

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

А. Г. Кириллов, В. Н. Сакевич

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВИДЕОКОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИБОРНЫХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

УО «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Автомобильная приборная панель (консоль, щиток приборов) является средством отображения визуальной информации и воспроизведения аудиоинформации о состоянии систем автомобиля; измерения параметров движения и параметров состояния двигателя, агрегатов и систем в рабочих режимах; контроля и диагностики неисправностей и критических режимов. Приборная панель должна удовлетворять свойствам информативности, функциональности (юзабилити) и эргономичности. Современные направления в совершенствовании приборных панелей: широкое использование человеко-машинного интерфейса (HMI) и системы автоматических голосовых сообщений (IVR), расширение функциональности приборной панели для реализации не присущих ей прежде функций: развлечения (плеер, телевидение); отопления, вентиляции и кондиционирования (HVAC); защиты от несанкционированного доступа; управления посредством мобильных приложений; автоматической парковки; тахографа и др. Современные системы управления автомобилем могут оснащаться телематическим комплексом, который включает систему глобального позиционирования (GPS), внешний интерфейс для мобильной связи (GSM, WiFi), связь с сервером геоинформационной системы (GIS).

Возрастание сложности программной и аппаратной части приборной панели приводит к увеличению продолжительности цикла ее контроля и диагностики в серийном производстве. Время, затрачиваемое оператором для окончательной проверки работоспособности только светодиодных индикаторов, дисплея и стрелочных указателей, является продолжительным и не исключает ошибок. Значительная доля труда оператора в процессе проверки приборных панелей повышает их себестоимость, а ошибки могут привести к значительным издержкам по рекламациям. Приборная панель (рис. 1) содержит ряд светодиодных индикаторов различных цветов для информирования о состоянии внешних световых приборов, режима работы коробки передач, тормозной системы, системы охлаждения двигателя, заряда аккумуляторной батареи, антиблокировочной системы (ABS), электронной системы управления (ЭСУ), электрофакельного устройства (ЭФУ), контроля предельной установленной скорости.

Для выходного контроля качества изготовления приборных панелей разработан программно-аппаратный комплекс [1], структура которого представлена на рис. 2.

Аппаратная часть реализована посредством ЭВМ, конвертера USB-CAN интерфейса; электронного комбинированного блока, состоящего из блока питания и устройства управления; блока видеонаблюдения приборной панели. Обмен данными между приборной панелью, узлами и устройствами автомобиля осуществляется распределенной компьютерной системой посредством локальной сети контроллеров (CAN). Программное обеспечение автоматизированной системы видеоконтроля качества изготовления приборной панели обеспечивает интерактивный ввод данных и реализовано в виде исполняемого файла в операционной системе Windows.

