

## مرحله اول

### آزمایش

بخش ۹)

نتیجه اجرا در تصویر زیر آمده است.

حالت release :

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 3.366165 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.366185 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.380602 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.437714 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.382043 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.383894 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.418862 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.450357 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.403053 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 3.428269 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

حالت debug :

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 7.784233 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 7.804910 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 7.791588 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 7.837483 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 7.770962 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 7.719947 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 7.936952 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 7.975552 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 8.162271 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 8.120851 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

---

## سوالات

### سوال ( ۱ )

قسمت محاسباتی برنامه که دارای یک for خارجی و دو for داخلی درون for خارجی است، مشخصا بیشترین سهم را در زمان اجرا دارد. سایر قسمت ها صرفا یا تعریف و مقدار دهی متغیر و یا چک کردن شرط می باشند. تعداد تکرار حلقه های درونی به مقدار j که در حلقه بیرونی تعیین می شود وابسته است. حلقه بیرونی وابستگی ندارد و به راحتی می تواند موازی شود. حلقه های درونی نیز قسمت محاسباتی شان جدا از یکدیگر است و می توانند موازی شوند. اما تعداد اجرای آن ها در طول کار تغییر می کند و این ممکن است کار هماهنگی موازی سازی را سخت کند. بهترین حالت موازی سازی این است که مثلا اگر ۵۰ نخ داریم، اجرا حلقه به ازای j های ۰ و ۵۰ و ۱۰۰ و ... را نخ اول اجرای حلقه به ازای j های ۱ و ۵۱ و ۱۰۱ و ... را نخ دوم و به همین صورت تا انتها انجام دهیم تا حجم کار نخ ها یکسان باشد.

---

### سوال ( ۲ )

برای اندازه گیری زمان اجرا یک برنامه مشخصا با یکبار یا دوبار اجرا نمی توانیم به اطمینان برسیم چون این زمان با توجه به مواردی مانند بار کاری سیستم می تواند متفاوت باشد. بنابراین لازم است برنامه را چندین دفعه اجرا کنیم تا یک دید مناسب از زمان اجرا آن داشته باشیم. همان طور که در تصویر صفحه قبل دیده می شود، زمان سپری شده در تمام اجرا ها به یکدیگر نزدیک اما با تفاوت ها جزئی است و در بازه بین ۳,۳۶ تا ۳,۴۵ ثانیه می باشد. دلیل این تفاوت مواردی مانند بار سیستم و همچنین اختلاف زمان های جزئی بین پاسخگویی قسمت های مختلف سیستم مانند حافظه می باشد. مقدار total و sum نیز که خروجی های برنامه می باشد در تمامی دفعات اجرا یکسان است که نشان دهنده اجرا درست برنامه است.

---

سوال ۳)

تفاوت این دو حالت در پیکربندی های زمان اجرا می باشد. در حالت debug پیکربندی طوری است که فایل هایی وجود داشته باشد که کار ارور یابی راحت تر شود در نتیجه زمان اجرا طولانی تر است. اما در حالت release هدف و پیکر بندی به صورتی است که استفاده از منابع بهینه باشد و زمان اجرا نیز کمترین باشد. همچنین در این حالت فایل های مرتبط با debug نیز تولید نمی شوند که این خود باعث سریعتر شدن کار می شود.

تفاوت زمان اجرا در تصاویر اولیه قابل مشاهده است.

---

سوال ۴)

روش تجزیه مورد استفاده در اینجا با توجه به اینکه داده ها را با توجه به موقعیت شان از به نخ های مختلف اختصاص می دهیم و هیچ گونه کار بازگشتی نداریم از نوع geometric است.

الگوی موازی سازی مورد استفاده نیز با توجه به اینکه چند حلقه مستقل از هم داریم، الگوی موازی سازی حلقه می باشد.

با الگوی تولید کننده-مصرف کننده نیز می توان کار را انجام داده به این صورت که یک تولید کننده از حلقه اصلی کار تولید می کند و مصرف کننده ها آن کار ها را انجام می دهند.

---

مرحله دوم

آزمایش

بخش ۴)

خروجی به صورت زیر می باشد. ( حالت release)

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Serial Timings for 50000 iterations

```
Time Elapsed: 4.862637 Secs, Total = 40.599195, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.860015 Secs, Total = 36.853097, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.879492 Secs, Total = 36.832749, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.952352 Secs, Total = 38.889323, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.975792 Secs, Total = 36.510970, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.861649 Secs, Total = 34.888134, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.989408 Secs, Total = 37.605617, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.872736 Secs, Total = 38.617252, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.897692 Secs, Total = 41.129177, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 4.943076 Secs, Total = 42.358944, Check Sum = 12500
```

همان طور که دیده می شود زمان اجرا در این حالت نسبت به حالت سریال افزایش یافته است که بسیار نا مطلوب است. همچنین مقدار total نیز در هر اجرا متفاوت است. اما مقدار sum در تمامی اجرا ها یکسان و برابر با 12500 می باشد که این بخش نیز نا درست است چون مقدار درست آن 50000 است.

مشخصا مشکل برنامه همان طور که در بخش ۵ نیز بیان شده وجود شرایط مسابقه برای دسترسی به متغیر ها است که باعث عملکرد نادرست می شود.

