چاپ نهم

سری کتاب ارشد

مجموعه مهندسی کامپیوتر

معماری کامپیوتر

نویسنده:

هادی یوسفی

بهار ۱۳۸۹

سرشناسه	: یوسفی، هادی، ۱۳۵۴-
عنوان و پدیدآور	: معماری کامپیوتر/ مولف هادی یوسفی.
مشخصات نشر	: تهران: پوران پژوهش، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری	: ۳۱۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	: مجموعه مهندسی کامپیوتر، سری کتاب ارشد.
شابک	: 978-964-184-035-0
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۳۱۲
موضوع	: کامپیوترها -- ساختار -- راهنمای آموزشی (عالی).
موضوع	: کامپیوترها -- ساختار -- آزمون‌ها و تمرین‌ها.
موضوع	: دانشگاه‌ها و مدارس عالی – ایران – آزمون‌ها.
موضوع	: آزمون دوره‌های تحصیلات تکمیلی.
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۸۷ ۶م ۸۷۷ی / LB۲۳۵۳
رده‌بندی دیویی	: ۳۷۸/۱۶۶۴
شماره کتابخانه ملی	: ۱۵۱۶۹۰۷

انتشارات پوران پژوهش

نام کتاب:	معماری کامپیوتر
تألیف:	هادی یوسفی
ناشر:	پوران پژوهش
حروفچینی:	پوران پژوهش
چاپ:	آرش
صحافی:	سیدالشهدا
شمارگان:	۳۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ:	نهم – بهار ۱۳۸۹
قیمت :	۵۹۰۰۰ ریال
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۱۸۴-۰۳۵-۰
	ISBN 978-964-184-035-0

دفتر مرکزی: میدان انقلاب – ابتدای کارگر جنوبی – کوچه مهدیزاده – پلاک ۹ – واحد ۴ تلفن: ۶۶۹۲۷۰۴۰

به نام تنها پرستیدنی که قلم را آفرید

پیش‌گفتار ناشر

نگاهی به شمار داوطلبان آزمون کارشناسی ارشد نشان می‌دهد که در این سال‌ها درخواست برای تحصیل در دوره‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه‌ها رشد چشمگیری داشته است.

دشواری پیش روی بیش‌تر داوطلبان، گوناگونی منابع درسی و دسترسی نداشتن به آنها هم‌چنین نمونه آزمون‌های مناسب برای تمرین و فهم بیش‌تر مفاهیم درسی است.

موسسه‌ی انتشاراتی پوران پژوهش با بیش از ۱۵ سال تلاش در راستای برآورده کردن نیاز آموزشی داوطلبان، آماده‌سازی و چاپ سه مجموعه‌ی گوناگون با سه هدف معین را در دستور کار داشته است.

مجموعه‌ی نخست با نام **کتاب ارشد (با جلد آبی رنگ)** که تاکنون به دست داوطلبان رسیده با استقبال چشمگیری همراه بوده است. در هر کتاب ارشد پس از شرح کامل درس در هر فصل، پرسش‌های چهار گزینه‌ای آزمون‌های سراسری و آزاد چند سال گذشته با پاسخ تشریحی آورده شده است. شرح درس در هر کتاب از این مجموعه به گونه‌ای است که برای دانشجویان ترم‌های پایین‌تر مفید بوده و نیز یک منبع درسی مناسب برای دانشجویان و استادان دانشگاه‌ها می‌باشد. کتاب ارشد نخستین بار در مهر ماه سال ۱۳۸۰ در قالب پانزده عنوان به داوطلبان شناسانده شد و اینک ۱۶۰ عنوان را در بر می‌گیرد.

مجموعه‌ی دوم با نام **چند آزمون ارشد (با جلد سیاه رنگ)** به گونه‌ای گردآوری شده است که دانشجو دفترچه‌ی آزمون‌های سراسری چند سال گذشته را با پاسخ‌های تشریحی در یک کتاب خواهد داشت.

مجموعه‌ی سوم با نام **بانک پرسش‌های چهار گزینه‌ای ارشد (با جلد نارنجی رنگ)** در دروس پایه و تخصصی هر رشته، یک **کتاب کار** به شمار می‌رود که در آن پرسش‌های طبقه‌بندی شده به همراه پاسخ‌های تشریحی آورده شده تا دانشجو با حل و بررسی پرسش‌های آن، مهارت لازم برای پاسخ‌گویی در آزمون‌ها را به دست آورد.

