



آزمایشگاه شبکه‌های کامپیوتری

نیم‌سال سوم ۱۴۰۳-۰۴
استاد: دکتر بردیا صفائی

گروه شماره ۱۱: مهدی محمدی (۴۰۰۱۰۵۲۳۹) - ملیکا علیزاده (۴۰۱۱۰۶۲۵۵) - معین آعلی (۴۰۱۱۰۵۵۶۱)

گزارش آزمایش شماره‌ی ۱

فهرست مطالب

۱	مقایسه کابل‌های کواکسیال، زوج سیم به هم تابیده و فیبر نوری
۴	معماری استاندارد TCP/IP و مقایسه با مدل OSI
۷	عدم نیاز به کابل‌های کراس‌اور در شبکه‌های امروزی

مقایسه کابل‌های کواکسیال، زوج سیم به هم تابیده و فیبر نوری

سرعت انتقال داده

- **کابل کواکسیال:** سرعت انتقال داده در کابل‌های کواکسیال، بسته به نوع و کیفیت کابل، از حدود ۱۰ مگابیت بر ثانیه تا چند صد مگابیت بر ثانیه متغیر است. این کابل‌ها در مقایسه با زوج سیم به هم تابیده سرعت بالاتری ارائه می‌دهند، اما به مراتب کندتر از فیبر نوری هستند.
- **کابل زوج سیم به هم تابیده:** سرعت انتقال داده در این کابل‌ها نیز بسته به رده (Category) کابل متفاوت است. به عنوان مثال، Cat5e تا ۱ گیگابیت بر ثانیه، Cat6 تا ۱۰ گیگابیت بر ثانیه (در فواصل کوتاه) و Cat6a، Cat7 و Cat8 تا ۱۰ گیگابیت بر ثانیه و بالاتر را پشتیبانی می‌کنند. این کابل‌ها برای شبکه‌های محلی (LAN) بسیار رایج هستند و سرعت‌های مناسبی را برای بسیاری از کاربردها فراهم می‌کنند.
- **فیبر نوری:** فیبر نوری از نظر سرعت انتقال داده، بهترین عملکرد را دارد. سرعت انتقال در فیبر نوری به دلیل استفاده از نور به جای سیگنال‌های الکتریکی، می‌تواند به گیگابیت‌ها و حتی ترابیت‌ها در ثانیه برسد. این کابل‌ها برای فواصل طولانی و پهنای باند بسیار بالا ایده‌آل هستند و محدودیتی از نظر سرعت در کاربردهای معمول ندارند.

احتمال ایجاد خطا

- **کابل کواکسیال:** کابل‌های کواکسیال به دلیل ساختار محافظتی (شیلد) خود، در برابر نویزهای الکترومغناطیسی و تداخل خارجی مقاوم‌تر از زوج سیم به هم تابیده بدون شیلد هستند. با این حال، همچنان مستعد تداخل و کاهش کیفیت سیگنال در فواصل طولانی یا در محیط‌های با نویز بالا هستند.
- **کابل زوج سیم به هم تابیده:** در کابل‌های زوج سیم به هم تابیده، پیچش سیم‌ها به کاهش تداخل الکترومغناطیسی کمک می‌کند. با این حال، این کابل‌ها (به ویژه انواع بدون شیلد) در برابر تداخل خارجی آسیب‌پذیرتر هستند. انواع شیلددار مقاومت بیشتری در برابر نویز خارجی دارند، اما گران‌تر و نصب آنها دشوارتر است.

• **فیبر نوری:** فیبر نوری از سیگنال‌های نوری استفاده می‌کند و به همین دلیل کاملاً در برابر تداخلات الکترومغناطیسی و رادیویی مقاوم است. این ویژگی باعث می‌شود که احتمال ایجاد خطا در فیبر نوری بسیار پایین باشد، حتی در محیط‌های با نویز بالا. این مزیت، فیبر نوری را برای محیط‌های صنعتی، نظامی و پزشکی بسیار مناسب می‌سازد.

