

Настоящее и будущее 3D

Дмитрий Ватолин

Outline

- Введение в 3D
- Форматы 3D кино
- Современные 3D мониторы
- Карты глубин

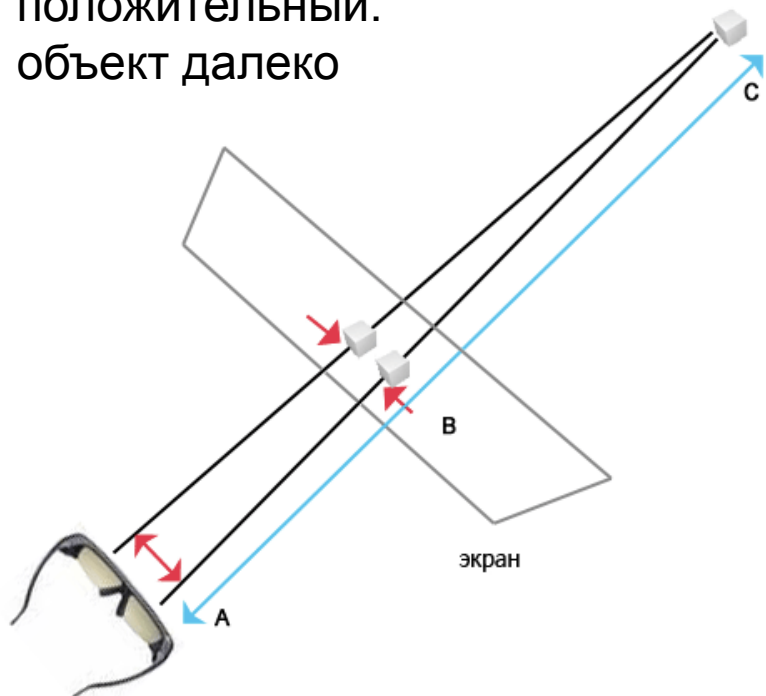
Outline

- **Введение в 3D**
- Форматы 3D кино
- Современные 3D мониторы
- Карты глубин

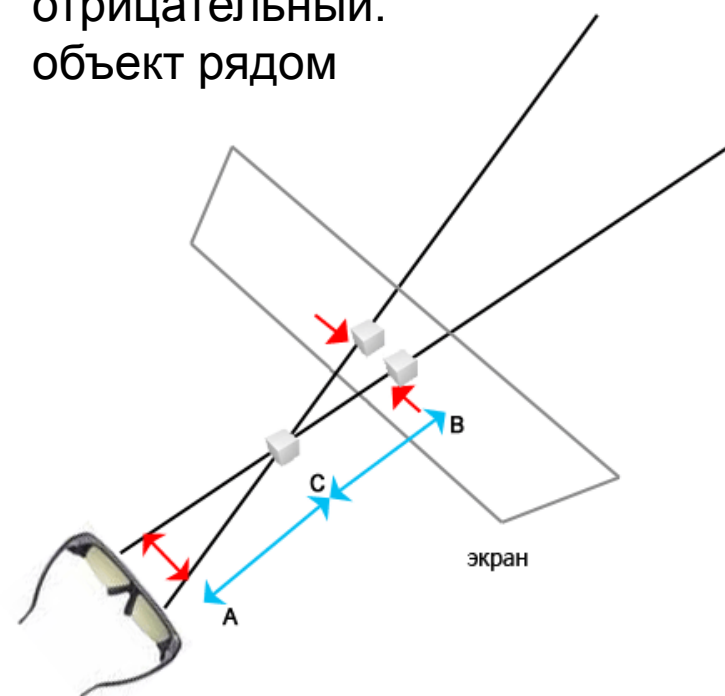
Параллакс в стерео

Параллакс — расстояние между картинками для разных глаз на экране

положительный:
объект далеко

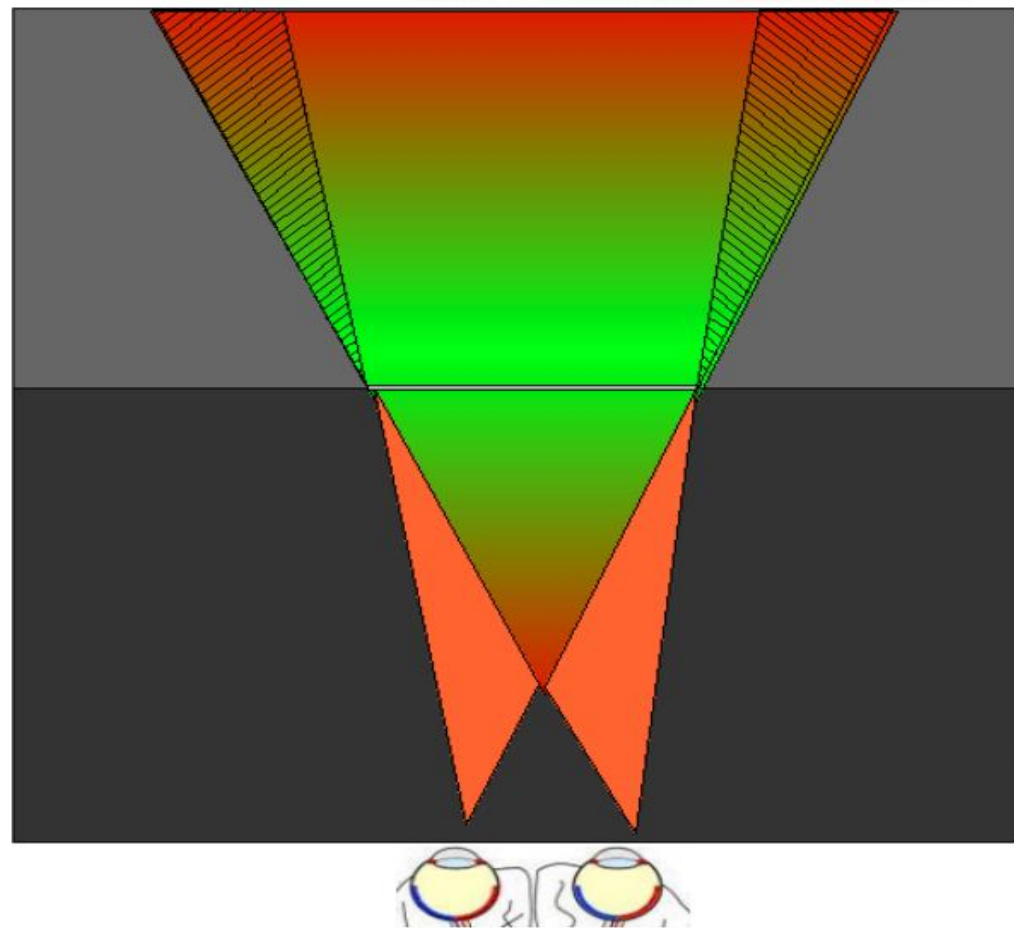


отрицательный:
объект рядом



Зоны комфортного восприятия стерео

- Серый: невидимая зона
- Красный: опасная зона
 - Большая нагрузка на глаза
- Оранжевый: быстрая зона
 - Объект виден только одному глазу — нагрузка
- Зеленый: зона отдыха глаз
 - Рядом с плоскостью экрана
 - Комфортная для восприятия



Outline

- Введение в 3D
- **Форматы 3D кино**
- Современные 3D мониторы
- Карты глубин

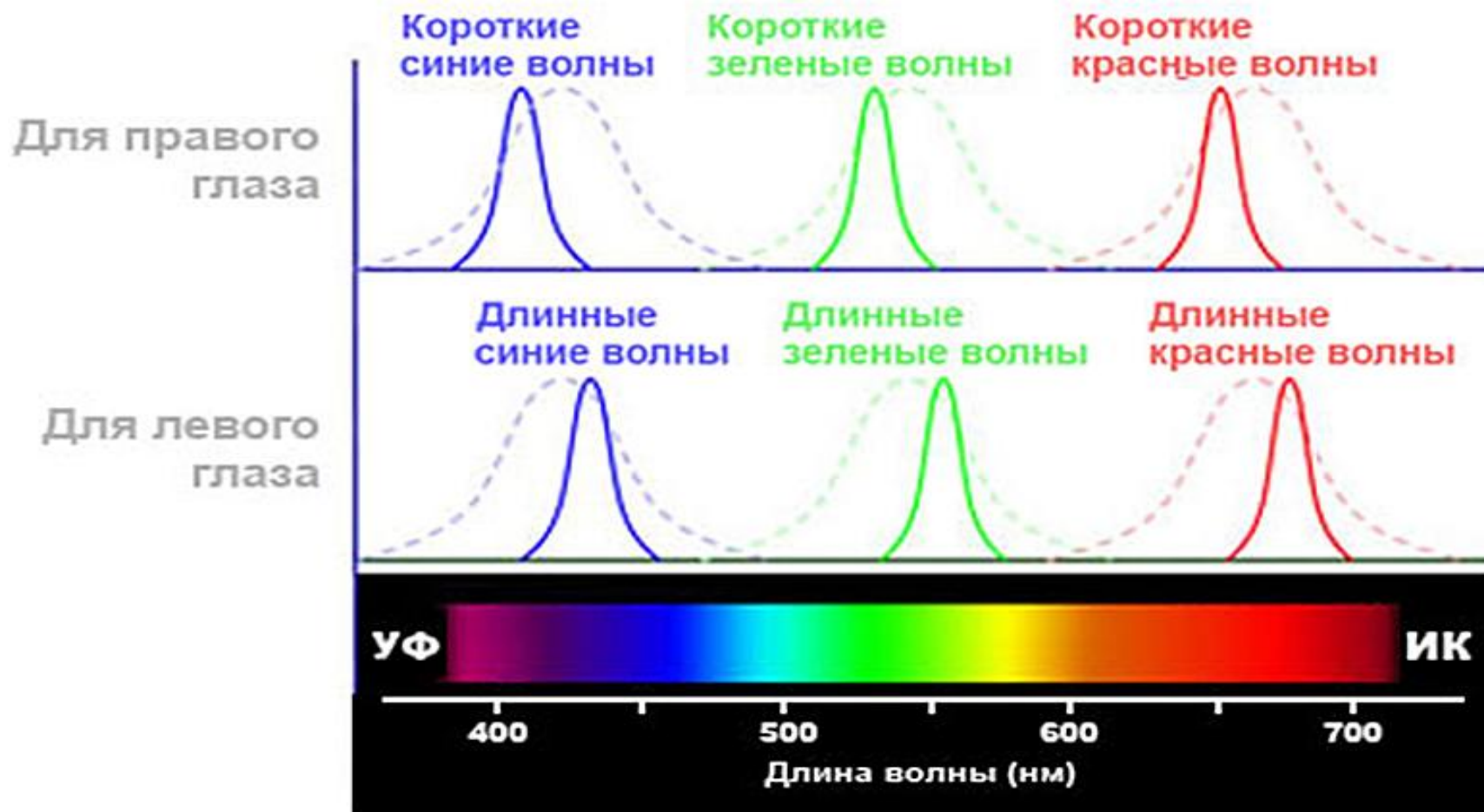
Dolby 3D

- Развитие идеи анаглифного стерео, более сложное разделение изображений по длине волны света
- Применение интерференционных полосно-пропускающих (спектральных) фильтров
- Получение изображения смешиванием цветов из полос пропускания
 - Left eye: Red 629nm, Green 532nm, Blue 446nm
 - Right eye: Red 615nm, Green 518nm, Blue 432nm



Dolby 3D

Принцип работы



Затворные форматы 3D кино

- Поочередное перекрывание каждого глаза
- В каждый момент времени вывод на экран только одного ракурса
- Основные форматы:
 - NVIDIA 3D Vision
 - XpanD 3D



