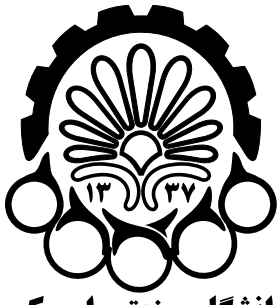
به نام خدا



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

سیستم‌های عامل (پاییز ۱۴۰۰)

فاز سوم

پیاده سازی الگوریتم‌های زمانبندی

استاد درس:

آقای دکتر جوادی

مهلت نهایی ارسال پاسخ:

۴ بهمن ۱۴۰۰ (۲۳:۵۹)

تمدیدی نخواهیم داشت.

مقدمه

در این قسمت می‌خواهیم الگوریتم‌های زمانبندی خودمان را جایگزین الگوریتم پیش فرض در xv6 کنیم. توصیه می‌کنیم که با جستجو و مطالعه فایل‌های سیستم عامل به دنبال چگونگی و کارکرد زمانبندی و تخصیص cpu به پردازه‌ها بگردید. زمانبندی یکی از مهم‌ترین و پایه‌ای‌ترین مفاهیم موجود در هر سیستم عاملی است جایی که زمانبند باید یک سری اهداف که در بعضا تضاد هم هستند را برآورده کند، مانند:

- زمان پاسخ سریع[1]
- بازده خوب برای پردازه‌های پس‌زمینه[2]
- جلوگیری از قحطی[3]
- برآورده کار کردن توامان نیازهای پردازه‌های با الویت پایین و الویت بالا[4]
- و ... .

به مجموعه‌ای از قوانین که با استفاده از آنها یک پردازه برای اجرا انتخاب می شود را خط‌مشی زمانبندی (scheduling policy) می‌گوییم. ابتدا باید با مطالعه کد xv6 و منابع موجود درباره ان یاد بگیریم که scheduling policy موجود در xv6 چیست و چه پردازه‌ای وظیفه انتخاب پردازه‌ها برای اجرا را بر عهده دارد. بخش زمان‌بندی در کد xv6 را پیدا کنید و سعی کنید به سوالات زیر پاسخ دهید (صرفا برای شروع کار):

- خط‌مشی پیش‌فرض چه پردازه‌ای برای اجرای انتخاب می کند؟
- وقتی که یک پردازه از رخداد IO برمی‌گردد، چه اتفاقی می‌افتد؟
- وقتی که یک پردازه ایجاد می‌شود، چه اتفاقی می‌افتد و زمانبندی در چه زمان‌هایی و با چه فاصله زمانی انجام می‌شود؟

بخش اول : پیاده‌سازی الگوریتم‌های زمانبندی

۱) الگوریتم Round-Robin در xv6

در کد پیش‌فرض، زمانبند یا scheduler از سیاست round-robin و با فاصله زمانی یک clock tick کار تخصیص CPU را انجام می‌دهد. در این پروژه می‌خواهیم با تعیین زمان بین دو تخصیص CPU، ببینیم روند پردازه‌ها چگونه بهبود می‌یابد. ابتدا باید در فایل param.h یک پارامتر جدید مانند QUANTUM را با مقدار اولیه‌ای مانند ۱۰ تعریف کنیم.

```
#define QUANTUM <Number>
```

---

[1] fast process response time
[2] good throughput for background jobs
[3] avoidance of process starvation
[4] reconciliation of the needs of low-priority and high priority processes

سپس در مکان مربوط به الگوریتم‌های زمان‌بندی، تغییرات لازم برای اینکه زمانبند به جای اینکه هر یک clock tick کار زمانبندی را انجام دهد، هر QUANTUM clock tick کار زمانبندی را انجام دهد.

لازم به ذکر است که در فایل گزارش خود طبق آزمون‌های تعریف شده در جلوتر، باید با تغییر مقدار QUANTUM ببینید که عملکرد پردازه‌ها بهبود می‌یابد یا خیر.

