

Понятие потоков ввода/вывода

- Поток ввода/вывода (I/O Stream) называется произвольный источник или приемник, который способен генерировать либо получать некоторые данные
- Все потоки ведут себя одинаковым образом, хотя физические устройства, с которыми они связаны, могут сильно различаться
- Реализация конкретным потоком низкоуровневого способа приема/передачи информации скрыта от программиста

Подсистема ввода/вывода Java

- Основная подсистема ввода/вывода Java представлена пакетом **java.io**
- В JDK 1.4 появился пакет **java.nio**, представляющий новую систему ввода/вывода.
- В основе java.io лежат 4 абстрактных класса:
 - **InputStream, OutputStream** – для байтовых потоков. Их называют потоками ввода и вывода
 - **Reader и Writer** – для символьных потоков. Их называют потоками чтения и записи.

Класс `InputStream`

- Абстрактный класс **`InputStream`** предоставляет минимальный набор методов для работы с входным потоком **байтов**:
 - **`int available()`** - Возвращает количество еще доступных байт потока
 - **`int read()`** - Возвращает очередной байт. Значения от 0 до 255. Если чтение невозможно, возвращает -1
 - **`int read(byte[] buf, int offset, int count)`** - Вводит байты в массив. Возвращает количество реально введенных байтов
 - **`long skip(long n)`** - Пропускает n байтов потока
 - **`void close()`** - Закрывает поток и освобождает занятые системные ресурсы

Потомки класса InputStream

- **ObjectInputStream** - поток объектов. Создается при сохранении объектов системными средствами
- **SequenceInputStream** - последовательное соединение нескольких ВХОДНЫХ ПОТОКОВ
- **ByteArrayInputStream** - использует массив байтов как источник данных
- **PipedInputStream** - совместно с PipedOutputStream обеспечивает обмен данными между двумя потоками выполнения
- **FileInputStream** - обеспечивает чтение из файла
- **StringBufferInputStream** - использует изменяемую строку StringBuffer как источник данных
- **FilterInputStream** - абстрактный класс надстройки над классом InputStream

Механизм надстраивания

- В Java при работе с потоками ввода-вывода возможен такой механизм, когда один поток использует в качестве источника данных другой поток
- В случае `InputStream` этот механизм реализован с помощью класса `FilterInputStream`.
- `FilterInputStream` агрегирует в себе `InputStream`, и все свои методы делегирует этому внутреннему объекту
- В отличие от наследования надстраивание не ведет к появлению большого числа библиотечных классов. Так если мы имеем классы A_1, A_2, \dots, A_n и хотим комбинировать их свойства путем наследования, мы вынуждены создать порядка $n * n$ новых классов. Если делать то же путем надстраивания, понадобится всего n новых классов
- В `java.io` имеется несколько потомков `FilterInputStream`:
 - `PushBackInputStream`
 - `BufferedInputStream`
 - `DataInputStream`

Класс `OutputStream`

- Абстрактный класс `OutputStream` предоставляет минимальный набор методов для работы с выходным потоком **байтов**
 - **`void write(int b)`** - Абстрактный метод записи в поток одного байта
 - **`void write(byte[] buf, int offset, int count)`** - Запись в поток массива байтов или его части
 - **`void flush()`** - Форсированная выгрузка буфера для буферизированных потоков. Если получателем служит другой поток, его буфер тоже сбрасывается
 - **`void close()`** - Закрытие потока и высвобождение системных ресурсов

Потомки класса OutputStream

- **ObjectOutputStream** - поток двоичных представлений объектов. Создается при сериализации
- **ByteArrayOutputStream** - использует массив байтов как приемник данных
- **PipedOutputStream** - вместе с PipedInputStream составляет пару потоков для обмена данными между потоками выполнения (threads)
- **FileOutputStream** - поток для записи в файл
- **FilterOutputStream** - абстрактный класс надстройки

Надстройки над OutputStream

- Надстройки над OutputStream являются наследниками **FilterOutputStream**
 - **PrintOutputStream** – добавляет возможность преобразования простых типов данных в последовательность байтов. Делает это при помощи перегруженного метода `print()`, который преобразует и помещает их в выходной поток. Метод `print()` никогда не возбуждает исключение `IOException`, а записывает ошибки во внутренние переменные, которые проверяет метод `checkError()`.
 - **BufferedOutputStream** – буферизированный выходной поток. Ускоряет вывод.
 - **DataOutputStream** - поток для вывода значений простых типов. Имеет такие методы как `writeBoolean()`, `writeInt()`, `writeLong()`, `writeFloat()` и т.п.

