

УДК 621.383.8

СОВМЕЩЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСРЕДСТВОМ МАТРИЧНЫХ ПРИБОРОВ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ

© А.Н. Ветров, И.Ю. Артюхин, В.Ю. Ошурков,
Гахзар Мохаммед Абдуллах

Ключевые слова: телевизионная система; инфракрасное изображение; тепловой фон; матричный прибор с зарядовой связью.

Предлагается, моделируется и практически реализуется инновационный метод поиска пострадавших в завалах при обрушениях строительных конструкций, основанный на совместном использовании телевизионной и тепловизионной камер с построением единого изображения. Совмещение изображений, их обработки и приведение к единому стандарту разложения по частоте смены кадров и количеству строк в кадре реализуется на базе матричных приборов с зарядовой связью.

ВВЕДЕНИЕ

Визуальные системы поиска являются телевизионными и предназначены для поиска пострадавших людей в завалах различного рода при катастрофах, дистанционного осмотра образованных полостей, определения состояния пострадавших путем их осмотра и беседы с ними, обследования обрушенной конструкции для выбора оптимальной технологии ее разбора [1].

Для модернизации указанной системы с целью повышения эффективности ее работы предлагается совместить телевизионную и тепловизионную камеры обзора. Рациональность такого комплексирования поисковой системы обусловлена следующими соображениями. Существенные сложности при анализе изображений в оптическом диапазоне представляют низкая различимость объектов в условиях атмосферных осадков, тумана, задымленности и пылевых завесах. Поэтому телевизионная система поиска не способна эффективно обнаруживать пострадавших в условиях задымленности или запыленности полости завала, а также в случае, если пострадавший находится под слоем пыли или обломков обрушенной конструкции [2].

В то же время изображения в инфракрасном (ИК) диапазоне обладают свойством выделять объекты с достаточной различимостью в этих же условиях [3–4].

В реальных условиях на экран монитора системы поиска можно будет выводить видео или тепловизионное изображения по выбору оператора, при этом они должны быть совмещены по масштабу и границам. Но в начале работы с комплексированной системой в реальной ситуации предлагается на экран монитора выводить видеоизображение. Обосновано это тем обстоятельством, что в видимом диапазоне наблюдения (в отличие от ИК) оператор способен обнаруживать объекты с пятнами крови, обрывки одежды и останки людей. На это изображение накладывается сегментированное ИК изображение. Сегменты ИК изображения должны выделяться по заданному тепловому контрасту

относительно усредненного общего теплового фона данного изображения.

Для этого сигнал ИК изображения будет поступать в узел автоматической обработки, находящийся в блоке монитора. Задачей этого узла является обнаружение заданного уровня теплового контраста на общем тепловом фоне и выделение контрастирующих сегментов. Далее эти сегменты формируются в отдельное ИК изображение, которое накладывается на телевизионное изображение в виде, например, пульсирующего яркостного пятна на соответствующем фрагменте последнего, что свидетельствует о возможном существовании пострадавшего.

Модель выделения теплового контраста в ИК изображении на общем тепловом фоне представлена на рис. 1.

Тепловизионное изображение в общем виде можно описать в виде непрерывной поверхности $f(x, y)$, отображающей температуру в каждой точке с координатами x и y . Искомый объект обладает следующими параметрами: $t_{\min}$ – минимальная температура объекта; $t_{\max}$ – максимальная температура объекта.

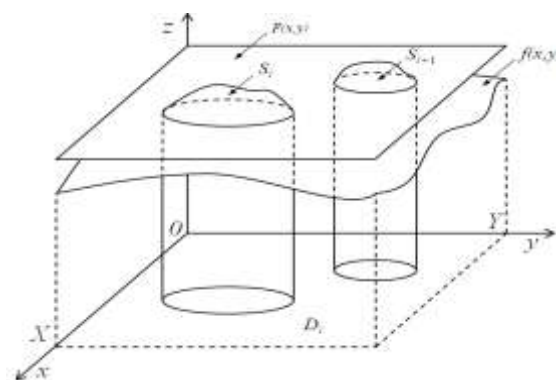


Рис. 1. Модель выделения теплового контраста

Температурный фон определяется следующим условием:

$$t_{\text{фона}} = \begin{cases} t_{\min}, & \text{если } t_{\min} \geq t_{\text{среды}}, \\ t_{\text{среды}}, & \text{если } t_{\min} < t_{\text{среды}}, \end{cases}$$

где $t_{\text{среды}}$ – температура окружающей среды.

