File, flussi e pacchetto java.io

Formato binario e formato di testo

- I dati sono memorizzati nei files in due formati:
  - testo (successione di caratteri)
  - binario (successione di bytes)
- Ad es. numero 12345
  - testo: sequenza di caratteri 1,2,3,4,5
  - binario: sequenza di 4 byte corrispondenti a interi 0,0,48,57 (12345 = 48x256+57)

Flussi

- In Java input e output sono definiti in termini di flussi (stream)
  - Sequenze ordinate di dati
- Due tipi di flussi
  - Flussi di dati binari (byte stream)
  - Flussi di caratteri (character stream)
- Ciascun tipo di flusso è gestito da apposite classi

Classi per usare flussi (pacchetto java.io)

- Flussi di input: hanno una sorgente
  - Per dati binari, usare la classe `InputStream`
  - Per caratteri, usare la classe `Reader`
- Flussi di output: hanno una destinazione
  - Per dati binari, usare la classe `OutputStream`
  - Per caratteri, usare la classe `Writer`
- Tutte queste classi sono nel package `java.io`
  - `import java.io.*;`

La classe IOException

- Utilizzata da molti metodi di `java.io` per segnalare condizioni di errore
- Un metodo solleva una `IOException` se si verifica un problema collegato al flusso di I/O
- Costruttori che ricevono come parametro il nome di un file/directory o un oggetto File possono lanciare `FileNotFoundException` (sottoclasse di `IOException`)

Flussi Standard

Definiti dalla classe `System` in `java.lang`

- Standard input (tastiera): `System.in`
  - Di tipo `InputStream`
- Standard output (monitor): `System.out`
  - Di tipo `PrintStream` (discendenza di `OutputStream`)
- Standard error (per messaggi di errore): `System.err`
  - Di tipo `PrintStream`

La classe astratta InputStream

- Dichiara i metodi per leggere flussi binari da una sorgente specifica
- Alcuni metodi:
  - `public abstract int read() throws IOException`
  - `public void close() throws IOException`

Note su InputStream

- read (IOException se invocato su flusso chiuso)
  - Legge un byte alla volta
  - Restituisce
    - un int (da 0 a 255) che rappresenta il byte letto
    - -1 se il flusso è terminato
- close (IOException se errore I/O avviene)
  - Chiude il flusso di input
  - Rilascia le risorse associate al flusso
  - Ulteriori operazioni sul flusso chiuso provocano una IOException
- E' importante chiudere il flusso d'input con il metodo close()

La classe FileInputStream

- Sottoclasse concreta di `InputStream`
  - `public class FileInputStream extends InputStream`
- Possiamo creare oggetti di questa classe
  - `FileInputStream in = new FileInputStream(“nomefile.bin");`

Esempio: Contare i byte in un flusso

```
import java.io.*;

public class ContaByte {

public static void main(String[] args) throws
   IOException {
   InputStream in = new
                FileInputStream("nomefile.bin");

   int totale = 0;
   while (in.read() != -1)
          totale++;
   in.close();
   System.out.println("Il numero di byte è" +  totale);
   }
}
```

Specificare il path di un file

- Quando si digita il path di un file ogni barra rovesciata (“\”) va inserita due volte
  - Una singola barra rovesciata è un carattere di escape

```
InputStream in = new
        FileInputStream(“C:\\nomedir\\nomefile.est”);
```

La classe astratta OutputStream

- Dichiara i metodi per scrivere flussi binari in una destinazione specifica
- Alcuni metodi:
  - `public abstract void write(int b) throws IOException`
  - `public void close() throws IOException`

Note su OutputStream

- write
  - Scrive un byte alla volta
  - il byte è passato come argomento di tipo int
- close
  - Chiude il flusso di output
  - Rilascia le risorse associate al flusso
  - Ulteriori operazioni sul flusso chiuso provocano una IOException
- E' importante chiudere il flusso d'output con il metodo close()
  - chiusura garantisce scrittura

La classe FileOutputStream

- Sottoclasse concreta di `OutputStream`
  - `public class FileOutputStream extends OutputStream`
- Possiamo creare oggetti di questa classe
  - `FileOutputStream out = new FileOutputStream(“nomefile.est");`

