

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ТЕХНИКУМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

КУРСОВАЯ РАБОТА

ПМ.02 Разработка и администрирование баз данных
МДК.02.02 Технология разработки и защиты баз данных

ТЕМА: Разработка многоуровневой защиты базы данных
охранного предприятия

Выполнил:
Студент Легенький Рома Михайлович
курс III группа 2П11

Проверила:
преподаватель Бутова Г.А.

Работа защищена: « » 2022 г.

Оценка « »

(прописью)

(Ф.И.О. преподавателя)

**г. Пятигорск
2022 г.**

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ТЕХНИКУМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

Студенту курса IV группы 3-03 специальности 09.02.03
«Программирование в компьютерных системах»

Фамилия Легенький **Имя** Роман **Отчество** Легенький

Тема Разработка многоуровневой защиты базы данных охранного предприятия

Содержание пояснительной записки:

- Общая характеристика: Организация клиент-серверной модели обращения к базе данных по защищенному каналу данных с разграничением доступа по схеме ограничения прав доступа;
- Инструментальные средства разработки базы данных: C++ Qt6 GNU/Linux Android Windows OpenSSL
- Этапы проектирования базы данных: Создание базы данных
Разработка таблиц базы данных; Запросы базы данных;

Дата выдачи задания «15 » января 2022 г.

Срок представления работы к защите «25» апреля 2022 г.

Руководитель работы _____

Задание принял к исполнению _____

(дата и

подпись студента)

Содержание

1. Введение
2. Теоритическая часть
 1. Организация ЧОП
 2. Информационные потоки ЧОП
 3. Процессы внутри ЧОП
 1. Описание процессов
 1. Составление контракта
 2. Прием на работу
 3. Регистрация и выдача оружия
 4. Выплаты
3. Описание средстд разработки
 1. Утилиты для разработки баз данных
 1. SQLite v3.35.5 stable
 2. SQLiteBrowser v3.12.2
 3. DBVisualizer v12.1.8
 2. Библиотеки
 1. Qt v6.2.4
 3. Системы сборки и компиляторы
 1. CMake v3.22.3
 2. Ninja c1.10.2
 3. clang v13.0.1
 4. IDE
 1. QtCreator v6.0.2
 2. VIM v8.2
 1. Плагины
 5. Разное
 1. Pandoc
 2. Plantuml v1.2021.16
 3. BASH v5.1.16
 6. Отладка
 1. Valgrind v3.18
 7. VCS
 1. GIT v2.35.1
 2. GitHub
4. Разработки базы данных ЧОП
 1. Таблицы
 2. Визуализация базы данных
5. Разработка архитектуры приложения
 1. Основа
 1. Информационные потоки ЧОП с учетом сервера
 2. Обращение к базе данных
 1. Система безопасности
 1. Система идентификации и авторизации

- 2. Система команд
- 3. Архитектура Клиент-Сервер
 - 1. Протокол
 - 1. Формат сообщений
 - 2. Модель сервера
 - 1. Модель обработки подключений
 - 2. Модель обработки данных
 - 3. Модель клиента
- 6. Реализация
 - 1. Пользовательский интерфейс
 - 1. PagesManager
 - 2. NotifyManager
 - 2. Логгер
 - 3. iINPack
 - 4. Сервер
 - 1. Драйвер базы данных
 - 1. Криптография
 - 2. Менеджер подключений
 - 1. Менеджер сессий
 - 2. ClientLink
 - 3. Процессор подключения
 - 5. Клиент
 - 1. Service
 - 2. Менеджер групп страниц
- 7. Заключение
- 8. Список литературы

Введение

В наше время оборот информации в бизнес сфере огромен, отцифровано практически всё. Большая часть информации передаётся по средствам компьютерных сетей, в частности глобальной - Интернет.

Технология Интернет приспособлена для передачи любого вида закодированной информации, чем пользуется в преимуществе большая часть бизнес отраслей для получения своей прибыли. Но во время развития Интернет появилась такая ниша как Взломщики, люди посягающие на не санкционированное получения доступа к ресурсам подключенных к Интернет. Вследствии начали стремительно развиваться технологии Криптографии, которые существующие еще со времён древнего Рима, и других методов борьбы с Взломщиками и не только.

Взломищикам могут быть интересны любые ресурсы: журналы

Бухгалтерии, системы управления предприятием и т.д.

Подходя к теме о ведении бизнеса в сфере ЧОП многие подозрительные личности могут быть заинтересованы в получении запланированных маршрутов инкосации, адреса жительства сотрудников... Для пресечения перечисленных выше махинаций можно полностью отказаться от ведения своей деятельности в Интернет.

Если это не выход - тогда необходимо развертывание системы защиты, чем мы и займемся в пределах данной работы. Также самым современным решением будет использование Blockchain - децентрализованный метод хранения данных, но данный вариант не будет рассматриваться, так как всё сильно усложняет и, скорее всего, по просту не приемлем.

Решение будет выполнено в несколько шагов:

1. Анализ структуры ЧОП.
2. Анализ проходимых процессов в ЧОП.
3. Описание средств разработки.
4. Составление базы данных ЧОП.
5. Разработка архитектуры приложения для взаимодействия с ЧОП.
6. Реализация архитектурных решений
7. Тестирование.

Отследить прогресс проекта и найти исходный код можно на github: <https://github.com/siisgoo/siisty>

Так же данную курсовую можно прочитать онлайн по адресу: <https://siisgoo.github.io/siisty>

Исходный текст курсовой расположен по адресу: <https://github.com/siisgoo/siisty/t>

Теоритическая часть

Организация ЧОП

Охранное предприятие занимается охраной какой либо частной или государственной собственности.

ЧОП, чаще всего состоит из трех подразделений:

- Бухгалтерия
- Дирекция(она же администрация)
- Отдел кадров
- Отдел охраны
- Отдел инкосации

- Отдел вооружения

Если говорить о предоставляемых услугах более конкретно, то ЧОП для потребителя предлагает:

- Охрана объекта
- Охрана ценных бумаг или металлов(инкосация)

