

**ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HÀ NỘI
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ VIỆT NAM - HÀN QUỐC THÀNH PHỐ HÀ NỘI**

**NGUYỄN TUẤN HẢI (Chủ biên)
LÊ TRỌNG HÙNG – ĐẶNG MINH NGỌC**



GIÁO TRÌNH HỆ ĐIỀU HÀNH

Nghề: Kỹ thuật sửa chữa, lắp ráp máy tính

Trình độ: Cao đẳng

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội - Năm 2021

LỜI GIỚI THIỆU

Trong hệ thống kiến thức chuyên ngành trang bị cho sinh viên Công nghệ Thông tin (CNTT), giáo trình hệ điều hành góp phần cung cấp những nội dung kiến thức chung nhất về hệ điều hành, nội dung liên quan đến việc mô tả các phương pháp giả quyết các bài toán điều khiển hoạt động của hệ thống máy tính. Nội dung giáo trình hệ điều hành thuộc vào hệ thống kiến thức về phần mềm hệ thống, cung cấp những kiến thức nhằm thực hiện một trong hai nguyên lý cơ bản trong hệ thống máy tính đã được Von Neumann phát biểu, đó là nguyên lý “hoạt động theo chương trình”.

Các nội dung chính được trình bày trong giáo trình này bao gồm năm chương được giới thiệu như dưới đây.

Chương 1: Giới thiệu chung về hệ điều hành

Chương 2: Điều khiển dữ liệu

Chương 3: Điều khiển bộ nhớ

Chương 4: Điều khiển CPU, điều khiển quá trình

Chương 5: Hệ điều hành đa xử lý

Mặc dù đã có những cố gắng để hoàn thành giáo trình theo kế hoạch, nhưng do hạn chế về thời gian và kinh nghiệm soạn thảo giáo trình, nên tài liệu chắc chắn còn những khiếm khuyết. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô trong Khoa cũng như các bạn sinh viên và những ai sử dụng tài liệu này.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, ngày.... tháng....năm 2021

Chủ biên: Ths.Nguyễn Tuấn Hải

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	1
MỤC LỤC	2
Chương 1 Giới thiệu chung về hệ điều hành	5
1.1. Khái niệm về hệ điều hành.....	5
1.2. Phân loại hệ điều hành	15
1.3. Sơ lược lịch sử phát triển của hệ điều hành	22
Chương 2 Điều khiển dữ liệu	42
2.1.Các phương pháp tổ chức và truy nhập dữ liệu	42
2.2.Bản ghi và khối	48
2.3. Điều khiển buffer(điều khiển phòng đệm).....	51
2.4. Quy trình chung điều khiển nhập-xuất.....	54
2.5. Tổ chức lưu trữ dữ liệu trên đĩa từ	62
Chương 3 Điều khiển bộ nhớ	65
3.1.Quản lý và bảo vệ bộ nhớ	65
3.2.Điều khiển bộ nhớ liên tục	68
3.3.Điều khiển bộ nhớ gián đoạn	80
Chương 4 Điều khiển cpu, điều khiển quá trình.....	91
4.1.Trạng thái của quá trình	91
4.2. Điều phối quá trình	97
2.3. Các chiến lược điều phối.....	101
4.3. Bài toán đồng bộ hóa	104
4.4.Bế tắc-Giải pháp phòng ngừa và xử lý	115
Chương 5 Hệ điều hành đa xử lý	121
5.1.Hệ điều hành đa xử lý tập trung.....	122
5.2.Thuật toán song song và ngôn ngữ lập trình song song.....	125
5.3.Hệ điều hành đa xử lý phân tán.....	127
TÀI LIỆU THAM KHẢO	132

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Hệ điều hành

Mã môn học: MH31

Thời gian của môn học: 60 giờ; (Lý thuyết: 42 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 14 giờ; Kiểm tra: 4 giờ)

VỊ TRÍ, TÍNH CHẤT CỦA MÔN HỌC

- Vị trí:
 - + Môn học được bố trí sau khi học xong các môn học chung, trước các môn học/mô đun đào tạo chuyên ngành.
- Tính chất:
 - + Là môn học chuyên ngành.
- Ý nghĩa và vai trò môn học:
 - + Là môn học ứng dụng cơ bản để phát triển các môn học tiếp theo
 - + Là môn không thể thiếu của nghề Sửa chữa, lắp ráp máy tính

MỤC TIÊU CỦA MÔN HỌC

- Hiểu vai trò và chức năng của hệ điều hành trong hệ thống máy tính
- Biết các giai đoạn phát triển của hệ điều hành
- Hiểu các nguyên lý thiết kế, hoạt động của hệ điều hành
- Hiểu cách giải quyết các vấn đề phát sinh trong hệ điều hành
- Có ý thức tự giác, tính kỷ luật cao, tinh thần trách nhiệm trong học tập.
- Tự tin trong nghiên cứu, tìm hiểu các công nghệ hệ thống

NỘI DUNG MÔN HỌC

Số TT	Tên chương mục	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, Bài tập	Kiểm tra
I	Giới thiệu chung về hệ điều hành				
	Khái niệm về hệ điều hành	2	2	0	
	Phân loại hệ điều hành	3	3	0	
	Sơ lược lịch sử phát triển của HĐH	3	2	0	1

II	Điều khiển dữ liệu			0	
	Các phương pháp tổ chức và truy nhập dữ liệu	3	2	1	
	Bản ghi và khối	3	2	1	
	Điều khiển buffer	3	2	1	
	Quy trình chung điều khiển nhập-xuất	6	4	1	1
	Tổ chức lưu trữ dữ liệu trên đĩa	3	2	1	
III	Điều khiển bộ nhớ				
	Quản lý và bảo vệ bộ nhớ	7	4	3	
	Điều khiển bộ nhớ liên tục	3	1	2	
	Điều khiển bộ nhớ gián đoạn	3	2	1	
IV	Điều khiển CPU, Điều khiển quá trình			0	
	Trạng thái của quá trình	3	3	0	
	Điều phối quá trình	3	2	0	1
	Bài toán đồng bộ hóa	3	3	0	
	Bế tắc-Giải pháp phòng ngừa và xử lý	3	2	1	
V	Hệ điều hành đa xử lý				
	Hệ điều hành đa xử lý tập trung	3	2	1	
	Thuật toán song song và ngôn ngữ lập trình song song	4	3	0	1
	Hệ điều hành đa xử lý phân tán	2	1	1	
Cộng		60	42	14	4

Chương 1

Giới thiệu chung về hệ điều hành

Giới thiệu:

Nếu không có phần mềm, máy tính chỉ là một thiết bị điện tử thông thường. Với sự hỗ trợ của phần mềm, máy tính có thể lưu trữ, xử lý thông tin và người sử dụng có thể gọi lại được thông tin này. Phần mềm máy tính có thể chia thành nhiều loại: chương trình hệ thống, quản lý sự hoạt động của chính máy tính. Chương trình ứng dụng, giải quyết các vấn đề liên quan đến việc sử dụng và khai thác máy tính của người sử dụng. Hệ điều hành thuộc nhóm các chương trình hệ thống và nó là một chương trình hệ thống quan trọng nhất đối với máy tính và cả người sử dụng. Hệ điều hành điều khiển tất cả các tài nguyên của máy tính và cung cấp một môi trường thuận lợi để các chương trình ứng dụng do người sử dụng viết ra có thể chạy được trên máy tính. Trong chương này chúng ta xem xét vai trò của hệ điều hành trong trường hợp này.

