МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ №1

"Процеси та потоки"

З дисципліни Операційні системи

Виконала Чуфістова Євгенія
Студентка групи САТР-4

КИЇВ
2018

ЗМІСТ:

Завдання варіанту

Варіант 11 : Спіральна" матриця у файлі(ах).

Є масив цілих чисел *a, b, ...* (*a, b* <=30). Для кожного такого числа окремий процес/потік будує у вихідному файлі матрицю *a*a, b*b, ...* із значень 1, 2, …, які йдуть за годинниковою стрілкою від лівого верхнього кута спірально закручуючись до центру (тобто в центрі має бути значення a^2, b^2, ... відповідно).

Короткий аналіз засобів роботи з процесами та потоками у вибраній системі програмування

Для виконання варіанту лабораторної з процесами буде використовуватися fork(). Це системний виклик, який реалізований на рівні ядра. В результаті виклику цього виклику буде виділена пам’ять для описання нового процесу в таблиці процесів, створюється копія цього процесу і ми отримаємо два однакових процеси - основний та породжений.

Для виконання варіанту лабораторної з потоками буде використовуватися бібліотека pthread.h для мови програмування С.

Pthreads визначає набір типів даних, функцій і констант в форматі мови програмування С. Вони описані в файлі заголовку pthread.h і реалізовані у вигляді бібліотеки.

Всі процедури Pthreads мають назви з префіксом "pthread_" і можуть бути розділені на 4 категорії за призначенням:

- Управляння потоками - створення, об'єднання потоків та ін.;
- М'ютекси;
- Умовні змінні;
- Синхронізація потоків з використанням блокування і бар'єрів читання/запису даних.

POSIX API для семафорів працює з потоками POSIX, але не є частиною стандарту роботи з потоками.

Основні функції стандарту

- Типи даних:
  - pthread_t: дескриптор потоку
  - pthread_attr_t: набір атрибутів потоку
  - Функції управління потоками:
  - pthread_create(): створення потоку
  - pthread_exit(): завершення потоку
  - pthread_cancel(): відміна потоку
  - pthread_join(): блокування потоку до завершення іншого потоку
  - тощо
- Функції синхронізації потоків:
  - pthread_mutex_init (), pthread_mutex_destroy (), pthread_mutex_lock (), pthread_mutex_trylock (), pthread_mutex_unlock (): за допомогою м'ютексів
  - pthread_cond_init(), pthread_cond_signal, pthread_cond_wait(): за допомогою умовних змінних

Таблиця часу виконання кожного етапу розрахунків процесом та потоком

Number	Process speed	Thread speed
22	0.000037	0.000009
10	0.000013	0.000002
23	0.000025	0.000006
13	0.000018	0.000002
24	0.000031	0.000007
5	0.000010	0.000001
8	0.000011	0.000002
20	0.000021	0.000004
7	0.000011	0.000001
14	0.000014	0.000002
12	0.000014	0.000002
16	0.000017	0.000002
13	0.000018	0.000002
25	0.000006	0.000006
24	0.000025	0.000006
17	0.000029	0.000002
19	0.000036	0.000005
3	0.000009	0.000001
9	0.000013	0.000001

