



جلسه چهاردهم

فرآیند (Process)

در این بخش مفهوم فرآیند (process) و نکاتی که در مورد فرآیندها در یک سیستم توزیع شده وجود دارد، بررسی خواهد شد. اگر بخواهیم در ابتدا یک مرور کلی بر تعریف فرآیند و نخ (Thread) داشته باشیم می‌توان به عنوان یک تعریف کلی عنوان کرد که فرآیند یک برنامه در حال اجرا است و نخ تعریف مشابهی مانند فرآیند دارد. به عبارت دیگر نخ‌ها به عنوان اجزایی از فرآیندها شناخته می‌شوند که می‌توانند به طور همزمان فعالیت کرده و کارپردازی انجام دهند. قطعاً نخ زیر مجموعه‌ای از یک فرآیند است و عنوان می‌شود که ریزدانگی کوچکتری نسبت به فرآیندها دارد و قطعاً در یک فرآیند مجموعه نخ‌ها با یکدیگر همکاری خواهند کرد تا هدف اصلی آن که همان انجام وظیفه مربوط به یک فرآیند است برآورده شود. آنچه که مفهوم نخ‌ها و فرآیندها را در یک سیستم توزیع شده بااهمیت می‌سازد این است که سیستم‌های توزیع شده اجازه می‌دهند که مشتری‌ها و سرورها به گونه‌ای ایجاد شوند که ارتباطات و پردازش محلی آنها بتواند به صورت همزمان (Overlap) انجام شود. برای ایجاد این همزمانی یکی از نکات مهم و یکی از ابزارهای مهم استفاده از نخ‌ها و یا فرآیندها است. اما آنچه بدیهی است و می‌دانید این است که Context یا بستری که یک نخ بر روی آن اجرا می‌شود معمولاً بسیار ساده‌تر از Context مربوط به یک فرآیند است. در مورد نخ‌ها معمولاً تنها CPU context switch انجام می‌شود و حفاظت از نخ‌ها در مقابل یکدیگر در سطح یک Process در اختیار Application developer یا نویسنده برنامه است. در صورتی که حفاظت از فرآیندها در مقابل دسترسی غیرمجاز به فضای آدرس و داده‌های آنها در اختیار سیستم عامل است و این قضیه، Context یا فضای اطلاعاتی مربوط به فرآیندها را به مراتب پیچیده‌تر از نخ‌ها می‌سازد.

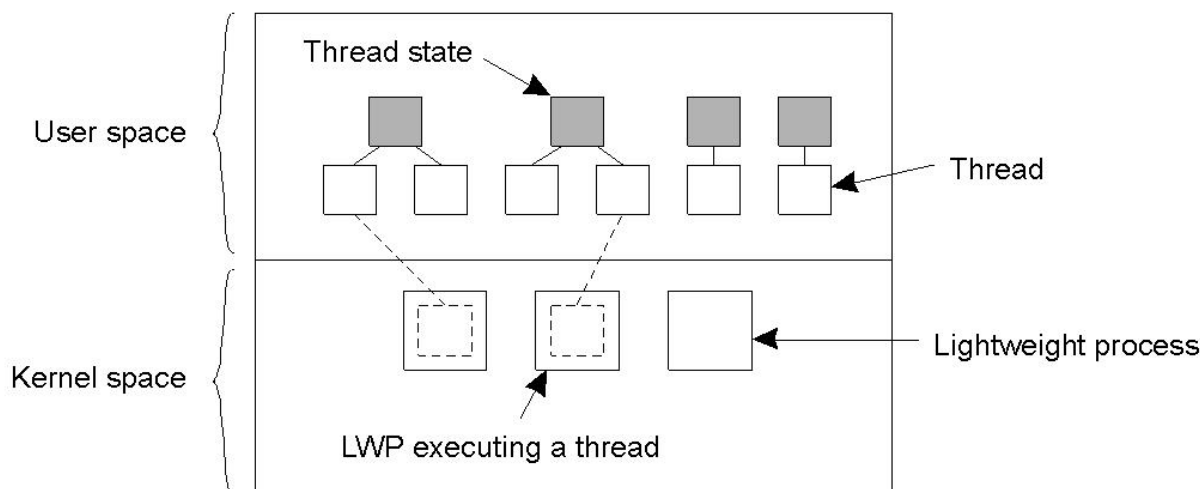
چند نخی (Multithreading)

