

تمرین سری اول درس سیستم‌های عامل پیشرفته

پارسا محمدیان – ۹۸۱۰۲۲۸۴

۲۴ فروردین ۱۴۰۲

تئوری

۱

از آنجایی که در مجموع

$$4 \times 20 \times 2 = 160$$

ریسمان می‌تواند در سیستم به صورت همزمان اجرا شود، این ۲۵۶ ریسمان باید در دو نوبت اجرا شوند. در هر نوبت آدرس‌هایی که allocate می‌شوند در TLB ذخیره می‌شوند و سپس با TLB Shutdown IPI پاک می‌شوند. تعداد این TLB Shutdown IPI ها باید برابر تعداد deallocate ها باشد یعنی برابر با عدد زیر.

$$10^6 \times 256 = 2^{20} \times 2^8 = 2^{28}$$

برای کاهش این عدد می‌توانیم قبل از deallocate کردن، یک دور instruction مربوط به TLB Shutdown را اجرا می‌کنیم و سپس حافظه‌های گرفته شده را deallocate می‌کنیم. اینگونه فاکتور تعداد deallocate ها از ضرب بالا حذف می‌شوند.

عملی

۱

۱.۱

۱.۱.۱

کد مربوط به این بخش در فایل 1.1.c موجود است. همچنین اسکریپت اجرای آن در فایل 1.1.sh قرار دارد. در تصویر زیر مشاهده می‌کنیم که اسکریپت اجرا شده است. خروجی کامل اسکریپت را در ادامه می‌بینیم.

```

Activities Terminal Apr 13 03:46
pazsa.mohammadian.981022@ ~ - ssh - Documents/aos-homeworks/1/practical - P master 1.1.1 - bash 1.1.1h

Running 1.1
Running with page size 4096
Compiling with page size 4096
Running alef
thread_a: allocating 4096B memory
thread_a: allocated 4096B memory
thread_d: reading shared pointer
thread_d: hello world
thread_d: read shared pointer
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_b: protected shared pointer from read
thread_c: reading shared pointer
thread_c: hello world
thread_c: read shared pointer

Performance counter stats for './1.1 alef':
    65      page-faults:u
    332     dTLB-load-misses:u      #  0.89% of all dTLB cache accesses
   37,425   dTLB-loads:u
   14,689   dTLB-stores:u

    0.001628487 seconds time elapsed

    0.001765000 seconds user
    0.0000000 seconds sys

-----
Running be
thread_a: allocating 4096B memory
thread_a: allocated 4096B memory
thread_c: reading shared pointer
thread_c: hello world
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_d: writing to shared pointer
thread_c: read shared pointer
thread_b: protected shared pointer from read
./1.1: Segmentation fault

Performance counter stats for './1.1 be':
    64      page-faults:u
    365     dTLB-load-misses:u      #  0.84% of all dTLB cache accesses
   36,375   dTLB-loads:u
   14,857   dTLB-stores:u

```

شکل ۱: خروجی اجرای اسکریپت

Running 1.1
Running with page size 4096
Compiling with page size 4096
Running alef
thread_a: allocating 4096B memory
thread_a: allocated 4096B memory
thread_d: reading shared pointer
thread_d: hello world
thread_d: read shared pointer
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_b: protected shared pointer from read
thread_c: reading shared pointer
thread_c: hello world
thread_c: read shared pointer

Performance counter stats for './1.1 alef':

65	page-faults:u	
332	dTLB-load-misses:u	#
0.89% of all dTLB cache accesses		
37,425	dTLB-loads:u	
14,689	dTLB-stores:u	

0.001628487 seconds time elapsed

0.001765000 seconds user

0.000000000 seconds sys

Running be

thread_a: allocating 4096B memory
thread_a: allocated 4096B memory
thread_c: reading shared pointer
thread_c: hello world
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_d: writing to shared pointer
thread_c: read shared pointer
thread_b: protected shared pointer from read
./1.1: Segmentation fault

Performance counter stats for './1.1 be':

	64	page-faults:u	
	304	dTLB-load-misses:u	#
0.84% of all dTLB cache accesses			
	36,375	dTLB-loads:u	
	14,057	dTLB-stores:u	

0.158606399 seconds time elapsed

0.000000000 seconds user

0.012408000 seconds sys

Running jim

thread_a: allocating 4096B memory
thread_a: allocated 4096B memory
thread_d: writing to shared pointer
thread_d: wrote to shared pointer
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_c: writing to shared pointer
thread_b: protected shared pointer from read
./1.1: Segmentation fault

