

Первый 1-мегапиксельный сенсор SPAD – у Canon получилось!

Арсений Ворошилов, по материалам Canon

То, что еще вчера было реальностью разве что в самых смелых фантазиях ученых и на страницах научно-фантастических романов, сегодня если не стало обыденностью, то воспринимается уже как нечто существующее или близкое к тому.

Это и системы виртуальной/дополненной реальности, и беспилотные автомобили, и роботы, причем не только промышленные, но и бытовые, и сверхвысокоскоростная съемка. Словом, IT-революция существенно раздвинула пределы возможного. И как ни странно это может показаться, все перечисленные чудеса техники и технологий имеют много общего, включая и так называемое машинное зрение. А в его основе лежит один из ключевых компонентов, которому выпала роль изменить многое в жизни человечества. Этот компонент называется сенсором, а точнее, преобразователем типа свет – сигнал, светочувствительным датчиком, преобразующим свет в электрические сигналы.

Такие сенсоры были изобретены уже достаточно давно. Сначала они представляли собой электронно-вакуумные приборы – светочувствительные электронно-лучевые трубки, а затем стали полупроводниковыми – ПЗС (прибор с зарядовой связью, CCD) и КМОП (комплементарный металл-оксидный полупроводник, CMOS). Это те типы датчиков, которые, что называется, на слуху.

Но есть еще один тип сенсоров – SPAD, что расшифровывается как Single-Photon Avalanche Diode, или однофотонный лавинный диод. И в июне 2020 года компания Canon объявила о том, что ей удалось создать первый в

мире SPAD-сенсор изображения разрешением 1 мегапиксель (рис. 1). Это сообщение привлекло пристальное внимание тех, кто интересуется подобными технологиями, но прошло почти незамеченным для медиаиндустрии, поскольку на тот момент (да и на данный момент тоже) не получило практического применения.

Прежде чем продолжить, нужно напомнить об одном важном свойстве света – дуализме. Согласно корпускулярно-волновой теории, свет можно рассматривать одновременно и как волну, и как поток частиц – фотонов.

Так вот, принципы действия сенсоров CMOS и SPAD различны, хотя и тот и другой – это датчики изображения. Есть и общее – оба сенсора созданы из расчета на то, что свет представ-

ляет собой поток частиц. Однако сенсоры типа CMOS построены так, что каждый пиксель сенсора измеряет количество света, попадающее на этот пиксель в течение заданного промежутка времени (то есть накапливает заряд), тогда как сенсоры типа SPAD фиксируют каждую световую частицу, то есть фотон, достигший пикселя. И каждый фотон, попавший на пиксель, тут же преобразуется в электрический заряд, поэтому количество электронов лавинообразно нарастает до тех пор, пока они не сформируют суммарный заряд (сигнал), достаточный для извлечения с сенсора (рис. 2).

Сенсоры типа CMOS регистрируют свет в виде электрических сигналов путем измерения количества света, попадающего на пиксель в

