

# Networking Tools e Percorso delle Classi

Laboratorio di Programmazione di Rete A

Esercitazione di Laboratorio

28/11/2007

# Ifconfig

## Mostra la **configurazione** delle **interfacce di rete**:

```
fujim10 [~] -> ifconfig
eth0  Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0D:61:C1:52:84
      inet addr:131.114.11.210  Bcast:131.114.11.255  Mask:255.255.255.0
      inet6 addr: fe80::20d:61ff:fecl:5284/64 Scope:Link
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
      RX packets:161949 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:82302 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:25724163 (24.5 MiB)  TX bytes:18102833 (17.2 MiB)
      Interrupt:169 Base address:0xdc00

lo    Link encap:Local Loopback
      inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
      inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
      UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
      RX packets:2652 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:2652 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:0
      RX bytes:348028 (339.8 KiB)  TX bytes:348028 (339.8 KiB)
```

# Ping

Rileva se un host remoto e' **raggiungibile**:

```
fujim10 [~] -> ping fujih1 -c 5
PING fujih1.cli.di.unipi.it (131.114.11.151) 56(84) bytes of data.
64 bytes from fujih1.cli.di.unipi.it (131.114.11.151): icmp_seq=1 ttl=64 time=0.156 ms
64 bytes from fujih1.cli.di.unipi.it (131.114.11.151): icmp_seq=2 ttl=64 time=0.159 ms
64 bytes from fujih1.cli.di.unipi.it (131.114.11.151): icmp_seq=3 ttl=64 time=0.148 ms
64 bytes from fujih1.cli.di.unipi.it (131.114.11.151): icmp_seq=4 ttl=64 time=0.165 ms
64 bytes from fujih1.cli.di.unipi.it (131.114.11.151): icmp_seq=5 ttl=64 time=0.164 ms

-- fujih1.cli.di.unipi.it ping statistics --
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4064ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.148/0.158/0.165/0.012 ms
```

# Ping: opzioni

## Opzioni più utilizzate:

```
ping [ -LRUbdfnqrvVaAB] [-c count] [-i interval] [-s packetsize]
      [-t ttl] [-w deadline] [-I interface] destination
```

- **-n**: non risolve gli IP in nomi di host;
- **-c count**: invia “count” pacchetti;
- **-i interval**: attende “interval” secondi tra l’invio di un pacchetto e l’altro;
- **-s packetsize**: specifica il numero di bytes da inviare. Di default sono 56 + 8 di header ICMP;
- **-t ttl**: specifica il campo IP Time To Live (numero massimo di hop);
- **-w deadline**: numero massimo in secondi prima che il ping termini;
- **-I interface**: setta l’indirizzo sorgente a quello associato all’interfaccia “interface” (nome dell’interfaccia o indirizzo IP).

# Traceroute

**Traccia** la **rotta** percorsa per raggiungere l'host remoto:

```
[~] -> traceroute www.repubblica.it
traceroute to www.repubblica.it (213.92.16.171), 30 hops max, 40 byte packets
 1 di-gw.di.unipi.it (131.114.3.2)  0.514 ms  0.454 ms  0.680 ms
 2 131.114.191.126 (131.114.191.126)  1.302 ms  0.978 ms  1.527 ms
 3 fib-ser.unipi.it (131.114.191.49)  1.494 ms  1.090 ms  1.344 ms
 4 ru-unipi-rt-pil-1.pil.garr.net (193.206.136.13)  1.726 ms  1.419 ms  1.352 ms
 5 rt-pil-rt-tol.tol.garr.net (193.206.134.73)  8.091 ms  7.424 ms  6.729 ms
 6 rt-tol-rt-mi2.mi2.garr.net (193.206.134.41)  11.243 ms  8.661 ms  7.965 ms
 7 inet.mix-it.net (217.29.66.2)  9.175 ms  8.206 ms  8.095 ms
 8 ge5-1.wf1-gsr3.net.inet.it (212.239.97.113)  9.858 ms  9.904 ms  9.287 ms
 9 ge6-0-4.wf1-kwcore.wf.inet.it (212.239.110.14)  9.245 ms  9.328 ms  9.149 ms
10 * * *
...
```

# Nestat

## Mostra lo stato e statistiche sulle connessioni TCP/IP attive.

```
fujim10 [~] -> netstat -antu
```

```
Active Internet connections (servers and established)
```

