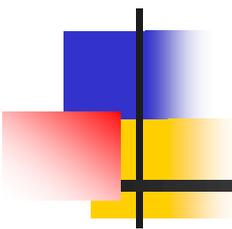
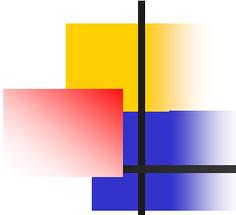


Обзор алгоритмов генерации ракурсов для многоракурсных видео



Максим Колиниченко

Video Group
CS MSU Graphics & Media Lab



Содержание

- **Введение**
- Hybrid Motion/Depth-Oriented Inpainting
- Depth Image-Based Rendering for 3D Video
- Spatio-Temporally Consistent View Synthesis
- Заключение

Постановка задачи (1)

Задача – построить новый ракурс для сцены, изображенной в видео

Решение этой задачи требуется при конвертации:

- 2D+Z в многоракурсное видео
- Стереовидео в многоракурсное
- Многоракурсное с n ракурсами в многоракурсное с $n+k$ ракурсами

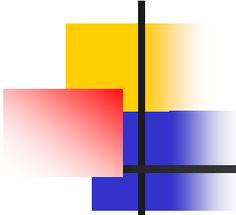
Постановка задачи (2)

Общий подход к решению:

- Вычисление глубины сцены
- Преобразование реальных ракурсов к позиции виртуальной камеры с учетом информации о глубине

Основная проблема – заполнение областей открытия

Области открытия могут быть заполнены с учетом информации о движении в видео



Содержание

- Введение
- **Hybrid Motion/Depth-Oriented Inpainting**
- Depth Image-Based Rendering for 3D Video
- Spatio-Temporally Consistent View Synthesis
- Заключение

Hybrid Inpainting

Описание алгоритма

Вход: два реальных ракурса, информация о глубине и движении в этих ракурсах

1. Деформация и смешивание реальных ракурсов
2. Коррекция артефактов деформации
 - С использованием глубины
 - С использованием информации о движении

Выход: синтезированный ракурс

Алгоритм

Деформация ракурсов

Исходные
ракурсы



Деформированные
ракурсы



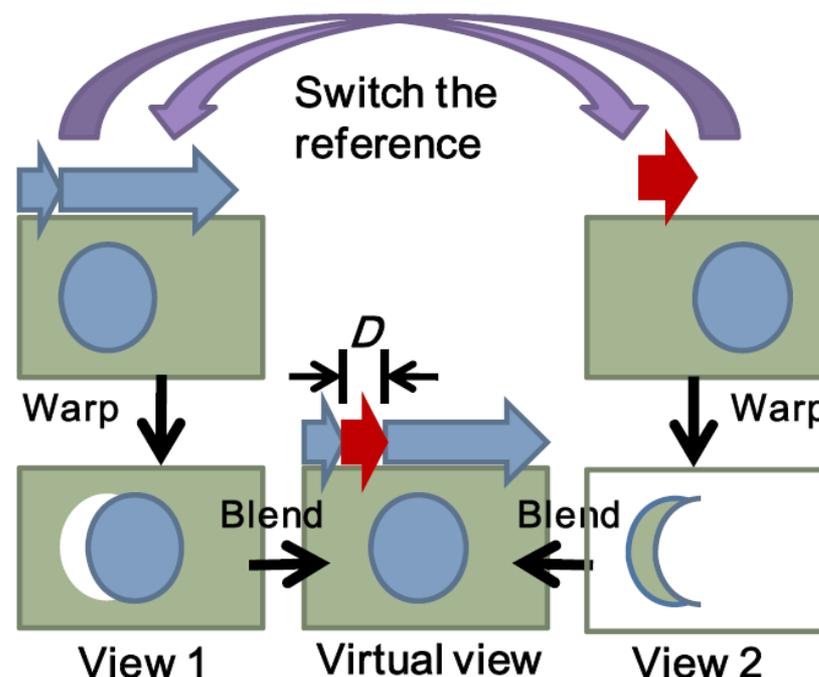
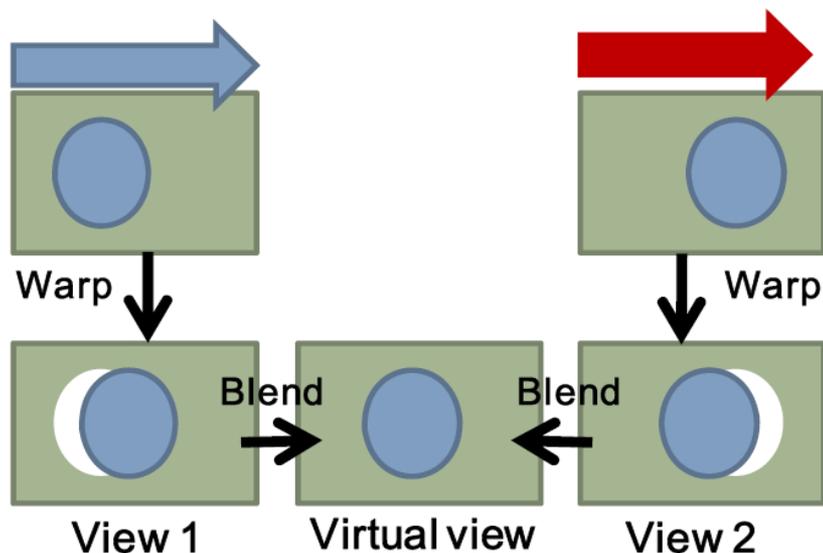
Смешанный
ракурс



