



The Automated Smoke Detection System

Halina BOHDAN, Mykhailo HLUSHCHENKO, Ivan BOHDAN

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
e-mail: bogdangalya@gmail.com, mglsh@ukr.net

Abstract

The idea of the project is to develop a compact reliable automated device for detecting and estimating the concentration of smoke in residential and industrial premises with the possibility of synchronous notification of the user. The main advantage of this project is the ability to analyze the composition of indoor air for the presence of different types of smoke particles, which prevents false system triggering.

Keywords: smoke detection system, automation, optical system, two-wave technology

Автоматизированная система детектирования дыма

Галина БОГДАН, Михаил ГЛУЩЕНКО, Иван БОГДАН

1. Введение

Уровень социального и экономического развития человечества, на сегодняшний день, привел к значительному увеличению использования различных электронных устройств в повседневной жизни, что в сочетании с глобальной застройкой высотными зданиями привело к значительному увеличению количества пожаров. Известно, что при росте численности населения на 1% количество пожаров увеличивается примерно на 5%, а ущерб от них возрастает на 10% [1]. Согласно статистическим данным [2], в мире на сегодня насчитывается более 220 стран, суммарное количество населения которых составляет приблизительно 6,9 млрд. чел. В них ежегодно возникает 7-8 млн. пожаров, при которых погибает примерно 85-90 тыс. чел.

В случае пожара, самыми болезненными являются социальные последствия, которые связаны, как с получением травм и гибелью людей, так и с повреждением основных производственных и жилищных фондов, утратой материальных ценностей, личного имущества и т.д. Кроме того, следует учитывать, и экологические последствия от пожаров, такие как, загрязнение окружающей среды продуктами горения, средствами пожаротушения и поврежденными материалами.

Вполне естественно, что разработка автоматизированной системы, которая позволит, с высокой точностью, детектировать очаг возгорания до стадии образования открытого огня, то есть на этапе возникновения дыма, является актуальной задачей. Такая система мониторинга и сигнализации пожара, сможет не только обнаружить дым и другие признаки возгорания, которые люди не воспринимают, но и уведомить, в реальном времени, не только пользователя системы, но и все сопутствующие службы, что, в свою очередь, позволит эффективно предотвратить возникновение пожара и минимизировать потери и уменьшение ущерба от них.

На рынке доступны различные системы пожарной сигнализации [3-5], но существует, ряд сдерживающих факторов для их более широкого применения [6-9]:

- ошибочное срабатывание системы при наличии в воздухе частиц водяного пара, пыли или табачного дыма от сигарет или других средств для курения;
- сложность установки проводных систем детектирования дыма в помещениях, при проектировании которых это не было предусмотрено;
- инерционность систем детектирования дыма;
- отсутствие отслеживания состояния детекторов дыма в реальном времени.

Целью данной работы, является разработка компактной надежной автоматизированной системы для детектирования и оценки концентрации дыма в жилых и промышленных помещениях с возможностью синхронного оповещения пользователя и отправки сигнала на пульт пожарной охраны. Его главным преимуществом является способность анализировать состав воздуха в помещении на наличие различных типов частиц дыма, что позволяет предупреждать ошибочные срабатывания устройства.

2. Блок схема системы детектирования дыма

Разработанная автоматизированная система детектирования дыма состоит из: датчиков дыма (Sensor), количество которых рассчитывает в зависимости от размеров и типа контролируемого помещения, согласно рекомендациям ДСТУ-Н CEN/TS 54-14; микроконтроллера STM32F103RC для управления цифровым устройством; WIFI модуля в корпусе датчика, который позволяет осуществлять беспроводную передачу данных на сервер хранения информации; сервера (Server), который осуществляет сбор и хранение информации от сенсор и осуществляет функцию оповещения пользователя (User) и пожарной службы (Fire Department). На рис. 1 показана блок-схема разработанной системы.