---

بخش ۶)

خروجی به صورت زیر می باشد. ( حالت release)

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Serial Timings for 50000 iterations

```
Time Elapsed: 1.593874 Secs, Total = 30.649199, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.547010 Secs, Total = 30.648723, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.558408 Secs, Total = 30.623704, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.579142 Secs, Total = 30.645295, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.544503 Secs, Total = 30.642529, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.564491 Secs, Total = 30.640243, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.572766 Secs, Total = 30.642945, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.573746 Secs, Total = 30.636485, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.555648 Secs, Total = 30.634241, Check Sum = 12500
Time Elapsed: 1.574274 Secs, Total = 30.645461, Check Sum = 12500
```

همان طور که دیده می شود زمان اجرا در این حالت نسبت به حالت سریال کاهش یافته است که نسبت به حالت قبلی برتری خوبی دارد. در این حالت نیز مقدار total نیز در هر اجرا متفاوت است. اما باز هم مقدار sum در تمامی اجرا ها یکسان و برابر با 12500 می باشد که این بخش نیز همان طور که قبلا گفته شد نادرست است.

کلن این حالت نسبت به حالت ۴ بسیار بهتر است اما همچنان مشکلات دارد.

---

بخش ۷ )

خروجی به صورت زیر می باشد. ( حالت release )

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 1.597841 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.580238 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.568524 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.573816 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.588089 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.553635 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.574838 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.565995 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.596643 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.567266 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

همان طور که دیده می شود مقدار زمان اجرا مانند قسمت ۶ می باشد و در حدود نصف زمان اجرا حالت موازی است. همچنین متغیر های total و sum نیز در تمامی اجرا ها مقدار درستشان را دارند. در نتیجه موازی سازی به درستی انجام شده است.

---

بخش ۹ )

خروجی به صورت زیر می باشد. ( حالت release )

```
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 1.580828 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.549796 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.580897 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.571324 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.567079 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.541651 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.594201 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.537685 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.585360 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.580627 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

نتیجه اجرا بسیار شبیه به قسمت ۷ است و شاید تا بتوان گفت زمان اجرا اندکی بهبود یافته است.

---

بخش ۱۰)

خروجی به صورت زیر می باشد. ( حالت release)

```
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 1.601042 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.577005 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.524761 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.590883 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.557486 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.551114 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.551642 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.597952 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.563184 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.593140 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

نتیجه اجرا بسیار نزدیک به دو حالت قبلی است و تفاوت خاصی دیده نمی شود.

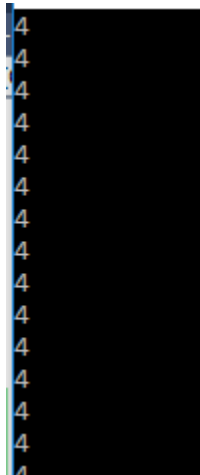
---

سوالات

سوال ۱)

دستور مورد استفاده برای پیدا کردن تعداد نخ های ساخته شده و نتیجه آن در دو تصویر زیر آمده است.

```
int nthrds = omp_get_num_threads();  
printf("%d \n", nthrds);
```



همان طور که دیده می شود ۴ نخ ساخته شده است و کامپیوتر مورد استفاده نیز ۲ هسته ای است. بنابراین تعداد نخ های ساخته شده ۲ برابر تعداد هسته های کامپیوتر می باشد.

---

سوال ( ۲ )

دو جای کد از **critical** استفاده کرده ایم.

در قسمت اول پیش از جمع کردن **sum** با ۱ این کار را انجام دادیم که با توجه به اسلاید های درس چنین دستوری معادل **x++** می باشد و اتمیک است.

در قسمت دوم **total** را با کسر ۱ بر روی جذر یک عبارت دیگر جمع کرده ایم اگر ساده تر بگوییم می شود گفت **total** را با کسر ۱ بر روی **exp** جمع کرده و با توجه به اینکه کل عبارتی که جمع شده نیز یک **exp**

است می توانیم بگوییم این دستور از نوع  $x += \text{exp}$  است که قابل اجرا شدن به صورت اتمی می باشد. اما چون در ابتدای این خط دستور if داریم، این دستور به هیچ عنوان قابل اجرا به صورت اتمی نیست.

پس به جای اولی می توان از اتمیک استفاده کرد به جای دومی نمی توان.

سوال ۳)

همان طور که در بخش ۹ هم بیان شد سرعت اجرا در reduction اندکی بهتر از سرعت اجرا در حالت critical است.

در حالت جدید بیان شده نتایج زیر را داریم

:VERYBIG = 100000

Critical

```
Serial Timings for 100000 iterations
Time Elapsed: 6.090956 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.292878 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.084912 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.103815 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.020127 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.107571 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.225058 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.142181 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.106519 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.110974 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
```

Reduction

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Serial Timings for 100000 iterations
Time Elapsed: 6.114772 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.182301 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.378376 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.085619 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.173852 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.138160 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.107559 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.093918 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.097546 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
Time Elapsed: 6.106271 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000
```



در این حالت به نظر مقادیر هر دو بسیار به یکدیگر نزدیک است.

اجرا با ۲ هسته:

Critical

```
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 2.597967 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.539575 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.544909 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.572676 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.533780 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.538262 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.537144 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.548266 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.557823 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.537400 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

Reduction

```
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 2.590015 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.501396 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.503124 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.498259 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.502205 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.505987 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.496019 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.499005 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.505199 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 2.506456 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

در این حالت به نظر نتایج اجرای reduction اندکی بهتر است.

اجرا با ۸ هسته:

## Critical

```
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 1.214914 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.136403 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.137206 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.221267 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.114830 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.136903 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.136062 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.142796 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.234225 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.137754 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

## Reduction

```
Serial Timings for 50000 iterations
Time Elapsed: 1.186841 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.193244 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.199282 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.121115 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.154584 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.134981 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.154520 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.164944 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.161265 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
Time Elapsed: 1.140376 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000
```

در این حالت نیز به نظر مقادیر هر دو بسیار به یکدیگر نزدیک است.

پس به صورت کلی یا دو حالت بسیار به یکدیگر نزدیک اند و یا reduction اندکی بهتر است.