

Оглавление

Введение	3
1 Аналитическая часть	4
1.1 Постановка задачи	4
1.2 Анализ существующих решений	4
1.2.1 tty-share	4
1.2.2 tmate	5
1.3 Модель клиент-сервер	5
1.4 Сокеты	6
1.4.1 Принципы сокетов	7
1.4.2 Основные функции сокетов	7
1.4.3 Типы сокетов	8
1.5 Обработка запросов клиентов	8
1.5.1 Обработка всех запросов в одном потоке	9
1.5.2 Обработка каждого запроса в отдельном потоке	9
1.5.3 Организация пула потоков	10
1.6 Протоколы	10
1.6.1 Протоколы транспортного уровня	10
1.6.2 Протоколы прикладного уровня	11
2 Конструкторская часть	13
2.1 Состав программного обеспечения	13
2.2 Функциональная модель	13
2.3 Сценарий использования	14
2.4 Проектирование протокола прикладного уровня	15
3 Технологическая часть	16
3.1 Язык программирования	16
3.2 ncurses	16
3.3 boost	16
3.4 Детали реализации	17
3.4.1 Обработчик сообщений на стороне сервера	17
3.4.2 Обработчик сообщений на стороне клиента	19

3.4.3	Базовые структуры сообщения	20
3.4.4	Состояния системы	23
3.5	Примеры работы разработанного ПО	27
Заключение		29
Литература		30

Введение

Удаленное подключение к терминалу позволяет пользователю управлять работой удаленного сервера или рабочей станции по сети. Такой подход может быть полезен, например, системным администраторам для администрирования выделенных серверов и технической поддержки пользователей. На основе удаленного подключения реализуется возможность делиться сессией терминала, то есть использовать терминал несколькими пользователями из разных сетей одновременно. С помощью этой возможности можно совместно редактировать файлы, отлаживать какой-либо проект командой разработчиков и так далее.

Целью данной работой является разработка программного обеспечения, позволяющего удаленно подключения терминалу нескольких пользователей и его редактирования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ существующих решений;
- изучить существующие протоколы;
- разработать свой протокол прикладного уровня для поставленной задачи;
- реализовать программное обеспечение (сервер и клиент) с использованием разработанного протокола для удаленного подключения к терминалу.

1 Аналитическая часть

В данном разделе проводится сравнительный анализ методов решения поставленной задачи, делается обоснованный выбор метода.

1.1 Постановка задачи

В соответствии с заданием необходимо разработать программное обеспечение для удаленного подключения к терминалу: серверное и клиентское приложение. Сервер должен поддерживать связь с множеством клиентов одновременно, обрабатывая запросы от каждого и рассылая изменения всем остальным. По необходимости сервер должен запустить команду терминала, высылая результат всем подключенным клиентам. Для решения этой задачи необходимо изучить предметную область и проанализировать существующие решения.

1.2 Анализ существующих решений

1.2.1 `tty-share`

`tty-share` [1] – инструмент, используемый для совместного редактирования терминала. Сеансом можно поделиться как в локальной сети, так и в удаленной. При совместном использовании терминала через сеть Internet, `tty-share` подключается к прокси-серверу, который является посредником при обмене данными между участниками. Экземпляр этого сервера может быть размещен как на вашей машине, так и на `tty-share.com`. Сквозное шифрование при таком подключении отсутствует.

К достоинствам `tty-share` можно отнести:

- возможность подключения к сессии из браузера;
- отсутствие зависимостей. `tty-share` представляет из себя статический кроссплатформенный двоичный файл, который не содержит зависимостей.

1.2.2 tmate

`tmate` [2] – ответвление терминального мультиплексора `tmux` [3], который обеспечивает безопасное, мгновенное и простое в использовании решение для совместного использования терминалов с помощью `ssh`-соединения [4]. На рисунке 1.1 представлена схема архитектуры `tmate` с различными компонентами.

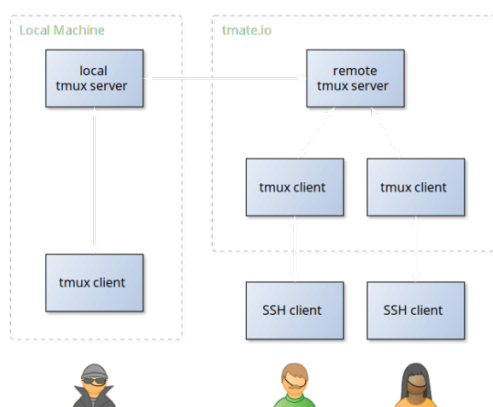


Рис. 1.1: Схема архитектуры `tmate`. Слева представлена архитектура при запуске в локальной сети, справа – в удаленной сети

Локальный, как и удаленный сервер `tmux` взаимодействует с протоколом поверх стерилизатора данных `msgpack` [5], который сжимается через `ssh`-соединение для повышения эффективности пропускной способности сети [2].

К достоинствам `tmate` можно отнести:

- возможность подключения как в локальной сети, так и в удаленной;
- использование `ssh`-сессий;
- возможность разместить `tmate`-сервер как на своей машине, так и на серверах `tmate.io`.