NVIDIA 3D Vision

Оборудование



Совместимый Quadro GPU



Дисплей или проектор
«3D Vision»



Очки и хаб
3D Vision Pro

- Мощная видеокарта
- Качественный дисплей
- Специализированный набор IR-синхронизатор и активные очки

Custom designed electronics support the latest pure 120 Hz LCD displays

Designed to fit over prescription glasses

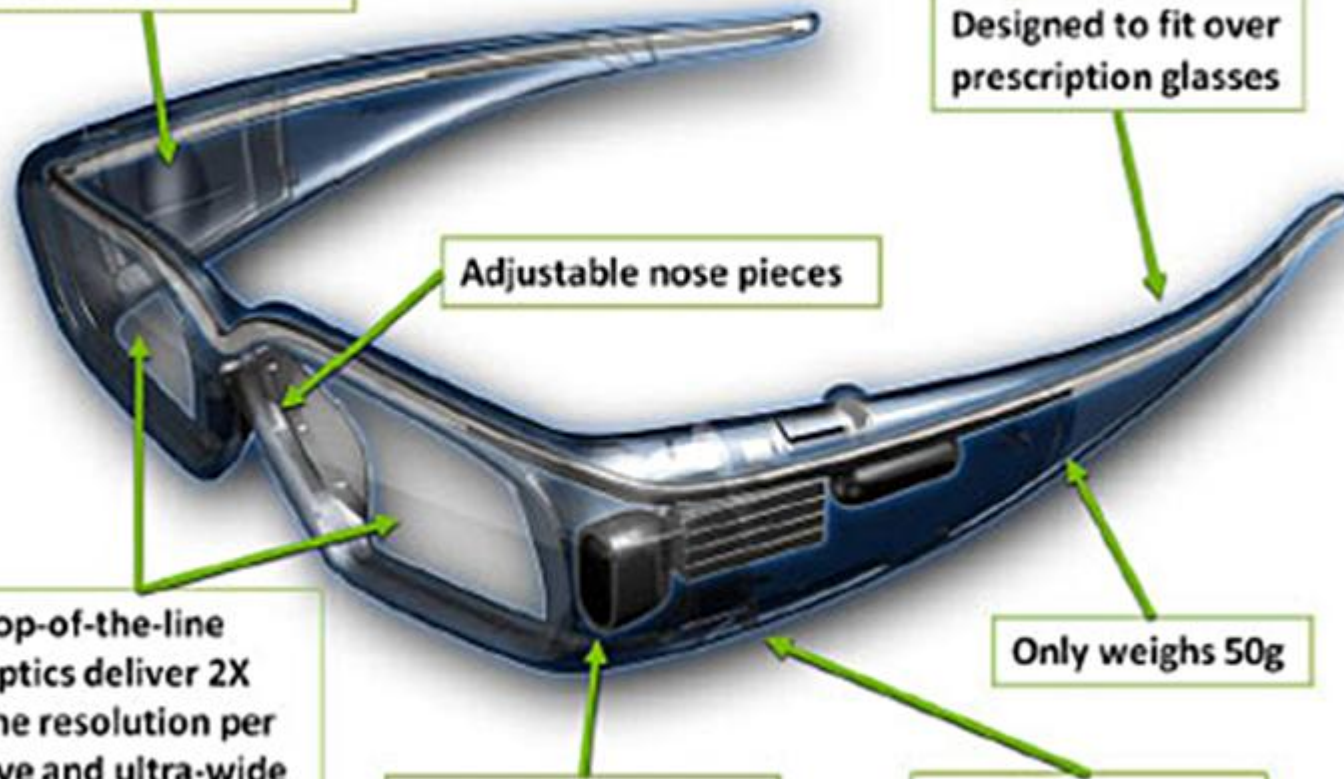
Adjustable nose pieces

Top-of-the-line optics deliver 2X the resolution per eye and ultra-wide viewing angles

Powerful IR wireless receiver, 20ft range

Only weighs 50g

USB Rechargeable, with 40 hours of gaming



RealD 3D

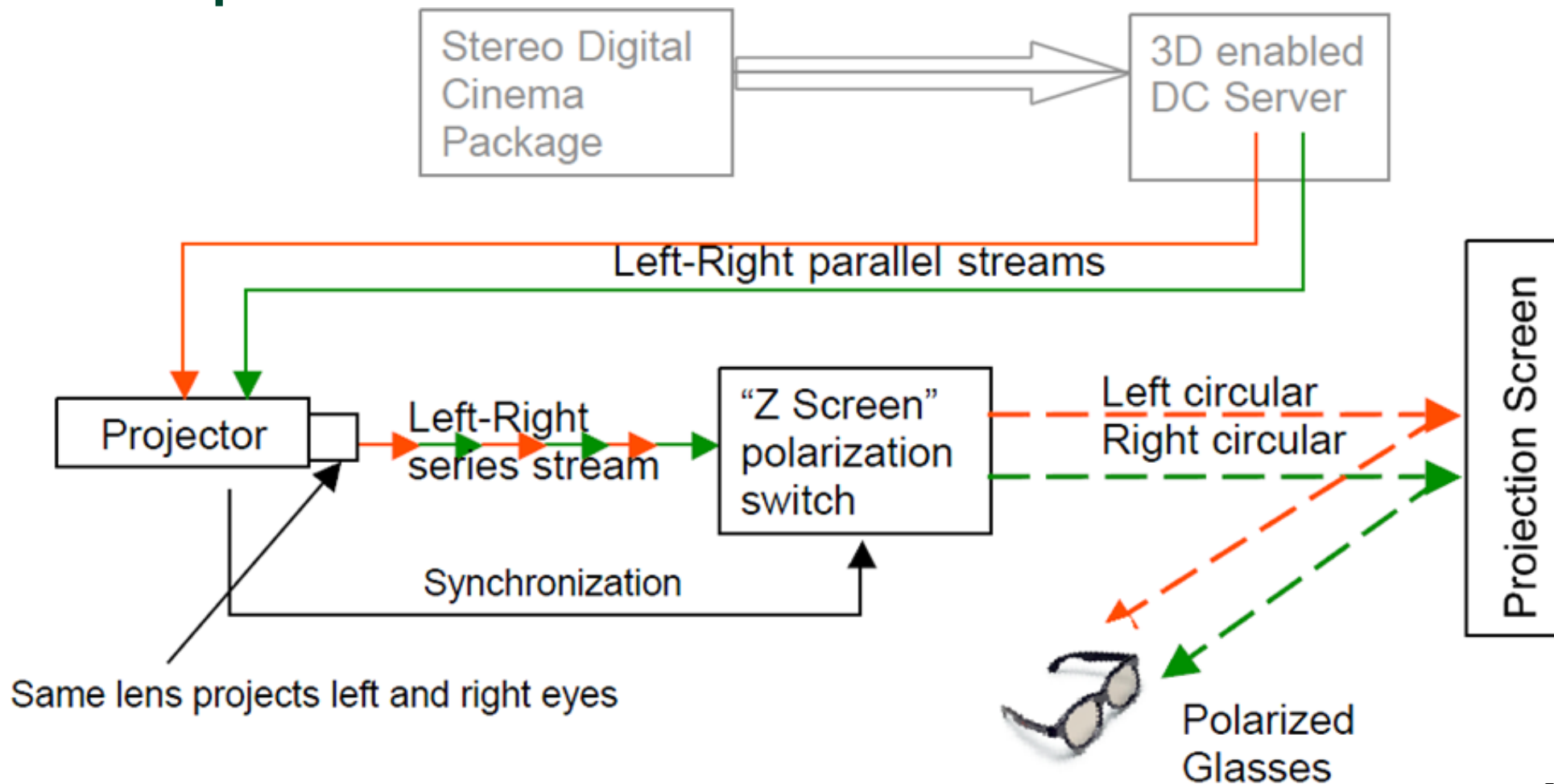
Версии формата

- RealD - стандартная с максимальной шириной экрана - 13.7 м
- RealD XL (в России - SuperD) - для больших экранов до 24 м
- RealD XLS - решение проблемы уменьшения яркости изображения, экран - до 15 м
- RealD LP - переносная версия для конференций и выставок, экран до 5 м



RealD 3D

Схема работы



IMAX

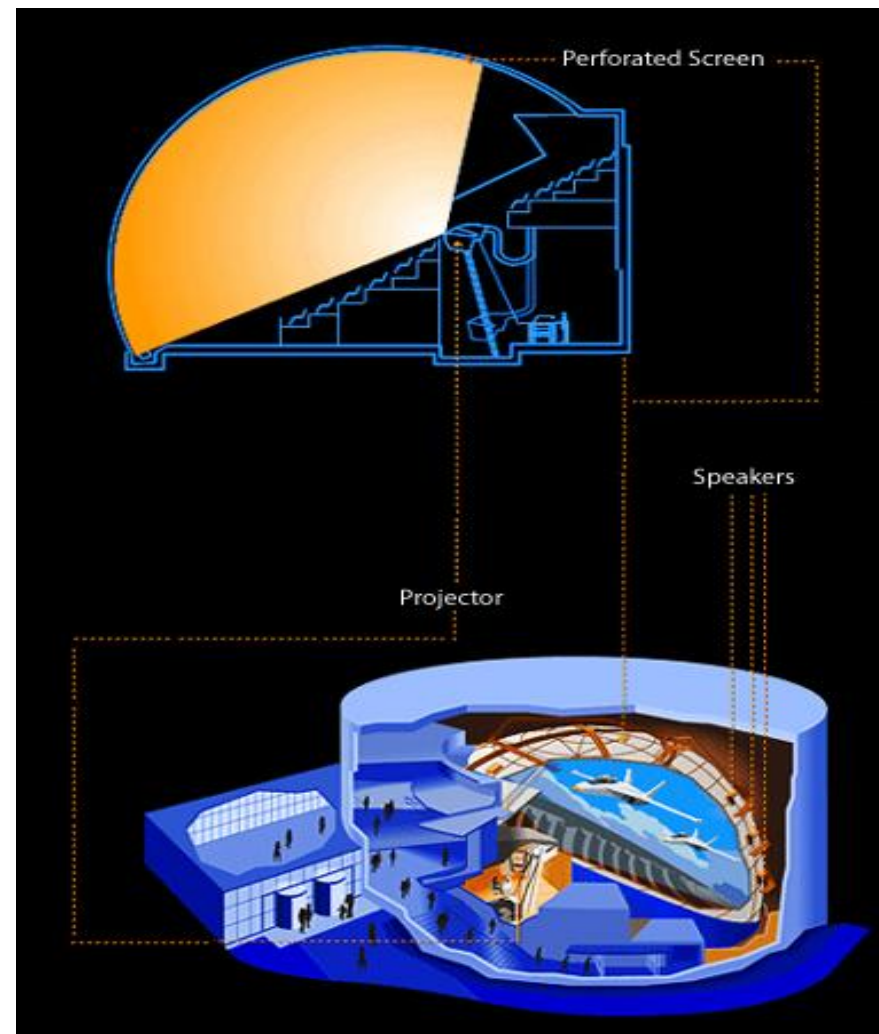
- Не является только форматом 3D
- Специфицирует все элементы кинопоказа
- Формат фильмов и кинотеатров с большим размером экрана и эффектом погружения



IMAX

Версии

- IMAX GT - «Большой кинотеатр», без 3D
- IMAX GT 3D - Два «GT» проектора
- IMAX SR - мультиплексовый вариант с меньшим экраном, поддержкой 3D
- IMAX MPX - технология оборудования существующих мультиплексов под формат IMAX
- IMAX Dome - куполообразный экран



