

کارشناسی ارشد شبکه های کامپیوتری

# شبکه های پهن باند



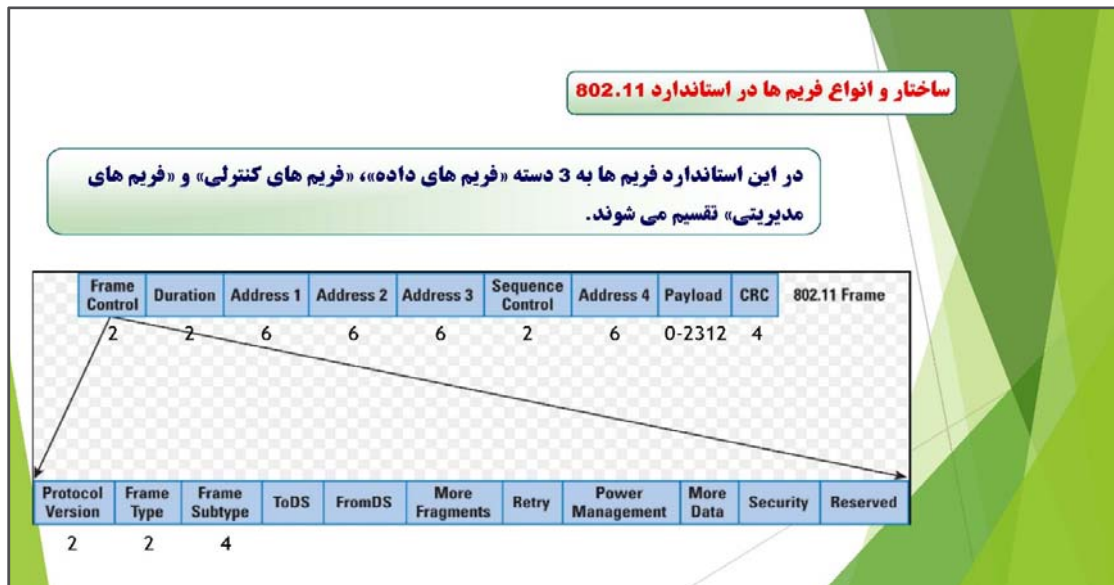
استاد:

دکتر جبار پور

نویسنده:

مهندس علیرضا روحانی نژاد

۱۳۹۷



ساختار و انواع فریم در 802.11: ۳ دسته فریم خواهیم داشت: داده، کنترلی و مدیریتی

(در شکل اسلاید کامل مشخص است که ساختار به چه گونه است.)

**Duration** : مدت زمان مشخص شده برای ارسال فریم جهت جلوگیری از collision: بر این اساس ایستگاه های دریافت کننده در حالت NAB یا شنود قرار می گیرند. تا تصادم ای رخ ندهد.

اینجا ۴ آدرس داریم به جای ۲ آدرس: اینها بر اساس ۲ فیلد ToDS و FromDS هستند.

**Sequence control**: برای این است که ترتیب و توالی بسته ها حفظ شود.

**Payload**: همان داده ایست که داریم ارسال می کنیم.

**CRC**: برای خطایابی استفاده می شود. سایر بیت ها و توضیحات در اسلایدها موجود است.

#### ساختار و انواع فریم ها در استاندارد 802.11

**Duration یا ID:** مشخص می کند که ارسال فریم جاری با احتساب زمان دریافت ACK آن جمعاً چقدر طول می کشد. (برای تنظیم NAV)

**Address 1-4:** مفهوم این چهار آدرس به همراه دو فیلد تک بیتی To DS و From DS مشخص می شوند.

**Sequence Control:** قطعات یک فریم را شماره گذاری می کند (12 بیت شماره شناسایی فریم و 4 بیت شماره قطعه)

**Data و FCS:** داده های لایه بالایی و کد کشف خطا را حمل می کنند

#### ساختار فیلد Frame Control در استاندارد 802.11

**Protocol version:** شماره نسخه پروتکل شبکه بی سیم را مشخص می کند (00)

**Type:** نوع فریم را مشخص می کند («فریم های داده - (10)»، «فریم های کنترلی - (01)» و «فریم های مدیریتی - (00)»)

**Subtype:** نوع دقیق تر یک فریم مدیریتی و کنترلی را مشخص می کند.

**To DS و From DS:** این دو بیت به همراه 4 فیلد آدرس در خصوص مکانیزم آدرس دهی کاربرد دارند

**More Flag:** مقدار 1 مشخص می کند که در ادامه فریم جاری باز هم قطعه دیگری خواهد آمد

#### ساختار فیلد Frame Control در استاندارد 802.11

**Retry:** مقدار 1 مشخص می کند که فریم جاری یک فریم جدید نیست (ارسال مجدد به خاطر عدم دریافت ACK)

**Power Mgt:** مقدار 1 مشخص می کند که ایستگاه در حالت «مدیریت و صرفه جویی توان» قرار دارد

**More Data:** مقدار 1 مشخص می کند که فرستنده فریم باز هم فریم هایی را برای ارسال به گیرنده آماده دارد و ارسال ادامه دارد

**Security (WEP):** مقدار 1 مشخص می کند که فریم رمزنگاری شده و قبل از پردازش باید از رمز خارج شود

**Order:** به گیرنده تفهیم می کند که دنباله ای از فریم ها که این بیت در آنها 1 است باید به ترتیب و پشت سر هم پردازش شوند.

#### مکانیزم آدرس دهی در استاندارد 802.11

- آدرس دهی پیچیده از از انترنت (زمانی که مبدا و مقصد در دو سلول متفاوت هستند فریم ارسالی از دو AP میانی عبور می کند).
- 2 بیت To DS و From DS باهم 4 حالت مختلف را رقم می زنند.

To DS	From DS	Address 1	Address 2	Address 3	Address 4
0	0	Destination	Source	BSS ID	N/A
0	1	Destination	Sending AP	Source	N/A
1	0	Receiving AP	Source	Destination	N/A
1	1	Receiving AP	Sending AP	Destination	Source

#### انواع فریم های مدیریتی در استاندارد 802.11

این فریم ها برای مذاکره اولیه بین ایستگاه ها و AP کاربرد دارد. در فیلد Frame Control از این فریم ها، فیلد Type مقدار 00 و زیرفیلد Subtype مقادیر مختلفی دارد که نوع فریم را مشخص می کند.