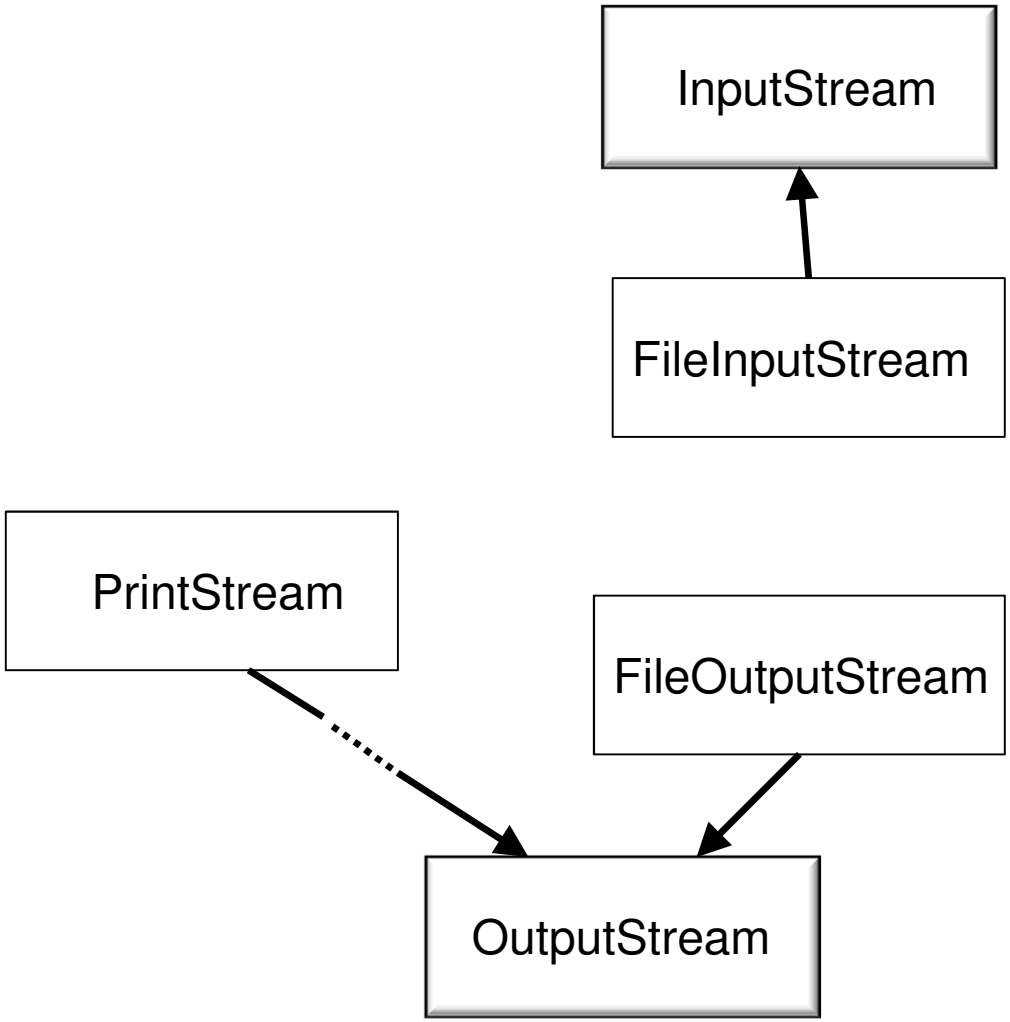
Classe PrintStream (1)

- PrintStream è una classe concreta nella discendenza (sottoclasse di sottoclasse) di OutputStream.
- Aggiunge a OutputStream tutti i metodi per stampare convenientemente vari tipi di dati
  - Ad es. i metodi print e println
- Metodi non lanciano IOException

Classe PrintStream (2)

- Oggetto System.out è di tipo PrintStream e rappresenta il flusso standard di output (flusso binario)
- Possiamo direzionare flusso byte su un file
  - ```
    PrintStream out =
            new PrintStream(“nomefile.est");
    ```
    ```

Riepilogo classi per flussi di byte



La classe astratta Reader

- Dichiara i metodi per leggere flussi di caratteri da una sorgente specifica
- Alcuni metodi:
  - `public int read() throws IOException`
  - `public abstract void close()`
    `throws IOException`

Note su Reader

- read
  - Legge un carattere alla volta
  - Restituisce
    - un int (da 0 a 65535) che rappresenta il carattere letto
    - -1 se il flusso è terminato
- close
  - Chiude il flusso di caratteri
  - Rilascia le risorse associate al flusso
  - Ulteriori operazioni sul flusso chiuso provocano una IOException
- E' importante chiudere il flusso d'input con il metodo close()

Concretizzare Reader

- Dobbiamo convertire un flusso di input binario in un flusso di input di caratteri

- Si usa la classe `InputStreamReader`
  - E' una sottoclasse concreta di `Reader`
  - Il costruttore è
    `public InputStreamReader(InputStream in)`

Conversione tra flussi

- L'oggetto `System.in` è di tipo `InputStream`, possiamo convertirlo in un flusso di caratteri
  - `InputStreamReader reader= new InputStreamReader(System.in);`

- In generale:

```
InputStream in =
        new FileInputStream("nomefile.bin");

InputStreamReader reader=
                    new InputStreamReader(in);
```

La classe FileReader

- Sottoclasse di `InputStreamReader`
  - `public class FileReader extends InputStreamReader`
- Costruttore richiede nome file
  - `FileReader reader = new FileReader(“nomefile.txt");`
- Serve per leggere flussi di caratteri da un file
  - `char c = reader.read();`

Esempio: Contare i caratteri in un flusso

```
import java.io.*;

public class ContaCaratteri {

public static void main(String[] args)
                                throws IOException {
   Reader reader = new  FileReader("nomefile.txt");

   int totale = 0;
   while (reader.read() != -1)
          totale++;
   reader.close();
   System.out.println("Il numero di caratteri è" +
   totale);
   }
}
```

Usare un FileReader

- Gli oggetti della classe `FileReader` leggono un carattere per volta, ma spesso serve leggere intere linee.
- Si può pensare di usare un oggetto che compone stringhe a partire dai caratteri letti da un `FileReader`
- Si può usare la classe `Scanner`

```
FileReader reader = new FileReader(“file.txt");
Scanner in = new Scanner(reader);
String inputLine = in.nextLine(); //lettura dati
```

La classe astratta Writer

- Dichiara i metodi per scrivere flussi di caratteri verso una destinazione specifica
- Alcuni metodi:
  - `public void write(int c) throws IOException`
  - `public abstract void close() throws IOException`

Note su Writer

- write
  - Scrive un carattere alla volta
  - il carattere è passato come argomento di tipo int
- close
  - Chiude il flusso di output
  - Rilascia le risorse associate al flusso
  - Ulteriori operazioni sul flusso chiuso provocano una IOException
- E' importante chiudere il flusso d'output con il metodo close()
  - chiusura garantisce scrittura

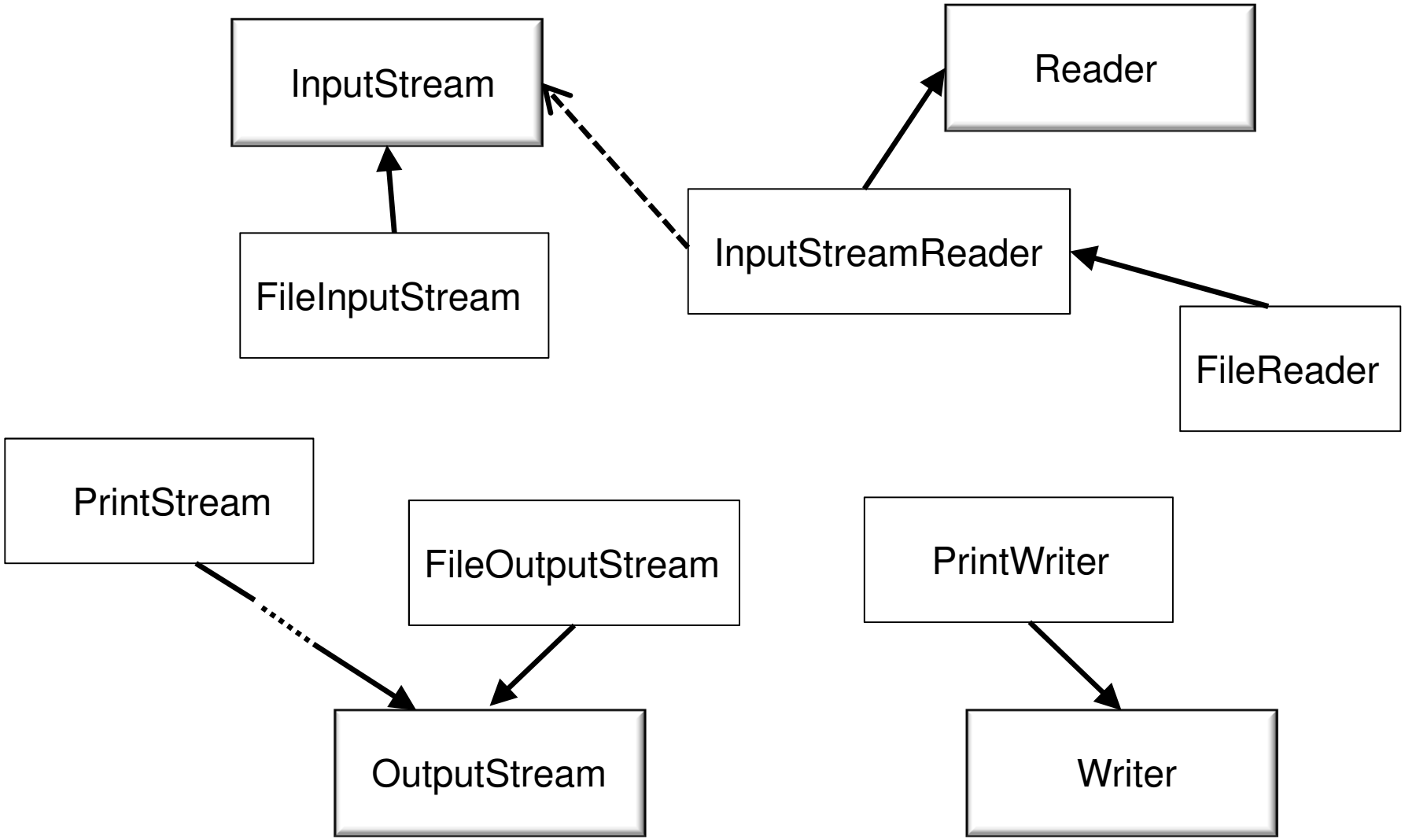
Classe PrintWriter

- Sottoclasse concreta di `Writer`
  - `public PrintWriter("output.txt")`
- Contiene tutti i metodi print e println di PrintStream