Алгоритм

Деформация ракурсов (2)

-  Scan pattern in view 1
-  Scan pattern in view 2



Классификация артефактов



- Округление нецелочисленных значений смещения при деформации



- Несовпадение границ объектов с границами на картах глубины



- Отсутствие необходимой визуальной информации на обоих ракурсах



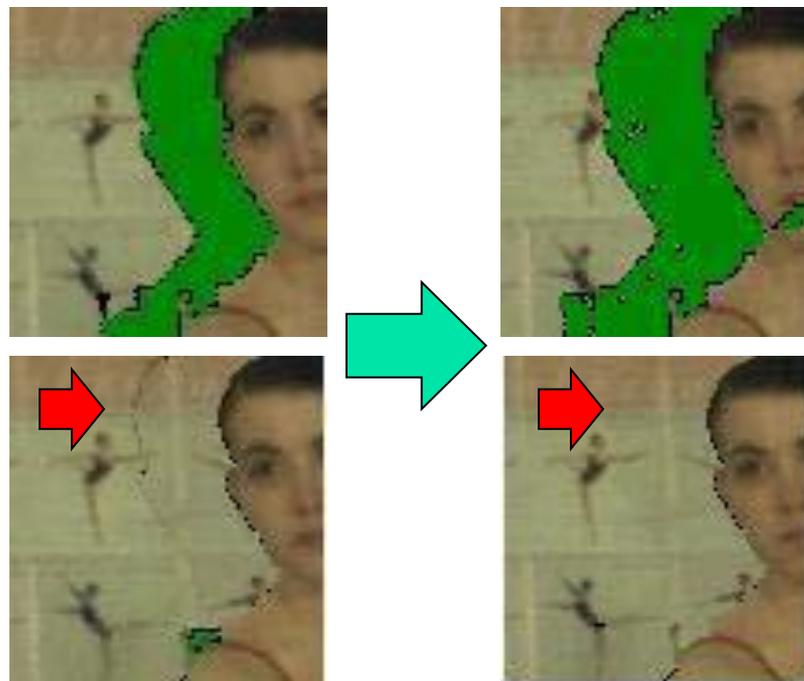
- Выход за границы кадра в обоих исходных ракурсах

Коррекция артефактов (1)



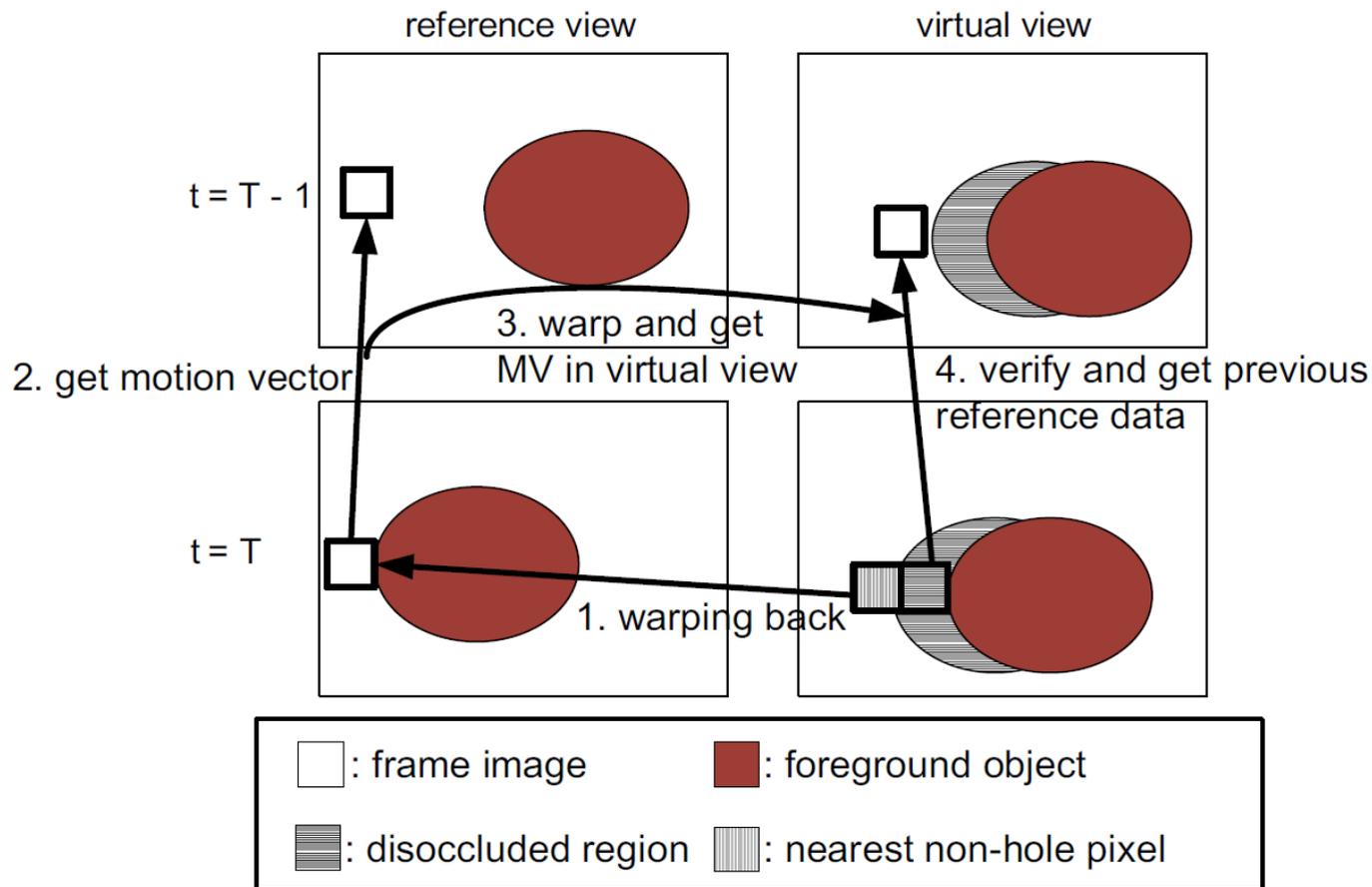
Необходимость в округлении отпадает при использовании интерполяции. Авторы используют билинейную интерполяцию с учетом глубины