Một máy tính hiện đại có thể bao gồm: Một hoặc nhiều processor, bộ nhớ chính, clocks, đĩa, giao diện mạng, và các thiết bị vào/ra khác. Tất cả nó tạo thành một hệ thống phức tạp. Để viết các chương trình để theo dõi tất cả các thành phần của máy tính và sử dụng chúng một cách hiệu quả, người lập trình phải biết processor thực hiện chương trình như thế nào, bộ nhớ lưu trữ thông tin như thế nào, các thiết bị đĩa làm việc (ghi/đọc) như thế nào, lỗi nào có thể xảy ra khi đọc một block đĩa, ... đây là những công việc rất khó khăn và quá khó đối với người lập trình. Nhưng rất may cho cả người lập trình ứng dụng và người sử dụng là những công việc trên đã được hệ điều hành hỗ trợ nên họ không cần quan tâm đến nữa. Chương này cho chúng ta một cái nhìn tổng quan về những gì liên quan đến việc thiết kế cài đặt cũng như chức năng của hệ điều hành để hệ điều hành đạt được mục tiêu: Giúp người sử dụng khai thác máy tính dễ dàng và chương trình của người sử dụng có thể chạy được trên máy tính.

Mục Tiêu:

- Nắm được yêu cầu cần có hệ điều hành
- Nắm được khái niệm hệ điều hành, chức năng, phân loại và các thành phần cơ bản trong hệ điều hành

Nội Dung Chính:

1.1. Khái niệm về hệ điều hành

Mục tiêu: *Nắm được yêu cầu cần có hệ điều hành, khái niệm hệ điều hành, chức năng hệ điều hành.*

Hệ điều hành là gì?

Khó có một khái niệm hay định nghĩa chính xác về hệ điều hành, vì hệ điều hành là một bộ phận được nhiều đối tượng khai thác nhất, họ có thể là người sử dụng thông thường, có thể là lập trình viên, có thể là người quản lý hệ thống và tùy theo mức độ khai thác hệ điều hành mà họ có thể đưa ra những khái niệm khác nhau về nó. Ở đây ta xem xét 3 khái niệm về hệ điều hành dựa trên quan điểm của người khai thác hệ thống máy tính:

❑ **Khái niệm 1:** Hệ điều hành là một hệ thống mô hình hoá, mô phỏng hoạt động của máy tính, của người sử dụng và của lập trình viên, hoạt động trong chế độ đối thoại nhằm tạo môi trường khai thác thuận lợi hệ thống máy tính và quản lý tối ưu tài nguyên của hệ thống.

❑ **Khái niệm 2:** Hệ điều hành là hệ thống chương trình với các chức năng giám sát, điều khiển việc thực hiện các chương trình của người sử dụng, quản lý và phân chia tài nguyên cho nhiều chương trình người sử dụng đồng thời sao cho việc khai thác chức năng của hệ thống máy tính của người sử dụng là thuận lợi và hiệu quả nhất.

❑ **Khái niệm 3:** Hệ điều hành là một chương trình đóng vai trò như là giao diện giữa người sử dụng và phần cứng máy tính, nó điều khiển việc thực hiện của tất cả các loại chương trình. Khái niệm này rất gần với các hệ điều hành đang sử dụng trên các máy tính hiện nay.

Từ các khái niệm trên chúng ta có thể thấy rằng: Hệ điều hành ra đời, tồn tại và phát triển là để giải quyết vấn đề sử dụng máy tính của người sử dụng, nhằm giúp người sử dụng khai thác hết các chức năng của phần cứng máy tính mà cụ thể là giúp người sử dụng thực hiện được các chương trình của họ trên máy tính.

1.1.1. Các thành phần hệ thống

Hệ điều hành là một hệ thống chương trình lớn, thực hiện nhiều nhiệm vụ khác nhau, do đó các nhà thiết kế thường chia hệ điều hành thành nhiều thành phần, mỗi thành phần đảm nhận một nhóm các nhiệm vụ nào đó, các nhiệm vụ này có liên quan với nhau.

Cách phân chia nhiệm vụ cho mỗi thành phần, cách kết nối các thành phần lại với nhau để nó thực hiện được một nhiệm vụ lớn hơn khi cần và cách gọi các thành phần này khi cần nó thực hiện một nhiệm vụ nào đó... tất cả các phương thức trên tạo nên cấu trúc của hệ điều hành.

1.1.1.1. Thành phần quản lý tiến trình

Hệ điều hành phải có nhiệm vụ tạo lập tiến trình và đưa nó vào danh sách quản lý tiến trình của hệ thống. Khi tiến trình kết thúc hệ điều hành phải loại bỏ tiến trình ra khỏi danh sách quản lý tiến trình của hệ thống.

Hệ điều hành phải cung cấp đầy đủ tài nguyên để tiến trình đi vào hoạt động và phải đảm bảo đủ tài nguyên để duy trì sự hoạt động của tiến trình cho đến khi tiến trình kết thúc. Khi tiến trình kết thúc hệ điều hành phải thu hồi những tài nguyên mà hệ điều hành đã cấp cho tiến trình.

Trong quá trình hoạt động nếu vì một lý do nào đó tiến trình không thể tiếp tục hoạt động được thì hệ điều hành phải tạm dừng tiến trình, thu hồi tài nguyên mà tiến trình đang chiếm giữ, sau đó nếu điều kiện thuận lợi thì hệ điều hành phải tái kích hoạt tiến trình để tiến trình tiếp tục hoạt động cho đến khi kết thúc.

Trong các hệ thống có nhiều tiến trình hoạt động song song hệ điều hành phải giải quyết vấn đề tranh chấp tài nguyên giữa các tiến trình, điều phối processor cho các tiến trình, giúp các tiến trình trao đổi thông tin và hoạt động đồng bộ với nhau, đảm bảo nguyên tắc tất cả các tiến trình đã được khởi tạo phải được thực hiện và kết thúc được.

1.1.1.2. Thành phần quản lý bộ nhớ chính

Bộ nhớ chính là một trong những tài nguyên quan trọng của hệ thống, đây là thiết bị lưu trữ duy nhất mà CPU có thể truy xuất trực tiếp được.

Các chương trình của người sử dụng muốn thực hiện được bởi CPU thì trước hết nó phải được hệ điều hành nạp vào bộ nhớ chính, chuyển đổi các địa chỉ sử dụng trong chương trình thành những địa chỉ mà CPU có thể truy xuất được.

Khi chương trình, tiến trình có yêu cầu được nạp vào bộ nhớ thì hệ điều hành phải cấp phát không gian nhớ cho nó. Khi chương trình, tiến trình kết thúc thì hệ điều hành phải thu hồi lại không gian nhớ đã cấp phát cho chương trình, tiến trình trước đó.

