Интернет Университет Суперкомпьютерных технологий

Система поддержки выполнения OpenMP-программ. Переменные окружения, управляющие выполнением OpenMP-программы

Учебный курс

Параллельное программирование с OpenMP

Бахтин В.А., кандидат физ.-мат. наук,
заведующий сектором,
Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН

Содержание

- Внутренние переменные, управляющие выполнением OpenMP-программы (ICV-Internal Control Variables).
- Задание/опрос значений ICV-переменных.
- Функции работы со временем.

Internal Control Variables.

Для параллельных областей:

- *nthreads-var*
- *thread-limit-var*
- *dyn-var*
- *nest-var*
- *max-active-levels-var*

Для циклов:

- *run-sched-var*
- *def-sched-var*

Для всей программы:

- *stacksize-var*
- *wait-policy-var*

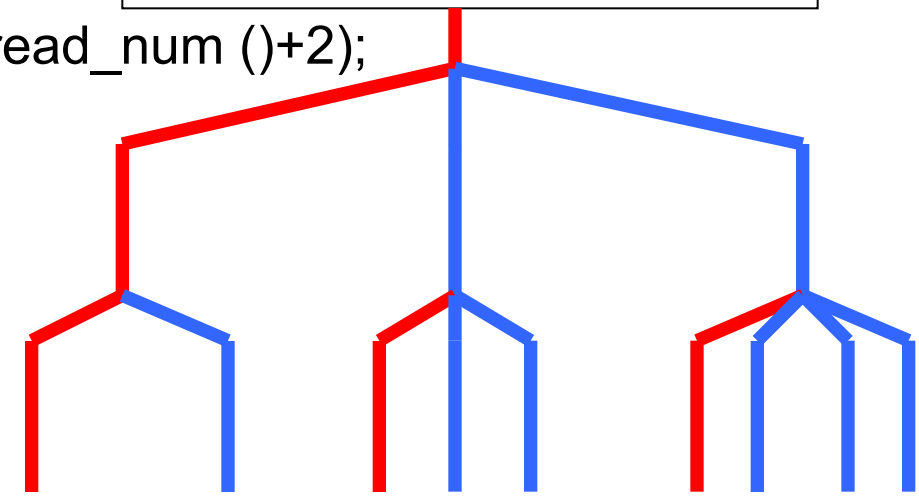
Internal Control Variables. *nthreads-var*

```
void work();

int main () {
    omp_set_num_threads(3);
    #pragma omp parallel
    {
        omp_set_num_threads(omp_get_thread_num ()+2);
        #pragma omp parallel
            work();
    }
}
```

Не корректно в OpenMP 2.5

Корректно в OpenMP 3.0



Internal Control Variables. *nthreads-var*

Определяет максимально возможное количество нитей в создаваемой параллельной области.

Начальное значение: зависит от реализации.

Существует одна копия этой переменной для каждой задачи.

Значение переменной можно изменить:

- C shell:

setenv OMP_NUM_THREADS 16

- Korn shell:

export OMP_NUM_THREADS=16

- Windows:

set OMP_NUM_THREADS=16

void omp_set_num_threads(int num_threads);

Узнать значение переменной можно:

int omp_get_max_threads(void);

Internal Control Variables. *thread-limit-var*

Определяет максимальное количество нитей, которые могут быть использованы для выполнения всей программы.

Начальное значение: зависит от реализации.

Существует одна копия этой переменной для всей программы.

Значение переменной можно изменить:

- C shell:

setenv OMP_THREAD_LIMIT 16

- Korn shell:

export OMP_THREAD_LIMIT=16

- Windows:

set OMP_THREAD_LIMIT=16

Узнать значение переменной можно:

int omp_get_thread_limit(void)

Internal Control Variables. *dyn-var*

Включает/отключает режим, в котором количество создаваемых нитей при входе в параллельную область может меняться динамически.

Начальное значение: Если компилятор не поддерживает данный режим, то false. Иначе – зависит от реализации.

Существует одна копия этой переменной для каждой задачи.

Значение переменной можно изменить:

- C shell:

setenv OMP_DYNAMIC true

- Korn shell:

export OMP_DYNAMIC=true

- Windows:

set OMP_DYNAMIC=true

void omp_set_dynamic(int dynamic_threads);

Узнать значение переменной можно:

int omp_get_dynamic(void);

Internal Control Variables. *nest-var*

Включает/отключает режим поддержки вложенного параллелизма.

Начальное значение: **false**.

Существует одна копия этой переменной для каждой задачи.