Форматы 3D кино

Заключение

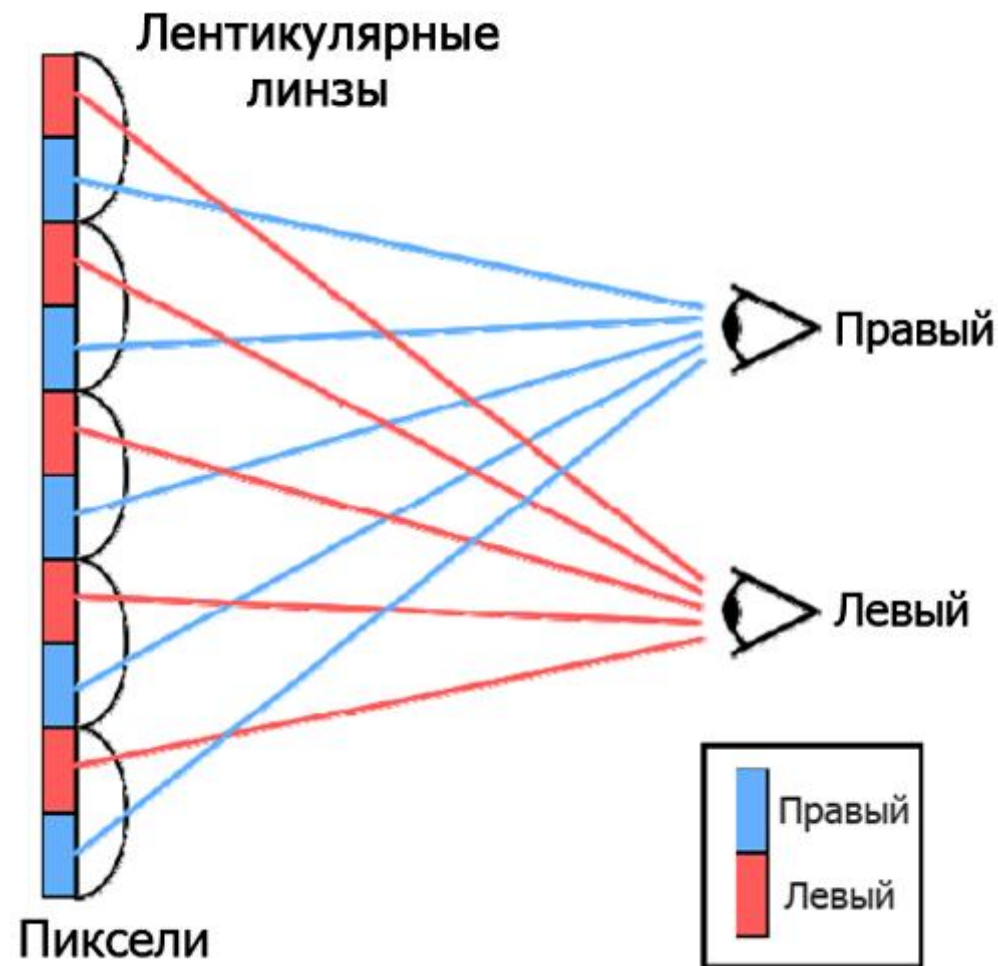
Dolby 3D	NVIDIA 3D Vision	RealD 3D	IMAX
Спектральный	Затворный	поляризационный	поляризационный
1 проектор	Дисплей с высокой частотой развертки	1 проектор	2 мощных проектора
Обычный экран		Экран с покрытием	Большой экран
Пассивные очки Низкая стоимость	Активные дорогостоящие очки	Пассивные очки Низкая стоимость	Пассивные очки Низкая стоимость
Самый дешевый вариант	Нацелен на персональное использование	Очень распространен, возможность оснащения старых залов	Считается лучшим форматом, эффект погружения

Outline

- Введение в 3D
- Форматы 3D кино
- **Современные 3D мониторы**
- Карты глубин

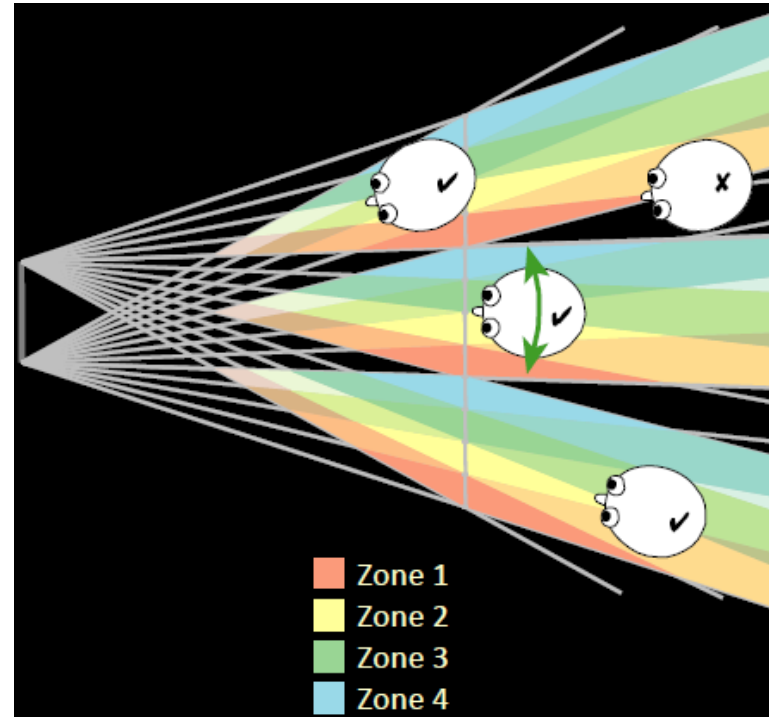
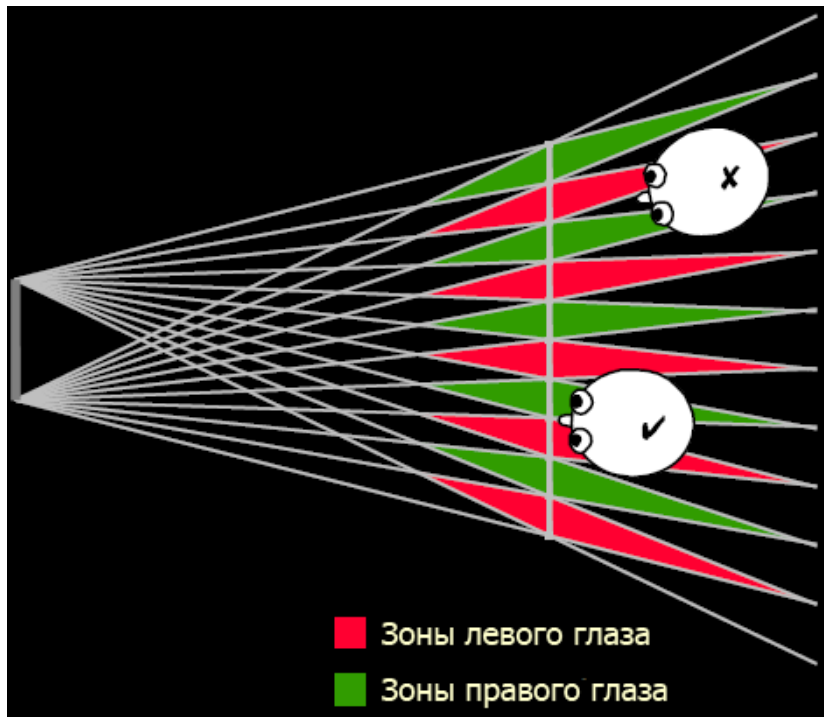
Автостереоскопические Лентикулярные линзы

При взгляде с разных
углов увеличиваются
разные участки
изображения

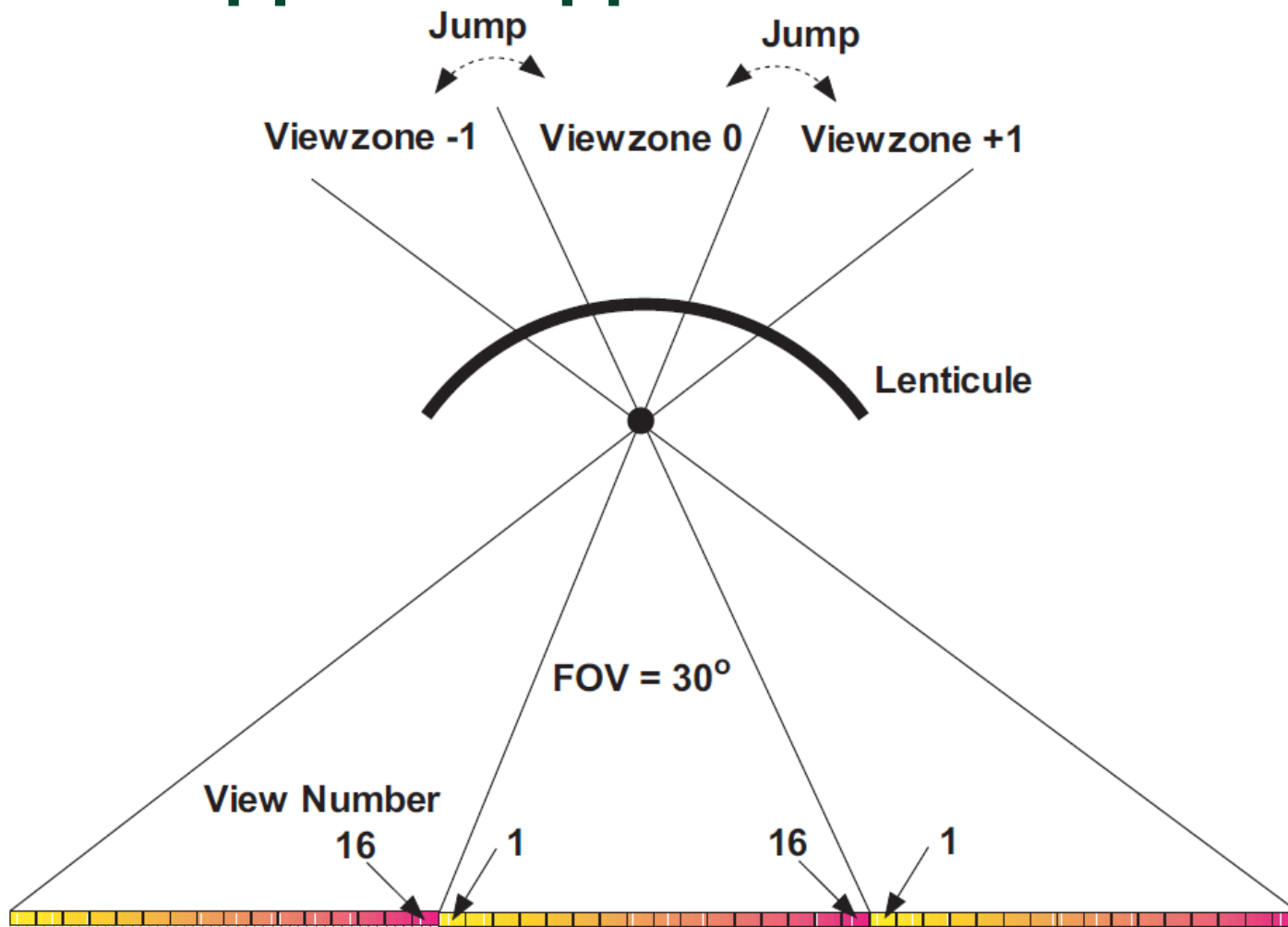


Автостереоскопические

- Проблема - необходимо «попасть» в правильную зону
- Решение - увеличение количества видов

