

# Mersul Trenurilor - Raport tehnic

Șorodoc Tudor-Cosmin  
(Grupa A4)

Universitatea "Alexandru Ioan Cuza"

**Keywords:** sockets · threads · database

---

## 1 Introducere

### 1.1 Despre aplicație

Aplicația **Mersul trenurilor**, așa cum face referire și numele acesteia, oferă posibilitatea utilizatorilor de a afla informații despre traseul unor trenuri( orele la care acestea ajung într-o anumită stație, dacă au întârziere,...etc, mai multe detalii vor fi prezentate în subsecțiunea următoare).

### 1.2 Utilizare

Aplicația pune la dispoziția utilizatorilor un **meniu**, prin care aceștia pot afla diverse informații, și anume :

- Orele la care ajung trenurile într-o stație "X" (specificată de utilizator) în data de "D" (de asemenea, specificată de utilizator) și în traseul lor, ajung și în stația "Y";
- Trenurile care pleacă în următoarea oră, (și întârzierea cu care pleacă, dacă este cazul) dintr-o stație "X";
- Trenurile care sosesc în următoarea oră, (și dacă ajung mai devreme sau cu întârziere ) într-o stație "X";
- De asemenea, în meniul aplicației apare și opțiunea de a alege comanda de *login*; Un utilizator se va putea loga, doar dacă acesta este **Administrator**(i.e. utilizatorii normali nu au acces la un username și la o parolă prin care s-ar putea conecta).

Un Administrator va avea în meniul aplicației, bineînțeles după ce s-a logat, pe lângă opțiunile pe care le are un utilizator normal, și comenzi prin care :

- poate adăuga un tren nou sau o nouă stație pentru un tren deja existent;
- poate introduce întârzierea pe care o are un tren "T", la sosirea în stația "X";
- cu alte cuvinte, Administratorii sunt singurii care pot schimba baza de date;
- poate crea un cont nou de administrator, cont care poate fi utilizat de alt user;
- poate schimba username-ul/parola;
- poate vedea toate trenurile care se află în baza de date la ziua respectivă
- poate da logout;

## 2 Tehnologii utilizate

### 2.1 TCP/IP

La baza sistemului de comunicare al aplicației stau protocoalele TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol). TCP este un protocol orientat-conexiune, adică pentru transmiterea mesajelor între 2 host-uri este nevoie de realizarea unei conexiuni. Conexiunile TCP sunt full duplex și se realizează prin așa numitul ”**three way handshaking**”, astfel asigurând o confirmare de primire a datelor. Protocolul TCP garantează livrarea corectă a datelor la destinatar, fără pierderi sau duplicări. Aplicația folosește acest protocol întrucât păstrarea integrității și a ordinii informațiilor trimise de la *Server* către *Client* este de o importanță majoră. Dacă aplicația nu ar avea la bază o comunicare sigură, atunci ar exista riscul ca datele trimise de la Server la Client să fie alterate, astfel Clientul primind o dată/oră greșită cu privire la mersul unui tren. De asemenea, rapiditatea nu este esențială, cu alte cuvinte, Clientul ar prefera ca să primească un răspuns corect, într-un timp mai mare, decât unul rapid, dar posibil gresit.

### 2.2 MySQL

Aplicația presupune afișarea informațiilor cu privire la mersul trenurilor, deci trebuie să ținem evidența fiecărui tren, în ce stație ajunge, la ce oră, dacă are întârziere și la ce oră pleacă din stația respectivă. De asemenea, trebuie să stocăm parolele și username-urile administratorilor. Din aceste motive, este esențială utilizarea unei baze de date. MySQL este un sistem de gestiune a bazelor de date relaționale și se poate folosi împreună cu limbajul C/C++.