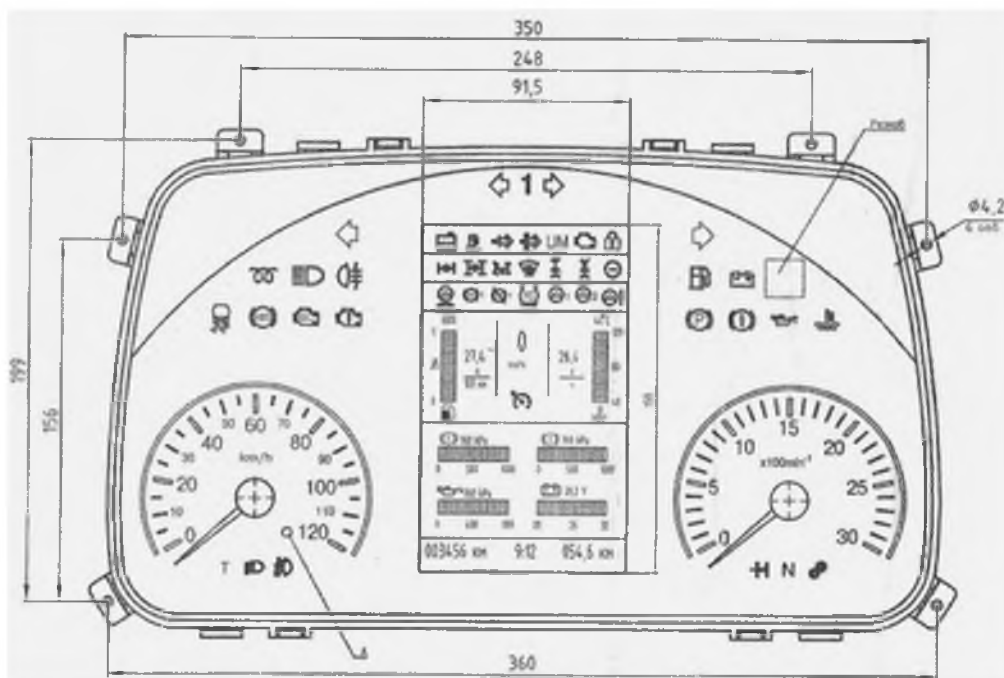


Рис. 1. Внешний вид приборной панели



Рис. 2. Схема программно-аппаратного комплекса

Поверка прибора осуществляется в три этапа: проверка показаний стрелочных указателей (спидометра и тахометра), проверка работоспособности внешних камер, выводящих информацию на дисплей, проверка работоспособности светодиодных индикаторов. Основное затруднение вызвала проблема распознавания на изображении приборной панели цвета светодиодных индикаторов. Задача распознавания цвета усложняется неравномерностью и флуктуациями искусственного освещения, а также тем, что дополнительные источники света, размещенные на приборной панели, вносят значительные искажения в получаемое изображение. Некоторые из изображений индикаторов показаны на рис. 3.



Рис. 3. Изображения светодиодных индикаторов, полученные с помощью камеры

В приборной панели используются светодиодные индикаторы четырех цветов: красный, желтый, синий, зеленый. Для распознавания цвета индикаторов использовался метод кластерного анализа, основной целью которого является разделение цветового

пространства на области (кластеры) таким образом, чтобы все изображения одного цвета оказались в пределах одного кластера.

Для проведения кластерного анализа была сформирована база изображений индикаторов. Изображения индикаторов могут быть представлены в различных цветовых моделях. Предварительный анализ показывает, что зачастую более предпочтительными для анализа являются цветовые модели HSV или LAB по сравнению с широко распространенной цветовой моделью RGB. В связи с этим проводился сравнительный анализ результатов кластерного анализа для цветовых моделей RGB, HSV и LAB.

Определены средние значения цветовых каналов изображений индикаторов различных цветов, которые приведены в табл. 1. Приведенные значения нормированы таким образом, чтобы максимальное среднее значение цветового канала не превышало единицы. Данные значения представляют собой координаты центров кластеров в трехмерной системе координат соответствующей цветовой модели.

Таблица 1

Средние значения цветовых каналов изображений индикаторов

Цвет индикатора	Значения каналов RGB			Значения каналов HSV			Значения каналов LAB		
	R	G	B	H	S	V	L	A	B
красный	1,00	0,68	0,71	0,72	0,27	1,00	1,00	0,09	0,03
желтый	0,99	0,95	0,62	0,27	0,49	1,00	1,00	-0,05	0,20
синий	0,58	0,83	1,00	0,64	0,41	1,00	1,00	-0,06	-0,13
зеленый	0,71	1,00	0,88	0,53	0,32	1,00	1,00	-0,12	0,03

При проведении кластерного анализа все изображения индикаторов конвертировались в соответствующую цветовую модель. Проводилась предобработка и фильтрация изображений с целью игнорирования пикселей, не обладающих ярко выраженным цветом. Методом k-средних выборка изображений делилась на четыре кластера; при этом изменялось количество реплик (устойчивых повторений результата) в пределах от 2 до 8. В связи с тем, что результат кластерного анализа случаен, метод k-средних повторялся многократно, а его результаты усреднялись. Непосредственно в ходе кластерного анализа цвет не определяется, а выполняется только разбивка на кластеры. Принадлежность кластера к определенному цвету определялась минимизацией среднеквадратичного отклонения центра кластера по отношению к средним значениям цветовых каналов (см. табл. 1).

В результате проведенного кластерного анализа методом k-средних (рис. 3) получены зависимости ошибки определения цвета для различных моделей изображений от количества реплик.