۲) الگوریتم زمانبندی طبق اولویت‌بندی (non-preemptive priority scheduling)

در این قسمت می‌خواهیم الگوریتم زمانبندی طبق اولویت را پیاده‌سازی کنیم که cpu طبق اولویت پردازه‌ها تخصیص داده می‌شود. این الگوریتم را از نوع غیر-قبضه‌ای پیاده کنید، به این معنی که اگر پردازه‌ای جدیدی ایجاد شود یا اینکه پردازه‌ای از رخداد IO برگردد و اولویت ان از پردازه در حال اجر بیشتر باشد، پردازه در حال اجرا، کار خود را تا زمانی که کوانتوم زمانی اجازه دهد، برای یک IO بلوکه شود یا terminate شود، ادامه می‌دهد. در این الگوریتم به هر پردازه باید یک عدد بین ۱ تا ۶ به عنوان اولویت تخصیص داده شود. اولویت پیش فرض را ۳ در نظر بگیرید و همچنین اگر اولویتی خارج از این بازه وارد شد به عنوان ۵ آن را بشناسد. در این روش، پردازه با عدد اولویت کمتر (به سمت ۱) شانس بیشتری برای اجرا شدن نسبت به دیگر پردازه‌ها دارد. از طرف دیگر، پردازه‌ها با اولویت ۶ کمترین شانس برای اجرا شدن را دارند. برای پیاده‌سازی، به ساختمان داده proc در فایل proc.h باید متغیرهای لازم اضافه شوند.

این خط‌مشی زمانبندی باید اینگونه کار کند که تخصیص CPU خود را به طور چرخشی (round-robin، اسلاید ۱۳ از lecture13) به پردازه‌های دارای اولویت بالاتر بدهد و پس از نبود برنامه در اولویت‌های بالاتر، به سراغ اولویت‌های کمتر برود.

در ادامه برای تعیین و تغییر اولویت یک رویه نیاز به یک system call به نام setPriority داریم. در این سیستم‌کال یک عدد به عنوان ورودی گرفته می شود و طبق توضیحات گفته شده باید به عنوان اولویت پردازه‌ای که سیستم‌کال را صدا زده، ثبت شود.

۳) الگوریتم زمانبندی طبق صف چند لایه (به شکل **preemptive**)

در این قسمت می‌خواهیم زمان‌بندی چند صفی و یا صف‌های چند لایه پیاده‌سازی کنیم. در روند پیاده‌سازی ابتدا باید ۶ صف بسازیم (صف‌های شماره ۱ تا ۶) و هر صف با الگوریتم زمانبندی round-robin اجرا می‌شود (با این تفاوت که صف‌ها با شماره کمتر دارای QUANTUM **بیشتری** نسبت به صف‌ها با شماره بیشتر هستند). اینکه QUANTUM زمانی صف‌های با اولویت بیشتر (شماره کمتر) چقدر بیشتر باشد در اختیار شما است. دقت کنید که پردازه‌های موجود در صف شماره ۲ در صورتی اجرا می‌شوند، که صف شماره ۱ **خالی** باشد. به همین ترتیب پردازه‌های موجود در صف شماره ۳، تنها در صورتی اجرا می‌شوند که صف شماره ۱ و ۲ **خالی** باشند. به شکل کلی پردازه‌های موجود در صف i تنها در صورتی اجرای می‌شوند که صف‌های شماره ۱ تا i-1 خالی باشند. دقت کنید که صف مورد نظر یک پردازه با استفاده از سیستم‌کال setPriority و با توجه به توضیحات بخش ۲ تعیین می‌شوند. به تفاوت کلیدی دیگر این بخش با بخش ۲ دقت کنید. در این بخش اگر پردازه‌ای با اولویت بالاتر به سیستم وارد شود در حالی که پردازه با اولویت پایین‌تر در حال اجرا است، پردازه با اولویت بالا بایستی که جایگزین پردازه با اولویت پایین‌تر شود. این تفاوت را جدی بگیرید و برای پیاده‌سازی ان زمان بگذارید و به نظر ما خیلی جذاب است.

