

**Методы формирования сигналов телевизионного изображения с использованием мозаичных массивов светофильтров.**

Законы Грассмана и следствия, вытекающие из них, гласят, что для любого цвета, входящего в цветовой охват системы нескольких стимулов, количества этих стимулов могут служить мерой этого цвета. Таким образом, взяв за основу систему нескольких стимулов и получая в каждой ячейке матрицы значения этих стимулов, можно восстанавливать исходное значение цвета, что и применяется в настоящее время при формировании цветного телевизионного сигнала с помощью матричных преобразователей свет-сигнал (ПСС). Для возможности получения цветного изображения необходимо в каждом элементе изображения производить разделение светового потока на несколько цветовых составляющих, которые будут являться основными стимулами, что позволит по значениям этих составляющих впоследствии восстанавливать исходный цвет изображения.

На сегодняшний день наиболее распространёнными являются три альтернативных способа такого разделения светового потока на цветовые составляющие, используемые при формировании цветного сигнала изображения с помощью твердотельных ПСС:

- Метод временного (последовательного) разделения.
- Метод разделения с помощью светофильтров с разными диапазонами пропускания.
- Метод разделения, основанный на разной пропускной способности материала для составляющих видимого спектрального диапазона излучений.

Из всех методов наиболее широкое распространение получил метод разделения с помощью массивов светофильтров с разными диапазонами пропускания. При реализации такой технологии с каждой ячейки матрицы поступает сигнал, несущий информацию об интенсивности электромагнитных волн определенного спектрального диапазона (основного стимула), соответствующего диапазону пропускания фильтра, нанесенного на поверхность ячейки. Однако невозможно осуществить восстановление исходного изображения только по одному основному отсчету, и для этого требуется найти значения недостающих составляющих (рисунок 1). Значения недостающих основных стимулов находятся, как правило, путем их интерполяции с использованием значений стимулов близлежащих элементов.

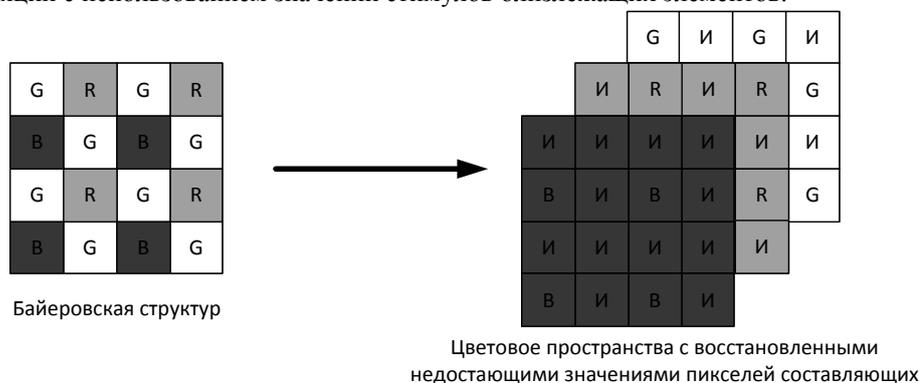


Рисунок 1. Восстановление недостающих значений цветовых пространств. R,G,B – реальные значения пикселей, а И – интерполированные

Наиболее популярной структурой массивов светофильтров применяемых в современных видеокамерах является Байеровская структура, схематическое изображение которой приведено на рисунке 1. Как можно заметить в этой структуре зеленых светофильтров в 2 раза больше чем остальных, поскольку зрительная система человека (ЗСЧ) обладает наибольшей яркостной чувствительностью в области зеленого цвета, нежели в области красного и синего цветов. Помимо Байеровской структуры, существует еще много различных массивов светофильтров, однако суть метода от массива к массиву не меняется, поскольку различаются они только разными цветами светофильтров и их расположением на плоскости.

