



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)



دانشکده مهندسی کامپیوتر

به نام خدا

پاسخنامه تمرین سری دوم درس سیستم های عامل

پاییز 1403

استاد درس: دکتر زرندی

1- به سوالات زیر در مورد وقفه‌ها پاسخ دهید.

الف) وقفه چیست؟ و کلاس‌های مختلف وقفه را به صورت مختصر توضیح دهید.

وقفه سیگنالی است که روند هادی اجرا را تغییر می‌دهد. وقتی وقفه ای به پردازنده ارسال می شود، کار CPU متوقف شده و روال پاسخگو به وقفه اجرا می شود. بعد از پایان اجرای این روتین، CPU کار قبلی اش را ادامه می‌دهد. آدرس دستوری که هنگام اجرای آن وقفه صادر شده (آدرس برگشت) در پشته ذخیره می شود. بعد از پایان پاسخگویی به وقفه آدرس برگشت در شمارنده برنامه (PC) قرار می گیرد و محاسباتی که اجرای آنها به تعویق افتاده از سر گرفته می‌شود. انواع وقفه ها:

Program : وقفه هایی که به دلیل بعضی از شرایط حاصل از اجرای یک دستورالعمل بروز می کند:
- سرریز شدن محاسباتی - تقسیم بر صفر - تلاش بر اجرای یک دستورالعمل ماشین غیرمجاز -
مراجعه به آدرس خارج از فضای مجاز کاربر

زمان سنج: وقفه ای که توسط زمان سنج داخلی پردازنده تولید می شود. این وقفه به سیستم عامل اجازه می دهد، بعضی از اعمال (مانند تست حافظه ، چک کردن سخت افزار و یا تعیین زمان اجرای پردازنده در هر برش در سیستم اشتراک زمانی) را به طور مرتب انجام دهد.

I/O : وقفه هایی که به وسیله کنترل کننده I/O تولید می‌شود تا کامل شدن طبیعی یک عمل یا شرایط خطا را اعمال کند. نقص سخت افزار وقفه هایی که با نقص سخت افزاری تولید می‌شود، مثل نقص برق یا خطای توازن حافظه.

ب) به هنگام وقوع وقفه، پردازنده چه اطلاعاتی را در پشته ذخیره می‌کند؟ دلیل استفاده از پشته چیست؟

محتویات ثبات وضعیت برنامه و محل دستورالعمل بعدی پردازش وقفه به صورت زیر است: هنگامی که یک دستگاه I/O یک عمل I/O را کامل می کند دنباله حوادث زیر اتفاق می افتد.

- 1 ابتدا دستگاه یک علامت وقفه برای پردازنده می فرستد.
- 2 پردازنده اجرای دستورالعمل جاری را قبل از پاسخ به این وقفه به پایان می رساند.
- 3 پردازنده بروز وقفه را بررسی کرده، در می یابد که وقفه ای آمده است و علامتی مبنی بر دریافت وقفه برای دستگاه وقفه دهنده می فرستد.
- 4 پردازنده برای انتقال کنترل به روال خدماتی مربوطه آماده میشود. در ابتدا اطلاعات مورد نیاز برای از سرگیری برنامه جاری را ذخیره میکند. حداقل اطلاعات، محتویات ثبات وضعیت برنامه (PSW) و محل دستورالعمل بعدی (PC) می باشد. این اطلاعات می تواند در بالای پشته کنترل سیستم گذاشته شود.
- 5 پردازنده شمارنده برنامه (PC) را با آدرس شروع برنامه گرداننده وقفه عوض میکند.
- 6 در این لحظه محتوای PC و PSW مربوط به برنامه وقفه داده شده، در پشته سیستم ذخیره است.
- 7 روال وقفه را پردازش می کند.
- 8 بعد از کامل شدن پردازش وقفه، مقادیر ثباتها از پشته POP شده و در ثبات ها گذاشته میشود.
- 9 بازگرداندن مجدد مقادیر PSW و PC از پشته که موجب اجرای دستورالعمل بعد از برنامه وقفه داده شده میشود.

ج) رویکردهای استفاده شده برای رسیدگی به وقفه های متعدد را بیان کنید و آنها را به صورت مختصر توضیح دهید.

