



Università degli studi di Napoli Parthenope

*Corso di reti di calcolatori e Lab.*

*Traccia progetto: **Università***

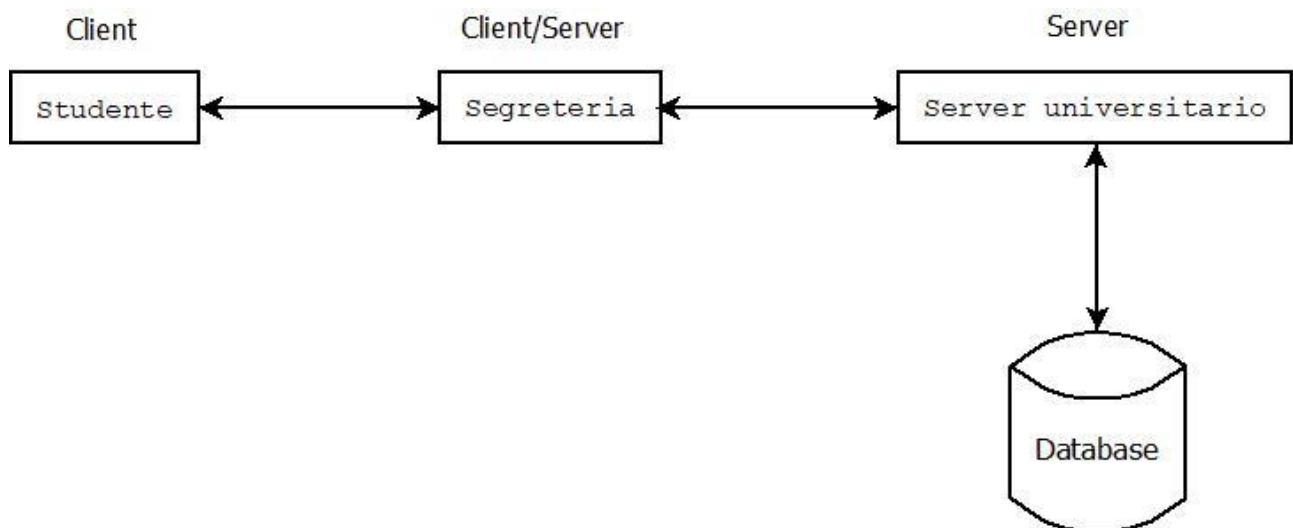
Daniele Biagio De Luca - 0124002504

## Descrizione del progetto

Si vuole scrivere un'applicazione client/server concorrente per la gestione degli esami universitari. In particolare:

- La segreteria deve poter inserire nuovi esami sul server dell'università, inoltrare le richieste di prenotazione degli studenti al server universitario e fornire le date degli esami richieste dallo studente.
- Lo studente può visualizzare le date di esame di un determinato corso e inviare una prenotazione a una di esse alla segreteria.
- Il server universitario riceve sia l'aggiunta di nuovi esami, che le richieste di prenotazioni inoltrate da parte della segreteria, inviando il numero di prenotazione.

## Schema dell'architettura

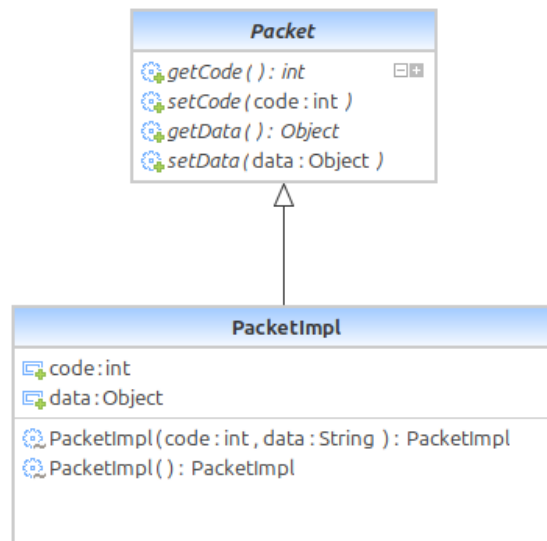


L'architettura dell'applicazione si basa sulle seguenti entità: **lo studente** (che funge da client), **la segreteria** (ricopre il ruolo sia di client che di server) e il **server universitario** (server). Per effettuare le proprie operazioni, lo studente invia le richieste al server della segreteria, che le inoltra al server universitario. Quest'ultimo effettua quindi le elaborazioni necessarie e restituisce, a ritroso, il risultato. L'inserimento di nuovi esami viene effettuato tramite l'applicazione client della segreteria.