Лістинг програми для роботи з потоками

CMakeLists.txt | main.c | stdlib.h | os2.h | get_CPU_time.c

```c
#include <stdio.h>
#include <strings.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include "os2.h"
#include <pthread.h>

//специальная структура для данных потока
typedef struct
{
    int fd;
    int number;
    int pid;
    double start_time;
    int **matr;
    double end_time;
}       pthrData;

void* threadFunc(void* thread_data)
{
    pthrData *data = (pthrData*) thread_data;
    int n = data->number;

    dprintf(data->fd, "thread for number :%d\n", data->number);
    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        for (int j = 0; j < n; j++)
            dprintf(data->fd, " %4d ", data->matr[i][j]);
        dprintf(data->fd, "\n");
    }
    dprintf(data->fd, "\n\n\n\n");
    return NULL;
}

int **to_build_matr(int number)
{
    int const n = number;
    int **A;
    int i = 1, j = 0, k, p = n / 2;

    A = (int**)malloc(sizeof(int*) * n);
    while (j < n)
    {
        A[j] = (int*)malloc(sizeof(int) * n);
        j++;
    }
    for (k = 1; k <= p; k++) {
        for (j = k - 1; j < n - k + 1; j++)
            A[k - 1][j] = i++;
        for (j = k; j < n - k + 1; j++)
            A[j][n - k] = i++;
        for (j = n - k - 1; j >= k - 1; --j)
            A[n - k][j] = i++;
        for (j = n - k - 1; j >= k; j--)
            A[j][k - 1] = i++;
    }
```

```
61          if (n % 2 == 1)
62              A[p][p] = n * n;
63          return (A);
64      }
65
66      int main(void)
67      {
68          int count_of_ints = 45;
69          int arr_int[count_of_ints];
70          pthread_t* threads = (pthread_t*) malloc(sizeof(pthread_t) * count_of_ints);
71          pthrData* threadData = (pthrData*) malloc(sizeof(pthrData) * count_of_ints);
72          int fd = open("/home/echufy/CLionProjects/os2_thread/test_thread.txt",  O_WRONLY|O_CREAT);;
73
74          for(int i = 0; i < count_of_ints; i++)
75              arr_int[i] = rand() / 80000000;
76          for(int i = 0; i < count_of_ints; i++)
77          {
78              threadData[i].fd = fd;
79              threadData[i].number = arr_int[i];
80              threadData[i].start_time = getCPUTime();
81              threadData[i].pid = getpid();
82              threadData[i].matr = to_build_matr(arr_int[i]);
83              threadData[i].end_time = getCPUTime();
84              pthread_create(&(threads[i]), NULL, threadFunc, &threadData[i]);//запускаем поток
85          }
86          for(int i = 0; i < count_of_ints; i++)
87              pthread_join(threads[i], NULL); // ожидаем выполнения всех потоков
88          for (int i = 0; i < count_of_ints; i++)
89              dprintf(threadData[i].fd, "for thread with number %d the speed is %f\n",
90                      threadData[i].number, threadData[i].end_time - threadData[i].start_time);
91          for(int i = 0; i < count_of_ints; i++)
92              free(threadData[i].matr); //освобождаем память
93          free(threads);
94          free(threadData);
95          return 0;
96      }
```

