



سیستم عامل:
مفاهیم اساسی، اصول طراحی و
مهندسی

نویسنده
دکتر میر شهریار امامی
فوق دکترای کامپیوتر

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی (واحد رودهن)



سیستم عامل: مفاهیم اساسی، اصول طراحی و مهندسی

مؤلف:

شابک

صفحه آرای: اکرم ملک نژاد

ناشر: پادینا

قطع و تیراژ: وزیری - 1000

نوبت چاپ و سال چاپ: اول 1397

چاپ و صحافی:

قیمت: ۱۰۰

تهران: خیابان مطهری، خیابان میرعماد، کوچه پنجم، پلاک - 3
کد پستی 1587958711

تلفن: 88847884 (021) نمبر: 88739092

کلیه حقوق برای پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
محفوظ است.

این کتاب تقدیم به
همه کسانیکه از آنها آموختم.

فرمانروا (مدیر)، به باور من باید که تفاوت‌اش با مردمان [دیگر] نه در زندگی آسوده و پر زرق و برق باشد بلکه [باید] در پیش‌اندیشی‌ها و در خرد و در شوق وی به کار (خدمت به مردم) باشد...
کوروش کبیر

فهرست مطالع

فصل اول: ساختار داخلی و معماری کامپیوتر.....	16
فصل دوم: سیستم عامل و ساختارهای آن ..	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل سوم: مدیریت دستگاه های ورودی/خروجی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل چهارم: فرآیندها و نخها ..	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل پنجم: مدیریت و زمانبندی فرآیندها و نخها.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل ششم: مدیریت فرآیندهای همروندها	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل هفتم: مدیریت بن بست.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل هشتم: مدیریت حافظه اصلی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل نهم: مدیریت دیسک.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل دهم: سیستم مدیریت فایل ..	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه الف.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه ب.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه پ.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه ت.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه ث.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه ج.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه د.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه ح.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه هـ.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه ط.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
ضمیمه ی.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فهرست منابع	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فهرست اختصارات	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
واژه نامه	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

فهرست تفصیلی

11	مقدمه مولف.....
16	فصل اول: ساختار داخلی و معماری کامپیوتر.....
20	1-1- معما ری سیستم های کامپیوترا.....
20	1-2- روش های طراحی معماری سیستم های کامپیوترا.....
20	1-2-1- طراحی معماری سیستم های کامپیوترا با روش سیستماتیک.....
22	1-2-1-1- واحد ورودی/خروجی.....
24	1-2-1-2- واحد حافظه داخلی/خارجی.....
25	1-2-1-2-1- حافظه خارجی.....
26	1-2-2-1-2-1- حافظه داخلی.....
28	1-3-1-2-1- واحد محاسبه و منطق و واحد کنترل (پردازندہ).....
29	تعريف: پردازندہ بخش اصلی و مرکزی یک سیستم کامپیوترا است که وظیفه آن تفسیر و اجرای دستور العمل ها میباشد.....
29	1-3-1-2-1- واحد محاسبه و منطق.....
30	2-3-1-2-1- واحد کنترل.....
32	3-4-1-2-1- گذرگاه های ارتباطی (Bus).....
34	2-2-1- طراحی معماری سیستم های کامپیوترا با روش مسیر داده.....
35	3-2-1- طراحی معماری سیستم های کامپیوترا با روش ترکیبی.....
36	تمرین های فصل اول.....
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	یادداشت های فصل اول.....
ERROR! BOOKMARK : سیستم عامل و ساختارهای آن	NOT DEFINED.
ERROR!	1-2. ساختار هسته یکپارچه (MONOLITHIC KERNEL)
	BOOKMARK NOT DEFINED.
ERROR! BOOKMARK	(LAYERED KERNEL) لایه ای
	NOT DEFINED.
ERROR! BOOKMARK NOT	(MICRO KERNEL) ریز هسته
	DEFINED.
ERROR! BOOKMARK (VIRTUAL MACHINE)	4-2 ساختار ماشین مجازی
	NOT DEFINED.

تمرین های فصل دوم
یادداشت های فصل دوم
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل سوم : مدیریت دستگاه های ورودی/خروجی
BOOKMARK NOT DEFINED.

ERROR! 1-3 روشهای مدیریت دستگاه های ورودی/خروجی
BOOKMARK NOT DEFINED.

-1-1-3 روشن برنامه نویسی شده یا سرکشی (Polling)
Error! Bookmark not defined.

-2-1-3 روشن وقفه (Interrupt)
Error! Bookmark not defined.

-1-2-1-3 تمهدیدات ماشین برای برپایی مکانیسم وقفه
Bookmark not defined.

تمرین های فصل سوم
یادداشت های فصل سوم
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل چهارم : فرآیندها و نخها
DEFINED.

1-4 فرایند (PROCESS)
2-4 سیاست های اجرایی فرآیندها
3-4 انواع مدهای اجرایی فرآیندها
DEFINED.

6-4 جدول فرایند (PROCESS TABLE)
7-4 تغییض متن (CONTEXT SWITCH)
8-4 نخها (THREADS) و سیاست چند نخی (MULTI-THREADING)
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

9-4 مدیریت نخ های کاربر در فضای هسته و در فضای کاربر
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

تمرین های فصل چهارم
یادداشت های فصل چهارم
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
فصل پنجم : مدیریت و زمانبندی فرآیندها و نخها
BOOKMARK NOT DEFINED.

1-5 معیارهای ارزیابی کارایی
2-5 روشهای الگوریتم های زمانبندی فرآیندها و نخها
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

1-2-5 روشهای الگوریتم های زمانبندی با سیاست
انحصاری
2-2-5 روشهای الگوریتم های زمانبندی با سیاست
غیر انحصاری
1-2-2-5 روش زمانبندی نوبت گردشی (RR)
defined.

-2-2-2-5 الگوریتم زمانبندی SRTF
-3-2-2-5 الگوریتم زمانبندی با اولویت
defined.

-4-2-2-5 الگوریتم زمانبندی صف چند سطحی
not defined.

-5-2-2-5 روش زمانبندی صف چند سطحی با پسخورد
Error!

Bookmark not defined.

تمرین های فصل پنجم
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

یادداشت های فصل پنجم
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

فصل ششم : مدیریت فرآیندهای همروند
DEFINED.

1-6- فرآیندهای مستقل و فرآیندهای همروند
ERROR! **BOOKMARK NOT DEFINED.**

2-6- ناحیه بحرانی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

3-6- مشکل رقابتی و تجزیه و تحلیل آن
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4-6- انحصار متقابل (ME)

5-6- تلاش هایی ابتدایی برای حل مشکل رقابتی :
ERROR! **BOOKMARK NOT DEFINED.**

6-6- راه حل های مشکل رقابتی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

1-6-6- راه حل های نرم افزاری
Error! Bookmark not defined....

1-1-6-6- الگوریتم دکر (Dekker)

2-1-6-6- الگوریتم پیترسون (Peterson)
Error! Bookmark not defined.

2-6-6- راه حل های سخت افزاری :
Error! Bookmark not defined.

1-2-6-6- غیرفعال نمودن وقفه ها :
Error! Bookmark not defined.....

2-2-6-6- استفاده از دستورات یکپارچه :
Error! Bookmark not defined.

