

А. А. АЛЁХИН, Е. В. ГОРБУНОВА, В. В. КОРОТАЕВ, А. Н. ЧЕРТОВ

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НАСТРОЙКИ ЦВЕТОВЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Исследованы особенности цветопередачи систем технического зрения промышленного назначения. Рассмотрены ключевые принципы настройки указанных систем.

Ключевые слова: цветопередача, система технического зрения, система телевизионная, настройка, тестовая таблица.

На сегодняшний день системы машинного зрения широко применяются в различных отраслях промышленности как для автоматизации технологических процессов, так и для контроля качества выпускаемой продукции. Поскольку такие системы часто предполагают работу с цветным изображением, важно обеспечивать правильную цветопередачу анализируемой сцены, нередко в условиях освещения сложного спектрального состава. Таким образом, задача аттестации цветowych систем машинного зрения для их использования в конкретных производственных условиях является весьма актуальной.

В настоящей работе приведены результаты исследований особенностей цветопередачи телевизионной системы (ТВС) и рассмотрены основные принципы ее настройки.

Для оценки качества цветопередачи цветowych ТВС наблюдения и контроля можно использовать спектрофотометрический метод и метод реальных испытательных цветов [1].

С помощью спектрофотометрического метода определяют спектральные характеристики чувствительности R , G и B каналов камеры и по ним находят выходные значения сигналов, являющиеся координатами цвета в системе цвета камеры. Затем координаты цвета переводят в систему цвета МКО и по кривым сложения находят их истинные значения.

При оценке цветопередачи ТВС по способу реальных испытательных цветов перед камерой помещают эталонные образцы: по одному для каждого цвета. При этом аттестацию можно осуществлять либо по отображаемым камерой цветам, либо по сигналам, поступающим с нее. В первом случае цвета воспроизводятся соответствующим образом аттестованным видеоконтрольным устройством и сравниваются с эталонными качественным, визуальным методом. Во втором случае объективно оценить цветопередачу можно, измерив характеристики цвета, воспроизведенного на видеоконтрольном устройстве, либо определив полученные координаты R , G и B сигнала камеры, после чего сравнить их с известными координатами цветности соответствующих эталонных образцов.

Для работы в промышленных условиях наиболее применим второй из описанных методов аттестации, поскольку он выгодно отличается от первого меньшими трудозатратами и удобством использования.

На рис. 1 представлена установка для исследований особенностей цветопередачи ТВС и отработки ключевых принципов их настройки по методу реальных испытательных цветов. В качестве исследуемой ТВС использовалась камера VEI-545-USB2.0 на базе КМОП матрицы OV5620 производства фирмы OmniVision.

Указанная экспериментальная установка включает в себя следующие элементы: источник (1), который питает узел освещения (2), состоящий из двух линеек белых светодиодов (ADJD-WMR3-NKKZ0 фирмы Avago Technologies), симметрично расположенных относительно настраиваемой ТВС (3). Данное расположение источников необходимо для обеспечения

максимально равномерного освещения экрана (4). На экране помещается тестовая колориметрическая таблица Munsell Color, изображение которой, регистрируемое системой (3), обрабатывается и выводится на монитор компьютера (5).