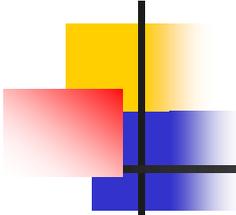
Коррекция артефактов (2)



Неизвестная область расширяется
и заполняется с другого ракурса,
где эта область не является граничной

Коррекция артефактов (3)



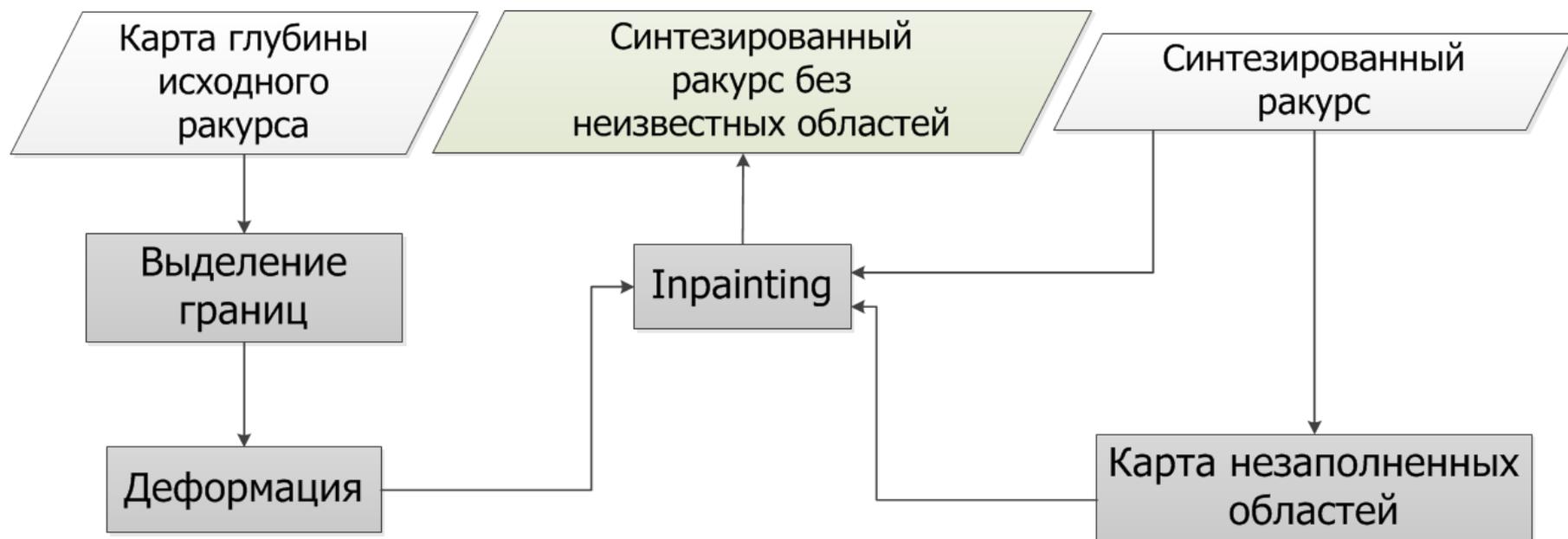


Коррекция артефактов (4)

Отслеживая положения углов исходных ракурсов после деформации, можем получить карту областей, находящихся за границей обоих исходных ракурсов

Для этих областей применяется пространственный Inpainting

Коррекция артефактов (5)

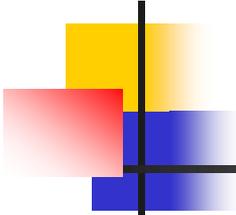


Результаты OpenCV Inpainting



Результаты Предложенный алгоритм





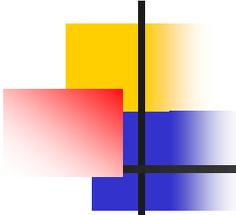
Выводы

Достоинства:

