



# UNIVERSITÀ DI PISA

## **Reti di Calcolatori e Laboratorio Corso A** **Relazione progetto WORTH**

**Anno Accademico 2020/2021**

**Docenti:**

**Laura Ricci**

**Andrea Michienzi**

**Presentato da:**

**Edoardo Ermini**

# Indice

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Scelte progettuali</b>                               | <b>2</b>  |
| 1.1      | Componenti . . . . .                                    | 2         |
| 1.1.1    | Lato server . . . . .                                   | 2         |
| 1.1.2    | Lato client . . . . .                                   | 2         |
| 1.2      | Persistenza . . . . .                                   | 3         |
| 1.2.1    | Struttura database . . . . .                            | 3         |
| 1.3      | Sicurezza . . . . .                                     | 3         |
| 1.4      | Chat . . . . .  | 3         |
| 1.4.1    | Comunicazione ip delle chat . . . . .                   | 3         |
| 1.4.2    | Lato client . . . . .                                   | 4         |
| 1.4.3    | Lato server . . . . .                                   | 4         |
| 1.5      | Schema dell'architettura . . . . .                      | 5         |
| <b>2</b> | <b>Scelte implementative</b>                            | <b>6</b>  |
| 2.1      | Strutture dati . . . . .                                | 6         |
| 2.1.1    | Lato server . . . . .                                   | 6         |
| 2.1.2    | Lato client . . . . .                                   | 6         |
| 2.2      | Porte utilizzate . . . . .                              | 6         |
| 2.3      | Modalità di gestione dei client . . . . .               | 7         |
| 2.4      | Gestione dei thread . . . . .                           | 7         |
| 2.5      | Thread safeness . . . . .                               | 7         |
| 2.5.1    | Lato server . . . . .                                   | 7         |
| 2.5.2    | Lato client . . . . .                                   | 7         |
| 2.6      | Generazione degli ip di multicast per le chat . . . . . | 8         |
| 2.7      | Metodi della specifica . . . . .                        | 8         |
| 2.7.1    | Modifiche . . . . .                                     | 9         |
| <b>3</b> | <b>Formato dei messaggi</b>                             | <b>10</b> |
| 3.1      | Messaggi di richiesta . . . . .                         | 10        |
| 3.2      | Messaggi di risposta . . . . .                          | 10        |
| <b>4</b> | <b>Esecuzione</b>                                       | <b>12</b> |
| 4.1      | Dipendenze . . . . .                                    | 12        |
| 4.1.1    | Debian based . . . . .                                  | 12        |
| 4.2      | Run . . . . .   | 12        |
| 4.3      | Esempio di interazione con il client . . . . .          | 13        |

# Capitolo 1

## Scelte progettuali

### 1.1 Componenti

#### 1.1.1 Lato server

Le componenti base del sistema sono:

- **Card** rappresenta una card
- **Project** rappresenta un progetto, contiene le card e i membri relativi al progetto
- **User** rappresenta un utente

Definite tutte nel package *com.worth.components* e utilizzate dalle strutture condivise:

- **ProjectsManager** mantiene la lista di tutti i progetti, permette l'aggiunta, la modifica e la cancellazione di quest'ultimi.

Utilizza le funzioni di rmi callback definite nell'interfaccia **CallbackServer** per notificare agli utenti:

1. I nuovi progetti dei quali sono membri
2. I progetti eliminati e dei quali erano membri

- **UsersManager** mantiene la lista degli utenti, permette la registrazione il login e il logout di quest'ultimi. Utilizza, come sopra, le funzioni di rmi callback per notificare agli utenti il cambio dello stato di un utente (online/offline).

Sia **UsersManager** che **ProjectsManager** utilizzano i metodi statici della classe **Writer** per rendere persistente lo stato del sistema.

#### 1.1.2 Lato client

Le componenti principali lato client sono 2:

- **Cli** definita in *com.worth*, avvia la connessione TCP e gestisce la comunicazione con il server. Mantiene le strutture dati modificate dalle funzioni di rmi callback implementate in **ClientEvent** e chiamate dal server.
- **Chat** definita in *com.worth.chat* è un thread avviato per ogni progetto dell'utente e contiene i metodi per leggere e scrivere da/sulla chat.

