

О возможности использования новых технических средств для формирования ярких широкоформатных изображений

А.В. Торчигин

Аннотация. Рассматривается возможность использования последних технологических достижений в области производства источников света и электронных средств, управляющих их яркостью, для формирования ярких изображений на широкоформатных экранах. Ориентация на движущиеся источники света, создаваемые мощными светодиодами, позволяет существенно повысить разрешающую способность и яркость формируемых изображений, а также использовать несколько проекторов для формирования одного изображения.

Ключевые слова: цифровой проектор, светодиодный экран, динамическая световая реклама.

Введение

Потребность в улучшении яркости и разрешающей способности формируемых на больших экранах изображений была чрезвычайно высока в течение более чем векового периода существования кинематографа, поэтому каждое появление новых технических средств незамедлительно использовалось в этой области. Однако и в настоящее время демонстрация кинофильмов производится в специальных затемненных помещениях и проблема увеличения яркости изображения остается весьма острой. Причина в том, что световой поток кинопроектора ограничен возможностями киноплёнки пропускать свет от мощного источника света, так как значительная часть светового потока поглощается пленкой, что приводит к ее нагреву. Смена кадров с частотой 24 кадра в секунду дает возможность исключать из дальнейшего разогрева нагретые кадры пленки. Это позволяет увеличить световой поток, однако разогрев пленки остается главным ограничивающим фактором увеличения яркости проектируемых изображений. Хотя в новых, появившихся

в последнее время, LCD и DLP цифровых проекторах отсутствует пленка, однако допустимый нагрев формирующих изображение матриц остается основным фактором, ограничивающим максимальный световой поток проектора.

Другим ограничивающим фактором является источник, излучающий проектируемый на экран свет. Мощность этого источника измеряется киловаттами. Отвод выделяемой при этом тепловой энергии требует мощной и дорогостоящей системы охлаждения. Этот источник представляет собой специально разработанную дорогостоящую лампу накаливания, срок службы которой, как и у прочих ламп накаливания, невелик и составляет около 1000 часов. При этом до экрана доходит только несколько процентов излучаемой лампой света. Действительно, если в цифровом проекторе среди возможных градаций яркости пикселя 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{64}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{256}$ выбрать среднюю яркость, при которой количество градаций в сторону уменьшения яркости и в сторону ее увеличения одинаково, то эта яркость составляет $\frac{1}{25}$ часть от максимальной. Таким образом, в среднем до экрана доходит только 4%

светового потока от максимально возможного. Заметим, что и максимально возможный световой поток в несколько раз меньше светового потока, излучаемого лампой накаливания из-за неизбежных потерь света в оптической системе проектора и матрицах, управляющих его пропусканьем.

Основания для светодиодного проектора

При использовании современных технических средств появляется возможность использовать новый подход к формированию на экране ярких изображений, при котором раздвигаются указанные ограничительные факторы. Такими средствами являются появившиеся в последнее время яркие мощные светодиоды [1,2] и относительно дешевые 32-разрядные микропроцессоры [3], обеспечивающие необходимую модуляцию светодиодов по яркости. Использование этих средств позволяет увеличить световой поток одного проектора, а также использовать для создания одного изображения на экране несколько проекторов.

В настоящее время коммерчески доступны светодиоды со световым потоком в 100 люмен [4]. Световой поток стандартного переносного проектора составляет около 2000 люмен, то есть равен потоку всего 20 светодиодов. Количество светодиодов в матрице, которая проектируется на экран, может быть на порядки больше, и, следовательно, яркость получаемого на экране изображения может вырасти в той же пропорции. Следует отметить и другие весьма привлекательные особенности светодиодов. Светоотдача современных светодиодов более чем в 10 раз превосходит светоотдачу современных ламп накаливания. По прогнозам, светоотдача светодиодов может быть увеличена еще в 2 раза в ближайшие 10 лет. Проектируемое изображение формируется непосредственно светодиодами. При этом отсутствуют потери, связанные с необходимостью просвечивать пленку или матрицу, и весь излучаемый свет направляется на экран.

