



رضا محب‌زاده فتاحی
(کارشناس ارشد مهندسی برق - مخابرات)



فاطمه سالار کالجی
(دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک)

معرفی شبکه‌های سوئیچ ATM و سوئیچینگ

در ATM و بررسی مولفه‌های یک ATM Switch Router



پتیده

سوئیچ های ATM^۱، سوئیچ های پکتی با سرعت بالایی هستند که به منظور پردازش و ارسال سلول های ATM ای طراحی شده اند. از ویژگی های بارز شبکه های سوئیچ ATM، سرویس دهی همزمان انواع ترافیک از قبیل صدا، تصویر و داده روی یک شبکه هسته مرکزی می باشد. ضمناً به راحتی می توان تکنولوژی ATM را با تکنولوژی های دیگر روی یک شبکه مجتمع کرد. به همین دلیل ATM به عنوان یک تکنولوژی استاندارد برای سرویس های شبکه هسته مرکزی شبکه های نسل جدید به کار می رود.

این مقاله، ابتدا به معرفی کلی شبکه ATM می پردازد. سپس در آن سوئیچینگ در ATM و نیز ساختار یک سوئیچ ATM و مولفه های یک ATM Switch Router شرح داده خواهد شد. سوئیچ فابریک، نقش مرکزی ارسال سلول را بر عهده دارد. علاوه بر ارسال سلول، سوئیچ های ATM نیازمند امکاناتی چون: کنترل اجازه سلول، کنترل ترافیک، و نگهداری و تعمیرات (OAM) می باشند. کلمات کلیدی: ATM، سلول، سوئیچینگ، کنترل اتصال، سوئیچ فابریک، بافرینگ.

۱- مقدمه

شبکه های قبل از ATM، شبکه های تلفن و شبکه های داده بودند. شبکه های تلفن برای حمل ترافیک Real - Time Voice به کار می رفتند و شبکه های داده نیز برای حمل فایل های متنی (مانند E-mail و ...) به کار می رفتند. در این شرایط بود که نیازی فوری به شبکه ای که بتواند عملیات هر دو شبکه تلفن و داده را در خود جمع کند، احساس شد. ATM این نیاز را رفع کرد. در ATM، کلمه ناهمزمان، به طریقه ای اشاره می کند که در آن، عرض باند میان اتصالات و کاربران پخش می شود. عرض باند، در شیاهای زمانی یا طول ثابت تقسیم می شود. این شیاهای زمانی، در صورت نیاز کاربر، در اختیار او قرار می گیرد، و به همین دلیل، موقعیت زمانی از پیش تعیین شده ای را ندارند. به جای آنکه اتصال با موقعیت زمانی آن شناسایی شود، قطعات زمانی با برچسب های پیشوندی مشخصی شناسایی می شوند. مد انتقال اصطلاحی است که نشان دهنده نوعی روش چند تافت سازی و سوئیچینگ است. ATM را از دیدگاه های مختلف می توان مورد بررسی و مطالعه قرار داد. مثلاً ATM به عنوان یک تکنولوژی، ATM به عنوان یک

پروتکل، ATM به عنوان یک واسط، ATM به عنوان یک شبکه دسترسی مجتمع. ATM به عنوان یک پروتکل، برای سوئیچ کردن هر نوع ترافیک روی یک رسانه انتقال مشترک طراحی می شود. در واقع به شبکه های هسته مرکزی توانایی پشتیبانی همزمان تصویر، صدا و اطلاعات را می دهد.

۲- مفاهیم سوئیچینگ در ATM

مفهوم ATM با چند اصل تعریف می شود:

تمامی اطلاعات به شکل واحدهای اطلاعاتی با طول ثابت موسوم به سلول^۲ حمل می شوند و سلول از یک سر بند^۳ و یک حوزه اطلاعات (که گاهی محموله یا بار ترافیکی^۴ نامیده می شود) تشکیل شده است. ATM اتصالگرا است و سلول های موجود در یک اتصال مجازی یکسان، ترتیب خود را حفظ می کنند. منابع ترافیکی می توانند سلول ها را موقعی که مورد نیاز است، تولید کنند یعنی بدون موقعیت زمانی از پیش تعیین شده، سلول ها برچسب هایی صریح (حوزه ای در سر بند) برای شناسایی اتصال دارند. کارکرد اصلی سر بند سلول، شناسایی سلول های متعلق به اتصال مجازی یکسان است. بر چسب های شناسایی، فقط معنای محلی دارند (آنها آدرس های صریحی نیستند) و در هر سوئیچ ترجمه می شوند.