```
PrintWriter out = new PrintWriter("output.txt");
out.println(2.75);
out.println(new BankAccount());
out.println("Hello, World!");
```

- E' per la classe astratta Writer l'analogo di PrintStream per OutputStream
- Quando si istanzia un oggetto PrintWriter:
  - se il file passato come parametro del costruttore esiste, allora viene svuotato del suo contenuto
  - se il file non esiste viene creato un file nuovo (vuoto) con il nome passato come parametro del costruttore

Riepilogo classi per flussi di byte e caratteri



Esempio

- Scrivere un programma che legge tutte le righe di un file e le scrive in un altro file facendo precedere ogni riga dal suo numero
- File di input:

```
Mary had a little lamb
Whose fleece was white as snow.
And everywhere that Mary went,
The lamb was sure to go!
```

- File di output desiderato:

```
/* 1 */ Mary had a little lamb
/* 2 */ Whose fleece was white as snow.
/* 3 */ And everywhere that Mary went,
/* 4 */ The lamb was sure to go!
```

File LineNumberer.java

```
01: import java.io.FileReader;
02: import java.io.IOException;
03: import java.io.PrintWriter;
04: import java.util.Scanner;
05:
06: public class LineNumberer
07: {
08:    public static void main(String[] args)
09:    {
10:       Scanner console = new Scanner(System.in);
11:       System.out.print("Input file: ");
12:       String inputFileName = console.next();
13:       System.out.print("Output file: ");
14:       String outputFileName = console.next();
15:
16:       try
17:       {
```

```
18:          FileReader reader = new FileReader(inputFileName);
19:          Scanner in = new Scanner(reader);
20:          PrintWriter out = new PrintWriter(outputFileName);
21:          int lineNumber = 1;
22:
23:          while (in.hasNextLine())
24:          {
25:             String line = in.nextLine();
26:             out.println("/* " + lineNumber + " */ " + line);
27:             lineNumber++;
28:          }
29:
30:          out.close();
31:       }
32:       catch (IOException exception)
33:       {
34:    System.out.println("Error processing file:"
                + exception);
35:       }
36:    }
37: }
```

La classe File

- Astrazione del concetto di file
- Può essere utilizzato per manipolare file esistenti
- Creiamo un oggetto di tipo `File`

```
File inputFile = new File("input.txt");
```

(input.txt può non esistere, e questo comando non lo crea)

- Non possiamo leggere/scrivere direttamente dati da un oggetto di tipo `File`
- Dobbiamo istanziare un oggetto di tipo: `FileReader`, `PrintWriter`, `FileInputStream`, `FileOutputStream` o `PrintStream`

```
FileReader reader = new FileReader(inputFile);
PrintWriter writer = new PrintWriter(inputFile);
```

La classe File: alcuni metodi

- `public boolean delete()`
  - Cancella il file restituendo true se la cancellazione ha successo
- `public boolean renameTo(File newname);`
  - Rinomina il file restituendo true se la ridenominazione ha successo
- `public long length()`
  - Restituisce la lunghezza del file in byte (zero se il file non esiste)
- `public boolean exists()`
  - Testa se il file o la directory denotata dal parametro implicito esiste

Ricapitoliamo con un esempio

```
import java.io.*;

public class Esempio {
  public static void main(String[] args)
                                        throws IOException {

        // SCRITTURA
   PrintWriter pw = new PrintWriter("C:\\HelloWorld.txt");
   pw.println("HELLO WORLD alla fine del file");
         // Chiusura File
   pw.close();
        // LETTURA
   FileReader fr = new FileReader(“C:\\HelloWorld.txt");
   Scanner sc = new Scanner(fr);
   String s = sc.nextLine();
        // Chiusura File
   fr.close();     System.out.println(s);
```

Esempio