- Классификация артефактов
- Активное использование информации о глубине и движении

Недостаток:

- Результат работы алгоритма сильно зависит от качества карты глубины



Содержание

- Введение
- Hybrid Motion/Depth-Oriented Inpainting
- **Depth Image-Based Rendering for 3D Video**
- Spatio-Temporally Consistent View Synthesis
- Заключение

Алгоритм

Общее описание

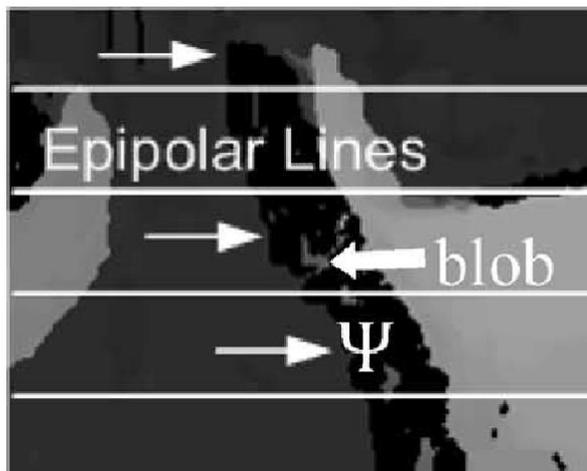
Вход – реальный ракурс, карта глубины этого ракурса

1. Деформация реального ракурса и его глубины
2. Заполнение неизвестных областей
 1. Карты глубины
 2. Нового ракурса с использованием информации о движении фона

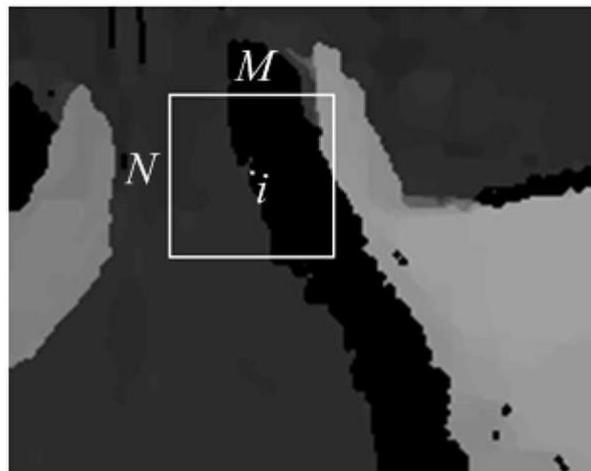
Выход – синтезированный ракурс

Коррекция карты глубины

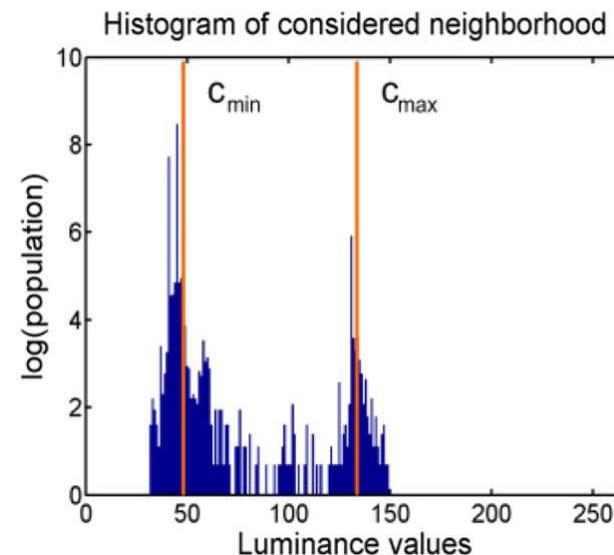
Алгоритм (1)



Деформированная карта глубины



Окрестность точки на границе заполняемой области



Гистограмма глубин для указанной окрестности

Коррекция карты глубины

Алгоритм (2)

$$D_{(x+1, y)} = \begin{cases} D_{(x, y)}, & \text{если } D_{(x, y)} < c_{\min}^{(x, y)} \\ c_{\min}^{(x, y)}, & \text{иначе} \end{cases}, (x+1, y) \in \psi$$

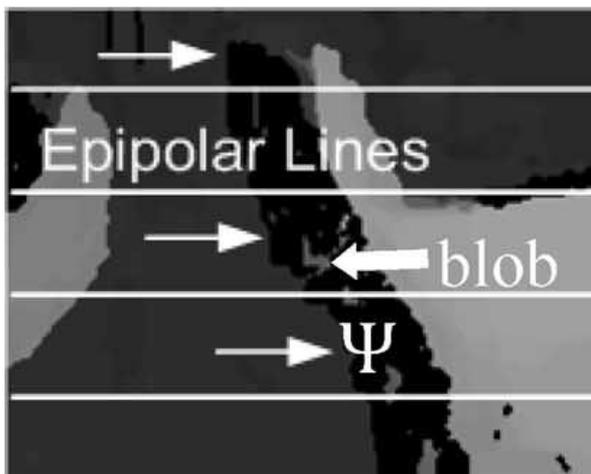
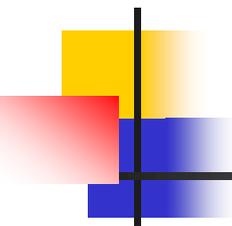
$D_{(x, y)}$ – значение глубины в точке (x, y)