بسمه تعالی

مقدمه مولف

این کتاب حاصل سال‌ها تدریس و مطالعه منابع گوناگون است. پس از چندین بار ویرایش، کتاب حاضر، منبع بسیار مناسبی برای داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر، IT و علوم کامپیوتر است و ادعا می‌کنم که قوی‌ترین منبع موجود برای درس معماری کامپیوتر است. تست‌های کنکورهای مختلف تا سال ۸۹ در کتاب آمده است و جواب‌های داده شده دقیق‌ترین جواب‌ها است. دوستان عزیزی در آماده‌سازی این کتاب نقش داشته‌اند که از همگی آنها سپاسگزارم. از شما خواننده گرامی تقاضا دارم، در صورت مشاهده هر گونه اشکال و یا داشتن پیشنهاد، اینجانب را مطلع سازید.

Hadi_yusefi@yahoo.com
هادی یوسفی
بهار ۸۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول . محاسبات ۱

فصل دوم. کارآیی Performance ۶۷

فصل سوم. مبانی معماری، انتقال ثبات، چارت ASM ۷۹

فصل چهارم. طراحی کامپیوتر پایه ۱۰۳

فصل پنجم. Central Processing Unit ۱۳۱

فصل ششم. پردازش موازی و پایپلاین ۱۶۳

فصل هفتم. سازمان حافظه ۱۸۹

فصل هشتم. کنترل ریز برنامه‌ریزی شده ۲۳۵

فصل نهم. سازمان ورودی – خروجی ۲۶۱

ضمیمه **۲۸۳**

تست‌های سراسری سال ۱۳۸۹ ..... **۲۹۳**

فصل اول

محاسبات

در مبنای ۲ یک عدد بی‌علامت n بیتی دارای مینیمم ۰ و ماکزیمم $۲^n - ۱$ است. بنابراین اگر دو عدد n بیتی با هم جمع شوند و بخواهیم حاصل را در یک فضای n بیتی ذخیره کنیم، اگر حاصل از $۲^n - ۱$ بزرگتر شود به معنی سرریز (over flow) است. در واقع اگر carry تولید شود یعنی تولید سرریز شده است یعنی V=C. به عنوان مثال جمع دو عدد ۷+۹ با ۴ بیت تولید سرریز می‌کند:

$$\begin{array}{rcccc} & & \textcircled{۱}\textcircled{۱}\textcircled{۱} & & \\ ۹ & = & ۱ & ۰ & ۰ & ۱ \\ ۷ & = & ۰ & ۱ & ۱ & ۱ \\ \hline & & ۰ & ۰ & ۰ & ۰ \end{array} \Rightarrow C = ۱ \Rightarrow V = ۱$$

البته اگر حاصل جمع دو عدد n بیتی در یک فضای $n+۱$ بیتی ذخیره شود، دیگر سرریز وجود ندارد. برای تفریق دو عدد n بیتی (A-B) بی‌علامت می‌توان با قرض گرفتن تفریق را انجام داد. در این صورت فلگ C وقتی یک می‌شود که $A < B$ یعنی باارزش‌ترین بیت A نیاز به قرض داشته باشد و اگر $A \geq B$ آنگاه $C = ۰$.

مثال: تفریق با ۴ بیت:

$$\begin{array}{rcccc} & & \textcircled{۰} & \textcircled{۱} & \textcircled{۲} & \\ ۹ & = & \not{۱} & \not{۰} & \not{۰} & ۱ \\ -۶ & = & ۰ & ۱ & ۱ & ۰ \\ \hline & & ۰ & ۰ & ۱ & ۱ \end{array} \Rightarrow C = ۰ (\text{Borrow} = ۰)$$

می‌توان برای تفریق دو عدد بی‌علامت $(A - B)$، عدد اول را با مکمل ۲ عدد دوم جمع کرد $(A + \overline{B} + ۱)$ در این صورت اگر $A \geq B$ آنگاه فلگ C یک می‌شود و اگر $A < B$ آنگاه $C = ۰$.