Интеграл функции $f(x, y)$ по области D_i кадра ИК изображения определяет уровень постоянной составляющей $F(x, y)$ двумерного сигнала, которая является усредненным тепловым фоном:

$$F(x, y) = \iint_{D_i} f(x, y) dx dy.$$

Разность функций исходного изображения и его постоянной составляющей даст выделение сегментов S (рис. 1). Выделенные сегменты в изображении являются температурным превышением (контрастом) на общем тепловом фоне.

Предлагается решение этой задачи на матричных приборах с зарядовой связью (МПЗС). Узел обработки на базе МПЗС в виде малогабаритного субблока встраивается в существующий монитор поисковой системы. Более того, выбор элементной базы МПЗС обусловлен также следующим – современные мобильные малогабаритные тепловизионные системы в своем большинстве имеют отличные от телевизионного стандарты разложения изображений [5]. Тогда при выводе на общий монитор системы поиска видео и тепловизионного изображений возникает задача совмещения стандартов развертки этих изображений по частоте смены кадров и количеству строк в кадре.

Задача преобразования стандартов разложения изображений будет решаться на тех же задействованных в узле обработки МПЗС и обеспечит реализацию пространственно-временной интерполяции изображений [6]. Разработанная методика позволяет преобразовывать стандарты развертки исходных изображений по частоте смены кадров и количеству строк в кадре при малых аппаратных и энергетических затратах в реальном масштабе времени.

На рис. 2 представлена модель преобразования стандартов разложения изображений.

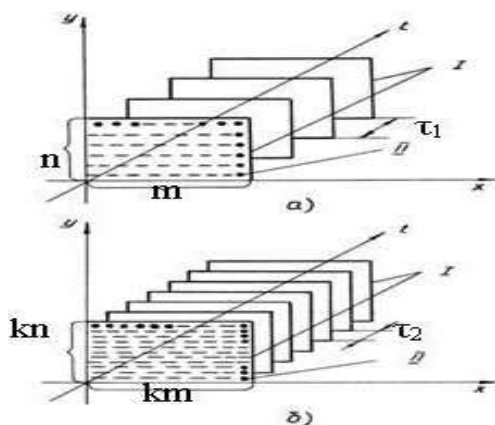


Рис. 2. Модель преобразования стандартов разложения изображения

Последовательность записи входных кадров в матричные ПЗС блока памяти определяются по следующей методике.

1. По знаменателю дробной части числа, полученного от $F_{\text{вых}}/F_{\text{вх}}$, определяется период цикла записи входных кадров, т. е. этот период равен n входным кадрам.

2. Месту каждого кадра в найденном цикле присваивают разряд двоичного кода (младший разряд справа).

3. Расстановка входных кадров в $(P+1)$ -й матрице определяется по числу λ , записанному в двоичном коде. Число λ получают из следующих выражений:

$$\lambda = \frac{2^n - 1}{3}, \text{ если } n - \text{четное число};$$

$$\lambda = \frac{2^n + 1}{3}, \text{ если } n - \text{нечетное число}.$$

Приведенные выражения получены путем анализа результатов моделирования процедуры временной интерполяции кадров изображения для типовых ситуаций.

4. Число λ в двоичном коде записывают в соответствии с разрядностью найденного цикла.

Таким образом, получают расстановку кадров в $(P+1)$ -й матрице в каждом цикле записи, т. е. там, где присутствует логическая единица, кадр записывается, где логический ноль – кадр не записывается.

Поскольку в $(P+1)$ -ю матрицу в каждом цикле записи вводится более одного кадра, то в P -ю матрицу будут вводиться не все входные кадры.

5. Расстановка кадров в P -й матрице производится по следующему правилу: поразрядная сумма цифр во всех разрядах двоичного кода P -й и $(P+1)$ -й матриц должна быть равна нулю.

6. Для остальных матриц блока памяти во всех разрядах цикла должны быть единицы, т. е. каждый входной кадр в эти матрицы записывается.

7. При любом n первый кадр записывается во все матрицы, а далее идут циклы записи.