Per la memorizzazione delle prenotazioni degli studenti e degli esami, si è optato l'utilizzo di un database relazionale (**Mysql**), le cui operazioni di recupero e inserimento dati vengono eseguite solo dal server universitario. Come linguaggio di programmazione è stato utilizzato Java, in quanto portabile e fornisce un'API per la gestione delle socket (sia TCP che UDP) semplice da utilizzare e ben documentata.

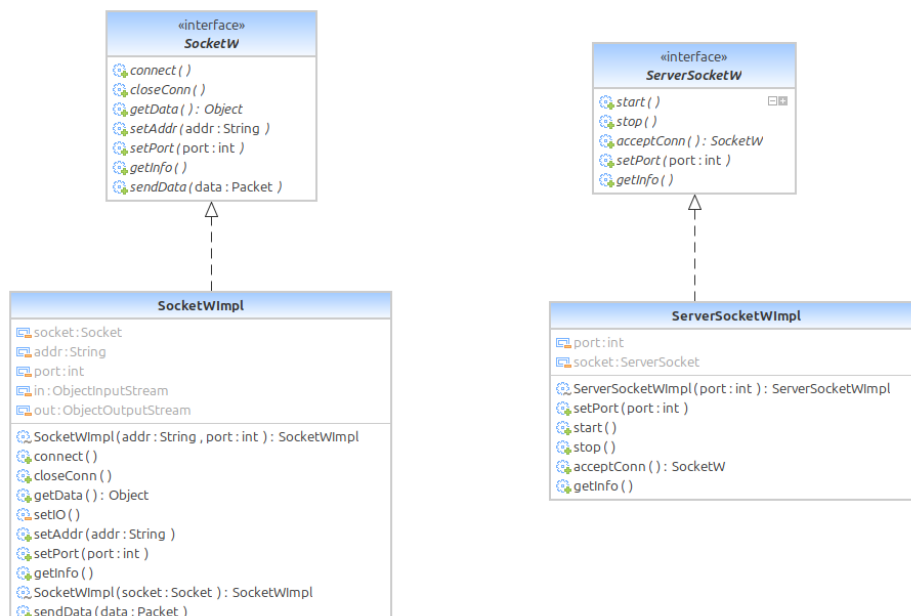
## Dettagli implementativi dei Client/Server

Per lo sviluppo del sistema sono state create le seguenti classi:



## Packet

Classe astratta che definisce un pacchetto che contiene i dati da mandare tramite la socket, tra cui un codice che funge sia da codice richiesta (nel momento in cui viene inviato al server), sia da codice esito (nel momento in cui viene inviato al client). I dati vengono memorizzati nel campo `data` di tipo **Object**. In questo modo possono essere inseriti dati di tipo diverso all'interno del pacchetto. Un'alternativa è parametrizzare il tipo del campo `data`. I metodi della classe si occupano semplicemente di impostare e ottenere i dati dai campi.



## SocketW

Interfaccia che definisce una socket con i relativi metodi. Viene implementata dalla classe **SocketWImpl**. Di seguito vi sono i metodi più importanti:

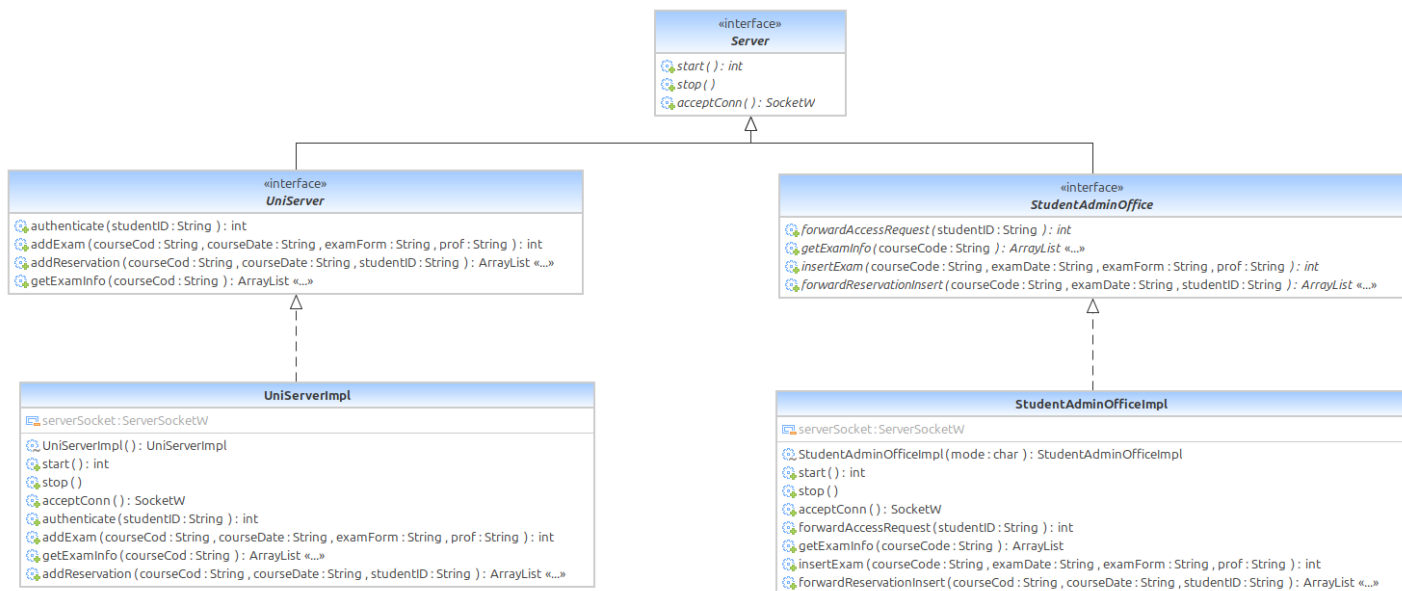
- Il metodo `connect()` effettua la connessione ad un server tramite l'indirizzo IP e la sua porta;

- *closeConn()* chiude la connessione stabilita precedentemente;
- *setIO()* si occupa di impostare i flussi di input e output della socket, che rispettivamente leggono e scrivono oggetti. Viene invocato in entrambi i costruttori;
- Il metodo *sendData()* invia i dati attraverso la socket, sotto forma di oggetto di classe **Packet**. Il metodo *getData()*, invece, restituisce dati in ingresso sotto forma di oggetto di classe **Packet**.

## ServerSocketW

Interfaccia che definisce una socket server con i relativi metodi. Viene implementata dalla classe **SocketServerWImpl**.

- *start()* ha lo scopo di aprire il server, mettendolo in ascolto sulla porta memorizzata nel campo port;
- *stop()* interrompe l'ascolto del server sulla porta;
- *acceptConn()* accetta una connessione in arrivo al server, restituendo un oggetto di tipo **SocketW** per scrivere e leggere dati.



## Server

Interfaccia che definisce un server generico. I metodi sono semplicemente *start()*, il quale avvia *il server* e restituisce un numero intero in base all'esito dell'operazione (un valore diverso da zero indica che si è verificato un errore); *stop()* interrompe il server mentre *acceptConn()* accetta una connessione tramite la socket server e restituisce un oggetto di tipo **SocketW**.

## UniServer

Interfaccia che estende **Server** e definisce le operazioni eseguite dal server universitario. Viene implementata da **UniServerImpl**.