1.3 Модель клиент-сервер

В модели клиент-сервер роли определены: сервер предоставляет ресурсы и службы одному или нескольким клиентам, которые обращаются

к серверу за обслуживанием. В качестве примеров серверов можно привести веб-серверы, почтовые серверы и файловые серверы. Каждый из этих серверов предоставляет ресурсы для клиентских устройств, таких как настольные компьютеры, ноутбуки, планшеты и смартфоны. Большинство серверов могут устанавливать отношение «один ко многим» с клиентами, что означает, что один сервер может предоставлять ресурсы нескольким клиентам одновременно. Когда клиент запрашивает соединение с сервером, сервер может либо принять, либо отклонить это соединение. Если соединение принято, сервер устанавливает и поддерживает соединение с клиентом по определенному протоколу. Например, почтовый клиент может запросить SMTP-соединение с почтовым сервером для отправки сообщения. Затем приложение SMTP на почтовом сервере запросит проверку подлинности у клиента, например адрес электронной почты и пароль. Если эти учетные данные совпадают с учетной записью на почтовом сервере, сервер отправит электронное письмо целевому получателю. Часто клиенты и серверы взаимодействуют через компьютерную сеть на разных аппаратных средствах, но и клиент и сервер могут находиться в одной и той же системе. Хост сервера запускает одну или несколько серверных программ, которые совместно используют свои ресурсы с клиентами. Клиент не предоставляет общий доступ ни к одному из своих ресурсов, но запрашивает данные или службу у сервера. Поэтому клиенты инициируют сеансы связи с серверами, которые ожидают входящих запросов. Клиенту не известно о том, как работает сервер при выполнении запроса и доставке ответа. Клиент должен только понимать ответ, основанный на хорошо известном прикладном протоколе, т.е. содержание и форматирование данных для запрашиваемой службы. Клиенты и серверы обмениваются сообщениями в шаблоне обмена сообщениями запрос-ответ. Клиент отправляет запрос, а сервер возвращает ответ.

1.4 Сокеты

Сокет (англ. socket [6]) — конечный пункт передачи данных, абстракция, обозначающая одно из окончаний сетевого соединения. Каждая из программ, устанавливающих соединение, должна иметь собственный сокет.

Сокеты – это интерфейс прикладного программирования для сетевых приложений TCP/IP. Интерфейс сокетов был создан в восьмидесятых годах для операционной системы UNIX. Позднее интерфейс сокетов был перенесен в Microsoft Windows. Сокеты до сих пор используются в приложениях для сетей TCP/IP. Сетевые приложения используют сокеты, как виртуальные разъемы для обмена данными между собой. Сокеты бывают трех видов: клиентские, слушающие и серверные.

1.4.1 Принципы сокетов

Каждый процесс может создать слушающий сокет (серверный сокет) и привязать его к какому-нибудь порту операционной системы (в UNIX непривилегированные процессы не могут использовать порты меньше 1024). Слушающий процесс обычно находится в цикле ожидания, то есть просыпается при появлении нового соединения. При этом сохраняется возможность проверить наличие соединений на данный момент, установить тайм-аут для операции и т.д. Каждый сокет имеет свой адрес. ОС семейства UNIX могут поддерживать много типов адресов, но обязательными являются INET-адрес и UNIX адрес. Если привязать сокет к UNIX-адресу, то будет создан специальный файл (файл сокета) по заданному пути, через который смогут общаться любые локальные процессы путём чтения/записи из него. Сокеты типа INET доступны из сети и требуют выделения номера порта [7]. Обычно клиент явно подсоединяется к слушателю, после чего любое чтение или запись через его файловый дескриптор будут передавать данные между ним и сервером.

1.4.2 Основные функции сокетов

В таблицах 1.1 - 1.3 представлены общие функции, функции сервера и клиента соответственно.

Функция	Описание
<code>socket</code>	Создать новый сокет и вернуть файловый дескриптор
<code>send</code>	Отправить данные по сети
<code>receive</code>	Получить данные по сети
<code>close</code>	Закрыть соединение

Таблица 1.1: Общие функции

Функция	Описание
<code>bind</code>	Связать сокет с IP-адресом и портом
<code>listen</code>	Слушает порт и ждет когда будет установлено соединение
<code>accept</code>	Принять запрос на установку соединения

Таблица 1.2: Функции сервера

1.4.3 Типы сокетов

Различают два типа сокетов:

- сокет с предварительным установлением соединения, когда до начала передачи данных устанавливаются адреса сокетов отправителя и получателя данных – такие сокет соединяются друг с другом и остаются соединенными до окончания обмена данными;
- сокет без установления соединения, когда соединение до начала передачи данных не устанавливается, а адреса сокетов отправителя и получателя передаются с каждым сообщением.

Если тип сокета – виртуальный канал, то сокет должен устанавливать соединение, если же тип сокета – датаграмма, то, как правило, это сокет без установления соединения, хотя последнее не является требованием.

1.5 Обработка запросов клиентов

При приходе клиентского запроса у сервера имеется несколько вариантов действий:

Функция	Описание
<code>connect</code>	Установить соединение

Таблица 1.3: Функции клиента

- обрабатывать все запросы в одном потоке;
- обрабатывать каждый запрос в отдельном потоке;
- организовать пул потоков.