Буферизированный ввод/вывод

```
public class FileCopy {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(new FileInputStream("erste.jpg"));
            BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(new FileOutputStream("zweite.jpg"));

            int c = 0;
            while (true) {
                c = bis.read();
                if (c != -1)
                    bos.write(c);
                else
                    break;
            }
            bis.close();
            bos.flush(); //освобождаем буфер (принудительно записываем содержимое буфера в файл)
            bos.close(); //закрываем поток записи (обязательно!)
        }
        catch (java.io.IOException e) {
            System.out.println(e.toString());
        }
    }
}
```

Символьные потоки

- Для работы с символьными потоками в Java существуют два базовых класса – **Reader** и **Writer**
- **Reader** содержит абстрактные методы `read(...)` и `close()`. Дополнительные методы объявлены в потомках этого класса
- **Writer** содержит абстрактные методы `write(...)`, `flush()` и `close()`

Некоторые потомки класса `Writer`

- `BufferedWriter` - буферизированный выводной поток. Размер буфера можно менять, хотя размер, принятый по умолчанию, пригоден для большинства задач.
- `CharArrayWriter` - позволяет выводить символы в массив как в поток.
- `StringWriter` - позволяет выводить символы в изменяемую строку как в поток.
- `PrintWriter` - поток, снабженный операторами `print()` и `println()`.
- `PipedWriter` - средство межпоточного общения.
- `OutputStreamWriter` – мост между классом `OutputStream` и классом `Writer`. Символы, записанные в этот поток, превращаются в байты. При этом можно выбирать способ кодирования символов.
- `FileWriter` - поток для записи символов в файл.
- `FilterWriter` – служит для быстрого создания пользовательских надстроек

Потомки класса Reader

- **BufferedReader** - буферизированный вводный поток символов
- **CharArrayReader** - позволяет читать символы из массива как из потока.
- **StringReader** - то же из строки
- **PipedReader** - парный поток к **PipedWriter**
- **InputStreamReader** – при помощи методов класса Reader читает байты из потока **InputStream** и превращает их в символы. В процессе превращения использует разные системы кодирования
- **FileReader** - поток для чтения символов из файла
- **FilterReader** – служит для создания надстроек

Пример программы

- Вводить строки с клавиатуры и записывать их в файл на диске.

```
try {
    // Создаем буферизованный символьный входной поток
    BufferedReader in = new BufferedReader(
        new InputStreamReader(System.in));
    // Используем класс PrintWriter для вывода
    PrintWriter out = new PrintWriter (new FileWriter("data.txt"));
    // Записываем строки, пока не введем строку "stop"
    while (true) {
        String s = in.readLine();
        if (s.equals("stop"))
            break;
        out.println(s);
    }
    out.close();
} catch (IOException ex) {
    // Обработать исключение
}
```

Класс `RandomAccessFile`

- `RandomAccessFile` применяется для работы с файлами произвольного доступа.
- Для перемещения по файлу в `RandomAccessFile` применяется метод `seek()`.
- `RandomAccessFile` не участвует в рассмотренной выше иерархии, но реализует интерфейсы `DataInput` и `DataOutput` (те же, что реализованы классами `InputStream` и `OutputStream`).

