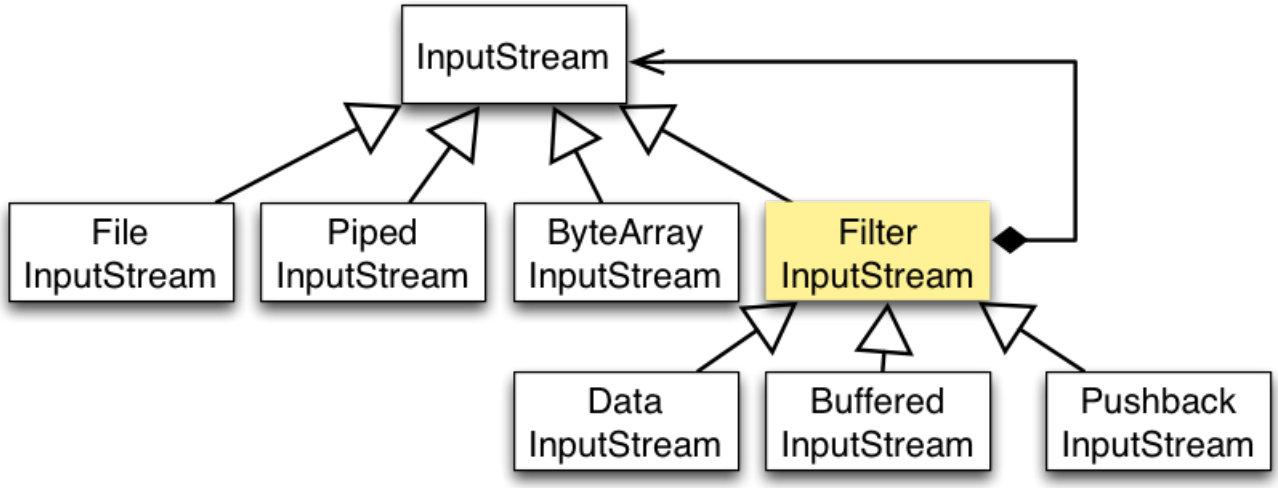
Java IO - 源码: InputStream

主要从JDK源码角度分析InputStream。

InputStream 类实现关系



InputStream 抽象类

InputStream 类

```
public abstract int read()
// 读取数据

public int read(byte b[])
// 将读取到的数据放在 byte 数组中，该方法实际上是根据下面的方法实现的，off 为 0，len 为数组的长度

public int read(byte b[], int off, int len)
// 从第 off 位置读取 len 长度字节的数据放到 byte 数组中，流是以 -1 来判断是否读取结束的

public long skip(long n)
// 跳过指定个数的字节不读取，想想看电影跳过片头片尾

public int available()
// 返回可读的字节数量

public void close()
// 读取完，关闭流，释放资源

public synchronized void mark(int readlimit)
// 标记读取位置，下次还可以从这里开始读取，使用前要看当前流是否支持，可以使用 markSupport() 方法判断
```

```
public synchronized void reset()
// 重置读取位置为上次 mark 标记的位置

public boolean markSupported()
// 判断当前流是否支持标记流，和上面两个方法配套使用
```

源码实现

InputStream

```
public abstract class InputStream implements Closeable {
    private static final int SKIP_BUFFER_SIZE = 2048;  //用于skip方法，和skipBuffer相关
    private static byte[] skipBuffer;    // skipBuffer is initialized in skip(long), if needed.