Интерполирование недостающих значений цветового пространства, как и интерполирование любой другого дискретного сигнала, позволяет лишь найти промежуточные значения величины по имеющимся дискретным значениям, но ни в коем случае не восстановить недостающую структуру изображения. У интерполяции как метода формирования изображения существует ряд достоинств и недостатков. Наибольшим недостатком интерполяции является ограниченная точность вычисления и повышение сложности процесса при повышении его точности. Однако при формировании сигналов изображений так же необходимо учитывать влияние интерполяции как на сигнал цветового пространства отдельно, так и в составе получаемого изображения.

При интерполировании значений цветовых пространств, в каждом из этих пространств остаются реальные значения, на основе которых производилось вычисление недостающих значений, однако в другом цветовом пространстве на месте этого значения стоят не реальные значения, а значения полученные в результате интерполирования (рисунок 1). Таким образом, получаемое изображения в каждой точке, так или иначе, будет отличаться от исходного. В результате этого интерполяция, помимо увеличения размеров и качества изображения (при неизменном межпиксельном расстоянии), приводит к появлению таких искажений как ступенчатость, размытие, «эффект молнии», «гало» и др (рисунок 2).

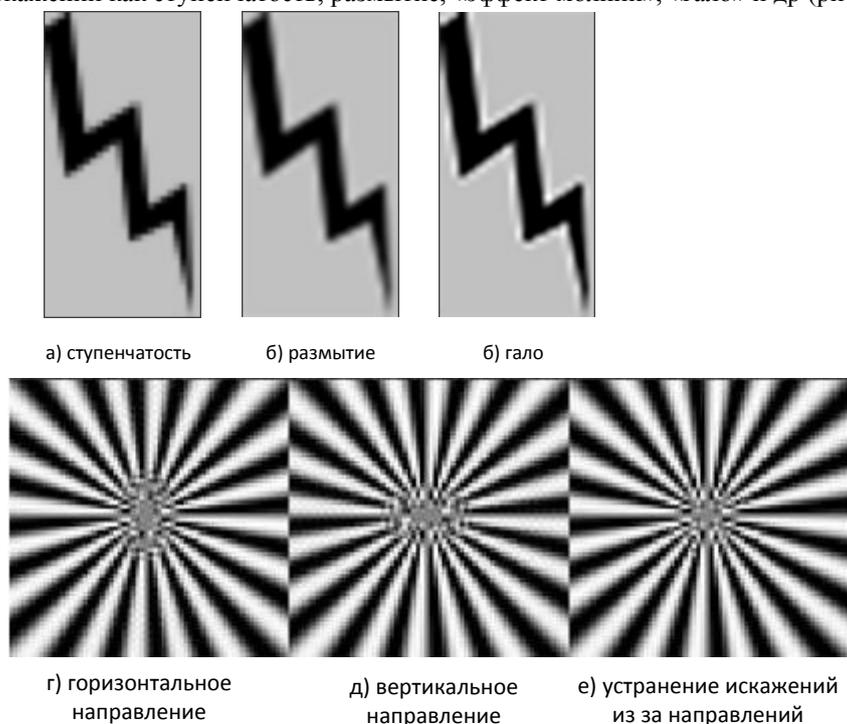


Рисунок 2. Искажения, возникающие в результате интерполяции значений пикселей.

При использовании массивов светофильтров проблема синтеза пикселей изображения сводится в основном к выбору оптимального алгоритма нахождения недостающих составляющих и способа интерполяции сигналов этих составляющих. Алгоритмы методов восстановления пикселей делятся на два типа: адаптивные и неадаптивные. Адаптивные методы учитывают характер восстанавливаемого изображения и корректируют способы интерполяции в зависимости от условий. Неадаптивные методы всегда используют одинаковый алгоритм интерполирования по всему пространству, независимо от обрабатываемого изображения. Наиболее распространенными из неадаптивных алгоритмов являются билинейная интерполяция, бикубическая интерполяция, интерполяция сплайн функциями и другие. В зависимости от требуемой точности и сложности они могут использовать от одного до всех значений соседних пикселей. В адаптивных методах помимо интерполяции используют так же разнообразные методы анализа изображения, что позволяет создать и применять какие-то оптимальные решения для разных типов изображений, а не одно универсальное.