### 3 Arhitectura aplicației

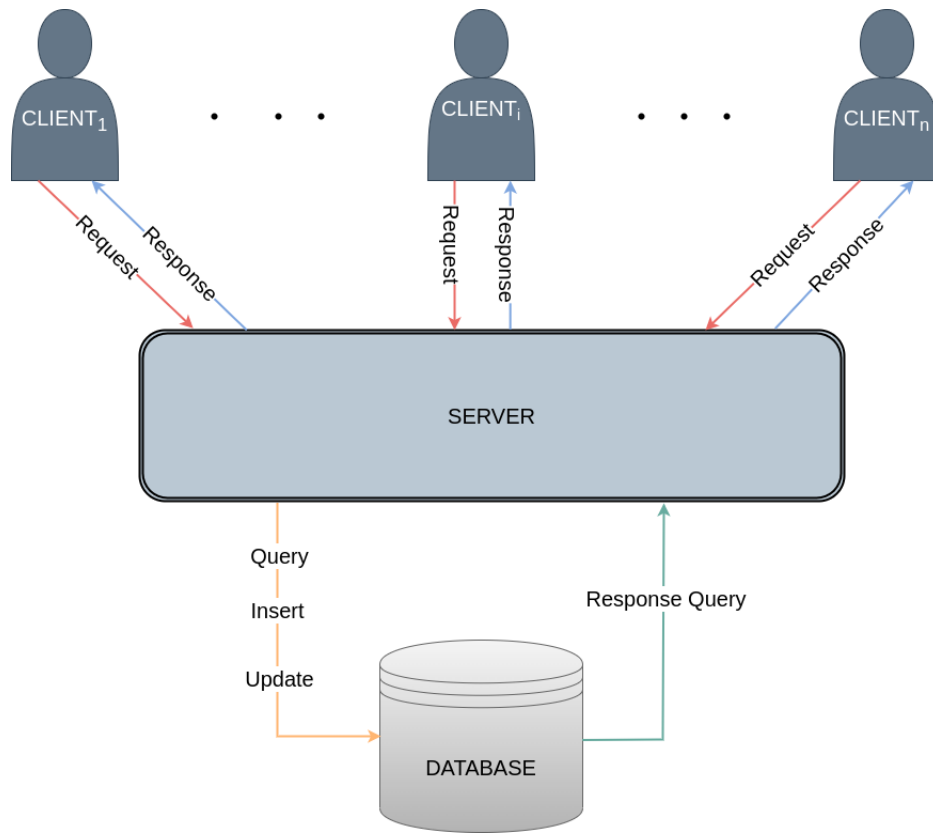