میزان کاهش انرژی سیگنال

• **کابل کواکسیال:** کابل کواکسیال دارای تضعیف سیگنال کمتری نسبت به زوج سیم به هم تابیده در فواصل مشابه است. با این حال، با افزایش طول کابل و فرکانس سیگنال، تضعیف نیز افزایش می‌یابد و برای فواصل طولانی نیاز به تقویت‌کننده وجود خواهد داشت.

• **کابل زوج سیم به هم تابیده:** تضعیف سیگنال در کابل‌های زوج سیم به هم تابیده نسبت به کواکسیال بیشتر است، به خصوص در فرکانس‌های بالاتر و فواصل طولانی‌تر. به همین دلیل، حداکثر طول مجاز برای این کابل‌ها (معمولاً ۱۰۰ متر برای شبکه‌های اترنت) محدود است و پس از آن نیاز به تجهیزات (مانند سوئیچ یا روتر) برای بازسازی سیگنال است.

• **فیبر نوری:** فیبر نوری کمترین میزان تضعیف سیگنال را در بین این سه نوع کابل دارد. تضعیف در فیبر نوری بسیار ناچیز است و امکان انتقال داده در فواصل بسیار طولانی (کیلومترها) را بدون نیاز به تقویت‌کننده فراهم می‌کند. این ویژگی، فیبر نوری را برای شبکه‌های گسترده (WAN) و اتصال بین مراکز داده بسیار مناسب می‌سازد.

شرایط توجیه‌پذیری و مقرون به صرفه بودن استفاده

• کابل کواکسیال:

– **شرایط توجیه‌پذیری:** در حال حاضر، استفاده از کابل کواکسیال برای شبکه‌های کامپیوتری (به جز در موارد خاص و قدیمی) بسیار محدود شده است. با این حال، این کابل همچنان در سیستم‌های تلویزیون کابلی و برخی سیستم‌های نظارت تصویری (آنالوگ) و یا در اتصالات کوتاه برای انتقال فرکانس‌های رادیویی توجیه‌پذیر و مقرون به صرفه است.

– **مقرون به صرفه بودن:** از نظر هزینه اولیه، کابل کواکسیال ارزان‌تر از فیبر نوری و کمی گران‌تر از زوج سیم به هم تابیده است. هزینه نصب آن نیز نسبتاً پایین است.

• کابل زوج سیم به هم تابیده:

– **شرایط توجیه‌پذیری:** این کابل‌ها در حال حاضر، رایج‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین گزینه برای شبکه‌های محلی (LAN) در محیط‌های اداری، خانگی و تجاری کوچک و متوسط هستند. برای فواصل کوتاه (تا ۱۰۰ متر) و نیاز به سرعت‌های گیگابیتی، Cat5e و Cat6 گزینه‌های بسیار مناسبی هستند. برای نیازهای بالاتر و فواصل کمی طولانی‌تر، Cat7، Cat6a و Cat8 نیز قابل استفاده‌اند.

– **مقرون به صرفه بودن:** از نظر هزینه اولیه کابل و تجهیزات شبکه (مانند کارت شبکه و سوئیچ)، زوج سیم به هم تابیده بسیار مقرون به صرفه است. نصب آن نیز نسبتاً آسان است و به ابزار و مهارت‌های خاصی نیاز ندارد.

• فیبر نوری:

– **شرایط توجیه‌پذیری:** استفاده از فیبر نوری در مواردی که نیاز به سرعت‌های بسیار بالا، انتقال داده در فواصل طولانی (بیش از ۱۰۰ متر)، امنیت بالا در برابر استراق سمع، یا مقاومت کامل در برابر تداخلات الکترومغناطیسی وجود دارد، کاملاً توجیه‌پذیر است. این شرایط شامل شبکه‌های ستون فقرات در سازمان‌ها، ارتباطات بین ساختمان‌ها، شبکه‌های شهری، شبکه‌های گسترده، مراکز داده و کاربردهای صنعتی و نظامی می‌شود.

