

شبکه در سال ۱۹۶۰ متولد شد. نام اولین شبکه Arpanet بود که این شبکه به منظور ایجاد ارتباطات بین پایگاه های نظامی با استفاده از خطوط تلگراف و تلفن ایجاد شد. در سال ۱۹۷۰ مراکز علمی (مراکز تجاری) به این شبکه پیوستند. نکته قابل توجه این است که شبکه ها تا سال ۱۹۸۰ منسجم نبودند اما از سال ۱۹۸۰ به بعد با هم ادغام شدند و Internet را تشکیل دادند.

در سال ۱۹۸۹ وب سایت ها ایجاد شدند به دو منظور: ۱) انتقال اطلاعات ۲) یکجا و منسجم قرار گرفتن اطلاعات و همچنین امکان انتقال اطلاعات نیز وجود نداشت.

در سال ۱۹۹۰ اینترنت عمومی شد. و در سال ۲۰۰۰ IP TV, IP VO ها به روی کار آمدند.

انواع شبکه ها را بر اساس فاصله کامپیوتر ها: LAN – MAN – WAN

۱ - LAN - شبکه محلی: فاصله کامپیوتر ها از هم در حد یک ساختمان است. حدودا تا شعاع ۲۰۰ متر را پوشش می دهد.

۲ - MAN - شبکه شهری: فاصله یک شهر را پوشش میدهد. حدودا ۲۰ کیلومتر.

۳ - Wan - شبکه های گسترده: مثل اینترنت محدودیت جغرافیایی ندارد.

میانگین سرعت در شبکه های گسترده کمتر از شهری و هر دو شبکه گسترده و شهری کمتر از شبکه های محلی می باشد پس هر چه فاصله کمتر سرعت بالاتر است.

دلایل استفاده از شبکه:

۱. تبادل اطلاعات ۲. استفاده اشتراکی از منابع ۳. انجام محاسبات پیچیده

اجزای اصلی شبکه عبارتند از: End System ها - IMP - Media

EndSystem: هر ابزاری که بتواند از شبکه استفاده کند یا سرویسی را در شبکه ارائه دهد مثل کامپیوتر - لپ تاپ - چاپگر - تبلتو ...

IMP: ابزاری برای ایجاد ارتباطات

Media: رسانه انتقالی (ابزاری که انتقال داده ها را بر عهده دارد) می تواند کابلی یا بی سیم باشد

EndSystem ها به دو دسته تقسیم می شوند:

۱. Host یا server: ارائه کننده سرویسی می باشد که قرار است در شبکه در اختیار دیگر کامپیوتر ها قرار بگیرد

۲. Terminal یا Client: مشتری - سرویس گیرنده -

تفاوت Host و Terminal Host: یک کامپیوتر دائمی است که دارای آدرس ثابت است و مستقیما به شبکه متصل می شود اما Terminal یک کامپیوتر موقت است که دارای آدرس متغیر است و با واسطه Host می تواند به شبکه متصل شود.

ساختار یک شبکه گسترده را مشاهده می نمایید:

Edge : Imp. . های که لبه ی شبکه ها هستند و به End system ها متصل اند ، لبه یا Edge گویند

۱ - تبدیل دیجیتال به آنالوگ و بالعکس . ۲-تبدیل موازی به سریال و بالعکس : در کامپیوتر انتقال اطلاعات یا ۳۲ یا ۶۴ بیتی همزمان است اما روی رسانه انتقالی باید در یک باند حرکت کنند و موازی را به سریال تبدیل می کند .

لایه ۱ : ۱ Layer فقط وظیفه برقراری ارتباط را دارند . و هیچگونه مدیریتی روی اطلاعات انجام نمی دهد . مانند Hub

لایه ۲ (layer۲): علاوه بر برقراری ارتباط امکان مدیریت داده ها را نیز بر عهده دارد مانند Switch

لایه ۳ (layer ۳) امکان ارتباط بین ۲ یا چند شبکه شبکه متفاوت از هم را برقرار می کند. مانند Router این IMP وظیفه مسیر یابی دارد.

لایه ۴ (Layer ۴) توانایی کنترل ورودی و خروجی های یک شبکه را دارد مانند firewall

*لایه اول و دوم مربوط به شبکه محلی یا Lan می باشد و لایه سوم و چهارم مربوط به شبکه گسترده یا wan.

Hub/Switch : ابزاری است که مزایای هر دو را دارد . هر جا لازم باشد مانند یک سوئیچ رفتار می کند و هر جا نیاز به مدیریت نباشد همچون Hub عمل می کند . امتیاز Hub نسبت به Switch در سرعت بالای آن است

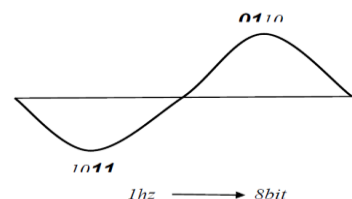
Switch/Router. با سوئیچ لایه ۳: هم می تواند سوئیچ باشد و هم می تواند مسیر یاب.

نکته ۱: مهم این است که Terminal controller یک سوئیچ لایه ۳ محسوب می شود زیرا از یک طرف به یک شبکه محلی و از یک طرف به شبکه گسترده متصل است

نکته ۲: مسیر یاب باید تمام ورودی هایش از شبکه های مختلف باشند نباید ورودی ها در یک شبکه قرار داشته باشند.

