است پورت خروجی یک بسته را مشخص کنند، بسته را دور بی اندازد، از بسته کپی بگیرد و آن را به چندین پورت خروجی ارسال کند و یا تعدادی از فیلدهای سرآیند بسته را بازنویسی کند.

Matching: شکل زیر یازده فیلد سرآیند بسته به همراه پورت ورودی آن را نشان می دهد:



وقتی یک فریم لایه دو به سوئیچ می رسد شامل دیتا گرام لایه سه و سگمنت لایه چهار در payload است. در نگاه اول مشاهده می کنیم که open-flow matching بر اساس فیلدهای منتخب از سه لایه ی پروتکل لایه ای (که با آن آشنایی داریم) است. آدرس های MAC مبدأ و مقصد مشخص شده در شکل آدرس های لایه پیوند داده است که واسط دریافتی و ارسالی فریم را مشخص می کند. با Forwarding توسط آدرس اترنت به جای آدرس IP می توان مشاهده کرد که یک دستگاه مجهز به open-flow می تواند هم به صورت یک مسیریاب لایه سه برای هدایت دیتا گرام و هم به صورت یک سوئیچ لایه دو برای هدایت frame ها استفاده شود. فیلد Ethernet Type به پروتکل لایه بالاتر گزارش می کند که کدام payload frame دی مالتی پلکس شود. فیلد VLAN نیز شبکه محلی مجازی را مشخص می کند.

Action: همان طور که در شکل ۴,۲۸ نشان داده شده است هر سطر از جدول جریان می توان لیستی از صفر تا چندین action داشته باشد که پردازشی که روی بسته ای که match شده است را مشخص می کند. اگر لیست دارای چندین action باشد به همان ترتیبی که مشخص شده اند اجرا می شوند. مهم ترین action های ممکن عبارت است از:



- Forwarding: یک بسته ورودی به سمت یک پورت فیزیکی سوئیچ هدایت شده، یا به همه پورت‌ها broadcast می‌شود و یا به یک مجموعه از پورت‌های موجود multicast می‌شود. همچنین امکان دارد بسته encapsulate شود و به سمت کنترلر ارسال شود.
- Dropping: یک سطر از جدول جریان که هیچ action ای ندارد مشخص می‌کند که بسته match شده باید دور انداخته شود.
- Modify-Field: این امکان وجود دارد که مقادیر ده فیلد سرآیند بسته (شامل سرآیندهای لایه‌های ۲، ۳ و ۴ به جز فیلد IP Protocol که در شکل بالا نشان داده شده است) قبل از ارسال به خروجی موردنظر بازنویسی شود.

سؤال ۱۰. با در نظر داشتن فناوری SDN به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف. توضیح دهید در صورت رسیدن یک بسته به سوئیچ که در جدول جریان آن سوئیچ، جریان ترافیکی آن بسته تعریف نشده است چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

بسته‌ها از سوئیچ به سمت کنترلر ارسال می‌شود. سپس کنترلر پس از بررسی بسته چک می‌کند که آیا احتیاج به ایجاد یک سطر جدید در جدول جریان در سوئیچ هست یا نه. اگر احتیاج باشد، یک سطر جدید برای جدول جریان سوئیچ ارسال می‌شود و بسته نیز به همراه اطلاعات اینکه از کدام پورت سوئیچ باید خارج شود، برای سوئیچ ارسال می‌شود.

ب. چه اطلاعاتی در هر سطر جدول جریان (Flow rule) وجود دارد؟

- Match: شامل اطلاعاتی نظیر شماره پورت ورودی، سرآیند بسته و متا دیتاهایی از جدول جریان قبلی
- Action: پس از match شدن مشخص می‌کند که چه عملی انجام شود.
- Priority: اگر چندین rule به صورت هم‌زمان match شوند این فیلد مشخص می‌کند که اولویت اجرا با کدام است.
- Counter: تعداد دفعات matching را نشان می‌دهد.
- Time-Out: زمان انقضای rule را مشخص می‌کند.

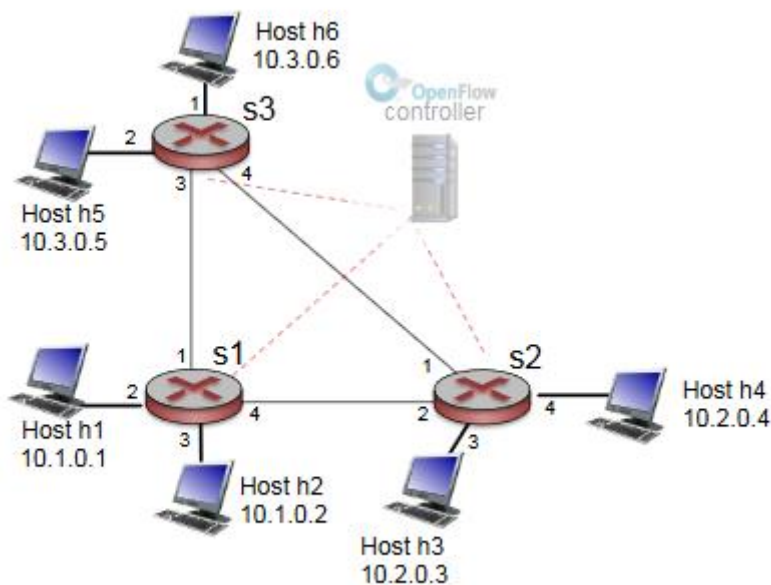
ج. در صورتی که یک flow rule منقضی شود چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

این rule از سوئیچ حذف خواهد شد و بسته‌هایی که با این rule باید تطبیق پیدا می‌کردند باید فرآیند گفته شده در قسمت الف را مجدداً طی کنند.



سؤال ۱۱. شبکه SDN OpenFlow زیر را در نظر بگیرید. فرض کنید رفتار مطلوب با رسیدن دیتا گرام از میزبان‌های h3 و h4 به s2 به صورت زیر است:

- هر دیتا گرامی که از h3 با مقصد h1، h2، h5 یا h6 می‌رسد باید در جهت عقربه‌های ساعت در شبکه ارسال شود.
 - هر دیتا گرامی که از h4 با مقصد h1، h2، h5 یا h6 می‌رسد باید در خلاف جهت عقربه‌های ساعت در شبکه ارسال شود.
- سطرهای جدول جریان s2 را که رفتار بالا برای جلورانی را پیاده‌سازی می‌کنند را مشخص کنید.



جدول جریان سوئیچ S2

Match		Action
3=پورت ورودی	IP.Dest=10.1.*.*	Forward(2)
3=پورت ورودی	IP.Dest=10.3.*.*	Forward(2)
4=پورت ورودی	IP.Dest=10.1.*.*	Forward(1)
4=پورت ورودی	IP.Dest=10.3.*.*	Forward(1)

در صورت هرگونه مشکل یا سوال درخصوص تمرین‌ها و پروژه‌های درس شبکه‌های کامپیوتری با آقای افشاری
تماس بگیرید. (mhafshari@aut.ac.ir)