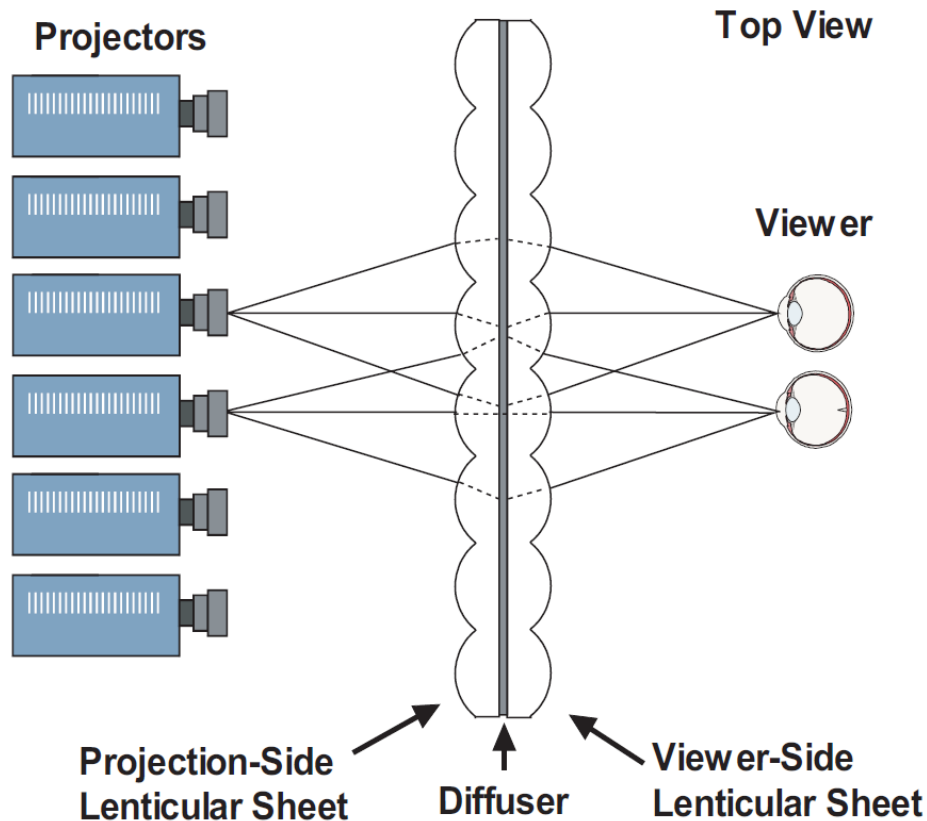


Мультивидовые дисплеи

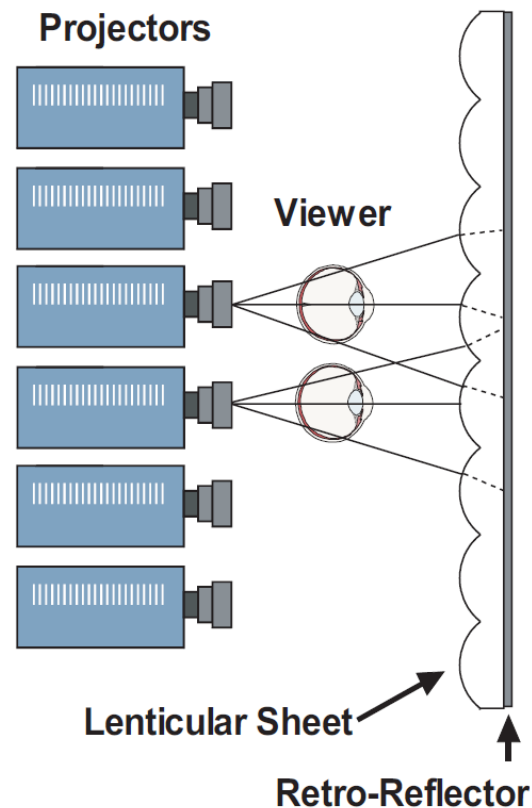


Мультивидовые Проекторные системы

Rear-Projection Screen



Front-Projection Screen



Мультивидовые Проекторные системы (Видео)



<http://www.youtube.com/>

TransCAIP

Съемка

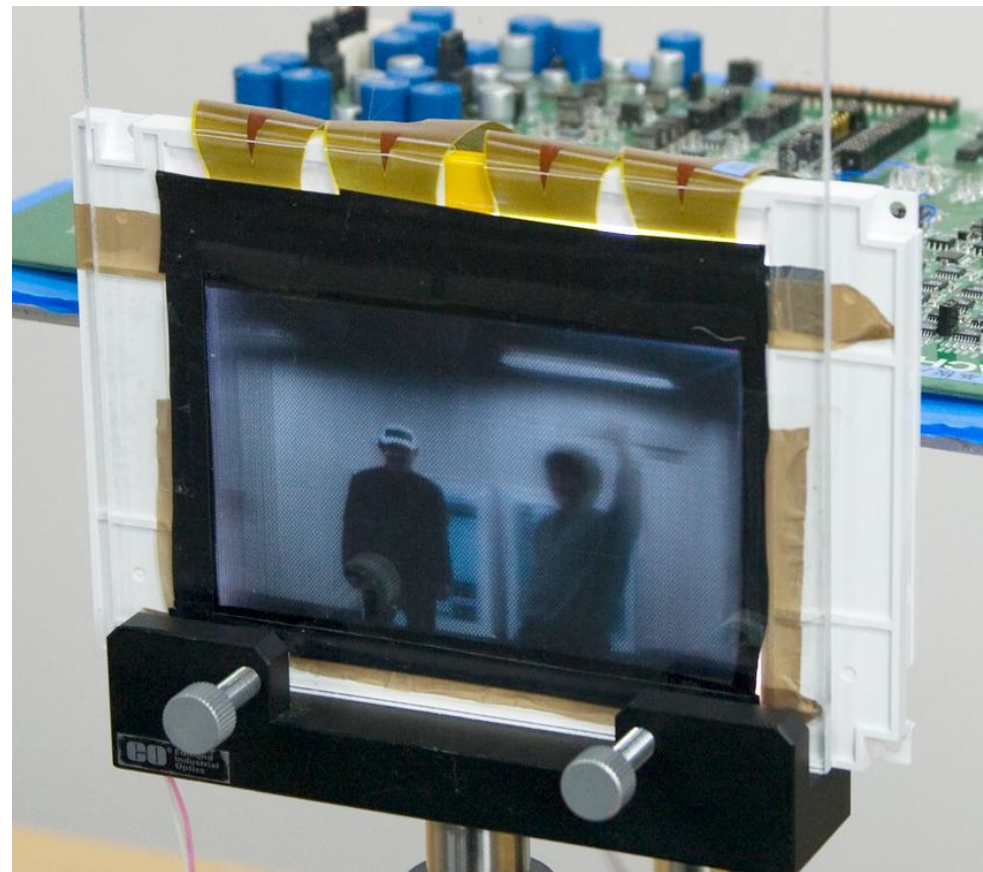
- 64 камеры
- Разрешение
камеры - 320x240



TransCAIP

Отображение

- 60 видов
- Разрешение экрана - 256x192 пикселя
- Вертикальный и горизонтальный параллакс
- Параметры параллакса настраиваемы



TransCAIP (Видео)



<http://www.youtube.com/>

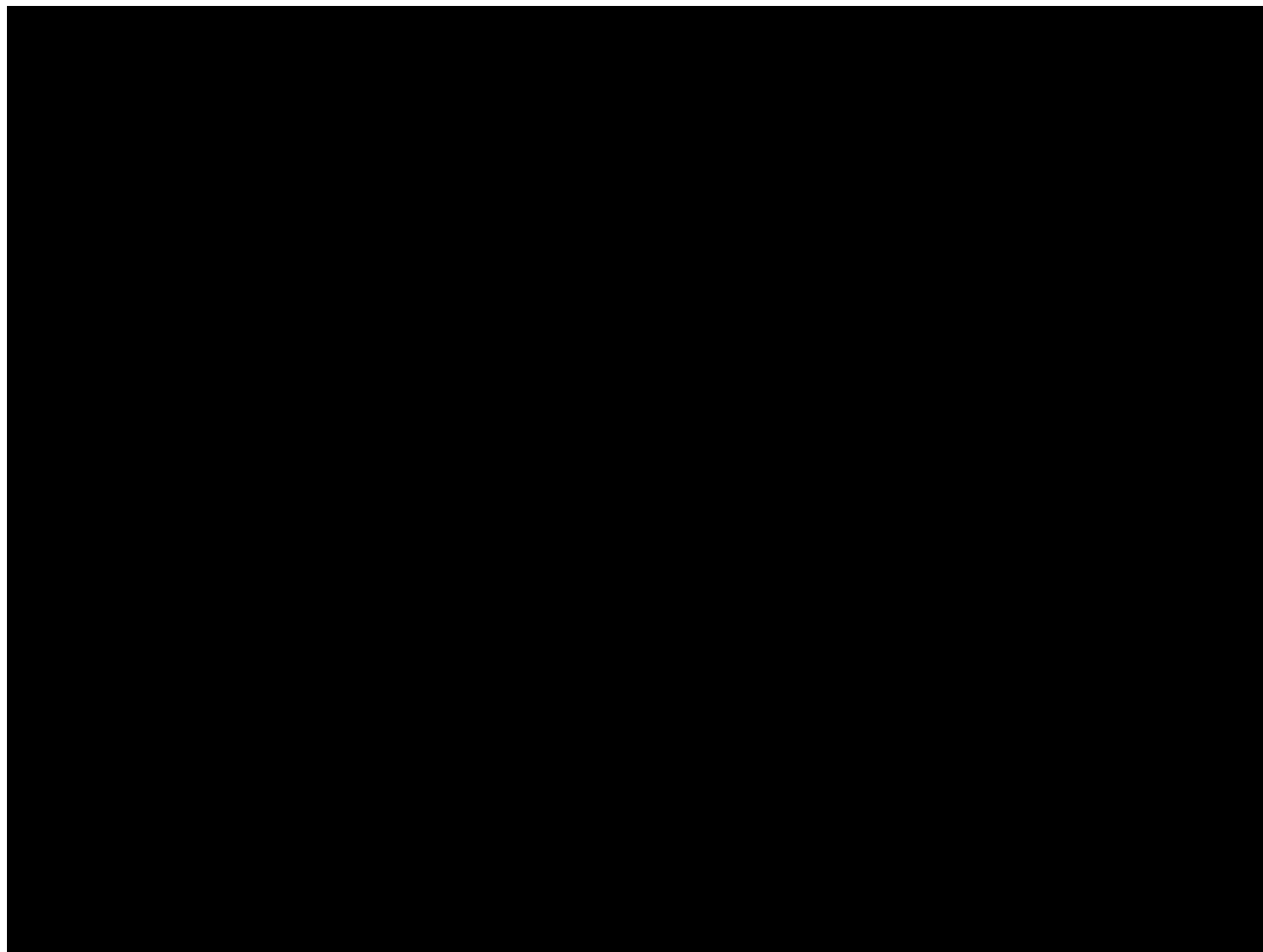
TransCAIP (Видео)