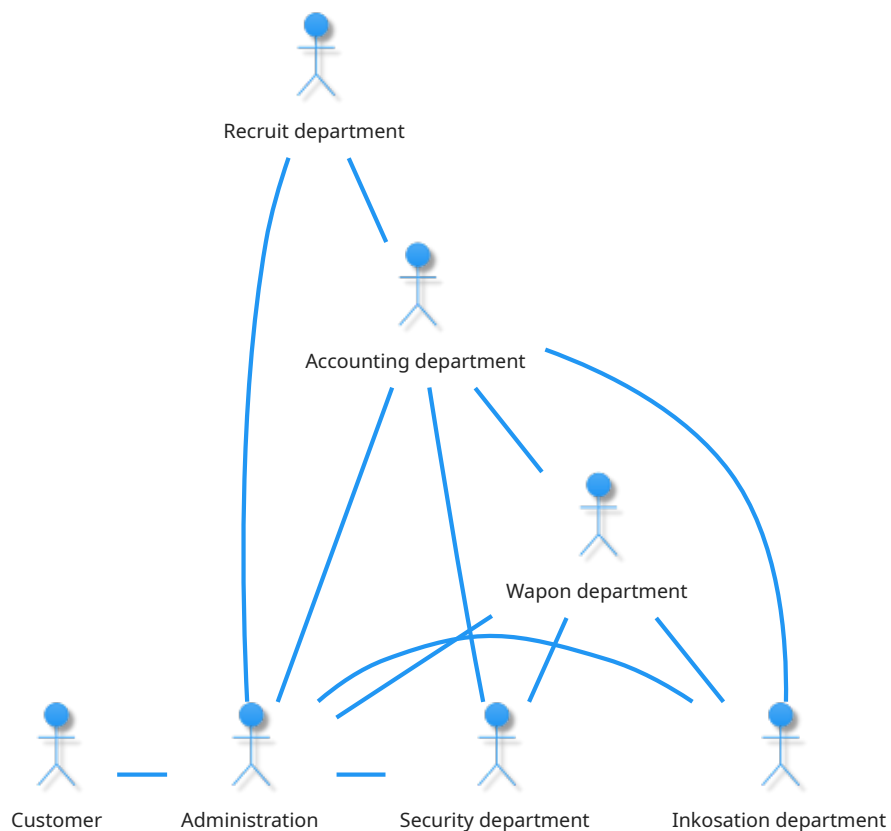


Figure 1: PSC structure

Информационные потоки ЧОП

Процессы внутри ЧОП

Описание процессов

Составление контракта

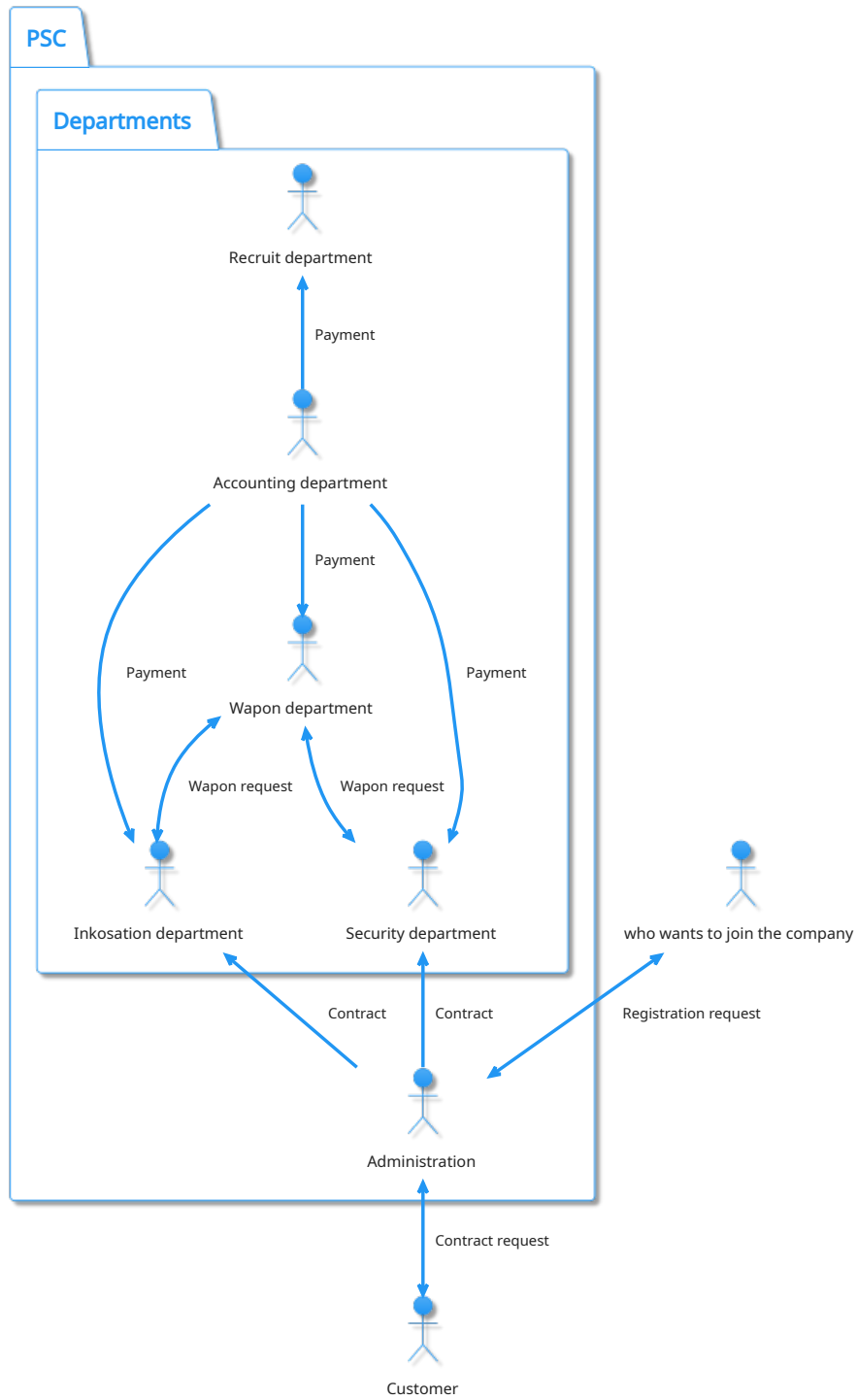


Figure 2: inside info flows

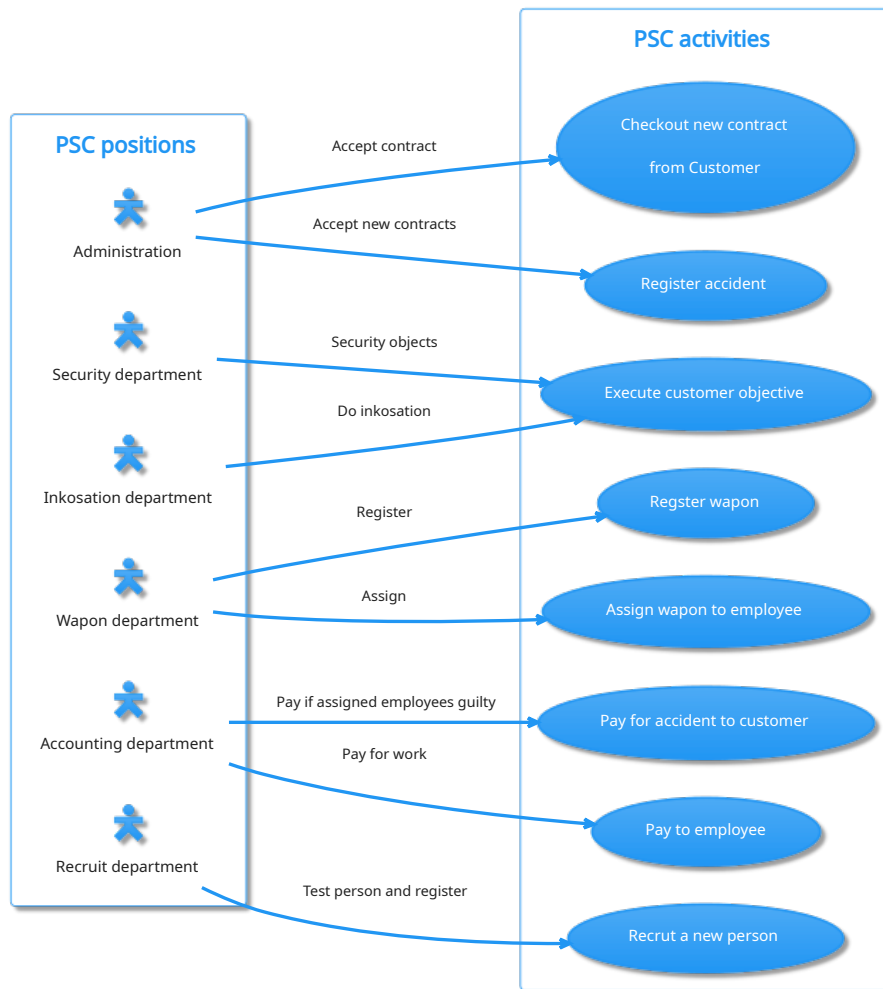


Figure 3: PSC Activities

Прием на работу

Регистрация и выдача оружия

Выплаты Выплаты работникам:

Выплаты за нанесенный ущерб объекту охраны при не нулевом проценте вины сотрудника:

Описание средств разработки

В данном разделе будут рассмотрены средства разработки, используемые мной при создании ПС для ЧОП.

Утилиты для разработки баз данных

SQLite v3.35.5 stable

SQLite logo SQLite – компактная встраиваемая СУБД. Исходный код библиотеки передан в общественное достояние. Данная СУБД работает в безсерверной конфигурации. Если сравнивать с другими СУБД, то в равных условиях запись SQLite осуществляет медленнее на 20–30% чем другие СУБД, но чтение превосходит другие на 40–50%. SQLite не имеет привелегий, только систему авторизации, но это и не нужно в моем проекте, об этом будет сказано позже. > Примечание: > Библиотека SQLite не будет использована в чистом виде, а в составе Qt v6.2.4

SQLiteBrowser v3.12.2

SQLite Browser Удобный FOSS браузер баз данных SQLite, использованный для отладки.

DBVisualizer v12.1.8

dbvis Проприетарная утилита для работы с разными СУБД, использован для генерации графа таблиц составленной базы данных ЧОП.

Библиотеки

Qt v6.2.4

Qt logo Qt – один из самых популярных и больших фреймворков с++ на рынке. Важная характеристика Qt – переносимость, т.к. я работаю на Linux.

Системы сборки и компиляторы

CMake v3.22.3

CMake logo Система сборки с++. Сборка проекта и передача более низкоуровневому средству.

Ninja c1.10.2

Еще одна система сборки, только уже более низкого уровня, чем CMake. Передача исходного кода на компиляцию.

clang v13.0.1

Компилятор семейства C. Без комментариев.

IDE

QtCreator v6.0.2

QtCreator logo IDE от компании The Qt Company, использованный только как средство отладки и создания скелетов форм пользовательского интерфейса.

VIM v8.2

VIM logo Моя любимая IDE, в своей основе так же прост как и каноничный “блокнот” в Windows, только с максимальной степенью кастомизации. Главное достоинство, по моему мнению, – это управление без использования мыши и возможность настройки управляющих комбинаций максимально удобно, что сокращает время на бесполезное перемещение рук по рабочему пространству.