$c_{\min}^{(x, y)}$ – значение минимального пика гистограммы глубины по окрестности точки (x, y)

ψ – неизвестная область на карте глубины

Коррекция карты глубины

Результат



Деформированная
карта глубины



Предложенный алгоритм



Линейная интерполяция
(stretch)

Построение спрайта (1)



Кадр последовательности



Спрайт фона



Спрайт глубины

В спрайтах накапливается информация об объектах заднего плана и их глубине для заполнения неизвестных областей и поддержания временной стабильности

Построение спрайта (2)



Кадр последовательности

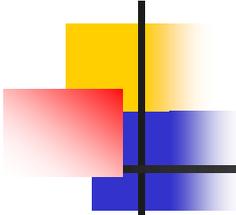


Спрайт фона



Спрайт глубины

Спрайт обновляется после обработки каждого кадра
На основе информации о глубине определяется какие участки изображения войдут в спрайт



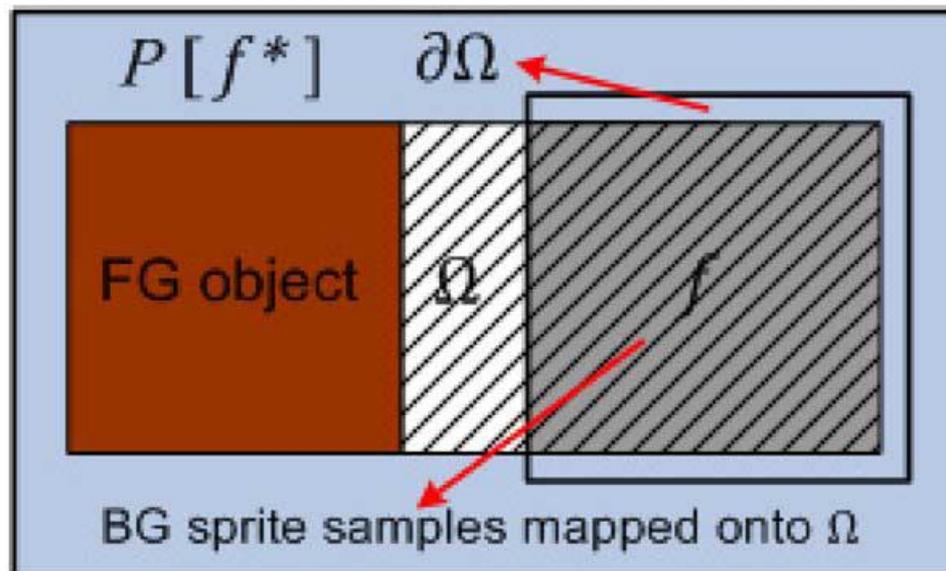
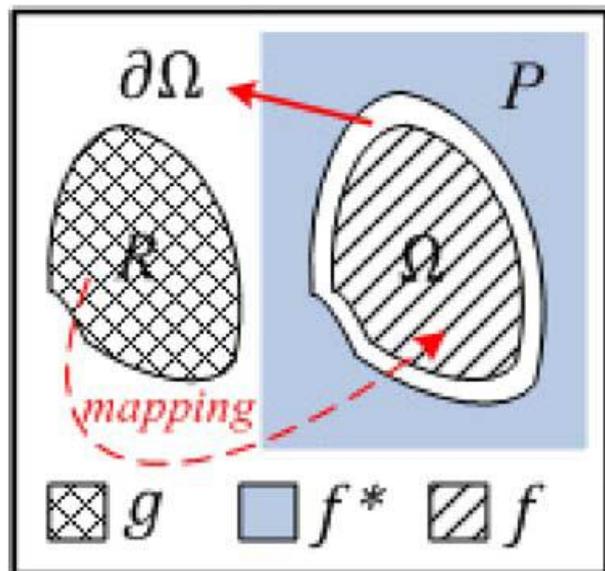
Бесшовное копирование (1)

Неизвестная область изображения
заполняется областью R из спрайта фона

Точка принадлежит R , если:

- Эта точка в неизвестной области на изображении
- Спрайт фона содержит информацию о ней
- Значение спрайта глубины в этой точке больше, чем значение карты глубины изображения

Бесшовное копирование (2)



P. Ndjiki-Nya et al., "Depth Image-Based Rendering With Advanced Texture Synthesis for 3-D Video," in IEEE Transactions on Multimedia, 2011

Бесшовное копирование (3)

$$\Delta f = \Delta g \frac{f}{g}$$

$$\begin{cases} f|_{\partial\Omega} = f^*|_{\partial\Omega}, & \text{если граница } \partial\Omega \text{ корректна} \\ f|_{\partial\Omega} = g|_{\partial\Omega}, & \text{иначе} \end{cases}$$