1.5.1 Обработка всех запросов в одном потоке

Это решение подходит только для ограниченного числа случаев, в которых количество клиентов невелико, и обращаются они к серверу не часто. Эта самая простая схема работы: минимум потоков, минимум ресурсов, нет синхронизации. Необходимо построить очередь входящих запросов, чтобы они не терялись при последовательной обработке. Но при большом количестве клиентов, клиенты будут долго ждать ответа от сервера.

1.5.2 Обработка каждого запроса в отдельном потоке

Для каждого клиентского запроса создается отдельный поток. Такая схема работает следующим образом: первичный поток приложения прослушивает клиентские запросы и при поступлении каждого создает новый поток, передавая ему клиентский пакет (данные или команду). Созданный поток выполняет соответствующую обработку, передает результаты обратно клиенту, или же помещает их в БД, и завершает свое существование.

Основные недостатки такой модели:

- частое создание и завершение потоков;
- малое время работы потока;
- нерегулируемое количество потоков;

- в большинстве случаев отсутствие очереди клиентских запросов;
- большое количество переключений контекстов рабочих потоков.

Для решения этих проблем и предназначен пул потоков.

1.5.3 Организация пула потоков

Имеется главный поток приложения, прослушивающий клиентские запросы. Пул потоков создается заранее или при поступлении первого запроса. При поступлении запроса главный поток выбирает поток из пула и передает ему запрос. Если все потоки заняты обработкой, то есть активны, пакет ставится в очередь и ждет освобождения одного из потоков. Алгоритмы добавления потоков в пул и определения оптимального размера пула сильно зависят от решаемой задачи [8].

1.6 Протоколы

Протокол – набор правил, определяющих взаимодействие двух одноименных уровней модели взаимодействия открытых систем в различных абонентских ЭВМ. Стек протоколов — набор взаимодействующих сетевых протоколов.

Наиболее популярные стеки протоколов: TCP/IP, IPX/SPX, NetBIOS/SMB, DECnet, SNA и OSI. Большинство протоколов (все из перечисленных, кроме SNA) одинаковы на физическом и канальном уровне, но на других уровнях как правило используют разные протоколы.

1.6.1 Протоколы транспортного уровня

Протоколы транспортного уровня предназначены для обеспечения непосредственного информационного обмена между двумя пользовательскими процессами. Существует два типа протоколов транспортного уровня

– сегментирующие протоколы и не сегментирующие протоколы доставки дейтаграмм [9].

Протоколы доставки дейтаграмм просты для реализации, однако, не обеспечивают гарантированной и достоверной доставки сообщений.

В качестве протоколов транспортного уровня в сети Internet могут быть использованы два протокола:

- UDP – User Datagram Protocol;
- TCP – Transmission Control Protocol.

Описание принципов построения протокола UDP приведено в RFC 768. Для передачи сообщений UDP используются пакеты IP. Сообщения UDP в данном случае размещаются в поле данных переносящего их пакета.

Протокол TCP используется для обеспечения надежного информационного обмена на транспортном уровне в сетях Internet.

Существует достаточно много причин, которые могут помешать пакету, который передается в сети, успешно достичь станции назначения. Таким образом, если не будут использованы специальные методы для обеспечения гарантированной доставки, принятое сообщение может существенным образом отличаться от того сообщения, которое было передано.

Надежный информационный обмен предполагает следующие возможности:

- потоковый обмен;
- использование виртуальных соединений;
- буферизированная передача данных;
- неструктурированный поток;
- обмен в режиме полного дуплекса.

1.6.2 Протоколы прикладного уровня

Протоколы прикладного уровня описывают взаимодействие между клиентской и серверной частями программы. Прикладные протоколы работа-

ют на верхнем уровне модели OSI. Они обеспечивают взаимодействие приложений и обмен данными между ними.

Вывод

В поставленной необходимо чтобы пакет, отправленный клиентом, гарантировано доходил до сервера и данные не терялись при передаче. Таким образом, в качестве протокола транспортного уровня был выбран протокол ТСР. За избежанием лишних издержек, в качестве протокола прикладного уровня будет использоваться собственный протокол. В качестве механизма обработки клиентов была выбрана обработка запросов в одном потоке, потому что результат очередного запроса может зависеть от результата предыдущего

2 Конструкторская часть

В данном разделе рассматривается процесс проектирования структуры программного обеспечения.

2.1 Состав программного обеспечения

Программное обеспечение состоит из клиент-серверного приложения.

Структура разрабатываемого проекта:

- сервер – программа, обрабатывающая запросы клиентов и являющаяся посредником для передачи информации от одного клиента всем остальным;
- клиент – программа, которая является инициатором соединения и способная генерировать события.

2.2 Функциональная модель

На рисунках 2.1 и 2.2 представлена функциональная модель IDEF0 нулевого и первого уровня соответственно.

