LABORATORIO di Reti di Calcolatori

Programmazione di applicazioni client-server

Bibliografia

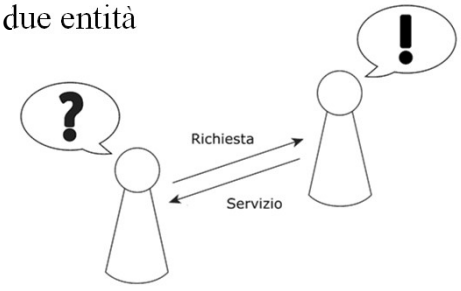
- slide della docente
- *testo di supporto*: D. Maggiorini, "Introduzione alla programmazione client-server", Pearson Ed., 2009
  - cap.1 (tutto)
  - cap.4 (tutto)
  - cap.5 (tutto)
  - cap.7 (tutto)
  - cap.8 (tutto)
- *Link utili:*
  - *http://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/index.html*
  - *http://docs.oracle.com/javase/6/docs/*

Modelli di servizio

- Un modello è una definizione *funzionale* del comportamento di un sistema
  - Definisco come deve essere strutturata l'erogazione del servizio, non come implementare il servizio
  - ad un certo livello di *astrazione*
- L'implementazione sarà dipendente dalla definizione funzionale

Modello client-server

- Presuppone l'esistenza di due entità
  - CLIENT
    richiede un servizio
  - SERVER
    eroga un servizio



- Esempi
  - un risparmiatore e uno sportello bancomat
  - la segretaria di un'azienda e gli impiegati che ci lavorano
  - un correntista e la sua banca
  - lo sportello bancomat al primo punto e un istituto di credito

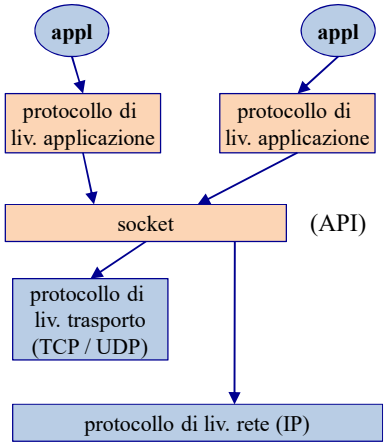
Struttura applicazioni di rete

- user agent + protocollo client/server
- user agent: processo software, che si interfaccia con l'utente "sopra" e la rete "sotto".
  - implementa il protocollo dell'applicazione (***non*** il protocollo di livello applicazione…)
  - Web: browser
  - E-mail: mail reader
  - streaming audio/video: media player
  - … *ma non capisce nulla della rete!*

inter-process communication

- processi sul modesimo host: /* da Sistemi Operativi */
  - C: pipe, FIFO (named pipe), memoria condivisa
  - Java: RMI (remote method invocation), CORBA (Common Object Request Broker Architecture)
  - **SOCKET!**
    - più flessibili: bidirezionali, comunicazioni tra più parti, diversi tipi di servizi (con connessione o meno)
- processi su host differenti:
  - socket!

Architettura generale



- socket: insieme di comandi che permettono di richiedere i servizi dei protocolli di rete, e modificarne il comportamento
- multiplexing sullo stesso host

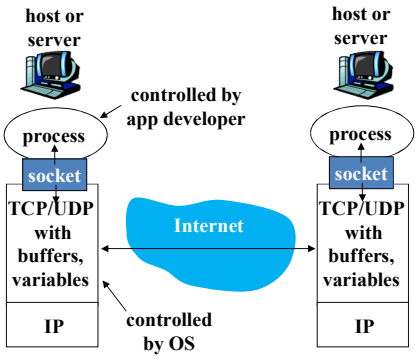
- 2 componenti indirizzo:
  - di rete (IP)
  - locale: numero porta
    - es. 80 per http, 25 per mail

socket: definizione

- "socket" = presa elettrica

➔ punto a cui ci si collega per usufruire di servizio (scambio dati)

- socket: libreria di funzioni (metodi / system call) che permettono di accedere ai servizi di *kernel* di S.O. per la rete
  - forniscono *API*



socket: dominio

- determina *contesto* in cui si vuole usare la socket
- dominio Unix: per comunicazione tra processi sul medesimo host
  - famiglia protocolli: AF_UNIX / PF_UNIX (*)
  - indirizzamento: pathname
  - non trattati in questo corso
- dominio Internet
  - famiglia protocolli: AF_INET / PF_INET (*)
  - dà accesso ai servizi di TCP / UDP / IP
  - usa *indirizzamento* di rete

(*) AF per Address Family; PF per Protocol Family

socket: indirizzi di rete (L3)

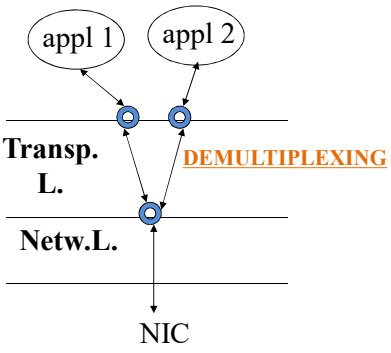
- come sapete indicare un computer remoto?
  - nomi simbolici: www.unimi.it
    - ma le stringhe sono difficili da trattare per i computer…
  - notazione decimale puntata: 159.172.87.15
    - ma è ancora una stringa!
  - formato di rete: unsigned long di 32 bit
    - associato ad una interfaccia di rete
    - assegnato da IANA (dept. of ICANN)
    - indirizzo puntato è solo trascrizione "human readable" dei 4 ottetti

IANA = Internet Assigned Numbers Authority
ICANN = Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

➔ *lezioni di Teoria per gestione di nomi e numeri*

socket: indirizzi di trasporto (L4)