1-2-2-6-6- دستور العمل مقایسه و تعویض (CAS)
Error! Bookmark not defined.

3-6-6- راه حل های سیستم عامل و کامپایلر :
Error! Bookmark not defined.

1-3-6-6- سمافور (Semaphore)

2-3-6-6- سمافور دودویی (Binary Semaphore)
Error! Bookmark not defined.

تمرین های فصل ششم
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

یادداشت های فصل ششم
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

فصل هفتم : مدیریت بن بست.....
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

1-7- چگونگی استفاده از منابع توسط فرآیندها
ERROR! **BOOKMARK NOT DEFINED.**

2-7- انواع منابع از دید ماهیت تخصیص
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

3-7- شرایط وقوع بن بست (شرایط کافمن)
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

4-7- مدلسازی بن بست با گراف تخصیص منابع
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

5-7- روش های حل مشکل بن بست :
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

1-5-7- پیشگیری از بن بست (Deadlock Prevention)
Error! Bookmark not defined.

1-1-5-7- نقش انحصار متقابل

Error! Bookmark not defined..... انتظار نگهداری - 7-5-1-2-6

7-5-1-3- نقض انحصاری بودن.....Error! Bookmark not defined.

Error! Bookmark not defined.....-7-5-1-4- نقض انتظار حلقوی.....

2-5-7 - تشخیص و ترمیم بن بست (Deadlock Detection and Recovery)

Error! Bookmark not defined.....

تشخیص بن بست 1-2-5-7-Error! Bookmark not defined.....

7-5-2-2- ترميم بن بست..... Error! Bookmark not defined.....

Error! Bookmark not (Deadlock Avoidance) 3-5-7 دوري از بن بست

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

ERROR: BOOKMARK NOT DEFINED..... **یعنی های فعلی فصل همیشگی**

یادداشت‌های فصل هفتم.....
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED

1-8- ظایف سیستم عامل در مدیریت حافظه :
BOOKMARK NOT DEFINED.

8-2- ساختهای تخصیص حافظه : **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....**

Error! Bookmark مدیریت تک برنامگی حافظه اصلی not defined.

Error! -2-2-8 مدیریت حافظه با روش چند بخشی ثابت
Bookmark not defined.

Error! -3-2-8 مدیریت حافظه با روش چند بخشی پویا
Bookmark not defined.

Error! ۴-۲-۸ مديريت حافظه با روش صفحه بندی ساده

Error! 5-2-8 مدیریت حافظه با روش قطعه بندی ساده :

6-2-8 مدیریت حافظه با روش قطعه بندهی صفحه بندی

سدہ 8-2-7 مدیریت حافظہ با تکنیک مبادلہ (Swapping)

Error! Bookmark not defined.....

Error! Bookmark not defined. FIFO - ١-٣-٨ - الگوريتم **BOOKMARK NOT DEFINED**

Error! Bookmark not defined. LRU	الگوريتم -2-3-8
Error! Bookmark not defined. Optimal	الگوريتم -3-3-8

4- نگاشت آدرس حافظه : ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED..... مراجعت از حافظه : **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....** هشتم فصل های میرین

نهم : مدیریت دیسک.....
نهم : اشت های فصل هشتم.....

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED..... - ساختار دیسک مغناطیسی :
ERROR! BOOKMARK - معادلهای کا، ار دیسک مغناطیسی :

NOT DEFINED

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED....	- سیاست های زمانبندی دیسک.....	- 3-9
Error! Bookmark not defined.....	- الگوریتم FCFS	- 1-3-9
Error! Bookmark not defined.....	- الگوریتم LIFO	- 2-3-9
Error! Bookmark not defined.....	- الگوریتم SSTF	- 3-3-9
Error! Bookmark not defined.....	- الگوریتم Scan	- 4-3-9
Error! Bookmark not defined.....	- الگوریتم Look Scan	- 5-3-9
Error! Bookmark not defined.....	- الگوریتم Cicular Scan	- 6-3-9
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	- حافظه سلسله مراتبی.....	- 4-9
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	- اعتقاد به سیستم های کامپیوترا	- 5-9

DEFINED.

- استفاده از اجزای فیزیکی با کیفیت بسیار

با لا (Fault Avoidance)

(Fault Tolerance) - به کارگیری تکنیک های افزونگی

Error! Bookmark not defined.....

فصل دهم : سیستم مدیریت فایل
DEFINED.

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED..... 1-10

Error! Bookmark not defined..... 1-1-10

Error! Bookmark not defined..... 2-1-10

Error! Bookmark not (Attributes) 3-1-10
defined.

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. 2-10
- شیوه های پیاده سازی فایل ها

DEFINED.

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. 3-10
- شیوه های سازماندهی فایل ها

DEFINED.

- فراهم آوردن امکانات لازم برای کار با فایل ها

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED..... 5-10

ERROR! BOOKMARK NOT (RELIABILITY) 6-10
DEFINED.

- امنیت فایل ها (SECURITY) 7-10

- سرویس نگهداری سیستم مدیریت فایل (MAINTENANCE) 8-10

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....

- سازمان دستیابی رکورد های فایل 9-10
DEFINED.

تمرین های فصل دهم.....

یادداشت های فصل دهم

Error! Bookmark not defined.....

Error! Bookmark not defined.....

ضمیمه الف.....

Error! Bookmark not defined.....

ضمیمه ب.....

Error! Bookmark not defined.....

ضمیمه پ.....

Error! Bookmark not defined.....

ضمیمه ت.....

Error! Bookmark not defined.....

ضمیمه ث.....

ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	ضمیمه ج
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	ضمیمه د
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	ضمیمه ح
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	ضمیمه ص
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	ضمیمه ط
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	ضمیمه ی
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	فهرست منابع
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	فهرست اختصارات
ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.....	واژه نامه

مقدمه مولف

سال‌های زیادی از روزهای اولیه پیدایش علم الکترونیک و کامپیوتر می‌گذرد و هر روز با تجهیزات الکترونیکی و سیستم‌های کامپیوتری جدیدتر و متنوع‌تر روبرو می‌شویم. این تنوع در سیستم‌ها و تجهیزات جدید، هم به لحاظ اندازه، و هم به لحاظ گوناگونی خدماتی که ارائه می‌نمایند، شایان توجه است. سیستم کمودور 64 (Commodore 64 System) که در آن از یک رسانه ذخیره ساز نوار کاست مغناطیسی معمولی برای ذخیره سازی اطلاعات استفاده می‌شد، اولین سیستم کامپیوتری بود که من با آن آشنا شدم. گرچه در آن روزگار نوجوانی، والدینم این ماشین را با هدف انجام بازی‌های کامپیوتری به عنوان هدیه برای من خریداری نموده بودند، با اینحال، من مجدوب برنامه نویسی و ایجاد بازی‌های کامپیوتری طراحی شده توسط خودم روی آن شدم و به تدریج پی بردم برای آنکه یک برنامه بازی کامپیوتری بتواند با کیفیت مطلوب اجرا گردد و تامین کننده نیازهای کاربر آن باشد، سیستم کامپیوتری مجری این برنامه، حداقل نیازهایی هم در حوزه سخت افزار و معماری سیستم کامپیوتری، و هم در زمینه نرم افزار قابل اجرا روی آن را دارد و این زمانی بود که مفهوم Minimum System را درک نمودم. مدتی بعد، برای اجرای بازی‌هایی با سطح گرافیکی بالاتر بر آن شدم تا به استفاده از سیستم آمیگا¹ که از رسانه ذخیره ساز فلاپی دیسک با اندازه $3\frac{1}{2}$ اینچی با ظرفیت 720 کیلوبايتی (720 KB) و سیستم

