Краткий курс лекций

ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗРАБОТЧИКОВ ПО

ЛЕКЦИЯ №2

План курса

- Введение
 - Что такое ОС? Зачем они нужны?
 - Основные идеи и принципы ОС
 - Ядро ОС, планировщик, прерывания, многозадачность
- Процессы, потоки и таймеры
 - Многозадачность
 - □ Процессы, потоки, средства IPC в Windows и POSIX
 - □ Работа с таймерами и временем в Windows и POSIX
 - Средства разработки кроссплатформенных приложений
- _ Сеть
 - □ Принцип построения сетей, стек протоколов ТСР\IP
 - Интерфейсы создания сетевых приложений Windows и POSIX
 - Маршаллинг данных, средства RPC

План лекции

- Многозадачность
 - Понятие и виды многозадачности
 - □ Потоки и процессы
 - □ IPC В Windows И POSIX
 - Средства IPC
 - Механизмы синхронизации
- Таймеры и время
 - Особенности таймеров ОС
 - □ Работа со временем и календарем в Windows и POSIX
- Разработка кроссплатформенных приложений на С/С++
 - Предопределенные макросы компиляторов
 - □ Средства автоматизации сборки
 - Функции библиотек Boost и QT для реализации IPC и работы со временем

Перед началом...

- Где смотреть описание функций АРІ ОС?
 - □ ДЛЯ Microsoft Windows:
 - MSDN (Microsoft Developer Network):
 - https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/
 - □ для POSIX:
 - The Open Group Base Specifications Issue:
 - https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9699919799/
 - □ ДЛЯ Linux:
 - Linux man pages online:
 - https://man7.org/linux/man-pages/index.html
 - BONUS!
 - В нашей директории на ЯДиске

Многозадачность

Многозадачность, типы, потоки и процессы, механизмы синхронизации: мьютекс, семафор, барьер, IPC

Многозадачность

- Одновременное выполнение нескольких подпрограмм (потоков)
- ОС сама переключает подпрограммы
 - вытесняющая: ОС не ждёт завершения подпрограммы
- Поток подпрограммы
 Поток
 Поток

Планировщик

รลปลน

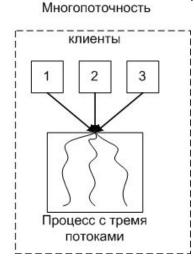
Многозадачность

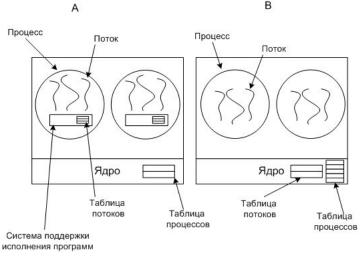
- Невытесняющая многозадачность (tickless-система)
 - совместная, кооперативная многозадачность
 - планировщик вызывается по окончанию очередной задачи
 - (-) одна «повисшая» задача блокирует остальные
 - (+) пониженный расход энергии
 - (+) легко программировать
 - применяется в большинстве современных ОС МК
- Вытесняющая многозадачность
 - планировщик вызывается по прерыванию таймера
 - (+) одна «повисшая» задача не останавливает остальные
 - надежность системы значительно выше
 - (-) повышенный расход энергии
 - (-) необходимость использовать механизмы синхронизации, принципы реентрабельности и потоковой безопасности
 - применяется в большинстве ОС современных компьютеров и мобильных устройств

Потоки и процессы

- Процесс выполняется в отдельном виртуальном адресном пространстве и имеет приоритет исполнения.
- Поток (нить) исполнения выполняется в общем адресном пространстве процесса и, в некоторых ОС, может иметь приоритет исполнения.
- В большинстве ОС понятия поток (нить) и процесс неравнозначны.
- Для контроля доступа к общей памяти необходимо использовать средства IPC и\или механизмы синхронизации.
 Для потоков и процессов доступный набор средств может







Создание процесса POSIX

```
#include <stdio.h>
    #include <stdlib.h>
   #include <errno.h>
   #include <unistd.h>
   #include <sys/types.h>
   #include <sys/wait.h>
    main()
      pid t pid;
      int rv;
      switch(pid=fork()) {
      case -1:
13
              perror ("fork"); /* произошла ошибка */
14
              exit(1); /*Bыход из родительского процесса*/
              printf(" CHILD: Это процесс-потомок!\n");
17
              printf(" CHILD: Mom PID -- %d\n", getpid());
18
              printf(" CHILD: PID моего родителя -- %d\n",
19
                  getppid());
              printf (" CHILD: Введите мой код возврата
                              (как можно меньше):");
               scanf (" %d");
              printf(" CHILD: Выход!\n");
              exit(rv);
      default:
              printf ("PARENT: Это процесс-родитель!\n");
              printf("PARENT: MoM PID -- %d\n", getpid());
              printf("PARENT: PID moero потомка %d\n",pid);
              printf ("PARENT: Я жду, пока потомок
                               не вызовет exit()...\n");
              wait();
              printf ("PARENT: Код возврата потомка:%d\n",
                        WEXITSTATUS (rv));
              printf("PARENT: Выход!\n");
```

