

АЛГОРИТМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В LED ДИСПЛЕЯХ

Д.Е. Кривобоков, В.А. Соловьев, А.А. Павленко, Д.С. Спирин

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

Статья посвящена описанию процессов и реализации алгоритма передачи данных в светодиодных лентах. Существенным недостатком, препятствующим широкому распространению светодиодных лент для отображения видеoinформации, является их ненадежная конструкция. Повышение надежности возможно за счет объединения светодиодов не в обычные ленты, а в ленты-сегменты, каждым из которых будет управлять отдельный контроллер.

Ключевые слова: дисплей, светодиод, LED, алгоритм.

Светодиоды (LED – Light Emitting Diodes) сегодня набирают большую популярность. Это связано с тем, что они имеют ряд преимуществ перед другими существующими источниками искусственного света (лампами накаливания, галогенными и люминесцентными лампами и т.п.). Например, светодиоды имеют длительный срок службы (60000 часов), низкое энергопотребление и высокую светоотдачу [2, 3].

Светодиоды находят свое применение не только как источники освещения, но и как составные элементы средств передачи видеoinформации. В качестве примера можно привести светодиодные табло, медиафасады и пр. Такие средства отображения состоят из светодиодных лент или модулей. Передачей видеoinформации занимается управляющий контроллер (рисунок 1).

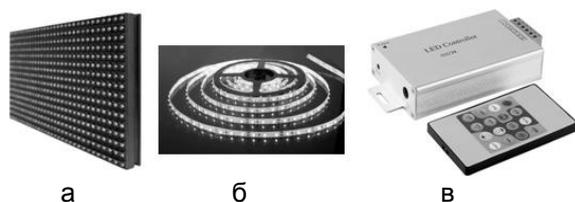


Рисунок 1 – Составные элементы LED-экранов: а – светодиодный модуль; б – светодиодная лента; в – управляющий контроллер

Существуют многоцветные светодиоды с пиксельной адресацией, объединенные в ленты. Внутри пикселя расположены 3 светодиода (RGB) и контроллер управления (драйвер) (рисунок 2) [1]. Передача управляющих сигналов осуществляется по 1-проводному последовательному интерфейсу. Контроллер дисплея формирует посылку, состоящую из

24 бит данных для отдельного светодиода, далее сформированная посылка передается по интерфейсу. Управляющий контроллер пикселя принимает посылку и считывает из нее 3 первых байта данных. Остальные биты передаются далее по интерфейсу для последующих пикселей.

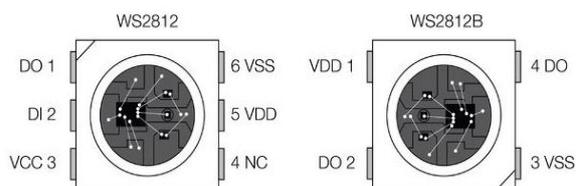


Рисунок 2 – Светодиоды со встроенным ШИМ

Светодиод имеет один цифровой вход – DIN, на который подается последовательность импульсов, представляющих из себя закодированные биты информации. Цифровой выход светодиода (DO) соединяется со входом DIN следующего светодиода (рисунок 2) [1]. Таким образом все светодиоды последовательно соединяются в одну ленту. Каждый светодиод должен получить 24 бита (по 8 бит на каждый цвет: красный R, зеленый G и синий B) информации. После получения данных светодиод загорается и сохраняет свое состояние, пока не получит новую битовую последовательность.

Важным аспектом при передаче сигналов являются временные задержки, которые должны быть выдержаны при формировании посылок с данными (рисунок 3) [1]. При несовпадении временных интервалов данные будут прочитаны некорректно, соответственно, это приведет к искажению или потере информации.