مثال: $۹ - ۶ = ۱۰۰۱ - ۰۱۱۰ = ۱۰۰۱ + ۱۰۱۰ = ۰۰۱۱ \Rightarrow C = ۱$

نمایش اعداد علامت‌دار

برای نمایش اعداد علامت‌دار صحیح، می‌توان ۳ روش پیشنهاد داد:

۱- روش علامت مقدار Sign magnitude

۲- روش مکمل ۱ 1's complement

۳- روش مکمل ۲ 2's complement

فصل دوم

کارایی Performance

زمان بین شروع و پایان یک task را زمان اجرا یا زمان پاسخ (response) گویند.
تعداد کارهای انجام شده در یک زمان مشخص را توان عملیاتی (through put) گویند.

مثال: تغییرات زیر چه تأثیری روی زمان اجرا و توان عملیاتی دارد؟
۱) استفاده از یک پردازنده سریعتر
۲) اضافه کردن تعداد پردازنده‌ها

پاسخ: کاهش زمان اجرا اغلب توان عملیاتی را افزایش می‌دهد، پس در حالت ۱ هم زمان اجرا و هم توان عملیاتی بهبود می‌یابند. در حالت ۲، زمان اجرای هر task به تنهایی تغییر نمی‌کند ولی توان عملیاتی افزایش می‌یابد چون تعداد کارهای بیشتری قابل انجام هستند. ولی اگر در حالت ۲ تقاضا برای پردازش به بزرگی توان عملیاتی باشد، آنگاه با افزایش توان عملیاتی، زمان انتظار در صف کاهش می‌یابد و زمان اجرا کاهش می‌یابد. معمولاً زمان اجرا و توان عملیاتی روی هم تأثیر می‌گذارند.

هر چه زمان اجرا بیشتر باشد، کارایی کمتر می‌شود و می‌توان برای ماشین x تعریف کرد:

$$\text{performance}_x = \frac{۱}{\text{execution time}_x}$$

بنابراین اگر ماشینی دارای زمان اجرای کمتری باشد، کارایی بیشتری دارد.

مثال: زمان اجرای یک برنامه روی ماشین A برابر ۱۰ ثانیه و روی ماشین B برابر ۱۵ ثانیه است در این صورت سرعت ماشین A ، $\frac{۱۵}{۱۰} = ۱/۵$ برابر سرعت ماشین B است.

توجه: اصطلاحات elapsed time یا response time یا wall-clock time به معنی کل زمان کامل شدن یک task شامل زمانهای دسترسی به I/O و حافظه سربار سیستم عامل و غیره است ولی cpu time زمانی است که cpu صرف برنامه مورد نظر می‌کند و شامل زمان انتظار برای I/O یا اجرای سایر برنامه‌ها نیست. البته cpu time را می‌توان به دو بخش user و system تقسیم کرد که اولی زمان صرف شده در خود برنامه و دومی زمانی است که در سیستم عامل برای اجرای برنامه صرف می‌شود.

مثال: در سیستم عامل unix دستور time ممکن است خروجی زیر را تولید کند:

۹۰/۷ u ۱۲/۹s ۲:۳۹ ۶۵%

فصل سوم

مبانی معماری، انتقال ثبات، چارت ASM

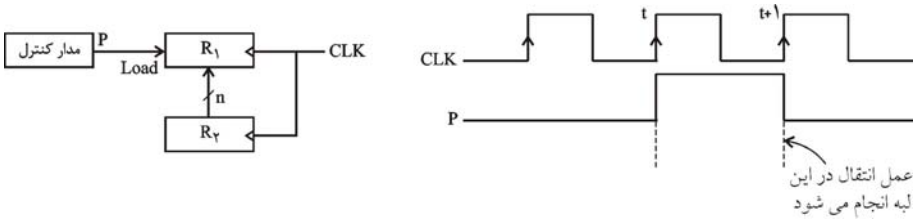
معماری کامپیوتر شامل دو بخش است، معماری مجموعه دستور (ISA: Instruction Set Architecture) و معماری سخت‌افزار سیستم (HSA: Hardware System Architecture) یا Organization کامپیوتر (ریز معماری نیز گویند). ISA دید برنامه‌نویس است از کامپیوتر، مثل مجموعه دستورات، ثباتها، مدهای آدرس‌دهی. HSA شامل مباحثی است که از دید برنامه‌نویس پنهان است. مثل نحوه نگاشت درکش و یا ... . ممکن است دو کامپیوتر دارای ISA یکسان و HSA متفاوت باشند.