Замещение тела процесса POSIX

```
#include <unistd.h>
int execl(char *name, char *arg0, ... /*NULL*/);
int execv(char *name, char *argv[]);
int execle(char *name, char *arg0, ... /*,NULL, char *envp[]*/);
int execve(char *name, char *arv[], char *envp[]);
int execve(char *name, char *arg0, ... /*NULL*/);
int execvp(char *name, char *argv[]);
```

- Новая программа загружается в память вместо старой, вызвавшей exec(). Старой программе больше недоступны сегменты памяти – они перезаписаны новой программой!
- Функции с именем, оканчивающимся на е позволяют задать новый список переменных окружения, вместо стандартных
- □ Доступ к переменным окружения:

```
int main(int argc, char *argv[], char * envp[]);

<stdlib.h>: char * getenv( const char *name );

<unistd.h>: extern char ** environ;
```

POSIX: функция system()

<stdlib.h>: int system(const char *command);

```
#include <stdio.h>
    #include <unistd.h>
    #include <sys/types.h>
    #include <sys/wait.h>
    int system(char const *cmd)
6
   □ {
        int pid, status;
         if ((pid = fork()) < 0) {
            /* ошибка */
10
            perror ("fork");
11
             return -1;
         } else if (!pid) {
12
13
            /* child */
14
            execl("/bin/sh", "/bin/sh", "-c", cmd, NULL);
            /* ошибка */
15
16
            perror ("execl");
            exit(1);
17
18
         /* parent */
19
20
        wait (&status);
21
         if (WIFSIGNALED(status))
22
             return WTERMSIG(status) + 256;
23
         return WEXITSTATUS (status);
24
```

POSIX: функция spawn()

Функция spawn() запускает исполнимый файл и передает управление обратно вызвавшему процессу

Подождать завершение созданного процесса можно через waitpid()

Создание процесса Windows

```
#include <windows.h>
#include <stdio.h>
#include <tchar.h>
void tmain( int argc, TCHAR *argv[] )
   STARTUPINFO si;
   PROCESS_INFORMATION pi;
   ZeroMemory( &si, sizeof(si) );
   si.cb = sizeof(si);
   ZeroMemory( &pi, sizeof(pi) );
   if( argc != 2 )
       printf("Usage: %s [cmdline]\n", argv[0]);
       return;
     / Start the child process.
   if( !CreateProcess( NULL, // No module name (use command line)
                     // Command line
       argv[1],
                    // Process handle not inheritable
       NULL,
                     // Thread handle not inheritable
       NULL,
       FALSE,
                     // Set handle inheritance to FALSE
                   // No creation flags
// Use parent's environment block
       0,
       NULL,
       NULL,
                       // Use parent's starting directory
                       // Pointer to STARTUPINFO structure
       &si.
                        // Pointer to PROCESS INFORMATION structure
        &pi )
        printf( "CreateProcess failed (%d).\n", GetLastError() );
       return;
    // Wait until child process exits.
    WaitForSingleObject( pi.hProcess, INFINITE );
    // Close process and thread handles.
   CloseHandle( pi.hProcess );
    CloseHandle( pi.hThread );
```

Создание процесса Windows

 Можно, как и в POSIX, использовать функцию system() (объявлена в process.h>):

```
int system(
   const char *command
);
int _wsystem(
   const wchar_t *command
);
```

- Нужно учитывать, что исполняться содержимое будет в Windows console:
 - EXE-файлы
 - ВАТ и СМО скрипты
 - Список команд

Создание потока в POSIX

```
#include <stdio.h>
     #include <stdlib.h>
    #include <pthread.h>
     #include <conio.h>
6 □void* helloWorld(void *args) {
         int* ptr = (int*)args;
        printf("Hello from thread: %d!\n",*ptr);
        return 0; // same as pthread exit()
10
11
12 □int main() {
13
         pthread t thread;
14
         int status;
15
         int status addr;
16
        int param = 1;
17
18
         status = pthread create (&thread, NULL, helloWorld, &param);
19
             printf("main error: can't create thread, status = %d\n", status);
21
             exit(-1);
22
23
        printf("Hello from main!\n");
24
25
        status = pthread join(thread, (void**)&status addr);
         if (status != SUCCESS) {
26 申
27
             printf("main error: can't join thread, status = %d\n", status);
28
             exit(-2);
29
         1
30
31
        printf("joined with address %d\n", status_addr);
32
         getch();
         return 0;
34 }
```