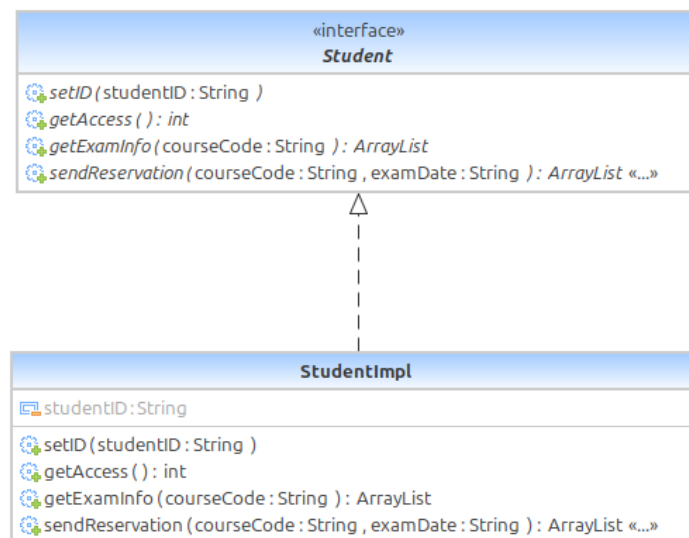
- Il metodo *authenticate()* ha lo scopo di autenticare uno studente data la sua matricola. Restituisce un intero che sarà uguale a 0 se la matricola inserita è corretta;

- *getExamInfo()* restituisce le date di esame di un corso, dato il suo codice. L'output è un array contenente sia le informazioni richieste che un codice di esito;
- *addReservation()* si occupa di inserire la prenotazione di uno studente ad un esame. Richiede il codice del corso, la data dell'esame e la matricola dello studente. Restituisce un array contenente sia il n. di prenotazione, che il codice di esito;
- *addExam()* inserisce un esame di un determinato corso. Tale operazione viene richiesta dalla segreteria, la quale deve passare le informazioni necessarie quali il codice corso, la data dell'esame, la modalità d'esame e il docente.

## StudentAdminOffice

Interfaccia che estende **Server** e definisce le operazioni lato server e client eseguite dalla segreteria. Viene implementata da **StudentAdminOfficeImpl**.

- Il metodo *forwardAccessRequest()* inoltra, al server universitario, la richiesta di autenticazione da parte di uno studente. Restituisce il codice di esito da inserire nel pacchetto da inviare al client;
- *getExamInfo()* si occupa di inoltrare, al server universitario, la richiesta di visione delle date di esame di un corso da parte dello studente. Il metodo restituisce un array contenente sia le informazioni richieste, sia il codice di esito;
- Il metodo *insertExam()* invia la richiesta di inserimento di un esame al server universitario. I parametri richiesti sono il codice del corso, la data dell'esame, la modalità dell'esame e il docente;
- *forwardReservationInsert()* inoltra la richiesta di prenotazione di un esame, da parte di uno studente, al server universitario.