چندنخی (Multithreading) مفهوم دیگری است که در حوزه نخ‌ها قابل بررسی است. چندنخی به نوعی یک (parallelism) اجرای موازی است که بر روی سیستم‌های چند پردازنده‌ای ایجاد می‌کنند و کارایی آن

در برنامه های بزرگ است. از دیدگاه مهندسی نرم افزار نیز می توان مفهوم چندنخی را توجیه کرد. از این دیدگاه چندنخی از آن جهت حائز اهمیت است که برنامه های بسیاری می توانند ساده تر ایجاد شوند اگر آنها را به صورت مجموعه ای از نخ ها یا اجزای کوچکتری که با یکدیگر همکاری می کنند مدل کرد. اما از مباحث پیشین به یاد دارید که پیاده سازی نخ ها در دو حالت سطح کاربر یا **User level** و در سطح هسته یا **kernel level** امکان پذیر بود. وقتی که نخ ها را در سطح کاربر پیاده سازی می کنیم آنگاه ایجاد و انجام **Context switch** آسان خواهد شد، چرا که اینها مفاهیمی خواهند بود که بر عهده کاربر است اما در این حالت **Blocking** یک **thread** معادل **process blocking** خواهد بود، یعنی با متوقف شدن یک نخ، کل **process** متوقف می شود. چنانچه نخ در سطح **kernel** یا هسته پیاده سازی شود آنگاه **switching** یا انتقال کنترل اجرا از یک نخ به نخ دیگر مشابه با مفهوم سوئیچینگ فرآیندهاست، به این معنی که از دیدگاه هسته نخ ها اجزای مجزایی هستند و زمان بندی آنها در هسته سیستم عامل انجام می شود.

فرآیندهای سبک وزن (Light weight process)

مفهوم دیگری که بسیار در سطح نخ ها حائز اهمیت است، مفهوم فرآیندهای سبک وزن یا **Light weight process (LWP)** است. فرآیندهای سبک وزن را به عنوان یک حالت ترکیبی از نخ های سطح کاربر و نخ های سطح هسته می شناسیم. در شکل نمونه ای از این نخ ها نشان داده شده است. این نوع فرایندها یا نخ ها که **LWP** نامیده شدند، در بستر یک فرآیند منفرد اجرا می شوند و قطعاً امکان وجود چندین **LWP** در داخل هر فرآیند وجود دارد.

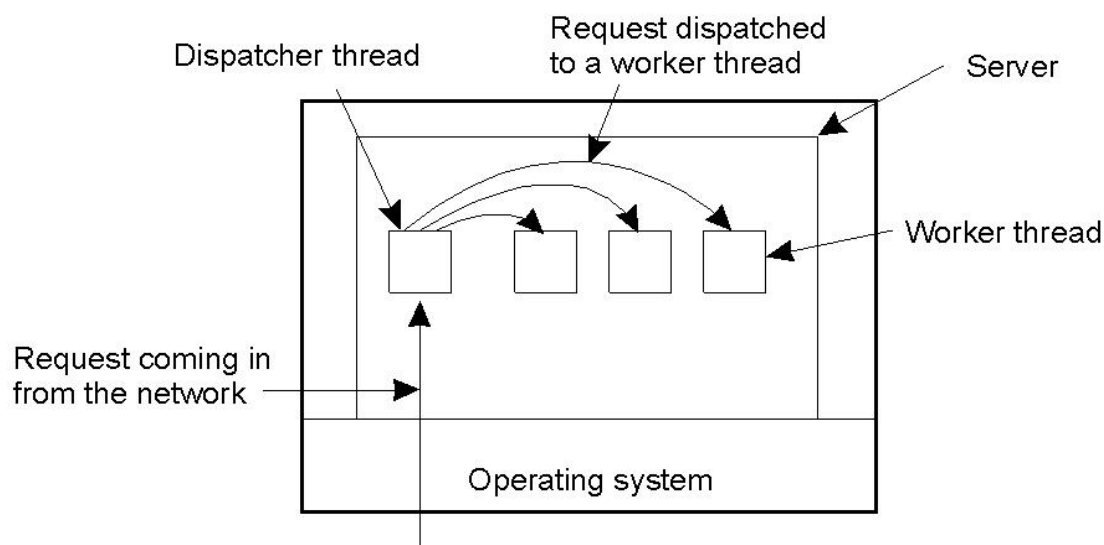


بنابراین همانطور که قبلاً اشاره شد، LWP یک هیبرید یا یک ترکیب از مجموعه ای از فرآیندهای سطح هسته و مجموعه ای از نخ‌های موجود در سطح کاربر می‌باشد.