    //从输入流中读取下一个字节，
    //正常返回0-255，到达文件的末尾返回-1
    //在流中还有数据，但是没有读到时该方法会阻塞(block)
    //Java IO和New IO的区别就是阻塞流和非阻塞流
    //抽象方法！不同的子类不同的实现！
    public abstract int read() throws IOException;

    //将流中的数据读入放在byte数组的第off个位置先后的len个位置中
    //返回值为放入字节的个数。
    //这个方法在利用抽象方法read，某种意义上简单的Templete模式。
    public int read(byte b[], int off, int len) throws IOException {
        //检查输入是否正常。一般情况下，检查输入是方法设计的第一步
        if (b == null) {
            throw new NullPointerException();
        } else if (off < 0 || len < 0 || len > b.length - off) {
             throw new IndexOutOfBoundsException();
        } else if (len == 0) {
             return 0;
        }
        //读取下一个字节
        int c = read();
        //到达文件的末端返回-1
        if (c == -1) {    return -1;   }
        //返回的字节downcast
        b[off] = (byte)c;
        //已经读取了一个字节
        int i = 1;
        try {
            //最多读取len个字节，所以要循环len次
            for (; i < len ; i++) {
                //每次循环从流中读取一个字节
                //由于read方法阻塞，
                //所以read(byte[],int,int)也会阻塞
                c = read();
                //到达末尾，理所当然返回-1
                if (c == -1) {            break;           }
                //读到就放入byte数组中
                b[off + i] = (byte)c;
            }
        } catch (IOException ee) {     }
        return i;
    }
```

```
     //利用上面的方法read(byte[] b)
    public int read(byte b[]) throws IOException {
        return read(b, 0, b.length);
     }
    //方法内部使用的、表示要跳过的字节数目，
     public long skip(long n) throws IOException {
        long remaining = n;
        int nr;
        if (skipBuffer == null)
        //初始化一个跳转的缓存
        skipBuffer = new byte[SKIP_BUFFER_SIZE];
        //本地化的跳转缓存
        byte[] localSkipBuffer = skipBuffer;
        //检查输入参数，应该放在方法的开始
        if (n <= 0) {    return 0;      }
        //一共要跳过n个，每次跳过部分，循环
        while (remaining > 0) {
            nr = read(localSkipBuffer, 0, (int) Math.min(SKIP_BUFFER_SIZE, remaining));
            //利用上面的read(byte[],int,int)方法尽量读取n个字节
            //读到流的末端，则返回
            if (nr < 0) {  break;    }
            //没有完全读到需要的，则继续循环
            remaining -= nr;
        }
        return n - remaining;//返回时要么全部读完，要么因为到达文件末端，读取了部分
    }
    //查询流中还有多少可以读取的字节
    //该方法不会block。在java中抽象类方法的实现一般有以下几种方式:
    //1.抛出异常(java.util)；2.“弱”实现。像上面这种。子类在必要的时候覆盖它。
    //3.“空”实现。
    public int available() throws IOException {
        return 0;
    }
    //关闭当前流、同时释放与此流相关的资源
    //关闭当前流、同时释放与此流相关的资源
    public void close() throws IOException {}
    //markSupport可以查询当前流是否支持mark
    public synchronized void mark(int readlimit) {}
    //对mark过的流进行复位。只有当流支持mark时才可以使用此方法。
    public synchronized void reset() throws IOException {

                    throw new IOException("mark/reset not supported");

}
    //查询是否支持mark
    //绝大部分不支持，因此提供默认实现，返回false。子类有需要可以覆盖。
    public boolean markSupported() {
        return false;
    }
}
```

FilterInputStream

```
public class FilterInputStream extends InputStream {
    //装饰器的代码特征：被装饰的对象一般是装饰器的成员变量
    protected volatile InputStream in; //将要被装饰的字节输入流
    protected FilterInputStream(InputStream in) {   //通过构造方法传入此被装饰的流
        this.in = in;
     }
    //下面这些方法，完成最小的装饰——0装饰，只是调用被装饰流的方法而已
    public int read() throws IOException {
        return in.read();
    }
    public int read(byte b[]) throws IOException {
        return read(b, 0, b.length);
     }
    public int read(byte b[], int off, int len) throws IOException {
        return in.read(b, off, len);
     }
    public long skip(long n) throws IOException {
        return in.skip(n);
    }
    public int available() throws IOException {
        return in.available();
    }
    public void close() throws IOException {
        in.close();
    }
    public synchronized void mark(int readlimit) {
        in.mark(readlimit);
     }
    public synchronized void reset() throws IOException {