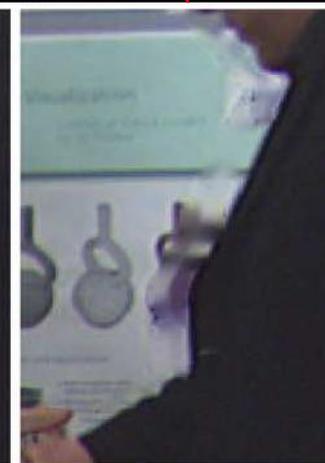
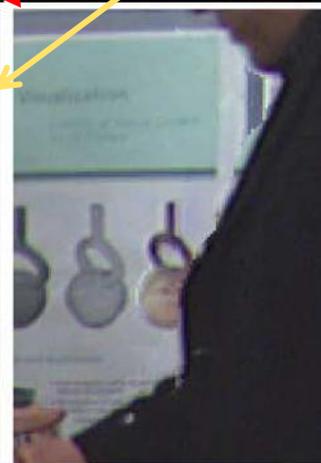
Результат

Визуальное сравнение

Предложенный
алгоритм

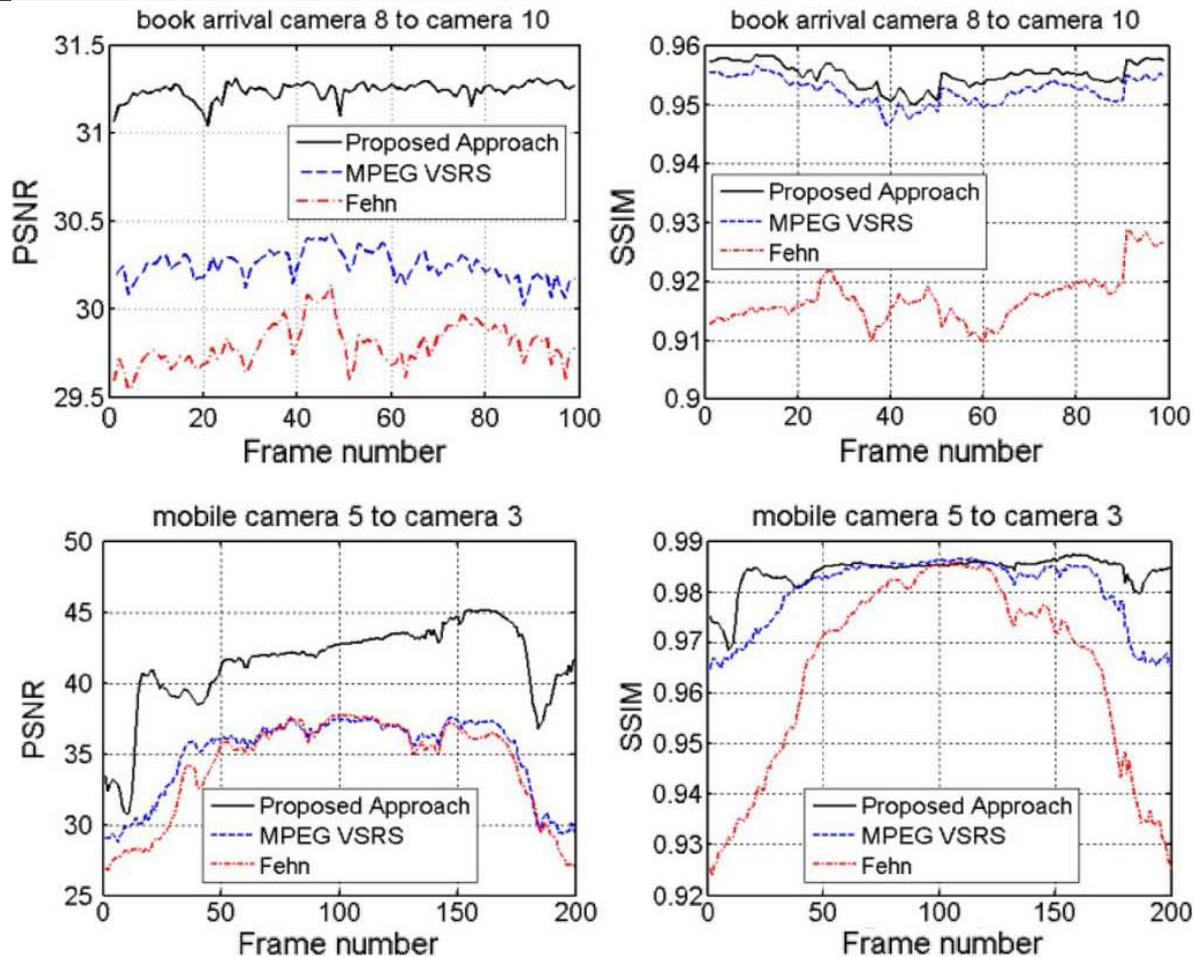


MPEG VSRS

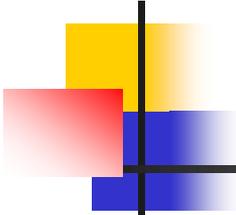


P. Ndjiki-Nya et al., "Depth Image-Based Rendering With Advanced Texture Synthesis for 3-D Video," in IEEE Transactions on Multimedia, 2011

Результат Метрики



P. Ndjiki-Nya et al., "Depth Image-Based Rendering With Advanced Texture Synthesis for 3-D Video," in IEEE Transactions on Multimedia, 2011



