

Санкт-Петербургский Академический Университет

3D-трекинг недеформируемого объекта на основе его трехмерной модели

Выполнил: Бугаев Б. А

Руководитель: Белов Р. В.

2015

О 3D-трекинге

3D-трекинг — восстановление информации о трехмерной сцене

В зависимости от исходных данных задача может решаться по-разному

Под 3D-трекингом понимаем *множество задач*

О нашей задаче

- видео, снятое с одной подвижной камеры
- данные о камере
- недеформируемый объект произвольного типа
- наличие достаточно точной трехмерной модели

С появлением качественных и доступных 3D-сканеров подход с использованием модели становится все более перспективным

Трекинг — это трудоемко

Трекинг одного часа видео может занять несколько месяцев (в зависимости от сложности сцены)

Даже небольшой прирост в производительности позволит сэкономить много времени

Цель работы

- создать инструмент для 3D-трекинга, который по возможности был бы не хуже аналогов
- минимизировать время работы пользователя

Что можно улучшить

- скорость работы
- качество решения
- длину потока работ (workflow)

Задачи

- Выбор программы для встраивания трекера
- Создание инструмента для ручного позиционирования объекта
- Простое решение задачи трекинга
- Эксперименты и введение улучшений
- Взаимодействие с пользователем

The Foundry Nuke

Nuke — программа композитинга видео,
используемая при производстве практически всех
современных фильмов

Может восстанавливать камеру по видео,
не поддерживает трекинг объектов на основе модели

Инструменты

Nuke API

- **C++**
 - доступ к видео, камере и геометрии
 - ключевые кадры
 - GUI + OpenGL
- **Python**
 - GUI
 - скрипты

OpenCV

- Решение задачи PnP
- Извлечение особенностей
- Оптический поток

Ручное позиционирование — PinTool

Публикация PinTool

10 февраля PinTool был опубликован на сайте nikeredia.com

С тех пор его скачали более 500 раз

The Foundry написали о PinTool в Твиттере, Фейсбуке и Гугл+

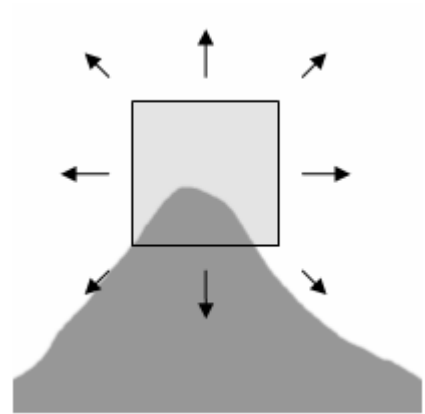
Основные этапы трекинга

- Выделение интересных точек
- Нахождение соответствующих им точек на 3D-модели
- Отслеживание интересных точек
- Нахождение положения объекта по известным положениям интересных точек

Выделение интересных точек

Детектор уголков Shi–Tomasi

Уголок — это точка, у которой в окрестности интенсивность заметно изменяется относительно центра

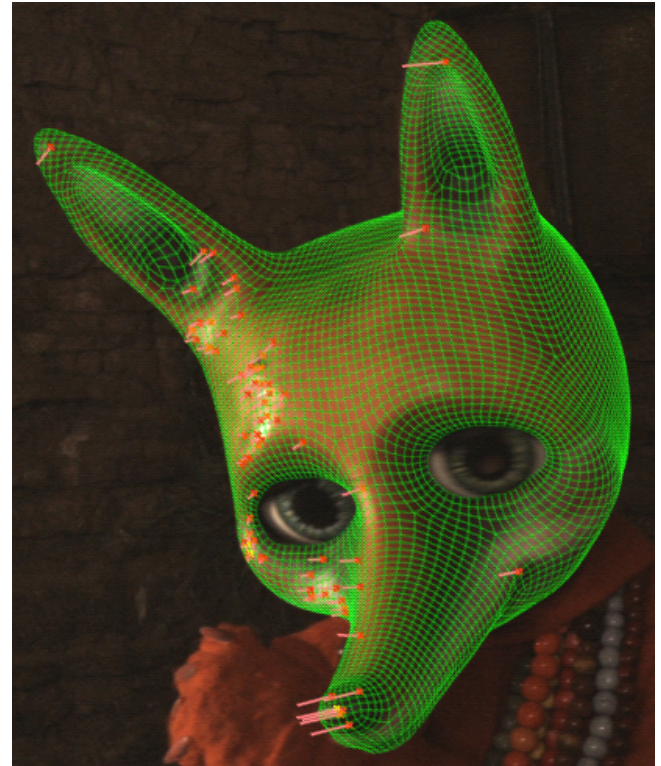


Проекция точек на модель

- «Снимаем» модель на камеру, в качестве цвета полигона используем его индентификатор
- Смотрим, в какой полигон попадает интересная точка
- Точке изображения соответствует луч в трехмерном пространстве; пересекаем его с полигоном

Отслеживание интересных точек

Оптический поток —
изображение видимого
движения, представляющее
собой сдвиг точки между двумя
изображениями



Оптический поток

- **Пирамидальный алгоритм Лукаса — Канаде** — для каждой точки отдельно (sparse), быстрый
- **Алгоритм Фарнебека** — для всего изображения (dense), медленнее; трекинг получается стабильнее

