

Математичні моделі й методи в системах автоматизованого управління, проектування та наукових дослідженнях

УДК 681.784

С.В. Павлов, д-р техн. наук, проф.,
А.Н. Романюк, д-р техн. наук, проф.,
Л.Г. Коваль, канд. техн. наук, доц.
Е.Л. Лаугс, соискатель
Винницький національний технічний університет, г. Вінниця, Україна
klg@ua.fm

Опτικο-електронна технологія для оперативного визначення функціонального стану людини

В статті розглянуто ще одне напрямлення проектування оптико-електронних технологій: оптико-електронні термографічні технології. Приведено опис термосканера на основі ІК-матриці, його технічні характеристики, області застосування.

Ключові слова: оптико-електронні технології, термографія, термосканер, ІК-матриця, запалювальний процес, діагностика.

Введення

Одно из направлений использования оптико-електронных технологий – это дистанционное определение температуры тела человека-оператора, с возможностью ее дальнейшей обработки и определения соответствующих изменений в функциональном состоянии, позволяет определенным образом осуществить терморегуляцию вышеупомянутого человека-оператора.

Появление ИК-матриц совершило своеобразную революцию в проектировании тепловизионной техники и привело к появлению нового класса тепловизоров – бесконтактных дистанционных термографов или термосканеров.

Одной из наиболее распространенных нозологий у студентов являются воспалительные, простудные и прочие заболевания как внутренних, так и наружных органов человека. Особо острой является проблема ранней диагностики и локализации очага воспалительного процесса на том этапе его развития, когда внешние признаки еще отсутствуют. Диагностировать указанные нозологии можно, используя технологию, в основе которой используют бесконтактный термограф.

Описание

Структурная схема бесконтактного термографа показана на рис. 1.

Основой термографа является матрица 2 ИК-приемников типа MLX 90620, имеющая 16x4 пикселей фирмы Melexis [2, 3]. Матрица оснащена системой термостабилизации 3, и управляется двумя сервоприводами. Усиленный выходной сигнал матрицы после предварительного усилите-

ля 4 поступает на мультиплексор 5, затем на аналоговый 6 и цифровой 8 корректоры неоднородности сигналов. Выходной сигнал корректора 8 поступает на вход еще одного корректора 9 – предназначенного для блокирования неработающих пикселей в конечном изображении, получаемом с матрицы 2. Окончательное формирование изображения происходит в блоке 10, в состав которого входит специализированный МП для обработки видеосигналов, а его представление на экране ЖК монитора 11. В состав термографа входят также ИК объектив 1, тактовый генератор 14 и специализированное программное обеспечение.

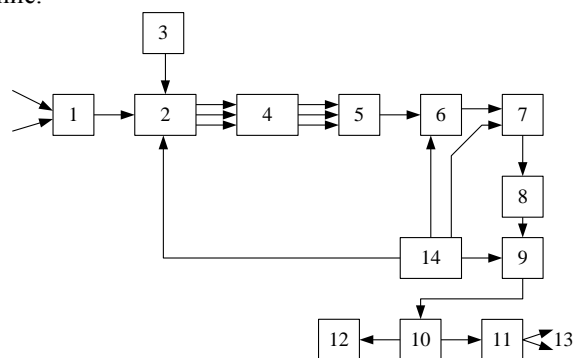


Рисунок 1 - Структурная схема термографа бесконтактного

Известно, что различные материалы имеют разную излучательную (эмиссионную) способность. В ИК термометрах и термографах используют лучевой поток между чувствительными элементами сенсора и объектом измерения, опреде-

ляемый как функция преобразования бесконтактного термографа по такой формуле

$$q = E_1 \cdot \alpha_1 \cdot (T_1^4) \cdot \sigma \cdot A_1 \cdot F_{a-b} - E_2 \cdot (T_2^4) \cdot \sigma \cdot A_2 \quad (1)$$

где E_1, E_2 – коэффициенты излучения двух объектов;

α_1 – коэффициент поглощения сенсора;

σ – постоянная Стефана-Больцмана;

A_1 и A_2 – поверхностные площади, включающие в себя тепловое излучение;

F_{a-b} – форм-фактор;

T_1 и T_2 – соответственно, температуры матрицы сенсоров и объекта.