Плагины

```

Plug 'https://github.com/xolox/vim-misc' " auto load
Plug 'https://github.com/xolox/vim-session' " session manager
Plug 'wakatime/vim-wakatime' " wakatime.com
Plug 'SirVer/ultisnips' " snippets
Plug 'https://github.com/honza/vim-snippets' " snippets files
Plug 'https://github.com/pangloss/vim-javascript.git' " javascript extension
Plug 'vim-airline/vim-airline' " status line
Plug 'vim-airline/vim-airline-themes' " themes
Plug 'vim-scripts/AfterColors.vim' " themes
Plug 'rafi/awesome-vim-colorschemes' " themes
Plug 'sonph/onehalf', { 'rtp': 'vim' } " theme
Plug 'https://github.com/sjl/badwolf' " theme
Plug 'https://github.com/joshdick/onedark.vim' " theme
Plug 'https://github.com/plasticboy/vim-markdown' " markdown format support
Plug 'ryanoasis/vim-devicons' " icons support
Plug 'https://github.com/Yggdrroot/indentLine'
Plug 'ycm-core/YouCompleteMe' " code completer
Plug 'rdnetto/YCM-Generator', { 'branch': 'stable' }
Plug 'tpope/vim-commentary' " commentary shortcuts
Plug 'm-pilia/vim-pkgbuild' " archlinux AUR PKGBUILD file
Plug 'https://github.com/tpope/vim-surround' " html-like tags handle utils
Plug 'https://github.com/octol/vim-cpp-enhanced-highlight' " cpp syntax highlighting
Plug 'ctrlpvim/ctrlp.vim' " file finder
Plug 'preservim/nerdtree' " dir tree dock
Plug 'https://github.com/preservim/tagbar'
Plug 'vim-scripts/bufkill.vim' " exit buffers without exiting
Plug 'jreybert/vimagit' " git support
Plug 'https://github.com/ap/vim-css-color' " HEX-colors highlighting
Plug 'https://github.com/matze/vim-move' " code moving
Plug 'https://github.com/junegunn/vim-easy-align' " fast text aligning
Plug 'https://github.com/ervandew/supertab'
Plug 'https://github.com/jiangmiao/auto-pairs' " completing pairs
Plug 'https://github.com/rhysd/vim-clang-format' " auto formatting
Plug 'honza/vim-snippets' " set of snippets
Plug 'https://github.com/godlygeek/tabular' " tab extender
Plug 'https://github.com/junegunn/vim-easy-align'
Plug 'https://github.com/fadein/vim-FIGlet' " figlet
Plug 'https://github.com/scrooloose/syntastic'

```

Разное

Pandoc

pandoc logo

Работа была транслирована в другие форматы с помощью данной

утилиты.

Plantuml v1.2021.16

plantuml logo

Средство создания UML диаграм. Использовано для визуализации объектов и процессов.

BASH v5.1.16

bash logo

Bourne Again Shell - интерпритатор, использован для автоматизации некоторых процессов.

Оглавления данной работы было автоматически сгенерировано данным bash-скриптом:

```
function indexGen() {
    out="${1/.md/}".indexed.md
    cp "$1" "$out"
    > index

    tab='\t'
    i=(-1 1)
    prevLen=0
    while read -r line; do
        hash="$(md5sum <<< "$line" | cut -d ' ' -f 1)"
        printf "<a id=\"%s\"/>\n\n%s\n\n" "$hash" "$line" > tmp
        sed "/$line/ {
            x
            r tmp
        }" "$out" > "${out}.tmp"
        mv "${out}.tmp" "$out"
        hdrLen=$(awk -F'#' '{print NF-1}' <<< "$line")
        hdrTxt="${line//#/}"
        (( hdrLen > 1 )) && for (( j=1; j<hdrLen; j++ )); do echo -en "$tab"; done
        (( prevLen < hdrLen )) && i[hdrLen]=1
        printf "%d. [%s ](##s)\n" ${i[hdrLen]} "$hdrTxt" "$hash"
        prevLen=hdrLen
        let i[hdrLen]++
    done <<< "$(grep --color=no -E "^#+ " "$1")" > index

    cat "$out" > "$out".tmp
    printf "#\n" > "$out"
    cat index >> "$out"
```

```
cat "$out".tmp >> "$out"

rm index
rm tmp
rm "$out".tmp

mv "$out" "$2"
}
```

Отладка

Valgrind v3.18

Утилита профилирования и отладки программы, использовано в основном для обнаружения утечек памяти.

VCS

GIT v2.35.1

GIT – система контроля версий, сомо о себе говрит. Использовался в основном для перенесения кода между машинами и как средство дистрибьюции.

GitHub

Ресурс, на котором была размещена работа.

Разработки базы данных ЧОП

База данных ЧОП в пределах данной работы – головная сущность, вокрук которой будет строится весь функционал. База данных будет существовать под управлением SQLite.

Таблицы

В компанию, как известно, входит некоторое количество сотрудников, по этому, я создаю таблицу Users. Название выбрано таковым, потому что она будет содержать данные учетных записей сотрудников и клиентов ЧОП.

```
CREATE TABLE
  "Users"("id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
          "name" TEXT NOT NULL,
```

```

"entryDate" TEXT NOT NULL,
"role_id" INTEGER NOT NULL,
"wapon_id" INTEGER,
"email" TEXT UNIQUE,
"login" TEXT NOT NULL UNIQUE,
"password" BLOB NOT NULL UNIQUE,
"salt" BLOB NOT NULL,
"image" BLOB,
FOREIGN KEY("wapon_id") REFERENCES "Wapons"("id")ON DELETE RESTRICT,
FOREIGN KEY("role_id") REFERENCES "Roles"("id")ON DELETE RESTRICT,
PRIMARY KEY("id" AUTOINCREMENT))

```

Таблица содержит данные для идентификации:

- login
- password
- salt

Пароль не храниться в открытом виде, а зашифрован с использованием динамической соли по алгоритму “Preferred salt algorithm”, более подробно будет рассмотрен далее.

Как видно, таблица Users зависит от таблиц Roles и Wapons, собственно вот они:

```

CREATE TABLE
  "Roles"("id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
    "name" TEXT NOT NULL UNIQUE,
    "commands_id" INTEGER NOT NULL,
    "payMultiplier" DECIMAL(10, 3) NOT NULL,
    "payPeriod" INTEGER NOT NULL,
    FOREIGN KEY("commands_id") REFERENCES
    "roleCommands"("role_id")ON DELETE RESTRICT,
    PRIMARY KEY("id"))

```

Роль определяет какие данные и соответственно команды можешь выполнять на сервере. Ссылается на таблицу roleCommands – это SQL массив с ID команд, которые может выполнять пользователь с данной ролью, по поэтому я и отказался от других, более тяжелых СУБД, т.к. все необходимые действия делегируются на Сервер, что будет рассмотрено далее, от СУБД требуется только хранить данные и извлекать их. Связанная таблица roleCommands:

```

CREATE TABLE
  "roleCommands"("role_id" INTEGER NOT NULL,
    "command_id" INTEGER NOT NULL,
    FOREIGN KEY("role_id") REFERENCES
    "Roles"("id")ON DELETE RESTRICT)

```

Таблица Wapons:

```
CREATE TABLE
  "Wapons"("id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
           "employee_id" INTEGER UNIQUE,
           "name" TEXT NOT NULL,
           "ammo" INTEGER NOT NULL,
           "price" DECIMAL(10, 3) NOT NULL,
           "ammoPrice" DECIMAL(10, 3) NOT NULL,
           "image" BLOB,
           FOREIGN KEY("employee_id") REFERENCES
           "Users"("id")ON DELETE RESTRICT,
           PRIMARY KEY("id"))
```

Каждая запись в таблице Wapons – это единица зарегистрированного оружия, в полной мере описывающая необходимые характеристики для ЧОП.

Так как организация имеет свои расходы и доходы, нам нужно сохранять эти данные. Таблица Accounting:

```
CREATE TABLE
  "Accounting" ("id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
               "accountingType_id" INTEGER NOT NULL,
               "pay" DECIMAL(10, 3) NOT NULL,
               "date" TEXT NOT NULL,
               FOREIGN KEY("accountingType_id")
               REFERENCES "AccountingType"("id") ON DELETE RESTRICT,
               PRIMARY KEY("id") )
```

Зависит от таблицы AccountingType, описывающей какого рода транзакция была совершена.

```
CREATE TABLE
  "AccountingType" ("id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
                   "name" TEXT NOT NULL UNIQUE,
                   PRIMARY KEY("id","name") )
```

ЧОП получает доход от контрактов, по этому была составлена таблица Contracts:

```
CREATE TABLE
  "Contracts"("id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
              "assignedEmployees_id" INTEGER NOT NULL,
              "customer_id" INTEGER NOT NULL,
              "objectType_id" INTEGER NOT NULL,
              "objectAddress" TEXT NOT NULL,
              "objectWayPoint" TEXT, "date" TEXT NOT NULL,
              "expirationDate" TEXT NOT NULL,
              "weekends" TEXT NOT NULL,
```



```

FOREIGN KEY("customer_id") REFERENCES
"Users"("id") ON DELETE RESTRICT,
PRIMARY KEY("id"),
FOREIGN KEY("assignedEmployees_id") REFERENCES
"AssignedEmployees"("employee_id") ON DELETE RESTRICT,
FOREIGN KEY("objectType_id") REFERENCES
"objectType"("id") ON DELETE RESTRICT)

```

Запись в таблице Contracts это сделка вида, описанного в связанной таблице objectType. Таблица objectType:

```

CREATE TABLE
"objectType" ( "id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
               "name" TEXT NOT NULL UNIQUE,
               "price" DECIMAL(10, 3) NOT NULL,
               PRIMARY KEY("id") )