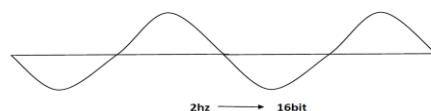
روش های انتقال داده ۱. موج سینوسی ۲. نوری

موج سینوسی: امواج می توانند بر روی خود دیتا (صفر و یک) را حمل کنند. در یک سیکل کامل اگر مثال در یک ثانیه در نظر بگیریم ۸ بیت قابل انتقال است



هر چه فرکانس بیشتر سرعت بالا تر است. پس سرعت وابسته به فرکانس است. ویژگی موج ها در این است که موج های غیر هم نوع که فرکانس هایشان متفاوت باشد روی هم تاثیر نمی گذارند ۰۱۱۰.

نوری: دیتا های (صفر و یک) را به وسیله نور انتقال می دهد.



مزیت های روش نوری ۱۰: سرعت بالا ۲۰ عدم وجود نویز برای نور

انواع Media

۱ کابلی ۲ بی سیم

انواع Media کابلی:

Coaxial - Twisted pair - Isdn - X۲۵ - Fiber optic

Coaxial: در این نوع کابل هسته مسی کار انتقال اطلاعات را انجام می دهد و روکش آن را shield می گویند حدود ۲۰۰ متر داده را می تواند انتقال دهد و سرعت آن ۱۰ mbps می باشد برای شبکه های محلی استفاده می شود.

Twisted pair یا زوج سیم به هم تابیده شده که به آن کابل زوجی نیز گویند دارای دسته بندی خاصی است که به آن category گویند. این زوج سیم به هفت دسته زیر تقسیم می شود داده را تا فاصله ۳۰-۲۰ کیلومتر انتقال می دهد و سرعت آن ۵۶ kbps است.

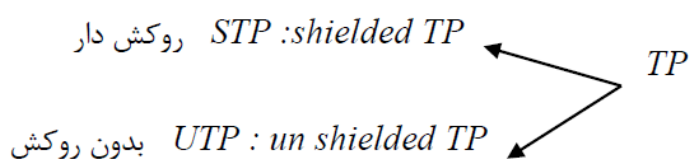
Cat۱ یک زوج به هم تابیده شده مثل خط تلفن... کابل های ۸ رشته ای Cat۵ Cat۶ Cat۷



Cat5، Cat6، Cat7 داده ها را تا شعاع ۲۰۰ متر انتقال می دهند و سرعت این سه cat برای شبکه های محلیبه ترتیب زیر است :

Cat5-100Mbps Cat6 - 1Gbps Cat7 - 10Gbps در هر سه مورد امکان افزایش فرکانس بدون تداخل وجود دارد

.نوع دیگر تقسیم بندی زوج سیم به صورت زیر است. ۱. TP



Straight کابل مستقیم : یک کابل ۵،۶،۷،۸ cat سیم درون خود دارد که نوع رنگ بندی آنها متفاوت است. ترتیب رنگ ها در ۴ زوج سیم به هم پیچیده در RJ45 مهم است. اگر دوسر سیم از استاندارد A(۹۶۸) یا دو سر از استاندارد B(۹۶۸) استفاده کنند. به این سیم **Straight** گوییم. (ترتیب رنگی دوسر کابل یکسان است)

Crostr کابل متقاطع : اگر یک سر سیم از استاندارد A(۹۶۸) و یک سر از استاندارد B(۹۶۸) استفاده کنند. به این کابل **Crostr** گوییم.

برای اتصال دودستگاه متفاوت به یکدیگر از کابل **Straight** استفاده می شود و برای اتصال دو دستگاه یکسان به یکدیگر از کابل **Crostr** استفاده میکنند.

Isdn : کاربرد اصلی این کابل در انتقال تصویر است (مثل تلفن تصویری و تلویزیون کابلی) البته داده را نیز می تواند انتقال دهد . سرعتش ۱۲۸ kbps و تا شعاع حدود ۳۰ - ۲۰ کیلومتر داده را انتقال میدهد

۲۵x : از این کابل برای انتقال فاکس با سرعت بالا استفاده می شود زیرا تلفن برای انتقال فاکس سرعتش کم است . برای انتقال داده تا شعاع ۳۰-۲۰ کیلومتر استفاده می شود و سرعت این کابل ۱.۵ mbps می باشد.

فیبر نوری : کابلی است که از تعدادی رشته ی شیشه ای تشکیل شده . نکته ۱: بالاترین سرعت در تمام این روش ها را فیبر نوری دارد . نکته ۲ : فیبر نوری انعطاف پذیر نیست یعنی قابل خم شدن نیست . نور هم شکسته نمی شود.

نکته: فیبر نوری محدودیت مسافت ندارد ولی هر یک کیلومتر به یک کیلومتر نیاز به یک تصحیح کننده ی نوری دارد.

