

С. Г. ЕМЕЛЬЯНОВ, М. И. ТРУФАНОВ, Д. В. ТИТОВ

## БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОЧАГА ВОЗГОРАНИЯ

Представлен принцип функционирования, рассмотрена структурно-функциональная организация системы технического зрения для своевременного выявления очага возгорания по первичным признакам пламени контролируемой территории.

*Ключевые слова:* система технического зрения, возгорание, обнаружение.

**Введение.** В настоящее время за рубежом активно развиваются оптико-электронные средства дистанционного обнаружения очагов возгорания, предназначенные для предотвращения пожаров. В России подобные средства практически не развиваются в направлении совершенствования принципа функционирования, повышения своевременности обнаружения открытого пламени и снижения вероятности ложных тревог.

Анализ научно-технической литературы, посвященной средствам обнаружения пожаров, показал, что большинство разрабатываемых оптико-электронных устройств пожарной сигнализации работает по принципу обнаружения пламени как источника яркого оптического излучения в инфракрасном диапазоне посредством одного или нескольких одноэлементных приемников излучения [1, 2]. В последнее десятилетие применяют матричные приемники изображения для обнаружения и определения местоположения очага возгорания. Основным недостатком большинства устройств на основе как одноэлементных приемников излучения, так и матричных приемников изображения является возможность обнаружения факта возникновения пламени только после существенного развития возгорания, что практически исключает своевременное выявление пожара. Кроме того, существующим датчикам и системам раннего обнаружения возгорания свойствен достаточно высокий уровень ложных тревог, а системы, характеризующиеся низким уровнем ложных тревог, обладают длительным временем срабатывания. Отдельно следует отметить отсутствие в таких системах средств для определения пространственного положения очага возгорания.

В этой связи актуальной задачей является разработка системы технического зрения (СТЗ), предназначенной для обнаружения пламени в первые секунды после его возникновения, основанной на анализе контролируемого участка пространства с нескольких точек наблюдения для реализации трехмерного восприятия и оценки объемных характеристик пламени на основе характерных признаков изображения открытого огня. В СТЗ используются несколько матричных приемников изображения оптического и ближнего инфракрасного диапазона.

Таким образом, представленный способ обнаружения пламени предполагает

- установку и ориентацию приемников изображения (ПИ),
- калибровку взаимного положения ПИ,
- непрерывное наблюдение области контроля СТЗ,
- анализ яркости и цветности поступающих изображений,
- формирование предположения об обнаружении пламени на изображениях,
- подтверждение обнаружения пламени,
- оценку объема пламени и скорости его распространения,
- определение пространственных координат пламени.

**Структурно-функциональная организация системы технического зрения.** Предлагаемая СТЗ обнаружения и определения характеристик очага возгорания состоит из анализирующего блока, приемников изображений ПИ1—ПИ4 со встроенными приемопередатчиками, радиоприемного устройства (РПУ), приемопередатчика WiFi для связи [3]. Анализирующий блок содержит следующие блоки: ввода изображения (БВИ), обнаружения, ОЗУ, трехмерного анализа, распознавания (рис. 1).

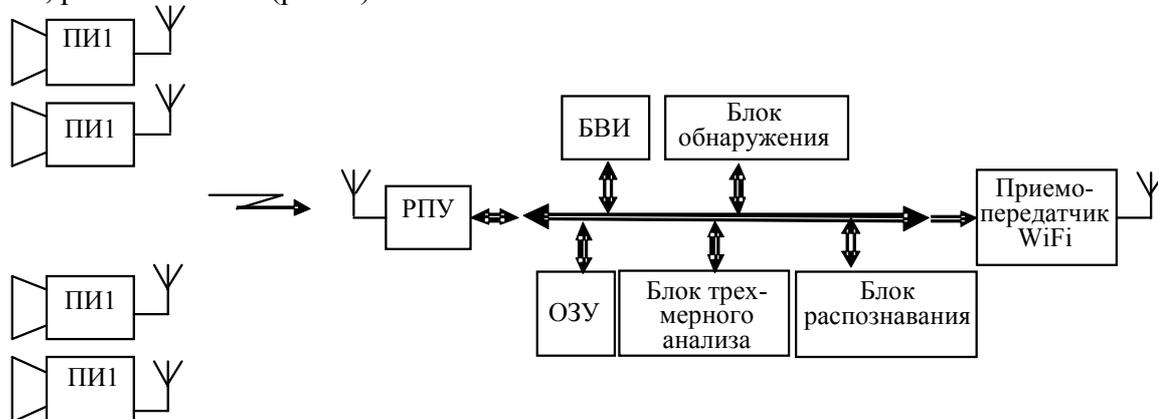


Рис. 1

Приемники изображения устанавливаются следующим образом: ПИ1 и ПИ2 размещают как можно ближе друг к другу, ориентируют их главные оптические оси взаимно параллельно и направляют в центр области контроля; ПИ3 и ПИ4 также размещают как можно ближе друг к другу, но на некотором удалении от ПИ1 и ПИ2. Подобное размещение необходимо для реализации бинокулярной СТЗ с различной чувствительностью видеокамер. Таким образом, с одной стороны, обеспечивается возможность определения трехмерных координат пламени, а с другой — за счет различной чувствительности возможно получать изображения в широком динамическом диапазоне яркостей рабочей сцены.

