

Сухрев Д.В.

Старший эксперт отдела криминалистических исследований
ФБУ Ульяновская ЛСЭ Минюст России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИГНАЛА СВЕТОФОРА НА СЕРИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB

Предлагается и обосновывается способ определения сигнала светофора на серии изображений с использованием MATLAB.

Ключевые слова: видеозапись ДТП, светофор, MATLAB.

D. Sukharev

Senior forensic examiner, Laboratory of forensic crime scene investigation, Ulyanovsk Laboratory of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice

USING MATLAB TO DETERMINE THE TRAFFIC LIGHT SIGNAL IN A SERIES OF IMAGES

The method of determining the traffic light on a series of images using MATLAB is proposed and justified.

Keywords: traffic accident video, traffic light, MATLAB.

В настоящее время в следственной и экспертной практике возникают ситуации, когда для определения причин дорожно-транспортного происшествия (ДТП) необходимо установить, на какой сигнал светофора двигались участники ДТП [3]. В литературе [2] предлагаются некоторые подходы для решения рассматриваемой задачи, однако все они сопровождаются субъективной оценкой эксперта и зачастую требуют значительного времени для многократного просмотра видеозаписи. В целях оптимизации процесса предлагается способ определения сигнала светофора по видеозаписи с использованием математической системы MATLAB и набор инструментов Image

Processing Toolbox, позволяющих решить широкий спектр задач обработки изображений.

Поскольку видеозапись представляет собой последовательность изображений, дальнейшие рассуждения распространялись именно на серию изображений, хотя средствами MATLAB возможно и потоковое чтение видеозаписи. В обоснование указанного подхода был положен тот факт, что просмотр видеозаписи (покадровое извлечение изображений) возможно осуществить различными методами, в том числе специализированными, в то время как потоковое чтение видеозаписи в системе MATLAB организовано встроенными средствами [4].

Суть р ссм трив емого способ сводится к определению зн чения яркости оттенков серого в точке н изобр жении и отслежив нию изменения зн чения яркости н серии изобр жений, полученной в ходе р ск дровки, что соответствует изменению яркости неподвижного объект н изобр жении во времени. Для этого в системе MATLAB был р зр бот н соответствующ я функция согл сно лгоритму:

- 1) считыв ние из ф йл цветного изобр жения (цветовое простр нство RGB);
- 2) преобр зов ние цветового простр нств в оттенки серого;
- 3) определение зн чения яркости оттенков серого в з д нной точке;
- 4) построение гр фик .

Преобр зов ние цветового простр нств RGB в оттенки серого обусловлено тем, что шк л гр д ций серого р сположен н ди гон ли в цветовом кубе модели RGB т ким обр зом, что к жд я сост вляющ я получ ет один ковые зн чения, р вные зн чениям оттенков серого – вершин с координ т ми (0,0,0) соответствует черному «0», вершин с координ т ми (1,1,1) соответствует белому «255» (рис. 1).

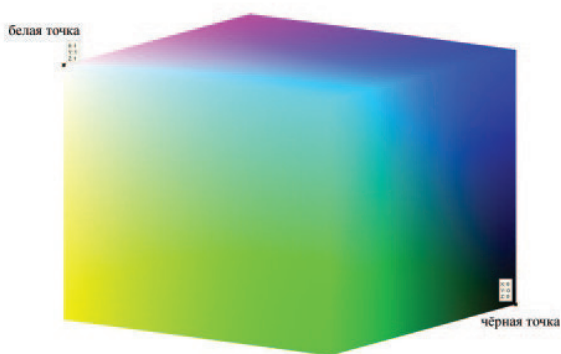


Рис. 1. Цветовой куб модели RGB

Д нное упрощение з д чи обусловлено т же и тем, что предл г емый способ определяется не с м цвет (свет) секции светофор , именно ее состояние (включен /выключен), исходя из того, что зн чение яркости оттенков серого включенной секции зн чительно выше этого же зн чения выключенной секции н изобр жении.

Выбор точки н изобр жении осуществляется н основ нии изобр жения светофор , предст вленного отдельно в

хорошем к честве, с учетом р сположения секций светофор согл сно ГОСТ Р 52282-2004 [1], путем проведения соответствующих м сшт бных измерений (при невозможности точного определения положений секций светофор).

