

آشنایی با شبکه‌های رایانه‌ای

امین چاروسه

Charoosheh@ce.aut.ac.ir

1. تعریف شبکه رایانه‌ای

شبکه رایانه‌ای یک سیستم ارتباطی است که چند رایانه‌ها و یا منبع اطلاعاتی را با استفاده از کانالهای ارتباطی، برای تبادل اطلاعات و اشتراک منابع به هم مرتبط می‌کند. در شبکه اطلاعات پردازش شده به شکل داده، صدا و تصویر منتقل می‌شوند. قابلیت‌های رو به رشد شبکه‌ها خدمات متنوعی را در اختیار کاربران قرار می‌دهد. مزایای شبکه‌های رایانه‌ای عبارتند از:

- ارسال و دریافت پیام‌ها و مستندات،
- برقراری ارتباط با افرادی در دوردست،
- انتقال، به اشتراک گذاشتن و توزیع اطلاعات.

شبکه‌ها ممکن است آنالوگ یا دیجیتال باشند. در گذشته، سیگنال دهی در سیستم‌های ارتباطی مانند تلفن به صورت آنالوگ بود، یعنی اطلاعات توسط سیگنال‌های پیوسته متغیر نمایش داده می‌شدند. با پیدایش الکترونیک دیجیتال و رایانه‌ها، سیگنال‌دهی دیجیتال امکان‌پذیر شد. در شبکه‌های دیجیتال، اطلاعات توسط سیگنال‌های ناپیوسته نمایش داده نمی‌شوند. سیگنال‌دهی دیجیتال نسبت به سیگنال‌دهی آنالوگ امتیازات زیر را دارد:

- میزان خطا در انتقال دیجیتال کم است.
- انتقال دیجیتال، می‌تواند صدا، داده‌ها و تصاویر را منتقل کند و از این طریق از مدارها و تجهیزات استفاده بهینه به عمل آید.
- سرعت داده‌ها در خطوط بیشتر است.
- انتقال دیجیتالی خیلی ارزانتر از انتقال آنالوگ است.
- نگهداری سیستم دیجیتال بهتر و ساده‌تر از نگهداری سیستم آنالوگ است.

2. انواع شبکه‌ها

بر اساس وسعت جغرافیایی، شبکه‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- شبکه‌های محلی¹ (LAN) که محدوده آنها یک یا چند ساختمان مجاور هم (تا حداکثر شعاع یک کیلومتر) است.
- شبکه‌های شهری² (MAN) که محدوده آنها یک شهر و حومه آن است. چنین شبکه‌هایی ممکن است تعدادی از دفاتر یک شرکت و یا یک شهر را تحت پوشش قرار دهد و می‌تواند اختصاصی یا عمومی باشد. شبکه شهری می‌تواند داده‌ها و صوت را پشتیبانی کند و یا حتی ممکن است به شبکه تلویزیون کابلی محلی نیز وصل شود. شبکه‌های تلفن سلولی نمونه‌ای از این شبکه‌ها هستند.
- شبکه‌های گسترده³ (WAN) که محدوده آنها می‌تواند یک کشور، یک قاره و یا تمام کره زمین باشد. این شبکه رایانه‌های متعددی برای اجرای برنامه‌های کاربر دارد که به آن میزبان می‌گوییم در شبکه WAN این رایانه‌ها با یک زیر شبکه ارتباطی⁴ به هم متصل شده‌اند. شبکه مخابراتی و شبکه جهانی اینترنت نمونه‌ای از این شبکه‌ها هستند.

3. کانال‌های ارتباطی

¹ Local Area Networks

² Metropolitan Area Networks

³ Wide Area Networks

⁴ Back Bone

در تعریف ارائه شده برای شبکه‌های رایانه‌ای یک عامل اساسی کانال ارتباطی می‌باشد. یک کانال ارتباطی مسیری است برای انتقال سیگنال‌های الکتریکی یا نوری. تمام کانال‌های ارتباطی از امواج الکترومغناطیسی چون امواج رادیویی، امواج نوری و میکروویو استفاده می‌کنند. این امواج تنها از نظر فرکانس با یکدیگر تفاوت دارند. این کانال‌ها به دو دسته اساسی: کانال‌های فیزیکی (با سیم) و کانال‌های بی‌سیم تقسیم می‌شوند.