پیوستن به شبکه (Association): ایستگاه ها به محض ورود به محدوده رادیویی AP باید هویت و نیازمندی های خود را اعلام کند تا بتواند از خدمات Polling و Roaming استفاده کنند.

Association Response (0001) <- Association Request (0000) <- Probe Response (0101) <- Probe Request (0100)

پیوستن مجدد به شبکه (Re-association): در زمان ترک یک سلول و ورود به یک سلول جدید توسط ایستگاه به AP سلول جدید ارسال می شود.

Re-association Response (0011) <- Re-association Request (0010)

#### انواع فریم های مدیریتی در استاندارد 802.11

ترک شبکه (De-association): ایستگاه یا AP بحضور خود در شبکه خاتمه می دهد (1010)

احراز هویت (Authentication): هر ایستگاه قبل از دریافت مجوز ارسال و دریافت، باید هویت خود را اثبات کند (1011)

لغو هویت (De-authentication): هر ایستگاهی که بعد از احراز هویت بخواهد شبکه را ترک کند باید لغو هویت کند (1100)

دعوت از ایستگاه ها با فریم Beacons: ارسال متناوب (1000) Beacon توسط AP، ارسال Association Request توسط ایستگاه

گزارش در مورد فریم های بافر شده و آماده ارسال ( Announcement Traffic Indication ) (ATIM) (1001)



### مکانیزم رومینگ (گشت زنی) در محیط های بی سیم

به دلیل محدود بودن محدوده پوششی AP، با نصب چندین AP کل محیط به چندین سلول تقسیم می شود به طوری که سلول های مجاور دارای همپوشانی قابل توجهی هستند (عدم وجود نقطه کور)

AP هر سلول از طریق یک شبکه توزیع شده سیمی بهم متصل می شوند تا مجموع کل ایستگاه ها یک محیط یکپارچه EBSS را تشکیل دهند.

مکانیزمی که به ایستگاه ها اجازه می دهد تا بتوانند براحتی بین سلول ها حرکت کنند و بدون قطع شدن ارتباط و از دست دادن داده از یک AP جدا شده و به یک AP جدید بپیوندند، رومینگ (Roaming) گفته می شود.

### مکانیزم رومینگ (گشت زنی) در محیط های بی سیم

ایستگاه ها از طریق فریم های Beacon که به صورت متناوب توسط AP ها منتشر می شوند، تشخیص می دهند که سلولشان عوض شده است

Beacon اطلاعاتی در خصوص شناسه AP و پارامترهای لینک رادیویی دارد (BER و SNR) با دور شدن از AP، نسبت SNR کاهش و BER افزایش پیدا می کند. (مقایسه برای انتخاب سلول)

ارسال فریم های مدیریتی Authentication و Reassociation به AP سلول جدید.

### مکانیزم رومینگ (گشت زنی) در محیط های بی سیم





Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA)

گرچه استاندارد 802.11 مفاهیم اساسی و اصول اولیه تبادل اطلاعات بین AP ها را تبیین کرده، اما جزئیات چگونگی این تبادل، استاندارد سازی نشده و پروتکلی ندارد.

پیشگیری های این استاندارد، وجود محصولات متنوع و تکنیک های مخابراتی ناسازگار، اشکالات پیشبینی نشده باعث هرج و مرج می شود.

WECA دستگاه ها و سخت افزار های تولید شرکت های مختلف را بدقت بررسی و آزمایش کند تا سازگاری آنها با استاندارد 802.11 اثبات شود.

WIFI یک استاندارد حاکم بر تکنولوژی بی سیم نیست بلکه رعایت استاندارد 802.11 و سازگاری محصولات این استاندارد را آزمایش و تایید می کند.



تمام گونه های اترنت تلاش می کنند سرویس داده گرام ارائه کنند. (NIC منتظر تأیید وصول فریم نیست). این وظیفه بر عهده لایه 4 گذاشته شده.

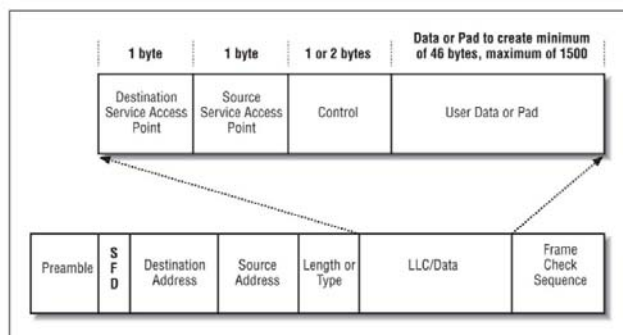
سیستم هایی وجود دارند که به پروتکلی با قابلیت نظارت بر خطا و کنترل جریان نیاز دارند. IEEE پروتکلی تعریف کرد که می تواند بروی هر پروتکل سری 802 اجرا شود

LLC قادر است تفاوت های انواع مختلف شبکه های 802 را از طریق تعریف یک قالب و واسط واحد و مشترک مخفی کند.

برای اینکه بخواهیم connection less و connection oriented را بررسی کنیم، همواره این تصور هست که بایستی در لایه ۴ اینکار انجام گیرد. ولی سیستم هایی هست که به کنترل جریان و نظارت بر خطا احتیاج دارند. به همین جهت IEEE پروتکلی ارائه کرد که بتواند روی هر پروتکل سری 802 اجرا گردد. LLC قادر به مخفی کردن تفاوت های پروتکل هاست

### IEEE 802.2 (Logical Link Control (LLC))

LLC 3 رده از خدمات را ارائه می دهد: 1. خدمات ارسال نامطمئن داده گرام 2. خدمات داده گرام با تصریق وصول 3. خدمات ارسال اتصال گرامی مطمئن



### IEEE 802.2 (Logical Link Control (LLC))

نقطه دسترسی: مشخص می کند این فریم از چه پروسه ای آمده و به کدام پروسه باید تحویل شود.

کنترل: شامل شماره ترتیب و شماره ACK است. زمانی استفاده می شود که به یک اتصال مطمئن نیاز باشد.

