

Poshet

Sabina-Alina Prodan

Universitatea "Alexandru Ioan Cuza", Iași, România

Abstract. Poshet este un client pentru serviciul POP3 în care se poate vizualiza, organiza și trimite e-mail. În continuare sunt detaliate atât tehnologiile utilizate, structura aplicației, cât și diverse detalii de implementare.

Cuvinte cheie: Mail · POP3 · SMTP · MIME · OOP · wxWidgets

1 Introducere

Poshet este un client cu interfață grafică, scris în C++ cu wxWidgets, pentru serviciile de mail electronic POP3 (pentru obținerea de mailuri) și SMTP (pentru trimiterea de mailuri). Printre funcționalitățile acestuia se numără: vizualizarea și organizarea mailurilor primite, trimiterea de mailuri noi cu atașamente, reply sau forwarding la mailuri primite.

2 Tehnologii aplicate

Proiectul este scris în C++ utilizând OOP. Pentru compilarea sa sunt folosite atât fișiere `Makefile`, cât și `CMake`. Proiectul include un fișier `README.md` care detaliază procesul de compilare.

Comunicarea în rețea cu serverele POP3 și SMTP se realizează prin intermediul funcțiilor POSIX. Protocolul ales la nivel de transport este TCP, fiindcă ambele protocole la nivel de aplicație sunt bazate pe acesta.

Comunicarea cu baza de date SQLite creată local se realizează cu ajutorul librăriei SQLite3. În comparație cu alternative precum XML, o bază de date concretă permite interogări mai complexe și o organizare mai ușoară a mailurilor dintr-un inbox.

Pentru interfața grafică este utilizată librăria wxWidgets (în pofida altor librării similare precum Qt) datorită simplității sale, a structurii bazate pe OOP și în mod special a integrării sale facile cu Visual Studio Code și CMake.

Pentru analizarea și transformarea mailurilor din format MIME[3] într-un format afișabil în client, dar și pentru transpunerea input-ului utilizatorului din fereastra Mail Creator în format MIME, se utilizează o librărie externă (VMime). A fost aleasă o librărie externă, complexă, pentru că standardul MIME este în sine complex; s-a dorit o soluție implementată cât se poate de conformă standardului MIME și testată riguros.

3 Structura aplicației

3.1 Arhitectura principală

Proiectul folosește clase și OOP, având o structură inspirată de arhitectura MVP (Model-View-Presenter) pentru a separa responsabilitățile între clase.

3.2 Detalii despre clasele programului

Principala clasă care face legătura între interfețele aplicației și logica din spate (comunicarea cu servere, cu baza de date, etc.) este `AppController`. Aceasta administrează și comunică cu instanțe ale interfețelor `LoginFrame`, `DashboardFrame` și `MailCreatorFrame` și instanțe ale claselor `Session` și `MailBuilder` (utilizat când `MailCreatorFrame` este deschis).

`Session` este clasa care se ocupă de comunicarea cu resurse externe pentru a obține și furniza informații. Aceasta solicită și trimite informații către instanțe ale altor clase specializate precum `FileManager`, `POP3Connection`, `SMTPConnection` și `DatabaseConnection`, care realizează operații precum crearea unui mailbox (sau potrivirea cu un mailbox deja existent) pentru utilizatorul logat, obținerea mailurilor noi, salvarea lor în baza de date locală, trimiterea unui mail nou, sau salvarea locală a unui atașament dintr-un mail.

În momentul primirii de notificări de la interfețele la care `AppController` este "abonat", `AppController` se ocupă de interacțiunea cu clasa `Session` pentru a obține informații și a le transmite către interfețe, care trebuie să folosească datele pentru a se actualiza și a le afișa către utilizator.

Clasa `AppController` poate fi privită ca un mediator între interfețe și logica programului, interacționând cât mai puțin cu librăria grafică și nefiind implicat în comunicarea efectivă în rețea.

Datele care aparțin unui mail sunt păstrate la runtime cu ajutorul clasei `Mail`, care conține metode prin care se poate procesa conținutul unui buffer ASCII (scris conform standardului MIME) și se pot obține informații precum headers, conținutul plain-text sau HTML, atașamente, etc. În momentul când se dorește afișarea conținutului mailului pe ecran, interfața `DashboardFrame` este responsabilă cu afișarea datelor mailului în `viewMailPanel`, utilizând elemente specializate ale `wxWidgets` precum `wxTextCtrl` pentru plain-text sau `wxHTMLWindow` pentru conținut HTML cu imagini inline.