Пример работы с RandomAccessFile

- Создать файл прямого доступа, выполнить запись в файл и чтение из файла

```
RandomAccessFile rf = new RandomAccessFile("rtest.dat", "rw");
// Записать в файл 10 чисел и закрыть файл
for(int i = 0; i < 10; i++)
    rf.writeDouble(i * 1.414);
rf.close();
// Открыть файл, записать в него еще одно число и снова закрыть
rf = new RandomAccessFile("rtest.dat", "rw");
rf.seek(5 * 8);
rf.writeDouble(47.0001);
rf.close();
// Открыть файл с возможностью только чтения "r"
rf = new RandomAccessFile("rtest.dat", "r");
// Прочитать 10 чисел и показать их на экране
for(int i = 0; i < 10; i++)
    System.out.println("Value " + i + ": " + rf.readDouble());
rf.close();
```

Класс File

- Класс **File** предназначен для работы с элементами файловой системы – каталогами и файлами
- Каждый объект File представляет абстрактный файл или каталог, возможно и не существующий
- **Абстрактный путь**, который включает в себе объект File, состоит из не обязательного системно-зависимого префикса и последовательности имен
 - **Префикс** выглядит по-разному в различных операционных системах: символ устройства "C:", "D:" в системе Windows, символ корневого каталога "/" в системе UNIX, символы "\\\" в UNC и т.д.
 - Каждое **имя последовательности** является именем каталога, а последнее имя может быть именем каталога или файла
- Путь может быть абсолютным или относительным

Конструкторы класса File

- **File(String filePath)**, где filePath – имя файла на диске
- **File(String dirPath, String filePath)**, здесь параметры dirPath и filePath вместе задают то же, что один параметр в предыдущем конструкторе
- **File(File dirObj, String fileName)**, вместо имени каталога выступает другой объект File
- Объект File является неизменяемым объектом !

Каталоги

- Каталог – это особый файл, который содержит в себе список других файлов и каталогов
- Для каталога метод `isDirectory()` возвращает `true`
- Метод `File[] listFiles()` возвращает список подкаталогов и файлов данного каталога
- **Пример:** получить массив файлов и каталогов, которые находятся в рабочем (или текущем) каталоге

```
File path = new File(".");  
File[] list = path.listFiles();  
for(int i = 0; i < list.length; i++)  
    System.out.println(list[i].getName());
```

Фильтры (интерфейс `FileFilter`)

- Интерфейс `FileFilter` применяется для проверки, подпадает ли объект `File` под некоторое условие
- Метод `boolean accept(File file)` возвращает истину, если аргумент удовлетворяет условию
- Метода `listFiles(FileFilter filter)` класса `File` принимает в качестве аргумента объект `FileFilter` и возвращает уже профильтрованный массив из объектов

Пример работы с фильтрами

- Выбрать из текущего каталога лишь те файлы, которые содержат в своем последнем имени буквосочетание, заданное в командной строке

```
public static void main(final String[] args) {
    File path = new File(".");

    // Получить массив объектов
    File[] list = path.listFiles(new FileFilter() {
        public boolean accept(File file) {
            String f = file.getName();
            return f.indexOf(args[0]) != -1;
        }
    });
    // Напечатать имена файлов
    for(int i = 0; i < list.length; i++) {
        System.out.println(list[i].getName());
    }
}
```

НОВЫЙ ВВОД/ВЫВОД

- Библиотека нового ввода-вывода появилась в версии **JDK 1.4**
- Ее цель – **увеличение производительности и обеспечения безопасности** при одновременном конкурентном доступе к данным из нескольких потоков.
- Основными понятиями нового ввода/вывода являются
 - **Канал** (Channel)
 - **Буфер** (Buffer)
- При работе с каналом прямого взаимодействия с ним нет. Приложение "посылает" буфер в канал, который затем либо извлекает данные из буфера, либо помещает их в него

- **Буфер** представляет собой контейнер для данных простых типов, таких как `byte`, `int`, `float` и др. кроме `boolean`
- Кроме собственно данных, буфер имеет
 - текущую позицию
 - лимит
 - емкость
- Операции над буфером можно поделить на
 - **абсолютные** - считывают или записывают один или несколько элементов начиная с текущей позиции и увеличивают или уменьшают текущую позицию на количество прочитанных элементов
 - **относительные** - производятся начиная с указанного индекса и не изменяют текущей позиции