پس در TCP/IP نقش LLC: مخفی سازی ناهمگونی و اختلاف سخت افزار کارت شبکه و ارائه خدماتی یکدست و مشابه لایه بالاتر

## معماری مسیریابها و سوئیچ های با سرعت بالا

### سرفصل ها

- مقدمه: معماری مسیریاب های IP با کارایی بالا،
- جستجو در جدول مسیریابی IP،
- طبقه بندی بسته ها،
- مدیریت ترافیک،
- مفاهیم پایه سوئیچینگ بسته ای،
- سوئیچ های با صف ورودی،
- سوئیچ های با حافظه مشترک،
- سوئیچ های Banyan-based.



**مسیریاب های سرعت بالا:** هدف این است که چالش های شبکه با سرعت بالا را بررسی کنیم. اینکه معماری روترها و سوئیچ ها با چه چالش هایی روبروست. شبکه با سرعت بالا هم باید دارای لینک های با سرعت بالا باشد و هم دارای تجهیزاتی باشد که بتواند با سرعت بالا packet switching را برایمان انجام دهند. بافیبر نوری در جهت لینک پیشرفت های زیادی ایجاد شده لکن در packet switching مشکلاتی همچنان داریم. بایستی وظایف مسیریاب ها هم بررسی گردد که در شبکه پرسرعت چیست؟

**وظایف ISP ها:** وظایف یک مسیریاب اول باید شناسایی شود. این وظایف را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

**وظیفه اول:** زمان انتقال بسته های ورودی به روتر تا زمان خرج شدن از روتر. به این وظیفه اصطلاحاً Data path function گفته می شود.

**وظیفه ۲:** برای کنترل عملیات Forwarding چه داده عبور کند یا خیر این وظیفه انجام می شود که به آن Control plane گوییم.

این عملیات بار محاسباتی زیادی ندارد. چون طی دوره های زمانی طولانی انجام می شوند، به عنوان گلوگاه در نظر گرفته نمی شوند اما آن عملیاتی که مربوط به وظیفه اول هستند بازای هر بسته انجام می شوند. بنابراین هرچه سرعت لینک ها را افزایش دهیم و تعداد بسته های ورودی زیاد شود، حجم این بسته ها هم زیاد خواهد شد. اگر لینک های با ظرفیت بالا داشته باشیم خود روتر هم می تواند گلوگاه شده و مشکل ساز گردد. پس اصل بحث ما روی وظیفه Data path function خواهد بود.

این عملیات Data path function هم می توانیم به ۲ گروه تقسیم کنیم:

**بخش اول:** عملیاتی که در پورت های ورودی-خروجی انجام می شوند، از زمان ارسال و دریافت و ورود و خروج داده

**بخش دوم:** عملیاتی که بعد از دریافت داده در ورودی انجام می شود اینکه بر اساس هر بسته می گوییم بسته از چه پورته باید خارج شود. بسته باید از یک پورت ورودی به یک پورت خروجی هدایت شود ←

اصطلاحاً عملیات Switching (Switch Fabric)

## ISPs categories:

### Internet Service Providers (ISPs) categories:

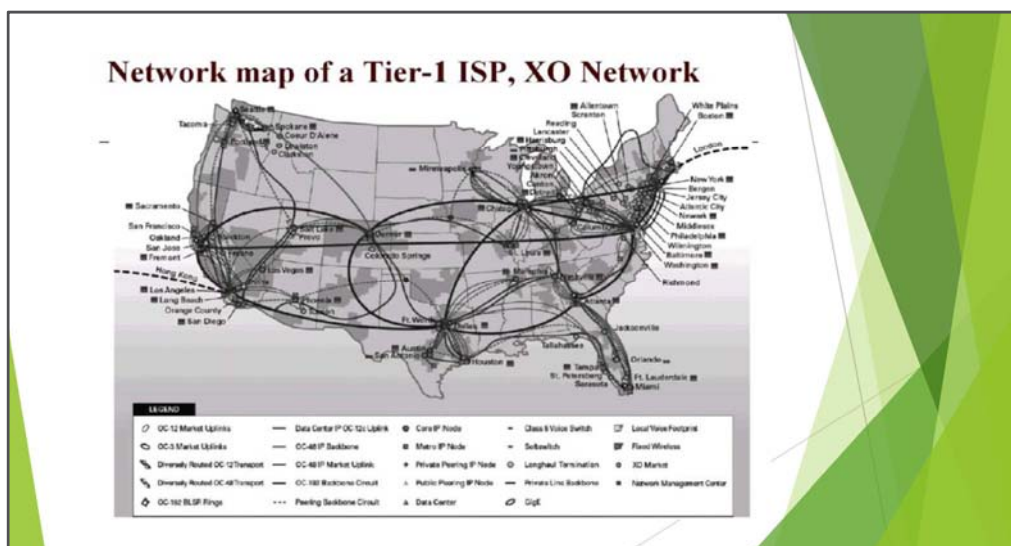
- **Tier-1 ISPs:** Major telecommunication companies whose high-speed global networks form the Internet backbone.  
(such as UUNet, Sprint, Qwest, XO Network, and AT&T)
- **Tier-2 ISPs:** Smaller than tier-1 ISP which buy the network capacity from other providers.  
(such as America Online and Broadwing.)
- **Tier-3 ISPs:** Regional service providers.  
(such as Verizon and RCN)

ISP ها: تامین کننده سرویس اینترنت هستند. ۳ دسته ISP داریم:

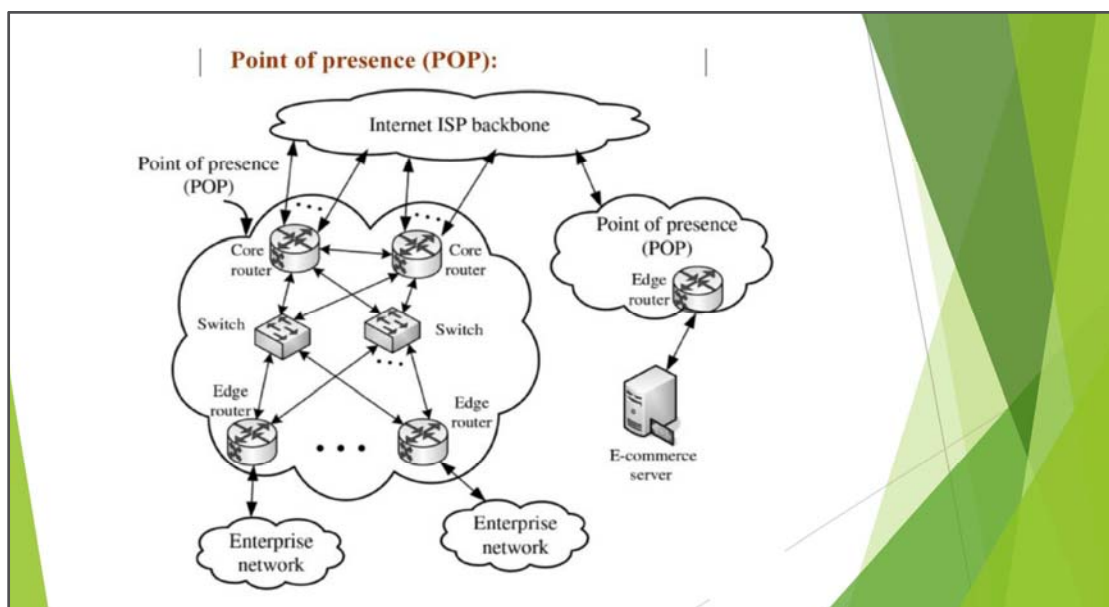
**دسته ۱:** شرکت های بزرگ مخابراتی-مالک شبکه-تامین کننده تجهیزات اصلی مثل شرکت زیرساخت در ایران.

**دسته ۲:** شرکت های کوچکتر نسبت به قبلی-مالک شبکه نمی باشند اما بستر ارتباطی بزرگ و حجیمی را از دسته ۱، اجاره می کنند. مثل شرکت دیتا در ایران: اینها با کاربر نهایی در ارتباط نیستند.

**دسته ۳:** با کاربر نهایی در ارتباط هستند مثل شاتل، پارس آنلاین.



توپولوژی از شرکت XO که IPS طبقه اول است. یکسری نقاط را مشخص کرده: هر نوع از ISP ها توسط نقاطی به نقطه بعدی خود سرویس می دهند. که ما به این نقاط Point of Presence می گوئیم. (POP)



عملیات Switching در Backbone شبکه انجام می شود. در سرویس ها تنوع وجود دارد. Interface های شبکه هایی که می خواهند از طریق POP ارتباط داشته باشند یکسان نیستند و این Interface های مختلف باعث پیچیدگی ISP ها می شود و همیشه در حال تغییر است. افزایش کاربران و Interface ها باعث افزایش هزینه ISP خواهد شد.

## Three distinct backbone design paradigms of Tier-1 ISPs.



AT&amp;T



Sprint



Level 3 national network infrastructure

## Routers in the Market

## Popular Enterprise, Edge, and Core Routers in the Market

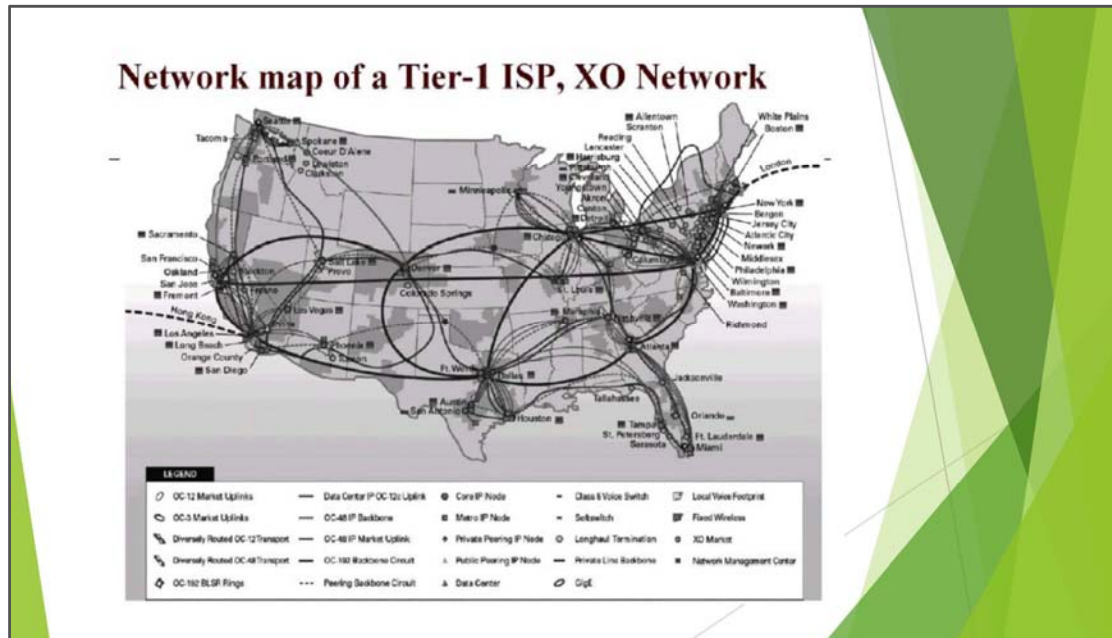
Model	Capacity <sup>a</sup>	Memory	Power	Features
Cisco 7200	—	256 MB	370 W	QoS, MPLS, Aggregation
Cisco 7600	720 Gbps	1 GB	—	QoS, MPLS, Shaping
Cisco 10000	51.2 Gbps	—	1200 W	QoS, MPLS
Cisco 12000	1.28 Tbps	4 GB	4706 W	MPLS, Peering
Juniper M-320	320 Gbps	2 GB	3150 W	MPLS, QoS, VPN
Cisco CRS	92 Tbps	4 GB	16,560 W	MPLS, QoS, Peering
Juniper TX/T-640	2.5 Tbps/640 Gbps	2 GB	4550 W/6500 W	MPLS, QoS, Peering

<sup>a</sup>Note that the listed capacity is the combination of ingress and egress capacities.