Весьма ценны для рассматриваемого применения такие свойства светодиодов, как высокая надежность с наработкой на отказ до 100 000 часов, низкое напряжение питания, большая сила света и световой поток одного излучателя, кото-

рые возрастают с каждым годом, устойчивость к значительным механическим перегрузкам, относительно малые габариты, уменьшающаяся с каждым годом стоимость. Сам светодиод представляет собой малогабаритный твердотельный источник света, температура которого не превышает 100°C. Наличие светодиодов разного цвета, в том числе красных, зеленых и голубых, дает возможность, комбинируя эти цвета в различных пропорциях, получать любую палитру. В настоящее время освоен выпуск так называемых RGB-светодиодов, содержащих в одном корпусе красный, зеленый и голубой светодиоды. По существующим прогнозам светодиоды в обозримом будущем вытеснят лампы накаливания, люминесцентные и газоразрядные лампы. Уже в настоящее время светодиоды широко используются в рекламе и для подсветки зданий.

Однако не только высокая светоотдача и надежность характерны для светодиодов. В отличие от существующих источников света светодиоды способны модулироваться по яркости с высокой частотой вплоть до 20 МГц. Эта особенность светодиодов позволяет использовать для получения различных градаций яркости широтно-импульсную модуляцию (ШИМ), при которой градации яркости создаются включением светодиода на время, уменьшенное в 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256 раз по сравнению с максимально возможным. В отличие от традиционных проекторов, где лампа накаливания постоянно излучает максимально возможный световой поток, светодиоды излучают световой поток точно такой, какой требуется в каждый момент времени. Таким образом, при использовании светодиодов потребляемая проектором мощность приблизительно на 3 порядка меньше мощности современных проекторов. Кроме того, линейные размеры матрицы светодиодов могут быть значительно больше линейных размеров кадра пленки или управляющей матрицы. Эти обстоятельства позволяют уменьшить ограничения максимальной мощности светового потока проектора из-за его нагрева.

Даже при беглом взгляде на существующие светодиодные устройства формирования изображений, такие как уличные светодиодные экраны и бегущие строки, можно заметить, что их разрешающая способность значительно уступает

другим устройствам (экраны телевизоров и мониторов, широкоформатная печатная продукция). Причина в том, что в настоящее время стоимость светодиодов относительно высока и использование большого количества светодиодов экономически неоправданно. Так как яркость современных светодиодов может быть выше, чем требуется в экранах, то появляется возможность «разменять» избыточную яркость на недостающее разрешение путем использования одного и того же светодиода для формирования многих пикселей. Этот прием использовался в телевизионной трубке, где единственный подвижный источник света последовательно строка за строкой обегал весь экран и формировал требуемое изображение. Так как на экран предполагается проецировать множество светодиодов, то нет необходимости, чтобы изображение каждого светодиода пробегало весь экран. Достаточно, чтобы изображение каждого светодиода описывало на экране одну или несколько линий, общая длина которых значительно больше их ширины. Способность светодиодов к высокочастотной модуляции позволяет изменять яркость светодиода при смещении создаваемого им на экране светового пятна на расстояние, сравнимое с размерами этого пятна даже при достаточно большой скорости перемещения пятна по экрану. Это позволяет получать изображения с чрезвычайно высоким разрешением. При этом движущееся световое пятно от одного светодиода может формировать на экране до 10^3 - 10^5 пикселей. В настоящее время использование светодиодов в устройствах отображения достигло такого уровня, что несколькими фирмами выпускаются полные комплекты специализированных интегральных схем [5], позволяющих значительно упростить проектирование таких устройств.

Принцип работы светодиодного проектора

Рассмотрим метод получения изображений с помощью движущихся светодиодов. Пусть некоторая матрица светодиодов 1 проецируется на светоотражающий экран 3 с помощью обычного объектива 2, используемого в проекторах (Рис.1). Если сдвинуть матрицу светодиодов относительно объектива таким образом, что плоскость, в которой расположена матрица, остается неизмен-

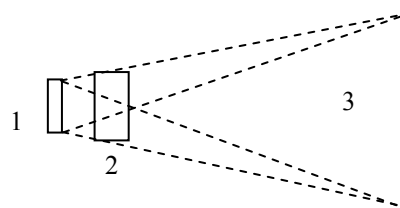


Рис. 1. Ход лучей при проектировании матрицы светодиодов 1 через объектив 2 на экран 3

ной, то изображение светодиодов на экране также будет также сдвинуто. При этом фокусировка изображения не нарушится. В том случае, когда матрица светодиодов перемещается в своей плоскости по некоторой замкнутой траектории, изображение каждого светодиода на экране будет описывать некоторую замкнутую линию. Нетрудно убедиться, что в том случае, если матрица сдвинута на расстояние, равное ее размеру, ее изображение на экране будет сдвинуто на расстояние, равное размеру изображения на экране. Таким образом, необходимое перемещение матрицы светодиодов 1 сравнимо с ее размерами.

