

# Съемка сферических панорам с каналом освещенности

М.И. Свириденко  
twistms@mail.ru

Санкт-Петербургский Политехнический Университет, Санкт-Петербург, Россия

*Данная работа описывает концепцию нового метода съёмки сферических панорам с информацией об освещенности. Информация об освещенности получается путем съёмки сферических панорам массивом фотоприёмных устройств. Получаемые сферические панорамы могут использоваться при проведении трёхмерной визуализации, при этом данные освещенности используются как информация для освещения в виртуальном пространстве, а сферические панорамы, полученные при помощи мини-камер устройства, для построения верных отражений на трёхмерной модели.*

**Ключевые слова:** сферическая панорама, визуализация, рендеринг, стабилизация видеоизображения, HDRI.

## Shooting spherical panoramas with the channel of illumination

M.I. Sviridenko  
twistms@mail.ru

St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

*This work provides the new concept disclosing a method of shooting panoramic videos with an additional illumination source. The information about illumination is obtained from 3D video-footage taken by an array with a photodiodes. The resulting panoramic video can be used for creating three-dimensional visualization, wherein the information about illumination can be used for illuminating virtual space, as well as channel image data can be used for constructing correct reflections on a three-dimensional model.*

**Keywords:** spherical panorama, visualization, rendering, video image stabilization, HDRI.

### 1. Введение

Разрабатываемая концепция съёмки с каналом освещенности позволяет упростить процесс освещения виртуальных сцен путем съёмки двух типов сферических панорам: сферическая панорама для использования в качестве освещения в 3D сценах и сферическая панорама для использования в качестве источника отражений в 3D. Причем съёмка должна вести относительно объекта интереса и с требуемой частотой кадров.

В настоящее время в кинопроизводстве при освещении трёхмерных объектов для интеграции в видеоизображение в основном пользуются двумя способами: используют для освещения сферическую панораму с расширенным динамическим диапазоном [5], либо используют виртуальные источники света. В первом случае из фотоснимков создается HDR-панорама (High Dynamic Range), далее она используется как источник света и отражений в виртуальных сценах (IBL – Image-Based Lighting) [4]. Чем выше разрешение и динамический диапазон яркости в такой панораме – тем лучше качество интеграции трёхмерных моделей в видеоизображение. Для создания качественных сферических HDR-панорам требуется много времени, это трудоёмкий процесс, итоговое изображение должно пройти несколько этапов создания, включающих вмешательство специалиста:

1. Съёмка фотокамерой во всех направлениях для создания полноценной сферической панорамы с учетом особенностей съёмки для получения расширенного диапазона яркости.

2. Обработка изображений (компенсация недостатков оптической системы камеры, получение расширенного диапазона яркости из серии снимков с разной экспозицией и др.); даже автоматические режимы обработки потребуют вмешательство специалиста. [7].

3. Сшивание снимков в сферическую HDR-панораму [8].

Во втором случае снимается обычная сферическая панорама, на основе которой специалисты по виртуальному освещению выстраивают источники света, настраивая интенсивность данных источников, пользуясь различными вспомогательными устройствами. В этом варианте для отражений пространства на трёхмерной модели может потребоваться моделирование окружения, таким образом, этот метод также является достаточно трудоёмким.

Основными задачами являются получение цепочки сферических панорам с информацией для освещения, получение цепочки сферических панорам с информацией для отражений и автоориентирование этих панорам (для дальнейшего использования в трёхмерных сценах потребуются автоориентирование и стабилизация всего отснятого материала относительно одной системы координат) [3].

### 2. Реализация

Реализация концепции представляется устройством являющимся системой камер расположенных на сферическом корпусе во всех направлениях для съёмки панорам. Помимо камер, на устройстве планируется равномерно расположить фотоприёмные устройства для съёмки канала освещенности. Предлагается использовать фотодиоды, поскольку они дают меньше шума в данных при работе в фотоприёмном режиме, нежели другие типы доступных фотоприёмных устройств [1]. И последним важным элементом будет являться наличие датчиков ориентации в пространстве: цифровые гироскоп, акселерометр и магнитометр [2].