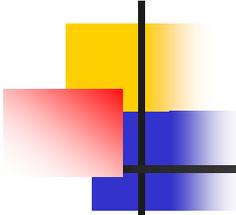
Выводы

Достоинство:

- Временная стабильность результата

Недостаток:

- Алгоритм никак не рассматривает случай пересечения одного объекта с другим



Содержание

- Введение
- Hybrid Motion/Depth-Oriented Inpainting
- Depth Image-Based Rendering for 3D Video
- **Spatio-Temporally Consistent View Synthesis**
- Заключение

Spatio-Temporally Consistent View Synthesis



Вход: видеопоследовательность и ее глубина

1. Фильтрация глубины
2. Генерация крайних ракурсов
3. Получение необходимого числа ракурсов (интерполяция)

Выход: многоракурсное видео

Алгоритм Фильтрация глубины

$$D^*(u, v, t) = \frac{\sum_{(\Delta u, \Delta v, \Delta t)} w \cdot D(u + \Delta u, v + \Delta v, t + \Delta t)}{\sum_{(\Delta u, \Delta v, \Delta t)} w}; D, D^* - \text{глубина дди после фильтрации}$$

$w = f_s \cdot f_i \cdot f_D \cdot f_T$; w – веса квадлатерального фильтра

$$f_s(\Delta u, \Delta v) = \exp\left(-\frac{\sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}}{\sigma_s}\right), \text{геометрическая близость}$$

$$f_i(u, v, t, \Delta u, \Delta v, \Delta t) = \exp\left(\frac{\sqrt{\sum_{c \in (R, G, B)} (I_c(u, v, t) - I_c(u + \Delta u, v + \Delta v, t + \Delta t))^2}}{\sigma_i}\right), \text{разница по цвету}$$

$$f_D(u, v, t, \Delta u, \Delta v, \Delta t) = \exp\left(\frac{-|D(u, v, t) - D(u + \Delta u, v + \Delta v, t + \Delta t)|}{\sigma_d}\right), \text{разница по глубине}$$

$$f_T(\Delta t) = \exp\left(-\frac{\Delta t}{\sigma_t}\right), \text{временная близость; } \sigma_s, \sigma_i, \sigma_d, \sigma_t - \text{параметры}$$

Алгоритм

Заполнение неизвестных областей (1)

Для заполнения неизвестных областей применяется пространственно-временной Exemplar-Based Inpainting

Каждому пикселю назначается приоритет P :

$$G_{\parallel}(u, v) = \sum_{(x, y) \in W(u, v)} \rho(x, y) \cdot g_{\parallel}(x, y)$$

$$G_{\perp}(u, v) = \sum_{(x, y) \in W(u, v)} \rho(x, y) \cdot g_{\perp}(x, y)$$

$$\rho(x, y) = \begin{cases} 0, & (x, y) \in \Omega \\ 1, & \text{иначе} \end{cases}$$

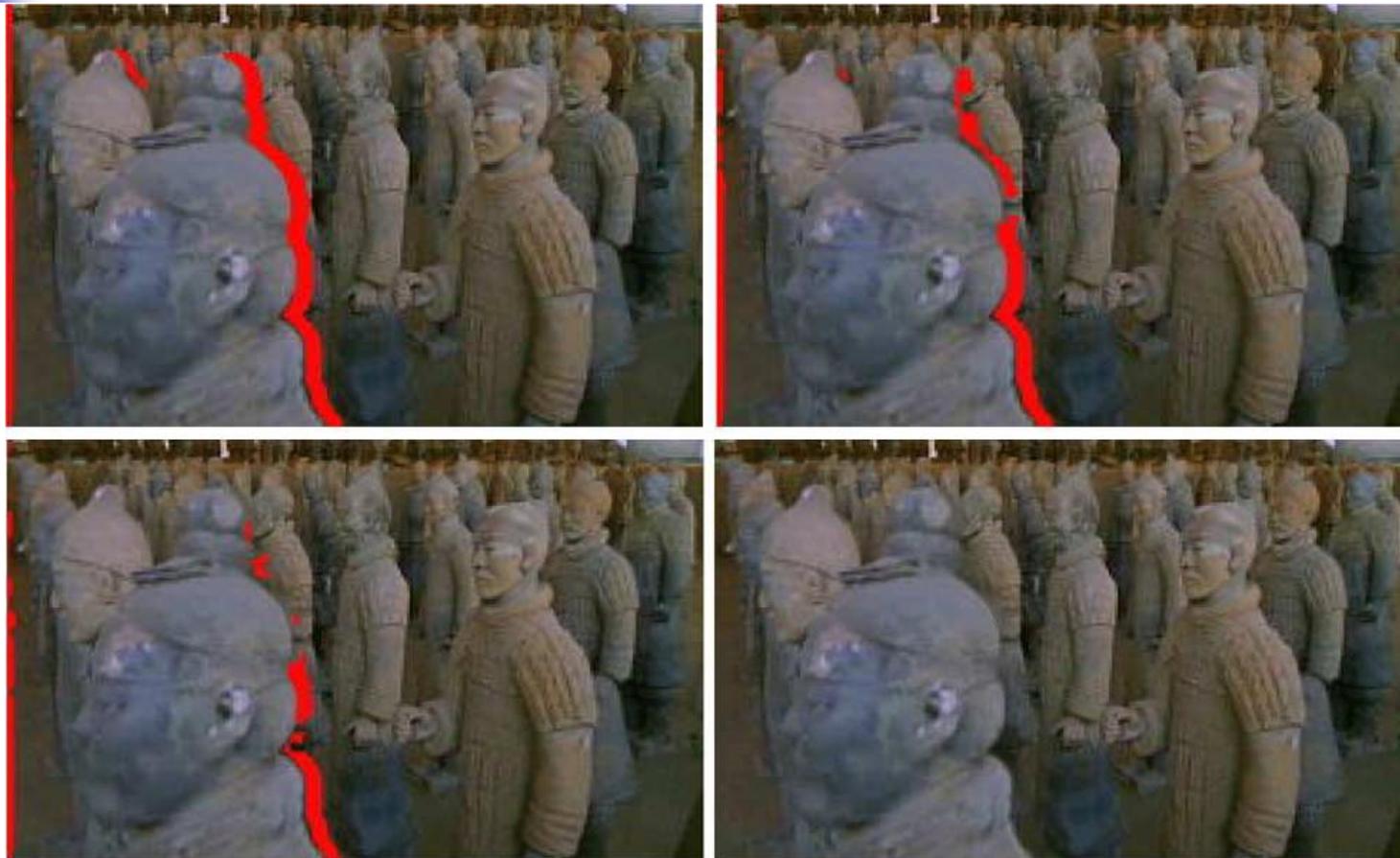
$$P(u, v) = \frac{\sqrt{G_{\parallel}(u, v) + G_{\perp}(u, v)}}{D(u, v) + \varepsilon}$$