        in.reset();
    }
    public boolean markSupported() {
        return in.markSupported();
    }
}
```

ByteArrayInputStream

```
public class ByteArrayInputStream extends InputStream {
    protected byte buf[];                   //内部的buffer，一般通过构造器输入
    protected int pos;                      //当前位置的cursor。从0至byte数组的长度。
    //byte[pos]就是read方法读取的字节
    protected int mark = 0;             //mark的位置。
    protected int count;                //流中字节的数目。

    //构造器，从一个byte[]创建一个ByteArrayInputStream
     public ByteArrayInputStream(byte buf[]) {
        //初始化流中的各个成员变量
        this.buf = buf;
        this.pos = 0;
        this.count = buf.length;
     }
    //构造器
     public ByteArrayInputStream(byte buf[], int offset, int length) {
```

```
        this.buf = buf;
        this.pos = offset; //与上面不同
        this.count = Math.min(offset + length, buf.length);
        this.mark = offset; //与上面不同
    }
    //从流中读取下一个字节
     public synchronized int read() {
        //返回下一个位置的字节//流中没有数据则返回-1
        return (pos < count) ? (buf[pos++] & 0xff) : -1;
    }
    // ByteArrayInputStream要覆盖InputStream中可以看出其提供了该方法的实现
    //某些时候，父类不能完全实现子类的功能，父类的实现一般比较通用。
    //当子类有更有效的方法时，我们会覆盖这些方法。
    public synchronized int read(byte b[], int off, int len) {
        //首先检查输入参数的状态是否正确
        if(b==null){
            throw new NullPointerException();
        } else if (off < 0 || len < 0 || len > b.length - off) {
            throw new IndexOutOfBoundsException();
        }
        if (pos >= count) {             return -1;             }
        if (pos + len > count) {      len = count - pos;         }
        if (len <= 0) {           return 0;     }
        //java中提供数据复制的方法
        //出于速度的原因！他们都用到System.arraycopy方法
        System.arraycopy(buf, pos, b, off, len);
        pos += len;
        return len;
    }
    //下面这个方法，在InputStream中也已经实现了。
    //但是当时是通过将字节读入一个buffer中实现的，好像效率低了一点。
    //比InputStream中的方法简单、高效
    public synchronized long skip(long n) {
        //当前位置，可以跳跃的字节数目
        if (pos + n > count) {    n = count - pos;       }
        //小于0，则不可以跳跃
         if (n < 0) {       return 0;     }
        //跳跃后，当前位置变化
        pos += n;
        return n;
    }
    //查询流中还有多少字节没有读取。
public synchronized int available() {
    return count - pos;
    }
    //ByteArrayInputStream支持mark所以返回true
    public boolean markSupported() {

                    return true;

}
    //在流中当前位置mark。
    public void mark(int readAheadLimit) {
        mark = pos;
     }
    //重置流。即回到mark的位置。
    public synchronized void reset() {
        pos = mark;
    }
    //关闭ByteArrayInputStream不会产生任何动作。
    public void close() throws IOException {   }
```

```
}
```

BufferedInputStream

```
public class BufferedInputStream extends FilterInputStream {
    private static int defaultBufferSize = 8192;    //默认缓存的大小
    protected volatile byte buf[];  //内部的缓存
    protected int count;     //buffer的大小
    protected int pos;      //buffer中cursor的位置
    protected int markpos = -1;    //mark的位置
    protected int marklimit;     //mark的范围

    //原子性更新。和一致性编程相关
    private static final
    AtomicReferenceFieldUpdater<BufferedInputStream, byte[]> bufUpdater =
    AtomicReferenceFieldUpdater.newUpdater (BufferedInputStream.class, byte[].class,"buf");
    //检查输入流是否关闭，同时返回被包装流
     private InputStream getInIfOpen() throws IOException {
        InputStream input = in;
        if (input == null)    throw new IOException("Stream closed");
        return input;
    }
    //检查buffer的状态，同时返回缓存
    private byte[] getBufIfOpen() throws IOException {
        byte[] buffer = buf;
        //不太可能发生的状态
        if (buffer == null)   throw new IOException("Stream closed");
        return buffer;
    }

    //构造器
public BufferedInputStream(InputStream in) {
    //指定默认长度的buffer
        this(in, defaultBufferSize);