حوزه اطلاعات به طور شفاف حمل می شود، به عنوان مثال هیچ گونه عمل کنترل خطایی بر روی این حوزه صورت نمی گیرد. به نتایجی از تعاریف ATM می توان گفت:

یک استاندارد شبکه ای برای ایجاد یک ساختار سوئیچینگ با سرعت بالا که به عنوان یک پروتکل لایه دوم مدل OSI عمل می کند. ATM معروف ترین تکنولوژی سوئیچینگ در شبکه های WAN back bone است. ATM یک پروتکل اتصال گرا است، این بدان معناست که کانال های مجازی باید قبل از قرار گرفتن هر گونه سلول های داده که قرار هست روی کانال ارسال شوند، راه اندازی گردند. از آنجا که ATM یک پروتکل سوئیچینگ پکتی اتصالگرای استاندارد شده ای است، سوئیچ های ATM ای باید یک اتصال مجازی از یکی از پورتهای ورودی به یک پورت خروجی قبل از ارسال و آمدن سلول های ATM در طول آن اتصال مجازی را تثبیت سازند [۲].

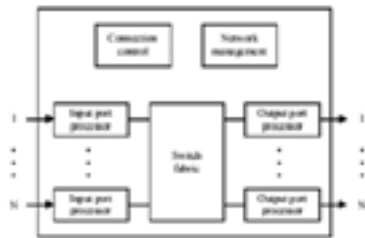
یک سلول ATM ای شامل یک سر بند ۵ بایتی به همراه یک حوزه اطلاعاتی ۴۸ بایتی می باشد. هدف اصلی سر بند یک سلول ATM ای، تشخیص و شناسایی اتصال مجازی سلول است که اکثر بیهای سر بند را اشغال می کند.

یک اتصال مجازی ATM با ترکیبی از یک VCI و VPI

مشخص می گردد. مسیر های مجازی (VPS)، مجموعو ای از کانال های مجازی (VCS) هستند [۱،۲].

علاوه بر حوزه های VCI/VPI در سر بند، یک حوزه سه بیتی PT، حوزه یک بیتی CLP و حوزه هشت بیتی HEC وجود دارد. حوزه PT، سلول های کنترلی را از سلول های داده و کنترل تشخیص می دهد. حوزه CLP، نشان می دهد که سلول های با اولویت کمتر (CLP=1) باید قبل از سلول های با اولویت بیشتر (CLP=0)، هنگام ایجاد تراکم شوند.

حوزه HEC، تصحیح خطای تک بیت و آشکارسازی خطای چند بیت را در سر بند سلول انجام می دهد. شکل ۱، ساختار کلی یک سوئیچ ATM با N پورت ورودی/ خروجی را نشان می دهد.



شکل ۱: ساختار کلی یک سوئیچ ATM

می توان گفت که عملکرد یک سیستم سوئیچینگ ATM شامل موارد زیر است:

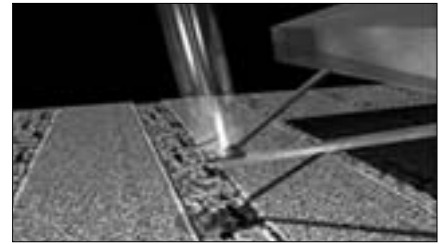
- ۱- ارسال سلول؛
 - ۲- کنترل اتصال؛
 - ۳- مدیریت شبکه.
- هر کدام از موارد بالا وظایف مخصوصی دارند که هر کدام به اختصار شرح داده خواهد شد.

۳- پردازشهای پورت ورودی و فرهمی

سلول های ATM ای که از پورت ورودی دریافت می شوند، توسط پردازنده های پورت ورودی برای مسیریابی در میان سوئیچ فابریک پردازش می گردند. سوئیچ فابریک موجود در مرکز سیستم سوئیچینگ، اتصال میان پردازنده های ورودی و خروجی را برقرار می سازد. پردازنده های پورت خروجی نیز، سلول های کاربری خروجی را برای ارسال از سوئیچ آماده می سازند.

ارسال سلول کاربری با پردازش سریع سخت افزار و پردازش موازی آن مشخص می شود. پروتکل ATM، به سلول های ورودی اجازه می دهد که به طور همزمان در سخت افزار پردازش شوند و به صورت موازی در سوئیچ فابریک مسیر یابی گردند.