عامل Amiga OS 1.2 و پردازندۀ 7 مگا هرتزی Motorola 68000 استفاده می‌نمود، روی آورم. پس از آن در دوران دانشجویی کارشناسی در رشته مهندسی سخت افزار کامپیوتر، یک دستگاه پی سی Intel 80286 که دارای معما ری 16 بیتی بود و با سیستم عامل داس نسخه 5 مایکروسافت (MS DOS 5.0) 16 بیتی کار می‌نمود و از یک رسانه ذخیره ساز دیسک سخت مغناطیسی 40 مگابایتی (40 MB) و یک رسانه ذخیره ساز فلاپی دیسک با اندازه $3\frac{1}{2}$ اینچی با ظرفیت 1.44 مگا بایتی (1.44 MB) استفاده می‌نمود را خریداری نمودم تا بتوانم با نرم افزار 10 Autocad به طراحی قطعات صنعتی گوناگون بپردازم. در آن زمان ماشین Intel، از یک پردازندۀ اصلی برای پردازش‌های ساده‌تر و یک پردازندۀ کمکی (Co-Processor) برای پردازش‌های پیچیده‌تر و مبتنی بر اعداد اعشاری، استفاده می‌نمود. کمی بعدتر به جای ارتقای کامپیوتر، ترجیح دادم که یک دستگاه کامپیوتر Intel 80386 DX (i386DX) که دارای معما ری 32 بیتی بود و قابلیت اجرای محاسبات اعداد اعشاری را داشت و با سیستم عامل ویندوز 95 مایکروسافت (MS Windows 95) 32 بیتی کار می‌نمود، را خریداری نمایم. با این‌همه از آنجا که بسیار علاقه مند کار در محیط شبکه‌های کامپیوتراً بودم به مطالعه سیستم عامل ویندوز NT نسخه 3.5 (MS Windows NT 3.5) که از سیستم فایل امن NTFS بهره برداری می‌نمود، روی آوردم و با خرید قطعات دست دوم، دو کامپیوتر دیگر را مونتاژ نمودم و در مجموع با سه کامپیوتر، یک شبکه کامپیوتراً مبتنی بر ویندوز NT را در منزل خودم راه اندازی نمودم. بعد از فراغیری ویندوز 3.5 NT به مطالعه قابلیت‌های آن نسبت به سیستم عامل OS/2 Warp پرداختم و نتیجه این پژوهش را در قالب یک مقاله با عنوان: "سیستم‌های عامل Windows NT و OS/2 Warp" را به ماهنامه علم الکترونیک و کامپیوتر ارائه نمودم که این مقاله تایید شد و به چاپ رسید.

پس از کسب این تجربیات، وارد یک پژوهش کاری بزرگ در شهر کتاب وابسته به شهیداری تهران شدم که در آنجا با سیستم عامل یونیکس (UNIX) و سیستم عامل سولاریس نسخه 2.6 شرکت سان (Sun Solaris)، که خود از خانواده یونیکس بود، و در آنجا روی کامپیوترهای سرویس دهنده شرکت سان مایکروسیستمز (Sun Microsystems Server) اجرا می‌شد، آشنا شدم. سیستم عامل سولاریس نسخه 2.6 که از یک طرف قابلیت ارائه سرویس‌های همزمان به تعداد زیادی کاربر در شبکه را داشت، و از طرف دیگر از امنیت بالا، و مقیاس‌پذیری گسترده برخوردار بود، توجه من را بسیار به خود جلب نمود و این بود که در محل کارم به سرعت به فراغیری این سیستم عامل قدرتمند پرداختم و چندی بعد یک مقاله با عنوان: "راهنمای فشرده سیستم عامل سولاریس" را به ماهنامه علم الکترونیک و کامپیوتر ارائه نمودم که این مقاله خیلی زود تایید شد و به چاپ رسید و پس از چاپ شدن، خوانندگان بسیار زیادی را به خود جذب نمود. پس از کسب همه این تجربیات عملی و پژوهشی روی چندین سیستم عامل، سال‌ها به تدریس درس سیستم عامل در دانشگاه‌ها و آموزشکده‌های فنی پرداختم. از آنجا که آموزه‌های من هم برگرفته از مطالعات و پژوهش‌های من و هم برگرفته از تجربیات عملی کار با انواع سیستم‌های عامل بود، تصمیم گرفتم که خود اقدام به نوشتن یک سیستم عامل برای دستگاه‌های بیل بورد‌های نمایشگر دیجیتال که مبتنی بر دیود نوری¹ بود، بنمایم و لذا تصمیم گرفتم که خود به طراحی سخت افزار این دستگاه‌ها بپردازم و به همراه آن اقدام به نوشتن سیستم عامل برای آنها بنمایم. در ابتدا طراحی خود را با میکرو کنترلرهای خانواده 8051 که مبتنی بر معماری CISC² بود، آغاز نمودم اما مدتی بعد به سمت

¹ Light Emitting Diod (LED)

² Complex Instruction Set Computers

پردازنده‌های RISC¹ که به لحاظ توانایی اجرای موازی دستورات بخصوص از نظر قابلیت بهره برداری از خط لوله² بر معماری CISC برتری داشت، روی آوردم و در طراحی‌هایم اقدام به استفاده از میکروکنترلرهای خانواده Atmel AVR نمودم.

کوتاه سخن اینکه، اکنون که این کتاب را تالیف می‌نمایم، همه روزه در حال کار با سیستم عامل‌های MS Windows 8.1 روی لپ تاپ i5، و SAMSUNG Galaxy سیستم عامل اندروید 5.1.1 روی تبلت iPhone_6 Note 10.1، و iOS 11.2.5 روی گوشی تلفن همراه Tizen OS (Tizen OS) مربوط شخصی خودم، و سیستم عامل تایزن به تلویزیون هوشمند³ سامسونگ منزلم، و همچنین در حال کار با انواع سیستم‌های عامل‌های شبکه مانند: Windows Server 2012 R2 و توزیع‌های متعدد لینوکس از جمله اوبانتو⁴، و مجازی ساز VMware و HP Server Gen8 و VSpehere 6.0 روی سرویس دهنده‌های HP Server Gen9 هستم. امیدوارم که این کتاب که هم نتیجه کارهای آموزشی و پژوهشی من، و همچنین نتیجه تجربیات من در استفاده و کار با سیستم عامل‌های متعدد می‌باشد، بتواند هم مورد استفاده دانشجویان رشته مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، و هم مورد استفاده اساتید، طراحان، و کاربران سیستم‌های عامل قرار گیرد.

