

УДК 004.896
ББК 32.973.202
Д 58

Довгаль Виталий Анатольевич

Доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры информационной безопасности и прикладной информатики факультета информационных систем в экономике и юриспруденции Майкопского государственного технологического университета, Майкоп, e-mail: urmia@mail.ru

Довгаль Дмитрий Витальевич

Студент факультета энергетики и нефтегазопромышленности Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, e-mail: lanayamann@gmail.com

Построение IoT-системы безопасности на базе Arduino

(Рецензирована)

Аннотация. Рассматривается применение прототипа новой системы безопасности на основе контроллера Arduino, использующего ультразвуковые датчики для обнаружения вторжения. В случае обнаружения система оповещает людей, включая световую и звуковую сигнализацию. Кроме того, с помощью ультразвуковых датчиков при вторжении злоумышленника на объект могут быть получены значения расстояния между датчиком и объектом.

Ключевые слова: IoT (Интернет вещей), ультразвуковой датчик, пьезо-зуммер, модуль GSM, Wi-Fi модуль, облачный сервер, pCloud.com.

Dovgal Vitaliy Anatolyevich

Associate Professor, Candidate of Technical Sciens, Associate Professor of Department of Information Security and Application Informatics of Faculty of Information Systems in Economy and Law, Maikop State University of Technology, Maikop, e-mail: urmia@mail.ru

Dovgal Dmitriy Vitalyevich

Student of Faculty of Energy Production and Oil-Gas Industry, Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: lanayamann@gmail.com

Building Arduino-based IoT Security System

Abstract. The article discusses the use of a prototype of a new security system based on the Arduino controller. It uses ultrasonic sensors to detect intrusion. In case of detection, the system notifies people, including light and sound alarms. In addition, with the help of ultrasonic sensors, when an intruder invades an object, the distance between the sensor and the object can be obtained.

Keywords: IoT (Internet of Things), ultrasonic sensor, Piezo buzzer, GSM module, Wi-Fi Module, cloud server, pCloud.com.

Введение

Интернет вещей (IoT) является развивающейся технологией, которая использует Интернет для управления/мониторинга физических устройств, подключенных к Интернету.

Основная предпосылка состоит в том, чтобы умные датчики взаимодействовали друг с другом напрямую без участия человека для широкого внедрения нового класса приложений.

IoT дает пользователю возможность легко управлять совокупностью цифровых устройств (things) посредством удобного графического интерфейса с помощью Интернета. В работе описывается схема системы безопасности, основанной на концепции Интернета вещей, использующей новейшие инструменты в области Интернета вещей.

Для построения системы безопасности, описываемой в статье, предлагается использовать плату Arduino Uno, которая составляет основу этого исследования IoT. К контроллеру может быть подключен ультразвуковой датчик, который обнаруживает движение человека с синхронной подачей управляющего сигнала на пьезо-динамик. Также возможно подключение к Arduino модуля GSM, который будет использоваться для отправки и получения сообщений при обнаружении датчиком движения. При наступлении тревожной ситуации динамик издает сигнал тревоги звуками определенного тона, а затем посылает собственнику охраняемой территории тревожное сообщение. Кроме того, также будет описано использование модуля Wi-Fi, с помощью которого возможно подключиться к Интернету для отправки и

получения данных. Полученные данные проецируются на облачную серверную панель мониторинга для построения шаблона движения злоумышленника в охраняемом контуре. Наконец, система облачного хранения, называемая ThingSpeak, может быть использована для хранения информации, документации и исследований, связанных с этим проектом.

Введение в IoT

IoT был первоначально изобретен в начале 2000-х годов Кевином Эштоном [1], который стал использовать RFID для передачи данных по Интернету при ведении бизнеса. Это начинание было поддержано компаниями Procter & Gamble. Предложенная концепция была простой, но впечатляющей: оснащая идентификаторами и беспроводным подключением окружающие нас в повседневной жизни объекты, возможно организовать их взаимодействие друг с другом и управление ими с помощью компьютеров.

IoT описывает подключение физических устройств с датчиками к Интернету через проводные или беспроводные сети. Эти датчики могут использовать различные типы локальных соединений, такие как RFID, NFC, Wi-Fi, Bluetooth и т.п. Датчики могут также взаимодействовать в широком пространстве с помощью технологий GSM, GPRS, 3G и LTE.

