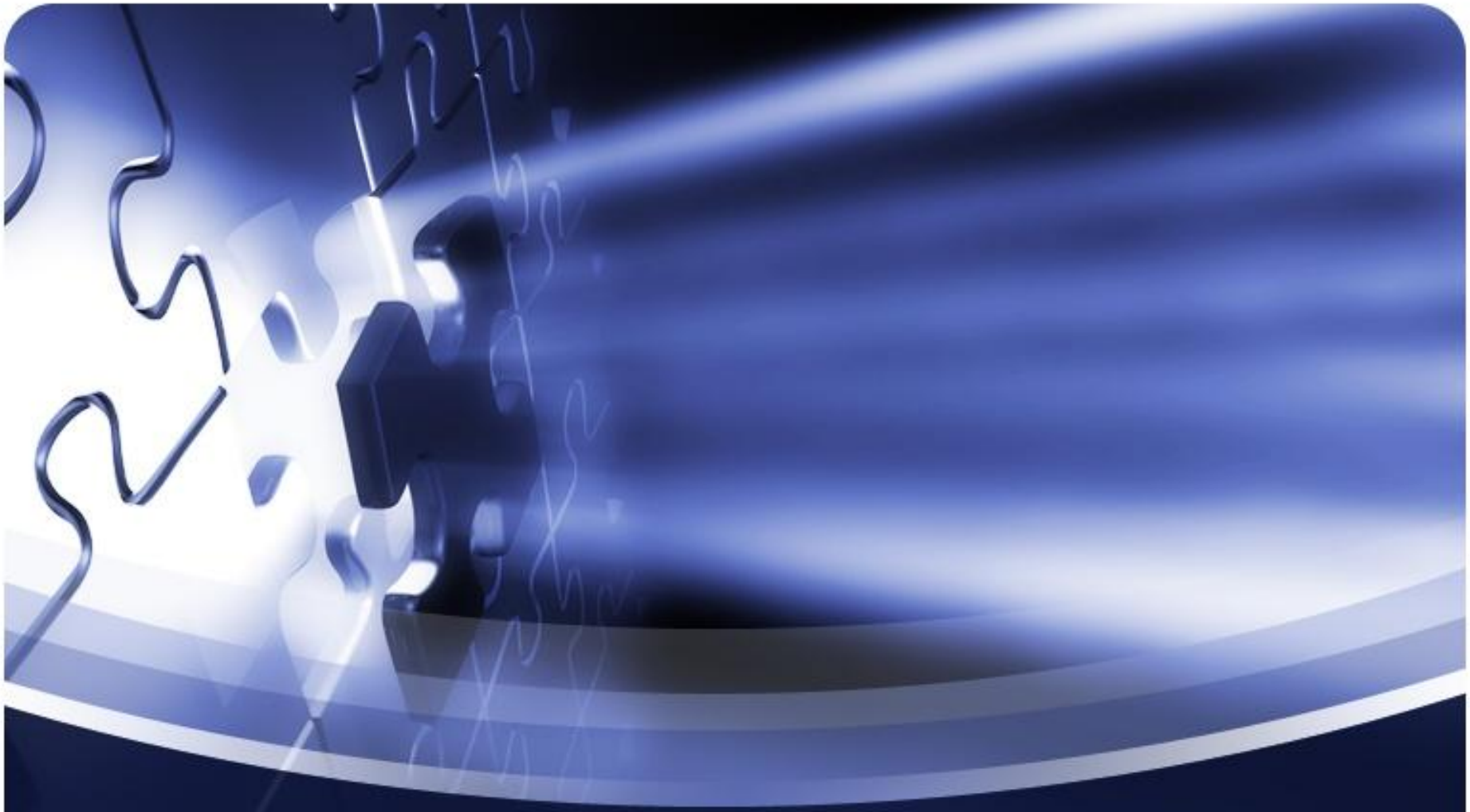


Ulazno-izlazni podsistem

Programski jezici II

I/O

- Java posjeduje mnoštvo klasa u paketima java.io i java.nio za rad sa ulazno-izlaznim podsistemom
- tokovi su opšti mehanizam koji Java koristi za rad sa ulazno-izlaznim podsistemom
- tokovi implementiraju sekvencijalni pristup podacima
- postoje dvije vrste tokova: bajt tokovi i karakter tokovi, tj. binarni i tekstualni tokovi, respektivno
- postoje ulazni i izlazni tokovi:
  - ulazni tokovi se posmatraju kao izvorište podataka, odnosno ulazni tokovi služe za čitanje podataka
  - izlazni tokovi se mogu posmatrati kao odredište podataka, odnosno oni služe za upis podataka
- kao ulazni i izlazni tokovi mogu se posmatrati sljedeći entiteti: nizovi bajtova ili karaktera, datoteke, cijevi (eng. *pipe*), konzola ili mrežne konekcije...
- tokovi se mogu ulančavati sa filterima radi obezbjeđivanja dodatnih funkcionalnosti
- mnoštvo klasa u paketima `java.io` i `java.nio` (od verzije 1.4)
- java.nio:
  - proširenje
  - brzina

File klasa

- objekat klase File predstavlja ime datoteke ili imena skupa datoteka u direktorijumu, tj. predstavlja putanju do datoteke ili direktorijuma
- klasa File nije namijenjena za rukovanje sadržajem datoteke, već za rukovanje datotekama i direktorijumima, i to:
  - kreiranje datoteka i direktorijuma,
  - brisanje datoteka i direktorijuma,
  - pristup atributima datoteka i direktorijuma,
  - modifikaciju naziva i atributa datoteka i direktorijuma

File klasa

- File klasa – od JDK 1.0
- File klasa – bolje ime bi bilo FilePath
- apstraktna putanja sastoji se iz:
  - opcioni, sistem-zavisni prefiks (string), npr. oznaka disk-drive-a, “/” za Unix/Linix root direktorijum ili "\" za Microsoft Windows UNC (*Universal Naming Convention*) putanju
  - niz od 0 ili više naziva (string-ova)
    - prvi naziv u apstraktnoj putanji označava naziv direktorijuma ili hostname (u slučaju Windows UNC), svaki sljedeći naziv označava direktorijum, dok posljednji označava direktorijum ili datoteku
  - primjer – generička forma UNC sintakse za Windows:
    - \\ComputerName\SharedFolder\Resource
- putanja – apsolutna i relativna

File klasa

- klasa File definiše platformski nezavisne konstante koje se koriste pri definisanju putanja do datoteke ili direktorijuma

```
public static final char separatorChar
public static final String separator
public static final char pathSeparatorChar
public static final String pathSeparator
```

- statički atributi separatorChar i separator definišu karakter ili string koji predstavlja separator direktorijuma i datoteka u putanjama – riječ je o separatorima „/“, „\“ i „:“ za Unix, Windows i Macintosh operativne sisteme, respektivno
- statički atributi pathSeparatorChar i pathSeparator definišu karakter ili string koji predstavlja separator naziva datoteka ili direktorijuma u listi putanja – riječ je o separatorima „:“ ili „;“, za Unix i Windows, respektivno

File klasa

- datoteke i direktorijumi mogu biti referencirani korištenjem apsolutnih ili relativih putanja, pri čemu je obavezno poštovanje konvencija platforme na kojoj se softver izvršava
  - na Unix platformama putanja je apsolutna ako je prvi karakter separator karakter
  - na Windows platformama putanja je apsolutna ako je prvi karakter ASCII znak „\“, ili ako putanja počinje oznakom diska (na primjer, C: ili D:)
  - na Macintosh platformi putanja je apsolutna ako ona počinje nazivom iza kojeg dolazi dvotačka
- preporuka je da se konvencije specifične za platformu izbjegavaju pri razvoju Java programa, a da se koriste pomenuti statički atributi
- u slučaju neodgovarajućih prava i privilegija korisničkog naloga pod kojim se program izvršava, pojedine metode ove klase neće biti uspješno izvršene

File klasa – kreiranje objekata

- kreiranje objekta klase File ne znači i kreiranje datoteke ili direktorijuma na bazi specificirane putanje
- kreirani objekat predstavlja apstraktnu putanju, na kojoj se može, ali ne mora, nalaziti datoteka ili direktorijum
- ako na ovoj putanji ne postoji datoteka ili direktorijum, moguće ih je kreirati, pozivima odgovarajućih metoda nad kreiranim objektom
- ako na ovoj putanji postoji datoteka ili direktorijum, onda će se njima moći manipulisati pozivima odgovarajućih metoda nad kreiranim objektom
- putanja ne može biti promijenjena nakon što se objekat instancira, jer su instance klase File nepromjenljive

File klasa – kreiranje objekata

- konstruktori klase File

```
File(String pathname)
File(String directoryPathname, String fileName)
File(File directory, String fileName)
```