```
        File f1 = new File("C:\\HelloWorld.txt");
        File f2 = new File("C:\\HelloWorld2.txt");
        f1.renameTo(f2);

        // Attenzione NON crea il file
        File f3 = new File("C:\\HelloWorld3.txt");
        // Per crearlo dovete darlo ad un Writer
        PrintWriter fw2 = new PrintWriter(f3);

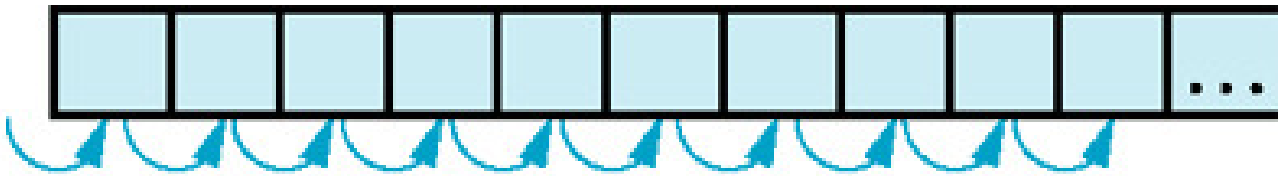
        } // Fine main
    } // Fine classe
```

Accesso sequenziale e casuale

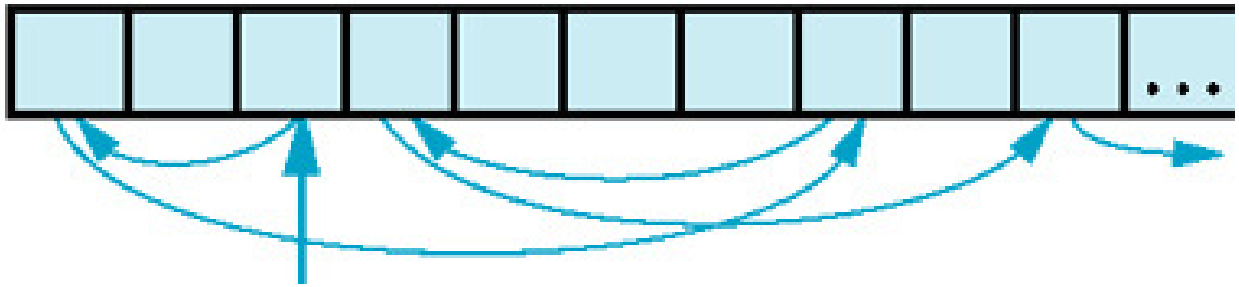
- Accesso sequenziale
  - Un file viene elaborato un byte alla volta, in sequenza
  - può essere inefficiente
- Accesso casuale
  - Possiamo accedere a posizioni arbitrarie nel file
  - Soltanto i file su disco supportano l'accesso casuale: System.in e System.out no
  - Ogni file su disco ha un puntatore di file che individua la posizione dove leggere o scrivere.

Accesso sequenziale e casuale

Sequential access



Random access



Accesso casuale

- Per l'accesso casuale al file, usiamo un oggetto di tipo `RandomAccessFile`
- Possiamo aprire il file in diverse modalità:
  - "r" apre il file in sola lettura; se viene usato un metodo di scrittura viene invocata una `IOException`
  - "rw" apre il file per lettura e scrittura. Se il file non esiste prova a crearlo.

- Es.:

```
RandomAccessFile f =
    new RandomAccessFile("bank.dat","rw");
```

Accesso casuale: metodi

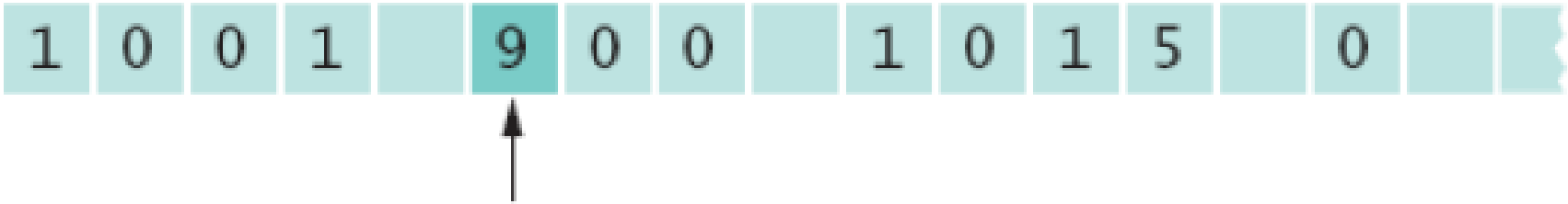
- `f.read()`
  - come read di InputStream, un byte alla volta
  - readLine(), readInt(), readDouble(), …
- `f.write(b)`
  - scrive il byte b a partire dalla posizione indicata dal puntatore
  - writeChars(String), writeDouble(double), writeInt(int), …
- `f.close()` //chiude il file
- `f.seek(n)` //sposta il puntatore al byte di indice n
- `long n = f.getFilePointer();`
  - Fornisce la posizione corrente del puntatore nel file
- `long fileLength = f.length();`
  - Fornisce il numero di byte di un file

Esempio

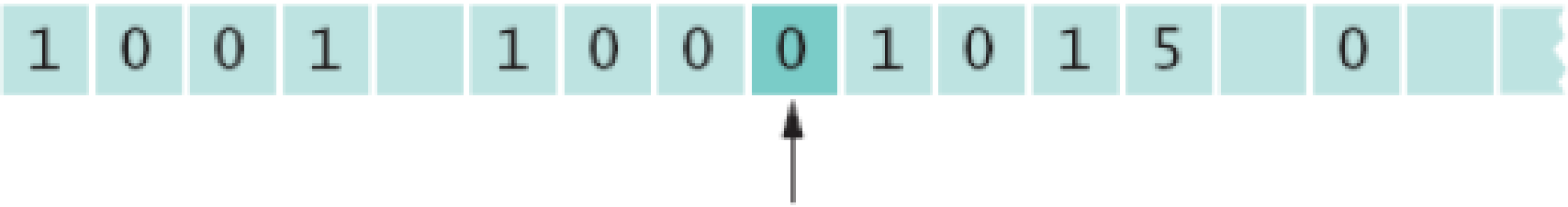
- Si vuole usare un RandomAccessFile per mantenere un insieme di oggetti BankAccount
- Il programma deve permettere di selezionare un conto e di effettuare un versamento
- Per manipolare un insieme di dati in un file occorre prestare attenzione a come i dati sono formattati
  - Supponiamo che memorizziamo un conto come un testo (String), ad esempio: conto 1001 ha saldo 900 e conto 1015 ha saldo 0

Esempio

Vogliamo versare 100 nel conto 1001



Se semplicemente scriviamo il nuovo valore si ha



Soluzione

- Per aggiornare un file:
  - Ogni valore deve avere uno spazio fissato sufficientemente grande
  - Ogni record ha la stessa taglia
    - E' facile individuare ogni record
    - E' facile aggiornare i campi di un record
  - Se memorizziamo i campi dei record in binario (in bytes) in base al tipo, allora i record dello stesso tipo hanno la stessa taglia

Note su RandomAccessFile

- `RandomAccessFile` memorizza i dati in binario
- `readInt` legge interi come sequenze di 4 bytes
- `writeInt` scrive interi come sequenze di 4 bytes
- `readDouble` e `writeDouble` usano 8 bytes

```
double x = f.readDouble();
f.writeDouble(x);
```

Esempio

- Determinare il numero di conti nel file

```
public int size() throws IOException
{
   return (int) (file.length() / RECORD_SIZE);
         // RECORD_SIZE is 12 bytes:
         // 4 bytes for the account number and
         // 8 bytes for the balance }
```

- Leggere l'(n+1)-esimo conto nel file

```
public BankAccount read(int n) throws IOException
{
   file.seek(n * RECORD_SIZE);
   int accountNumber = file.readInt();
   double balance = file.readDouble();
   return new BankAccount(accountNumber, balance);
}
```

Esempio

- Scrivere nell'(n+1)-esimo conto del file

```
public void write(int n, BankAccount account)
      throws IOException {
   file.seek(n * RECORD_SIZE);
   file.writeInt(account.getAccountNumber());
   file.writeDouble(account.getBalance());
}
```

- Cerca l'indice di un conto nel file

```
public int find(int accountNumber) throws IOException {
      for (int i = 0; i < size(); i++){
         file.seek(i * RECORD_SIZE);
         int a = file.readInt();
         if (a == accountNumber)
            return i;
      }
     return -1; // conto non trovato
  }
```

File BankData.java

```
001: import java.io.IOException;
002: import java.io.RandomAccessFile;
003:
004: /**
005:    This class is a conduit to a random access file
006:    containing savings account data.
007: */
008: public class BankData
009: {
010:    /**
011:       Constructs a BankData object that is not associated
012:       with a file.
013:    */
014:    public BankData()
015:    {
016:       file = null;
017:    }
```

Continued...

File BankData.java