انواع مدیا های بی سیم : Wifi Wimax Microwave Infrared لیزری

Wifi : یکی از روش های انتقال بی سیم است که فرستنده آن تا شعاع ۳۰-۲۰ متری رامی تواند پوشش دهد. سرعت آن ۵۰-۳۰ mbps می باشد نمونه این دستگاه **Access point** یا مودم های بی سیم خانگی است **wifi**. از استاندارد به نام IEEE ۸۰۲/۱۱ برای انتقال اطلاعات استفاده می نمایند. مزیت این روش در این است که کابل ندارد و قابل حمل است ولی مزیت سرعت بالا را ندارد.

- بلوتوث یک نوع **wifi** ضعیف است و تا فاصله حدودا ۱۰ متر و با سرعت حداکثر ۷۲۰ kbps می تواند داده را انتقال دهد

- یک نوع **wifi** خیلی ضعیف **NFC** است که در اتوبوس کارت ها رو جلوی آن می گیرند

- همیشه امواج بی سیم سرعت کمتری نسبت به امواجی که در کابل هستند دارند.

Wimax : فرستنده اش به وسیله امواجی که تولید می کند می تواند یک شهر را پوشش دهد. حداکثر سرعت آن ضربی از ۶۴ kbps است و تا شعاع ۳۰-۲۰ km را پوشش می دهد.

Microwave: مشابه **Wimax** سرعتش ضربی از ۶۴ kbps است و تا شعاع حدود ۳۰-۲۰ کیلومتر را پوشش می دهند. تنها تفاوت این دو در خطی بودن **Microwave** است. در ضمن در این روش دکل های آن باید در یک خط مستقیم و روبروی هم باشند.

Infrared : مادون قرمز شعاع کمی حدود ۱۰ متر را پوشش می دهد و در ضمن باید روبروی هم قرار بگیرند. سرعت آن زیر ۱ mbps است و از آن در کنترل تلویزیون استفاده می شود

لیزری : دقیقا مانند فیبر نوری است. با این تفاوت که کابل ندارد. یعنی مبدا و مقصد باید روبروی هم باشند.

توپولوژی : نحوه اتصالات برای انتقال داده ها که به ۲ دسته اصلی **Broad cast** (و **Point To Point** تقسیم می شوند

Broad cast : این یک روش پخش است. یک محیط مشترک برای ارتباطات ایجاد می شود. کامپیوتر ها به محیط مشترک متصل هستند. فرستنده پیغام خود را بر روی محیط مشترک ارسال می کند. گیرنده یا گیرنده ها پیغام را دریافت می نمایند. در **Broad cast** مسیر یابی معنا ندارد. یک مشکل این روش **collision** یا تصادم است این مشکل زمانی رخ می دهد که دو فرستنده هم زمان پیغامی را ارسال نمایند.

حل مشکل **collision** : - **TDM**: تقسیم زمان و - **FDM**: تقسیم فرکانس

۱) **TDM (Time Devision Multiplexing)** : تقسیم زمان برای فرستنده ها : مثال فرستنده های ۱ تا ۵ می خواهند همزمان پیغام ارسال کنند در این روش پیغام ها به قسمت های کوچکتر تقسیم می شوند سپس فرستنده اول در زمان اول قسمت اول پیغام خود را ارسال می نماید یعنی در زمان t_1 - t_2 (فرستنده دوم قسمت اول پیغام را در زمان t_2 - t_3) ارسال می نماید این روند تا زمانی ادامه پیدا می کند که کلیه ی پیغام های هر ۵ فرستنده ارسال شوند.

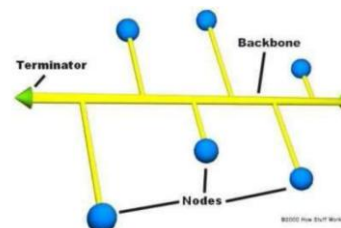
۲) **FDM (Frequency Devision Multiplexing)** : در این روش هر فرستنده ها هر کدام یک روش جداگانه برای ارسال پیغام دارند. نکته محیط اشتراک را **IMP** ها یی که یا لایه یک یا لایه دو هستند ایجاد می کنند.

Point To Point: در این روش IMP مشترک وجود ندارد و هر IMP به یک یا چند IMP دیگر متصل است. مهم ترین مساله در این توپولوژی مسیریابی است.

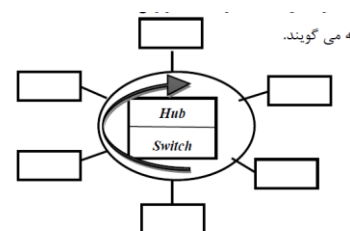
نکته : تمام IMP ها لایه ۳ می باشند زیرا باید مسیریابی انجام دهند.

انواع توپولوژی های broadcast :

۱ - Bus : یک کانال است که محیط مشترک را فراهم می کند.



۲ - Ring : یا شبکه های حلقه ای ، داده ها درون یک حلقه حرکت می کنند. در ضمن حلقه مجازی است در واقع یک محیط مشترک توسط Hub و Switch ایجاد می شود که به آن حلقه می گویند.