۱۴- سوئیچ فابریک

یک Switch Fabric پکت ها را از یک ingress line card (کارت خط ورودی) به یک یا چندین egress linecard (کارت خط خروجی) انتقال می دهد. در طی سال های اخیر انواع مختلفی از ساختارهای packet switch ساخته شده است. باید توجه داشت که هدف اصلی در طراحی آنها استفاده از روش parallelism (سیستم پردازش موازی) برای رسیدن به سرعت بالاتر می باشد. در سوئیچ فابریک، مسیریابی ممکن است طوری باشد که چندین سلول همزمان به یک خروجی برسند. سلول ها در بافر ها به صف می شوند تا مطابق با اولویتشان به پورت خروجی مقصد مسیریابی گردند. انتخاب نوع سوئیچ فابریک روی اجرا و پیاده سازی تاثیر گذار است، همانند تاخیر سلولی (cell delay) و یا گم شدگی سلول (cell loss). سوئیچ فابریک یکی از مولفه های اساسی در طراحی یک مسیریاب (router) شبکه است [۶].

به طور کلی سوئیچ های ATM بر حسب موارد زیر به کلاس های مختلفی تقسیم می شوند [۱]:

- بافرینگ
- تکنیک های سوئیچینگ
- میزان دقت در رقابت میان پورت های خروجی (contention resolution)
- تقسیم بندی سوئیچ فابریک بر مبنای بافرینگ، مطابق شکل ۲ می باشد:



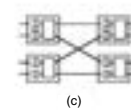
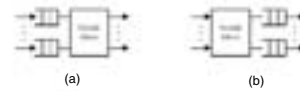
شکل ۲- تقسیم بندی سوئیچ فابریک بر مبنای بافرینگ

استراتژی های مختلفی از بافرینگ در طراحی سوئیچ ها وجود

دارد که معروف ترین آنها عبارتند از [۱]:

- بافرینگ در پورت های ورودی (input buffering)
- بافرینگ در پورت های خروجی (output buffering)
- بافرینگ در سوئیچ فابریک (central buffering)

شکل ۳ نمایی از انواع بافرینگ را نشان می دهد:



شکل ۳

- (a) بافرینگ در ورودی
- (b) بافرینگ در خروجی
- (c) بافرینگ در سوئیچ فابریک

هر کدام از این حالت های بافرینگ تاثیر های مختلفی روی نرخ تاخیر سلولی و گم شدگی سلول می گذارند. ضمناً هر سوئیچ می تواند دارای ترکیبی از حالت های بالا باشد. شکل ۴ دسته بندی از ساختار سوئیچ فابریک را نشان می دهد [۱]:



شکل ۴- ساختار های مختلف سوئیچ فابریک

- ATM به عنوان یک تکنولوژی استاندارد برای سرویس های شبکه هسته مرکزی شبکه های نسل جدید به کار می رود.

- پروتکل ATM به سلول های ورودی اجازه می دهد که به طور همزمان در سخت افزار پردازش شوند و به صورت موازی در سوئیچ فابریک مسیریابی گردند.

۵- کنترل اتصال

از آنجاکه ATM یک پروتکل اتصالگرا است، اتصالات مجازی باید قبل از ارسال شدن هر سلول تثبیت شود. اتصالات مجازی می توانند دائمی و یا شبه دائمی باشند که توسط مدیریت شبکه کنترل می شوند و یا به صورت دینامیکی توسط پروتکل های سیگنالینگ در پاسخ به تقاضاهای کاربران تثبیت می گردند. سوئیچ های ATM، به تبادل پیغام های سیگنالینگ در طول یک مسیر انتخاب شده می پردازند و تصمیماتی درباره جا به جایی منابع سوئیچ به تقاضاهای کاربری جدید انجام می دهند.

معمولاً انتخاب مسیر، توسط یک فرآیند جداگانه انجام می شود. مسیریابی می تواند در یک پروتکل مسیریابی، استاتیک یا دینامیک انتخاب گردند. پروتکل مسیریابی (Private Network Node Interface) PNNI، یک پروتکل مسیریابی دینامیکی است که شبیه به پروتکل OSPF (Open Shortest path First) مورد استفاده در اینترنت می باشد.

۱-۵- سیگنالینگ

سوئیچ های ATM از طریق پروتکل های سیگنالینگ با هم در ارتباط هستند، این پروتکل ها می توانند با سیگنالینگ دسترسی بین کاربر و سوئیچ لبه ای باشند و یا سیگنالینگ بین دو تا سوئیچ. پروتکل سیگنالینگ دسترسی ATM مطابق با استاندارد ITU-T Q.2931 است که از پروتکل سیگنالینگ دسترسی Q.931 گرفته شده است. پیغام های سیگنالینگ Q.2931 به کمک پروتکل SAAL (signaling ATM adaptation layer) به فرمت سلولی ATM تبدیل می شوند.