Performance counter stats for './1.1 jim':

	62	page-faults:u	
	332	dTLB-load-misses:u	#
0.92% of all dTLB cache accesses			
	36,252	dTLB-loads:u	

```

13,943      dTLB-stores:u

0.124682004 seconds time elapsed

0.000000000 seconds user
0.009419000 seconds sys

```

```

Running with page size 1024
Compiling with page size 1024
Running alef
thread_a: allocating 1024B memory
thread_a: allocated 1024B memory
thread_d: reading shared pointer
thread_d: hello world
thread_d: read shared pointer
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_c: reading shared pointer
thread_c: hello world
thread_c: read shared pointer
thread_b: protected shared pointer from read

```

Performance counter stats for './1.1 alef':

```

           63      page-faults:u
          354      dTLB-load-misses:u      #
0.95% of all dTLB cache accesses
          37,429      dTLB-loads:u
          14,711      dTLB-stores:u

```

```

0.001630073 seconds time elapsed

0.000000000 seconds user
0.001795000 seconds sys

```

```

Running be
thread_a: allocating 1024B memory
thread_a: allocated 1024B memory
thread_d: writing to shared pointer
thread_d: wrote to shared pointer
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_b: protected shared pointer from read
thread_c: reading shared pointer

```

```
thread_c: thread_d was here
thread_c: read shared pointer
```

Performance counter stats for './1.1 be':

64	page-faults:u	
331	dTLB-load-misses:u	#
0.89% of all dTLB cache accesses		
37,251	dTLB-loads:u	
14,555	dTLB-stores:u	

0.001191988 seconds time elapsed

0.000000000 seconds user

0.001367000 seconds sys

Running jim

```
thread_a: allocating 1024B memory
thread_a: allocated 1024B memory
thread_c: writing to shared pointer
thread_c: wrote to shared pointer
thread_b: protecting shared pointer from read
thread_b: protected shared pointer from read
thread_d: writing to shared pointer
./1.1: Segmentation fault
```

Performance counter stats for './1.1 jim':

67	page-faults:u	
324	dTLB-load-misses:u	#
0.90% of all dTLB cache accesses		
36,151	dTLB-loads:u	
13,968	dTLB-stores:u	

0.124665005 seconds time elapsed

0.000000000 seconds user

0.008697000 seconds sys

۲.۱.۱

اعداد زیر از خروجی که در بالا آمده است به دست آمده‌اند.

page-faults: 65, 64, 62

dTLB-load-misses: 332, 304, 332
dTLB-loads: 37425, 36375, 36252
dTLB-stores: 14689, 14057, 13943

با توجه به این اعداد، page fault کم شده‌اند و عملیات‌های مربوط به TLB نیز کم شده است.
ولی با این حال miss ها تفاوت معناداری نکرده‌اند.

۳.۱.۱

در این سه حالت، در حالت الف امکان ندارد page fault رخ بدهد. در حالت ب امکان رخ دادن page fault وجود دارد و این بستگی به این دارد که ریسمان D زودتر اجرا شود یا ریسمان B. در حالت ج هم همانند حالت ب این امکان وجود دارد و عملاً race condition بین سه ریسمان B، C و D به وجود می‌آید.

۴.۱.۱

برای شماره اول، خروى perf در همان قسمت و در خروجی اجرای اسکریپت آمده است.
برای شماره دوم اعداد را از خروجی همانند قبل درمیاوریم.

page-faults: 63, 64, 67
dTLB-load-misses: 354, 331, 324
dTLB-loads: 37429, 37251, 36151
dTLB-stores: 14711, 14555, 13968

با توجه به این اعداد، تعداد page faultها بیشتر شده‌اند و آمار مربوط به TLB کاهش پیدا کرده‌اند.
برای شماره سوم کد کاملاً مانند حالت قبل که صفحات ۴ کیلوبایتی است عمل می‌کند.