Управление потоками POSIX

```
// В потоке-родителе можно использовать функции:
    // Прервать исполнение указанного потока
     int pthread cancel (pthread t thread);
    // Послать потоку сигнал (убить поток)
     #include <signal.h>
 6
     int pthread kill (pthread t thread, int sig);
     // В потоке-наследнике можно использовать функции:
     #include <pthread.h>
10
     // Управлять возможностью прервать поток
     int pthread setcancelstate(int state, int *oldstate);
11
12
    // Возможные значения state:
13
    // PTHREAD CANCEL ENABLE и PTHREAD CANCEL DISABLE
14
    // Установить точку выхода из потока
15
    void pthread testcancel(void);
16
    // Задать функцию, которая выполнится при выходе из потока
    void pthread cleanup push(void (*routine) (void*), void *arg);
17
18
    // Убрать верхнюю функцию стека выхода и выполнить ее если нужно
19
    void pthread cleanup pop(int execute);
```

Создание потока Windows

```
// Create the thread to begin execution on its own.
 #include <windows.h>
                                                                                               hThreadArray[i] = CreateThread(
 #define MAX THREADS 3
                                                                                                   NULL,
                                                                                                                            // default security attributes
 #define BUF SIZE 255
                                                                                  33
                                                                                                   0,
                                                                                                                            // use default stack size
 // Sample custom data structure for threads to use.
                                                                                  34
ptypedef struct MyData {
                                                                                                   MyThreadFunction,
                                                                                                                            // thread function name
                                                                                                   pDataArray[i],
                                                                                                                            // argument to thread function
     int val1:
                                                                                  36
                                                                                                                            // use default creation flags
     int val2;
                                                                                                   &dwThreadIdArray[i]); // returns the thread identifier
 } MYDATA, *PMYDATA;
                                                                                  38
                                                                                               // Check the return value for success.
                                                                                  39
                                                                                               // If CreateThread fails, terminate execution.
 DWORD WINAPI MyThreadFunction (LPVOID lpParam)
                                                                                  40
                                                                                               // This will automatically clean up threads and memory.
                                                                                  41
                                                                                               if (hThreadArray[i] == NULL) {
     PMYDATA pDataArray = (PMYDATA) lpParam;
     printf("Hello from thread: %d!\n",pDataArray->val1);
                                                                                  42
                                                                                                  printf("Error creating thread!");
     return 0;
                                                                                  43
                                                                                                   ExitProcess(3);
                                                                                  44
                                                                                  45
                                                                                           // Wait until all threads have terminated.
 int tmain()
                                                                                  46
                                                                                  47
                                                                                           WaitForMultipleObjects (MAX THREADS, hThreadArray, TRUE, INFINITE);
     PMYDATA pDataArray[MAX THREADS];
                                                                                  48
             dwThreadIdArray[MAX THREADS];
                                                                                  49
                                                                                           // Close all thread handles and free memory allocations.
     HANDLE hThreadArray[MAX THREADS];
                                                                                           for (int i=0: i < MAX THREADS: i++) {
                                                                                  51
                                                                                               CloseHandle(hThreadArray[i]);
     // Create MAX THREADS worker threads.
                                                                                  52
                                                                                               II (pracanitay[i] :- Nobb) (
     for(int i = 0; i < MAX THREADS; i++) {</pre>
                                                                                  53
                                                                                                   HeapFree(GetProcessHeap(), 0, pDataArray[i]);
         // Allocate memory for thread data
                                                                                  54
                                                                                                   pDataArray[i] = NULL; // Ensure address is not reused.
         pDataArray[i] = (PMYDATA) HeapAlloc (GetProcessHeap(),
                                                                                  55
                                             HEAP ZERO MEMORY, sizeof (MYDATA));
                                                                                  56
         // Generate unique data for each thread to work with
                                                                                  57
                                                                                           return 0:
         pDataArray[i]->val1 = i; pDataArray[i]->val2 = i+100;
                                                                                  58
                                                                                  59
```

