Санкт-Петербургский государственный университет

Кафедра системного программирования

Построение модели полосы с учетом контекста дороги

Житнухина Мария Андреевна, группа 21.Б10-мм

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры системного программирования, Ю. В. Литвинов

Консультант: разработчик, АО «Кама», М. С. Осечкина

Санкт-Петербург

2024

Введение

- ADAS (англ. Advanced driver-assistance systems) — усовершенствованная система помощи водителю
- Функции ADAS, для работы которых необходима полоса
  - LCA (Lane Change Assist)
  - LDW (Lane Departure Warning)
- Необходимо выделять полосу в режиме реального времени
- Модель полосы должна описывать дорогу достаточно точно
- На вход поступают кандидаты на разметку в виде сверху и изображение
- Кандидат на разметку — вектор точек, упорядоченных по оси y
- Можно использовать данные одометрии

Постановка задачи

Цель: Выбрать модель полосы и разработать алгоритм построения выбранной модели по проекции «вид сверху» дорожной разметки

Задачи:

- Проанализировать существующие модели полосы
- Выбрать модель полосы
- Реализовать выделение полосы в рамках выбранной модели
- Оценить качество алгоритма

Существующие модели полосы

- Множество точек
- Две прямые
- Гиперболы
- Сплайны
- Спирали Эйлера (клотоиды)
- Дуги

Выбранная модель полосы

- Прямые или дуги
- Две или одна кривая одного вида
- Почти параллельные прямые, почти концентрические дуги

Используемые средства

- Реализация на языке C++, 17 стандарт
- Библиотека OpenCV

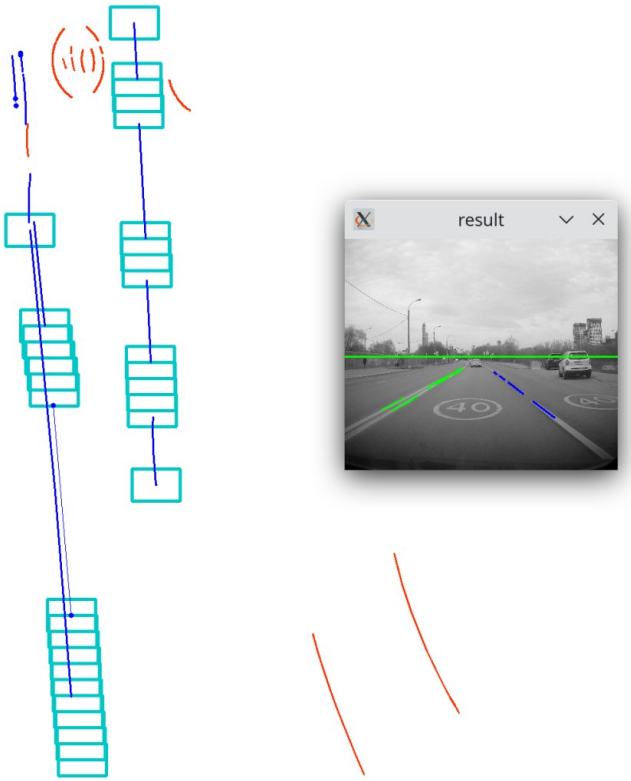
Архитектура решения

- Первичная фильтрация кандидатов на разметку
- Трекинг кандидатов на разметку
- Разделение кандидатов на левые и правые
- Использование трекинга
- Апроксимация кривыми
- Сглаживание
- Вычисление confidence модели

Первичная фильтрация кандидатов на разметку (1/7)

Первичная фильтрация кандидатов на разметку

- Кривизна
- Угол наклона
- Положение по оси x

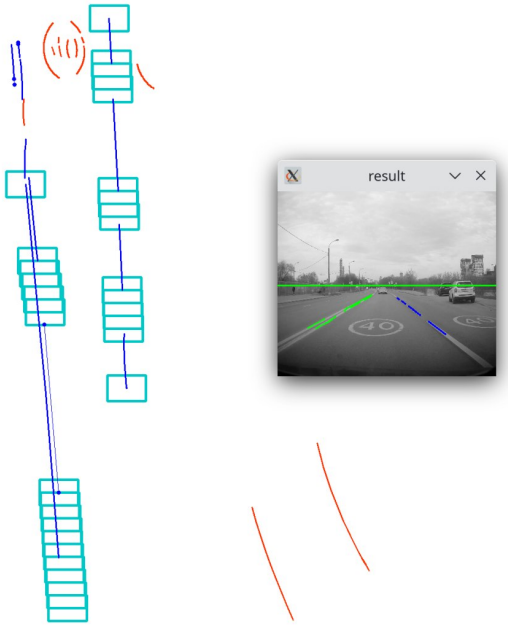


Трекинг кандидатов на разметку (2/7)