Proto	Recv-Q	Send-Q	Local Address	Foreign Address	State
tcp	0	0	0.0.0.0:515	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	127.0.0.1:680	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	0.0.0.0:111	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	0.0.0.0:880	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	0.0.0.0:689	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	0.0.0.0:113	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	0.0.0.0:45810	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	0.0.0.0:47155	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	0.0.0.0:7741	0.0.0.0:*	LISTEN
tcp	0	0	131.114.11.210:1022	131.114.11.65:2049	ESTABLISHED
tcp6	0	0	:::22	:::*	LISTEN
tcp6	0	0	::ffff:131.114.11.21:22	::ffff:131.114.3.:39889	ESTABLISHED
udp	0	0	0.0.0.0:32768	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:32769	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:517	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:518	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:676	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:690	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:957	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:7741	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:877	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:111	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:1021	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:1022	0.0.0.0:*	
udp	0	0	0.0.0.0:1023	0.0.0.0:*	

# Netstat: opzioni

## Opzioni più utilizzate:

- **-a:** (all) mostra tutte le connessioni e le porte aperte;
- **-n:** (numeric) non risolve gli IP in hostname;
- **-p:** (pid) mostra il PID del processo che utilizza il socket;
- **-t:** (tcp) mostra le connessioni TCP;
- **-u:** (udp) mostra le sessioni UDP;
- **-r:** (route) mostra la tabella di routing dell'host.

```
fujim10 [~] -> netstat -r
```

```
Kernel IP routing table
```

Destination	Gateway	Genmask	Flags	MSS	Window	irrt	Iface
localnet	fire-int.cli.di	255.255.255.224	UG	0	0	0	eth0
131.114.120.0	*	255.255.255.128	U	0	0	0	eth0
131.114.11.0	*	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
default	fire-int.cli.di	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

# Arp

Mostra la tabella delle **associazioni** tra indirizzo **hardware** e indirizzo **IP**.

```
fujim10 [~] -> arp
Address                HWtype  HWaddress          Flags Mask          Iface
giada.cli.di.unipi.it  ether   00:A0:C9:B5:50:14  C                   eth0
fujih1.cli.di.unipi.it ether   00:0D:61:C1:CA:EE  C                   eth0
raid.cli.di.unipi.it   ether   00:10:5A:F7:65:25  C                   eth0
fire-int.cli.di.unipi.i ether   00:A0:C9:97:59:2B  C                   eth0
olivia.cli.di.unipi.it ether   00:0D:61:35:B1:63  C                   eth0
```



## Dig

Dig (Domain Information Groper) è un tool per interrogare un name server e eseguire query di **DNS lookup**.

```
fujim10 [~] -> dig www.repubblica.it
```

```
; «» DiG 9.3.2 «» www.repubblica.it
;; global options: printcmd
;; Got answer:
;; ->HEADER<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 60933
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 2, ADDITIONAL: 2

;; QUESTION SECTION:
;www.repubblica.it.          IN      A

;; ANSWER SECTION:
www.repubblica.it.         300     IN      A       213.92.16.171
www.repubblica.it.         300     IN      A       213.92.16.191

;; AUTHORITY SECTION:
repubblica.it.              7712    IN      NS      venere.inet.it.
repubblica.it.              7712    IN      NS      ns2.inet.it.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns2.inet.it.                 7672    IN      A       194.20.8.1
venere.inet.it.              7672    IN      A       194.20.8.4

;; Query time: 53 msec
;; SERVER: 131.114.11.73#53(131.114.11.73)
;; WHEN: Sat Nov 17 11:35:40 2007
;; MSG SIZE rcvd: 143
```

# Nslookup

Nslookup permette di fare query DNS **iterativamente**.

```
fujim10 [~] -> nslookup
> www.repubblica.it
Server:          131.114.11.73
Address:        131.114.11.73#53
```

Non-authoritative answer:

```
Name:   www.repubblica.it
Address: 213.92.16.171
Name:   www.repubblica.it
Address: 213.92.16.191
```

```
> www.corriere.it
Server:          131.114.11.73
Address:        131.114.11.73#53
```

Non-authoritative answer:

```
Name:   www.corriere.it
Address: 194.20.158.101
```

```
> www.di.unipi.it
Server:          131.114.11.73
Address:        131.114.11.73#53
```