میر شهریار امامی
فروردین ماه یک هزار و سیصد
ونواد و هفت

1 Reduced Instruction Set Computers

2 Pipeline

3 Samrt Tv

4 Ubuntu Linux OS

فصل اول

ساختار داخلی و معماری کامپیوتر

گرفتن پول نقد از دستگاه ATM، وب گردی، مشاهده روزانه ایمیل‌های کاری یا شخصی، ثبت نام آنلاین دانشجویان برای ترم جدید تحصیلی، خرید آنلاین انواع کالاهای ارائه خدمات وب و خدمات زیر ساخت شبکه، ارائه خدمات بانکداری مجازی، ارائه خدمات پزشکی از راه دور، سیستم خلبان اتوماتیک در هوایپیما، شبیه سازی فضای پیما و روورهای سیاره‌ای، مدل سازی انواع پایلوت‌های صنعتی و نیمه صنعتی، سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل صنعتی و کشاورزی، تنها بخش‌هایی از اموری است که در زندگی بشر امروز در حال انجام است. بدیهی است که مقدمه انجام هر یک از این امور، وجود فیزیکی انواع سیستم‌های کامپیوتری و تجهیزات الکترونیکی و سخت افزاری است که قابلیت لازم را برای انجام این امور داشته باشد. هریک از این سیستم‌های فیزیکی، دارای ساختارهای داخلی و معماری‌های مربوط به خود می‌باشند. در این بخش، به مروری بر ساختارهای عمومی داخل کامپیوتر، شامل: سازمان حافظه، معماری انواع پردازنده‌ها و واحد کنترل و واحد محاسبات منطق آنها، ثبات‌ها، گذرگاه‌های

داخلی و خارجی، دستگاه‌های ورودی/خروجی، و غیره پرداخته می‌شود.

واژه‌های مهم فصل: سیستم‌های کامپیوتري، تجهیزات الکترونیکي، فناوري اطلاعات، نرم افزار، سخت افزار، ساختار عمومي کامپیوترا، سازمان حافظه، معماري پردازند، واحد كنترل، واحد محاسبات و منطق، ثباتها، گذرگاه‌های داخلی، گذرگاه‌های خارجی، دستگاه‌های ورودی/خروجی.

در دنیای امروز، صنعت انفورماتیک با حجم انبوهی از اطلاعاتی روبرو است که در انواع سیستم‌هایی کامپیوتراز کوچک مقیاس تا بزرگ مقیاس، در حال پردازش، ذخیره سازی و یا مبادله می‌باشد. بدیهی است که برای اداره این اطلاعات **انبوه^۱** از انواع علوم نرم افزاری، سخت افزاری و فناوری اطلاعات بهره برداری می‌گردد.

امروزه اغلب افراد جامعه درگیر کار با انواع سیستم‌های کامپیوتراز الکترونیکی در محل کار، در منزل و یا پارک‌های تفریحی، و یا در باشگاه‌های ورزشی، در مطب پزشک یا دندانپزشکی، در ایستگاه اتوبوس و مترو، در فرودگاه، و یا در داخل اتوبوس، تاکسی یا اتومبیل‌های شخصی خود هستند. این افراد از انواع وسائل و دستگاه‌ها برای امور متعدد از جمله: واریز و مشاهده موجودی حساب بانکی خود، خرید آنلайн، شارژ تلفن همراه، بازی و سرگرمی، کار و اطلاع رسانی و کسب انواع اطلاعات متنی، تصویری و مالتی مدیا در محیط شبکه‌های اجتماعی مجازی، جستجو در اینترنت و دانلود نمودن انواع فایل‌ها استفاده می‌نمایند. بنا به دلایل مذکور، افراد جامعه از انواع ماشین‌ها شامل: **گوشی‌های هوشمند^۲**، **تبلت‌ها^۳**، **لپ تاپ‌ها^۴**، **انواع کامپیوتراز رومیزی^۵**، **تلوزیون‌های هوشمند^۶**، **ماشین‌های لباس‌شویی** و **یخچال‌های هوشمند**، و یا

1 Big Data

2 Smart Phone

3 Tablet

4 Laptop

5 Smart TV

در مقیاس بزرگتر از انواع سرویس دهنده‌ها^۱ در شبکه‌های کامپیوتری و پایگاه داده‌ها^۲، و همچنین انواع تجهیزات مربوط به زیر ساخت شبکه‌های کامپیوتری مانند: سوئیچ‌ها^۳، مسیریاب‌ها^۴، پل‌ها^۵، گذرگاه‌های ارتباطی^۶، وسایل ذخیره ساز اشتراکی^۷، فایروال‌ها^۸ و غیره استفاده می‌نمایند.

۱-۱-۱- معما ری سیستم‌های کامپیوتری

انجام هر کاری در هر سیستم‌های کامپیوتری مستلزم وجود قابلیت‌های فیزیکی لازم برای انجام آن کار می‌باشد. هر سیستم فیزیکی کامپیوتری، دارای ساختار داخلی و معما ری مربوط به خود است.

۲-۱- روش‌های طراحی معما ری سیستم‌های کامپیوتری

امروزه طراحی معما ری سیستم‌های کامپیوتری با سه روش کلی شامل: روش سیستماتیک^۹، روش مسیر داده^{۱۰}، و روش ترکیبی طراحی می‌گردند. در ادامه به شرح هر یک از این روش‌ها می‌پردازیم.

۱-۲-۱- طراحی معما ری سیستم‌های کامپیوتری با روش سیستماتیک

روش سیستماتیک مبتنی بر توسعه یک ساختار پایه^{۱۱} می‌باشد که این ساختار پایه اغلب بر

1 Server

2 Database

3 Switch

4 Router

5 Bridge

6 Gateway

7 Shared Storage Devices

8 Firewall

9 Systematic Approach

10 Datapath Approach

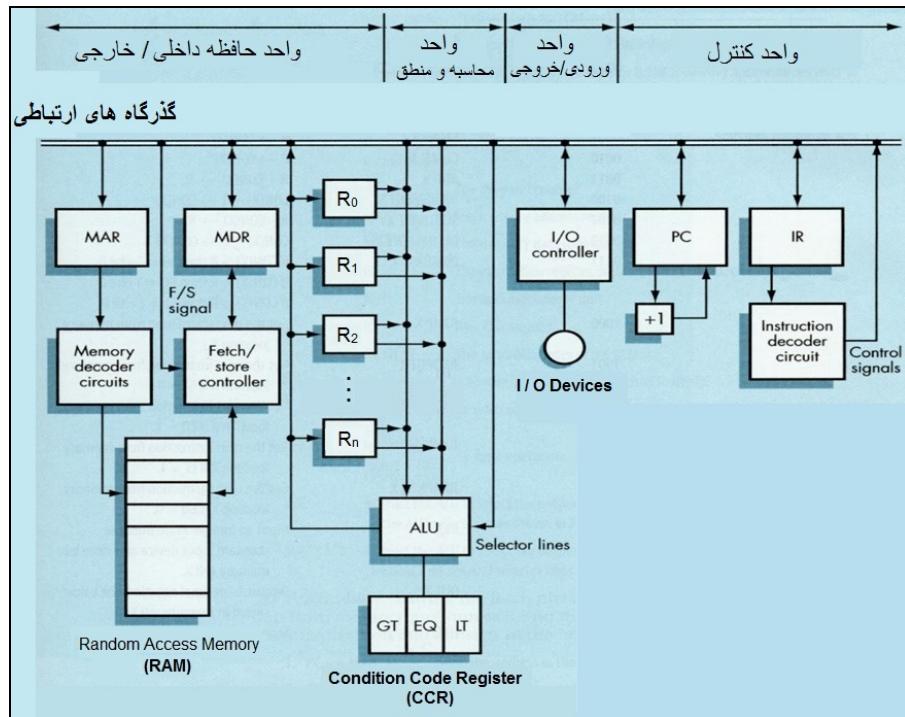
11 Basic Structure

اساس مدل پیشنهادی **فون نیومن¹** است. ساختار پایه سیستم کامپیوترا در مدل فون نیومن در شکل 1-1 مشاهده میگردد. همانطور که در شکل 1-1 مشاهده میگردد، در مدل پیشنهادی فون نیومن، یک ماشین فیزیکی مبتنی بر چهار مولفه اساسی زیر میباشد:

- واحد ورودی/خروجی
- واحد حافظه داخلی/خارجی
- واحد محاسبه و منطق، و واحد کنترل
- گذرگاه های ارتباطی

تعریف: در طراحی معماری سیستم های کامپیوترا با روش سیستماتیک، یک کامپیوتر پایه موجود است و سپس روی آن کامپیوتر پایه، اصلاح، تکمیل، و بهینه سازی صورت میپردازد. در ادامه به شرح هریک از این چهار ساختار اساسی به اختصار پرداخته میشود.

1 John Von Neumann



شکل ۱-۱- معماری سیستم های کامپیووتری پایه (مدل فون نیومن).

۱-۱-۲-۱- خروجی ورودی واحد

امروزه همه ما با روش‌های مختلف، خواسته و نیاز خود را به انواع ماشین‌ها و سیستم‌های الکترونیکی و کامپیوتری توسط وسایل متعدد اعلام می‌نماییم و نتایج حاصل از پاسخگویی سیستم مذکور را توسط همان وسایل یا دیگر مشاهده یا ثبت می‌نماییم. این وسایل همان دستگاه‌های ورودی/خروجی (I/O Device) هستند. برای اداره دستگاه‌های ورودی/خرجی اغلب از یک واحد الکترونیکی به نام مدار کنترل کننده دستگاه‌های ورودی/خرجی (I/O Controller) استفاده می‌گردد که این واحد در مدل پیشنهادی فون نیومن در شکل ۱-۱ قابل مشاهده است.

تعریف: دستگاه‌های ورودی/خروجی وسایل ارتباط یک ابزارهایی هستند که برای برقراری

طرفه یا دو طرفه با سیستم‌های کامپیوترا مورد استفاده قرار می‌گیرند.

صفحه کلید، ماوس، صفحه تماسی^۱، دسته بازی^۲، میکروفون، بلندگو، صفحه نمایش کاتودی^۳، و صفحه نمایش ال سی دی^۴، صفحه نمایش دیود نوری^۵، و صفحه نمایش لمسی^۶، دوربین‌های وب^۷، انواع سنسورها محیطی در مراکز داده^۸ مانند: سنسور دما^۹، سنسور رطوبت^{۱۰}، سنسور تشخیص دود^{۱۱}، سنسور تشخیص نشت آب^{۱۲}، سنسور جریان هوای^{۱۳}، وسایل خواندن بارکد^{۱۴} در فروشگاه‌ها، وسیله کنترل از راه دور برای ارائه در همایش‌ها^{۱۵}، نمونه‌هایی از انواع دستگاه‌های ورودی/خروجی به حساب می‌آیند. نمونه‌هایی از انواع دستگاه‌های ورودی/خروجی در شکل ۲-۱ نمایش داده شده است.

1 Touch Pad

2 Joystick

3 Cathod Ray Tube Monitor (CRT Monitor)

4 Liquid Crystal Display (LCD Monitor)

5 Light Emitting Diode Monitor (LED Monitor)

6 Touch Screen Monitor

7 Webcam

8 Ducteters

9 Temperature Sensor

10 Humidity Sensor

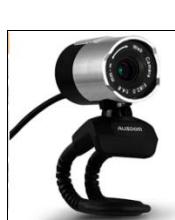
11 Smoke Sensor

12 Water Leak Sensor

13 Airflow Sensor

14 Barcode Reader

15 Office Presentation Remote Device



(ج) وب کم کیفیت
خمیده با صفحه گسترده^۲
بالا با میکروفون^۳



(ط) سنسور کومبو
(د) حافظه جانبی^۴
خارجی^۵ SSD بایتی USB 3.0
با درجه حرارت و رطوبت^۶
با کانکتور RJ-45

شکل 1-2- نمونه هایی از دستگاه های ورودی/خروجی.

1-2-1-2- واحد حافظه داخلی/خارجی

واحد حافظه وظیفه ذخیره سازی موقتی داده ها و دستورالعملها را به عهده دارد. این نوع حافظه در اغلب سیستم های کامپیوترا از نوع موقتی است یعنی با خاموش شدن و یا راه اندازی مجدد سیستم، اطلاعات آن از بین می رود. واحد حافظه داخلی/خارجی همانطور که از نامش پیدا است به لحاظ موقعیت مکانی یا در خارج از تراشه پردازندۀ واقع شده است که در این صورت به آن حافظه خارجی می گویند، و یا در داخل

1 Kensington K33374USA Wireless Presenter with Red Laser Pointer.

2 Samsumg CF791 34" Curved Widescreen Monitor.

3 Ausdom Full HD video Webcam 1080p (30 frame per second), widwsreen digital Web Camera with Microphone.

4 Transcend 1T TS1TESD400K USB 3.0 External Solid State Drive (SSD), \$700 (Year 2018)

5 Logitech MK550 Wireless wave Keyboard and Mouse combo (Ergonomic design).

6 Raritan DPX3-T1H1 Single combo Temprature and Humidity sensor with RJ-45 connector.

تراشه پردازنده^۱ قرار دارد که در این حالت به آن حافظه داخلی می‌گویند.

تعریف: واحد حافظه داخلی/خارجی، بخشی از معماری سیستم کامپیوتوری است که برای ذخیره سازی موقت داده‌ها و دستورالعمل‌ها اختصاص داده شده است.

1-2-1-2-1- حافظه خارجی

این حافظه از نظر موقعیت مکانی در خارج از تراشه پردازنده واقع شده است و اغلب حافظه خارجی را **حافظه اصلی**^۲ می‌نامند. در کامپیوتورهای امروزی بزرگی حافظه اصلی با مقیاس گیگابایت^۳ سنگیده می‌شود (یک گیگابایت در حدود یک میلیارد بایت است^۴). حافظه‌های اصلی امروزی عموماً از نوع SDRAM^۵ هستند. SDRAM‌ها با رفتار خازنی خود به ذخیره سازی بیت‌ها می‌پردازن و لذا همانند خازن‌ها^۶ با افزایش دما و در اثر وجود جریان نشتی خازنی^۷، به آرامی به علت از دست دادن انرژی ذخیره شده در سلول‌های حافظه آن، نیازمند انجام شارژ مجدد در بازه‌های زمانی کوتاه^۸ هستند^۹ و لذا در صورت عدم شارژ مجدد، اطلاعات داخل SDRAM‌ها از بین می‌رود. امروزه حافظه‌های خارجی از خانواده DDR شامل: DDR1، DDR2، DDR3، DDR4 همگی مبتنی بر فناوری SDRAM هستند.