3.3 Stocarea informațiilor

La momentul deschiderii programului, în același folder cu executabilul se crează folderul `.poshet`, unde sunt create folderul `mail` (unde sunt stocate conținuturile "raw" ale mailurilor) și baza de date SQLite `mail.db`, în care sunt stocate informații despre utilizatorul căruia îi aparține un mail, filename-ul unde poate fi găsit în folderul amintit mai sus, sau tag-ul care i-a fost asignat de către utilizator mailului respectiv.

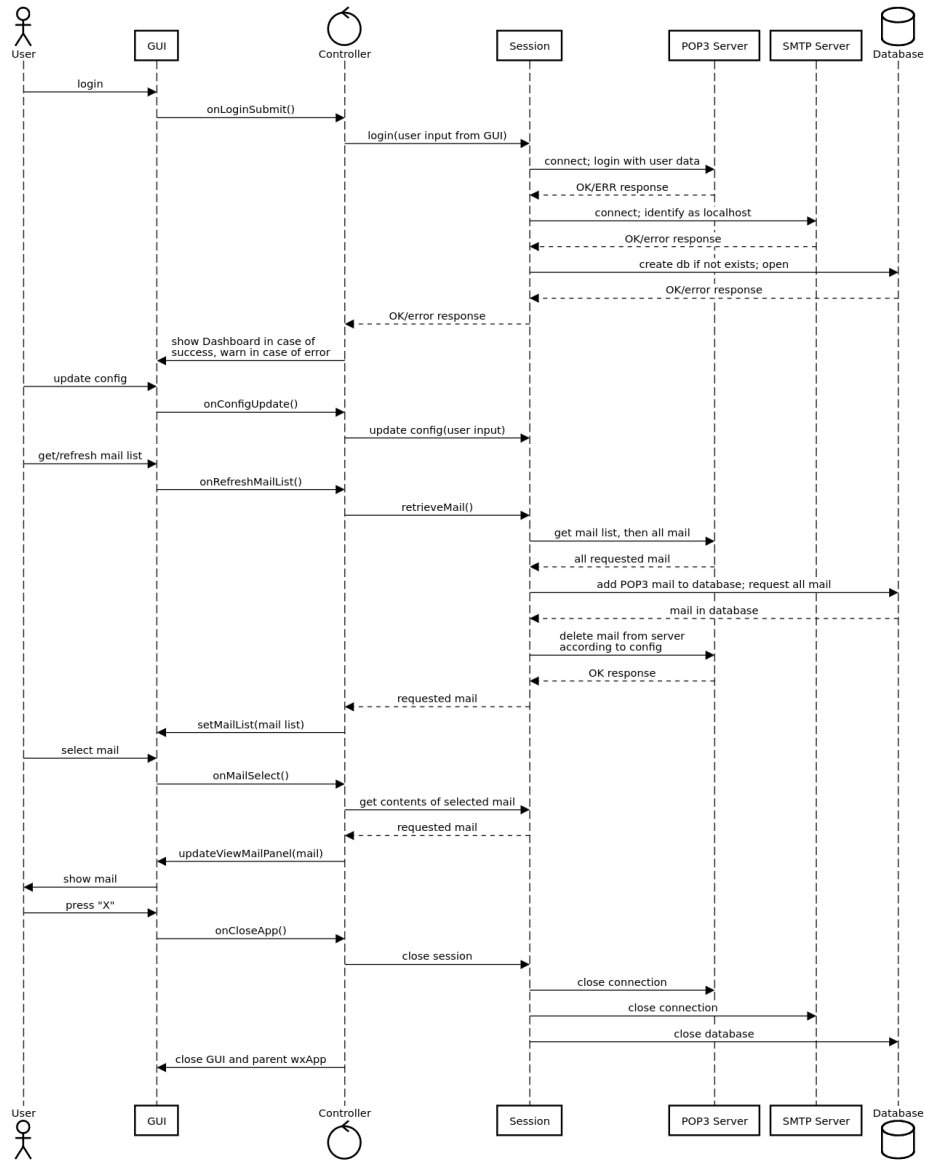


Fig. 1. Diagrama secvențială a aplicației, partea 1: aici sunt ilustrate mecanismele de logare, afișare a mailurilor primite, și închidere a aplicației.

