

Progetto
Laboratorio Programmazione di rete
Mini-KaZaA

Andrea Di Grazia, Massimiliano Giovine

Anno Accademico 2008 - 2009

Indice

1	Introduzione	3
1.1	Una panoramica generale.	3
1.2	La rete Mini-KaZaA.	3
2	Bootstrap Server	5
2.1	Il Bootstrap server in generale	5
2.2	Entriamo nel dettaglio	5
2.3	La classe NodeInfo	6
2.4	L'interfaccia grafica.	7
3	Mini-KaZaA Client	9
3.1	Mini-KaZaA Client in generale	9
3.2	Il codice di Mini-KaZaA client	9
3.3	Le strutture dati comuni	10
3.3.1	NodeConfig.java	11
3.3.2	Query.java	11
3.3.3	Answer.java	12
3.3.4	SearchField.java	13
3.3.5	Download.java	13
3.3.6	DownloadRequest.java	14
3.3.7	DownloadResponse.java	14
3.4	Il percorso di una query	15
3.5	La classe SupernodeList.java	15
3.6	Il paradigma Observable-Observator	17
3.7	La grafica del client Mini-KaZaA	17
4	Ordinary Node	19
4.1	Le classi del package lpr.minikazaclient.ordinarynode	19
4.1.1	OrdinarynodeFiles.java	19
4.2	Scelta del SN al quale connettersi	19
4.3	Lo scambio di file	19
4.4	Condivisione di file	19
5	Super Node	20
5.1	L'interfaccia per le callback	20

5.2	Smistamento delle query	20
6	Il package Util	21
6.1	Calcolo dell'md5	21
7	Il package di grafica	22
A	Manuale d'uso	23

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Una panoramica generale.

Il progetto Mini-KaZaA mira allo sviluppo di un sistema p2p per lo scambio di file su WAN, ispirato alla più famosa rete p2p KaZaA. Ogni peer¹ partecipante alla rete Mini-KaZaA condivide un insieme di files con gli altri peer connessi e può ricercare file all'interno della rete e effettuarne il download.

Mini-KaZaA prevede due tipi diversi di peer:

- **Super Nodes (SN):** i SN hanno il compito di gestire le comunicazioni all'interno della rete;
- **Ordinary Nodes (ON):** gli ON hanno responsabilità più limitate, condividono e cercano file nella rete.

Nella rete Mini-KaZaA è prevista anche un'altra entità chiamata **Bootstrap Servers** che contiene la lista di tutti i peer connessi alla rete e dalla quale ogni nodo che desidera entrare a far parte della rete può scaricare la lista aggiornata di tutti i SN presenti.

La rete si costruisce automaticamente dai vari peer secondo un preciso schema e si mantiene stabile grazie a processi automatizzati che lavorano in background, completamente trasparenti all'utente.

1.2 La rete Mini-KaZaA.

Ogni peer della rete Mini-KaZaA viene configurato esplicitamente dall'utente al primo avvio come SN o come ON. Successivamente non sarà possibile cambiare tale configurazione.

¹Ogni nodo della rete è un pari all'interno del network poichè funziona sia da client, per ciò che concerne la ricerca e il download dei file, sia da server per la condivisione dei file o lo smistamento delle ricerche nella rete p2p.

Al momento della connessione alla rete ogni peer, SN o ON, contatta un Bootstrap server che gli fornisce la lista aggiornata di SN presenti in quel momento all'interno della rete.

Un ON sceglie il migliore SN per lui e si connette ad esso. Un SN mantiene in memoria la lista di riferimenti a SN che gli servirà, in un secondo momento, per smistare le interrogazioni. Gli SN, inoltre, avendo un sistema dinamico di connessione ai pari SN esplorano a ogni interrogazione porzioni nuove della rete in modo tale che vi siano il meno possibile porzioni isolate della rete.