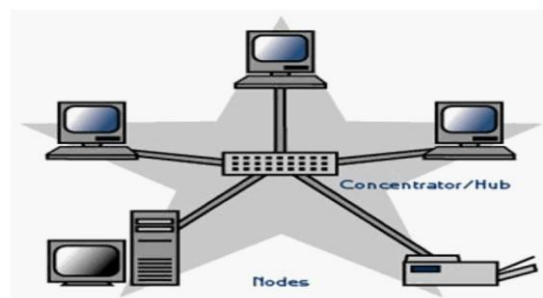
۳ - شبکه های ماهواره ای: ماهواره محیط مشترک را فراهم می کند.

نکته ۱ : همه شبکه های محلی از توپولوژی Broadcast از نوع Ring که همان (هاب و سوئیچ) است استفاده می کنند.
نکته ۲: هیچ کدام از شبکه های محلی Point To Point نیستند . در شبکه های محلی از مسیر یاب استفاده نمی شود.

انواع توپولوژی Point To Point

- IMP ها دو به دو به هم متصل اند و یک حلقه (loop) را تشکیل می دهند. در loop تمام IMP ها در لایه ۳ قرار دارند.

star : نکته قابل توجه در این بخش این است که IMP وسط حتما باید لایه ۳ باشد زیرا باید مسیریابی را انجام دهد اما IMP های کناری می توانند لایه ۱ و لایه ۲ نیز باشند.



شبکه کامل: Full mesh :

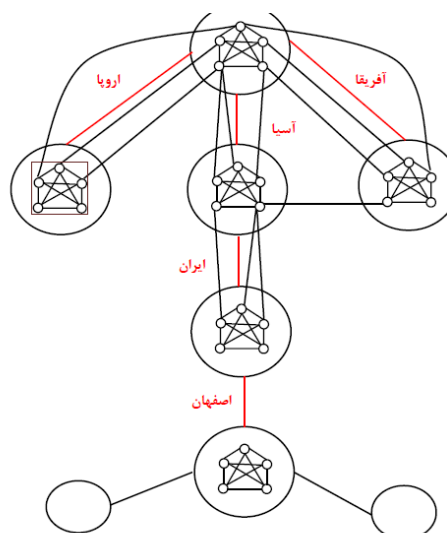
در این نوع توپولوژی تمامی ارتباطات ممکن وجود دارد. هر جا سرعت بالا بود نیاز است این شبکه را استفاده کنیم. تمام IMPها باید در لایه ۳ باشند زیرا همه مسیریابی می کنند.

شبکه درختی : پدر ها در این گراف حتما لایه ۳ هستند.

توپولوژی اینترنت:

ساختار اینترنت بیشتر به توپولوژی درختی نزدیک است اما همه توپولوژی های گفته شده در آن کاربرد دارد. روند کار در این توپولوژی بدین شکل است. یک Node اصلی داریم که در آمریکا است (۱۶ سرور در آن قرار دارد). این Node اصلی دارای چندین فرزند مانند اروپا، آفریقا، آسیا می باشد و هر کدام از فرزند ها هم به چند قسمت تقسیم می شوند. در هر Node یک ساختار full mesh داریم. اما در کل مثل یک ساختار درختی است. تمام full mesh فیبر نوری هستند

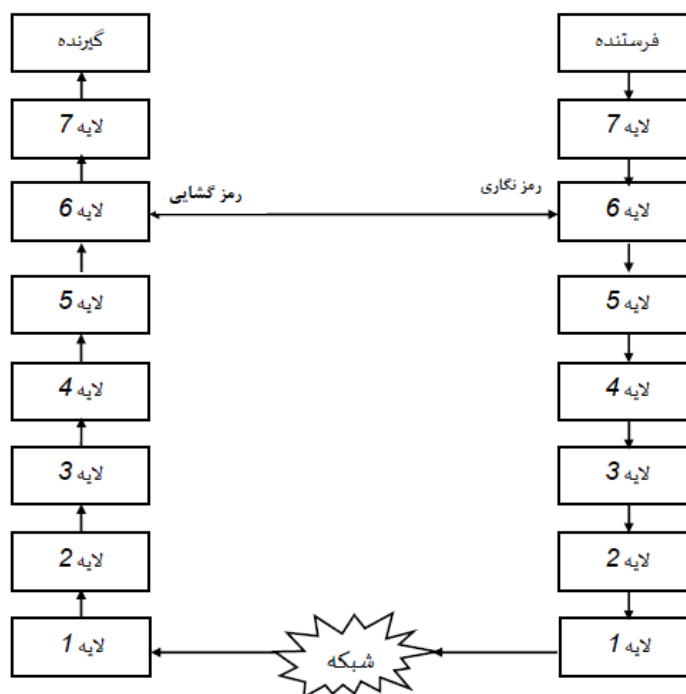
نکته: درختی کامل نیست و می تواند به روش های دیگر هم به هم متصل شوند.



معماری شبکه: منظور از معماری شبکه مرحله ای است که بر روی اطلاعات برای ارسال آنها در شبکه انجام می شود.

معماری (Open System Interconnection) OSI :

مدل عمومی است که به عنوان مدل مرجع برای شبکه استفاده می شود. یعنی مدل های عملی از روی این مدل ساخته می شوند. توضیح شکل زیر: برای فرستادن پیغام هفت لایه کار روی آن انجام می شود که به آن معماری لایه ای گفته می شود. یعنی هر عملیات در یک بخش مستقل است. شاید این سوال به ذهن شما برسد که چرا از معماری لایه ای استفاده می شود؟ زیرا پیاده سازی آن راحت تر خواهد بود.

