

Цифровая стабилизация видео при сложном движении с использованием МЭМС-датчиков

Ярков Иван Сергеевич, 242
Научный руководитель:
ст. преп. Я.А. Кириленко

Введение

- Распространенность устройств с *камерой* и *датчиками*
 - Гироскоп
 - Акселерометр
- Использование показаний датчиков при стабилизации видео

Существующие решения

- Алгоритм локальной стабилизации
Выпускница матмеха, Анастасия Корнилова
- Алгоритм стабилизации при движении по одной оси
[Digital Video Stabilization and Rolling Shutter Correction using Gyroscopes, 2011, Stanford University](#)

Недостатки существующих решений

- Локальная стабилизация
 - Работает только при локальной тряске камеры
- Алгоритм стабилизации при движении по одной оси
 - Не работает со сложными движениями в пространстве

Постановка задачи

1. Разработать и реализовать алгоритм цифровой стабилизации видео при произвольном движении камеры
2. Разработать и реализовать алгоритм устранения крена видео при панорамной съёмке

Алгоритм стабилизации сложного движения

- 1. Нахождение ориентации камеры**
2. Построение сглаженного сигнала полученных показаний
3. Преобразование кадра, с учетом сглаживания
4. Удаление крена видео, при панорамной съемке

Нахождение ориентации камеры

- Акселерометр не отображает повороты вокруг оси гравитации
- По угловым скоростям получаем углы для каждой координаты

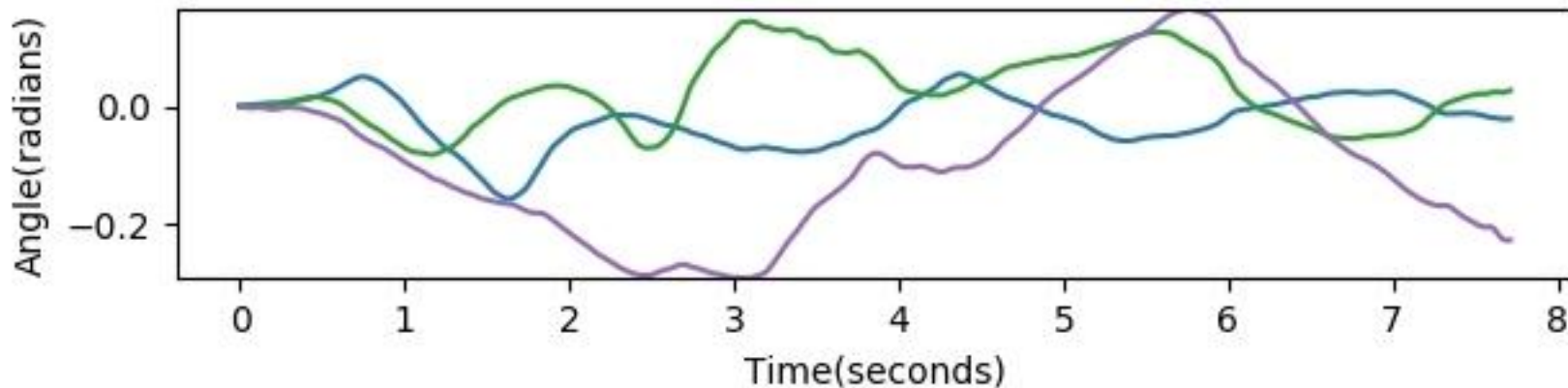


Рис.1 Зависимости углов от времени

Применение показаний датчиков к стабилизации видео

1. Нахождение ориентации камеры
- 2. Построение сглаженного сигнала полученных показаний**
3. Преобразование кадра, с учетом сглаживания.
4. Удаление крена видео, при панорамной съемке

Построение сглаженного сигнала полученных показаний

- Фильтр Гаусса
 - Длина окна
 - Ядро
 - Truncate

Задержка при обработке

- Real-time обработка
- Длина окна: $2 * \text{ядро} * \text{truncate}$
- Набор параметров:
 - Ядро - 220
 - Truncate - 0.4
 - Задержка 88 показаний или 0.52 секунды, при частоте 24 кадра в секунду, в кадре 7 показаний