مفهوم threadها در یک سیستم توزیع شده

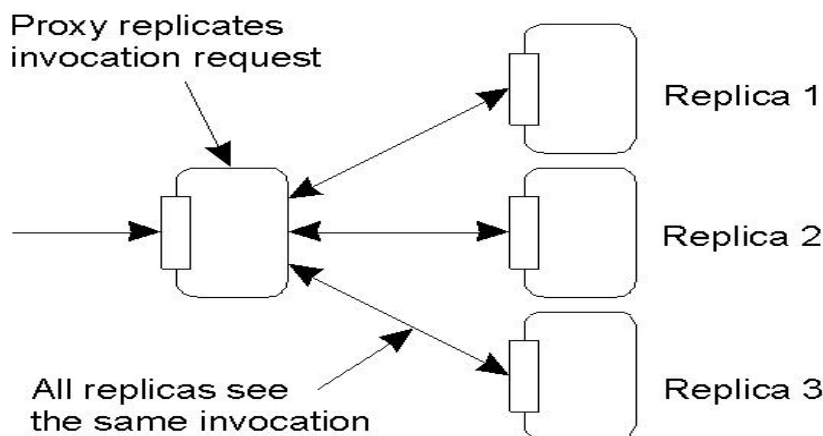
آنچه که به نخ‌ها در سیستم‌های توزیع شده اهمیت می‌بخشد، این است که می‌توان با استفاده از نخ‌ها چندین ارتباط همزمان منطقی را برقرار نمود. در این دیدگاه می‌توان کلاینتها و سرورها را نیز به شکل کلاینت‌های Multithread و سرور Multithread بررسی کرد. در یک کلاینت Multithread یا چند نخی آنچه که اتفاق خواهد افتاد این است که ممکن است ارتباطات با threadهای مختلفی برگزار شود و حتی در مفاهیمی مانند Object Sharing به ازاء هر Object، کپی‌های مختلفی یا تکرارهای مختلفی وجود داشته باشد، و هر ارتباط با یکی از این تکرارها برقرار شود و این امر کمک خواهد کرد که امکان ارسال همزمان داده وجود داشته باشد. در حالی که یک سرور Multithread یا چند نخی وجود دارد، یک نخ توزیع کننده یا یک dispatcher thread در داخل سرور تعبیه می‌شود. وظیفه dispatcher این است که درخواست‌ها را خوانده و نخ‌های دیگر را با توجه به هر درخواست فعال می‌کند. فایل سرورها نمونه ای از این نوع سرورها

هستند. در شکل یک سرور چند نخه که با تکنیک Dispatcher worker ، سازماندهی شده است را می بینید.



با توجه به شکل، درخواست هایی که به سمت سرور می آید همگی در یک صف وارد Dispatcher می شوند، dispatcher thread این درخواست ها را به یک Thread کارگر (Worker Thread) ارسال می کند و این Thread های کارگر به طور همزمان می توانند درخواست هایی را که به آنها نسبت داده شده است، مدیریت کرده و پردازش کنند.

بحث Replication در سطح کلاینت که پیش از این عنوان شد، نیز حائز اهمیت است. به عنوان مثال اگر بخواهیم مفهوم Remote object را با استفاده از یک راه حل مبتنی بر مشتری مدیریت کنیم این امکان وجود دارد که تکرارهای متعددی از object ها در سطح مشتری ایجاد شود.