Результат виконання програми з потоками (декілька потоків)

```
thread for number :10
   1    2    3    4    5    6    7    8    9   10
  36   37   38   39   40   41   42   43   44   11
  35   64   65   66   67   68   69   70   45   12
  34   63   84   85   86   87   88   71   46   13
  33   62   83   96   97   98   89   72   47   14
  32   61   82   95  100   99   90   73   48   15
  31   60   81   94   93   92   91   74   49   16
  30   59   80   79   78   77   76   75   50   17
  29   58   57   56   55   54   53   52   51   18
  28   27   26   25   24   23   22   21   20   19


thread for number :22
   1    2    3    4    5    6    7    8    9   10   11   12   13   14   15   16   17   18   19   20   21   22
  84   85   86   87   88   89   90   91   92   93   94   95   96   97   98   99  100  101  102  103  104   23
  83  160  161  162  163  164  165  166  167  168  169  170  171  172  173  174  175  176  177  178  105   24
  82  159  228  229  230  231  232  233  234  235  236  237  238  239  240  241  242  243  244  179  106   25
  81  158  227  288  289  290  291  292  293  294  295  296  297  298  299  300  301  302  245  180  107   26
  80  157  226  287  340  341  342  343  344  345  346  347  348  349  350  351  352  303  246  181  108   27
  79  156  225  286  339  384  385  386  387  388  389  390  391  392  393  394  353  304  247  182  109   28
  78  155  224  285  338  383  420  421  422  423  424  425  426  427  428  395  354  305  248  183  110   29
  77  154  223  284  337  382  419  448  449  450  451  452  453  454  429  396  355  306  249  184  111   30
  76  153  222  283  336  381  418  447  468  469  470  471  472  455  430  397  356  307  250  185  112   31
  75  152  221  282  335  380  417  446  467  480  481  482  473  456  431  398  357  308  251  186  113   32
  74  151  220  281  334  379  416  445  466  479  484  483  474  457  432  399  358  309  252  187  114   33
  73  150  219  280  333  378  415  444  465  478  477  476  475  458  433  400  359  310  253  188  115   34
  72  149  218  279  332  377  414  443  464  463  462  461  460  459  434  401  360  311  254  189  116   35
  71  148  217  278  331  376  413  442  441  440  439  438  437  436  435  402  361  312  255  190  117   36
  70  147  216  277  330  375  412  411  410  409  408  407  406  405  404  403  362  313  256  191  118   37
  69  146  215  276  329  374  373  372  371  370  369  368  367  366  365  364  363  314  257  192  119   38
  68  145  214  275  328  327  326  325  324  323  322  321  320  319  318  317  316  315  258  193  120   39
  67  144  213  274  273  272  271  270  269  268  267  266  265  264  263  262  261  260  259  194  121   40
  66  143  212  211  210  209  208  207  206  205  204  203  202  201  200  199  198  197  196  195  122   41
  65  142  141  140  139  138  137  136  135  134  133  132  131  130  129  128  127  126  125  124  123   42
  64   63   62   61   60   59   58   57   56   55   54   53   52   51   50   49   48   47   46   45   44   43


thread for number :21
   1    2    3    4    5    6    7    8    9 thread for number :21
  10    1   11    2   12    3   13    4   14    5   15    6   16    7   17    8   18    9   19   10   20   11   21   12
  13   80   14   81   15   82   16   83   17   84   18   85   19   86   20   87   21   88
  89   80   90   81   91   82   92   83   93   84   94   85   95   86   96   87   97   88   98   89   99   90   22   91
  92   79   93  152   94  153   95  154   96  155   97  156   98  157   99  158   22  159
 160   79  161  152  162  153  163  154  164  155  165  156  166  157  167  158  168  159  169  160  100  161   23  162
 163   78  164  151  165  216  166  217  167  218  168  219  169  220  100  221   23  222
 223   78  224  151  225  216  226  217  227  218  228  219  229  220  230  221  231  222  170  223  101  224   24  225
 226   77  227  150  228  215  229  272  230  273  231  274  170  275  101  276   24  277
 278   77  279  150  280  215  281  272  282  273  283  274  284  275  285  276  232  277  171  278  102  279   25  280
 281   76  282  149  283  214  284  271  285  320  232 thread for number :13
 321  171  322    1  102  323    2   25  324    3
 325    4   76  326    5  149  327    6  214  328    7  271  329    8  320  330    9  321  331   10  322  286   11  323  233   12  324  172   13  325
```

