

ТРАФИК-МОНИТОР

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ВИДЕОАНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ОБСТАНОВКИ

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ «TRAFFICMONITOR KERNEL» (TMKERNEL), РАЗРАБОТАННЫЙ КОМПАНИЕЙ НТЦ «МОДУЛЬ», ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ОБСТАНОВКИ. НА ЕГО ОСНОВЕ СОЗДАН «ДЕТЕКТОР ТРАНСПОРТА» – МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ, ВХОДЯЩИЙ В СОСТАВ ВЕРТИКАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ АВТО-ИНТЕЛЛЕКТ.



ВИКТОР ГЛАЗОВ,
главный конструктор систем «Трафик-Монитор», НТЦ «Модуль»

ТМKernel представляет собой алгоритмическое ядро видеодетекторов транспорта «Трафик-Монитор», оформленное в виде специализированной библиотеки функций обработки изображений. Модуль ориентирован на разработчиков программного обеспечения видеонализа для серверов в составе распределенной сети цифрового видеонаблюдения. В частности, в компании ITV на основе данного продукта создан модуль контроля характеристик транспортных потоков «Детектор транспорта» (рис.1) для использования в первую очередь во многофункциональном решении Авто-Интеллект.

TMKernel обрабатывает изображение от видеокамеры, установленной над транспортной магистралью, и может обнаруживать транспортные средства (ТС) одновременно на нескольких полосах с произвольным направлением движения. Качество обнаружения ТС и число одновременно анализируемых полос существенно зависят от положения камеры. В случае если камера установлена над центром дороги на высоте 12 метров, TMKernel будет надежно обнаруживать и распознавать автомобили одновременно на 6 полосах движения. При размещении камеры сбоку от дороги на высоте 8 метров (типично для монтажа камеры на мачте освещения) детектор будет анализировать с заявленной точностью

только 3 полосы. Для нормальной работы детектора также важен угол наклона камеры относительно вертикальной оси. Он должен составлять примерно 45 градусов.

В состав программного модуля TMKernel входят два основных компонента:

- программные средства для калибровки камеры;
- детектор транспорта.

Калибровка камеры – важный момент в настройке детектора транспорта. От того, насколько качественно будет выполнена калибровка, зависит точность измерения скорости и надежность классификации ТС. В контексте данной статьи термин «калибровка» понимается в расширенном смысле и предполагает, в том числе, определение

внешнего ориентирования камеры относительно дорожного полотна. Если положение камеры не изменяется, калибровка выполняется однократно.

Возможны два варианта калибровки. Если характеристики камеры известны (фокусное расстояние, размер матрицы, число эффективных пикселей), то процедура довольно проста: достаточно на изображении отметить границы анализируемого участка дороги (рис. 2). Детектор сам определит необходимые параметры калибровки.

Если же параметры камеры неизвестны, то ситуация усложняется. В этом случае необходимо выполнить некоторые действия на дороге. Надо выбрать четыре малоразмерных объекта, которые легко узнаваемы

Последнее значение / Статистика		Детектор транспорта 1			
Таблица / График		1	2	3	4
Общее количество ТС	50	50	50	50	50
Время регистрации	17:15:14 09-03-2008	17:15:12 09-03-2008	17:15:14 09-03-2008	17:15:13 09-03-2008	17:15:13 09-03-2008
Мотоциклы	0	0	0	0	0
Легковые автомобили	50	1	25	50	50
Грузовые ТС менее 12 метров	0	49	25	0	0
Грузовые ТС более 12 метров	0	0	0	0	0
Автобусы	0	0	0	0	0
Зарегистрированная скорость ТС (км/ч)	63	39	79	45	45
Длина ТС	7	9	4	5	5
Средняя скорость по всем ТС (км/ч)	57	44	79	47	47
Средняя скорость по легковым ТС (км/ч)	57	49	79	47	47
Средняя скорость по грузовым ТС (км/ч)	0	44	79	0	0
Дистанция между ТС (м)	20	26	32	29	29
Загруженность дороги (%)	16	20	12	14	14
Превышений скорости движения	25	1	50	1	1
Движение по встречной полосе	0	0	0	0	0
Остановок ТС	0	0	0	0	0
Загор	Свободна	Свободна	Свободна	Свободна	Свободна
Количество нарушений	25	1	50	1	1

рис. 1



рис. 2



рис. 3

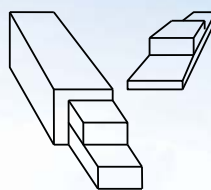


рис. 5

на изображении, и измерить расстояния между ними. Эти объекты, которые называются якорными точками, нужно отметить на изображении и задать их земные координаты (рис. 3).

На модуль обнаружения (детектор) подаются последовательно в цифровом виде кадры, полученные от камеры (рис. 4). Размерность изображения может быть любой (в разумных пределах), однако оптимальным следует считать формат CIF (352x288 или 384x288). При этом обеспечивается достаточно высокое качество обнаружения и вычислительные затраты не слишком велики.