۴) الگوریتم زمانبندی طبق صف چند لایه ی پویا (اختیاری-نمره اضافی)

این قسمت مانند قسمت قبل است با این تفاوت که یک پردازه نمی‌تواند به صورت دستی اولویت خود را تغییر دهد. در حقیقت یک پردازه کار خود را با اولویت پیش‌فرض یعنی ۳ شروع می‌کند و سپس بر اساس مجموعه‌ای از قوانین که در زیر آورده شده است، اولویت ان در طول اجرا تغییر می‌کند. این قوانین سعی می‌کنند که اولویت پردازه‌های که بیشتر کار IO انجام می‌دهند (احتمال زیاد کاربردهای تعاملی یا interactive) را افزایش دهند و اولویت پردازه‌های cpu-intensive را افزایش دهند.

رعایت قوانین زیر الزامی است:

۱) فراخوانی سیستم کال exec اولویت پردازه را به حالت پیش‌فرض ریست می‌کند (default priority).

۲) برگشت از حالت sleep mode یا همان IO باعث افزایش اولویت پردازه به بیشترین اولویت می شود یا همان عدد ۱ می‌شود (highest priority).

۳) واگذاری (Yielding) cpu به صورت دستی اولویت پردازه را تغییر **نمی‌دهد**.

۴) اجرا شدن به اندازه ی یک full quanta باعث کاهش اولویت پردازه به اندازه ۱ واحد می‌شود.

توجه شود که برای این قسمت ممکن است نیاز به تعریف سیستم کال‌هایی جدید یا متغیرهای جدیدی برای پیاده‌سازی خود شوید.

بخش دوم: کدهای کمکی یا ارزیابی پیاده‌سازی‌های انجام شده

۱) changePolicy

جدای موارد خواسته شده همانطور که مشخص است نیاز داریم تا روند تخصیص CPU و زمان‌بندی را تغییر دهیم. برای این کار نیاز به پیاده‌سازی system call به نام changePolicy داریم. برای این کار ما به هر الگوریتم و قاعده زمانبندی‌مان یک عدد مانند ۰ و یا ۱ و ۲ اختصاص می‌دهیم (سعی کنید به الگوریتم پیش‌فرض عدد صفر و به باقی الگوریتم‌ها اعداد متناظر انها در متن پروژه را تخصیص دهید). در این system call باید یک عدد به عنوان ورودی بگیریم و سپس روند زمان بندی برنامه را تغییر دهیم. با استفاده از این system call باید بتوانیم بین الگوریتم‌های گفته شده بالا و همچنین الگوریتم اصلی و پیش فرض خود XV6 تغییر وضعیت دهیم (مجموعا ۴ الگوریتم و با الگوریتم امتیازی مجموعا ۵ الگوریتم).

۲) قابلیت اندازه گیری زمان

در این قسمت می‌خواهیم به ساختمان داده هر پردازش در proc.h متغیرهایی اضافه کنیم تا با این‌ها بتوانیم ببینیم CBT (Cpu Burst Time) و turnAroundTime و waitingTime هر برنامه چقدر است.

برای این کار نیاز است تا متغیر هایی مانند creation time، termination time، running time، ready time و sleeping time را نگه داریم و با هر کلاک CPU این مقادیر را برای هر process با توجه به موقعیت آن به روزرسانی کنیم.

لازم به ذکر است که برای باز پس‌گیری این مقادیر هنگام پایان کار نیز نیازمند به متدها و یا فراخوانی‌های سیستمی دارید که طبق سلیقه خودتان انها را پیاده سازی کنید.