۲.۱

۱.۲.۱

کد مربوط به این بخش در فایل 1.2.c وجود دارد. همچنین اسکریپت مربوط به اجرای این کد در فایل 1.2.sh موجود می‌باشد. در عکس زیر اجرا شدن این اسکریپت را مشاهده می‌کنیم. خروجی مربوط به آن در ادامه به صورت کامل آمده است.

```

Activities Terminal Apr 13 13:28 bash 1.2.sh
pazsa.mohammadian.98102204 ~/Documents/aas-homeworks/1/practical P master +4
Running 1.2
Running with normal thread b
Compiling with param NOALT
Running alef
thread_d: reading shared memory
thread_b: reading shared memory
thread_b: exchanged first
thread_b: read shared memory
thread_d: exchanged first
thread_d: read shared memory

Performance counter stats for './1.2 alef':

    65      page-faults:u
    317      dTLB-load-misses:u      # 0.87% of all dTLB cache accesses
   36,441    dTLB-loads:u
   14,159    dTLB-stores:u

    0.001600305 seconds time elapsed
    0.001888000 seconds user
    0.000000000 seconds sys

-----
Running be
thread_b: writing to shared memory
thread_b: write to shared memory
thread_b: reading shared memory
thread_b: exchanged second
thread_b: read shared memory

Performance counter stats for './1.2 be':

    64      page-faults:u
    826      dTLB-load-misses:u      # 0.88% of all dTLB cache accesses
   36,288    dTLB-loads:u
   14,043    dTLB-stores:u

    0.001260893 seconds time elapsed
    0.001425000 seconds user
    0.000000000 seconds sys

-----
Running ale

```

شکل ۲: اجرا کردن اسکریپت

```

Running 1.2
Running with normal thread b
Compiling with param NOALT
Running alef
thread_d: reading shared memory
thread_b: reading shared memory
thread_b: exchanged first
thread_b: read shared memory
thread_d: exchanged first
thread_d: read shared memory

Performance counter stats for './1.2 alef':

    65      page-faults:u
    317      dTLB-load-misses:u      #
0.87% of all dTLB cache accesses
   36,441    dTLB-loads:u
   14,159    dTLB-stores:u

    0.001600305 seconds time elapsed
    0.001888000 seconds user
    0.000000000 seconds sys

```

```
Running be
thread_b: writing to shared memory
thread_b: wrote to shared memory
thread_b: reading shared memory
thread_b: exchanged second
thread_b: read shared memory
```

Performance counter stats for './1.2 be':

	64	page-faults:u	
	320	dTLB-load-misses:u	#
0.88% of all dTLB cache		accesses	
	36,288	dTLB-loads:u	
	14,043	dTLB-stores:u	

0.001256085 seconds time elapsed

0.001495000 seconds user

0.000000000 seconds sys

```
Running jim
thread_b: writing to shared memory
thread_b: wrote to shared memory
thread_c: writing to shared memory
thread_c: wrote to shared memory
```

Performance counter stats for './1.2 jim':

	63	page-faults:u	
	284	dTLB-load-misses:u	#
0.79% of all dTLB cache		accesses	
	35,948	dTLB-loads:u	
	13,807	dTLB-stores:u	

0.000940042 seconds time elapsed

0.001195000 seconds user

0.000000000 seconds sys

```
Running with alternative thread b implementation
Compiling with param ALT
Running alef
```


thread_d: reading shared memory
./1.2: Segmentation fault

Performance counter stats for './1.2 alef':

64	page-faults:u	
279	dTLB-load-misses:u	#
0.80% of all dTLB cache accesses		
35,031	dTLB-loads:u	
13,388	dTLB-stores:u	

0.132951991 seconds time elapsed

0.000000000 seconds user

0.009916000 seconds sys

Running be

thread_b: writing to shared memory

thread_b: wrote to shared memory

thread_b: reading shared memory

thread_b: thread b was here

thread_b: read shared memory

Performance counter stats for './1.2 be':

64	page-faults:u	
308	dTLB-load-misses:u	#
0.84% of all dTLB cache accesses		
36,506	dTLB-loads:u	
14,122	dTLB-stores:u	

0.001034783 seconds time elapsed

0.001186000 seconds user

0.000000000 seconds sys

Running jim

thread_b: writing to shared memory

thread_b: wrote to shared memory

thread_c: writing to shared memory

./1.2: Segmentation fault

```

Performance counter stats for './1.2 jim':

        62      page-faults:u
       292      dTLB-load-misses:u      #
0.83% of all dTLB cache accesses
      35,269      dTLB-loads:u
     13,416      dTLB-stores:u

0.112482720 seconds time elapsed

0.000000000 seconds user
0.009095000 seconds sys

```

۲.۲.۱

از خروجی قسمت بالا اعداد زیر را بدست می‌آوریم.

```

page-faults: 65, 64, 63
dTLB-load-misses: 317, 320, 284
dTLB-loads: 36441, 36288, 35948
dTLB-stores: 14159, 14043, 13807

```

با توجه به این اعداد تعداد page fault ها کاهش پیدا کرده است ولی روند مشخصی در عملیات‌های مربوط به TLB مشاهده نمی‌شود.

