# به نام خدا


# درس برنامه‌سازی پیشرفته

## شبکه

**دانشکده مهندسی کامپیوتر**

دانشگاه صنعتی شریف

نیم سال دوم ۹۹ـ۹۸

---

اساتید:

**مهدی مصطفی‌زاده، ایمان عیسی‌زاده، امیر ملک‌زاده، علی چکاه**

نگارش و تهیه محتوا:

**علیرضا ضیایی، سجاد ریحانی، محسن دهقان کار**

تنظیم داک:

**امیرمهدی نامجو**

# فهرست

# شبکه چیست؟

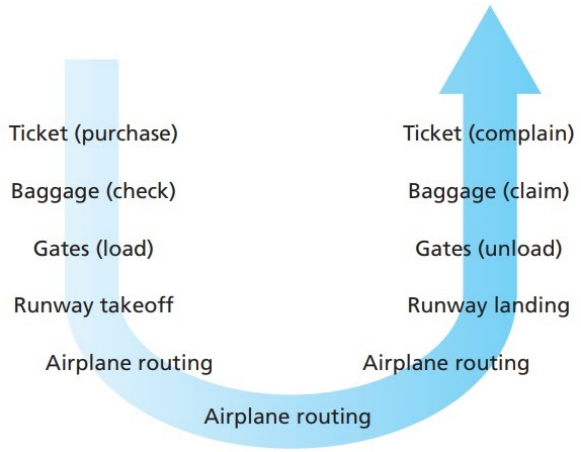
به مجموعه‌ای از کامپیوترهای متصل به هم و زیر ساخت‌های ارتباطی(مانند Switch، Router، Firewall و ...) آن‌ها یک شبکه گفته می‌شود. بزرگ‌ترین شبکه کامپیوتری در جهان همین اینترنت است.

# لایه‌های شبکه

شبکه‌های کامپیوتری (مثل اینترنت) پیچیدگی‌های زیادی دارند، به همین خاطر برای توصیف آن‌ها از لایه بندی شبکه استفاده می‌شود. به این صورت که شبکه و پروتکل‌های آن را به صورت یک سری لایه بررسی می‌کنند که هر لایه از سرویسی که لایه زیرینش فراهم می‌کند استفاده کرده و سرویسی را به لایه‌ی بالاتر خود ارائه می‌دهد.

برای روشن شدن لایه‌های شبکه به این مثال توجه کنید. ما روزانه با سیستم‌های پیچیده‌ای سروکار داریم. فرض کنید فردی از شما می‌خواهد که برایش سیستم حمل و نقل هوایی را توصیف کنید. یکی از شیوه‌های توصیف این سیستم می‌تواند این گونه باشد که کارهایی را که یک فرد تا رفتن به مقصد باید انجام دهد را لیست کنیم.

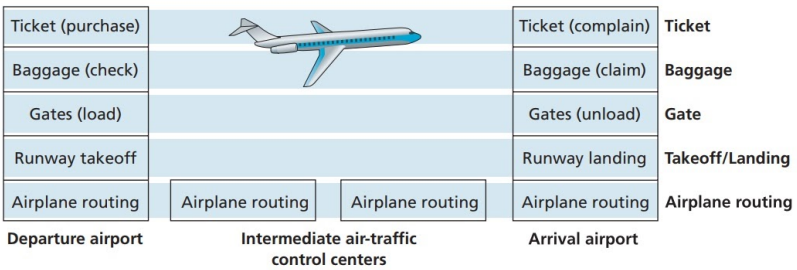
مثلا ابتدا بلیط تهیه می‌کنیم، چمدان‌هایمان چک می‌شوند، به گیت می‌رویم و نهایتا سوار هواپیما می شویم. سپس هواپیما پرواز می‌کند و مسیرش را تا مقصد می‌پیماید. بعد از فرود آمدن هواپیما، به گیت می‌رویم، چمدان‌هایمان را می‌گیریم. این سناریو در تصویر زیر خلاصه می‌شود.