نمونه ای از روترهای Cisco

Capacity: ظرفیت هر روتر برابر است با ضرب تعداد پورت روترها در ظرفیت هر پورت است. روترها از جهت فیچرهای مختلف باهم متفاوت هستند. Cisco CRS ظرفیت بسیار بالایی دارد.





برای اینکه بتوانیم در مورد POP ها صحبت کنیم، در صورت زیاد شدن پورت ها ۲ راهکار داریم:

۱. تامین روترهای با ظرفیت کم به تعداد زیاد و با اتصال آنها به هم (طبق شکل سمت چپ اسلاید)، به ظرفیت بالا برسیم. مثلاً با ۱۰ عدد روتر ۷۶۰۰ در کنار هم، هم تعداد پورت ها زیاد شود هم ظرفیت کلی

۲. روتر با ظرفیت بالای Scalable (با ظرفیت توسعه و متمرکز) داشته باشیم. اکنون راه حل سمت راست استفاده می شود. چون روترهای ظرفیت کم، نیاز به تعویض هرچندسال یکبار دارند و تعویض آنها هزینه مالی دارد. قابلیت ها هم تغییر می کند. برای اینکه به نحو مطلوب بتوانیم از قابلیت های جدید استفاده کنیم نیاز به استخدام نیروی جدید متخصص داریم و آموزش آن حتی ممکن است در سیستم مدیریت شبکه مان هم نیاز شود تغییراتی بدهیم. بنابراین علاوه بر هزینه تجهیزات جدید هزینه جانبی هم داریم. ولی با داشتن روتر متمرکز و قابل توسعه این مشکلات را جهت ارتقا نداریم. پس تیم متمرکز یکپارچه از نظر اقتصادی به صرفه تر است.

**دو نوع هزینه شبکه داریم:**

هزینه ایجاد شبکه (opex)

هزینه نگهداری شبکه (capex) تجهیزات طول عمر مفیدی دارند و هزینه ایجاد و نگهداری قابل محاسبه است.

## Function of IP Routers

IP routers' functions can be classified into two categories:

- **Datapath functions**

The datapath functions such as forwarding decision, forwarding through the backplane, and output link scheduling are performed on every datagram that passes through the router.

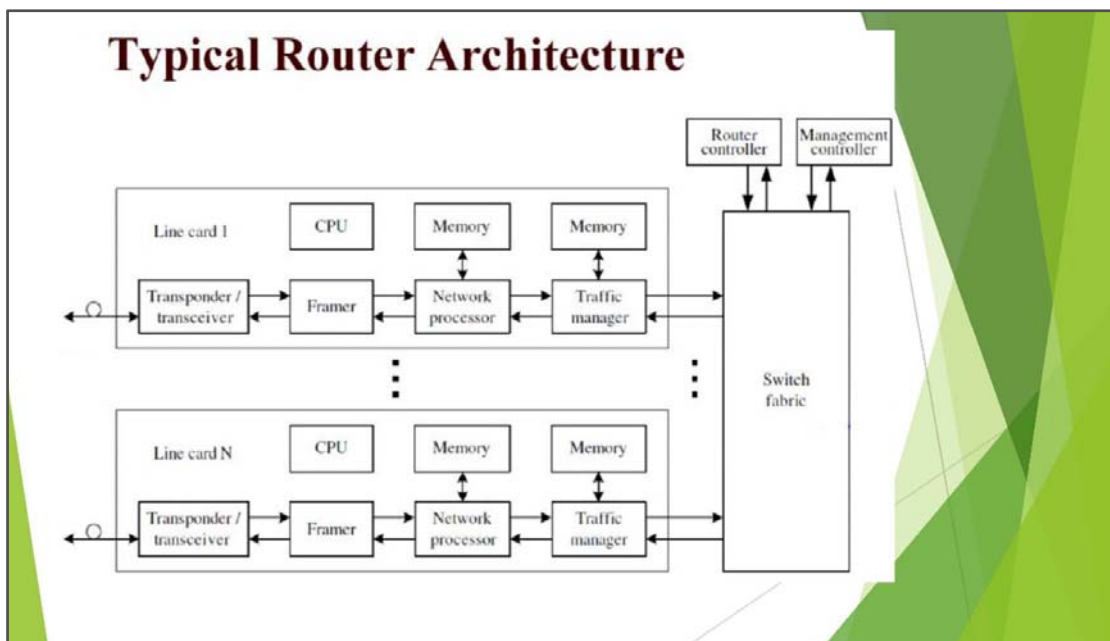
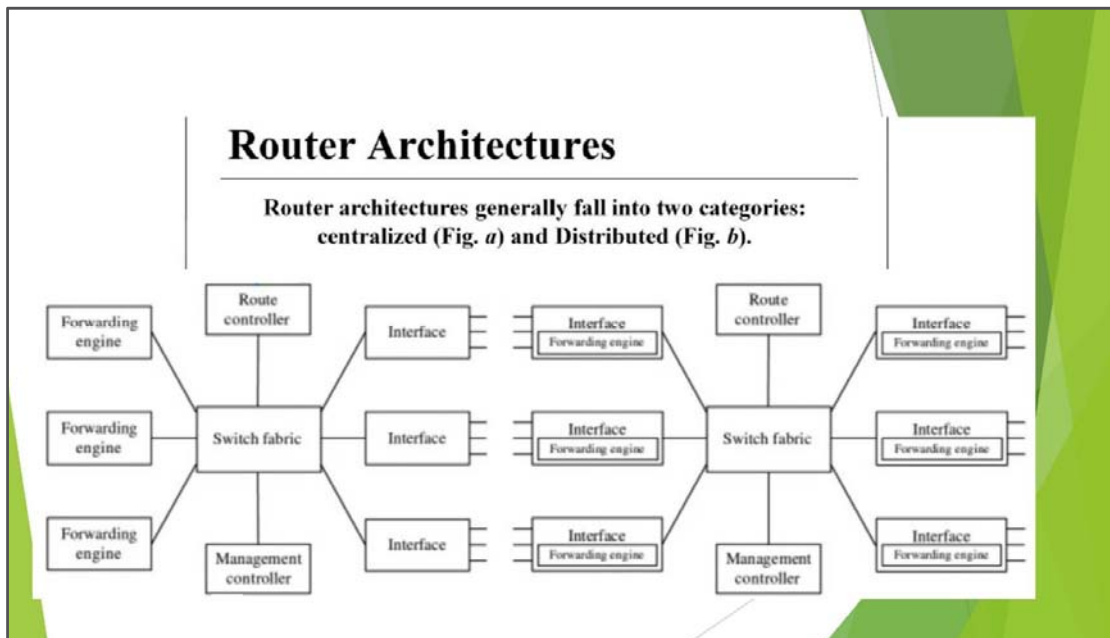
- **Control plane functions**

The control plane functions include the system configuration, management, and exchange of routing table information. These are performed relatively infrequently.

