فناوری‌های شبکه‌های گسترده

بسم الله الرّحمن الرّحیم

Asynchronous Transfer Mode (ATM)

ATM

Asynchronous Transfer Mode (ATM) یک استاندارد ITU-T برای cell relay است که در آن اطلاعات چندین نوع سرویس- داده، ویدیو و صدا - توسط cellهای کوچک و با سایز ثابت منتقل می‌شود.

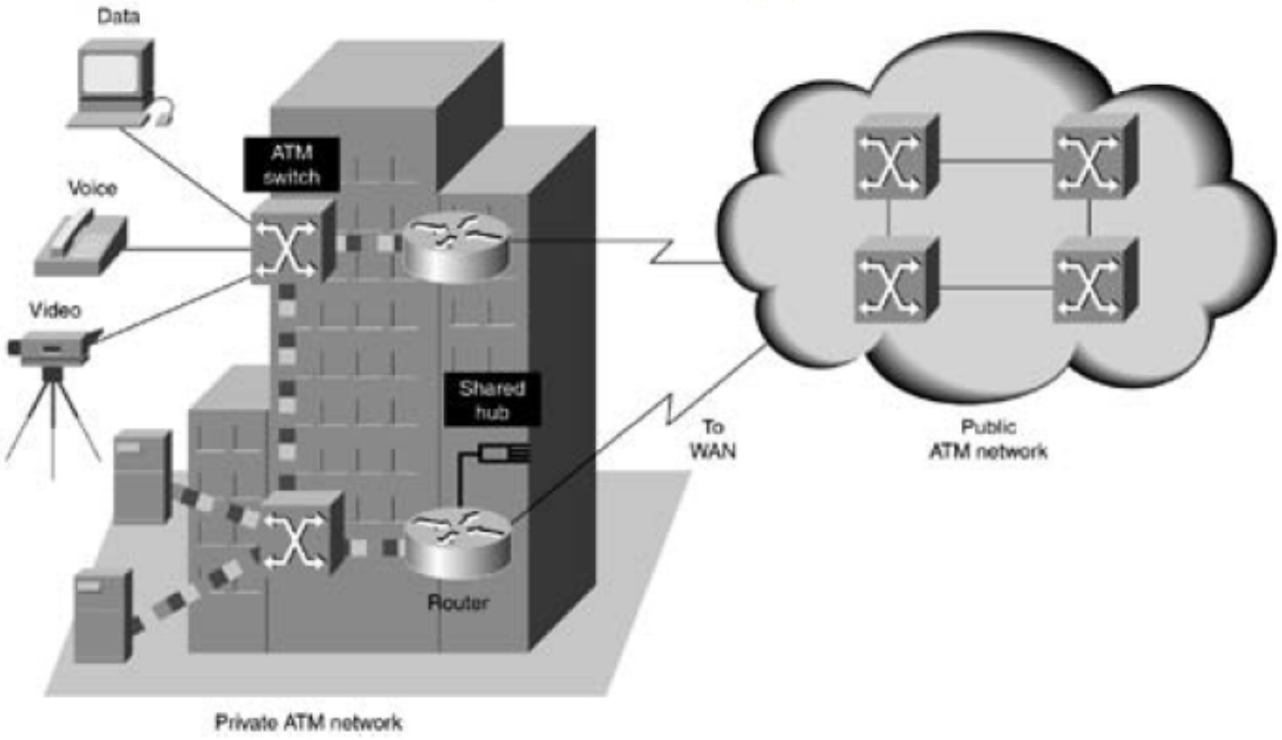
ATM معروفترین تکنولوژی شبکه بر اساس مدار مجازی است.

شبکه‌های ATM از نوع **شبکه‌های اتصال‌گرا** است. شکل اسلاید بعدی یک شبکه‌ی ATM خصوصی و عمومی که ترافیک داده، صدا و ویدیو را منتقل می‌کند، نمایش می‌دهد.

ATM

Figure 31-1. A Private ATM Network and a Public ATM Network Both Can Carry Voice, Video, and Data Traffic

[View full size image]



فناوری‌های شبکه‌های گسترده

ATM Devices and Network Environment

ATM

ATM تکنولوژی cell-switching و multiplexing است که مزایای circuit switching (پهنای باند تضمین شده و تاخیر انتقال ثابت) و packet switching (انعطاف‌پذیری و کارایی برای ترافیک متناوب) را ترکیب کرده است.

ATM پهنای باندهای متفاوت از چند مگابیت بر ثانیه تا چند گیگابیت بر ثانیه را ارائه می‌دهد. به خاطر طبیعت نامتقارن آن، ATM خیلی کارآمدتر از تکنولوژی‌های متقارن مثل Time Division Multiplexing (TDM) است.