Три составляющие IoT

1. Коммуникация. Поскольку основной целью IoT является обеспечение связи между физическими устройствами, системами и людьми, постольку каждый домен нуждается в обмене информацией в той или иной форме. Например, в сфере медицины информация о пациентах (в некоторых случаях критическая информация) должна быть отправлена, что позволяет принять экстренные меры. Важная информация об артериальном давлении или частоте пульса может быть измерена с помощью датчиков. В сфере транспорта с помощью локационного устройства можно проследить перемещение корабля. Во всех этих случаях важную роль играет коммуникация.

2. Управление и автоматизация. В мире, связанном с вычислениями, бизнес и клиент имеют возможность управлять устройствами напрямую или удаленно. Например, потребитель может использовать IoT для разблокировки автомобиля или запуска стиральной машины. Аналогичным образом IoT можно использовать для проверки передвижения людей на отдельном участке. Это может быть сделано путем настройки датчика, обнаруживающего движение, а также удаленно, то есть автоматически, находясь в каком-то другом месте.

3. Стоимость. Ценность технологии IoT для автоматизации вещей определяется возможностью снижения стоимости всего проекта. Используя новые виды информации, поступающей от датчиков, IoT может помочь компании сэкономить деньги, минимизируя простои от неисправностей оборудования, а также позволяя обслуживающему персоналу выполнять плановое обслуживание. Датчики могут также измерить поведение при управлении объектом или параметры образа жизни, способствуя уменьшению стоимости используемого топлива или предлагая лучшие условия проживания.

Структура IoT

В нашем быстро меняющемся мире потребность в системах безопасности со временем возрастает. Умные системы, в том числе создаваемые с помощью технологии IoT и работающие автоматически без вмешательства человека, нашли высокий спрос. IoT является развивающейся технологией, которая использует Интернет для управления/мониторинга физическими устройствами, подключенными к Интернету (рис. 1).

В статье описано использование платы Arduino Uno, составляющей основу нашего исследования IoT. В свое время плата Arduino [2] была создана для снижения стоимости дорогих плат на основе микроконтроллера ATmega8 [3]. Arduino относится к электронным платам с открытым исходным кодом [4], представляя собой плату и программное обеспечение, используемое для его программирования. Arduino предназначен для повышения доступности электронных устройств при использовании такими непрофессиональными пользователями, как художники, дизайнеры, любители и всеми, кто заинтересован в создании интерак-

тивных объектов или сред. Плату Arduino можно приобрести заранее смонтированной или, поскольку она имеет аппаратный дизайн с открытым исходным кодом, собранной вручную. В любом случае, пользователи могут адаптировать плату к своим потребностям, а также обновлять и распространять свои собственные версии. Предварительно собранная плата Arduino включает в себя микроконтроллер, который программируется с использованием языка программирования Arduino и среды разработки Arduino. По сути эта платформа позволяет создавать и программировать электронные компоненты. Язык программирования Arduino представляет собой упрощенную форму языка программирования C/C++ [5] на основе того, что Arduino называет «скетчи» (эскизы), которые используют основные структуры программирования, переменные и функции. Затем они преобразуются в программу на C++.



Рис. 1. Макет IoT-системы

Для передачи и получения данных на монитор последовательного интерфейса плата Arduino соединена с ультразвуковым датчиком. Ультразвуковые датчики [6], основанные на измерении свойств акустических волн с частотами выше звукового диапазона (примерно 40 кГц), обычно работают, генерируя высокочастотный импульс звука, а затем получая и оценивая свойства эхо-импульса. В настоящее время на рынке представлен огромный диапазон различных датчиков [7], большую часть которых составляют ультразвуковые датчики. Соединение платы Arduino с датчиком осуществляется с помощью макетной платы [8].