Алгоритм

Заполнение неизвестных областей (2)

1. Заполняем пиксели в порядке приоритета
2. В каждом кадре из временной окрестности выбирается наиболее похожий по цвету и глубине блок
3. Текущий пиксель заполняется взвешенной суммой соответствующих значений из найденных блоков
4. Обновляются приоритеты неизвестных пикселей

Результат Итерации заполнения

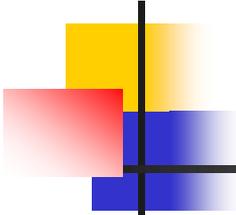


Результат

Сгенерированные ракурсы



C.-M. Cheng et al., "Spatio-Temporally Consistent Novel View Synthesis Algorithm From Video-Plus-Depth Sequences for Autostereoscopic Displays," in IEEE Trans. on Broadcasting, 2011



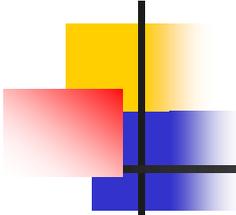
Выводы

Достоинство:

- Высокое качество заполнения

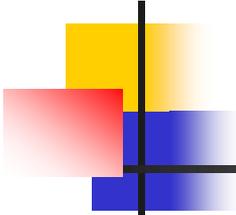
Недостатки:

- Низкая скорость работы
- Склонен к размытию заполняемых областей



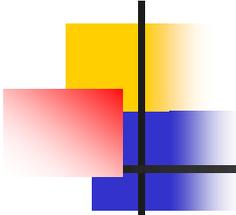
Содержание

- Введение
- Hybrid Motion/Depth-Oriented Inpainting
- Depth Image-Based Rendering for 3D Video
- Spatio-Temporally Consistent View Synthesis
- **Заключение**



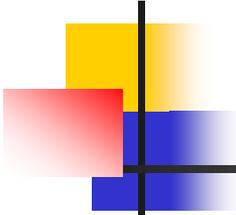
Свои результаты (1)





Свои результаты (2)





Где есть проблемы?

- Точность при сложном движении
- Выравнивание по цвету фрагментов из разных кадров

Дальнейшие планы

- Реализовать основанный на глубине временной Inpainting для 3D видео
- Реализовать многоуровневый временной Inpainting для учета ситуации перекрытия одного объекта другим

Литература

1. P. Ndjiki-Nya et al. "Depth Image-Based Rendering With Advanced Texture Synthesis for 3-D Video". in *IEEE Transactions on Multimedia*, 2011, pp. 453-465
2. P.-K. Tsung et al. "Single iteration view interpolation for multiview video applications". in *3DTV-Conference*, Potsdam, Germany, 2009, pp. 1-4
3. K.-Y. Chen et al. "Hybrid motion/depth-oriented inpainting for virtual view synthesis in multiview applications". in *3DTV-Conference*, Tampere, Finland, 2010, pp. 1-4
4. C.-M. Cheng et al. "Spatio-Temporally Consistent Novel View Synthesis Algorithm From Video-Plus-Depth Sequences for Autostereoscopic Displays," in *IEEE Transactions on Broadcasting*, 2011, pp. 523-532

Лаборатория компьютерной графики и мультимедиа



Видеогруппа — это:

- Выпускники в аспирантурах Англии, Франции, Швейцарии (в России в МГУ и ИПМ им. Келдыша)
- Выпускниками защищены 5 диссертаций
- Наиболее популярные в мире сравнения видеокодеков
- Более 3 миллионов скачанных фильтров обработки видео