۳) تست نویسی

برای هر کدام از الگوریتم‌های پیاده‌سازی شده، نیاز است فایل تستی نوشته شود تا صحت عملکرد آن چک شود. همچنین نیاز داریم در انتها با قابلیت‌های اضافه شده برای اندازه‌گیری زمان، بتوانیم به بررسی این الگوریتم‌ها بپردازیم.

۳-۱) roundRobinTest

ابتدا برای الگوریتم Round-Robin نیاز به یک تست داریم. در این تست برنامه اصلی ما بوسیله fork، ۱۰ فرزند می‌سازد و سپس هر کدام از فرزندان در یک حلقه ۱۰۰۰ بار خط زیر را چاپ می کنند که i در این خط یک شمارنده از ۱ تا ۱۰۰۰ است.

```
/PID/ : /i/
```

در انتها نیز Turn Around Time، Waiting Time و CBT هرکدام از فرزندان باید نمایش داده شود و همچنین میانگین این‌ها نیز گفته شود.

سپس در ادامه چک شود با افزایش و کاهش مقدار Quantum خروجی ما چه تغییری می‌کند؟

۳-۲) priorityScheduledTest

این بار برای الگوریتم Priority Scheduling که در قبل پیاده سازی کردیم یک تست باید بنویسیم. در این تست ابتدا process ما باید ۳۰ فرزند تولید کند که ۵ فرزند اول دارای اولویت ۶، ۵ فرزند بعدی اولویت ۵ و ... و در انتها به ۵ فرزند آخر اولویت ۱ داده شود. سپس هر کدام از فرزندان در یک حلقه ۲۵۰ بار خط زیر را چاپ می کنند که i در این خط یک شمارنده از ۱ تا ۲۵۰ است.

```
/ChildNumber/ : /i/
```

برای این نیز Turn Around Time، Waiting Time و CBT هرکدام از فرزندان باید نمایش داده شود و همینطور میانگین این پارامترها برای کل فرزندان و هر کلاس اولویت گفته شود.

۳-۳) multiLayeredQueuedTest

این بار برای الگوریتم Multi layered queue که در قبل پیاده‌سازی کرده‌اید یک تست بنویسید. برای این کار باید ۶۰ فرزند تولید کنید و ۱۰ فرزند اول را به صف اول، ۱۰ فرزند دوم به صف دوم و ... اختصاص دهید. در نتیجه هر فرزند در یک حلقه ۲۰۰ بار خط زیر را چاپ کند که i در این خط یک شمارنده از ۱ تا ۲۰۰ است.

```
/ChildNumber/ : /i/
```

برای این نیز Turn Around Time، Waiting Time و CBT هرکدام از فرزندان باید نمایش داده شود و همینطور میانگین این پارامتر ها برای کل فرزندان و هر لایه صف گفته شود.

۳-۴) DynamicMultiLayeredQueuedTest (اختیاری-نمره اضافی)

این بار برای الگوریتم Dynamic Multi Layered Queue که در قبل پیاده سازی کرده‌اید یک تست بنویسید.

نحوه تحویل پروژه

- گزارش پروژه (شامل خروجی تمامی تست‌ها) و فایل‌های اضافه شده یا تغییر داده شده در XV6 را در قالب یک فایل zip با نام project_report_group_id_sid1_sid2.zip بارگذاری کنید.
- پروژه دارای تحویل به صورت انلاین است و توضیح کد و توضیح عملکرد سیستم عامل پرسیده می شود و ***بخش مهمی از نمره*** را در بر می گیرد. پس ضروری است که همه اعضای گروه به XV6 و پیاده‌سازی انجام شده تسلط داشته باشند.
- با توجه به انجام پروژه به شکل گروهی، تعداد commit های هر فرد باید متناسب باشد و خود گیت در حین تحویل چک می‌شود.
- لازم به ذکر است که تمامی پروژه‌ها پس از تحویل بررسی می‌شوند و هرگونه شباهت، به منزله نمره 0 برای پروژه خواهد بود.

موفق باشید

تیم درس سیستم‌های عامل