- Сравниваем кандидатов с помощью max deviation, если достаточное совпадение по оси y
- Сдвигаем кандидатов по данным одометрии на последних двух кадрах
- Хранится, как долго кандидат на разметку присутствует в кадре

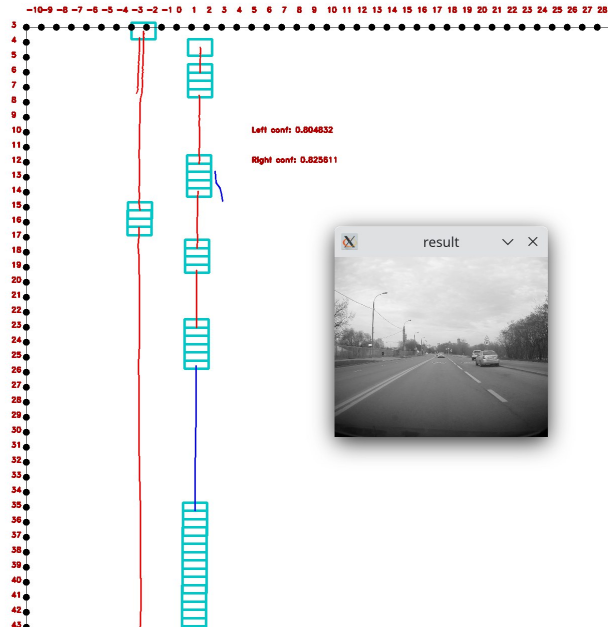
Разделение кандидатов на левые и правые (3/7)

- Выбор первых кандидатов на разметку
- Поиск следующих методом sliding window
- Sliding window нужен для поиска следующего отрезка последовательностью прямогольников
- Соседние фрагменты разметки примерно на одной прямой
- Две группы кандидатов на разметку делятся на левые и правые (тип может совпасть)



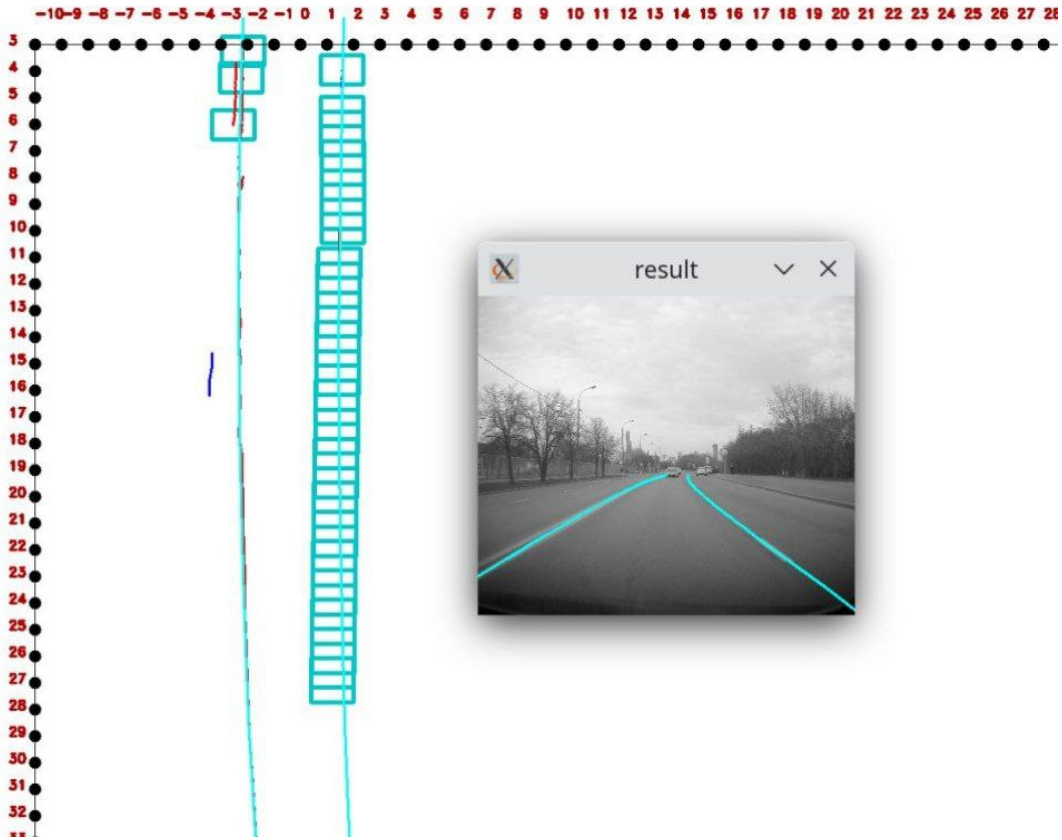
Использование трекинга (4/7)