Значение переменной можно изменить:

- C shell:

setenv OMP_NESTED true

- Korn shell:

export OMP_NESTED=false

- Windows:

set OMP_NESTED=true

void omp_set_nested(int nested);

Узнать значение переменной можно:

int omp_get_nested(void);

Internal Control Variables. *max-active-levels-var*

Задает максимально возможное количество активных вложенных параллельных областей.

Начальное значение: зависит от реализации.

Существует одна копия этой переменной для всей программы.

Значение переменной можно изменить:

- C shell:

setenv OMP_MAX_ACTIVE_LEVELS 2

- Korn shell:

export OMP_MAX_ACTIVE_LEVELS=3

- Windows:

set OMP_MAX_ACTIVE_LEVELS=4

void omp_set_max_active_levels (int max_levels);

Узнать значение переменной можно:

int omp_get_max_active_levels(void);

Internal Control Variables. *run-sched-var*

Задает способ распределения витков цикла между нитями, если указана клауза **schedule(runtime)**.

Начальное значение: зависит от реализации.

Существует одна копия этой переменной для каждой задачи.

Значение переменной можно изменить:

- C shell:

setenv OMP_SCHEDULE "guided,4"

- Korn shell:

export OMP_SCHEDULE "dynamic,5"

- Windows:

set OMP_SCHEDULE=static

```
typedef enum omp_sched_t {
   omp_sched_static = 1,
   omp_sched_dynamic = 2,
   omp_sched_guided = 3,
   omp_sched_auto = 4
} omp_sched_t;
```

void omp_set_schedule(omp_sched_t kind, int modifier);

Узнать значение переменной можно:

void omp_get_schedule(omp_sched_t * kind, int * modifier);

Internal Control Variables. *run-sched-var*

```
void work(int i);

int main () {
   omp_sched_t schedules [] = {omp_sched_static, omp_sched_dynamic,
    omp_sched_guided, omp_sched_auto};
   omp_set_num_threads (4);
   #pragma omp parallel
   {
       omp_set_schedule (schedules[omp_get_thread_num()],0);
       #pragma omp parallel for schedule(runtime)
          for (int i=0;i<N;i++)  work (i);
   }
}
```

Internal Control Variables. *def-sched-var*

Задает способ распределения витков цикла между нитями по умолчанию.
Начальное значение: зависит от реализации.
Существует одна копия этой переменной для всей программы.

```
void work(int i);

int main () {
   #pragma omp parallel
   {
      #pragma omp for
         for (int i=0;i<N;i++)  work (i);
   }
}
```

Internal Control Variables. *stack-size-var*

Каждая нить представляет собой независимо выполняющийся поток управления со своим счетчиком команд, регистровым контекстом и стеком.

Переменная ***stack-size-var*** задает размер стека.

Начальное значение: зависит от реализации.

Существует одна копия этой переменной для всей программы.

Значение переменной можно изменить:

- **setenv OMP_STACKSIZE 2000500B**
- **setenv OMP_STACKSIZE "3000 k "**
- **setenv OMP_STACKSIZE 10M**
- **setenv OMP_STACKSIZE " 10 M "**
- **setenv OMP_STACKSIZE "20 m "**
- **setenv OMP_STACKSIZE " 1G"**
- **setenv OMP_STACKSIZE 20000**

Internal Control Variables. *stack-size-var*

```
int main () {
   int a[1024][1024];
   #pragma omp parallel private (a)
   {
      for (int i=0;i<1024;i++)
         for (int j=0;j<1024;j++)
            a[i][j]=i+j;
   }
}
```

icl /Qopenmp test.cpp

⇒ Program Exception – stack overflow

Linux: ulimit -a

ulimit -s <stacksize in Kbytes>

Windows: /F<stacksize in bytes>

-Wl,--stack, <stacksize in bytes>

setenv KMP_STACKSIZE 10m

setenv GOMP_STACKSIZE 10000

setenv OMP_STACKSIZE 10M

Internal Control Variables. *wait-policy-var*

Подсказка OpenMP-компилятору о желаемом поведении нитей во время ожидания.
Начальное значение: зависит от реализации.
Существует одна копия этой переменной для всей программы.

Значение переменной можно изменить:

setenv OMP_WAIT_POLICY ACTIVE
setenv OMP_WAIT_POLICY active
setenv OMP_WAIT_POLICY PASSIVE
setenv OMP_WAIT_POLICY passive

IBM AIX
SPINLOOPTIME=100000
YIELDLOOPTIME=40000

Internal Control Variables. Приоритеты

клауза	вызов функции	переменная окружения	ICV
	omp_set_dynamic()	OMP_DYNAMIC	*dyn-var*
	omp_set_nested()	OMP_NESTED	*nest-var*
num_threads	omp_set_num_threads()	OMP_NUM_THREADS	*nthreads-var*
schedule	omp_set_schedule()	OMP_SCHEDULE	*run-sched-var*
schedule			*def-sched-var*
		OMP_STACKSIZE	*stacksize-var*
		OMP_WAIT_POLICY	*wait-policy-var*
		OMP_THREAD_LIMIT	*thread-limit-var*
	omp_set_max_active_ levels()	OMP_MAX_ACTIVE_ LEVELS	*max-active-levels-var*