Изображение рабочей сцены поступает на вход блока, анализирующего изображение на предмет обнаружения периодически или случайно изменяющихся во времени областей яркости и цветности. Блок обнаружения выполняет сравнение двух последовательных кадров изображения по яркости и по цветности изображения. Области с изменяющейся в течение нескольких кадров изображения яркостью и цветностью помечаются для дальнейшего анализа. Блок трехмерного анализа получает координаты (по осям  $x$  и  $y$ ) помеченных областей изображения и рассчитывает их пространственные координаты.

На заключительной стадии обработки изображения выполняется распознавание пламени, анализируются частота изменения яркости, частота и амплитуда изменения цвета, объем и яркость предположительной области пламени и яркость фона. В случае соответствия указанных параметров эталонному описанию признаков пламени блок распознавания принимает решение о возникновении пожара и приемопередатчик WiFi по каналу связи передает данный признак в вышестоящую систему.

Далее блок распознавания анализирует скорость увеличения объема огня. Для этого выполняется анализ динамики изменения объема пламени, и в случае превышения скорости увеличения объема пламени заданной блок формирует дополнительный сигнал тревоги. Входящие в состав анализируемого блока модули реализованы на базе модульной архитектуры [4] с использованием программируемых логических интегральных схем [5].

Для экспериментальной проверки разработанной СТЗ создан макет, состоящий из персонального компьютера и четырех цифровых видеокамер, спектральная чувствительность которых соответствует видимому и ближнему инфракрасному диапазонам. Видеокамеры попарно закреплены в углах помещения размером  $3 \times 5$  м, в котором расположен очаг возгорания, и ориентированы на центр помещения (рис. 2). Предварительные результаты экспериментальных

исследований позволили установить, что время обнаружения возгорания составляет  $0,7 \pm 0,2$  с, время окончательного подтверждения возгорания, определения объема и пространственного положения пламени —  $1,2 \pm 0,34$  с, пространственные координаты центра очага возгорания определены с точностью 0,05 м при расстоянии от видеокамер до очага 3,5 м.



Рис. 2

В отличие от аналогов система быстро реагирует на возгорание и обеспечивает определение пространственных координат пламени. Использование полученных трехмерных координат пламени позволяет автоматически включить систему пожаротушения непосредственно в области очага пламени.

Работа поддержана грантом МК-6351.2010.9, грантом ФЦП (Госконтракт П1006 от 27 мая 2010 г.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент № 2393544 РФ, G08B. Способ и устройство обнаружения пламени / *Чар Хао-Тин* и др. Заявл. 20.06.09; опубл. 27.06.10. 24 с.
2. Патент № 5720604 США, F23N. Flame detection system / *Kelly D.* и др. Заявл. 15.10.96; опубл. 24.02.98. 16 с.
3. *Гридин В. Н., Титов В. С., Труфанов М. И.* Адаптивные системы технического зрения. М.: Наука, 2009. 441 с.
4. *Сизов А. С., Титов Д. В., Труфанов М. И.* Модульная встраиваемая интеллектуальная оптико-электронная система видеонаблюдения // Изв. вузов. Приборостроение. 2010. Т. 53, № 9. С. 52—57.
5. *Титов В. С., Труфанов М. И.* Аппаратно-ориентированные алгоритмы и устройства обработки изображений на ПЛИС для распознающих систем технического зрения // Датчики и системы. 2009. № 8. С. 72—75.

**Сведения об авторах**

- Сергей Геннадьевич Емельянов** — д-р техн. наук, профессор; Юго-Западный государственный университет, кафедра машиностроительных технологий и оборудования, Курск
- Максим Игоревич Труфанов** — канд. техн. наук, доцент; Юго-Западный государственный университет, кафедра вычислительной техники, Курск;  
E-mail: temp1202@mail.ru
- Дмитрий Витальевич Титов** — аспирант; Юго-Западный государственный университет, кафедра вычислительной техники, Курск; E-mail: amazing2004@inbox.ru

Рекомендована Юго-Западным  
государственным университетом

Поступила в редакцию  
24.10.11 г.