    }
    //构造器
    public BufferedInputStream(InputStream in, int size) {
        super(in);
        //检查输入参数
        if(size<=0){
            throw new IllegalArgumentException("Buffer size <= 0");
        }
        //创建指定长度的buffer
        buf = new byte[size];
    }
    //从流中读取数据，填充如缓存中。
    private void fill() throws IOException {
        //得到buffer
        byte[] buffer = getBufIfOpen();
            if (markpos < 0)
            //mark位置小于0，此时pos为0
            pos = 0;
            //pos大于buffer的长度
            else if (pos >= buffer.length)
            if (markpos > 0) {
```

```
                int sz = pos - markpos;

                 System.arraycopy(buffer, markpos, buffer, 0, sz);
                pos = sz;
                markpos = 0;
            } else if (buffer.length >= marklimit) {
                //buffer的长度大于marklimit时，mark失效
                markpos = -1;
                //丢弃buffer中的内容

                 pos = 0;
            }else{
                //buffer的长度小于marklimit时对buffer扩容
                int nsz = pos * 2;
                if (nsz > marklimit)
                    nsz = marklimit;//扩容为原来的2倍，太大则为marklimit大小
                    byte nbuf[] = new byte[nsz];
                    //将buffer中的字节拷贝如扩容后的buf中
                    System.arraycopy(buffer, 0, nbuf, 0, pos);
                    if (!bufUpdater.compareAndSet(this, buffer, nbuf)) {
                    //在buffer在被操作时，不能取代此buffer
                    throw new IOException("Stream closed");
                }
                //将新buf赋值给buffer
                buffer = nbuf;
            }
            count = pos;
            int n = getInIfOpen().read(buffer, pos, buffer.length - pos);
            if (n > 0)     count = n + pos;
        }
        //读取下一个字节
        public synchronized int read() throws IOException {
        //到达buffer的末端
        if (pos >= count) {
            //就从流中读取数据，填充buffer
            fill();

             //读过一次，没有数据则返回-1
            if (pos >= count)  return -1;
        }
        //返回buffer中下一个位置的字节
        return getBufIfOpen()[pos++] & 0xff;
    }
    //将数据从流中读入buffer中
     private int read1(byte[] b, int off, int len) throws IOException {
        int avail = count - pos; //buffer中还剩的可读字符

        //buffer中没有可以读取的数据时
        if(avail<=0){

            //将输入流中的字节读入b中
            if (len >= getBufIfOpen().length && markpos < 0) {
                return getInIfOpen().read(b, off, len);
            }
            fill();//填充

            avail = count - pos;
            if (avail <= 0) return -1;
        }
        //从流中读取后，检查可以读取的数目
        int cnt = (avail < len) ? avail : len;
```

```
        //将当前buffer中的字节放入b的末端
        System.arraycopy(getBufIfOpen(), pos, b, off, cnt);
        pos += cnt;
        return cnt;
    }

    public synchronized int read(byte b[], int off, int len)throws IOException {
        getBufIfOpen();

         // 检查buffer是否open
        //检查输入参数是否正确
        if ((off | len | (off + len) | (b.length - (off + len))) < 0) {
            throw new IndexOutOfBoundsException();
        } else if (len == 0) {
            return 0;
        }
        int n = 0;
        for (;;) {
            int nread = read1(b, off + n, len - n);
            if (nread <= 0)     return (n == 0) ? nread : n;
            n += nread;
            if (n >= len)     return n;
            InputStream input = in;
            if (input != null && input.available() <= 0)     return n;
        }
    }

    public synchronized long skip(long n) throws IOException {
        // 检查buffer是否关闭
        getBufIfOpen();
        //检查输入参数是否正确
        if (n <= 0) {    return 0;      }
        //buffered中可以读取字节的数目
        long avail = count - pos;
        //可以读取的小于0，则从流中读取
        if (avail <= 0) {
            //mark小于0，则mark在流中
            if (markpos <0)  return getInIfOpen().skip(n);
