

به نام خدا

- 1- در این برنامه حلقه `for` اول نشان دهنده تعدا آزمایش ها است بنابراین نیازی به موازی سازی این حلقه نیست. اما حلقه `for` داخل آن را می توان موازی کرد. داخل این حلقه دو حلقه دیگر نیز وجود دارد که می توان آن ها را به طور جدا موازی سازی کرد. بیشتر محاسبات برنامه روی این دو حلقه انجام می شود. می توان `iteration` های روی حلقه اول (روی متغیر `VERYBIG`) را به تعدادی نخ سپرد و دو حلقه داخل آن نخ را نیز به نخ های دیگر سپرد و با در نظر گرفتن یک `barrier` در آخر حلقه دوم نتایج را روی `total` اعمال کرد.
- 2- فلسفه تکرار حلقه اول به تعداد 10 بار تصادفی بودن زمان اجرای برنامه است. اگر میخواهیم زمان اجرای یک برنامه را اندازه گیری کنیم نمی توانیم به نتیجه حاصل از یکبار اجرای برنامه اکتفا کنیم و برای تحلیل باید چندین بار برنامه را اجرا کنیم ، زیرا زمان اجرا متفاوت و تصادفی است و ممکن است پردازنده های ماشینی که برنامه را روی آن اجرا می کنیم در آن زمان بیشتر از زمان عادی مشغول باشند.
- 3- در حالت `Debug` اطلاعاتی اضافه برای عیب یابی کد داخل فایل کامپایل شده قرار داده می شود اما در حالت `Release` کد به صورت بهینه بدون سر بار اضافه کامپایل می شود.
- 4- این برنامه را به صورت `functional` و به صورت `linear` یا `recursive` می توان موازی سازی کرد.

مرحله دوم

اجرای برنامه به صورت سریال:

Serial Timings for 50000 iterations

```
Time Elapsed: 2.982978 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 0
Time Elapsed: 2.977302 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 1
Time Elapsed: 3.060465 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 2
Time Elapsed: 3.124720 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 3
Time Elapsed: 3.249838 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 4
Time Elapsed: 3.212850 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 5
Time Elapsed: 3.157764 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 6
Time Elapsed: 3.038386 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 7
Time Elapsed: 3.174687 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 8
Time Elapsed: 3.115770 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 9
```

اجرای برنامه در گام 4 :

parallel Timings for 50000 iterations

```
Time Elapsed: 54.366747 Secs, Total = 721.367858, Check Sum = 43183 , iteration : 0
Time Elapsed: 56.214950 Secs, Total = 738.106291, Check Sum = 43022 , iteration : 1
Time Elapsed: 55.980097 Secs, Total = 691.054698, Check Sum = 43019 , iteration : 2
Time Elapsed: 57.049484 Secs, Total = 737.444895, Check Sum = 43104 , iteration : 3
Time Elapsed: 53.064052 Secs, Total = 715.292250, Check Sum = 43206 , iteration : 4
Time Elapsed: 54.895039 Secs, Total = 708.842600, Check Sum = 43197 , iteration : 5
Time Elapsed: 51.874801 Secs, Total = 798.828626, Check Sum = 43060 , iteration : 6
Time Elapsed: 56.658623 Secs, Total = 700.501061, Check Sum = 43045 , iteration : 7
Time Elapsed: 55.990319 Secs, Total = 702.595445, Check Sum = 43186 , iteration : 8
Time Elapsed: 58.550622 Secs, Total = 714.085054, Check Sum = 43296 , iteration : 9
```