Построение сглаженного сигнала полученных показаний

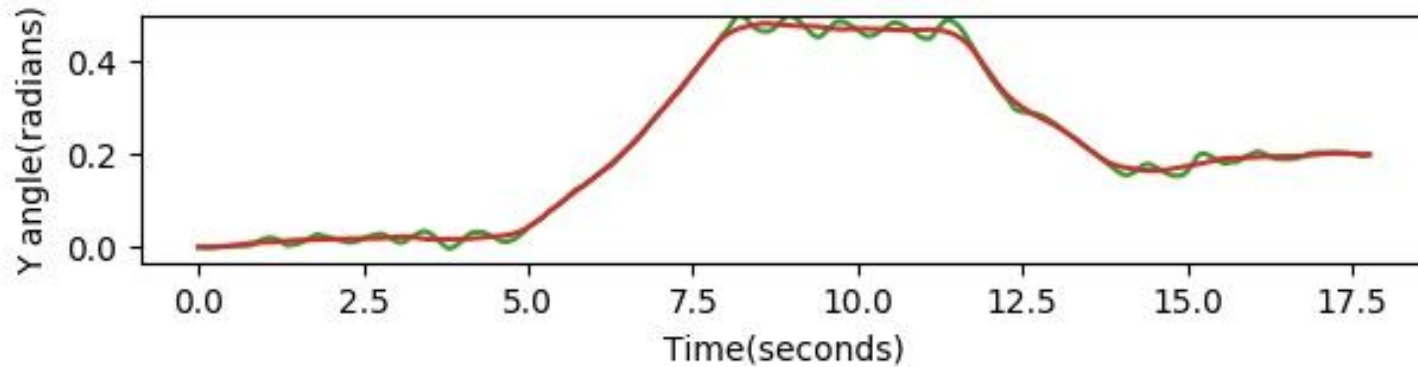


Рис.2 Результат применения фильтра к оси Y

Применение показаний датчиков к стабилизации видео

1. Нахождение ориентации камеры
2. Построение сглаженного сигнала полученных показаний
- 3. Преобразование кадра, с учетом сглаживания**
4. Удаление крена видео, при панорамной съемке

Преобразование кадра, с учетом сглаживания

- Зная исходный и сглаженный сигнал, вычисляется разница на которую нужно преобразовать кадр для каждой оси
- Строится матрица поворота в пространстве на вычисленные углы

Применение показаний датчиков к стабилизации видео

1. Нахождение ориентации камеры
2. Построение сглаженного сигнала полученных показаний
3. Преобразование кадра с учетом сглаживания
4. **Удаление крена видео при панорамной съемке**

Удаление крена видео при панорамной съемке

- Показание акселерометра - координаты вектора гравитации устройства: $b = (b_1, b_2, b_3)$
- Предполагается, что устройство перпендикулярно земле и нет резких движений
- Вектор ориентации камеры равен $a = (1, 0, 0)$
- Угол между векторами:

$$\alpha = \arccos \frac{a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3}{|a| \cdot |b|}$$