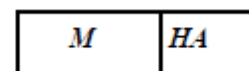


تعریف protocol : ارتباطات بین الیه های متناظر بین فرستنده و گیرنده را نشان می دهد.

لایه های مدل: OSI

لایه ۷ : کاربرد یا: Application :

اطلاعاتی که از کاربر می گیرد . در این لایه پیغام (message) نام دارد. در هر لایه با توجه به عملیاتی که آن انجام می دهد یک header به پیغام اصلی اضافه می شود.



لایه ۶ : نمایش یا presentation

در این لایه کارهای زیادی انجام می شود که ۳ تای آنها مهم هستند ۱) فشرده سازی ۲) رمز نگاری ۳) تبدیل استاندارد ها (استاندارد های فرستنده و گیرنده را به هم تبدیل می کند) در این لایه پیغام (message) نام دارد

نکته : امنیت در تمام لایه ها می تواند باشد ولی رمز نگاری فقط در لایه ۶ امکان پذیر است. چرا به این لایه نمایش می گویند؟ چون اطلاعات را قابل نمایش می کند.

<i>M</i>	<i>HA</i>	<i>HP</i>
----------	-----------	-----------

لایه ۵: جلسه یا session

ارتباط شما را با یک مقصد که لایه ۵ است را کنترل می کند. این کنترل می تواند کنترل زمانی یا کنترل دسترسی باشد) به طور کلی مدیریت ارتباطات یا مدیریت جلسه و کنترل آن بر عهده این لایه می باشد. در این لایه پیام (message) نام دارد

<i>M</i>	<i>HA</i>	<i>HP</i>	<i>HS</i>
----------	-----------	-----------	-----------

نکته: لایه های ۵ و ۶ نرم افزاری هستند.

لایه ۴: انتقال یا Transport

لایه انتقال یا حمل دو وظیفه مهم دارد ۱) پیام را به بسته های کوچکتر تبدیل می کنند جهت انتقال ساده تر ۲) تعیین نوع کانال ارتباطی (دوطرف یا یک طرفه) پیام شکسته شده در این مرحله را segment گویند

<i>M₁</i>	<i>HA</i>	<i>HP</i>	<i>HS</i>	<i>HT</i>
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------

<i>M₂</i>	<i>HA</i>	<i>HP</i>	<i>HS</i>	<i>HT</i>
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------

لایه ۳: شبکه یا Network

وظیفه لایه سوم مسیر یابی است. مسیر یابی یعنی انتخاب بهترین مسیر ممکن تا مقصد مورد نظر. دو وظیفه دیگر این لایه ۱) کنترل ازدحام ۲) کنترل بن بست می باشد. در ضمن ساده ترین کار این لایه بر روی پیام، مشخص نمودن مبدا و مقصد است. در این لایه پیام (paket) نام دارد

<i>M₁</i>	<i>HA</i>	<i>HP</i>	<i>HS</i>	<i>HT</i>	<i>HN</i>
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

لایه ۲: پیوند داده ها یا Data link

وظایف زیادی دارد اما این دو از همه مهم تر هستند: ۱) کنترل خطا که البته این امکان در لایه ۴ نیز وجود دارد ۲) ایجاد فریم

HD همان Header Data Link حاوی چیست؟ اطلاعاتی که فرستنده بر روی پیام قرار می دهد که گیرنده به کمک آن مدیریت خطا را انجام دهد یعنی ببیند خطا کجاست و آن را اصلاح کند.

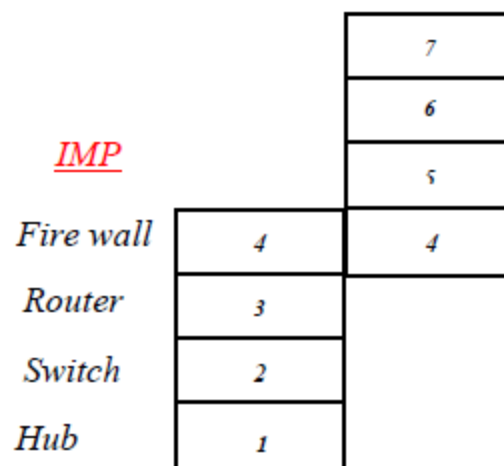
<i>M₁</i>	<i>HA</i>	<i>HP</i>	<i>HS</i>	<i>HT</i>	<i>HN</i>	<i>HD</i>
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

لایه ۱: فیزیکی یا physical

فریم را که دریافت کرد به صورت بیت های پشت سر هم انتقال می دهد.