```

Запись в данной таблице описывает объект контракта, где указывается базовая цена за период оплаты(payPeriod) исполнителя/исполнителей контракта(assignedEmployees_id). Для привязки нескольких сотрудников, была создана еще одна таблица AssignedEmployees, являющейся массивом.

```

CREATE TABLE
"AssignedEmployees" ( "id" INTEGER NOT NULL,
                     "employee_id" INTEGER NOT NULL,
                     "guiltyPercent" DECIMAL(10, 3) NOT NULL,
                     "usedAmmo" INTEGER,
                     FOREIGN KEY("employee_id") REFERENCES
                     "Users"("id") ON DELETE RESTRICT,
                     PRIMARY KEY("id") )

```

Для создания контракта в данной таблице нужно только 2 поля - id, employee_id. Так как во время исполнения может произойти какой то инцидент, то была создана таблица Accidents:

```

CREATE TABLE
"Accidents" ("id" INTEGER NOT NULL UNIQUE,
            "name" TEXT NOT NULL,
            "contract_id"
            INTEGER NOT NULL,
            "usedAmmoCount" INTEGER,
            "damagePrice" DECIMAL(10, 3),
            "assignedEmployees_id" INTEGER,
            FOREIGN KEY("contract_id") REFERENCES "Contracts"("id") ON DELETE RESTRICT,
            FOREIGN KEY("assignedEmployees_id") REFERENCES "AssignedEmployees"("id") ON
            PRIMARY KEY("id") )

```

Описывает происшествия, произошедшие во время исполнения контракта. Если у нас есть контракты, описывающие некую деятельность с учетом выходных и рамок начала и окончания службы, то можно было бы ускорить вычисление рабочего времени по дням с помощью препроцессинга данных из записи Contracts. Таблицей, в которую сохраняются транслированные данные является – DutySchedule:

CREATE TABLE

```
"DutySchedule" ( "employee_id" INTEGER NOT NULL,
                  "day" INTEGER NOT NULL
                  FOREIGN KEY("employee_id") REFERENCES "Users"("id") ON DELETE RESTRICT )
```

day – это 64х битная цифра со знаком в формате UNIX time(secs since epoch).

Визуализация базы данных

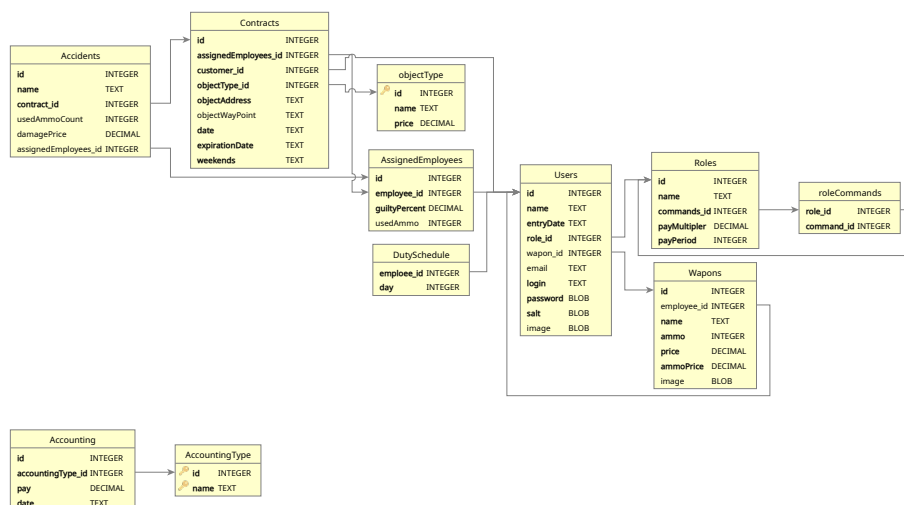


Figure 4: Database visualization

Разработка архитектуры приложения

Приложение для взаимодействия с моделью ЧОП, построенной ранее, должно предоставлять функционал для реализации всех описанных процессов взаимодействия с моделью ЧОП.

Основа

Основной функцией приложения, как понятно из темы курсовой работы, будет обеспечение безопасности данных. Исходя из этого в голову приходит идея организовать клиент-серверную архитектуру приложения, но это не главная причина почему выбрана такая архитектура. Основная причина – необходимость принимать заказы от клиентов, предоставить им функционал для удобного взаимодействия с персоналом ЧОП, но по большей части он будет взаимодействовать с клавиатурой. И для персонала ЧОП тоже будет намного удобнее и быстрее использовать унифицированные методы итерации с базой данных и самой организацией.

Информационные потоки ЧОП

Информационные потоки ЧОП

Обращение к базе данных

Как было сказано ранее, СУБД не будет управлять системой привелегий, этим будет заниматься другой код. Система, которую я разработал основана на ролях, так же как и в обычных “умных” СУБД, к которым привязано некоторое количество возможных к исполнению команд.

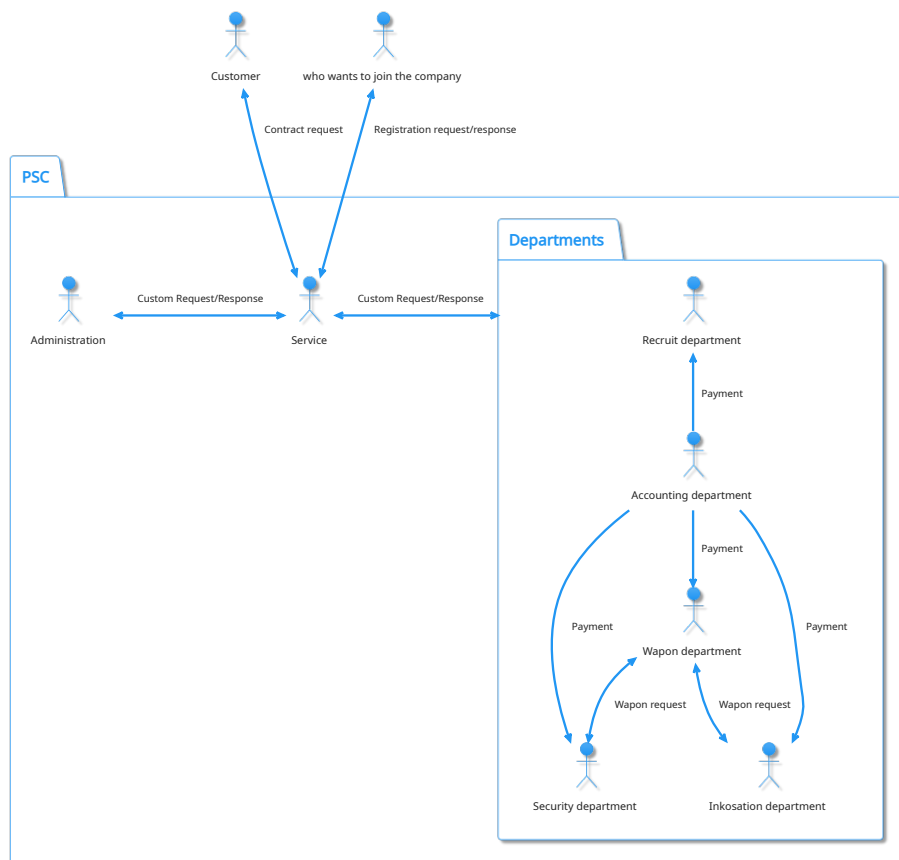
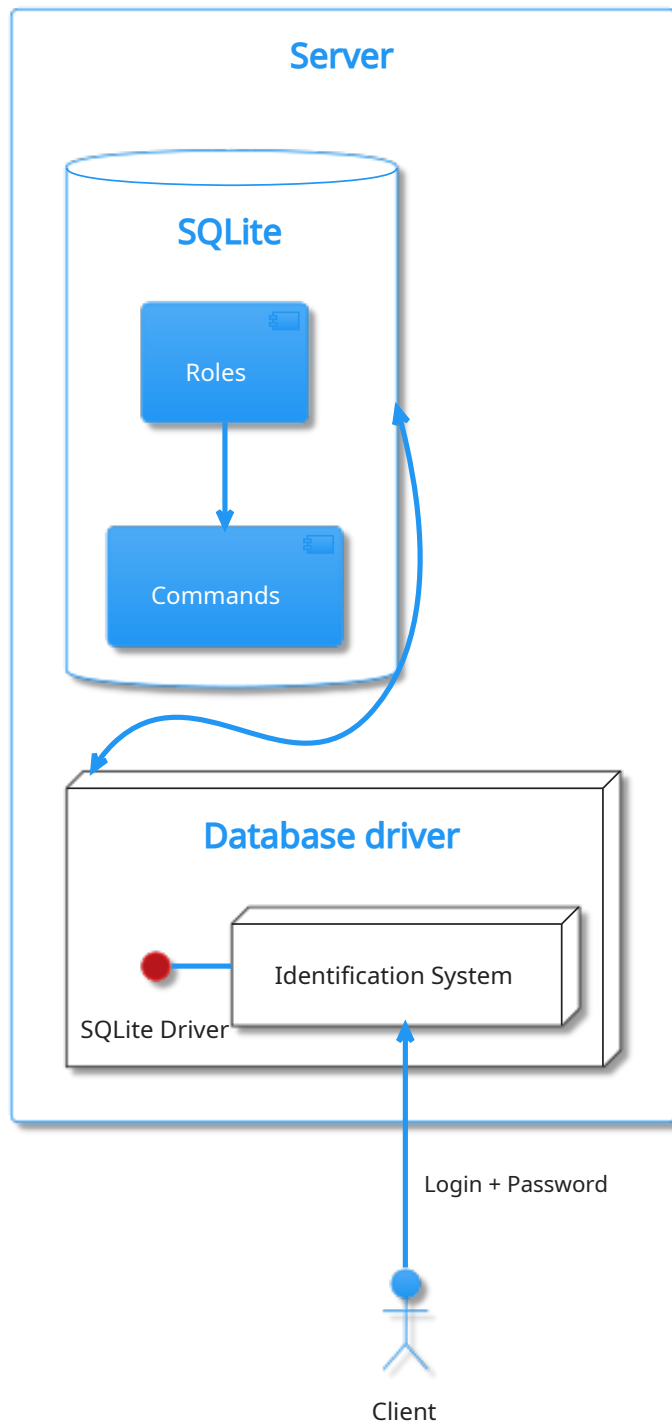


Figure 5: PSC with server info flows



Система безопасности

Для обеспечения более высокого уровня защиты команды и роли будут вшиты в программу. При каждом старте будет проверяться валидность первоначальных данных и имеющихся на данный момент в базе данных. Также, как мера безопасности к ПС будут предложены хеш суммы исполняемых файлов.