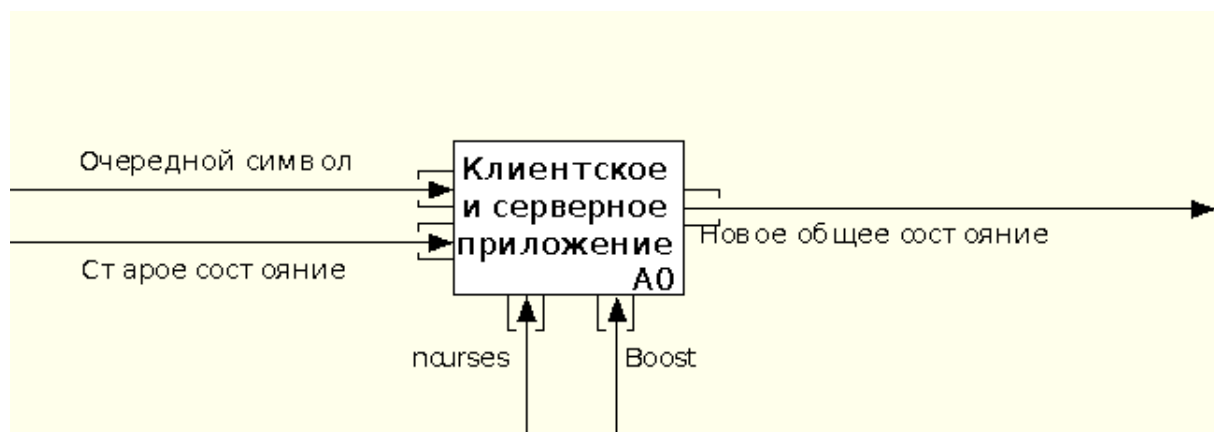


Рис. 2.1: Функциональная модель IDEF0 нулевого уровня

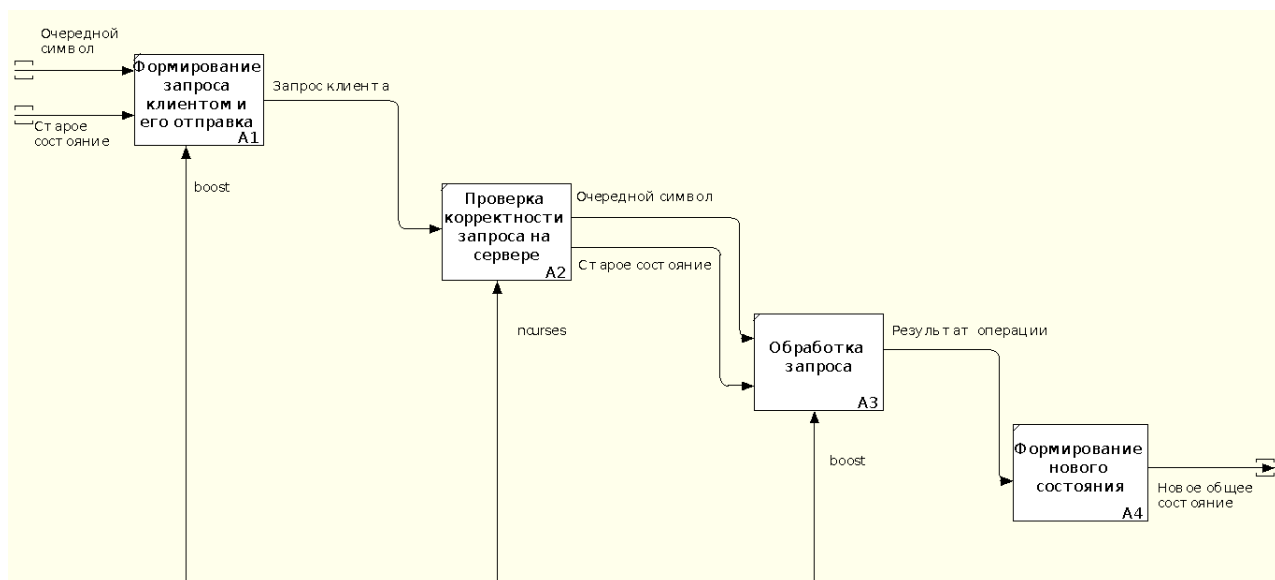


Рис. 2.2: Функциональная модель IDEF0 первого уровня

2.3 Сценарий использования

На рисунке 2.3 представлены действия доступные клиенту.

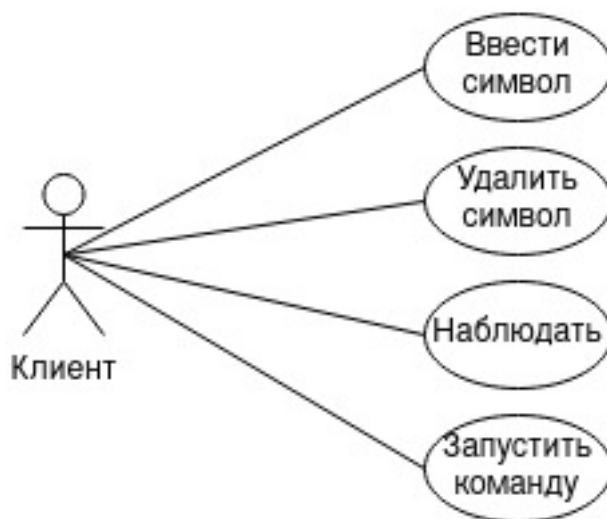


Рис. 2.3: Use-case диаграмма

2.4 Проектирование протокола прикладного уровня

Передаваемый пакет имеет следующую структуру: `пакет = (размер, сообщение)`, где `сообщение = (тип, данные)`. В свою очередь, тип может быть равен значению `getAll` либо `addChar`.