Capitolo 2

Bootstrap Server

2.1 Il Bootstrap server in generale

Il Bootstrap server ha il compito di tenere un indice di tutti i SN presenti nella rete che abbiano una certa affidabilità. Per poter fare questo fornisce un servizio di RMI¹ tramite il quale i SN si possono iscrivere alla rete Mini-KaZaA e richiedere liste aggiornate.

Gli aggiornamenti vengono spediti a ogni SN presente nella lista del Bootstrap server tramite un sistema di *callbacks*²

Il Bootstrap server deve fornire questo servizio anche agli ON che vogliono entrare nella rete per poter individuare il “miglior”³ SN al quale potersi connettere. Per questa ragione si è reso necessario indicizzare anche gli ordinary node all’interno del bootstrap server.

2.2 Entriamo nel dettaglio

Il bootstrap server si avvia dal main situato all’interno del file `BootstrapService.java` e subito crea il servizio RMI sulla porta 2008 da mettere a disposizione per i vari nodi della rete con le seguenti istruzioni:

```
1 Registry registry = LocateRegistry.createRegistry(2008);
2 BootstrapServer bss = new BootstrapServer(g, sn_list);
3
4 BootstrapServerInterface stub =
5     (BootstrapServerInterface)
6     UnicastRemoteObject.exportObject(bss, 2008);
```

¹Remote Method Invocation, tramite questo servizio è possibile invocare metodi che si trovano su una macchina diversa da quella in cui si trova la chiamata a procedura.

²Ogni nodo mette a disposizione del Bootstrap server alcune chiamate di procedura che, richiamate, consentono di inviare aggiornamenti.

³Spiegheremo nella sezione 4.2 i parametri secondo i quali ogni ON sceglie un SN al quale connettersi.

```

7
8
9 SupernodeCallbacksImpl client_impl =
10     new SupernodeCallbacksImpl(
11         new SupernodeList(),
12         new NodeConfig());
13
14 SupernodeCallbacksInterface client_stub =
15     (SupernodeCallbacksInterface)
16     UnicastRemoteObject.exportObject( client_impl, 2008);

```

Con le prime istruzioni il Bootstrap server mette a disposizione tutti i metodi della classe `BootStrapServerInterface` che sono i seguenti:

```

1 public boolean
2     addSuperNode(NodeInfo new_node) throws RemoteException;
3
4 public boolean
5     removeSuperNode(NodeInfo new_node) throws RemoteException;
6
7 public boolean
8     addOrdinaryNode(NodeInfo new_node) throws RemoteException;
9
10 public boolean
11     removeOrdinaryNode(NodeInfo new_node) throws RemoteException;
12
13 public ArrayList<NodeInfo>
14     getSuperNodeList() throws RemoteException;

```

Con le istruzioni alla riga 9 e 14 registra l'interfaccia di callback, definita nel package del Super Node, `SupernodeCallbacksInterface` che ha i seguenti metodi:

```

1 public void
2     notifyMeAdd(NodeInfo new_node) throws RemoteException;
3
4 public void
5     notifyMeRemove(NodeInfo new_node) throws RemoteException;

```

Per poter trasmettere e ricevere le informazioni riguardanti i vari nodi della rete, il client Mini-KaZaA e il Bootstrap server usano una classe serializzabile che si chiama `NodeInfo` che analizziamo nella sezione 2.3

2.3 La classe NodeInfo

La classe `NodeInfo` si trova nel package `lpr.minikazaa.bootstrap` ma viene utilizzata da tutto il pacchetto Mini-KaZaA per poter inviare nella rete le informazioni relative ai nodi.

Questa classe rappresenta le informazioni utili di un nodo con le sue variabili private.