Система идентификации и авторизации При регистрации нового пользователя создается новая запись в таблице Users, все поля, кроме поля password сохраняются в неизменном виде. password сохраняется в захешированном виде при использовании хэш функции sha512 с использованием динамической соли.

Алгоритм создания соли:

1. Подсчет количества символов разных типов в пароле.
2. Выявление слабых сторон пароля.
3. Формирование алфавита для создания соли.
4. С помощью "strog random" функции выборка символов из составленного алфавита.
5. Запись результата.

Алгоритм хеширования пароля:

1. Генерация соли.
2. Взятие первичного хеша с пароля.
3. Итерационно выбрать по байтно методом XOR младших битов первичного хеша и переданного пароля места вставки соли.
4. Хеширование получившейся строки.
5. Запись результата.

Данный алгоритм и выбранная хэш функция ограничивают максимальную длину пароля до 64 символов. Длина соли была выбрана 32 байтная. Соль сохраняется вместе с паролем, чтобы обеспечить возможность идентификации.

Для идентификации проводится сравнение значения пароля из базы данных с переданным в функцию шифрования с солью данной записи пользователя пароля.

Система команд Проанализировав информационные потоки и требования ЧОП я составил 22 команды, в исходном коде объявление команд выглядит вот так:

```
// id, name, executor  
#define COMMANDS_MAP(XX) \
```

```

XX( 0, MAKE_CONTRACT,          exec_make_contract      ) \
XX( 1, MAKE_DUTY_SCHEDULE,    exec_make_duty_schedule ) \
XX( 2, REGISTER_ACCIDENT,     exec_register_accident  ) \
XX( 3, REGISTER_EMPLOYEE,     exec_register_employee  ) \
XX( 4, REGISTER_CUSTOMER,     exec_register_customer  ) \
XX( 5, REGISTER_OBJECT_TYPE,  exec_register_object_type) \
XX( 6, REGISTER_WAPON,        exec_register_wapon     ) \
XX( 7, ASSIGN_WAPON,          exec_assign_wapon       ) \
XX( 8, PAY_AMMO,               exec_pay_ammo           ) \
XX( 9, PAY_EMPLOYEE,          exec_pay_employee       ) \
XX( 10, PAY_ACCIDENT,         exec_pay_accident       ) \
XX( 11, EDIT_OBJECT_TYPE,     exec_edit_object_type   ) \
XX( 12, UPDATE_ROLE,          exec_update_role        ) \
XX( 13, GET_USER_INFO,        exec_get_user_info      ) \
XX( 14, GET_ACCIDENT_DETAILS, exec_get_accident_details) \
XX( 15, GET_ACCOUNTING_ENTRY, exec_get_accounting_entry) \
XX( 16, GET_OBJECT_DETAILS,   exec_get_object_details ) \
XX( 17, GET_ROLE_DETAILS,     exec_get_role_details   ) \
XX( 18, GET_WAPON_DETAILS,    exec_get_wapon_details  ) \
XX( 19, GET_DUTY_SCHEDULE,    exec_get_duty_schedule  ) \
XX( 20, CREATE_TABLE,         exec_create_table       ) \
XX( 21, IDENTIFY,             exec_identify            ) \

```

Архитектура Клиент-Сервер

Архитектура Клиент-Сервер была выбрана не только для обеспечения безопасности базы данных, но и для реализации удаленного унифицированного доступа к услугам и возможностям ЧОП. Так для сотрудников упрощается способ коммуникации с начальством, подчиненными. А заказчики смогут после регистрации в системе могут удаленно составить контракт по охране.

Протокол

Общение клиентов с сервером будет осуществляться по протоколу TCP опционально с использованием SSL/TLS (опциональность введена для более удобного тестирования).

Формат сообщений Поверх формата TCP пакета я ввел для ПК дополнительные поля.

Состоит из заголовка и нагрузки.

Заголовок Длина заголовка – 176 бит или 22 байта. Конечно, можно было бы спокойно использовать все 192 бита(3

машинных слова), чтобы выравнять заголовок, но это не сильно повлияет на какой либо процесс. Поля:

(занимаемые байты в сообщении) Имя: Описание

- (0x0 - 0x3) Size: суммарный размер сообщения в байтах
- (0x4 - 0x11) ServerStamp: Время отправки сообщения сервером
- (0x12 - 0x19) ClientStamp: Время отправки сообщения клиентом
- (0x20 - 0x21) PacketType: Тип сообщения
- (0x22 - 0x23) PacketLoadType: Тип формата нагрузки сообщения

Таким образом, поле Size позволяет считывать последовательность байт в единое сообщение из нескольких пакетов TCP. Поля xxxStamp используются как некий идентификатор сообщения. Тип пакета и формат нагрузки определяют собственно тип нагрузки и сообщения в целом.

Модель сервера

Основные задачи сервера:

- обслуживании базы данных
- реализации механизма идентификации и авторизации, также регистрации
- принятие входящих запросов на подключение
- работа в режиме Запрос => Ответ
- Мониторинг протекающих процессов

Также, развертывание сервера будет означать создание первого Amin пользователя, для управления организационными процессами ЧОП. Следовательно у сервера должен быть интерфейс для создания пользователей, как и у клиента.

Модель обработки подключений Server processing model

Модель обработки данных Server processing data model

Модель клиента

Клиент - это программа, предоставляющая некоторый функционал, в который в любом случае входит пользовательский интерфейс, после успешного входа в систему, функционал будет разниться в зависимости от роли вошедшего в систему.

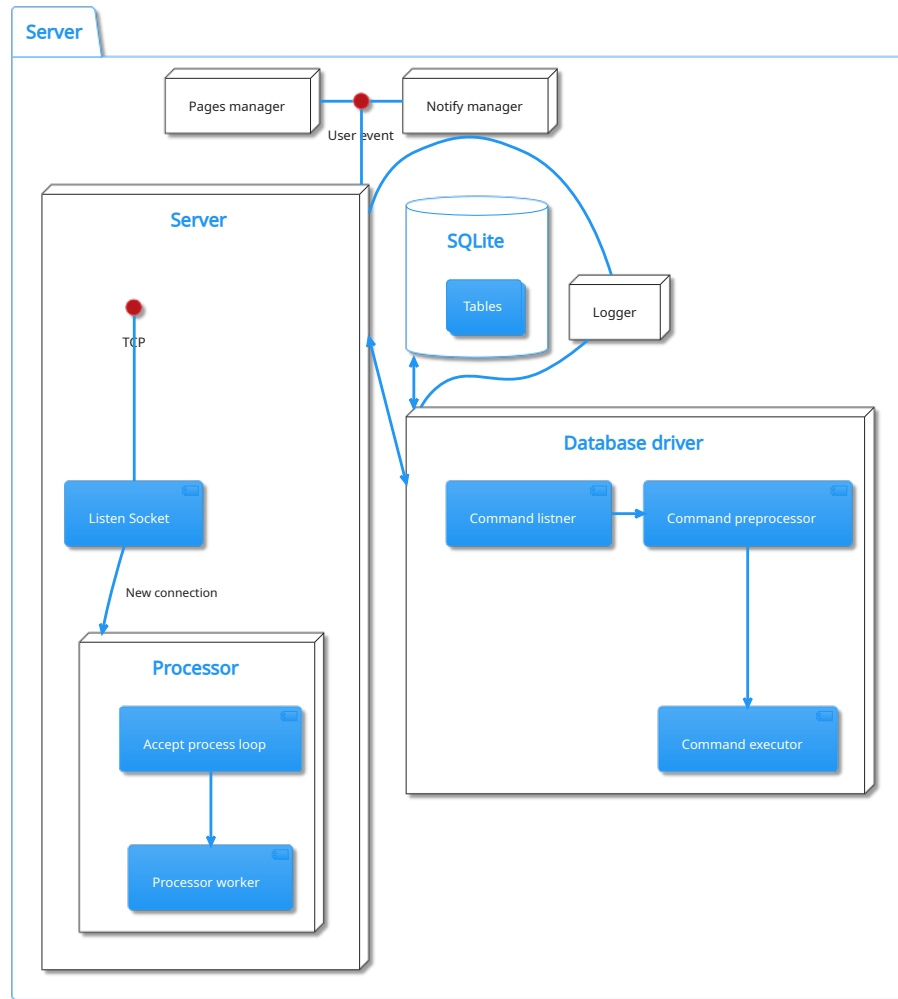


Figure 6: Server abstract model

Все что требуется от клиента – это показывать пользовательский интерфейс, предоставить некоторый метод для входа в систему сервера и отправлять команды серверу, и ждать ответа. В частности, когда пользователь, который воспользовался клиентом является заказчик – клиент должен предоставить метод регистрации в систему.