1 CPU Chip

2 Main Memory

3 Giga Byte

4 یک گیگابایت برابر با 230 بایت، یعنی: ۰'۸۲۴'۷۴۱'۰۷۳ بایت است.

5 Synchronous Dynamic Random Access Memory

6 Capacitor

7 Capacitor Leakage

8 Refresh Time

9 برای مثال در اغلب حافظه‌های از نوع DDR3 باز زمانی لازم برای نوسازی حافظه در دمای C ۴۵° در حدود 64 میلی ثانیه (64 ms) می‌باشد [1].

2-2-1-2-1- حافظه داخلی

این نوع حافظه از نظر موقعیت مکانی در داخل تراشه پردازندۀ واقع شده است. حافظه داخلی شامل ثبات‌ها و حافظه نهان می‌باشد که در ادامه به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

2-2-1-2-1- 1- ثبات‌ها¹: ثبات‌ها عموماً به دو گروه **ثبتات‌های سیستمی²** و **ثبتات‌های کاربر³** تقسیم بندی می‌شود.

ثبتات‌های سیستمی شامل: ثبت شمارنده (PC⁴)، ثبات دستور العمل (IR⁵)، ثبات داده (MDR)⁶ و ثبات آدرس (MAR)⁷، و همچنین مدار دیکودر آدرس⁸، کنترلر واکشی و ذخیره سازی⁹ دستور العمل/داده، و ثبات وضعیت¹⁰ یا همان ثبات وضعیت کد که حاوی بیت‌های وضعیت¹¹ است، وضعیت‌هایی مانند: وضعیت‌های تساوی (EQ¹²)، بزرگتر بودن (GT¹³)، و کوچکتر بودن (LT¹⁴) که بیانگر وضعیت آخرین محاسبات صورت گرفته می‌باشد.

در مقابل ثبات‌های کاربر که همان ثبات همه منظوره¹⁵ می‌باشند، شامل ثبات‌های R_n تا R₀ (شکل 1-1) است. کاربر برای کاهش زمان اجرای برنامه‌اش، بجای استفاده مکرر از حافظه اصلی، می‌تواند از ثبات‌های همه منظوره که نسبت به

1 Registers

2 System Registers

3 User Registers

4 Program Counter

5 Instruction Register (IR)

6 Memory Data Register (MDR)

7 Memory Address Register (MAR)

8 Memory Decoder Circuit

9 Fetch/Store Controller

10 Status Register

11 Status Flags

12 Equal To

13 Greater Than

14 Less Than

15 General Purpose Register (GPR)

حافظه اصلی از سرعتی بالاتری برخوردار هستند، استفاده نماید. امروزه پردازنده‌های RISC نسبت به پردازنده‌های CISC از تعداد خیلی بیشتری از ثبات‌های همه منظوره استفاده می‌نمایند (مراجعه به ضمیمه ح).

-1-2-2-2-2- امروزه در پردازندۀ های چند هسته² حافظه داخلی شامل سطوح مختلفی از حافظه نهان می‌باشند. این سطوح به اختصار حافظه نهان L1³، حافظه نهان L2⁴، و حافظه نهان L3⁵ نامیده می‌شوند که معمولاً از نظر نزدیکی به هسته پردازندۀ، حافظه نهان L1 به هسته پردازندۀ نزدیکتر و L3 از هسته پردازندۀ دورتر است. بدیهی است که حافظه نهان L2 از نظر فاصله نسبت به هسته به پردازندۀ مابین حافظه نهان L1 و حافظه نهان L3 قرار دارد. در مقابل از نظر اندازه، حافظه نهان L1 کوچکترین اندازه و حافظه نهان L3 بزرگترین اندازه را دارد⁶. در فصل هشتم همین کتاب به طور مفصلتر به ادامه این بحث در مبحث حافظه سلسله مراتبی خواهیم پرداخت.

1 Cache Memory

2 Multi-Core Processor

3 Level 1 Cache

4 Level 2 Cache

5 Level 3 Cache

6 برای مثال در پردازنده Intel Core i7-7920HQ که دارای معماری x86-64 با حداقل فرکانس کاری هسته 3.1 GHz و اندازه لیتوگرافی 14nm، و دارای 4 هسته فیزیکی و 8 هسته مجازی می‌باشد، یک حافظه نهان L1 برای دستورالعمل‌ها با اندازه 32KB، یک حافظه نهان L1 برای داده‌ها با اندازه 32KB به ازای هر هسته، یک حافظه نهان L2 با اندازه 256KB به ازای هر هسته، و یک حافظه نهان L3 هوشمند با اندازه 8MB استراتژی میان هسته‌ها می‌باشد (ضمیمه ۶).

3-1-2-1 واحد محاسبه و منطق و واحد کنترل (پردازنده^۱)

واحد محاسبه و منطق و واحد کنترل واحدهای مرکزی و اصلی یک سیستم کامپیوترا محسوب می‌گردند. این دو واحد تقریباً همیشه در داخل یک واحد فیزیکی تجمیع شده‌اند و آن واحد فیزیکی واحد پردازشگر مرکزی (CPU²) یا به طور خلاصه پردازنده نام دارد. پردازنده‌ها دارای دو معماری عمومی CISC و RISC می‌باشند (مراجعه به جدول 1-2).

جدول 1-2- انواع معماری پردازنده‌ها.

نوع معماری پردازنده	
RISC معماری	CISC معماری
1- تعداد دستورات کم	1. تعداد دستورات زیاد
2. تنوع کم در طول دستورات (اغلب ثابت)	2. تنوع زیاد در طول دستورات
3. روش‌های آدرس دهی کم	3. روش‌های آدرس دهی زیاد
4. دستورات ساده (عموماً قابل اجرا در یک Clock)	4. دستورات پیچیده
5. عدم استفاده مکرر از حافظه (محدود به Load و Store)	5. استفاده مکرر از حافظه
6. تعداد ثبات‌ها زیاد	6. تعداد ثبات‌ها کم
7. هرمانی رمزگشایی دستور و واکشی اپرند ها	7. معمولاً عدم هرمانی رمزگشایی دستور و واکشی اپرند ها
8. واحد کنترل عموماً به صورت سخت افزاری ³	8. واحد کنترل عموماً به صورت ⁴ ریز برنامه نویسی شده

¹ Processor² Central Processing Unit³ Hardwired⁴ Micro-programmed

9. CPI بزرگتر	9. CPI کوچکتر
10. طول برنامه ها معمولاً بلند	10. طول برنامه ها معمولاً کوتاه
11. انعطاف پذیری بسیار کم	11. انعطاف پذیری زیاد

تعریف: پردازنده بخش اصلی و مرکزی یک سیستم کامپیوتری است که وظیفه آن تفسیر و اجرای دستور العمل ها می‌باشد. در ادامه به تشریح واحد محاسبه و منطق و واحد کنترل می‌پردازیم.