Trong các hệ thống đa chương hay đa tiến trình, trong bộ nhớ tồn tại nhiều chương trình/ nhiều tiến trình, hệ điều hành phải thực hiện nhiệm vụ bảo vệ các vùng nhớ đã cấp phát cho các chương trình/ tiến trình, tránh sự vi phạm trên các vùng nhớ của nhau.

➤ Tóm lại, bộ phận quản lý bộ nhớ chính của hệ điều hành thực hiện những nhiệm vụ sau:

- Cấp phát, thu hồi vùng nhớ.
- Ghi nhận trạng thái bộ nhớ chính.
- Bảo vệ bộ nhớ.
- Quyết định tiến trình nào được nạp vào bộ nhớ.

1.1.1.3. Thành phần quản lý xuất/ nhập

Một trong những mục tiêu của hệ điều hành là giúp người sử dụng khai thác hệ thống máy tính dễ dàng và hiệu quả, do đó các thao tác trao đổi thông tin trên thiết bị xuất/ nhập phải *trong suốt* đối với người sử dụng.

Để thực hiện được điều này hệ điều hành phải tồn tại một bộ phận điều khiển thiết bị, bộ phận này phối hợp cùng CPU để quản lý sự hoạt động và trao đổi thông tin giữa hệ thống, chương trình người sử dụng và người sử dụng với các thiết bị xuất/ nhập.

Bộ phận điều khiển thiết bị thực hiện những nhiệm vụ sau:

- Gởi mã lệnh điều khiển đến thiết bị: Hệ điều hành điều khiển các thiết bị bằng các mã điều khiển, do đó trước khi bắt đầu một quá trình trao đổi dữ liệu với thiết bị thì hệ điều hành phải gởi mã điều khiển đến thiết bị.
- Tiếp nhận yêu cầu ngắt (Interrupt) từ các thiết bị: Các thiết bị khi cần trao đổi với hệ thống thì nó phát ra một tín hiệu yêu cầu ngắt, hệ điều hành tiếp nhận yêu cầu ngắt từ các thiết bị, xem xét và thực hiện một thủ tục để đáp ứng yêu cầu từ các thiết bị.
- Phát hiện và xử lý lỗi: quá trình trao đổi dữ liệu thường xảy ra các lỗi như: thiết bị vào ra chưa sẵn sàng, đường truyền hỏng, ... do đó hệ điều hành phải tạo ra các cơ chế thích hợp để phát hiện lỗi sớm nhất và khắc phục các lỗi vừa xảy ra nếu có thể.

1.1.1.4. Thành phần quản lý bộ nhớ phụ (đĩa)

Không gian lưu trữ của đĩa được chia thành các phần có kích thước bằng nhau được gọi là các block, khi cần lưu trữ một tập tin trên đĩa hệ điều hành sẽ cấp cho tập tin một lượng vừa đủ các block để chứa hết nội dung của tập tin. Block cấp cho tập tin phải là các block còn tự do, chưa cấp cho các tập tin trước đó, do đó sau khi thực hiện một thao tác cấp phát block hệ điều hành phải ghi nhận trạng thái của các block trên đĩa, đặc biệt là các block còn tự do để chuẩn bị cho các quá trình cấp block sau này.

Trong quá trình sử dụng tập tin nội dung của tập tin có thể thay đổi (tăng, giảm), do đó hệ điều hành phải tổ chức cấp phát động các block cho tập tin.

Để ghi/đọc nội dung của một block thì trước hết phải định vị đầu đọc/ ghi đến block đó. Khi chương trình của người sử dụng cần đọc nội dung của một dãy các block không liên tiếp nhau, thì hệ điều hành phải chọn lựa nên đọc block nào trước, nên đọc theo thứ tự nào... dựa vào đó mà hệ điều hành di chuyển đầu đọc đến các block thích hợp, nhằm nâng cao tốc độ đọc dữ liệu trên đĩa. Thao tác trên được gọi là lập lịch cho đĩa.

- Tóm lại, bộ phận quản lý bộ nhớ phụ thực hiện những nhiệm vụ sau:
 - Quản lý không gian trống trên đĩa.
 - Định vị lưu trữ thông tin trên đĩa.
 - Lập lịch cho vấn đề ghi/ đọc thông tin trên đĩa của đầu từ.

1.1.1.5. Thành phần quản lý tập tin

Máy tính có thể lưu trữ thông tin trên nhiều loại thiết bị lưu trữ khác nhau, mỗi thiết bị lại có tính chất và cơ chế tổ chức lưu trữ thông tin khác nhau, điều này gây khó khăn cho người sử dụng. Để khắc phục điều này hệ điều hành đưa ra khái niệm đồng nhất cho tất cả các thiết bị lưu trữ vật lý, đó là *tập tin* (file).

Tập tin là đơn vị lưu trữ cơ bản nhất, mỗi tập tin có một tên riêng. Hệ điều hành phải thiết lập mối quan hệ tương ứng giữa tên tập tin và thiết bị lưu trữ chứa tập tin. Theo đó khi cần truy xuất đến thông tin đang lưu trữ trên bất kỳ thiết bị lưu trữ nào người sử dụng chỉ cần truy xuất đến tập tin tương ứng thông qua tên của nó, tất cả mọi việc còn lại đều do hệ điều hành thực hiện.

Trong hệ thống có nhiều tiến trình đồng thời truy xuất tập tin hệ điều hành phải tạo ra những cơ chế thích hợp để bảo vệ tập tin tránh việc ghi/ đọc bất hợp lệ trên tập tin.

- Tóm lại: Như vậy bộ phận quản lý tập tin của hệ điều hành thực hiện những nhiệm vụ sau:
 - Tạo/ xoá một tập tin/ thư mục.
 - Bảo vệ tập tin khi có hiện tượng truy xuất đồng thời.
 - Cung cấp các thao tác xử lý và bảo vệ tập tin/ thư mục.
 - Tạo mối quan hệ giữa tập tin và bộ nhớ phụ chứa tập tin.
 - Tạo cơ chế truy xuất tập tin thông qua tên tập tin.

1.1.1.6. Thành phần mạng

Hệ phân tán là tập hợp các bộ xử lý, chúng không chia sẻ bộ nhớ, các thiết bị ngoại vi hay đồng hồ. Thay vào đó mỗi bộ xử lý có bộ nhớ, đồng hồ và các bộ xử lý giao tiếp với nhau thông qua các đường giao tiếp như bus tốc độ cao hay mạng. Các bộ xử lý trong hệ thống phân tán khác nhau về kích thước và chức năng. Chúng có thể chứa các bộ vi xử lý, trạm làm việc, máy vi tính và các hệ thống máy tính thông thường. Các bộ xử lý trong hệ thống được nối với nhau thông qua mạng truyền thông có thể được cấu hình trong nhiều cách khác nhau. Mạng có thể được nối kết một phần hay toàn bộ. Thiết kế mạng truyền thông phải xem xét vạch đường thông điệp và các chiến lược nối kết, và các vấn đề cạnh tranh hay bảo mật.