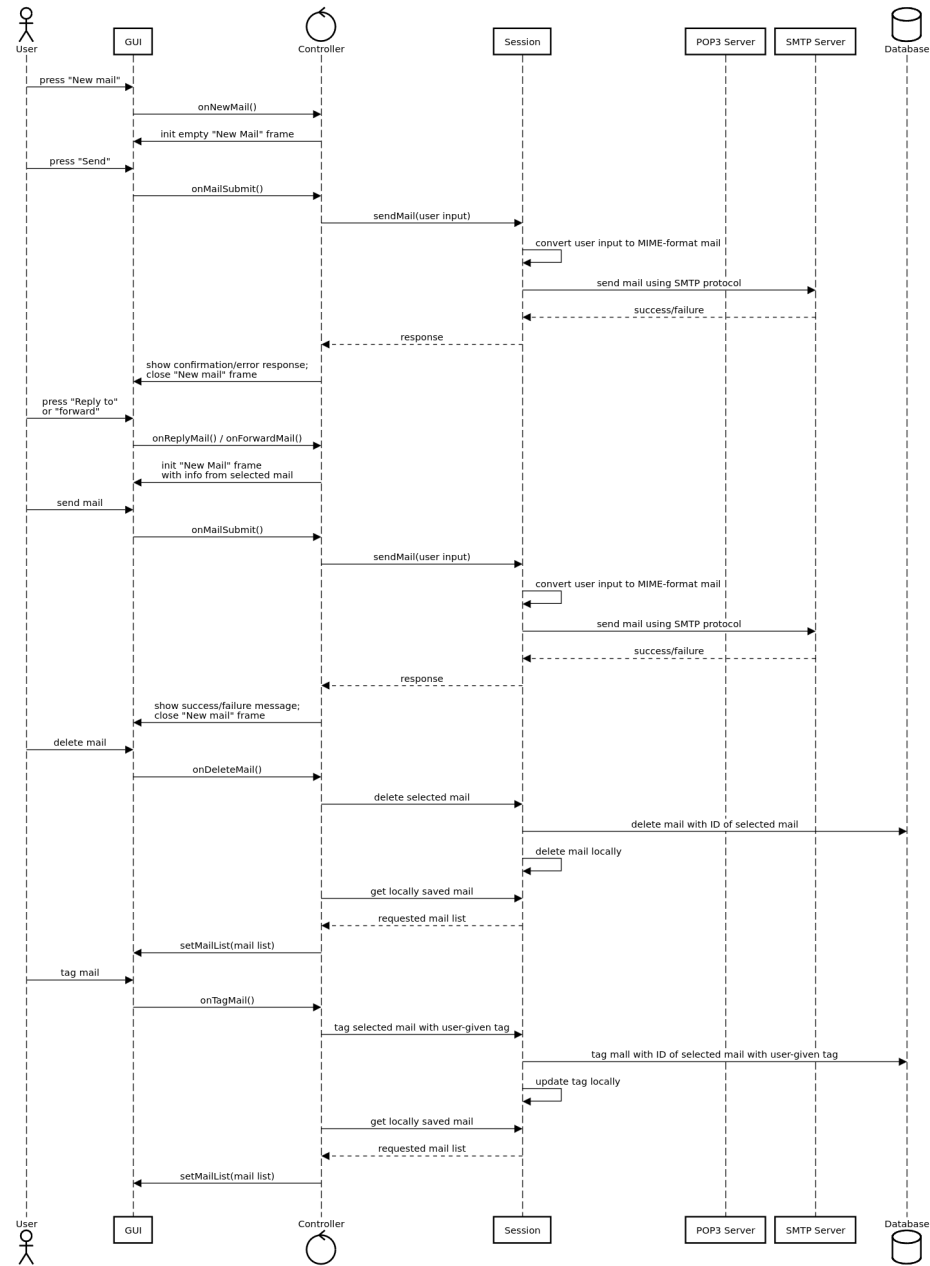


Fig. 2. Diagrama secvențială a aplicației, partea 2: aici sunt ilustrate mecanismele de trimitere de mail nou și organizare de mail primit.

