Файловые системы

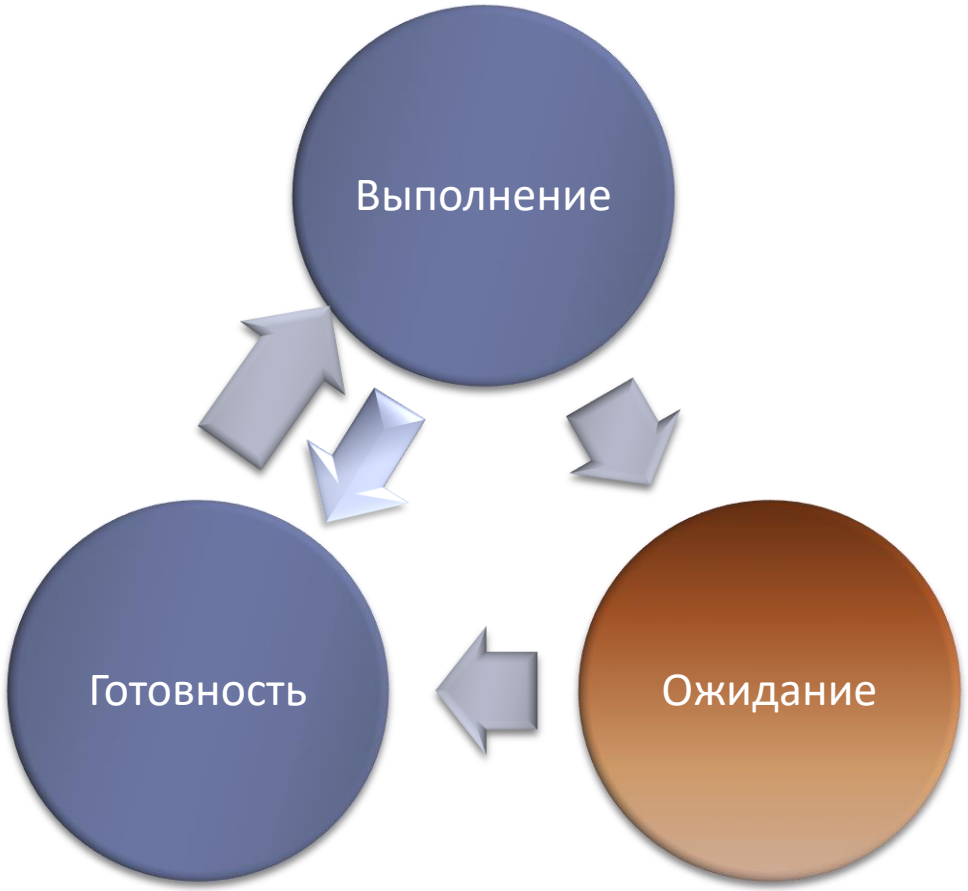
Работа с файлами в Windows API

Работа с файлами в Windows API

Асинхронный и синхронный файловый ввод-вывод

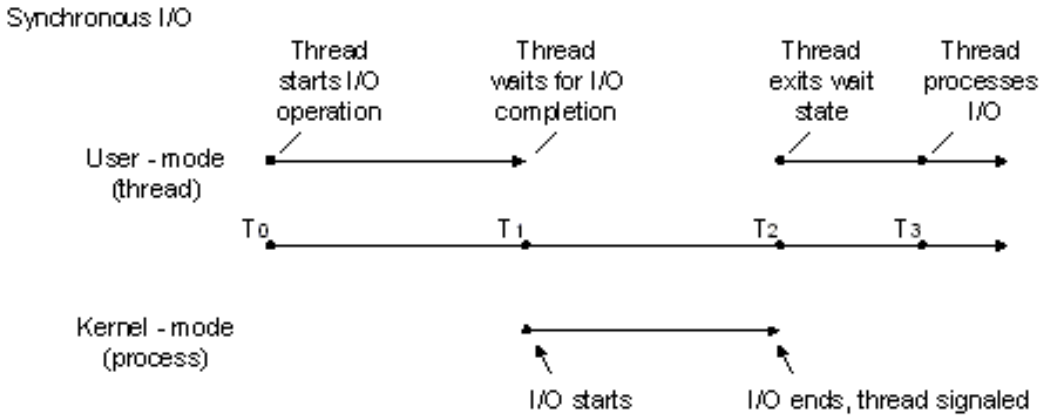
Синхронный и асинхронный ввод/вывод

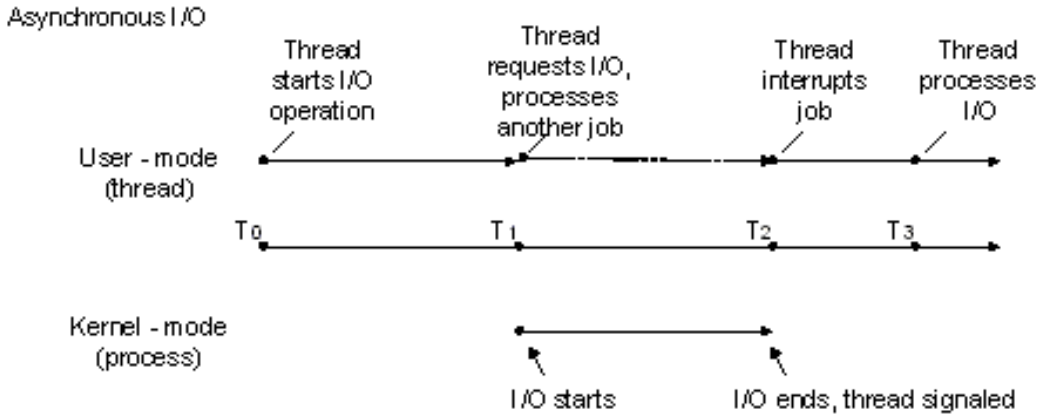
- При синхронной работе приложение, запустив операцию ввода вывода, переходит в состояние блокировки до ее окончания (т.е. ожидает завершения операции ввода вывода).
- При асинхронной работе прикладная программа, запустив операцию ввода вывода, не ожидает ее завершения, а продолжает исполняться.



Синхронный и асинхронный ввод/вывод

- При синхронной работе приложение, запустив операцию ввода вывода, переходит в состояние блокировки до ее окончания (т.е. ожидает завершения операции ввода вывода).
- При асинхронной работе прикладная программа, запустив операцию ввода вывода, не ожидает ее завершения, а продолжает исполняться.





Асинхронный ввод-вывод

- Для организации асинхронной работы с файлами необходимо при вызове функции *CreateFile ()* установить флаг FILE_FLAG_OVERLAPPED в параметре dwFlagsAndAttributes.
- После этого функции *ReadFile ()* и *WriteFile ()* будут работать асинхронно, т.е. только запускать операции ввода вывода и не ожидать их завершения.
- Структура данных OVERLAPPED, на которую указывает параметр *lpOverlapped,* должна оставаться допустимой для длительной операции чтения. Она не должна быть переменной, которая может выйти из области действия, пока происходит операция чтения файла.

