سیستم عامل پیشرفته

درس سیستم عامل پیشرفته به عنوان یکی از دروس اصلی دو گرایش نرم افزار و سخت افزار در رشته کارشناسی ارشد کامپیوتر مورد توجه قرار می گیرد. در جلسه اول از این درس، ابتدا منابع درسی و سپس یک چهار چوب کلی از مطالبی که در این درس مطرح می شود و در نهایت مقدمات درس را بررسی خواهیم کرد. ۳ کتاب عمده به عنوان مراجع و در واقع منابع اصلی این درس معرفی خواهد شد.

کتاب اول Modern Operating system نوشته A.S.Tanenbaum می باشد. دو edition از این کتاب موجود است، که در واقع مباحث مطرح شده بر مبنای edition دوم از انتشارات Prentice Hall خواهد بود.

کتاب دوم که در واقع در سال ۲۰۰۲ توسط انتشارات Prentice Hall مطرح شده است با نام Distributed Systems نوشته A.S.Tanenbaum می باشد. مطالب عنوان شده از این دو کتاب، سازماندهی و ارائه می شود.

کتاب سوم که جهت مطالعه بیشتر می باشد، کتابی با نام Distributed Operating system نوشته A.S.Tanenbaum می باشد.

در مرحله اول کلیات و چهار چوب مباحثی که در درس سیستم عامل پیشرفته ارائه خواهد شد، را مرور می کنیم، در ابتدا ٦ فصل اول کتاب Modern Operating system به صورت مختصر و سریع به عنوان یک مرور کلی از درس سیستم عامل ۱، بیان می گردد. در ادامه سیستم های عامل چند رسانه ای یا Multimedia Operating systems مورد بررسی قرار خواهد گرفت، مرجع اصلی این مبحث، فصل ۷ کتاب Modern Operating system می باشد.مبحث دیگر مفاهیم سیستم های عامل توزیع شده یا Distributed systems خواهد بود، که فصل هشتم کتابModern Operating system و ۳ فصل اول کتاب Distributed Systems مباحث مطرح شده را در بر می گیرد. مبحث آخر، در بردارنده مباحث تکمیلی سیستم های توزیع شده می باشد.

نکته: منبع سوم به نوعی تمامی مطالب را به صورت جامع در خود جای داده است و می توان از آن برای مطالعه بیشتر در غالب منبعی که دارای مباحث مفیدی در بخش سوالات و تمرینات و همچنین برای امتحانات خواهد بود، استفاده کرد.

فصل اول: مقدمه (کتاب Modern Operating system)

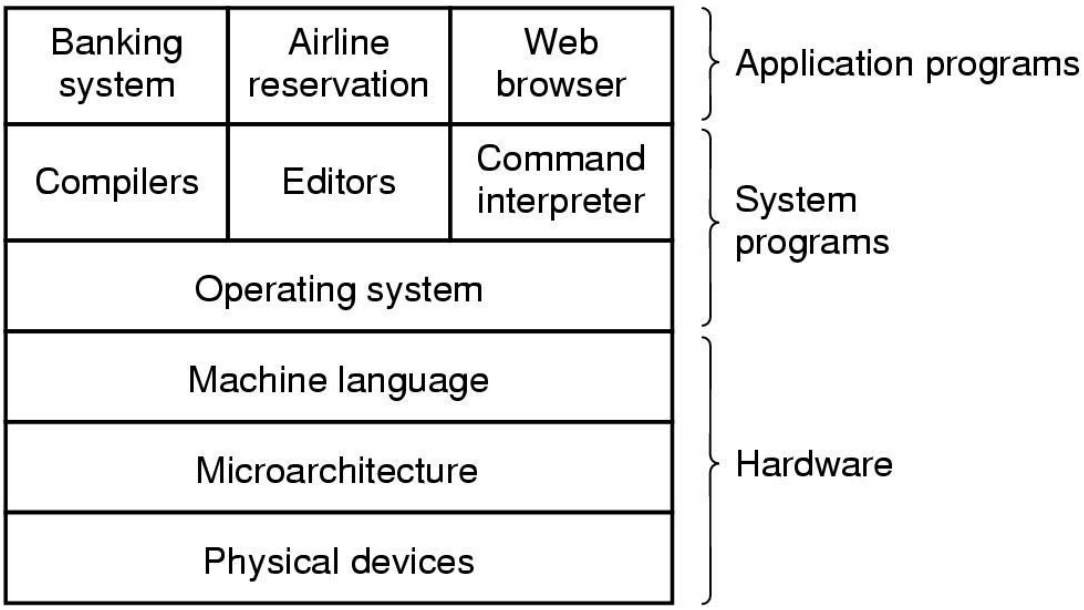
در این فصل مروری بر مفاهیم سخت افزار کامپیوتر یا computer hardware و همچنین مفاهیم مهم در سیستم های عامل صورت می گیرد. سپس مطالبی از فراخوانی‌های سیستمی یا system call ها در سیستم های عامل و در انتها ساختارهای معروف و مطرح در سیستم های عامل و مزایا و معایب آنها عنوان خواهد شد.