При обнаружении ТС формируется структура данных, которая содержит:

- скорость ТС;
- длину ТС;
- расстояние между обнаруженным и предыдущим ТС;
- координаты обнаруженного ТС на изображении;
- тип обнаруженного ТС.

Такая структура создается отдельно для каждой полосы движения и обновляется с каждым кадром. Поле длины в структуре является признаком обнаружения ТС. Если это поле равно нулю, значит, ничего не обнаружено.

При обнаружении объект может быть отнесен к одному из пяти классов:

- легковой автомобиль;
- грузовой автомобиль/микроавтобус;
- трейлер;
- автобус;
- мотоцикл.

При разработке алгоритма обнаружения и классификации были приняты следующие исходные допущения.

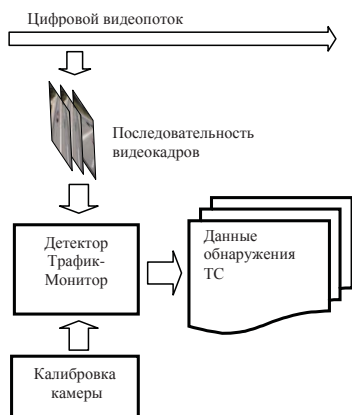


рис. 4

- Каждый искусственный объект представляет собой совокупность элементарных плоских поверхностей. Изображение объекта, формируемое камерой, – это проекция его элементарных поверхностей.
- Каждая элементарная поверхность образует на изображении замкнутый контур.
- Для транспортных средств характерны контуры четырехугольной формы.

Таким образом, изображение ТС можно описать моделью – совокупностью соединенных контуров четырехугольной формы (рис. 5).

Основываясь на приведенных допущениях, алгоритм обнаружения и классификации ТС представляет собой последовательность следующих операций.

- Обнаружение контуров – линий высокого локального контраста.
- Из всех контуров выбираются те, которые по форме ближе всего к четырехугольникам.
- Выделяются области соединенных четырехугольников – это «грубое» обнаружение, в результате которого находятся все возможные кандидаты в интересные нас объекты.
- Найденные области-кандидаты сравниваются с экземплярами из базы эталонов на предмет «точного» обнаружения ТС и определения его класса.
- Если будет достигнута определенная достоверность соответствия кандидата эталону, принимается решение об обнаружении объекта соответствующего класса.

Алгоритм обнаружения и классификации более подробно рассмотрен в статье: Taranin M., Glazov V., Landyshev S., Taranin S. Vehicle Detection And Classification By

Contour Shape Model. – Proceedings of 14th World Congress on ITS, Beijing, 2007.

Принципиальным является то, что алгоритм работает с последовательностью кадров, а не с одиночным изображением, поскольку помимо обнаружения и классификации объекта происходит его сопровождение с целью измерения скорости, определения принадлежности полосы движения и т. д. Важно также, чтобы видеокдры поступали без пропусков, желательнее с темпом 25 кадров в секунду. В противном случае возрастут ошибки измерения.

Отдельно следует остановиться на измерении такого параметра, как занятость полосы движения. Для этого алгоритм анализирует присутствие объекта в некоторой зоне, которая автоматически задается на изображении для каждой полосы движения и называется виртуальным петлевым детектором. Индикатор присутствия ТС в зоне петлевого детектора обновляется с каждым новым видеокдром. Занятость полосы можно определить как процентное отношение числа кадров, на которых петлевой детектор был занят, к общему числу кадров, полученных в течение некоторого заданного интервала времени. Например, если за время анализа на всех кадрах фиксируется присутствие ТС в зоне петлевого детектора, значит, полоса занята на 100%. Заметим, что такая ситуация необязательно будет классифицироваться как транспортная «пробка». Если средняя скорость движения достаточно высока, то занятость 100% означает лишь, что ТС движутся очень плотным потоком, бампер к бамперу.

При оптимальном расположении камеры погрешность определения характеристик дорожно-транспортной обстановки не превышает:

- 5% – число ТС;
- 10% – средняя скорость движения ТС;
- 10% – средняя дистанция между ТС;
- 10% – классификация ТС.

Реализованный в модуле алгоритм обнаружения и классификации транспортных средств достаточно экономичен с точки зрения вычислений и позволяет в рамках одного приложения анализировать изображения, поступающие от нескольких видеокамер. **ITV**

МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В СОСТАВЕ ПЛАТФОРМЫ «ИНТЕЛЛЕКТ»

Модуль определяет характеристики транспортных потоков по видеоизображению, по шести полосам движения одновременно. Ведет учет статистических характеристик транспортного потока – количество проехавших автомобилей, определяет типы транспортных средств, их скорость, измеряет загруженность дороги. Рассчитывает интенсивность движения на заданном участке, автоматически определяет пробки и нарушения правил дорожного движения. Данные, предоставляемые модулем, позволяют реализовать алгоритмы регулирования дорожного движения с учетом реальной дорожно-транспортной обстановки. Статистическая характеристика транспортного потока по каждой полосе доступна для дальнейшей обработки и анализа, например, совместно с модулем распознавания автомобильных номеров.