3.1. کانال‌های فیزیکی

کانال‌های فیزیکی شامل سه دسته از رسانه‌های ارتباطی می‌شوند:

- زوج سیم به هم تابیده شده^۱
- کابل کواکسیال^۲
- فیبر نوری^۳

متداولترین رسانه ارتباطی یک زوج سیم به هم تابانیده شده با روکش عایق برای انتقال صوت و داده است. سیستم تلفن نمونه‌ای از کاربرد این سیم‌ها است. زوج سیم تا چندین کیلومتر نیاز به تقویت ندارد و می‌توان از آن در انتقال آنالوگ و دیجیتال استفاده کرد. در این سیم‌ها احتمال تداخل الکتریکی زیاد است. پهنای باند در این سیم‌ها به ضخامت و فاصله بستگی دارد. اما در بسیاری موارد برای فاصله‌های چندین کیلومتری می‌توان چندین مگابیت بر ثانیه را منتقل کرد. دو نوع از کابل‌های به هم تابیده Cat3 و Cat5 برای شبکه‌ها به کار می‌روند. کابل‌های Cat5 به علت تعداد پیچ‌ها و عایق تفلون، موجب شد تا تداخل کمتر شده و سیگنال در فواصل طولانی‌تر بهتر شده و برای ارتباط رایانه با سرعت بالا، مناسب باشند.

کابل‌های کواکسیال یک پوشش فلزی انعطاف‌پذیر دارند و به همین دلیل در برابر نویز و تداخل الکتریکی از زوج سیم مقاوم‌تر است. قیمت این کابل از زوج سیم بیشتر است ولی از ظرفیت بالاتری برخوردارند. این کابل‌ها در فواصل طولانی‌تر با سرعت‌های بیشتری کار می‌کند. در کابل یک کیلومتری سرعت داده‌ها می‌تواند دو گیگابیت در ثانیه باشد. این کابل را می‌توان تا طول تقریبی صد کیلومتر به کار برد.

در فیبرهای نوری، انتقال داده به صورت پالس‌های نور در طول یک لوله شیشه‌ای که قطر آن از کمتر از یک تار موی انسان است، انجام می‌گیرد. فیبر امتیازات بسیار زیادی دارد: می‌تواند پهنای باند بالاتری را پشتیبانی کند. این امر موجب به‌کارگیری آن در شبکه‌های گران می‌شود. به خاطر تضعیف اندک، در خطوط طولانی، در هر سی کیلومتر نیاز به تقویت‌کننده است، در حالیکه در سیم‌های مسی در هر پنج کیلومتر به یک تقویت‌کننده نیاز است. فیبر در مقابل تغییرات ناگهانی برق، اختلال الکترومغناطیس یا خرابی نیروی محرکه تأثیر نمی‌پذیرد. تحت تأثیر مواد شیمیایی فرساینده موجود در هوا قرار نمی‌گیرد، بادوام تر از زوج سیم است ولی اتصال آنها مشکل است. این خاصیت موجب می‌شود که در مقابل استراق سمع امنیت داشته باشند. دو نوع مختلف از آنها استفاده می‌شود: Multi Mode و Single Mode. فیبرهای تک حالتی گرانترند ولی برای مسافت‌های طولانی به کار می‌روند. فیبرهای تک حالتی می‌توانند داده‌ها را با سرعت چند گیگا بیت در ثانیه برای سی کیلومتر انتقال دهند.

