

УДК 628.94

Е. Л. Черкашина,
канд. физ.-мат. наук
Харьковский национальный
университет городского
хозяйства им. А.Н. Бекетов
Кафедра светотехники и
источников света

ПОВЫШЕНИЕ ЦВЕТОВОГО КОНТРАСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УПРАВЛЯЕМЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Введение. Известно, что различимые зрением человека цвета предметов определяются характером света отраженного от этих предметов, а цвет отраженного светового излучения, в свою очередь, определяется физическими свойствами отражающей поверхности. Спектральный состав излучений отраженного от поверхности зависит не только от ее отражающих свойств, но и от характера освещения. Поэтому, изменяя спектральный и яркостной характер источника излучения можно изменить состав излучения, воспринимаемый глазом человека и, следовательно, обеспечить яркостную и спектральную коррекцию предметного изображения.

Известно, что целый ряд светотехнических задач связанных с пространственным разделением объектов изображения по спектральным признакам повышение либо уменьшения цветового контраста достаточно актуальны. В частности, подобного класса задачи возникает в процессе реставрационных работ, в медицинской практике при проведении хирургических операций, а так же в косметологии.

Решение этих задач может получить свое дальнейшего развития в связи с использованием в светотехнических системах нового научного направления в оптоэлектронике – изображающей спектроскопии [1]. Устройства спектральной фильтрации, реализующие принципы изображающей спектроскопии получили названия видеоспектрометров и, регистрируя излучения в узких спектральных диапазонах, позволяют наблюдать на изображениях различные фрагменты, отличающиеся спектральной яркостью в каждом из спектральных диапазонов. Видеоспектрометры используются в системах дистанционного зондирования Земли при оснащении аэрокосмических комплексов оптоэлектронными и инфракрасными системами наблюдения и распознавания.

В состав видеоспектрометров входят две систем. Во-первых, оптическая система, которая делит регистрируемую область пространства на набор смежных точек (пикселей) и, во-вторых, изображающий спектрометр, который с использованием диспергирующих устройств делит состав электромагнитное излучение на набор ограниченных спектральных полос, а затем с использованием приемника излучения производит измерение энергии в каждой спектральной полосе [2].

Приемник излучения видеоспектрометра, преобразующего оптическое излучение в электрические сигналы представляет собой либо современную цифровую цветную телевизионную камеру с высоким спектральным разрешением, в которой вместо измерения интенсивности трех основных цветов – красного, зеленого и синего осуществляется измерение в широком диапазоне спектральных полос, либо

многоэлементные приемники излучения на основе приборов с зарядовой связью. В результате видеоспектральной съемки формируется многомерное пространственно-спектральное изображение, в котором каждый элементарный участок изображения «пиксель» характеризуется собственным спектром.

После спектрального анализа с использованием приемников излучения изображение преобразуется в электрические сигналы и подвергается компьютерной обработке. Обычно используется векторное представление оптических сигналов при реализации, которой спектральная яркость элемента изображения представляется как точка в n -мерном спектральном пространстве. В RGB моделях цветовые свойства пикселя изображения представляется как вектор в трех мерном спектральном пространстве.

В настоящее время накоплен значительный опыт по формированию спектральных каналов, преобразования оптического излучения в электрические сигналы и разработаны алгоритмы обработки сигналов обеспечивающих обнаружение объектов по спектральным признакам. Оказалось целесообразным рассмотреть возможность, используя принципы изображающей спектроскопии и методы обработки изображений, получивших распространение в системах дистанционного зондирования Земли для решения светотехнических задач.

В интересах повышения эффективности деятельности оператора работающего с цветными изображениями обсуждаются пути повышения цветовой контраст с использованием современных светотехнических и компьютерных устройств.

Постановка задачи. Настоящая статья посвящена решению светотехнической задачи, позволяющей сформировать световой поток с требуемыми спектральными и яркостными характеристиками, облучая которым исследуемую поверхность можно повысить контраст изображения, что позволит оператору эффективнее различать элементы изображения по спектральным признакам.

Спектральный состав отраженного излучения $E(\lambda)$ зависит как от характера освещения, так и от окраски поверхности предметов. Эту зависимость можно представить в виде произведения

$$E(\lambda) = S(\lambda)\rho(\lambda), \quad (1)$$

где $S(\lambda)$ - функция спектральной энергетической освещенности поверхности (спектр освещения);

$\rho(\lambda)$ - функция спектрального распределения коэффициента отражения поверхности.