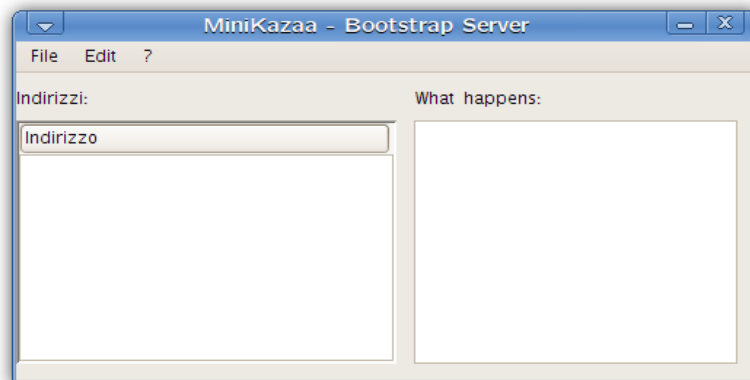


Figura 2.1: Interfaccia grafica del Bootstrap server

```

1 private InetAddress ia_node;
2 private int door;
3 private String id_node;
4 private String username;
5 private SupernodeCallbacksInterface stub;
6 private long ping;
7 private boolean is_sn;

```

Le prime tre variabili private riguardano tutte le informazioni di rete dei nodi, ovvero l'indirizzo IP, la porta di connessione e un id univoco ottenuto facendo la concatenazione della rappresentazione decimale dell'indirizzo IP.

La variabile privata `private SupernodeCallbacksInterface stub` rappresenta l'interfaccia per le callbacks che viene messa a disposizione dal nodo. In questo modo il bootstrap server può richiamare direttamente l'interfaccia delle callback di ogni nodo interessato all'aggiornamento.

L'ultima variabile, `private boolean is_sn` indica se il nodo al quale si riferiscono le informazioni, all'interno della rete ricopre il ruolo di SN o di ON.

La classe contiene tutti i metodi `set` e `get` per poter assegnare valori alle variabili private e per poterne ricavare il contenuto in qualsiasi momento.

2.4 L'interfaccia grafica.

L'interfaccia grafica fornisce le informazioni riguardo a ciò che avviene all'interno della rete.

Uno screenshot dell'interfaccia grafica principale del Bootstrap server si può vedere in Figura 2.1.

Nella parte a sinistra dell'interfaccia vengono inseriti gli *id* di tutti i nodi che si connettono alla rete.

Nella parte destra, invece, vengono visualizzati dei messaggi che spiegano cosa avviene all'interno della rete.

Capitolo 3

Mini-KaZaA Client

Oltre che di un Bootstrap server, la rete Mini-KaZaA si basa su un client che gli utenti possono usare per accedere alla rete e poter condividere e scaricare file.

3.1 Mini-KaZaA Client in generale

Mini-KaZaA client presenta tutte le funzionalità che consentono una condivisione peer to peer dei contenuti. Ogni client al primo avvio chiede all'utente, tramite un comodo pannello, di scegliere il *ruolo* da interpretare all'interno della rete.

Chi ha più risorse da mettere a disposizione e una banda di comunicazione più ampia può scegliere di essere un Super Node, che oltre a condividere e scaricare, ha la funzione di smistare le query nella rete e accettare richieste direttamente dagli Ordinary Node *figli*. Chi ha meno risorse da mettere a disposizione può scegliere di essere un semplice Ordinary Node.

3.2 Il codice di Mini-KaZaA client

Il codice di Mini-KaZaA client è distribuito in tre diverse librerie:

- **lpr.minikazaa.minikazaaclient**: questa libreria contiene classi comuni a tutti e due i tipi di client dal punto di vista logico. L'esempio più evidente è la classe `MainGui.java`.
- **lpr.minikazaa.minikazaaclient.ordinarynode**: questa libreria contiene le classi che logicamente appartengono al tipo di client Ordinary Node, ma che, all'occorrenza, possono essere importate anche da un Super Node.
- **lpr.minikazaa.minikazaaclient.supernode**: questa libreria, infine, contiene tutte le classi che servono a un supernodo per funzionare

e che appartengono a questo logicamente. Alcune di queste classi, come per esempio `SupernodeCallbacksInterface.java`, vengono utilizzate anche dagli Ordinary Node.