На Рис.2 а показана схема одного из возможных устройств, реализующих рассматриваемый подход. Здесь вращающаяся с помощью электромотора 4 система линз 2 помещена между неподвижной матрицей светодиодов 1 и экраном 3. Вид сбоку на эту матрицу и систему линз представлен соответственно на Рис.2 б и Рис.2 с, где светодиоды 5 размещены в пределах кольца, ширина которого сравнима с диаметром линз 6. Перемещение изображения светодиода по экрану может происходить не только при перемещении светодиода относительно объектива, но и при перемещении объектива относительно светодиода. Поэтому при вращении системы линз 2 изображение каждого светодиода будет появляться на экране столько раз, сколько линз имеется в системе 2. При этом каждый раз изображение светодиода на экране будет описывать некоторую дугу. В общем случае эти дуги могут не совпадать. Совокупность всех дуг, описываемых на экране изображениями всех светодиодов, является основой для формирования произвольного изображения. Заметим, что подобные конструкции используются в современных LCD и DCP проекторах для формирования цветных изображений с помощью одной матрицы. В этом случае поочередно формируются

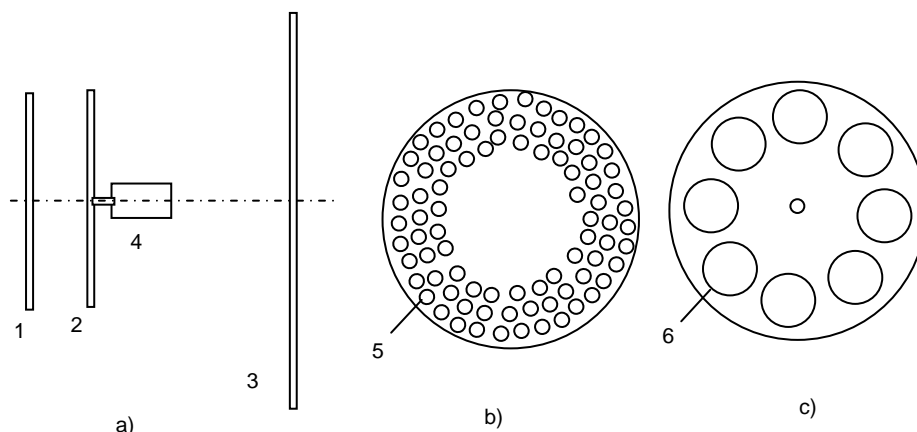


Рис. 2. Схематическое представление устройства, обеспечивающего перемещение изображений светодиодов на экране

- a) взаимное расположение матрицы светодиодов 1 и системы вращающихся линз 2 относительно экрана 3;
 b) матрица светодиодов 1
 c) система вращающихся линз 2

красная, зеленая и голубая компоненты изображения. С этой целью матрица освещается соответственно красным, зеленым и голубым цветом, получаемым из белого света от лампы накаливания путем пропускания его через вращающийся диск, на котором расположены 3 светофильтра. В рассматриваемой конструкции светофильтры заменены линзами. Возможны также и другие конструкции, обеспечивающие перемещение изображений светодиодов по экрану.

Формирование изображений распределенным проектором

Рассмотренный подход позволяет формировать одно крупное изображение с помощью нескольких проекторов, расположенных в различных областях пространства. Подобно тому, как большое помещение обычно освещается несколькими светильниками, световой поток которых, перекрываясь друг с другом, создает общее равномерное освещение помещения, так световые потоки от разных светодиодных проекторов, перекрываясь на экране друг с другом, создают общую картину. При этом достаточно просто решается острая для современных проекторов проблема совмещения границ изображений, создаваемых различными проекторами. Оказывается, эта проблема может быть решена в общем случае для произвольного количества светодиодных проекторов, расположенных в различных

областях пространства. Рассмотрим более детально один из способов ее решения.