در TDM، به هر کاربر یک شکاف زمانی (Time Slot) اختصاص داده می‌شود و هیچ ایستگاه دیگری نمی‌تواند در آن شکاف زمانی داده ارسال کند. اگر آن ایستگاه داده‌های دیگری برای ارسال داشته باشد فقط وقتی‌که نوبت شکاف زمانی‌اش رسید می‌تواند داده‌ها را ارسال کند، حتی اگر تمامی شکاف‌های زمانی دیگر خالی باشد. اما اگر یک ایستگاه چیزی برای انتقال نداشته باشد وقتی‌که نوبت شکاف زمانی‌اش رسید آنگاه شکاف زمانی چیزی ارسال نمی‌کند و هدر می‌رود. به خاطر این‌که ATM نامتقارن است، شکاف‌های زمانی به محض درخواست موجود است. اطلاعات مربوط به فرستنده‌ی داده در سرآیند ATM cell قرار دارد.

ATM Cell Basic Format

ATM اطلاعات را در قالب واحدهایی با سایز ثابت به نام cell انتقال می‌دهد.

هر cell شامل ۵۳ بایت است. ۵ بایت اوّل شامل اطلاعات سرآیند cell است و ۴۸ بایت باقیمانده‌ی آن payload (اطلاعات کاربر) است. **Cellهای کوچک و با سایز ثابت برای انتقال صدا و ویدیو مناسب است.** این نوع از ترافیک، خیلی حساس به تاخیری که نتیجه‌ی انتظار برای دانلود یک بسته‌ی بزرگ داده است، می‌باشد.

شکل اسلاید بعدی فرمت اصلی یک ATM cell را نمایش می‌دهد.

ATM Cell Basic Format

Figure 31-2. An ATM Cell Consists of a Header and Payload Data

ATM Devices

یک شبکه‌ی ATM از **ATM switch** و **ATM endpoint** تشکیل شده است.

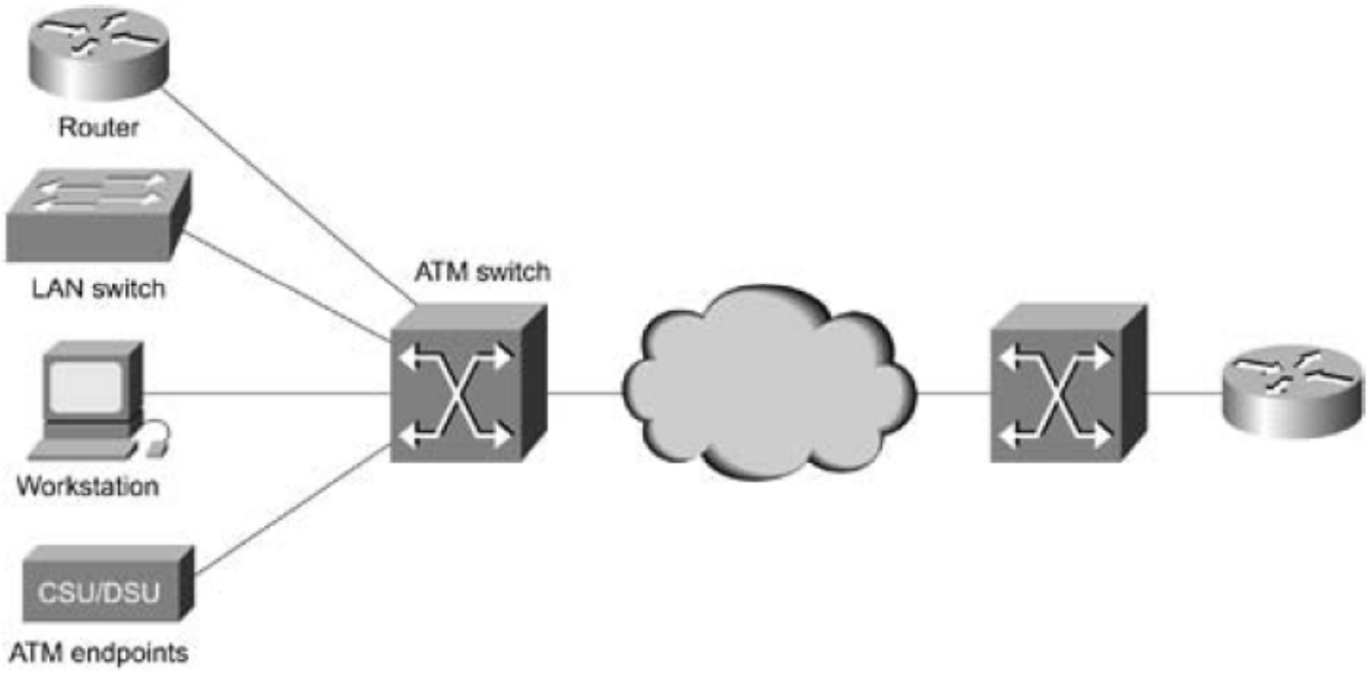
ATM switch مسولیت انتقال cell از طریق شبکه‌ی ATM را بر عهده دارد. کار ATM switch به خوبی تعریف شده است: ATM switch، cell ورودی از یک ATM endpoint یا ATM switch دیگر را می‌پذیرد. سپس ATM switch اطلاعات سرآیند را خوانده و بروزرسانی می‌کند و سریعاً cell را به واسط خروجی در مسیر به سمت مقصد سوییچ می‌کند.

