



**Università degli Studi di Bologna
Scuola di Ingegneria**

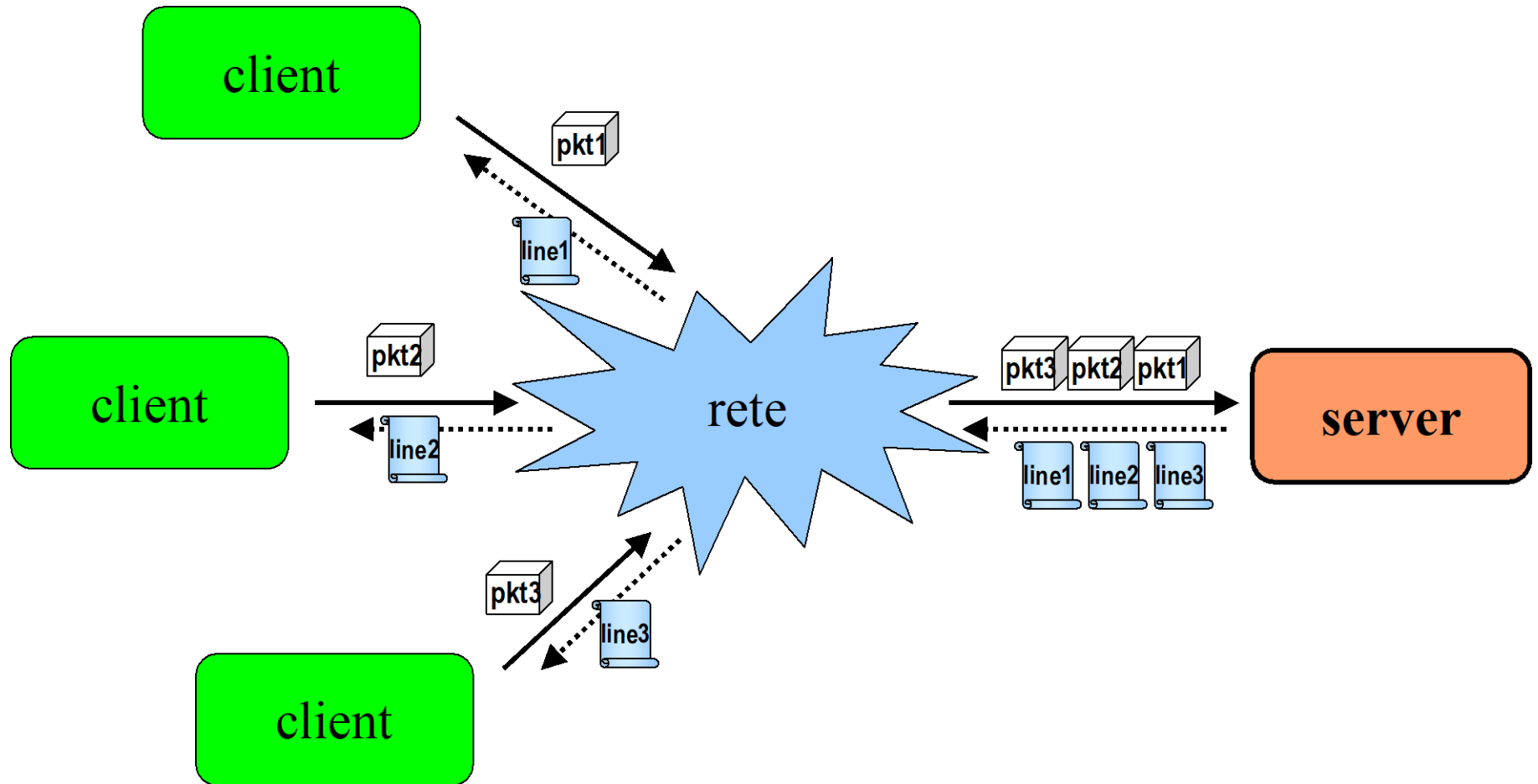
Corso di Reti di Calcolatori T

***Esercitazione 1 (svolta)
Socket Java senza connessione***

**Antonio Corradi, Armir Bujari
Giuseppe Martuscelli, Lorenzo Rosa,
Andrea Sabbioni**

Anno accademico 2023/2024

Architettura



Specifica: il Client

Sviluppare un'applicazione C/S in cui il **client**, invocato con l'**indirizzo IP e la porta** su cui il server è in ascolto, invia al server pacchetti contenenti **il nome del file testo e il numero della linea del file che vuole ricevere**, che sono richiesti dall'utente usando l'input da console. Si noti **l'invio di un unico datagramma per più informazioni** (perché non di due separati?)

