



Санкт-Петербургский государственный университет
Кафедра системного программирования

Определение частичного перекрытия кадра онлайн

Илья Михайлович Лялинов, группа 17.Б10-мм

Научный руководитель: доцент кафедры системного программирования, к.т.н. Ю.В. Литвинов

Консультант: инженер-программист ООО "TickVision" М.С. Осечкина

Рецензент: исполнительный директор ООО "СКЗ" А.А. Пименов

Санкт-Петербург
2021

- Интеллектуальные системы помощи водителю (ADAS¹)
 - ▶ Автоматическая парковка
 - ▶ Предотвращение столкновений
 - ▶ ...
- Хочется уметь отбрасывать бесполезную часть кадра с фронтальной камеры машины (частичное перекрытие)
 - ▶ Обычно его определяют вручную перед использованием системы
 - ▶ Мы хотим определять онлайн



Рис.: пример перекрытия (выделено зеленым).

¹Advanced driver-assistance systems

- Это нужно компании «TickVision» в проекте ADAS
 - ▶ Уменьшить количество ложно-положительных срабатываний других алгоритмов
 - ▶ Увеличить производительность других алгоритмов
- В итоге получится open source прототип системы обнаружения частичного перекрытия видеокadra онлайн

Целью работы является создание системы обнаружения перекрытия видеокadra в режиме реального времени

Задачи:

- Провести обзор и анализ предметной области
- Сформулировать требования по качеству, времени работы алгоритма и используемым технологиям для реализации
- Разработать алгоритм обнаружения частичного перекрытия кадра по видео
- Реализовать предложенный алгоритм
- Провести экспериментальное исследование предложенной реализации

- Не более 15 мс на одну итерацию алгоритма
 - ▶ Для CPU Intel Core i3
- Время работы не больше двух минут
- Отношение объединения площадей найденного и достоверного (ground truth) перекрытия и их пересечения ≥ 0.7
- Реализация без использования GPU

- Использовались видеоданные с фронтальной камеры при движении автомобиля в городе
- Произвольное разрешение кадров
- Частота кадров в секунду = 30

- Collision detection using an LGMD-based neural network (Yue et al., 2006)
 - ▶ Алгоритм детектирует приближающиеся объекты, поэтому не может быть применен для определения статичной области перекрытия
- Learning to detect partially overlapping instances (C. Arteta et al., 2013)
 - ▶ Метод для обнаружения сгруппированных и пересекающихся объектов одного класса
 - ▶ => не может быть применен для обнаружения перекрытия кадра
- Плотный оптический поток
 - ▶ Не подходит для слежения за всеми точками кадра онлайн

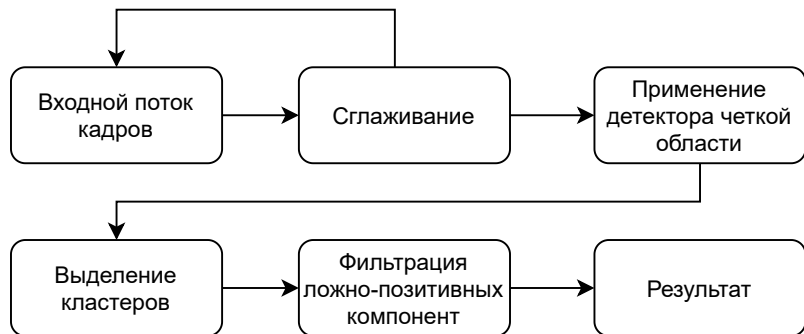




Рис.: пример входного кадра



Рис.: сглаживание усреднением



Рис.: экспоненциальное сглаживание

Определение четкой области

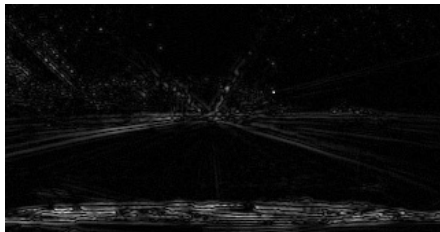


Рис.: оператор Лапласа

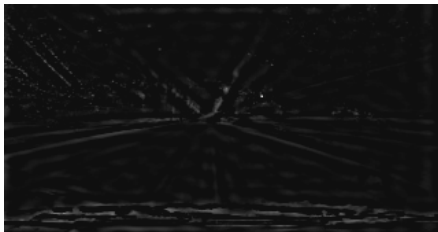


Рис.: FFT фильтр

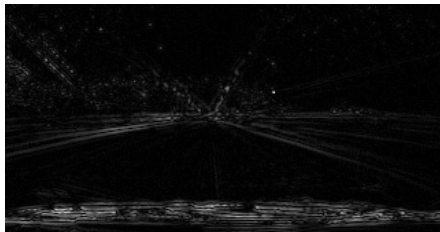


Рис.: кластеризуемые точки



Рис.: найденные кластеры

Фильтрация ложно-положительных кластеров

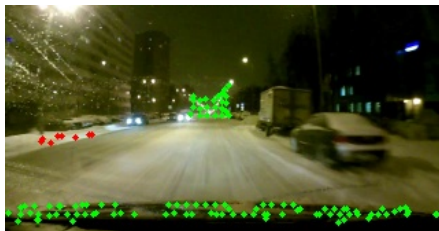
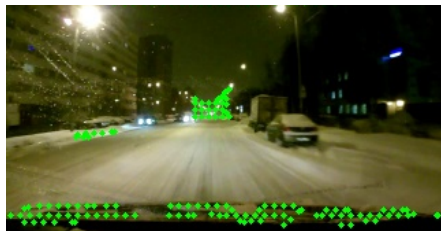


Рис.: фильтрация ложно-положительных кластеров

Итоговый результат



Рис.: Найденные регионы перекрытия кадра

	Среднее время работы	Максимальное время работы	Среднеквадр. отклонение	Количество вызовов
Сглаживание	0.09 мс	0.24 мс	0.03 мс	1800
Детектор четкой области	0.27 мс	0.37 мс	0.04 мс	9
Кластеризация	0.8 мс	0.97 мс	0.07 мс	9
Фильтрация компонент	1.26 мс	3.89 мс	0.32 мс	1600
Итерация	1.67 мс	5.22 мс	0.43 мс	1800

Подсчет показателя IoU^2 для размеченной видеозаписи из 2000 кадров.

Среднее	Среднеквадратическое отклонение
0.73	0.14

Таблица: характеристика IoU

²Intersection over union

- Проведен обзор существующих решений задачи поиска перекрытия на кадре по видеопотоку в онлайн режиме
- Сформулированы требования, которым должен удовлетворять реализованный прототип модуля обнаружения частичного перекрытия
- Предложен и реализован алгоритм поиска областей перекрытия
- Проведено тестирование