Из условия, что разрешение на всех участках изображения должно быть одинаковым, следует, что все проекторы должны быть расположены приблизительно на одинаковом расстоянии от экрана. При этом произведение разрешения P на яркость экрана E пропорционально количеству проекторов K , участвующих в формировании изображения. Например, если в формировании изображения участвуют 4 проектора, каждый из которых формирует изображение в одном из четырех прямоугольников, полученных при делении экрана пополам горизонтальной и вертикальной линиями, то разрешение (количество пикселей в изображении) возрастает в 4 раза. Если же изображение формируется K проекторами, каждый из которых формирует изображение на всем экране, то разрешение результирующего изображения останется таким же, как разрешение изображения, создаваемого одним проектором, однако яркость изображения возрастает в K раз. Возможен также промежуточный случай. Например, в каждом из четырех квадрантов изображения формируются не одним, а тремя проекторами, каждый из которых проецирует изображение на весь квадрант. В этом случае при использовании 12 проекторов разрешение возрастает в 4 раза, а яркость в 3 раза.

Пусть в формировании общего изображения на экране 1 участвуют несколько проекторов с движущимися светодиодами 2, как показано на

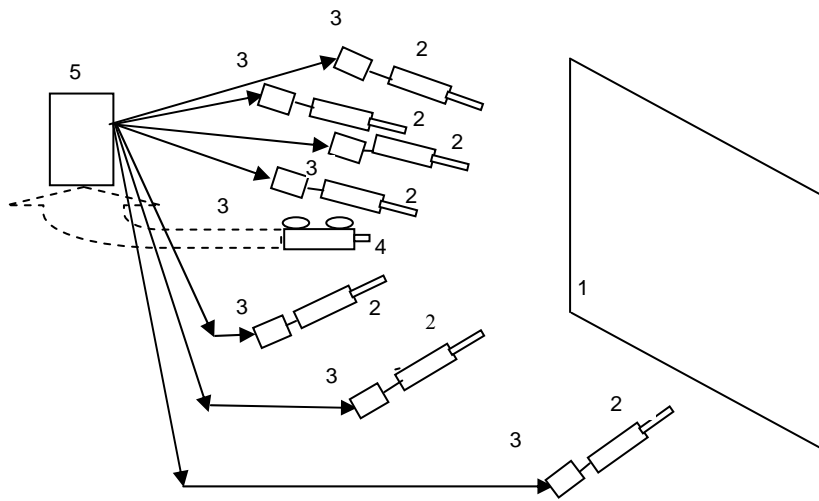


Рис.3. Схема формирования на экране одного изображения многими проекторами

Рис. 3. Пусть каждый проектор 2 управляется своим микропроцессором 3, который может получать информацию от персонального компьютера 5. Пусть период движения светодиода во всех проекторах одинаков и состоит из I временных интервалов. Формируемое на экране изображение передается с помощью фиксатора 4 с максимально высоким пространственным и спектральным разрешениями в главный компьютер 5, из которого информация о формируемом изображении может поступать в каждый из микропроцессоров 3. Высокие требования к фиксатору 4 определяются тем обстоятельством, что качество передаваемого в персональный компьютер изображения не может превосходить качество изображения, фиксируемого фиксатором 4. В качестве фиксатора может 4 использоваться цифровой фотоаппарат с высоким разрешением, профессиональная видеокамера, ПЗС-матрица и т.п.

Перед формированием на экране требуемого изображения необходимо выполнить определенную калибровку всей системы, позволяющую определить, какие проекторы ответственны за показ каждого пикселя полного изображения. Рассмотрим сначала простейший алгоритм такой калибровки. Пусть на короткое время в начале каждого временного интервала поочередно включается первый светодиод на первом проекторе и получающееся на экране изображение передается через фиксатор в HOST машину, где это изображение анализируется и определяются координаты на экране центра пятна, создаваемого

включенным светодиодом в данном временном интервале. После этого в следующем периоде включается второй светодиод на первом проекторе и т.д., пока не исчерпаются все светодиоды на первом проекторе. Затем такая же процедура повторяется со светодиодами на втором проекторе, на третьем проекторе и т.д.

На основе полученной информации в HOST машине составляется таблица, содержащая координаты пятна на экране, создаваемого j -ым светодиодом ($j=0,1..J-1$) k -ого проектора ($k=0,1..K-1$) в i -ый временной интервал. ($i=0, 1, ..I-1$). Кроме того, таблица содержит такие параметры пятна, как его интенсивность и цвет.

