

СМЕШЕНИЕ ЦВЕТОВ СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BLUETOOTH-СВЯЗИ

СВАТИ ШРИДХАР (SWATHI SRIDHAR), НАМПАТА ДАЛВИ (NAMRATA DALVI), Microchip Technology

В статье описывается метод смешения цветов RGBA с использованием беспроводной технологии Bluetooth Low Energy.

Точное управление цветовым балансом светодиодов с помощью беспроводной связи осуществляется с использованием 8-разрядного микроконтроллера и модуля Bluetooth 4.1 Low Energy. При этом обеспечивается управление красным, зеленым, синим и альфа-каналом (RGBA).

На макетной плате, структурная схема которой показана на рисунке 1, имеется четыре светодиода красного, зеленого, синего и янтарного цвета. Яркость каждого из этих светодиодов регулируется путем выбора соответствующего коэффициента заполнения ШИМ-модуляции.

Управление светодиодами осуществляется с помощью микроконтроллера PIC16F1579 компании Microchip, у которого имеются четыре 16-бит ШИМ-канала. При этом обеспечивается точная регулировка цвета во всем диапазоне яркости каждого светодиода, а также осуществляется смешение разных уровней яркости RGBA для создания разных цветовых комбинаций.

Применение емкостной сенсорной технологии mTouch позволяет использовать два ползунка (слайдера). Встроенный Bluetooth-модуль RN4020 применяется для получения ШИМ-значений от мобильного приложения Android или от программы на настольном компьютере с помощью технологии Bluetooth Low Energy. Плата получает питание от 1,5-В батареи AAA.

ОСВЕЩЕНИЕ

Вариации светодиодного освещения происходят по нескольким причинам. Яркость, измеряемая в единицах лм, варьирует в зависимости от использования светодиодов разных типов, а также светодиодов одного типа. Цвет излучения определяется значениями цветности, которая разная у разных светодиодов.

Измеренные значения яркости и цветности небольшой партии светодиодов одного производителя используются в качестве типового набора при проектировании оборудования и в расчетах с помощью программного обеспечения. Этот процесс называют цветовым регулированием.

Величина сопротивления резисторов, включенных последовательно со светодиодами, выбиралась таким образом, чтобы световой поток светодиодов был одинаков. При этом величина сопротивления составила: для диода с красным свечением – 820 Ом, с синим свечением – 400 Ом, с зеленым – 500 Ом, а для янтарного свечения – 500 Ом.

РАБОЧИЕ РЕЖИМЫ

Существуют два рабочих режима: 1) тон, насыщенность, значение плюс белый цвет (HSVW) и регулировка яркости с помощью ползунков; 2) регулировка цветности с использованием связи Bluetooth Low Energy.

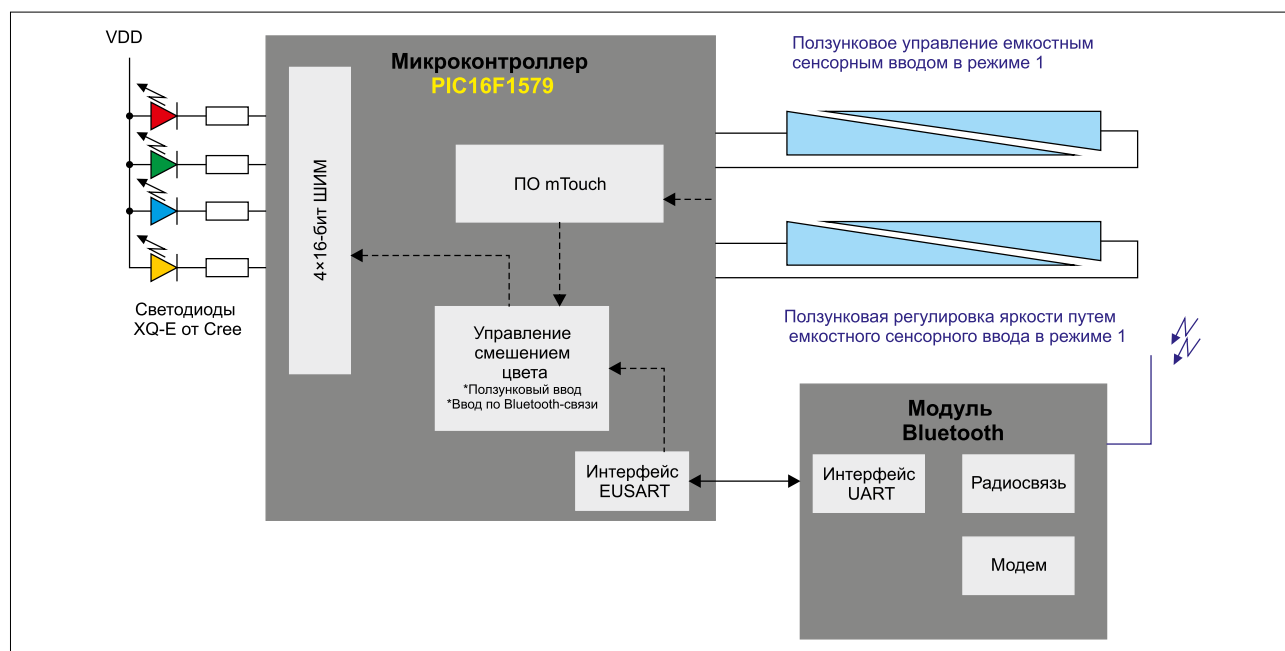


Рис. 1. Макетная плата для смешения RGBA-цветов

Питание на плату подается в первом режиме. Она оснащена двумя сенсорными ползунками емкостного типа: первый из них позволяет регулировать цвет, а второй используется для управления яркостью.

