

Операционные системы

Межпроцессное взаимодействие

Межпроцессное взаимодействие

Реализация блокировок и синхронизация потоков в OpenMP

Блокировки (замки) (1)

- OpenMP включает набор функций, предназначенные для синхронизации кода с использованием блокировок.
- OpenMP два типа блокировок:
 - простые блокировки;
 - рекурсивные (nestable) блокировки.
- Блокировки обоих типов могут находиться в одном из трех состояний:
 - неинициализированном;
 - заблокированном;
 - разблокированном.



Блокировки (замки) (2)

- Простые блокировки (`omp_lock_t`) не могут быть установлены более одного раза, даже тем же потоком.
- Рекурсивные блокировки (`omp_nest_lock_t`) идентичны простым с тем исключением, что, когда поток пытается установить уже принадлежащую ему рекурсивную блокировку, он не блокируется. Кроме того, OpenMP ведет учет ссылок на рекурсивные блокировки и следит за тем, сколько раз они были установлены.
- OpenMP предоставляет подпрограммы, выполняющие операции над этими блокировками. Каждая такая функция имеет два варианта: для простых и для рекурсивных блокировок.



Функции для работы с блокировками в OpenMP и Win32

- Вы можете выполнить над блокировкой пять действий: инициализировать ее, уничтожить, установить (захватить), освободить, проверить.

Простая блокировка OpenMP	Рекурсивная блокировка OpenMP	Win32-функция
omp_lock_t	omp_nest_lock_t	CRITICAL_SECTION
omp_init_lock	omp_init_nest_lock	InitializeCriticalSection
omp_destroy_lock	omp_destroy_nest_lock	DeleteCriticalSection
omp_set_lock	omp_set_nest_lock	EnterCriticalSection
omp_unset_lock	omp_unset_nest_lock	LeaveCriticalSection
omp_test_lock	omp_test_nest_lock	TryEnterCriticalSection



Пример использования блокировок

```
omp_lock_t lck;
```

```
omp_init_lock(&lck);
```

```
...
```

```
omp_set_lock(&lck);
```

```
...
```

```
omp_unset_lock(&lck);
```



Барьерная синхронизация

- При одновременном выполнении нескольких потоков часто возникает необходимость их синхронизации. OpenMP поддерживает несколько типов синхронизации, помогающих во многих ситуациях.
- Один из типов - неявная барьерная синхронизация, которая выполняется в конце каждого параллельного региона для всех сопоставленных с ним потоков. Механизм барьерной синхронизации таков, что, пока все потоки не достигнут конца параллельного региона, ни один поток не сможет перейти его границу.



Неявная барьерная синхронизация

- Неявная барьерная синхронизация выполняется также в конце каждого блока `#pragma omp for`, `#pragma omp single` и `#pragma omp sections`.
- Чтобы отключить неявную барьерную синхронизацию в каком-либо из этих трех блоков разделения работы, укажите раздел `nowait`.

```
#pragma omp parallel
{
    #pragma omp for nowait
    for(int i = 1; i < size; ++i)
        x[i] = (y[i-1] + y[i+1])/2;
}
```

- Синхронизация потоков в конце цикла `for` не будет выполняться, хотя в конце параллельного региона они все же будут синхронизированы.

Типы явной синхронизации

- atomic
- critical
- barrier
- master
- ordered
- flush



Атомарные операции

- Директива `atomic` может быть применена только для простых выражений, но является наиболее эффективным средством организации взаимного исключения.
- Позволяет выполнить операцию в атомарном режиме (неделимая операция). В этом случае происходит предотвращение прерывания доступа, чтения и записи данных, находящихся в общей памяти, со стороны других потоков.

`#pragma omp atomic`

`<операторы программы>`



Критические секции

- Для создания критических секций в OpenMP применяется директива `#pragma omp critical [имя]`. Она имеет такую же семантику, что и критическая секция Win32.
- Вы можете использовать именованную критическую секцию, и тогда доступ к блоку кода является взаимоисключающим только для других критических секций с тем же именем (это справедливо для всего процесса).
- Если имя не указано, директива ставится в соответствие некоему имени, выбираемому системой. Доступ ко всем неименованным критическим секциям является взаимоисключающим.

`#pragma omp critical [name]`

`<структурный блок программы>`



Явная барьерная синхронизация

- Для включения в код явной барьерной синхронизации используйте директиву `barrier`.

```
#pragma omp barrier
```



Директива `master`

- В ряде случаев требуется, чтобы блок кода был выполнен основным потоком.
- В этом случае применяется директива `#pragma omp master`. В отличие от директивы `single` при входе в блок `master` и выходе из него нет никакого неявного барьера.



Упорядочивание итерация с помощью `ordered`

- Директивы `ordered` определяют блок внутри тела цикла, который должен выполняться в том порядке, в котором итерации идут в последовательном цикле.

```
#pragma omp ordered  
<структурный блок>
```



Применение ordered

□ **Неправильно:**

```
#pragma omp parallel for
  ordered
for (int i = 0; i <10; i++)
{
  myFunc(i);
}
```

□ **Правильно:**

```
#pragma omp parallel for
  ordered
for (int i = 0; i <10; i++)
{
  #pragma omp ordered
  {
    myFunc(i);
  }
}
```



Явный барьер памяти

- В OpenMP реализована слабая модель памяти.
- Директива `flush` позволяет определить точку синхронизации, в которой системой должно быть обеспечено единое для всех потоков состояние памяти (т.е. если потоком какое-либо значение извлекалось из памяти для модификации, измененное значение обязательно должно быть записано в общую память).

`#pragma omp flush [(list)]`

- Директива содержит список `list` с перечнем переменных, для которых выполняется синхронизация. При отсутствии списка синхронизация выполняется для всех переменных потока.

Неявный барьер памяти

- В директиве `barrier`.
- При входе и выходе из параллельной секции директив `parallel`, `critical`, `ordered`.
- При выходе из параллельной секции директив `for`, `sections`, `single`.
- При входе и выходе из параллельной секции директив `parallel for`, `parallel sections`.



Отказ от неявного барьера памяти

- При входе в параллельную секцию директивы `for`.
- При входе и выходе из секции директивы `master`.
- При входе в параллельную секцию директивы `sections`.
- При входе в секцию директивы `single`.
- При выходе из секции директив `for`, `single` или `sections`, если к директиве применено выражение `nowait`.