Перекрывающийся асинхронный ввод-вывод

- Когда над одним файлом (или другим объектом ввода-вывода) одновременно выполняют несколько асинхронных операций ввода-вывода, то говорят, что это перекрывающийся ввод-вывод (Overlapped I/O).
- Использование перекрывающегося ввод-вывода позволяет увеличить производительность приложений.

Вопрос

- Какие проблемы с точки зрения реализации в операционной системе режима Overlapped I/O Вы видите?

Функции файлового ввода-вывода

```
BOOL ReadFile(
    HANDLE          hFile, // дескриптор файла
    LPVOID          lpBuffer, // адрес буфера
    DWORD           nNumberOfBytesToRead, // кол-во байт
    LPDWORD         lpNumberOfBytesRead, // адрес кол-во байт
    LPOVERLAPPED lpOverlapped // адрес OVERLAPPED
);

BOOL WriteFile(
    HANDLE          hFile, // дескриптор файла
    LPCVOID         lpBuffer, // адрес буфера
    DWORD           nNumberOfBytesToWrite, // кол-во байт
    LPDWORD         lpNumberOfBytesToWrite, // адрес кол-во байт
    LPOVERLAPPED lpOverlapped // адрес OVERLAPPED
);
```

Параметры функций файлового ввода-вывода

- hFile – дескриптор файла;
- lpBuffer – адрес буфера, в который будет производиться чтение/запись;
- nNumberOfBytes… – количество байт, которые необходимо прочитать/записать;
- lpNumberOfBytes… – адрес переменной, в которой будет размещено количество реально прочитанных/записанных байт;
- lpOverlapped – указатель на структуру OVERLAPPED, управляющую асинхронным вводом выводом.

