

УСТРОЙСТВО АНАЛИЗА И РАСПОЗНАВАНИЯ ЦВЕТА

Левченко И. А.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Костюкевич А. А., учёный секретарь кафедры

Рассматриваемая тема будет интересна специалистам, работающим в сфере оптики, так как в статье описан принцип действия экспериментального оптико-электронного устройства, измеряющего цветовые параметры физических объектов и поверхностей в видимом диапазоне волн с последующими записью в память и распознаванием их цветов.

Описанное в статье устройство было задумано и спроектировано в исследовательских и экспериментальных целях, главным образом, для разработки и отладки достаточно надёжного алгоритма распознавания цвета. В устройстве используется распространённый метод измерения параметров видимого спектра излучения объекта и вычисления его цветовых координат в одной из систем цветности. Предложенный алгоритм распознавания цвета может найти применение в различных промышленных и научных приборах, а также в повседневной жизни.

Функциональная схема всего устройства приведена на рисунке 1.

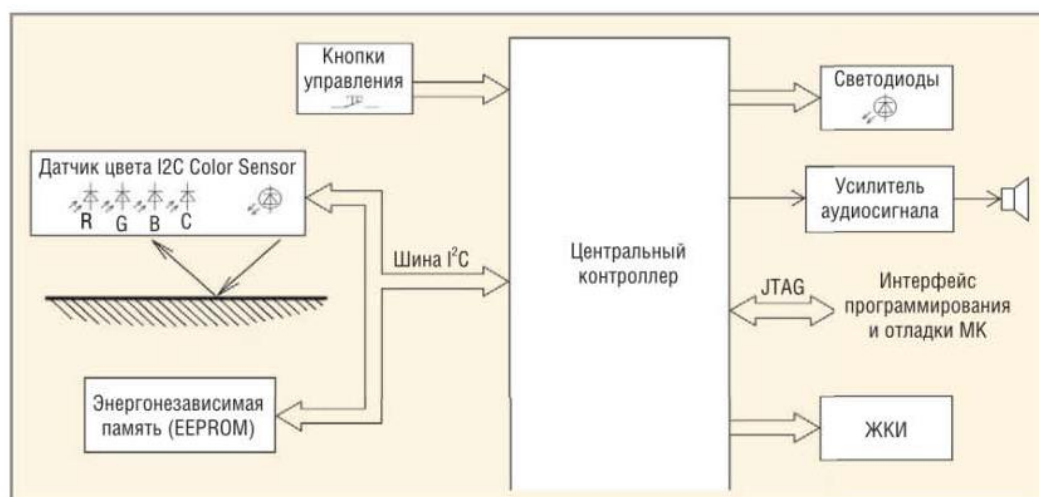


Рисунок 1 – Функциональная схема устройства анализа и распознавания цвета

При распознавании цвета объекта устройство решает две последовательные подзадачи: измерение исходных параметров видимого спектра излучения объекта, определяющих его цвет, и преобразование этих параметров в набор абсолютных значений, характеризующих этот цвет. В качестве исходных параметров используются значения интенсивности излучения объекта в нескольких участках видимого спектра, а в качестве результата - цветовые координаты в одной из существующих систем цветности, а также относительная яркость излучения объекта.

Устройство состоит из центрального контроллера, который в качестве ведущего (Master) устройства осуществляет обмен командами и данными по шине I2C с двумя ведомыми (Slave) устройствами: модулем I2C Color Sensor и микросхемой памяти I2C ЭСППЗУ, в которой хранятся наборы параметров тех цветов, которые может распознавать устройство. Помимо этого, к центральному контроллеру подключены органы управления и индикации: кнопки, ЖКИ, светодиоды, усилитель звукового сигнала с излучателем, «озвучивающим» нажатия на кнопки. Последние два узла не являются обязательными, а лишь дополняют пользовательский интерфейс устройства.

Контроллер реализован на базе встраиваемого микроконтроллера (МК), выполняющего управляющую программу. Измерительный тракт работает следующим образом. Модуль I2C Color Sensor по командам контроллера осуществляет циклическое измерение цветовых параметров поверхности исследуемого объекта одновременно по всем каналам. При этом используется его собственная активная подсветка объекта - постоянно включённый белый светодиод. По запросам МК модуль передаёт по шине I2C результаты измерений в виде пакетов из четырёх 16-разрядных слов, каждое из которых соответствует интенсивности светового потока в своём канале: R (Red), G

(Green), В (Blue) и С (Clear). Для минимизации погрешности измерений в устройстве реализовано программное усреднение результатов в каждом канале по выборке, состоящей из нескольких десятков циклов измерений. Представленные в цветовой системе RGB усреднённые результаты управляющая программа МК преобразует в другую цветовую систему – XYZ. Для преобразования используются формулы, взятые из открытого источника [2]:

$$X = (-0,14282) \times R + (1,54924) \times G + (-0,95641) \times B \quad (1)$$

$$Y = (-0,32466) \times R + (1,57837) \times G + (-0,73191) \times B, \quad (2)$$

$$Z = (-0,68202) \times R + (0,77073) \times G + (0,56332) \times B. \quad (3)$$

Численные коэффициенты в этих формулах, очевидно, учитывают особенности частотных характеристик каналов датчика TC53414C5, а также, возможно, спектр излучения светодиода активной подсветки модуля I2C Color Sensor. Затем из полученных значений X, Y, Z, используя приведённые ниже формулы (4) и (5), программа вычисляет координаты цвета (x, y), однозначно характеризующие цвет исследуемого объекта.

$$x = X / (X + Y + Z) \quad (4)$$

$$y = Y / (X + Y + Z) \quad (5)$$

Координаты цвета (x, y) определяют положение цвета объекта на так называемой плоской диаграмме цветности CIExy, показанной на рисунке 2. При различных значениях усиления датчика, расстояния между датчиком и исследуемой поверхностью, интенсивности подсветки, измеренные датчиком значения R, G, B для одного и того же объекта будут разными, однако вычисленные в результате координаты цвета (x, y) останутся практически неизменными, если спектральный состав излучения подсветки также не изменяется.

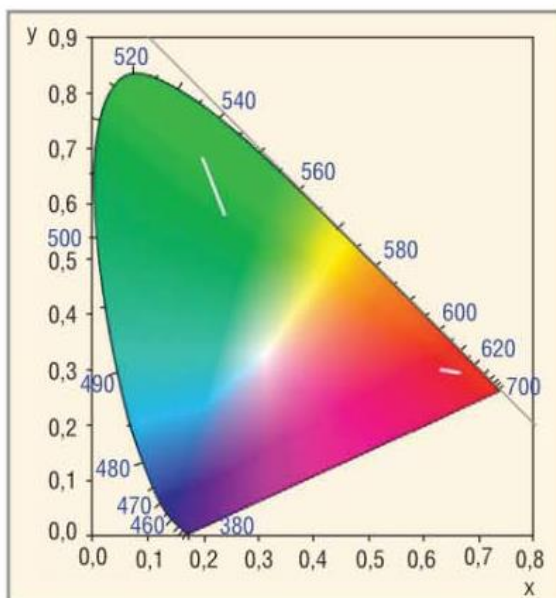


Рисунок 2 – Диаграмма цветности CIExy

Список использованных источников:

1. Датчик цвета TCS3414CS. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://ams.com/eng/Products/Light-Sensors/Color-Sensors/TCS3414>.
2. Модуль I2C Color Sensor. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Twig_-_I2C_Color_Sensor_v0.9b.