اصولاً یک سیستم کامپیوتری از چه اجزایی تشکیل شده است؟ یک سیستم کامپیوتری از سه جزء اصلی تشکیل شده است:

۱- سخت افزار (hardware)

۲- برنامه‌های سیستمی (System programs)

۳- برنامه های کاربردی (Application Programs)



همانطور که در شکل مشاهده می شود ارتباط این سه جزء با هم یک ارتباط لایه‌ای است یعنی system program به عنوان یک لایه بر روی hardware قرار می گیرد و Application program ها معمولا به عنوان یک لایه بر روی system program ها قرار می گیرند.

Hardware

سخت افزار اجزایی دارد که برای استفاده از این لایه به وجود این اجزاء نیازمندیم.

اجزای لایه سخت افزار به سه گروه تقسیم می شود:

۱- دستگاه های فیزیکی (physical Devices)

۲- معماری ریز (Microarchitecture)

۳- زبان ماشین

با ترکیب این سه جزء شما قادر به استفاده از سخت افزار خواهید بود.

همانطور که می دانید تمامی سخت افزارها هر سه این اجزاء را ندارند به عنوان مثال ممکن است که بعضی از سخت افزارها Wired باشند و از مفاهیم Microarchitecture استفاده نکرده باشند.

Application programs

برنامه‌های کاربردی مانند Web browserها، نمایشگرهای اینترنتی، Airline reservation (سیستم هایی که برای رزرو بلیط استفاده می شوند یا احیاناً سیستم های بانکی)

System programs

یک جزء عمده یا یک نوع عمده از برنامه های سیستمی را غالباً به سیستم های عامل تخصیص می دهیم و به عبارت دیگر ما سیستم عامل را یک System program می دانیم که در ارتباط تنگاتنگی با برنامه‌های سیستمی است. مانند کامپایلرها، ادیتور ها، مفسرها و مواردی از این قبیل.

مطالب عنوان شده در بالا به این مطلب اشاره دارد که سیستم عامل در گروه System program ها یا برنامه های سیستم قرار دارد. این مطلب مشخص خواهد کرد که سیستم عامل یک نرم افزار است و برنامه ای است که نوشته شده است که نویسنده این برنامه باید با توجه به جایگاه آن در این مدل اطلاعات جامع از سخت افزار داشته باشد تا بتواند برنامه ای را بنویسد که در واقع بر روی سخت افزاری قرار می گیرد و بنابراین برای برقراری ارتباط سیستم عامل با سخت افزار، نویسنده یک سیستم عامل باید جزئیات مربوط به زبان ماشین را خوب بداند.

سیستم عامل چیست ؟

تعریف های گوناگونی برای یک سیستم عامل مطرح می شود و در واقع از یک دیدگاه ساده، سیستم عامل، یک برنامه بسیار بزرگ است که وظایف خاصی را بر عهده دارد. از جمله این وظایف مدیریت منابع می‌باشد. مدت زمان (طول عمر) این برنامه از لحظه روشن شدن یک ماشین و یا به عبارت دقیق تر لحظه راه اندازی یک ماشین تا لحظه خاموش شدن آن است و در کل در این بازه سیستم عامل در حال فعالیت است و منابع را کنترل می کند.

از جمله دلائل استفاده از سیستم عامل و به عبارتی ضرورت استفاده از آن، استفاده اقتصادی از منابع است. منظور از استفاده اقتصادی از منابع، افزایش بهره وری منابع و حتی الامکان کاهش زمان بیکاری منابع است و در عین حال سیستم عامل باعث خواهد شد که یک سطح دسترسی بالاتر برای کاربران فراهم شود و کاربران نیاز به دانستن جزئیات سخت افزاری نداشته باشند.