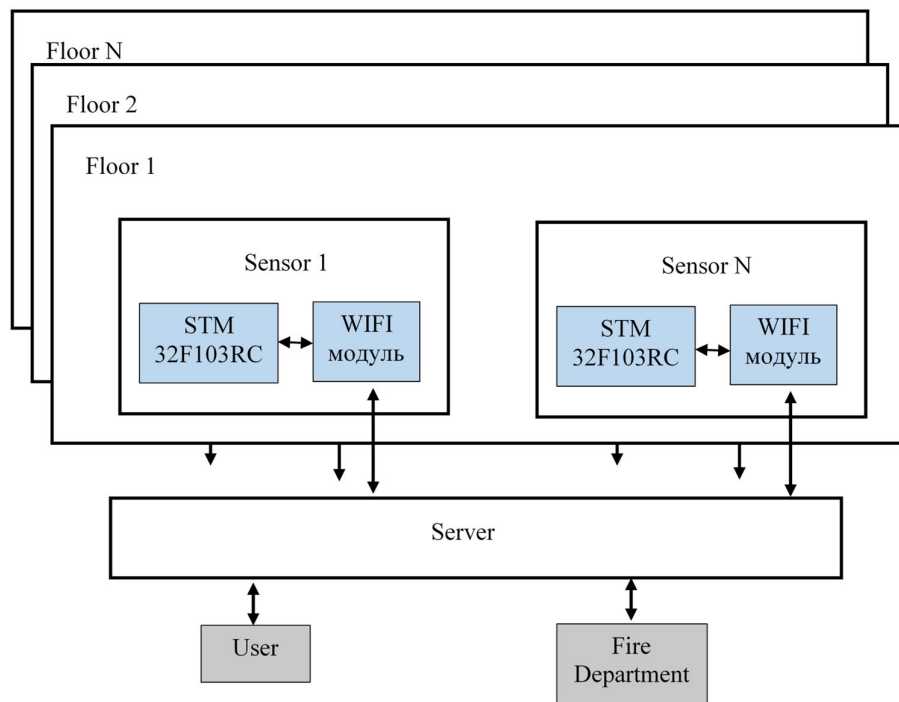


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной системы детектирования дыма

С целью снижения неравномерности чувствительности к видам дыма и, соответственно, для уменьшения процента ошибочного срабатывание системы из-за, наличия в воздухе частиц водяного пара, пыли или табачного дыма в основу работы сенсора положена двухволновая технология детектирования дыма (Dual Optical Detecto) [10]. Предложенная конструкция корпуса датчика и камеры дыма позволила, с одной стороны, минимизировать аэродинамическое сопротивление воздушным потокам, с другой, обеспечивает достаточную проходимость конвекционного потока смеси воздуха и дыма. На рис. 2 показана разработанная 3D модель датчика дыма. Модель разрабатывалась с использованием программного обеспечения Solidworks, что позволило определить ее дизайн и габаритные размеры.

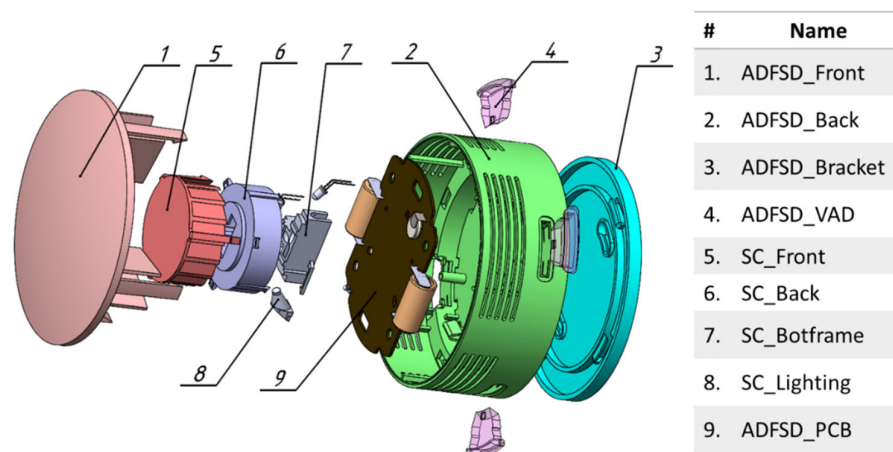


Рис. 2. 3D модель датчика дыма

Элементы датчика печатаются на 3-х мерном принтере из сверхпрочный ABS пластика. Выбор материала обусловлен его непрозрачностью в инфракрасном диапазоне света, что является важным параметром при использовании технологии Dual Optical Detecto.