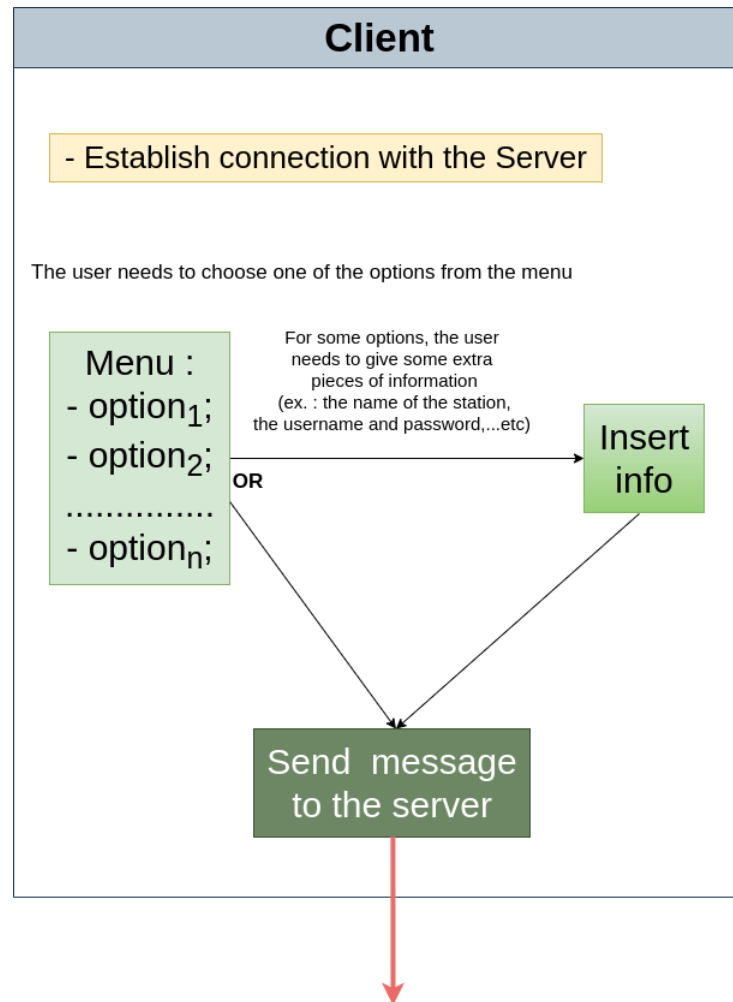
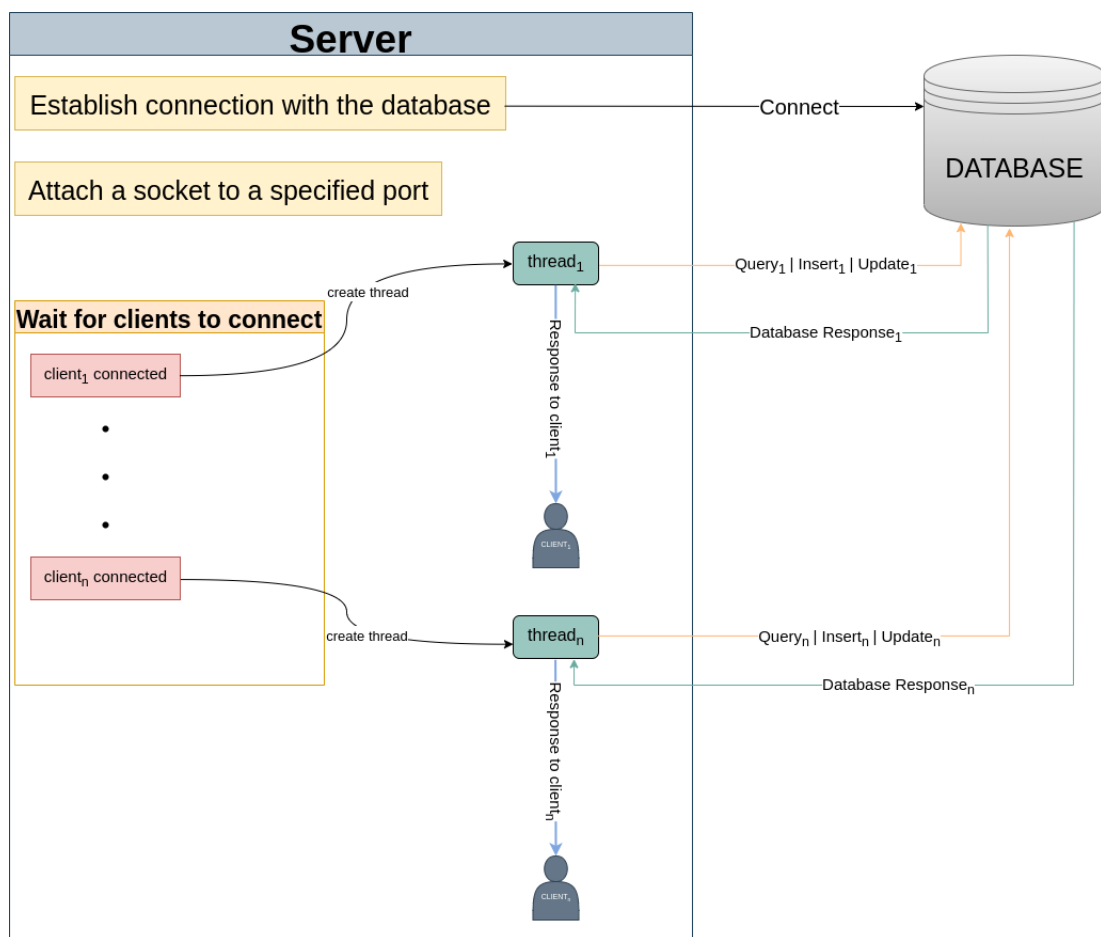