زبان انتقال ثبات (RTL: Register Transfer Language)

هر عملی که در یک لبه کلاک قابل انجام باشد، ریز عمل ($\mu - Operation$) نام دارد. مثلاً اگر ثباتی پایه کنترلی شیفت چپ و شیفت راست داشته باشد آنگاه عمل شیفت روی آن ثبات یک ریز عمل است. برای بیان ریز عملیات و در واقع توصیف سخت‌افزارهای ساده از نمادهایی استفاده می‌کنیم که به آن زبان انتقال ثبات (RTL) می‌گوییم. RTL دارای قواعد ساده‌ای است. دستورات RTL دارای دو بخش کنترل و ریز عملیات هستند. مثلاً دستور RTL

$P : R_1 \leftarrow R_2$

یعنی هرگاه سیگنال کنترلی P فعال شد، محتویات ثبات R_2 را به ثبات R_1 منتقل کن:



فرض می‌کنیم سیگنال P نیز با کلاک سنکرون است. اگر در لبه t کلاک، سیگنال P فعال شود آنگاه در لبه $t+1$، عمل انتقال انجام می‌شود و در لبه $t+1$، سیگنال P می‌تواند صفر شود. عدد n روی فلش، نشان می‌دهد که ثبات‌ها n بیتی هستند.

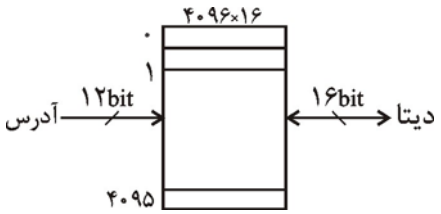
و یا دستور RTL مقابل یعنی هر گاه سیگنال P فعال شد، محتویات R_1 و R_2 را تعویض کن.

$P : R_1 \leftarrow R_2 \quad , \quad R_2 \leftarrow R_1$

فصل چهارم

طراحی کامپیوتر پایه

می‌خواهیم یک کامپیوتر ساده طراحی کنیم. هر کامپیوتر دارای یک حافظه اصلی و یک پردازنده مرکزی و I/O است. که پردازنده مرکزی خود شامل تعدادی ثبات، ALU و واحد کنترل است. حافظه اصلی کامپیوتر پایه ۱۶×۴۰۹۶ است یعنی دارای ۴۰۹۶ کلمه ۱۶ بیتی است. پس خطوط آدرس ۱۲ بیتی و خطوط دیتا ۱۶ بیتی هستند.



البته در حافظه اصلی هم دستورات وجود دارند و هم دیتاها.

ثبات‌های کامپیوتر پایه عبارتند از: PC (Program counter) یا IP (Instruction Pointer) : آدرس دستوری که باید اجرا شود در این ثبات است. پس این ثبات در این کامپیوتر ۱۲ بیتی است.

DR یا MDR (Memory Data Register) یا MBR (Memory Buffer Register) : عملوندی که از حافظه خوانده می‌شود در این ثبات قرار می‌گیرد و ۱۶ بیتی است.

IR (Instruction Register) : دستورات در حافظه هستند و برای اجرا شدن باید از حافظه خوانده شوند و در ثبات IR قرار گیرند. این ثبات ۱۶ بیتی است.

AC (Accumulator) : ثبات همه منظوره است. بعضی دستورات مثل جمع همیشه یکی از عملوندهایشان در AC است و حاصل نیز در AC قرار می‌گیرد. مثلاً در این ماشین دستور جمع به شکل ADD x نوشته می‌شود که این دستور AC را با محتویات خانه‌ای از حافظه که آدرسش x است جمع می‌کند و حاصل را در AC قرار می‌دهد ($AC \leftarrow AC + M[x]$). این ثبات ۱۶ بیتی است.

AR (Address Register) : آدرس عملوند را نگه می‌دارد. مثلاً در دستور ADD x ، x که آدرس عملوند است در AR قرار می‌گیرد سپس M[x] در DR قرار داده می‌شود و سپس AC با DR جمع می‌شود و حاصل به AC منتقل می‌شود. این ثبات ۱۲ بیتی است.

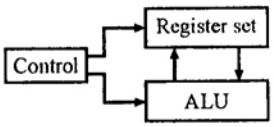
TR (Temprory Register) : ثبات موقت است و ۱۶ بیتی است.