Методы класса Buffer

- **clear()** – подготавливает буфер для операции записи в него данных. Он устанавливает лимит равным емкости и позицию равной нулю. Таким образом, при чтении данных из канала и записи их в буфер, они будут туда помещаться с начальной позиции до тех пор, пока буфер не будет полностью заполнен.
- **flip()** – подготавливает буфер для чтения из него данных. Он устанавливает лимит равным текущей позиции и после этого устанавливает позицию равной нулю. Таким образом, при записи данных в канал они будут считываться из буфера начиная с начала до того места, до которого он был заполнен
- **rewind()** – подготавливает буфер для повторного прочтения данных. Он не изменяет лимит и устанавливает позицию равной нулю

Файловый канал

- **Канал** представляет собой открытое соединение к некоторой сущности, такой как, например, аппаратное устройство, файл, сетевой сокет или программный компонент, которая может производить операции ввода/вывода
- Класс **FileChannel** позволяет организовать канал доступа к файлу
- Для получения файлового канала служат метод **getChannel()** классов **FileInputStream**, **FileOutputStream** и **RandomAccessFile**

Работа с FileChannel

- Файловый канал имеет свою позицию, которая устанавливается методом `position(long)`
- Методы `read(ByteBuffer)` и `read(ByteBuffer, int)` служат для чтения данных из канала в переданный буфер с текущей позиции (относительно) или с указанной позиции (абсолютно) соответственно
- Аналогично используются методы `write(...)`
- Для блокировки файла или его части используются методы `lock(...)`. Их использование гарантирует то, что файл, к которому осуществляется доступ, будет блокирован для других процессов

Пример работы с FileChannel

```
public class GetChannel {
    private static final int BSIZE = 1024;

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        // Запись в файл:
        FileChannel fc = new FileOutputStream("data.txt").getChannel();
        fc.write(ByteBuffer.wrap("Немного текста ".getBytes()));
        fc.close();
        // Добавление в конец файла:
        fc = new RandomAccessFile("data.txt", "rw").getChannel();
        fc.position(fc.size()); // Переходим в конец
        fc.write(ByteBuffer.wrap("Еще немного".getBytes()));
        fc.close();
        // Чтение файла:
        fc = new FileInputStream("data.txt").getChannel();
        ByteBuffer buff = ByteBuffer.allocate(BSIZE);
        fc.read(buff);
        buff.flip();
        while(buff.hasRemaining())
            System.out.print((char)buff.get());
    }
}
```

Копирование файлов с использованием FileChannel

```
public class ChannelCopy {
    private static final int BSIZE = 1024;
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        if(args.length != 2) {
            System.out.println("параметры: ФайлИсточник  
ФайлПолучатель");
            System.exit(1);
        }
        FileChannel in = new FileInputStream(args[0]).getChannel(), out =
            new FileOutputStream(args[1]).getChannel();
        ByteBuffer buffer = ByteBuffer.allocate(BSIZE);
        while(in.read(buffer) != -1) {
            buffer.flip(); // Подготовим для записи
            out.write(buffer);
            buffer.clear(); // Подготовим для чтения
        }
    }
}
```

Сериализация

- Сериализация позволяет превратить объект в поток байтов, чтобы, когда понадобится, полностью восстановить объект из потока
- Сериализация необходима для
 - сохранения объектов в постоянной памяти,
 - транспортировки параметров при удаленном вызове методов (RMI - Remote Methods Invocation),
 - сохранения на диске компонентов JavaBeans

Интерфейс Serializable

- Чтобы обладать способностью к сериализации, класс должен реализовать интерфейс-метку **Serializable**
- Интерфейс **Serializable** не содержит никаких методов. Он просто служит индикатором того, что класс может быть сериализован
- Для того, чтобы значения полей объекта могли быть восстановлены в процессе **десериализации**, к ним должен быть доступ посредством стандартного **конструктора без параметров**, который, в принципе, может не содержать никакого кода

```
public class MyClass implements Serializable{  
    ...  
}
```