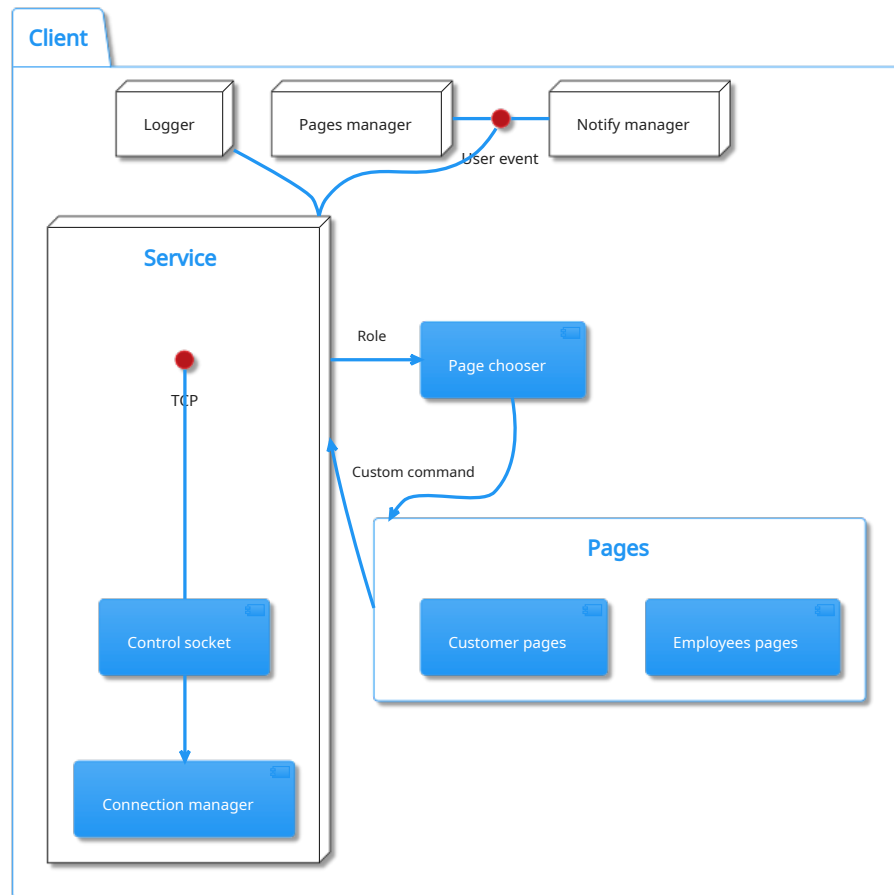


Figure 7: Client abstract mode

Реализация

Для реализации проекта был выбран язык C++ и фреймворк Qt6. Выбор лег в сторону C++ только потому что это мной наиболее изученный язык, на много проще было бы всё реализовать

на nodejs с express, а Qt – это лучший кроссплатформенный фреймворк лично для меня, он упростил разработку процентов на 60% и сократил зависимости проекта на 100%(используются только библиотеки из пакета Qt). Сборкой проекта будет заниматься CMake с делегацией компиляции Ninja, C++ компилятор – clang. Для отладки буду использовать GDB в составе QtCreator и Valgrind. Создания шаблонов форм так же будет осуществляться в QtCreator в модуле QtDesigner.

Пользовательский интерфейс

За отрисовку GUI будет отвечать модуль Qt – QtGUI.

Пользовательский интерфейс будут составлять 5 основных сущностей:

- Бар состояния
- Меню бар
- Тул бар
- Пейджер(PagesManager)
- Менеджер уведомлений(NotifyManager)

PagesManager

Данный класс отвечает за агрегацию “страниц” GUI и их переключение. > Страница – это отдельный виджет(QWidget) или объект-наследник. Сам класс PagesManager – это тоже виджет, наследуемый от QFrame(он тоже наследник QWidget).

Содержит в себе именованный массив страниц:

```
struct Page {  
    QWidget * widget = nullptr;  
    int navId = -1;  
    QVector<QString> edges = {};  
};
```

```
QMap<QString, Page> _pages;
```

Как видно из данного участка кода, одна страница может быть связана с другими по имени(можно было бы связывать напрямую с другим объектом Page, но выбранный мной подход более прост в реализации). Страница добавляется в общий массив методом:

```
void  
PagesManager::addPage(const QString& name, QWidget* wp,  
                      const QVector<QString>& edges)
```

```

{
    if (!wp) {
        throw QString("empty widgt passed");
    }

    wp->setObjectName(name);
    _pages[name] = {wp, -1, edges};
    _view->addWidget(wp);
}

```

view - это QStackedWidget - место размещения страниц и является основной сущностью пейджера. Также, класс содержит перегруженный метод добавления корневой страницы. Она необходима для построения путей к страницы.

За построение пути отвечает агрегируемый класс PagePathFrame, наследуемый от QFrame, является второй основной сущностью пейджера. Основным методом класса является методод:

```

void
PagePathFrame::changePath(const QVector<QString>& path)
{
    reset();
    for (auto node : path) {
        QWidget * lbl = new QLabel(_delemiter, this);
        lbl->setFont(QFont("Jet Brains Mono", 9));
        lbl->setSizePolicy(QSizePolicy::Maximum, QSizePolicy::Maximum);
        _layout->addWidget(lbl);
        ClickableLabel * clbl = new ClickableLabel(node, this);
        clbl->setSizePolicy(QSizePolicy::Maximum, QSizePolicy::Maximum);
        clbl->setCursor(QCursor(Qt::CursorShape::PointingHandCursor));
        clbl->setStyleSheet("color: #b78620");
        connect(clbl, &ClickableLabel::clicked, [this, node] { Q_EMIT clicked(node); });
        _layout->addWidget(clbl);
    }
    adjustSize();
}

```

Путь к страницы вычисляется в методе пейджера:

```

QVector<QString>
PagesManager::pagePath(const QString& page)
{
    QVector<QString> path { page };
    QString search = page;
    bool done = false;
    int tries = 0;

```

```

while (!done && tries < _pages.size() + 1) {
    for (auto i : _pages) {
        if (search == _root) {
            done = true;
            break;
        }
        for (auto node : i.edges) {
            if (node == search) {
                search = i.widget->objectName();
                path.push_front(search);
                // exit outer?
                break;
            }
        }
        tries++;
    }
    return path;
}

```

Не самый эффективный метод, можно было бы хранить сразу все возможные пути в массиве. Метод основан на поиск в глубину в графе, если я не ошибаюсь.

Как видно, каждый элемент фрейма, при нажатии генерирует сигнал о нажатии, для отправки PagesManager. При получении пейджер меняет страницу.

Третьей сущностью является навигационная панель – NavWidget. Содержит связанные с данной страницей ссылки в виде кнопок. Главный метод добавления навигационного меню:

```

int
NavWidget::addNav(const QVector<QString>& pages, bool createBack)
{
    NavFrame * fnav = new NavFrame(pages, createBack, this);
    this->addWidget(fnav);
    connect(fnav, SIGNAL(clicked(QString)), this, SIGNAL(clicked(QString)));
    adjustSize();
    return this->count()-1;
}

```

Так же при нажатии меняет страницу.

Для того, чтобы связать страницы и навигационное меню используется рекурсивный метод:

```
void
```

```

PagesManager::bindPages(const QString& parent, const QVector<QString>& childs)
{
    int nid = _nav->addNav(childs, parent != _root);
    _pages[parent].navId = nid;
    for (auto child : childs) {
        if (_pages[child].edges.length() > 0) {
            bindPages(child, _pages[child].edges);
        } else {
            _pages[child].navId = nid;
        }
    }
}

void
PagesManager::finalize()
{
    if (_root == QString()) {
        throw "Cannot finalize PagesManager without root page";
    }
    bindPages(_root, _pages[_root].edges);
    changePage(_root);
}

```

NotifyManager

Сущность выполняющая динамическое позиционирование всплывающих уведомлений разного типа. В своей основе – это лейаут поверх всего рабочего пространства приложения и процессор, обрабатывающий запросы на создание новых уведомлений и управления существующими, уведомление – это разновидность класса NotifyItem. Главная причина почему этот класс существует – возможность создавать thread-safe уведомления из любого потока. Т. к. любой виджет вне потока существования виджета-родителя не будет напрямую связан с его петлей событий. Как известно, объект начинает существовать там, где он был создан с помощью оператора new. Поэтому для передачи на обработку NotifyManager'у используюся фабрики NotifyItemFactory.