Для примера, иллюстрирующего приведенный выше метод, рассмотрим 2 варианта:

$$\text{вариант А – когда } \frac{F_{\text{вых}}}{F_{\text{вх}}} = 1 \frac{1}{4};$$

$$\text{вариант Б – когда } \frac{F_{\text{вых}}}{F_{\text{вх}}} = 2 \frac{1}{3}.$$

По приведенной методике расстановка кадров в матрицах блока памяти для варианта А:

$$\begin{array}{c} \begin{array}{c|c} 1 & 1011 \\ 1 & 0101 \end{array} \quad \begin{array}{c} P\text{-я матрица} \\ (P+1)\text{-я матрица} \end{array} \quad \begin{array}{c} \leftarrow \\ \rightarrow \end{array} \\ \downarrow \\ \text{цикл записи} \end{array} \quad \begin{array}{c} P=1; n=4; \lambda=5. \end{array}$$

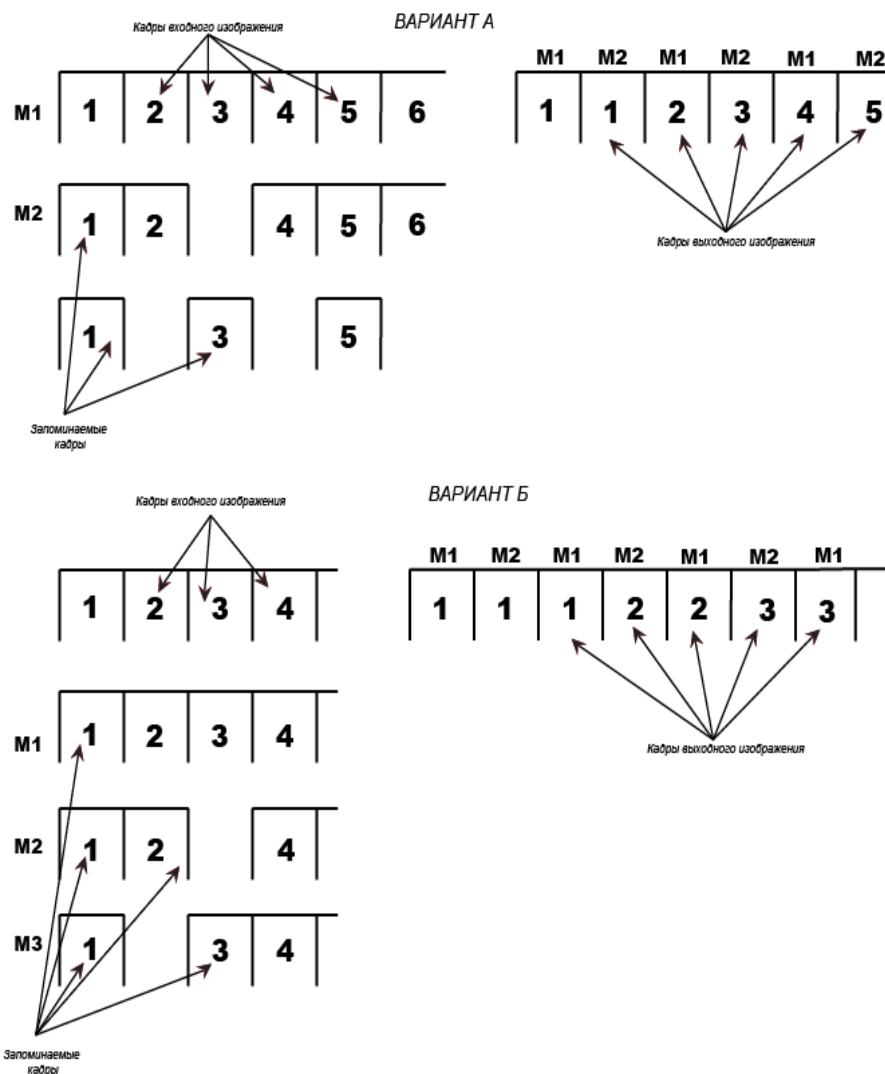


Рис. 3. Временные диаграммы, иллюстрирующие 2 случая: а) соотношение частот = $1 + 1/4$; б) соотношение частот = $2 + 1/3$