1-2-1-3-1- واحد محاسبه و منطق^۱

این واحد شامل: مدارهای لازم برای عملیات محاسباتی و منطقی، و همچنین مدارهای لازم برای تعیین مقدار برای پرچم های وضعیت در ثبات وضعیت کد^۲ می‌باشد. در ماشین های تجاری ساده، اغلب عملیات محاسباتی مانند جمع، تفریق، ضرب، تقسیم، مقایسه صرفاً توسط مدارهای جمع کننده^۳ انجام می‌پذیرد اما در ماشین های قویتر برای هریک از عملیات مذکور، مدارهای دیجیتالی جداگانه ای طراحی شده است. دیگر آنکه بر اساس نوع عدد به لحاظ صحیح بودن یا اعشاری بودن، معمولاً در واحد محاسبه و منطق، مدارهای دیجیتالی جداگانه ای در نظر گرفته می‌شود. محاسبات مربوط به اعداد صحیح یا اعداد با نقطه ممیز اعشار ثابت^۴ در واحد محاسبه و منطق ممیز ثابت^۵، و محاسبات مربوط به اعداد اعشاری یا اعداد با نقطه شناور^۶ در واحد محاسبه و

1 Arithmetic and Logic Unit (ALU)

2 Condition Code Register

3 Adder circuit

4 Fixed Point

5 Fixed Point ALU

6 Floating Point

منطق ممیز شناور¹ انجام می‌پذیرد. بدیهی است که عملیات محاسباتی روی اعداد اعشاری، پیچیده‌تر و زمانبر تر از عملیات محاسباتی روی اعداد صحیح است². در پردازنده‌های قدیمی‌تر خانواده x86 مانند: پردازنده‌های اینتل 16 بیتی سری 80286، به جهت ملاحظات قیمت در بازار (ارزان‌تر نمودن قیمت کامپیوتر)، واحد محاسبه و منطق ممیز ثابت در تراشه پردازنده اصلی³، و واحد محاسبه و منطق ممیز شناور، در یک تراشه جدأگانه به نام **کمک پردازنده⁴** قرار داشت⁵ (که پردازنده‌های خانواده x87 نام گرفت) و بدین ترتیب، خریداران پردازنده‌های خانواده x86، تراشه کمک پردازنده را صرفاً در صورت نیاز (مثلًا برای انجام کارهای طراحی و گرافیکی) خریداری می‌نمودند.

2-1-2-3-2-1 واحد کنترل⁶

واحد کنترل مهمترین بخش در یک سیستم کامپیوتی است. وظیفه واحد کنترل تفسیر دستور العمل‌های دریافتی، و تولید و صدور فرمان‌ها لازم به نام **ریز دستور العمل‌ها**⁷ به سایر

1 Floating Point ALU

2 در واقع مشکل اصلی سخت افزار در محاسبات اعشاری آن است که سخت افزار کامپیوتر توان ذخیره سازی نقطه ممیز اعشار را دارا نیست و لذا باید قسمت صحیح و اعشاری یک عدد اعشاری به جای یک ثبات، در دو ثبات جدأگانه ذخیره گردد. بدیهی است که در زمان انجام هرگونه عملیات روی اعداد اعشاری باید ملاحظات پایه و توان را در آنها رعایت نمود و اغلب لازم است که عملیات جابجایی روی یکی از اعداد صورت پذیرد تا امکان انجام محاسبات میسر شود.

3 Main CPU Chip

4 Coprocessor Chip

5 شرکت اینتل کمک پردازنده ماشین 80286 را با نام تراشه Intel 80287 به بازار ارائه نمود.

6 Control Unit

7 Micro-instructions

واحدها برای اجرای دستورالعمل تفسیر شده می‌باشد. در پردازنده‌ها واحد کنترل اغلب مبتنی بر یکی از دو معماری: واحد کنترل ریزبرنامه سازی شده^۱، و واحد کنترل سخت افزاری^۲ می‌باشد. در واحد کنترل ریز برنامه نویسی شده، به ازای هر دستورالعمل پردازنده یک تعداد ریز دستور توسط شرکت سازنده پردازنده نوشته شده است تا در زمان اجرای دستورالعمل مذکور ریز دستورات متناظر با آن فرآخوانی شده و اجرا گردند. مجموعه ریز دستورالعمل در یک حافظه ویژه به نام **حافظه کنترلی**^۳ در داخل تراشه پردازنده ذخیره می‌گردد. بدیهی است که در صورت نیاز کاربر به دستورالعمل‌های جدید، شرکت سازنده پردازنده می‌تواند اقدام به نوشتمن دستورالعمل‌های جدید بنماید و از کاربر بخواهد که به صورت آنلاین یا آفلاین اقدام به به روز رسانی حافظه کنترلی پردازنده خود بنماید و بدین ترتیب است که یک پردازنده مبتنی بر واحد کنترل ریز برنامه نویسی شده، به میزان زیاد **انعطاف پذیر** می‌باشد. در مقابل در پردازنده‌های مبتنی بر واحد کنترل سخت افزاری، برای تفسیر دستورالعمل‌های پردازنده مدارهای دیجیتالی متعددی طراحی می‌گردد. این امر سبب می‌گردد که سرعت تفسیر و در نهایت سرعت اجرای دستورالعمل‌ها در پردازنده‌های مبتنی بر واحد کنترل سخت افزاری نسبت به پردازنده‌های ریز برنامه نویسی شده از **سرعت بالاتری** برخوردار باشند. در عوض، از آنجا که در پردازنده‌های مبتنی بر واحد کنترل سخت افزاری، برای تفسیر دستورالعمل‌ها مدارهای دیجیتالی متعددی طراحی شده است، لذا اضافه نمودن دستورالعمل‌های جدید در این پردازنده‌ها مشکل و اغلب ناممکن است. بنابر این، پردازنده‌های مبتنی بر واحد کنترل سخت افزاری، نسبت به پردازنده‌های ریز برنامه

1 Micro-programmed Control Unit

2 Hardwired Control Unit

3 Control Memory

نویسی شده، از انعطاف پذیری بسیار کمتری برخوردار هستند.

4-1-2-1- گذرگاه‌های ارتباطی (Bus)

همانطور که در بخش‌های قبلی دیدیم انواع داده‌ها از طریق دستگاه‌های ورودی وارد سیستم کامپیوتري شده و در حافظه اصلی سیستم کامپیوتري قرار می‌گیرند و منتظر می‌مانند تا توسط پردازنده مورد پردازش قرار بگیرند. دیدیم که واحد کنترل در پردازنده در ابتدا به تفسیر دستورالعمل‌های داده شده به سیستم کامپیوتري می‌پرداخت و سپس همین واحد کنترل، با تولید سیگنال کنترلی فرمان‌های لازم را در قالب ریز دستورالعمل‌ها به قسمت‌های مختلف صادر می‌نمود تا اجرای دستورالعمل‌های داده انجام پذیرد و در نهایت نتیجه اجرای این دستورالعمل‌ها به صورت‌های نمایشی، چاپی، و یا ذخیره سازی طولانی مدت به معرض ظهور گذاشته شود. در میان همه این روندهای کاری، انواع اطلاعات بین بخش‌های مختلف مبادله می‌گردد اما پرسش اینجاست که این اطلاعات چگونه مبادله می‌گردد؟ جواب این پرسش وجود انواع گذرگاه‌های ارتباطی میان واحدها است که فراهم آوردنده مسیرهای فیزیکی برای مبادله صورت گوناگونی از اطلاعات می‌باشد. به این مسیرهای فیزیکی گذرگاه‌های اطلاعات¹ می‌گویند. گذرگاه‌های اطلاعات بنا به نوع اطلاعاتی که مبادله می‌کنند به سه گروه:، گذرگاه آدرس²، گذرگاه داده³ و گذرگاه کنترل⁴ می‌گویند. گذرگاه آدرس حاوی اطلاعات مربوط به آدرس قرار گرفتن اطلاعات در حافظه که به آن آدرس فیزیکی⁵ می‌گویند، می‌باشد. آدرس