Hệ thống phân tán tập hợp những hệ thống vật lý riêng rẽ, có thể có kiến trúc không đồng nhất thành một hệ thống chặt chẽ, cung cấp người dùng với truy xuất tới các tài nguyên khác nhau mà hệ thống duy trì. Truy xuất tới các tài nguyên chia sẻ cho phép tăng tốc độ tính toán, chức năng, khả năng sẵn dùng của dữ liệu, khả năng tin cậy. Hệ điều hành thường tổng quát hoá việc truy xuất mạng như một dạng truy xuất tập tin, với những chi tiết mạng được chứa trong trình điều khiển thiết bị của giao diện mạng. Các giao thức tạo một hệ thống phân tán có thể có một ảnh hưởng to lớn trên tiện ích và tính phổ biến của hệ thống đó. Sự đổi mới của World Wide Web đã tạo ra một phương pháp truy xuất mới cho thông tin chia sẻ. Nó đã cải tiến giao thức truyền tập tin (File Transfer Protocol-FTP) và hệ thống tập tin mạng (Network File System-NFS) đã có bằng cách xoá yêu cầu cho một người dùng đăng nhập trước khi người dùng đó được phép dùng tài nguyên ở xa. Định nghĩa một giao thức mới, giao thức truyền siêu văn bản (hypertext transfer protocol-http), dùng trong giao tiếp giữa một trình phục vụ web và trình duyệt web. Trình duyệt web chỉ cần gửi yêu cầu thông tin tới một trình phục vụ web của máy ở xa, thông tin (văn bản, đồ hoạ, liên kết tới những thông tin khác) được trả về.

1.1.1.7. Thành phần thông dịch lệnh

Đây là bộ phận quan trọng của hệ điều hành, nó đóng vai trò giao tiếp giữa hệ điều hành và người sử dụng. Thành phần này chính là shell mà chúng ta đã biết ở trên. Một số hệ điều hành chứa shell trong nhân (kernel) của nó, một số hệ điều hành khác thì shell được thiết kế dưới dạng một chương trình đặc biệt.

1.1.1.8. Thành phần bảo vệ hệ thống

Trong môi trường hệ điều hành đa nhiệm có thể có nhiều tiến trình hoạt động đồng thời, thì mỗi tiến trình phải được bảo vệ để không bị tác động, có chủ ý hay không chủ ý, của các tiến trình khác. Trong trường hợp này hệ điều hành cần phải có các cơ chế để luôn đảm bảo rằng các File, Memory, CPU và các tài nguyên khác mà hệ điều hành đã cấp cho một chương trình, tiến trình thì chỉ có chương trình tiến trình đó được quyền tác động đến các thành phần này.

Nhiệm vụ trên thuộc thành phần bảo vệ hệ thống của hệ điều hành. Thành phần này điều khiển việc sử dụng tài nguyên, đặc biệt là các tài nguyên dùng chung, của các tiến trình, đặc biệt là các tiến trình hoạt động đồng thời với nhau, sao cho không xảy ra sự tranh chấp tài nguyên giữa các tiến trình hoạt động đồng thời và không cho phép các tiến trình truy xuất bất hợp lệ lên các vùng nhớ của nhau.

➤ Ngoài ra các hệ điều hành mạng, các hệ điều hành phân tán hiện nay còn có thêm thành phần kết nối mạng và truyền thông.

➤ Để đáp ứng yêu cầu của người sử dụng và chương trình người sử dụng các nhiệm vụ của hệ điều hành được thiết kế dưới dạng các dịch vụ:

- Thi hành chương trình: hệ điều hành phải có nhiệm vụ nạp chương trình của người sử dụng vào bộ nhớ, chuẩn bị đầy đủ các điều kiện về tài nguyên để chương trình có thể chạy được và kết thúc được, có thể kết thúc bình thường hoặc kết thúc do bị lỗi. Khi chương trình kết thúc hệ điều hành phải thu hồi tài nguyên đã cấp cho chương trình và ghi lại các thông tin mà chương trình đã thay đổi trong quá trình chạy (nếu có).

- Thực hiện các thao tác xuất nhập dữ liệu: Khi chương trình chạy nó có thể yêu cầu xuất nhập dữ liệu từ một tập tin hoặc từ một thiết bị xuất nhập nào đó, trong trường hợp này hệ điều hành phải hỗ trợ việc xuất nhập dữ liệu cho chương trình, phải nạp được dữ liệu mà chương trình cần vào bộ nhớ.

- Thực hiện các thao tác trên hệ thống tập tin: Hệ điều hành cần cung cấp các công cụ để chương trình dễ dàng thực hiện các thao tác đọc ghi trên các tập tin, các thao tác này phải thực sự an toàn, đặc biệt là trong môi trường đa nhiệm.

- Trao đổi thông tin giữa các tiến trình: Trong môi trường hệ điều hành đa nhiệm, với nhiều tiến trình hoạt động đồng thời với nhau, một tiến trình có thể trao đổi thông tin với nhiều tiến trình khác, hệ điều hành phải cung cấp các dịch vụ cần thiết để các tiến trình có thể trao đổi thông tin với nhau và phối hợp cùng nhau để hoàn thành một tác vụ nào đó.

- Phát hiện và xử lý lỗi: Hệ điều hành phải có các công cụ để chính hệ điều hành và để hệ điều hành giúp chương trình của người sử dụng phát hiện các lỗi do hệ thống (CPU, Memory, I/O device, Program) phát sinh. Hệ điều hành cũng phải đưa ra các dịch vụ để xử lý các lỗi sao cho hiệu quả nhất.

1.1.2. Chức năng của hệ điều hành

Một hệ thống máy tính gồm 3 thành phần chính: phần cứng, hệ điều hành và các chương trình ứng dụng và người sử dụng. Trong đó hệ điều hành là một bộ phận quan trọng và không thể thiếu của hệ thống máy tính, nhờ có hệ điều hành mà người sử dụng có thể đối thoại và khai thác được các chức năng của phần cứng máy tính.

Có thể nói hệ điều hành là một hệ thống các chương trình đóng vai trò trung gian giữa người sử dụng và phần cứng máy tính. Mục tiêu chính của nó là cung cấp một môi trường thuận lợi để người sử dụng dễ dàng thực hiện các chương trình ứng dụng của họ trên máy tính và khai thác triệt để các chức năng của phần cứng máy tính. Để đạt được mục tiêu trên hệ điều hành phải thực hiện 2 chức năng chính sau đây:

❑ **Giải lập một máy tính mở rộng:** Máy tính là một thiết bị vi điện tử, nó được cấu thành từ các bộ phận như: Processor, Memory, I/O Device, Bus, ... ,do đó để đối thoại hoặc khai thác máy tính người sử dụng phải hiểu được cơ chế hoạt động của các bộ phận này và phải tác động trực tiếp vào nó, tất nhiên là bằng những con số 0,1 (ngôn ngữ máy). Điều này là quá khó đối với người sử dụng. Để đơn giản cho người sử dụng hệ điều hành phải che đậy các chi tiết phần cứng máy tính bởi một máy tính mở rộng, máy tính mở rộng này có đầy đủ các chức năng của một máy tính thực nhưng đơn giản và dễ sử dụng hơn. Theo đó khi cần tác động vào máy tính thực người sử dụng chỉ cần tác động vào máy tính mở rộng, mọi sự chuyển đổi thông tin điều khiển từ máy tính mở rộng sang máy tính thực hoặc ngược lại đều do hệ điều hành thực hiện. Mục đích của chức năng này là: *Giúp người sử dụng khai thác các chức năng của phần cứng máy tính dễ dàng và hiệu quả hơn.*