Система поддержки выполнения OpenMP-программ.

int omp_get_num_threads(void);

- **возвращает количество нитей в текущей параллельной области**

```
#include <omp.h>
void work(int i);
void test()
{
    int np;
    np = omp_get_num_threads(); /* np == 1*/
    #pragma omp parallel private (np)
    {
       np = omp_get_num_threads();
       #pragma omp for schedule(static)
       for (int i=0; i < np; i++)
           work(i);
     }
}
```

Система поддержки выполнения OpenMP-программ.

int omp_get_thread_num(void);

- **возвращает номер нити в группе [0: omp_get_num_threads()-1]**

```
#include <omp.h>
void work(int i);
void test()
{
    int iam;
    iam = omp_get_thread_num(); /* iam == 0*/
    #pragma omp parallel private (iam)
    {
       iam = omp_get_thread_num();
       work(iam);
     }
}
```

Система поддержки выполнения OpenMP-программ.

int omp_get_num_procs(void);

- **возвращает количество процессоров, на которых программа выполняется**

```
#include <omp.h>
void work(int i);
void test()
{
    int nproc;
    nproc = omp_get_num_ procs();
   #pragma omp parallel num_threads(nproc)
    {
       int iam = omp_get_thread_num();
       work(iam);
     }
}
```

Система поддержки выполнения OpenMP-программ.

int omp_get_level(void)
- возвращает уровень вложенности для текущей параллельной области.

```
#include <omp.h>
void work(int i) {
 #pragma omp parallel
   {
      int ilevel = omp_get_level ();
   }
}
void test()
{
    int ilevel = omp_get_level (); /*ilevel==0*/
   #pragma omp parallel private (ilevel)
   {
       ilevel =  omp_get_level ();
       int iam = omp_get_thread_num();
       work(iam);
     }
}
```

Система поддержки выполнения OpenMP-программ.

int omp_get_active_level(void)

- возвращает количество активных параллельных областей (выполняемых 2-мя или более нитями).

```
#include <omp.h>
void work(int iam, int size) {
 #pragma omp parallel
   {
      int ilevel = omp_get_active_level ();
   }
}
void test()
{
   int size = 0;
   int ilevel = omp_get_active_level (); /*ilevel==0*/
   scanf("%d",&size);
   #pragma omp parallel if (size>10)
   {
      int iam = omp_get_thread_num();
       work(iam, size);
     }
}
```

Система поддержки выполнения OpenMP-программ.

int omp_get_ancestor_thread_num (int level)

- для нити, вызвавшей данную функцию, возвращается номер нити-родителя, которая создала указанную параллельную область.

```
omp_get_ancestor_thread_num (0)  = 0

If (level==omp_get_level()) {
   omp_get_ancestor_thread_num (level) == omp_get_thread_num ();
}

If ((level<0)||(level>omp_get_level())) {
   omp_get_ancestor_thread_num (level) == -1;
}
```

Система поддержки выполнения OpenMP-программ.

int omp_get_team_size(int level);
- количество нитей в указанной параллельной области.

```
omp_get_team_size (0)  = 1

If (level==omp_get_level()) {
    omp_get_team_size (level) == omp_get_num _threads ();
}

If ((level<0)||(level>omp_get_level())) {
    omp_get_team_size (level) == -1;
}
```

Система поддержки выполнения OpenMP-программ. Функции работы со временем

double omp_get_wtime(void);

- **возвращает для нити астрономическое время в секундах, прошедшее с некоторого момента в прошлом. Если некоторый участок окружить вызовами данной функции, то разность возвращаемых значений покажет время работы данного участка. Гарантируется, что момент времени, используемый в качестве точки отсчета, не будет изменен за время выполнения программы.**

```
double start;
double end;
start = omp_get_wtime();
/*... work to be timed ...*/
end = omp_get_wtime();
printf("Work took %f seconds\n", end - start);
```

double omp_get_wtick(void);

- возвращает разрешение таймера в секундах (количество секунд между последовательными импульсами таймера).

Спасибо за внимание!

Вопросы?

Следующая тема

- **Наиболее часто встречаемые ошибки в OpenMP-программах. Функциональная отладка OpenMP-программ**.

Контакты

- **Бахтин В.А.**, кандидат физ.-мат. наук, заведующий сектором, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

  bakhtin@keldysh.ru