Non-authoritative answer:

```
Name:   www.di.unipi.it
Address: 131.114.3.18
```

# Route

Mostra la **routing table**:

```
sgandurr]:fujii7 [~] -> route
```

```
Kernel IP routing table
```

Destination	Gateway	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
localnet	fire-int.cli.di	255.255.255.224	UG	0	0	0	eth0
131.114.120.0	*	255.255.255.128	U	0	0	0	eth0
131.114.11.0	*	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
default	fire-int.cli.di	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

L'opzione **-n** non risolve gli indirizzi IP in nome:

```
[sgandurr]:fujii7 [~] -> route -n
```

```
Kernel IP routing table
```

Destination	Gateway	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
131.114.11.32	131.114.11.64	255.255.255.224	UG	0	0	0	eth0
131.114.120.0	0.0.0.0	255.255.255.128	U	0	0	0	eth0
131.114.11.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
0.0.0.0	131.114.11.64	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

# Telnet

Telnet può essere utilizzato per **diagnosticare** problemi di rete (ad es., porte non raggiungibili), o **testare** applicazioni di cui si conosce la sintassi utilizzata dal protocollo (SMTP, HTTP, FTP):

```
[sgandurr]:fujim10 [~] -> telnet fujim9 22
Trying 131.114.11.209...
Connected to fujim9.cli.di.unipi.it.
Escape character is '^'.
SSH-2.0-OpenSSH_4.3p2 Debian-2
```

```
[sgandurr]:fujim10 [~] -> telnet fujim8 22
Trying 131.114.11.208...
telnet: Unable to connect to remote host: Connection refused
```

```
[sgandurr]:fujim10 [~] -> telnet www.di.unipi.it 80
Trying 131.114.3.18...
Connected to www.di.unipi.it.
Escape character is '^'.
GET / HTTP/1.0
```

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Sat, 17 Nov 2007 11:06:24 GMT
Server: Apache
Content-Location: index.html.en
Vary: negotiate,accept-language
TCN: choice
Last-Modified: Mon, 12 Nov 2007 19:08:03 GMT
ETag: "c3c072-2091-d340ac0"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 8337
...
```

## Lsof

## Mostra i file aperti (list open files).

```
[sgandurr]:fujii8 [~] -> lsof -u sgandurr | more
```

COMMAND	PID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE	NODE	NAME
sshd	6277	sgandurr	cwd	unknown				/proc/6277/cwd (readlink: Perm...
sshd	6277	sgandurr	rtd	unknown				/proc/6277/root (readlink: Perm...
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	314428	2062870	/usr/sbin/sshd
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	0,0		0	[heap] (stat: No such file or d...
sshd	6277	sgandurr	DEL	REG	0,7		26409	/dev/zero
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	17840	230899	/lib/tls/libnss_dns-2.3.6.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	11024	228926	/lib/libcap.so.1.10
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	16364	230833	/lib/security/pam_limits.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	9660	230836	/lib/security/pam_mail.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	4228	230838	/lib/security/pam_motd.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	53084	230850	/lib/security/pam_unix.so
sshd	6277	sgandurr	DEL	REG	0,7		26384	/dev/zero
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	42472	230900	/lib/tls/libnss_files-2.3.6.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	38420	230902	/lib/tls/libnss_nis-2.3.6.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	30428	230898	/lib/tls/libnss_compat-2.3.6.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	211424	228967	/lib/libsepol.so.1
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	1270928	230891	/lib/tls/libc-2.3.6.so
sshd	6277	sgandurr	mem	REG	3,6	5824	228929	/lib/libcom_err.so.2.1

# Lsof: opzioni

## Opzioni più utilizzate:

- **-u**: mostra i file aperti di un utente specifico;
- **-i**: mostra i socket aperti.

```
[sgandurr]:fujii8 [~] -> lsof -i
COMMAND PID USER FD TYPE DEVICE SIZE NODE NAME
java 6433 sgandurr 5u IPv6 27683 TCP *:12233 (LISTEN)
```

- **-c**: mostra i file aperti dei processi lanciati da comandi che cominciano con i caratteri specificati.