3.2. کانال‌های بی‌سیم

کانال‌های ارتباطی بی‌سیم از انتشار امواج در هوای آزاد استفاده می‌کنند و شامل سه دسته از رسانه‌های ارتباطی می‌شوند:

- میکروویو^۴
- ماهواره^۵
- اشعه مادون قرمز^۶

میکروویو امواج رادیویی با فرکانس بسیار بالاست که به صورت خط مستقیم در هوا منتشر می‌شوند. بنابراین لازم است تا فرستنده و گیرنده در خط دید مستقیم دید هم باشند و به دلیل انحنا زمین این سیستم‌ها در فواصل بین 40 تا 50 کیلومتر نیاز به ایستگاه‌های رله (تقویت‌کننده) دارند. تولید امواج رادیویی ساده است و مسافت‌های زیادی را طی می‌کند. این امواج برای ارتباط در بین ساختمان‌های یک شهر بسیار مناسب هستند. ظرفیت انتقال اطلاعات در این سیستم‌ها از کابل کواکس و زوج سیم بیشتر است اما هزینه آنها نیز بسیار بالاتر است.

ماهواره‌های ارتباطی در واقع ایستگاه‌های رله امواج میکرو در آسمان هستند، یعنی امواج میکروویو را از یک ایستگاه زمینی دریافت می‌کنند آنها را تقویت و در جهت دیگر برای ایستگاه دیگری در روی زمین ارسال می‌کنند. این ماهواره‌ها که در فاصله 36000 کیلومتری سطح زمین و بالای خط استوا با سرعتی معادل سرعت چرخش زمین به دور خود در حال حرکت هستند و به همین دلیل نسبت به زمین ثابت به نظر می‌رسند. ماهواره‌ها انرژی مصرفی خود را از خورشید تأمین می‌کنند.

ماهواره‌های ارتباطی چند خاصیت دارند که با پیوندهای زمینی تفاوت زیادی دارد. گرچه سرعت سیگنال‌های ارسال شده و دریافت شده از ماهواره بسیار زیاد است، فاصله رفت و برگشت طولانی تأخیر زیادی را ایجاد می‌کند. به عنوان مثال، تأخیر انتشار در پیوند میکروویو زمینی حدود 3 میکروثانیه بر کیلومتر، تأخیر پیوندهای کابلی و فیبر نوری حدود 5 میکروثانیه بر کیلومتر و تأخیر پیوندهای ماهواره‌ای حدود 270 میلی ثانیه است.

¹ Twisted Pair

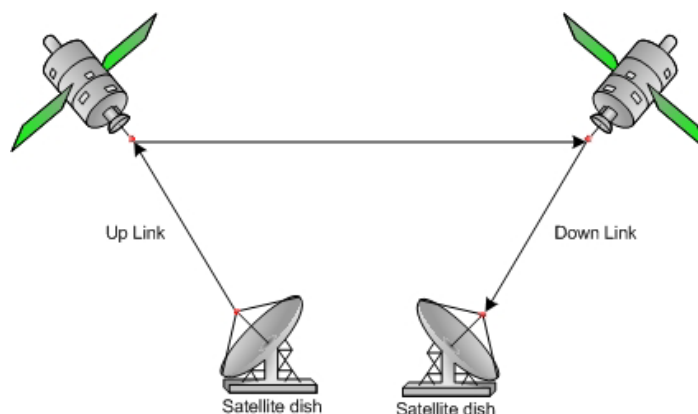
² Coaxial Cable

³ Fiber Optic

⁴ Microwave

⁵ Satellite

⁶ Infrared Beam



پخش ماهواره‌ای ارزانتر تمام می‌شود، با استفاده از تکنیکهای نرم‌افزاری نظیر IPSec امنیت شبکه نیز فراهم خواهد شد. هزینه انتقال اطلاعات در ماهواره‌ها مستقل از فاصله است. هزینه ارسال اطلاعات از عرض اقیانوسها با هزینه ارسال پیام از عرض یک خیابان یکسان است. ماهواره‌ها در دو کلاس C-Band و Ku-Band مورد استفاده قرار می‌گیرند که هر یک دارای مشخصات زیر می‌باشد.