- Используем кандидатов на разметку, в которых уверены
- Не используем кандидатов на разметку, в которых не уверены



Апроксимация кривыми (5/7)

- Смена типа кривой по гистерезису
- Апроксимация окружностью с помощью алгоритма RANSAC
- Апроксимация прямой с помощью метода наименьших квадратов

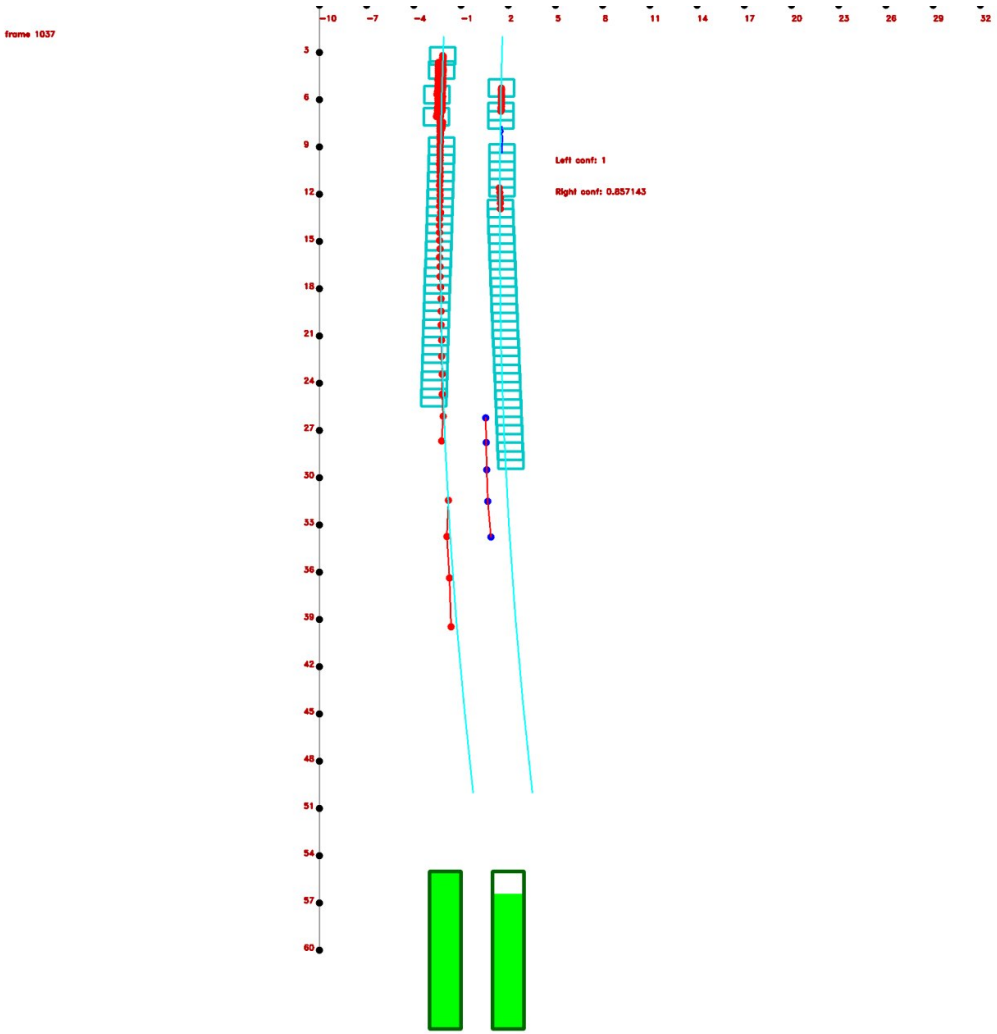


Сглаживание (6/7)

- Необходимо, чтобы не было дергания полосы
- На данный момент используется экспоненциальный фильтр
- Фильтрация координат по трем точкам: на расстоянии 2 м, 13 м и 20 м
- Фильтрация расстояния между точками на расстоянии 2 м
- Перед фильтрацией делаем дуги концентрическими, прямые параллельными

Confidence полосы (7/7)

- Вычисляется по истории и по соответствию полосы разметке
- Нужно, чтобы отключать отображение разметки при низкой уверенности в ней