اتفاقی که در شبکه می‌افتد این است که تعدادی بسته اطلاعات (data packets) قرار است از کامپیوتر مبدا به مقصد بروند. همان طور که مشهود است، این کار شباهت‌هایی با سفر با هواپیما دارد.

آنچه در توصیف هواپیما گفتیم را به‌خاطر بیاورید، با توجه به شکل زیر این فرایند را بگونه‌ای دیگر نمایش می‌دهیم. دقت کنید که:

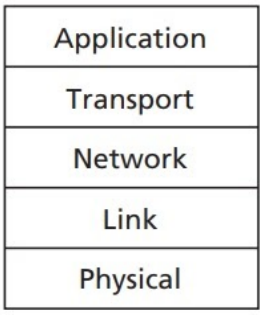
- برای سوار شدن هواپیما باید فرآیند خرید بلیط را انجام دهیم (ticketing function) سپس از طرف دیگر هنگام پیاده شدن از هواپیما در مقصد نیز بلیط چک می‌شود (ticketing function).
- قبل از سوار شدن در هواپیما (مبدا) ، چمدان‌هایمان را تحویل می‌دهیم (baggage function) و از سوی دیگر در شهر مقصد چمدان‌هایمان را تحویل می‌گیریم (baggage function)
- ...



با توجه به این شکل، سفر با هواپیما ساختار خاصی پیدا می‌کند و ما می‌توانیم کارهای مختلفی را که انجام می‌دهیم (مثلا کارهای مربوط به تهیه و نشان دادن بلیط) به شکل افقی یا لایه‌ای توصیف کنیم. مثلا کارهای مربوط به بلیط یک لایه هستند و کارهای مربوط به baggage یک لایه دیگر محسوب می‌شوند.

اگر دقت کنید، هر لایه همراه با لایه‌های زیرین خود به نوعی یک عملکرد و سرویس را پیاده سازی می‌کند. مثلا لایه‌ی بلیط به همراه لایه‌های زیرین، کار انتقال مسافر از پیشخوان یک فرودگاه به پیشخوان فرودگاه دیگر را پیاده سازی کرده‌اند و لایه‌ی مربوط به بار (baggage) کار انتقال چمدان‌های مسافران را پیاده سازی می‌کند (که به نوعی یک سرویس برای انتقال مسافران است و این سرویس تنها برای مسافرانی است که بلیط دارند). در لایه Airplane Routing عملیات مسیریابی هواپیما پیاده سازی شده است.

همان طور که دیدیم، به کمک ساختاری لایه‌ای توانستیم این سیستم پیچیده را (تاحد خوبی ساده‌تر) توصیف کنیم. در شبکه کامپیوتری نیز ارتباط بین راس‌های مختلف شبکه (node) را با ساختاری لایه‌ای توصیف می‌کنیم. بطور کلی پروتکل‌های شبکه را می‌توان به ۵ لایه‌ی زیر تقسیم کرد:




**Five-layer Internet protocol stack**

فرض کنید دو برنامه داریم که بر روی دو کامپیوتر جدا از طریق شبکه با هم در ارتباط هستند:

۱. **Application layer**: این لایه در واقع API یا واسطی است که به وسیله‌ی آن این دو برنامه حرف همدیگر را می‌فهمند. مثلا برنامه نویس قرارداد (protocol) می‌کند که برنامه اول به برنامه دوم در ابتدا یک رشته "salam" بفرستد. سپس برنامه دوم در

جواب این رشته بتواند یکی از دو رشته‌ی "Aleik" و یا "Bye" را بفرستد و اگر برنامه دوم "Aleik" را فرستاده بود برنامه اول ...

مثلا HTTP از پروتکل‌های لایه اپلیکیشن است که در وب بسیار کاربرد دارد.