باند	فرکانس	Down Link	Up Link
C	4.6	3.7 – 4.2	5.925 – 6.425
Ku	11.4	11.7 – 12.2	14.0 – 14.5

نام و مشخصات تعدادی از سیستم‌های ماهواره‌ای مورد استفاده به شرح زیر است:

– Low Earth Orbit (LEO): این ماهواره‌ها در فاصله 400 تا 1000 مایلی سطح زمین، در مقایسه با ماهواره‌های سنکرون که در فاصله 22000 مایلی سطح زمین قرار دارند.

– IRIDIUM: شامل 66 ماهواره است که خدمات تلفن همراه، پیچینگ و مخابره اطلاعات را فراهم می‌کنند.

– TELEDSCIC: شامل 288 ماهواره LEO است که خدمات دسترسی سریع و ارزان به اینترنت، شبکه و تله کنفرانس را ارائه می‌دهند.

اشعه مادون قرمز برای ارتباطات در فواصل کم (حداکثر 200 متر) مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این سیستم‌ها انتقال اطلاعات به صورت پالس‌های اشعه مادون قرمز بین اجزاء مختلف شبکه انجام می‌شود. این امواج جهت‌دار و ارزان بوده و ساختن آنها ساده است. اما عیب عمده‌ای دارند: از میان اشیاء سخت عبور نمی‌کنند. این خواص موجب شده تا امواج زیر قرمز برای شبکه‌های بی‌سیم درون ساختمان مفید باشند. به عنوان مثال، رایانه‌ها و دفاتر موجود در ساختمان می‌توانند به فرستنده‌ها و گیرنده‌های مادون قرمز نسبتاً واگرا مجهز شوند. بدین ترتیب، رایانه‌های قابل حمل با قابلیت ارتباط مادون قرمز می‌توانند بدون داشتن اتصال فیزیکی، با شبکه محلی ارتباط داشته باشند.

3.3 ظرفیت کانال

ظرفیت کانال یا سرعت انتقال اطلاعات در سیستم‌های مختلف یکسان نیست. پهنای باند¹ و آژهای است که به مقدار داده‌هایی که در می‌توان در واحد زمان در یک شبکه ارسال نمود، اطلاق می‌شود. در جدول زیر پهنای باند موردنیاز برای کارهای مختلف ارائه شده است.

کاربرد	پهنای باند مورد نیاز
انتقال متن	1.2-9.6 Kbps
مکالمات معمولی	32-64 Kbps
تصاویر ثابت	128-9600 Kbps
مکالمات مهم	64 Kbps – 1.5 Mbps
ویدئو فشرده با کیفیت پایین	100 Kbps – 1.5 Mbps
ویدئو فشرده با کیفیت پایین	6 – 24 Mbps

انتخاب کانال ارتباطی نیز مستقیماً به نوع کار مورد نظر، فاصله و هزینه دارد. در جدول زیر مقایسه‌ای میان سرعت هر یک از انواع کانالهای ارتباطی شبکه به عمل آمده است.

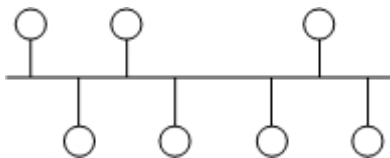
¹ Bandwidth

نوع کانال	پهنای باند
زوج سیم	100 Mbps
کابل کواکسیال	140 Mbps
فیبر نوری	2 Gbps
میکروویو	275 Mbps
ماهواره	2 Mbps
اشعه مادون قرمز	275 Mbps

4. پیکربندی‌های شبکه

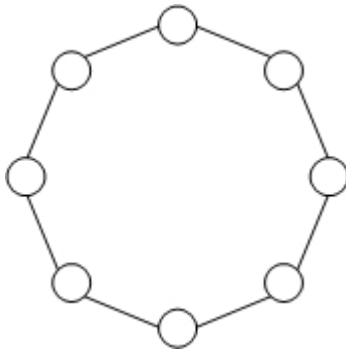
پیکربندی^۱ واژه‌ای است که به نحوه ارتباط فیزیکی کامپیوترها اطلاق می‌شود. هر پیکربندی شامل روشها و استانداردهایی است که ارتباطات موثر بین اجزای یک شبکه را فراهم می‌کنند. و شامل موارد زیر است:

4.1. پیکربندی خطی



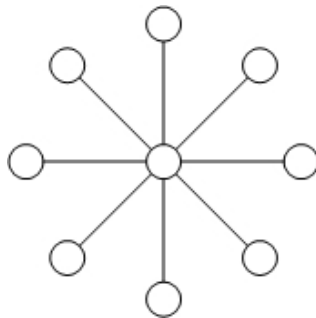
در پیکربندی خطی^۲، یک خط به عنوان مجرای جریان داده‌ها قرار گرفته و کلیه کاربران شبکه در این خط قرار می‌گیرند. بزرگترین مشکل پیکربندی خطی این است که هنگام بروز خرابی در یک قسمت از شبکه، کل سیستم دچار اختلال شده و از کار خواهد افتاد. همچنین توسعه شبکه و افزودن گره‌های جدید به راحتی ممکن نیست.

4.2. پیکربندی حلقوی



در این پیکربندی رایانه مرکزی وجود ندارد و ارتباطات از طریق یک حلقه^۳ پیوسته میان رایانه‌ها انجام می‌شود. استفاده از این پیکربندی در شبکه‌های LAN تقریباً منسوخ شده است، اما در شبکه‌های WAN و هنگامیکه گستردگی شبکه محدود باشد، می‌توان با بهره‌گیری از آن و نصب سخت‌افزارهای مورد نیاز به سرعت انتقال بالا و قابلیت اطمینان زیاد دست پیدا کرد.

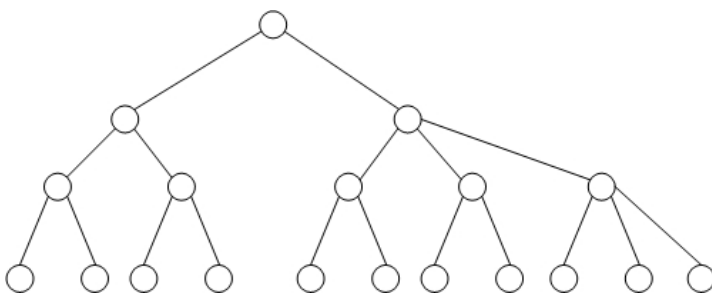
4.3. پیکربندی ستاره‌ای



در پیکربندی ستاره‌ای^۴ هر یک از اجزاء به یک نقطه مرکزی مرتبط شده و از طریق این نقطه به سایر اجزاء ارتباط برقرار می‌شود. مثلاً در سیستمهایی که دارای یک پایگاه داده مرکزی می‌باشند، بیشتر این پیکربندی کارایی دارد. در صورت نیاز به توسعه، افزایش گره‌های اضافی به راحتی و بدون نیاز به تغییر وضعیت موجود انجام می‌پذیرد.

4.4. پیکربندی درختی

پیکربندی درختی^۵ پیکربندی ستاره در حالت چند لایه می‌باشد و عمدتاً در پیاده‌سازی شبکه‌های WAN کاربرد دارد. در این پیکربندی، کار شبکه شدیداً وابسته به نقاط مرکزی است و هر چه به سمت هسته مرکزی پیش برویم، این وابستگی دارای اهمیت بیشتری خواهد بود.