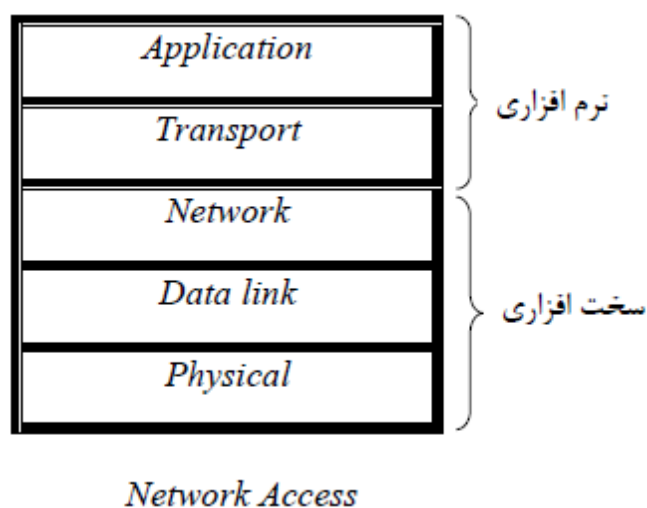
جایگاه لایه شبکه:

در شبکه End System ها وجود دارند که لایه ۵ و ۶ و ۷ به کامپیوتر وصل اند. لایه های ۱ و ۲ و ۳ در IMP هستند و لایه ۴ بعضی وقت ها در End System و بعضی وقت ها در IMP قرار می گیرند.



مدل TCP/IP

پروتکلی است که امروزه از آن برای ارتباط بین کامپیوتر ها هم در اینترنت و هم در شبکه های محلی استفاده می شود



مدل Client/server :

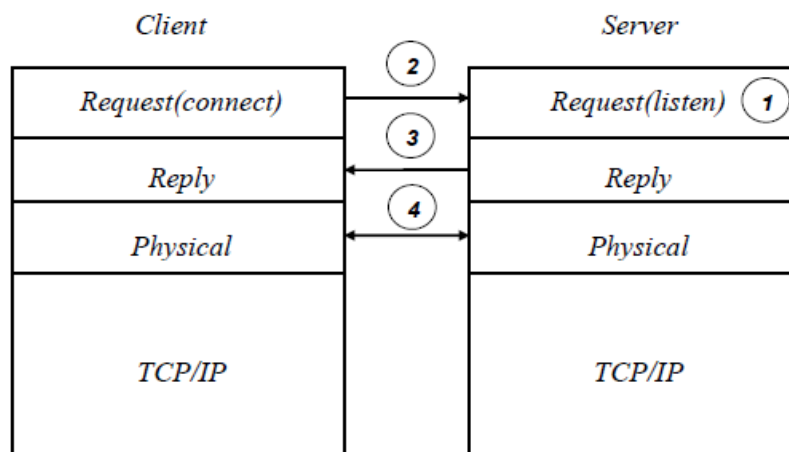
یک مدل کلملا نرم افزاری است. که بر روی یکی از مدل های شبکه اجرا می شود. روند کار بدین صورت است

مرحله ۱) یک server ابتدا گوش به زنگ دریافت یک اتصال از طرف Client است

۲- درخواست Client از server

۳ - server می تواند بپذیرد یا نپذیرد

۴- در لایه بعد از طریق لایه فیزیکی می تواند انتقال اطلاعات داشته باشد.



ماهیت خطا:

وقتی که یک پیغام از طرف فرستنده به صورت M ارسال شود اما به صورت M' به دست گیرنده برسد می گویند خطا رخ داده

است فرستنده $M=11011101$ گیرنده $M'=11000011$

در واقع خطا : E) به این معنا است که بیت های صفر به یک تبدیل شوند و یا بر عکس.

- چرا خطا ایجاد می شود؟ بر اثر وجود نویز در مدلی

ویژگی های خطا: ۱- ناگهانی بودن خطا ۲- انفجاری بودن خطا

ناگهانی بودن خطا: خطا قابل پیش بینی نیست. یعنی هیچ شبکه بدون خطایی وجود ندارد.

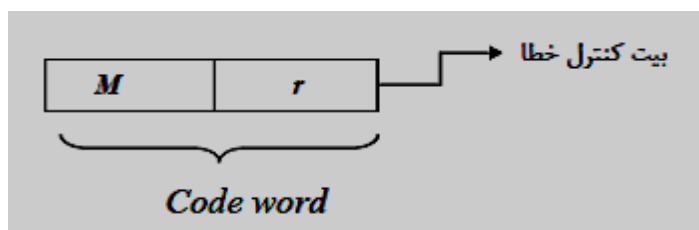
انفجاری بودن خطا: یعنی چندین بیت پشت سر هم از بین می رود نه یک بیت. خطا ماهیت دقیقی ندارد که سر یک بیت خاص برود و فقط آن را خراب کند

نحوه برخورد با خطا

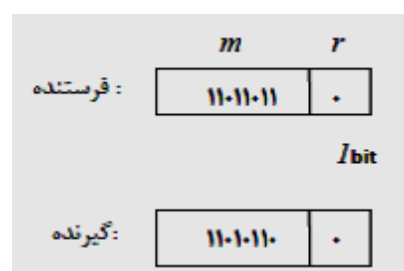
Error detection کشف خطا: در این روش اگر گیرنده متوجه شد پیغام خطا دارد به فرستنده اعلام می کند پیغام را مجدداً ارسال کند. اما قادر به تصحیح آن نیست.

Error Recovery اصلاح خطا: گیرنده علاوه بر تشخیص خطا خود اقدام به اصلاح خطا می نماید.

