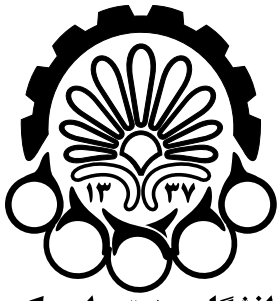
به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

سیستم‌های عامل (پاییز ۱۴۰۰)

فاز دوم

استاد درس:

آقای دکتر جوادی

مهلت نهایی ارسال پاسخ:

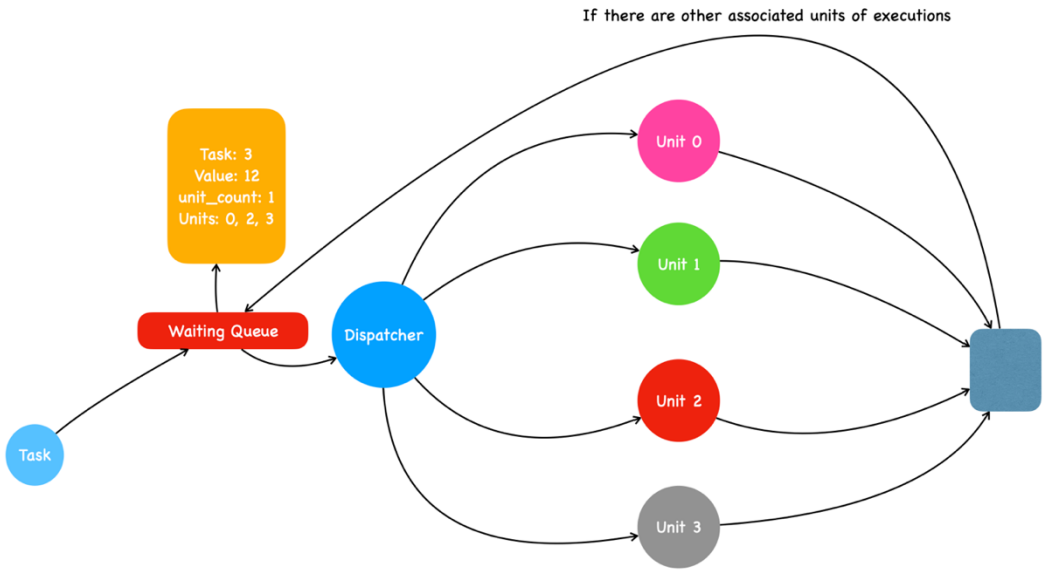
۲۶ آذر ماه ۱۴۰۰

دقت کنید که امکان تمدید وجود ندارد.

توصیف پروژه

یک سیستم پیچیده مانند یک سازمان بزرگ را درنظر بگیرید که واحدهای پردازشی جدایی برای هر کار دارد. در این سازمان برای آنکه هر کدام از کارها بطور کامل انجام شوند نیازمند مجموعه‌ای از پردازش‌ها در هر کدام از واحدهای پردازشی هستند. تمامی کارها در صف انتظار منتظر می‌مانند تا توزیع کننده، کار مورد نظر را انتخاب کند و به واحد پردازشی مربوطه تحویل دهد.

شکل زیر ساختار سیستم موردنظر را نشان می دهد :



شما باید بتوانید چنین مکانیزمی را در پروژه خود طراحی کنید.

جزئیات پیاده‌سازی

به منظور پیاده‌سازی مکانیزم خواسته شده باید فراخوانی‌های سیستمی زیر را پیاده‌سازی کنید :

```
int thread_create(void *stack, int status)

int thread_wait()

int unit0_operation()

int unit1_operation()

int unit2_operation()

int unit3_operation()
```

همچنین لازم است که یک تابع سطح کاربر با امضای زیر پیاده‌سازی کنید که به عنوان تابع پوششی برای thread_create ایفای نقش می‌کند و هدف آن استفاده آسان‌تر از این فراخوانی سیستمی است.

```
int thread_creator(void (*fn) (void *), void *arg, int status)
```

فراخوانی سیستمی thread_create بسیار شبیه به fork عمل می‌کند با این تفاوت که در این تابع به جای کپی کردن فضای آدرس به یک page directory جدید، این فراخوانی سیستمی وضعیت پردازه جدید را طوری مقداردهی می‌کند که پردازه فرزند و پردازه پدر فضای آدرس را **به اشتراک بگذارند** (به عبارت دیگر از یک page directory مشابه استفاده کنند). اگر این فراخوانی سیستمی به این شکل نوشته شود دو پردازه فضای حافظه را به اشتراک خواهند گذاشت و این دو عملا ریسمان هستند.