Одной из важных задач реализации является настройка синхронизации съёмки видеокамерами и записи данных со всех датчиков. Для решения этой задачи предлагается использовать цифровые счетчики, аналого-цифровые преобразователи и микропроцессор. После съёмки потребуется обработка всех данных и для этого

планируется создание отдельной компьютерной программы, которая будет выполнять в автоматическом режиме основные задачи:

1. Склеивку видеоизображений с камер в единую сферическую видеопанораму.

2. Создание цепочки сферических панорам канала освещенности.

3. Обработку данных с фотодиодов и данных с датчиков ориентации в пространстве.

4. Ориентирование и стабилизацию обработанных материалов.

В силу того, что отражения на трехмерной модели будут искажены физическими свойствами материала, применение панорам в качестве информации для отражений в виртуальном пространстве не требует больших размеров исходных изображений, из чего следует, что для устройства не требуются дорогостоящие и массивные камеры для съемки. Использование мини-камер имеет некоторые преимущества: масса устройства будет меньше, данные будут занимать меньший объем, мини-камеры энергоэффективнее, изображения небольшого размера гораздо быстрее обрабатываются. Все собранные данные будут записываться на карту памяти устройства.

Равномерно расположенные на устройстве (рис. 1) фотодиоды будут синхронно снимать данные освещенности с частотой от 25 раз в секунду (аналогично частоте кадров в секунду у камер). Обработанные данные будут представлять собой сферические панорамы с расширенным диапазоном яркости. Полученные панорамы будут иметь только информацию об освещенности, использование этой информации в качестве данных для корректного освещения в виртуальном пространстве невозможно, поскольку снимаемый свет должен иметь информацию о цвете. Для получения информации о цвете предлагается использовать сферические цепочки панорам из мини-камер устройства.

Съемка камерами должна вестись параллельно со сбором данных с фотоприёмных устройств. Поскольку количество фотодиодов на устройстве не позволит получить точную информацию об освещенности для каждого пикселя сферической панорамы (рис. 2), то для получения корректной карты освещенности потребуется добавить информацию о цвете и границах объектов пространства (рис. 3). Эту информацию предлагается брать из сферических панорам, снятых мини-камерами устройства (рис. 4). Такой метод позволит сохранить резкость краев источника света и избежать избыточной информации об освещенности в тех областях изображения, где на самом деле нету источников света. Также это решит задачу с добавлением информации цвета в итоговые сферические панорамы для освещения 3D сцен. [9]. Предлагается использование 62-х фотодиодов, которые потребуется равномерно расположить на сферическом корпусе устройства. В дальнейшем, для более точного сбора данных, это количество можно будет увеличить и прийти к оптимальному соотношению цены и качества.

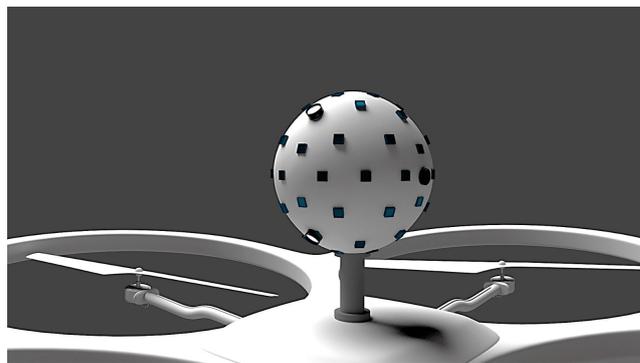


Рис. 1. Концепт устройства.

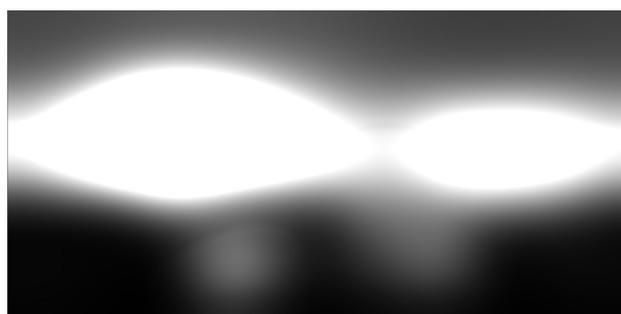


Рис. 2. Пример необработанной сферической панорамы с информацией об освещенности, полученной при помощи фотодиодов.