```
[sgandurr]:fujii8 [~] -> lsof -c java
COMMAND PID USER FD TYPE DEVICE SIZE NODE NAME
java 6433 sgandurr cwd DIR 0,17 4096 15033328 /.automount/homeserver/root/RAID/5
java 6433 sgandurr rtd DIR 3,6 4096 2 /
java 6433 sgandurr txt REG 3,6 47116 116319 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/bin/jav
java 6433 sgandurr mem REG 3,6 5339418 115559 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib
java 6433 sgandurr mem REG 0,0 0 [heap] (stat: No such file or dire
java 6433 sgandurr mem REG 3,6 14356480 115562 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib
java 6433 sgandurr mem REG 3,6 48263423 116293 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib
java 6433 sgandurr mem REG 3,6 95830 115575 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib
java 6433 sgandurr mem REG 3,6 1179120 408032 /usr/lib/locale/locale-archive
java 6433 sgandurr mem REG 3,6 76152 115571 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib
java 6433 sgandurr mem REG 3,6 188962 115567 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib
```

# Lsof: opzioni

- **-p**: mostra i file aperti di un pid specifico.

```
[sgandurr]:fujii7 [~] -> ps axuw | grep sshd
```

```
root      4658  0.0  0.2  5032  1048 ?        Ss   15:54   0:00 /usr/sbin/sshd
root      4966  0.0  0.4  8248  2148 ?        Ss   15:58   0:00 sshd: sgandurr [priv]
sgandurr  4969  0.0  0.2  8248  1496 ?        S    15:58   0:00 sshd: sgandurr@pts/1
sgandurr  5010  0.0  0.1  2824   784 pts/1    S+   16:00   0:00 grep sshd
```

```
[sgandurr]:fujii7 [~] -> lsof -p 4969
```

COMMAND	PID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE	NODE	NAME
sshd	4969	sgandurr	cwd	unknown				/proc/4969/cwd (readlink: Permiss...
sshd	4969	sgandurr	rtd	unknown				/proc/4969/root (readlink: Permiss...
sshd	4969	sgandurr	txt	unknown				/proc/4969/exe (readlink: Permiss...
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	314428	2366594	/usr/sbin/sshd
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	0,0		0	[heap] (stat: No such file or dire...
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	217016	2514263	/var/db/nscd/group
sshd	4969	sgandurr	DEL	REG	0,7		15125	/dev/zero
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	217016	2514264	/var/db/nscd/hosts
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	11024	2334206	/lib/libcap.so.1.10
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	16364	2336113	/lib/security/pam_limits.so
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	9660	2336116	/lib/security/pam_mail.so
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	4228	2336118	/lib/security/pam_motd.so
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	53084	2336130	/lib/security/pam_unix.so
sshd	4969	sgandurr	DEL	REG	0,7		15087	/dev/zero
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	42472	2336180	/lib/tls/libnss_files-2.3.6.so
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	244020	2514265	/var/db/nscd/passwd
sshd	4969	sgandurr	mem	REG	3,6	211424	2334247	/lib/libsepol.so.1

# File di Configurazione per il Networking

**/etc/hosts**: contiene il mapping statico fra indirizzi IP e hostname oltre agli alias.

```
127.0.0.1      localhost

# The following lines are desirable for IPv6 capable hosts
::1          ip6-localhost ip6-loopback
fe00::0      ip6-localnet
ff00::0      ip6-mcastprefix
ff02::1      ip6-allnodes
ff02::2      ip6-allrouters
ff02::3      ip6-allhosts
```

**/etc/resolv.conf**: contiene gli indirizzi dei server DNS, il dominio dell'host e l'ordine di ricerca:

```
fujim10 [~] -> cat /etc/resolv.conf
search cli.di.unipi.it
nameserver 131.114.11.73
```



# File di Configurazione per il Networking

**/etc/services:** contiene il mapping tra i numeri di porta/protocollo e i nomi dei servizi.

```

tcpmux          1/tcp          # TCP port service multiplexer
echo            7/tcp
echo            7/udp
discard         9/tcp          sink null
discard         9/udp          sink null
systat          11/tcp        users
daytime         13/tcp
daytime         13/udp
netstat         15/tcp
gotd            17/tcp        quote
msp             18/tcp        # message send protocol
msp             18/udp
chargen         19/tcp        ttytst source
chargen         19/udp        ttytst source
ftp-data        20/tcp
ftp             21/tcp
fsp             21/udp        fspd
ssh             22/tcp        # SSH Remote Login Protocol
ssh             22/udp
telnet          23/tcp
smtp            25/tcp        mail
time           37/tcp        timserver
time           37/udp        timserver
rlp             39/udp        resource      # resource location
nameserver     42/tcp        name          # IEN 116
whois          43/tcp        nickname
...

```

# Percorso delle Classi

Supponiamo che i file `.class` stiano nella directory `/user/javaclasses/`. Inoltre supponiamo il file `Foo.java` stia nel pacchetto `lpr.prova`.

