

Сагирова Айгуль Наилевна

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТОК ФОТОПРИЕМНЫХ МАТРИЦ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/13.html](http://www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/13.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2010. № 3 (34): в 2-х ч. Ч. I. С. 54-57. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/](http://www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

УДК 681.7.069

Айгуль Наилевна Сагирова

Уфимский государственный авиационный технический университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТОК ФОТОПРИЕМНЫХ МАТРИЦ<sup>©</sup>

В качестве приёмника света раньше использовались фотоматериалы: фотопластинки, фотоплёнка, фотобумага. Появление цифровых фото- и видеокамер позволило применять фото- и видеосъемку в различных сферах человеческой деятельности, причем полученные данные сразу оказываются в виде, пригодном для обработки на компьютере. Это стало возможным благодаря появлению и развитию фотоматриц, обозначивших новый этап в развитии фототехники.

Матрицы выполняются по одной из технологий:

- как на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС, или CCD в англоязычной литературе);
- как на основе комплементарных структур «металл-оксид-полупроводник» (КМОП, или CMOS).

Автором рассмотрены особенности ПЗС- и КМОП-фотоприемников, а также представлен обзор тенденций разработок фотоприемных матриц.

В 1970 году были созданы первые приборы с зарядовой связью. Хотя они имели простейшую структуру, а также обладали множеством недостатков, принцип действия остался прежним: световой поток, попадающий на матрицу из близко расположенных МОП-конденсаторов [1, с. 56], преобразуется в электрический заряд. Величина этого заряда пропорциональна времени накопления и интенсивности светового потока, т.е. степени освещенности объекта. Если на электроды МОП-конденсаторов подать в определенной последовательности тактовые импульсы напряжения, то накапливаемые заряды можно переносить между соседними элементами ПЗС. Таким образом реализуется регистр сдвига на ПЗС, который передает сигнал на АЦП (Рис. 1).

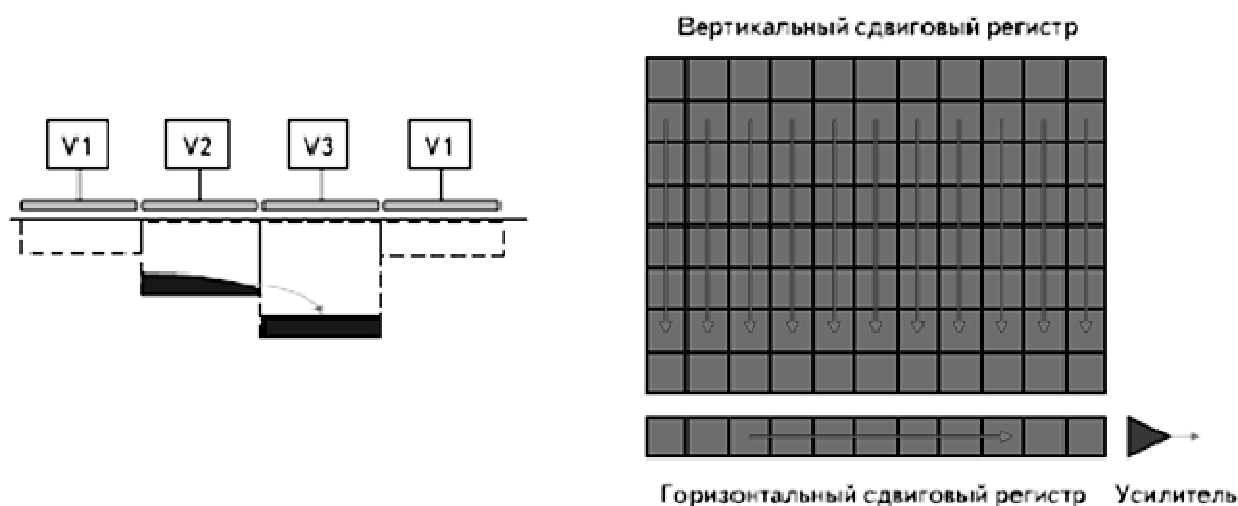


Рис. 1. ПЗС-матрица

По мере совершенствования технологии был разработан своеобразный гибрид фотодиода и КМОП-транзистора. Так появились матрицы на основе КМОП-транзисторов, в которых преобразование оптического сигнала в электрический происходит с помощью фотодиодов, а обработка и считывание сигнала - с помощью КМОП-транзисторов.