۳.۲.۱

خروجی خواسته شده در همان خروجی اسکریپت قسمت اول آورده شده است. اعداد زیر را برای تحلیل از خروجی بالا استخراج می‌کنیم.

```

page-faults: 64, 64, 62
dTLB-load-misses: 279, 308, 292
dTLB-loads: 35031, 36506, 35269
dTLB-stores: 13388, 14122, 13416

```

الگو این اعداد همانند اعدادی هستند که در اجرای قبلی دیده شدند. پس می‌توانیم نتیجه بگیریم munmap کردن فرقی با mmap کردن جای جدید در حافظه ندارد.

۳.۱

۱.۳.۱

کد مربوط به این بخش در فایل 1.3.c قرار دارد. همچنین اسکریپت اجرای آن در فایل 1.3.sh قرار دارد.

در تصویر ۳ مشاهده می‌کنیم که این اسکریپت اجرا شده است. خروجی آن را در ادامه می‌بینیم.

```

Activities Terminal Apr 13 02:48
parsi.mohammadian@19102284 ~$ cd ~/Documents/aas-homeworks/1/practical; ./P_master 1.3 1.3.sh
Running 1.3 with 1 threads
Performance counter stats for './1.3':
    53      page-faults:u
    6,313   cache-misses:u
    167     dTLB-load-misses:u      # 0.52% of all dTLB cache accesses
    31,950  dTLB-loads:u
    11,341  dTLB-stores:u

    0.000851952 seconds time elapsed

    0.000867000 seconds user
    0.000000000 seconds sys

-----
Running 1.3 with 2 threads
Performance counter stats for './1.3':
    51      page-faults:u
    6,226   cache-misses:u
    159     dTLB-load-misses:u      # 0.50% of all dTLB cache accesses
    31,950  dTLB-loads:u
    11,341  dTLB-stores:u

    0.000706024 seconds time elapsed

    0.000118000 seconds user
    0.000000000 seconds sys

-----
Running 1.3 with 3 threads
Performance counter stats for './1.3':
    53      page-faults:u
    5,643   cache-misses:u
    164     dTLB-load-misses:u      # 0.51% of all dTLB cache accesses
    31,950  dTLB-loads:u
    11,341  dTLB-stores:u

    0.000748110 seconds time elapsed

    0.000748000 seconds user

```

شکل ۳: خروجی اجرای اسکریپت

Running 1.3 with 1 threads

Performance counter stats for './1.3':

53	page-faults:u	
6,313	cache-misses:u	
167	dTLB-load-misses:u	#
0.52% of all dTLB cache accesses		
31,950	dTLB-loads:u	
11,341	dTLB-stores:u	
0.000851952 seconds time elapsed		
0.000867000 seconds user		
0.000000000 seconds sys		

Running 1.3 with 2 threads

Performance counter stats for './1.3':

51	page-faults:u	
6,226	cache-misses:u	
159	dTLB-load-misses:u	#
0.50% of all dTLB cache accesses		

31,950	dTLB-loads:u
11,341	dTLB-stores:u

0.000786024 seconds time elapsed

0.000811000 seconds user
0.000000000 seconds sys

Running 1.3 with 3 threads

Performance counter stats for './1.3':

53	page-faults:u	
5,643	cache-misses:u	
164	dTLB-load-misses:u	#
0.51% of all dTLB cache accesses		
31,950	dTLB-loads:u	
11,341	dTLB-stores:u	

0.000748116 seconds time elapsed

0.000756000 seconds user
0.000000000 seconds sys

Running 1.3 with 4 threads

Performance counter stats for './1.3':

53	page-faults:u	
5,510	cache-misses:u	
157	dTLB-load-misses:u	#
0.49% of all dTLB cache accesses		
31,921	dTLB-loads:u	
11,341	dTLB-stores:u	

0.001029236 seconds time elapsed

0.001070000 seconds user
0.000000000 seconds sys

Running 1.3 with 5 threads

Performance counter stats for './1.3':

52	page-faults:u	
5,868	cache-misses:u	
159	dTLB-load-misses:u	#
0.50% of all dTLB cache accesses		
31,950	dTLB-loads:u	
11,341	dTLB-stores:u	

0.000757058 seconds time elapsed

0.000747000 seconds user

0.000000000 seconds sys

Running 1.3 with 6 threads

Performance counter stats for './1.3':