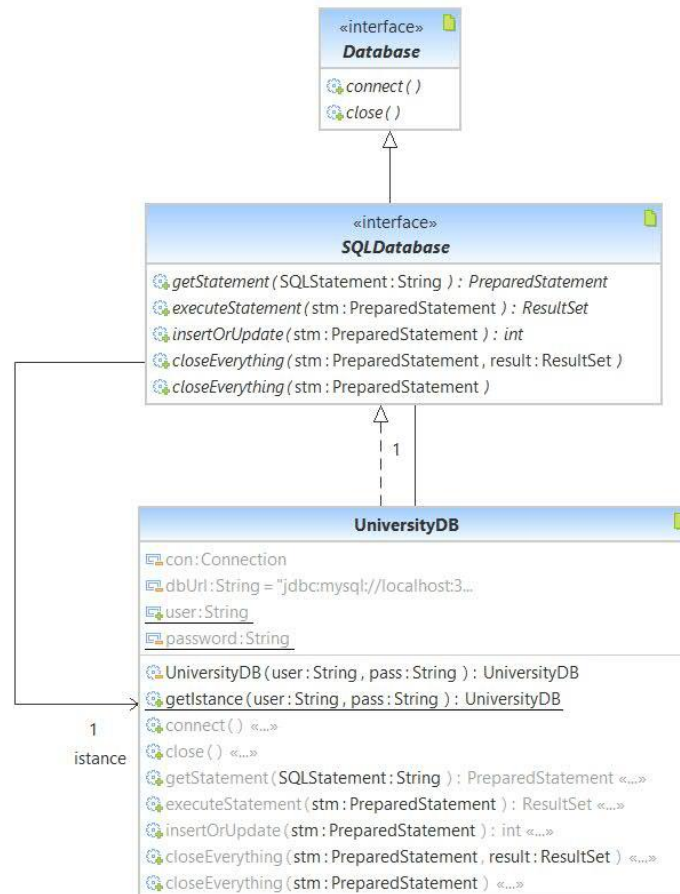


## Student

Interfaccia che definisce uno studente generico e le operazioni relative. Viene implementata dalla classe **StudentImpl**, che presenta un campo per memorizzare la matricola dello studente.

- *getAccess()* ha il compito di autenticare lo studente tramite la sua matricola. Invia al server della segreteria la richiesta e riceve l'esito;

- Il metodo *getExamInfo()* ricava le date di esame di un corso individuato dal codice corso inserito in input. Restituisce un array contenente sia le informazioni richieste, che il codice di esito;
- Tramite il metodo *sendReservation()* viene inviata, al server della segreteria, la richiesta di prenotazione ad un esame di un determinato corso. Restituisce in output un array di interi contenente sia il numero di prenotazione che il codice di esito.



## Database

Le interfacce **Database** e **SQLDatabase** sono state create al fine di gestire la connessione al database e le varie operazioni che si possono effettuare. La prima definisce semplicemente i metodi per connettersi al database e per chiudere la connessione, mentre la seconda definisce i metodi necessari per effettuare varie operazioni con database di tipo SQL. Tale interfaccia è stata creata in modo tale da poter ospitare altri metodi per eseguire operazioni diverse da quelle tipiche (reperimento e inserimento dati). **UniversityDB** implementa **SQLDatabase** ed è progettata sia per connettersi a qualsiasi database SQL che per restituire una sola istanza di sé stessa. Per la connessione a Mysql, è stato utilizzato il driver *Connector/J*.

## Parti rilevanti di codice

La seguente immagine illustra il codice dell'applicazione principale del server universitario:

```

1 // Applicazione principale del server universitario
2 package gestionale_Uni;
3
4
5 public class UniServerApp
6 {
7
8     public static void main(String[] args)
9     {
10         // Oggetto di classe UniServer
11         UniServer server = new UniServerImpl();
12         if(server.start() == 0) // Controlla se l'avvio del server non dà errori
13         {
14             while(true)
15             {
16                 SocketW socket = server.acceptConn(); // Accetta connessioni
17                 // Se il socket restituito non è null...
18                 if(socket != null)
19                 {
20                     // Avvia un thread, passando il socket appena ottenuto e l'oggetto originale UniServer
21                     new UniServerThread(socket,server);
22                 }
23             }
24         }
25     }
26 }
27
28

```

Tramite il metodo *start()* dell'oggetto **server** di tipo **UniServer**, l'applicazione si mette in ascolto sulla porta precedentemente impostata (1027 in questo caso). L'applicazione prosegue l'esecuzione se l'operazione di apertura server non restituisce errori e, tramite un ciclo while infinito, rimane in ascolto sulla porta. Nel momento in cui arriva una connessione, questa viene accettata con il metodo *acceptConn()*, che restituisce una socket di tipo **SocketW** per la comunicazione con il client. Una volta accettata la connessione, viene creato un thread concorrente per servire la richiesta appena arrivata, passando la socket per la comunicazione e il riferimento all'oggetto memorizzato nella variabile **server** (questo per evitare di creare un nuovo oggetto di tipo UniServer nel thread).

```

1 // Classe che definisce un thread con tutte le operazioni effettuate dal server universitario
2 package gestionale_Uni;
3
4 import java.util.ArrayList;
5
6 public class UniServerThread implements Runnable
7 {
8     // Variabili necessarie per l'esecuzione
9     private UniServer server;
10    private SocketW socket;
11    private int reqCode, statusCode, resultCode, reservationNumb;
12    private String studentID, courseID, examDate, examForm, prof;
13    private ArrayList examInfo;
14    private ArrayList<String> data;
15    private ArrayList<Integer> result;
16    private Packet p, s;
17
18    /* Costruttore che ha come parametri il socket restituito dalla SocketServer e l'oggetto originale
19     * 'server' di UniServer */
20    UniServerThread(SocketW socket, UniServer originalObj)
21    {
22        // Imposta i campi socket e server e fa partire il thread
23        this.socket = socket;
24        this.server = originalObj;
25        new Thread(this).start();
26    }
27
28    // Metodo che contiene le operazioni che il server deve effettuare
29    @Override
30    public void run()
31    {
32        try