Questa suddivisione è puramente logica visto che i due tipi di client differiscono solo per alcune caratteristiche.

Si è preferito dividere anche le classi che contengono gli stessi task per i SN e per gli ON per poter meglio gestire il codice e renderlo più modulare. Un esempio è rappresentato dalle classi `OrdinarynodeWorkingThread.java` e `SupernodeWorkingThread.java` che hanno lo stesso compito, ma, che piuttosto che complicare con una serie di

```
if <condizione> then
<blocco>
else
<blocco>|
```

si è preferito separare in due classi distinte.

Passiamo ora a una presentazione più particolareggiata del codice comune a Super Node e Ordinary Node.

3.3 Le strutture dati comuni

Per lo sviluppo di Mini-KaZaA è stato necessario predisporre una serie di strutture dati che tutto il software utilizzi per condividere informazioni.

All'interno del package `lpr.minikazaa.minikazaaclient` troviamo le seguenti classi che rappresentano strutture dati comuni a SN e ON:

- `NodeConfig.java`
- `Query.java`
- `Answer.java`
- `SearchField.java`
- `Download.java`
- `DownloadRequest.java`
- `DownloadResponse.java`

Guardiamo cosa si nasconde all'interno di ognuna di queste classi.

3.3.1 NodeConfig.java

La classe `NodeConfig.java` contiene i seguenti attributi:

```
1 private String user_name;
2 private int port;
3 private String bootstrap_address;
4 private int max_conn;
5 private int ttl;
6 private boolean is_sn;
7
8 //Calcolato all'avvio
9 private String my_address;
```

Questi attributi sono i campi che l'utente inserisce nel form al primo avvio del programma e contengono le informazioni di configurazione del nodo.

3.3.2 Query.java

La classe `Query.java` viene utilizzata dal client Mini-KaZaA per l'invio di richieste di file nella rete.

Contiene diversi attributi per i quali ci sono i metodi `set` e `get`. Questa classe inoltre implementa le interfacce `Serializable` e `Cloneable`. La prima serve per poter inviare su rete come flusso di byte l'oggetto `Query`. La seconda invece serve per poter copiare un'istanza dell'oggetto `Query` in una seconda istanza.

```
1 //Espressione regolare della query
2 private String body_q;
3
4 //Query di risposta
5 private Answer body_a;
6
7 //Notifica a un supernodo di avere
8 //file da condividere
9 private OrdinarynodeFiles body_f;
10
11 //Sorgente di una query
12 private NodeInfo id_origin;
13
14 //NodeInfo del mittente
15 private NodeInfo sender;
16
17 //NodeInfo del destinatario
18 private NodeInfo receiver;
19
20 //Time to live della query
21 private int ttl;
22
```

```
23 //Id della query attribuito dall'origine
24 private int id;
```

La classe `Query` ha tre gruppi di attributi. Un primo gruppo descrive il contenuto della query e di conseguenza il tipo di query. Un secondo gruppo serve per identificare i soggetti coinvolti nello scambio della query stessa. Il terzo gruppo contiene invece parametri per l'identificazione della query.

Analizziamo uno ad uno questi parametri per capire meglio come funzionano le query in Mini-KaZaA.