❑ **Quản lý tài nguyên của hệ thống:** Tài nguyên hệ thống có thể là: processor, memory, I/O device, printer, file, ..., đây là những tài nguyên mà hệ điều hành dùng để cấp phát cho các tiến trình, chương trình trong quá trình điều khiển sự hoạt động của hệ thống. Khi người sử dụng cần thực hiện một chương trình hay khi một chương trình cần nạp thêm một tiến trình mới vào bộ nhớ thì hệ điều hành phải cấp phát không gian nhớ cho chương trình, tiến trình đó để chương trình, tiến trình đó nạp được vào bộ nhớ và hoạt động được.

Trong môi trường hệ điều hành đa nhiệm có thể có nhiều chương trình, tiến trình đồng thời cần được nạp vào bộ nhớ, nhưng không gian lưu trữ của bộ nhớ có giới hạn, do đó hệ điều hành phải tổ chức cấp phát bộ nhớ sao cho hợp lý để đảm bảo tất cả các chương trình, tiến trình khi cần đều được nạp vào bộ nhớ để hoạt động. Ngoài ra hệ điều hành còn phải tổ chức bảo vệ các không gian nhớ đã cấp cho các chương trình, tiến trình để tránh sự truy cập bất hợp lệ và sự tranh chấp bộ nhớ giữa các chương trình, tiến trình, đặc biệt là các tiến trình đồng thời hoạt động trên hệ thống. Đây là một trong những nhiệm vụ quan trọng của hệ điều hành. Trong quá trình hoạt động của hệ thống, đặc biệt là các hệ thống đa người dùng, đa chương trình, đa tiến trình, còn xuất hiện một hiện tượng khác, đó là nhiều chương trình, tiến trình đồng thời sử dụng một không gian nhớ hay một tập tin (dữ liệu, chương trình) nào đó. Trong trường hợp này hệ điều hành phải tổ chức việc chia sẻ và giám sát việc truy xuất đồng thời trên các tài nguyên nói trên sao cho việc sử dụng tài nguyên có hiệu quả nhưng tránh được sự mất mát dữ liệu và làm hỏng các tập tin.

Trên đây là hai dẫn chứng điển hình để chúng ta thấy vai trò của hệ điều hành trong việc quản lý tài nguyên hệ thống, sau này chúng ta sẽ thấy việc cấp phát, chia sẻ, bảo vệ tài nguyên của hệ điều hành là một trong những công việc

khó khăn và phức tạp nhất. Hệ điều hành đã chi phí nhiều cho công việc nói trên để đạt được mục tiêu: *Trong mọi trường hợp tất cả các chương trình, tiến trình nếu cần được cấp phát tài nguyên để hoạt động thì sớm hay muộn nó đều được cấp phát và được đưa vào trạng thái hoạt động.*

➤ Trên đây là hai chức năng tổng quát của một hệ điều hành, đó cũng được xem như là các mục tiêu mà các nhà thiết kế, cài đặt hệ điều hành phải hướng tới. Các hệ điều hành hiện nay có các chức năng cụ thể sau đây:

❑ Hệ điều hành cho phép thực hiện nhiều chương trình đồng thời trong môi trường đa tác vụ - **Multitasking Environment**. Hệ điều hành multitasking bao gồm: Windows NT, Windows 2000, Linux và OS/2. Trong hệ thống multitasking hệ điều hành phải xác định khi nào thì một ứng dụng được chạy và mỗi ứng dụng được chạy trong khoảng thời gian bao lâu thì phải dừng lại để cho các ứng dụng khác được chạy.

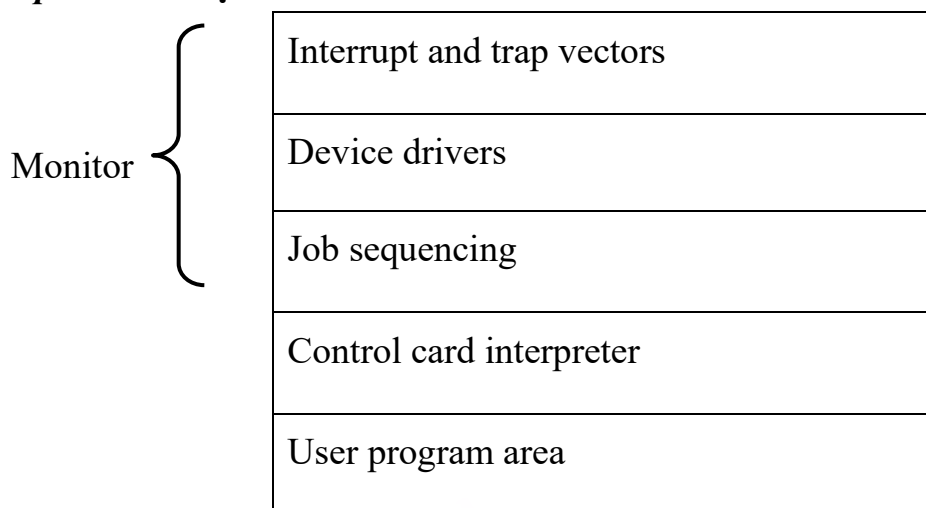
❑ Hệ điều hành tự nạp nó vào bộ nhớ - **It loads itself into memory**: Quá trình nạp hệ điều hành vào bộ nhớ được gọi là quá trình **Bootting**. Chỉ khi nào hệ điều hành đã được nạp vào bộ nhớ thì nó mới cho phép người sử dụng giao tiếp với phần cứng. Trong các hệ thống có nhiều ứng dụng đồng thời hoạt động trên bộ nhớ thì hệ điều hành phải chịu trách nhiệm chia sẻ không gian bộ nhớ RAM và bộ nhớ cache cho các ứng dụng này.

❑ **Hệ điều hành và API: Application Programming Interface**: API là một tập các hàm/thủ tục được xây dựng sẵn bên trong hệ thống, nó có thể thực hiện được nhiều chức năng khác nhau như shutdown hệ thống, đảo ngược hiệu ứng màn hình, khởi động các ứng dụng, ... Hệ điều hành giúp cho chương trình của người sử dụng giao tiếp với API hay thực hiện một lời gọi đến các hàm/thủ tục của API. Nạp dữ liệu cần thiết vào bộ nhớ - **It loads the required data into memory**: Dữ liệu do người sử dụng cung cấp được đưa vào bộ nhớ để xử lý. Khi nạp dữ liệu vào bộ nhớ hệ điều hành phải lưu lại địa chỉ của bộ nhớ nơi mà dữ liệu được lưu ở đó. Hệ điều hành phải luôn theo dõi bản đồ cấp phát bộ nhớ, nơi dữ liệu và chương trình được lưu trữ ở đó. Khi một chương trình cần đọc dữ liệu, hệ điều hành sẽ đến các địa chỉ bộ nhớ nơi đang lưu trữ dữ liệu mà chương trình cần đọc để đọc lại nó.