: Code word



روش کشف خطای تکی: توازن زوج --- در فرستنده فقط یک بیت اضافه می کند . (در ضمن مقدار این یک بیت را طوری در نظر می گیریم که تعداد یک های آن زوج شود)



نکته : در این روش اگر در دو بیت خطا رخ دهد گیرنده قادر به تشخیص آن نخواهد بود زیرا خطا ها یکدیگر را می پوشانند
روش اصلاح خطای تکی:

تعریف فاصله همینگ : حداقل تعداد بیتی که در یک روش کنترل خطا تغییر کند یا خراب شود ولی گیرنده متوجه خطای آن نشود. مثلا فاصله همینگ در توازن زوج حداقل ۲ بیت است (یعنی اگر دو بیت خراب شود متوجه نخواهد شد)
فاصله همینگ: رابطه ی بین فاصله همینگ ، تعداد کشف خطا ، و تعداد اصلاح خطا را بیان می کند .

فاصله همینگ	تعداد کشف خطا	تعداد اصلاح خطا
d	$d-1$	$d-1/2$
3	2	$2/2=1$

نکته: اگر بخواهید در گیرنده یک بیت را اصلاح کنید باید از روشی استفاده کنید که فاصله همینگ در آن ۳ باشد
کاربرد فاصله همینگ چیست؟ فاصله همینگ با تعداد بیت های ۲ در ارتباط است . اگر بخواهید فاصله همینگ ۳ شود بیت های ۲ از رابطه زیر به دست می آید

$$M+r+1 \leq 2^r$$

M: تعداد بیت های پیام اصلی .

r : مجهول است در واقع نشان دهنده تعداد بیت هایی است که باید به پیغام فرستنده اضافه شود

چند جمله ای معادل یک پیغام.:

هر جا یک است X را می نویسیم و هر جا صفر است X را نمی نویسیم.

43210
۱۱۰۱۰ (مثال ۱)

$$X^4 + X^3 + X$$

321
۱۰۰۱ (مثال ۲)

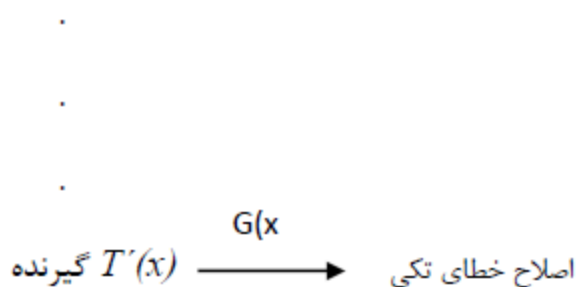
$$X^3 + 1$$

عملیات بازنویسی ۲

عملیات ریاضی بر روی اعداد باینری که جمع و تفریق در آن به صورت XOR است.

چند جمله ای $G(x)$: یک پیغام عمومی است که بین فرستنده و گیرنده توافق می شود. فرستنده توسط این پیغام یعنی $G(x)$ یا Codeword یا همان $T(x)$ را می سازد و گیرنده توسط این پیغام اصلاح خطا را انجام می دهد.

$T(x)$: فرستنده



روش الگوریتم CRC:

یکی از الگوریتم های اصلاح خطای تکی الگوریتم CRC است. که ۲ بخش دارد یکی فرستنده (سمت فرستنده) و یکی گیرنده (سمت گیرنده). در طرف فرستنده اولین کار یک $G(x)$ باید بدست می آورید.

تعیین $G(x)$: یک پیغام عمومی است که ۲ شرط دارد: ۱- از درجه ۲ باشد. با توجه به پیغام ۲ بدست می آید سپس $G(x)$ را از فرمول $2^r + 1$ محاسبه می شود. ۲- بیت های اول و آخر آن حتما یک هستند ولی بیت های وسط مهم نیستند.

نکته ۱: در صورتی که باقیمانده دارای یکبیت با مقدار ۱ باشد خود نشان دهنده $E(x)$ است

نحوه برخورد با خطای Burst: در شبکه های کامپیوتری معمولاً بیش از یکبیت خرابی شود در صورتی که روشهای بیان شده برای کشف خطای تکی می باشند برای حل این مشکل از روش زیر استفاده می کنیم. در این روش از هر پیغام فقط یکبیت آن را ارسال می کند در صورتی که یکی از این پیغام های جدید دچار خرابی شوند و چند بیت آنها خراب شوند از هر پیغام فقط یکبیت خراب شده توسط الگوریتم CRC قابل اصلاح است.

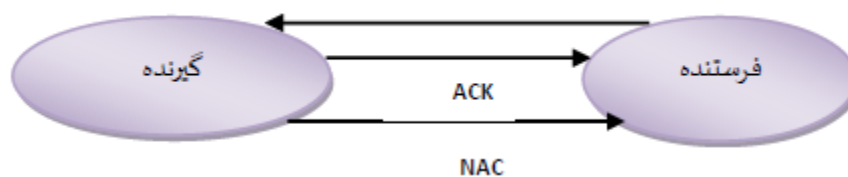
T_1	1	1	0	1	0	1
T_2	1	0	1	1	0	1
T_3	1	0	0	1	1	1
T_4	0	1	1	0	0	1
T_5	1	0	1	0	0	1

تشخیص خرابی یا خطا توسط الگوریتم: CRC

خطا یا در طرف فرستنده قابل تشخیص است یا در طرف گیرنده

در طرف گیرنده: خطا را گیرنده تشخیص می دهد.