Текст ▾ Ширина табуляции: 8 ▾ Стр 15, Стлб 1 ▾ ВСТ

```
 103  326   48   26  327   49
 328   50   75   51  329  148   52  330  213   53  331  270   54  286  319   55  233  360   56  172  361   57  103  362   58   26  363   59
 364   14   75
 365  148   47  366  213   88  367  270   89  368  319   90  369  360   91  332  361   92  287  362   93  234  363   94  173  364   95  104  365
96   27  366   97
 367   60   74  368   15  147  369
 212  332   46  269  287   87  318  234  120  359  173  121  392  104  122  393   27  123  394
 124  395   74  125  396  147  126  397  212  127  398   98  269  399   61  318  370   16  359  333
 392  288   45  393  235   86  394  174  119  395  105  144  396   28  145  397
 146  398   73  147  399  146  148  370  211  149  333  268  128  317  288  358   99  391  235   62  416   17  174
 417  105   44  418   28   85  419
 118  420   73  143  421  146  160  400  211  161  371  268  162  334  317  163  289  358  150  236  391  129  175  416  100  106  417   63   29
418   18
 419
  72   43  420  145   84  421  210  117  400  267  142  316  159  371  357  168  334  390  169  415  289  164  432 thread for number :25
 236  151  433  175  130    1  434  106  101    2  435   29   64    3  422
  19    4  401   72
   5  372  145   42    6  335  210   83    7  290  267  116    8  237  316  141    9  176  357  158   10  107  390  167   11   30  415  166   12
 432  165   13   71  433  152   14  144  434  131   15  209  435  102   16  266  422   65   17  315  401   20   18  356  372
  19  389  335   41   20  414  290   82   21  431  237  115   22  440  176  140   23  441  107  157   24  436   30  156   25  423
 155
 402   71  154   96  373  144  153   97  336  209  132   98  291  266  103   99  238  315   66  100  177  356   21  101  108  389
 102   31  414   40  103
 431   81  104   70  440  114  105  143  441  139  106  208  436  138  107  265  423  137  108  314  402  136  109  355  373  135  110  388  336
134  111  413  291  133  112  430  238  104  113  439  177   67  114  438  108   22  115  437   31
 116  424
  39  117  403   70   80  118  374  143  113  119  337  208  112   26  292  265  111
 239  314  110   95  178  355  109  184  109  388  108  185   32  413  107  186
 430  106  187   69  439  105  188  142  438   68  189  207  437   23  190  264  424
 191  403   38  192  374  313   79  193  337  354   78  194  292  387   77  195  239  412   76  196  178  429   75  197  109  428   74  198   32
427   73  199
 426   72  200   69  425   71  201  142  404   70  202  207  375   69  203  264  338   24  204  313  293
 205  354  240   37  120  387  179   36   27  412  110   35
 429   33   34   94  428
  33  183  427   68   32  264  426  141   31  265  425  206   30  266  404  263   29  267  375  312   28  268  338  353   27  269  293  386   26
270  240  411   25  271  179  410
 272  110  409


 273   33  408
 274  407   68  275  406  141  276 thread for number :26
 405  277  206    1  376  278  263    2  339  279  312    3  294  280  353    4  241  281  386    5  180  282  411    6  111  283  410    7   34
206  409    8
 121  408    9   67   28  407   10  140
 406   11  205   93  405   12  262  182  376   13  311  263  339   14  352  336  294   15  385  337  241   16  384  338  180   17  383  339  111
18  382  340   34   19  381  341
  20  380  342   67   21  379  343  140   22  378  344  205   23  377  345  262   24  340  346  311   25  295  347  352   26  242  348  385
 181  349  384  100  112  350  383  101   35  351  382  102
 352  381  103   66  353  380  104  139  284  379  105  204  207  378  106  261  122  377  107  310   29  340  108  351
 295  109  350   92  242  110  349  181  181  111  348  262  112  112  347  335   35  113  346  400
 114  345  401   66  115  344  402  139  116  343  403  204  117  342  404  261  118  341  405  310  119  296  406  351  120  243  407  350  121
182  408  349  122  113  409  348  123   36  410  347  124
 411  346   27   65  412  345
 138  413  344   99  203  414  343  192  260  415  342  193  309  354  341  194  308  285  296  195  307  208  243  196  306  123  182  197  305
30  113  198  304
  36  199  303   91
```

Текст ▾ Ширина табуляции: 8 ▾ Стр 77, Стлб 31 ▾ ВСТ

Лістинг програми для роботи з процесами

CMakeLists.txt | main.c | stdlib.h | os2.h | get_CPU_time.c

```c
#include <stdio.h>
#include <strings.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include "os2.h"
#include <pthread.h>

int **to_build_matr(int number)
{
    int const n = number;
    int **A;
    int i = 1, j = 0, k, p = n / 2;

    A = (int**)malloc(sizeof(int*) * n);
    while (j < n)
    {
        A[j] = (int*)malloc(sizeof(int) * n);
        j++;
    }
    for (k = 1; k <= p; k++) {
        for (j = k - 1; j < n - k + 1; j++)
            A[k - 1][j] = i++;
        for (j = k; j < n - k + 1; j++)
            A[j][n - k] = i++;
        for (j = n - k - 1; j >= k - 1; --j)
            A[n - k][j] = i++;
        for (j = n - k - 1; j >= k; j--)
            A[j][k - 1] = i++;
    }
    if (n % 2 == 1)
        A[p][p] = n * n;
    return (A);
}

int main(void)
{
    int **matr;
    int count_of_ints = 50;
    int arr_int[count_of_ints];
    int fd = open("/home/echufy/CLionProjects/os2_process/test_process.txt",  O_WRONLY|O_CREAT);;
    double start_time, end_time;
    int i = -1;

    while (++i < count_of_ints)
        arr_int[i] = rand() / 80000000;
    i = 0;
    fork();
    while (i < count_of_ints)
    {
        start_time = getCPUTime();
        dprintf(fd, "PID : %d, для числа : %d\n", getpid(), arr_int[i]);
        matr = to_build_matr(arr_int[i]);
        for (int j = 0; j < arr_int[i]; j++)
        {
            for (int k = 0; k < arr_int[i]; k++)
                dprintf(fd, " %4d ", matr[j][k]);
            dprintf(fd, "\n");
        }
        dprintf(fd, "\n\n\n\n");
        end_time = getCPUTime();
        dprintf(fd, "%f\n\n\n", end_time - start_time);
        i++;
        sleep(1);
    }
    sleep(20);
    return (0);
}
```