Покажем, что, имея эту информацию, с помощью главного компьютера можно сформировать для показа K проекторами любое требуемое изображение. Пусть на экране требуется создать изображение, состоящее из P пикселей по горизонтали и Q пикселей по вертикали. Сторона e квадрата, занимаемого одним пикселем на экране, определяется соотношением $e=L/P$, где L – ширина изображения на экране. В этом случае полученная при калибровке проектора информация может быть преобразована в массив из PQ строк вида

$$\{p,q\} \rightarrow n, \{i_1j_1,k_1\}, \{i_2j_2,k_2\}, \{i_3j_3,k_3\}, \dots \quad (1)$$

В этом массиве для каждого формируемого на экране пикселя $\{p,q\}$ ($p=0, 1, P-1; q=0, 1, ..Q-1$) имеется одна строка, в которой целое n определяет количество следующих за ним троек в фигурных скобках и показывает общее количество све-

одиодов во всех временных интервалах, которых могут засвечивать рассматриваемый пиксель на экране. Тройка определяет номер временного интервала, в который светодиод с номером j , находящийся в проекторе с номером k , засвечивает q -ый пиксель на экране, находящийся в строке с номером p . На заключительном этапе следует найти отображение $\{p,q\}$ с минимальным n и зафиксировать это значение n_{\min} . Это значение определяет максимальную яркость формируемого на экране изображения K проекторами. Если минимальное значение существенно отличается от среднего, это свидетельствует о том, что либо ориентация проекторов, либо размер и местоположение изображения на экране выбраны неправильно. В этом случае необходимо изменить либо местоположение и ориентацию проекторов, либо параметры экрана.

Таким образом, калибровка заканчивается после получения приведенных выше отображений и проверки необходимых условий для показа произвольных изображений. Калибровка производится один раз при инициализации системы. Ее необходимо повторять только при изменении конфигурации или ориентации проекторов либо при изменении параметров P , Q показываемого изображения.

Чтобы отобразить на экране любое изображение, имеющее P пикселей по горизонтали и Q пикселей по вертикали, преобразуем информацию об этом изображении в файл типа BMP, в котором информация представлена в виде матрицы A_{pq} ($p=0,1..P-1$; $q=0,1..Q-1$). Элементом матрицы A_{pq} является 24-разрядное целое, определяющее интенсивность красного (разряды 16..23), зеленого (разряды 8..15) и голубого (разряды 0..7) цветов. В том случае, когда изображение формируется с помощью красных, зеленых и голубых пикселей, задача упрощается и сводится к трем одинаковым более простым задачам по формированию красной, зеленой и голубой составляющих общего изображения. При формировании изображения одного цвета элемент матрицы A_{pq} является 8-разрядным целым. Заметим, что подобный прием формирования цветного изображения путем суперпозиции чистых красного, зеленого и голубого цветов используется во всех системах формирования цветных изображений. Поэтому в дальнейшем рассматривается формирование изо-

бражения только одного, например, красного цвета. Задача состоит в том, чтобы из матрицы A_{pq} получить K матриц P_{ij}^k ($i=0,1,..I-1$; $j=0,1,..J-1$; $k=0,1,..K-1$), которые передаются в соответствующие проекторы для формирования результирующего изображения на экране.

Формирование матриц P_{ij}^k производится следующим образом. Для каждого элемента матрицы A_{pq} находится соответствующее отображение $\{p,q\} \rightarrow n, \{i_1,j_1,k_1\}, \{i_2,j_2,k_2\}, \{i_3,j_3,k_3\}, \dots$, в котором указаны номера проекторов и координаты пикселей, которые могут участвовать в формировании рассматриваемого пикселя на экране. При калибровке получено, что максимальная яркость пикселя на экране может быть в n_{\min} раз больше, чем яркость, создаваемая одним включенным пикселем. Эта максимальная яркость соответствует значению элемента матрицы A_{pq} , равному максимально возможному значению, то есть 255.

Дальнейшие действия зависят от того, какие изображения формируются на экране. Если формируются контрастные изображения, для которых элементы матрицы A_{pq} равны либо 0, либо 255, то в соответствующий элемент матриц P_{ij}^k засылается либо 0, либо 1. В этом случае элементами матриц P_{ij}^k являются битовые величины.