Sequential interrupt processing: در این رویکرد هنگامی که **Interrupt Handler** مشغول یک وقفه است، وقفه های دیگر را در نظر نمیگیرد تا زمانی که عملیات مربوط به آن وقفه که در حال انجام است به پایان برسد و بعد، پردازنده به ترتیب هر عملیات مربوط به وقفه های دیگر را انجام میدهد و بعد از تمام شدن آنها به ادامه برنامه کاربر می پردازد. پس در واقع وقفه ها به صورت متولی توسط **Interrupt Handler** پردازش می شوند.

Nested interrupt processing : در این رویکرد برای وقفه ها ارزش گذاری میشود به عبارتی وقفه ای که اولویت بالاتری دارد میتواند باعث وقفه در عملیات

Interrupt handler با وقفه دارای اولویت پایین تر شود. یعنی عملیات آن را متوقف کند و **Interrupt Handler** وقفه با اولویت بالاتر را پردازش کند و پس از پایان به ادامه عملیات مربوط به وقفه با اولویت پایین تر پردازد.

(د) پدیده سرریز پشته چه زمانی در وقفه های تودرتو رخ میدهد و برای حل این مشکل چه تدبیری اندیشیده شده است؟

وقتی وقفه پیش می آید ، پردازنده یک مرحله از الگوریتم فون نیومن را به پایان می رساند. و اجرای باقی برنامه را متوقف می کند تا بتواند **Interrupt service routine** مربوط به وقفه را اجرا کند. در طی اجرای **ISR** وقفه ، ممکن است وقفه ی جدیدی رخ دهد که در این صورت به آن وقفه ی تودرتو می گویند. آدرس بازگشت مورد نیاز وقفه در پشته ذخیره می شود. اگر تعداد وقفه های تو در تو زیاد باشد، ممکن است فضای پشته پر شود و پدیده **Stack overflow** رخ دهد.

راه حل: از دستوری به اسم **Interrupt Disable (DI)** استفاده می شود. با استفاده از این دستور، اگر بین اجرای **ISR**، وقفه جدیدی بیاید، سیستم آن را تایید نمی کند و نه تنها الگوریتم فون نیومن برای الگوریتم جاری اجرا می شود بلکه تا انتهای برنامه نیز پیش می رود. با دستور **EI (Interrupt Enable)** می توانیم مجددا گرفتن وقفه را فعال کنیم.

۲- دو مد اصلی عملیات ها در سیستم عامل را نام برده و هر کدام را به صورت مختصر توضیح دهید.

Kernel mode: توسط سیستم عامل فعال میشود و معمولاً کد اصلی خود سیستم عامل در آن در حال اجرا است و پردازنده نیز تمام دستورالعملهای **isa** را در اختیار اجرا کننده اش میدهد و دستوری را **illegal** در نظر نمیگیرد.

User mode: پردازنده میفهمد که اجرا کننده اش کم اهمیت تر از حالت قبلی است (معمولا نرم افزاری که سیستم عامل اجازه ی اجرایش را داده). در این حالت پردازنده بخشی از isa را در اختیار برنامه می دهد و اگر برنامه ای دسترسی بیشتر می خواست باید به سیستم عامل بگوید و اگر سیستم عامل درخواست را مجاز دانست، آن کار را انجام دهد.

۳- نحوه ی عملکرد DMA را توضیح دهید. نحوی همکاری DMA و پردازنده به چه صورت است؟ پردازنده به چه صورت از پایان رسیدن کار DMA مطلع می شود؟

دسترسی مستقیم به حافظه از طریق DMA برای دستگاههای ورودی - خروجی با سرعت بالا مورد استفاده قرار می گیرد تا مانع افزایش زمان اجرای عملیات بارگیری در پردازنده ها شود. پردازنده می تواند با نوشتن مقادیر در ثبات های ویژه ای که بطور مستقل توسط دستگاه های ورودی - خروجی قابل دسترسی می باشند، عملیات DMA را شروع کند. دستگاه با فرمان پردازنده، کار خود را شروع می کند و زمانی که کار خود را به اتمام می رساند یک سیگنال وقفه برای پردازنده ارسال می کند تا آن را از پایان کار خود مطلع و متوقف کند.

4- نحوه عملکرد سیستم های چند پردازنده و سیستم های خوشه ایی را توضیح دهید و آن ها را با یکدیگر مقایسه کنید. انواع دسته بندی آنها را نام ببرید.

