

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т Р У Д Ы
ПЯТНАДЦАТОЙ
ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНЧЕСКИХ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ
ИНКУБАТОРОВ

Томск, 17–19 мая 2018 г.



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2018

Обратная задача для «писем счастья»

Г.А. Багреев, В.П. Якубов

Томский государственный университет, г. Томск, Россия

В современном мире одной из основных проблем является безопасность дорожного движения. Основным источником проблем безопасности на дороге является превышение разрешенной скорости. Чтобы получить данные о скорости движения автомобиля, используют радарные комплексы. Подобные комплексы позволяют не только измерить скорость, они также позволяют измерить превышение скорости и, используя имеющиеся данные о номере автомобиля, отправить владельцу так называемое «письмо счастья».

Большая часть подобных комплексов основывается на использовании эффекта Доплера. Такие комплексы имеют сложную конструкцию, так как необходимо наличие излучателя и приемника [1]. В комплекс входит и камера, чтобы установить номер транспорта, а затем и владельца. Такие комплексы имеют большую стоимость и сложность в обслуживании. Подобные проблемы заставляют искать альтернативные методы. Очевидными являются оптические методы, которые используют в своей конструкции только камеру и компьютер. Среди них можно выделить метод калибровки расстояния на участке относительно изображения с камеры [2]. Этот метод используется редко и практически не встречается в РФ. Имеется недостаток в виде чувствительности к изменению положения камеры. Существуют алгоритмы, избегающие перенастройки при малейшем изменении снимаемой сцены [3]. Это не отменяет первичной настройки, которая требует точных измерений. Однако возможно создание метода, который не требует сложной настройки, но сохраняет точность измерений. Это и является целью работы.

Цифровая видеокамера составляет последовательность кадров для создания видео. Индивидуальный кадр является растровым изображением с определенным пиксельным разрешением. Компьютер представляет изображение в виде матрицы с различными значениями интенсивности (для монохроматического изображения) или в виде набора трех накладываемых матриц (цветное изображение *RGB*). Пользуясь этой особенностью, можно выделить две наиболее выделяющихся точки. По мере приближения объекта к камере расстояние между этими точками

должно увеличиваться, так как меняется масштаб объекта на изображении. Это расстояние можно измерить на самом изображении – в пикселях. Так можно связать скорость изменения «пиксельного расстояния» со скоростью движения объекта по направлению к камере.

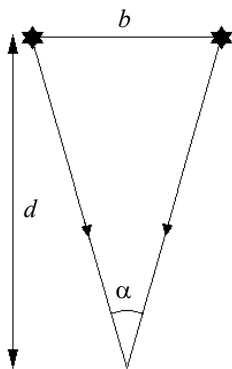


Рис. 1. Схема измерений

На рис. 1 приведена схема измерений для подобных расчетов. В качестве точек были выбраны фары автомобиля.

Для расстояния до камеры d и расстояния между фарами b , угловое расстояние между ними можно записать так:

$$\alpha \approx b/d.$$

Это справедливо при большом удалении автомобиля.

Тогда количество пикселей N между выбранными двумя точками можно получить при округлении произведения значения угла α на некоторый калибровочный коэффициент γ :

$$N = E\left[\gamma \frac{b}{d}\right].$$

Функция $E[x]$ означает целую часть от числа x . Калибровочный коэффициент определяется характеристиками камеры. Выразив расстояние d и взяв производную по времени, можно получить [4]

$$v \approx \frac{dN}{dt} \gamma^{-1} b.$$

Это дает возможность установить зависимость скорости движения объекта и изменения количества пикселей между двумя точками. Полученное выражение является приближенным, однако позволяет установить скорость движения с достаточной точностью.

На рис. 2 можно увидеть зависимость точности измерения скорости от расстояния до камеры для разрешения съемки в 3 мегапикселя на экран. Можно отметить, что на высоких расстояниях погрешность растет, однако эта неточность не выходит за пределы ± 20 км/ч. С учетом разрешенной скорости движения в городе 60 км/ч, а также минимальным превышением в 20 км/ч (80 км/ч и выше), необходимым для получения «письма счастья», данная погрешность является незначительной.

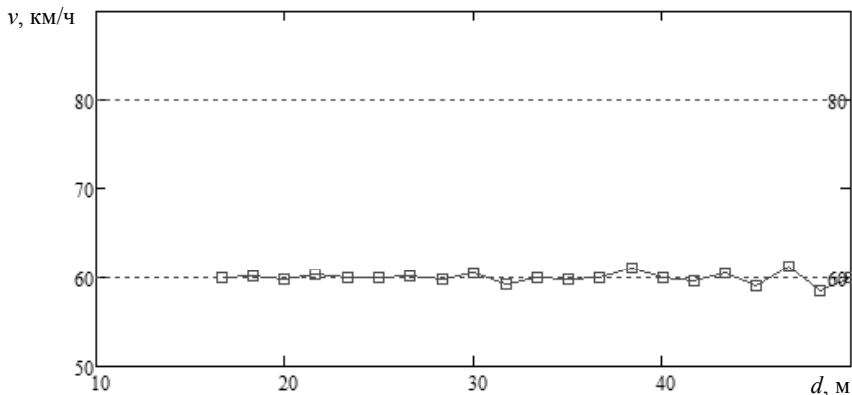


Рис. 2. Точность измерения скорости в зависимости от расстояния до камеры

Полученный метод можно применять не только для регулирования нарушений на дороге. Используя рассмотренный метод, можно использовать охранную камеру на входе для регистрации приближения объектов и контроля дверями. Возможно применение и в космической отрасли, где рассмотренный метод может использоваться для регулирования скорости стыковки модулей космических станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Roselli L.* A cost driven 24 GHz Doppler radar sensor development for automotive applications // 2005 European Microwave Conference. 2005. P. 4.
2. *Dailey D., Cathey F., Pumrin S.* An algorithm to estimate mean traffic speed using uncalibrated cameras // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2000. V. 1. No. 2. P. 98–107.
3. *Pumrin S., Dailey D.J.* Roadside camera motion detection for automated speed measurement // Proceeding of the IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Systems. 2002. P. 147–151.
4. *Якубов В.П., Шипилов С.П.* Обратные задачи радиофизики: учеб. пособие / под ред. В.П. Якубова. Томск: Изд-во НТЛ, 2016. 164 с.

Багреев Глеб Анатольевич, студент; covergan@gmail.com;

Якубов Владимир Петрович, д.ф.-м.н., профессор; yvlp@mail.tsu.ru