Таким образом, мне получилось создать простой интерфейс для создания всплывающих уведомлений:

```

void setItemProperty(int uid, const QByteArray& name, const QVariant& value);
void createNotifyItem(NotifyItemFactory*, int& uid);

```

Обращение к созданному уведомлению происходит по выделенному uid, который возвращает createNotifyItem.

Все существующие уведомления хранятся в именованном массиве:

```
QMap<int, NotifyItem*> _items;
```

Но лучше было бы хранить их в связанном списке, так бы сохранялся их порядок появления и упрощалась перегруппировка с возможностью более быстрой обработки анимации движения появления и скрытия, пока что единственная доступная анимация – изменение прозрачности.

Существующие уведомления перегруппировываются при заверении, изменении размера окна. При изменении максимальной ширины уведомления

Для управления поп-апами из вне используется система QProperty в мета объекте.

Класс является thread-safe.

Логгер

Логер реализован по простой модели работы в отдельном потоке. Использует систему уровней уведомления, для фильтрации вывода. Для вывода в лог используется система событий Qt. Для фильтрации доступны уровни:

```
enum LogLevel {
    Trace = 0,
    Debug,
    Info,
    Warning,
    Error,
    Fatal,
};
```

iINPack

Класс реализующий протокол описанный выше, включает методы упаковки данных для упрощения процесса передачи данных.

Главные определения в классе:

```
enum PacketType : quint8
{
    AUTHORIZATION_REQUEST,
    REQUEST,
    RESPONSE,
    ERROR_MESSAGE,
```

```

};

enum PacketLoadType : quint8
{
    JSON = 0,
    XML,
    RAW,
};

// TODO create error map
enum ResponseError : quint8
{
    ACCESS_DENIED = 0,
    NETWORK_ERROR,
    REQUEST_ERROR,
    UNSUPPORTED_FORMAT,
    UNSUPPORTED_TYPE,
    PARSE_ERROR,
};

struct Header
{
    /* 0x0 - 0x3 */ quint32 Size; /* Overall packet load size in bytes */
    /* 0x4 - 0x11 */ qint64 ServerStamp; /* Send time on server; using QDateTime SecsSinceEpoch */
    /* 0x12 - 0x19 */ qint64 ClientStamp; /* Send time on client; using QDateTime SecsSinceEpoch */
    /* 0x20 - 0x21 */ quint8 PacketType; /* Type of packet; enum class PacketType */
    /* 0x22 - 0x23 */ quint8 PacketLoadType; /* Load format, see enum class PacketLoadType */
};

```

Сервер

В данном подразделе будут описаны пути реализации приложения-сервера.

Драйвер базы данных

По сути, драйвер базы данных – это декоратор QSqlDatabase класса предназначенный для работы в отдельном потоке. По мимо доступа к базе данных, класс реализует систему идентификации и аутентификации.

Т.к. драйвер будет работать в отдельном потоке, чтобы не тормозить другие потоки, из которых вызываются методы драйвера, он имеет в себе очередь команд на выполнение:

```

struct DatabaseCmd {

```



```

    int executorRole;
    QJsonObject data;
    DriverAssistant * waiter;
};

```

```
DatabaseCmd cmd = _cmdQueue.dequeue();
```

Т.к. передача команды в очередь на исполнение драйверу реализована с помощью сигналов, данный объект DatabaseCmd необходимо ввести в систему мета компиляции:

```
Q_DECLARE_METATYPE(Database::DatabaseCmd)
```

Обработка происходит в такой незамысловатой петле:

```

void
Driver::worker()
{
    QMutexLocker lock(&_queueMtx);
    if (_cmdQueue.length()) {
        DatabaseCmd cmd = _cmdQueue.dequeue();
        this->executeCommand((RoleId)cmd.executorRole, cmd.data, cmd.waiter);
    }

    if (_running) {
        QTimer::singleShot((_cmdQueue.length() ? 100, 0), this, SLOT(worker()));
    }
}

```

И наконец, функция которая реализует механизм аутентификации:

```

void
Driver::executeCommand(Database::RoleId role, QJsonObject obj, DriverAssistant* waiter) {
    if (!waiter) {
        throw QString("Driver::" + QString(__func__) + ": Null waiter passed!");
    }

    if (role != ROLE_AUTO) {
        if (role > ROLES_COUNT || role < (RoleId)0) {
            waiter->Failed(CmdError(AccessDenied, "Invalid Role ID passed"));
            return;
        }
    }

    int command_n;
    if (auto val = obj["command"]; val.isDouble()) {
        command_n = val.toInt();
    } else {
        waiter->Failed(CmdError(InvalidCommand, "No command passed"));
    }
}

```

```

        return;
    }

    if (command_n > COMMANDS_COUNT || command_n < 0) {
        waiter->Failed(CmdError(InvalidCommand, "Command not exists"));
        return;
    }

    if (role != ROLE_AUTO) {
        // check permission for execute command
        if (!_roles[role].commands.contains(command_n)) {
            waiter->Failed(CmdError(AccessDenied, "You not have access to execute this command"));
            return;
        }
    }

    if (auto val = obj["arg"]; val.isObject()) {
        QJsonObject target = val.toObject();
        auto cmd = _commands[command_n];
        CmdError rc = cmd.executor(target);
        if (rc.Ok()) {
            waiter->Success(target);
        } else {
            waiter->Failed(rc);
        }
    } else {
        waiter->Failed(CmdError(InvalidParam, "No parameters passed"));
    }
}

```

DriverAssistant - это отдельный класс, который уведомляет объект, который ожидает данные от драйвера, содержит два метода и два сигнала, описывающих успешное или не успешное завершение выполнения команды.

Роли и команды хранятся статично в объекте драйвера в объектах:

```

struct role_set {
    int id; // equal to index
    const char * name;
    QVector<CommandId> commands;
};

struct command_set {
    int id; // equal to index
    const char * name;
};

```

```

    command_exec_t executor;
    bool sendback;
};

```

Команды хранятся в массиве, роли – именованом массиве. И заполняются в конструкторе драйвера таким образом:

```

#define XX(num, name, query) { TABLE_ ##name, QUOTE(name), query },
    _tables = { TABLES_MAP(XX) };
#undef XX
#define XX(id, val, cmds) { ROLE_ ##val, { ROLE_ ##val, QUOTE(val), cmds } },
    _roles = { ROLE_MAP(XX) };
#undef XX
#define XX(id, n, exe) { CMD_ ##n, QUOTE(n), exe },
    _commands = { COMMANDS_MAP(XX) };
#undef XX

```

Данные ролей и команд:

```

#define AdminCommands { \
    CMD_EDIT_OBJECT_TYPE, \
    CMD_MAKE_DUTY_SCHEDULE, \
    CMD_REGISTER_ACCIDENT, \
    CMD_REGISTER_EMPLOYEE, \
    CMD_GET_USER_INFO, \
    CMD_REGISTER_OBJECT_TYPE, \
    CMD_UPDATE_ROLE, \
    CMD_GET_ROLE_DETAILS, \
    CMD_GET_OBJECT_DETAILS, \
    CMD_GET_DUTY_SCHEDULE, \
}

#define SecurityCommands { \
    CMD_PAY_ACCIDENT, \
}

...

// id, name, commands, privilegeID, payMult, payPeriod
// AUTO - only initiated by server logic automaticaly and have all permissions
#define ROLE_MAP(XX) \
    XX( -1, AUTO, {} ) \
    XX( 0, Admin, AdminCommands ) \
    XX( 1, Security, SecurityCommands ) \
    XX( 2, Inkosor, InkosorCommands ) \
    XX( 3, Recruiter, RecruiterCommands ) \
    XX( 4, WaponManager, WaponManagerCommands ) \
    XX( 5, Customer, CustomerCommands ) \

```

```

#define XX(id, name, commands) ROLE_ ##name = id,
    enum RoleId {
        ROLE_MAP(XX)
        ROLES_COUNT
    };
#undef XX

// id, name, executor
#define COMMANDS_MAP(XX) \
    XX( 0, MAKE_CONTRACT,          exec_make_contract      ) \
    XX( 1, MAKE_DUTY_SCHEDULE,    exec_make_duty_schedule ) \
    XX( 2, REGISTER_ACCIDENT,     exec_register_accident  ) \
    XX( 3, REGISTER_EMPLOYEE,     exec_register_employee   ) \
    XX( 4, REGISTER_CUSTOMER,     exec_register_customer   ) \
    XX( 5, REGISTER_OBJECT_TYPE,  exec_register_object_type ) \
    XX( 6, REGISTER_WAPON,        exec_register_wapon      ) \
    XX( 7, ASSIGN_WAPON,          exec_assign_wapon        ) \
    XX( 8, PAY_AMMO,              exec_pay_ammo            ) \
    XX( 9, PAY_EMPLOYEE,          exec_pay_employee        ) \
    XX(10, PAY_ACCIDENT,          exec_pay_accident        ) \
    XX(11, EDIT_OBJECT_TYPE,      exec_edit_object_type    ) \
    XX(12, UPDATE_ROLE,          exec_update_role         ) \
    XX(13, GET_USER_INFO,        exec_get_user_info       ) \
    XX(14, GET_ACCIDENT_DETAILS,  exec_get_accident_details ) \
    XX(15, GET_ACCOUNTING_ENTRY,  exec_get_accounting_entry ) \
    XX(16, GET_OBJECT_DETAILS,    exec_get_object_details  ) \
    XX(17, GET_ROLE_DETAILS,      exec_get_role_details    ) \
    XX(18, GET_WAPON_DETAILS,     exec_get_wapon_details   ) \
    XX(19, GET_DUTY_SCHEDULE,     exec_get_duty_schedule   ) \
    XX(20, CREATE_TABLE,          exec_create_table        ) \
    XX(21, IDENTIFY,              exec_identify            ) \

#define XX(id, name, e) CMD_ ##name = id,
enum CommandId {
    COMMANDS_MAP(XX)
    COMMANDS_COUNT
};
#undef XX

Сами команды, они же еxecutor, - это обычные функции c-
style:

// AUTO only commands
CmdError exec_create_table(QJsonObject& obj);
CmdError exec_identify(QJsonObject& obj);

// Role available commands