```
018:
019:    /**
020:       Opens the data file.
021:       @param filename the name of the file containing savings
022:       account information
023:    */
024:    public void open(String filename)
025:          throws IOException
026:    {
027:       if (file != null) file.close();
028:       file = new RandomAccessFile(filename, "rw");
029:    }
030:
031:    /**
032:       Gets the number of accounts in the file.
033:       @return the number of accounts
034:    */
```

Continued...

File BankData.java

```
035:    public int size()
036:          throws IOException
037:    {
038:       return (int) (file.length() / RECORD_SIZE);
039:    }
040:
041:    /**
042:       Closes the data file.
043:    */
044:    public void close()
045:          throws IOException
046:    {
047:       if (file != null) file.close();
048:       file = null;
049:    }
050:
```

Continued...

File BankData.java

```
051:    /**
052:       Reads a savings account record.
053:       @param n the index of the account in the data file
054:       @return a savings account object initialized with
           // the file data
055:    */
056:    public BankAccount read(int n)
057:          throws IOException
058:    {
059:       file.seek(n * RECORD_SIZE);
060:       int accountNumber = file.readInt();
061:       double balance = file.readDouble();
062:       return new BankAccount(accountNumber, balance);
063:    }
064:
065:    /**
066:       Finds the position of a bank account with a given
              // number
```

Continued...

File BankData.java

```
067:       @param accountNumber the number to find
068:       @return the position of the account with the given
              // number,
069:       or -1 if there is no such account
070:    */
071:    public int find(int accountNumber)
072:          throws IOException
073:    {
074:       for (int i = 0; i < size(); i++)
075:       {
076:          file.seek(i * RECORD_SIZE);
077:          int a = file.readInt();
078:          if (a == accountNumber) // Found a match
079:             return i;
080:       }
081:       return -1; // No match in the entire file
082:    }
```

Continued...

File BankData.java

```
083:
084:    /**
085:       Writes a savings account record to the data file
086:       @param n the index of the account in the data file
087:       @param account the account to write
088:    */
089:    public void write(int n, BankAccount account)
090:          throws IOException
091:    {
092:       file.seek(n * RECORD_SIZE);
093:       file.writeInt(account.getAccountNumber());
094:       file.writeDouble(account.getBalance());
095:    }
096:
097:    private RandomAccessFile file;
098:
```

Continued...

File BankData.java

```
099:    public static final int INT_SIZE = 4;
100:    public static final int DOUBLE_SIZE = 8;
101:    public static final int RECORD_SIZE
102:          = INT_SIZE + DOUBLE_SIZE;
103: }
```

File BankDatatester.java

```
01: import java.io.IOException;
02: import java.io.RandomAccessFile;
03: import java.util.Scanner;
04:
05: /**
06:    This program tests random access. You can access existing
07:    accounts and deposit money, or create new accounts. The
08:    accounts are saved in a random access file.
09: */
10: public class BankDataTester
11: {
12:    public static void main(String[] args)
13:          throws IOException
14:    {
15:       Scanner in = new Scanner(System.in);
16:       BankData data = new BankData();
17:       try
```

Continued...

File BankDatatester.java

```
18:         {
19:            data.open("bank.dat");
20:
21:            boolean done = false;
22:            while (!done)
23:            {
24:               System.out.print("Account number: ");
25:               int accountNumber = in.nextInt();
26:               System.out.print("Amount to deposit: ");
27:               double amount = in.nextDouble();
28:
29:               int position = data.find(accountNumber);
30:               BankAccount account;
31:               if (position >= 0)
32:               {
33:                  account = data.read(position);
34:                  account.deposit(amount);
```

Continued...

File BankDatatester.java

```
35:                System.out.println("new balance="
36:                      + account.getBalance());
37:             }
38:             else // Add account
39:             {
40:                account = new BankAccount(accountNumber,
41:                      amount);
42:                position = data.size();
43:                System.out.println("adding new account");
44:             }
45:             data.write(position, account);
46:
47:             System.out.print("Done? (Y/N) ");
48:             String input = in.next();
49:             if (input.equalsIgnoreCase("Y")) done = true;
50:          }
51:       }
```

Continued…

File BankDatatester.java