Нахождение положения объекта

- **PnP Problem** — задача нахождения положения камеры по заданным соответствиям двумерных и трехмерных точек
- **RANSAC** — стабильный метод оценки параметров модели на основе случайных выборок

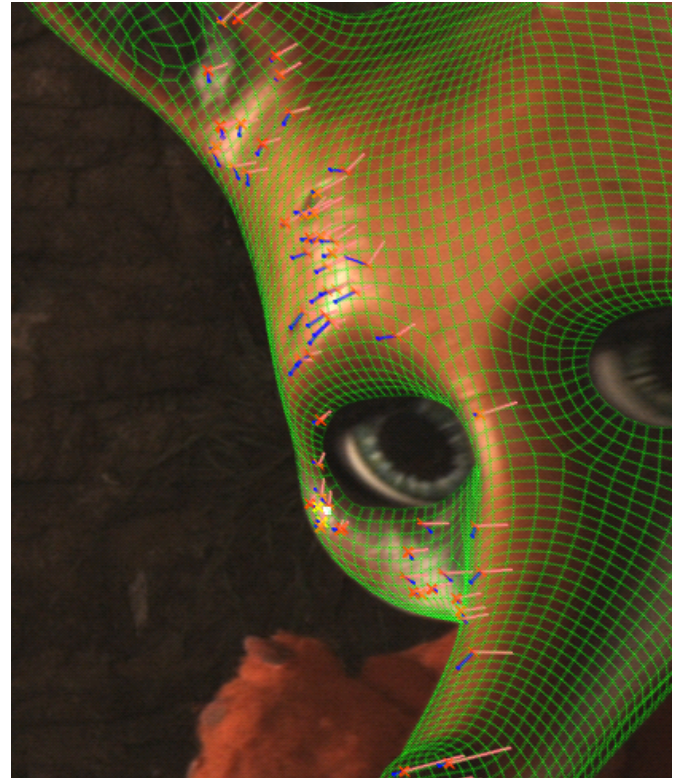
Фильтрация интересных точек

Хочется не использовать в решении заведомо плохие точки

- Отбрасываем находящиеся на невидимых полигонах
- Отбрасываем точки с большой ошибкой репроецирования

Фильтрация интересных точек

Ошибка репроецирования — расстояние между интересной точкой и изображением соответствующей ей трехмерной точки

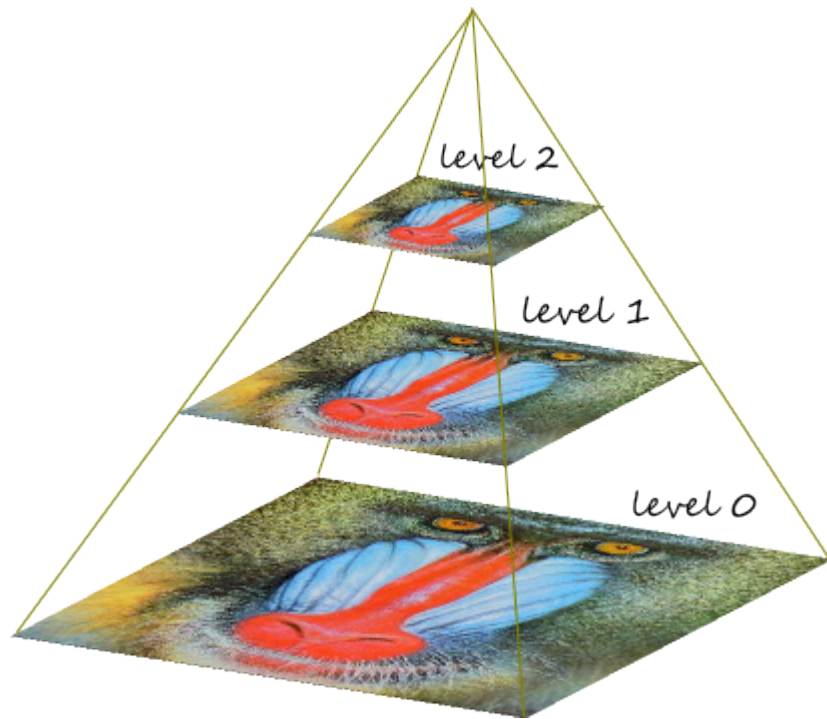


Борьба со смазыванием

- При очень быстром движении картинка смазывается, уголки на ней пропадают
- При уменьшении изображения четкость увеличивается
- Решение: искать и отслеживать интересные точки на пирамиде изображений

Борьба со смазыванием

Пирамида изображений — последовательность из N изображений, каждое следующее из которых меньше текущего в два раза



Предпросчет

Поиск и отслеживание особых точек во время сеанса работы пользователя занимают слишком много времени

Решение: найти и отследить достаточно большое число интересных точек заранее, сохранить информацию о них на диск. Во время активной работы пользователя подгружать необходимую информацию с диска

Взаимодействие с пользователем

- Возможность задания ключевых кадров

Ключевой кадр — кадр, положение модели в котором задано пользователем вручную

- Пересчет решения между ключевыми кадрами: производим трекинг в обе стороны, усредняем решение

Результаты

- трекер в виде плагина к The Foundry Nuke
 - длина потока работ уменьшена
 - скорость работы сравнима с PFTrack
 - точность сравнима с PFTrack
 - опубликован PinTool
- остается еще немало возможностей для экспериментов и улучшений

Спасибо за внимание