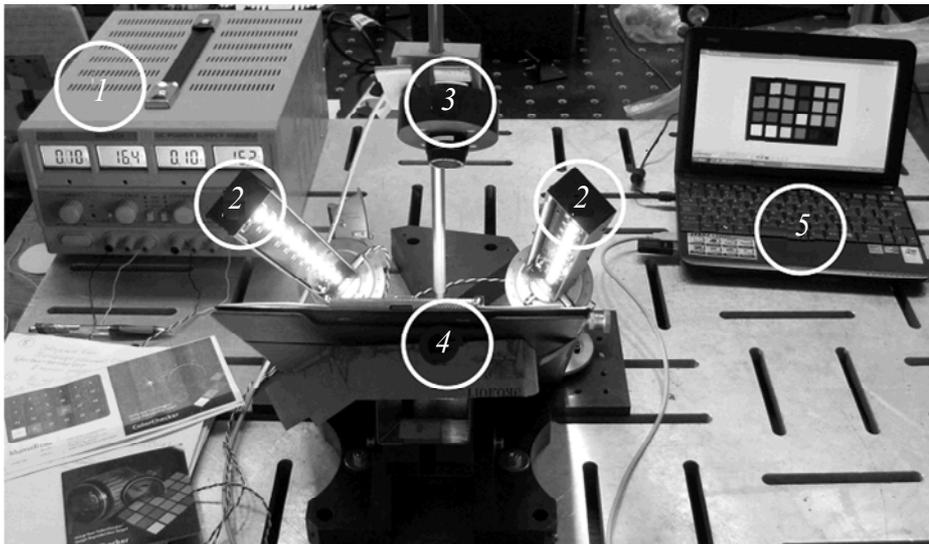


Рис. 1

Предварительная оценка качества цветопередачи ТВС производилась при включенных автоматических настройках экспозиции и усиления путем визуального сравнения полученного изображения с таблицей. При этом было очевидно, что исследуемая система воспроизводит цветовую картину неверно, и это характерно для большинства применяемых систем технического зрения, в том числе и специального назначения, предназначенных для получения цветных изображений.

Результаты предварительной визуальной оценки цветопередачи исследуемой матрицы полностью подтверждаются при анализе составляющих R , G и B изображения тестовой таблицы, полученного при помощи ТВС.

На рис. 2 приведены значения цветовых координат ряда нейтральных цветов для элементов тестовой таблицы, задающих эталоны градаций серого цвета (a), и результат разложения RGB -изображения тестовой таблицы, полученного при включенных автоматических настройках ТВС (b — красный, v — зеленый, z — синий канал). На поверхностях, построенных в среде MatLab и характеризующих изображение в цветовых каналах (рис. 2, b — z), шкала градаций серого цвета находится в нижнем левом ряду и при верной цветопередаче должна выглядеть, как почти равномерная „лестница“. Однако видно, что необходимая равномерность изменения цветовых координат в каналах цветности нарушена.

Для настройки колориметрически верной цветопередачи ТВС можно использовать такие механизмы коррекции, доступные пользователю, как „гамма-коррекция“, „насыщенность“, „баланс белого“, „яркость“, „контраст“, „экспозиция“. Однако параметры настройки правильной цветопередачи нелинейно зависят друг от друга, что сильно усложняет алгоритм настройки [2].

На рис. 3 приведены результаты разложения нижнего ряда цветов тестовой таблицы по красному каналу телевизионной системы при разных значениях насыщенности.

Проведенные экспериментальные исследования позволили определить наиболее приемлемую последовательность действий при настройке цветопередачи цветных ТВС.

1) Установка минимального уровня видеоусиления и компенсация недостаточной яркости изображения увеличением времени накопления сигнала.

2) Калибровка шкалы оттенков серого — достижение максимального соответствия экспериментально измеренных цветовых координат изображения ряда тестовой таблицы с

оттенками серого цвета в каждом из оттенков аттестованным значениям посредством изменения настроек „гамма-коррекция“, „яркость“ и „контраст“ по методу последовательных приближений.

3) Колориметрическая настройка — достижение максимального соответствия экспериментально измеренных цветových координат изображения остальных цветových оттенков тестовой таблицы их аттестованным значениям посредством изменения настроек „баланс белого“ и „насыщенность“ по методу последовательных приближений.