INPR (ثبات ورودی): کاراکتر ورودی را نگه می‌دارد و ۸ بیتی است.

فصل پنجم

Central Processing Unit

مقدمه



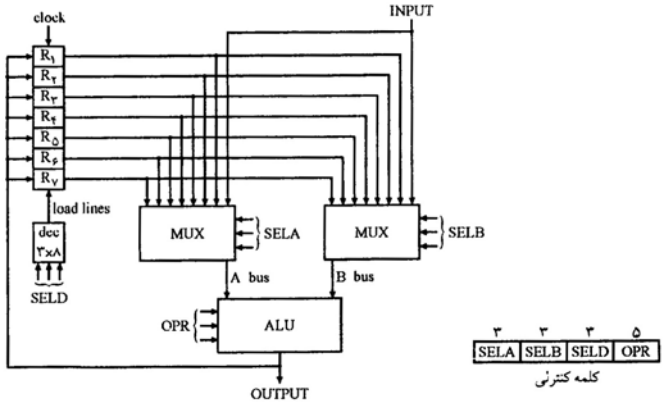
واحد پردازش مرکزی (CPU) قسمتی از کامپیوتر است که قسمت اعظم پردازش داده‌ها در آن انجام می‌شود. می‌توان گفت CPU از سه قسمت اصلی تشکیل شده است، که در شکل (۱) آمده است.

شکل (۱) اجزای اصلی CPU

ثباتها داده‌های موقت را که برای اجرای دستورات نیاز هستند، در خود ذخیره می‌کنند. البته می‌توان این داده‌ها را در حافظه اصلی نیز ذخیره کرد، ولی حافظه یکی از کندترین قطعات در کامپیوتر است. در این بخش مباحثی که برنامه‌نویس با آن سر و کار دارد (ISA) مطرح می‌شود.

سازمان ثباتهای عمومی

CPU برای انجام اعمال خود، نیاز به ذخیره اطلاعات و بازیابی به موقع آنها دارد. مثلاً برای نگهداری آدرس بازگشت در فراخوانی برنامه‌ها و یا ذخیره نتایج موقت محاسبات و ... این حافظه مورد نیاز اگر در خارج از CPU باشد، اتلاف زمان زیادی برای CPU در پی دارد و بهتر این است که در خود CPU قرار گیرد، و البته ظرفیت آن محدود خواهد بود. یک یا چند ثبات درون CPU این حافظه را تشکیل می‌دهند. ثباتهای داخل CPU باید با یکدیگر در ارتباط باشند. شکل (۲) ساختار این ارتباط را نشان می‌دهد.



شکل (۲)

فصل ششم

پردازش موازی و پایپلاین

پردازش موازی

به معنی به کارگیری تکنیک‌های متنوع در پردازش همزمان داده‌هاست که بـه منظـور افـزایش سـرعت محاسبات سیستم‌های کامپیوتری مورد استفاده قرار می‌گیرند. مثلاً وجود چندپردازنده در یک سیـستم یـا وجود چندین واحد اجرایی یا وجود چندین ALU نمونه‌هایی از پردازش موازی هستند.

روش‌هـای مختلفـی بـرای طبقـه‌بنـدی پـردازش مـوازی وجـود دارد، یکـی از دسـته‌بنـدی‌هـا توسـط M.Y.Flynn پیشنهاد گردید که کامپیوترها را از نظر تعداد پردازنده‌ها، تعداد داده‌هـا، تعـداد دسـتورات و حافظه به ۴ گروه تقسیم می‌کند:

۱) SISD (Single Instruction Stream Single Data Stream)

دارای یک CPU هستند که یک دستور روی یک داده می‌توانند اجرا کنند. یعنی یک واحد کنتـرل و یـک ALU دارند. بعضی منابع، این نوع را معماری فن‌نیومن نیز می‌گویند.

البته به طور داخلی می‌توانند با کمک پایپلاین از پردازش موازی بهره ببرند. (در برخی منابع گفته شده است که پایپلاین MISD است) (حتی بعضی منابع گفته‌اند پایپلاین MIMD است)

۲) SIMD (Single Instruction Stream Multiple Data Stream)

یک واحد کنترل و چندین واحد پردازشگر (PE: Processing Element) دارند. واحد کنترل برای همه PE ها یک دستور را صادر می‌کند و PE ها دستور را روی داده‌های مختلف انجام می‌دهند.