Управление параллаксом

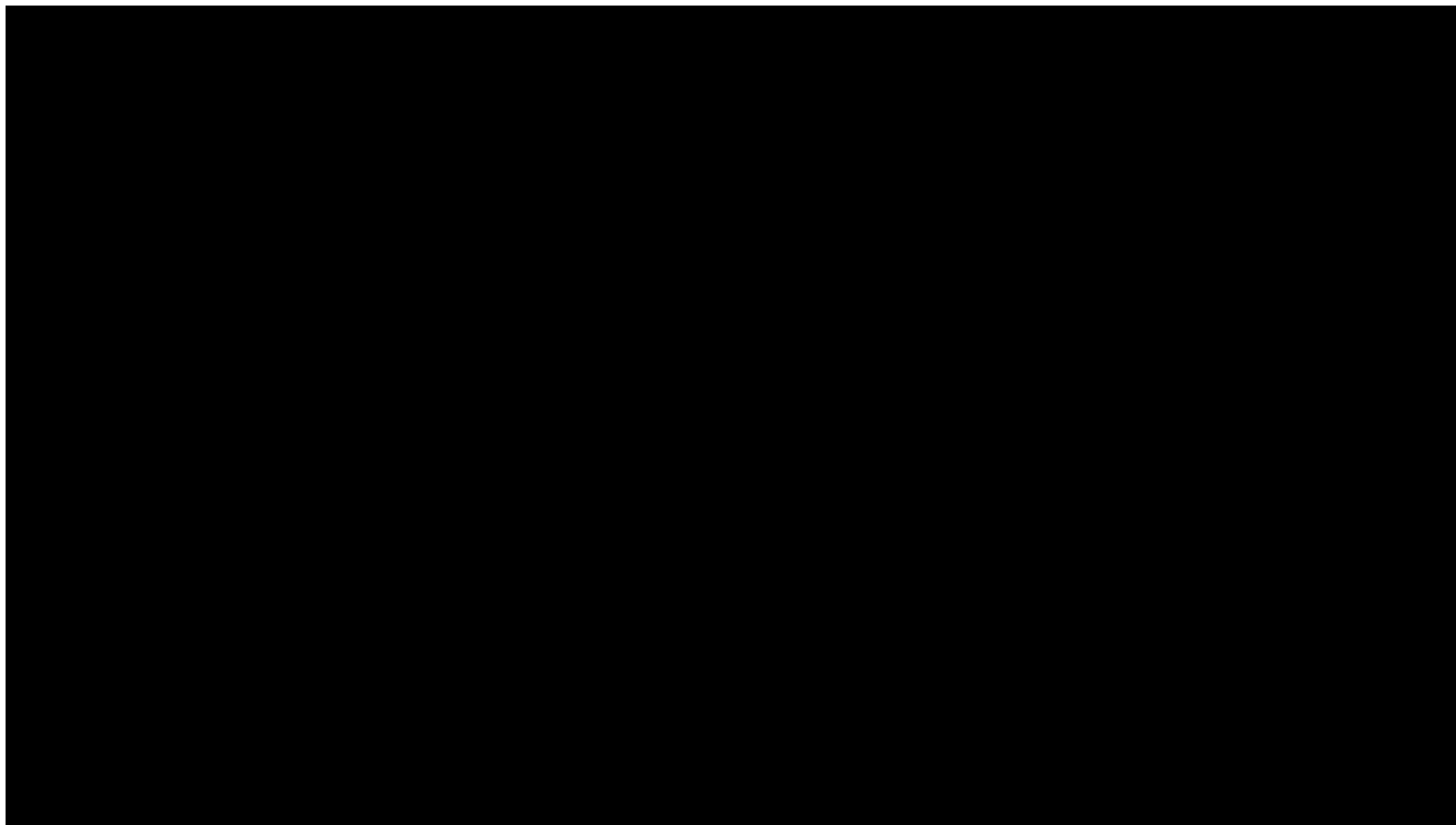


Волюметрические (Видео)

Вращающаяся проекторная плоскость



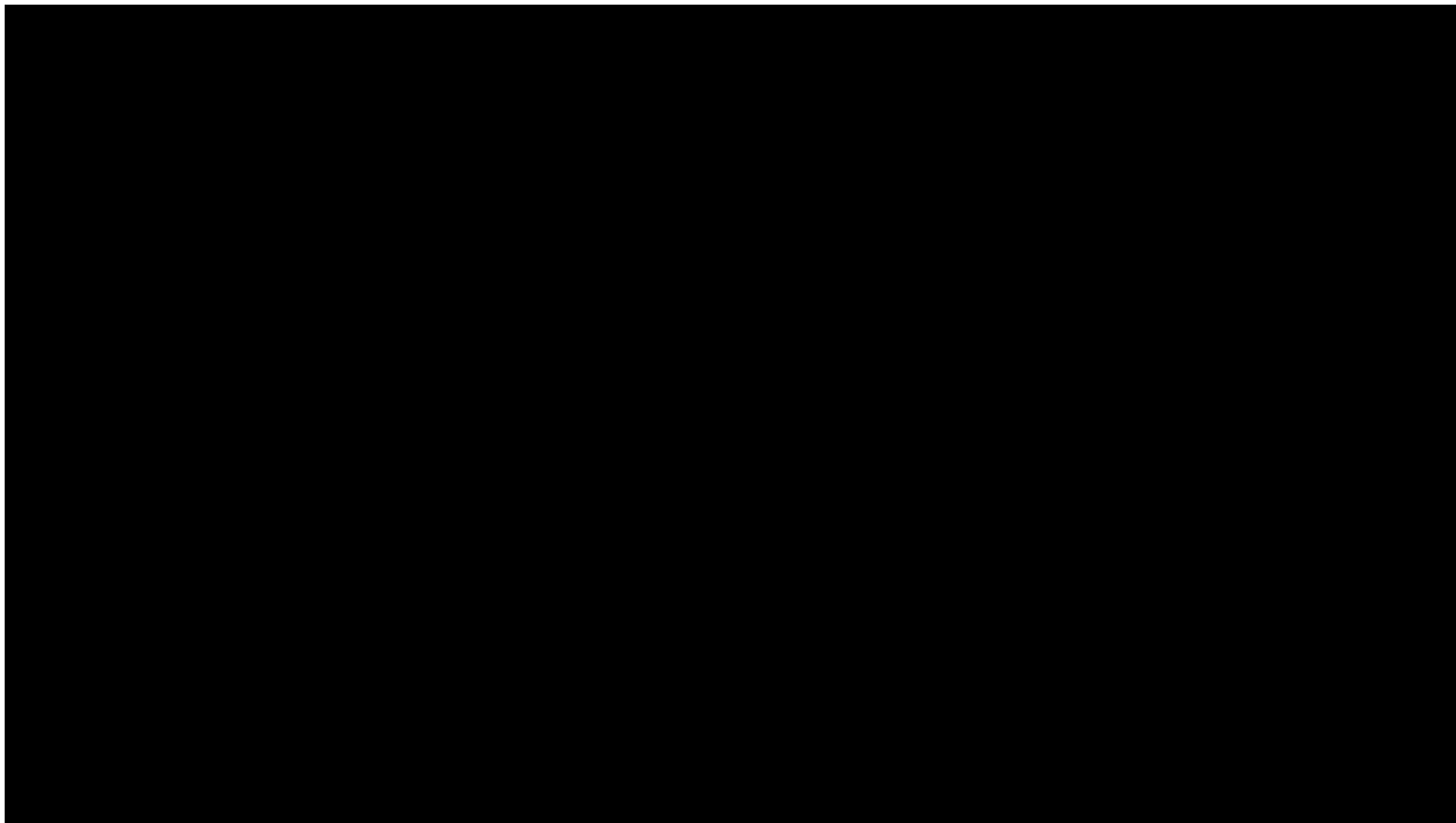
Волюметрические (Видео)



Проекция на вращающуюся плоскость, находящуюся под углом 45° к проектору
и нормальному углу обзора

<http://www.youtube.com/>

Голография (Видео)



Пример современной голографической печати высокого качества

Outline

- Введение в 3D
- Форматы 3D кино
- Современные 3D мониторы
- Карты глубин

Карты глубин

Способы получения



Ручная разметка кадров

Карты глубин

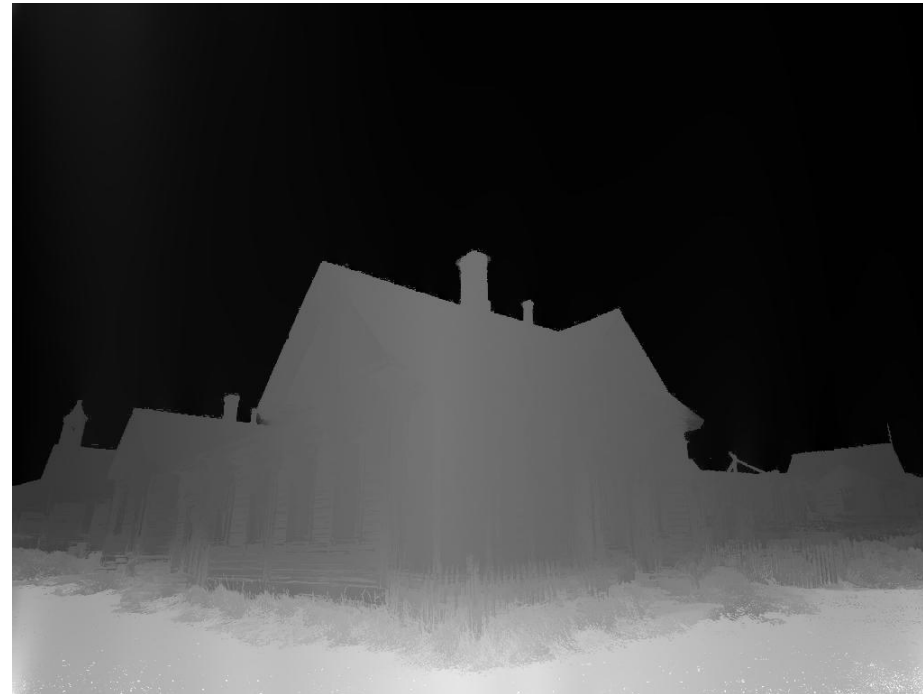
Способы получения



Автоматические способы с использованием depth cues
(метод Depth from defocus)

Карты глубин

Способы получения



Автоматические способы с использованием depth cues
(метод Depth from geometry)

Билатеральная фильтрация глубины

$$D(x_0, y_0) = \frac{1}{2\pi\sigma_s\sigma_c} * \sum_{(x_1, y_1) \in \Omega} D(x_1, y_1) * e^{-\frac{(x_0-x_1)^2+(y_0-y_1)^2}{2\sigma_s^2} - \frac{(I(x_0, y_0) - I(x_1, y_1))^2}{2\sigma_c^2}}$$

$D(x, y)$ - глубина точки (x, y)

$I(x, y)$ - цвет точки (x, y)

Ω - область ядра свертки

σ_s - параметр пространственного усреднения

σ_c - параметр цветового усреднения

Билатеральная фильтрация глубины

```
for (each pixel in image)
{
    sum = koef = 0;
    for (each neighbour_pixel in kernel window)
    {
        cur_koef = gaus_weight(cur_pixel.pos, neighbour_pixel.pos, sigma_spatial)
                    * gaus_weight(cur_pixel.value, neighbour_pixel.value, sigma_color);
        sum += neighbour_pixel.value * cur_koef;
        koef += cur_koef;
    }
    new_pixel.value = sum / koef;
}
```

