

УДК 004.415:621.391.64

ПРИНЦИП И ВОЗМОЖНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИК-ИЗЛУЧЕНИЙ

А.А. Петушков, М.И. Жадан

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

THE PRINCIPLE AND CAPABILITIES OF USER INTERACTION WITH THE INFORMATION TRANSMISSION SYSTEM USING INFRARED RADIATION

A.A. Petushkov, M.I. Zhadan

F. Scorina Gomel State University

Статья посвящена принципам работы компьютерной системы передачи и обработки информации с использованием ИК-излучения. Реализовано взаимодействие пользователя с системой, позволяющей воссоздать работу огнестрельного оружия: производить выстрелы, перезаряжать оружие и контролировать состояние системы, используя дисплей. Описывается возможность конфигурирования и опроса значений параметров при помощи консольных команд. Использование конечных автоматов делает компьютерную систему адаптируемой и расширяемой. При практическом применении разработанная система может быть использована правоохранительными и военными органами для обучения боевым навыкам ведения боя.

Ключевые слова: информация, ИК-излучение, стрельба, оружие, конечный автомат, пользователь, дисплей, программное обеспечение.

The principles of the operation of a computer system for transmitting and processing information using infrared radiation are considered. Interaction of the user with a system that allows recreating the operation of firearms: to produce shots, reload weapons and monitor the status of the system using the display is implemented. The possibility of a configuring and polling parameter values using console commands is described. Using finite state machines makes the computer system adaptable and extensible. In practical application, the developed system can be used by law enforcement and military authorities to train combat skills.

Keywords: information, infrared radiation, firing, weapon, finite state machine, user, display, software.

Введение

Описание технологии передачи информации посредством ИК-излучений, использование её для моделирования работы огнестрельного оружия, выделение этапов создания компьютерной системы передачи и обработки информации, используя ИК-сигналы, изучение основных характеристик и методик работы микроконтроллерных систем, выбор технической составляющей системы, построение структуры приложения и разработка программного обеспечения на основе созданной логики приведено в работе [1].

В статье описан принцип и возможности взаимодействия пользователя с системой, позволяющей имитировать работу огнестрельного оружия путём передачи ИК-сигналов, с последующей их регистрацией в случае попадания, для дальнейшей обработки на сервере.

1 Принцип работы системы

Для написания программного обеспечения, управляющего микроконтроллерами, используется среда AVRProjectIDE, которая позволяет, используя платы Arduino, программировать на языке программирования C, тем самым во много

раз ускоряя работу устройства по сравнению со стандартной средой программирования Arduino IDE [2]. Для моделирования и отладки конечных устройств использовался программный пакет Proteus VSM 7 версии. Этот пакет позволяет собрать схему любого электронного устройства и симулировать его работу, выявляя ошибки, допущенные на стадии проектирования и трассировки. В роли сервера выступает программа, написанная на Node.js, которая собирает в себе все статистические данные и выводит их на веб-странице [3].

Модель системы состоит из ряда автономных устройств, передающих и принимающих разного рода информацию. Система включает в себя следующие устройства [4]:

1. Модель оружия, посредством которого осуществляется обработка входных данных от пользователя (нажатие на спусковой крючок, нажатие на кнопку перезарядки и использование разного рода предметов, оснащенных RFID метками). Это устройство передаёт данные посредством ИК-излучений.

2. Принимающее устройство, оформленное в виде жилета, с рядом датчиков, улавливает

ИК-излучение, обрабатывает его, выполняет ряд необходимых действий (блокирует оружие при необходимости) и отправляет полученные данные на сервер.

3. Устройство сервер аккумулирует все полученные данные и строит на основе этих данных всю необходимую статистику.

4. Дополнительные устройства моделируют работу разного рода взрывчаток направленного действия.

На рисунке 1.1 представлена часть схемы, отвечающая за моделирование поведения ИК-передатчика и ИК-приёмника. К ним подключены осциллографы для контроля передачи и приёма сигнала. При замыкании цепи и совершении выстрела происходит приём данных, т.е. ИК-светодиод направлен на ИК-приёмник. В случае приёма данных происходит их дальнейшая обработка. Если разомкнуть переключку и осуществить выстрел, произойдёт передача данных, но данные приняты не будут, т.е. выстрел не попал в цель.