آرایه‌های پردازنده (Array Processor) در این دسته هستند.

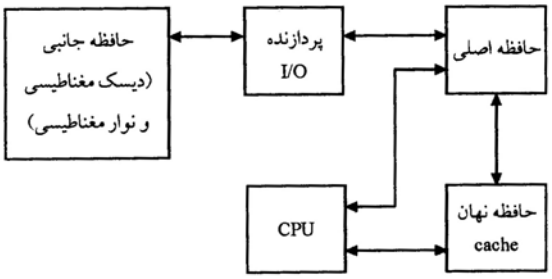
شکل (۱) مثالی از یک ماشین SIMD را نشان می‌دهد که به آن ماشین بـرداری (Vector Machine) گویند. این ماشین دارای n واحد محاسباتی (ALU) است که ورودی‌ها به صورت بردارهای n تـایی وارد می‌شوند و هر ALU روی یک مؤلفه از این بردار عملی مثل جمع را انجام می‌دهد.

فصل هفتم

سازمان حافظه

سلسله مراتب حافظه

در یک کامپیوتر انواع مختلف حافظه وجود دارد که از لحاظ سرعت، ظرفیت و هزینه تولید با یکدیگر متفاوتند. این حافظه‌ها به صورت سلسله مراتبی هستند. هر چه حافظه به Cpu نزدیکتر باشد (high level) سرعت و هزینه تولید آن بیشتر است و ظرفیت کمتر. نزدیکترین حافظه به پردازنده، حافظه نهان (cache) است که زمان دسترسی آن تقریباً با زمان پریود کلاک پردازنده (clock cycle time) یکسان است. در کش اطلاعاتی که بیشتر مورد استفاده پردازنده هستند ذخیره می‌شود. هر بیت کش در یک فلیپ فلاپ ذخیره می‌شود. سطح بعدی حافظه، حافظه اصلی است. وقتی برنامه‌ای قرار است اجرا شود از حافظه جانبی به حافظه اصلی منتقل می‌شود. حافظه جانبی شامل همه اطلاعاتی است که در یک سیستم ذخیره شده است. شکل ۱ سلسله مراتب حافظه را نشان می‌دهد.



شکل (۱)

در واقع اصل محلی بودن مراجعات (Locality of references) است که وجود سلسله مراتب حافظه را توجیه می‌کند. به این معنی که برنامه‌ها تمایل دارند در هر زمان فقط به قسمت کوچکی از فضای آدرسشان دسترسی یابند. دو نوع لوکالیتی وجود دارد:

- **زمانی (temporal)**: یعنی اگر به یک آیتم رجوع شد، احتمالاً مجدداً به آن رجوع خواهد شد (مثل حلقه‌ها).

- **مکانی (spatial)**: اگر به یک آیتم رجوع شد، به آیتم‌های مجاورش نیز رجوع خواهد شد (مثل آرایه‌ها یا دستورات پشت سر هم برنامه)

فصل هشتم

کنترل ریز برنامه‌ریزی شده

کنترل ریز برنامه‌ریزی شده[1]

وظیفه واحد کنترل در یک کامپیوتر تولید ریزعملیات است. اگر سیگنالهای کنترلی توسط سخت‌افزار و با استفاده از تکنیکهای طراحی منطقی متداول، تولید شوند، گفته می‌شود واحد کنترل سیم‌بندی شده[2] است. طراحی واحد کنترل سیم‌بندی شده در فصل گذشته بررسی شد. ریز برنامه‌ریزی روش دیگری برای طراحی واحد کنترل یک کامپیوتر است. این روش، روشی سیستماتیک و زیبا برای کنترل دنبالهٔ ریزعملیات می‌باشد.

کلمه کنترلی[3]

متغیرهای کنترلی که توسط واحد کنترل تولید می‌شوند، دنباله‌ای از ۰ ها و ۱ ها هستند، که به آنها، کلمه کنترلی می‌گوییم.