Fig. 1: Diagrama generală a aplicației

După cum se observă și în imaginea de mai sus, aplicația are la bază modelul *Client – Server*. În continuare, sunt prezentate diagrame mai detaliate, atât pentru *Client*, cât și pentru *Server*.

Fig. 2: Diagrama - *Client*

Inițial *Clientul* încearcă să stabilească o conexiune cu *Serverul*, după care, dacă s-a reușit conexiunea, îi afișează un meniu user-ului, din care poate alege diverse opțiuni. În funcție de opțiunea aleasă, user-ul trebuie să introducă date relevante pentru acea opțiune (Ex: User-ul este de fapt, un Administrator și alege opțiunea de login. Alegând această opțiune user-ul trebuie să introducă un *username* și o *parolă*). Toate aceste date introduse de user sunt transmise prin intermediul unui **socket** ("atașat" unui anumit *PORT* și *adresa IP*) către *Server*.

Fig. 3: Diagrama - *Server*

Inițial *Serverul* se conectează la o bază de date care conține informațiile necesare pentru a răspunde cererilor Clienților. *Serverul* atașează unui socket un port specific, socket care o să fie folosit de *Client* pentru a comunica cu *Serverul*. Într-o buclă infinită *Serverul* așteaptă conexiuni de la *Clienți*, iar în momentul în care se conectează un *Client*, se **crează un thread** pentru acesta. În funcție de mesajul pe care îl primește *Serverul* de la *Client*, se apelează funcții specifice care trimit un query bazei de date și primesc răspuns (Ex: Mesajul primit de *Server* corespunde comenzii de login, deci se va trimite către baza de date un query de forma "SELECT \* from userTable WHERE usernames=usernameRecieved AND password=passwordRecieved"). În funcție de rezultatul interogării, se trimite răspuns către *Client*.

## 4 Detalii de implementare

Așa cum am precizat și mai sus, comunicarea între Clienți și Server se face prin socket-uri.

```

        /* create the socket */
    if ((sd = socket (AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) == -1)
    {
        perror ("Socket Error.\n");
        return errno;
    }

```

AF\_INET - specifică familia de protocoale cu care va comunica socket-ul, și anume IPv4;

SOCK\_STREAM - tipul socket-ului va fi TCP (transmisie sigură);

### 4.1 Client

*Clientul* se conectează la *Server* prin primitiva *connect()*:

```

        /* connect to the Server */
    if (connect (sd, (struct sockaddr *) &server, sizeof (struct sockaddr)) == -1)
    {
        perror ("[-]Connect() Error.\n");
        return errno;
    }

```

Bineînțeles, pentru ca această conexiune să se poată stabili, *Serverul* trebuie să fie pornit.

User-ul trebuie să aleagă o opțiune din meniul dat, iar în funcție de opțiunea aleasă se apelează funcții specifice, care fie îi cer user-ului să mai introducă date, fie trimit *request* către *Server*.

*REQUEST*-ul către server va fi trimis în următorul format:

$\langle \text{logged\_status} \rangle \langle \text{option\_chosen} \rangle \langle \text{extra\_info}_1 \rangle \dots \langle \text{extra\_info}_n \rangle$ , unde  $\langle$  și  $\rangle$  reprezintă niște delimitatori, pentru a-i fi mai ușor *Serverului* să citească mesajul;

```

    if( this->logged_status == false ){//regular user
        this->send_to_server_message = this->start_delimiter + "0"
        + this->stop_delimiter;//<logged_status>
        if(option == "0\n"){//exit
            this->quit_option();
        }
        else if (option == "1\n"){//login
            this->login_option();
        }
    }

```

```

else if(option == "2\n"){//show the trains from station X to Y
    this->trains_from_station_X_to_station_Y_option();
}
else if(option == "3\n"){
    //show the trains which leave in the next hour from a station X
    this->trains_which_leave_in_the_next_hour_option();
}
else if(option == "4\n"){
    //show the trains which arrive in the next hour in a station X
    this->trains_which_leave_in_the_next_hour_option();
}
else{
    this->send_to_server_message += this->start_delimiter + "Unknown command"
    + this->stop_delimiter;
}
}
else{//the user is an Administrator
    ...
}