Il cliente è un filtro

Successivamente il client **stampa il contenuto del datagram ottenuto in risposta**, che può essere **la linea richiesta o una risposta negativa**. Per evitare che, in caso di caduta del server o perdita di un pacchetto, il client si blocchi indefinitamente nell'attesa della risposta è previsto un timeout di 30 s.

Per il settaggio del timeout sull'operazione di lettura si faccia uso della funzione **setTimeout**, invocata sulla socket dopo la costruzione della stessa. **Attraverso tale funzione è infatti possibile evitare la condizione di blocco indefinito qualora si invochino operazioni bloccanti sul di una socket. Le primitive bloccanti saranno infatti sbloccate dopo un tempo pari al timeout settato.**

Specifica: il Server

Il **server** riceve la richiesta inviata dal client

Il server **verifica l'esistenza del file richiesto e serve la richiesta**

Se il file non esiste, notifica l'errore, altrimenti tenta di estrarre la **linea richiesta**

Infine, **restituisce la risposta** al client: se la linea non esiste invia una notifica di errore; altrimenti invia al client (o ai client) un pacchetto contenente la **linea richiesta**

NOTA: il server è realizzato come **server sequenziale** (e quindi mono-processo), che esegue un **ciclo infinito** in cui compie i seguenti passi fondamentali:

1. attesa di richiesta;
2. generazione della risposta;
3. invio della risposta.

La Classe DatagramPacket

Classe con cui vengono **rappresentati i pacchetti datagram UDP da inviare** e ricevere sulle socket di tipo Datagram.

Si costruisce un **datagram packet** specificando:

- il contenuto del messaggio (i primi `ilength` bytes dell'array `ibuf`);
- l'indirizzo IP del destinatario;
- il numero di porta su cui il destinatario è in ascolto.

```
public DatagramPacket(byte ibuf[], int ilength,  
                      InetAddress iaddr, int iport)
```

Se il pacchetto deve essere ricevuto basta definire il contenuto:

```
public DatagramPacket(byte ibuf[], int ilength)
```

La classe mette a disposizione una serie di metodi per estrarre o settare le informazioni:

```
getAddress() ,      setAddress(InetAddress addr)  
getPort() ,        setPort(int port)  
getData() ,        setData(byte[] buf) , etc.
```

La Classe InetAddress

Classe con cui vengono rappresentati gli indirizzi Internet, astruendo dal modo con cui vengono specificati (a numeri o a lettere)

→ **portabilità e trasparenza**

Non ci sono costruttori: utilizzo di tre metodi statici:

public static InetAddress getByName(String hostname) ;
restituisce un oggetto InetAddress rappresentante l'host specificato (come nome o indirizzo numerico); con il parametro **null** ci si riferisce all'indirizzo di default della macchina locale

public static InetAddress[] getAllByName(String hostname) ;
restituisce un array di oggetti InetAddress; utile in casi di più indirizzi IP registrati con lo stesso nome logico

public static InetAddress getLocalHost() ;
restituisce un oggetto InetAddress corrispondente alla macchina locale; se tale macchina non è registrata oppure è protetta da un firewall, l'indirizzo è quello di loopback: 127.0.0.1

Tutti possono sollevare l'eccezione **UnknownHostException** se l'indirizzo specificato non può essere risolto (tramite il DNS)

Uso di strutture dati a livelli

La struttura dati di Java tendono a nascondere la memoria

In genere **il livello di sistema è nascosto**, pensate ad indirizzi e rappresentazioni di aree di memoria per i dati

Abbiamo risorse di sistema che rendono necessario potere fare i conti con la memoria e magari vederla con due viste o occhiali di diverso livello (che ci semplificano i compiti)

I datagram usano array di byte: `byte [] bt`

ByteArrayOutputStream

Una classe di **array di byte** su cui devono fare operazioni di basso livello e che dovrebbero usare operazioni pesanti per l'utente...