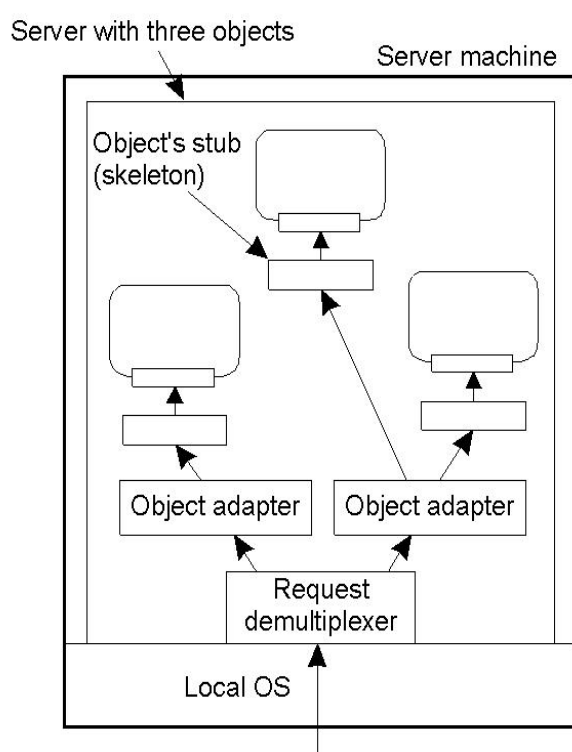


بنابراین همانطور که در شکل می بینید، قسمت مربوط به پروکسی ممکن است که هر درخواست را به سمت یک کپی ارسال کند و بدین گونه این امکان وجود خواهد داشت که بتوان همزمان **object** های مختلفی را فراخوانی کرد.

نخها در سیستم توزیع شده

در مفهوم سرورهای مربوط به سیستم های توزیع شده، نکات دیگری را می توان مورد بررسی قرار داد. از جمله این موارد، می توان این سرورها را به گروه های مختلفی از دیدگاه های مختلفی تقسیم بندی کرد. از جمله اینکه سرورها می توانند بدون وضعیت یا **Stateless** و یا **Stateful** باشند. سروری **Stateless** است که هیچ اطلاعی از مشتری خود ندارد و اگر وضعیت تمامی مشتری ها در اختیار سرورها باشد آن سرورها را **Stateful** می نامند. از دیدگاه دیگر یک **Concurrent server** یا یک سرور همروند سروری است که درخواست ها را به نخ ها ارسال می کند. کلاینت ها، درخواست ها را به یک نقطه مشخص از سرور ارسال کرده و سپس سرور هر کدام از این درخواست ها را به یک نخ نسبت می دهد. در همین راستا می توان به عنوان نمونه، مفهومی از سرورها به نام **Object Server** ها را ارائه کرد. **Object Server** ها می توانند به عنوان اشیاء توزیع شده (**Distributed Object**) شناخته شوند، که هدف **Object Server** ها پشتیبانی این

Object های توزیع شده است. در این نوع سرورها هر Object به یک thread مختلف نسبت داده می شود و از thread های متعددی برای هر فراخوانی استفاده می شود. در این سیستم Object adapter نیز وجود دارد و با تعریفی که از Adapter ها در مباحث پیشین ارائه شد، در شکل نمونه ای از یک سرور که دارای سه Object است نشان داده شده است.