```

```
CmdError exec_make_contract(QJsonObject& obj);
CmdError exec_make_duty_schedule(QJsonObject& obj);
CmdError exec_register_accident(QJsonObject& obj);
```

Команды(executor) напрямую получают данные переданные клиент-программами, и возвращают значение в том же переданном аргументе, практически без обработки, таким образом на них ложиться задача валидации переданных аргументов и само исполнение. Пример команды:

```
/*
 * login: string
 * password: string
 */
CmdError
exec_identify(QJsonObject& obj)
{
    QSqlQuery q;
    QString login;
    QString password;

    login = obj.take("login").toString();
    password = obj.take("password").toString();

    if (!login.length() || !password.length()) {
        return CmdError(InvalidParam, "Passed empty parameters");
    }

    q.prepare("SELECT id, name, role_id, password, salt FROM Users "
              "WHERE login = :login");
    q.bindValue(":login", login);

    if (!q.exec()) {
        return CmdError(SQLError, q.lastQuery() + " " + q.lastError().text());
    }
    if (!q.next()) {
        return CmdError(AccessDenied, "No user registreted with login: " + login);
    }

    QByteArray salt = q.record().value("salt").toByteArray();
    QByteArray real_passwordHash = q.record().value("password").toByteArray();
    QByteArray passed_passwordHash = encryptPassword(password.toLatin1(), salt);

    if (real_passwordHash != passed_passwordHash) {
        return CmdError(AccessDenied, "Invalid password");
    }
}
```

```

obj["role_id"] = q.record().value("role").toInt();
obj["name"] = q.record().value("name").toString();
obj["id"] = q.record().value("id").toString();

return CmdError();
}

```

Факт: на этом этапе я обнаружил баг, который заставил меня сидеть час с надутым лицом. Значение "id" сохраняется как строка, а в программе клиенте я разархивировал это значение как целочисленное, в итоге получал стандартное значение "0".

Криптография При регистрации пользователя, как было сказано ранее, используется функция хэширования пароля, для большей безопасности учетных записей. Можно было бы использовать просто функцию хэширования, но я выбрал более сложный и надежный путь.

Кроме того, что при хешировании используется динамическая соль, так она еще и "умная", написана так, чтобы максимально увеличивать энтропию пароля, но и "умная" вставка соли в строку пароля. Алгоритм был найден мной в журнале IAENG International Journal of Computer Science 2016 года.

Суть алгоритма в том, чтобы приводить пароль к максимальной энтропии с использованием динамической умной соли и использования особого метода вставки соли в пароль по одному из 4 или 5 правил на выбор. Умная вставка, по мнению автора, должна свести радужные таблицы к эффективному минимуму, что при тестах он и продемонстрировал.

Чтобы определить слабые стороны пароля мы просто перебираем символы пароля в 3 группы:

- Буквы
- Цифры
- Специальные знаки

и исходя из процентного содержания в исходной строке выбираем алфавит для генерации соли:

```

static void countChars(int& spec, int& dig, int& alph, const char * str) {
    spec = dig = alph = 0;
    for (int i = 0; i < strlen(str); i++) {
        char ch = str[i];
        if (isalpha(ch)) { alph++;
        } else if (isdigit(ch)) { dig++;
        } else if (isgraph(ch) || isspace(ch)) { spec++;

```

```

    }
}

quint8 passWeaknesses(const QByteArray& data)
{
    int len = data.length();
    int spec, nums, alph;
    countChars(spec, nums, alph, data.data());
    double spec_c = static_cast<double>(spec)/len,
           nums_c = static_cast<double>(nums)/len,
           alph_c = static_cast<double>(alph)/len;

    // weakness determination algo:
    // 1. find max coef char type - mostch
    // 2. if mostch count grater then 50% of password mean that weak in both other char types
    // 3. if diff of other char types grater then 10% mean that weak only in one min char type
    // 4. if diff less or eq to 10% - weak in both;
    auto determWeakness = [](double f, double s, double t, quint8 wf, quint8 ws, quint8 wt)
    {
        if (f > s && f > t) {
            if (f > 0.5) {
                return ws | wt;
            } else {
                if (std::abs(s - t) > 0.1) {
                    return (s > t ? wt : ws);
                } else {
                    return ws | wt;
                }
            }
        }
    };

    quint8 w1 = determWeakness(spec_c, nums_c, alph_c, Special, Digit, Alpha);
    quint8 w2 = determWeakness(nums_c, spec_c, alph_c, Digit, Special, Alpha);
    quint8 w3 = determWeakness(alph_c, spec_c, nums_c, Alpha, Special, Digit);

    return std::max(w1, std::max(w2, w3)); // only one gr then 0
}

```

Метод создания динамической соли:

```

static quint32 strongRand(quint32 min,
                          quint32 max = std::numeric_limits<quint32>::max())
{
    return QRandomGenerator::securelySeeded().generate() % (max+1 - min) + min;
}

```

```

static char randCharFrom(const QLatin1String& d, quint32 rand32) { return d[rand32 % d.size()]; }

enum charWeakness : quint8 {
    Alpha = 0x1,
    Digit = 0x2,
    Special = 0x4,
};

static QMap<quint8, std::function<char(quint32)>> saltCharGen({
    { Alpha, [] (quint32 rand32) { return randCharFrom(alphabet, rand32); }
    { Digit, [] (quint32 rand32) { return randCharFrom(digits, rand32); }
    { Special, [] (quint32 rand32) { return randCharFrom(specials, rand32); }
    { Alpha | Digit, [] (quint32 rand32) { return (strongRand(0, 1) ? randCharFrom(alphabet, rand32) : randCharFrom(digits, rand32)); }
    { Alpha | Special, [] (quint32 rand32) { return (strongRand(0, 1) ? randCharFrom(alphabet, rand32) : randCharFrom(specials, rand32)); }
    { Special | Digit, [] (quint32 rand32) { return (strongRand(0, 1) ? randCharFrom(specials, rand32) : randCharFrom(digits, rand32)); }
});

QByteArray saltGen(quint8 w)
{
    QByteArray salt(salt_length, '\0');
    QVector<quint32> rand;
    rand.resize(salt_length);
    QRandomGenerator::securelySeeded().fillRange(rand.data(), rand.size());
    auto genf = saltCharGen[w];

    for (int i = 0; i < salt_length; i++) {
        salt[i] = genf(rand[i]);
    }

    return salt;
}

```

И заключающим акордом является сама функция генерации хэша пароля:

```

static void setBit(unsigned long& num, unsigned long bit) { num |= (1 << bit); }
static int getBit(unsigned long num, unsigned long bit) { return (num & (1 << bit)) >> bit; }

// There is no check bit or little endiang, may currupt on db export to another machine :)
// Implmented by Algorithm struct published in "Proposed Algorithm from IAENG International Journal on Computer Graphics"

QByteArray encryptPassword(const QByteArray& pass, const QByteArray& salt, QCryptographicHash::Algorithm hashAlgo)
{
    QByteArray toCrypt;
    QByteArray hash = QCryptographicHash::hash(pass, hashAlgo);

    int prev = -1;
}

```



```

int cur;
int inserted = 0;
for (int i = 0; i < pass.length(); i++) {
    toCrypt.push_back(pass[i]);
    // push real password char

    // used Rule №2
    if (inserted < salt.length()) {
        cur = getBit(pass[i], sizeof(pass[i])) ^
            getBit(hash[i], sizeof(hash[i]));

        if (cur == 1) {
            toCrypt.push_back(salt[inserted++]);
        } else if (prev == 0) { // two consecutive zeros
            toCrypt.push_back(salt[inserted++]);
            toCrypt.push_back(salt[inserted++]);
            i++; //skip 2
        }
        prev = cur;
    }
}

// append remaining salt
if (inserted < salt_length) {
    for (int i = inserted; i < salt_length; i++) {
        toCrypt.push_back(salt[i]);
    }
}

return QCryptographicHash::hash(toCrypt, hashAlgo);
}

```

Мнеденжер подключений

Менеджер сессий

ClientLink

Процессор подключения

Клиент

Service

Менеджер групп страниц

Заключение

Список литературы

1. <https://wiki.qt.io> - документация Qt
2. <https://www.sqlite.org/> - документация SQLite
3. http://www.iaeng.org/IJCS/issues_v43/issue_1/IJCS_43_1_04.pdf