Результат виконання програми з процесами (декілька процесів)

```
PID : 5342, для числа : 22
    1     2     3     4     5     6     7     8     9    10    11    12    13    14    15    16    17    18    19    20    21    22 PID : 5343, для числа : 22

   84    85    86    87    88     1    89     2    90     3    91     4    92     5    93     6    94     7    95     8    96     9    97    10    98    11    99    12   100    13   101    14   102
15   103    16   104    17    23    18
   19    83    20   160    21   161    22   162
  163    84   164    85   165    86   166    87   167    88   168    89   169    90   170    91   171    92   172    93   173    94   174    95   175    96   176    97   177    98   178    99   105
100    24   101
  102    82   103   159   104   228    23   229
  230    83   231   160   232   161   233   162   234   163   235   164   236   165   237   166   238   167   239   168   240   169   241   170   242   171   243   172   244   173   179   174   106
175    25   176
  177    81   178   158   105   227    24   288
  289    82   290   159   291   228   292   229   293   230   294   231   295   232   296   233   297   234   298   235   299   236   300   237   301   238   302   239   245   240   180   241   107
242    26   243
  244    80   179   157   106   226    25   287
  340    81   341   158   342   227   343   288   344   289   345   290   346   291   347   292   348   293   349   294   350   295   351   296   352   297   303   298   246   299   181   300   108
301    27   302
  245    79   180   156   107   225    26   286
  339    80   384   157   385   226   386   287   387   340   388   341   389   342   390   343   391   344   392   345   393   346   394   347   353   348   304   349   247   350   182   351   109
352    28   303
  246    78   181   155   108   224    27   285
  338    79   383   156   420   225   421   286   422   339   423   384   424   385   425   386   426   387   427   388   428   389   395   390   354   391   305   392   248   393   183   394   110
353    29   304
  247    77   182   154   109   223    28   284
  337    78   382   155   419   224   448   285   449   338   450   383   451   420   452   421   453   422   454   423   429   424   396   425   355   426   306   427   249   428   184   395   111
354    30   305
  248    76   183   153   110   222    29   283
  336    77   381   154   418   223   447   284   468   337   469   382   470   419   471   448   472   449   455   450   430   451   397   452   356   453   307   454   250   429   185   396   112
355    31   306
  249    75   184   152   111   221    30   282
  335    76   380   153   417   222   446   283   467   336   480   381   481   418   482   447   473   468   456   469   431   470   398   471   357   472   308   455   251   430   186   397   113
356    32   307
  250    74   185   151   112   220    31   281
  334    75   379   152   416   221   445   282   466   335   479   380   484   417   483   446   474   467   457   480   432   481   399   482   358   473   309   456   252   431   187   398   114
357    33   308
  251    73   186   150   113   219    32   280
  333    74   378   151   415   220   444   281   465   334   478   379   477   416   476   445   475   466   458   479   433   484   400   483   359   474   310   457   253   432   188   399   115
358    34   309
  252    72   187   149   114   218    33   279
  332    73   377   150   414   219   443   280   464   333   463   378   462   415   461   444   460   465   459   478   434   477   401   476   360   475   311   458   254   433   189   400   116
359    35   310
  253    71   188   148   115   217    34   278
  331    72   376   149   413   218   442   279   441   332   440   377   439   414   438   443   437   464   436   463   435   462   402   461   361   460   312   459   255   434   190   401   117
360    36   311
  254    70   189   147   116   216    35   277
  330    71   375   148   412   217   411   278   410   331   409   376   408   413   407   442   406   441   405   440   404   439   403   438   362   437   313   436   256   435   191   402   118
361    37   312
  255    69   190   146   117   215    36   276
  329    70   374   147   373   216   372   277   371   330   370   375   369   412   368   411   367   410   366   409   365   408   364   407   363   406   314   405   257   404   192   403   119
362    38   313
  256    68   191   145   118   214    37   275
  328    69   327   146   326   215   325   276   324   329   323   374   322   373   321   372   320   371   319   370   318   369   317   368   316   367   315   366   258   365   193   364   120
363    39   314
  257    67   192   144   119   213    38   274
  273    68   272   145   271   214   270   275   269   328   268   327   267   326   266   325   265   324   264   323   263   322   262   321   261   320   260   319   259   318   194   317   121
```