❑ Hệ điều hành biên dịch các chỉ thị chương trình - **It interprets program instructions**: Hệ điều hành phải đọc và giải mã các thao tác cần được thực hiện, nó được viết trong chương trình của người sử dụng. Hệ điều hành cũng chịu trách nhiệm sinh ra thông báo lỗi khi hệ thống gặp lỗi trong khi đang hoạt động.

❑ Hệ điều hành quản lý tài nguyên - **It manages resources**: Nó đảm bảo việc sử dụng thích hợp tất cả các tài nguyên của hệ thống như là: bộ nhớ, đĩa cứng, máy in, ...

1.1.3. Quá trình phát triển hệ điều hành



Hình 1.1 – Cấu trúc monitor đơn giản

Các hệ điều hành được phát triển song song với sự phát triển của máy tính điện tử. Ban đầu, các hệ điều hành làm việc theo phương pháp trọn gói, sau đó được bổ sung thêm các tính năng để có thể đáp ứng được nhu cầu công việc của người sử dụng và sự phát triển của các hệ thống máy tính. Điển hình là các giai đoạn sau:

- Monitor đơn giản: Đây là hệ điều hành đầu tiên có thể tự động hóa, sắp xếp công việc cho máy tính thi hành. Monitor đơn giản là một chương trình nhỏ thường trú trong bộ nhớ. Các chương trình điều khiển thiết bị (Device Drivers) biết vùng đệm, các cờ nhớ, các thanh ghi và các bit kiểm tra của mình.

- Thao tác Off – Line: Mục đích của thao tác off – line cho phép truy nhập các thiết bị một cách logic, không phụ thuộc vào tính chất vật lý của thiết bị dẫn đến loại trừ được hiện tượng các thiết bị vào/ra làm việc song hành với CPU.

- Thao tác Buffering: Buffering (thao tác tạo vùng đệm) nhằm làm tăng tốc các phép trao đổi ngoại vi, đảm bảo tốc độ chung của hệ thống. Thao tác Buffering cho phép: giảm số lượng các thao tác vào/ra vật lý, thực hiện song song các thao tác vào/ra với các thao tác xử lý thông tin khác nhau, thực hiện trước các phép nhập dữ liệu...

- Thao tác SPOOL: SPOOL (Simultaneous Peripheral Operations On Line) là chế độ mà tất cả các trao đổi vào/ra, hệ điều hành chỉ làm việc với đĩa từ còn trao đổi giữa đĩa từ và các thiết bị được thực hiện theo các cơ chế riêng. Mục đích của SPOOL là cho phép hệ điều hành thao tác với các thiết bị một cách song song, làm tăng tốc độ của hệ thống một cách đáng kể.

- Đa chương trình và chia sẻ thời gian (Multi programing and Time sharing):

Trong giai đoạn này các hệ điều hành cung cấp khả năng điều khiển hoạt động của nhiều chương trình tại cùng một thời điểm. Như vậy các chương trình này đều có nhu cầu sử dụng tài nguyên trong cùng một thời điểm để thực hiện công việc, do đó tài nguyên hệ thống bị chia sẻ cho các chương trình. Trong khi đó một số tài nguyên của hệ thống không thể cung cấp trong chế độ chia sẻ (ví dụ như CPU) dẫn đến hệ điều hành cần phải tổ chức phân bổ tài nguyên theo cơ chế hàng đợi. Khi một chương trình được thực hiện thì các chương trình còn lại phải ở trạng thái chờ được phân bổ tài nguyên nhưng vì thời gian tài nguyên phục vụ cho hoạt động của chương trình trong một chu kỳ là rất ngắn nên người sử dụng cảm nhận như chương trình của mình vẫn đang thực hiện và sở hữu toàn bộ tài nguyên hệ thống.

- Các chế độ bảo vệ: Để đảm bảo cho sự an toàn hệ thống và giúp cho hệ thống hoạt động ổn định, các hệ điều hành giai đoạn sau này còn bổ sung nhiều chế độ bảo vệ như: bảo vệ các thiết bị I/O, bảo vệ bộ nhớ, bảo vệ CPU...nhằm tránh các hiện tượng tranh chấp tài nguyên, sử dụng tài nguyên sai mục đích và khả năng gây lỗi tiềm ẩn của các thành phần hệ thống.

1.2. Phân loại hệ điều hành

Mục Tiêu:

- *Nắm được khái niệm phân loại và các thành phần cơ bản trong hệ điều hành*

1.2.1. Mainframe Systems

Những hệ thống máy tính mainframe là những máy tính đầu tiên được dùng để xử lý ứng dụng thương mại và khoa học. Trong phần này, chúng ta lần theo sự phát triển của hệ thống mainframe từ các hệ thống bó (batch systems), ở đó máy tính chỉ chạy một-và chỉ một -ứng dụng, tới các hệ chia sẻ thời gian (time-shared systems), mà cho phép người dùng giao tiếp với hệ thống máy tính

1.2.2. Desktop Systems

Máy tính cá nhân (PC) xuất hiện vào những năm 1970. Trong suốt thập niên đầu, CPU trong PC thiếu các đặc điểm cần thiết để bảo vệ hệ điều hành từ chương trình người dùng. Do đó, các hệ điều hành PC không là đa người dùng hoặc đa nhiệm. Tuy nhiên, các mục tiêu của hệ điều hành này thay đổi theo thời gian; thay vì tối ưu hoá việc sử dụng CPU và thiết bị ngoại vi, các hệ thống chọn lựa tối ưu hoá sự tiện dụng và đáp ứng người dùng. Các hệ thống này gồm các PC chạy các hệ điều hành Microsoft Windows và Apple Macintosh. Hệ điều hành MS-DOS từ Microsoft được thay thế bằng nhiều ấn bản của Microsoft Windows và IBM đã nâng cấp MS-DOS thành hệ đa nhiệm OS/2. Hệ điều hành Apple Macintosh được gắn nhiều phần cứng hiện đại hơn và ngày nay chứa nhiều đặc điểm mới như bộ nhớ ảo và đa nhiệm.

Với sự phát hành MacOS X, lõi của hệ điều hành ngày nay dựa trên Mach và FreeBSD UNIX cho sự mở rộng, năng lực và đặc điểm nhưng nó vẫn giữ lại giao diện đồ họa người dùng GUI. LINUX, một hệ điều hành tương tự như UNIX sẵn dùng cho máy PC trở nên phổ biến gần đây.