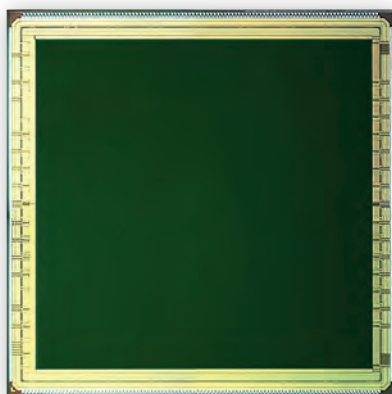
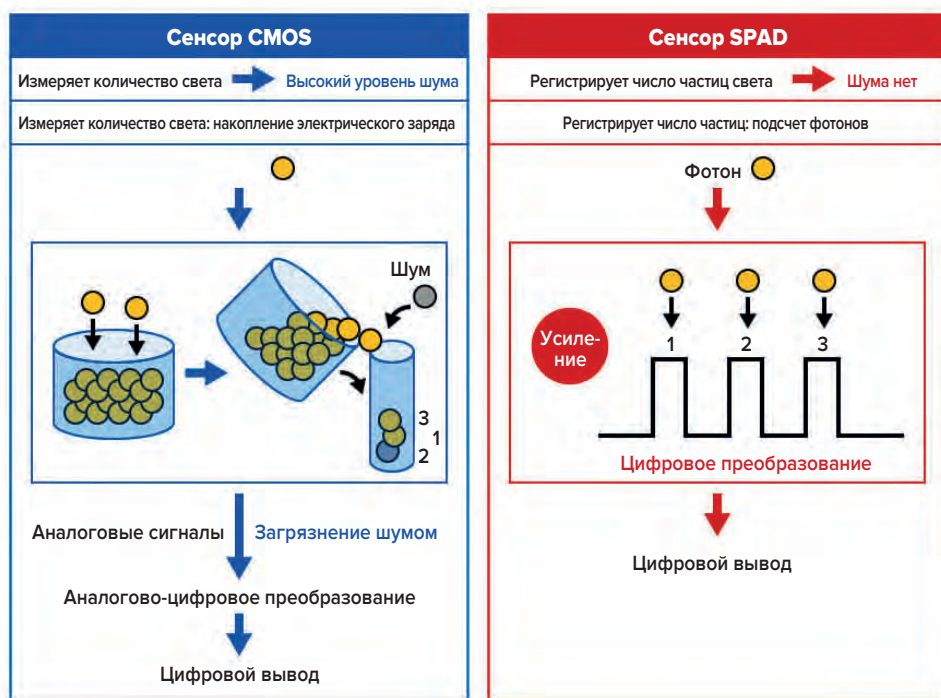


Рис. 1. Разработанный Canon датчик изображения типа SPAD

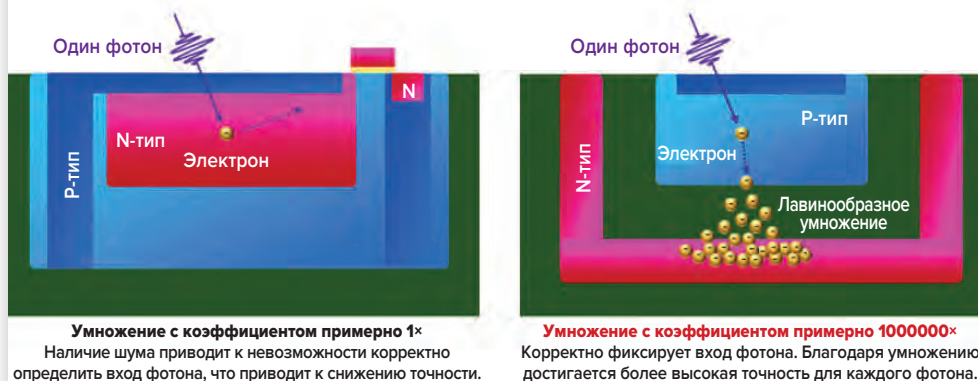


Рис. 2. Сравнение работы сенсоров CMOS и SPAD



EOS C300 Mark III

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КАМЕРА СИНЕМА EOS С ДАТЧИКОМ SUPER-35 И ПОДДЕРЖКОЙ 4K

Новая камера Canon EOS C300 Mark III

- 4K-датчик Super-35 CMOS DGO для производства HDR-контента
- Запись до 120 кадр/с в формате 4K и 180 кадр/с в формате 2K
- Функция записи в формате 4K Cinema RAW Light или XF-AVC
- Поддержка технологии Dual Pixel AF и встроенный Electronic IS
- Модульная конструкция с широкими возможностями настройки

Дополнительная информация на сайте www.canon.ru

Объектив и дополнительные аксессуары не входят в комплект поставки.