۲. **Transport layer**: این لایه پایین‌تر از لایه Application قرار دارد (در واقع ارتباط بین این دو لایه از طریق سوکت (socket) برقرار می‌شود که در مورد آن صحبت خواهد شد). همان طور که می‌دانیم، در کامپیوتر ما چندین برنامه در حال ارتباط با شبکه هستند. پس اگر برنامه اول (از کامپیوتر اول) پیامی را به سمت کامپیوتر دوم می‌فرستد، این کامپیوتر باید به نحوی بفهمد که این پیام برای کدام برنامه است. این عملیات در این لایه پیاده سازی شده است. در واقع به هر برنامه (process) که منتظر دریافت پیام از شبکه است (listening)، یک عدد به اسم پورت نسبت داده می‌شود که با استفاده از آن برنامه مقصد بطور یکتا در کامپیوتر مشخص می‌شود .TCP و UDP، دو پروتکل این لایه محسوب می‌شوند.

۳. **Network Layer**: حال فرض کنید برنامه اول پیامش (packet) را فرستاد. این پیام چگونه باید به کامپیوتر مقصد برسد؟ فرایند مسیریابی (routing) در شبکه توسط این لایه پیاده سازی شده است. در واقع هر میزبان (host)، یک آدرس یکتایی خواهد داشت به اسم IP address. برای فرستادن یک بسته، برروی آن IP مقصد برچسب می‌خورد و با سرویس‌هایی که این لایه فراهم می‌کند، این بسته به مقصد می‌رسد.

**بیشتر بدانید:)**

در حال حاضر دو نسخه از IP پیاده شده است که به IP های رایج که به فرمت X.X.X.X بوده و ۳۲ بیتی هستند IPv4 گفته شده و به IP هایی که به فرمت X:X:X:X:X:X:X:X و ۱۲۸ بیتی هستند IPv6 می‌گویند.

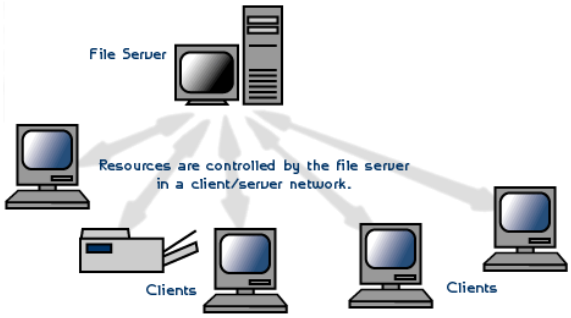
- رنج‌های IP:
  - IP های محلی: این بازه از IP ها فقط درون همان شبکه معتبر و یکتا است و عملا خارج از اسکوپ(scope) آن شبکه اعتبار ندارد و دیگر یکتا نیست.
    ۱. 10.0.0.0 تا 10.255.255.255
    ۲. 172.16.0.0 تا 172.31.255.255
    ۳. 192.168.0.0 تا 192.168.255.255
  - IP های عمومی: تمامی IP ها به جز IP محلی از این نوع هستند.
- این لایه و لایه‌های بعدی بطور کلی مسئولیت مسیریابی و یافتن مسیر بهینه (با توجه به سیاست‌های شبکه) برای رسیدن هر بسته به مقصد مورد نظر با استفاده از تجهیزات (مثل سوییچ ، روتر و ...) و پروتکل‌هایی که در این لایه و دو لایه بعد وجود دارد (IP در این لایه و به طور مثال Ethernet در لایه بعدی و ...) را بر عهده دارند که با توجه عدم نیاز به آشنایی با لایه‌های بعدی و پروتکل‌های آن در این پروژه، در مورد لایه‌های بعد صحبتی نمی‌کنیم.