Фотодиодная КМОП-ячейка (Рис. 2) состоит из двух частей, одна из которых построена на n-МОП структуре, а другая - на p-МОП структуре. Эти структуры являются взаимодополняющими. Ячейка работает таким образом, что когда один транзистор открыт, то другой закрыт. Эти схемотехнические особенности обуславливают такие свойства КМОП-ячейки, как независимость параметров от флуктуаций источника питания, шумов и колебаний температуры.

Таким образом, появление КМОП-матриц [2, с. 29] дало толчок развитию и постоянному соперничеству датчиков на базе ПЗС и КМОП. Оба фотоприемника при создании изображения используют преобразование светового потока в электроны, но различие заключается в самой технологии преобразования. В ПЗС-устройствах заряд перемещается посредством управляющего чипа последовательно в каждой линии ячеек, что ограничивает способность считывания информации. КМОП-устройства, в свою очередь, представляют собой матрицу КМОП-элементов, отвечающих каждый за свой пиксель и самостоятельно обрабатывающих информацию о нем (Рис. 3).



Рис. 2. Структура фотодиодной КМОП-ячейки

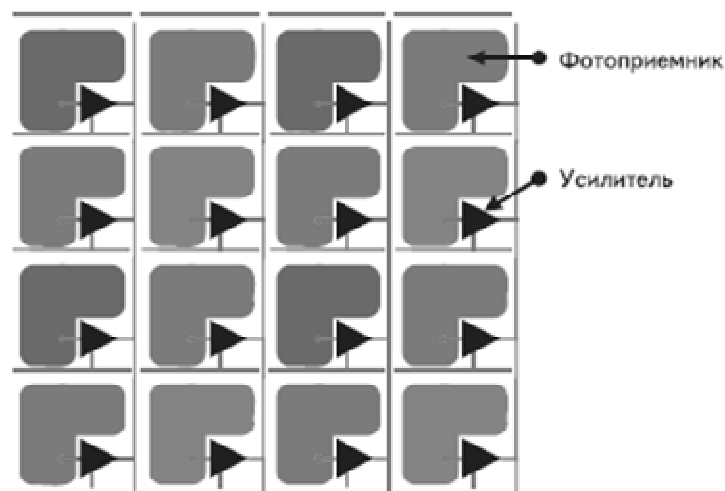


Рис. 3. КМОП-матрица

Данное обстоятельство предоставляет возможность считывать сигнал не со всей структуры [1, с. 57], а с определенной её части, в то время как в CCD-матрице считывание происходит со всех ячеек за один раз. Также к достоинствам CMOS-матриц следует отнести низкое энергопотребление, высокую степень интеграции и размещение на базе чипа дополнительных блоков для обработки изображения. ПЗС-фотоприемники потребляют в 100 раз больше энергии, чем эквивалентные КМОП-сенсоры. Кроме того, КМОП-микросхемы могут быть произведены на стандартных производственных линиях, поэтому стоят они дешевле ПЗС-датчиков.

Однако при всех достоинствах в CMOS-технологии присутствуют недостатки. К ним относятся более высокий, по сравнению с ПЗС, уровень шумов (обусловленный переносом значительной части электронной обработки на пиксель), менее широкий динамический диапазон. Следует признать, что пока ПЗС-сенсоры дают несколько лучшее качество изображения относительно КМОП-аналогов.