Общение в системе происходит с помощью сообщений. Сообщения необходимы для изменения состояния того или иного автомата. Для корректной работы системы механизм передачи сообщений сделан двухступенчатым, это значит, что флаги сообщений имеют три состояния «неактивно», «установлено, но неактивно» и «активно». Как только функция SendMessage будет вызвана одним из автоматов, то происходит

переход сообщения в состояние «установлено, но неактивно». В то время автоматы, которые находятся по списку ниже, перестают реагировать на сообщение. Как только цикл программы будет пройден до конца, все отправленные сообщения переходят в состояние «активно» и находятся в этом состоянии в следующем цикле программы до его сброса. Особенностью данного подхода, на которую стоит обращать внимание при разработке, является то, что принять сообщение может только один автомат, причём находящийся выше по списку вызовов функций ProcessKA. Часть основных сообщений, передаваемых программой, представлена на рисунке 1.2

На рисунке 1.3 представлена диаграмма вариантов использования устройства передачи информации посредством ИК-излучений.

Пользователь устройства может выполнять следующие действия:

- использовать меню;
- совершать «выстрелы»;
- перезаряжать оружие.

Устройство взаимодействует с пользователем через отображение информации на дисплее:

- изменение информации в меню;
- отображение информации о попадании.

Устройство взаимодействует с другим устройством:

- отправляет информацию;
- получает информацию.

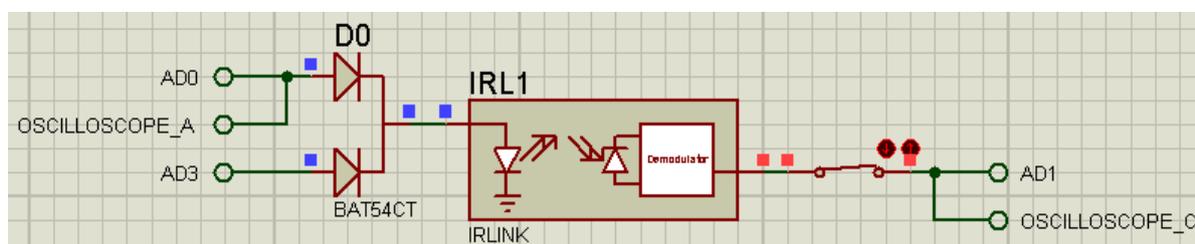


Рисунок 1.1 – Моделирование поведения ИК-передатчика и ИК-приёмника

1:	#define MSG_SENSOR_ERROR	0	// Ошибка в работе сенсора приёма ИК
2:	#define MSG_SENSOR_READY	1	// Сенсор в рабочем состоянии
3:	#define MSG_UART_MESSAGE_SEND	2	// Отправлено сообщение по UART
4:	#define MSG_UART_MESSAGE_GET	3	// Получено сообщение по UART
5:	#define MSG_KEY_PRESSED	4	// Нажата кнопка
6:	#define MSG_IR_MESSAGE_GET	7	// Получен пакет данных по ИК-каналу
7:	#define MSG_PLAYER_STATUS_ACTIVE	8	// Игрок активирован (жив)
8:	#define MSG_WEAPON_ACTIVE_TRUE	9	// Оружие активировано
9:	#define MSG_WEAPON_ACTIVE_FALSE	10	// Оружие деактивировано
10:	#define MSG_WEAPON_FIRE	11	// Произведён выстрел
11:	#define MSG_WEAPON_RELOAD_BEGIN	12	// Начало перезарядки оружия
12:	#define MSG_WEAPON_RELOAD_END	13	// Конец перезарядки оружия
13:	#define MSG_BATTERY_ERROR	14	// Индикатор заряда не подключён
14:	#define MSG_BATTERY_POWER_OFF	15	// Батарея разряжена
15:	#define MSG_BATTERY_POWER_CHANGE	16	// Изменился заряд батареи
16:	#define MSG_SOUNDS_ALL	17	// Включить все звуки
17:	#define MSG_SOUNDS_OFF	18	// Выключить все звуки