4 Aspecte de implementare

4.1 Protocoale utilizate

Proiectul constă într-un client pentru servere existente, deci acesta se folosește de protocoale la nivel de aplicație deja existente.

Pentru obținerea mailurilor se folosește protocolul POP3[1], iar pentru trimiterea de mailuri se folosește protocolul SMTP[2]. Clasele responsabile de conexiunile POP3 și SMTP trimit comenzi corespunzătoare funcționalităților dorite de utilizator, recunoscute de servere; spre exemplu, **USER / PASS** pentru autentificare POP3, **RETR** pentru lista de mailuri, **LIST** pentru datele unui mail particular, **MAIL TO** și altele pentru trimiterea unui mail, etc.

Ambele protocoale sunt de tip comandă-răspuns; așadar, în urma trimiterii comenzii se așteaptă răspuns afirmativ (sau un mesaj de eroare) de la server, informația fiind apoi transmisă la funcțiile care au solicitat-o.

4.2 Scenarii de utilizare

Utilizatorul se poate loga cu adresa de e-mail și parola, în urma căreia aplicația va încerca să intuiești parametri precum "domain name"-ul serverelor POP3 și SMTP, sau username-ul pentru mailbox-ul POP3. Dacă autentificarea sau conectarea eșuează, există posibilitatea de a le introduce manual, prin field-urile marcate cu "(Optional)".

Ulterior, va fi afișată fereastra de tip "dashboard", care va afișa lista curentă de mailuri. Dacă este selectat vreunul, se afișează conținutul și detaliile acestuia în partea dreaptă a ecranului. În partea stângă a ecranului se regăsesc și alte elemente, precum butonul **Refresh mail list**, butonul **New message** prin care este inițializat procesul de trimitere a unui mail nou, sau o listă de directoare în care pot fi organizate mailurile din inbox.

Login to Poshet

Full name (optional):

Email address:

Password:

POP3 Domain Name (optional):

POP3 Username (optional):

SMTP Domain Name (optional):

Login

Ready

Fig. 3. Fereastra "Login to Poshet".

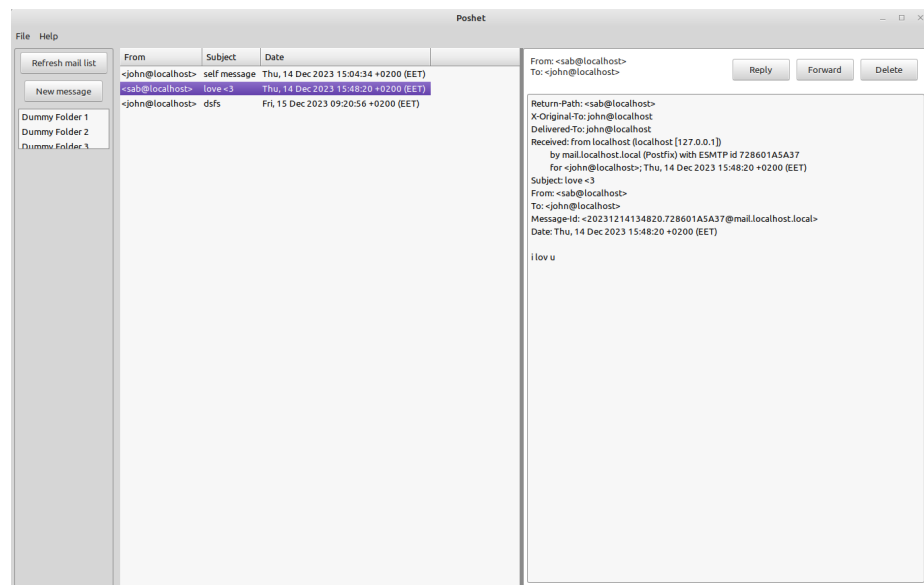


Fig. 4. Fereastra de tip "dashboard", "Poshet". Aici, aceasta afișează conținutul "raw", neprocesat, al mailului selectat.