File klasa – korisne metode

- metode za dobijanje informacija o putanjama

```
String getName()
String getPath()
String getAbsolutePath()
String getCanonicalPath() throws IOException
String getParent()
boolean isAbsolute()
long lastModified()
long length()
```

```
public class KlasaFile {
 public static void main(String[] args) throws IOException {
      File datoteka = new File("d:\\test\\datoteka.txt");
//    File datoteka = new File("datoteka.txt");
      System.out.println(datoteka.getName());
      System.out.println(datoteka.getPath());
      System.out.println(datoteka.getAbsolutePath());
      System.out.println(datoteka.getCanonicalPath());
      System.out.println(datoteka.getParent());
      System.out.println(datoteka.isAbsolute());
      System.out.println(datoteka.lastModified());
      System.out.println(datoteka.length());
 }
}
```

File klasa – korisne metode

- metode za rad sa privilegijama

```
boolean canWrite()
boolean canRead()
boolean canExecute()
boolean setReadable(boolean readable)
boolean setReadable(boolean readable, boolean owner)
boolean setWritable(boolean writable)
boolean setWritable(boolean writable, boolean owner)
boolean setExecutable(boolean executable)
boolean setExecutable(boolean executable, boolean owner)
```

- metode za provjeru postojanja direktorijuma i datoteka

```
boolean exists()
boolean isFile()
boolean isDirectory()
boolean isHidden()
```

File klasa – korisne metode

- metode za rad sa sadržajem direktorijuma

```
String[] list()
String[] list(FilenameFilter filter)
File[] listFiles()
File[] listFiles(FilenameFilter filter)
File[] listFiles(FileFilter filter)
```

- metode za kreiranje direktorijuma i datoteka

```
boolean createNewFile() throws IOException
boolean mkdir()
boolean mkdirs()
```

- metode za promjenu naziva i brisanje direktorijuma i datoteka

```
boolean renameTo(File dest)
boolean delete()
```

Tokovi

- Java posjeduje tokove kao opšti mehanizam za rad sa ulazno-izlaznim podsistemom
- ulazno-izlazni podsistem baziran je na četiri apstraktne klase: InputStream, OutputStream, Reader i Writer – ove apstraktne klase definišu osnovne zajedničke funkcionalnosti svih klasa tokova
- klase InputStream i OutputStream su dizajnirane za bajt tokove, dok su klase Reader i Writer dizajnirane za karakter tokove
- ove dvije vrste klasa kreiraju različite hijerarhije
- u opštem slučaju, karakter tokovi se koriste kada je potrebno raditi sa karakterima ili stringovima, dok se bajt tokovi koriste kada se radi sa bajtovima, tj. binarnim podacima

Bajt tokovi

- apstraktne klase InputStream i OutputStream su korijenske klase hijerarhije klasa koje vrše čitanje i pisanje bajtova

Klase nasljednice InputStream	Klase nasljednice OutputStream
AudioInputStream	
ByteArrayInputStream	ByteArrayOutputStream
FileInputStream	FileOutputStream
FilterInputStream	FilterOutputStream
InputStream	OutputStream
ObjectInputStream	ObjectOutputStream
PipedInputStream	PipedOutputStream
SequenceInputStream	
StringBufferInputStream	

- njihove klase nasljednice implementiraju različite vrste ulaznih i izlaznih bajt tokova, redefinišući metode klasa InputStream i OutputStream

Klasa InputStream

```
abstract int read() throws IOException
int read(byte[] b) throws IOException
int read(byte[] b, int off, int len) throws IOException
int available() throws IOException
void close() throws IOException
void mark(int numBytes)
boolean markSupported()
void reset() throws IOException
long skip(long numBytes) throws IOException
```

- napomena: metode za čitanje iz tokova su sinhronizovane

Klasa OutputStream

```
abstract void write(int b) throws IOException                    // 1
void write(byte[] b) throws IOException                          // 2
void write(byte[] b, int off, int len) throws IOException//3
void close() throws IOException                                  // 4
void flush() throws IOException                                  // 5
```

- napomena: metode za upis u tokove su sinhronizovane

Klasa FileInputStream

- klasa FileInputStream kreira ulazni tok za čitanje bajtova iz datoteke
- primjer ovakve datoteke je slika
- ova klasa se ne koristi za čitanje karaktera iz datoteke

```
FileInputStream(String name) throws FileNotFoundException//1
FileInputStream(File file) throws FileNotFoundException // 2
FileInputStream(FileDescriptor fdObj)                   // 3
```

Klasa FileOutputStream

- klasa FileOutputStream kreira izlazni tok za upis bajtova u datoteku
- primjer ovakve datoteke je slika
- ova klasa se ne koristi za upisivanje karaktera u datoteku

```
FileOutputStream(String name) throws FileNotFoundException
                                                          // 1
FileOutputStream(String name, boolean append) throws
FileNotFoundException                                     // 2
FileOutputStream(File file) throws FileNotFoundException// 3
FileOutputStream(File file, boolean append) throws
FileNotFoundException                                     // 4
FileOutputStream(FileDescriptor fdObj)                    // 5
```

Klasa ByteArrayInputStream

- klasa ByteArrayInputStream kreira ulazni tok koji kao izvorište koristi niz bajtova
- pročitani bajtovi se smještaju u interni bafer
- interni brojač vodi računa o poziciji sljedećeg bajta koji će biti pročitan pozivom read metode

```
ByteArrayInputStream(byte buf[])
ByteArrayInputStream(byte buf[], int offset, int length)
```

Klasa ByteArrayOutputStream

- klasa ByteArrayOutputStream kreira izlazni tok koji kao odredište koristi niz bajtova
- ovaj niz bajtova (bafer) automatski raste kako podaci u njega bivaju upisani
- podaci iz bafera mogu biti dobijeni pozivom metoda toByteArray (koja vraća niz bajta) ili toString

```
ByteArrayOutputStream()
ByteArrayOutputStream(int size)
```

Filter bajt tokovi

- filter bajt tokovi su tokovi višeg nivoa koji obezbjeđuju dodatne funkcionalnosti tokovima koji su na njih vezani
- filter tok na određeni način manipuliše podacima toka koji je na njega vezan

Klase nasljednice FilterInputStream	Klase nasljednice FilterOutputStream
BufferedInputStream	BufferedOutputStream
CheckedInputStream	CheckedOutputStream
CipherInputStream	CipherOutputStream
DataInputStream	DataOutputStream
DeflaterInputStream	DeflaterOutputStream
DigestInputStream	DigestOutputStream
InflaterInputStream	InflaterOutputStream
LineNumberInputStream	
ProgressMonitorInputStream	
PushbackInputStream	
	PrintStream

- FilterInputStream i FilterOutputStream, zajedno sa njihovim klasama nasljednicama definišu ulazne i izlazne filter tokove

Klasa BufferedInputStream

- I/O baferovanje je čest način optimizacije u cilju poboljšanja performansi
- klasa BufferedInputStream omogućava okruživanje bilo kojeg InputStream objekta i na taj način ga pretvara u baferizovani tok

```
BufferedInputStream(InputStream in)
BufferedInputStream(InputStream in, int size)
```

Klasa BufferedOutputStream

- klasa BufferedOutputStream slična je bilo kojoj klasi nasljednici OutputStream klase sa izuzetkom dodatne flush metode
- ova metoda se koristi kako bi se podaci koji se nalaze u baferu stvarno upisali u odredište

```
BufferedOutputStream(OutputStream out)
BufferedOutputStream(OutputStream out, int size)
```

- svrha korištenja ove klase jeste poboljšanje performansi na taj način što će se smanjiti broj stvarnih upisa u odredište

Klase DataInputStream i DataOutputStream

- klasa DataInputStream implementira interfejs DataInput i na taj način omogućava aplikaciji da čita primitivne Java tipove podataka iz ulaznog toka, na mašinski nezavisan način

```
DataInputStream(InputStream in)
DataOutputStream(OutputStream out)
```

- klasa DataOutputStream implementira interfejs DataOutput i na taj način omogućava aplikaciji da upisuje primitivne Java tipove podataka (kao binarne reprezentacije) u izlazni tok, nakon čega će ovi podaci moći biti pročitani korištenjem objekta klase DataInputStream