Электрическая плата, с микроконтроллером STM32F103RC, и WIFI модулем установлено внутри корпуса датчика. За счет наличия дополнительных внутренних перегородок определенной формы, обеспечивается защита электрической платы от попадания на нее дыма. Это позволяет повысить надежность работы системы без снижения ее чувствительности. Выбор STM32F103RC в качестве управляющего элемента обусловлен его дешевизной, сравнительно небольшими габаритными размерами и энергоэффективностью.

WIFI модуль используется для обмена информацией между датчиком и сервером (специально разработанной базой данных). Для обеспечения работоспособности системы и отслеживания текущего состояния сенсоров было выбрано REST архитектурный стиль взаимодействия компонентов.

Сервер обеспечивает поддержку работоспособности всей системы, контроль состояния датчиков, анализ причин срабатывания сенсоров, хранение данных, связь с пользователем и оповещение пожарных служб в случае обнаружения частичек дыма в воздухе. Такой подход позволяет осуществлять мониторинг данных с датчиков в режиме реального времени.

3. Алгоритм работы системы

На рис. 3 показана блок-схема работы автоматизированной системы детектирования дыма. После проверки работоспособности сенсоров система переходит в режим ожидания. В этом режиме происходит постоянный обмен данным между сервером и датчиками системы. Сенсоры продолжают контролировать воздух помещения на наличие различных частиц с последующей их проверкой на соответствие частицам дыма по критерию их размера. В случае обнаружения и идентификации частиц как дым, а также превышения порогового уровня по концентрации частиц, датчики передают информацию на сервер системы и одновременно активируют звуковую сигнализацию.