```

```

30 public void run()
31 {
32     try
33     {
34         // Ottiene un pacchetto dati dalla comunicazione e ricava il codice
35         p= (Packet) socket.getData();
36         reqCode = p.getCode();
37         System.out.println("Codice richiesta: " + reqCode + "\n");
38         // Effettua le operazioni in base al codice richiesta contenuto nel pacchetto
39         switch(reqCode)
40         {
41             case 0: // Codice 0 -> Autenticazione studente
42                 // Estrae dal pacchetto la matricola
43                 studentID = (String) p.getData();
44                 System.out.println("Pronto ad autenticare lo studente di matricola " + studentID + "\n");
45                 // Verifica che la matricola sia corretta e restituisce il codice di esito dell'operazione
46                 resultCode = server.authenticate(studentID);
47                 System.out.println("Richiesta di autenticazione servita\n");
48                 // Imposta il pacchetto risposta con il codice esito e lo invia al server segreteria
49                 s = new PacketImpl();
50                 s.setCode(resultCode);
51                 socket.sendData(s);
52                 break;
53             case 1: // Codice 1 -> Richiesta visione esami
54                 // Estrae dal pacchetto il codice del corso
55                 courseID = (String) p.getData();
56                 // Invoca il metodo apposito che restituisce le info sottoforma di array
57                 examInfo = server.getExamInfo(courseID);
58                 s = new PacketImpl();
59                 // Estrae dall'array restituito il codice di esito e lo inserisce nel pacchetto risposta
60                 statusCode= (int) examInfo.get(examInfo.size() - 1);
61
62                 statusCode= (int) examInfo.get(examInfo.size() - 1);
63                 examInfo.remove(examInfo.size() - 1);
64                 s.setCode(statusCode);
65                 // Inserisce nel pacchetto l'array delle informazioni e lo invia al server della segreteria
66                 s.setData((ArrayList<ArrayList<String>>) examInfo);
67                 socket.sendData(s);
68                 System.out.println("Richiesta visione esami servita\n");
69                 break;
70             case 2: // Codice 2 -> Inserimento esame
71                 System.out.println("Richiesta di inserimento esame ricevuta");
72                 // Estrae dal pacchetto le informazioni da inserire nel database
73                 data = (ArrayList<String>) p.getData();
74                 courseID = data.get(0);
75                 examDate = data.get(1);
76                 examForm = data.get(2);
77                 prof = data.get(3);
78                 // Effettua l'aggiunta dell'esame, ottenendo il codice di esito della operazione
79                 resultCode = server.addExam(courseID, examDate, examForm, prof);
80                 // Imposta il pacchetto risposta inserendo il codice di esito e lo invia
81                 s = new PacketImpl();
82                 s.setCode(resultCode);
83                 socket.sendData(s);
84                 System.out.println("Operazione conclusa");
85                 break;
86             case 3: // Codice 3 -> Inserimento prenotazione
87                 System.out.println("Richiesta di prenotazione per esame ricevuta");
88                 // Estrae i dati per la prenotazione
89                 data = (ArrayList<String>) p.getData();
90                 courseID = data.get(0);
91                 examDate = data.get(1);
92                 studentID = data.get(2);
93                 // Invoca il metodo apposito che restituisce il codice di esito e il n. di prenotazione
94                 result = server.addReservation(courseID, examDate, studentID);
95                 // Imposta il pacchetto risposta col codice esito e con i dati, inviandolo
96                 s = new PacketImpl();
97                 statusCode = (int) result.get(result.size() - 1);
98                 reservationNumb = (int) result.get(0);
99                 s.setCode(statusCode);
100                 s.setData(reservationNumb);
101                 socket.sendData(s);
102                 break;
103             default:
104                 System.out.println("Codice richiesta non valido\n");
105                 break;
106         }
107     }
108     catch(Exception e) // Gestione eccezioni
109     {
110         System.out.println("Errore generico interno..." + e.getMessage() + "\n");
111     }
112     finally
113     {
114         // Chiude la connessione
115         socket.closeConn();
116     }
117 }

