

УДК 004.932.2

## ЛОКАЛИЗАЦИЯ АВТОНОМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ВИДЕОРЕГИСТРАТОРА

Боровская О.О., Галузо В.Е., Коваль А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь*

Локализация является неотъемлемым атрибутом системы навигации и реагирования автономного транспортного средства (АТС). Значительное число методик решения данной задачи использует данные видеорегистраторов и встроенных камер, LIDAR-ов, радаров и прочих средств получения информации. Подходы, базирующиеся на видеоданных получили особое распространение в силу простоты получения исходных данных и широкого спектра инструментов доступных для обработки видеопотока и отдельных кадров.

Для распознавания линий дорожной разметки и определения положения АТС на основе данных видеорегистратора необходимо решить несколько задач:

- откалибровать камеру видеорегистратора;
- применить корректирующие операции в отношении изображения с видеорегистратора для того, чтобы максимально повысить качество изображения;
- применить пространственную трансформацию изображения, для того, чтобы получить развертку изображения дороги (вид сверху);
- распознать линии дорожной разметки для определения границы полосы движения;
- рассчитать кривизну дороги и радиус поворота на заданном участке пути;
- спроецировать полученную информацию на исходное изображение.

Для калибровки камеры необходимо рассчитать коэффициенты трансформации и применить их к выходному изображению. Коэффициенты определяется путем расчёта кривизны линий на различных участках изображения при фотографировании объектов с заведомо прямыми линиями.

Используемая в сфере компьютерного зрения программная библиотека OpenCV [1] позволяет выполнять такие операции максимально просто, и для этого необходимо:

- распечатать предложенный шаблон с изображением шахматного узора;
- сделать серию фотографий распечатки на целевое фотоустройство под разными углами и с разными перспективными проекциями;
- рассчитать положение линий, образуемых шахматным узором при помощи метода библиотеки `cv2.findChessboardCorners`;
- передать полученные данные в метод `cv2.getOptimalNewCameraMatrix` для создания матрицы трансформации, валидной для конкретной камеры.
- выполнить метод `cv2.calibrateCamera`, предоставив данные матрицы трансформации.

– поступающие изображения трансформировать посредством вызова метода применения сохраненных коэффициентов.

Используя рассчитанные коэффициенты и параметры калибровки камеры, можно применить аналогичные преобразования к реальным изображениям, полученным с видеорегистратора АТС. Это позволит избавиться от искажений и позволит более точно анализировать кривизну дороги на участке пути и положение АТС относительно полосы движения.

Следующим этапом является подготовка изображения к процессу распознавания линий дорожной разметки, определение полосы движения и последующему анализу данной информации для получения сведений о расположении АТС относительно дороги [2].

Для того, чтобы максимально точно выявить линии дорожной разметки необходимо воспользоваться подходом, основанным на знаниях о том, что линии дорожной разметки являются относительно прямыми и протяженными. Следовательно, если рассматривать подобные элементы на изображениях, они будут представлять собой протяженные участки резких градиентов.

Таким образом, распознав устойчивые паттерны изменения градиента, можно получить среди прочих контуры линий дорожной разметки. Для проверки устойчивости паттерна необходимо использовать поиск градиентов для горизонтального направления, вертикального направления, направления, близкого к  $45^\circ$  ( $135^\circ$ ), а также для нормализованной величины, представляющий величину градиента по обоим направлениям сразу. Поиск градиентов выполняется с помощью оператора Sobel библиотеки OpenCV [3] на черно-белом изображении, для того, чтобы получить сведения о контурах видимых объектов.

В то же время, для того, чтобы учесть контуры объектов, различающихся по цвету, произведем поиск градиентов в пространстве HSL (Hue-Saturation-Lightness) по компонентам H и S, т. к. именно они отвечает за различия оттенков цветов и их насыщенности, в то время, как компонента L может варьироваться в зависимости от условий освещенности объекта, что будет слабо коррелировать с, непосредственно, контурами искомым объектов.