Если формируются полутоновые изображения, то количество полутонов при простейшем способе формирования изображений не может быть больше n_{\min} . В этом случае в матрицы P_{ij}^k , определяемые отображением (1) для заданных $\{p,q\}$, засылаются значения, равные 1. Однако количество таких матриц определяется выражением $b = (n_{\min} A_{pq})/255$ и может быть меньше количества троек в выражении (1). В этом случае в оставшиеся матрицы, определяемые отображением (1), засылаются значения, равные 0.

В некоторых случаях при использовании быстродействующих микропроцессоров количество полутонов в формируемом изображении может быть увеличено без увеличения объема аппаратных средств путем показа одного и того же изображения несколько раз подряд в одном и том же временном интервале. Например, если микропроцессор успевает показать изображение 3 раза, то элементами матрицы P_{ij}^k могут являться целые, принимающие значения 0, 1, 2, 3, которые определяют количество повторений. Однако каждое повторение отличается от предыдущего. Если

значение элемента равно 0, то светодиод с номером j в k -м проекторе не включается в i -м временном интервале ни разу. Если значение элемента равно 1, то этот светодиод включается только при начальном показе. Если значение элемента равно 2, то этот светодиод включается только при начальном и втором показах. Если значение элемента равно 3, то этот светодиод включается во всех трех показах. В этом случае соответственно изменяется алгоритм работы микропроцессора при обработке матрицы P_{ij}^k , элементы которой состоят из двух разрядов.

После того как будут последовательно обработаны все элементы матрицы A_{pq} , окажутся заполненными все матрицы P_{ij}^k ($i=0,1,..I-1$; $j=0,1,..J-1$; $k=0,1,..K-1$). Матрица P_{ij}^k передается из HOST машины в микропроцессор, управляющий в k -ым проектором ($k=0,1,..K-1$), и система готова к показу красного изображения, заданного матрицей A_{pq} . Аналогичная процедура выполняется для показа зеленого и голубого изображений.

Заметим, что добавление новых проекторов сводится только к изменению параметра K . Это обстоятельство позволяет рассматривать множество проекторов как один распределенный проектор, автоматически настраиваемый на показ общего изображения в зависимости от характеристик и взаимного расположения компонентов такого проектора. Так как проекторы рассматриваются в рамках одного обобщенного проектора, то исчезает понятие границы между отдельными проекторами. Изображение в областях, засвечиваемых несколькими проекторами, формируется этими проекторами совместно.

Разумеется, описанный алгоритм может быть оптимизирован по многим направлениям. Например, на этапе калибровки можно засвечивать не по одному, а по несколько пикселей. Однако и без оптимизации он вполне работоспособен.

Как и в традиционных проекторах, перед показом изображений проекторы должны быть настроены. Настройка традиционных проекторов сводится к ориентации проектора в пространстве и фокусировке изображения. Эти же процедуры требуются от человека и в рассматриваемом случае. Дальнейшая настройка всей системы производится в автоматическом режиме один раз перед началом показа.

Следует отметить, что рассмотренный подход может быть использован не только при применении новых, не существующих пока проекторов с использованием движущихся светодиодов, но и при применении обычных цифровых проекторов. Действительно, в этом случае тройку символов $\{i, j, k\}$ в выражении (1) достаточно рассматривать как i -ый номер пиксель в j -ой строке матрицы k -го проектора. В этом случае вместо номера временного интервала используется номер пикселя в строке, а вместо номера светодиода – номер строки, в которой находится этот пиксель. Так как матрицы современных цифровых LCD и DLP проекторов содержат миллионы пикселей, то рассмотренный выше простейший алгоритм калибровки занимает слишком много времени. Это время можно значительно сократить, если экспериментально определить с помощью фиксатора координаты только угловых пикселей матрицы $\{x_{00}, y_{00}\}$, $\{x_{0J-1}, y_{0J-1}\}$, $\{x_{I-10}, y_{I-10}\}$, $\{x_{I-1J-1}, y_{I-1J-1}\}$, I, J – количество пикселей в строке и столбце матрицы, соответственно. Так как расстояние на экране между любыми смежными пикселями одинаково, то координаты всех пикселей можно определить с помощью интерполяции по формулам

$$x_{ij} = x_{0j} + (x_{I-1j} - x_{0j})[i/(I-1)], \text{ где}$$

$$x_{0j} = x_{00} + (x_{0J-1} - x_{00})[j/(J-1)],$$

$$x_{I-1j} = x_{I-10} + (x_{I-1J-1} - x_{I-10})[j/(J-1)].$$

Для координаты y формулы аналогичны.