Билатеральная фильтрация глубины

Результат



+

=

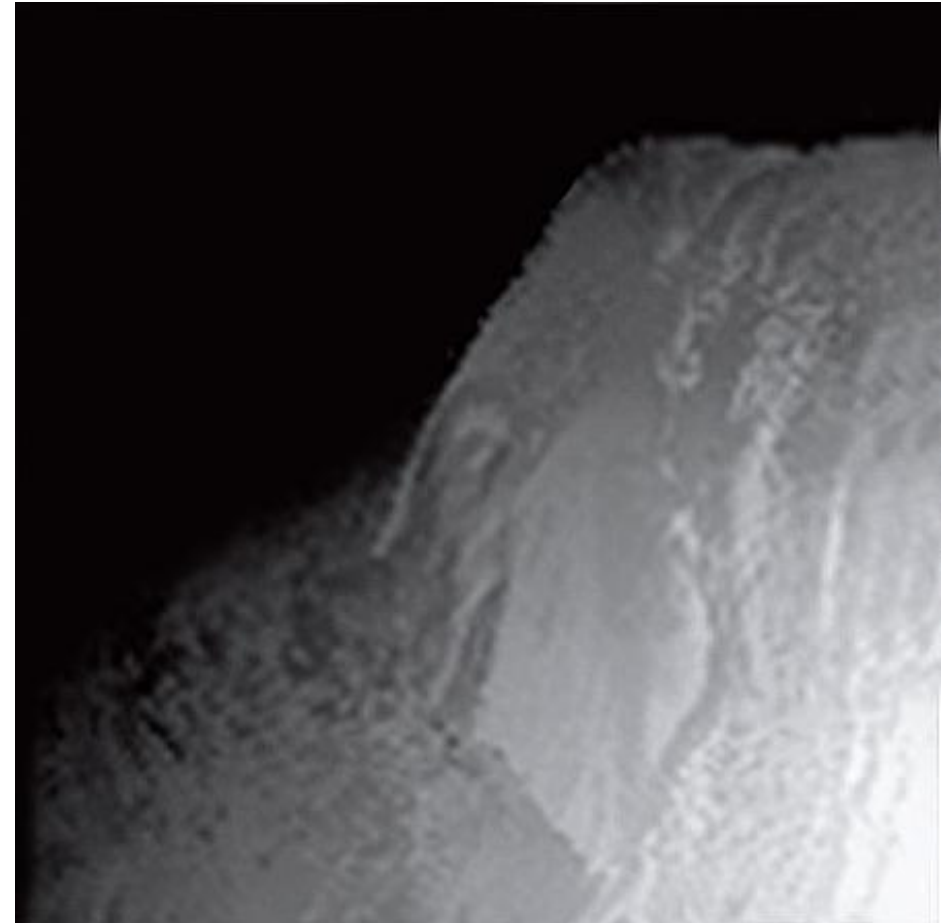


фильтрация карты глубины на основе исходного кадра

Билатеральная фильтрация глубины

Результат

- Сглаживание глубины ровных по цвету областей
- Подчеркивание разницы на цветовых границах