Спроецировав все точки, прошедшие фильтры, получим картину, отражающую большинство конвидимых контуров объектов. Применив цветовую кодировку для подсветки точек прошедших

конкретный фильтр, можно заметить, насколько эффективно использование нескольких типов фильтров для одного и того же изображения, т.к. особенности видимых границ объектов воспринимаются разными фильтрами по-разному. Объединение результатов способствует уменьшению общего количества шума в результатах.

Следующим этапом является обработка изображения с точки зрения перспективной развёртки, с целью получения «вида сверху» участка дороги, обозримого в поле зрения видеорегистратора. Для этого необходимо с учётом местоположения видеорегистратора в автомобиле произвести преобразование на основе трапеции перспективы. Для получения конкретных координат удобно воспользоваться имеющимся снимком прямолинейного участка пути. Тогда, сопоставив ребра трапеции с линиями дорожной разметки, можно получить достаточно точные координаты требуемой проекции.

Используя впоследствии полученную матрицу трансформации для участков пути с изгибом, можно извлекать сведения о радиусе поворота на основе данных о кривизне дорожной разметки. Применяя данную развёртку наряду с объединёнными фильтрами изображений, мы получим множество точек, которые можно аппроксимировать в кривую на основе данных об их распределении. Метод основан на технике фреймов, когда для каждого горизонтального сегмента изображения выполняется поиск точки с пиковым распределением количества видимых точек. В случае, если несколько фреймов расположено рядом, то это будет оказывать влияние на последующий поиск фреймов, повышая коэффициент вероятности для близлежащих участков. Для реализации данного алгоритма были задействованы метод `polyfit` библиотеки `numpy`. Полученная кривая достаточно репрезентативно позволяет

судить о радиусе кривизны дороги и смещении АТС относительно центра полосы движения.

Зная стандарт ширины полосы движения и ширину видимого участка полосы движения в пикселях на полученном изображении, можно рассчитать соотношение, определяющее, сколько метров реального пространства приходится на видимые пиксели. Для данных тестового видеоряда соотношение получилось равным 0,0052 м/пиксель для горизонтального направления и 0,0414 для вертикального. Эти данные позволяют рассчитать смещение АТС относительно центра полосы движения, а также радиус кривизны поворота текущего участка пути.

Используя эти данные, можно обеспечить практически в режиме реального времени АТС сведениями о его локализации относительно дороги и элементов дорожной разметки.

Таким образом установлено, что на основе данных видеорегистратора и техник компьютерного зрения, существует реальная возможность частичного решения задачи локализации АТС.

Дальнейшее развитие данной модели может лежать в плоскости адаптации алгоритма к различным условиям освещённости местности и обработки прочих объектов, попадающих в поле зрения видеорегистратора.

#### Литература

1. Camera Calibration With OpenCV [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/calib3d/camera\\_calibration/camera\\_calibration.html](https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/calib3d/camera_calibration/camera_calibration.html). Дата доступа: 06.04.2020.
2. Advanced Lane Finding Project [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/kav137/CarND-Advanced-Lane-Lines>.
3. Sobel Derivatives [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/imgtrans/sobel\\_derivatives/sobel\\_derivatives.html](https://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/imgtrans/sobel_derivatives/sobel_derivatives.html).

УДК 004.056

## ЗАЩИЩЁННОСТЬ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Глинская Е.В.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
Москва, Российская Федерация*

После определения угроз информационной безопасности следует перейти к подробной оценке защищённости системы передачи данных от информационных угроз.

Данная методика предполагает несколько последовательных этапов определения защищённости инфраструктуры передачи данных, которые следует выполнять в определённом порядке по ряду соображений, изложенных непосредственно в описании этапов.

**Этап 1.** Составление списка сетей передачи данных.

Поскольку угрозы информационной безопасности определяются на высоком уровне разработки системы, в них может быть не отражено реальное разделение инфраструктуры передачи данных [1].

На данном этапе необходимо разобрать всю систему передачи информации ВС, так же как и систему передачи информации от ВС к назем-