Управление потоками Windows

```
// Со стороны родительского потока:
     // 1.1 Создать событие и поделиться HANDLE события с потоком
     HANDLE CreateEvent (
         LPSECURITY ATTRIBUTES lpEventAttributes, // pointer to security attributes
 4
        BOOL bManualReset,
                                                  // flag for manual-reset event
 6
        BOOL bInitialState,
                                                // flag for initial state
         LPCTSTR lpName
                                                  // pointer to event-object name
     );
    // Пример:
     HANDLE cleanup event = CreateEvent(NULL, FALSE, FALSE, NULL);
10
    // 1.2 Установить событие в состояние "Сигнализировано"
11
     SetEvent ( cleanup event);
12
    // 2.1 Терминировать поток
13
    BOOL TerminateThread(
14
         HANDLE hThread, // handle to the thread
15
         DWORD dwExitCode // exit code for the thread
16
17
    );
    // Со стороны порожденного потока:
18
    // 1.1 Организовать работу основной функции в блоке try..catch
20 □try{
         thread->Main():
21
22
23
    catch (TermEx) {}
24
    // 2.1 В месте, где можно прервать работу потока - проверить событие

□if (WaitForSingleObject( cleanup event, 0) == WAIT OBJECT 0) {

         throw TermEx(0);
26
```

IPC

- Межпроцессное взаимодействие (inter-process communication, IPC) обмен данными между потоками одного или разных процессов.
 Реализуется посредством механизмов, предоставляемых ядром ОС или процессом, использующим механизмы ОС и реализующим новые возможности IPC. Может осуществляться как на одном компьютере, так и между несколькими компьютерами сети.
 - Файл (все ОС)
 - □ Сигнал (большинство ОС, но не Windows)
 - □ Неименованный канал (POSIX, Windows)
 - □ Именованный канал (POSIX, Windows)
 - □ Разделяемая память (POSIX, Windows)

 - Обмен сообщениями (сторонние относительно ОС средства)

Работа с файлами

```
#include <stdio.h>
     #include <stdlib.h>
     int main()
 4
   □ {
 5
         FILE *S1, *S2;
         int x, y;
 6
         printf("Введите число: ");
         scanf("%d", &x);
 8
         S1 = fopen("S1.txt", "w");
 9
         if (S1 == NULL) {
10
11
             printf("Нет такого файла!");
12
             return -1;
13
         fprintf(S1, "%d", x);
14
15
         fclose (S1);
         S1 = fopen("S1.txt", "r");
16
         S2 = fopen("S2.txt", "w");
17
         fscanf(S1, "%d", &y);
18
19
         y += 3;
20
         fclose(S1);
21
         fprintf(S2, "%d\n", y);
22
         fclose (S2);
         return 0;
23
24
```

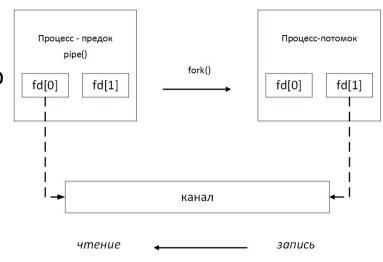
Сигналы в POSIX

- Сигналы могут быть посланы:
 - ядром системы для информирования приложения об ошибках или событиях ввода-вывода
 - □ пользователем из терминала, по нажатию специальных комбинаций клавиш: CTRL+C, CTRL+Z и т.п.
 - □ из другого приложения:
 - int kill(pid_t pid, int sig);
- Каждый процесс имеет свою маску сигналов (игнорируемые сигналы) и может задавать обработчики сигналов
 - Обработчик по-умолчанию закрывает программу
 - Потокам можно отправлять сигналы из основного процесса, у них есть маски, но нет возможности задать обработчик
 - Внутри обработчика сигнала безопасно можно менять только значения переменных, объявленных с ключевым сповом volatile

```
#include <signal.h>
     #include <stdio.h>
     #include <unistd.h>
     volatile unsigned char need exit = 0;
     void usr sign handler(int sig)
   ₽{
         puts ("SIGNAL HANDLER!");
 8
         if (sig == SIGUSR1)
             need exit = 1;
 9
10
     int main(int argc, char** argv)
11
   ₽{
12
13
         struct sigaction act;
14
         memset(&act, 0, sizeof(act));
15
         act.sa handler = usr sign handler;
16
         sigset t
                    set;
17
         sigemptyset(&set);
18
         sigaddset(&set, SIGUSR1);
19
         sigaddset (&set, SIGUSR2);
20
         act.sa mask = set;
21
         sigaction (SIGUSR1, &act, NULL);
22
         sigaction (SIGUSR2, &act, NULL);
23
         for(;!need exit;usleep(1e6))
24
             puts("I am still breathing!");
25
```

Неименованный канал (ріре)

- Доступен только связанным процессам – родительскому и дочернему
- Использует стратегию работы с данными FIFO
 - Прочитанная информация немедленно удаляется из канала
 - При чтении из пустого канала процесс блокируется до поступления данных
- Неименованный канал создается:
 - POSIX: int pipe(int fildes[2]) из <unistd.h>
 - Windows:
 - BOOL CreatePipe(PHANDLE hReadPipe, PHANDLE hWritePipe, LPSECURITY_ATTRIBUTES
 IpPipeAttributes, DWORD nSize);
 - Для чтения и записи из\в канал можно использовать обычные функции работы с файлами:
 - POSIX: read(), write() M3 <unistd.h>
 - Windows: ReadFile() WriteFile()