Пример синхронного копирования файла

```
//Open files for input and output
inhandle = CreateFile("data", GENERIC_READ, 0, NULL, OPEN_EXlSTING, 0, NULL);
outhandle = CreateFile ("newf", GENERIC_WRITE, 0, NULL, CREATE_ALWAYS,
    FILE_ATTRIBUTE_NORMAL, NULL);

//Copy the file
do {
    s = ReadFile(inhandle, buffer, BUF_SIZE, &count, NULL);
    if (s && count > 0) WriteFile(outhandle, buffer, count, Socnt, NULL);
} while (s>0 && count>0);

//Close the files
CloseHandle (inhandle):
CloseHandle (outhandle);
```

Позиционирование указателя синхронного в/в

```
DWORD SetFilePointer(
    HANDLE hFile,                   // дескриптор файла
    LONG lDistanceToMove,           // смещение указателя
    PLONG lpDistanceToMoveHigh,     // указатель на старшую часть
                                    // 64-разрядного  смещения
    DWORD dwMoveMethod              // точка отсчета
);
```

- **FILE_BEGIN** – отсчет от начала файла;
- **FILE_CURRENT** – отсчет от текущей позиции файла;
- **FILE_END** – отсчет от конца файла.

Установка конца файла

```
BOOL SetEndOfFile(
   HANDLE hFile, // дескриптор файла
);
```

- Функция перемещает позицию метки конца файла (EOF) для заданного файла к текущую позицию его указателя.

Структура перекрывающегося асинхронного в/в

```
typedef struct _OVERLAPPED {
    DWORD Internal;     //Используется операционной системой.
                        //Хранит статус завершения операции.
    DWORD InternalHigh;         //Используется ОС.
                                //Хранит количество переданных байт.
    DWORD Offset;       //Позиция в файле, начиная с которой необходимо
                        //операцию чтения (записи).
    DWORD OffsetHigh;//Количество байт для передачи.
    HANDLE hEvent;      //Описатель события, которое произойдет при завершении
                        //операции чтения (записи).
} OVERLAPPED;
```

Вариант 1 организации асинхронного в/в

- Перед запуском операции асинхронного ввода-вывода необходимо создать объект «событие» и затем передать его дескриптор в функцию *ReadFile ()* или *WriteFile ()* в качестве элемента *hEvent* структуры OVERLAPPED.
- Позиция файла, начиная с которой производится операция ввода-вывода, должна быть установлена в членах *Offset* и *OffsetHigh* структуры OVERLAPPED.
- Программа, выполнив необходимые действия одновременно с операцией передачи данных, вызывает одну из функций ожидания, например, *WaitForSingleObject ()*, передавая ей в качестве параметра дескриптор события.
- Выполнение программы при этом приостанавливается до завершения операции ввода-вывода.

Функция *WaitForSingleObject*

DWORD WaitForSingleObject
(HANDLE hObject, DWORD dwMilliseconds);

- *hObject* – идентифицирует объект ядра, относительно которого будет выполняться синхронизация, в случае асинхронного ввода-вывода файла это обычно дескриптор объекта «событие»;
- *dwMilliseconds* – указывает, сколько времени (в миллисекундах) поток готов ждать синхронизации:
  - значение «0» – функция просто проверит состояние объекта синхронизации;
  - значение INFINITE (-1) – ожидание будет «вечным», пока объект синхронизации не сработает.

Функция *WaitForSingleObject*

- Функция *WaitForSingleObject ()* возвращает одно из следующих значений:
  - WAIT_OBJECT_0 – синхронизация была выполнена;
  - WAIT_TIMEOUT – функция была завершена по тайм-ауту, синхронизация не выполнена;
  - WAIT_ABANDONED – для объекта типа «событие» не используется (используется для «семафоров» и «мьютексов»);
  - WAIT_FAILED – функция завершилась с ошибкой.

Проверка завершения асинхронного в/в

- Проверить статус незавершенной операции асинхронного ввода-вывода можно используя макрос

```
BOOL HasOverlappedIoCompleted
(LPOVERLAPPED lpOverlapped);
```

- #define HasOverlappedIoCompleted (lpOverlapped)
  ((lpOverlapped)->Internal != STATUS_PENDING)

Вариант 2 организации асинхронного в/в

- Событие не создается. В качестве объекта ожидания выступает сам файл. Его дескриптор передается в функцию *WaitForSingleObject ()*.
- Этот метод прост и корректен, но не позволяет производить параллельно несколько операций ввода-вывода с одним и тем же файлом, т.е. не поддерживает перекрывающийся ввод-вывод.