- `body_q`: il vero corpo della query di richiesta di un file. È una stringa che contiene un'espressione regolare che il client Mini-KaZaA riesce a interpretare;
- `body_a`: la parte dell'oggetto `Query` che contiene la risposta a una determinata richiesta. Analizzeremo la classe `Answer` successivamente;
- `body_f`: questo campo viene riempito da un ON che vuole inviare al proprio SN la sua lista di file per metterli a disposizione di tutti;
- `id_origin`: per ogni query deve essere nota l'origine dalla quale proviene la query stessa per poi poterla correttamente fermare al punto giusto e farla ritornare al mittente. Questo è il compito del campo `id_origin`;
- `sender`: questo campo indica uno dei due soggetti che sono impegnati in un singolo scambio di query, il nodo da cui parte;
- `receiver`: questo campo indica il nodo a cui deve arrivare la query in uno scambio;
- `tvl`: questo campo sta per *Time To Live* e indica il numero di scambi per il quale la query deve continuare a esistere. Serve principalmente per evitare che si creino dei cicli infiniti di scambio della query ottenendo quindi una valanga di dati ridondanti con conseguente intasamento della rete;
- `id`: ogni nodo può inviare più query alla volta nella rete e il compito di questo campo è di identificare univocamente la query presso il suo nodo origine.

3.3.3 Answer.java

La classe `Answer.java` contiene i file che possono corrispondere ai criteri di una ricerca.

È una classe molto semplice ma molto utile per indicizzare rapidamente i file.

Ecco il codice nel quale vengono dichiarati gli attributi della classe.

```

1 //File che corrispondono a una query
2 private ArrayList <OrdinarynodeFiles> files;
3
4 //Id della query assegnato dall'origine
5 private int id;

```

L'attributo `files` è una lista di `OrdinarynodeFiles`, Sezione 4.1.1.

La classe `Answer.java` viene utilizzata

L'attributo `id` richiama semplicemente l'id univoco della query di cui fa parte l'oggetto `Answer`.

3.3.4 SearchField.java

La classe `SearchField.java` viene utilizzata dal client Mini-KaZaA per tenere in memoria tutti i risultati associati a una richiesta di file. Da uno di questi campi poi vengono estratte le informazioni per eventuali download di file.

Anche questa classe è piuttosto semplice poichè funziona da appoggio alla rappresentazione grafica e per snellire la quantità di informazioni da tenere in memoria per l'utente.

Il codice che descrive gli attributi della classe è il seguente:

```

1 //File owner
2 private NodeInfo owner;
3
4 //File descriptor
5 private MKFileDescriptor file;

```

Con queste due semplici informazioni è possibile sia risalire al proprietario, compreso l'indirizzo ip da contattare per il download, sia ottenere tutti i metadati del file da scaricare¹.

3.3.5 Download.java

La classe `Download.java` serve al client Mini-KaZaA per indicizzare i downloads che si effettuano. Questa classe si distingue da `SearchField.java` perchè mantiene anche il numero di byte già scaricati.

```

1 private MKFileDescriptor file_to_download;
2 private long downloaded_bytes;
3 private String downloader_path;
4
5 public Download(MKFileDescriptor file){
6
7     this.file_to_download = file;

```

¹I download così come le ricerche vengono effettuati mediante l'hash univoco md5 che tratteremo nella Sezione 6.1

```

8   this.downloaded_bytes = 0;
9
10  //Directory di default
11  this.downloader_path = "./downloads/";
12 }

```

Gli attributi della classe `Download.java` sono quelli elencati nel listato mostrato appena sopra. `file_to_download` identifica il file che si sta scaricando tramite il codice hash `md5`. Viene anche usato il nome del file, salvato all'interno di `MKFileDescriptor`, per poter comporre il path assoluto con l'attributo `downloader_path`. I `downloaded_bytes` invece indicano, quanta parte di file è stata già scaricata dalla rete.

3.3.6 DownloadRequest.java

La classe `DownloadRequest.java` viene utilizzata dal client Mini-KaZaA per richiedere file da scaricare al nodo che lo possiede. Si compone dei seguenti attributi:

```

1 //File da scaricare
2 private String file_request;
3
4 //Sorgente della richiesta
5 private NodeInfo request_source;

```

3.3.7 DownloadResponse.java

Il client Mini-KaZaA fa un uso particolare della classe `DownloadResponse.java`. Essa viene infatti usata sia per inizializzare e terminare una comunicazione, sia come “mezzo di trasporto” delle varie parti di un file.