В дальнейшем будут использоваться следующие допущения:

– мы не будем учитывать спектральную зависимость, связанных со взаимным расположением источника, исследуемой поверхности и глаза, и ограничиться только спектральными характеристиками освещения и окраски поверхности,

– будем полагать, что спектральный коэффициент отражения в разных точках спектра может принимать разные значения.

Тогда цвет излучения, отраженного от поверхности со спектральным коэффициентом отражения $\rho(\lambda)$, будет определяться интегралами следующего вида [3]

$$X_i = \int_0^{\infty} S(\lambda)\rho(\lambda)\bar{x}_i(\lambda)d\lambda, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Как видно из этой формулы, цвет поверхности представленный n - мерным вектором X зависит, с одной стороны, от спектрального коэффициента

отражения поверхности, а с другой стороны, от характера освещения, вследствие чего при изменении освещения цвет одной и той же поверхности может меняться.

Под цветовым контрастом обычно понимают величину, которая характеризует разницу между двумя цветностями. Мы говорим о контрастах, когда, сравнивая между собой два цвета, находим между ними четко выраженные различия. Когда эти различия достигают своего предела, мы говорим о диаметральной или полярном контрасте. Различают семь типов цветовых контрастов. Большинство из них связано с живописью и художественным восприятием пространственно-цветовых форм.

Нас будет интересовать контраст цветовых сопоставлений. Обычно его возможности характеризуют с помощью чистых цветов в их предельной насыщенности. Также как черный и белый цвета образуют самый сильный контраст светлого и темного, так и желтый, красный и синий цвета обладают самым сильно выраженным цветовым контрастом.

Цветовое преобразование включает две операции выравнивание яркости и цветовая коррекция. Операция преобразования пространственных элементов входного изображений $f(x, y)$ с координатами (x, y) может быть представлена в следующем виде [4].

$$g(x, y) = T[f(x, y)].$$

Или с учетом числа цветовых компонент n цветовое преобразование представляется в виде

$$S_i = T_i(r_1, r_2, \dots, r_n),$$

где $s_i = g(x, y)$, $r_i = f(x, y)$. T - функция преобразования.

В системах управления цветом используется модель (CIE) утвержденная международной комиссией по освещению (МКС), которая обозначается $L^*a^*b^*$

Здесь L^* – определенная яркость;

a^* – цвета красный минус зеленый;

b^* – цвета зеленый минус синий.

Цветовые координаты модели задаются выражениями

$$L^* = 116h\left(\frac{Y}{Y_w}\right) - 16,$$

$$a^* = 500\left[h\left(\frac{X}{X_w}\right) - h\left(\frac{Y}{Y_w}\right)\right];$$

$$b^* = 200\left[h\left(\frac{Y}{Y_w}\right) - h\left(\frac{Z}{Z_w}\right)\right],$$

где X_w, Y_w, Z_w – координаты опорного белого цвета.

Модель позволяет осуществлять яркостную и цветовую коррекцию независимо друг от друга в виде двух последовательных операций. Вначале производится яркостная коррекция изображений а затем цветовая.

Целью статьи – является разработка предложений позволяющих с использованием принципов изображающей спектроскопии, компьютерных методов

обработки цветных изображений и управляемых светотехнических устройств изменять цветовой контраст изображений в интересах повышения эффективности деятельности оператора.

Метод повышения цветового контраста

В интересах поставленной цели в работе разработан метод повышения цветового контраста изображений, который включает следующие операции:

1. Производится освещение предметного пространства и формируется полноцветное цифровое RGB изображение.
2. Разрабатывается компьютерная модель изображения с требуемыми яркостными и спектральными характеристиками в заданной области изображения.
3. В соответствии компьютерной моделью формируются сигналы управления осветительными устройствами, которые обеспечивают цветовую и яркостную коррекцию освещаемого участка изображения.

На рис. 1 изображена структурная схема яркостной и цветовой коррекции.

Схема состоит из следующих функциональных блоков:

1. Блок формирования цветового изображения в цифровой форме, который включает приемный объектив, диспергирующее устройство и приемник излучения;
2. Вычислительный блок, состоящий из управляющего устройства и устройства формирования корректирующих сигналов.
3. Осветительный блок включает устройство усиления и преобразования сигналов, коммутатор и осветители.