— مقرون به صرفه بودن: هزینه اولیه کابل و تجهیزات فیبر نوری (مانند کارت شبکه فیبر نوری، سوئیچ‌های فیبر نوری، و تجهیزات جوش فیبر) به مراتب گران‌تر از کابل‌های مسی است. همچنین، نصب و نگهداری فیبر نوری نیازمند تخصص و ابزارهای خاص است که هزینه کلی را افزایش می‌دهد. با این حال، با توجه به پهنای باند و فاصله انتقال بی‌نظیر، در بلندمدت و برای کاربردهای خاص، فیبر نوری می‌تواند از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه باشد، زیرا نیاز به تقویت‌کننده‌های کمتری دارد و طول عمر بالاتری دارد.

معماری استاندارد TCP/IP و مقایسه با مدل OSI

استاندارد TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) مجموعه پروتکل‌هایی است که اساس عملکرد اینترنت را تشکیل می‌دهند. این استاندارد که در ابتدا توسط وزارت دفاع ایالات متحده توسعه یافت، به دلیل قابلیت اطمینان، انعطاف‌پذیری و مقیاس‌پذیری بالا، به استاندارد اصلی ارتباطات شبکه‌ای تبدیل شد.

معماری استاندارد TCP/IP و وظایف هر لایه

مدل TCP/IP یک معماری لایه‌ای است که به وظایف ارتباطات شبکه را به بخش‌های کوچک‌تر و قابل مدیریت تقسیم می‌کند. برخلاف مدل هفت لایه‌ای OSI، مدل TCP/IP به طور سنتی دارای چهار یا پنج لایه است که در ادامه به تشریح آنها می‌پردازیم:

۱. **لایه کاربرد (Application Layer):** این لایه بالاترین لایه در مدل TCP/IP است و مسئول ارائه خدمات شبکه به برنامه‌های کاربردی است. پروتکل‌های این لایه با کاربران نهایی و نرم‌افزارهای آنها در تعامل هستند. این لایه وظایف لایه‌های Application، Presentation و Session در مدل OSI را ترکیب می‌کند.

• وظایف اصلی:

- پشتیبانی از برنامه‌های کاربردی شبکه مانند مرورگرهای وب، برنامه‌های ایمیل، نرم‌افزارهای انتقال فایل و غیره.
- مدیریت نمایش داده‌ها (مانند فشرده‌سازی، رمزنگاری و قالب‌بندی) به گونه‌ای که برای برنامه‌های کاربردی قابل فهم باشد.
- برقراری، مدیریت و پایان دادن به جلسات ارتباطی بین برنامه‌ها.
- پروتکل‌های نمونه: HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, DNS, SSH, Telnet.

۲. **لایه انتقال (Transport Layer):** این لایه مسئول برقراری ارتباط سرتاسری (End-to-End) بین فرایندها در سیستم‌های مبدأ و مقصد است. وظیفه اصلی آن اطمینان از تحویل مطمئن و منظم داده‌ها یا انتقال سریع آنها بدون تضمین تحویل است.

• وظایف اصلی:

- تقسیم‌بندی داده‌ها: تقسیم داده‌ها از لایه کاربرد به قطعات کوچک‌تر به نام سگمنت و بازسازی آنها در مقصد.
- مالتی‌پلکسینگ/دیمالتی‌پلکسینگ: امکان اجرای چندین برنامه کاربردی به طور همزمان و ارسال و دریافت داده‌ها از طریق یک اتصال شبکه مشترک.
- کنترل جریان: جلوگیری از سرریز شدن گیرنده با ارسال داده‌ها با سرعتی که گیرنده قادر به پردازش آن باشد.
- کنترل خطا: اطمینان از رسیدن داده‌ها به مقصد بدون خطا و به ترتیب صحیح.
- پروتکل‌های نمونه:

- **TCP (Transmission Control Protocol):** یک پروتکل اتصال‌گرا و قابل اطمینان است. قبل از ارسال داده‌ها، یک اتصال مجازی بین مبدأ و مقصد برقرار می‌کند و تحویل صحیح و به ترتیب داده‌ها را تضمین می‌کند. برای کاربردهایی که به دقت داده‌ها اهمیت می‌دهند (مانند مرور وب، ایمیل، انتقال فایل) مناسب است.
- **UDP (User Datagram Protocol):** یک پروتکل بدون اتصال و غیرقابل اطمینان است. داده‌ها را بدون برقراری اتصال قبلی ارسال می‌کند و هیچ تضمینی برای تحویل، ترتیب یا عدم تکرار بسته ارائه نمی‌دهد. برای کاربردهایی که سرعت مهم‌تر از دقت است (مانند پخش زنده ویدئو، بازی‌های آنلاین، VoIP) استفاده می‌شود.