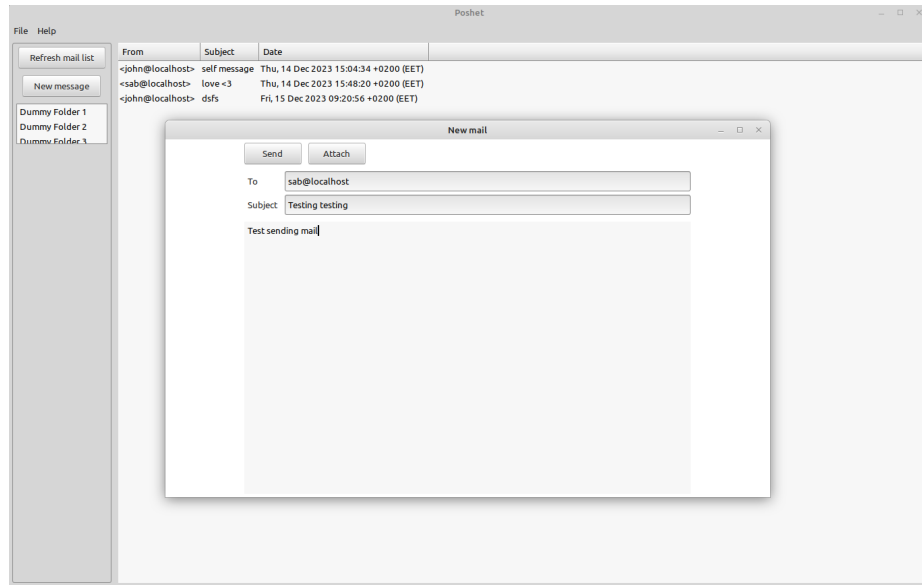


Fig. 5. Fereastra de tip "New mail".

4.3 Aspecte interesante legate de implementare

Utilizarea sistemului de "subscribers". Pentru a evita dependența circulară între clasa `AppController` și clasele de interfață, dar și pentru a minimiza interacțiunea cu `AppController` prin modalități specifice librăriei `wxWidgets`, se utilizează conceptul de "subscribers".

`AppController` implementează simultan trei clase pur virtuale: `LoginFrameSubscriber`, `DashboardFrameSubscriber` și `MailCreatorFrameSubscriber`. În momentul creerii `LoginFrame`, `DashboardFrame` și respectiv `MailCreatorFrame`, `AppController` apelează metodele publice `subscribe` ale acestora, iar fiecare instanță de interfață memorează o referință la `AppController` sub forma unui pointer de tipul "subscriber" corespunzător. Fiindcă interfețele în sine sunt administrate de către `AppController`, nu există riscul ca una dintre interfețe să apeleze o metodă în timp ce "subscriber"-ul său să fie un pointer invalid.

```

class FrameSubscriber {
public:
    virtual void onCloseApp() = 0;
};

class LoginFrameSubscriber : virtual public FrameSubscriber {
public:
    virtual void onLoginSubmit() = 0;
};

class DashboardFrameSubscriber : virtual public FrameSubscriber {
public:
    virtual void onSelectMail() = 0;
    virtual void onNewMail() = 0;
    virtual void onReplyMail() = 0;
    virtual void onForwardMail() = 0;
    virtual void onRefreshMailList() = 0;
};

class MailCreatorFrameSubscriber : virtual public FrameSubscriber {
public:
    virtual void onMailCreatorSend() = 0;
    virtual void onMailCreatorClose() = 0;
};

```

Fig. 6. Declararea claselor pur-virtuale de tip "subscriber" în `FrameSubscribers.hpp`.

```

class DashboardFrame : public wxFrame {
protected:
    DashboardFrameSubscriber* _subscriber;

```

Fig. 7. Definirea membrului `_subscriber` în `DashboardFrame.hpp`.

În wxWidgets, interacțiunea utilizatorului cu o interfață este semnalată acesteia prin intermediul unor `wxEvent`-uri. Clasele de interfață ale Poshet conțin "event handlers" pentru acestea, implementate conform cerințelor librăriei, care la rândul lor apelează funcții ale "subscriber"-ului implementate în `AppController`, precum `onRefreshMailList()`, `onCloseApp()` sau `onMailSend()`.

```
void DashboardFrame::OnClose(wxEvent& e) {
|   _subscriber->onCloseApp();
}

void DashboardFrame::OnRefreshMailList(wxCommandEvent& e) {
|   _subscriber->onRefreshMailList();
}

void DashboardFrame::OnNewMail(wxCommandEvent& e) {
|   _subscriber->onNewMail();
}
```

Fig. 8. Exemple de "event handlers" care apelează funcțiile "subscriber"-ului său, în `DashboardFrame.cpp`.