DataOutputStream

Stream di **dati di livello Java** che consentono operazioni su **tipi di alto livello di Java**, come readUTF e writeUTF per lavorare su stringhe

Basando i due stream sulla stessa memoria possiamo lavorare sia a basso livello sia ad alto, secondo necessità

```
ByteArrayOutputStream lowStream = new ByteArrayOutputStream();  
DataOutputStream highStream = new DataOutputStream(lowStream);
```

Schema di soluzione: il Client

1. Creazione socket, set di eventuali opzioni socket e creazione DatagramPacket:

```
DatagramSocket socket = new DatagramSocket();  
socket.setTimeout(30000);  
byte[] buf = new byte[256];  
DatagramPacket packet =  
    new DatagramPacket(buf, buf.length, addr, port);
```

2. Interazione da console con l'utente:

```
BufferedReader stdIn =  
    new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));  
System.out.print("\n^D(Unix)/^Z(Win) invio per uscire, "+  
    "altrimenti inserisci nome file");  
while ((nomeFile=stdIn.readLine()) != null) {  
    System.out.print("Numero linea? ");  
    numLinea = Integer.parseInt(stdIn.readLine());  
    String richiesta=nomeFile+" "+numLinea;  
    ...  
}
```


Schema di soluzione: il Client (ancora)

3. Creazione del pacchetto di richiesta con le informazioni inserite dall'utente:

```
ByteArrayOutputStream boStream = new ByteArrayOutputStream();  
DataOutputStream doStream = new DataOutputStream(boStream);  
doStream.writeUTF(richiesta);  
byte[] data = boStream.toByteArray();
```

4. Riempimento ed invio del pacchetto al server:

```
packet.setData(data);  
socket.send(packet);
```

5. Inizializzazione e attesa del pacchetto di risposta:

```
packet.setData(buf);  
socket.receive(packet);
```

6. Estrazione delle informazioni dal pacchetto ricevuto:

```
ByteArrayInputStream biStream =  
    new ByteArrayInputStream(packet.getData(), 0, packet.getLength());  
DataInputStream diStream = new DataInputStream(biStream);  
String risposta = diStream.readUTF();
```

Schema di soluzione: il Server

1. Creazione socket e DatagramPacket:

```
DatagramSocket socket = new DatagramSocket(port) ;  
byte[] buf = new byte[256] ;  
DatagramPacket packet = new DatagramPacket(buf,buf.length) ;
```

2. Inizializzazione e attesa del pacchetto di richiesta:

```
packet.setData(buf) ;  
socket.receive(packet) ;
```

3. Estrazione delle informazioni dal pacchetto ricevuto:

```
ByteArrayInputStream biStream =  
    new ByteArrayInputStream(packet.getData() ,0 ,packet.getLength() ) ;  
DataInputStream diStream = new DataInputStream(biStream) ;  
richiesta = diStream.readUTF() ;  
StringTokenizer st = new StringTokenizer(richiesta) ;  
nomeFile = st.nextToken() ;  
numLinea = Integer.parseInt(st.nextToken() ) ;
```

Schema di soluzione: il Server (ancora)

4. Preparazione della risposta con la linea richiesta:

```
String linea = LineUtility.getLine(nomeFile, numLinea);  
ByteArrayOutputStream boStream = new ByteArrayOutputStream();  
DataOutputStream doStream = new DataOutputStream(boStream);  
doStream.writeUTF(linea);  
data = boStream.toByteArray();
```

5. Riempimento e invio del pacchetto al client:

```
packet.setData(data, 0, data.length);  
socket.send(packet);
```

Ovviamente, si deve sempre fare la primitiva close() di tutte le socket non più necessarie

LineUtility 1/2

```
public class LineUtility {
```

```
// Metodo per restituire una linea specificata in una posizione di un certo file testo
```

```
static String getLine(String nomeFile, int numLinea)
```

```
{ String linea = null;
```

```
  BufferedReader in = null;
```

```
  try { in = new BufferedReader(new FileReader(nomeFile)); } 
```

```
  catch (FileNotFoundException e)
```

```
  { e.printStackTrace(); return linea = "File non trovato"; } 
```

```
  try
```

```
  { for (int i=1; i<=numLinea; i++)
```

```
    { linea = in.readLine();
```

```
      if ( linea == null)
```

```
        { linea = "Linea non trovata"; in.close(); return linea; } 
```

```
    }
```

```
  }
```

```
  catch (IOException e)
```

```
  { e.printStackTrace(); return linea = "Linea non trovata"; } 
```

```
  return linea;
```

```
}
```