واحد کنترلی که متغیرهای کنترلی آن در یک حافظه ذخیره شده باشد، واحد کنترل ریزبرنامه‌ریزی شده می‌نامیم. هر کلمه در یک حافظه کنترلی شامل یک ریزدستور[4] می‌باشد. هر ریزدستور یک یا چند ریزعمل را برای سیستم مشخص می‌کند. دنباله‌ای از این ریزدستورات، ریزبرنامه[5] را تشکیل می‌دهد. از آنجایی که نیازی نخواهد بود که ریزبرنامه‌ها در زمانی که واحد کنترل ساخته می‌شود، عوض شوند، واحد کنترل می‌تواند یک حافظه فقط با قابلیت خواندن باشد (ROM).

روش ریز برنامه‌ریزی دینامیک، اجازه می‌دهد که یک ریزبرنامه از یک حافظه جانبی به حافظه کنترلی بار شود. واحد کنترلی که از ریزبرنامه‌ریزی دینامیک استفاده می‌کند از یک حافظه کنترل قابل نوشتن استفاده می‌کند. این حافظه کنترل را می‌توان تغییر داد و ریزبرنامه‌ها را مجدداً نوشت.

توجه داشته باشید که حافظه کنترلی با حافظه اصلی سیستم متفاوت است. هر دستور که در حافظهٔ اصلی ذخیره شده است، موجب اجرای دنباله‌ای از ریزدستورات در حافظه کنترلی می‌شود، که این ریزدستورات، ریزعملیات مربوط به واکشی، ترجمه و اجرای دستور را تولید می‌کنند.

1- Micro-programmed control
2- hardwired
3- Control word
4- microinstruction
5- microprogram

فصل نهم

سازمان ورودی – خروجی

واسط ورودی – خروجی

واسط ورودی – خروجی، واسطه‌ای است که روشی برای انتقال داده‌ها بین حافظه داخلی سیستم و دستگاه‌های ورودی خروجی تعبیه می‌نماید. منظور از قرار دادن این واسط حل مشکل تفاوت‌های اساسی بین دستگاه‌های ورودی – خروجی و خود کامپیوتر می‌باشد. عمده این تفاوت‌ها عبارتند از:

۱- دستگاه‌های ورودی – خروجی (جانبی) عموماً دستگاه‌های الکترومکانیکی و یا الکترومغناطیسی هستند و با حافظه و CPU که الکترونیکی هستند تفاوت دارند و بنابراین تبدیل مقادیر سیگنال‌ها در این ارتباط نیاز است.

۲- نرخ انتقال داده در دستگاه‌های جانبی کندتر از CPU و حافظه است و مکانیزمی برای همگامی آن‌ها نیاز است.

۳- کدها و قالب‌های داده‌ها در دستگاه‌های جانبی با قالب کلمات در CPU و حافظه متفاوتند.

۴- مدهای عملیاتی دستگاه‌های مختلف جانبی با یکدیگر متفاوت است و باید هر کدام توسط کنترل‌کنندهٔ خاص خود هدایت شوند. به سخت‌افزار مخصوصی که بین CPU و دستگاه‌های جانبی قرار می‌گیرد تا مشکلات فوق را حل کند «واسط» یا Interface گفته می‌شود.

گذرگاه I/O

برای انتقال اطلاعات بین CPU و واسط‌ها و به دنبال آن دستگاه‌های جانبی، خطوط داده و آدرس و خطوط کنترل وجود دارد. این مجموعهٔ خطوط در کنار یکدیگر «گذرگاه I/O» را تشکیل می‌دهند. گذرگاه I/O ، پردازنده را به همهٔ واسط‌ها وصل می‌کند. برای ایجاد ارتباط با یک دستگاه جانبی، ابتدا پردازنده آدرس خاص آن را بر روی گذرگاه I/O (بخش آدرس) قرار می‌دهد. هر کدام از واسط‌ها رمزگشای آدرسی دارند که تشخیص می‌دهند که آیا آدرس موجود بر روی خطوط آدرس مربوط به دستگاه خودشان است یا خیر و هر واسط که آدرس را از آن خود دانست، مسیر بین پردازنده و دستگاه‌های مربوط به خود را فعال می‌کند و بقیه واسط‌ها غیرفعال می‌شوند.