Hệ điều hành cho các máy tính này có những thuận lợi trong nhiều cách từ sự phát triển của hệ điều hành cho mainframes. Máy vi tính (microcomputer) lập tức có thể được chấp nhận một số công nghệ được phát triển cho hệ điều hành lớn hơn. Thêm vào đó, chi phí phần cứng cho máy vi tính đủ thấp để các cá nhân có thể một mình sử dụng máy tính, và sử dụng CPU không còn quan trọng nữa. Do đó, những quyết định thiết kế được thực hiện trong hệ điều hành cho mainframes có thể không hợp lý cho các hệ thống nhỏ hơn.

Những quyết định thiết kế khác vẫn được áp dụng. Thí dụ, trước hết bảo vệ hệ thống tập tin không cần thiết trên máy cá nhân. Tuy nhiên, hiện nay các máy tính này thường được nối vào các máy tính khác qua mạng cục bộ hay Internet. Khi những máy tính khác và người dùng khác có thể truy xuất các tập tin này trên một PC, bảo vệ tập tin một lần nữa cũng trở thành một đặc điểm cần thiết của hệ điều hành. Sự thiếu bảo vệ tạo điều kiện dễ dàng cho những chương trình hiểm phá huỷ dữ liệu trên những hệ thống như MS-DOS và hệ điều hành Macintosh. Các chương trình này có thể tự nhân bản và phát tán nhanh chóng bằng cơ chế worm hay virus và làm tê liệt mạng của các công ty hay thậm chí mạng toàn cầu. Đặc điểm chia thời được cải tiến như bộ nhớ bảo vệ và quyền tập tin là chưa đủ để bảo vệ một hệ thống từ sự tấn công.

1.2.3. Multiprocessor Systems

Hầu hết các hệ thống ngày nay là các hệ thống đơn xử lý; nghĩa là chỉ có một CPU chính. Tuy nhiên, các hệ thống đa xử lý (hay còn gọi là hệ song song hay hệ kết nối chặt) được phát triển rất quan trọng. Các hệ thống như thế có nhiều hơn một bộ xử lý trong giao tiếp gần, chia sẻ bus máy tính, đồng hồ, đôi khi còn là bộ nhớ hay thiết bị ngoại vi.

Hệ thống đa xử lý có ba ưu điểm chính:

- **Thông lượng được gia tăng:** bằng cách tăng số lượng bộ xử lý, chúng ta hy vọng thực hiện nhiều công việc hơn với thời gian ít hơn. Tỷ lệ giữa sự tăng tốc với N bộ xử lý không là N ; đúng hơn nó nhỏ hơn N . Trong khi nhiều bộ xử lý cộng tác trên một công việc, một lượng chi phí phải chịu trong việc giữ các thành phần làm việc phù hợp. Chi phí này cộng với chi phí cạnh tranh tài nguyên được chia sẻ, làm giảm kết quả được mong đợi từ những bộ xử lý bổ sung. Tương tự như một nhóm gồm N lập trình viên làm việc với nhau không dẫn đến kết quả công việc đang đạt được tăng N lần.

○ **Tính kinh tế của việc mở rộng:** hệ thống đa xử lý có thể tiết kiệm nhiều chi phí hơn hệ thống đơn bộ xử lý, bởi vì chúng có thể chia sẻ ngoại vi, thiết bị lưu trữ và điện. Nếu nhiều chương trình điều hành trên cùng tập hợp dữ liệu thì lưu trữ dữ liệu đó trên một đĩa và tất cả bộ xử lý chia sẻ chúng sẽ rẻ hơn là có nhiều máy tính với đĩa cục bộ và nhiều bản sao dữ liệu.

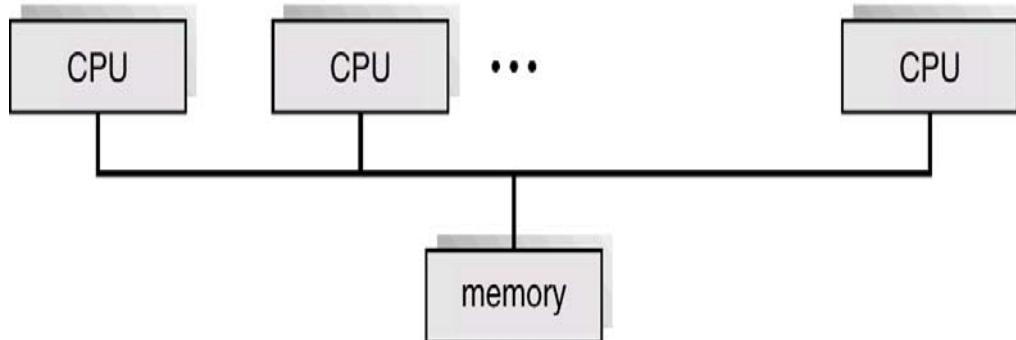
○ **Khả năng tin cậy được gia tăng:** nếu các chức năng được phân bổ hợp lý giữa các bộ xử lý thì lỗi trên một bộ xử lý sẽ không dừng hệ thống, chỉ năng lực bị giảm. Nếu chúng ta có 10 bộ xử lý và có 1 bộ xử lý bị sự cố thì mỗi bộ xử lý trong 9 bộ xử lý còn lại phải chia sẻ của công việc của bộ xử lý bị lỗi. Do đó, toàn bộ hệ thống chỉ giảm 10% năng lực hơn là dừng hoạt động. Các hệ thống được thiết kế như thế được gọi là hệ thống có khả năng chịu lỗi (fault tolerant).

Việc điều hành vẫn tiếp tục trong sự hiện diện của lỗi yêu cầu một cơ chế cho phép lỗi được phát hiện, chuẩn đoán và sửa lỗi nếu có thể. Hệ thống Tandem sử dụng sự nhân đôi phần cứng và phần mềm để đảm bảo sự điều hành vẫn tiếp tục mặc dù có lỗi xảy ra. Hệ thống này chứa hai bộ xử lý, mỗi bộ xử lý có bộ nhớ cục bộ riêng. Các bộ xử lý được nối kết bởi một bus. Một bộ xử lý chính và bộ xử lý kia là dự phòng. Cả hai bản sao được giữ ở mỗi bộ xử lý: một là chính và một là dự phòng. Tại các điểm kiểm tra (checkpoints) trong việc thực thi của hệ thống, thông tin trạng thái của mỗi công việc-gồm một bản sao hình ảnh bộ nhớ-được chép từ máy chính tới máy dự phòng. Nếu một lỗi được phát hiện, bản sao dự phòng được kích hoạt và được khởi động lại từ điểm kiểm tra mới nhất. Giải pháp này đắt vì nó bao gồm việc nhân đôi phần cứng.

Các hệ thống đa xử lý thông dụng nhất hiện nay sử dụng **đa xử lý đối xứng** (symmetric multiprocessing-SMP). Trong hệ thống này mỗi bộ xử lý chạy bản sao của hệ điều hành và những bản sao này giao tiếp với các bản sao khác khi cần. Vài hệ thống sử dụng **đa xử lý bất đối xứng** (asymmetric multiprocessing).