Но технология КМОП-сенсоров быстро прогрессирует и недалек тот день, когда КМОП-матрицы полностью вытеснят ПЗС. Уловив данную тенденцию, производители вкладывают деньги в развитие КМОП-технологий, а среди известных производителей CMOS-датчиков, таких как Agilent Technologies, Canon, Toshiba, Omnivision Technologies (Табл. 1), встречаются и малоизвестные марки, причем последних - большинство. То, что производство именно КМОП-матриц активно осваивают и небольшие фирмы, легко объясняется: КМОП-матрицы относительно технологичны, в то время как для ПЗС-матриц характерна сложность их разработки и необходимость концентрации большого количества ресурсов для производства.

Табл. 1. Обзор рынка производителей фотоматриц

Производитель	ПЗС	КМОП	Специализация
Canon	+	+	Оптические приборы
Fujifilm	+	+	Разработка и изготовления фотопродукции, компьютерная радиография
Sony	+	+	Аудио-, видео- и фототовары
Texas Instruments	+	-	Научное и аналитическое оборудование, биосенсоры
Micron	-	+	Полупроводниковые компоненты и модули памяти
Toshiba	+	+	Портативная техника, видеоаппаратура
Omnivision Technologies	-	+	Цифровые однокристалльные датчики изображения
Agilent Technologies	-	+	Приборы общего назначения, контрольно-измерительное оборудование
Hamamatsu Photonics K.K.	+	+	Радиоизмерительные приборы и СВЧ техника и др.

Но не всегда требуются матрицы стандартной формы. Например, для сканирования багажа, досмотровой техники, медицинских приложений применяются специализированные фотодиодные линейки с усилителем. Компания Hamamatsu [4] предлагает такой продукт, как ПЗС-линейки - фотодиодные линейки с нанесенным на активную область фотодиодов сцинтиллятором GOS (оксисульфид гадолия) для детектирования рентгеновских лучей.

Эти приборы состоят из кремниевой фотодиодной линейки со встроенной схемой обработки сигнала. Последняя представляет собой КМОП-кристалл, в который интегрированы генератор импульсов, регистр сдвига и линейка усилителей по одному на каждый пиксель. Соединив несколько фотодиодных линеек в ряд краями активных областей можно получить длинный бесшовный детектор. ПЗС-линейка - прогрессивный и высокотехнологичный продукт.

Элементы обычной фотоприемной матрицы устроены таким образом, что они реагируют на уровень освещенности [3, с. 47], а не на какие-то определенные цвета. То есть, фактически матрицы черно-белые. Для того чтобы матрица давала цветное изображение, применяются специальные технические приемы:

**1. ЗССС** - технология получения цветного изображения, основанная на применении трёх приёмников света и дихроидных призм, делящих свет по спектру на три пучка: красный, зелёный и синий. Каждый из этих пучков направляется на отдельную матрицу. Он обеспечивает отличную разрешающую способность: как цветовую, так и пространственную (резкость) без увеличения времени для получения изображения.

**2. Массив цветных фильтров** - двумерный массив цветных фильтров, которым покрыты фотодиоды матриц. Наиболее популярным является RGBG-фильтр Байера (Рис. 4), состоящий из 25% красных элементов, 25% синих и 50% зелёных элементов, т.е. фотодиодов зелёного цвета в каждой ячейке в два раза больше, чем фотодиодов других цветов. В результате разрешающая способность такой структуры максимальна в зелёной области спектра, что соответствует особенностям человеческого зрения [Там же, с. 49].

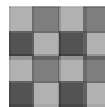


Рис. 4. Фильтр Байера

Вследствие использования фильтров каждый фотоприемник воспринимает лишь 1/3 цветовой информации участка изображения, а 2/3 отсекается фильтром. Для получения остальных цветовых компонент используются значения из соседних ячеек. Недостающие компоненты цвета рассчитываются процессором камеры на основании данных из соседних ячеек в результате интерполяции. Таким образом, в формировании конечного значения цветного пикселя участвует 9 или более фотодиодов матрицы.

**3. Технология ХЗ** создана калифорнийской компанией Foveon. В отличие от матриц, использующих мозаичный шаблон, новая технология позволяет создать сенсор, который измеряет три цвета одновременно в каждом пикселе. Подход Foveon использует известный физический принцип, суть которого состоит в том, что фотоны разных длин волн (разного цвета) поглощаются в кремнии на разной глубине. Если создать трехслойный сенсор из PN-переходов и измерять в каждом переходе ток, на который оказывают влияние фотоны падающего на сенсор света, возникает возможность получить количественные характеристики спектра (цвет) этого света, разложенного по длинам волн благодаря упомянутому свойству кремния.