Если прикосновение к первому ползунку осуществляет в режиме слайдера, излучение светодиодов принимает выбранный цвет, который не меняется, пока не будут введены новые данные. Яркость определенного цвета регулируется с помощью другого ползунка.

Во втором режиме значения цвета (ШИМ) выбираются с помощью мобильного приложения Android или приложения на настольном компьютере под управлением Windows. Соответствующие ШИМ-значения отправляются на макетную плату с помощью Bluetooth-связи. Это приложение использует таблицу цветности CIE 1931 XY (см. рис. 2). Точные ШИМ-значения выбранного цвета и уровни яркости рассчитываются и отправляются на плату RGBA по Bluetooth-каналу. ШИМ-значения, полученные модулем Bluetooth на плате, используются микропрограммным обеспечением RGBA для отображения выбранного цвета.

Цветовое пространство CIE 1931 xy определяет широкий ряд значений с координатами x (цветность) и y (яркость). Уровни цвета и яркости светодиодов с красным, зеленым и синим излучением, отображаемые в этом пространстве CIE, определяют треугольник (палитру), в который заключены все возможные оттенки, генерируемые этими тремя источниками света.

Чтобы расширить данный диапазон, в него было добавлено янтарное светодиодное излучение. Данные x и y янтарного светодиода, отображенные в цветовом пространстве CIE 1931 xy, определяют другой треугольник с координатами красного, янтарного и зеленого цвета. Смещение излучения этих трех светодиодов в разных пропорциях расширяет цветовую палитру (см. рис. 2).

Графический интерфейс пользователя (GUI) персонального компьютера (ПК) и приложения на базе Android в этом режиме используют алгоритм смешения цвета для расчета значений коэффициента заполнения ШИМ, с помощью которых обеспечивается требуемый цвет.

Приложения для выбора цвета отправляют ШИМ-значения через Bluetooth-модуль, который взаимодействует с мобильными телефонами и ПК, поддерживающими связь по протоколу Bluetooth 4.0 и протоколам более поздних версий. Этот модуль, в основном, применяется для передачи значений коэффициента заполнения от устройств управления приложениями по выбору цвета. На рисунке 3 показано подключение BLE-модуля к микроконтроллеру PIC16 A1579.

BLUETOOTH-ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Bluetooth-устройства бывают двух типов: классического и Bluetooth Low Energy (BLE). BLE-устройства взаимодействуют только с устройствами того же типа или с двухрежимными Bluetooth-устройствами. Следовательно, чтобы установить связь с модулем RN4020 на плате со светодиодами RGBA, хост-устройство должно быть BLE-типа или поддерживать два режима.

Модуль RN4020, отвечающий требованиям спецификации Bluetooth Core v4.1, управляется пользователем с помощью входной и выходной шин, а также интерфейса UART. Этот интерфейс поддерживает команды ASCII для управления или настройки модуля в зависимости от требований приложения.

ПРИКЛАДНАЯ ПРОГРАММА

При работе платы во втором режиме требуемый цвет выбирается из таблицы соответствующего приложения, установленного на персональном компьютере или мобильном Android-устройстве. Это приложение рассчитывает коэффициенты заполнения ШИМ для красного, зеленого и янтарного цвета. Значения этих коэффициентов передаются на плату по BLE-каналу. Настольное приложение, отвечающее принципу