Рисунок 1.2 – Основные сообщения, передаваемые системой

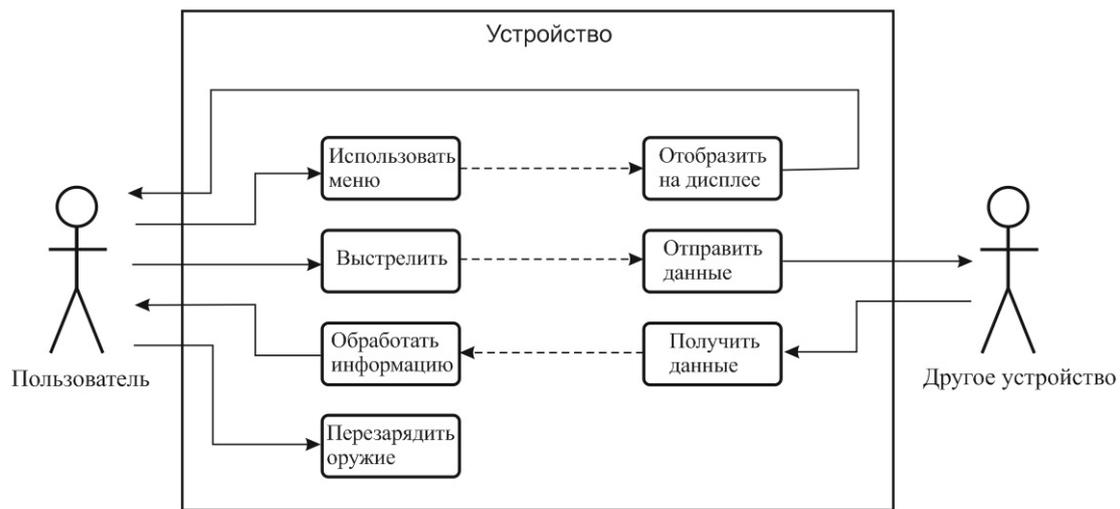


Рисунок 1.3 – Диаграмма вариантов использования

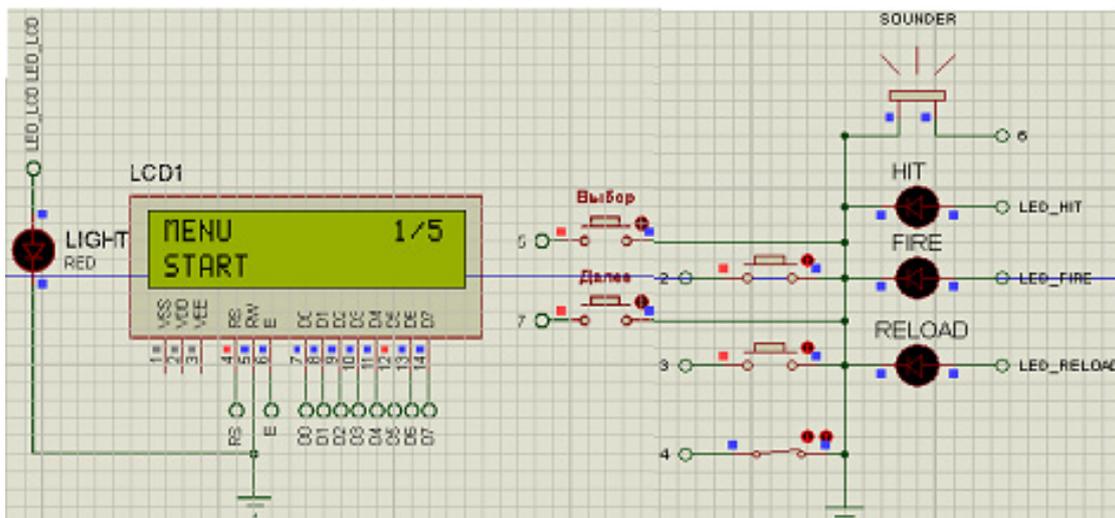


Рисунок 2.1 – Конфигурационное меню

2 Работа с системой

Схема системы передачи информации с использованием ИК-излучений представлена в работе [1]. После запуска системы и инициализации всех модулей происходит запуск конфигурационного меню (рисунок 2.1). Запуск этого меню можно при необходимости отключить. В программе предусмотрены стандартные настройки, имеется возможность конфигурирования системы через командную оболочку при помощи UART.

На рисунке 2.1 изображён принцип подключения дисплея, его подсветки и кнопок управления к микроконтроллеру. В связи с необходимостью упростить загроможденность системы кнопками и повысить её отказоустойчивость, все управление в меню происходит двумя кнопками «Выбор» и «Далее». Кнопка «Выбор» отвечает за выбор элемента меню и увеличение в большую сторону выбранного параметра. Кнопка «Далее»

осуществляет переход к следующему пункту меню. Динамик, необходимый для воспроизведения звуков выстрела, подключён к пину 6 микроконтроллера. Кнопка выстрела (2), перезарядки (3) и переключатель режимов огня (автоматический и полуавтоматический) подключены к пину 4. На схеме предусмотрены световые индикаторы попадания в игрока, выстрела оружия и необходимости перезарядки (при пустой обойме). Следует отметить, что при отсутствии действий в системе предусмотрено автоматическое отключение подсветки дисплея через заданный промежуток времени, это позволяет экономить заряд батареи.