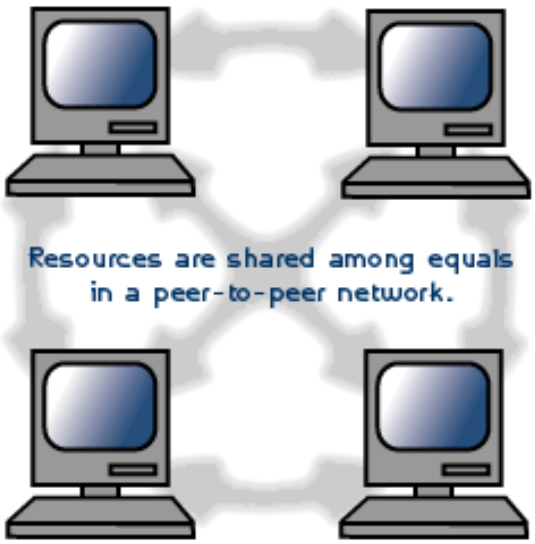
# معماری شبکه

معماری شبکه به طراحی فیزیکی و منطقی نرم افزار ، سخت افزار، پروتکل‌ها و رسانه انتقال داده‌ها می‌پردازد. به زبان ساده‌تر می‌توان گفت که چگونه کامپیوترها ساماندهی شده و با هم ارتباط گرفته و چگونه وظایف به رایانه اختصاص می‌یابد.

معماری شبکه به دو نوع عمده Peer-To-Peer و Client-Server تقسیم می‌شود.

شبکه Peer-To-Peer شبکه‌ای است که در آن کلیه رایانه‌ها با امتیاز و مسئولیت برابر برای پردازش داده‌ها بهم متصل می‌شوند.



# معماری Client-Server

مدل Client-Server که بسیاری از شبکه‌ها بر مبنای این مدل کار می‌کنند شامل یک برنامه در نقش سرور و چندین برنامه در نقش کلاینت است. منابع و اطلاعات همگی در سمت سرور نگه داشته می‌شوند و کلاینت‌ها بعد از اتصال به سرور با ارسال درخواست اطلاعات را از سرور می‌گیرند و یا اطلاعات جدید را به سرور می‌دهند.

ارتباط کلاینت‌ها و سرور از طریق سوکت برقرار خواهد شد. سوکت بیانگر یک سر از یک ارتباط دوطرفه بین دو برنامه است. هر سوکت اطلاعات مربوط به آی پی و پورت ارتباط را نگه میدارد و دریچه ارسال و دریافت اطلاعات به آن سوی ارتباط نیز هست.

اگر آدرس‌دهی یک شبکه را با فرایند آدرس‌دهی یک سیستم که بر پایه اداره پست کار می‌کند، مقایسه کنید، آنگاه متوجه خواهید شد که آدرس آی‌پی میزبان نقش آدرس یک ساختمان را داشته و درگاه (پورت) شبیه به شماره واحدی است که درون یک ساختمان قرار دارد و سوکت نیز مانند صندوق پست آن واحد است . یک سوکت شامل هر دو گروه آدرس آی‌پی میزبان و پورت TCP یا UDP مربوط به یک برنامه است که با یک علامت جداکننده این دو مقدار از یکدیگر جدا شده‌اند. (مثلا 172.0.0.1:8000)

سوکت‌ها دو نوع مهم دارند:

۱. سوکت‌های استریم که از پروتکل TCP برای انتقال داده استفاده می‌کنند.

۲. سوکت‌های دیتاگرام که از پروتکل UDP برای انتقال داده استفاده می‌کنند.

پروتکل TCP (transmission control protocol) یک پروتکل ارتباط محور (connection oriented) است و عملکرد آن بدین صورت است که براي هر پکت ارسالي توسط کامپیوتر مبدا، باید یک پکت از سرور مقصد، مبنی بر دریافت صحیح و بدون نقص پکت دریافت کند. اگر طی زمان مشخصی این پیام توسط مبدا دریافت نگردد، فرایند ارسال پکت مجددا تکرار خواهد شد و کاربرد آن بیشتر در مواردي است که نیاز به اطمینان از صحت انتقال اطلاعات داریم. (مثل ارتباط اپلیکیشن بانکی با سرور بانک)