ضمیمه

مسائل تشریحی معماری کامپیوتر

۱- اعداد زیر را به فرمت ممیز شناور ۳۲ بیتی IBM نمایش دهید. (فرمت ممیز شناور IBM به صورت

S	E	M
۰	۱ ۷	۸ ۳۱

می‌باشد و پایه عدد ۱۶ می‌باشد. همچنین نما بایاس است)

(a) 1.0 (b) 0.5 (c) $\frac{1}{64}$ (d) 0.0

(e) -15.0 (f) $5.4*10^{-79}$ (g) $7.2*10^{75}$

۲- هر فرمت ممیز شناوری فقط می‌تواند تعداد محدودی عدد اعشاری را به طور دقیق نمایش دهد. سایر اعداد باید تقریب زده شوند. اگر A' مقدار تقریبی ذخیره شده برای A باشد، خطای نسبی r را به صورت $r = \frac{A - A'}{A}$ تعریف می‌کنیم. عدد ۰/۴+ را صورت ممیز شناور با فرضیات زیر ذخیره کنید و خطای نسبی را محاسبه کنید. پایه عدد ۲، نما بایاس شده و ۴ بیتی، مانتیس ۷ بیت و نرمال.

۳- فرض کنید A' و B' مقادیر تقریبی A و B می‌باشد. اگر خطای گرد کردن و قطع کردن را نادیده بگیریم، نشان دهید که خطای نسبی حاصلضرب، تقریباً برابر مجموع خطای نسبی دو عدد است.

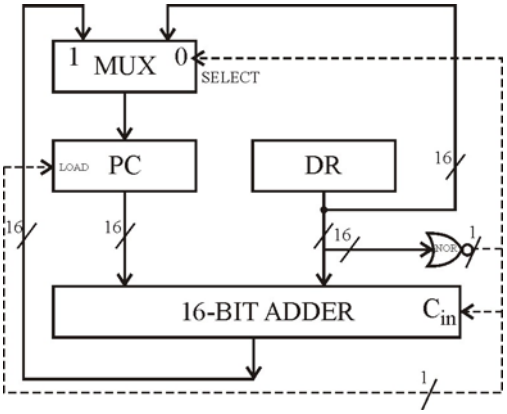
۴- یکی از خطاهای عمده در محاسبات کامپیوتر، وقتی رخ می‌دهد که دو عدد نزدیک هم از یکدیگر تفریق شوند. فرض کنید $A = ۰/۲۲۲۸۸$ و $B = ۰/۲۲۲۱۱$. کامپیوتر تمام مقادیر را به ۴ رقم قطع می‌کند پس $A' = ۰/۲۲۲۸$ و $B' = ۰/۲۲۲۱$ پس

a) خطای نسبی A' و B' چیست؟

b) خطای نسبی $C' = A' - B'$ چیست؟

تست‌های مهندسی کامپیوتر ۸۹

۱- با فرض اینکه ثبات‌های PC و DR شانزده بیتی هستند وظیفه سخت‌افزار زیر را با کدام ریز عملیات (Micro operation) می‌توان توصیف کرد؟



۱) if $DR = 0$ then $PC \leftarrow PC + 1$ else $PC \leftarrow PC$

۲) if $DR \neq 0$ then $PC \leftarrow PC + DR$ else $PC \leftarrow DR$

۳) if $DR = 0$ then $PC \leftarrow PC + DR$ else $PC \leftarrow DR$

۴) if $DR \neq 0$ then $PC \leftarrow PC + 1$ else $PC \leftarrow PC$

۲- قطعه برنامه‌ای متشکل از حلقه‌ای است که یکصد دستور دارد و این حلقه ۵۰ بار تکرار می‌شود. اگر فرکانس ساعت کامپیوتر ۱GHz و متوسط تعداد پالس برای اجرای هر دستور ۱/۲۵ پالس باشد آنگاه MIPS (Million Instruction Per Second) برای این کامپیوتر چقدر است؟

۱) ۴۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۵۰ ۴) ۸۰۰

۳- یک بسته نرم‌افزاری روی تک پردازنده A نیاز به T ثانیه برای اجرا دارد.بخشی از این نرم‌افزار به روش موازی نوشته شده است و این بخش می‌تواند از امکانات کامپیوتری که از ۴ پردازنده نوع A ساخته شده استفاده کند و با سرعت ۴ برابر نسبت به قبل اجرا شود. چند درصد از برنامه باید از نوع موازی باشد تا وقتی کل برنامه را روی کامپیوتر ۴ پردازنده اجرا کنیم نسبت به قبل افزایش سرعتی برابر با ۲ داشته باشیم؟

۱) یک دوم ۲) سه چهارم ۳) دو سوم ۴) چهار پنجم