Реализованную программу можно адаптировать практически под любой дисплей. Рассмотрим подробнее информационную составляющую дисплея:

- слева сверху отображается название корневого элемента меню;

- сверху справа отображается номер текущего элемента меню и через слэш общее количество элементов;
- внизу слева отображается название элемента меню или параметра;
- в случае, если элемент меню является параметром, то справа будет отображено его значение (рисунок 2.2).

```
MENU>PLAYER 3/4
HEALTH [100]
```

Рисунок 2.2 – Отображение параметра с возможностью редактирования

Отображаемые параметры могут быть редактируемы или нет. Значения параметров, которые могут быть изменены, выделяются квадратными скобками как показано на рисунке 2.2. Изменение параметра происходит нажатием на кнопку «Выбор», после чего происходит увеличение параметра на единицу. У каждого параметра в меню предусмотрено максимально допустимое значение и в случае выхода за пределы этого значения происходит обнуление этого значения и его можно заново увеличивать, начиная с 0.

Предусмотрено и реализовано изменение логических значений, отображаемых значением «ON» или «OFF», как показано на рисунке 2.3.

```
MENU>HARDWARE1/2
SOUNDS [OFF]
```

Рисунок 2.3 – Изменение логических значений

В меню присутствует еще тип значения – вычисляемое, в случае изменения необходимых полей происходит пересчет этого параметра, например: в конфигурации можно изменить количество игроков в команде и при изменении ID игрока будет меняться номер команды, к которой он принадлежит (рисунок 2.4).

```
MENU>PLAYER 2/4
TEAM 003
```

Рисунок 2.4 – Вычисляемые значения

После выполнения всех необходимых изменений конфигурации необходимо в главном меню выбрать пункт «Start», после чего происходит перевод системы в «боевое» состояние с возможностью производить выстрелы и получать урон. Меню меняется с конфигурационного на игровое.

В связи с тем, что в процессе игры необходимо отображать информацию в достаточно большом размере (количество патронов, жизней, обойм и др.), были разработаны иконки, дающие возможность отображать произвольные символы, не предусмотренные производителем дисплея. Пример таких символов представлен на

рисунке 2.5 и представляет собой большие цифры, разбитые на две строки дисплея, отображающие количество оставшихся патронов в обойме. На основном интерфейсе игрока, помимо отображения количества патронов в текущей обойме, после символа «С» через двоеточие отображается количество оставшихся обойм. В правом углу отображается тип огня: автоматический (А) и одиночный (S). А так же отображается общее количество жизней в процентном соотношении после символов «HP».

```
■■■■ ■■■ C:03 S
■■■■ ■■■ HP:024%
```

Рисунок 2.5 – Основной интерфейс игрока

При совершении выстрела, перезарядки или изменения переключателя огня происходит автоматическое обновление данных дисплея.

В процессе игры пользователь может зайти в игровое меню, в котором он может: посмотреть оставшееся игровое время или продолжительность текущей игры, а также журнал попаданий по игроку по кнопке «Выбор». После входа в игровое меню первым элементом будет количество оставшегося времени на текущую игру (рисунок 2.6). Время автоматически обновляется при его изменении и выглядит это как обычный секундомер с обратным отсчетом.

```
MENU 1/4
TIME LEFT 00:42
```

Рисунок 2.6 – Отображение оставшегося игрового времени

Время, оставшееся на игру, рассчитывается исходя из установленного в параметрах времени на матч и прошедшего времени с внутренних программных часов от момента начала игры. Следуя далее по меню, можно увидеть текущее время игры, как показано на рисунке 2.7. В системе работает таймер, который является внутренними часами и ведёт отсчет времени с начала работы системы.

```
MENU 2/4
GAME TIME 00:06
```

Рисунок 2.7 – Отображение игрового времени

Далее идёт пункт меню «Information», в котором пользователь может просмотреть свои игровые параметры, такие как: номер игрока, номер команды и урон оружия (рисунок 2.8).

```
MENU>INFORMAT3/4
DAMAGE 010
```

Рисунок 2.8 – Отображение значения урона оружия

В системе также предусмотрено сохранение информации о «попаданиях» в игрока с дальнейшим её отображением в меню. Для просмотра журнала попаданий нужно войти в пункт меню «Show Log» (рисунок 2.9). В журнале сохраняется номер попадания (N), игровое время, в которое было зарегистрировано попадание (TIME), ID-игрока, совершившего выстрел и урон (DMG), который он нанёс. Перемещение между записями происходит по кнопке «Далее».