BISUP (Broad band ISDN User Part) در استاندارد ITU-T که از پروتکل SS7 در ISDN گرفته شده است، پروتکلی است که بین سوئیچ های ATM برقرار است و پیغام های BISUP مستقیماً بین سوئیچ های ATM تبدیل می شوند. به طوری که پیغام های BISUP توسط SAAL به سلول های ATM تبدیل می

- سوئیچ های ATM مسئول تولید، پردازش و ارسال سلول های OMA مطابق با روش های استاندارد شده OMA هستند.

- از آنجاکه ATM یک پروتکل اتصالگرا است، اتصالات مجازی باید قبل از ارسال شدن هر سلول تثبیت شود.



شوند و یا در میان شبکه سوئیچ شده پکتی SS7 موجود ارسال می شوند.

۲-۵- مسیریابی

پروتکل ATM وابسته به یک پروتکل مسیریابی خاص نیست. در واقع، وقتی مسیریاب استاتیک هستند، پروتکل مسیریابی دینامیکی وجود ندارد.

هم چنین، مفهوم مسیریابی مجازی نیمه دائمی به منظور ساده سازی مجازی همانند تونل های بزرگی هستند که بین جفت گره های شبکه برقرارند.

برای مسیریاب دینامیکی، PNNI به عنوان یک پروتکل مسیریابی تعریف می شود.

تمامی عملیات مربوط به مسیریابی توسط یک ماشین پردازشی پروتکل مسیریابی در مولفه کنترل اتصال انجام می شوند [۷ و ۲].

۶- OAM در لایه ATM

پروتکل ATM، سلول های (Operation and Maintenance) OAM را به منظور انجام توابع مختلفی از مدیریت شبکه در لایه ATM تعریف می کند. نمونه هایی از این توابع (یا نقش ها) عبارتند از مدیریت خطا و مدیریت اجرا [۲].

سوئیچ های ATM مسئول تولید، پردازش و ارسال سلول های OAM مطابق با روش های استاندارد شده OAM هستند. سلول های OAM دارای سرآیند سلولی همانند هستند، ولی اطلاعات بار ترافیکی آنها بسته به نوع نقش سلول OAM متفاوت از هم است.

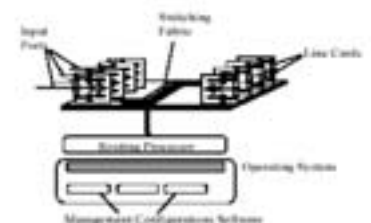
مثلاً سلول های F4OAM، به عنوان سلول های کاربر در یک مسیر مجازی مشترک هستند. در واقع مقدار VPI مشتری دارند و لیکن توسط کانال های مجازی از پیش تعیین شده ای تشخیص داده می شود؛ مثلاً VCI=3 برای تقسیم بندی سلول های OAM و یا VCI=4 برای سلول های OAM انتها به انتها. سلول های F5 OAM، مقادیر VPI/VCI یکسانی دارند و لیکن مقادیر مختلف از پیش تعیین شده برای حوزه PT دارند، مثلاً PT=4 برای بخش بندی سلول های OAM و PT=5 برای سلول های OAM انتها به انتها.





۷- مولفه های یک ATM Switch Router

Router یک قطعه لایه سوم (لایه شبکه) مدل OSI است که به منظور اتصال دو یا چند شبکه مختلف به کار می رود. یک Router، یک قطعه شبکه کامپیوتری است که پکت های داده را در یک شبکه به سمت مقصد هایشان ارسال می کند، این عمل تحت فرآیندی به نام مسیریابی صورت می گیرد. فرآیند مسیریابی (Routing) در لایه سوم در مدل هفت لایه ای OSI (لایه شبکه، مثلاً پروتکل IP) اتفاق می افتد. شکل ۵ ساختار کلی یک Router را نشان می دهد [۶ و ۷].



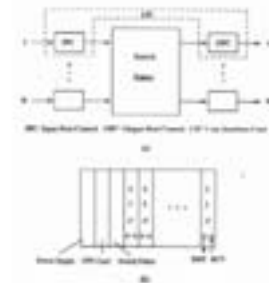
شکل ۵- ساختار کلی یک Router.

آنچه که حایز اهمیت است، یافتن تکنیک هایی به منظور رسیدن به مسیریابی سریع (High-speed Routing) می باشد. سوئیچ های ATM، سوئیچ های پکتی با سرعت بالایی هستند که به منظور پردازش و ارسال سلول های ATM ای طراحی شده اند. برای مسیریابی پکت ها، یک Router، از طریق پروتکل های مسیریابی با Routerهای دیگر در ارتباط است و نیز اطلاعات مربوط به این مسیریابی در جدولی به نام جدول مسیریابی قرار می گیرد. در جدول مسیریابی، بهترین مسیریابی را برای رسیدن مربوط به این مسیرها و تعیین مسیر برای Router بعدی نیز در آن مشخص می شود. فرآیند مسیریابی در شبکه IP بسیار معروف است، اگرچه پروتکل های مسیریاب دیگری نیز در دسترس شبکه هستند.