Выходной сигнал ИК-сенсора определяется относительно температуры холодного слоя (датчика или пикселя). Поскольку надо знать температуру всей матрицы сенсора, то ее можно определить как последовательность температур объекта, «видимых» каждым отдельным пикселем [2, 3].

Тогда температуру сенсора T_a можно определить, используя следующую формулу:

$$T_a = \frac{-K_{T1} + \sqrt{K_{T1}^2 - 4K_{T2} [V_{TH}(25) - PTAT - data]}}{2K_{T2}} + 25, [^\circ C] \quad (2)$$

где

$$V_{TH}(25) = 256 \cdot V_{TH_H} + V_{TH_L}, \quad (3)$$

$$K_{T1} = \frac{256 \cdot K_{T1_H} + K_{T1_L}}{2^{10}}, \quad (4)$$

$$K_{T2} = \frac{256 \cdot K_{T2_H} + K_{T2_L}}{2^{20}} \quad (5)$$

MLX90620 является полностью откалиброванной ИК матрицей размером 16x4 пикселей. Она содержит 2 микросхемы в одном корпусе: MLX90670 (ИК массив с сигнальным процессором) и 24AA02 (256x8 EEPROM), а также цифровой фильтр и интерфейс I²C (рис. 2.) [2, 3].

MLX90620 содержит 64 ИК пикселя (датчика) с низкошумовым стабилизированным усилителем и первым интегрирующим АЦП.

PTAT-Сенсор предназначен для измерения окружающей температуры. Данные с выходов обоих сенсоров (ИК и PTAT) записываются во встроенную память и могут быть доступными через интерфейс I²C.

Результаты ИК измерений датчика хранятся в оперативной памяти:

– 16-битный результат ИК измерения для каждого отдельного датчика (пикселя) (64 слов); – 16-битный результат датчика PTAT [2, 3].

В зависимости от применения, внешний микроконтроллер может считывать различные данные RAM, и на основе калибровочных данных, сохраненных в памяти EEPROM, компенсировать разницу между датчиками, чтобы построить тепловое изображение или вычислить температуру в каждой точке из отображаемого кадра.

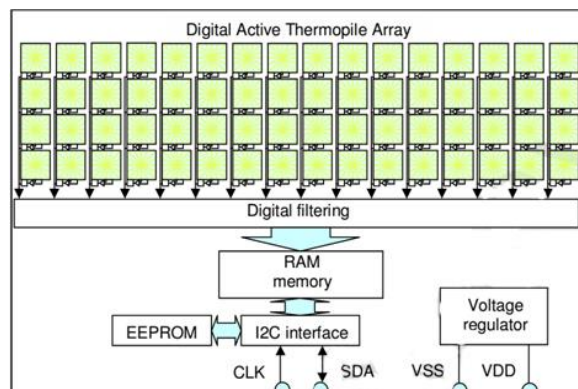


Рисунок 2 - Обобщенная структура пиродатчика MLX90620 [2, 3]

Эти константы доступны пользователю через шину I²C и используются для внешней постобработки тепловых данных [2, 3].

В приборе применяется два сервопривода типа FS90 для перемещения MLX90620 по вертикали и горизонтали, контроллер ATMEGA 8 – для обработки сигналов и для передачи данных в ПК, описанный выше модуль бесконтактного датчика температуры MLX90620 (рис. 3.) [2, 3].

При проектировании бесконтактных термографов можно использовать и другие типы программируемых микроконтроллеров: Raspberry Pi, Arduino, Intel Galileo [3]. Рекомендуется также в качестве опорной конструкции использовать девайс IR-Blue RHWorkshop Melexis MLX90620, подключенный к плате с Bluetooth. Наиболее перспективным сегодня является комбинация Raspberry Pi и Arduino [3], включающая в себя такие компоненты: микроконтроллеры Raspberry Pi mode B и Arduino Uno; сервоприводы FS90 (2 шт) с кронштейнами 9 gservo bracket; веб-камеру RaspICam; сенсор 16x4 Melexis MLX90620 в составе девайса IR-Blue.