LineUtility 2/2

/* Metodo per recuperare la linea successiva di un file già aperto (servirà fra poco...): */

```
static String getNextLine(BufferedReader in)  
{ String linea = null;  
  try  
  { if ((linea = in.readLine()) == null)  
    { in.close(); linea = "Nessuna linea disponibile";  
    }  
  }  
  catch (FileNotFoundException e)  
  {e.printStackTrace(); return linea = "File non trovato";}  
  catch (IOException e)  
  {e.printStackTrace(); linea = "Nessuna linea disponibile"; }  
  
  return linea;  
}  
}
```

Line Client 1/3

```
public class LineClient {
    public static void main(String[] args)
    { InetAddress addr=null; int port = -1;
      try
      {if (args.length == 2)
          {addr = InetAddress.getByName(args[0]);
           port = Integer.parseInt(args[1]);
          }
        else{ System.out.println("Usage: java LineClient addr port");
              System.exit(1);
            }
      }
      catch(UnknownHostException e){...}
    DatagramSocket socket=null; DatagramPacket packet = null;
    byte[] buf = new byte[256];

    try{
        socket = new DatagramSocket(); socket.setSoTimeout(30000);
        packet = new DatagramPacket(buf, buf.length, addr, port);
    }
    catch (SocketException e) { e.printStackTrace();System.exit(2);}
```

Line Client 2/3

// parte di interazione con l'utente

```
BufferedReader stdIn = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
System.out.print("\n^D(Unix)/^Z(Win) invio per uscire, altrimenti nome file");
try{ // strutture dati varie
    ByteArrayOutputStream boStream = null; DataOutputStream doStream = null;
    byte[] data = null; String nomeFile = null; int numLinea = -1;
    String richiesta=null; String risposta = null;
    ByteArrayInputStream biStream = null; DataInputStream diStream = null;

    while ((nomeFile=stdIn.readLine())!=null) //Filtro ben fatto
    { try
        { System.out.print("Numero linea? ");
          numLinea = Integer.parseInt(stdIn.readLine());
          richiesta = nomeFile+" "+numLinea;
        }
        catch (Exception e) {
            System.out.println("Problemi nell'interazione da console: ");
            e.printStackTrace(); System.out.print("\n^D(Unix)/... ");
            continue;
        }
    }
```

Line Client 3/3

```
try{ // preparazione e spedizione richiesta
    boStream = new ByteArrayOutputStream();
    doStream = new DataOutputStream(boStream);
    doStream.writeUTF(richiesta);
    data = boStream.toByteArray();
    packet.setData(data) ; socket.send(packet) ;
}
catch (IOException e){...}
try{ // inizializzazione e ricezione pacchetto
    packet.setData(buf) ; socket.receive(packet) ;
}
catch (IOException e){ /* come sopra */ }
try{
    biStream = new ByteArrayInputStream( packet.getData() ,0,packet.getLength());
    diStream = new DataInputStream(biStream);
    risposta = diStream.readUTF(); ... // stampa risposta
}
catch (IOException e){... }
System.out.print("\n^D(Unix)/^Z(Win...)");
}
System.out.print("\n^D(Unix)/^Z(Win) invio per uscire, altrimenti nome file");
} //while
} // try
catch(Exception e){...}
socket.close(); System.out.println("LineClient:termino...");
}}
```


Line Server 1/3

```
public class LineServer {
    // Porta nel range consentito 1024-65535!
    private static final int PORT = 4445;

    public static void main(String[] args)
    {DatagramSocket socket = null; DatagramPacket packet = null;
      byte[] buf = new byte[256];

      // Controllo argomenti input: 0 oppure 1 argomento (porta)
      if ((args.length == 0)) { port = PORT; }
      else if (args.length == 1) {
          try {
              port = Integer.parseInt(args[0]);
              // controllo argomento e che la porta sia nel range consentito 1024-65535
              if (port < 1024 || port > 65535) {
                  System.out.println("Usage: java LineServer [serverPort>1024]");
                  System.exit(1);
              }
          } catch (NumberFormatException e) { ... }
      } else {System.out.println("Usage: java LineServer [serverPort>1024]");  System.exit(1); }
```

Line Server 2/3

```
try
{ socket = new DatagramSocket(port) ;
  packet = new DatagramPacket(buf, buf.length) ;
} catch (SocketException e) {...}

try
{ String nomeFile = null;
  int numLinea = -1;
  String richiesta = null;
  ByteArrayInputStream biStream = null;
  DataInputStream diStream = null;
  StringTokenizer st = null;
  ByteArrayOutputStream boStream = null;
  DataOutputStream doStream = null;
  String linea = null;
  byte[] data = null;

while (true)
{
try { packet.setData(buf) ; socket.receive(packet) ; }
    catch(IOException e){ ... continue; }
```