```

După acest *request*, Clientul așteaptă să primească un *response* de la *Server*, care va fi afișat pentru a fi văzut de user :

```

if ((nr_read=read (sd, buffer_received,sizeof(buffer_received))) < 0){
    perror ("[-]Read() Error, couldn't read the response from the server.\n");
    return errno;
}
else{
    buffer_received[nr_read]='\0';
    response_from_server = buffer_received;
    while(nr_read == 1024){//in case that the message is bigger than 1024 bytes
        if ((nr_read=read (sd, buffer_received,sizeof(buffer_received))) < 0){
            perror ("[-]Read() Error, couldn't read the response from the server.\n");
            return errno;
        }
        buffer_received[nr_read]='\0';
        response_from_server += buffer_received;
    }
}

```

```

Client.set_received_message(response_from_server);
Client.set_logged_status();
Client.print_received_message();

```

## 4.2 Server

Serverul se conectează la baza de date :

```

SQL BD("localhost","root","password","trains_database");
//      ^ IP      ^username ^password ^name of the Database

if(BD.connect_to_database() == false){//connect the server to the databse
    printf("The server couldn't connect to the database!\n ! Try to restart the server ! \n");
    return -1;
}
else{
    printf("[+] The server connected to the databse successfully \n");
}

```

Unde **SQL** este o clasă definită astfel :

```

1  class SQL {
2      private :
3
4      MYSQL *connection;
5      std::string const server_IP, username, password, database_name;
6
7      std::string getServer_IP();
8      std::string getUsername();
9      std::string getDatabaseName();
10     std::string getPassword();
11
12     public :
13
14     SQL(std::string IP, std::string usrname, std::string pswd, std::string db_name );//the constructor
15
16     bool connect_to_database();// makes the connection with the database
17     MYSQL * getConnection();//returns the connection with the database
18
19 };

```

Serverul va trata clienții concurent, folosind thread-uri :

```

/* Accept a client (blocking state untill a client connects*/
if ( (client = accept (sd, (struct sockaddr *) &from, (socklen_t*)&length)) < 0)
{
    perror ("[-]Accept() Error\n");
    continue;//the client will have to try to connect again
}

```



```
treat_client CLIENT(client, BD.getConnection());
CLIENT.create_thread();
```

Se poate observa faptul că instanța `CLIENT`, va avea în componența sa descriptorul către care trebuie să scrie *Serverul* pentru a-i răspunde acestui client și conexiunea cu baza de date. Funcția *create\_thread* din cadrul clasei **treat\_client**:

```
void treat_client::create_thread(){

    pthread_t t;
    pthread_create(&t,NULL,worker_thread, this);

}
```

Thread-ul creat va executa funcția *worker\_thread* și va avea ca parametru întreaga instanță (**this**). În cadrul acestei funcții se va citi *Request* – ul primit de la *Client* și în funcție de acesta, se vor apela unele funcții specifice. După ce se va obține *Respons* – ul, acesta va fi trimis la *Client*.

```
((treat_client *)arg)->message_received = buffer;//the message from the Client

printf("[Thread] The message was received...\n");

std::string result = ((treat_client *)arg)->response();

if(result == "The client exited"){
    //if the command send by the client is exit,
    //then the server won't send to the client any message
    quit = 1;
}
else{
    /* write the response to the client */
    if (write (ds_cl, result.c_str(), result.length()) <= 0){
        // where ds_cl = ((treat_client*)arg)->descriptor_client;
        perror ("[Thread]Write() Error. The response couldn't send to the client\n");
        quit=1;//if the client leaves before getting an answer,
    }
    else{
        printf ("[Thread] The response () was successfully sent.\n");
    }
}
```

Unde **response()** este o metodă din cadrul clasei **treat\_client**, care în funcție de opțiunea aleasă de *Client*, va apela alte metode care vor returna rezultatul dorit.