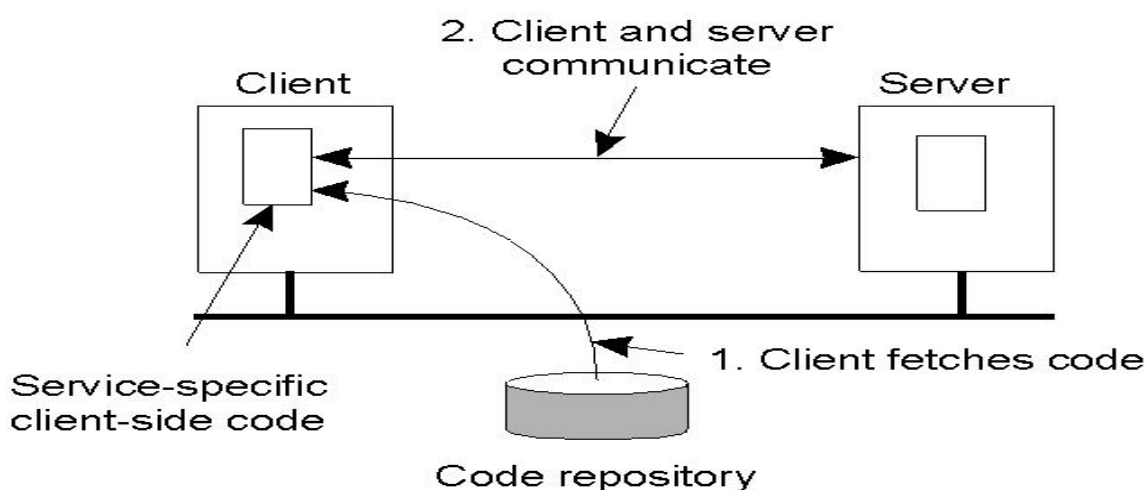


با توجه به شکل، یک Request demultiplexer، درخواست ها را به نوعی تفسیر می کند و سپس با توجه به نوع درخواست و از طریق Object adapter متوجه خواهد شد که این درخواست ها باید به کدام Object ارسال شده و Object adapter سعی می کند که درخواست ها را به فرمتی تبدیل کند که توسط Object مربوطه قابل پذیرش باشد. بدیهی است که در این گونه معماری هر Object ی باید به سمت فضای مربوط به سرور حرکت کند. قرار گرفتن Object ها در فضای سرور بر عهده خود Object ها می باشد و این کار باید قبل از اینکه فراخوانی واقعی توسط Object adapter اتفاق افتد، رخ دهد.

مهاجرت کد (Code migration)

مفهومی که در اینجا بسیار حائز اهمیت است و باید در سیستم های توزیع شده به دقت مورد بررسی قرار گیرد، مبحث مهاجرت کدها و یا مهاجرت فرآیندها خواهد بود. در سیستم های توزیع شده ارتباط بین فرآیندها و ماشین های مختلف محدود به انتقال داده نمی باشد. و ممکن است کدها نیز بین ماشین ها جابجا شوند. آنچه که باید در مهاجرت کدها مورد توجه قرار گیرد آن است که ابتدا تکنیک های مختلفی برای مهاجرت وجود دارد و دیگر اینکه مباحث مربوط به منابع محلی که توسط کدها مورد دسترسی قرار می گیرند مباحث با اهمیتی هستند که باید در مهاجرت کدها مورد توجه قرار گیرند. به طور کلی مهاجرت کدها در یک سیستم توزیع شده متشکل از مهاجرت فرآیندها، وضعیت اجرایی، سیگنال های معلق آن و برخی دیگر از قسمت های یک محیط است. مهمترین هدف مهاجرت کد این است که کارایی کلی سیستم بهبود یابد و با این بهبود سطح اجرای موازی (parallelism) افزایش یابد. هدف دیگر افزایش انعطاف (Flexibility) سیستم است چرا که اگر چنین ابزاری تعریف و طراحی شود می توان به صورت داینامیک و پویا سیستم های توزیع شده را پیکر بندی کرد. اما نکته بسیار مهم این است که بهبود کارایی در قبال انجام مهاجرت کدها معمولاً بستگی به برخی دلایل کیفی دارند و مدل های ریاضی کمتر اثر دارند. به عنوان مثال در پایگاه های داده ای بزرگ معمولاً بهتر است که قسمتی از کدهای مربوط به کلاینت به سمت سرور منتقل شود و تنها نتایج مربوط به جستجوها در طول شبکه انتقال پیدا کنند. بنابراین دیدگاه کیفی آن بدین صورت خواهد بود که پردازش داده نزدیک به مکانی که داده ها قرار دارند بهتر است. اما شاید در یک سیستم دیگر چنین پدیده ای بهتر نباشد. نکته دیگر در بحث مهاجرت کدها این است که انتقال پویای کدها نیاز به این دارد که پروتکلی برای `initialization` و `downloading` کدها استاندارد شود. یکی از تکنیک هایی که در مهاجرت کدها و در مبحث انتقال پویا مطرح می شود این است که تمام سیستم هایی که بر بستر یک شبکه قرار گرفته اند، مطابق شکل از یک پایگاه داده کد `Code Repository` (یا از انباره کد استفاده کنند و در زمانی که فراخوانی کدی (binding) انجام می شود، در آن حالت `Client` سعی می کند که کد را از سرور مربوطه دانلود کند و این عمل با استفاده از `Code repository` اتفاق می افتد. آنچه که در استفاده از این تکنیک مورد دقت باید قرار گیرد مفهوم امنیت و

مشکلات امنیتی است که ممکن است در این سیستم وجود داشته باشد. چرا که اگر **Code repository** مورد حمله قرار گیرد، ممکن است که اثرات بسیار بدی به بار آورد.