تعاریف دیگر در ارتباط با سیستم عامل :

سیستم عامل یک ماشین توسعه یافته است. این توسعه یافتگی که در طراحی ماشین اتفاق افتاده است باعث می شود بسیاری از جزئیاتی که در داخل ماشین باید انجام شود از دید کاربر پنهان باشد. سیستم عامل با ارائه یک ماشین مجازی باعث شده است کاربر، ماشین را به شکل یک ماشین مجازی ببیند و به این ترتیب استفاده از ماشین آسان تر خواهد شد.

از دیدگاه دیگر سیستم عامل یک Resource manager یا یک مدیر منابع است. به این معنی که هر برنامه برای این که بتواند از منبعی استفاده کند باید زمان مورد استفاده از منبع را به سیستم عامل اعلام کند

و در عین حال فضای مورد نظر بر روی آن منبع یا خود منبع، باید از طریق سیستم عامل به برنامه درخواست کننده آن منبع تخصیص داده شود.

تاریخچه سیستم های عامل

به عنوان اولین مثال از یک سیستم عامل یا به عبارتی یک سیستمی که حداقل با مفاهیم مشابه سیستم عامل کار می‌کند می توان سیستم دسته ای یا Batch system را بیان کرد.

تعریف کلی از سیستم های دسته‌ای

سیستم‌ها به دو گروه تقسیم می شوند:

۱- سیستم‌های دسته‌ای (batch system)

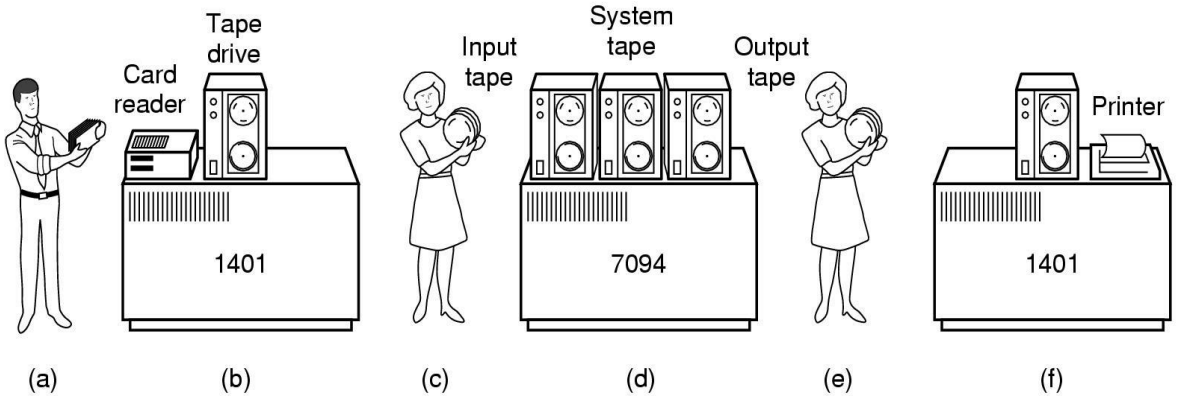
۲- سیستم‌های محاوره‌ای (Interactive system)

سیستم‌های دسته‌ای به سیستم‌هایی گفته می‌شود که پردازش داده‌ها در آنها به صورت دسته ای انجام می‌شود.برای اینکه تعریف دسته ای بهتر مشخص شود سیستم های محاوره‌ای را نیز می توان تعریف کرد.

سیستمهای محاوره‌ای سیستم‌هایی هستند که برای پیشرفت در انجام پردازش خود نیاز به ارتباط با کاربر دارند یعنی باید در طی پیشرفت و در طی جلو رفتن این فرآیند پردازشی، با کاربر تعامل داشته باشد.

سیستم‌های دسته ای سیستم‌هایی هستند که معمولاً ورودی‌ها را به یکباره می‌گیرند پردازش‌ها را انجام می‌دهند و بعد از اینکه پردازش کامل شد خروجی را به یکباره تولید کرده و در اختیار کاربر قرار می دهد. حال به مفهوم سیستم‌های Offline spooling به عنوان یکی از سیستم‌های به نوعی دسته ای و سیستم هایی که سعی شده است مفاهیم سیستم عاملی در آن رعایت شود می‌پردازیم.