## 1.2 Persistenza

La persistenza dello stato del sistema è garantita e viene attuata attraverso le classi **Reader** e **Writer** definite dentro il package *com.worth.io*, entrambe composte da soli metodi statici.

Per permettere una consistenza e persistenza delle informazioni anche in casi eccezionali di guasti del server è stato deciso di scrivere sul filesystem dopo ogni modifica o aggiunta di un'informazione in memoria.

### 1.2.1 Struttura database

Lo stato del sistema viene salvato all'interno della directory *db* creata all'avvio del server nel caso fosse inesistente. Ogni progetto viene rappresentato con una directory scritta all'interno della directory *db/projects*.

Gli attributi *chatIp* e *members* di ogni progetto vengono salvati in 2 file distinti all'interno della directory *nomeprogetto/.meta* nominati rispettivamente *ip* e *members*.

Le cards vengono invece salvate all'interno della directory *nomeprogetto* creando un file per ogni card.

Gli utenti vengono salvati all'interno della directory *db/users* creando come per le cards un file per ogni utente.

Il salvataggio di dati non primitivi come array o in generale oggetti del sistema viene fatto serializzando l'oggetto in un formato json e poi salvando la stringa json in un file, in particolare questo avviene per gli utenti, i membri di ogni progetto e le cards.

## 1.3 Sicurezza

È stato deciso di non mantenere le password in chiaro né in memoria né sul disco ma bensì al momento della registrazione viene calcolato e salvato l'hash della password inviata dal client.

In questa maniera si garantisce lato server un minimo livello di sicurezza nel caso in cui ci fossero delle intrusioni e/o in casi di information disclosure.

## 1.4 Chat

La chat è gestita interamente lato client con l'utilizzo dei metodi di callback implementati nella classe **ClientEvent** contenuta nel package *com.worth.rmi.callback* e della classe **Chat** contenuta in *com.worth.chat*.

### 1.4.1 Comunicazione ip delle chat

È stato scelto di usare i meccanismi di java RMI e java RMI Callback oltre che per la registrazione e per notificare ai vari clients connessi la lista degli utenti, anche per comunicare l'indirizzo ip di multicast per le chat di nuovi progetti o progetti a cui un utente è stato inserito come membro.

In particolare l'interfaccia condivisa tra client e server **ClientEventInterface** definita nel package *com.worth.rmi.callback* contiene i metodi:

- `notifyProjectIp(String projectName, String ip)`
- `notifyDeletedProject(String projectName)`

Il primo serve per notificare agli utenti membri di un nuovo progetto l'ip di quest'ultimo, il secondo per notificare invece sempre agli stessi la cancellazione di un progetto del quale erano membri, questo per permettere di eliminare lato client le risorse allocate per leggere la chat di quel progetto.

L'unico momento in cui il client viene a conoscenza degli ip dei vari progetti senza il meccanismo di callback è al login dove, se l'operazione è avvenuta con successo, vengono inviati insieme alla lista degli utenti come risposta sulla connessione TCP avviata dal client.

La scelta di utilizzare questo metodo è motivata dal fatto che la notifica di aggiunta e/o di cancellazione dei progetti è quasi istantanea e permette al client di essere sempre aggiornato su azioni di altri su progetti di cui è membro. In più evita all'utente di avviare esplicitamente la lettura di nuovi messaggi dalle chat dei progetti di cui è membro infatti tutto questo viene fatto automaticamente al momento del login e per tutto il tempo che l'utente è loggato nell'implementazione lato client dell'interfaccia **ClientEventInterface**.

#### 1.4.2 Lato client

**Chat** viene utilizzata per avviare un thread che in background legge e salva i messaggi che arrivano per un determinato progetto, contiene in oltre 2 metodi: uno per leggere i messaggi arrivati dopo l'ultima lettura e uno per inviare un messaggio in chat.

Il metodo di callback *notifyProjectIp* crea un istanza Chat per ogni nuovo progetto e avvia il thread che legge i messaggi per quel progetto, il metodo *notifyDeletedProject* invece termina il thread avviato per un progetto eliminato e quindi stoppa il salvataggio di nuovi messaggi.