ATM endpoint (end system) محتوی ATM network Interface adapter است. نمونه‌هایی از endpointها، ایستگاه‌های کاری، روترها، digital service units (DSUs)، سوییچ‌های LAN و video coder-decoders هستند.

شکل اسلاید بعدی شبکه‌ی ATM ای که محتوی ATM switches و ATM endpoints است نمایش می‌دهد.

ATM Devices

Figure 31-3. An ATM Network Comprises ATM Switches and Endpoints



ATM Network Interfaces

شبکه‌ی ATM محتوی مجموعه‌ای از ATM switch های به هم متصل توسط پیوندهای ATM نقطه به نقطه یا واسط‌ها می‌باشد.

سوییچ‌های ATM دو نوع اصلی از واسط‌ها را پشتیبانی می‌کنند:

- ✓ User-to-Network Interface (UNI)

واسط UNI برای اتصال سیستم‌های انتهایی ATM (مثل میزبان‌ها و روترها) به ATM switch است.

- ✓ Network-to-Network Interface (NNI)

واسط NNI برای اتصال دو ATM switch استفاده می‌شود.

ATM Network Interfaces

بسته به این‌که مالکیت و محل قرار گرفتن سوییچ در ساختمان مشتری باشد یا مالکیت آن عمومی و توسط شرکت تلفن بهره برداری شود، UNI و NNI به دو دسته عمومی (public) و خصوصی (private) تقسیم می‌شوند.

UNI خصوصی، یک ATM endpoint را به یک private ATM switch متصل می‌کند.

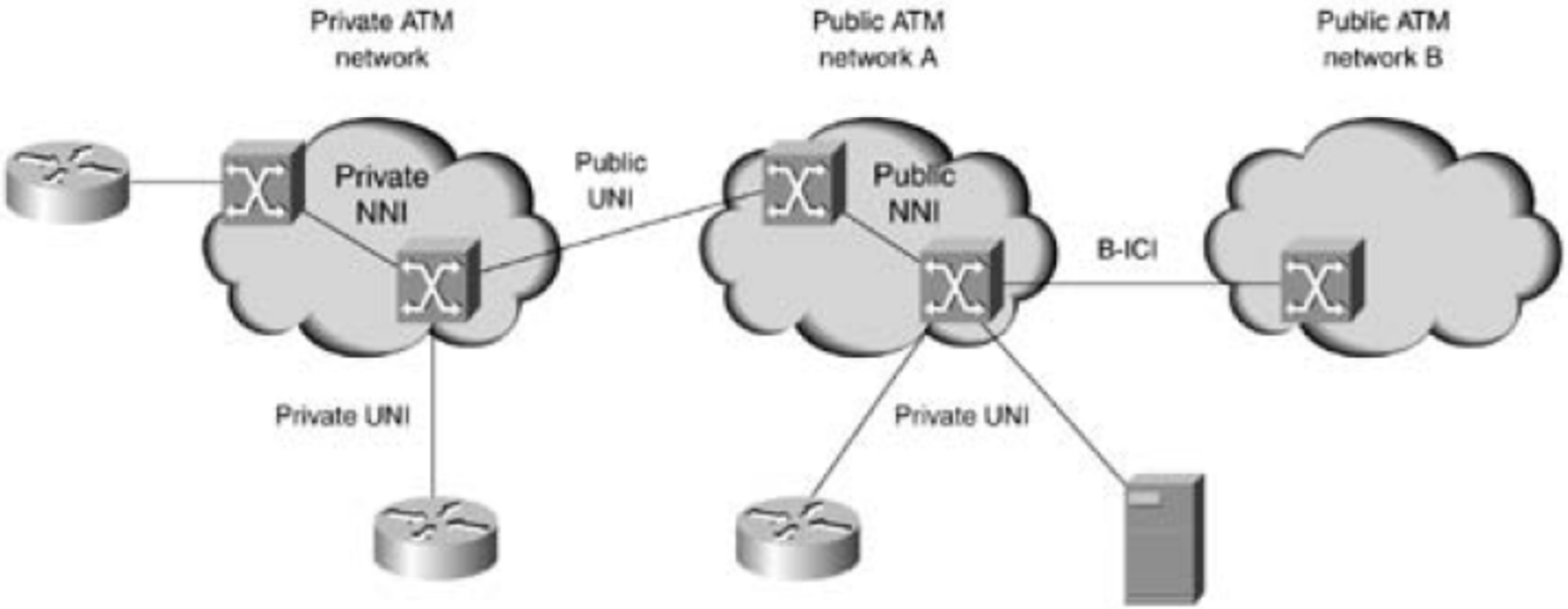
UNI عمومی، یک ATM endpoint یا یک private ATM switch را به یک public switch متصل می‌کند.