Canon

Live for the story_*

*Живи историями

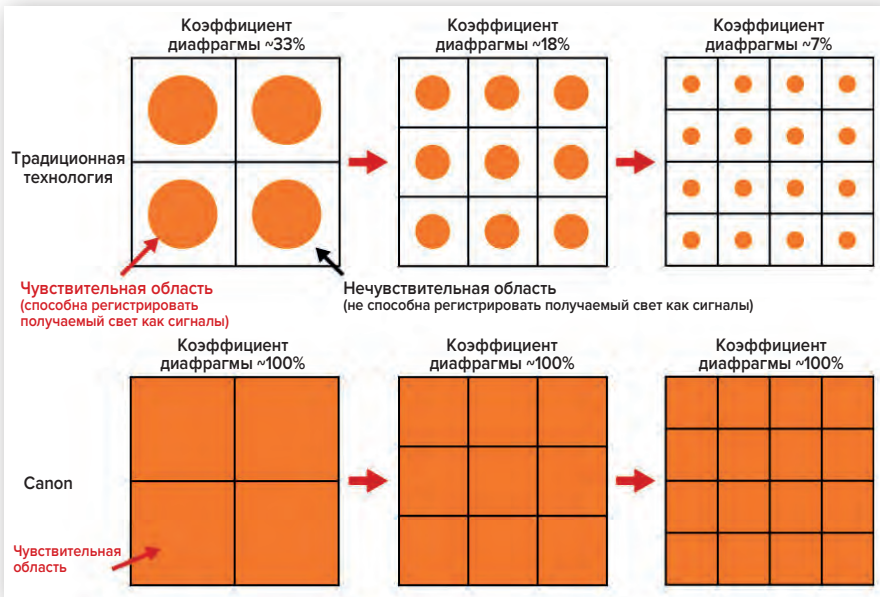


Рис. 3. Технические проблемы сенсоров SPAD и их решение от Canon – увеличение числа пикселей с 4 до 16 на той же площади

течение определенного периода времени. Из-за того, что процесс получается относительно длительным, появляется и возможность попадания в пиксель шума наравне с частицами света (фотонами), что приводит к загрязнению получаемой информации. В отличие от этого сенсоры типа SPAD проводят дискретный (цифровой) подсчет отдельных фотонов, что существенно затрудняет попадание в регистрирующий сигнал электронного шума. Благодаря этому становится возможным получение более чистого изображения.

До недавнего времени считалось, что создать сенсор SPAD с большим числом пикселей довольно сложно. Чувствительная область каждого пикселя (поверхностная зона,

способная регистрировать попадающий на нее свет как сигналы) уже была маленькой. Уменьшение размера пикселей с целью разместить на сенсоре их большее количество привело бы к дальнейшему уменьшению и без того небольшой светочувствительной области. А это в свою очередь существенно ограничило бы количество света, попадающего на сенсор, что, без сомнения, является серьезной проблемой (рис. 3).

Особенность традиционных сенсоров SPAD заключается в том, что их структура требует оставлять некоторое пространство между светочувствительными областями соседних пикселей. Коэффициент диафрагмы, который показывает долю света, попадающую на каж-

дый пиксель, из-за этого уменьшается вместе с размером пикселя, что затрудняет регистрацию заряда.

Для решения проблемы в компании Canon разработали специальную структуру, в которой применены технологии, получившие развитие в процессе производства серийных сенсоров CMOS. Эта конструкция успешно обеспечивает поддержание коэффициента диафрагмы на уровне 100% вне зависимости от размеров пикселя, что позволяет регистрировать весь свет, падающий на сенсор, без потерь, даже если количество пикселей увеличено. В результате был создан сенсор SPAD с беспрецедентным числом пикселей в 1 млн.

Разработанный компанией Canon сенсор SPAD имеет временное разрешение в 100 пс (пикосекунд), благодаря чему становится возможной очень быстрая обработка информации. Иными словами, можно выполнять съемку объектов, движущихся с очень высокой скоростью, вплоть до световых частиц. Сенсору также присущ высокоскоростной отклик, что позволяет использовать его для выполнения высокоточного измерения расстояния, включая и измерения в трехмерном пространстве.