سیستم‌های Offline spooling



همانطور که در شکل دیده می شود از سه جزء اصلی تشکیل شده است، ۲ جزء ابتدا و انتهایی آن، کامپیوترهای قدیمی ۱٤۰۱ هستند و یک جزء وسطی که کامپیوتر مدل ۷۰۹٤ است. روال کلی این سیستم ها به این گونه بود که دستگاه کارتخوان وظیفه وارد کردن اطلاعات را در سیستم داشت. بنابراین در گام اول ورودی‌ها از طریق دستگاه کارتخوان وارد سیستم می‌شدند و سپس بر روی یک Tape drive ذخیره می‌شدند آنگاه Tape drive ای که شامل اطلاعات ورودی‌ها بود از ماشین ۱٤۰۱ به ماشین دوم منتقل می شد.

چرا ماشین ۱٤۰۱ استفاده می شد؟

علت عمده قضیه این است که۱٤۰۱ ها ماشین هایی ارزان قیمت بودند و پردازنده گرانی نداشتند از سوی دیگر معمولاً دستگاه‌های کارتخوان دستگاه‌هایی بودند که زمان اجرا یا زمان فعالیت آنها طولانی بود. بنابراین برای اینکه یک CPU گران قیمت که در ماشین ۷۰۹٤ قرار داشت اتلاف نشود از ماشین‌های ۱٤۰۱ با پردازنده‌های ارزان قیمت تر استفاده شد و این ماشین ها در واقع اطلاعات موجود بر روی کارت ها را روی Tape drive ها منتقل می‌کردند که در آن زمان Tape drive ها یکی از رسانه‌های نسبتاً سریع بود. امروزه دیگر Tape drive مورد استفاده قرار نمی گیرد. ولی در عین حال، هدف مدلی است که در روند اجرای این سیستم بکار گرفته شده است. بنابراین دستگاه ورودی جدا بود، دستگاه کارتخوان ورودی ها را می‌خواند روی یک نوار قرار می داد، یک انسان این نوار ها را به ماشین ۷۰۹٤ که در واقع وظیفه

پردازش را بر عهده داشت منتقل می‌کرد. لذا فرض بر این قرار می گرفت که با وجود نوارها دستگاه پردازشگر که از یک پردازنده قوی برخوردار است مدت زمان زیادی را منتظر خواندن ورودی ها نخواهد شد و زمان بیکاری CPU بسیار زیاد نخواهد بود، بعد از اینکه پردازش انجام می شد مجددا خروجی ها بر روی یک نوار نوشته می شد و سپس از این نوارها جهت انتقال داده‌ها به ماشین ۱۴۰۱ دیگری که وظیفه انتقال خروجی را بر عهده داشت استفاده می‌شد.

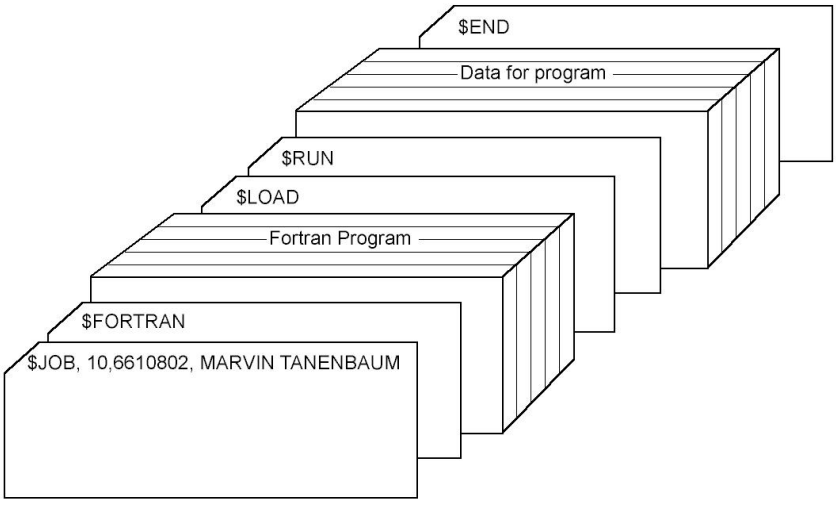
هدف از این مثال مطرح شده آن است که برای استفاده بهینه از CPU در سیستمی که وظیفه پردازش را بر عهده دارد باید یک سیستم بهینه برای آن طراحی کرد، به عبارت دیگر نباید CPU ها مدت زمان زیادی را منتظر انجام برخی عملیات که معمولاً زمان انجام این عملیات طولانی است صرف کنند. لذا راه کاری که در سیستم Offline spooling بکار رفت این بود که برای خواندن ورودی ها از دستگاه های ارزان قیمت استفاده شود و در عین حال چه بسا اینکه ورودی های مختلف می توانستند توسط افراد مختلف از دستگاه های ورودی مختلف جمع آوری شوند و به تنها یک دستگاه پردازش گر منتقل شوند.