Đa xử lý đối xứng có nghĩa tất cả bộ xử lý là ngang hàng; không có mối quan hệ chủ-tớ tồn tại giữa các bộ xử lý. Hình I-4 minh họa một kiến trúc đa xử lý đối xứng điển hình. Một thí dụ của đa xử lý đối xứng là ấn bản của Encore của UNIX cho máy tính Multimax. Máy tính này có thể được cấu hình như nó đang thực hiện nhiều bộ xử lý, tất cả bộ xử lý đều chạy bản sao của UNIX. Ưu điểm của mô hình này là nhiều quá trình có thể chạy cùng một lúc - N quá trình có thể chạy nếu có N CPU- không gây ra sự giảm sút to lớn về năng lực. Tuy nhiên, chúng ta phải điều khiển cẩn thận xuất/nhập để đảm bảo rằng dữ liệu dẫn tới bộ xử lý tương ứng. Vì các CPU là riêng rẽ, một CPU có thể đang rảnh trong khi CPU khác quá tải dẫn đến việc sử dụng không hữu hiệu tài nguyên của hệ thống. Sự không hiệu quả này có thể tránh được nếu các bộ xử lý chia sẻ các cấu

trúc dữ liệu. Một hệ thống đa xử lý của dạng này sẽ cho phép các quá trình và tài nguyên – như bộ nhớ - được chia sẻ tự động giữa các quá trình khác nhau và có thể làm giảm sự khác biệt giữa các bộ xử lý. Hầu như tất cả hệ điều hành hiện đại - gồm Windows NT, Solaris, Digital UNIX, OS/2 và LINUX - hiện nay cung cấp sự hỗ trợ đa xử lý đối xứng.



Hình 1.2 Kiến trúc đa xử lý đối xứng

Sự khác biệt giữa đa xử lý đối xứng và bất đối xứng có thể là do phần cứng hoặc phần mềm. Phần cứng đặc biệt có thể khác nhau trên nhiều bộ xử lý, hoặc phần mềm có thể được viết để cho phép chỉ một chủ và nhiều tớ. Thí dụ, SunOS ấn bản 4 cung cấp đa xử lý không đối xứng, ngược lại, ấn bản 5 (Solaris 2) là đối xứng trên cùng phần cứng.

Khi các bộ vi xử lý trở nên rẻ hơn và mạnh hơn các chức năng bổ sung của hệ điều hành là chuyển tới bộ xử lý tớ. Thí dụ, tương đối dễ để thêm bộ vi xử lý với bộ nhớ riêng để quản lý hệ thống đĩa. Bộ vi xử lý có thể nhận một chuỗi các yêu cầu từ bộ nhớ chính và cài đặt hàng đợi đĩa riêng và giải thuật định thời. Sự sắp xếp này làm giảm chi phí định thời đĩa của CPU. PC chứa một bộ vi xử lý trong bàn phím để chuyển những phím nóng thành mã để gửi tới CPU. Thực tế, việc sử dụng các bộ vi xử lý trở nên quá phổ biến đến nỗi mà đa xử lý không còn được xem xét.

1.2.4.Distributed Systems

Hệ phân tán (hay còn gọi là mạng máy tính) là một tập hợp các máy tính ghép nối với nhau bằng đường truyền theo một tiêu chuẩn quy định trước nhằm đạt các mục tiêu:

- Tạo khả năng làm việc phân tán.
- Nâng cao chất lượng, hiệu quả của việc khai thác và xử lý dữ liệu.
- Tăng cường độ tin cậy của hệ thống.
- Chia sẻ tài nguyên (dùng chung tài nguyên, chương trình và dữ liệu)
- Phục vụ công tác truyền tin.

1.2.5.Real-Time Systems

Một dạng khác của hệ điều hành có mục đích đặc biệt là hệ thời thực (real-time system). Hệ thời thực được dùng khi các yêu cầu thời gian khắt khe được đặt trên thao tác của một bộ xử lý hay dòng dữ liệu; do đó, nó thường được dùng như một thiết bị điều khiển trong một ứng dụng tận hiến. Các bộ cảm biến mang dữ liệu tới máy tính. Máy tính phải phân tích dữ liệu và có thể thích ứng các điều khiển để hiệu chỉnh các dữ liệu nhập cảm biến. Các hệ thống điều khiển các thí nghiệm khoa học, hệ thống ảnh hoá y tế, hệ thống điều khiển công nghệ và các hệ thống hiển thị... Các hệ thống phun dầu động cơ ô tô, các bộ điều khiển dụng cụ trong nhà, hệ thống vũ khí cũng là các hệ thống thời thực.

Một hệ thống thời thực có sự ràng buộc cố định, rõ ràng. Xử lý phải được thực hiện trong phạm vi các ràng buộc được định nghĩa hay hệ thống sẽ thất bại. Một hệ thời thực thực hiện đúng chức năng chỉ nếu nó trả về kết quả đúng trong thời gian ràng buộc. Tương phản với yêu cầu này trong hệ chia thời, ở đó nó mong muốn (nhưng không bắt buộc) đáp ứng nhanh, hay đối với hệ thống bó, nó không có ràng buộc thời gian gì cả.

Hệ thời thực có hai dạng: cứng và mềm. Hệ thời thực cứng đảm bảo rằng các tác vụ tới hạn được hoàn thành đúng giờ. Mục tiêu này đòi hỏi tất cả trì hoãn trong hệ thống bị giới hạn, từ việc lấy lại dữ liệu được lưu trữ thời gian hệ điều hành hoàn thành bất cứ yêu cầu cho nó. Các ràng buộc thời gian như thế ra lệnh các phương tiện sẵn có trong hệ thời thực cứng. Thiết bị lưu trữ phụ của bất cứ thứ hạng nào thường bị giới hạn hay bị mất với dữ liệu đang được lưu trong bộ nhớ lưu trữ ngắn hạn (short- term memory) hay trong bộ nhớ chỉ đọc (ROM). Hầu hết các hệ điều hành hiện đại không cung cấp đặc điểm này vì chúng có khuynh hướng tách rời người dùng từ phần cứng và sự tách rời này dẫn đến lượng thời gian không xác định mà thao tác sẽ mất. Thí dụ, bộ nhớ ảo hầu như chưa bao giờ thấy trong hệ thời thực. Do đó, những hệ thời thực cứng xung đột với thao tác của hệ chia thời và hai hệ này không thể đan xen nhau. Vì không có hệ điều hành đa mục đích đã có hỗ trợ chức năng thời thực cứng; chúng ta không tập trung với loại hệ thống này trong chương này.

Một loại thời thực ít hạn chế hơn là hệ thời thực mềm, ở đó tác vụ thời thực tới hạn có độ ưu tiên hơn các tác vụ khác và duy trì độ ưu tiên đó cho đến khi chúng hoàn thành. Như trong hệ thời thực cứng, sự trì hoãn nhân (kernel) của hệ điều hành trì hoãn yêu cầu được giới hạn. Một tác vụ thời thực không thể giữ việc chờ không xác định đối với nhân để thực thi. Thời thực mềm là mục tiêu có thể đạt được và có thể được đan xen với các loại hệ thống khác. Tuy nhiên, hệ thời thực mềm có những tiện ích giới hạn hơn hệ thời thực cứng. Vì không hỗ trợ tốt cho thời điểm tới hạn, nên hệ thời thực mềm dễ gây rủi ro khi