۳. **لایه شبکه (Network Layer):** این لایه مسئول آدرس‌دهی منطقی (IP Address) و مسیریابی (Routing) بسته‌های داده از مبدأ به مقصد، حتی اگر در شبکه‌های مختلفی قرار داشته باشند، است.

• وظایف اصلی:

- آدرس‌دهی منطقی: تخصیص آدرس‌های IP به دستگاه‌ها برای شناسایی منحصر به فرد آنها در شبکه.
- مسیریابی: تعیین بهترین مسیر برای ارسال بسته‌های داده از طریق شبکه‌های مختلف (با استفاده از روترها).
- قطعه‌بندی (Fragmentation): در صورت نیاز، تقسیم بسته‌های بزرگتر به قطعات کوچکتر برای سازگاری با حداکثر واحد انتقال (MTU) در لینک‌های مختلف شبکه.
- پروتکل‌های نمونه: IP (Internet Protocol) که مهمترین پروتکل این لایه است. ARP (Address Resolution Protocol)، ICMP (Internet Control Message Protocol)، IGMP (Internet Group Management Protocol) نیز در این لایه فعالیت می‌کنند.
- ۴. لایه دسترسی به شبکه (Data Link): این لایه پایین‌ترین لایه در مدل TCP/IP است و مسئول جزئیات فیزیکی نحوه اتصال دستگاه به شبکه و نحوه انتقال داده‌ها از طریق واسط فیزیکی است. این لایه وظایف لایه‌های Data Link و Physical در مدل OSI را ترکیب می‌کند.

• وظایف اصلی:

- مدیریت دسترسی به رسانه (Media Access Control - MAC): کنترل نحوه دسترسی دستگاه‌ها به رسانه فیزیکی (کابل، فیبر، امواج رادیویی).
- آدرس‌دهی فیزیکی (MAC Address): استفاده از آدرس‌های فیزیکی (MAC) برای شناسایی دستگاه‌ها در یک شبکه محلی.
- کنترل خطا در سطح فریم: تشخیص و گاهی اوقات تصحیح خطاهای انتقال داده در یک لینک فیزیکی.
- تبدیل بیت‌ها به سیگنال‌های فیزیکی: تبدیل بیت‌های داده به سیگنال‌های الکتریکی، نوری یا رادیویی برای انتقال و برعکس.
- پروتکل‌های نمونه: Ethernet، Wi-Fi (802.11)، PPP (Point-to-Point Protocol)، ATM، Frame Relay.
- ۵. لایه فیزیکی (Physical Layer): این لایه پایین‌ترین لایه در مدل TCP/IP است و مسئول جزئیات فیزیکی نحوه اتصال دستگاه به شبکه و نحوه انتقال بیت‌ها از طریق واسط فیزیکی است. این لایه مستقیماً با رسانه انتقال (مانند کابل، فیبر نوری، یا امواج رادیویی) در تعامل است.

• وظایف اصلی:

- تبدیل بیت‌ها به سیگنال‌های فیزیکی: تبدیل بیت‌های داده به سیگنال‌های الکتریکی، نوری یا رادیویی برای انتقال و برعکس.
- مشخصات فیزیکی: تعریف مشخصات فیزیکی کابل‌ها، کانکتورها، ولتاژها و نرخ بیت‌ها.
- توپولوژی فیزیکی: تعیین نحوه اتصال فیزیکی دستگاه‌ها در شبکه.
- پروتکل‌ها و استانداردهای نمونه: Ethernet (مشخصات فیزیکی مانند 10BASE-T، 100BASE-TX، 1000BASE-T)، استانداردهای USB، Bluetooth، RS-232.