وظایف مسیریاب ها به ۲ دسته تقسیم شد:

**Data path function:** وظایف هدایت از زمان ورود بسته ها تا زمان خروج بسته ها مثل عملیات Lookup و پیدا کردن next hop (پورت خروجی) - مثلاً عملیات مدیریت بافر

**Control plane:** config، مدیریت، جداول مسیریابی و... را شامل می شود. عملیاتی که حجم کم دارند، منطق پیچیده دارند. مثل مسیریابی. اگر یکبار جدول Routing تشکیل شود، مادامی که تغییری در شبکه ایجاد نشود جدول ثابت است. در شبکه ای که هسته اش مستحکم و بزرگ است تغییرات توپولوژی کمتر است و پایداری معمولاً بیشتر خواهد بود. (نوع ۲ می تواند مشکل ساز شود)



معماری های مختلفی برای روتر پیشنهاد می گردد.

مشاهده معماری توزیع شده به صورت Detail تر: هر پورت ورودی-خروجی را Line card گوئیم.

(Line card 1....N) هر لاین کارت عملیات ورودی-خروجی را انجام می دهد. بسته که وارد می شود از سمت پورت خروجی هدایت می گردد. در هنگام ورود tag گذاری روی پورت انجام می دهیم. همزمان

اگر دو بسته بخواهد خروج گردد، بایستی در هنگام ورود علاوه بر tag، بایستی اولیستی هم در نظر بگیریم تا Switch fabric ما طبق آن اولویت تصمیم بگیرد کدام بسته بایستی زودتر به خروجی برود. در هر کدام از Line card ها این کارها صورت می گیرد:

آن اینترفیس های فیزیکی ما که از سمت ورودی (بالا چپ در اسلاید) وارد می شوند، توسط Transponder/Transceiver دریافت می شوند، Signal به رشته ای از بیت ها تبدیل می شود. بعد از آن توسط Farmer ها، مرز Frame ها مشخص شده و پکت ها استخراج می شوند (تقریباً عملیات لایه Data link) خطاهای احتمالی که در لایه ۱ و ۲ می تواند اتفاق بیوفتد در حافظه این ۲ یونیت ذکر شده، ذخیره می شود و به واحد مدیریتی داده می شود. این عملیات هزینه هایی هم دارد ولی در عوض تیم را قابل مدیریت می کند و به نحوی که مثلاً می توانیم خطاها را بشماریم و اگر از یک Counter بیشتر شود آنرا به مدیر اطلاع دهیم.

بعد از آن Network processor است و عملیاتی مثل چک کردن Check sum، Routing، TTL، table ها و... انجام می شود.

پردازنده های روترها، General نیستند و فقط به درد اهداف شبکه ای مثل QOS، تشخیص پروتکل ها و... مفید هستند. با توجه به عملیاتی که این پردازنده ها بایستی انجام دهند باید از پردازنده مناسب و بهینه استفاده کرد. این پردازنده ها به یکسری حافظه وصل شده اند که بتوانند داده ها را ذخیره هم کنند.

**Traffic manager**: مدیریت ترافیک مرحله بعدی است این عملیات طی پورت خروجی انجام می شود با این عملیات می توانیم به through put حداکثر برسیم به شرطی که کیفیت سرویس کاربر را هم بتوانیم تامین کنیم. هرچه Data rate مان در شبکه بالاتر برود این باعث می شود که برای QOS به مشکل بخوریم. چون Delay شبکه مان زیاد می شود.

**نکته: عملیات مدیریت ترافیک مان در ۳ سطح انجام می شود.**

۱. Packet level

۲. Flow level

۳. Flow aggregate level



**Packet level:** مدیریت صف ارسال بسته ها که ۲ مکانیزم ورود بسته ها و خروج بسته ها را دارد. مثلاً بسته ای که نمی تواند تاخیر کند باید زودتر ارسال شود و بسته ای که گم بشود جایگزین بسته دیگری شود.

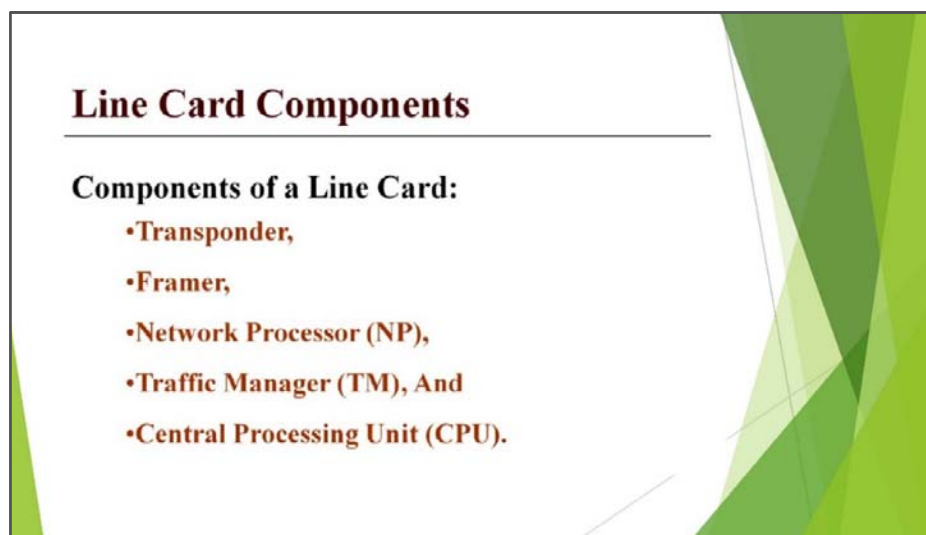
**Flow level:** مجموع ترافیک یک لینک از ظرفیت آن لینک نباید بیشتر باشد (Congestion control)