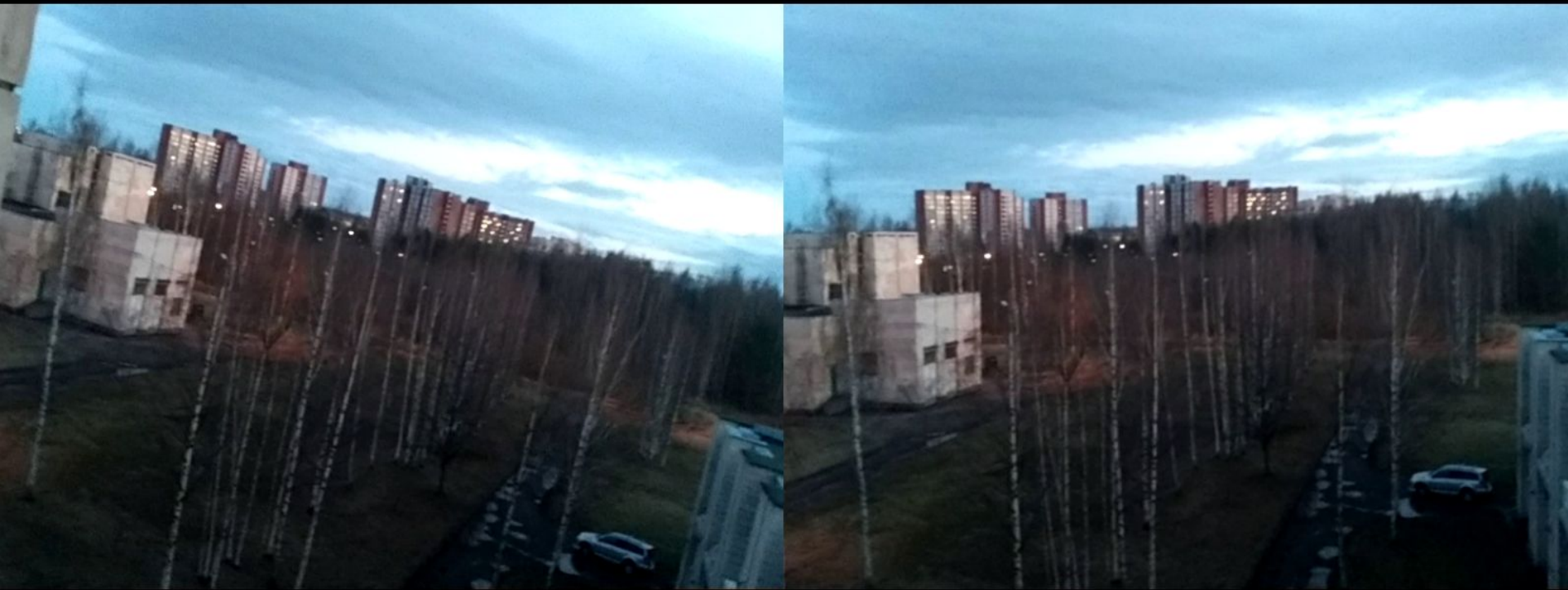


Рис.3 Результат удаления крена с кадра

Реализация

- Записывающее устройство - смартфон на платформе Android
- Алгоритм реализован на языке Python