Тогда как метод ToF (Time-of-flight – разница во времени между излученным и отраженным сигналами), который предполагает излучение света на объект и измерение времени, необходимого, чтобы отраженный от объекта свет вернулся на сенсор (рис. 4), позволяет точно измерять расстояние, но пока неприменим, поскольку очень высокая скорость света требует сенсора, способного реагировать с экстремально высокой скоростью. Сенсор SPAD от Canon может регистрировать отраженный

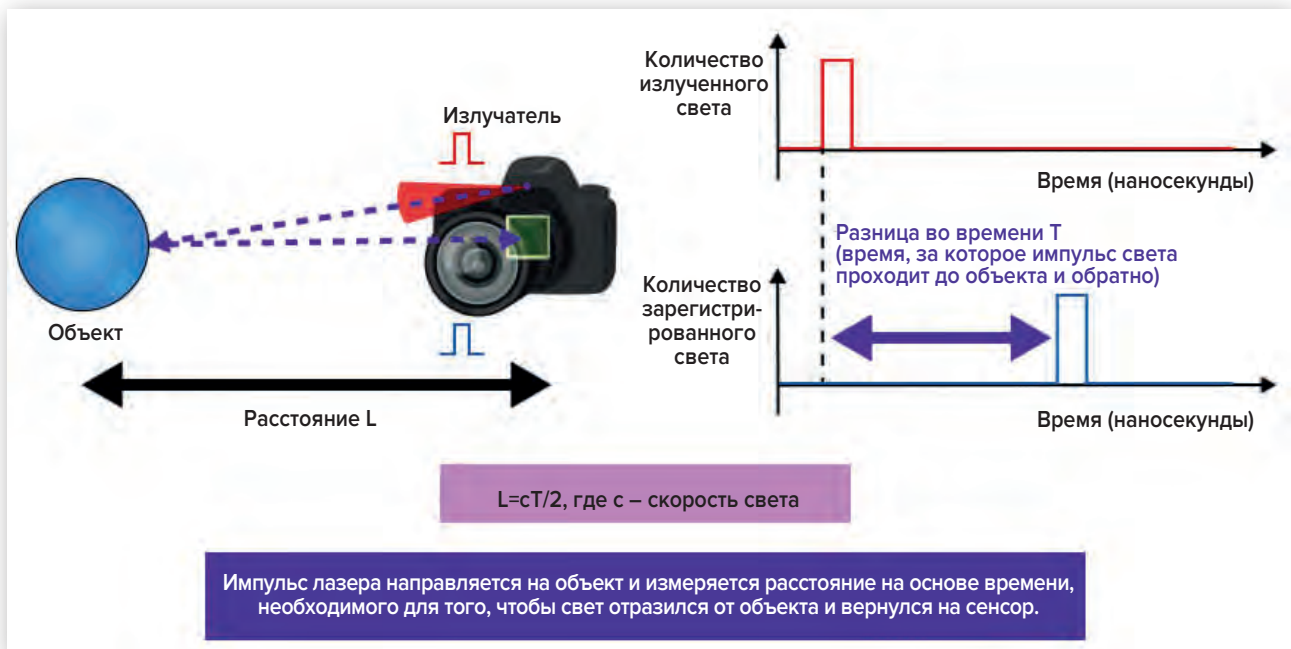


Рис. 4. Измерение расстояния по методу ToF

свет в интервале наносекунды и даже меньше, делая возможным то, на что не способны предыдущие светочувствительные датчики, превращая ToF-измерения в реальность.

Разработанный компанией Canon сенсор SPAD также снабжен кадровым затвором (global shutter), благодаря чему применим для видеосъемки быстро движущихся объектов с точным сохранением их формы и без внесения искажений. В отличие от метода бегущего затвора, при котором регистрация и считывание изображения происходят построчно, сенсор SPAD позволяет управлять экспозицией всех пикселей одновременно, что дает возможность уменьшить время экспозиции до 3,8 нс и достичь сверхвысокой кадровой скорости в 24000 кадр/с в режиме 1-битного вывода. А значит, можно снимать и демонстрировать в режиме замедленного воспроизведения процессы, проходящие в течение очень короткого времени, из-за чего раньше выполнить их съемку было просто невозможно.