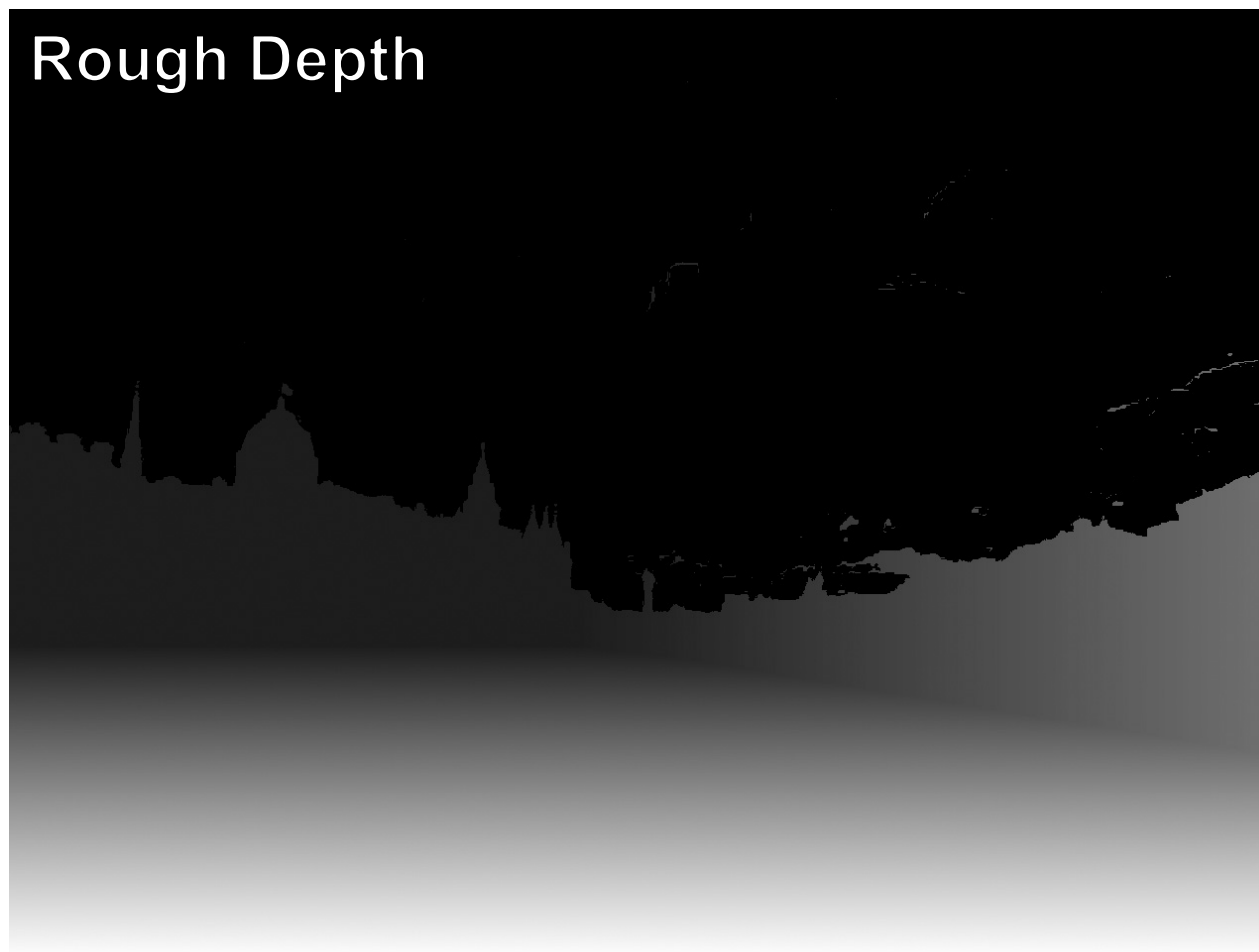
Пространственная фильтрация

Результаты



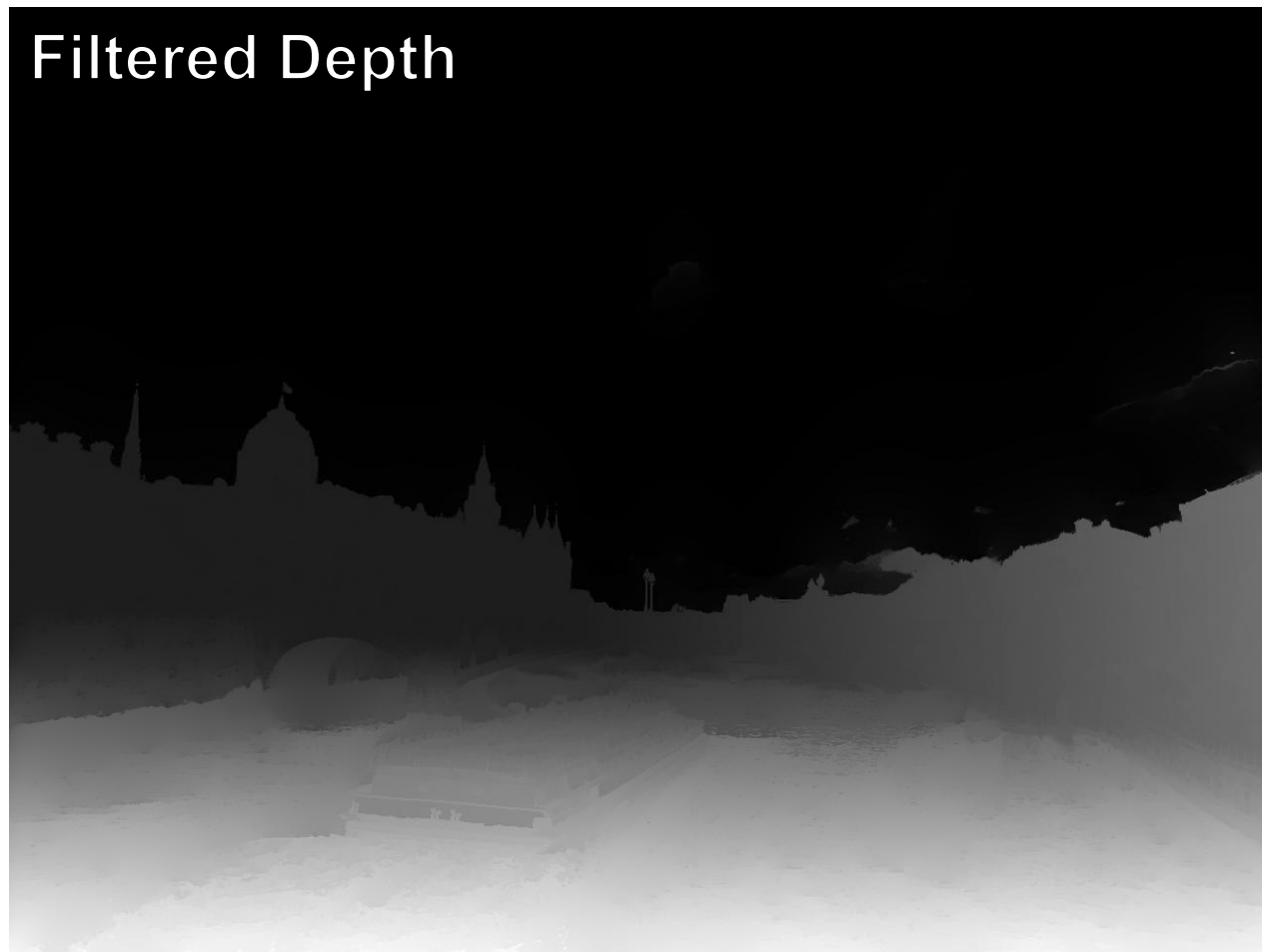
Пространственная фильтрация

Результаты



Пространственная фильтрация

Результаты



Пространственная фильтрация

Результаты

Original



Пространственная фильтрация

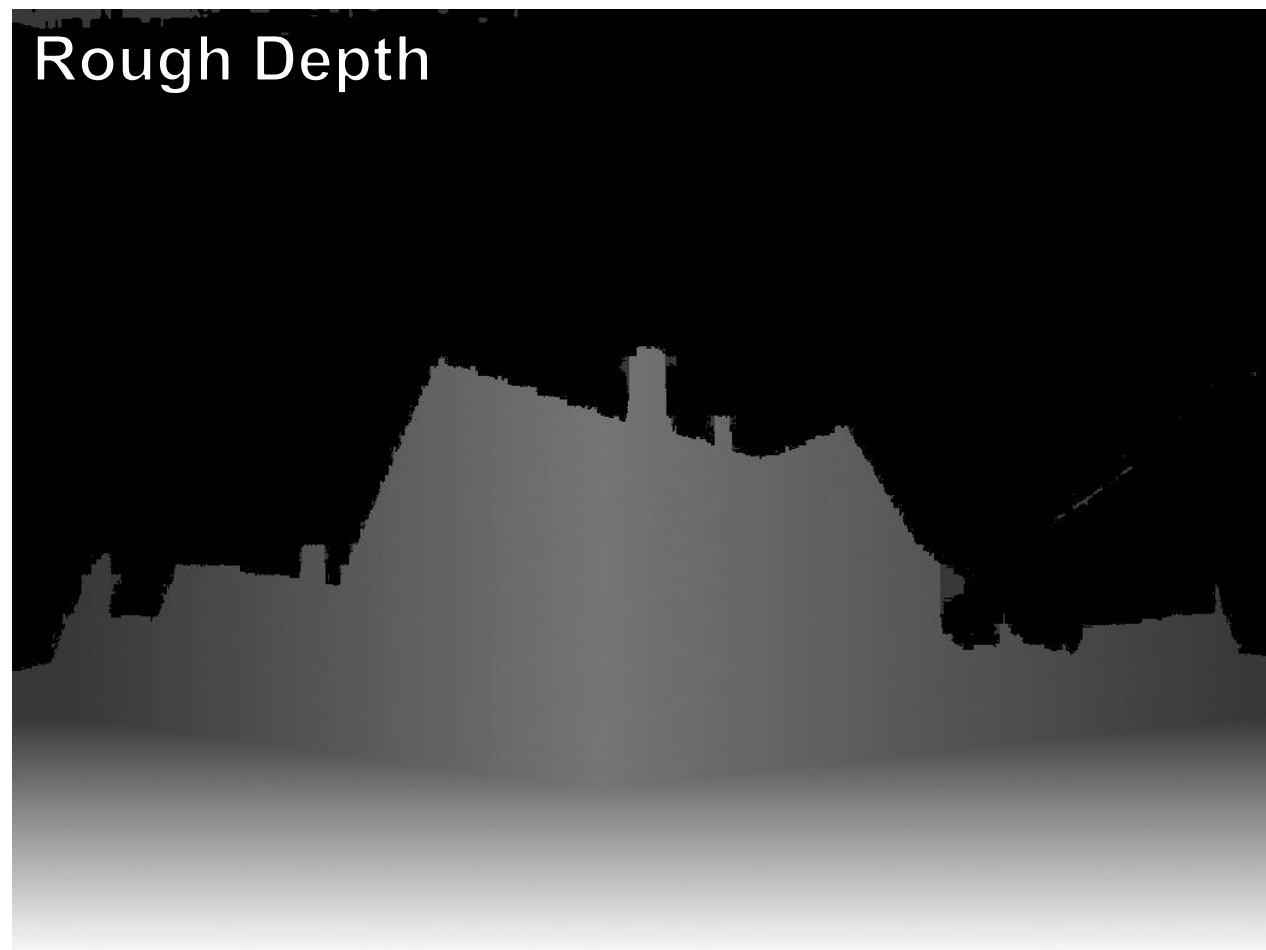
Результаты

Original



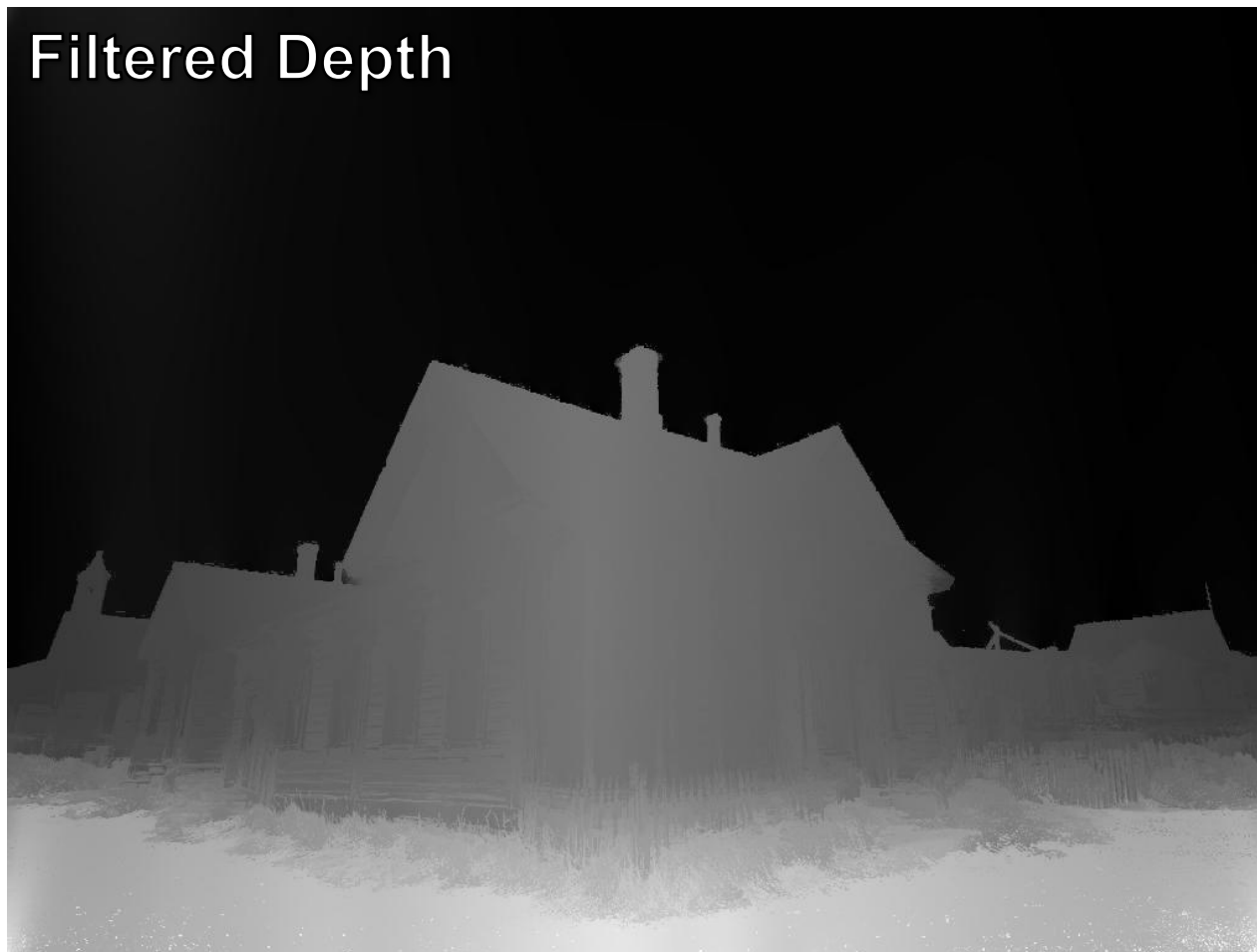
Пространственная фильтрация

Результаты



Пространственная фильтрация

Результаты



Пространственная фильтрация

Результаты

Original



Пространственная фильтрация

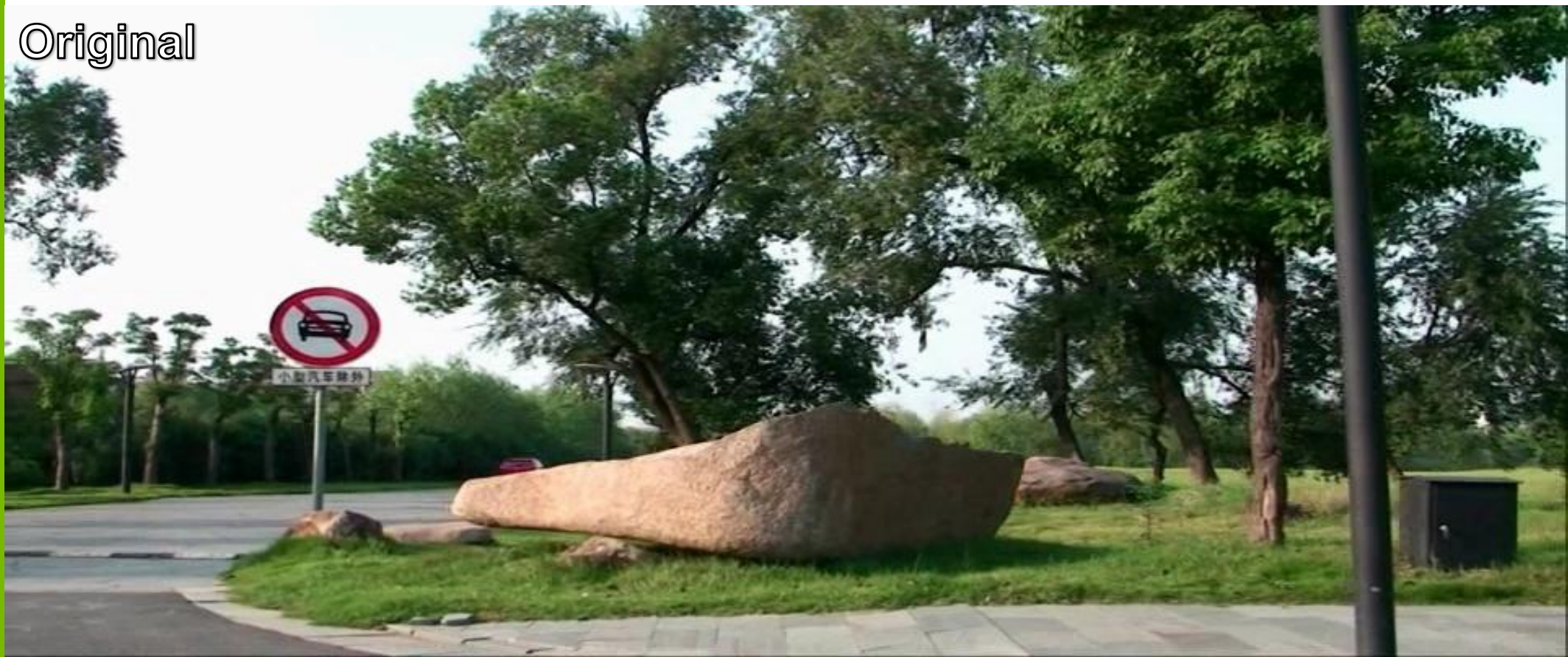
Результаты



Пространственная фильтрация

Результаты

Original



Пространственная фильтрация

Результаты

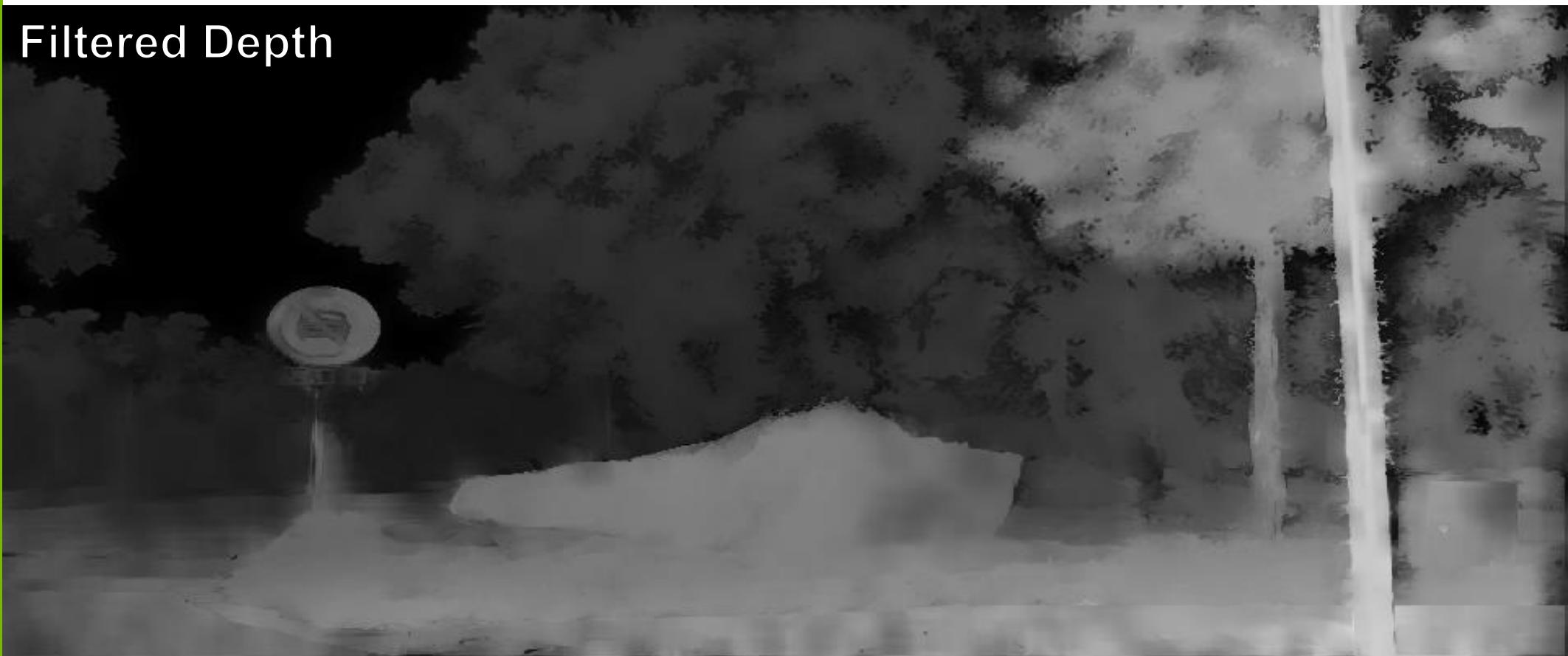
Rough Depth



Пространственная фильтрация

Результаты

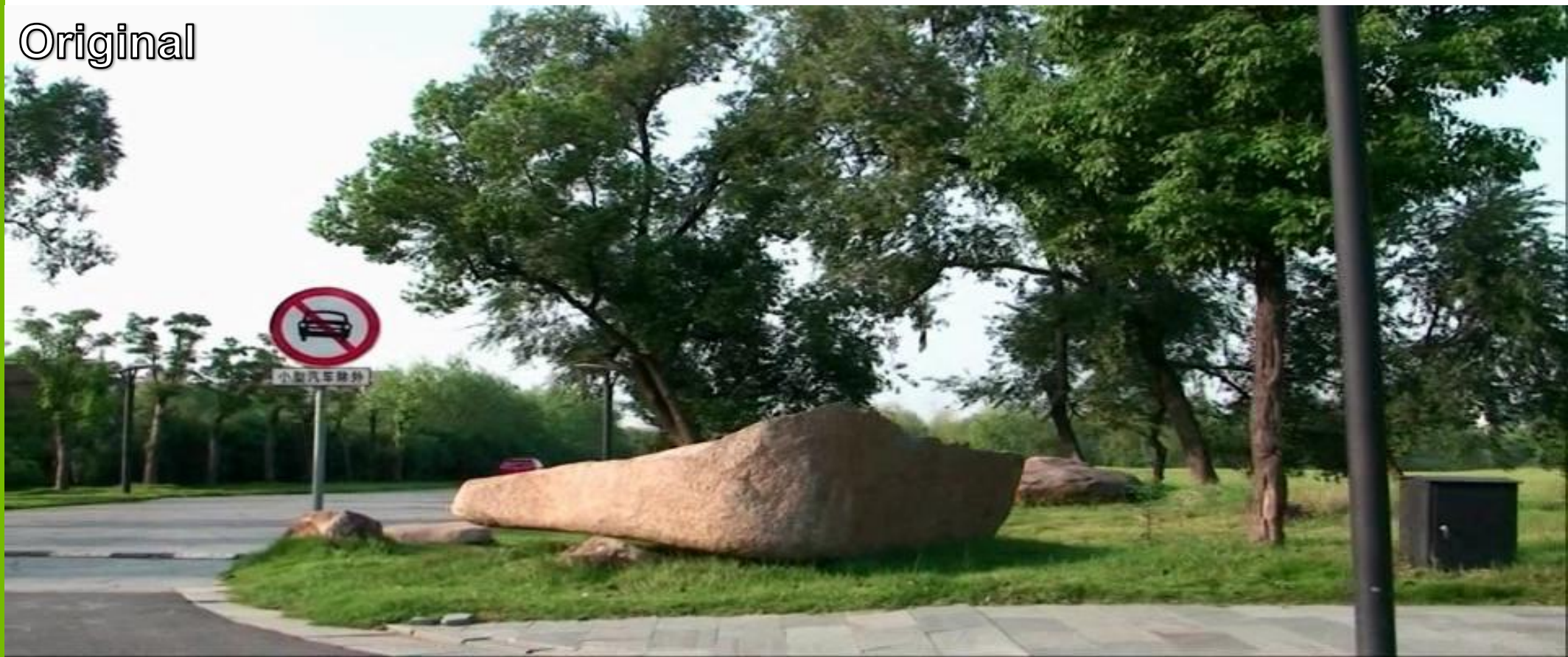
Filtered Depth



Пространственная фильтрация

Результаты

Original

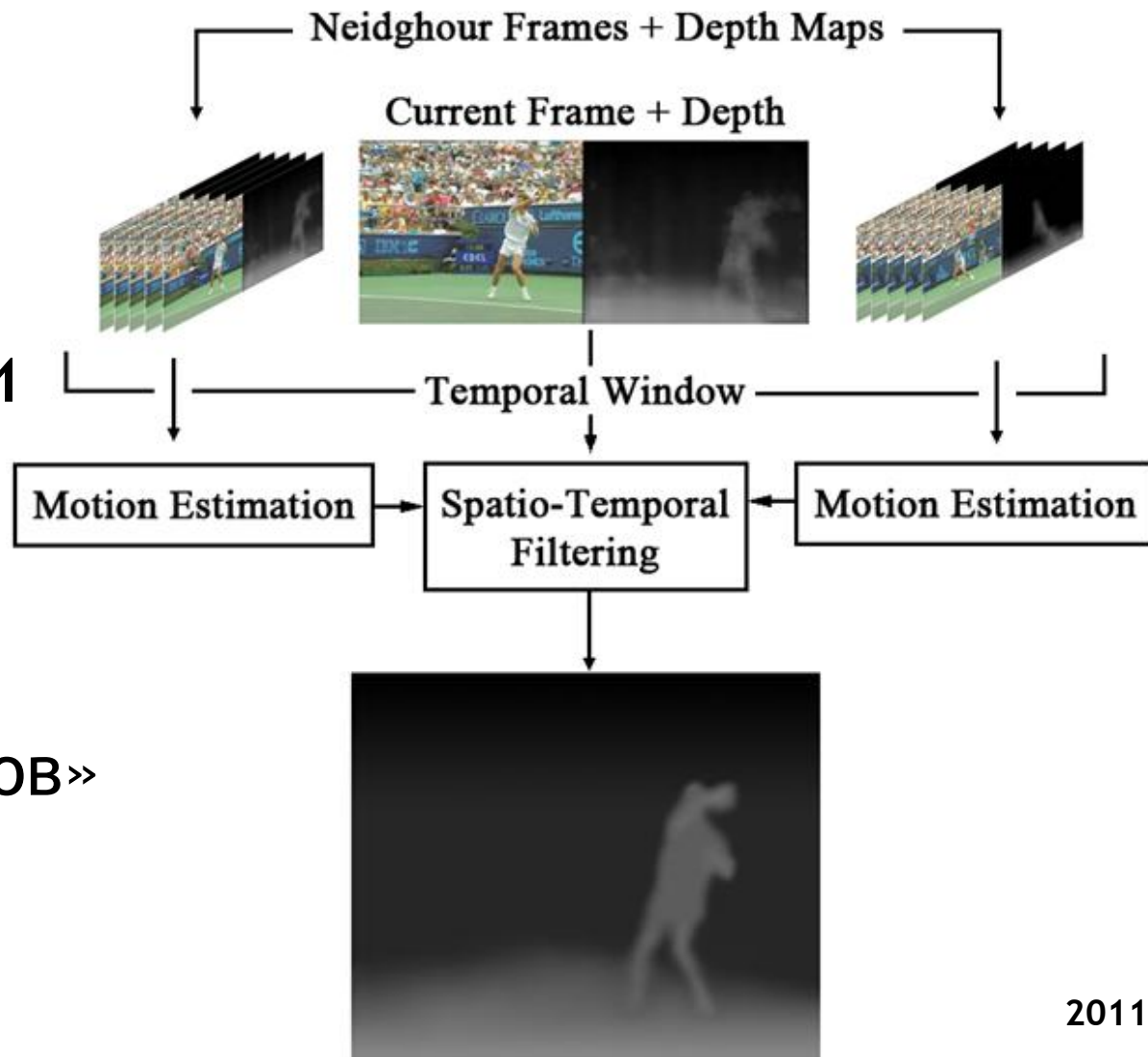


Временная фильтрация

Схема работы

Сглаживание
изменения
глубины во времени

- Нормализация,
устранение
«мерцания»
- Удаление «артефактов»



Временная фильтрация

Spatio-Temporal Filtering

- Пиксель определяется тремя координатами - (x, y, t) положение в пространстве и времени
- Рассматриваем окрестность по всем трем координатам, с учетом компенсации движения