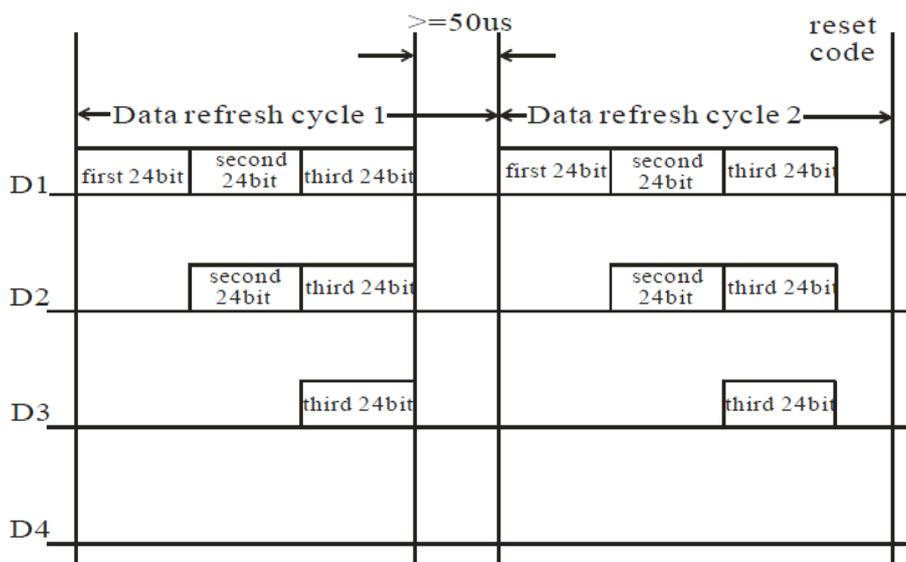


Рисунок 3 – Временные задержки при кодировании передаваемых данных

Посылка представляет из себя последовательность в виде 24-битных пакетов, состоящих из "0" и "1", для всех светодиодов, объединенных в ленту. Формирование кода происходит путем передачи импульсов и пауз различной длительности. Каждый закодированный бит (0 или 1) имеет фиксированное время передачи 1.25 мкс. Например, бит "1" кодируется импульсом в 0.8 мкс., затем идет пауза в 0.45 мкс. Бит "0" кодируется импульсом в 0.4 мкс. с паузой в 0.85 мкс. Между посылками выдерживается пауза в 50 мкс. Пауза больше 100 мкс. воспринимается как окончание передачи (рисунок 4) [1].

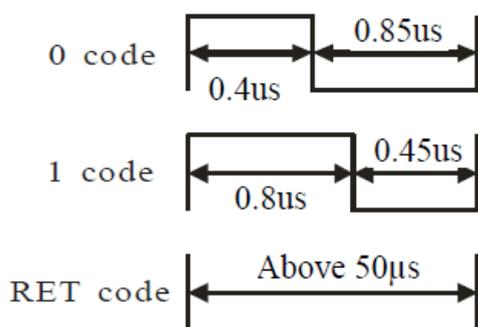


Рисунок 4 – Временные задержки при кодировании передаваемых данных

Существующие контроллеры дисплея обладают небольшим функционалом. Они могут только управлять кадровой частотой (количеством сменяемых кадров в секунду). Также возникают трудности в применении контроллеров, связанные с количеством под-

держиваемых светодиодов на порт – от 512 до 1024 шт. Количество одновременно поддерживаемых портов – от 1 до 8. Конечно, может показаться, что 8000 одновременно поддерживаемых светодиодов – это большая цифра. Однако необходимо учитывать, что передача данных от светодиода к светодиоду осуществляется последовательно. Таким образом, выход из строя любого из светодиодов приведет к тому, что все последующие светодиоды, находящиеся в одной цепочке, работать не будут (рисунок 5).

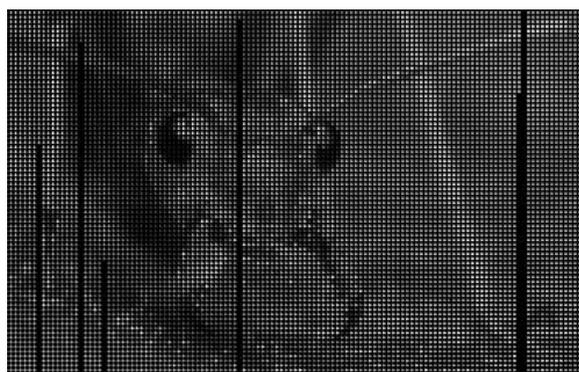


Рисунок 5 – Дисплей с частично неработающими светодиодами

Данная проблема усложняется при использовании дисплеев из подобных светодиодов в демонстрации наружной видеoinформации. Суровые погодные условия могут существенно сократить срок службы светодиода, а устранение неполадок может занимать длительное время. Указанные препятст-

вия являются одними из основных и замедляют процессы распространения таких дисплеев.