- тип запроса `getAll` сообщает серверу о необходимости вернуть клиенту изменяемое информацию о состоянии системы. Поле данных в отправляемом клиентом сообщении не заполняется;
- тип запроса `addChar` говорит о необходимости добавить передаваемый символ на экран и сообщить о добавлении этого символа всем подключенным клиентам. В таком случае поле данных содержат добавляемый символ и его позицию на экране;
- тип запроса `diff` - отправляется только от сервера клиенту и показывает, какие новые строки добавляются в неизменяемое состояние после выполнения команды. Получая этот тип, клиент также очищает текущее состояние.

Если клиент хочет добавить символ, он отправляет эту информацию серверу (запрос с типом `addChar`), сервер проверяет такой запрос на валидность, добавляет символ и сообщает всем подключенным к нему клиентам – то есть передает новое состояние системы. Сервер может передавать клиентам лишь состояние системы.

Коды ошибок не предусмотрены – в случае какой-либо ошибки клиент об этом узнать по средствам протокола не может. В случае невалидного запроса соединение с клиентом разрывается.

Вывод

В данном разделе был спроектирована структура разрабатываемого программного обеспечения.

3 Технологическая часть

В данном разделе рассматривается выбор технологий для реализации поставленной задачи, листинги реализации разработанного программного обеспечения и приведены результаты работы ПО.

3.1 Язык программирования

Для реализации данного проекта был выбран язык программирования C++ [10] по нескольким причинам:

- наличие для языка C++ необходимых для реализации задачи библиотек;
- скорость исполнения кода;
- хорошее знание языка C++.

3.2 ncurses

Особенностью приложения является то, что работа с терминалом происходит подобно работе с блочным устройством. Это достигается с помощью библиотеки **ncurses** [11], предназначенной для управления ввода-вывода на терминал и позволяющей задавать экранные координаты и цвет выводимых символов, реализуется окно терминала на стороне клиента. Библиотека **ncurses** была выбрана в связи с отсутствием хорошо задокументированных аналогов.

3.3 boost

С помощью набора библиотек **boost** [12] реализуется сериализация сообщений которые находятся в пакетах, а так же с запуск команд терминала. Данная библиотека была выбрана из-за большого опыта работы с ней.

3.4 Детали реализации

В листингах 3.1 - 3.5 представлены детали реализации разработанного программного обеспечения.

3.4.1 Обработчик сообщений на стороне сервера

В листинге 3.1 представлена реализация обработчика сообщений входящих серверу.

```
1 template <typename Executer>
2 class MessageProcessor {
3     ImmutableState imstate;
4     MutableState mstate;
5     CursesChProcessor processor;
6     Executer executer;
7
8     public:
9     MessageProcessor() = default;
10    bool operator()(const std::vector<char>& data, const int fd, const std::
        unordered_set<int>& all_fds);
11
12    private:
13    bool processAddChar(const Message& msg, const int fd, std::unordered_set<int
        > all_fds);
14    bool processGetAll(const int fd);
15 };
16
17 template <typename Executer>
18 bool MessageProcessor<Executer>::operator()(const std::vector<char>& data,
        const int fd, const std::unordered_set<int>& all_fds)
19 {
20     const std::string s(data.begin(), data.end());
21     auto message = Message(s);
22     switch (message.type) {
23         case Message::Type::addChar:
24             return processAddChar(message, fd, all_fds);
25         case Message::Type::getAll:
26             return processGetAll(fd);
27         default:
28             return false;
29     }
30     return false;
```

```

31 }
32
33 template <typename Executer>
34 bool MessageProcessor<Executer>::processAddChar(const Message& msg, const int
    fd, std::unordered_set<int> all_fds)
35 {
36     auto m = AddCharMessage(msg.data);
37     mstate.setCurpos(m.pos);
38     auto res = processor.process(imstate, mstate, m.data);
39
40     std::string packet;
41     if (res == CursesChProcessor::ActionType::Exec) {
42         auto command = mstate.getData();
43         auto res = executer.execute(command);
44
45         res.insert(res.begin(), "> " + command);
46         for (auto& s : res)
47             imstate.insertLine(s);
48
49         auto diffMessage = DiffMessage(res);
50         auto message = diffMessage.buildMessage();
51         packet = message.buildPacket();
52     } else {
53         packet = msg.buildPacket();
54     }
55
56     if (res != CursesChProcessor::ActionType::BadKey)
57         broadcastPacket(packet, all_fds);
58
59     return true;
60 }
61
62 template <typename Executer>
63 bool MessageProcessor<Executer>::processGetAll(const int fd)
64 {
65     auto message = GetAllMessage(imstate, mstate);
66     auto msg = message.buildMessage();
67     auto packet = msg.buildPacket();
68     if (send(fd, packet.data(), packet.size(), 0) == -1) {
69         std::cout << "Can't send data to client\n";
70         return false;
71     }
72     return true;
73 }

```

Листинг 3.1: Обработчик сообщений (сервер)