بعد از سیستم‌های Offline spooling سیستم‌های Online Spooling مطرح شد، در سیستم‌های Online Spooling این ۳ دستگاه ورودی تبدیل به یک دستگاه ورودی شد و ورودی ها که توسط دستگاه کارتخوان خوانده می شد Spool می‌شد و بر روی یک دستگاه ذخیره ساز دیگری به نام hard disk ذخیره می‌شد، لذا مدل شبیه مدل Offline spooling بود.

نتیجه ای که از این قسمت استنباط می شود این است که عملیات I/O که معمولاً زمان پردازش زیادی را شامل می شود نباید باعث ایجاد خلل در عملیات مربوط به پردازشگر و یا CPU شود. دیدگاه دیگر در ارتباط با تاریخچه سیستم‌های عامل به این مطلب می پردازد که از آنجاییکه سیستم عامل روی لایه مستقیم سخت افزار قرار گرفته است، باید مفاهیم و سلسله مراتب ایجاد سخت افزار را در پیشرفت سیستم‌های عامل دخیل نماییم. به عنوان مثال نسل‌های مختلف سخت افزاری و ایجاد کامپیوترهای مختلف هر کدام باعث ایجاد نسل‌هایی از سیستم‌های عامل شده‌اند، مثلاً اگر اولین نسل سیستم‌های کامپیوتری یا First generation را در نظر بگیریم (این نسل را از سال ۱۹٤٥ تا ۱۹۵۵ می دانستند) که مربوط به کامپیوترهای مبتنی بر Board های Plug و لامپ‌های خلأ بودند. نسل دوم (این نسل را از سال ۱۹۵۵ تا ۱۹٦۵ می دانستند) نسلی بودند که مبتنی بر ماشین های ترانزیستوری و سیستم‌های دسته‌ای بودند. سومین نسل سخت افزار یا ماشین‌های ایجاد شده (از سال ۱۹٦۵ تا ۱۹۸۰ مطرح بودند) نسلی از کامپیوترهای مبتنی بر مفاهیم multi programming و ICها بودند. آخرین نسلی که هم اکنون در آن به سر می بریم که

آغاز آنها از سال ۱۹۸۰ تا روزهای کنونی است PC ها می‌باشند.در هر حال می‌دانید که هر کدام از ماشین ها، سیستم‌های عامل خاص خود را دارند که بعضاً این سیستم‌های عامل با هم سازگار نیستند. چه بسا در مواقعی برنامه هایی که برای برخی از این سیستم‌های عامل طراحی شده است را روی سیستم‌های عامل دیگری نتوانید منتقل کنید.

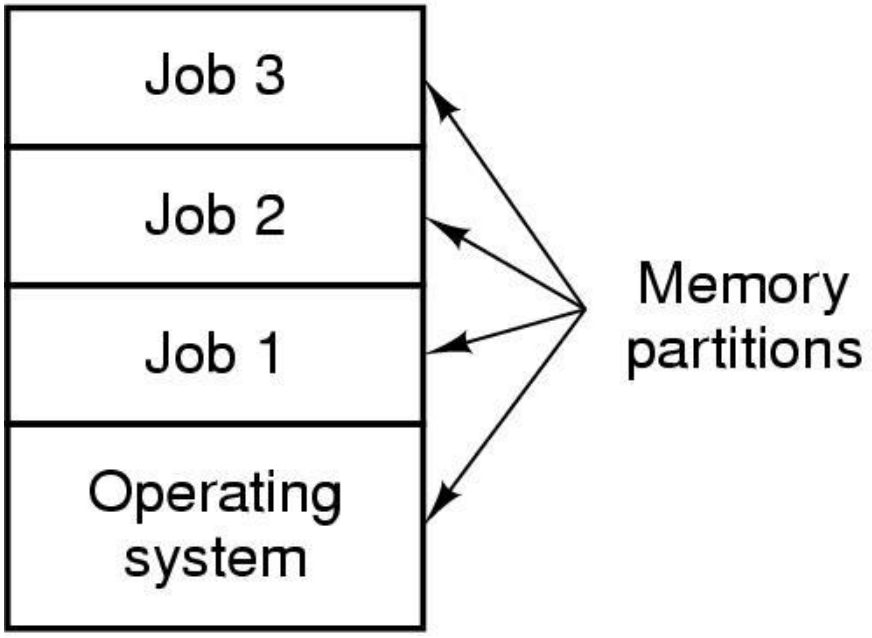
بنابراین از دیدگاه دیگری تاریخچه سیستم‌های عامل به نسل های کامپیوترها نیز بازخواهد گشت. به عنوان مثالی از تاریخچه‌ی سیستم های عامل می توان به سیستم‌های عامل دسته ای اشاره نمود. هدف آنها استفاده از سیستم های کارت خوان و بهینه استفاده کردن از این سیستم‌هاست. در مباحث مربوط به نسل ها عنوان شد که دومین نسل کامپیوترها این مفاهیم را پشتیبانی می کند.