Текст ▾ Ширина табуляции: 8 ▾ Стр 9, Стлб 49 ▾ ВСТ

```
316    40   315
  258    66   193   143   120   212    39   211
  210    67   209   144   208   213   207   274   206   273   205   272   204   271   203   270   202   269   201   268   200   267   199   266   198   265   197   264   196   263   195   262   122
261    41   260
  259    65   194   142   121   141    40   140
  139    66   138   143   137   212   136   211   135   210   134   209   133   208   132   207   131   206   130   205   129   204   128   203   127   202   126   201   125   200   124   199   123
198    42   197
  196    64   195    63   122    62    41    61
   60    65    59   142    58   141    57   140    56   139    55   138    54   137    53    52    51   136    50   135    49   134    48   133    47   132    46   131    45   130    44   129    43
128
  127


  126   125   124   123


    42
   64    63    62    61    60    59    58    57    56    55    54    53    52    51    50    49    48    47    46    45    44    43


PID : 5342, для числа : 10
    1     1     2     2     3     3     4     4     5     5     6     6     7     7     8     8     9     9    10    10

   36    36    37    37    38    38    39    39    40    40    41    41    42    42    43    43    44    44    11    11

   35    35    64    64    65    65    66    66    67    67    68    68    69    69    70    45    12
   34    63    84    85    86    87    88    70    71    45    46    12    13

   34    33    63    62    84    83    96    97    98    89    85    72    86    47    87    14    88
   71    32    46    61    13    82
   95    33   100    62    99    83    90    96    73    97    48    98    15    89
   72    31    47    60    14    81
   94    32    61    93    82    92    95    91   100    74    99    49    90    16    73
   48    30    15    59
   80    31    79    60    78    81    77    94    76    93    75    92    50    91    17    74
   49    29    16    58
   57    30    56    59    55    80    54    79    53    78    52    77    51    76    18    75
   50    28    17    27
   26    29    25    58    24    57    23    56    22    55    21    54    20    53    19    52
   51




   18
   28    27    26    25    24    23    22    21    20    19


PID : 5343, для числа : 21
    1     2     3     4     5     6     7     8     9    10    11    12    13    14    15    16    17    18    19    20    21
   80    81    82    83    84    85    86    87    88    89    90    91    92    93    94    95    96    97    98    99    22
   79   152   153   154   155   156   157   158   159   160   161   162   163   164   165   166   167   168   169   100    23
   78   151   216   217   218   219   220   221 PID : 5342, для числа : 21
  222   223   224   225   226   227     1   228     2   229     3   230     4   231     5   170     6   101     7    24     8
    9    77    10   150    11   215    12   272    13   273    14   274    15   275    16   276    17   277    18   278    19   279    20   280    21   281
  282    80   283    81   284    82   285    83   232    84   171    85   102    86    25    87
   88    76    89   149    90   214    91   271    92   320    93   321    94   322    95   323    96   324    97   325    98   326    99   327    22   328
```

Текст ▾ Ширина табуляции: 8 ▾ Стр 52, Стлб 1 ▾ ВСТ