اگرچه دو ریسمان پدر و فرزند فضای آدرس را به اشتراک می گذارند، هر کدام به یک پشته جداگانه نیاز دارند. فضای پشته جدید احتمالا با استفاده از malloc تخصیص داده می‌شود. به عنوان مثال فرض کنید که ریسمان T1 یک کپی از خود به عنوان T2 را ایجاد می کند. T1 ابتدا حافظه‌ای به اندازه یک صفحه که page-aligned است را به پشته T2 اختصاص داده و اشاره‌گر به آن را به فراخوانی سیستمی thread_create ارسال می‌کند. از طرفی دیگر، فراخوانی سیستمی thread_create پشته ریسمان T1 را به این نقطه از حافظه کپی می‌کند و ثبات‌های پشته و پایه T2 را تغییر می‌دهد تا از پشته جدید استفاده کند. **توجه شود که T2 باید از سابقه اجرای T1 مطلع باشد و این یعنی باید بتواند به آیتم‌های موجود در پشته T1 به عنوان مقدار اولیه پشته جدید دسترسی داشته باشد.**

تابع thread_creator، اشاره گر به یک تابع و آرگومان‌های ریسمان و یک status را به عنوان ورودی می‌گیرد و کارهای زیر را انجام می دهد:

- یک فضای page-aligned به پشته اختصاص دهد.
- فراخوانی سیستمی thread_create را صدا بزند که thread ID را به پدر بر می‌گرداند.
- در ریسمان فرزند، thread_creator باید اشاره‌گر به تابع ارسالی را صدا بزند و آرگومان‌های ارسالی به عنوان پارامترهای ورودی در اختیار این تابع قرار دهد، همچنین باید مقدار status نیز پاس داده شود.
- هنگامی که اجرای تابع ارسالی به اتمام رسید، thread_creator باید پشته را خالی کرده و exit را صدا بزند.
- فراخوانی سیستمی thread_wait بسیار شبیه فراخوانی سیستمی wait می باشد و در واقع منتظر می ماند تا اجرای ریسمان فرزند تمام شود و wait منتظر می ماند تا پردازه فرزند تمام شود.

متغیر status در پیاده سازی شما سه حالت دارد:

۱. اگر صفر باشد یعنی thread ای که باید ساخته شود باید از نوع Unit باشد.
۲. اگر یک باشد یعنی ریسمانی که باید ساخته شود باید از نوع Task باشد.

۳. اگر دو یا بیشتر باشد باشد یعنی ریسمانی که باید ساخته شود باید از نوع معمولی می‌باشد (هیچ یک از Task یا Unit نیست).

در struct proc باید یک متغیر به اسم status تعریف شود که مشخص کند که ترد ساخته شده از نوع Unit می‌باشد یا Task.

مشخصات ریسمان از نوع **Unit**:

تردهایی که از نوع Unit می سازید ویژگی های زیر را دارا هستند :

مقدار متغیر status برای آنها در struct proc برابر با صفر می باشد.

یک متغیر به عنوان unit_num که مشخص کننده شماره واحد پردازشی موردنظر می‌باشد.

مشخصات ریسمان از نوع **Task** :

ریسمان‌هایی که از نوع Task می‌سازید ویژگی‌های زیر را دارا هستند:

- مقدار متغیر status برای آنها در struct proc برابر با یک می‌باشد.
- یک متغیر unit_count در struct proc مربوط به این ریسمان‌ها تعریف می‌شود که از صفر شروع می‌شود و با هر بار ورود به یک واحد پردازشی و پردازش شدن، مقدار آن یک واحد زیاد می‌شود.
- یک لیست از واحدهای پردازشی که Task مورد نظر نیاز دارد تا پردازش‌های لازم بر روی آن صورت گیرد.
- یک متغیر Value که مقدار ریسمان Task مورد نظر را در خود نگه‌داری می‌کند.

فراخوانی های سیستمی مربوط به هر واحد پردازشی:

- `int unit0_operation()`

این فراخوانی سیستمی پردازش مربوط به واحد پردازشی اول را انجام می‌دهد که در واقع مقدار Value یک Task را می‌گیرد و عملیات زیر را بر روی آن انجام می‌دهد:

Adds 7 to the value then modulate by M

- **`int unit1_operation()`**

این فراخوانی سیستمی پردازش مربوط به واحد پردازشی دوم را انجام می‌دهد که در واقع مقدار Value یک Task را می‌گیرد و عملیات زیر را بر روی آن انجام می‌دهد:

```
Multiplies by 2 then modulate by M
```

- **int unit2_operation()**

این فراخوانی سیستمی پردازش مربوط به واحد پردازشی سوم را انجام می‌دهد که در واقع مقدار Value یک Task را می‌گیرد و عملیات زیر را برروی آن انجام می‌دهد:

```
Multiplies by 3 then modulate by M
```

- **int unit3_operation()**

این فراخوانی سیستمی پردازش مربوط به واحد پردازشی چهارم را انجام می‌دهد که در واقع مقدار Value یک Task را می‌گیرد و عملیات زیر را بر روی آن انجام می‌دهد:

```
Prints out the value
```

متغیر M یک مقدار const است، مقدار آن را ۲ قرار دهید.