مکانیزم‌های مهاجرت کد (Code migration alternative)

جدا از اینکه عمل **Migration** چگونه انجام می شود، یعنی کدها چگونه از یک ماشین به ماشین دیگر منتقل می شوند و آیا این انتقال یک انتقال مستقیم است و یا به کمک یک **repository** انجام خواهد شد، انواع مختلفی را برای **Mobility** یا امکان جابجایی کدها می توان تعریف نمود. به طور کلی نحوه جابجایی کدها به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:

۱- **Weak Mobility** (جابجایی پذیری از نوع ضعیف)

۲- **Strong Mobility** (جابجایی پذیری از نوع قوی)

هر کدام از این دو نوع **Mobility** به دو گروه تقسیم می شوند:

۱- **Sender initiated** یعنی آغازدهی شده توسط فرستنده

۲- Receiver initiated یعنی آغازدهی شده توسط گیرنده

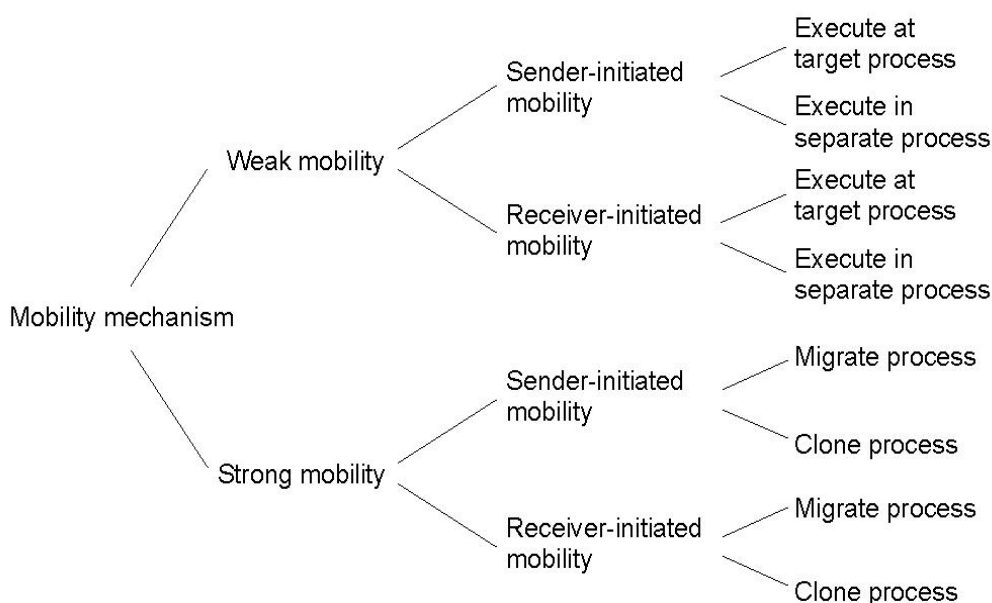
باز هر کدام از اینها به دو گروه تقسیم می شوند یکی در گروه اول، اجرا در داخل فرآیند هدف انجام خواهد شد و در حالت دوم اجرا در داخل یک فرآیند جداگانه صورت می گیرد.

حال به بررسی هر یک از این اجزاء و تعریف آنها می پردازیم. پیش از تعریف به این نکته دقت کنید که یک **Frame work** یعنی یک مجموعه کاری برای اجرای فرآیندها شامل اجزایی مانند **Code segment** شامل مجموعه‌ای از دستوراتی است که باید اجرا شود. **Resource segment** که ارجاع به منابع خارجی دارد. **Execution segment** که شامل وضعیت جاری اجرای یک کد مانند پشته، وضعیت داده‌های خصوصی و امثال آن خواهد بود. این سه جزء با هم یک ماژول مربوط به یک فرآیند را می سازند که حال اگر قرار باشد این فرآیند مهاجرت کند باید حتماً این سه ماژول یا این سه **segment** را مدیریت کند.