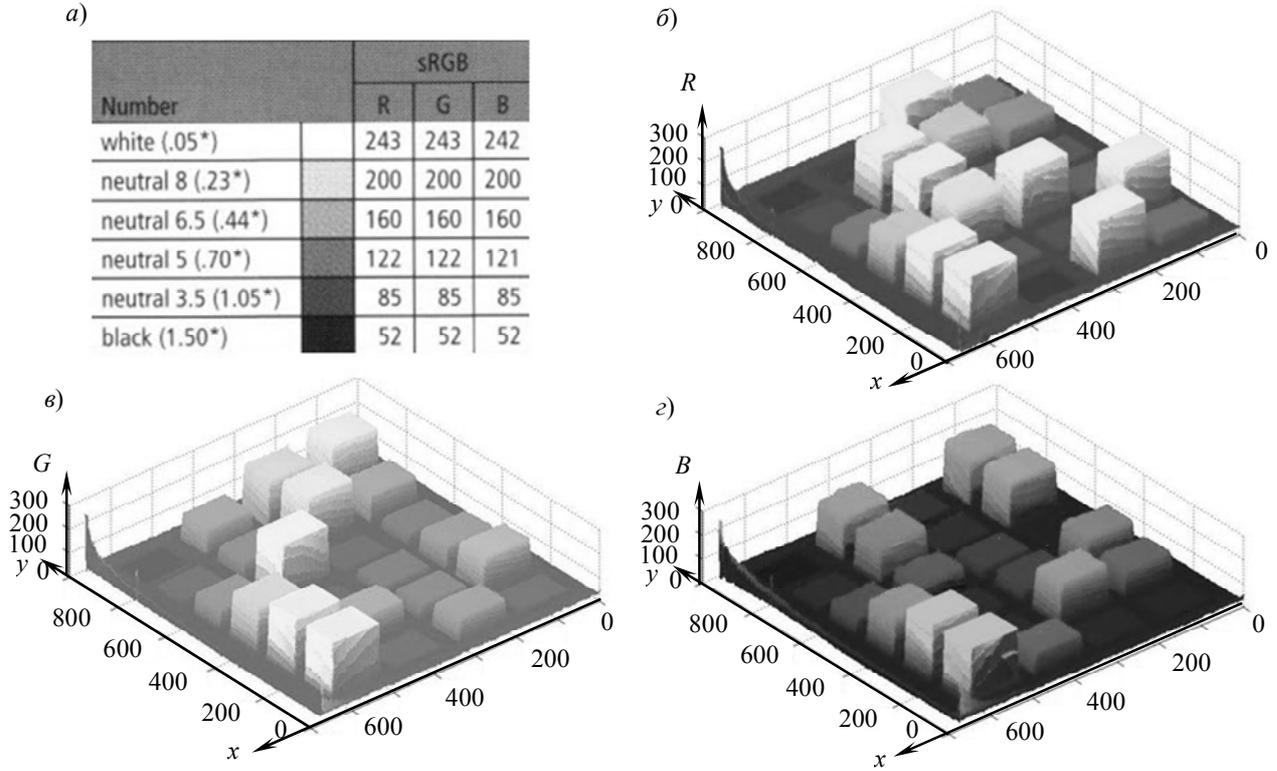


Рис. 2

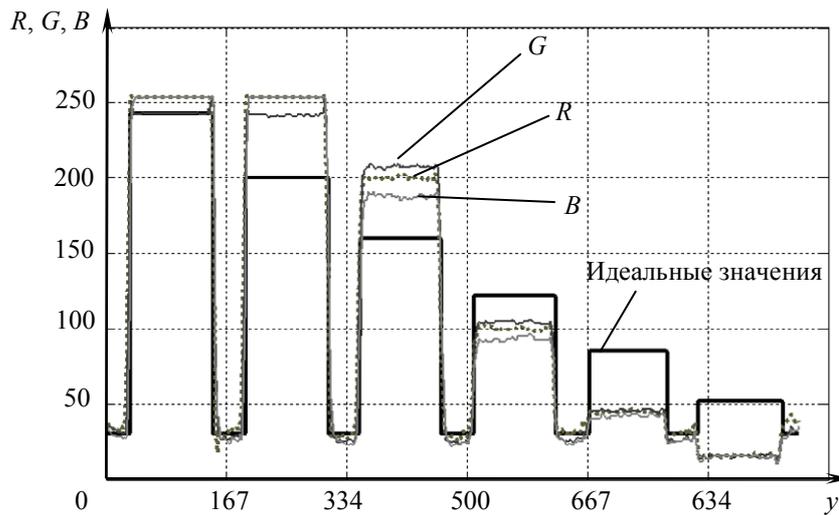


Рис. 3

Применение на этапах 2 и 3 метода последовательных приближений предполагает циклическое изменение настроек для достижения оптимального соответствия измеренных цветových координат цветových оттенков их аттестованным значениям.

Три этапа настройки цветопередачи, применяемые совместно с адаптивным подходом к учету изменения условий функционирования ТВС, являются базовыми при постановке методики их цветовой аттестации.

Работа проводится в рамках федеральных целевых программ „Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009—2013 гг.“ и „Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 гг.“.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Годен Ж. Колориметрия при видеообработке / Пер. с фр. А. Л. Лаут. М.: Техносфера, 2008. 328 с.
2. Форсайт Д. А., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. М.: Изд. дом „Вильямс“, 2004. 928 с.

Сведения об авторах

- Артём Андреевич Алехин** — студент; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра оптико-электронных приборов и систем; E-mail: temka-pk@mail.ru
- Елена Васильевна Горбунова** — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра оптико-электронных приборов и систем; научный сотрудник; E-mail: vtedina_ia@mail.ru
- Валерий Викторович Коротяев** — д-р техн. наук, профессор; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра оптико-электронных приборов и систем; E-mail: korotaev@grv.ifmo.ru
- Александр Николаевич Чертов** — канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра оптико-электронных приборов и систем; E-mail: a.n.chertov@mail.ru

Рекомендована факультетом ОИСТ

Поступила в редакцию
25.11.11 г.