¹ Topology

² BUS

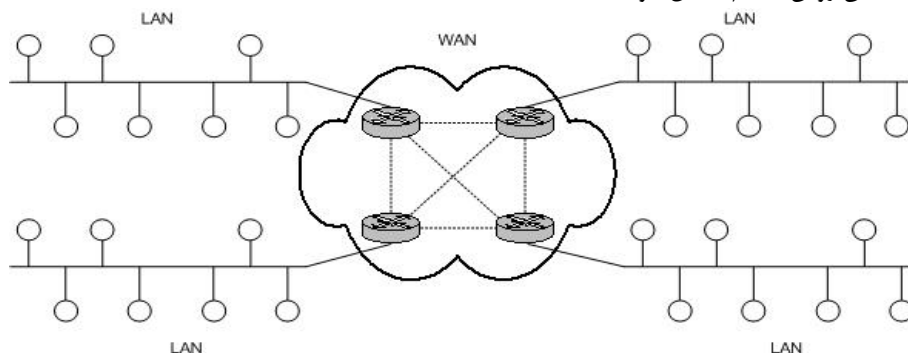
³ Ring

⁴ Star

⁵ Tree

1-3-5- پیکربندی توری

در شبکه‌هایی با گستردگی جغرافیایی زیاد، پیکربندی توری^۱ برای طراحی شبکه استفاده می‌شود. معمولاً از کل مجموعه نقاط، نقاط استراتژیک انتخاب شده و این نقاط به این روش به هم متصل خواهند شد.



5. پروتکل‌های شبکه

برای اینکه دو وسیله قادر به برقراری ارتباط باشند، زمان، چگونگی و نوع اطلاعاتی که مبادله می‌شوند باید از قبل مشخص باشد. یک پروتکل^۲ مجموعه‌ای از مقررات و توافقات برای تبادل و فهم درست داده‌ها بین اجزاء سخت افزاری و نرم افزاری در یک شبکه ارتباطی است. چون برقراری ارتباط بین وسایل غیر مشابه بسیار مشکل می‌باشد، از این‌رو لازم است تا پروتکل‌های استاندارد تهیه شود تا تمامی کاربران بتوانند از آنها استفاده کنند. اگر دو سیستم کاملاً متفاوت از یک پروتکل استاندارد استفاده کنند، در آن صورت به آسانی می‌توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

6. راهبردهای شبکه

راهبرد^۳ روشی برای ایجاد هماهنگی در به اشتراک گذاشتن منابع و اطلاعات در شبکه است. سیستم عامل شبکه نرم افزاری است که کنترل فعالیت گره‌های موجود در شبکه برای دستیابی به منابع مشترک و تبادل اطلاعات را بر عهده دارد. انواع راهبردهای شبکه به قرار زیر است:

- ترمینال: هر وسیله‌ای که به شبکه متصل باشد یک گره^۴ نامیده می‌شود. در راهبرد مبتنی بر ترمینال تنها یک رایانه مرکزی قابلیت و امکان پردازش را دارد و سایر گره‌ها دارای این قابلیت نیستند.
- سرویس دهنده- سرویس گیرنده: سرویس گیرنده^۵ هر گره‌ای در شبکه است که از منابع سایر گره‌ها استفاده می‌کند و سرویس دهنده^۶ گره‌ای است که منابعش را در اختیار سایر گره‌ها قرار می‌دهد. در این راهبرد یک رایانه قوی برای برقراری ارتباط میان سایر گره‌ها و ارائه خدمات به آنها وجود دارد.
- هم‌تا با هم‌تا^۷: در این راهبرد گره‌ها می‌توانند هم سرویس دهنده و هم سرویس گیرنده باشند.

7. وسایل ارتباطی شبکه

با گسترش کاربردهای شبکه‌های ارتباطی، وسایلی و تجهیزاتی به وجود آمدند که با اضافه شدن به شبکه قابلیت‌های خاصی را به آن می‌بخشند. مودم^۸ وسیله‌ای برای تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال و بالعکس و کانال ارتباطی مناسب برای انتقال اطلاعات از طریق خطوط تلفنی می‌باشد. کارت شبکه^۹ رابط میان رایانه با شبکه محلی است.

تکرار کننده^{۱۰} وسیله‌ای است که با تقویت سیگنال الکتریکی میان دو قسمت شبکه، امکان گسترش طول شبکه را فراهم می‌نماید. در پیکربندی ستاره ای قطعه‌ای مرکزی به نام هاب^{۱۱} وجود دارد که کار کنترل فعالیت، ترافیک و عیب یابی را آسان‌تر می‌کند. برای برقراری ارتباط میان قسمت‌های مختلف یک شبکه از پل^{۱۲} استفاده می‌شود. کار رساندن بسته‌های اطلاعاتی از مسیرهای صحیح به مقصد در شبکه‌های بزرگ و پیچیده توسط مسیریاب^{۱۳} انجام می‌شود.