NNI خصوصی، دو ATM switch که در داخل یک سازمان خصوصی قرار دارند را به هم متصل می‌کند.

NNI عمومی، دو ATM switch که در داخل یک سازمان عمومی قرار دارند را به هم متصل می‌کند.

ATM Network Interfaces

Figure 31-4. ATM Interface Specifications Differ for Private and Public Networks



ATM Cell Header Format

سرآیند ATM cell یکی از این دو فُرمت است: UNI یا NNI.

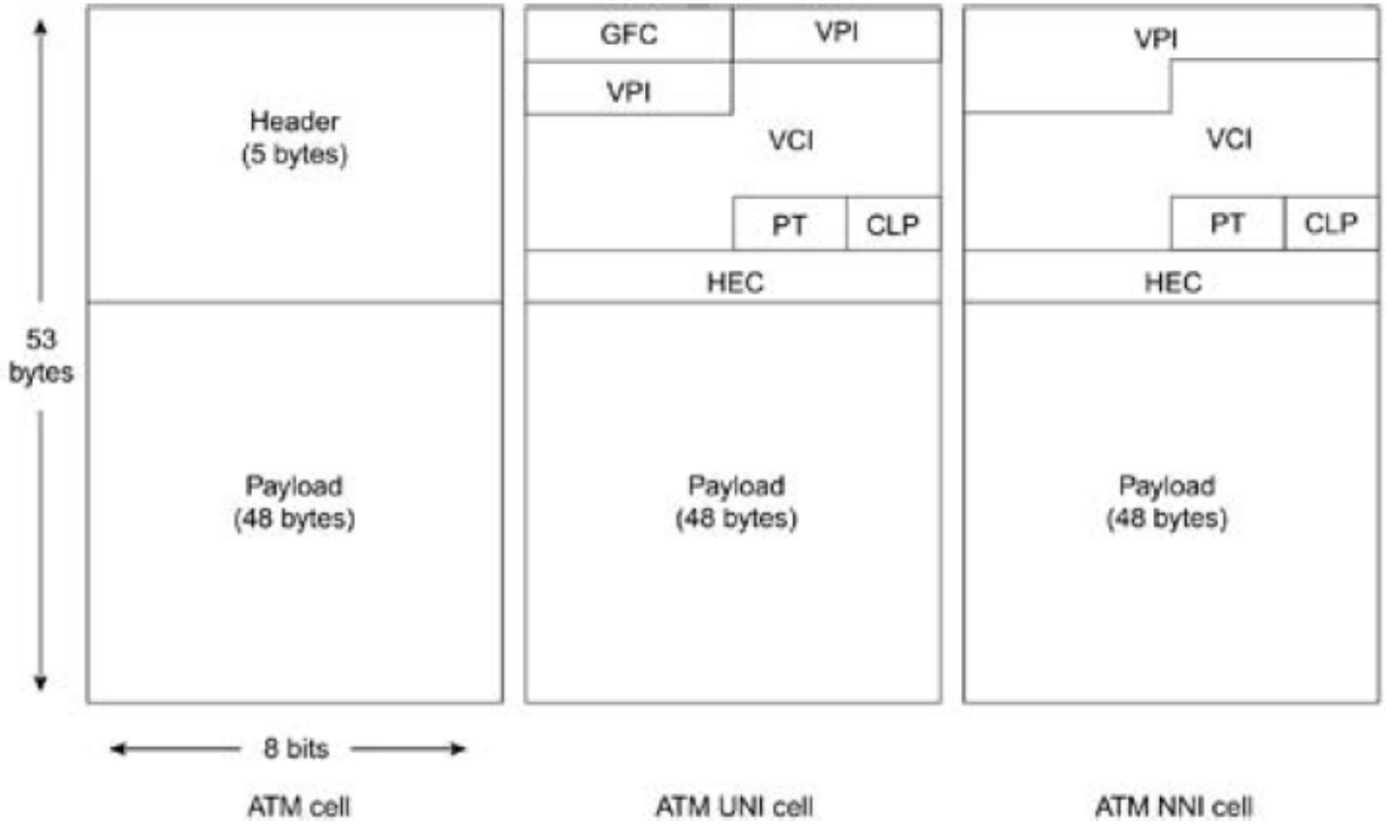
سرآیند UNI برای ارتباط بین ATM endpointها و ATM switchها در شبکه‌های ATM خصوصی استفاده می‌شوند.