Рис. 3. Пример итоговой сферической панорамы с информацией об освещенности, с границами объектов и с цветом.



Рис. 4. Пример итоговой сферической панорамы, полученной при помощи мини-камер, для использования в качестве отражений в 3D сценах.

Для использования полученных видеопанорам в виртуальных сценах потребуется их ориентация в пространстве. Для достижения поставленной задачи предлагается разместить в устройстве цифровые гироскоп, акселерометр и магнитометр, данные с которых будут записываться синхронно со сбором данных с камер и фотодиодов. При помощи полученных данных мы сможем автоматически ориентировать цепочки полученных сферических панорам.

Поскольку устройство планируется устанавливать на различные объекты, то при съемке будет перекрываться часть обзора камер самим объектом. Эту проблему можно решить только генерацией части перекрытого изображения путем отслеживания контрастных точек в видеоизображении.

Управление устройством предлагается по таким беспроводным каналам связи как Wi-Fi или Bluetooth, что подразумевает разработку необходимого ПО, как для мобильных устройств, так и для персональных компьютеров.

### 3. Применение

Алгоритм действий специалиста при использовании предлагаемого устройства:

1. Установка устройства на объект интереса (часть окружения сцены или любой объект, заменяемый в последствии трехмерной моделью)
2. Соединение с устройством по беспроводному каналу связи (Wi-Fi или Bluetooth), через мобильные устройства или через персональные компьютеры.
3. Настройка устройства перед съемкой (частота кадров, размер изображений и т.д.)
4. Управление устройством посредством отправки простейших команд, таких как “запись”, “стоп”, “выключение” и т.д.
5. Копирование всех собранных устройством данных на персональный компьютер, используя либо беспроводную связь с устройством, либо копируя данные напрямую с карты памяти устройства.
6. Выбор нужных отрезков времени съемки и автоматическая обработка полученных данных при помощи ПО.
7. Передача двух итоговых цепочек сферических панорам (с информацией для освещения и с информацией для отражений в 3D сценах) специалистам по компьютерной графике для дальнейшего выполнения поставленных задач. Данные цепочки сферических панорам можно будет применять во всех современных редакторах трехмерной компьютерной графики.

Планируемая масса устройства не более 300 г., это позволит устанавливать его на малые беспилотные летательные аппараты и не только. Установив устройство на беспилотный аппарат, будет возможным вести съемку как в павильоне, так и за его пределами, и в дальнейшем качественно интегрировать трехмерную модель в видеоизображение, например, заменив на этапе монтажа и постобработки малый БПЛА на требуемый объект трехмерной графики.

После обработки всех собранных с устройства данных, мы получим цепочку сферических панорам, для использования в качестве информации для отражений в виртуальном пространстве и цепочку сферических панорам с расширенным диапазоном яркости для использования в

качестве информации для освещения в виртуальном пространстве.

В качестве примера можно рассмотреть определенную ситуацию на съемочной площадке - предположим, что в павильоне для съемок расставлены источники света, декорации и присутствуют актеры. По сценарию требуется снять полет летательного аппарата по освещенному туннелю, полет планируется от начала и до конца туннеля. Для этой задачи будет выгодно использование разрабатываемого устройства: установив его на малый БПЛА, мы сможем синхронно снимать карту освещенности и карту отражений относительно объекта который в дальнейшем потребует заменить трехмерной моделью. При помощи полученных сферических панорам будет возможно качественно визуализировать интегрированную в видеоизображение трехмерную модель, так как в каждый момент времени на объекте будут корректные отражения окружения и корректное освещение относительно нужной точки пространства.