#### Eliminazione di un progetto

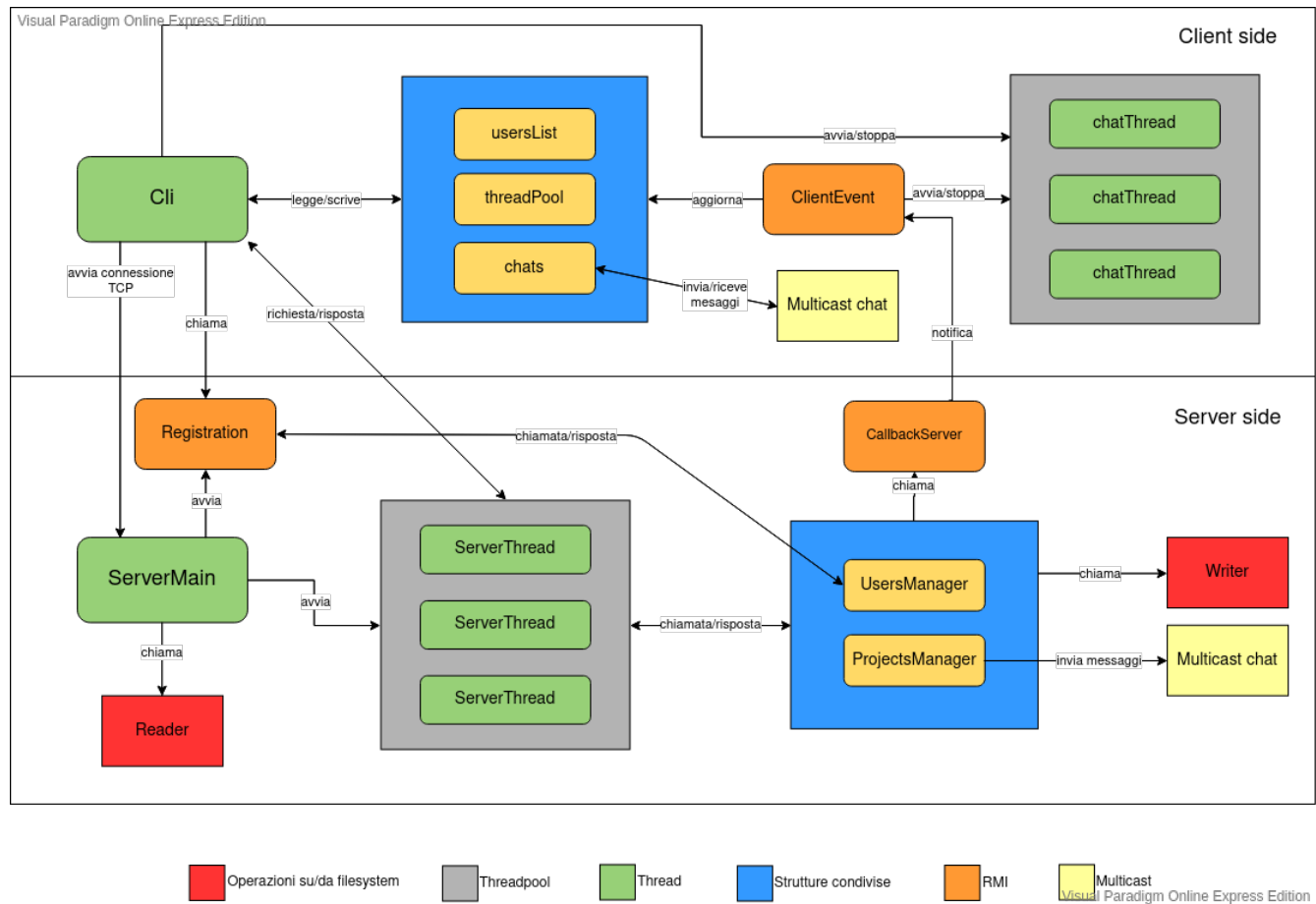
È stato scelto di permettere agli utenti di leggere la chat di un progetto anche dopo la sua eliminazione.

In particolare quando un progetto viene eliminato l'operazione viene eseguita e notificata attraverso le callback ai vari utenti membri del progetto, e quindi lato client le risorse allocate per leggere la chat vengono eliminate. Quello che non viene eliminato è l'oggetto contenente i messaggi non letti, almeno fino al momento in cui l'utente non crea o non viene aggiunto a un progetto con lo stesso nome di quello eliminato.