نکته : در واقع برای پیاده‌سازی خود باید هر یک از فراخوانی‌های سیستمی مربوط به هر واحد پردازشی را در یک تابع جدا فراخوانی کرده و اشاره‌گر به این تابع را به تابع پوششی thread_creator متناظر با آن واحد پردازشی پاس دهید.

دقت کنید که هر واحد پردازشی باید بین تمامی ریسمان‌های Task جستجو کند و ریسمانی را پردازش می‌کند که list(unit_count) برای آن Task برابر با واحد پردازشی فعلی باشد.

توجه شود که در حالت عادی ریسمان‌های متعلق به یک پردازه باید process id یکسان داشته باشند. با این وجود در این پروژه اشکالی ندارد که getpid برای ریسمان‌های متعلق به یک پردازه مقادیر متفاوتی را برگرداند. در واقع شما می توانید از pids به عنوان thread Ids استفاده کنید تا بتوانید با کمینه تغییرات، پیاده‌سازی خود را انجام دهید.

توجه شود که باید اطمینان حاصل کنید که در هنگام اجرای exit توسط یک ریسمان، پیاده‌سازی شما جدول صفحه (page table) این ریسمان را در صورت وجود دیگر ریسمان‌هایی که به این جدول صفحه اشاره می کنند آزاد (free) نمی‌کند، برای این کار می‌توانید از مکانیزم شمارش ارجاعات (reference counting) استفاده کنید یا می‌توانید با اسکن کردن جدول پردازه (process table) چک کنید که اگر ارجاع دیگری به جدول صفحه پیدا نشد، جدول صفحه در نتیجه ی exit آزاد شود.

همچنین برای پیاده‌سازی فراخوانی سیستمی thread_create باید به نکات زیر توجه داشته باشید:

۱) جلوگیری از شرایط مسابقه یا race condition در هنگام گسترش فضای آدرس

۲) آزاد (free) نکردن جدول صفحه (page table) تا وقتی که تمامی ریسمان‌های متعلق به یک پردازه به اتمام برسند.

راهنمایی : می‌توانید یک تابع dispatcher درست کنید و در این تابع چهار ریسمان جدا برای هر واحد پردازشی بسازید و برای هر واحد پردازشی تابعی تعریف کنید که سیستم کال مربوط به واحد پردازشی موردنظر را فراخوانی کند و این تابع را به

thread_creator مربوط به واحد پردازشی موردن ظر پاس دهید و همچنین چند ریسمان از نوع Task ایجاد کنید و آنها را به حالت Busy waiting یا sleep ببرید تا پردازش های مورد نیاز آنها در هر کدام از واحدهای پردازشی انجام شود (دقت کنید که هر واحد پردازشی خود جدول پردازه‌ها اسکن می کند و تردهایی که نیاز به پردازش دارند را پردازش می کند (در واقع این پیاده سازی راحت ترین نوع پیاده سازی است که می‌توانید انجام دهید☺)، در واقع ریسمان‌های Task کاری انجام نمی‌دهند و فقط منتظر آن هستند که پردازش‌های آنها توسط واحدهای پردزاشی موردنظر انجام شده تا تمام شوند).

همچنین می‌توانید از فراخوانی سیستمی getprocs() که در فاز اول پروژه پیاده‌سازی کردید، که تعداد پردازه‌های فعال در سیستم را به شما برمی‌گرداند، کنترل کنید که تعداد پردازه‌های سیستم در هر لحظه چطور تغییر می‌کند و با استفاده از این سیستم کال می‌توانید متوجه شوید که چه تعداد از Task شما تمام شده‌اند و چه تعداد همچنان نیاز به پردازش دارند.

توجه شود که تستی که می‌نویسید باید بتواند عملکرد سیستم را به خوبی نشان دهد.

توجه شود که تصویری که در ابتدای پروژه قرار داده شده است صرفا برای دید بهتر شما نسبت به عملکرد سیستم قرار داده شده است و پیاده‌سازی شما باید مطابق توضیحات گفته شده باشد.

موفق باشید

تیم درس سیستم‌های عامل