### 4. Заключение

Прототип устройства имеет свои недостатки и преимущества.

Преимущества:

1. Малый вес устройства.
2. Простота использования.
3. Дешевизна производства.
4. Новизна, заключающаяся в гибридной синхронной съемке фотодиодами и камерами.

Недостатки:

1. Недостаточное разрешение мини-камер.
2. Относительно малое количество фотодиодов для создания более точных сферических панорам с информацией об освещенности.
3. Частота кадров ограничена возможностями микроконтроллера и мини-камер.
4. Невозможность просмотра полученного результата в режиме реального времени.
5. Использование двух типов сферических панорам может вызывать затруднения при работе с ними в трехмерных редакторах.

В целом, разрабатываемое устройство дает возможность сократить время и бюджет, затраченные на создание определенных сцен в кино, музыкальных клипах или любительских видеороликах, а концепция съемки канала освещенности может применяться не только в киноиндустрии, но и в технологиях виртуальной реальности (VR), компьютерных играх, военных разработках. Автоматическая ориентация сферических видеоизображений при помощи данных с датчиков ориентации может найти применение в различных типах съемки, когда съемка ведется с движущегося (вращающегося) объекта, а внимание зрителя требуется в определенном направлении. На данный момент при просмотре таких видеороликов приходится самостоятельно вращать сферическое видеоизображение до точки интереса, что может вызывать дискомфорт или головокружение [6].

### 5. Благодарности

Автор выражает благодарность управляющему директору студии ЛенVR Никонову Максиму за предоставленное разрешение на использование сферической панорамы.

## 6. Литература

- [1] Аксененко М.Д., Бараночников М.Л., Смолин О.В. Микроэлектронные фотоприемные устройства. М.: Энергоатомиздат. 1984.
- [2] Игнатьев А.А., Проскураков Г.М., Васильев А.В. Алгоритмы работы миниатюрной системы ориентации вращающихся подвижных объектов//Гетеромагнитная микроэлектроника: сб. науч. тр. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2014. Вып. 17: Гетеромагнитная микро- и наноэлектроника. Методические аспекты физического образования. Экономика в промышленности. С. 78-91.
- [3] Свириденко М.И. Использование цепочки сферических панорам для качественной интеграции трехмерных моделей в видеоизображение. Сборник докладов недели науки. Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2015, 121с.
- [4] Debevec P. 2005. Image-based lighting. In ACM SIGGRAPH 2005 Courses (SIGGRAPH '05), John Fujii (Ed.). ACM, New York, NY, USA, Article 3.
- [5] Heckenberg D., Agland S., leBlanc J.P., Barth R. 2017. Automated light probes from capture to render for Peter Rabbit. In ACM SIGGRAPH 2017 Talks (SIGGRAPH '17). ACM, New York, NY, USA, Article 17, 2 pages.
- [6] Hong S., Kim G.J., 2016. Accelerated viewpoint panning with rotational gain in 360 degree videos. In Proceedings of the 22nd ACM Conference on Virtual Reality Software and Technology (VRST '16). ACM, New York, NY, USA, 303-304.
- [7] Jinno T., Okuda M., "Multiple Exposure Fusion for High Dynamic Range Image Acquisition," in IEEE Transactions on Image Processing, vol. 21, no. 1, pp. 358-365, Jan. 2012.
- [8] Peterson J. Pat. 7386188 USA. Merging images to form a panoramic image / 10.06.2008.
- [9] Yoo H.G., Kim K.Y., Kim H.M., Park K.S., Lee S.J., Ko K.H., Lee K.H. 2007. Color correction of high dynamic range images at HDR-level. In ACM SIGGRAPH 2007 posters (SIGGRAPH '07). ACM, New York, NY, USA, Article 67.

## 7. Об авторах

Свириденко Максим Игоревич, аспирант Санкт-Петербургского Государственного Политехнического Университета, Институт Металлургии, Машиностроения и Транспорта, Кафедра «Инженерная графика и дизайн».  
Его e-mail [twistms@mail.ru](mailto:twistms@mail.ru).