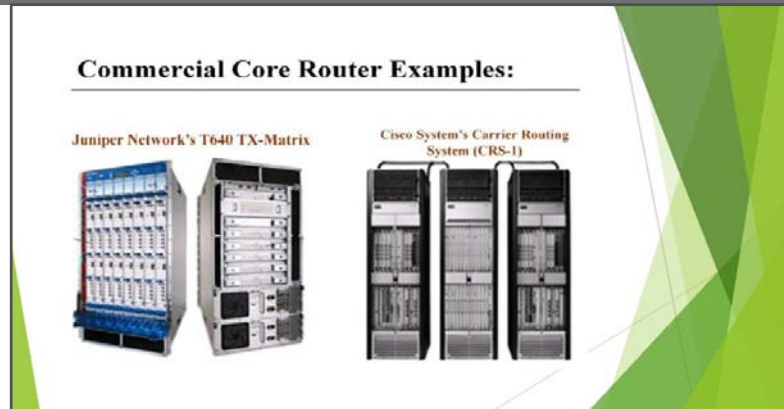
**Flow aggregate level:** مهندسی ترافیک: ترافیک ها (جریان ها) به گونه ای در شبکه پخش می شوند که بتوانیم به حداکثر یا Through put یا گذردهی دست پیدا کنیم. در این روش ممکن است برای یک جریان خاص نتوانیم حداکثر through put را ایجاد کنیم ولی به صورت عملی برای شبکه این حالت بهترین است.

**CPU:** داده ها را برای کنترل کننده ها و واحد مدیریت، قابل دسترس می کند.

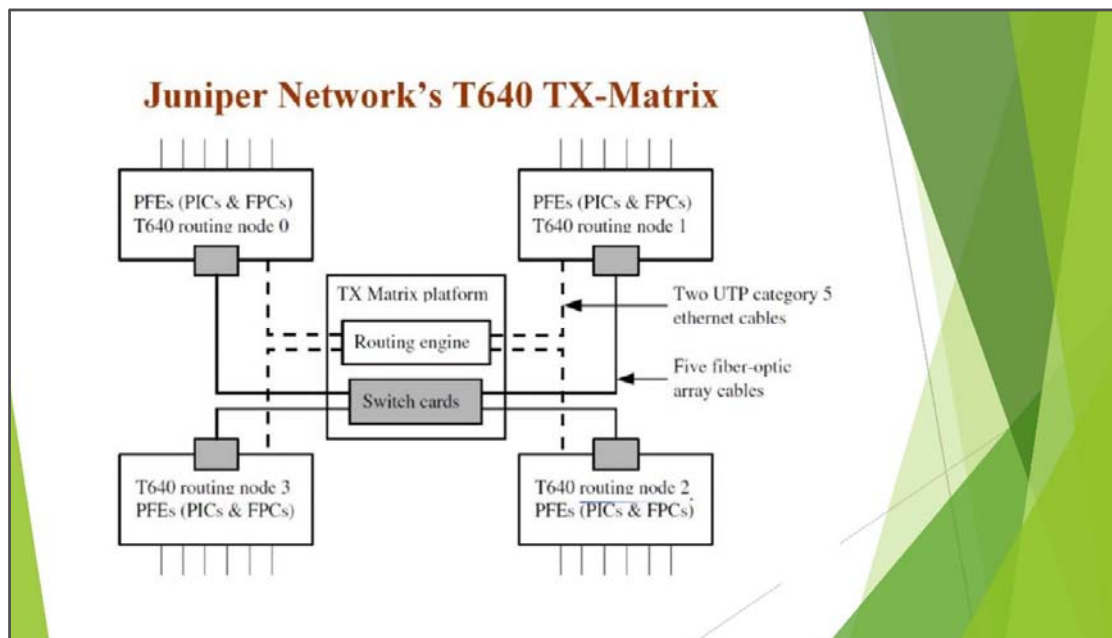
**Switch fabric:** هم نیاز به حافظه دارد تا بتواند چندین بسته را که برای هدایت با هم در رقابت هستند را نگهداری کند. نیاز به شبکه سوئیچ خواهد داشت.

بین هر پورت ورودی-خروجی ما حداکثر باید ۱ مسیر وجود داشته باشد. اگر ۱ مسیر وجود داشته باشد به آن single path گوئیم. اشکال این است که اگر مشکلی پیش آمد آن مسیر از کار می افتد. در مقابلش multi path داریم که تحمل پذیری خطا دارد ولی در عوض دارای پیچیدگی بالاتری است و نیازمند مکانیزم خاص تصمیم گیری هدایت بسته ها است.



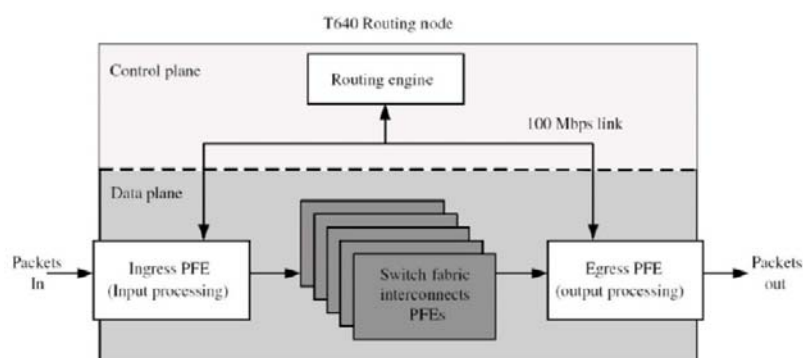


چند مثال از روترهای core که استفاده زیاد دارند معرفی شده است. روترهای با کارایی بالا راحت می توان به صورت Multi Rack طراحی کرد تا Extendable و توسعه بتوان داد و بایستی ماژولار باشند. می توان چندین کارت داشت. ارتباط بین رک ها از طریق فیبر نوری است. هر رک Clock و Power دارد و هر رک ظرفیتی برای line card دارد با هزینه مدیریتی کمتر