Именованный канал (named pipe)

- В POSIX именованный канал существует независимо от использующих его процессов и имеет имя в системе.
 - Для создания канала используется
 - int mkfifo(const char *path, mode_t mode) (N3 <sys/stat.h>)
 - программа mkfifo
 - работать с каналом можно как с обычным файлом (fopen(), fread(), fwrite())
 - Для удаления канала нужно использовать
 - int remove(const char *path);
 - программа rm
 - Именованные каналы можно использовать с перенаправлением ввода\вывода и любыми программами, которые работают с обычными файлами и\или потоками
- В Windows именованные каналы организуют клиент-серверное взаимодействие. Имеют имя \\\.\pipe\имя и удаляются, когда никто их не использует
 - □ Создание канала: CreateNamedPipe()
 - Ожидание подключения на стороне сервера: ConnectNamedPipe()
 - □ Ha стороне клиента: CreateFile(), CloseHandle(), ReadFile(), WriteFile() или функции fopen(), fclose(), fread(), fwrite()
 - Пример сервера:
 - https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/ipc/named-pipe-server-using-overlapped-i-o
 - Пример илиецта.

Разделяемая память в POSIX

- Область памяти, одновременно доступная в разных процессах
- Самый быстрый ІРС
- В POSIX для работы используются:
 - #include <sys/mman.h>
 - shm_open() связать область памяти с файловым дескриптором
 - □ ftruncate() из <unistd.h> для изменения размера области
 - mmap() для подключения разделяемой памяти к адресному пространству процесса
 - после подключения с памятью можно работать через обычный указатель

1/0

Системная шина или координатный коммутатор

Память

- обязательно необходимо использети пришинивы синхронизации семафоры
- https://habr.com/ru/post/122108/

Разделяемая память в Windows

- CreateFileMapping() для создания глобально именованной области, с указанием размера
- OpenFileMapping() для открытия глобально именованной области памяти
- MapViewOfFile() для подключения памяти к адресному пространству процесса и получения указателя на нее
- UnmapViewOfFile() для отключения памяти от локального адресного пространства
 - Когда последний процесс вызовет эту функцию, содержимое памяти очистится и объект удалится
- Для разграничения доступа можно использовать любые именованные примитивы синхронизации.
- LsaAllocateSharedMemory() НЕ ДЛЯ ТОГО ЦП
 Системная шина или координатный коммуттатор
 Память

Сокеты Беркли

- Сокеты впервые появились в ОС Berkeley UNIX 4.2 BSD (1983 г)
- Сокет в POSIX-системе это «файл» специального вида
 - Все, что записывается в файл, передается по сети
 - Все, что получено из сети, можно прочитать из файла
 - Передача данных по сети скрыта от программиста
- Сокеты де-факто стандарт интерфейсов для транспортной подсистемы
 - COVOTI I (DOQUIOÙ DOQUIA)

Операции с сокетами

Операция	Назначение
Socket	Создать новый сокет
Bind	Связать сокет с IP-адресом и портом
Listen	Объявить о желании принимать соединения
Accept	Принять запрос на установку соединения
Connect	Установить соединение
Send	Отправить данные по сети
Receive	Получить данные из сети
Close	Закрыть соединение

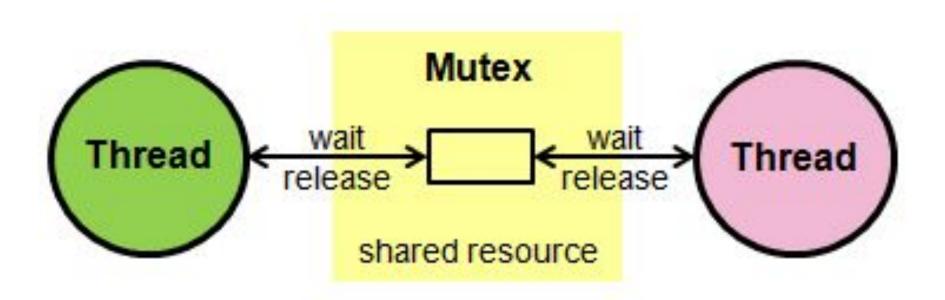
Сторонние средства IPC/RPC

- DCE/RPC (Distributed Computing Environment / Remote Procedure Calls) бинарный протокол на базе различных транспортных протоколов, в том числе TCP/IP и Named Pipes из протокола SMB/CIFS
- DCOM (Distributed Component Object Model или «Network OLE») объектно-ориентированное расширение DCE/RPC, позволяющее передавать ссылки на объекты и вызывать методы объектов через ссылки
- ZeroC ICE
- JSON-RPC— JavaScript Object Notation Remote Procedure Calls (текстовый протокол на базе HTTP)
 Спецификация RFC-4627
- .NET Remoting (бинарный протокол на базе ТСР, UDP, HTTP)