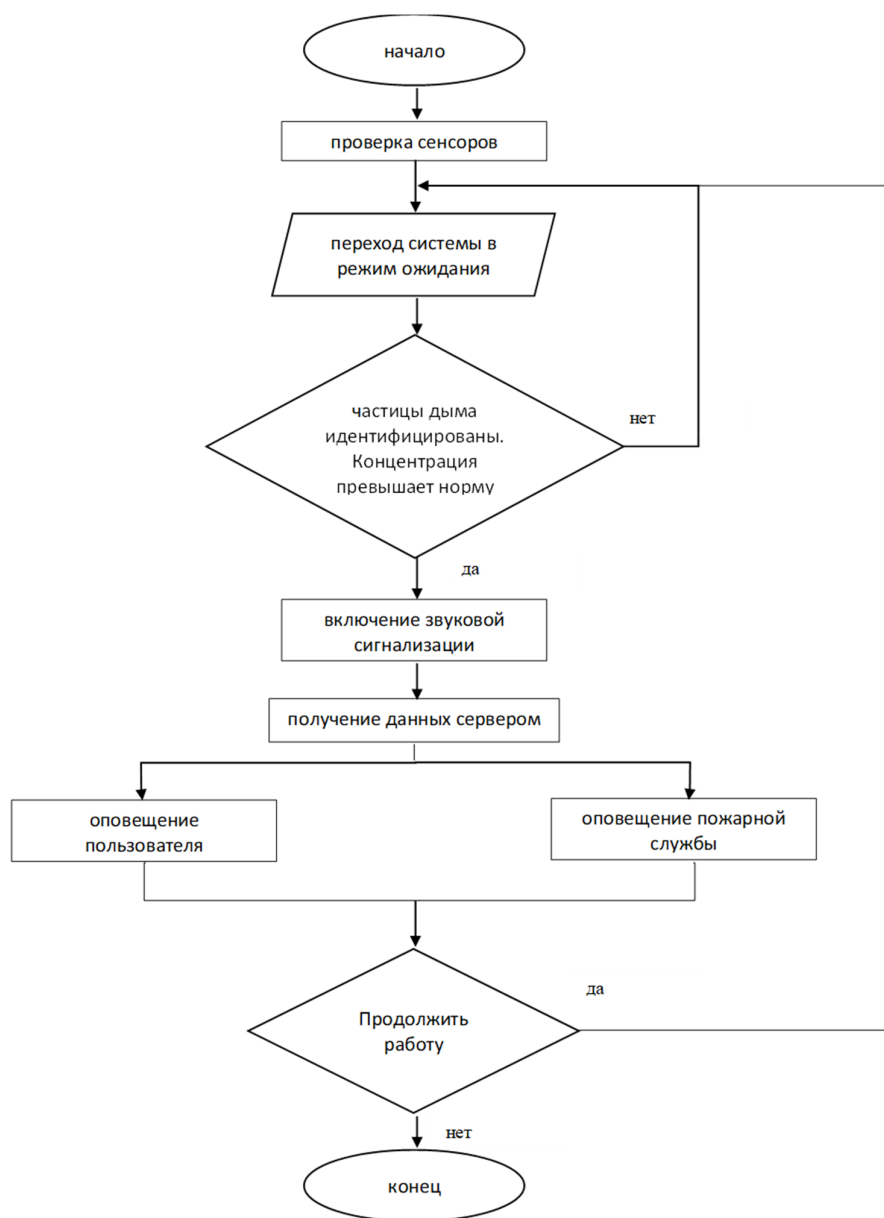


Рис. 3. блок-схема работы автоматизированной системы детектирования дыма

Сервер, после получения данных от сенсора, отправляет сообщение с предупреждением о возникновении пожара пользователю и пожарной охране, что позволяет сократить время приезда соответствующих служб на место возникновения пожара.

4. Выводы

Разработанная автоматизированная беспроводная система детектирования дыма позволяет пользователю отслеживать состояния дыма в помещении в реальном времени с помощью персонального компьютера, ноутбука или мобильного телефона. Кроме того, при обнаружении очага возгорания она автоматически отправляет сигнал на пульт пожарной службы. Реализованная двухволновая концепция работы детектора дыма в сочетании с правильной конструкцией камеры датчика и корпуса позволяет обеспечить надежное обнаружение областей возгорания на основе зависимости интенсивности рассеяния разных длин волн света от размера частиц дыма.

Питание датчика дыма автономное, что позволяет использовать его в помещениях, при проектировании которых не было предусмотрено проведение систем предупреждения пожаров. Использование современной элементной базы и беспроводных технологий передачи данных позволяет существенно снизить инерционность системы. Данная система пригодна для использования, как в жилых помещениях, так и на промышленных предприятиях.

Литература

1. Бібік С. І., Григоренко А. Д. Сучасний стан і рівень пожежної безпеки в Україні. Прикладні науково-технічні дослідження: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (5–7 квіт. 2021 р., м. Івано-Франківськ). Івано-Франківськ, 2021. С. 408–410.
2. <https://ctif.org/world-fire-statistics>
3. M. D. Stephenson, “Automatic Fire-Detection Systems”, International Journal of Electronics & Power, vol. 31, pp. 239-243, Mar 1985.
4. H. Azmi, N. A. Shuaib, M. F. Ghazali, Z. Shayfull and M. Z. M. Zain, “Fire Alarm System, Portable Fire Extinguisher and Hose Real System Maintenances for Satefy Purpose and Requirement,” National Symposium on Advancement in Ergonomics and Safety (ERGOSYM), pp. 184-197, 1-2 Dec. 2009.
5. Fixed firefighting system - Automatic sprinkler system-design, installation and maintenance. Department of Standards Malaysia, 2006.
6. Fire protection-general product catalog.” Safer Smarter Tyco. pp.1-100.
7. V. Rajput, et al., “Low Cost Fire Alarm System with Sprinkler,” International Journal of Advanced Research in Computer Science, vol. 8, pp. 607-609, May 2017.
8. M. M. Hasan and M. A. Razzak, “An Automatic Fire Detection and Warning System under Home Video Surveillance,” 2016 IEEE 12th International Colloquium on Signal Processing and its Application (CSPA 2016), pp. 258-262, Mar 2016.
9. M. S. Bahrudin, et al., “Development of Fire alarm system using Raspberry Pi and Arduino Uno,” 2013 International Conference on Electrical, Electronic and System Engineering (ICEESE 2013), pp. 43-48, Dec 2013.
10. Сулим Т. “Двухдиапазонные дымовые извещатели. Новый уровень точности обнаружения.” Алгоритм безопасности, №5, 2014.