

Time-of-flight камера (Time-of-flight camera (ToF camera)) — видеокамера, формирующая так называемое дальностное изображение (дальностный портрет). Используется для создания изображений, которые в качестве пикселей содержат оценки расстояний от экрана до конкретных точек наблюдения.

2 слайд

В широком смысле технология ToF - это общий термин для определения расстояния путем измерения времени прохождения света между датчиками и поверхностью целевого объекта. Камеры ToF были впервые изобретены в Стэнфордском исследовательском институте (SRI) в 1977 году. Однако ограниченный технологией детектора в то время, этот метод не был широко использован, так как не хватало скорости выборки.

С развитием технологий в 1997 году немец по фамилии Шварте со своей командой изобрели первый прототип ТОФ-камеры на основе ПЗС-матрицы, с чего, собственно, и началось стремительное развитие времяпролетных камер.

3 слайд

Блок освещения: Предназначен для освещения сцены. Обычно используется инфракрасный свет.

Оптика: линза собирает отраженный свет и отображает окружающую среду на датчике изображения (матрице фокальной плоскости). Оптический полосовой фильтр пропускает только свет с той же длиной волны, что и осветительный прибор. Это помогает подавить посторонний свет и уменьшить шум.

Датчик изображения: матрица пикселей. Каждый пиксель измеряет время, которое потребовалось свету, чтобы пройти от осветительного устройства (лазера или светодиода) до объекта и обратно в матрицу.

Электроника: управляет блоком освещения и обрабатывает данные с датчика изображения.

Интерфейс: для передачи данных.

4 слайд

Существуют три основных технологии: измерение прямого времени пролета, фазовый метод и импульсный метод.

5 слайд

1. Измерение прямого времени пролета.

Излучается импульс и в каждой точке матрицы измеряется точное время его возвращения. Эти устройства измеряют прямое время пролета, необходимое для того, чтобы одиночный лазерный импульс покинул камеру и отразился обратно на матрицу фокальной плоскости. В этом-то и основная сложность этого метода, так как требуется очень точное детектирование времени срабатывания.

6 слайд

2. Второй – фазовый метод.

В данном методе измерения расстояния (генерация непрерывной волны) для активного освещения (подсветки) объекта применяется модулированный периодической функцией световой луч. Отраженный сигнал будет иметь некоторый сдвиг по фазе относительно излучаемого, который используется для определения расстояния. Зная полученный сдвиг и скорость света получаем дальность до объекта:

7 слайд

3. Третий – импульсный метод.

Согласно этой технологии, короткий лазерный импульс освещает сцену, а сверхчувствительная ПЗС-камера открывает свой скоростной затвор лишь на несколько сотен пикосекунд. Трёхмерная сцена рассчитывается по последовательности двухмерных изображений, которые регистрируются при увеличении задержки между импульсом лазера и открытием затвора.

8, 9, 10 слайд

При одновременном включение/выключение источника света и открытие/закрытие затвора сенсор уловит отраженный свет только от тех объектов, до которых свет успеет дойти, отразиться и вернуться обратно. Остальные объекты видны не будут, так как свет просто не успеет долететь до них и вернуться назад.

Таким образом, увеличивая задержку открытия/закрытия затвора, мы каждый раз будем улавливать свет с разных расстояний.

11 слайд

В результате формируется серия изображений и расстояние до объектов можно определить, исходя из разных значений задержки открытия/закрытия затвора.

12 слайд

Области применения ToF камер

В робототехнике эти камеры применяются для следующих целей:

- Навигация в замкнутом пространстве
- Сканирование и отслеживание объектов
- Предотвращение столкновений
- Особенно широко применяются в логистике для измерения объемов грузов в целях загрузки и разгрузки поддонов полностью в автономном режиме роботами, без прерывания технологических процессов.

13 слайд

Медицина

Времяпролетные камеры также идеально справляются с дополнительными задачами визуализации в медицинской сфере. ToF-камеры помогают оптимально разместить пациентов для проведения магнитно-резонансной томографии (МРТ) или компьютерной томографии (КТ). Плотное множество точек на контрольном изображении сравнивается с плотным множеством точек, отражающим текущее положение пациента. Цель заключается в размещении пациента в точно таком положении, как на контрольном изображении.

14 слайд

Смартфоны:

- Разблокировка по лицу
- Создание трехмерных моделей
- Эффекты на фотографиях, такие как более качественное размытие фона и более точный автофокус при съемке видео.

15 слайд

Игры:

ToF-камера используется в игровом контроллере Kinect 2.0 от XBOX. Хотя в первой версии этого контроллера использовалась технология структурированной подсветки. Переход к времяпролетной камере уменьшил погрешность измерений глубины, позволил увеличить расстояние до объекта, а также повысил качество съемки.