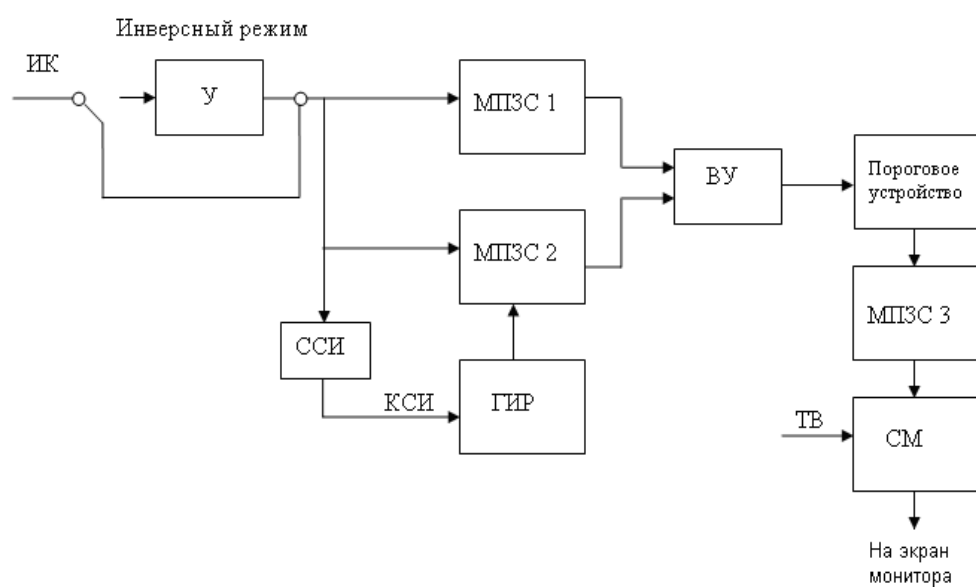


Рис. 4. Структура устройства выявления сегмента теплового контраста

Расстановка кадров для варианта Б:

$$\begin{array}{l} P = 2 \quad 1 \quad \left| \begin{array}{c} 111 \\ 101 \\ 011 \end{array} \right| \quad (P-1) \text{ — я матрица} \\ n = 3 \quad 1 \quad \left| \begin{array}{c} 101 \\ 011 \end{array} \right| \quad P \text{ — я матрица} \\ \lambda = 3 \quad 1 \quad \left| \begin{array}{c} 011 \end{array} \right| \quad (P+1) \text{ — я матрица.} \end{array}$$

Временные диаграммы, иллюстрирующие рассмотренные случаи, приведены на рис. 3.

Структурная схема устройства на базе МПЗС, реализующего операцию выделения сегментов контрастирующих фрагментов по отношению к тепловому фону ИК изображения, приведена на рис. 4. Преобразование стандартов разложения изображений реализуется на этих же МПЗС.

Устройство состоит из: инвертирующего усилителя (У), матричных приборов с зарядовой связью (МПЗС 1, МПЗС 2, МПЗС 3), селектора синхроимпульсов (ССИ), генератора импульсов растекания (ГИР), вычитающего устройства (ВУ), порогового устройства (ПУ), смесителя (См), монитора (М).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предлагаемая модернизация поисковой системы должна обеспечить более широкие ее возможности без существенного изменения конструкции, габаритов и веса монитора системы благодаря многофункциональному использованию матричных приборов с зарядовой связью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система 1К (Поиск по кабельному каналу). URL: www.oborudunion.ru/.../sistema-1k-poisk-po-kabelnomu-kanalu.html. Загл. с экрана.
2. Ковалев А.В., Федчишин В.Г., Щербаков М.И. Тепловидение сегодня // Специальная техника. 1999. № 3. С. 13-18; 1999. № 4. С. 19-23.
3. Криксунов Л.З., Падалко Г.А. Тепловизоры: справочник. Киев: Техника, 1987.
4. Техническое зрение в системах управления мобильными объектами — 2010: труды научно-технической конференции-семинара. Вып. 4 / под ред. Р.Р. Назирова. М.: КДУ, 2011. 328 с.
5. Датчики присутствия от компании Theben HTS. URL: <http://www.kapro.ua/articles/35/>. Загл. с экрана.
6. Авторское свидетельство СССР № 1631747 Н 04 N 7/01. 1991. Бюл. № 8.

Поступила в редакцию 15 мая 2013 г.

Vetrov A.N., Artyukhin I.Y., Oshurkov V.Y., Gakhzar Mokhammad Abdullakh. IMAGES COMBINING BY MATRIX CHARGE-COUPLED DEVICES

An innovative method of searching for victims in the rubble in the collapse of building structures, based on the combined use of television and thermal imaging cameras with the construction of a single image is proposed, modeled and practically implemented. The combination of images, processing, and conversion to a single standard expansion in frame rate and number of lines per frame is realized on the basis of matrix charge-coupled device

Key words: television system; infrared image; thermal background; matrix charge-coupled device.