```
52:         finally
53:         {
54:            data.close();
55:         }
56:      }
57: }
58:
59:
60:
61:
62:
63:
64:
65:
66:
67:
68:
69:
```

Flussi di Oggetti

- Consentono di operare su interi oggetti
  - Per scrivere un oggetto non dobbiamo prima decomporlo
  - Per leggere un oggetto non dobbiamo leggere i dati separatamente e poi ricomporre l'oggetto
- Flussi in scrittura

  Classe `ObjectOutputStream`
- Flussi in lettura

  Classe `ObjectInputStream`

Serializzazione

- La memorizzazione di oggetti in un flusso è detta serializzazione
  - Ogni oggetto riceve un numero di serie nel flusso
  - Se lo stesso oggetto viene salvato due volte la seconda volta salviamo solo il numero di serie
  - Numeri di serie ripetuti sono interpretati come riferimenti allo stesso oggetto
- Nella serializzazione un oggetto è appiattito in un flusso di byte

Deserializzazione

- La lettura di oggetti da un flusso comporta una deserializzazione
  - Le classi non sono memorizzate nel flusso
  - Della classe viene solo memorizzato un descrittore (nome qualificato della classe + identificativo di serializzazione)
  - Si controlla che l'oggetto ricostruito ha lo stesso identificativo di serializzazione della classe caricata nella JVM
  - Altrimenti, viene sollevata l'eccezione controllata `InvalidClassException` (qualcosa non va nella classe utilizzata nella deserializzazione)
- Nella deserializzazione dall'informazione scritta come byte in un flusso si deve ricostruire l'oggetto (con la sua struttura originale)

Interfaccia Serializable

- Interfaccia di marcatura (non contiene metodi)
- Serve solo a verificare che siamo a conoscenza della serializzazione (come Cloneable rispetto alla clonazione)
- Non tutti gli oggetti implementano Serializable (ad es. Object)
  - Non tutti i dati del programma necessitano di persistere tra differenti esecuzioni del programma
- Ogni classe serializzabile ha un identificativo universale di serializzazione
  - viene utilizzato nella deserializzazione per controllare che un oggetto corrisponde ad una classe caricata nella JVM

Costruttore e writeObject

- writeObject esegue serializzazione dell'oggetto
- L'oggetto da inserire nel flusso deve essere serializzabile altrimenti viene sollevata la NotSerializableException

```
MyClass mc = new MyClass(…);
ObjectOutputStream out =
    new ObjectOutputStream(new FileOutputStream("mc.dat"));
out.writeObject(mc);   //MyClass implementa Serializable
```

Oggetti composti nella serializzazione

- Per poter serializzare un oggetto, tutti le variabili di istanza non primitive devono essere di tipo serializzabile

- Cosa succede se una variabile di istanza non è serializzabile, ma vogliamo serializzare?
  - possiamo fare in modo che la variabile di istanza sia ignorata usando lo specificatore transient

Lettura: readObject

- Legge un ***Object*** da un flusso (deserializzazione) su cui è stato scritto con writeObject
- Restituisce un riferimento a questo *Object*
- L'output necessita di un cast
- Può lanciare un' eccezione controllata di tipo **`ClassNotFoundException`** se classe non caricata in JVM (oltre ad altre eccezioni quali ad es. **`InvalidClassException`**)

```
ObjectInputStream in =
      new ObjectInputStream(new FileInputStream("mc.dat"));
MyClass mc = (MyClass) in.readObject();
```

File SerialTester.java

```
01: import java.io.File;
02: import java.io.IOException;
03: import java.io.FileInputStream;
04: import java.io.FileOutputStream;
05: import java.io.ObjectInputStream;
06: import java.io.ObjectOutputStream;
07:
08: /**
09:    This program tests serialization of a Bank object.
10:    If a file with serialized data exists, then it is
11:    loaded. Otherwise the program starts with a new bank.
12:    Bank accounts are added to the bank. Then the bank
13:    object is saved.
14: */
15: public class SerialTester
16: {
```

File SerialTester.java

```
17:    public static void main(String[] args)
18:          throws IOException, ClassNotFoundException
19:    {
20:       Bank firstBankOfJava;
21:
22:       File f = new File("bank.dat");
23:       if (f.exists())
24:       {
25:          ObjectInputStream in =
26:                new ObjectInputStream(new FileInputStream(f));
27:          firstBankOfJava = (Bank) in.readObject();
28:          in.close();
29:       }
30:       else
31:       {
32:          firstBankOfJava = new Bank();
33:          firstBankOfJava.addAccount(new
                                   BankAccount(1001, 20000));
```

File SerialTester.java

```
34:             firstBankOfJava.addAccount(new
                      BankAccount(1015, 10000));
35:          }
36:
37:          // Deposit some money
38:          BankAccount a = firstBankOfJava.find(1001);
39:          a.deposit(100);
40:          System.out.println(a.getAccountNumber()
                   + ":" + a.getBalance());
41:          a = firstBankOfJava.find(1015);
42:          System.out.println(a.getAccountNumber()
                   + ":" + a.getBalance());
43:
44:          ObjectOutputStream out = new ObjectOutputStream
45:                (new FileOutputStream(f));
46:          out.writeObject(firstBankOfJava);
47:          out.close();
48:       }
49: }
```