### Заключение

Развитие портативной техники требует дальнейшего уменьшения энергопотребления и повышения качества изображения. Каждая из описанных технологий обладает определенными преимуществами и недостатками. С большой долей вероятности можно предположить, что рынок портативной, автомобильной и охранной техники со временем останется за КМОП-датчиками так как сенсоры на базе ПЗС-структур лучше использовать в камерах высокого разрешения и чувствительности. Среди всех производителей КМОП-сенсоров наиболее широкой программой поставок выделяется компания Micron Technology, выпускающая датчики как для коммерческого рынка, так и для специальной техники, а наличие инструментов для создания готового изделия с минимальными затратами делает продукцию этой компании перспективной и привлекательной.

### Список литературы

1. Бирюков Е. Эволюция датчиков изображения: от ПЗС к КМОП // Компоненты и технологии. 2007. № 10. С. 56-59.
2. Зырянов М. Электронная «Фотопленка» // Publish. 2001. № 1. С. 29-31.
3. Швердин А. Технологические инновации КМОП-камер Omnivision - оптимальный выбор для высокообъемных применений // Компоненты и технологии. 2008. №1. С. 46-49.
4. <http://hamamatsu.su/Photodiode%20Arrays%20with%20Amplifiers.htm>.

УДК 517.9

*Петр Игнатьевич Совертков*

*Сургутский государственный университет*

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОТИВАЦИИ ПОИСКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ<sup>©</sup>

Поиск функциональной зависимости является одним из основных моментов в исследовательской деятельности по математике.

Основными этапами для обнаружения функциональной зависимости являются: анализ нескольких объектов и отношений между объектами, выявление некоторой зависимости на определенной группе объектов, формулировка гипотезы, проверка зависимости на более широком классе объектов, попытка построения контрпримеров, доказательство гипотезы.

Следует различать формирование навыков поиска функциональной зависимости посредством обучения выстраиванию этапов поиска закономерностей и деятельность учащегося, направленную на выявление закономерности в исследовании, посредством применения сформированных ранее навыков.

Существует психологический разрыв между тем, когда субъекта обучают навыкам, а значит ориентацией на то, что нужно увидеть в предложенном исследовании, и той ситуацией, когда же нужно увидеть необходимость обращения внимания на ту группу объектов, в которой потом может обнаружиться функциональная зависимость.

Учитывая, что человек получает большую часть информации визуально и мозг позволяет усваивать и перерабатывать громадное количество информации за мгновенный зрительный акт, нужно использовать этот акт визуального наблюдения для устранения этого психологического разрыва, т.е. для формирования мотивации.

Для этого лучше использовать геометрические задачи, т.к. они в большей степени выступают раздражителями нашего внимания, магическим воздействием переплетения линий следования по рисунку, приглашением к исследованию.

Рассмотрим задачу о построении фигуры, изображенной на Рис. 1. Дан квадрат  $ABCD$  со стороной  $a$ . Каждая сторона квадрата делится на две равные части. На полученных отрезках строятся квадраты во внешнюю сторону от данного квадрата и строятся квадраты в угловых точках. Вокруг данного квадрата получилось первое кольцо из квадратов со сторонами  $a/2$ .

Далее стороны квадратов снова делятся пополам, и повторяется процесс построения квадратов.

В чем же существенная разница между различными взглядами двух учащихся на одну и ту же геометрическую фигуру на Рис.1, один из которых проявляет интерес к геометрической фигуре и желает ее построить геометрическими инструментами, и вторым, который хочет воспроизвести этот рисунок с помощью компьютера.

Для первого учащегося вопрос о построении фигуры решается просто. Строим квадрат  $ABCD$  со стороной  $a$ . Продолжаем стороны квадрата.