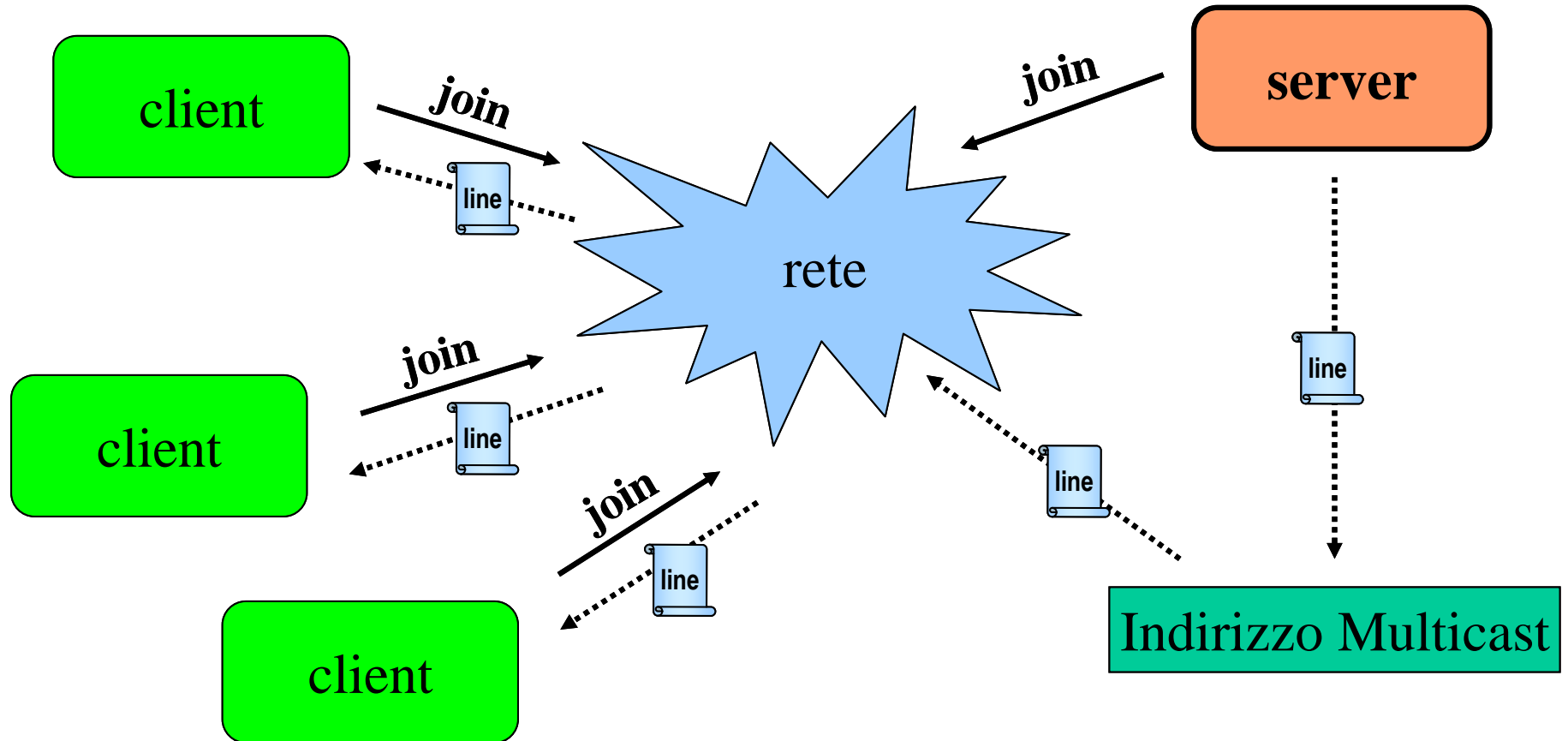
Line Server 3/3

```
try
{
    biStream = new ByteArrayInputStream(packet.getData(), 0,
                                       packet.getLength());

    diStream = new DataInputStream(biStream);
    richiesta = diStream.readUTF();
    st = new StringTokenizer(richiesta);
    nomeFile = st.nextToken();
    numLinea = Integer.parseInt(st.nextToken());
} catch (Exception e) { /* ... come sopra */ }
```

```
try
{
    String linea = LineUtility.getLine(nomeFile, numLinea);
    boStream = new ByteArrayOutputStream();
    doStream = new DataOutputStream(boStream);
    doStream.writeUTF(linea);
    data = boStream.toByteArray();
    packet.setData(data); socket.send(packet);
} catch (IOException e) { /* come sopra */ }
} // while
} catch (Exception e) { ... }
System.out.println("LineServer: termino..");
socket.close();
} // main
} // class
```

