Monitorizarea traficului

Bogdan Zavadovschi

Facultatea de Informatică,
Universitatea "Alexandru Ioan Cuza" Iași,
bogdan.zavadovschi@info.uaic.ro

Abstract

Monitorizarea traficului este un proiect care consta in implementarea unei aplicații prin care un participant la trafic poate transmite si primi informații despre diverse evenimente rutiere, transmițând totodata viteza și locația la un interval regulat de timp. Totodată acesta poate sa primească și diverse informații despre vreme, prețul combustibilului și ultimele evenimente sportive. Aceasta este alcătuită din două componente: un client și un server. Ambele folosesc tehnici de concurență, serverul acceptând mai multe conexiuni simultan, iar clientul poate transmite și primi date în același timp.

1 Introducere

Aplicația de monitorizare a traficului constă în două componete cheie: un client și un server, ambele implementate concurent. Clientul are capacitatea de a procesa mesajele venite de la server și de a transmite informații in mod simultan, fără a fi nevoie să se aștepte terminarea unei cereri. Totodată acesta **simulează** doi sensori: unul de viteză și unul de locație. Acești senzori vor fi interogați la un interval fix de timp pe care fiecare client îl va putea seta, în funcție de preferință, iar informațiile vor fi transmise către server. Pe baza informațiilor primite serverul va returna incidentele din trafic (dacă există in regiunea sa) și va modifica ultima locație a utilizatorului în baza de date.

Serverul are posibilitatea de a suporta mai mulți clienți simultan, prin implementarea concurentă reușind să răspundă la mai mulți clienți in același timp. La un interval regulat de timp, acesta va trimite informații către toți clienții (care au selectată opțiunea) informații despre vreme, evenimente sportive și ultimele prețuri la combustibil. In cazul în care este raportat un incident, serverul va transmite tuturor utilizatorilor din regiunea specificată evenimentul.

Având imaginea de ansamblu, detaliile privind implementarea și arhitectura aplicației vor fi prezentate în urmatoarele secțiuni, totodată fiind prezentate și anumite imbunătățiri pe partea de logică și performanță a aplicației.

2 Tehnologii utilizate

2.1 Protocolul de comunicare

Comunicarea dintre client/clienți și server este realizată prin **Transmission Control Protocol (TCP)**. Decizia de utilizare a acestui protocol provine din faptul că toate pachetele de informație trebuie să ajungă în aceeași ordinea, ceea ce este important întrucât pe baza datelor primite de server este implementată logica de transmitere a evenimentelor rutiere, iar mesajele de tip text primite de client trebuie să fie inteligibile.

2.2 Stocare datelor

Pentru a putea ține o anumită evidență a datelor, atât a utilizatorilor, cât și a evenimentelor media, incidente rutiere, limite de viteză șamd. aplicația utilizează o bază de date, *sqlite3* ce asigură persistența și stocarea datelor. Folosindu-se de limbajul SQL, abstractizările la nivelul implementării sunt relativ ușor de făcut, scurtând timpul de implementare.

2.3 Securitate

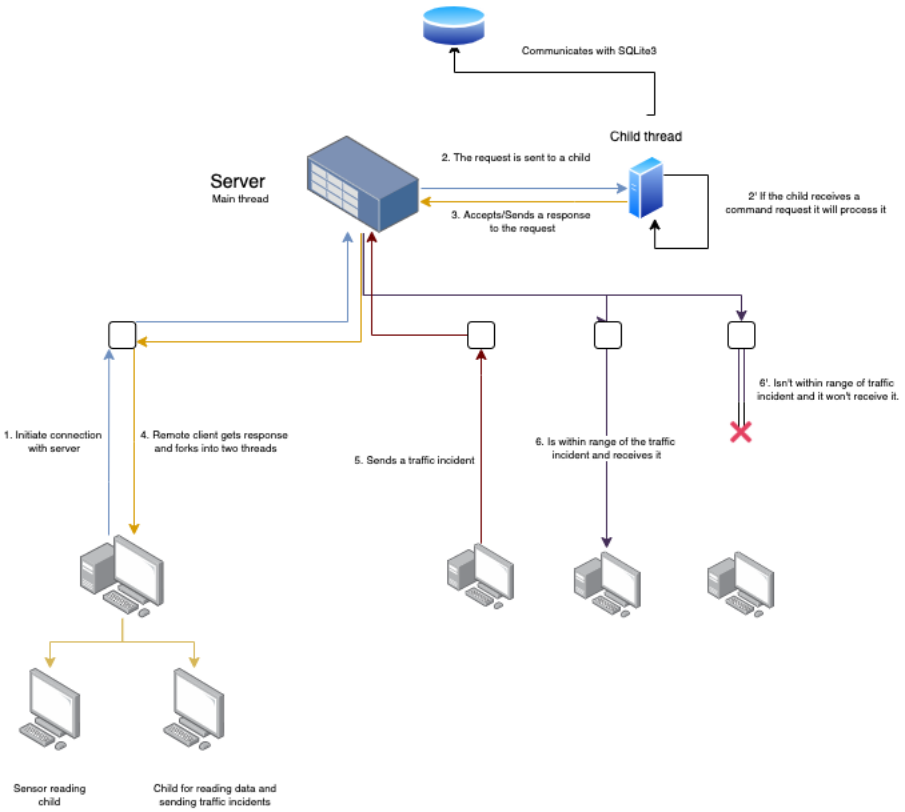
Din motive de securitate, odată ce avem conexiunea între client și server, vom creea un nou context de tipul SSL, transmitând astfel datele criptate. Pentru acesta vom folosi librăria *OpenSSL* din C++. Totodată stocarea parolele în plain-text nu este o soluție bună pentru zilele noastre, astfel că din aceeași librarie vom folosi agoritmul de hashing **SHA-256**.