مقایسه معماری TCP/IP با معماری OSI

هر دو مدل TCP/IP و OSI مدل‌های لایه‌ای هستند که برای توضیح عملکرد ارتباطات شبکه طراحی شده‌اند، اما تفاوت‌های کلیدی بین آنها وجود دارد:

• تعداد لایه‌ها:

- مدل OSI: دارای ۷ لایه (فیزیکی، پیوند داده، شبکه، انتقال، جلسه، نمایش، کاربرد).
- مدل TCP/IP: به طور سنتی دارای ۵ لایه است (دسترسی به شبکه، اینترنت، انتقال، کاربرد، فیزیکی).

• فلسفه طراحی:

- **مدل OSI:** یک مدل مفهومی و نظری است که به عنوان یک استاندارد مرجع برای نحوه عملکرد شبکه‌ها توسعه یافت. هدف آن ارائه یک چارچوب جامع و مستقل از پروتکل بود. ابتدا مدل طراحی شد و سپس پروتکل‌ها برای آن نوشته شدند.
- **مدل TCP/IP:** یک مدل عملیاتی است که بر اساس پروتکل‌های واقعی توسعه یافت. ابتدا پروتکل‌ها (برای ARPANET) ایجاد شدند و سپس مدل برای توصیف آنها طراحی شد. این مدل بیشتر بر روی کاربردی بودن و پیاده‌سازی تمرکز دارد.

• ترکیب لایه‌ها:

- **مدل OSI:** وظایف به وضوح بین ۷ لایه تفکیک شده‌اند.
- **مدل TCP/IP:** لایه‌هایی از OSI را با هم ترکیب می‌کند:
- * لایه‌های فیزیکی و پیوند داده OSI در لایه دسترسی به شبکه TCP/IP ادغام شده‌اند.
- * لایه‌های جلسه، نمایش و کاربرد OSI در لایه کاربرد TCP/IP ادغام شده‌اند.

• ماهیت اتصال:

- **مدل OSI:** لایه انتقال آن می‌تواند هم اتصال‌گرا و هم بدون اتصال باشد.
- **مدل TCP/IP:** لایه انتقال آن شامل هر دو پروتکل TCP (اتصال‌گرا) و UDP (بدون اتصال) است، و لایه اینترنت آن (IP) ذاتاً بدون اتصال است.

• استفاده در عمل:

- **مدل OSI:** بیشتر برای مقاصد آموزشی و تئوریک، و برای درک نحوه عملکرد شبکه‌ها به صورت جامع استفاده می‌شود.
- **مدل TCP/IP:** به دلیل ارتباط نزدیک با پروتکل‌های واقعی اینترنت، به طور گسترده‌ای در پیاده‌سازی‌های عملی شبکه و به ویژه اینترنت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

• پروتکل‌ها و خدمات:

- **مدل OSI:** تمایز واضحی بین سرویس‌ها، رابط‌ها و پروتکل‌ها وجود دارد.
- **مدل TCP/IP:** این تمایزها کمتر مشخص هستند و پروتکل‌ها جزو لاینفک هر لایه محسوب می‌شوند.

نتیجه‌گیری: هر دو مدل OSI و TCP/IP درک جامعی از فرآیندهای ارتباطی در شبکه‌ها ارائه می‌دهند. در حالی که مدل OSI یک چارچوب مفهومی دقیق‌تر است که به صورت تئوری به وظایف ارتباطات شبکه می‌پردازد، مدل TCP/IP یک مدل عملیاتی و کاربردی است که مستقیماً به پروتکل‌های مورد استفاده در اینترنت اشاره دارد. امروزه، اینترنت و بیشتر شبکه‌های عملیاتی بر اساس معماری TCP/IP کار می‌کنند.

عدم نیاز به کابل‌های کراس‌اور در شبکه‌های امروزی

در گذشته‌ای نه چندان دور، برای اتصال دستگاه‌های شبکه‌ای مشابه (مانند کامپیوتر به کامپیوتر یا سوئیچ به سوئیچ)، استفاده از کابل‌های کراس‌اور الزامی بود. این در حالی بود که برای اتصال دستگاه‌های متفاوت (مانند کامپیوتر به سوئیچ یا هاب) از کابل‌های مستقیم (Straight-through) استفاده می‌شد. دلیل این امر، تفاوت در نحوه سیم‌بندی و اختصاص پین‌های ارسال (Transmit - TX) و دریافت (Receive - RX) در پورت‌های اترنت بود. به طور خلاصه، پین‌های TX در یک سر کابل باید به پین‌های RX در سر دیگر متصل می‌شدند و برعکس.