اجرای برنامه در گام 5 :

parallel Timings for 50000 iterations

```
Time Elapsed: 0.741045 Secs, Total = 30.611824, Check Sum = 49914 , iteration : 0
Time Elapsed: 0.711460 Secs, Total = 30.602663, Check Sum = 49923 , iteration : 1
Time Elapsed: 0.731673 Secs, Total = 30.572582, Check Sum = 49913 , iteration : 2
Time Elapsed: 0.727678 Secs, Total = 30.593446, Check Sum = 49912 , iteration : 3
Time Elapsed: 0.751850 Secs, Total = 30.589540, Check Sum = 49921 , iteration : 4
Time Elapsed: 0.710488 Secs, Total = 30.602746, Check Sum = 49910 , iteration : 5
Time Elapsed: 0.707386 Secs, Total = 30.610215, Check Sum = 49894 , iteration : 6
Time Elapsed: 0.727821 Secs, Total = 30.591020, Check Sum = 49911 , iteration : 7
Time Elapsed: 0.740861 Secs, Total = 30.610546, Check Sum = 49920 , iteration : 8
Time Elapsed: 0.783510 Secs, Total = 30.591572, Check Sum = 49906 , iteration : 9
```

اجرای برنامه در گام 7 :

```
parallel Timings for 50000 iterations
```

```
Time Elapsed: 0.739624 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 0
Time Elapsed: 0.772476 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 1
Time Elapsed: 0.727663 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 2
Time Elapsed: 0.750842 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 3
Time Elapsed: 0.729433 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 4
Time Elapsed: 0.740102 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 5
Time Elapsed: 0.715389 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 6
Time Elapsed: 0.749517 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 7
Time Elapsed: 0.753365 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 8
Time Elapsed: 0.739443 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 9
```

اجرای برنامه در گام 9 :

```
parallel Timings for 50000 iterations
```

```
Time Elapsed: 0.790977 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 0
Time Elapsed: 0.728868 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 1
Time Elapsed: 0.748161 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 2
Time Elapsed: 0.725861 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 3
Time Elapsed: 0.748220 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 4
Time Elapsed: 0.709193 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 5
Time Elapsed: 0.723971 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 6
Time Elapsed: 0.722024 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 7
Time Elapsed: 0.746910 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 8
Time Elapsed: 0.771083 Secs, Total = 30.656747, Check Sum = 50000 , iteration : 9
```

سوالات :

- 1- تعداد نخ ها به اندازه تعداد هسته های کامپیوتر است.
 - 2- دستورات یک خطی مانند += ، -= ، /= و ... را می توان به جای critical از atomic استفاده کرد.
 - 3- همانطور که در نتایج قبلی دیده شد فرقی بین زمان اجرای دو بند 7 و 9 نبود . اما با زیاد شدن تعداد نخ ها رقابت برای ورود به critical section بیشتر شده ، wait time و turn around هر نخ زیاد شده و برنامه بند 7 زمان اجرای بیشتری خواهد داشت و اختلاف زمان اجرای آن ها برای مسائل بزرگتر محسوس تر خواهد بود.
- تصاویر زیر به ترتیب اجرای بند 9 و 7 را به ازای 32 نخ و VERYBIG = 100000 نشان می دهند.

parallel Timings for 100000 iterations

```
Time Elapsed: 1.727670 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 0
Time Elapsed: 1.665657 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 1
Time Elapsed: 1.715495 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 2
Time Elapsed: 1.717770 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 3
Time Elapsed: 1.725845 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 4
Time Elapsed: 1.776003 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 5
Time Elapsed: 1.772598 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 6
Time Elapsed: 1.655183 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 7
Time Elapsed: 1.677749 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 8
Time Elapsed: 1.655441 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 9
```

parallel Timings for 100000 iterations

```
Time Elapsed: 2.873815 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 0
Time Elapsed: 2.816341 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 1
Time Elapsed: 2.811937 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 2
Time Elapsed: 2.914388 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 3
Time Elapsed: 2.862796 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 4
Time Elapsed: 2.873752 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 5
Time Elapsed: 2.928967 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 6
Time Elapsed: 2.846238 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 7
Time Elapsed: 2.843964 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 8
Time Elapsed: 2.853797 Secs, Total = 32.617277, Check Sum = 100000 , iteration : 9
```