Socket Multicast: architettura



Specifica dettagliata Multicast

Modificare il programma sviluppato nella prima parte dell'esercitazione in accordo ai requisiti seguenti:

- I client **non inviano più nessun pacchetto di richiesta** al server, ma **si associano al gruppo** a cui il server invia periodicamente le linee di un certo file, **ne ricevono alcune** (per es. 20), **le stampano**, poi **si dissociano dal gruppo**; il programma client è lanciato con due argomenti: l'indirizzo multicast e la porta sulle quale il server trasmette.
- Il server **invia periodicamente** (per es. ogni 2 secondi) **una linea di un certo file** ad un prefissato indirizzo multicast (es. 230.0.0.1) e porta. Terminata la lettura, il server riprende dall'inizio la lettura del file e continua ad eseguire per tutta la propria esistenza questo ciclo infinito di letture e spedizioni.

Il server deve inoltre poter essere invocato da riga di comando con uno o due argomenti e cioè con la sola porta (in questo caso si utilizza l'indirizzo multicast di default, es. 230.0.0.1), oppure l'indirizzo multicast e la porta, presso cui effettuare gli invii.

Schema di soluzione: il Client Multicast

1. Creazione socket, set eventuali opzioni socket e creazione DatagramPacket:

```
MulticastSocket socket = new MulticastSocket(port) ;  
socket.setTimeout(20000) ;  
byte[] buf = new byte[256] ;  
DatagramPacket packet = new DatagramPacket(buf, buf.length) ;
```

2. Adesione al gruppo multicast passato come argomento:

```
address = InetAddress.getByName(args[0]) ;  
socket.joinGroup(address) ;
```

3. Inizializzazione e ricezione del pacchetto di risposta:

```
packet.setData(buf) ; socket.receive(packet) ;
```

4. Estrazione delle informazioni dal pacchetto ricevuto:

```
biStream = new ByteArrayInputStream(packet.getData(), 0,  
    packet.getLength()) ;  
diStream = new DataInputStream(biStream) ; risposta = diStream.readUTF() ;
```

5. Uscita dal gruppo multicast

```
socket.leaveGroup(address) ;
```

Schema di soluzione: il Server Multicast

1. Creazione socket e DatagramPacket:

```
socket = new MulticastSocket(port);  
byte[] data = new byte[256];  
DatagramPacket packet =  
    new DatagramPacket(data, data.length, group, port);
```

2. Adesione al gruppo multicast:

```
address = InetAddress.getByName(stringAddr);  
socket.joinGroup(address);
```

3. Preparazione della risposta da inviare:

```
String linea = LineUtility.getNextLine(in);  
boStream = new ByteArrayOutputStream();  
doStream = new DataOutputStream(boStream);  
doStream.writeUTF(linea);  
data = boStream.toByteArray();
```

4. Riempimento e invio del pacchetto a tutto il gruppo:

```
packet.setData(data); socket.send(packet);
```

Line Multicast Client 1/2

```
public class MulticastClient {
    public static void main(String[] args) {
        InetAddress group = null; int port = -1;
        try
        { if (args.length == 2) {
            group = InetAddress.getByName(args[0]);
            port = Integer.parseInt(args[1]);
        } else
        {   System.out.println("Usage: java MulticastClient MCastAddr MCastPort");
            System.exit(1);
        }
        } catch (Exception e){... System.exit(2);}

    // creazione socket multicast e creazione datagram packet
    MulticastSocket socket = null; DatagramPacket packet = null;
    byte[] buf = new byte[256];

    try {
        socket = new MulticastSocket(port);
        socket.setSoTimeout(20000); // 20 secondi
        packet = new DatagramPacket(buf,buf.length);
        System.out.println("Creata la socket: " + socket);
    } catch (IOException e){... System.exit(3);}
```