Kompresija/dekompresija

- podržan rad sa GZIP i ZIP formatima arhiva

Klasa	Namjena
DeflaterInputStream	Output stream implementacija za kompresiju podataka. Koristi DEFLATE algoritam (RFC 1951), kombinacija LZ77 i Huffman-ovog algoritma
CheckedInputStream	**GetCheckSum( )** kreira checksum za bilo koji **InputStream.** Checksum se može koristite za provjeru integriteta ulaznih podataka
CheckedOutputStream	**GetCheckSum( )** kreira checksum za bilo koji **OutputStream** . Checksum se može koristite za provjeru integriteta izlaznih podataka
ZipOutputStream	**DeflaterOutputStream** koji kompresuje podatke u ZIP format
GZIPOutputStream	**DeflaterOutputStream** koji kompresuje podatke u GZIP format
InflaterInputStream	Input stream implementacija za dekompresiju podataka.
ZipInputStream	**InflaterInputStream** koji dekompresuje podatke iz ZIP formata
GZIPInputStream	**InflaterInputStream** koji dekompresuje podatke iz GZIP formata

Karakter tokovi

- kodovanje karaktera predstavlja šemu za reprezentaciju karaktera
- Java programski jezik interno koduje vrijednosti tipa char kao 16-bitne Unicode karaktere, dok platforma na kojoj se aplikacija izvršava može koristiti i drugačiju šemu kodovanja karaktera
- iako klase bajt tokova posjeduju funkcionalnosti neophodne za rad sa bilo kojim tipom ulazno-izlaznih operacija, one ne mogu raditi direktno sa Unicode karakterima
- apstraktne klase Reader i Writer su korijenske klase hijerarhije klasa karakter tokova

Klase nasljednice Reader klase	Klase nasljednice Writer klase
BufferedReader	BufferedWriter
CharArrayReader	CharArrayWriter
FilterReader	FilterWriter
InputStreamReader	OutputStreamWriter
PipedReader	PipedWriter
	PrintWriter
StringReader	StringWriter

- njihove klase nasljednice implementiraju različite vrste ulaznih i izlaznih karakter tokova, redefinišući metode klasa Reader i Writer – ove klase drugačije se nazivaju čitači i pisači

Karakter tokovi

- čitači i pisači se pojavljuju u verziji 1.1
- ispravljaju problem sa tokovima – slabu podršku Unicode rasporedu:
  - tokovi ne prenose dobro Unicode stringove
  - poseban problem predstavljaju različite hardverske platforme (little-endian, big-endian)
- internacionalizacija – 16-bitni Unicode karakteri – tokovi prenose bajtove (8-bit)
- čitači/pisači ne zamjenjuju tokove – oni ih dopunjavaju
- čitači/pisači se koriste kada je potrebno prenijeti Unicode stringove ili karaktere – u ostalim situacijama koriste se tokovi

Karakter tokovi

- gotovo sve klase tokova imaju odgovarajuće klase čitača/pisača
- čitače/pisače potrebno je koristiti kad god je to moguće – postoje situacije kada je potrebno koristiti tokove

Tokovi	Čitači / pisači
InputStream	**Reader** adapter: **InputStreamReader**
OutputStream	**Writer** adapter: **OutputStreamWriter**
FileInputStream	**FileReader**
FileOutputStream	**FileWriter**

Karakter tokovi

- gotovo svi klase tokova imaju odgovarajuće klase čitača/pisača

Tokovi	Čitači / pisači
StringBufferInputStream (deprecated)	**StringReader**
(nema odgovarajuće klase)	**StringWriter**
ByteArrayInputStream	**CharArrayReader**
ByteArrayOutputStream	**CharArrayWriter**
PipedInputStream	**PipedReader**
PipedOutputStream	**PipedWriter**

Karakter tokovi

Filteri – Java 1.0	Java 1.1
FilterInputStream	**FilterReader**
FilterOutputStream	**FilterWriter** (apstraktna klasa bez nasljednica)
BufferedInputStream	**Buffered Reader** (posjeduje readLine())
BufferedOutputStream	**BufferedWriter**
DataInputStream	**koristiti DataInputStream** (osim kad je potreban readLine() – u tom slučaju koristiti BufferedReader)
PrintStream	**PrintWriter**
LineNumberInputStream (deprecated)	**LineNumberReader**
StreamTokenizer	**StreamTokenizer** (koristiti konstruktor koji kao argument uzima objekat klase **Reader**)
PushbackInputStream	**PushbackReader**

Klasa Reader

- klasa Reader je apstraktna klasa za čitanje karakter tokova

```
int read(CharBuffer target) throws IOException          // 1
int read() throws IOException                           // 2
int read(char[] cbuf) throws IOException                // 3
abstract int read(char[] cbuf, int off, int len) throws
IOException                                             // 4
long skip(long n) throws IOException                    // 5
boolean ready() throws IOException                      // 6
boolean markSupported()                                 // 7
void mark(int readAheadLimit) throws IOException        // 8
void reset() throws IOException                         // 9
abstract void close() throws IOException                // 10
```

Klasa Writer

- klasa Writer je apstraktna klasa za upis karaktera u tokove

```
public void write(int c) throws IOException                    // 1
public void write(char[] cbuf) IOException                     // 2
public abstract void write(char[] cbuf, int off, int
len)IOException                                                // 3
public void write(String str) throws IOException               // 4
public void write(String str, int off, int len) throws
IOException                                                    // 5
public Writer append(CharSequence csq) throws IOException
                                                               // 6
public Writer append(CharSequence csq, int start, int end)
throws IOException                                             // 7
public Writer append(char c) throws IOException                // 8
public abstract void flush() throws IOException                // 9
public abstract void close() throws IOException                // 10
```

Klasa CharArrayReader

- klasa CharArrayReader je implementacija ulaznog toka koji kao izvorište koristi niz karaktera

```
CharArrayReader(char[] buf)
CharArrayReader(char[] buf, int offset, int length)
```

Klasa CharArrayWriter

- klasa CharArrayWriter je implementacija izlaznog toka koji kao odredište koristi niz karaktera

```
CharArrayWriter()
CharArrayWriter(int initialSize)
```

Klasa BufferedReader

- BufferedReader je čitač koji baferuju karaktere iz čitača kojeg okružuje

```
BufferedReader(Reader in)
BufferedReader(Reader in, int sz)
```

```
String readLine() throws IOException
```

Klasa BufferedWriter

- BufferedWriter je pisač koji baferuju karaktere koji se upisuju
- BufferedWriter posjeduje metodu flush koja se koristi za stvarno upisivanje podataka u odredište

```
BufferedWriter(Writer out)
BufferedWriter(Writer out. int sz
```

- korištenje BufferedWriter klase poboljšava performanse aplikacije tako što redukuje broj stvarnih upisa podataka u odredište

Klasa PrintWriter

- klasa PrintWriter je karakter-orijentisana verzija klase PrintStream
- ova klasa, u odnosu na Writer klasu, uvodi preklopljene metode print i println
- ova klasa namijenjena je za upis formatirane tekstualne reprezentacije Java primitivnih tipova i objekata u karakter izlazni tok

```
PrintWriter(File file)
PrintWriter(File file, String csn)
PrintWriter(OutputStream out)
PrintWriter(OutputStream out, boolean autoFlush)
PrintWriter(String fileName)
PrintWriter(String fileName, String csn)
PrintWriter(Writer out)
PrintWriter(Writer out, boolean autoFlush)
```

- s ciljem njihovog upisa PrintWriter treba biti vezan na pisače, bajt izlazni tok, objekat klase File ili String

Klasa PrintWriter

- varijante print i println metode

print metode	println metode
	println()
print(boolean b)	println(boolean b)
print(char c)	println(char c)
print(int i)	println(int i)
print(long l)	println(long l)
print(float f)	println(float f)
print(double d)	println(double d)
print(char[] s)	println(char[] ca)
print(String s)	println(String s)
print(Object obj)	println(Object obj)

Klasa InputStreamReader

- klasa InputStreamReader predstavlja vezu između bajt tokova i karakter tokova – konvertor
- ova klasa koristi se za čitanje bajtova i njihovo dekodovanje u karaktere koristeći specificirani karakter set
- karakter set može biti specificiran navođenjem imena ili kodne oznake, a može se koristiti i podrazumijevani karakter set platforme na kojoj se aplikacija izvršava

```
InputStreamReader(InputStream in)
InputStreamReader(InputStream in, Charset cs)
InputStreamReader(InputStream in, CharsetDecoder dec)
InputStreamReader(InputStream in, String charsetName) throws
UnsupportedEncodingException
```

- radi efikasnije konverzije bajtova u karaktere, obično se unaprijed čita više karaktera iz toka na koji je objekat ove klase vezan
- u cilju postizanja bolje efikasnosti preporuka je da se objekat ove klase okruži objektom klase BufferedReader

Klasa OutputStreamWriter

- klasa OutputStreamWriter predstavlja vezu između karakter tokova i bajt tokova – konvertor
- karakteri koji se upisuju u ovaj tok enkoduju se u bajtove koristeći specificirani karakter set
- karakter set može biti specificiran navođenjem imena ili kodne oznake, a može se koristiti i podrazumijevani karakter set platforme na kojoj se aplikacija izvršava

```
InputStreamReader(InputStream in)
InputStreamReader(InputStream in, Charset cs)
InputStreamReader(InputStream in, CharsetDecoder dec)
InputStreamReader(InputStream in, String charsetName) throws
UnsupportedEncodingException
```