Архитектура реализации алгоритма

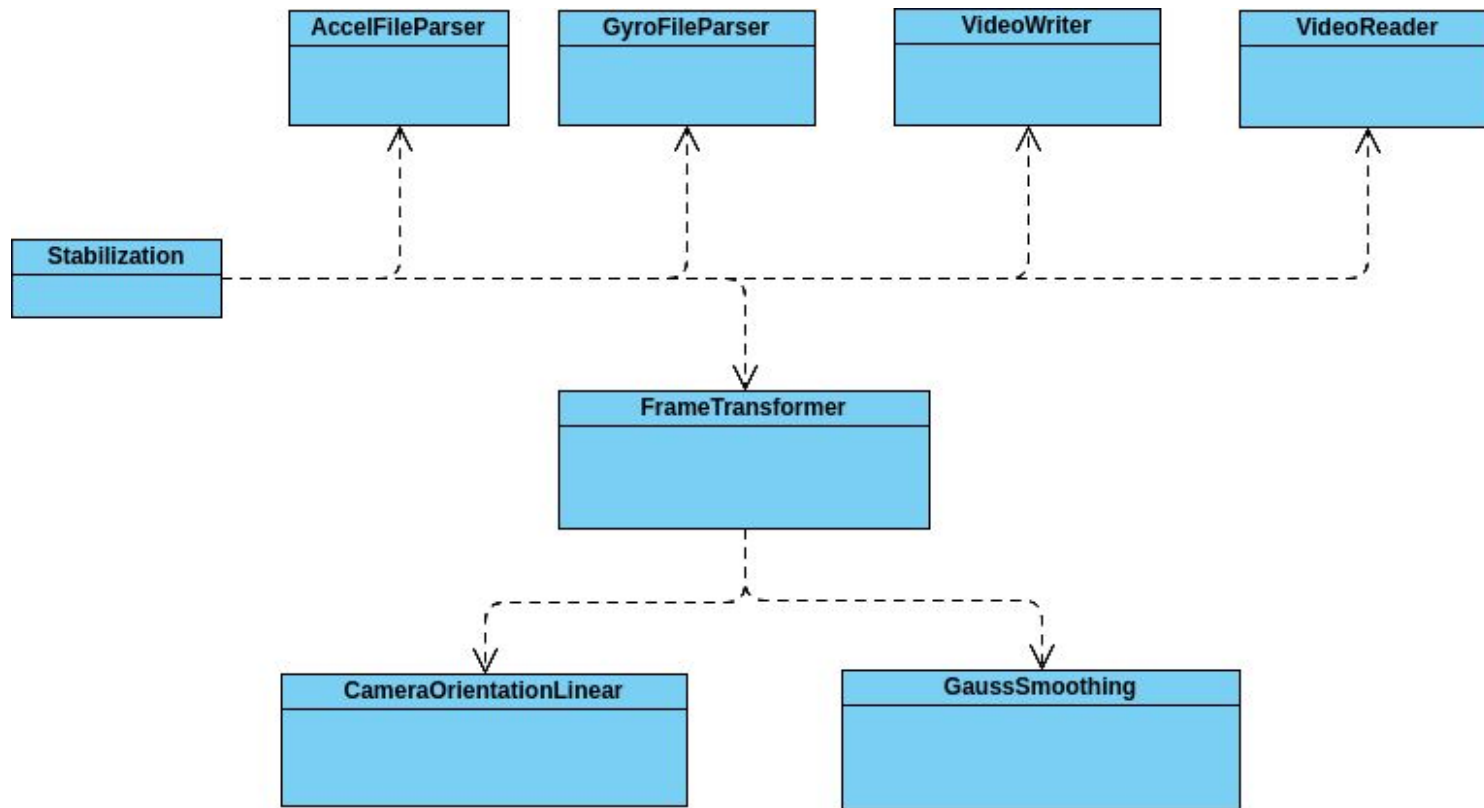


Рис.4 Архитектура реализации алгоритма

Результаты

1. Реализован алгоритм цифровой стабилизации видео при произвольном движении камеры
2. Реализован алгоритм устранения крена видео при панорамной съемке

Проблемы

- Сильная тряска ухудшает качество стабилизированного видео
 - Отдельная проблема, которая требует исследования
- Неточность показаний гироскопа
 - Со временем накапливается ошибка
 - Ошибка устраняется сглаживанием фильтра Гаусса

Фиксированное положение камеры

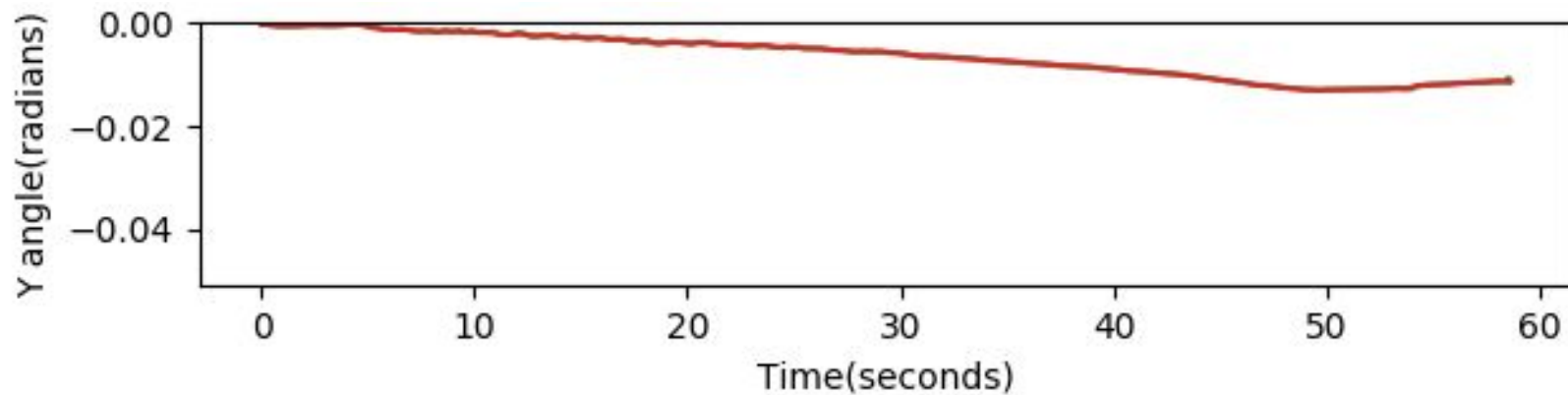


Рис.5 График изменения угла по оси Y

Тестирование

- Среднее время обработки 1 секунды видео - 3,8 секунды
 - Intel® Core™ i5 CPU M 460 @ 2.53GHz × 4
 - OpenCV 3.4