Vediamo innanzitutto quali attributi include questa classe:

```

1 //byte che compongono una parte di
2 //un file
3 private byte [] part;
4
5 //File inviato
6 private String file;

```

Mini-KaZaA “spezzetta” il file da inviare in piccoli pacchetti da 4Kb che vengono inseriti all'interno dell'array `part`. `file` invece contiene l'`md5` del file che viene inviato. Questa classe, e la combinazione dei suoi parametri, permettono a Mini-KaZaA di controllare l'inizio di una comunicazione, la fine della stessa, e tutti gli invii intermedi di byte. Vedremo meglio come funziona lo scambio di file all'interno della Sezione 4.3

3.4 Il percorso di una query

Nella sezione 3.3.2 abbiamo visto di cosa si compone la classe `Query.java`. Ora vediamo come viene utilizzata dal client nello scambio di richieste.

Ogni query di ricerca di file comincia con l'input dell'utente tramite un apposita form di cui parleremo nella Sezione 3.7. Viene così generato un oggetto di tipo query con il seguente frammento di codice:

```
1 Query q = new Query();
2 q.setId(this.my_num);
3 q.setSender(this.my_infos);
4 q.setOrigin(this.my_infos);
5 q.setAskingQuery(this.search_tf.getText());
6 q.setTTL(this.my_conf.getTimeToLeave());
```

Questo oggetto viene così inviato nella rete attraverso i SN. Ogni SN leva un'unità di *TTL* alla query e la rimbalza nella rete.

La gestione del percorso di una query è affidata completamente alla classe `SupernodeTCPWorkingThread.java` e ne parleremo in Sezione 5.2. Quest'operazione è comune ai due tipi di client, ma contiene delle ovvie differenze, dovute alla natura dei vari nodi, che spiegheremo più avanti.

3.5 La classe SupernodeList.java

La classe `SupernodeList.java` è una delle classi principali del progetto. Essa infatti mantiene un elenco dei SN presenti sulla rete. Essa in realtà è molto utile per indicizzare insiemi di nodi di qualsiasi tipo, difatti il Bootstrap server utilizza proprio questa classe per le sue liste di nodi.

Come si può vedere dal seguente listato:

```
1 private ArrayList<NodeInfo> sn_list;
2 private ArrayList<NodeInfo> sub_set_list;
3
4 public SupernodeList() {
5     this.sn_list = new ArrayList();
6     this.sub_set_list = null;
7 }
```

la classe `SupernodeList.java` è composta da due attributi:

- **sn_list**: un'ArrayList di `NodeInfo` utilizzata per tenere in memoria *tutti* i nodi della rete;
- **sub_set**: una seconda ArrayList di `NodeInfo` utilizzata di volta in volta per memorizzare un sottoinsieme di nodi vicini e convenienti da contattare.

```
1 public synchronized void
2 refreshPing(InetAddress ia, int port, long new_ping) {
3     for (NodeInfo n : sn_list) {
```



```

4      //Confrontiamo l'indirizzo del nodo estratto
5      //con quello passato come parametro del metodo
6      if (n.getIaNode().toString().equals(ia.toString())) {
7          if (n.getDoor() == port) {
8              n.setPing(new_ping);
9          }
10     }
11 }
12 }
13
14 public synchronized void refreshPing() {
15     //Thread pool
16     ThreadPoolExecutor my_thread_pool =
17         new ThreadPoolExecutor(
18             10, 15, 50000L,
19             TimeUnit.MILLISECONDS,
20             new LinkedBlockingQueue<Runnable>());
21
22     if (this.sn_list.size() >= 1) {
23         for (NodeInfo n : sn_list) {
24             NodePing pinging =
25                 new NodePing(
26                     n.getIaNode(),
27                     n.getDoor(),
28                     this);
29
30             my_thread_pool.execute(pinging);
31         }
32     }
33     my_thread_pool.shutdown();
34
35     this.setChanged();
36     this.notifyObservers();
37 }

1 public synchronized void
2 subSet(int set_size, long threshold) {
3     ArrayList<NodeInfo> neighbors = new ArrayList();
4
5     for (NodeInfo n : this.sn_list) {
6         if (n.getPing() != -1) {
7
8             if (n.getPing() <= threshold) {
9                 neighbors.add(n);
10                if (neighbors.size() == set_size) {
11                    this.sub_set_list = neighbors;
12                }
13            }
14        }
15    }
16
17    this.sub_set_list = neighbors;
18 }
19