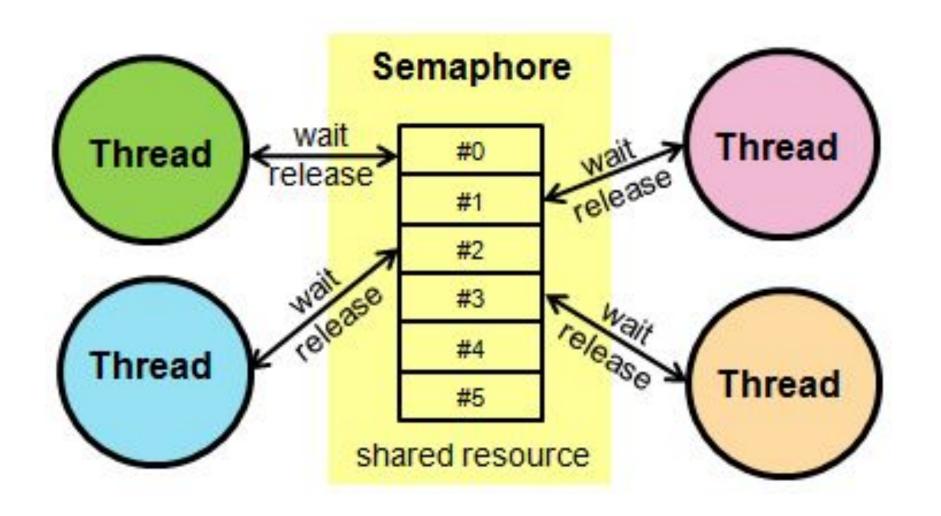
Механизмы синхронизации

- При работе с общей памятью из разных потоков или процессов необходимо использовать механизмы синхронизации.
- Мьютекс (Mutex = mutual exclusion) обеспечивает доступ только одного потока к критическому участку кода; остальные потоки ждут освобождения мьютекса, а потом получают монопольный доступ к критическому участку, в соответствии со своим приоритетом.
- Семафор атомарный счетчик, над которым можно выполнять две операции: уменьшение на 1 (захват) и увеличение на 1 (освобождение). При попытке уменьшения семафора, значение которого равно нулю, задача, запросившая данное действие, должна блокироваться до тех пор, пока не станет возможным уменьшение значения семафора до неотрицательного значения, то есть пока другой процесс не увеличит значение семафора.
- Барьер механизм синхронизации критических точек у группы задач. Задачи могут пройти через барьер только все сразу. Перед входом в критические точки задачи группы должны блокироваться, пока входа в критическую точку не достигнет последняя задача из группы. Как только все задачи окажутся