$$D(x_0, y_0, t_0) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^3 \sigma_s \sigma_c \sigma_t}} * \\ * \sum_{(x_1, y_1, t_1) \in \Omega} D(x_1, y_1, t_1) * \\ * e^{-\frac{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}{2\sigma_s^2} - \frac{(I(x_0, y_0, t_0) - I(x_1, y_1, t_0))^2}{2\sigma_c^2} - \frac{(t_0 - t_1)^2}{2\sigma_t^2}}$$

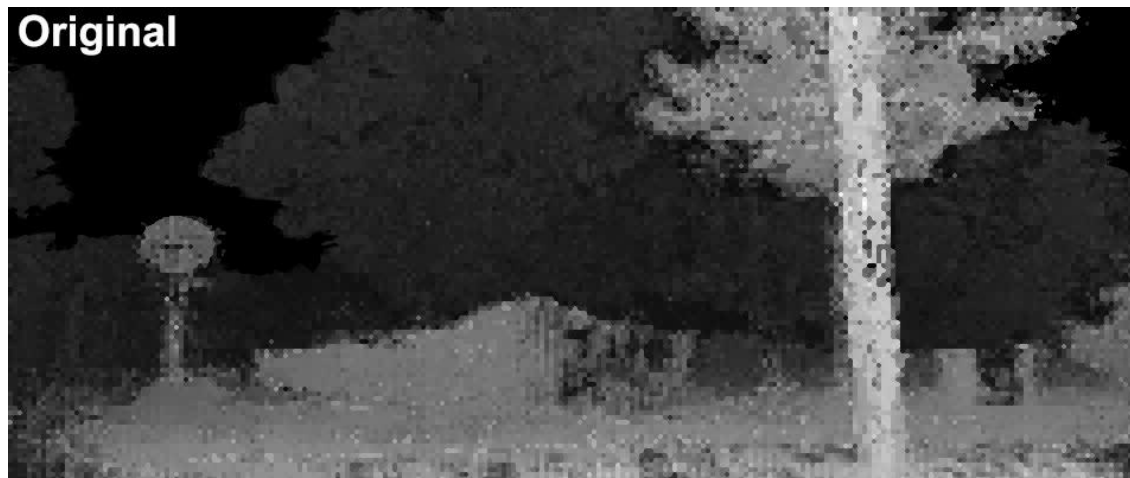
Временная фильтрация

Spatio-Temporal Filtering

```
for (each pixel in cur_frame)
{
    sum = koef = 0;
    for (each neighbour_pixel in kernel window)
    {
        for (each neighbour_frame in temporal window)
        {
            cur_koef = gaus_weight(cur_pixel.pos, neighbour_pixel.pos, sigma_spatial)
                * gaus_weight(cur_pixel.value, neighbour_pixel.value, sigma_color)
                * gaus_weight(cur_frame.count, neighbour_frame.count, sigma_temporal);
            sum += neighbour_pixel.value * cur_koef;
            koef += cur_koef;
        }
    }
    new_pixel.value = sum / koef;
}
```


Временная фильтрация

Результаты



CS MSU Video Group

Временная фильтрация

Сравнение



Временная фильтрация

Сравнение

Original



Временная фильтрация

Сравнение

Spatial



Временная фильтрация

Сравнение

Spatio-temporal



Временная фильтрация

Сравнение

Original



Дополнительная информация

- Подробные лекции по теме можно найти по адресу

<http://courses.graphicon.ru/main/mdc/lectures>

- Подробное задание по теме можно найти по адресу

<http://courses.graphicon.ru/main/mdc/assigns>