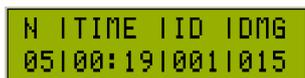


Рисунок 2.9 – Отображение журнала попаданий

Для возврата в основной интерфейс игрока можно нажать на любую кнопку оружия или же выждать время, через 5 секунд ожидания меню возвращается в своё игровое состояние.

При попадании в игрока на экране будет отображена соответствующая надпись, с обозначением индивидуального номера стреляющего и уроном, как показано на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10 – Отображение информации о попадании

В данном примере выстрел произведён в самого себя. Стоит заметить, что в системе имеется параметр, который отвечает за «дружественный огонь», т. к., если убрать этот параметр, игроки с одной команды не смогут причинить друг другу урон, в данном примере эта опция включена.

Если у игрока после очередного попадания не осталось жизней, то на экране отображается надпись о его смерти (рисунок 2.11), и, уже в зависимости от игрового режима, он останется мертвым до новой игры или запустится таймер с отсчётом времени, после которого игрок может продолжить игру.



Рисунок 2.11 – Отображение оставшегося игрового времени

3 Использование терминальной оболочки

При подключении системы к компьютеру через USB появляется возможность её конфигурирования и опроса значений параметров при помощи консольных команд. Также предусмотрена возможность отправки всех пересылаемых сообщений конечных автоматов для контроля их работоспособности.

Рассмотрим вариант использования консольных команд для конфигурирования и опроса

системы. Процесс происходит следующим образом: пользователь (или сервер) посылает команду в виде: [команда] [параметры], команда и каждый из параметров разделены пробелами. После получения системой команды, она её обрабатывает и посылает ответ пользователю в виде: [запрашиваемая команда]:[ответ]. В качестве ответа отправляется состояние, с которым была выполнена команда («ок» – команда выполнена без ошибок; «invalid» – команда не найдена и др.). Дублирование команды сделано с учётом того, что разные команды могут иметь разное время выполнения. Есть возможность добавить в ответ идентификатор устройства, чтобы иметь представление какое устройство и какую команду выполнило. Следует отметить, что возможен сокращённый вариант ответа без дублирования команды.

Для проверки работоспособности командной оболочки считаем текущий параметр «количество жизней», изменим его и считаем повторно. Результат проделанных действий представлен на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Работа командной оболочки

Первой строкой происходит запрос текущего значения «жизней» путём отправки символа «р» конечному устройству, после чего следующей строкой приходит от устройства ответ в виде отправленной команды и после двоеточия указан текущий размер «жизней» со значением 0. Затем посылается команда изменения «количества жизней» на 50 путём отправки символа «h» и значением параметра в размере 50. Подобным образом происходят и дальнейшие проверки значения.

Заключение

Изложен принцип взаимодействия пользователя с системой передачи информации с использованием ИК-излучений. Описано строение модели системы и представлена диаграмма вариантов использования устройства передачи информации. Подробно рассмотрена работа системы и конфигурационного меню. Описывается возможность конфигурирования и опроса значений параметров при помощи консольных команд.

Созданная в ходе выполнения работы компьютерная система для передачи информации представляет собой конечное устройство, способное принимать и отправлять информацию, осуществлять взаимодействие с пользователем.

Пользователь в состоянии производить выстрелы, перезаряжать оружие, контролировать состояние системы, используя дисплей. Благодаря тому, что система разработана с использованием конечных автоматов, она легко адаптируема и расширяема.

При практическом применении разработанная система может быть использована правоохранительными и военными органами для обучения боевым навыкам ведения боя.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петушков, А.А.* Система передачи информации с использованием ИК-излучений / А.А. Петушков, М.И. Жадан // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – № 2 (35). – С. 89–96.

2. *Татарчевский, В.А.* Некоторые мысли по поводу программирования встроенных систем / В.А. Татарчевский. – СПб.: Питер, 2006. – 280 с.

3. *Непейвода, Н.Н.* Стили и методы программирования / Н.Н. Непейвода. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий, 2005. – 326 с.

4. *Петушков, А.А.* Разработка системы обучения владением стрелковым оружием / А.А. Петушков, М.И. Жадан // Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы XX Республиканской научной конференции студентов и аспирантов: в 2 ч. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2017. – Ч. 1. – С. 208–209.

Поступила в редакцию 19.04.18.