Administrarea conexiunilor POP3 și SMTP. Conexiunile cu serverele POP3 și SMTP sunt administrate de clasele `POP3Connection` și `SMTPConnection`, care asigură comunicarea corectă cu acestea conform protocoalelor corespunzătoare.

În general, după o anumită perioadă de inactivitate configurată de către administratorii serverelor, acestea pot încheia conexiunea. Acest fapt nu este o problemă pentru `SMTPConnection`, fiindcă o conexiune de acest tip este deschisă doar în momentul în care este necesară trimiterea unui mail, și închisă imediat după. În schimb, conexiunea POP3 este una persistentă. O particularitate interesantă a clasei `POP3Connection` este folosirea unui `std::thread` pentru a menține conexiunea activă: acesta trimite la un anumit interval repetat de timp, conform protocolului POP3, o operație de tip "no-op", prin care să semnaleze activitate fără a realiza o operație propriu-zisă.

În `POP3Connection` există membrul `std::thread _noopThread`, și o metodă `keepAlive()` care este executată de către acest thread. Pentru ca "no-op"-urile trimise de acest thread să nu interfereze cu procesul comandă-răspuns se folosește un `_commandMutex`, folosit în funcția `execCommand` care este apelată atât de comenzi reale, cât și de comanda "no-op". De asemenea, mutexul `_stateMutex` este utilizat, printre altele, pentru a actualiza și verifica în mod sigur statusul curent al conexiunii.

Dacă apare o eroare (închiderea conexiunii sau time-out) în timp ce se dorește trimiterea unui "no-op", thread-ul își încheie execuția. Thread-ul principal va reverifica existența unei conexiuni active când va încerca să comunice la rândul ei cu serverul POP3, și va încerca reconexiunea.

```
State _state = State::DISCONNECTED;

std::thread _noopThread;
bool _threadStarted = false;

std::mutex _commandMutex;
std::mutex _stateMutex;
std::condition_variable cv;
```

Fig. 9. Declararea `_noopThread` și a altor membri ajutători în `POP3Connection.hpp`.

```
void POP3Connection::keepAlive() {
    while(true) {
        {
            std::unique_lock<std::mutex> lock(_stateMutex);
            auto result = cv.wait_for(lock, std::chrono::seconds(TIMEOUT_SECS), [this]() {return _state != State::TRANSACTION;});
            if (result == true) {
                break;
            }
        }
        execCommand("NOOP");
        log("Sent NOOP");
    }
}
```

Fig. 10. Definiția `keepAlive()` în `POP3Connection.cpp`.

5 Concluzii

Clientul Poshet este în principal single-threaded, folosind mai multe fire de execuție doar pentru a menține active conexiunile POP3 și SMTP. O posibilă îmbunătățire ar fi adăugarea mai multor fire de execuție și modularizarea codului pentru a permite încărcarea mailurilor din inboxul POP3 "in the background" (pentru ca interfața să nu apară ca fiind "not responding" în timpul acestui proces), dar și pentru a putea întrerupe procesul dacă se dorește acest lucru.

De asemenea, librăria wxWidgets are propriile limitări. Comparativ cu alte librării precum Qt, widget-ul `wxRichTextCtrl` nu permite importarea fișierelor HTML, ceea ce limitează anumite abilități precum "Reply" și "Forward" la a funcționa în format plaintext. O îmbunătățire ar putea fi portarea proiectului la o altă librărie grafică cu un editor HTML de tip WYSIWYG ("what you see

is what you get”) precum Qt, sau dezvoltarea unui propriu ”handler” bazat pe wxWidgets care să permită importarea HTML.

Referințe bibliografice

1. RFC 1939, <https://www.ietf.org/rfc/rfc1939.txt>. Accesat cel mai recent pe 14 Dec 2023
2. RFC 5321, <https://www.ietf.org/rfc/rfc5321.txt>. Accesat cel mai recent pe 14 Dec 2023
3. RFC 2045, <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc2045>. Accesat cel mai recent pe 14 Dec 2023
4. Pagina principală wxWidgets, <https://www.wxwidgets.org/>. Accesat cel mai recent pe 14 Dec 2023