#### 1.4.3 Lato server

L'unica cosa che fa il server sulle chat dei vari progetti è inviare messaggi di notifica ai membri di un progetto al quale è stata fatta una modifica, come aggiunta di cards o membri, spostamento di cards e/o rimozione del progetto stesso.

## 1.5 Schema dell'architettura



## Capitolo 2

# Scelte implementative

### 2.1 Strutture dati

È stato scelto di rappresentare quasi tutte le liste con la struttura dati **HashMap** o la versione concorrente **ConcurrentHashMap** per rendere efficiente aggiunta, ricerca e rimozione di informazioni dato che vengono eseguite con complessità pari a  $\Theta(1)$ .

#### 2.1.1 Lato server

Per le 4 liste delle card, per la lista dei progetti e degli utenti è stata usata un'**HashMap** con chiave rispettivamente il nome della card, del progetto o dell'utente e come valore l'oggetto corrispondente. Non c'è stato bisogno di una struttura concorrente perché ogni metodo di **ProjectsManager** e **UsersManager** che gestiscono queste informazioni prende la lock implicita sull'intero oggetto prima di eseguire qualsiasi operazione.

**ConcurrentHashMap** è stata usata invece per rappresentare gli utenti interessati a ricevere notifiche con callback in **CallbackServer** dato che i metodi *registerForEvents* e *unregisterForEvents* non fanno altro che eseguire rispettivamente una *put* e una *remove*.

Per la lista dei membri di un progetto e per la history di ogni card è stato utilizzato invece un'**ArrayList**, infatti per la prima l'unica cosa da memorizzare sono gli username dei membri e per la seconda solo gli stati delle card.

#### 2.1.2 Lato client

È stata usata un'**HashMap** con sincronizzazione esplicita per la lista degli oggetti **Chat** e una **ConcurrentHashMap** per la lista degli utenti in quanto vengono accedute contemporaneamente da **Cli** e dai metodi di callback.

Per la prima viene usato come chiave il nome del progetto e come valore l'oggetto **Chat** corrispondente, per la seconda come chiave viene usato il nome dell'utente e come valore un booleano dove true equivale a utente online false il contrario.

### 2.2 Porte utilizzate

Per il corretto funzionamento di tutto il servizio sono state utilizzate 3 porte:

- 6660 la porta alla quale si connettono i clients per instaurare la connessione TCP con il server
- 6661 la porta usata per il registro rmi
- 6662 la porta usata per le chat in multicast

## 2.3 Modalità di gestione dei client

È stato scelto di implementare la gestione delle connessioni e delle richieste dei vari client con un multithreaded server piuttosto che un server con selector. Questo perché si è preferito mantenere una scalabilità elevata, ritardi di reply e accept generalmente bassi e una semplicità nell'implementazione andando a perdere nell'efficienza nell'I/O non utilizzando java NIO.

## 2.4 Gestione dei thread

Lato server vengono avviati tanti threads quanti sono i client che si collegano, lato client vengono avviati tanti threads quanti sono i progetti dei quali quel determinato utente è membro. In entrambi i casi viene utilizzata una threadpool in particolare viene creata una cached threadpool dato che il numero di clients per il server e di progetti per i clients è variabile.

## 2.5 Thread safeness

È stato deciso di utilizzare il meccanismo dei monitor e alcune strutture concorrenti ove possibile per garantire semplicità nel codice e soprattutto perché non è stato possibile utilizzare lock esplicite e quindi sincronizzare i thread con una granularità più fine.

### 2.5.1 Lato server

Utilizzando un multithreaded server, per garantire una consistenza delle informazioni create, modificate e rimosse dai client, è stato necessario rendere l'accesso agli utenti e ai progetti, quindi anche alle card e ai membri dei quest'ultimi mutualmente esclusivo.

Le classi che gestiscono queste informazioni sono **UsersManager** e **ProjectsManager** e tutti i metodi di entrambe sono *synchronized* dato che vanno a modificare lo stato che per la prima è la lista degli utenti e per la seconda è la lista dei progetti.