1 BUS

2 Address BUS

3 Control BUS

4 Data BUS

5 Physical Address

فیزیکی در واقع آدرسی است که محل خواندن/نوشتن اطلاعات از/در حافظه اصلی را مشخص می‌سازد. گذرگاه داده حاوی انواع اطلاعات می‌باشد. این اطلاعات شامل: **دستورالعملها**^۱، **عملوندها**^۲، و **آدرس‌های حافظه** می‌باشد. در این میان برای آنکه عملیات گوناگون قابل انجام باشد، ضروری است که انواع اطلاعات کنترلی برای کنترل، نظارت، صدور فرمان، و اعلام وضعیت بین واحدهای مختلف مبادله شود. وظیفه مبادله اطلاعات کنترلی بر عهده **گذرگاه کنترل** است. گذرگاه کنترل گاهی اطلاعات کنترلی را از پردازنده به سایر واحدها، و گاهی بر عکس یعنی اطلاعات کنترلی را از سایر واحدها به پردازنده می‌رساند. البته بسیاری از این اطلاعات کنترلی در داخل خود پردازنده نیز مبادله می‌گردد. بر همین اساس گذرگاه‌های اطلاعات رابر اساس موقعیت آنها نسبت به پردازنده به دو دسته **گذرگاه‌های خارجی**^۳، و **گذرگاه‌های داخلی**^۴ طبقه بندی می‌نمایند. گذرگاه‌های خارجی همان گذرگاه‌هایی هستند که انواع اطلاعات را از سایر واحدها به پردازنده و یا از پردازنده به سایر واحدها مبادله می‌نمایند. در مقابل، گذرگاه‌های داخلی به مبادله اطلاعات میان واحدهای گوناگون در داخل پردازنده می‌پردازند. البته در اغلب گذرگاه داده داخلی، برای انتقال اطلاعات بین هسته‌های پردازشی و حافظه‌های نهان آنها از شبکه ارتباطی داخل پردازنده (NOC)^۵ استفاده می‌شود. از گذشته تا کنون بزرگی عرضی گذرگاه داده یک پردازنده به عنوان یکی از مشخصه‌های پر اهمیت یک سیستم کامپیوتری مطرح می‌باشد چرا که با بزرگتر شدن عرض یک پردازنده، صرف نظر از

¹ Instructions

² Operand

³ External BUS

⁴ Internal BUS

⁵ Network on Chip

فرکاس کاری گذرگاه، اطلاعات بیشتری در واحد زمان قابل مبادله است. برای مثال در پردازنده Intel 80286 که اندازه عرضی گذرگاه داده آن 16 بیت است، تنها 16 بیت داده در واحد زمان بین واحدها مبادله می‌شود، و این در حالی است که برای مثال در پردازنده‌های Intel Core i-7 اندازه عرضی گذرگاه داده عموماً 64 بیت است و این بدان معنی است که داده‌های مبادله شده در واحد زمان میان واحدهای مختلف در این پردازنده 64 بیت داده می‌باشد که این مقدار به میزان قابل توجهی از میزان داده مبادله شده در پردازنده Intel 80286 بیشتر است و هر دوی این پردازنده حجم بیشتری از اطلاعات را از پردازنده Zilog Z80 با معماری 8 بیتی مبادله می‌نمایند.

2-2-1 طراحی معما ری سیستم‌های کامپیوترا ب رو ش مسیر داده

همانطور که در رو ش سیستماتیک دیدیم، برای طراحی یک معما ری یک سیستم کامپیوترا، در ابتدا یک معما ری کامپیوترا پایه مانند معما ری فون نیومن، در نظر گرفته می‌شود و سپس با اعمال تغییرات رو آن معما ری پایه، کامپیوترا که تامین کننده نیاز کاربر باشد، طراحی می‌گردد. در رو ش مسیر داده، طراحی معما ری سیستم کامپیوترا با دنبال نمودن مسیر اجرایی دستور العمل های پردازنده¹، به تکمیل نیازهای سخت افزاری پرداخته می‌شود و با اصلاح و بهینه سازی مدارهای سخت افزاری ایجاد شده، کامپیوترا مورد نظر کاربر طراحی می‌گردد.

تعریف: در طراحی معما ری سیستم‌های کامپیوترا با رو ش مسیر داده، با دنبال کردن مسیر اجرایی دستور العمل ها، به صورت مرحله به مرحله به طراحی مدارهای سخت افزاری و بهینه سازی و اصلاح مدارهای ایجاد شده پرداخته می‌شود. یک نمونه از بخش‌هایی از طراحی پردازنده با رو ش

¹ Opcode

مسیر داده در پردازنده Stanford MIPS در ضمیمه (ط) قابل مشاهده است.

3-2-1- طراحی معماری سیستم‌های کامپیووتری با روش ترکیبی

در روش سیستماتیک گفته شد که طراحی یک معماری یک سیستم کامپیووتری، با اعمال تغییرات روی یک معماری کامپیووتری پایه صورت می‌پذیرد و در روش مسیر داده، طراحی معماری سیستم کامپیووتری با دنبال نمودن مسیر اجرایی دستور العمل های پردازنده انجام می‌پذیرد. امروزه در طراحی معماری سیستم‌های کامپیووتری از یک روش ترکیبی استفاده می‌شود که در واقع شامل ترکیبی از هر دو روش سیستماتیک و روش مسیر داده می‌باشد.

تمرین‌های فصل اول

- که تمرین 1-1: روش‌های طراحی معماری سیستم‌های کامپیوتري را نام ببرید.
- که تمرین 1-2: مولفه‌های اساسی در مدل پیشنهادی فون نیومن کدامند؟
- که تمرین 1-3: نقش مدارهای کنترل کننده دستگاه‌های ورودی/خروجی چیست؟
- که تمرین 1-4: حافظه‌های اصلی چیست؟ چه انواعی از حافظه‌های اصلی امروزی را می‌شناسید؟
- که تمرین 1-5: ثبات چیست؟ چه انواعی از ثبات‌ها را می‌شناسید؟ توضیح دهید.
- که تمرین 1-6: آخرین وضعیت رخ داده در پردازنده را چگونه می‌توان فهمید؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
- که تمرین 1-7: پردازنده‌های با معماری RISC را پردازنده‌های با معماری CISC مقایسه نمایید.
- که تمرین 1-8: حافظه نهان چیست و دارای چه سطوحی است؟ اهمیت آن را توضیح دهید.
- که تمرین 1-9: وظایف واحد کنترل در یک سیستم کامپیوتري چیست؟ چه انواعی از واحدهای کنترل را می‌شناسید؟
- که تمرین 1-10: BUS چیست و انواع آن کدام است؟ توضیح دهید.
- که تمرین 1-11: منظور از شبکه NoC چیست؟