انواع Mobility

برای اینکه بتوان مباحث مربوط به مدیریت مهاجرت را به خوبی مورد بررسی قرار داد، باید انواع **Mobility** را بررسی نمود. **Weak Mobility** ساده ترین نوع **Mobility** است که در این روش تنها **Code segment** و داده‌های اولیه جابجا می شوند و بخش‌های دیگر جابجا نمی شوند. بنابراین آنچه که در اینجا مهم است این است که برنامه‌ای که منتقل شده همیشه از نقطه آغازین اجرا می شود. چنانچه فرآیندی قسمتی از کار خود را انجام داده باشد و با **Weak Mobility** جابجا شود باید مجدداً کارها را تکرار کند. بدیهی است که مزیت اصلی این کار سادگی است. **Java applet** ها نمونه‌هایی از این نوع **Mobility** هستند. نوع دیگر جابجایی همانطور که قبلاً عنوان شد، **Strong** است. در حالت **Strong mobility** یا جابجایی از نوع قوی بخش اجرایی نیز می تواند به مانند بخش کد جابجا شود. آنچه که در اینجا مهم است این است که فرآیند در حال اجرا می تواند اجرای خود را از جایی که روی ماشین قبلی متوقف کرده بود روی ماشین جدید از سر بگیرد. قطعاً این روش برای پیاده سازی از **Weak Mobility** مشکل تر خواهد بود. همانطور که عنوان شد، حالت دیگری که در گروه بندی مربوط به مهاجرت فرآیندها مورد توجه قرار می گرفت، بحث **Sender-**

Initiation یا آغازدهی توسط ارسال کننده و Receiver-Initiation یا آغازدهی توسط دریافت کننده است. در Sender-Initiation مهاجرت از سمت ماشینی که کد در حال حاضر بر روی آن قرار گرفته است آغاز می شود. به عنوان یک مثال در یک برنامه جستجو، مهاجرت کد مربوط به جستجو از سمت ماشینی که دستور جستجو در آن صادر شده به سمت یک Data base server روی وب آغاز می شود. در حالت Receiver-Initiation، آغازدهی اولیه به وسیله ماشین مقصد انجام می شود.



Java applet ها می توانند نمونه ای از این حالت ها باشند. معمولاً وقتی که بحث Sender initiation پیش می آید مفهوم مربوط به Uploading کدها نیز مطرح اند. در Uploading کدها باید دقت کرد که امنیت به شدت مورد توجه قرار گیرد، چرا که سرور لزوماً تمام کلاینت ها را به دقت نمی شناسد و بنابراین باید سعی کند که این شناخت ایجاد شود و منابع باید محافظت شوند. در downloading کدها امکان اینکه Downloading به صورت مخفیانه (anonymously) انجام شود، وجود دارد. اما همانطور که عنوان شد، چنانچه هر کدام از این گروه ها مطرح باشند، در آخر دسته بندی اجرا به دو نحو، اجرا در داخل فرآیند مقصد یا به عنوان یک فرآیند مجزا می تواند انجام شود. به عنوان نمونه ای از اینکه اجرا در داخل یک فرآیند مقصد

انجام می شود، می توان به مفهوم **java applet** ها که در داخل **Browser** ها اجرا می شوند اشاره کرد. ایرادی که بر آن وارد است این است که فرآیند مقصد باید در این روش از رفتارهای بد و غیرمتداول اجرایی کدها به نوعی محافظت شود که اجرای کد مهاجر باعث ایجاد مشکل برای این فرآیند نشود. در مفهوم مربوط به **Strong Mobility** نکته ای مورد توجه باید قرار گیرد و آن مفهوم **Cloning** است. در تکنیک **Cloning** هر کپی از یک پروسس بر روی یک ماشین مختلف اجرا می شود، **Clone process** در نوع **Strong Mobility** فرآیندی است که به طور موازی با فرآیند مبدأ یا اولیه آن (**Original**) اجرا خواهد شد.