- svako upisivanje (poziv write metode) prouzrokuje konverziju nad datim karakterom – bajtovi nastali konverzijom smještaju se u bafer, prije nego što se upišu u vezani izlazni tok – veličina ovog bafera može biti eksplicitno specificirana, ali podrazumijevana vrijednost zadovoljava potrebe u većini slučajeva
- u cilju postizanja bolje efikasnosti preporuka je da se objekat ove klase okruži objektom klase BufferedWriter, kako bi se izbjegle suviše česte konverzije

Klase InputStreamReader i OutputStreamWriter

- konvertori - klase za spregu tokova i čitača/pisača:
  - InputStreamReader – adapter sa InputStream-a na Reader
  - OutputStreamWriter – adapter sa OutputStream-a na Writer

```
BufferedReader in = new BufferedReader(new
  InputStreamReader(System.in));

Writer out = new BufferedWriter(new
  OutputStreamWriter(System.out));
```

Primjer

- korištenje klase OutputStreamWriter, zajedno sa klasama FileOutputStream i PrintWriter u cilju upisa UTF-8 karaktera u datoteku

```
public class UTFWriter {
  public static void main(String[] args) throws IOException{
      PrintWriter output = new PrintWriter(
         new OutputStreamWriter(
            new FileOutputStream("file.txt"), "UTF-8"));
      output.println("šđčćžшђчћхŠĐČĆŽШЂЧЋЖ");
      output.close();
  }
}
```

Klasa FileReader

- FileReader je čitač koji se koristi za čitanje sadržaja datoteke koja sadrži karaktere
- konstruktori klase FileReader koriste podrazumijevano kodovanje karaktera i podrazumijevanu veličinu bafera

```
FileReader(File file) throws FileNotFoundException
FileReader(String fileName) throws FileNotFoundException
FileReader(FileDescriptor fd)
```

- ako je neophodno eksplicitno specificirati ove vrijednosti, potrebno je kreirati objekat klase InputStreamReader ili FileInputStream

Klasa FileWriter

- FileWriter je pisač koji se koristi za upis karaktera u datoteku
- konstruktori klase FileWriter koriste podrazumijevano kodovanje karaktera i podrazumijevanu veličinu bafera

```
FileWriter(File file) throws IOException                    // 1
FileWriter(File file, boolean append) throws IOException// 2
FileWriter(FileDescriptor fd)                               // 3
FileWriter(String fileName) throws IOException              // 4
FileWriter(String fileName, boolean append) throws
IOException                                                 // 5
```

- ako je neophodno eksplicitno specificirati ove vrijednosti, potrebno je kreirati objekat klase OutputStreamWriter ili FileOutputStream

Klasa Console

- konzola je jedinstven karakter-bazirani uređaj povezan sa JVM
- da li JVM posjeduje konzolu zavisi od platforme na kojoj se izvršava, kao i od načina na koji je JVM pozvana
  - ako se JVM poziva iz komandne linije, i ako standardni ulaz i izlaz nisu redirektovani, konzolu će predstavljati tastatura i prozor iz kojeg je JVM pozvana
  - ako je JVM pozvana automatski, od npr. pozadinskog procesa, onda ona obično neće imati konzolu
- konzoli se može pristupiti korištenjem instance klase Console – instanca klase Console dobija se pozivom statičke metode console klase System – ako ne postoji konzola koja je vezana za JVM, biće vraćena null vrijednost
- operacije čitanja i pisanja su sinhronizovane tako da se garantuje njihovo atomsko izvršavanje
- metode za čitanje sa konzole vraćaju null kada je dostignut kraj ulaznog toka konzole, npr. u slučajevima pritiska na tastere CTRL-D na Unix ili CTRL-Z na Windows OS

Klasa Console

- primjer

```
public class ConsoleTest {
    public static void main(String[] args) {
        String username, password;
        Console console = System.console();                    // 1
        if (console == null) {
            System.err.println("Konzola nije dostupna...");
            return;
        }
        username = console.readLine("Korisnicko ime:"); // 2
        char pass[] = console.readPassword("Lozinka:"); // 3
        password = new String(pass);
        System.out.println("\nUNESENI PODACI");
        System.out.println("Korisnicko ime: "+username);
        System.out.println("Lozinka: " + password);
    }
}
```

Klase iz Java 1.0

- **Klase iz Java 1.0 koje nemaju odgovarajuće klase u verziji 1.1, tj. klase koje nisu mijenjane:**
  - **DataOutputStream**
  - **File**
  - **RandomAccessFile**
  - **SequenceInputStream**

RandomAccessFile klasa

- služi za osnovnu manipulaciju datotekama
- nije dio InputStream i OutputStream hijerarhija klasa – zasebna klasa
- metode za:
  - čitanje/pisanje (readXxx/writeXxx) primitivnih tipova podataka, uključujući nizove bajtova i stringove
  - readBoolean(), readByte(), readChar(), readDouble(), readInt(), readFloat()…
  - pozicioniranje (seek) – klase iz InputStream i OutputStream hijerarhije nemaju ovakvu funkcionalnost
  - veličina datoteke (length)
  - čitanje sljedeće linije: readLine()

Tipično korištenje tokova

```
import java.io.*;

public class IOStreamDemo {
  public static void main(String[] args) throws
   IOException {
    // Čitanje liniju po liniju
    BufferedReader in = new BufferedReader(
       new FileReader("IOStreamDemo.java"));
    String s, s2 = new String();
    while((s = in.readLine())!= null)
      s2 += s + "\n";
    in.close();
    // Čitanje sa standardnog ulaza
    BufferedReader stdin = new BufferedReader(
      new InputStreamReader(System.in));
    System.out.print("Enter a line:");
    System.out.println(stdin.readLine());
```

Tipično korištenje tokova

```
// Čitanje iz memorije
   StringReader in2 = new StringReader(s2);
   int c;
   while((c = in2.read()) != -1)
     System.out.print((char)c);

// Čitanje iz memorije - formatirani ulaz
   try {
     DataInputStream in3 = new DataInputStream(
       new ByteArrayInputStream(s2.getBytes()));
     while(true)
       System.out.print((char)in3.readByte());
   } catch(EOFException e) {
     System.err.println("End of stream");
   }
```

Tipično korištenje tokova

```
// 4. Pisanje u datoteku (human-readable)
 in4 = new BufferedReader(
       new StringReader(s2));
     PrintWriter out1 = new PrintWriter(
       new BufferedWriter(new
            FileWriter("IODemo.out")));
     int lineCount = 1;
     while((s = in4.readLine()) != null )
       out1.println(lineCount++ + ": " + s);
     out1.close();
   } catch(EOFException e) {
     System.err.println("End of stream");
   }
```

Tipično korištenje tokova

```
// 5. Smještane i recovery podataka (od strane drugog sistema, nije human-
    readable)
    try {
      DataOutputStream out2 = new DataOutputStream(
        new BufferedOutputStream(
          new FileOutputStream("Data.txt")));
      out2.writeDouble(3.14159);
      out2.writeUTF("That was pi");
      out2.writeDouble(1.41413);
      out2.writeUTF("Square root of 2");
      out2.close();
      DataInputStream in5 = new DataInputStream(
        new BufferedInputStream(
          new FileInputStream("Data.txt")));
      // Must use DataInputStream for data:
      System.out.println(in5.readDouble());
      // Only readUTF() will recover the
      // Java-UTF String properly:
      System.out.println(in5.readUTF());
      // Read the following double and String:
      System.out.println(in5.readDouble());
      System.out.println(in5.readUTF());
    } catch(EOFException e) {
      throw new RuntimeException(e);
    }
```

Tipično korištenje tokova

```
// 6. Čitanje i pisanje u RAF
RandomAccessFile rf =
      new RandomAccessFile("rtest.dat", "rw");
    for(int i = 0; i < 10; i++)
      rf.writeDouble(i*1.414);
    rf.close();
    rf = new RandomAccessFile("rtest.dat", "rw");
    rf.seek(5*8);
    rf.writeDouble(47.0001);
    rf.close();
    rf = new RandomAccessFile("rtest.dat", "r");
    for(int i = 0; i < 10; i++)
      System.out.println("Value " + i + ": " +
        rf.readDouble());
    rf.close();
  }
}
```

Tipično korištenje tokova

```
// čitanje/pisanje sa/na konzolu
import java.io.*;

public class StandardIOReadingWriting {
  public static void main(String[] args)
  throws IOException {
    BufferedReader in = new BufferedReader(new
   InputStreamReader(System.in));
    String s;
    while((s = in.readLine()) != null &&
   s.length() != 0)
      System.out.println(s);
  }
}
```