در شکل مجموعه‌ای از کارتها را می بینید که ضمن اینکه شامل دستوراتی برای برنامه‌ها است، در عین حال دستورات خاصی را به ماشین می دهد که عملیات پردازشی را کنترل کند. به عنوان مثال در کارت‌هایی که نشان داده شده است می بینید که در بخشی از کارتها یک برنامه به زبان فورترن وجود دارد و در بخشی دیگر، داده‌ای برای برنامه وجود دارد، اما دستوراتی مانند دستور Load هم وجود دارد که مشخص می‌کند،

عملیات کاری چگونه خواهد بود؟ این دستور نشان می دهد که برنامه بعد از اینکه وارد سیستم شد باید آماده اجرا شود. دستور Run اجرا را نشان می دهد و به نوعی یک مدل دسته‌ای از کارها را نشان خواهد داد.

دیدگاه دیگری که در تاریخچه سیستم های عامل مطرح بود و در نسل سوم کامپیوترها مطرح شد بحث‌های multi programming (سیستم‌های چند برنامگی) بود، هدف سیستم‌های چند برنامگی این بود که چند برنامه به طور همزمان در حافظه حضور داشته باشند.



به عنوان مثال در شکل می بینید که در یک لحظه سه کار به طور همزمان در حافظه قرار داده شده است و در صورت وجود یک پردازشگر هیچوقت این سه کار نمی توانند همزمان اجرا شوند، بنابراین باید از تکنیک هایی استفاده می‌شد که بتوانند اجرای همزمان این کارها را پشتیبانی کنند. یکی از این تکنیک‌ها CPU scheduling یا زمانبندی CPU یا بحث Time sharing است.

از انواع سیستم‌های چند برنامگی به یک سیستم بسیار معروف چند برنامگی به نام Simple multiprogramming یا چند برنامگی ساده می توان اشاره کرد.

یک خاصیت مهم سیستم‌های چند برنامگی ساده آن است که در این سیستم‌ها تنها دو Job همزمان در سیستم حضور داشت نوع این Job ها با یکدیگر متفاوت بودند، یک Job را به عنوان Cpu Job limited یا cpu bounded یا کارهای محدود به CPU می‌شناختند و دیگری، کارهای محدود به IO یا IO limited مطرح می شد.

کارهای محدود به IO کارهایی بودند که مدت زمان پردازش آنها زیاد نبود، اما مدت زمان بسیار زیادی طول می کشید که داده‌های مربوط به پردازش وارد سیستم شود. مثال‌های ساده‌ای می‌توان از کارهای IO limited ذکر کرد. به عنوان مثال فرض کنید، می‌خواهیم میانگین سنی داده‌های کل افراد موجود در یک جامعه ۲۰ میلیون نفری را پیدا کنیم، مدت زمان زیادی طول می کشد که اطلاعات مربوط به افراد وارد سیستم شود اما محاسبه میانگین سنی، زمان کوتاهی را صرف خواهد کرد.