```

Le immagini precedenti mostrano, invece, le operazioni eseguite in un thread dell'applicazione del server universitario. Nel costruttore vengono impostati i campi



riguardanti l'oggetto di tipo **UniServer** e **SocketW** con i valori precedentemente passati, per poi far partire il server. Il server riceve dal client un pacchetto contenente dei dati e un codice, per identificare la richiesta effettuata. In base al codice, la richiesta viene servita in modo diverso invocando il metodo apposito. Successivamente viene creato un pacchetto dati inserendo il codice di esito dell'operazione, gli eventuali dati e questo viene inviato al client. Infine la connessione con il client viene chiusa.

In generale, le stesse operazioni vengono effettuate dal server della segreteria.

Il significato dei codici richiesta varia in base alle entità coinvolte nella comunicazione.

### **Studiante -> Segreteria**

- 0: Autenticazione studente;
- 1: Richiesta visione esame;
- 2: Richiesta prenotazione esame.

### **Segreteria -> Server universitario**

- 0: Inoltro richiesta autenticazione studente;
- 1: Inoltro richiesta visione esame;
- 2: Inserimento esame;
- 3: Inoltro richiesta prenotazione esame.

Le seguenti immagini mostrano le operazioni eseguite dall'applicazione client dello studente.

```
1 package gestionale_Uni;
2
3 import java.util.ArrayList;
4
5 public class StudentClientApp
6 {
7
8     public static void main(String[] args)
9     {
10         boolean authenticated = false; // Segnala se l'utente è autenticato o meno
11         Student user = new StudentImpl(); // Oggetto di classe StudentImpl
12         ConsoleReader console = new ConsoleReader(System.in); // Per lettura input
13         String studentID, courseCode, examDate;
14         int status, done = 1, choice, reservationNumb;
15         ArrayList result;
16         // Se l'utente non è ancora autenticato...
17         while(!authenticated)
18         {
19             // Inserimento matricola
20             System.out.println("Inserisci la matricola:");
21             studentID = console.readLine();
22             // Imposta la matricola nel campo studentID dell'oggetto
23             user.setID(studentID);
24             // Effettua l'accesso e ottiene il codice di esito
25             status = user.getAccess();
26             // Controllo del codice di esito
27             switch(status)
28             {
29                 case 0: // Accesso consentito
30                     System.out.println("Accesso consentito\n");
31                     authenticated = true;
32                     break;
33                 case 1: // Accesso negato -> Matricola non trovata
34                     System.out.println("Matricola non trovata. Inseriscila di nuovo \n");
35                     break;
36                 default: // Errore interno
37                     System.out.println("Errore interno\n");
38                     break;
39             }
40         }
41
42         // Ciclo che viene eseguito fintanto che l'utente ha varie operazioni da effettuare
43         while(done != 0)
44         {
45             // Stampa il menu
46             printMenu();
47             // Inserimento scelta (in base a quello riportato nel menu)
48             choice = console.readInt();
49             switch(choice)
50             {
51                 case 1: // Visione esami
52                     System.out.println("Inserisci il codice corso: \n"); // Inserimento codice corso
53                     courseCode = console.readLine();
54                     /* Ottiene un array di oggetti (contenente le info dell'esame richiesto e il codice di esito
55                      * dall'invocazione del metodo getExamInfo */
56                     result = user.getExamInfo(courseCode);
57                     status = (int) result.get(result.size() - 1); // Ricava il codice di esito dall'array
58                     // Controllo codice esito
59                     switch(status)
60                     {
61                         case 0: // Successo