Tipično korištenje tokova

```
// redirekcija standardnog ulaza i izlaza
import java.io.*;

public class Redirecting {
  public static void main(String[] args) throws IOException {
    PrintStream console = System.out;
    BufferedInputStream in = new BufferedInputStream(
          new FileInputStream("Redirecting.java"));
    PrintStream out = new PrintStream(new BufferedOutputStream(
          new FileOutputStream("test.out")));
    System.setIn(in);
    System.setOut(out);
    System.setErr(out);
    BufferedReader br = new BufferedReader(
          new InputStreamReader(System.in));
    String s;
    while((s = br.readLine()) != null)
      System.out.println(s);
    out.close();
    System.setOut(console);
  }
}
```

Kompresija/dekompresija

```
import java.io.*;
import java.util.zip.*;

public class ZipTest {
  public ZipTest() {
    byte[] buffer = new byte [BUFFER_LENGTH];
    try {
      // Kreiramo arhivu "test.zip"
      ZipOutputStream out =
        new ZipOutputStream(
          new FileOutputStream("test.zip"));
      // Pripremimo se za citanje datoteke koju cemo zapakovati.
      BufferedInputStream fin =
        new BufferedInputStream(
          new FileInputStream("ZipTest.java"));
      // Ubacivanje datoteke u arhivu pocinje metodom putNextEntry().
      out.putNextEntry(new ZipEntry("ZipTest.java"));
      // Poslije toga moramo da datoteku procitamo i smjestimo u
    arhivu.
      int read;
      while ((read = fin.read(buffer, 0, BUFFER_LENGTH)) != -1) {
        out.write(buffer, 0, read);
      }
      out.close();
```

Kompresija/dekompresija

```
// Sada cemo da otvorimo arhivu i procitamo iz nje datoteku "ZipTest.java"
      ZipInputStream in = new ZipInputStream(new FileInputStream("test.zip"));
      ZipEntry zipEntry;
      // Prolazimo kroz sve datoteke u arhivi.
      while ((zipEntry = in.getNextEntry()) != null) {
        System.out.println("Extracting file: " + zipEntry.getName());
        int total = 0;
        byte[] accumulator = new byte[MAX_FILE_LENGTH];
        while ((read = in.read(buffer, 0, BUFFER_LENGTH)) != -1) {
          for (int i = 0; i < read; i++)
             accumulator[total+i] = buffer[i];
          total += read;
        }
        // U nizu bajtova "accumulator" nalazi se raspakovana tekuca datoteka.
        String fileText = new String(accumulator, 0, total);
        System.out.println(fileText);
      }
      in.close();
    } catch (Exception ex) {
      ex.printStackTrace();
    }
  }

  public static void main(String[] args) {
    ZipTest zp = new ZipTest();
  }

  private static final int BUFFER_LENGTH = 1024;
  private static final int MAX_FILE_LENGTH = 65536;
}
```

Serijalizacija

- životni vijek objekta:
  - od kreiranja
  - do uništenja
  - nikako poslije završetka programa
- postoje situacije u kojima je potrebno sačuvati objekat i nakon završetka programa – radi njegovog korištenja pri ponovnom pokretanju programa
- serijalizacija je:
  - proces transformacije objekta u sekvencu bajtova na osnovu kojih se kasnije može izvršiti rekonstrukcija originalnog objekta
  - prevođenje objekta u niz bajtova i njegova rekonstrukcuja iz niza bajtova u "živ" objekat
- deserijalizacija – proces kreiranja originalnog objekta na osnovu uskladištene sekvence bajtova
  - deserijalizovani objekat ima stanje koje je objekat imao u trenutku serijalizacije, osim članova koji nisu serijalizovani
- serijalizovan niz bajtova se može snimiti u datoteku ili poslati preko mreže – i jedno i drugo upotrebom tokova

Serijalizacija

- slanje preko mreže – npr. prevazilaženje razlika u operativnim sistemima (primjer, Linux i Windows)
- procesi serijalizacije i deserijalizacije su dizajnirani tako da rade korektno i u situacijama kada objekat koji se serijalizuje referencira drugi objekat, i obrnuto
- moguće su i kompleksnije strukture gdje postoji čitavo stablo međusobno referenciranih objekata
- u ovakvim situacijama, pokušaj serijalizacije objekta na vrhu stabla dovešće do lociranja drugih objekata i njihove serijalizacije
- u procesu deserijalizacije svi serijalizovani objekti i njihove reference će biti korektno kreirane
- drugi nazivi
  - serijalizacija: *deflating* ili *marshalling*
  - deserijalizacija: drugi nazivi: *inflating* ili *unmarshalling*

Serijalizacija

- da bi se neki objekat serijalizovao:
  - potrebno je da implementira java.io.Serializable interfejs
  - da su atributi i parametri metoda takođe serijalizabilni
- interfejs java.io.Serializable nema metode – markerski interfejs
- promjenljive koje se deklarišu kao tranzijentne promjenljive neće biti upisane u tok pri procesu serijalizacije, kao ni statičke promjenljive
- serijalizacija je dodata u Java jezik iz 2 osnovna razloga:
  - podrška za RMI
  - podrška za JavaBeans

Serijalizacija

- serijalizaciju Java obezbjeđuje putem ObjectInput i ObjectOutput interfejsa čije implementacije omogućavaju čitanje iz tokova i upis u tokove
- ObjectInput i ObjectOutput interfejsi nasljeđuju DataInput i DataOutput interfejse, respektivno
- klase ObjectInputStream i ObjectOutputStream implementiraju ObjectInput i ObjectOutput interfejse, respektivno, obezbjeđujući metode za čitanje i upis binarnih reprezentacija objekata, kao i vrijednosti Java primitivnih tipova
- metode za čitanje i upis u ovim klasama mogu baciti izuzetak IOException, dok metode za čitanje mogu baciti i izuzetak EOFException, u slučaju pokušaja čitanja kada je dostignut kraj toka

Serijalizacija

- serijalizacija objekta – kreiranje nekog OutputStream objekta i okružiti ga ObjectOutputStream objektom
- writeObject() – serijalizovan i poslat OutputStream-u
- deserijalizacija - kreiranje nekog InputStream objekta i okružiti ga ObjectInputStream objektom
- readObject() – referenca na Object – potrebno je uraditi downcast u odgovarajući tip
- serijalizacija – pored čuvanja objekata čuva i objekte koje referenciraju, kao i objekte koje referenciraju referencirani objekti – mreža objekata (*web of objects*)
- kontrolisanje serijalizacije

Klasa ObjectOutputStream

- klasa ObjectOutputStream se koristi za upis objekata u bilo koji tok koji nasljeđuje klasu OutputStream – npr. upis u datoteku ili mrežnu konekciju

```
ObjectOutputStream(OutputStream out) throws IOException // 1
ObjectOutputStream() throws IOException, SecurityException
```

```
public class OOS {
   public static void main(String[] args) throws Exception {
      Kalkulator kalkulator = new Kalkulator(1, 2);
      FileOutputStream fis = new
            FileOutputStream("D:\\test\\k.ser");
      ObjectOutputStream out = new ObjectOutputStream(fis);
      out.writeObject(kalkulator);                    // 1
      out.close();
   }
}
```

Klasa ObjectInputStream

- klasa ObjectInputStream se koristi za čitanje objekata iz bilo kojeg toka koji nasljeđuje klasu InputStream

```
ObjectInputStream(InputStream in) throws IOException  // 1
ObjectInputStream() throws IOException, SecurityException
```

```
public class OIS {
    public static void main(String[] args) throws Exception{
        FileInputStream fis = new
FileInputStream("D:\\test\\k.ser");
        ObjectInputStream ois = new ObjectInputStream(fis);
        Kalkulator kalkulator = (Kalkulator)
ois.readObject();                                    //1
        ois.close();
        System.out.println(kalkulator.zbir());       // 2
    }
}
```

- na primjer, objekat ove klase može da pročita i rekonstruiše objekte (deserijalizacija) koji su prethodno upisani u datoteku ili mrežnu konekciju

Serijalizacija

- da li je moguće utvrditi tip serijalizovanog objekta na osnovu podataka u datoteci

```
import java.io.*;
public class Player implements Serializable {}
----------------
import java.io.*;

public class FreezePlayer {
  public static void main(String[] args) throws
   Exception {
    ObjectOutput out = new ObjectOutputStream(new
   FileOutputStream("X.file"));
    Player pancev = new Player();
    out.writeObject(pancev);
  }
}
```