51	page-faults:u	
6,439	cache-misses:u	
162	dTLB-load-misses:u	#
0.51% of all dTLB cache accesses		
31,950	dTLB-loads:u	
11,341	dTLB-stores:u	

0.000781736 seconds time elapsed

0.000827000 seconds user

0.000000000 seconds sys

Running 1.3 with 7 threads

Performance counter stats for './1.3':

52	page-faults:u	
3,688	cache-misses:u	
161	dTLB-load-misses:u	#
0.50% of all dTLB cache accesses		
31,950	dTLB-loads:u	
11,341	dTLB-stores:u	

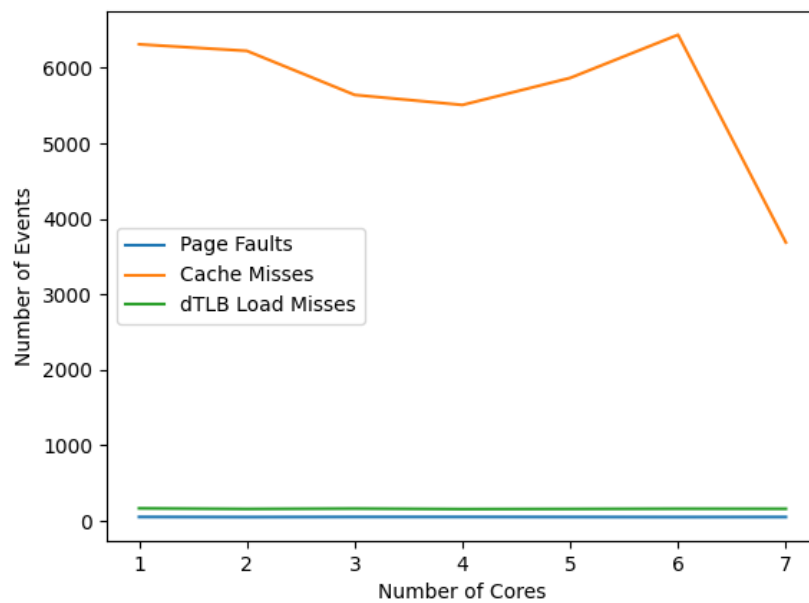
0.000675503 seconds time elapsed

0.000679000 seconds user

0.000000000 seconds sys

۲.۳.۱

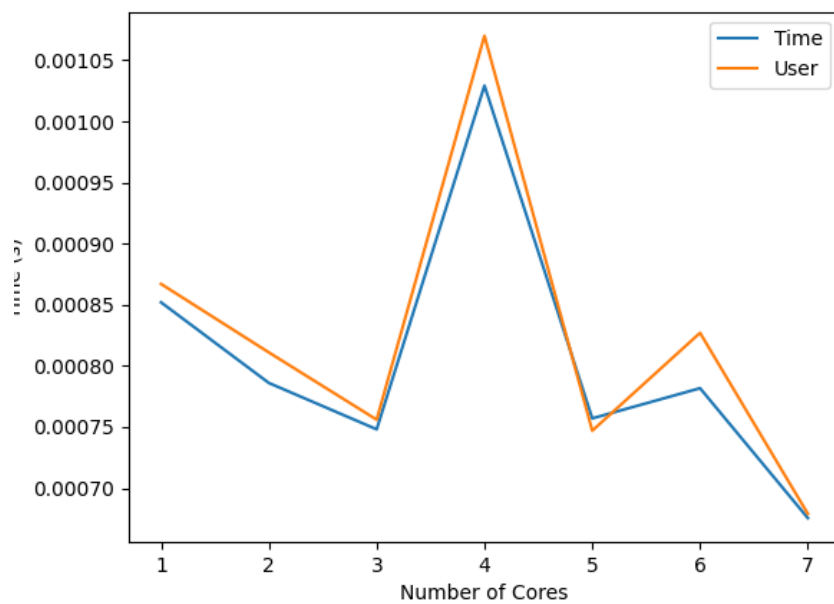
کد مربوط به این نمودار و نمودار قسمت بعد در فایل 1.3.py موجود است.
تصویر این نمودار در اینجا قابل مشاهده است.



شکل ۴: نمودار تاثیر تعداد ریسمانها بر پارامترها

۳.۳.۱

نمودار خواسته شده در شکل زیر قابل مشاهده است.



شکل ۵: نمودار تاثیر تعداد ریسمان‌ها بر تاخیر زمان اجرای برنامه