К этому комплексу подключено тревожное устройство, сигнал тревоги которого звучит при вхождении нарушителя в охраняемую зону и попадании последнего в радиус действия ультразвукового датчика. Устройство, издающее звуковой сигнал, носит название пьезо-динамик [9]. Пьезо-динамики используются для создания прерывистых звуковых сигналов, тональных звуков и сигналов тревоги. Этот миниатюрный, но громкий прибор управляется с помощью электрического импульса прямоугольной формы с размахом сигнала 3–30 вольт. Для того чтобы использовать его, необходимо заземлить один контактный разъем, а другой разъем соединить с сигналом прямоугольной волны от таймера или микроконтроллера. Для самых громких тонов необходимо установить частоту около 4 кГц, но прибор будет работать довольно хорошо и в диапазоне от 2 до 10 кГц. Для повышенной громкости можно подключить оба вывода к микроконтроллеру и перекоммутировать на тот вывод, который позволит удвоить громкость.

Вышеупомянутый комплект Arduino с датчиком и зуммером может дополнительно взаимодействовать с модулями GSM [10] или GPRS (Global Packet Radio Service).

Необходимые компоненты представлены в таблице 1.

Компоненты, необходимые для создания системы безопасности

	Название модели	Совместимость	Работоспособность
Arduino	Arduino UNO	–	6 месяцев
Датчик	Ультразвуковой датчик	Совместим с любой версией Arduino	8 месяцев
Модуль GSM	SIMCom 900	Совместим только с Arduino Uno	1 год
Модуль Wi-Fi	ESP6266	Совместим только с Arduino Uno	1 год
Сирена	Пьезо-датчик	Совместим с любой версией Arduino	6 месяцев
Кроссовый провод	Прямой	Совместим с любой версией Arduino	До поломки

Приложения, использующие IoT

В качестве примеров использования IoT можно назвать:

1. Смарт-паркинг – мониторинг наличия парковочных мест в городе;
2. Целостность конструкции – мониторинг вибраций и материального состояния зданий, мостов и исторических памятников;
3. Городские карты шума – звуковой контроль высотного Профиля и выделенных зон в реальном времени;
4. Обнаружение смартфонов – обнаружение iPhone- и Android-устройств, а также любого устройства, работающего с интерфейсами Wi-Fi или Bluetooth;
5. Уровень электромагнитного поля – измерение энергии, излучаемой сотовыми станциями и маршрутизаторами Wi-Fi;
6. Дорожные пробки – мониторинг интенсивности движения транспортных средств и пешеходных потоков для оптимизации вождения и пеших маршрутов;
7. Умное освещение – интеллектуальное уличное освещение, зависящее от условий погоды;
8. Мониторинг питьевой воды – мониторинг качества водопроводной воды в городах;
9. Обнаружение течей в реку – обнаружение протечек и сброса отходов заводами в реки.

Определение проблемы (существующая система)

Существующая система использует людей, вещи, технологии и системы безопасности, которые оказываются ненадежными и не могут быть доверенными. В определенных местах постоянно размещаются камеры видеонаблюдения, контролирующие поток событий в этом месте. Визуальная информация от каждой из этих камер проецируется в главную систему, которая требует постоянного мониторинга, и, следовательно, усиливается влияние человека. Существующая система также не может быть доверенной в местах без надлежащего освещения и местах с острой нехваткой энергии. На объектах без резервного питания во время отключения электроэнергии вся система отключается и должна быть перезапущена, когда электроснабжение возобновляется. Это может быть опасно и требует постоянного вмешательства человека. Кроме того, стоимость обслуживания такой системы высока и, следовательно, эта система не может быть доступна среднему классу и людям с более низкими доходами.

Недостатки существующей системы:

- отсутствует оповещение в реальном времени;
- отсутствуют надлежащие гарантии полной безопасности;
- система не работает ночью или в темное время суток;
- отсутствует оперативное вмешательство полиции.

Предлагаемая система

Предлагаемая система будет представлять собой автоматизированную систему безопасности. Эта система должна сформировать сигнал тревоги и отправить информацию владельцу, а также в облачный сервис (для использования при анализе на более позднем этапе).

Автоматизация системы безопасности использует плату Arduino Uno, с которой совместимо много физических приборов.

Системная архитектура

Созданная с использованием вышеописанных компонентов система (см. рис. 2) гарантирует, что любое непреднамеренное движение или действие, обнаруженное в отсутствие наблюдения человеком, будет передано на приборную панель.