```
package lpr.prova;  
  
public class Foo  
{  
    public Foo()  
    {  
        System.out.println("Hello World!");  
    }  
}
```

Si deve procedere così

- Il file `Foo.class` deve trovarsi in `/user/javaclasses/lpr/prova/`
- Si definisce il **classpath** (il percorso delle classi).

Per definire il percorso delle classi ci sono due alternative: si può utilizzare l'opzione `-classpath (-cp)` per `javac` e `java`, o impostare la variabile d'ambiente `CLASSPATH`. La procedura di settaggio della variabile dipende dal S.O. e dalla shell.

# Il Classpath

In Linux, gli elementi del classpath sono separati dal simbolo **due punti (:)**. Ad es.:

```
./user/javaclasses/:user/archives/archive.jar
```

è un classpath che identifica:

- la directory corrente (.), cioè quella in cui siete (-> pwd),
- la directory base /user/javaclasses/,
- l'archivio /user/archives/archive.jar,

Il file della libreria di runtime di java `rt.jar` e i file jar nelle directory di java `jre/lib` e `jre/lib/ext` sono inclusi di default nel classpath.

```
[~/java] -> ls /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/*.jar
6556 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/charsets.jar
2624 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/deploy.jar
 704 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/javaws.jar
  92 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/jce.jar
 608 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/jsse.jar
   4 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/management-agent.jar
 940 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/plugin.jar
1080 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/resources.jar
47188 /usr/local/java/jdk1.6.0_02/jre/lib/rt.jar
```

# Classpath: Impostazione Temporanea

A questo punto, supponiamo il file TestFoo.java sia in una directory qualsiasi:

```
import lpr.prova.*;

public class TestFoo
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Foo foo = new Foo();
    }
}
```

Per compilare TestFoo.java o si utilizza l'opzione `-classpath`:

```
[~/java] -> javac -classpath ~/javaclasses/ TestFoo.java
[~/java] -> java -cp ~/javaclasses/./ TestFoo
Hello World!
```

oppure, si setta la variabile d'ambiente `CLASSPATH`:

```
[~/java] -> setenv CLASSPATH .:$HOME/javaclasses
[~/java] -> javac TestFoo.java
[~/java] -> java TestFoo
Hello World!
```

# Classpath: Impostazione Permanente

Per rendere la modifica al CLASSHPATH **permanente**, aggiungete al file `.cshrc` nella home directory la riga:

```
setenv CLASSPATH .:$HOME/javaclasses
```

ad es., nella sezione del file dove sono settate tutte le variabili:

```
#Settaggio variabili ambiente globali
setenv CLASSPATH .:$HOME/javaclasses
setenv EDITOR emacs
setenv CSHEDIT emacs
setenv SHELL tcsh
setenv PAGER less
```

Nel caso in cui la vostra shell sia `bash` e non `(t) csh` (come nei casi precedenti), il file da modificare è `~/.bashrc`, e la riga da aggiungere è:

```
export CLASSPATH=.$HOME/javaclasses
```

Per conoscere che tipo di shell state usando, digitate questo comando:

```
-> echo $SHELL
tcsh
```

# I file JAR

Per creare un archivio, usate il comando `jar` (Java ARchive).

```
jar cvf nomearchivio.jar file1 file2 ...
```

Il `classpath`, oltre a `directory`, può contenere anche una lista di file `jar`.

```
[~/javaclasses] -> jar cvf lprclasses.jar lpr/prova/*.class
added manifest
adding: lpr/prova/Foo.class(in = 355) (out= 268) (deflated 24%)
[~/javaclasses] -> mv lprclasses.jar ~/archives/
[~/javaclasses] -> cd ~/java
[~/java] -> java -cp ~/archives/lprclasses.jar:. TestFoo
Hello World!
```

Per vedere il contenuto di un file `jar`:

```
-> jar tvf ~/archives/lprclasses.jar
  0 Wed Nov 28 14:42:52 CET 2007 META-INF/
 71 Wed Nov 28 14:42:52 CET 2007 META-INF/MANIFEST.MF
355 Wed Nov 28 08:14:44 CET 2007 lpr/prova/Foo.class
```