Line Multicast Client 2/2

```
try
{ socket.joinGroup(group) ; // adesione al gruppo associato
  System.out.println("Adesione al gruppo " + addr);
} catch (IOException e){... System.exit(4);}

ByteArrayInputStream biStream = null;
DataInputStream diStream = null; String linea = null;
for (int i = 0; i < 20; i++) // ciclo di ricezione
{try
{packet.setData(buf) ; socket.receive(packet) ;
} catch (SocketTimeoutException te)
{ System.out.println("Non ho ricevuto niente per 20 secondi, chiudo!"); System.exit(4);
} catch (IOException e) {... continue;}
try {
  biStream = new ByteArrayInputStream(packet.getData(),0,packet.getLength());
  diStream = new DataInputStream(biStream); linea = diStream.readUTF();
  System.out.println("Linea ricevuta: " + linea);
} catch (IOException e) {... continue;}
}

System.out.println("\nUscita dal gruppo"); // uscita dal gruppo e chiusura della socket
try { socket.leaveGroup(addr) ; } catch (IOException e) { ... }
System.out.println("MulticastClient: termino...");
socket.close();
} }
```

Line Multicast Server 1/3

```
public class MulticastServer {  
    /* File di lettura per sempre, nella directory dove viene lanciato il server */  
    private static final String FILE = "saggezza.txt";  
    private static BufferedReader in = null;  
    private static boolean moreLines = true;  
  
    public static void main(String[] args) {  
        long WAIT = 1000; int port = -1;  
        InetAddress group = null; // configurazione Indirizzo del gruppo multicast e porta  
  
        try  
        { if (args.length == 1)  
            { group = InetAddress.getByName("230.0.0.1");  
              port = Integer.parseInt(args[0]); }  
          else if (args.length == 2)  
            { group = InetAddress.getByName(args[0]);  
              port = Integer.parseInt(args[1]); }  
          else  
            { System.out.println("Usage: ..."); System.exit(1); }  
        }  
        catch (Exception e) {... System.exit(1);}
```

Line Multicast Server 2/3

// Creazione datagram packet e socket

```
MulticastSocket socket = null; byte[] data = new byte[256];
DatagramPacket packet = new DatagramPacket(data, data.length, group, port);
try {
    socket = new MulticastSocket(port);
    socket.joinGroup(group);
    System.out.println("Socket: " + socket);
} catch (Exception e) { ... }
int count = -1; // contatore per debug
ByteArrayOutputStream boStream = null;  DataOutputStream doStream = null;

while (true)    // ciclo infinito di apertura file e lettura
{ count = 0; moreLines = true; // azzero count e indicatore linee

    try { // costruisco un nuovo buffered reader
        in = new BufferedReader(new FileReader(FILE));
    } catch (Exception e) {... continue; }
    while (moreLines) {
        count++; byte[] buf = new byte[256];
        // estrazione della linea
        String linea = LineUtility.getNextLine(in);
        if (linea.equals("Nessuna linea disponibile"))
            { moreLines = false; break; //esco dal ciclo }
```

Line Multicast Server 3/3

```
try
{ boStream = new ByteArrayOutputStream() ;
  doStream = new DataOutputStream(boStream) ;
  doStream.writeUTF(linea) ;
  data = boStream.toByteArray() ;
  packet.setData(data) ;
  socket.send(packet) ;
} catch (Exception e) {... continue; }

// attesa tra un invio e l'altro...
try {
  Thread.sleep( 2 * WAIT ) ;
} catch (Exception e) {... continue; }

} // while interno
} // while esterno
} // main
} // class
```

Problemi utilizzo MulticastSocket

Uso multicast in reti locali

In alcune reti locali il **multicast** potrebbe essere **disabilitato**.

Uso multicast in computer non connessi in rete

I problemi d'uso delle MulticastSocket con computer non connessi in rete, si possono superare impostando l'interfaccia di rete **PRIMA** della join.

Bisogna quindi sostituire questo codice:

```
socket.joinGroup(group) ;
```

Con il seguente:

// ottengo InetAddress locale

```
InetAddress netInterface =  
InetAddress.getByName("localhost") ;
```

// imposto l'interfaccia di rete

```
socket.setInterface(netInterface) ;  
socket.joinGroup(group) ;
```

Per risolvere questo ed altri problemi realizzativi che si possono presentare durante il corso si tenga sempre monitorata **la sezione FAQ del sito!!!**