مطابق با RFC3035 استاندارد IETF از سوئیچ های ATM ای در مسیریاب های LSR (Lable Switch Router) و Router (LER) (Lable Edge) سوئیچینگ بر جسی می یا MPLS استفاده می گردد. سوئیچ های ATM، المان هایی از شبکه هستند که ویژگیهای اتصالگرا بودن، ارسال سلولی و نقش های مدیریتی و Qos را در شبکه های ATM ایفا می کنند. دو مولفه مهم در مسیر یاب های سوئیچ ATM عبارتند از:

Switch Fabric و Line card.

شکل ۶ یک نمونه از سیستم سوئیچ ATM را نشان می دهد که شامل کنترلرهای پورت ورودی (IPCs)، یک سوئیچ فابریک، و کنترلرهای پورت خروجی (OPCs) می باشد. در عمل، IPC ، OPC معمولاً روی یک برد مدار جایی (PCB) تحت عنوان LIC ساخته می شوند. حتی چندین IPC ، OPC می توانند روی یک LIC ساخته شوند. سوئیچ فابریک، اتصالات میانی بین IPC ها و OPC ها را ایجاد می کند. در شکل ۶ بسته ای شامل یک کارت منبع تغذیه، یک کارت CPU، سیستم مدیریت و نگهداری توابع OAM، یک کارت Switch Fabric و چندین LIC نیز نشان داده شده است



شکل ۶- نمونه ای از سیستم سوئیچ ATM

۸- نتیجه گیری

با توجه به رشد روز افزون شبکه اینترنت و زیر ساخت های مربوط به به آن، فرض بر این است که سیستم های IP - based اصول پایه ای شبکه های نسل جدید (NGN) باشد. شبکه هسته مرکزی این شبکه های نسل جدید قسمتی از شبکه است که سرویس های مخابراتی و چند رسانه ای را ایجاد می کند. این شبکه، به عنوان یک شبکه backbone به کار می رود که انتقال چندین سرویس به صورت همگرا در آن انجام می شود. یکی از پروتکل های معروف در شبکه هسته، ATM است.

ATM یک تکنولوژی اتصالگری از نوع Cell Switching است و به دلیل مزایای که دارد، به عنوان یک پروتکل اساسی در شبکه ها مورد استفاده قرار می گیرد. با پیچیده تر شدن شبکه ها و نیز رشد روز افزون آنها، مشترکین شبکه نیاز بیشتری به مسیریاب ها پیدا می کنند. یک Router به عنوان یک قطعه در لبه (Edge Device) عملیات ترجمه بین پروتکل شبکه و دیگر پروتکل را انجام می دهد. مثلاً در شبکه ATM، داده به فرمت سلول ارسال می شود و در طول این ارسال از مسیرها و کانال های مجازی استفاده می گردد.

بی نوشت

۱-Asynchronous Transfer Mode-

۲-cell

۳-Header

۴-payload

مراجع

- 1-H.Jona than chao , cheuk H.Lan Eiji oki, Brood band packet switching technologies, A practical guide to ATM switches and IP Routers , 2001 " JHON WHILEY & SONS , INC."
- 2-Thomas M.Chen,Stephen S.Liu,ATM Switching,chapter to appear in Wiley Encyclopedia of Telecommunications and signal processing, John Proakis,Dec.2002.
- 3-ITU-T Rec. I.361,B-ISDN ATM layer specification,Geneva,July 1995.
- 4-ATM Forum ,ATM User-Network Interface (UNI) Specification Version 4.0,April 1996.
- 5-Julian D.Ho,Neeraj K.Sharma, A Growable Shared-Memory Based Multicast ATM Switch,IEEE,1998.
- 6-T.Lee,A Modular architecture for very large packet switches,IEEE Trans.Commun,July,1990.
- 7-Wu.Weidong and Liu Guangyuan Departement of Electronics & Information Engineering , A Model of Router for Next Generation Internet Service,IEEE,2003.
- 8-Masatoshi Kumagai, Satoshi Nojima,IP Router for Next Generation Network,Fujitsu Scientific & Technical Journal (FSTJ),2001.
- 9-www.cisco.com
- 10-exteam@xilinx.com