            // 从流中读取数据，填充缓冲区。
            fill();
            //可以读的取字节为buffer的容量减当前位置
            avail = count - pos;
            if (avail <= 0)     return 0;
        }
        long skipped = (avail < n) ? avail : n;
        pos += skipped;
         //当前位置改变
        return skipped;
    }
    //该方法不会block！返回流中可以读取的字节的数目。
    //该方法的返回值为缓存中的可读字节数目加流中可读字节数目的和
    public synchronized int available() throws IOException {
        return getInIfOpen().available() + (count - pos);
    }

    //当前位置处为mark位置
    public synchronized void mark(int readlimit) {
        marklimit = readlimit;
        markpos = pos;
    }
```

```
    public synchronized void reset() throws IOException {
        // 缓冲去关闭了，肯定就抛出异常！程序设计中经常的手段
        getBufIfOpen();
        if (markpos < 0)     throw new IOException("Resetting to invalid mark");
        pos = markpos;
    }
    //该流和ByteArrayInputStream一样都支持mark
    public boolean markSupported() {
        return true;
    }
    //关闭当前流同时释放相应的系统资源。
    public void close() throws IOException {
        byte[] buffer;
        while ( (buffer = buf) != null) {
            if (bufUpdater.compareAndSet(this, buffer, null)) {
            InputStream input = in;
            in = null;
            if (input != null)    input.close();
            return;
        }
        // Else retry in case a new buf was CASed in fill()
        }
    }
}
```

PipedInputStream

```
public class PipedInputStream extends InputStream {
    //标识有读取方或写入方关闭
    boolean closedByWriter = false;
    volatile boolean closedByReader = false;
    //是否建立连接
    boolean connected = false;

    //标识哪个线程
    Thread readSide;

    Thread writeSide;
    //缓冲区的默认大小
    protected static final int PIPE_SIZE = 1024;
    //缓冲区
    protected byte buffer[] = new byte[PIPE_SIZE];
    //下一个写入字节的位置。0代表空，in==out代表满
    protected int in = -1;
    //下一个读取字节的位置
protected int out = 0;

    //给定源的输入流
    public PipedInputStream(PipedOutputStream src) throws IOException {
        connect(src);
    }
    //默认构造器，下部一定要connect源
    public PipedInputStream() {    }
    //连接输入源
    public void connect(PipedOutputStream src) throws IOException {
        //调用源的connect方法连接当前对象
```

```
        src.connect(this);

    }
    //只被PipedOuputStream调用
    protected synchronized void receive(int b) throws IOException {
        //检查状态，写入
        checkStateForReceive();

        //永远是PipedOuputStream
        writeSide = Thread.currentThread();

        //输入和输出相等，等待空间
        if (in == out)      awaitSpace();

        if (in < 0) {
            in = 0;
            out = 0;
        }
        //放入buffer相应的位置
        buffer[in++] = (byte)(b & 0xFF);

        //in为0表示buffer已空
        if (in >= buffer.length) {      in = 0;         }

    }

    synchronized void receive(byte b[], int off, int len)  throws IOException {
        checkStateForReceive();
        //从PipedOutputStream可以看出
        writeSide = Thread.currentThread();
        int bytesToTransfer = len;
        while (bytesToTransfer > 0) {
            //满了，会通知读取的；空会通知写入
            if (in == out)    awaitSpace();
            int nextTransferAmount = 0;
            if (out < in) {
                nextTransferAmount = buffer.length - in;
            } else if (in < out) {
                if (in == -1) {
                in = out = 0;
                nextTransferAmount = buffer.length - in;
            } else {
                nextTransferAmount = out - in;
            }
        }
        if (nextTransferAmount > bytesToTransfer)  nextTransferAmount = bytesToTransfer;
        assert(nextTransferAmount > 0);
        System.arraycopy(b, off, buffer, in, nextTransferAmount);
        bytesToTransfer -= nextTransferAmount;
        off += nextTransferAmount;
        in += nextTransferAmount;
        if (in >= buffer.length) {     in = 0;      }
        }
    }