اما در دنیای امروزی، مشاهده می‌شود که بسیاری از کابل‌های مورد استفاده در شبکه‌های کامپیوتری به صورت Straight-through هستند و حتی برای اتصال دستگاه‌های مشابه نیز بدون مشکل کار می‌کنند. عامل اصلی این تغییر و عدم نیاز به کابل‌های کراس‌اور، وجود فناوری پیشرفته‌ای به نام Auto-MDI/MDIX است.

فناوری Auto-MDI/MDIX و نحوه عملکرد آن

تقریباً تمام تجهیزات شبکه مدرن، از جمله کارت‌های شبکه کامپیوتر (NICs)، سوئیچ‌ها، روترها و حتی هاب‌های جدید، به قابلیت Auto-MDI/MDIX مجهز هستند. این فناوری به دستگاه‌ها امکان می‌دهد تا به طور خودکار نوع کابل اترنت متصل شده را تشخیص دهند و پین‌های ارسال و دریافت خود را بر اساس آن تنظیم کنند.

نحوه عملکرد Auto-MDI/MDIX به این صورت است که وقتی یک کابل اترنت به پورت دستگاهی که از این قابلیت پشتیبانی می‌کند متصل می‌شود، دستگاه سیگنال‌هایی را روی پین‌های مختلف ارسال می‌کند. بر اساس پاسخ این سیگنال‌ها از سوی دستگاه مقابل، پورت به سرعت تشخیص می‌دهد که آیا کابل متصل شده از نوع Straight-through است یا Crossover. سپس، پورت به طور داخلی و خودکار، تخصیص پین‌های TX و RX خود را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که با سیم‌بندی کابل متصل شده مطابقت داشته باشد و ارتباط داده به درستی برقرار شود. این فرآیند کاملاً شفاف و بدون نیاز به دخالت کاربر انجام می‌شود.

مزایای اصلی Auto-MDI/MDIX

- **سادگی در نصب و راه‌اندازی:** کاربران دیگر نیازی به شناخت و تفکیک کابل‌های Straight-through و Crossover ندارند. این امر فرآیند کابل‌کشی و راه‌اندازی شبکه‌ها را بسیار ساده‌تر و سریع‌تر کرده است.
- **کاهش خطای انسانی:** با حذف نیاز به انتخاب نوع صحیح کابل، احتمال بروز اشتباهات ناشی از اتصال کابل نامناسب به طور چشمگیری کاهش یافته است.
- **افزایش انعطاف‌پذیری:** مهندسان و نصاب‌های شبکه می‌توانند با اطمینان خاطر تقریباً برای تمام اتصالات از کابل‌های Straight-through استفاده کنند. این موضوع مدیریت موجودی کابل‌ها را نیز آسان‌تر می‌کند.
- **سازگاری رو به عقب:** اگرچه این قابلیت در تجهیزات بسیار قدیمی وجود نداشت، اما تجهیزات جدید با Auto-MDI/MDIX می‌توانند با دستگاه‌های قدیمی‌تر که این قابلیت را ندارند، به درستی ارتباط برقرار کنند.

به لطف پیشرفت در فناوری‌های شبکه و ادغام قابلیت Auto-MDI/MDIX در تقریباً تمامی تجهیزات شبکه مدرن، محدودیت‌های مربوط به نوع کابل (Straight-through یا Crossover) که در گذشته وجود داشت، از بین رفته است. این قابلیت هوشمند، به طور خودکار پیکربندی پین‌های ارسال و دریافت را تنظیم می‌کند و باعث می‌شود کابل‌های Straight-through در اکثر سناریوهای شبکه امروزی بدون هیچ مشکلی کار کنند و اطلاعات بین فرستنده و گیرنده به درستی منتقل گردد. این پیشرفت، به طور قابل توجهی فرآیند کابل‌کشی و مدیریت شبکه را ساده و کارآمدتر کرده است.