Микроконтроллер Raspberry Pi обеспечивает: общее управление термографом; получение команд от серверов; получение видеосигналов от RaspICam; взаимодействия с МК Arduino Uno (Java приложение) [4].

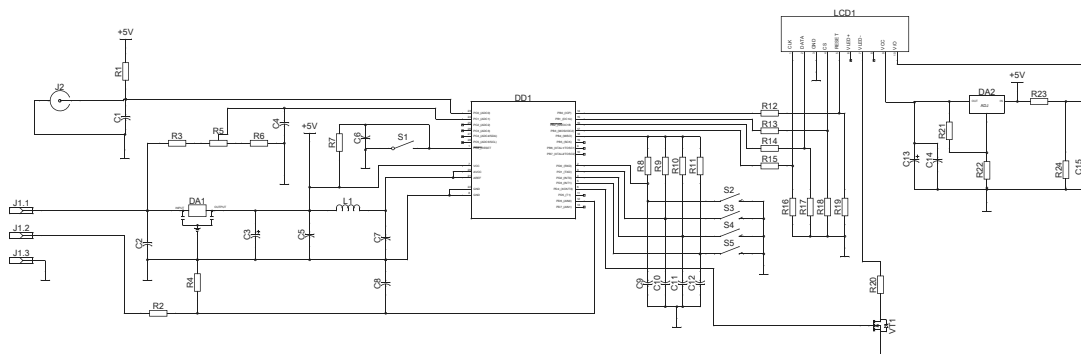


Рисунок 3 - Принципиальная схема модуля дистанционного измерителя температуры [2, 3]

Микроконтроллер Arduino Uno выполняет следующие функции: управление сервоприво-

дами; считывание данных с ИК-сенсора MLX90620; связь через интерфейс RS-232.

Заключение

Таким образом, внедрение оптико-электронной технологии определения функционального состояния человека обеспечивает его

оценку и диагностику относительно наличия воспалительных процессов в организме, что обеспечивает их локализацию на ранних стадиях проявления.

Список использованной литературы

1. Злепко С.М. Психофізіологічні аспекти оцінювання і корекції ФС людини-оператора за допомогою оптикоелектронних технологій / С.М. Злепко, С.В. Павлов, А.П. Моторний // Оптикоелектронні інформаційні технології «Фотоніка – ОДС 2010»: збірник тех. доповідей V міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 28–30 вересня 2010 р. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – С. 133.
2. Описание микросхемы MLX90620 фирмы MELENIX [Электронный ресурс]. – Режим доступа : wiki.raspberrytorte.com/index.php
3. "Raspberry Pi" – Умные устройства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : devictor.ru/search?=Raspberry+Pi.
4. Самодельный телевизор на базе микроконтроллера Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: habrahabr.ru/post/172947.

Надійшла до редакції 10.09.2015

С.В. ПАВЛОВ, Л.Г. КОВАЛЬ, Е.Л. ЛАУГС

Вінницький національний технічний університет

ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

У статті розглянуто ще один напрям проектування оптико-електронних технологій: оптико-електронні термографічні технології. Наведено опис термосканера на основі ІЧ-матриці, його технічні характеристики, області застосування.

Ключові слова: оптико-електронні технології, термографія, термосканер, ІЧ-матриця, запальний процес, діагностика.

S.V. PAVLOV, L.G. KOVAL, E.L. LAUGS

Vinnitsia National Technical University

OPTO-ELECTRONIC TECHNOLOGY FOR RAPID DEFINITION OF HUMAN FUNCTIONAL STATE

The article considers one particular direction of optoelectronic technologies design: optoelectronic thermographic technology. The paper includes the description of thermal scanner based on infrared matrix, its technical characteristics and spheres of application.

Keywords: optoelectronic technology, thermography, termal scanner, infrared matrix, inflammatory process, diagnostics.