سرآیند NNI برای ارتباط بین ATM switchها استفاده می‌شوند.

شکل اسلاید بعد فُرمت اصلی ATM cell، فُرمت سرآیند ATM UNI cell و فُرمت سرآیند ATM NNI cell را نمایش می‌دهد.

ATM Cell Header Format- cont.

Figure 31-5. An ATM Cell, ATM UNI Cell, and ATM NNI Cell Header Each Contain 48 Bytes of Payload



ATM Cell Header Fields-cont.

در این قسمت فیلدهای سرآیند ATM cell توضیح داده می‌شود:

Generic Flow Control (GFC) (4bits)– **برای کارکرد محلی استفاده می‌شود مثل شناسایی چندین ایستگاه که یک واسط ATM را به اشتراک گذاشته‌اند.** این فیلد معمولاً استفاده نمی‌شود و مقدار آن به صورت پیش فرض صفر است (binary 0000).

Virtual Path Identifier (VPI) (8bits)– **همراه با VCI، برای شناسایی مقصد بعدی یک cell که از یک سری ATM switch در مسیر خود به سمت مقصد عبور می‌کند، استفاده می‌شود.**

Virtual Channel Identifier (VCI) (16bits)– **همراه با VPI، برای شناسایی مقصد بعدی یک cell که از یک سری ATM switch در مسیر خود به سمت مقصد عبور می‌کند، استفاده می‌شود.**

ATM Cell Header Fields- cont.

در این قسمت فیلدهای سرآیند ATM cell توضیح داده می‌شود:

اگر VPI و VCI را به صورت ۲۴ بیت در نظر بگیریم آنگاه متناظر با VPI است. دلیل این‌که این فیلد به دو قسمت تقسیم شده است ایجاد سطح سلسله مراتبی است. تمامی مدارها با VPI یکسان در بعضی موارد به عنوان یک گروه در نظر گرفته شده تمامی آنها با یک VPI سوییچ می‌شوند و این موضوع کار سوییچ را آسان‌تر می‌کند چون از بیت‌های VCI چشم‌پوشی کرده و سایز جدول VC به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

ATM Cell Header Fields-cont.

در این قسمت فیلدهای سرآیند ATM cell توضیح داده می‌شود:

(3bits) Payload Type (PT)– **بیت اوّل** نشان می‌دهد که cell محتوی داده‌ی کاربر است یا داده‌ی کنترلی. اگر محتوی **داده‌ی کاربر** باشد مقدار آن **صفر** است. اگر محتوی **داده‌ی کنترلی** باشد مقدار آن **یک** است.

بیت دوّم نشان‌دهنده‌ی ازدحام است (0 = no congestion و 1 = congestion)

بیت سوّم نشان‌دهنده‌ی این است که آیا cell آخرین cell در یک سری از cell هاست که یک فریم AAL5 نمایش می‌دهد (1 = last cell for the frame).

ATM Cell Header Fields- cont.

در این قسمت فیلدهای سرآیند ATM cell توضیح داده می‌شود:

Cell Loss Priority (CLP) (1bit)– نشان می‌دهد که آیا cell باید در مواجهه با ازدحام زیاد در شبکه دور انداخته شود یا نه؟ اگر مقدار بیت CLP برابر یک بود آنگاه cell در اولویت دور انداختن نسبت به cellهای دیگر قرار می‌گیرد.

Header Error Control (HEC) (8bit)– checksum را فقط برای ۴ بایت اوّل سرآیند محاسبه می‌کند. HEC به وسیله‌ی نگهداری cell به جای دورانداختن آن می‌تواند **خطای تک بیتی** در آن بایت‌ها را تصحیح کند. (CRC) محافظت از سرآیند cell بسیار مهم است چون خطا در VCI باعث تحویل اشتباه cell می‌شود.