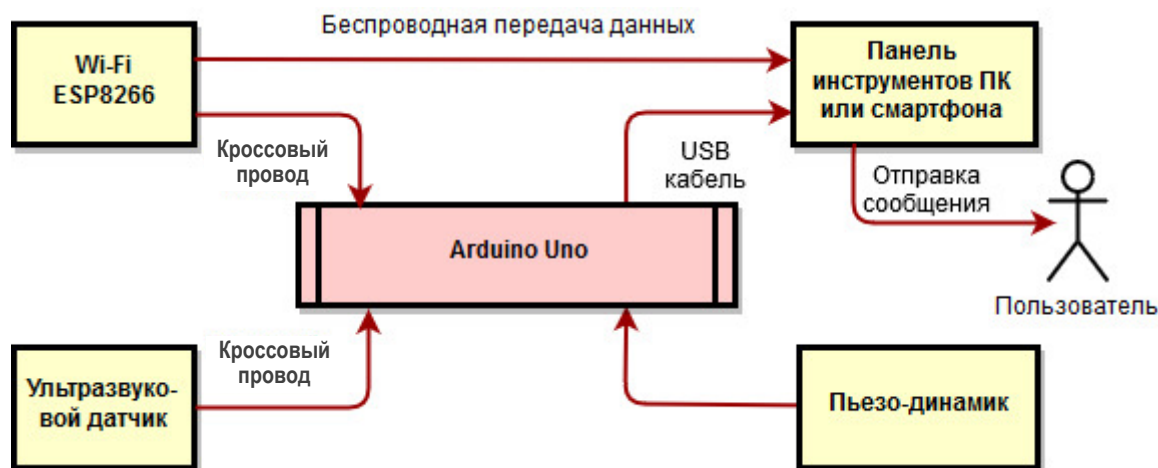


Рис. 2. Системная архитектура обеспечения безопасности

При обнаружении движения сигнал тревоги будет отправлен на зарегистрированный мобильный телефон с помощью модуля GSM, и с помощью модуля Wi-Fi поможет отобразить шаблон движения нарушителя на экране вызываемой панели инструментов.

Модуль GSM предназначен для отправки сообщений зарегистрированному пользователю. Предполагается выполнять это с помощью модуля SIMCOM-900, который позволит отправлять или получать сообщения с зарегистрированного мобильного телефона. Основная цель использования GSM состоит в предоставлении доступа к пользователю, даже если его подключение к Интернету не является активным. Чтобы проверить работу этого GSM, сообщение может быть отправлено и затем проверено в соответствующем окне оболочки Arduino IDE.

Модуль Wi-Fi устанавливается для отправки информации, собранной от ультразвукового датчика и отправленной в облако, так что ее можно использовать для последующего анализа. Если непрерывно осуществлять отправку этих данных с помощью модуля GSM, то затраты пользователя на связь будут значительными. Используемый вместо такого решения модуль Wi-Fi может установить соединение между облачным сервером и Arduino путем подключения к маршрутизатору Wi-Fi. В этой схеме рекомендуется включить модуль Wi-Fi ESP8266. Модуль GSM состоит из GSM-модема, собранного совместно с цепью электропитания и интерфейсами связи (типа RS-232, USB и т.п.) для компьютера.

В качестве облачного сервера, используемого системой, предлагается сервер ThingSpeak [11], являющийся платформой, которая предоставляет различные сервисы, предназначенные исключительно для создания IoT-приложений. Он предоставляет возможности сбора данных в режиме реального времени, визуализации собранных данных в виде диаграмм, возможность создания плагинов и приложений для совместной работы с веб-сервисами, социальными сетями и другими API.

Основным элементом ThingSpeak является «канал ThingSpeak». Канал хранит данные, отправляемые в ThingSpeak, и состоит из следующих элементов:

- 8 полей для хранения данных любого типа – они могут быть использованы для хранения данных от датчика или от встроенного устройства;
- 3 поля местоположения – они могут использоваться для хранения широты, долготы и высоты. Также они очень полезны для отслеживания движущегося устройства;
- 1 поле состояния – короткое сообщение, описывающее данные, хранящиеся в канале.

Для использования ThingSpeak, необходимо зарегистрироваться и создать канал. После этого можно отправлять данные, позволяющие ThingSpeak обрабатывать их, а также получать их обратно.