```

```

20 public synchronized ArrayList<NodeInfo> getSubSet() {
21
22     if (this.sub_set_list == null) {
23         subSet(10, 100);
24     }
25
26     return this.sub_set_list;
27 }
28
29 public synchronized NodeInfo getBest() {
30     NodeInfo best = new NodeInfo();
31
32     for (NodeInfo candidate : this.sn_list) {
33         if (best.getIaNode() == null) {
34             best.setInetAddress(candidate.getIaNode());
35             best.setCallbacksInterface(
36                 candidate.getCallbacksInterface());
37             best.setDoor(candidate.getDoor());
38             best.setId(candidate.getId());
39             best.setUsername(candidate.getUsername());
40             best.setPing(candidate.getPing());
41         } else {
42             if (candidate.getPing() < best.getPing()) {
43                 best.setInetAddress(candidate.getIaNode());
44                 best.setCallbacksInterface(
45                     candidate.getCallbacksInterface());
46                 best.setDoor(candidate.getDoor());
47                 best.setId(candidate.getId());
48                 best.setUsername(candidate.getUsername());
49                 best.setPing(candidate.getPing());
50             }
51         }
52     }
53
54     return best;
55 }

```

3.6 Il paradigma Observable-Observator

3.7 La grafica del client Mini-KaZaA

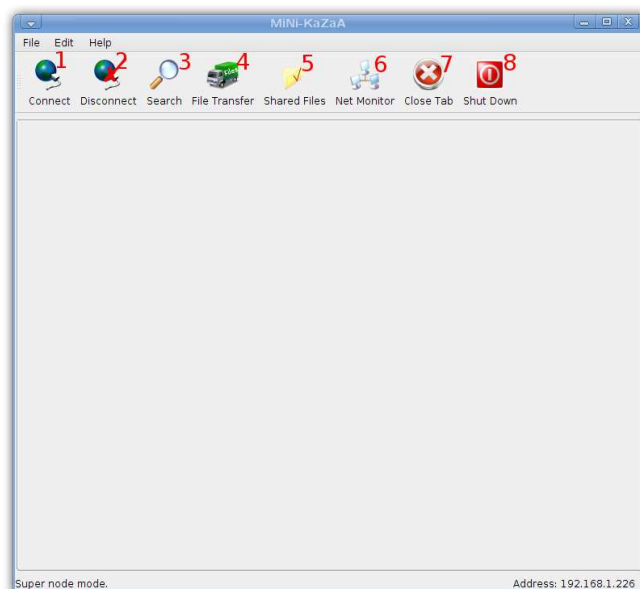


Figura 3.1: L'interfaccia grafica principale del client.

Capitolo 4

Ordinary Node

4.1 Le classi del package `lpr.minikazaaclient.ordinarynode`

4.1.1 `OrdinarynodeFiles.java`

4.2 Scelta del SN al quale connettersi

4.3 Lo scambio di file

4.4 Condivisione di file

La condivisione di file avviene non appena l'utente di un ON decide di condividere file tramite l'apposito pannello descritto in Sezione 3.7

Capitolo 5

Super Node

5.1 L'interfaccia per le callback

5.2 Smistamento delle query

Capitolo 6

Il package Util

6.1 Calcolo dell'md5

Capitolo 7

Il package di grafica

Appendice A

Manuale d'uso