ATM Services

برای ATM سه نوع سرویس موجود است:

۱- Permanent Virtual Circuit (PVC)

اتصال بین قسمت‌ها به صورت مستقیم را اجازه می‌دهد. در این روش PVC مثل یک خط اجاره‌ای است.

مزیت: PVC در دسترس بودن اتصال را تضمین می‌کند و نیاز به پروسه‌ی call setup بین سوییچ‌ها ندارد.

عیب: اتصال PVC ایستا و دستی است. هر گونه تجهیزات شبکه بین مبدا و مقصد بایستی به صورت دستی برای PVC مهیا شود. با استفاده از PVC، network resiliency در دسترس نیست.

In computer networking, resilience is the ability to provide and maintain an acceptable level of service in the face of faults and challenges to normal operation.

ATM Services

سه نوع از سرویس‌های ATM موجود است:

۲- Switched Virtual Circuit (SVC)

SVC به صورت پویا ایجاد و واگذار می‌شود و تا زمانی‌که داده‌ای برای انتقال وجود دارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. SVC بسیار شبیه به تماس تلفنی است. کنترل تماس پویا نیازمند پروتکل‌های سیگنالینگ بین ATM endpoint و ATM switch است.

مزیت: انعطاف‌پذیری و call setup می‌تواند به صورت اتوماتیک توسط دستگاه شبکه مدیریت شود.

عیب: زمان اضافی و سربار برای برپا کردن یک اتصال مورد نیاز است.

۳- Connectionless Service

ATM Virtual Connection

شبکه‌های ATM اتصال گرا هستند، یعنی کانال مجازی بایستی قبل از هر نوع انتقال داده توسط شبکه‌ی ATM برپا گردد. (کانال مجازی تقریباً معادل مدار مجازی است.)

دو نوع اتصال ATM وجود دارد:

Virtual Paths که توسط Virtual Path Identifiers (VPI) و Virtual Channel شناسایی می‌شوند. Virtual Paths توسط ترکیب VPI و VCI نیز شناسایی می‌شوند. **Virtual Path دسته‌ای از Virtual channel ها است که از طریق شبکه‌ی ATM بر اساس VPI مشترک سوییچ می‌شوند.**

اما تمامی VPIها و VCIها در یک لینک خاص به **صورت محلی معتبر** هستند و در هر سوییچ باید دوباره نگاشت شوند.

ATM Virtual Connection

دو نوع اتصال ATM وجود دارد:

Transmission Path یک رسانه‌ی فیزیکی است که Virtual channelها و virtual pathها را منتقل می‌کند. شکل زیر رابطه‌ی بین VCها، VPها و Transmission Path را نمایش می‌دهد.

Figure 31-6. VCs Concatenate to Create VPs

ATM Switching Operations

عمل اصلی سوییچ‌ها خیلی واضح است: Cell از طریق یک لینک با مقدار VPI و VCI معلوم دریافت می‌شود. سوییچ مقدار اتصال را در جدول ترجمه‌ی محلی جستجو می‌کند تا پورت یا پورت‌های خروجی اتصال و مقدار جدید VPI/VCI اتصال بر روی آن لینک را تعیین کند. بعد از آن سوییچ cell را بر روی پیوند خروجی با شناسه‌های اتصال مناسب ارسال می‌کند. **به خاطر این‌که تمامی VPIها و VCIها فقط به صورت محلی از طریق یک لینک خاص اعتبار دارند، این مقادیر بایستی در هر سوییچ در صورت نیاز دوباره نگاشت شوند.**

ATM Reference Model

معماری ATM از یک مدل منطقی برای تشریح کارکردهایی که پشتیبانی می‌کند، استفاده می‌کند. کارکردهای ATM مطابق لایه‌ی فیزیکی و قسمتی از لایه‌ی پیوند داده‌ی مدل مرجع OSI می‌باشد.

مدل مرجع ATM در بردارنده‌ی سطوح زیر است که در تمامی لایه‌ها گسترش یافته است:

۱- Control – این سطح مسئولیت ایجاد و مدیریت درخواست‌های سیگنالینگ را برعهده دارد.

۲- User – این سطح مسئولیت مدیریت انتقال داده را برعهده دارد.

۳- Management – این سطح شامل دو مولفه است:

- ✓ **مدیریت لایه** که وظایف مخصوص لایه‌ها را مدیریت می‌کند مثل کشف عیب و مشکلات پروتکل
- ✓ مدیریت سطح که مدیریت و همگام‌سازی وظایف مربوط به کل سیستم را برعهده دارد.