Вариант 3 организации асинхронного в/в

- «Тревожный» (allertable) асинхронный ввод-вывод предполагает использование функций *ReadFileEx ()* и *WriteFileEx ()*. В качестве дополнительного параметра в эти функции передается адрес функции завершения (APC –asynchronous procedure call), которая будет вызываться всякий раз при завершении операции ввода-вывода.
- Существенно, что эти функции завершения выполняются в том же самом потоке что и функции файлового ввода/вывода. Это значит, что поток, запустивший операции чтения/записи должен приостановить себя, например, с помощью функций *Sleep ()* и *SleepEx ()*, и предоставить возможность выполнения функции завершения.

Функции *ReadFileEx* и *WriteFileEx*

- BOOL ReadFileEx(
  HANDLE hFile, LPVOID lpBuffer,
  DWORD nNumberOfBytesToRead,
  LPOVERLAPPED lpOverlapped, LPOVERLAPPED_COMPLETION_ROUTINE lpcr
)

- BOOL WriteFileEx(
  HANDLE hFile, LPVOID lpBuffer,
  DWORD nNumberOfBytesToWrite,
  LPOVERLAPPED lpOverlapped, LPOVERLAPPED_COMPLETION_ROUTINE lpcr
)

Особенности тревожного асинхронного ввода-вывода

- Структура данных OVERLAPPED, на которую, указывает параметр *lpOverlapped* должна оставаться допустимой для длительной операции чтения. Она не должна быть переменной, которая может выйти из области действия, пока происходит операция чтения файла.
- Функции *ReadFileEx ()* и *WriteFileEx ()* игнорируют поле *hEvent* структуры OVERLAPPED.

Функция завершения

VOID CALLBACK FileIOCompletionRoutine
(DWORD dwErrorCode,
DWORD dwNumberOfBytesTransfered,
LPOVERLAPPED *lpOverlapped*);

- *dwErrorCode* – состояние завершения ввода-вывода, значения параметра ограничены 0 (успешное завершение) и ERROR_HANDLE_EOF (при попытке выполнить чтение с выходом за пределы файла);
- *dwNumberOfBytesTransfered* – переданное число байтов;
- *lpOverlapped* – структура, которая использовалась завершившимся вызовом *ReadFileEx ()* или *WriteFileEx ()*.

Функция *Sleep*

VOID Sleep (DWORD dwMilliseconds);

- Функция приостанавливает поток на *dwMilliseconds* миллисекунд.
- Особенности выполнения функции *Sleep ()*:
  - поток добровольно отказывается от остатка кванта времени;
  - система приостанавливает поток на период, ***примерно*** равный заданному;
  - Вы можете вообще запретить планировать поток, передав в качестве *dwMilliseconds* значение INFINITE (-1);
  - Вы можете вызвать *Sleep* и передать в качестве *dwMilliseconds* ноль. В этом случае поток будет вытеснен с процессора и помещен в очередь ожидания. Однако поток снова будет запущен, если нет других готовых потоков с тем же приоритетом.

Функция *SleepEx*

DWORD SleepEx
(DWORD dwMilliseconds, BOOL bAlertable);

- Функция приостанавливает выполнения потока до наступления события ввода/вывода или на время.
- Отличия выполнения от функции *Sleep ()*:
  - если параметр ***bAlertable = FALSE***, то функция ведет себя аналогично *Sleep ()*;
  - если параметр ***bAlertable = TRUE***, и этот поток переходит в ожидание оповещения и может продолжить выполнение после срабатывания вызова APC или истечение времени блокировки;
  - функция возвращает значение **WAIT_IO_COMPLETION**, если завершение произошло в результате срабатывания вызова APC.

Асинхронные вызовы процедур

- Главный поток указывает APC-функцию данной целевого потока путем помещения объекта APC в очередь APC данного потока (функция *QueueUserAPC()*). В очередь могут быть помещены несколько APC.
- Целевой поток переходит в состояние дежурного ожидания (alertable wait state), обеспечивающее возможность безопасного выполнения потоком APC.
- Целевой поток, находящийся в состоянии ожидания, выполняет все APC, находящиеся в очереди.

- **Примечание:** Порядок первых двух шагов не важен, поэтому о возникновении «гонок» можно не беспокоиться.

Функция *QueueUserAPC*

- Текущий поток помещает APC в очередь целевого потока с помощью функции:

```
DWORD QueueUserAPC(
   PAPCFUNC pfnAPC, //  указатель на APC-функцию
   HANDLE hThread, // дескриптор целевого потока
   ULONG_PTR dwData // передаваемое APC-функции значение
);
```

- В случае успешного завершения функция возвращает – ненулевое значение, иначе – ноль.