Serijalizacija

- da li je moguće utvrditi tip serijalizovanog objekta na osnovu podataka u datoteci

```
import java.io.*;

public class ThawPlayer {
  public static void main(String[] args) throws Exception {
    ObjectInputStream in = new ObjectInputStream(
      new FileInputStream(new File(".", "X.file")));
    Object mystery = in.readObject();
    System.out.println(mystery.getClass());
  }
}
----------------
> java ThawPlayer
class Player
```

Serijalizacija

- ključna riječ transient

```
import java.io.*;
import java.util.*;

class Logon implements Serializable {
  private Date date = new Date();
  private String username;
  private transient String password;
  Logon(String name, String pwd) {
    username = name;
    password = pwd;
  }
  public String toString() {
    String pwd =
      (password == null) ? "(n/a)" : password;
    return "logon info: \n   " +
      "username: " + username +
      "\n   date: " + date +
      "\n   password: " + pwd;
  }...
```

Serijalizacija

- ključna riječ transient

```
public static void main(String[] args)
 throws IOException, ClassNotFoundException {
   Logon a = new Logon("Marko", "mark0passw0rd");
   System.out.println( "logon a = " + a);
     ObjectOutputStream o =
       new ObjectOutputStream(
         new FileOutputStream("Logon.out"));
   o.writeObject(a);
   o.close();
   int seconds = 5;
   long t = System.currentTimeMillis()
          + seconds * 1000;
   while(System.currentTimeMillis() < t)
     ;
   ObjectInputStream in =
     new ObjectInputStream(
       new FileInputStream("Logon.out"));
   System.out.println(
     "Recovering object at " + new Date());
   a = (Logon)in.readObject();
   System.out.println( "logon a = " + a);
 }
}
```

Serijalizacija

- kontrolisanje serijalizacije
- Externalizable interfejs:
  - writeExternal( )
  - readExternal( )
  - automatski se pozivaju nad objektom za vrijeme serijalizacije i deserijalizacije
  - kod deserijalizacije poziva se default-ni konstruktor, a nakon njega readExternal( )

Serijalizacija

```
import java.io.*;
class Player1 implements Externalizable {
  public Player1() {
    System.out.println("Player1 Constructor");
  }
  public void writeExternal(ObjectOutput out)
      throws IOException {
    System.out.println("Player1.writeExternal");
  }
  public void readExternal(ObjectInput in)
     throws IOException, ClassNotFoundException {
    System.out.println("Player1.readExternal");
  }
}
```

Serijalizacija

```
import java.io.*;
class Player2 implements Externalizable {
  Player2() {
    System.out.println("Player2 Constructor");
  }
  public void writeExternal(ObjectOutput out)
      throws IOException {
    System.out.println("Player2.writeExternal");
  }
  public void readExternal(ObjectInput in)
     throws IOException, ClassNotFoundException {
    System.out.println("Player2.readExternal");
  }
}
```

Serijalizacija

```
import java.io.*;
public class Players {
  public static void main(String[] args)
    throws IOException, ClassNotFoundException {
    System.out.println("Constructing objects:");
    Player1 b1 = new Player1();
    Player2 b2 = new Player2();
    ObjectOutputStream o = new ObjectOutputStream( new
         FileOutputStream("Players.out"));
    System.out.println("Saving objects:");
    o.writeObject(b1);
    o.writeObject(b2);
    o.close();
    ObjectInputStream in = new ObjectInputStream( new
   FileInputStream("Players.out"));
    System.out.println("Recovering b1:");
    b1 = (Player1)in.readObject();
    // OOPS! izuzetak!!!
    //! System.out.println("Recovering b2:");
    //! b2 = (Player2)in.readObject();
  }
}
```

java.io.InvalidClassException:
Player2; no valid constructor

Serijalizacija

- alternativa za Externalizable:
  - implementacija Serializable interfejsa i
  - dodavanje writeObject( ) i readObject( ) metoda koje će se, ako postoje, koristiti umjesto default-ne serijalizacije

```
private void writeObject(
  ObjectOutputStream stream) throws
  IOException;
private void readObject(
  ObjectInputStream stream) throws
  IOException,
  ClassNotFoundException
```

Serijalizacija

- ove metode će koristiti objekti klasa ObjectOutputStream i ObjectInputStream, umjesto svojih writeObject() i readObject() metoda
- ako serijalizabilni objekat posjeduje navedene metode, ObjectOutputStream i ObjectInputStream će ih pozvati
- iz vlastito implementirane metode writeObject() moguće je izvršiti default-nu writeObject() akciju pozivom metode defaultWriteObject()
- pozivom defaultReadObject() metode iz vlastito implementirane readObject() metode moguće je izvršiti default-nu readObject akciju

Serijalizacija

- važno ograničenje serijalizacije objekata – isključivo Java rješenje – samo Java programi mogu deserijalizovati takve objekte
- interoperabilnije rješenje – konverzija podataka u XML format
- javax.xml – XML biblioteka u sastavu JDK-a
- XOM biblioteka – open-source – www.xom.nu
- Primjer:
  - Player objekat koji sadrži ime i prezime
  - serijalizacija u XML
  - Person klasa ima getXML() metodu – konvertuje podatke u XML Element objekat
  - Person klasa ima konstruktor koji kao argument ima XML Element – inicijalizacija

Serijalizacija

```
import nu.xom.*;
import java.io.*;
import java.util.* ;

public class Person {
  private String first, last;
  public Person(String first, String last) {
    this.first = first;
    this.last = last;
  }
  public Element getXML() {
    Element person = new Element("person");
    Element firstName = new Element("first");
    firstName.appendChild(first);
    Element lastName = new Element("last");
    lastName.appendChild(last);
    person.appendChild(firstName);
    person.appendChild(lastName) ;
    return person;
  }
```

Serijalizacija

```
  public Person(Element person) {
    first = person.getFirstChildElement("first").getValue();
    last = person.getFirstChildElement("last").getValue();
  }
  public String toString() { return first + " " + last; }

  public static void format(OutputStream os, Document doc) throws Exception {
    Serializer serializer = new Serializer(os , "ISO-8859-1") ;
    serializer.setIndent(4);
    serializer.setMaxLength(60);
    serializer.write(doc) ;
    serializer.flush() ;
  }
  public static void main(String [] args) throws Exception {
    List<Person> people = Arrays.asList(
                                        new Person("Marko", "Markovic"),
                                        new Person("Petar", "Petrovic"),
                                        new Person("Mihajlo", "Mihajlovic"));
    System.out.println(people) ;
    Element  root = new Element("people");
    for(Person p : people)
      root.appendChild(p.getXML());
    Document doc = new Document(root);
    format(System.out, doc) ;
    format(new BufferedOutputStream(new FileOutputStream("People.xml")), doc);
  }
}
```

Preferences API

- *Preferences* API – JDK 1.4
- automatski pohranjuje i čita informacije – bliži je perzistenciji nego serijalizaciji objekata
- upotreba je ograničena na:
  - primitivne tipove i
  - String-ove, gdje dužina String-a ne smije biti veća od 8K
- dizajniran da pohrani i čita korisnička podešavanja i konfiguraciona podešavanja samog programa
- *preferences* – skupovi ključ-vrijednost (kao Maps) sačuvani kao hijerarhija čvorova
- iako je moguće kreirati komplikovane strukture, obično se koristi za kreiranje jednog čvora imenovanog imenom klase
- gdje se informacije čuvaju?
  - negdje na file sistemu, zavisno od operativnog sistema
    - za Windows OS - registry

Preferences API

```
import java.util.prefs.*;
import java.util.*;

public class PreferencesDemo {
  public static void main(String[] args) throws Exception {
    Preferences prefs = Preferences
      .userNodeForPackage(PreferencesDemo.class);
    prefs.put("Lokacija", "Banja Luka");
    prefs.put("Institucija", "ETF");
    prefs.putInt("Broj studenata", 2000);
    int usageCount = prefs.getInt("Koristen puta", 0);
    usageCount++;
    prefs.putInt("Koristen puta", usageCount);
    Iterator it = Arrays.asList(prefs.keys()).iterator();
    while(it.hasNext()) {
      String key = it.next().toString();
      System.out.println(key + ": "+ prefs.get(key, null));
    }
  }
}
```

NIO

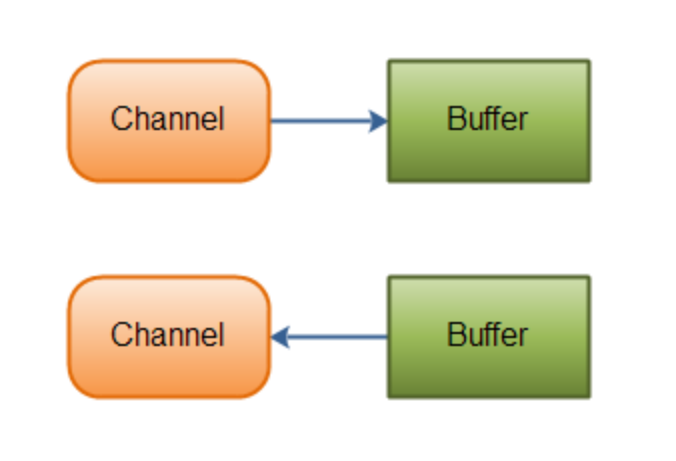
- IO API radi sa bajt i karakter tokovima, a NIO radi sa kanalima (*channels*) i baferima (*buffers*).
  - podaci se uvijek čitaju iz kanala u bafer, a upisuju iz bafera u kanal
- Java NIO omogućava neblokirajuće ulazno-izlazne operacije
  - npr. nit može tražiti od kanala da učita podatke u bafer – dok kanal čita podatke u bafer, nit može raditi nešto drugo – kad su podaci učitani u bafer, nit može nastaviti da ih procesira – slično je i kod upisa podataka u kanal
- Java NIO uključuje i koncept selektora (*selectors*). Selektor je objekat koji može da prati događaje na više kanala (npr. otvaranje konekcije, pristizanje podataka,...)