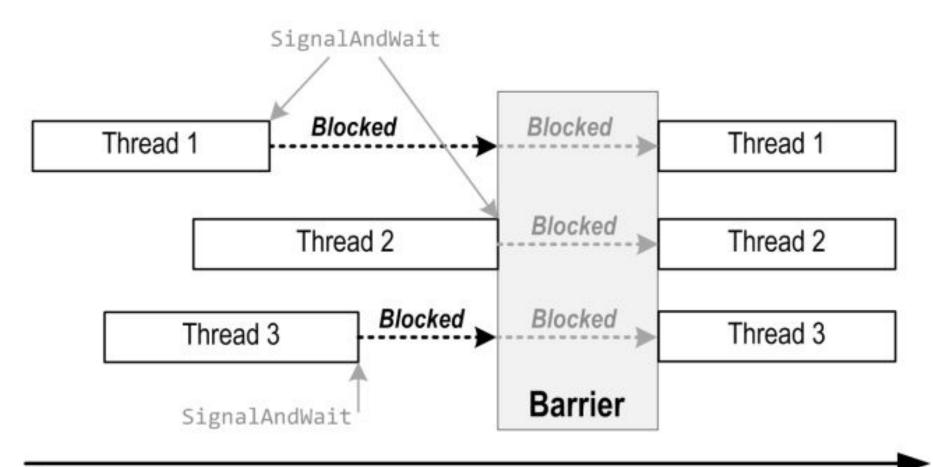
Mutex



Семафор



Барьер



Синхронизация в POSIX

Семафоры (#include <semaphore.h>) – для синхронизации процессов Неименованный: int sem_init(sem_t *sem, int pshared, unsigned value); Именованный: sem t *sem open(const char *name, int oflag, mode t mode, unsigned int value); /somename Работа с семафорами: int sem_wait(sem_t *sem); - Заблокировать семафор int sem trywait(sem t *sem); - Проверить семафор int sem post(sem t *sem); - разблокировать семафор int sem_close(sem_t *sem); - Закрыть именованный семафор int sem_destroy(sem_t *sem); - Закрыть неименованный семафор Мьютексы (#include <pthread.h>) – для синхронизации потоков Создание и удаление: int pthread mutex init(pthread mutex t *restrict mutex, const pthread mutexattr t *restrict attr); int pthread mutex destroy(pthread mutex t *mutex); Работа: int pthread_mutex_lock(pthread_mutex_t *mutex); int pthread_mutex_trylock(pthread_mutex_t *mutex); int pthread_mutex_unlock(pthread_mutex_t *mutex); УСЛОВНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ (condition variable) (#include <pthread.h>) - * ПОТОКОВ Создание\удаление: pthread cond init(), pthread cond destroy() Ожидание: pthread cond wait(), pthread cond timedwait() Сигнализирование: pthread cond signal(), pthread cond broadcast()

Синхронизация в Windows

- Для синхронизации процессов используются именованные примитивы:
 - □ Мьютексы:
 - HANDLE CreateMutex(LPSECURITY_ATTRIBUTES IpMutexAttributes, BOOL blnitialOwner, LPCTSTR IpName);
 - HANDLE OpenMutex(DWORD dwDesiredAccess, BOOL blnheritHandle, LPCTSTR lpName);
 - BOOL ReleaseMutex(HANDLE hMutex);
 - Семафоры:
 - HANDLE CreateSemaphore(LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSemaphoreAttributes, LONG lInitialCount, LONG IMaximumCount, LPCTSTR lpName);
 - HANDLE OpenSemaphore(DWORD dwDesiredAccess, BOOL blnheritHandle, LPCTSTR lpName);
 - BOOL ReleaseSemaphore(HANDLE hSemaphore, LONG | ReleaseCount, LPLONG | IpPreviousCount);
- Для синхронизации потоков можно использовать неименованные примитивы:
 - VOID InitializeCriticalSection(LPCRITICAL_SECTION lpCriticalSection);
 - VOID DeleteCriticalSection(LPCRITICAL_SECTION lpCriticalSection);
 - EnterCriticalSection(), TryEnterCriticalSection(), LeaveCriticalSection()
- Для ожидания мьютекса или семафора, а также реализации условной переменной нужно использовать:
 - DWORD WaitForSingleObject(HANDLE hHandle, DWORD dwMilliseconds);
 - DWORD WaitForMultipleObjects(DWORD nCount,CONST HANDLE *IpHandles, BOOL bWaitAll DWORD dwMilliseconds).

Таймеры

Принцип устройства таймера, работа с датой и временем

Таймеры ОС

- Аппаратные таймеры
 - □ ограниченное число таймеров
 - всего два программируемых события (будильника) на один таймер
 - ограниченная глубина счёта таймера
- Таймер в ОС это программный модуль
 - □ использует всего 1 аппаратный таймер (обычно, самый большой из доступных 32 бита)
 - □ ведёт список всех запланированных задач
 - □ ставит будильник на ближайшую задачу
 - по срабатыванию рассчитывает время до следующей задачи
 - переставляет будильник на следующую задачу
 - фиксирует моменты переполнения таймера и корректно их обрабатывает

Работа со временем в ОС

- Аппаратно время отсчитывается RTC (realtime clock)
 - В настольных компьютерах размещены на материнской плате
 - Микросхема счета
 - Кварцевый резонатор
 - Батарейка
- Любая ОС предоставляет функции для работы с датой
 - □ Обычно дата представлена в UNIX-time
 - количество секунд, прошедших с полуночи (00:00:00 UTC) 1 января 1970 года («эпоха Unix»)
- Любая ОС предоставляет функции для замораживания (ожидания таймера или события) потоков и процессов.
 - Исполнение замороженного процесса откладывается планировщиком до таймаута

Время в POSIX

```
Ожидание (#include <unistd.h>):
   unsigned sleep(unsigned seconds);
   int usleep(useconds_t useconds);
   #include <time.h>:
   int nanosleep(const struct timespec *req, struct timespec *rem);
Получить время:
   #include <time.h>: time t time(time t *tloc);
  #include <sys/time.h>:
   int gettimeofday(struct timeval *restrict tp, void *restrict tzp);
Работа с датой (#include <time.h>):
   struct tm *localtime(const time_t *timer);
   struct tm *gmtime(const time t *timer);
   size_t strftime(char *restrict s, size_t maxsize,
        const char *restrict format, const struct tm *restrict timeptr);
Огромное количество других функций, например clock_*
для работы с конкретными часами
```