3.4.2 Обработчик сообщений на стороне клиента

В листинге 3.2 представлена реализация обработчика сообщений на стороне клиента.

```
1 class MessageProcessor {
2     public:
3     void operator()(ImmutableState& imstate, MutableState& mstate, Message msg);
4
5     private:
6     void movePos(MutableState& msate, const std::size_t old_pos, const std::
7         size_t pos, const int data);
8 };
9
10 void MessageProcessor::operator()(ImmutableState& imstate, MutableState&
11     mstate, Message msg)
12 {
13     if (msg.type == Message::Type::addChar) {
14         const auto message = AddCharMessage(msg.data);
15         const auto old_pos = mstate.getCurpos();
16
17         mstate.setCurpos(message.pos);
18         if (is_backspace(message.data))
19             mstate.removeChar();
20         else
21             mstate.addChar(static_cast<char>(message.data));
22             movePos(mstate, old_pos, message.pos, message.data);
23
24     } else if (msg.type == Message::Type::diff) {
25         auto message = DiffMessage(msg.data);
26         mstate.getData();
27         imstate.insertLines(std::move(message.diff));
28     }
29 }
30
31 void MessageProcessor::movePos(MutableState& mstate, const std::size_t old_pos
32     , const std::size_t pos, const int data)
33 {
34     std::size_t new_pos;
35     if (data == KEY_BACKSPACE || data == 127 || data == KEY_DC)
36         new_pos = (old_pos >= pos && old_pos > 0) ? old_pos - 1 : old_pos;
37     else
38         new_pos = (old_pos < pos) ? old_pos : old_pos + 1;
39     mstate.setCurpos(new_pos);
40 }
```

3.4.3 Базовые структуры сообщения

Сообщение, передаваемое в теле пакета, описывается некоторой структурой. Эти структуры и их методы описаны в листинге 3.3.

```
1 struct Message {
2     enum class Type : std::uint8_t {
3         addChar,
4         getAll,
5         diff,
6     };
7
8     Type type;
9     std::string data;
10
11     Message() = default;
12     Message(const std::string& s);
13     Message(Message::Type type, const std::string&& s);
14     std::string buildPacket() const;
15     template <typename Archive>
16     void serialize(Archive& ar, const unsigned int version);
17 };
18
19 struct AddCharMessage {
20     std::size_t pos;
21     int data;
22
23     template <typename Archive>
24     void serialize(Archive& ar, const unsigned int version);
25     AddCharMessage(const std::string& s);
26     AddCharMessage(const int data, const std::size_t pos);
27     Message buildMessage() const;
28 };
29
30 struct DiffMessage {
31     std::vector<std::string> diff;
32
33     template <typename Archive>
34     void serialize(Archive& ar, const unsigned int version);
35     DiffMessage(const std::string& s);
36     DiffMessage(const std::vector<std::string>& diff);
```

```

37     Message buildMessage() const;
38 };
39
40 struct GetAllMessage {
41     ImmutableState imstate;
42     MutableState mstate;
43
44     template <typename Archive>
45     void serialize(Archive& ar, const unsigned int version);
46     GetAllMessage(const std::string& s);
47     GetAllMessage(const ImmutableState& imstate, const MutableState& mstate);
48     Message buildMessage() const;
49 };
50
51 template <typename Archive>
52 void Message::serialize(Archive& ar, const unsigned int version)
53 {
54     ar& type;
55     ar& data;
56 }
57
58 Message::Message(const std::string& s)
59 {
60     std::stringstream ins(s);
61     boost::archive::binary_iarchive in(ins);
62     in >> *this;
63 }
64
65 Message::Message(Message::Type type, const std::string&& s)
66 : type(type)
67 , data(std::move(s))
68 {
69 }
70
71 std::string Message::buildPacket() const
72 {
73     std::ostream out;
74
75     boost::archive::binary_oarchive out(out);
76     out << *this;
77     auto res = out.str();
78
79     char buf[4];
80     size_to_char(res.size(), buf);
81     std::string prefix = { buf, 4 };
82     return prefix + res;
83 }
84

```

```

85 template <typename Archive>
86 void AddCharMessage::serialize(Archive& ar, const unsigned int version)
87 {
88     ar& pos;
89     ar& data;
90 }
91
92 AddCharMessage::AddCharMessage(const std::string& s)
93 {
94     std::istringstream ins(s);
95     boost::archive::binary_iarchive in(ins);
96     in >> *this;
97 }
98
99 AddCharMessage::AddCharMessage(const int data, const std::size_t pos)
100 : pos(pos)
101 , data(data)
102 {
103 }
104
105 Message AddCharMessage::buildMessage() const
106 {
107     std::ostringstream outs;
108     boost::archive::binary_oarchive out(outs);
109     out << *this;
110     return Message { Message::Type::addChar, outs.str() };
111 }
112
113 template <typename Archive>
114 void DiffMessage::serialize(Archive& ar, const unsigned int version)
115 {
116     ar& diff;
117 }
118
119 DiffMessage::DiffMessage(const std::vector<std::string>& diff)
120 : diff(diff)
121 {
122 }
123
124 DiffMessage::DiffMessage(const std::string& s)
125 {
126     std::istringstream ins(s);
127     boost::archive::binary_iarchive in(ins);
128     in >> *this;
129 }
130
131 Message DiffMessage::buildMessage() const
132 {