Эксперимент

- Среднее расстояние от точек кривой до ближайшего кандидата на разметку на последовательности кадров
- Расстояние до ближайшего кандидата на разметку на фиксированном расстоянии от автомобиля на последовательности кадров
- Данные с dev-машин (нужны калибровки)

Эксперимент (графики)

- Гистограмма расстояний до ближайшего кандидата на разметку
- Оценка на разных дистанциях

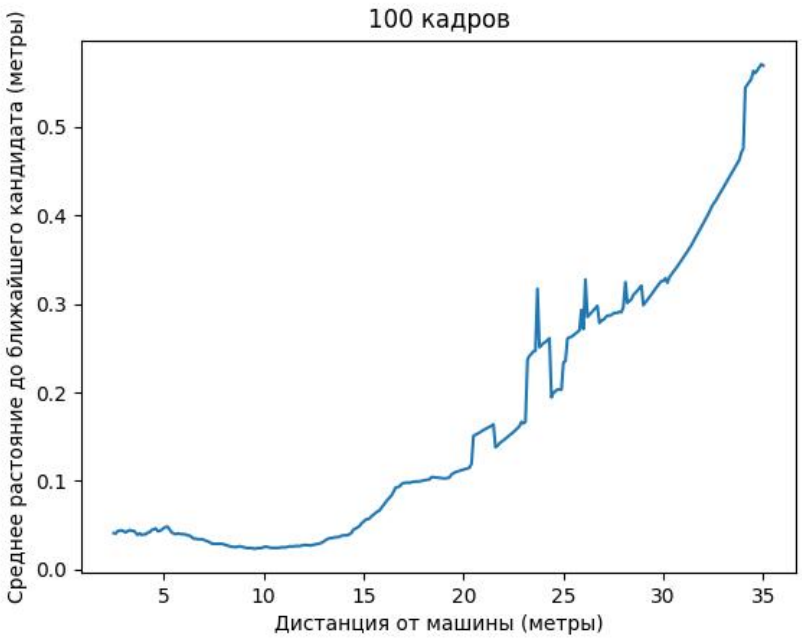


Рис.: График расстояний до ближайшего кандидата на разметку

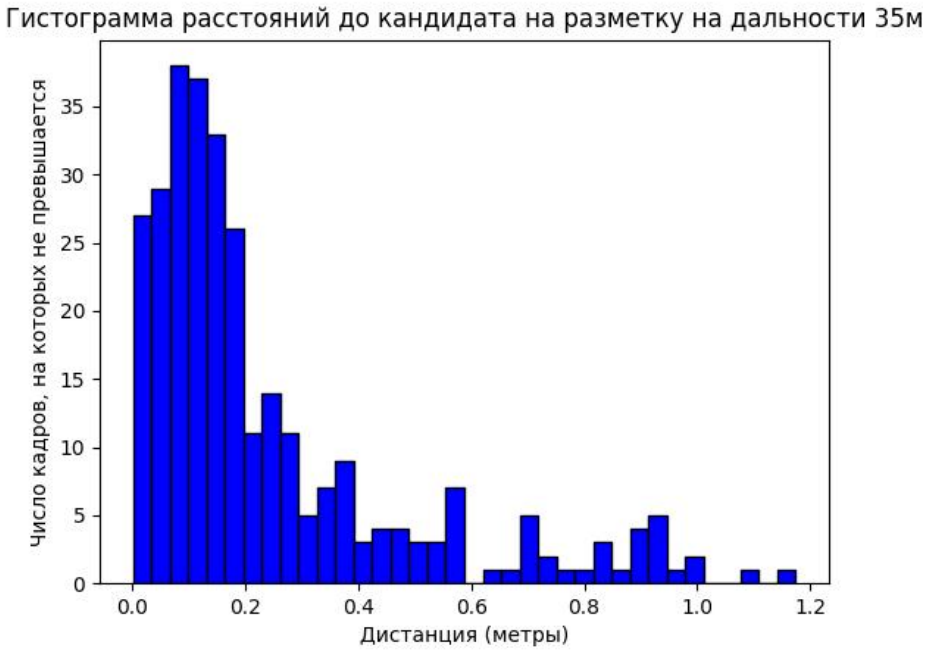


Рис.: Гистограмма расстояний до ближайшего кандидата на разметку на дистанции 35 м от автомобиля

Результаты

Результаты:

- Произведен обзор существующих моделей полосы
- Выбрана модель полосы
- Реализовано выделение полосы в рамках выбранной модели
- Произведен эксперимент
- Видео

Код проекта под согласием о неразглашении