8. طبقه‌بندی شبکه‌های ارتباطی

1 Mesh

2 Protocol

3 Strategy

4 Node

5 Client

6 Server

7 Peer-to-Peer

8 Modem

9 Network Interface Card

10 Repeater

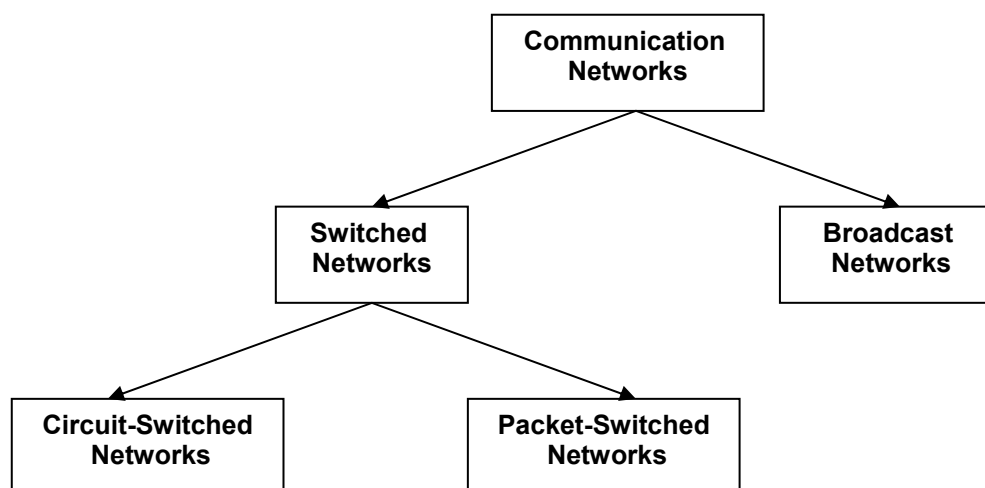
11 Hub

12 Bridge

13 Router

شبکه‌های ارتباطی را بر اساس نحوه انتقال پیام‌ها نیز می‌توان طبقه‌بندی نمود. شبکه‌های ارتباطی به دو روش اطلاعات را ارسال می‌کنند. رسانه‌های ارتباط جمعی اطلاعات را منتشر می‌کنند تا همگی بتوانند به آنها دسترسی داشته باشند. به این روش انتشار^۱ اطلاعات می‌گویند. اما در شبکه‌های اطلاعاتی معمولاً اطلاعات برای اشخاص خاص با نشانی معین ارسال می‌شوند. چنین شبکه‌هایی که مستلزم تعیین مسیر و ارسال اطلاعات به نشانی‌های مشخص می‌باشد، شبکه‌های مسیریابی^۲ نامیده می‌شود.

دو روش برای انتقال اطلاعات در یک شبکه وجود دارد: مسیریابی مداری^۳ و مسیر یابی بسته‌ای^۴. در مسیریابی مداری یک ارتباط فیزیکی بین دو نقطه برقرار می‌شود، و اطلاعات در طول این مسیر منتشر می‌شوند. این روش اصلاً مقرون به صرفه نبوده و استفاده مؤثری از پهنای باند نیز به عمل نمی‌آید. در مسیریابی بسته‌ای، پیام‌ها به واحدهای کوچکتری به نام بسته تقسیم می‌شوند. هر بسته از یک آدرس و قسمتی از اطلاعات تشکیل می‌شود و از طریق یک شبکه ارتباطی به آدرس مورد نظر انتقال یافته و در آنجا نیز کلیه بسته‌ها مجدداً ادغام می‌شوند.



1 Broadcast

2 Switched Networks

3 Switching Circuit

4 Packet Switching