Запись-чтение объектов

- Сериализованные объекты можно записывать и считывать при помощи классов `ObjectOutputStream` и `ObjectInputStream`.
- Они также реализуют интерфейсы `DataInput` / `DataOutput`, что дает возможность записывать в поток не только объекты, но и простые типы данных.
- `wirteObject(Object obj)` – запись объекта (класс `ObjectOutputStream`)
- `Object readObject()` – чтение объекта (класс `ObjectInputStream`).
Метод `readObject` может также генерировать `java.lang.ClassNotFoundException`
- При десериализации объекта, он возвращается в виде объекта класса `Object` - верхнего класса всей иерархии классов Java. Для того, чтобы использовать десериализованный класс, необходимо произвести явное преобразование его к необходимому типу

Пример сериализации объектов

```
public class Point implements java.io.Serializable {
    private int x=0, y = 0;
    public Point() {}
    public Point(int x, int y) {
        this.x = x; this.y = y;
    }
    public String toString() { return "("+x+", "+y+")"; }
}

// Сериализация
java.io.ObjectOutputStream ois = new java.io.ObjectOutputStream(new
    java.io.FileOutputStream("state.bin"));
ois.writeDouble(3.14159265D);
ois.writeObject("The value of PI");
ois.writeObject(new Point(10,253)); //запись объекта класса Point
ois.flush();
ois.close();

// Десериализация
java.io.ObjectInputStream ois = new java.io.ObjectInputStream(new
    java.io.FileInputStream("state.bin"));
System.out.println("Double: " + ois.readDouble());
System.out.println("String: " + ois.readObject().toString());
System.out.println("Point: " + (Point) ois.readObject());
ois.close();
```

Архивирование

- Библиотека ввода/вывода Java содержит классы, поддерживающие чтение и запись потоков в компрессированном формате
- Эти классы являются оберткой для существующих классов ввода/вывода для обеспечения возможности компрессирования
- Они являются частью иерархии `InputStream` и `OutputStream`

Классы для работы с архивами

- **DeflaterOutputStream** – базовый класс для классов компрессии
- **InflaterInputStream** – базовый класс для классов декомпрессии.
- **ZipOutputStream** - **DeflaterOutputStream**, который компрессирует данные в файл формата Zip.
- **ZipInputStream** - **InflaterInputStream**, который декомпрессирует данные, хранящиеся в файле формата Zip.
- **GZIPOutputStream** – **DeflaterOutputStream**, который компрессирует данные в файл формата GZIP.
- **GZIPInputStream** – **InflaterInputStream**, который декомпрессирует данные, хранящиеся в файле формата GZIP

Работа с ZipOutputStream

```
ZipOutputStream out = new ZipOutputStream(new  
FileOutputStream("archive.zip"));  
pack("111.txt", out);  
pack("222.txt", out);  
out.close();
```

```
// Упаковывает файл по имени fin  
static void pack(String fin, ZipOutputStream out) throws IOException {  
    // Открыть вводной файл  
    FileInputStream in = new FileInputStream(fin);  
    // Создать вход  
    out.putNextEntry(new ZipEntry(fin));  
    // Выполнить сжатие  
    int c;  
    while((c = in.read()) != -1)  
        out.write(c);  
    in.close();  
}
```

Работа с ZipInputStream

```
ZipInputStream in = new ZipInputStream(new BufferedInputStream(  
    new FileInputStream("111.zip")));
```

```
ZipEntry entry;  
while ((entry = in.getNextEntry()) != null) {  
    unpack(in, entry.getName());  
}
```

```
static void unpack(ZipInputStream in, String fout) throws IOException {  
    // Создать выходной поток  
    BufferedOutputStream out = new BufferedOutputStream(  
        new FileOutputStream(fout));  
  
    int c;  
    while((c = in.read()) != -1) {  
        out.write(c);  
    }  
    out.close();  
}
```