NIO

- Osnovne Channel implementacije:
  - FileChannel
  - DatagramChannel
  - SocketChannel
  - ServerSocketChannel
  - ove implementacije pokrivaju UDP + TCP network IO, kao i file IO.
- Osnovne Buffer implementacije:
  - ByteBuffer
  - CharBuffer
  - DoubleBuffer
  - FloatBuffer
  - IntBuffer
  - LongBuffer
  - ShortBuffer
  - ove implementacije odnose se na slanje primirivnih tipova podataka putem IO: byte, short, int, long, float, double i char.

NIO

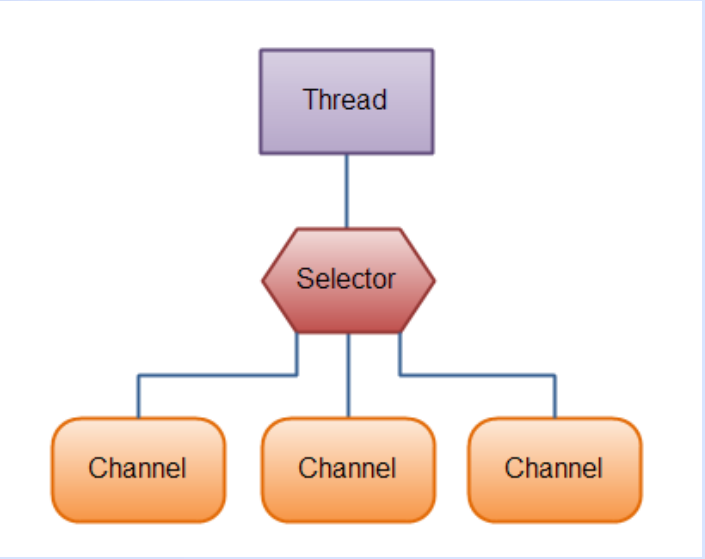
- Java NIO se sastoji od sljedećih osnovnih komponenti (klasa):
  - *Channels*
  - *Buffers*
  - *Selectors*
- Ostale komponente Java NIO (npr. Pipe i FileLock) su uglavnom utility klase koje se koriste zajedno sa osnovne tri klase.



- Tipično, sav ulaz-izlaz u NIO počinje sa kanalom. Iz kanala se podaci čitaju u bafer, dok se iz bafera upisuju u kanal

NIO

- Selector – omogućava da jedna nit upravlja sa više Channel-a
  - pogodno u slučaju kada aplikacija ima više otvorenih konekcija (Channel-a), pri čemu ima malu količinu saobraćaja na svakom kanalu.



NIO Channels

- Java NIO Channel – slični su stream-ovima uz sljedeće razlike:
  - moguće je čitati iz i pisati u Channel, dok su stream-ovi tipično jednosmjerni (ili čitanje ili upis)
  - čitanje i upis u Channel-e moguće je vršiti asinhrono
  - Channel-i uvijek čitaju iz i upisuju u Buffer.
- FileChannel – proizvode ga FileInputStream, FileOutputStream i RandomAccessFile
- Reader i Writer karakter-mod klase ne proizvode kanale, ali klasa java.nio.channels.Channels ima metode za proizvodnju Reader-a i Writer-a iz kanala

NIO Buffer

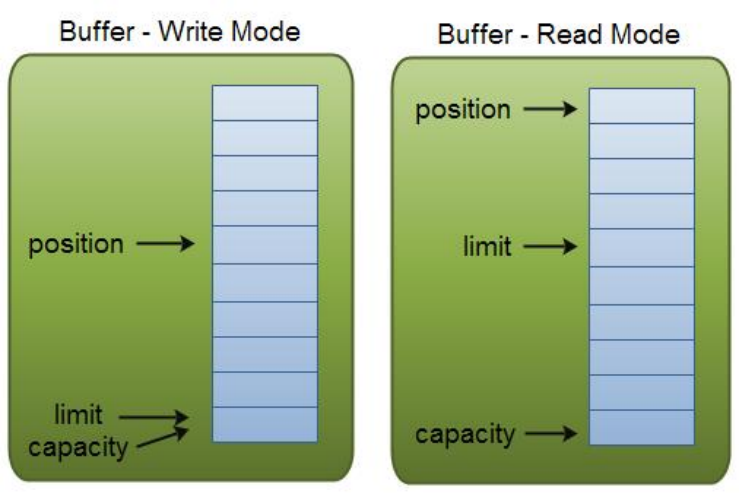
- Java NIO Buffer-i koriste se za interakciju sa NIO Channel-ima (podaci se iz Channel-a čitaju u Buffer-e, i iz Buffer-a se upisuju u Channel-e)
- buffer – memorijski blok u koji se podaci mogu upisivati i iz kojeg se mogu čitati – ovaj memorijski blok je “okružen” NIO Buffer objektom, koji obezbjeđuje skup medoda koji omogućavaju lakši rad sa memorijskim blokom
- ByteBuffer – *buffer* koji sadrži *raw* bajtove
- put i get metode za rad sa *raw* bajtovima ili primitivnim tipovima podataka
- ne postoje put i get metode za rad sa objektima, čak ni za rad sa stringovima

NIO Buffer

- rad s Buffer-ima obično obuhvata sljedeće korake:
  - zapisivanje podataka u Buffer
  - poziv buffer.flip()
    - prebacuje Buffer iz moda za upis u mod za čitanje, limit se postavlja na tekuću poziciju, a onda se pozicija postavlja na nultu
  - čitanje podataka iz Buffer-a
  - poziv buffer.clear() ili buffer.compact()
    - pražnjenje Buffer-a, kako bi se učinio spremnim za ponovni upis podataka
    - clear() – prazni sve podatke iz buffer-a
    - compact() – prazni samo pročitane podatke. Nepročitani podaci se pomjeraju na početak buffer-a, a nakon njih se smještaju novoupisani podaci

NIO Buffer

- Buffer ima 3 važne osobine:
  - capacity
    - veličina/kapacitet buffer-a. U buffer je moguće upisati samo “capacity” podataka tipa byte, long, char, itd. Kad je buffer pun, potrebno ga je isprazniti (pročitati podatke,...), da bi se u njega mogli upisati novi podaci
  - position
    - pozicija kojom se referencira ćelija u buffer-u. Inicjalna pozicija kod upisa podataka je 0. Najveća pozicija je capacity-1
    - flip metoda prebacuje Buffer iz moda za upis u mod za čitanje – pozicija se resetuje na 0.