Достоинства распределенного проектора

Отметим следующие привлекательные свойства рассматриваемого подхода.

- Отсутствует необходимость в точной ориентации проекторов.
- Для получения необходимой яркости изображения количество проекторов может как увеличиваться, так и уменьшаться.
- Исключаются весьма серьезные проблемы традиционных проекторов, связанные с искажениями, вносимыми оптикой, такие как астигматизм, кома, сферическая и хроматическая аберрации, бочкообразная и подушкообразная дисторсия и т. п. [6].

- Устраняются эффекты, связанные со старением оборудования, так как при настройке проекторов эти обстоятельства автоматически принимаются во внимание.

- В традиционных LCD и DLP проекторах со временем появляются дефектные пиксели. Это явление отсутствует в рассматриваемой системе, так как пиксель на экране формируется многими проекторами. Дефектные пиксели автоматически исключаются из работы на этапе калибровки, так как они дают пятно нулевой интенсивности.

- Может быть выбрана оптимальная цветопередача.

- Настройка проекторов с помощью программного обеспечения гораздо быстрее, дешевле, точнее, гибче и оперативнее, чем настройка аппаратуры с помощью механических регуляторов.

Возможные области применения светодиодных проекторов

По существующим прогнозам светодиоды в обозримом будущем заменят существующие источники света в виде ламп накаливания, газоразрядных и люминесцентных ламп. Эти прогнозы основаны на присущих светодиодам высокой надежности и светоотдаче. Последний фактор весьма существенен в условиях увеличивающегося дефицита энергоносителей. Из приведенного рассмотрения следует, что в будущем светодиоды могут использоваться не только в качестве энергосберегающей альтернативы существующим источникам света. Способность светодиодов к высокочастотной модуляции, наряду с использованием последних достижений в области изготовления дешевых микропроцессоров, обеспечивающих управление яркостью светодиодов, открывает для светодиодов и микропроцессоров совершенно новые области применения. Имеется в виду совершенно новый подход к созданию источников света. В отличие от традиционных источников света, светодиоды могут не только ос-

вещать некоторую площадь, но и формировать на этой площади произвольные динамические изображения.

Например, в настоящее время традиционные источники в виде нескольких прожекторов освещают в темное время суток тысячи рекламных щитов размером $6 \times 3 \text{ м}^2$ в сотнях городов всего мира. Иногда, чтобы увеличить количество показываемых реклам с одной до трех, на рекламном щите монтируется механическая система, которая периодически изменяет показываемую рекламу. Если одну из трех реклам заменить на белый экран, а традиционные прожекторы заменить на светодиодные проекторы, то они могут формировать не 3, а сколь угодно много реклам. Более того, они могут создавать динамические изображения. Светодиодные проекторы могут использоваться для проецирования любых изображений на вертикальные стены зданий и заменить обычную светодиодную подсветку, широко используемую уже в настоящее время. Возможно также формирование любых изображений на горизонтальных поверхностях многими проекторами, заменяющими обычные светильники. Без сомнения, при внедрении новых источников света будут использованы все их возможности.

Литература

1. Кононов В. Рекордно яркие LED от Nichia
http://www.3dnews.ru/news/rekordno_yarkie_led_ot_nichia/
2. Бурняшев А. Современные мощные светодиоды и их оптика // Современная электроника. – 2006.-№1.- С. 24-27.
3. Редькин П. Микроконтроллеры ARM7 семейства LPC2000. –М.: Додэка-XXI, 2007 450 с.
4. Мощные светодиоды различных производителей
www.leds.ru
www.lumileds.com/products
www.osram-os.com/goldendragon
www.osram.ru/index.php
www.upec.com
www.laminaceramics.com
5. Драйверы для светодиодов www.mblock.com
6. Ландсберг Г.С. Оптика. –М.: Наука, 1976 930 с.

Торчигин Александр Владимирович. Научный сотрудник Института проблем информатики РАН. Окончил Московский институт радиотехники, электроники и автоматики в 1997 году. Автор 18 научных работ. Круг научных интересов – применение в устройствах отображения информации последних достижений в светотехнике и в области твердотельных источников света.