CPU limited نوع دیگر کارهایی است که در سیستم‌های چند برنامگی ساده وجود داشت. که از جمله کارهایی هستند که زمان پردازش زیادی را صرف خواهند کرد. از جمله این کارها حل مسائل کلاسیک است که معمولاً زمان زیادی برای حل مسأله صرف خواهد شد. اما تعریف مسأله و ورود اطلاعات مدت زمان زیادی طول نخواهد کشید، در یک سیستم چند برنامگی ساده این دو نوع کار با یکدیگر چند برنامه می‌شوند یعنی همزمان در سیستم قرار می گیرند، حال برای اینکه بتوان کنترل این کارها را انجام داد و زمان بندی و نحوه چند برنامه شدن آنها را بدست آورد از یک پروتکل ساده استفاده می‌شود. به این صورت که اگر کار IO limited نیاز به CPU داشته باشد، CPU بلافاصله در اختیار او قرار می گیرد با این فرض که ما می دانیم که کار IO limited مدت زمان زیادی CPU را نیاز ندارد، پس بلافاصله CPU به وی تخصیص داده می شود. تا عملیات آن، انجام شده و به پایان برسد و کار CPU Limited بتواند با فراق بال بیشتری عملیات پردازشی خود را دنبال کند، دومین پروتکل به این گونه تعریف می شود که اگر کار CPU limited عملیات IO نیاز داشته باشد، دستگاه های IO بلافاصله در اختیار وی قرار می‌گیرد. در اینجا نیز استدلالی مشابه مرحله اول می‌توان داشت. در هر حال یکی از نمونه‌های سیستم‌های چند برنامگی سیستم چند برنامگی ساده بود که در نسل سوم کامپیوترها از آن استفاده می شد.

انواع سیستم های عامل

در این مبحث دیدگاه‌های مختلف دنیای سیستم‌های عامل یا مجموعه سیستم‌های عامل یا انواع سیستم‌های عاملی را که وجود دارند مطرح خواهد شد و یک تعریف کلی از هر کدام از این سیستم‌های عامل ارائه می‌شود.

اولین نوع سیستم‌های عامل، سیستم‌های عامل کامپیوترهای main frame است: کامپیوترهای بسیار بزرگی که می توانستند تعداد زیادی کاربر را به طور همزمان مدیریت کنند و کاربران مختلف از طریق ترمینال های مختلف به این ماشین ها وصل می شدند و سیستم‌های عامل آنها وظیفه تعیین هویت کاربران و سپس در اختیار قرار دادن منابع به کاربران را بر عهده داشتند.

دومین نوع سیستم‌های عامل، سیستم‌های عامل سرور یا سیستم‌های عامل کارگزار هستند که وظیفه آنها نصب بر روی ماشین‌های سرور و انجام خدماتی است که ماشین های Client نیاز به این خدمات دارند. از انواع دیگر سیستم‌های عامل، سیستم های عامل multi processor یا چند پردازنده می باشد که وظیفه عمده آنها مدیریت دقیق چندین پردازنده به طور همزمان است.

در مباحث بعدی عنوان خواهد شد که تفاوت معنایی بین سیستم‌های عامل چند پردازنده و سیستم‌های عامل multi computer وجود خواهد داشت. سیستم‌های عامل multi computer را در لیست سیستم‌های عامل مطرح نکردیم چون در گروه مباحث مربوط به شبکه قرار می گیرند. اما در بحث سیستم های توزیع شده multi computer را هم مورد بررسی قرار خواهیم داد.

نوع دیگری از این دنیای سیستم های عامل، سیستم های عامل personal camputer ها (pcها) هستند که به هر حال کاربران آنها نیازهای متفاوتی دارند و باید امکانات متفاوتی را در اختیار کاربران قراردهند.

از دیدگاه دیگری نیز می توان سیستم‌های عامل را دسته بندی کرد:

سیستم‌های عامل real time یا بلادرنگ، سیستم‌هایی هستند که به گونه‌ای باید طراحی شوند که task ها و وظایف تعریف شده در این سیستم‌ها بتوانند در یک بازه زمانی مشخص که غالباً این بازه زمانی را خط مرگ (Dead line) می‌نامیم انجام دهند و چنانچه برخی از فعالیت ها در زمان مشخص انجام نشود

آنگاه می توان گفت که انجام آنها ضرورتی ندارد و در اصطلاح این task ها و job ها از سیستم حذف می شوند.