  - limit
    - u modu za upis, limit Buffer-a označava količinu podataka koja može biti upisane u Buffer. U ovom modu limit je jednak capacity-ju Buffer-a.
    - u modu za čitanje, limit označava koliko podataka može biti pročitano iz Buffer-a. Prilikom poziva flip metode, limit se postavlja na mjesto gdje se nalazio position u write modu (a position se postavlja na nultu poziciju)

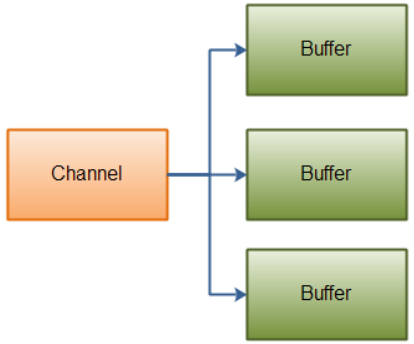
NIO Buffer

- apstraktna klasa Buffer
  - abstract Object array()
  - abstract int arrayOffset()
  - int capacity()
  - Buffer clear()
  - Buffer flip()
  - abstract boolean hasArray()
  - boolean hasRemaining()
  - abstract boolean isDirect()
  - abstract boolean isReadOnly()
  - int limit()
  - Buffer limit(int newLimit)
  - Buffer mark()
  - int position()
  - Buffer position(int newPosition)
  - int remaining()
  - Buffer reset()
  - Buffer rewind()

NIO Buffer

- svaka klasa nasljednica apstraktne klase Buffer ima allocate metodu:
  - primjer – ByteBuffer i IntBuffer
    - static ByteBuffer allocate(int capacity)
    - static IntBuffer allocate(int capacity)

NIO Buffer

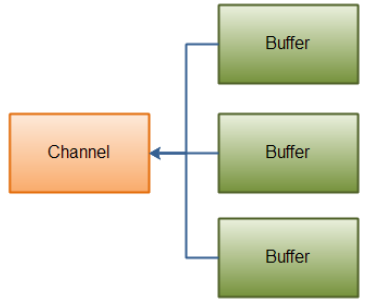


- Scattering Reads
- čitanje podataka iz jednog kanala u više buffer-a

```
ByteBuffer header = ByteBuffer.allocate(128);
ByteBuffer body = ByteBuffer.allocate(1024);
ByteBuffer[] bufferArray = { header, body };
channel.read(bufferArray);
```

- prvo se popunjava jedan buffer – kad se on napuni, podaci se upisuju u sljedeći
- nedostatak: rad sa podacima promjenljive veličine – npr. header + body

NIO Buffer



- Gathering Writes
- upisivanje podataka iz više buffer-a u jedan kanal

```
ByteBuffer header = ByteBuffer.allocate(128);
ByteBuffer body = ByteBuffer.allocate(1024);
ByteBuffer[] bufferArray = { header, body };
channel.write(bufferArray);
```

- podaci se u Channel upisuju iz buffer-a, onim redoslijedom kako se oni i pojavljuju u nizu. Samo podaci između position i limit buffer-a se upisuju. Ako buffer ima kapacitet od 128 bajta, a sadrži samo 58 bajta, onda će u channel biti upisano samo 58 bajta.
- nedostatak: rad sa podacima promjenljive veličine

NIO Channel to Channel transfer

- Java NIO omogućava transfer transfer podataka direktno iz jednog channel-a u drugi, ako je jedan od channel-a FileChannel.
- FileChannel klasa ima sljedeće metode:
  - transferTo()
    - transfer podataka iz FileChannel-a u odredišni channel-a
  - transferFrom()
    - transfer podataka iz izvorišnog channel-a u FileChannel

NIO Channel to Channel transfer

```
RandomAccessFile fromFile = new
    RandomAccessFile("ulaz.txt", "rw");
FileChannel      fromChannel = fromFile.getChannel();

RandomAccessFile toFile = new
    RandomAccessFile("izlaz.txt", "rw");
FileChannel      toChannel = toFile.getChannel();

long position = 0;
long count    = fromChannel.size();

toChannel.transferFrom(fromChannel, position, count);
```

NIO Selector

- Selector je Java NIO komponenta koja može ispitati jedan ili više NIO kanala i utvrditi koji kanali su spremni za čitanje ili pisanje – na ovaj način jedna nit može upravljati sa više kanala

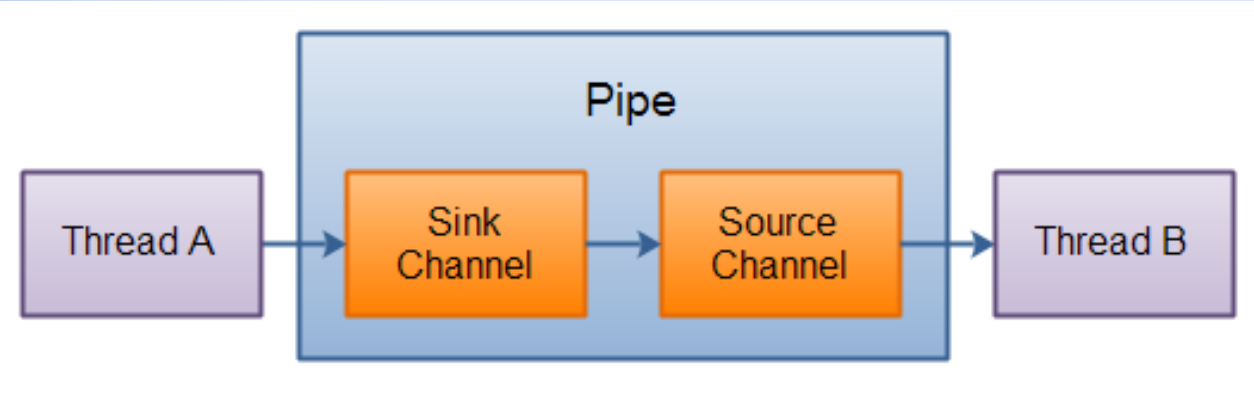
- Prednost:
  - korištenje samo jedne niti za upravljanje sa više kanala
    - switch-ing između niti je skupa operacija (novi procesori su sve “bolji” u multitasking-u, tako da ova operacija postaje sve jeftinija)
    - svaka nit zauzima određene momorijske resurse

NIO

- SocketChannel
- ServerSocketChannel
- DatagramChannel

NIO Pipe

- Java NIO Pipe je jednosmjerna konekcija između dvije niti
- Pipe ima SourceChannel i SinkChannel
- podaci se upisuju u SinkChannel
- ovi podaci se onda mogu čitati iz SourceChannel-u



NIO Pipe

- kreiranje Pipe-a

  Pipe pipe = Pipe.open();
- da bi se moglo upisivati u Pipe, potrebno je imati pristup SinkChannel-u

  Pipe.SinkChannel sinkChannel = pipe.sink();
- Upis u SinkChannel – metoda write

  int write(ByteBuffer src) throws IOException – metoda interfejsa

  WritableByteChannel
- Čitanje iz Pipe-a – potreban je pristup SourceChannel-u

  Pipe.SourceChannel sourceChannel = pipe.source();
- Čitanje iz SourceChannel-a – read metoda

  ByteBuffer buf = ByteBuffer.allocate(48);
  int bytesRead = sourceChannel.read(buf);

NIO

```
public class GetChannel {
  private static final int BSIZE = 1024;
  public static void main(String[] args) throws Exception {
    // Upis u datoteku
    FileChannel fc = new
        FileOutputStream("data.txt").getChannel();
    fc.write(ByteBuffer.wrap("Some text ".getBytes()));
    fc.close();
    // Upis na kraj datoteke
    fc = new RandomAccessFile("data.txt", "rw").getChannel();
    fc.position(fc.size()); // Move to the end
    fc.write(ByteBuffer.wrap("Some more".getBytes()));
    fc.close();
    // Citanje
    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());
  }
}
```

NIO

```
public class ChannelCopy {
  private static final int BSIZE = 1024;
  public static void main(String[] args) throws Exception {
    String from, to;
    if(args.length != 2) {
      from = "data.txt";
      to = "dataCopy.txt";
    }else{
      from = args[0];
      to = args[1];
    }
    FileChannel
      in = new FileInputStream(from).getChannel(),
      out = new FileOutputStream(to).getChannel();
    ByteBuffer buffer = ByteBuffer.allocate(BSIZE);
    while(in.read(buffer) != -1) {
      buffer.flip(); // pripremi za pisanje
      out.write(buffer);
      buffer.clear();  // pripremi za citanje
    }
  }
}
```

java.io vs java.nio

- **IO** **NIO**
- Stream oriented Buffer oriented
  - Java IO stream oriented – čitanje većeg broja bajta istovremeno iz stream-a, oni se ne keširaju, nema kretanja unaprijed, pa unazad kroz stream (osim ako se podaci ne keširaju u buffer)
  - Java NIO buffer oriented – podaci se čitaju u buffer iz kojeg se kasnije procesiraju, moguće je kretanje unaprijed/unazad. Treba voditi računa o tome da su svi potrebni podaci u buffer-u, kao i da neki podaci nisu "pregaženi" prilikom upisa.
- Blocking IO Non blocking IO
  - različiti IO stream-ovi su blokirajući – kada nit pozove read ili write metodu, onda je ona blokirana dok podaci ne budu pročitani/upisani.
  - Java NIO neblokirajući mod omogućava niti da zahtjeva čitanje podataka iz kanala i da dobije ono što je trenutno raspoloživo (ili ništa). Nit ne ostaje blokirana čekajući da podaci postanu dostupni i može da "radi" nešto drugo. Slično je i za upis podataka. Nit može zahtjevati da podaci budu upisani u kanal, ali ne mora čekati da oni i budu upisani u potpunosti. Idle time može biti iskorišten od strane niti da izvrši IO operacije na drugim kanalima, tj. jedna nit može upravljati višestrukim kanalima.

Selectors

- performanse