```

```

133     std::ostringstream outs;
134     boost::archive::binary_oarchive out(outs);
135     out << *this;
136     return Message { Message::Type::diff, outs.str() };
137 }
138
139 template <typename Archive>
140 void GetAllMessage::serialize(Archive& ar, const unsigned int version)
141 {
142     ar& imstate;
143     ar& mstate;
144 }
145
146 GetAllMessage::GetAllMessage(const std::string& s)
147 {
148     std::istringstream ins(s);
149     boost::archive::binary_iarchive in(ins);
150     in >> *this;
151 }
152
153 Message GetAllMessage::buildMessage() const
154 {
155     std::ostringstream outs;
156     boost::archive::binary_oarchive out(outs);
157     out << *this;
158     return Message { Message::Type::getAll, outs.str() };
159 }
160
161 GetAllMessage::GetAllMessage(const ImmutableState& imstate, const MutableState
    & mstate)
162 : imstate(imstate)
163 , mstate(mstate)
164 {
165 }

```

Листинг 3.3: Базовые структуры описывающие сообщение

3.4.4 Состояния системы

Система содержит в себе два состояния: изменяемое и неизменяемое:

- изменяемое состояние — строка, которую могут редактировать текущие клиенты;

— неизменяемое состояние — содержит информацию о запущенных командах и их выводе.

Неизменяемое состояние — состояние когда выполняется какая-либо команда, введенная пользователем, при этом все введенные пользователем символы записываются в специальный буфер и обрабатываются после исполнения команды.

В листингах 3.4 и 3.5 представлена реализация неизменяемого и изменяемого состояния.

```
1 class ImmutableState {
2     std::size_t startline = 0;
3     std::vector<std::string> data;
4
5     public:
6     std::size_t printLines(
7         const std::size_t max_lines = std::numeric_limits<std::size_t>::max(),
8         const std::size_t offset = 0) const;
9     void insertLine(const std::string& s);
10    void insertLines(std::vector<std::string>&& vs);
11    void moveUp(const std::size_t diff = 1);
12    void moveDown(const std::size_t diff = 1);
13    std::size_t linesToShow();
14    void setLinesToShow(const std::size_t lines);
15
16    private:
17    friend class boost::serialization::access;
18    template <typename Archive>
19    void serialize(Archive& ar, const unsigned int version)
20    {
21        ar& data;
22    }
23 };
24
25 std::size_t ImmutableState::printLines(
26     const std::size_t max_lines,
27     const std::size_t offset) const
28 {
29     auto limit = std::min(max_lines, data.size() - startline);
30     for (std::size_t i = 0; i < limit; i++) {
31         move(i + offset, 0);
32         clrtoeol();
33         printf("%s", data[i + startline].c_str());
34     }
35     return limit;
```



```

36 }
37
38 void ImmutableState::insertLine(const std::string& s)
39 {
40     data.push_back(s);
41 }
42
43 void ImmutableState::insertLines(std::vector<std::string>&& vs)
44 {
45     for (std::size_t i = 0; i < vs.size(); i++)
46         data.push_back(std::move(vs[i]));
47 }
48
49 void ImmutableState::moveUp(const std::size_t diff)
50 {
51     startline = diff > startline ? 0 : startline - diff;
52 }
53
54 void ImmutableState::moveDown(const std::size_t diff)
55 {
56     startline = std::min(data.size(), startline + diff);
57 }
58
59 std::size_t ImmutableState::linesToShow()
60 {
61     return data.size() - startline;
62 }
63
64 void ImmutableState::setLinesToShow(const std::size_t lines)
65 {
66     startline = data.size() > lines ? data.size() - lines : 0;
67 }

```

Листинг 3.4: Класс описывающий неизменяемое состояние системы

```

1 #define PROMPT "> "
2 #define PROMPT_SIZE 2
3
4 class MutableState {
5     std::string data;
6     std::size_t curpos = 0;
7
8     public:
9     std::size_t getCurpos() const;
10    void setCurpos(const std::size_t new_curpos);
11
12    void printLine(const std::size_t yoffset = 0) const;
13    void addChar(const char c);
14    void removeChar();

```

```

15 void moveLeft(const std::size_t diff = 1);
16 void moveRight(const std::size_t diff = 1);
17 const std::string& getText() const;
18 void clearData();
19 std::string getData();
20
21 private:
22 friend class boost::serialization::access;
23 template <typename Archive>
24 void serialize(Archive& ar, const unsigned int version)
25 {
26     ar& data;
27 }
28 };
29
30 std::size_t MutableState::getCurpos() const { return curpos; }
31
32 void MutableState::setCurpos(const std::size_t new_curpos)
33 {
34     curpos = std::min(new_curpos, data.size());
35 }
36
37 void MutableState::printLine(const std::size_t yoffset) const
38 {
39     move(yoffset, 0);
40     clrtoeol();
41     printw(PROMPT "%s", data.c_str());
42     move(yoffset, PROMPT_SIZE + curpos);
43 }
44
45 void MutableState::addChar(const char c)
46 {
47     data.insert(data.begin() + curpos++, c);
48 }
49
50 void MutableState::removeChar()
51 {
52     if (curpos > 0)
53         data.erase(--curpos, 1);
54 }
55
56 void MutableState::moveLeft(const std::size_t diff)
57 {
58     curpos = diff > curpos ? 0 : curpos - diff;
59 }
60
61 void MutableState::moveRight(const std::size_t diff)
62 {