ATM Reference Model

مدل مرجع ATM از لایه‌های ATM زیر تشکیل شده است:

۱- Physical Layer – مشابه لایه‌ی فیزیکی مدل مرجع OSI است، لایه‌ی فیزیکی ATM انتقال وابسته به رسانه را مدیریت می‌کند.

۲- ATM Layer – با ATM Adaption Layer (AAL) ترکیب می‌شود. ATM Layer عملکردی شبیه به لایه‌ی شبکه مدل مرجع OSI دارد. **ATM Layer به صورت هم‌زمان مسئول به اشتراک‌گذاردن مدارهای مجازی بر روی یک پیوند فیزیکی (Cell Multiplexing) و عبور دادن cellها از طریق شبکه‌ی ATM است (Cell Relay).** برای این منظور از اطلاعات VPI و VCI در سرآیند هر cell، ATM استفاده می‌کنیم.

ATM Reference Model

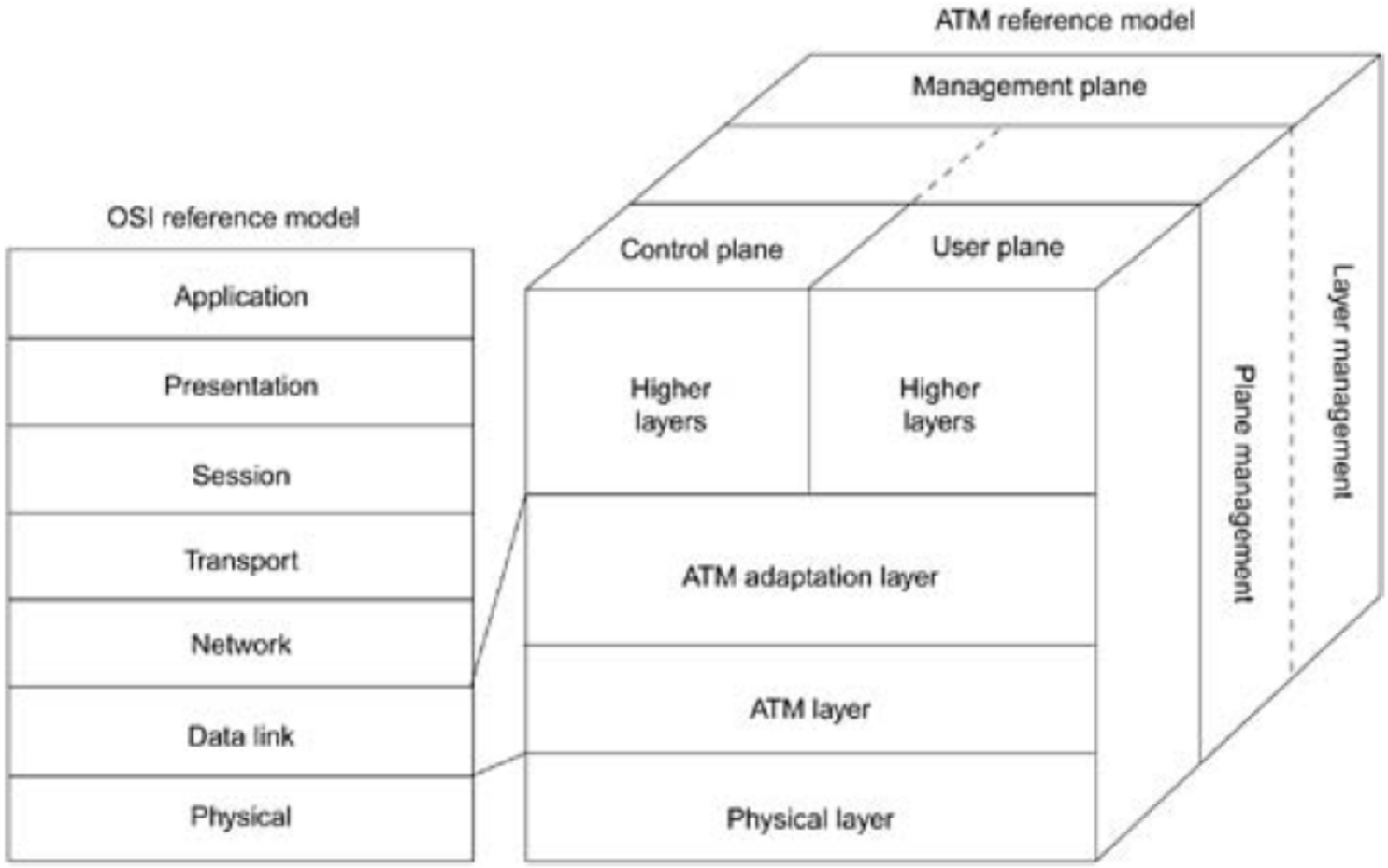
مدل مرجع ATM از لایه‌های ATM زیر تشکیل شده است:

۳- ATM Adaption Layer (AAL) – با ATM Layer ترکیب می‌شود، این لایه عملکردی شبیه به لایه‌ی انتقال مدل OSI دارد. **AAL مسئول مجزا کردن پروتکل‌های لایه‌ی بالاتر از جزئیات فرآیندهای ATM است.** Adaption layer داده‌ی کاربر برای تبدیل به cell را فرآهم می‌کند و داده را به cellهای ۴۸ بایتی تقسیم می‌کند. (Data segmentation and reassembly)

سرانجام، لایه‌های بالاتر که در بالای AAL قرار دارند داده‌های کاربر را قبول کرده، در قالب بسته‌هایی سازماندهی می‌کنند و سپس به AAL تحویل می‌دهند.

شکل اسلاید بعدی ارتباط بین مدل مرجع ATM و دولایه‌ی پایینی مدل مرجع OSI را نمایش می‌دهد.

ATM Reference Model



ATM Physical Layer

لایه‌ی فیزیکی ATM چهار وظیفه دارد:

۱- تبدیل cellها به جریان بیت‌ها

۲- انتقال و دریافت بیت‌ها از طریق رسانه‌های فیزیکی را کنترل می‌کند.

۳- مرز cellهای ATM را دنبال می‌کند.

۴- cellها در داخل انواع مناسبی از فریم‌ها برای رسانه‌های فیزیکی بسته‌بندی شوند.

ATM Physical Layer

لایه‌ی فیزیکی ATM به دو قسمت تقسیم می‌شود:

۱- Physical medium-dependent (PMD) sublayer – زیرلایه‌ی PMD دو وظیفه‌ی کلیدی دارد. **اوّل،** PMD همگام‌سازی انتقال و پذیرش را به وسیله‌ی ارسال و دریافت مداوم جریانی از بیت‌ها همراه با اطلاعات زمانی ایجاد می‌کند. **دوّم،** PMD رسانه‌ی فیزیکی برای واسط‌های فیزیکی استفاده شده را تعیین می‌کند، شامل انواع اتصال‌دهنده‌ها و کابل.

۲- Transmission Convergence (TC) Sublayer – زیرلایه‌ی TC، ۴ وظیفه دارد:

۲-۱- Cell Delineation: محدوده‌های ATM cell را نگهداری می‌کند، با این کار اجازه می‌دهد که دستگاه‌ها cell را در جریانی از بیت‌ها مکان‌یابی کنند.

۲-۲- Header Error Control (HEC) sequence: ایجاد و برررسی کردن کد کنترل خطا سرآیند به منظور اطمینان از صحیح بودن داده.

ATM Physical Layer

لایه‌ی فیزیکی ATM به دو قسمت تقسیم می‌شود:

۲-۳- Cell-rate Decoupling: برقرارکردن همگام‌سازی و درج یا متوقف کردن ATM cell ها اختصاص داده نشده برای سازگاری نرخ ATM cellهای صحیح به ظرفیت بار تولید شده توسط سیستم انتقال.

۲-۴- Transmission Frame Adaption: بسته‌بندی ATM cellها در داخل فریم‌های قابل پذیرش توسط یک پیاده‌سازی مخصوص لایه‌ی فیزیکی.

ATM Adaption Layer

به خاطر این‌که ATM از انواع سرویس‌ها (مثل voice، video و Data) پشتیبانی می‌کند. به همین دلیل AALهای متفاوتی نیاز است.

۴ نوع AAL اصلی تعریف شده است:

- AAL1 و AAL2 برای پشتیبانی از کاربرهایی مثل voice که نیاز به تضمین نرخ بیت انتقالی دارند، طراحی شده است.
- AAL3 و AAL4 برای پشتیبانی از بسته‌های داده‌ای که از طریق ATM منتقل می‌شوند، طراحی شده است. AAL3 برای سرویس‌های بسته‌ی اتصال‌گرا (مثل X.25) استفاده می‌شود و AAL4 برای سرویس‌های بدون اتصال (مثل IP) استفاده می‌شود. سرانجام، دلایل برای AAL های متفاوت برای این دو نوع سرویس کافی به نظر نمی‌رسد و AALها در یک AAL که AAL3/4 نامیده می‌شود، ادغام شدند.

ATM Adaption Layer- cont.

در ضمن به دلیل احساس نقاط ضعفی در AAL3/4، AAL5 پیشنهاد شد.

بنابراین هم اکنون ۴ نوع AAL داریم: AAL1، AAL2، AAL3/4 و AAL5