Время в Windows

```
Ожидание:
  VOID Sleep(DWORD dwMilliseconds);
   DWORD SleepEx(DWORD dwMilliseconds, BOOL bAlertable);
Получить время:
  #include <time.h>: time_t time(time_t *tloc);
  GetSystemTimeAsFileTime:
union
    long long ns100; /* time since 1 Jan 1601 in 100ns units */
    FILETIME ft;
 } now;
GetSystemTimeAsFileTime( &(now.ft) );
ts.tv usec=(long)((now.ns100 / 10LL) % 1000000LL);
ts.tv sec= (long) ((now.ns100-(116444736000000000LL))/10000000LL);
Получить дату:
   VOID GetSystemTime(LPSYSTEMTIME lpSystemTime);
   VOID GetLocalTime(LPSYSTEMTIME lpSystemTime);
```

Кроссплатформенность в С/С++

Предопределенные макросы компиляторов, средства автоматизации сборки, функции библиотек Boost и QT для реализации IPC и работы со временем

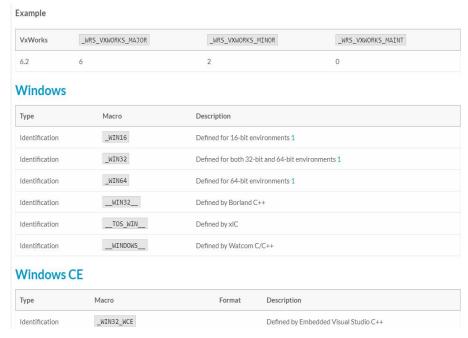
Макросы компиляторов

- Кроссплатформенный код на С/С++ обычно пишется с использованием макросов, определяющих ОС, компилятор, аппаратное обеспечение и т.п.
- Список предопределенных макросов: https://sourceforge.net/projects/predef/

```
// This one is for components in component libraries
    // You can avoid using it if you won't compile your components under Visual Studio
    // But it is strictly recommended for you to include this macros
   ##if defined ( MSC VER) && defined (RCE COMPONENT LIBRARY CODE)
        if defined (RCEComponentLibrary STATIC)
            define RCE COMPONENT EXPORT
        elif defined (RCEComponentLibrary EXPORTS)
            define RCE COMPONENT_EXPORT __declspec (dllexport)
            define RCE COMPONENT EXPORT declspec (dllimport)
       endif
    # define RCE COMPONENT EXPORT
    #endif
95
    // GNU compiler version

‡#if defined( GNUC )

        if defined ( GNUC PATCHLEVEL )
            define GNUC VERSION ( GNUC * 10000 \
                                    + GNUC MINOR * 100 \
                                   + GNUC PATCHLEVEL )
            define GNUC VERSION ( GNUC * 10000 \
                                   + GNUC MINOR * 100)
```



Автоматизация сборки

- Система автоматизации сборки решает множество задач разработки ПО:
 - □ Компиляция объектных модулей
 - Определение ОС или доступности тех или иных модулей
 - п Линковка объектных модулей в исполняемые файлы
 - Поиск зависимостей
 - □ Выполнение тестов
 - Развертывание системы в целевой среде
 - Автоматическое создание документации программиста, описание изменений
- Популярные системы автоматизации сборки:
 - Make (ТОЛЬКО POSIX СИСТЕМЫ)
 - SCons (https://scons.org/)
 - CMake (https://cmake.org/)
 - □ QMake (поставляется с QT)

Boost И QT





- Boost.Threads
- Boost.Process
- Boost.Interprocess
- Boost.Filesystem
- Boost.Date_Time

- QThread
- QProcess
- QSharedMemory,QTcpSocket,QTcpServer,...
- QFile
- QDateTime
- https://www.boost.org/doc/libs/1 78 0/?view=categorized
- https://doc.qt.io/qt-5/index.html

С++11 и С++17

- _ C++11:
 - std::thread ИЗ <thread>
 - std::mutex, std::recursive_mutex, std::condition_variable
 - std::shared_ptr
 - std::atomic<>
- _ C++17:
 - std::filesystem из boost::filesystem
- Далее:
 - 🛾 Возможно, появятся и сокеты 😌

Следующая лекция

Работа с сетью в ОС

- □ Принципы построения сетей, стек протоколов ТСР\IP
- Интерфейсы создания сетевых приложений в Windows и POSIX
- Особенность обмена бинарными данными, маршаллинг данных
- Средства RPC

Не переключайтесь...