Одним из вариантов решения выявленных проблем является разделение дисплея на отдельные небольшие модули (сегменты), каждым из которых будет управлять свой контроллер (рисунок 6). Контроллер модуля должен иметь необходимую производительность для обеспечения временных интервалов, одновременно с этим он должен быть недорогим. Система из контроллеров модуля и одним основным управляющим контроллером должна быть сопоставима по стоимости с существующими решениями. Указанное требование будет влиять на число пикселей в модуле, однако необходимо также учитывать наличие минимально работоспособного числа пикселей для восприятия и идентификации видеоинформации.

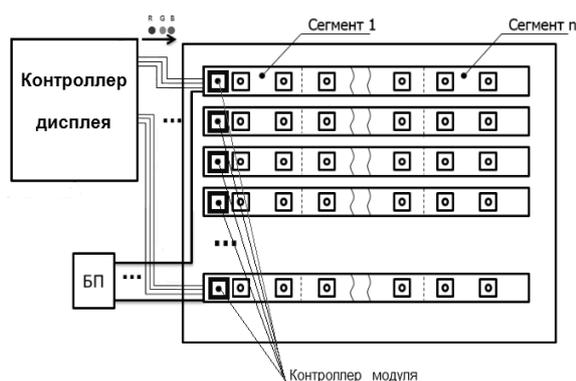


Рисунок 6 – Модульная конструкция дисплея

Контроллер дисплея будет последовательно передавать данные контроллерам модуля. По окончании передачи пакета информации (кадра или серии кадров) контроллер дисплея передаст команду контроллерам модуля на отображение видеоинформации. Таким образом, число сегментов также будет зависеть от скорости обмена данными между контроллерами. В качестве контроллера дисплея должен выступать микроконтроллер с высокой частотой работы (более 100 МГц). В качестве контроллера модуля может выступать микроконтроллер с частотой работы 16 МГц.

Авторами был разработан алгоритм передачи данных, способный передавать информацию для 7000 светодиодов при скорости 15 кадров в секунду. Максимальное количество исполняемых одноканальных команд в случае использования микроконтроллера с частотой 16 МГц и временем передачи последовательности импульсов (8 бит) в 1.25 мкс. составляет 20 шт.

Особенностью алгоритма является кодирование бита (0 или 1) при помощи последовательности 8 бит («0» кодируется последовательностью «11100000», «1» – «11111000»). Данная последовательность передается за время 1.25 мкс. Таким образом, для передачи посылки контроллер модуля будет передавать $24 \cdot 8 = 192$ бита данных для одного светодиода. Данный алгоритм позволяет использовать в качестве контроллера модуля недорогие микроконтроллеры без встроенного широкоимпульсного модулятора (ШИМ), который необходим для обеспечения временных интервалов при передаче импульсов и пауз.

Выводы. В данной работе описаны процессы передачи данных в светодиодных лентах, предложена модульная конструкция дисплея для устранения недостатков в существующих решениях, разработан и реализован алгоритм передачи данных для предложенного модульного дисплея.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Intelligent control LED integrated light source [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.waveshare.com/w/upload/9/94/WS2812B_datasheet_EN.pdf. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 27.06.2017).
2. Кашкаров, А.П. Устройства на светодиодах и не только [Текст] / А.П. Кашкаров // М.: ДМК Пресс. – 2012. – 208 с.
3. Полищук, А.Г. Вопросы выбора мощных светодиодных ламп для светотехнических применений [Текст] / А.Г. Полищук // Современная электроника. – 2006. – № 1. – С. 15-19.

Кривобокров Дмитрий Евгеньевич – к.т.н., доцент, тел.: (3852)29-09-13, e-mail: dmitriikrivobokov@mail.ru; **Соловьев Виталий Андреевич** – ст. преподаватель; **Павленко А.А., Спирин Д.С.** – магистранты.