Non è stato possibile garantire una mutua esclusione a grana più fine, utilizzando per esempio strutture concorrenti come **ConcurrentHashMap**, dato che tutti i metodi fanno diversi controlli prima di eseguire l'operazione richiesta e dal momento in cui la chiamata di due o più metodi thread-safe di una stessa struttura non garantisce più la thread-safeness della stessa è stato scelto di utilizzare strutture non concorrenti e renderle thread-safe esplicitamente.

### 2.5.2 Lato client

Le uniche strutture condivise sono *usersList* che mantiene le coppie  $\langle nomeutente, stato \rangle$ , *chats* che mantiene le coppie  $\langle nomeprogetto, chat \rangle$  e *threadPool* che mantiene tutti i thread che leggono le chat dei vari progetti dell'utente.

Per le prime due è necessaria una sincronizzazione dato che vengono accedute contemporaneamente da **Cli** e dai metodi di **ClientEvent** e per l'ultima no dato che viene modificata solo dai metodi di callback, **Cli** la modifica solo dopo o prima che il client si è rispettivamente disiscritto o iscritto per le callback dal server.

Per la prima è stato possibile usare la **ConcurrentHashMap**, infatti *usersList* è utilizzato in **ClientEvent** dal metodo *notifyUserEvent* che chiama solamente una *put* e in **Cli** dai metodi *listUsers* e *listOnlineUsers* che generano un iteratore che ha un comportamento fail-safe.

Per la seconda invece non è stato possibile utilizzare una **ConcurrentHashMap** perché il metodo *readChat* in **Cli** necessita di una sincronizzazione esplicita, infatti anche con una struttura concorrente ci potrebbe essere una race condition tra il controllo della cancellazione del progetto e la rimozione della entry dalla mappa, perciò si è preferito usare una **HashMap**.



## 2.6 Generazione degli ip di multicast per le chat

Per permettere la riusabilità degli ip dei progetti eliminati viene utilizzato l'**ArrayList** *usedIPs* definito dentro **ProjectsManager** che salva gli ip in uso. La generazione di un ip per ogni nuovo progetto viene fatta dal metodo *generateIP* sempre definito in **ProjectsManager** che genera un ip di multicast random controlla che non si trovi dentro *usedIPs* e se questa condizione è verificata ritorna l'ip generato altrimenti reitera fino a quando non genera un ip non in uso. Quando un progetto viene cancellato si elimina anche da *usedIPs* l'ip corrispondente a quel progetto permettendo il riuso.

## 2.7 Metodi della specifica

I metodi:

- *createProject*
- *cancelProject*
- *addCard*
- *showCard*
- *showCards*
- *moveCard*
- *getCardHistory*
- *addMember*
- *showMembers*
- *listProjects*

sono stati implementati lato server dentro la classe **ProjectsManager**.

I metodi:

- *login*
- *logout*
- *register*

sono stati implementati lato server dentro la classe **UsersManager**.

Infine i metodi:

- *sendChatMsg*
- *readChat*
- *listUsers*
- *listOnlineUsers*

sono stati implementati lato client dentro la classe **Cli**.

### 2.7.1 Modifiche

È stata modificata la firma dei metodi:

- *createProject*
- *cancelProject*
- *addCard*
- *showCard*
- *showCards*
- *moveCard*
- *getCardHistory*
- *addMember*
- *showMembers*
- *sendChatMsg*

con l'aggiunta del parametro *user* che corrisponde all'utente che richiede l'operazione, questo per controllare se effettivamente l'utente ha i permessi per fare quella determinata operazione che sta richiedendo e per sapere chi vuole inviare il messaggio nel caso dell'ultimo metodo.

È stato modificato ulteriormente il metodo *moveCard* eliminando il parametro che corrisponde alla lista di partenza della card, dato che non dava nessuna informazione in più non reperibile direttamente dal server. Infatti la lista in cui la card si trova prima del movimento è conosciuta dal server e ovviamente viene utilizzata, prima di eseguire lo spostamento, per controllare se quest'ultimo è fattibile.

## Capitolo 3

# Formato dei messaggi

Nei messaggi scambiati tra client e server viene usato il carattere % per separare le varie informazioni, tutti i messaggi hanno il seguente formato:

(request/response code)%parametro1%parametro2%parametro3....

dove parametro1, parametro2, parametro3,... sono informazioni che dipendono dal tipo di richiesta o di risposta.