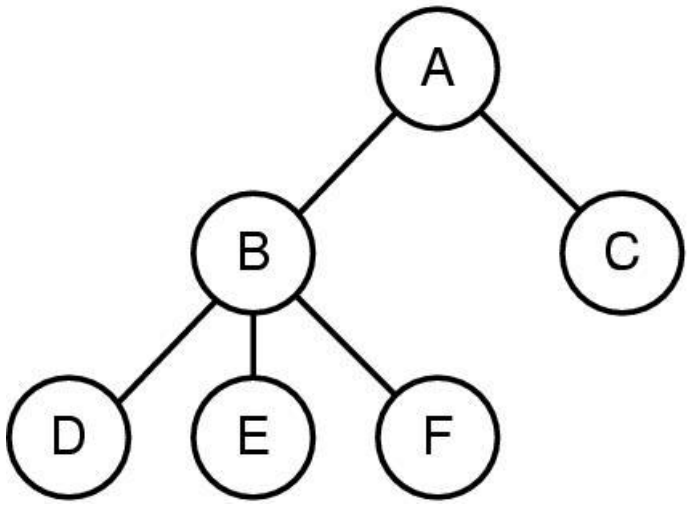
سیستم های عامل embedded یا سیستم‌های عامل نهفته، سیستم‌های عاملی هستند که معمولاً در دل سیستم دیگری جای می گیرند و کنترل اجزا را به صورت اشتراکی به کمک سیستم دیگری انجام خواهند داد.

آخرین گروه سیستم های عامل، Smart cart ها یا کارت های هوشمند هستند که نیازمند سیستم‌های عامل خاص خود هستند. موارد ذکر شده، نمونه‌هایی از انواع سیستم‌های عامل بود و نمی‌توان مدعی بود که سیستم های عامل دیگری وجود ندارد. از جمله مواردی که شاید این روزها بیشتر مورد توجه عموم قرار می‌گیرد سیستم‌های عامل گوشی‌های موبایل هستند که به طور خاص نمونه‌ای از این سیستم‌های عامل، سیستم‌های Symbian هستند.

پردازش، فرایند، فرا روند، (process):

فرایند یک برنامه در حال اجراست، به عبارت دیگر برنامه نوشته شده‌ای که توسط کاربر یا توسط سیستم عامل اجرا می شود را یک فرآیند می‌نامیم. تعاریف دیگری نیز برای فرآیند وجود دارد. برای مطالعه بیشتر می‌توانید به کتاب‌های درس سیستم عامل ۱ مراجعه کنید. پس فرایند یک برنامه در حال اجراست، این برنامه در حال اجرا برای اینکه بتواند اطلاعات مربوط به خود را داشته باشد باید تعامل مستقیم با سیستم عامل داشته باشد. به عبارت دیگر سیستم عامل یک فرآیند را اجرا می کند و اطلاعات مربوط به فرآیند را در قسمتی از حافظه اصلی قرار می دهد که این قسمت از حافظه اصلی را معمولاً PCB یا Process control block می نامند. اطلاعات جامعی در مورد Process در PCB وجود دارد. از جمله این اطلاعات می توان به Process ID یعنی شماره آن که معمولاً شماره‌ای یکتا در میان کلیه فرآیندهای موجود در سیستم است اشاره کرد. دیگر اطلاعات موجود در PCB عبارتند از زمان اجرای فرآیند تا لحظه مورد نظر، منابع در اختیار وی و حتی در هنگام تعویض متن، اطلاعات مربوط به ثبات های CPU. اما در یک فرآیند معمولاً یک Process tree یا درخت فرآیند نیز وجود دارد. وجود یک Process tree در یک سیستم عامل معمولاً به معنای این است که سیستم عامل اجازه می دهد فرآیندهای موجود در سیستم تولیدمثل کنند، یعنی یک فرآیند می تواند به یک یا چند فرآیند دیگر تبدیل شود. از جمله سیستم‌های عامل

بسیار معروفی که امکان ایجاد فرآیندها و تولیدنسل فرآیندها را به سادگی فراهم کرده است سیستم عامل Unix است.



به عنوان مثال چنانچه به شکل دقت نمائید خواهیم دید که فرآیند A دو فرآیند فرزند، بنام فرآیندهای B و C ایجاد کرده است ، ایجاد دو فرآیند B و C و حضور آنها در سیستم می تواند تحت تأثیر فرآیند A قرار گیرد، به این معنی که ممکن است فرآیندهای B و C فرآیندهای مستقلی از A باشند یعنی اگر فرآیند A به پایان برسد فرآیندهای B و C کماکان به زندگی خود ادامه دهند، اما در دیدگاه دیگری فرض می شود که فرآیندهایی که از یک فرآیند پدر به وجود آمده اند با مرگ فرآیند پدر حتماً از بین می روند. اعمال هر دوی این استراتژی‌ها در سیستم امکان پذیر است. با توجه به شکل، فرآیند B نیز سه فرآیند دیگر یعنی فرآیندهای F و E و D را تولید کرده است، همین داستان به صورت سلسله مراتبی برای این فرآیندها نیز قابل تامل است.