- addressing: connessione tra 2 processi, invece che tra 2 host come a network L.
- distinzione tra diversi processi src/dest di dati su un host
- PID non va bene: remoto?
- **port**: ID unico *legato* a processo
  - in TCP/IP: *unsigned short (16 bit)*
  - well-known per servizi standard (0 ÷ 1023)



  - registered per servizi di rete (1024 ÷ 49151)
  - dynamic liberamente usabili (49152 ÷ 65535)

indirizzo client vs. server

- il server deve esistere a *indirizzo facilmente determinabile*
  - es. tutti i servizi web si trovano alla porta 80
  - voglio il servizio web di Università di Milano
  - concatenazione indirizzo rete (IP) + porta → identificazione univoca server (+/- …)
- il client si presenta con il proprio indirizzo al server *nel momento in cui lo contatta*
- in sistemi Unix, file /etc/services per porte well-known
  - applicazione indica servizio (peer) con cui vuole parlare
  - sistema effettua la traduzione

socket: associazione

- socket definita da un **quintupla**:

<protocollo, IP(src), port(src), IP(dest), port(dest)>

- protocollo definito a creazione socket → *creazione di una struttura di sistema operativo*
  - richiamiamo l'architettura di slide 4…
- indirizzo locale definito quando si lega (binding) la socket al processo che la usa
- indirizzo peer: dipende da modello e tipo servizio

indirizzo host: class InetAddress

- classe senza costruttore; ha metodi per convertire tra i diversi formati degli indirizzi IP (IPv4 o IPv6)
  - `InetAddress InetAddress.getByName(hostName)`
    - da nome simbolico a indirizzo numerico
  - `InetAddress[] InetAddress.getAllByName(hostName)`
    - tutti gli indirizzi associati a quel nome simbolico
  - `InetAddress InetAddress.getLocalHost()`
    - indirizzo dello host locale
- gestiscono struttura utile per lavorare con le socket
  - `byte[] InetAddress.getAddress`
    - estrae indirizzo IP dalla struttura (ma serve conversione!)
  - `String InetAddress.getHostAddress`
    - estrae indirizzo IP decimale puntato dalla struttura
  - `String InetAddress.getHostName`
    - estrae nome simbolico host dalla struttura
- struttura a partire da indirizzo numerico fornita da
  - `InetAddress InetAddress.getByAddress(addr)`

proviamoci un po'…

EP_Jsocket › indirizzi.java › class indirizzi

```
1  import java.net.InetAddress;
2  import java.net.UnknownHostException;
3
4  // codice gestione indirizzi IP / nomi simbolici
5
6  public class indirizzi
7  {
8      public static void main(String[] args)
9      {
10         String nome = "www.unimi.it";   // da convertire in indirizzo IP
11
12         try {
13             InetAddress ia = InetAddress.getByName(nome);
14             byte[] ndp = ia.getAddress();
15             System.out.println("Indirizzo: " + (ndp[0] & 0xff) + "." +
16                                (ndp[1] & 0xff) + "." + (ndp[2] & 0xff) +
17                                "." + (ndp[3] & 0xff));
18         }
19         catch (UnknownHostException uhe) {
20             uhe.printStackTrace();
21         }
22     }
23 }
```

convertiamo lo unsigned long (32 bit) in 4 ottetti di interi senza segno

homework

1. modificare codice in modo da estrarre l'indirizzo IP dello host locale su cui si lavora
2. proviamo a usare *getAllByName* per estrarre tutti gli indirizzi IP per il dominio www.google.com
   - serve ciclo lungo `<nome_struttura>.length`

```
10         String nome = "www.google.com";   // da convertire in indirizzo IP
11
12         try {
13             InetAddress[] iaa = InetAddress.getAllByName(nome);
14
15             for (int i=0; i < iaa.length; i += 1)
16             {
17                 System.out.println("Indirizzo " + iaa[i].getHostName() +
18                                    " --> " + iaa[i].getHostAddress());
19             }
20         }
21         catch (UnknownHostException uhe) {
22             uhe.printStackTrace();
```

- come funziona? interroga il *resolver* (→ *Teoria*!)

costruzione indirizzo per socket

- abbiamo visto che serve indirizzo host + #port
- per server: numero porta ben noto (…o *registered*)
  - … o comunicato ai potenziali client
- per client: numero qualsiasi, anche scelto da S.O.
  - è iniziatore: al 1° messaggio dà #port a server per risposta
- class **InetSocketAddress** con costruttori:
  - `InetSocketAddress(InetAddress addr, int port)`
  - `InetSocketAddress(String hostname, int port)`
  - `InetSocketAddress(int port)`
- e con metodi utili:
  - `InetAddress InetSocketAddress.getAddress()`
  - `String InetSocketAddress.getHostName()`
  - `int InetSocketAddress.getPort()`

proviamo un po'…

EP_Jsocket › esempio1.java › class esempio1

```
1  import java.net.Socket;
2  import java.net.InetAddress;
3  import java.net.InetSocketAddress;
4  import java.net.UnknownHostException;
5
6  // codice client per servizio connection-oriented (TCP)
7
8  public class esempio1
9  {
10     public static void main(String[] args)
11     {
12         Socket sClient;
13         InetAddress ia;     // IP address client
14         InetSocketAddress isa;  // socket address client
15
16
17         sClient = new Socket();
18         try {
19             ia = InetAddress.getLocalHost();
20             isa = new InetSocketAddress(ia, 50000);
21         }
22         catch (UnknownHostException uhe) {
23             uhe.printStackTrace();  }
24     }
25 }
```

scelta porta in codice
…ma potrebbe essere già in uso!