2.4 Simularea Senzorilor

În încercarea de a face cât mai ușoară tranziția de la o aplicație de calculator la una de mobile, am adăugat un feature prin care se pot simula doi senzori, unul de viteză și unul de locație, strâns legați între ei. Aceștia pot fi citiți, returnând date cu un anumit nivel de corentă între ele.

3 Arhitectura aplicatiei

3.1 Diagrama aplicației



Pentru a putea explica diagrama de mai jos vom împărții în două secțiuni: clientul și serverul

3.2 Arhitectura Clientului

După cum se poate observa încă din diagramă clientul este bazat pe o arhitectură concurentă, având următoarele caracteristici:

1. Inițial părintele încearcă să stabilească o conexiune cu serverul, folosind socketuri.
2. Dacă serverul acceptă conexiunea, în client se va forma un nou thread care va folosi socketul părinte sa trimită informațiile despre viteză și locație, în timp ce părintele va putea să trimită și să primească informații rutiere sau media.
3. O dată la un interval de timp prestabilit se vor trimite informațiile despre viteză și locație

4. La un alt interval de timp, clientul va primi informații media (dacă a selectat această opțiune)

5. Daca un client raportează un incident serverul îl va procesa și va încerca să facă boardcast la toți clienții aflați în aria în care s-a raportat incidentul. După cum se poate observa in pașii 6 și respectiv 6' informația nu este transmisă la toți clienții.

3.3 Arhitectura Serverului

Severul folosește tot o arhitectură concurentă, prin care reușește să suportate atât mai multe conexiuni simultan, cât și să răspundă la mai mulți clienți în același timp.

1. Prin **multiplexarea I/O** se vor monitoriza descriptorii socketurilor asociate clienților remote, creându-se un nou thread la momentul în care o cerere noua ajunge. Astfel putem suporta mai multe cereri simultan.

2. Primul pas prin care o cerere trece este procesul de autentificare, urmând ca mai apoi să fie validată comanda, iar în final să se încerce procesarea informației.

3. Pentru validarea autentificării folosim tokenuri generate random, care sunt stocate în baza de date și sunt atribuite unui utilizator. Pentru a putea evita orice fel de manipulare a datelor, tokenul este format din doua componente: Identificatorul (care se află stocat în plain text în baza de date) și Validatorul (care se află într-o formă **hashed**, utilizatorul fiind singurul care are access la varianta plain text.)

4. Dacă autentificarea a avut success se va verifică dacă comanda dată de utilizator există, iar în caz afirmativ se va executa logica.

5. În final, indiferent de rezultatul execuției, serverul va trimite un răspuns clientului, urmând ca mai apoi să fie închis thread-ul ce s-a ocupat de răspuns.

4 Detalii de implementare

Întrucât am menționat destul de explicit modul în care se tratează cererile și cum este implementat clientul și serverul, în următoarele secțiuni voi detalia particularitățile aplicației.

4.1 Trimiterea Mesajelor

Pentru a putea comunica între client și server am implementat următorul format prin care mesajele sunt parsate (pe baza aceasta se pot recreea și pașii de construire):

1. Orice mesaj primit sau trimis este prefixat pe 4 biti cu lungimea acestuia (astfel că lungimea maximă a unui mesaj este de 9999 caractere). Prin simulările făcute, am observat că nu ar exista niciun caz în care are trebui să trimitem un mesaj mai mare de 10KB. Un exemplu pentru format ar fi: **0010helloworld**

2. Fiecare element din mesaj este alcătuit din următoarele regului:

   (a) Începe cu |

   (b) (opțional) Urmează un sir de lungime de lungime 33 definit sub forma $< Identifier >:< Validator >$ (doar pentru comenzile care necesită autentificare). Atât validatorul, cât și identificatorul au o lungime fixă de 16 caractere fiecare. La finalul celor 33 de caractere se va afla un |, urmând mesajul propriu-zis.

   (c) Se citeste un char care poate sa fie: **a** (array), **i** (int), **s** (string), **c** (coordonates),**d** (dict) **n** (null - nu vom citi și valoarea).