    //检查当前状态，等待输入
    private void checkStateForReceive() throws IOException {
        if (!connected) {
            throw new IOException("Pipe not connected");
        } else if (closedByWriter || closedByReader) {
            throw new IOException("Pipe closed");
        } else if (readSide != null && !readSide.isAlive()) {
```

```
            throw new IOException("Read end dead");
        }
    }

    //Buffer已满，等待一段时间
    private void awaitSpace() throws IOException {
        //in==out表示满了，没有空间
        while (in == out) {

            //检查接受端的状态
            checkStateForReceive();

            //通知读取端
            notifyAll();

            try {
                wait(1000);
            } catch (InterruptedException ex) {
                throw new java.io.InterruptedIOException();
            }
        }
    }

    //通知所有等待的线程()已经接受到最后的字节
    synchronized void receivedLast() {
        closedByWriter = true;                              //
        notifyAll();
    }

    public synchronized int read()  throws IOException {
        //检查一些内部状态
        if (!connected) {

            throw new IOException("Pipe not connected");
        } else if (closedByReader) {
            throw new IOException("Pipe closed");
        } else if (writeSide != null && !writeSide.isAlive()&& !closedByWriter && (in < 0)) {
            throw new IOException("Write end dead");
        }
        //当前线程读取
        readSide = Thread.currentThread();
        //重复两次? ? ?
          int trials = 2;

        while (in < 0) {
        //输入断关闭返回-1
        if (closedByWriter) {               return -1;        }
            //状态错误
            if ((writeSide != null) && (!writeSide.isAlive()) && (--trials < 0)) {
                throw new IOException("Pipe broken");
            }
            notifyAll();        // 空了，通知写入端可以写入
                                  try {
                wait(1000);
            } catch (InterruptedException ex) {
                throw new java.io.InterruptedIOException();
            }
        }
        int ret = buffer[out++] & 0xFF;
                if (out >= buffer.length) {             out = 0;                }
        //没有任何字节
```

```
        if (in == out) {           in = -1;                }
        return ret;
    }

    public synchronized int read(byte b[], int off, int len)  throws IOException {
        //检查输入参数的正确性
         if (b == null) {

            throw new NullPointerException();
        } else if (off < 0 || len < 0 || len > b.length - off) {
            throw new IndexOutOfBoundsException();
        } else if (len == 0) {
            return 0;
        }
        //读取下一个
         int c = read();

        //已经到达末尾了，返回-1
        if (c < 0) {    return -1;       }
        //放入外部buffer中
        b[off] = (byte) c;
        //return-len
        int rlen = 1;

        //下一个in存在，且没有到达len
        while ((in >= 0) && (--len > 0)) {
            //依次放入外部buffer
            b[off + rlen] = buffer[out++];
            rlen++;
            //读到buffer的末尾，返回头部
            if (out >= buffer.length) {         out = 0;           }
            //读、写位置一致时，表示没有数据
            if (in == out) {     in = -1;      }
        }
        //返回填充的长度
        return rlen;
    }
    //返回还有多少字节可以读取
    public synchronized int available() throws IOException {
        //到达末端，没有字节
        if(in < 0)
            return 0;

        else if(in == out)
            //写入的和读出的一致，表示满
            return buffer.length;
        else if (in > out)
            //写入的大于读出
            return in - out;

        else
            //写入的小于读出的
            return in + buffer.length - out;
    }
    //关闭当前流，同时释放与其相关的资源
    public void close()  throws IOException {
        //表示由输入流关闭
        closedByReader = true;
        //同步化当前对象，in为-1
        synchronized (this) {     in = -1;    }
    }
```

```
}
```