```

```

63     curpos = std::min(data.size(), curpos + diff);
64 }
65
66 const std::string& MutableState::getText() const { return data; }
67
68 void MutableState::clearData()
69 {
70     curpos = 0;
71     data.clear();
72 }
73
74 std::string MutableState::getData()
75 {
76     curpos = 0;
77     auto old_data = std::move(data);
78     data.clear();
79     return old_data;
80 }

```

Листинг 3.5: Класс описывающий изменяемое состояние системы

3.5 Примеры работы разработанного ПО

В листингах 3.1 и 3.2 представлены результаты работы разработанного программного обеспечения.

Вывод

В данном разделе был обоснован выбор технологий для решения поставленной задачи, рассмотрены листинги реализованного программного обеспечения и приведены результаты работы ПО.

```
server
server.out
> cat Dockerfile
FROM archlinux:base-devel-20211212.0.41353

RUN pacman -Sy && yes | pacman -S make gcc boost

CMD ["/bin/bash"]
> ls
client
client.out
common
docker-compose.yml
Dockerfile
docs
Makefile
README.md
server
server.out
> █
```

```
3: wlo1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UP group default qlen 1000
    link/ether 80:c5:f2:e6:f7:bf brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    altname wlp2s0
    inet 192.168.43.118/24 brd 192.168.43.255 scope global dynamic noprefixroute wlo1
        valid_lft 3378sec preferred_lft 3378sec
    inet6 2a00:1fa0:4663:d128:92d6:e405:980d:a4f6/64 scope global dynamic noprefixroute
        valid_lft 3193sec preferred_lft 3193sec
    inet6 fe80::6052:7fec:afda:59cd/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
█
```

Рис. 3.1: Вывод сервера и его IP адрес

```
[root@pperestoronin-li src]# ./server.out
server is running on: 0.0.0.0:3001
A mate has joined (192.168.43.118:29319) --- 1 client currently connected
exec: ls
exec: cat Dockerfile
exec: ls
█
```

```
pperestoronin@pperestoronin-li ~$ ip a | head -n 18 | tail -n 9
link/ether b4:6b:fc:d5:1b:e6 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
inet 192.168.43.216/24 brd 192.168.43.255 scope global dynamic noprefixroute wlp2s0
    valid_lft 3400sec preferred_lft 3400sec
inet6 2a00:1fa0:4663:d128:1823:aa06:e6ce:3a30/64 scope global temporary dynamic
    valid_lft 3234sec preferred_lft 3234sec
inet6 2a00:1fa0:4663:d128:6d5a:9af3:d450:da2d/64 scope global dynamic mngtmpaddr noprefixroute
    valid_lft 3234sec preferred_lft 3234sec
inet6 fe80::cee7:e642:6501:443/64 scope link noprefixroute
    valid_lft forever preferred_lft forever
pperestoronin@pperestoronin-li ~$ █
```

Рис. 3.2: Вывод клиента и его IP адрес

Заключение

В ходе выполнения данной работы:

- был проведен анализ существующих решений;
- были изучены протокол прикладного уровня HTTP;
- был разработан свой протокол прикладного уровня для поставленной задачи;
- было реализовано программное обеспечение (сервер и клиент) с использованием разработанного протокола для удаленного подключения к терминалу.

Таким образом, цель курсовой работы была достигнута – было разработано ПО в составе клиента и сервера для удаленного подключения к терминалу нескольких пользователей одновременно.

Литература

- [1] tty-share terminal sharing [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tty-share.com/> (дата обращения: 08.12.2021).
- [2] tmate – Instant terminal sharing [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tmate.io/> (дата обращения: 08.12.2021).
- [3] tmux source code - GitHub [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/tmux/tmux> (дата обращения: 08.12.2021).
- [4] SSH Communications Security [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ssh.com/> (дата обращения: 08.12.2021).
- [5] MessagePack: It's like JSON. But fast and small. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://msgpack.org/index.html> (дата обращения: 08.12.2021).
- [6] What Is a Socket? (The Java™ Tutorials) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/sockets/definition.html> (дата обращения: 08.12.2021).
- [7] Сокеты - сетевое программирование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lecturesnet.readthedocs.io/net/low-level/ipc/socket/intro.html> (дата обращения: 08.12.2021).
- [8] Многопоточность [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://se.ifmo.ru/documents/10180/1422934/prog-concurrency.pdf/da25f4c8-02fc-506d-79da-7ea9a2186dac> (дата обращения: 08.12.2021).
- [9] Протоколы транспортного уровня [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://opds.spbsut.ru/data/_uploaded/mu/itm_psu/vlss_present/psu-09_tcp_udp.pdf (дата обращения: 08.12.2021).
- [10] Standard C++ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://isocpp.org/> (дата обращения: 08.12.2021).

- [11] NCURSES Programming [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tldp.org/HOWTO/NCURSES-Programming-HOWTO/> (дата обращения: 08.12.2021).
- [12] Boost C++ Libraries [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.boost.org/> (дата обращения: 08.12.2021).