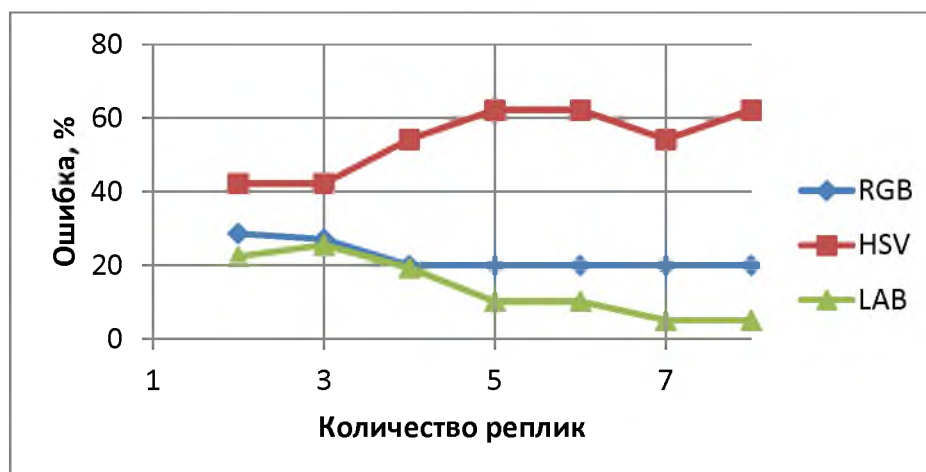


Рис. 4. Погрешность определения цвета индикаторов для различных цветовых моделей

Цветовые индикаторы являются источниками цвета и предварительно можно предположить, что для обработки их изображений наилучшим образом должна подходить модель RGB. Однако кластерный анализ изображений, представленных в данной модели, дает ошибку при поиске различия между изображениями синего и зеленого цвета. Наилучшие результаты метод k-средних показал для модели LAB, наихудшие – для модели HSV. Это можно объяснить тем, что модель HSV представляет собой нелинейное преобразование модели RGB, в то время как модель LAB более приближена к человеческому восприятию цветов. В модели LAB одинаковое изменение координат цвета прямо пропорционально ощущению изменения цвета.

Таким образом, оптимальной цветовой моделью для определения цвета светодиодных индикаторов приборной панели методом k-средних является модель LAB; число реплик для достижения устойчивого результата – не менее 7.

Библиографический список

1. Kirillov, A. G. «Automated laser engraving system for the calibration and manufacturing of nonlinear scales for electrical measuring instruments» Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E / A. G. Kirillov, V. N. Sakevich, R. Trochimczuk // Journal of Process Mechanical Engineering. – 2018. DOI 10.1177/0954408918812248. – URL: ojs.bilpublishing.com>

И. Н. Чебурахин, В. В. Кикот, В. С. Волков, Г. А. Кошкин

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

АО «НИИФИ», г. Пенза, Россия

Бесперебойность и оперативность транспортировки нефти и нефтепродуктов достигается обеспечением безопасности магистральных трубопроводов, то есть состоянием защищенности систем магистральных трубопроводов от внутренних и внешних угроз. Анализ известных технических решений в этой области показывает, что с помощью существующих методов контроля утечек сложно обнаружить несанкционированные врезки, из-за их кратковременности и малых объемов утечек, т.е. не обеспечивается требование оперативности. Средства и системы для обнаружения врезок являются дорогостоящими из-за использования высокоточной аппаратуры и средств телемеханики, но они себя оправдывают [1–3].

По этой причине актуальной задачей является разработка системы обнаружения несанкционированных врезок в магистральный нефтепровод, основанной на измерении и анализе возникающих при воздействии на металл трубы акустических возмущений, предназначенной для сигнализации факта осуществления несанкционированной врезки и определения ее приблизительного места.

При попытке создания врезки в металле трубы в результате механического воздействия возникают акустические возмущения, которые распространяются по трубе как по волноводу, скорость распространения звука в тяжелых и прочных металлах составляет приблизительно 4800 м/с. Продольная составляющая деформации волны в меньшей степени зависит от структуры среды поглощения и будет иметь затухание порядка 10 дБ на км. Это дает возможность оценить коэффициент затухания в 50...70 дБ. Частотный диапазон оценивается как 10...7000 Гц (первая область) и 18...22 кГц (вторая область).