### 4.3 MySQL

Baza de date conține 3 tabele :

1. **users**; care are câmpurile :
  - (a) username(VARCHAR(20) și este **cheie primară**);
  - (b) password(VARCHAR(30)) ;
2. **trains**; care are câmpul :
  - (a) id\_train(VARCHAR(5) și este **cheie primară**);
3. **arrivals\_departures**; care are câmpurile :
  - (a) id\_train(VARCHAR(5) și este **cheie străină**, practic, atunci când o să ștergem o înregistrare din tabela **trains**, se vor șterge și toate înregistrările din tabela **arrivals\_departures** care conțineau acel id\_train);
  - (b) station\_name(VARCHAR(20));
  - (c) arrival(DATETIME) - data și ora la care un tren ajunge în stație;
  - (d) departure(DATETIME) - data și ora la care un tren pleacă din stație;
  - (e) delay(INT), dacă este negativ asta înseamnă ca trenul va ajunge cu *delay* minute mai devreme în stație, dacă este pozitiv, asta înseamnă ca va ajunge cu *delay* minute mai târziu în stație și de asemenea, va pleca cu *delay* minute mai târziu din stație, iar dacă este NULL/0, atunci trenul ajunge și pleacă la ora deja stabilită;

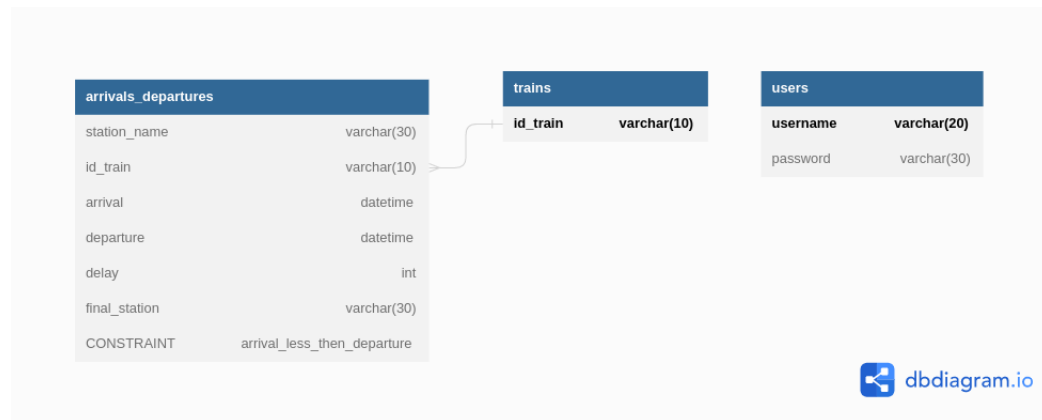


Fig. 4: Diagrama - *Database*

## 5 Concluzii

Aplicația descrisă în paginile de mai sus ar putea fi îmbunătățită prin :

- implementarea unei interfețe grafice;
- ștergerea automată a trenurilor din baza de date după un anumit interval de zile (nefiind necesară stocarea informațiilor a unor trenuri care deja au parcurs traseul lor);

- adăugarea login-ului și pentru userii normali, putând astfel să aleagă o nouă opțiune prin care ar selecta un tren pentru care să primească o notificare în cazul în care are întârziere, este anulat sau dacă sosește mai repede în stație;
- îmbunătățirea sistemului de login, și anume :
  - la crearea unui cont, este necesară și introducerea adresei de email;
  - în cazul în care un user își uită parola, aceasta poate fi recuperată/schimbată( serverul trimite un email cu un cod generat random, după care user-ul trebuie să introducă acel cod pentru a-și putea schimba parola);

## References

1. "Rețele de calculatoare", Facultatea de Informatică Iași.  
 Autori : Alboaie Lenuța și Panu Andrei.  
<https://profs.info.uaic.ro/~computernetworks/cursullaboratorul.php> ;
2. "Rețele de calculatoare - Laborator", Facultatea de Informatică Iași.  
 Autor : Bogdan Ioana. <https://profs.info.uaic.ro/~ioana.bogdan/> ;
3. "Baze de Date", Facultatea de Informatică Iași.  
 Autor : Vârlan Cosmin. <https://profs.info.uaic.ro/~vcosmin/bd> ;
4. MySQL in C : <https://zetcode.com/db/mysqlc/> ;
5. MySQL : <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/built-in-function-reference.html> ;
6. Draw Diagrams : <https://dbdiagram.io/home> ,  
<https://app.diagrams.net/> ;
7. LNCS Template :  
<https://www.overleaf.com/latex/templates/springer-lecture-notes-in-computer-science/kzwwpvhwnvfj#.WuA4JS5uZpi> ;