   (d) Urmează o operație care va fi mereu tratată ca **string** ce se termină în '**:**' (aceasta poate lua un număr fix de valori)

   (e) Și în final avem valoarea (ce se va extinde până la final, dat de lungime) - în cazul în care primul caracter citit nu a fost **n**.

   Un exemplu pentru acesta ar fi:

   0051|dAuthenticate:{suser:zabogdan,spassword:P@ssw0rd1}

   Iar pentru o comandă protejată:

   0084|6dfb834db2b08404:93cb6971e7084ec4|dIncident:

   {itype:1,cplace:[47.1731307,27.574399]}

   Notă: endline-ul într-un scenariu real nu ar exista.

3. Astfel, din schema enumerată mai sus, putem observa că fiecare cerere execută o singură comandă pe server.

Folosind această metodă de transmitere a datelor, putem să asigurăm atât validarea userului cât și suportarea mai multor tipuri de date, într-un format standardizat și usor de modificat.

4.2 Simularea senzorilor

În încercarea de a face o migrare a aplicației cât mai ușoară către un scenariu realist, am implementat doi senzori care generează date random, în următorul mod:

```
//SpeedSensor.h
#include <cstdlib>
#include <ctime>

class SpeedSensor : public Sensor{
    private:
        int currentSpeed;
        Update();
    public:
        SpeedSensor();
        Read();
}

//SpeedSensor.cpp
SpeedSensor::SpeedSensor(){
    std::srand(std::time(nullptr));
    //maxium car speed will be 200km/h
    this->currentSpeed = std::rand()%200;
}
SpeedSensor::Read()
{
    //we will first update the speed
    this->Update();
    //then return the new one
    return this->currentSpeed;
}
SpeedSensor::Update()
{
    //the maximum difference that can happen
    int maximumSpeedDifference = std::rand()%50;
    //decide weather it will be increasing or
    //decreasing speed
    this->currentSpeed = MAX(0,this->currentSpeed +
                std::rand()%maximumSpeedDifference -
                std::rand()%maximumSpeedDifference);

}
```

Iar senzorul de viteză va avea aproximativ aceeași implementare, singura modificare fiind că vom calcula distanța parcursă bazată pe viteza de la momemntul în care citim din senzor.

4.3 Baza de date

Întrucât avem nevoie de persistența datelor, acestea trebuiesc salvate într-o bază de date. În schimb, pentru a putea să avem access la date și să realizăm

operațiile standard (**CRUD**) trebuie să facem o clasă care acționează pe post de Wrapper la API-ul de *sqlite3*. Funcțiile pe care le vor moșteni clasele sunt definite astfel:

```
//SQLWrapper.h
class SQLWrapper{
    private:
        //fiecare clasa va avea un UUID
        std::string UUID = "";
        SQLWrapper();
    public:
        //va update fieldurile clasei
        virtual bool Find(
                std::string key,
                std::string value) = 0;
        //va modifica adauga o linie baza de date
        //cu variabilele nenule din clasa
        virtual bool Insert() = 0;
        //va updata linia din clasa cu variabilele
        //nenule din clasa
        virtual bool Update() = 0;
        //va sterge linia din tabel cu UUID-ul din
        //clasa
        virtual bool Delete() = 0;
}
```

Astfel, toate tabelele din baza noastră de date vor avea o clasă ce va asigura funcțiile esențiale. Obiectele vor fi populate cu date la inițializare, sau la chiar ulterior, folosind funcția Find();

5 Concluzii

Aplicația **Monitorizarea Traficului** implementează un set de funcționalități destul de minimalist, existând loc de îmbunătățiri atât pe partea de securitate cât și pe cea de performanță a aplicației.

În primul rând, pentru a putea să scalăm aplicația ar trebui modificată baza de date din **sqlite3** într-o bază de date de tipul NoSQL (precum MongoDB), iar pentru stocarea datelor de autentificare (token-urile) ar trebui folosit un in-memory database precum Redis (întrucât necesită un număr relativ mare de interogări, mai precis este strâns legat de numărul de cereri pe care le face utilizatorul).

În al doilea rând, generarea unor thread-uri pentru fiecare cerere poate deveni destul de exhaustivă, astfel că nu am putea scala prea mult aplicația fără a a avea probleme majore. O implementare mai bună ar fi prin folosirea unor thread poll-uri, articol ce poate fi regăsit la punctul 3 din Bibliografie.

În final, pe partea de securitate a aplicației, am putea implementa JSON

Web Tokens folosind diferite Key Set-uri, ceea ce ar ajuta foarte mult la scalarea aplicației, în cazul în care ne-am dori mai multe servere să fie pornite simultan.

6 Bibliografie

1. SSL Server-Client using OpenSSL
2. Algorithm for offsetting coordonates by some amount of meters
3. Using ThreadPools in C