سیستمهای چند پردازنده، یا سیستمهای موازی به سیستمی متشکل از تعدادی واحد پردازنده مرکزی گفته میشود که امکان پردازش موازی را فراهم میکنند. انواع سیستمهای چند پردازنده به دو دسته متقارن و نامتقارن تقسیم میشود. این سیستمها **tightly-coupled** هستند و اجزای آن به هم وابستگی زیادی دارند. سیستمهای خوشه ای یک دسته از کامپیوترها هستند که در کنار هم کار میکنند در حالی که سیستمهای چند پردازنده یک کامپیوتر با چند واحد پردازنده اند. همچنین سیستمهای خوشه ای برخلاف سیستمهای چند پردازنده، **loosely-coupled** هستند و وابستگی میان اجزای آن کم است. در سایر ویژگیها این دو سیستم تقریبا مشابه اند. سیستمهای خوشه ای مانند چند پردازنده ها، به دو دسته متقارن و نامتقارن تقسیم میشوند.

5- موارد زیر و نحوه انجام آنها در سیستم عامل را توضیح دهید.

الف) مدیریت زمان

یک زمانبند به نام **watchdog timer** توسط سیستم عامل (**kernel mode**) تنظیم میشود. هنگامی که یک پردازش شروع به کار میکند، با هر کلاک، یک واحد از این زمانبندی کم میشود و هنگامی که به صفر برسد، یک وقفه ارسال میکند. این کار باعث میشود تا از لوپ های بی نهایت جلوگیری شود.

ب) مدیریت پردازشها

پردازش، یک برنامه ی در حال اجرا است. هر پردازش به یک سری منابع برای اجرا شدن نیاز دارد (CPU، حافظه، فایل، I/O و ...).

سیستم عامل برای مدیریت پردازشها وظایف مختلفی دارد از جمله:

ایجاد و حذف پردازشهای کاربر و سیستم

متوقف کردن و ادامه دادن پردازشها

ارائه راهکار برای همگام سازی و ارتباط بین پردازشها و جلوگیری از **deadlock**.

ج) مدیریت حافظه

برای اجرای برنامه ها، نیاز است که تمام (یا بخشی) از دستورالعمل ها و داده های برنامه داخل حافظه اصلی موجود باشد. مدیریت حافظه در سیستم عامل مشخص میکند که چه دستورالعملی در چه زمانی داخل حافظه باشد.

برای این منظور، سیستم عامل باید بداند کدام بخش از هر برنامه در کجای حافظه اصلی موجود است، تصمیم گیری کند که کدام پردازش و یا داده به را وارد حافظه اصلی کند یا از آن خارج کند، و هنگام نیاز به برنامه ها حافظه تخصیص دهد یا حافظه را آزاد کند.

6- فرض کنید دو برنامه A و B در یک سیستم در حال اجرا هستند. به طور کلی هر نوع فعالیت مرتبط با حافظه ۳۰ میکرو ثانیه، اجرای ۶۰ دستورالعمل ۴ میکروثانیه و ۲۵ دستورالعمل ۲ میکرو ثانیه زمان میبرد. بهره وری پردازنده هنگامی که سیستم قابلیت تک برنامه ای و چند برنامه ای دارد محاسبه کنید و دیاگرام وضعیت پردازنده در واحد زمان را برای حالت چند برنامه ای رسم کنید.

A:

Read a record from file
Executing 60 instructions
Write a record to file

Percent CPU Utilization: $\frac{4}{30 + 4 + 30} = \frac{4}{64} = 6.25\%$

B:

Read a record from file
Executing 25 instructions
Write a record to file

Percent CPU Utilization: $\frac{2}{30 + 2 + 30} = \frac{2}{62} = 3.22\%$

Uniprogramming -> Percent CPU Utilization: $\frac{4 + 2}{64 + 62} = \frac{6}{126} = 4.76\%$

Multiprogramming -> Percent CPU Utilization: $\frac{4 + 2}{64} = \frac{6}{64} = 9.375\%$

برای بخش **multiprogramming** طبق نظر دکتر زرندی، منظور، محاسبه **cpu utilization** در حالت **stable** (در زمان بی نهایت) هست که در این حالت صورت کسر برابر جمع مدت زمان اجرای **instruction** های دو برنامه و مخرج کسر برابر ماکزیمم زمان اجرای دو برنامه (**max(64)**).

62) میباشد. ولی در این تمرین جواب های $\frac{6}{94}$ (برای اجرای متوالی فعالیت های مربوط به فایل) و $\frac{6}{66}$ (برای اجرای موازی فعالیت های مربوط به فایل) نیز درست گرفته میشود.

همچنین دیاگرام وضعیت پردازنده در حالت **multiprogramming** و در حالت **stable** به شکل زیر است (نیازی به ارسال نبوده است):