Требования к функциональной системе

Функциональные требования

Требования к аппаратному обеспечению:

- ARDUINO UNO;
- ультразвуковой датчик;
- GSM-модуль;
- Wi-Fi модуль ESP 8266;
- пьезо-динамик;
- макетная плата;
- кроссовый провод.

Требования к программному обеспечению:

- интегрированная среда разработки ARDUINO (IDE);
- облако для хранения данных;
- платформа симулятора Интернета вещей (ThingSpeak);
- панель инструментов для анализа данных.

Ниже приводятся результаты, ожидаемые от этой работы.

С помощью входящих данных, поступающих от ультразвукового датчика, плата Arduino могла бы включать сигнал тревоги при обнаружении любого нештатного движения и одновременно сообщать по телефонному номеру владельца.

В дополнение к этому данные датчика будут передаваться на сервер ThingSpeak с помощью модуля Wi-Fi.

Сфера применения работы, представленной в статье: начиная от систем обеспечения безопасности дома и заканчивая системами безопасности транспортных средств, мониторингом супермаркетов и анализом данных.

Заключение. Безопасность может быть обеспечена без вмешательства человека путем автоматизации устройства с помощью IoT. В этом случае может быть обнаружено любое проникновение, а также, если устройство работает или не может быть верифицировано, используется информация, отправленная в облако. Эта информация может быть использована для обслуживания устройств, а также для предоставления зарегистрированному пользователю любой информации о вторжении. Таким образом, эта система может найти применение в широком диапазоне: например, автоматизация дома, системы безопасности офиса и т.д.

Примечания:

1. Довгаль В.А., Довгаль Д.В. Интернет Вещей: концепция, приложения и задачи // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки. 2018. Вып. 1 (221). С. 129–135. URL: <http://vestnik.adygnet.ru>
2. The Untold History of Arduino. URL: <https://arduinohistory.github.io/>
3. ATmega8. URL: <http://www.atmel.com/devices/atmega8.aspx>
4. Arduino. URL: <https://www.techopedia.com/definition/27874/arduino>
5. Программирование Ардуино. URL: <http://arduino.ru/Reference>
6. SensorWiki.org. Ultrasound. URL: <http://sensorwiki.org/doku.php/sensors/ultrasound>
7. Довгаль В.А., Довгаль Д.В. Применение контроллеров Arduino для обнаружения вторжений // Дис-

References:

1. Dovgal V.A., Dovgal D.V. Internet of Things: concept, applications and tasks // The Bulletin of the Adyghe State University. Ser. Natural-Mathematical and Technical Sciences. 2018. Iss. 1 (216). P. 129–135. URL: <http://vestnik.adygnet.ru>
2. The Untold History of Arduino. URL: <https://arduinohistory.github.io/>
3. ATmega8. URL: <http://www.atmel.com/devices/atmega8.aspx>
4. Arduino. URL: <https://www.techopedia.com/definition/27874/arduino>
5. Arduino Programming. URL: <http://arduino.ru/Reference>
6. SensorWiki.org. Ultrasound. URL: <http://sensorwiki.org/doku.php/sensors/ultrasound>
7. Dovgal V.A., Dovgal D.V. The use of Arduino controllers for intrusion detection // Distance education

- танционные образовательные технологии: материалы III Всерос. науч.-практ. конф., г. Ялта, 2018. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. С. 168–173.
8. Breadboard. URL:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Breadboard>
9. Piezo Buzzer – PS1240. URL:
<https://www.adafruit.com/product/160>
10. GSM/GPRS Module. URL:
<https://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules>
11. Krishna Anipindi An Introduction to ThingSpeak. URL:
<https://www.codeproject.com/Articles/845538/An-Introduction-to-ThingSpeak>
- technologies: proceedings of the III Russian scient. and pract. conf., Yalta, 2018. Simferopol: IT ARIAL, 2018. P. 168–173.
8. Breadboard. URL:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Breadboard>
9. Piezo Buzzer – PS1240. URL:
<https://www.adafruit.com/product/160>
10. GSM/GPRS Module. URL:
<https://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules>
11. Krishna Anipindi An Introduction to ThingSpeak. URL:
<https://www.codeproject.com/Articles/845538/An-Introduction-to-ThingSpeak>