Схема функционирует следующим образом:

1. Исследуемая поверхность освещается источником белого цвета и с использованием оптоэлектронной схемы формируется изображение в цифровой форме;
2. Оператор, наблюдая элементы изображения на мониторе, с использованием устройства формирования корректирующих сигналов осуществляет цветовую и яркостную коррекцию освещаемого участка изображения;
3. Корректирующие сигналы преобразуются и усиливаются в осветительном блоке и направляются на осветители способные перестраиваться, как по интенсивности, так и по спектральному диапазону.
4. Осветители формируют требуемый спектральный состав и яркостной состав излучения, обеспечивая повышения контраста в заданной области пространства.

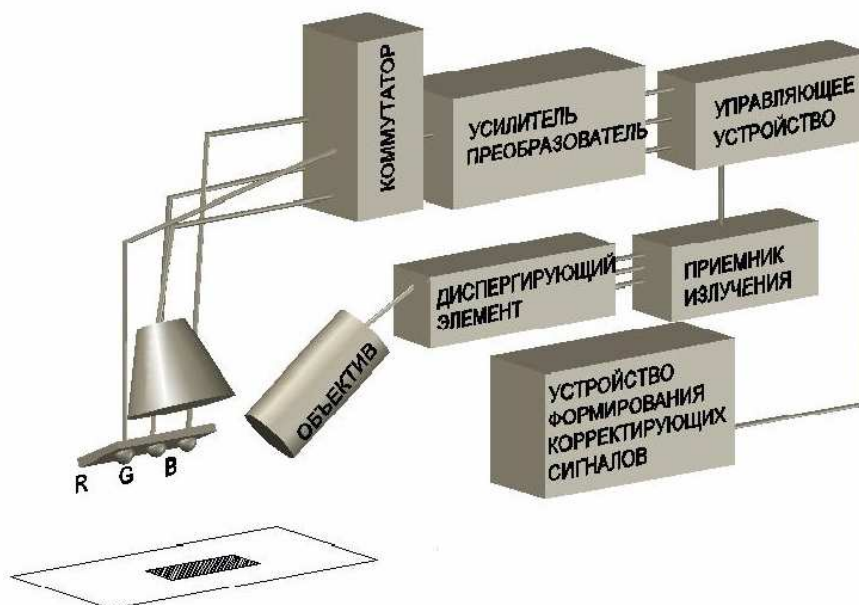


Рис.1 – Структурная схема яркостной и цветовой коррекции

Выводы

Изложен метод повышения цветового контраста с использованием принципов изображающей спектроскопии, компьютерных способов обработки изображений и управляемых осветительных устройств в интересах повышения эффективности деятельности оператора. Метод основан на известных положениях состоящих в том, что спектральные и яркостные характеристики отраженного от поверхности излучения зависит, с одной стороны, от спектрального коэффициента отражения поверхности, а с другой стороны, от характера освещения, вследствие чего при изменении освещения цвет одной и той же поверхности изменяется. Приведена структурная схема системы реализующий метод.

Литература

1. Колобродов В.Г. Оптические системы видеоспектрометров дистанционного зондирования Земли / В.Г. Колобродов, П.В. Бородийчук, В.И. Микитенко // Космічна наука і техніка. – 1998. – Т.4, № 1. – С. 29-38.
2. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды: учебное пособие для вузов / [В.И. Кодицев, В.И. Орлов, М.Л. Белов и др]; под ред. В.Н. Рождественкина. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 528с.
3. Максимов В.В. Трансформация света при изменении освещения Наука М: 1984.–162 с.
4. Гансалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.– М.: Техносфера, 2006.–1072 с.

**ПІДВИЩЕННЯ КОЛІРНИХ КОНТРАСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КЕРОВАНИХ
ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ**

О. Л. Черкашина

З метою підвищення ефективності роботи оператора, що працює з кольоровими зображеннями, викладено метод підвищення колірного контрасту з використанням принципів зображаючої спектроскопії, комп'ютерних засобів обробки зображень і керованих освітлювальних пристроїв. Наведено структурну схему системи, що реалізує метод.

INCREASES COLOR CONTRAST USING CONTROLLED LIGHTING DEVICES

E. Cherkashina

In order to improve the efficiency of the operator's working with color images a method of improving the color contrast with the principles of imaging spectroscopy, computer methods of image processing and controlled lighting devices is presented. The block diagram of the system that implements the method is shown.