### 3.1 Messaggi di richiesta

| Codice richiesta | Operazione       | Parametri |          |              |
|------------------|------------------|-----------|----------|--------------|
| 0                | login            | username  | password |              |
| 1                | logout           | username  |          |              |
| 2                | list projects    |           |          |              |
| 3                | create project   | progetto  |          |              |
| 4                | add member       | progetto  | membro   |              |
| 5                | show members     | progetto  |          |              |
| 6                | show cards       | progetto  |          |              |
| 7                | show card        | progetto  | card     |              |
| 8                | add card         | progetto  | card     | descrizione  |
| 9                | move card        | progetto  | card     | destinazione |
| 10               | get card history | progetto  |          | card         |
| 11               | cancel project   | progetto  |          |              |

### 3.2 Messaggi di risposta

Anche i messaggi di risposta iniziano con un codice che indica il successo o una classe di errore, nel caso del successo quello che segue il codice sono dei dati o una stringa che descrive l'avvenuto successo, nel caso di errore quello che segue il codice è una stringa che descrive l'errore.

| Codice risposta | Significato   |
|-----------------|---|
| 0               | operazione eseguita con successo  |
| 1               | errori di sintassi  |
| 2               | errori relativi agli utenti/membri  |
| 3               | errori relativi alle passwords  |
| 4               | errori relativi a operazioni dove è necessario prima o dopo un login o logout |
| 5               | errori relativi ai progetti   |
| 6               | errori di permessi per alcune operazioni                                      |
| 7               | errori relativi alle cards  |

## Capitolo 4

# Esecuzione

### 4.1 Dipendenze

Il progetto è stato scritto usando la versione 14 dello SDK di java e maven.

L'installazione di maven varia in base al sistema operativo, per farlo correttamente si può seguire la guida del sito ufficiale andando su <https://maven.apache.org/install.html>.

#### 4.1.1 Debian based

Se ci si trova su un sistema basato su debian, come ubuntu, l'installazione è più semplice, infatti basta aprire il terminale e digitare:

```
sudo apt install maven
```

### 4.2 Run

Per compilare e avviare il server posizionarsi all'interno della directory *worthserver* e digitare sul terminale:

```
$ mvn compile
$ mvn exec:java -Dexec.mainClass="com.worth.ServerMain"
```

Se il server viene avviato correttamente allora verrà stampata a schermo la stringa

```
[INFO]: Listening for incoming connections...
```

Una volta avviato il server per avviare un client aprire un nuovo terminale, posizionarsi all'interno della directory *worthclient* e digitare:

```
$ mvn compile
$ mvn exec:java -Dexec.mainClass="com.worth.WorthMain"
```

Dopo aver avviato il client si avrà di fronte il prompt di worth:

```
worth$
```

dal quale sarà possibile chiamare tutti i comandi del sistema, consultabili digitando il comando *help*.

Si consiglia di non copiare e incollare dal documento ma di scrivere a mano i comandi perché in base al lettore di pdf che si usa i caratteri copiati potrebbero essere errati e dare quindi errori di compilazione e/o di esecuzione.

## 4.3 Esempio di interazione con il client

```
worth$ register test password123
SUCCESS: User test successfully registered

worth$ login test password123
SUCCESS: Logged in successfully

test@worth$ createp testproj
SUCCESS: Project successfully created

test@worth$ addc testproj testcard this is a description
SUCCESS: Card successfully added

test@worth$ showcs testproj
testcard

test@worth$ showc testproj testcard
NAME: testcard
DESC: this is a description
LIST: TODO

test@worth$ movec testproj testcard inprogress
SUCCESS: Card successfully moved

test@worth$ sendmsg testproj i'm going to finish testcard
SUCCESS: Message sent correctly

test@worth$ movec testproj testcard done
SUCCESS: Card successfully moved

test@worth$ readchat testproj
[WORTH]: test added card testcard
[WORTH]: test moved card testcard into INPROGRESS
[test]: i'm going to finish testcard
[WORTH]: test moved card testcard into DONE

test@worth$ delp testproj
INFO: Deleting project testproj...
SUCCESS: project successfully deleted

test@worth$ readchat testproj
[WORTH]: test deleted project

test@worth$ readchat testproj
PROJECT ERROR: Project testproj doesn't exist

test@worth$ logout
SUCCESS: Logged out successfully
```

worth\$ quit