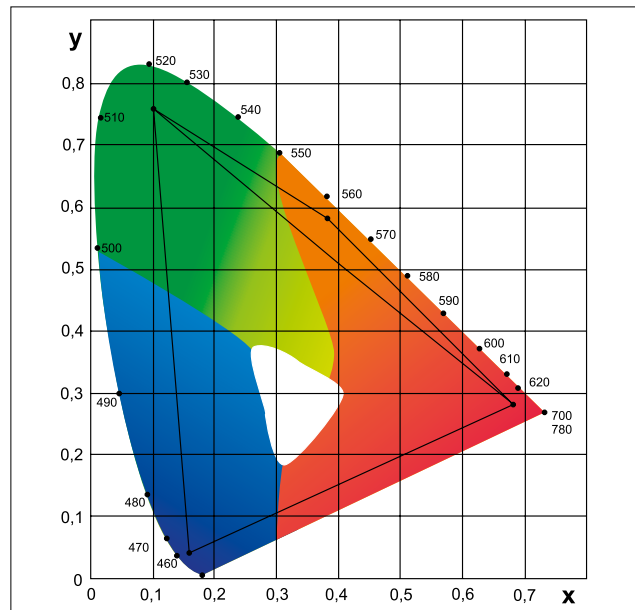


Рис. 2. Палитра RGBA-светодиодов в цветовом пространстве CIE 1931

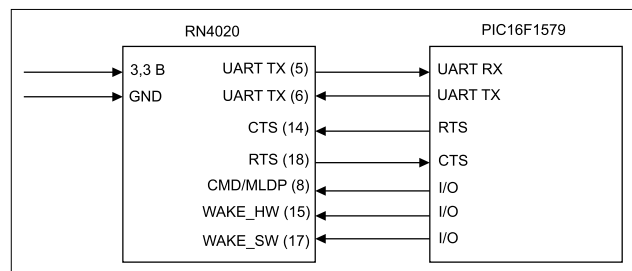


Рис. 3. Интерфейсы между модулем Bluetooth Low Energy (слева) и микроконтроллером

MVC (Model–View–Controller – модель–представление–контроллер) для разных классов, было создано с помощью средства разработки Visual Studio C#.NET.

RGBA-класс «представление – контроллер» (View Controller) применяется для реализации графического пользовательского интерфейса, или средства просмотра, и функций контроллера приложения. Этот класс, относящийся к верхнему уровню иерархии, отвечает за создание новых объектов классов и внедрение зависимостей. Кроме того, он управляет всеми событиями GUI и вызывает соответствующие методы.

Класс для расчета RGBA позволяет определить, где находится выбранная точка, – внутри треугольников RGB, RGA или за их пределами, и рассчитать коэффициент заполнения для каждого цвета излучения всех светодиодов.

Класс матрицы 3×3 позволяет осуществлять все математические операции этой матрицы, к которым относятся обратная функция, вычисление определителя и кофакторов, транспонирование, умножение. Класс Vector 3 позволяет реализовать вектор-столбец из трех членов, которые используются в операциях с матрицами 3×3. Класс данных RGBA – пользовательский тип данных для хранения значений коэффициента заполнения для всех цветов.

В классе-оболочке беспроводной связи интерфейс содержит все три метода, необходимых для беспроводной связи при реализации RGBA-системы. Этот интерфейс можно использовать в любом методе беспроводной связи, например в BLE и классическом типе Bluetooth. Связь BLE осуществляется с помощью дочерней платы RN4020 PICtail по стандарту RS-232, позволяющей реализовать этот интерфейс для RGBA-платы.

Программист может создать новый класс для использования беспроводной связи с помощью библиотек Bluetooth

Low Energy в средстве проектирования Visual Studio или библиотек независимых разработчиков. Данный интерфейс устраняет соединения с действующим контроллером, поэтому если установлены новые соединения, класс «представление-контроллер» и другие классы не изменяются.

Технология Bluetooth Low Energy в RGBA-приложении с использованием класса устройств RN4020 позволяет реализовать интерфейс-оболочку для связи BLE с помощью платы RGBA. Дочерняя плата PICtail подключается к персональному компьютеру через интерфейс UART или порт RS-232.

Класс устройства BLE отвечает за хранение базовых данных об удаленном подключенном устройстве – его имени, адреса и поддерживаемой серверной службы. Эта информация применяется для идентификации и связи с удаленным устройством.

Делегат-класс обслуживает события, поступившие из класса Bluetooth Low Energy, когда заканчивается поиск устройств и они появляются в списке, предоставляемом пользователю. На этот поиск отводятся 10 с.

Делегат-класс, отвечающий за изменения в состоянии связи, обслуживает события, поступившие из класса Bluetooth Low Energy, и определяет наличие подключения платы PICtail к удаленному устройству, а также отображает текущий статус соединения для пользователя.

Класс констант хранит все константы, используемые в приложении, например команды и ответы модуля RN4020, службы и универсальные уникальные идентификаторы (UUID) и т.д.

Класс приложений Java для операционной системы Android тоже в точности соответствует принципу MVC. В этом представлении используются классы Activity, которые по своей структуре схожи с настольным приложением.

Однако в Android-системе применяется встроенное BLE-оборудование телефонов Android. Эта операционная система обеспечивает все необходимые связи Bluetooth Low Energy со всеми требуемыми событиями и ответные сообщения от них.

RGBA-класс View Activity схож с классом View Controller, который используется в приложениях настольного компьютера, за исключением средств управления графическим пользовательским интерфейсом, которые определяются в XML-файле, а не в классе.

ВЫВОДЫ

Мы рассмотрели 16-бит ШИМ-модуляцию, которая применяется для точного управления яркостью светодиодов. Описанная плата для цветового смешения излучения RGBA-светодиодов оснащена сенсорными кнопками емкостного типа, позволяющими изменять цвет и яркость освещения. Поскольку для беспроводной связи применяется модуль Bluetooth 4.1 Low Energy, у пользователя имеется возможность отправлять ШИМ-значения на плату RGBA, чтобы обеспечить требуемый цвет освещения. Этот цвет выбирается с помощью приложения, которое установлено на настольный компьютер под управлением Windows или на телефон под управлением ОС Android. —