Одним из самых простых методов интерполяции является билинейная интерполяция. В этом методе интерполируемое значение получается с помощью применения для 4 известных значений близлежащих элементов цветового пространства окна свертки размерами 2x2 с заданными коэффициентами. Более совершенный по сравнению с билинейной интерполяцией является метод бикубической интерполяции, в котором окно свертки составляет 4x4 элемента, что делает более гладкими переходы в изображении и позволяет значительно увеличить точность вычислений. Бикубическая интерполяция дает довольно хорошие результаты, поэтому многие фирмы производители бюджетной техники и программного обеспечения ограничиваются применением именно этого метода. Однако наиболее эффективным неадаптивным методом интерполяции является интерполяция сплайн функциями, которая позволяет добиться минимальных ошибок и получить изображение максимально близкое к оригинальному. Она осуществляется путем разбиения цветового пространства на локальные области и заданием для каждой из этих областей полинома, описывающего изменение функции внутри этой области, а недостающие значения находятся по полиному области, к которой они принадлежат. Несмотря на простоту и достаточную эффективность, методы неадаптивной интерполяции обладают большой зависимостью от структуры изображения, и часто приводят к появлению вышеперечисленных искажений. Ввиду ортогональности расположения ячеек в массиве, например при обработке объекта, границы которого идут не вертикально

или горизонтально, искажения будут прогрессировать в зависимости от увеличения угла наклона, и становятся максимальными при достижении угла  $45^{\circ}$ .

В отличие от неадаптивных методов интерполяции, адаптивные методы позволяют менять ряд параметров интерполяции в зависимости от поставленной задачи. При формировании изображений с использованием мозаичных массивов светофильтров, основными параметрами интерполяции являются ее точность и быстродействие. На точность интерполяции влияют такие факторы как выбранный метод интерполяции и направление интерполяции. Проводя простой анализ структуры изображения, можно определить оптимальные условия проведения интерполяции, выбрать из заложенных в алгоритме методов наиболее подходящий, определить направление интерполяции. Так же адаптивные методы интерполяции позволяют проводить параллельное интерполирование значений двумя и более разными методами и вычислять необходимое значение как сумму полученных этими методами значений, взятую с весовыми коэффициентами. Однако введение алгоритма анализа изображения требует большего количества вычислений и введения параметров, по которым принимаются решения.

При формировании изображений с помощью мозаичных массивов светофильтров очень важно подобрать оптимальный алгоритм нахождения недостающих значений цветовых составляющих, что позволит добиться более высокого качества получаемого изображения. Выбор метода, в свою очередь, очень сильно зависит от поставленной перед системой задачи, в частности параметров качества, специфики изображений и допустимых пределов погрешностей и искажений.

#### **Список литературы:**

- 1) Половко А.М. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации. –СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 320 с.: ил.
- 2) Keigo Hirakawa. «Adaptive Homogeneity-Directed Demosaicing Algorithm», IEEE Transactions on image processing, vol.14, NO.3, march 2005. 360-369.
- 3) R. Ramanath and W. E. Snyder, “Adaptive demosaicking,” Journal of Electronic Imaging, vol. 12, pp. 633–642, 2003..
- 4) Гловацкая А.П. Методы и алгоритмы вычислительной математики. Учеб. Пособие для вузов. –М.: Радио и связь, 1999. – 408с.: ил.

**ROMANOV S.G., POTASHNIKOV A.M.**

#### **METHODS OF FORMATION OF TELEVISION PICTURES USING COLOR FILTER ARRAYS.**

The most common method of television picture formation is method which uses color filter arrays. This method separates each picture element in different color components, but every element contains information only about one component. To obtain a complete image we should compute missing values of every color components of every elements and form full color plane. This is done by interpolation methods. This article tells about different methods of interpolation, their advantages and disadvantages, and problems connected with it.