62                             // Ricava le date dell'esame e le stampa a schermo
63                             ArrayList<ArrayList<String>> examInfo = (ArrayList<ArrayList<String>>) result.get(0);
```

```

        printExamData(examInfo);
        break;
    case 2: // Corso non esistente
        System.out.println("Nessuna corrispondenza trovata. Controlla che il codice sia corretto");
        break;
    default: // Errore interno
        System.out.println("Errore interno. Riprova tra qualche istante");
        break;
    }
    break;

    case 2: // Prenotazione per un esame
        // Inserimento codice del corso e data dell'esame per cui l'utente si vuole prenotare
        System.out.println("Inserisci il codice del corso di cui vuoi prenotare l'esame: \n");
        courseCode = console.readLine();
        System.out.println("Inserisci la data dell'esame: \n");
        examDate = console.readLine();
        ArrayList<Integer> codes = user.sendReservation(courseCode, examDate);
        status = codes.get(codes.size() - 1);
        switch(status)
        {
            case 0:
                reservationNumb = codes.get(0);
                System.out.println("Prenotazione effettuata! Il tuo numero di prenotazione e' " + reservationNumb);
                break;
            case 2:
                System.out.println("Appello non trovato! Controlla di aver inserito bene il codice esame");
                break;
            default:
                System.out.println("Errore interno. Riprova tra qualche istante\n");
                break;
        }

        default:
            break;
    }
    System.out.println("Vuoi effettuare un'altra operazione? (1:Si; 0: No)");
    done = console.readInt();
}

}

public static void printExamData(ArrayList<ArrayList<String>> info)
{
    System.out.println("*** Date esami del corso richiesto ***");
    String string = info.toString();
    string = string.replace("[[", "") // Rimuove l'apertura iniziale
        .replace("]", "") // Rimuove la chiusura finale
        .replace("], [", "\n") // Nuova riga tra righe
        .replace(" ", " | ")
        .replace("[", "")
        .replace("]", ""); // Aggiunge separatori tra colonne
    System.out.println(string);
}

public static void printMenu()
{
    System.out.println("***OPERAZIONI**\n");
    System.out.println("1. Visualizza date esame\n2. Prenota esame\n");
    System.out.println("Cosa vuoi fare?\n");
}
}

```

Per utilizzare l'applicazione, l'utente si deve prima autenticare inserendo la propria matricola. Tale viene utilizzata per impostare il campo **studentID** dell'oggetto di tipo **Student** memorizzato in **user**. Successivamente viene invocato il metodo `getAccess()`, il quale restituisce l'esito dell'operazione. Se la matricola inserita è valida, l'utente può accedere all'applicazione. Le operazioni che può effettuare sono elencate in un menù, visualizzato sullo schermo tramite `printMenu()`. Una volta effettuata la scelta, l'utente deve semplicemente seguire le istruzioni a schermo per inserire i dati necessari a portare a termine l'operazione richiesta. In base alla scelta, viene invocato il metodo apposito che restituisce il codice di esito e i dati. Il primo ha lo scopo di controllare che l'operazione sia andata a buon fine: in caso di esito negativo, viene visualizzato a schermo un messaggio di errore, altrimenti vengono visualizzati i dati restituiti.

## Istruzioni per l'esecuzione

È necessario eseguire i file dal terminale, aprendo finestre di terminale diverse. È consigliato entrare nella cartella *bin* del progetto e aprirle da lì. I file vanno eseguiti in uno specifico ordine: *UniServerApp*, *StudentAdminOfficeSApp*, *StudentAdminOfficeCApp* (per l'inserimento di nuovi esami), *StudentClientApp*. I file devono essere aperti con il semplice comando **Java**, eccetto per il primo file, che va eseguito con il seguente comando:  
*java -cp .:\$HOME/gestionale\_Uni/lib/mysql-connector-j-9.1.0.jar gestionale\_Uni.UniServerApp* . In questo modo verrà incluso anche il driver per la connessione al database Mysql.