К таким процессам относятся очень быстро протекающие природные явления, а также химические реакции, которые раньше невозможно было снять с достаточной точностью. Либо это могут быть процессы разрушения объектов при их падении или столкновении с дру-

гими объектами. Есть много потенциальных вариантов использования датчиков изображения, позволяющих детально снять подобные события. А это ведет к более глубокому пониманию явлений природы, повышению надежности и долговечности продукции.

Благодаря возможности измерения дистанции по методу ToF сенсор SPAD от Canon позволяет выполнять сверхвысокоскоростную съемку изображения в высоком разрешении 1 мегапиксель. При этом производится точное трехкоординатное измерение расстояния даже в сложных условиях, когда есть несколько объектов, перекрывающих друг друга.

В областях дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальности, когда образы виртуальных объектов накладываются поверх реально снятого изображения, возможность применения сенсора SPAD для быстрого получения прецизионной трехкоординатной пространственной информации дает возможность более точно совмещать реальные и виртуальные компоненты изображения в режиме реального времени. Большие надежды на сенсоры SPAD возлагаются также применительно к решению основных проблем при разработке беспилотных автомобилей. К таким проблемам относится мгновенное и точное измерение

расстояния от автомобиля до находящихся поблизости людей и объектов.

Успешное создание компанией Canon 1-мегапиксельного датчика изображения типа SPAD также означает, что 3D-камеры, способные распознавать информацию о глубине пространства, теперь смогут делать это в разрешении до 1 мегапикселя. Одна из наиболее очевидных и перспективных сфер применения – высокоэффективные «глаза» роботов и иных устройств, на которые общество будет полагаться в будущем.

А ведь еще совсем недавно считалось, что достижение разрешения в 1 мегапиксель для 3D-камеры на практике маловероятно. Научно-исследовательские и конструкторские разработки Canon открыли возможности для создания неизвестных ранее сервисов и изделий, о которых многие люди даже не мечтали. При этом остается и потенциал для дальнейших исследований, которые однажды станут реальностью.

В завершение, чтобы остудить чрезмерно воодушевившихся оптимистов, нужно сказать, что 1 мегапиксель – это все еще вдвое меньше, чем привычный формат HD 1920×1080. Но качественный скачок уже сделан, а дальше конструкторы и технологи доведут разрешающую способность сенсоров SPAD до более высоких значений. Теперь в этом сомнений нет. ►

TELEVIEW ConfCast

АВТОМАТИЧЕСКАЯ МНОГОКАМЕРНАЯ ТРАНСЛЯЦИЯ

- КОНФЕРЕНЦИЙ • ЗАСЕДАНИЙ • ЛЕКЦИЙ • КРУГЛЫХ СТОЛОВ •
- ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАДИОСТУДИЙ •



Система ConfCast позволяет в автоматическом режиме снимать, транслировать и записывать видео с конференций, заседаний городских советов, лекций и круглых столов и визуализировать радио. Наша система отслеживает активный микрофон и переключает на него камеру или наводит и переключает PTZ камеру.

Видео демо:



- АВТОМАТИЗАЦИЯ СЪЕМКИ
- НАСТРОЙКА PTZ КАМЕР ЧЕРЕЗ ПОРТ VISCA
- УСТАНОВКА ПРИОРИТЕТА СПИКЕРА
- ЗАДАННЫЙ ЭФФЕКТ ВИДЕОПЕРЕХОДА ВИДЕОМИКШЕРА НА КАЖДЫЙ «МИКРОФОН»
- ТИТРЫ И ПОДПИСИ ВЫСТУПАЮЩИХ, ЛОГОТИПЫ
- НАСТРОЙКА МИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПОКАЗА ГОВОРЯЩЕГО
- УПРАВЛЕНИЕ БЛОКОМ МОНИТОРИНГА АКТИВНОСТИ И ВИДЕОМИКШЕРОМ ЧЕРЕЗ ПО «ConfCast»
- ПРЕСЕТЫ ПОД РАЗНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ



Москва
Телефон: +7 495 900-10-71
E-mail: info@teleview.ru
Web: www.teleview.ru