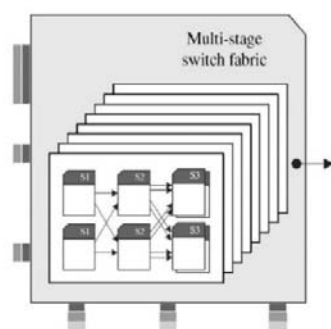
Juniper T640Q TX-matrix : قسمت اصلی سوئیچ بخشی از پلت فرم است که می تواند تعدادی از نودها را به هم متصل کند. هر یک از این نودها یک Router Data path را برای ما ایجاد می کند. اگر مبدا و مقصد بسته در یک نود باشد خودش مسیریابی را انجام می دهد و اگر خروجی در یک Router Node متفاوت باشد، بسته باید از آن پلت فرم عبور کند. در TX-matrix یک سوئیچ کارت مرکزی داریم و تعدادی روتر به آن وصل شده اند. هر روتر دارای Line card و Switch card های خودش است.

## T640 Routing Node



معماری داخلی هر کدام از این Routing note ها به این صورت است که بسته ها وارد Packet Forward Engine می شود. یک Routing engine وجود دارد که بسته ها از آن عبور می کنند و یک Egress PFE به سمت پورت خروجی ارسال می شود.

## Cisco System's Carrier Routing System (CRS-1)



در cisco CRS-1 یک Switch fabric قابل توسعه به وجود آورده و حداکثر می تواند ۸ عدد کارت Switch fabric داشته باشد. عمل Switching بسته ها با معماری چند مرحله ای انجام خواهد شد.

## Design of Core Routers

Design goals of core routers generally fall into the following categories:

- *Packet Forwarding Performance,*
- *Scalability,*
- *Bandwidth Density,*
- *Service Delivery Features,*
- *Availability,*
- *Security,*

برای اینکه بتوانیم روتر مرکزی با قابلیت های بالا طراحی کنیم بایستی :

-**کارایی** بالایی در هدایت بسته ها داشته باشد.

-**گسترش پذیری**: چون می خواهیم روتری داشته باشیم که بدون نیاز به تعویض کلی قابل توسعه باشد.

-**چگالی پهنای باند**: تعداد پورت ها سرعتشان زیاد است و روتر بایستی بتواند هدایت این حجم را انجام دهد.

**Service delivery feature**: سرویس هایی مثل QOS، مدیریت ترافیک، MPLS، این سری

سرویس ها بایستی قابل ارائه باشد

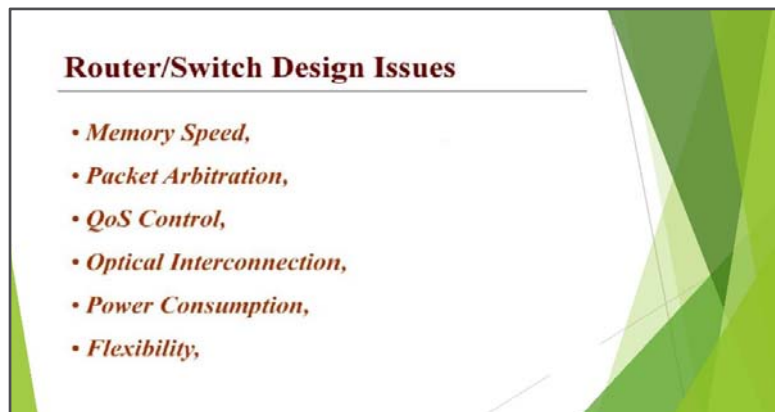
-**دسترسی پذیری**: روتر در چه حدی از زمان می تواند سرویس ها را ارائه دهد. زمانیکه ما نمی توانیم

سرویس ارائه کنیم، نباید از حدی بیشتر شود

-**امنیت**: روترهای با سرعت بالا، در هسته شبکه استفاده شده و از نظر نفوذ پذیری وضعیت حساسی

دارند.





### چالش های طراحی روتر / سوئیچ:

**سرعت حافظه:** حجم حافظه ها هر سال ۲ برابر می شود ولی سرعت آنها روند روبه رشد بالایی ندارد. زمان دسترسی به حافظه کم شده است و سرعت لینک ها نیز امروزه افزایش یافته است.

**داوری بسته ها:** Packet Arbitration: در روتری که n پورت ورودی-خروجی دارد ممکن است مواقعی لازم باشد چندین بسته بخواهند همزمان عبور کنند. بایستی نوبت دهی بین بسته ها داده باشیم. می تواند چالش برانگیز باشد و پردازش سنگین بخواهد.

**QoS:** وقتی بسته ها به پورت خروجی می رسند، مجبور هستند اولویت بندی و نوبت دهی شوند تا به ترتیب هدایت شوند. نیازمند مکانیزمی هستیم تا بین جریان ها در ورود به صف و خروج از آن تمایز قائل شویم. مکانیزمی که ورود بسته ها به صف را کنترل می کند. Scheduling یا نوبت دهی نام دارد. پیاده سازی این مکانیزم ها با توجه به محدودیت های طراحی جزء چالش هاست.

**-اتصالات فیبر نوری:** از نظر تعداد و مصرف انرژی می توانند چالش ایجاد کنند. تولید فیبرنوری انرژی بر است و هرچه تعداد پورت ها بیشتر شود، مصرف انرژی بیشتر است.

**-هرچه سرعت حافظه ها بیشتر شود، مصرف انرژی بیشتر است.** یکسری مقایسه گر ها داریم که به صورت موازی با هم کار می کنند.

**مصرف توان** می تواند ۲ دسته شود: Dynamic-Static

**Static:** همیشه در حال استفاده هستند. **Dynamic:** وقتی فقط مداری دارد کار می کند ، استفاده می شود.

**-انعطاف پذیری:** لازمه انعطاف پذیر بودن روتر این است که بخشی از کارها به صورت نرم افزاری انجام شود. تا بتوانیم تغییرات را راحت اعمال کنیم. از طرفی محاسبات سخت افزاری سریع تر انجام می شوند. بایستی Tradeoff ای بین کارایی و انعطاف پذیری ایجاد شود.