

ДАТЧИКИ ЦВЕТА

П.С. Филин

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Рассмотрены современные системы цветного машинного зрения. Описаны методы измерения и определения цвета на пропускание и на отражение.

Ключевые слова: цветное машинное зрение, программные алгоритмы.

Цвет – это результат взаимодействия между источником света, объектом и наблюдателем. Цветное зрение является одним из самых мощных и важных датчиков, присутствующим в живом организме. Животные, птицы и даже насекомые используют цветное зрение для определения пищи и сородичей. Растения используют цветное зрение косвенно, они отображают собственные цвета для привлечения птиц и насекомых, которые питаются их плодами, взамен помогая распространять пыльцу и семена. Человек, являясь “оптически ориентированным”, большую часть информации об окружающей среде получает через зрение. Визуально можно судить о химическом и физическом составе вещества: золотистый, серебристый, медный, чистый или грязный, твёрдый или мягкий, сухой или влажный. Также цвета используются для идентификации и контроля: форма команд, светофор, лекарства и т. д.

В промышленности также используется контроль и классификация, основанные на цвете. В пищевой и текстильной промышленности цвет напрямую связан с качеством. Конечные продукты могут иметь цветовую кодировку, что способствует процессу контроля со стороны человека. Проверяющий легко обучается по шаблону и быстро распознаёт отклонение от нормы. Зрение человека свободно переключается от одного шаблона к другому, распознаёт разноцветные объекты, подстраивается к ориентации объекта и условиям освещения. Чем больше из этих свойств доступно цветному машинному зрению, тем больше оно востребовано.

Современные системы цветного машинного зрения имеют различные аппаратные реализации. Рассмотрим систему распознавания цвета, основанную на массиве цветных фильтров (CFAK, Color Filter Array Kodak). Часть светочувствительной матрицы, осуществляющая цветоделение изображения при помощи фотодатчиков – пикселей матри-

цы, расположенных за светофильтрами различного цвета, называется массивом цветных фильтров. Оригинальная технология была изобретена фирмой Kodak.

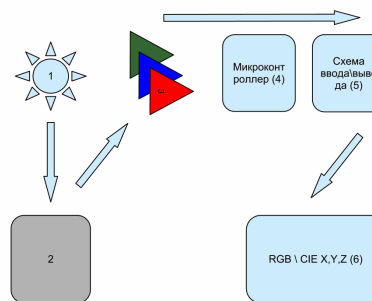


Рисунок 1 – Блок-схема типового датчика цвета

Большинство датчиков цвета используют источники света для освещения изучаемого объекта. Массив датчиков с оптическими фильтрами анализирует отражённый свет и выдаёт аналоговый сигнал, содержащий компоненты красного, синего и зелёного цветов отражённого луча. Аналоговый сигнал каждого компонента затем усиливается и преобразуется в цифровой формат при помощи АЦП. Микропроцессор анализирует цифровую информацию от преобразователя, применяет к ней различные алгоритмы (антиалиасинг, дебайеризация) и выводит данные на устройство вывода. Обычно датчики позволяют выводить данные отдельно, для каждого из цветов. Выходной сигнал может быть в формате (R,G,B) или CIE X,Y,Z.

Поскольку мозаичный фильтр для каждого пикселя даёт только треть цветовой информации, для восстановления «утраченных» данных используют алгоритмы дебайеризации. Классическое расположение фильтров RGB (фильтр Байера) иногда меняют для изменения параметров измерения. Так, для увеличения точности цветопередачи зелёных

и голубых цветов используют RГЕВ-фильтр, в котором половина зелёных ячеек заменена зелёно-голубыми («изумрудными», emerald). Для увеличения чувствительности применяют СУГМ-фильтр, который пропускает 2/3 падающего света, задерживая 1/3, и достигается общий рост светочувствительности матрицы. Однако итоговое цветовое пространство оказывается хуже, чем при использовании RGB-фильтров. Фильтры RGBW (рисунок 2) в нормальных условиях панхроматического освещения дают большую светочувствительность, но худшую цветопередачу. При освещении, близкому к монохроматическому, RGBW-фильтр превосходит по всем параметрам сенсоры с RGB-фильтрами за счёт большего числа пикселей, воспринимающих свет.

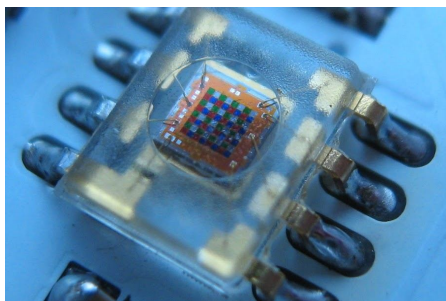


Рисунок 2 – Программируемый преобразователь «цвет - частота» TCS3200D

На данный момент выпускаются три различных типа датчиков цвета: датчики, преобразующие свет в фототок, датчики, преобразующие свет в аналоговый сигнал, и датчики, преобразующие свет в цифровой сигнал. Датчик цвета, преобразующий свет в аналоговый сигнал, обычно состоит из матрицы фотодиодов с цветными светофильтрами, интегрированной со схемой преобразования тока в напряжение. Без цветного светофильтра обычный кремниевый фотодиод реагирует на длины волн от ближнего ультрафиолета до ближнего инфракрасного диапазона с границей максимальной чувствительности 950 нм. Красный, зелёный и синий фильтры на пропускание формируют и оптимизируют спектральную чувствительность фотодиода.

Наиболее используемые методы измерения и определения цвета: на пропускание и на отражение. При измерении на пропускание датчик цвета определяет и измеряет свет от источника. Датчик и источник света расположены в непосредственной близости. Выходное напряжение полученного сигнала растёт линейно с увеличением интенсивности пропущенного света, поэтому такой датчик может измерить полную интенсивность светового потока от источника света. Измерение цвета на пропускание используется в колориметрии, для определения прозрачных сред типа стекла, пластика, жидкости или газа.

При измерении на отражение датчик измеряет цвет луча, отраженного от поверхности или объекта. При этом как источник света, так и датчик находятся близко от отражающей поверхности. Отражённый луч попадает на датчик, выдающий различные выходные напряжения по компонентам цвета. Выходные напряжения полученного сигнала растут линейно с увеличением интенсивности отражённого света, поэтому такой датчик может измерить отражающую способность объекта или поверхности.

Системы распознавания цвета последнее десятилетие применяются в различных отраслях промышленности: декоративное освещение и освещение жилых помещений, обнаружение загрязнений в текстильной промышленности, химический анализ в хроматографии, цветовая сортировка в деревообработке и медицине. Внедрение интеллектуальных датчиков цвета с использованием программных алгоритмов, например библиотеки OpenCV, откроет новые возможности для цветного машинного зрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Массив цветных фильтров [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [www.ru.wikipedia.org/Массив цветных фильтров](http://www.ru.wikipedia.org/Массив_цветных_фильтров). – Загл. с экрана.
2. Гуревич М.М., Цвет и его измерение, М. – Л., 1950. - 268 с.
3. Truesense Imaging, Inc. CCD Fundamentals. Reference document., 2012. - 22 p.
4. Truesense Imaging, Inc. Conversion of light to electronic charge. Reference document., 2012. - 9 p.

Филин Павел Сергеевич – студент, тел.: (3852) 29-09-13, e-mail: pfx@mail.ru