وقتی فرستنده یک پیغام را به گیرنده می هد و گیرنده پیغام را دریافت می کند اگر درست بود یا خطا داشت ولی قادر به اصلاح خطا بود به فرستنده پیغام می دهد که پیام را به درستی دریافت کرده است (ACK) (اما اگر خطا را تشخیص دهد اما قادر به اصلاح آن نباشد پیغام (NAK) را که همان پیغام دریافت غلط است را ارسال می کند چرا گیرنده پیغام (ACK) را ارسال می کند؟ تا فرستنده به پیغام بعدی پیغام را ارسال کند.



در طرف فرستنده: خطا را فرستنده تشخیص می دهد.

اگر فرستنده پیغامی را ارسال کند اما وسط راه گم شود و اصلاً به دست گیرنده نرسد گیرنده چون نمیدانست قرار است برای او پیغام ارسال شود جواب هم نمیدهد بنابراین خود فرستنده باید متوجه شود پیغام گم شده است.

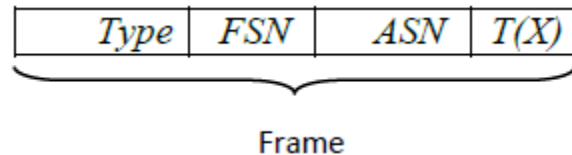
هر فرستنده یک تایمر دارد که پاسخی از گیرنده باید در زمان مشخص دریافت شود اگر زمان گذشته باشد می گوئیم Time out شده و به پیغام گم شده Last packet یا پیغام گم شده گوئیم.

- وظایف لایه پیوند داده ها :

۱ - کنترل خطا

۲ - ایجاد فریم

ایجاد فریم : وظیفه دوم لایه پیوند داده ها ایجاد فریم است پیغامی که تا به حال ایجاد کردیم $T(X)$ ، سه بخش به آن اضافه می کنیم و آن را ارسال می کنیم. در لایه دوم Frame ارسال می شود.



قسمتهای مختلف شکل بالا را بهاجمال توضیح می دهیم :

Type: نوع فریم رامشخص می کند که سهنوع دارد:

Data: فرستندهبهگیرندهارسال می کند

ACK: پاسخدریافتصحیح

NAK: پاسخدریافتغلط

FSN: شمارهفریم ارسالی

تمام پیغام هایی کهارسال می شوند دارای FSN، صفر هستند مگر اینکه فرستندهمجبور شودپیغام رادو یا چند بارارسال کند.دفعه دوم FSN، یک می شود پس می توان گفت FSN عملاً تعدادتکرارازارسال یکپیغام را نشان می دهد.

نکته : تعداد حداکثرتکراریکپیغام بستگی داردبهاینکه طول FSN چند بیتباشد مثال اگر طول FSN، دو باشد تعداد ارسال ها به شرح زیر است.

0	0
---	---

 0

0	1
---	---

 1

1	0
---	---

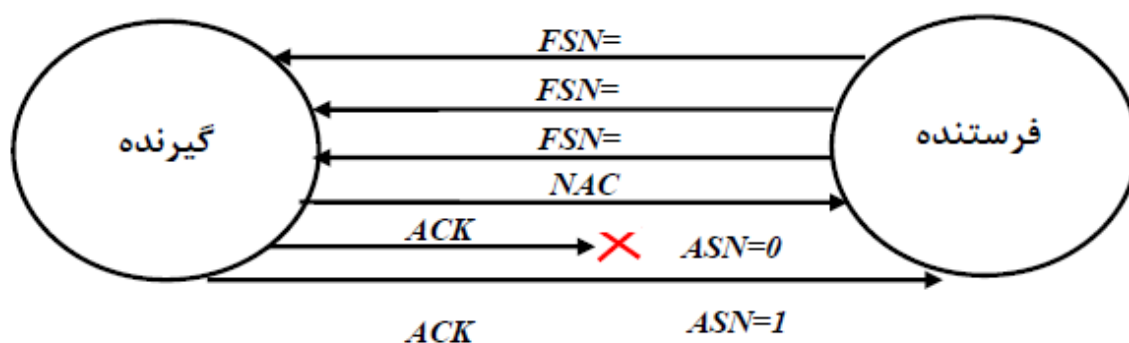
 2

1	1
---	---

 3

ASN شماره ACK ارسالی : وقتی که یک فرستنده یک پیغام رابه یک گیرنده می دهد اما باراول که ارسال گیرنده دریافت کرد ولی با خطا، بار دوم درست دریافت کرده و پیغام ACK را ارسال می کند اما جوابش به دست فرستنده نمی رسد فرستنده فکر می کند اینبار پیغام وسط راه خراب شده است یکبار دیگر پیغام را ارسال می کند بار سوم گیرنده یکبار دیگر پاسخ ACK خود را با ASN، یک به فرستنده ارسال می کند

نکته : تمام مواردی که برای FSN گفته شد برای ASN نیز صادق است اما در طرف گیرنده



کاربرد ASN و FSN : برای جلوگیری از دریافت پیغام های تکراری و همچنین حفظ ترتیب ارسال و دریافت پیغام ها استفاده می شوند