پروتکل UDP (User Datagram Protocol) یک پروتکل غیر ارتباط محور (connectionless) است. بر خلاف TCP در این پروتکل هیچ گونه پیامي مبني بر دریافت پکت از سوي سرور ارسال نشده و بیشتر در مواردی مانند انتقال صوت یا ویدئو که پهناي باند در این موارد از

اهمیت بالایی برخوردار است بکار می‌رود زیرا در صورت استفاده از پروتکل TCP، ترافیک هر پیام تایید به ازای دریافت پکت، خود باعث اشغال پهناي باند خواهد شد.

## شبکه در جاوا

کلاس Socket و ServerSocket که در کلاس و حل تمرین نحوه استفاده و پیاده‌سازی آن تدریس شده، از نوع TCP هستند. برای آشنایی بیش‌تر می‌توانید به اینجا و برای هندل کردن همزمان چند کلاینت به اینجا مراجعه کنید.

همچنین برای آشنایی با پیاده سازی پروتکل HTTP در جاوا می‌توانید به این لینک مراجعه کنید.

از آنجایی که در پروژه شما سرعت و حجم انتقال داده‌ها اهمیت چندانی ندارد نیازی به استفاده از سوکت udp ندارید اما برای آشنایی بیشتر با پیاده سازی این مدل می‌توانید به لینک های زیر مراجعه کنید.

A Guide To UDP In Java

TCP vs UDP - Difference and Comparison

به طور خلاصه ارتباط بین سرور و کلاینت (مدل TCP) به طریق زیر صورت می‌گیرد:

۱. سرور یک سوکت بر روی پورت مثلا 6666 می‌سازد و به آن گوش می‌کند:

```
//Server side
ServerSocket ss=new ServerSocket(6666);
```

۲. کلاینت نیز یک سوکت می‌سازد و روی همان پورت درخواست اتصال می‌دهد:

```
//Server side
//Client side
Socket s=new Socket("localhost",6666) ;
//localhost == 127.0.0.1
```

۳. سرور با دریافت درخواست اتصال آن را تایید می‌کند و دو طرف به هم وصل می‌شوند:

```
//Server side
Socket s=ss.accept();
```

۴. دو طرف از طریق سوکت سمت خودشان شروع به تبادل داده می‌کنند:

```
//Client side
DataOutputStream dout=new DataOutputStream(s.getOutputStream());
    dout.writeUTF("Hello Server");
```

```
//Server side
DataInputStream dis=new DataInputStream(s.getInputStream());
String  str=(String)dis.readUTF();
```

دقت کنید که پورتی که سرور می‌خواهد استفاده کند نباید در اختیار(bind) برنامه دیگری باشد، برای فهمیدن اینکه چه پورت‌هایی توسط سیستم یا برنامه های دیگر در حال استفاده هستند می‌توانید به این لینک ها مراجعه کنید: ویندوز ، لینوکس

## معماری Peer-To-Peer

برای مطالعه در مورد این معماری که از موارد امتیازی این فاز است، به داک P2P مراجعه کنید.

## Authentication Token

Token یک کلید برای ارتباط بین کلاینت و سرور است. برای هر کاربر پس از احراز هویت توسط نام کاربری و رمز عبور یا هر روش دیگر، یک Token از سمت سرور مشخص می‌شود که از آن به بعد، پیام‌های ارسالی توسط کاربر به وسیله ی آن Token در سرور شناسایی می‌شوند. این Token ها می‌توانند محدودیت زمانی استفاده داشته باشند و برای رعایت امنیت باید پس از هر بار ورود دوباره‌ی کاربر Token جدیدی به او اختصاص داده شود.

پیاده سازی توکن در ارتباط بین کلاینت و سرور فروشگاه از موارد امتیازی این فاز است.
برای مطالعه بیشتر در مورد توکن به این لینک مراجعه کنید:

The Ins and Outs of Token Based Authentication