Предл г емый способ определения сигн л светофор был использов н в экспертной пр ктике ФБУ Ульяновск я ЛСЭ Минюст России для решения вопрос «Н кой сигн л светофор н ч л движение втомобиль, из которого произведен видеозпись обстоятельств дорожно-тр нспортного происшествия?» (рис. 2).

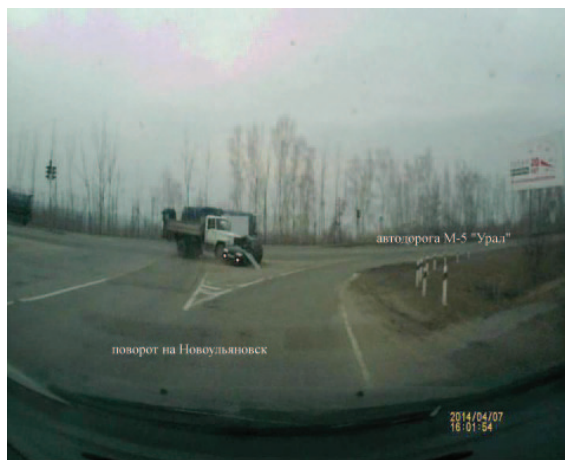


Рис. 2. Событие ДТП

Н ч ло движения втомобиль с видеорегистратором определялось по изменению положения ст цион рных предметов в поле к др (рис. 3).



Рис. 3. Начало движения автомобиля с видеорегистратором

Координ ты точки выбир лись с помощью функции imtool (н бор инструментов IPT) для кр сной и желтой секций светофор н основ нии его изобр жения (рис. 4).



Рис. 4. Изображение светофора

В ходе анализа изображений были получены две зависимости яркости точки от номера кадра (исследуемым диапазоном является фрагмент видеозаписи с 31 по 300 кадр, что обусловлено установкой видеорегистратора на красный сигнал светофора). Исследовано установлено, что в указанной серии изображений в области красной секции не наблюдается изменения яркости (рис. 5).

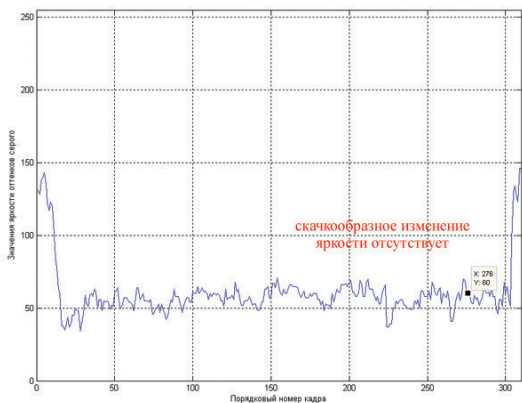


Рис. 5. Значения яркости красной секции на серии изображений

В то время как в области желтой секции наблюдается скачкообразное изменение яркости участка с 275 по 276 кадр – выделено красным (рис. 6).

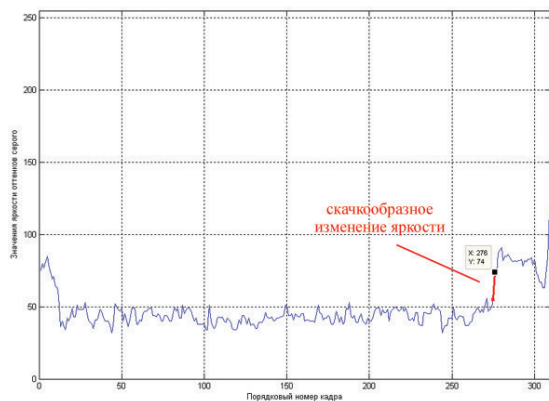


Рис. 6. Значения яркости желтой секции на серии изображений

Таким образом, автомобиль, из которого произведено видеозапись обстоятельств дорожно-транспортного происшествия, начал движение и сочетанием красного и желтого сигналов светофора (момент времени соответствует кадру 300).

С учетом данных о режиме работы светофорного объекта, периоде времени между включением сочетания красного и желтого сигналов и появлением участника ДТП в кадр, известной частоте кадров было определено, к какому сигналу светофора проезжали перекресток участники ДТП (рис. 7).

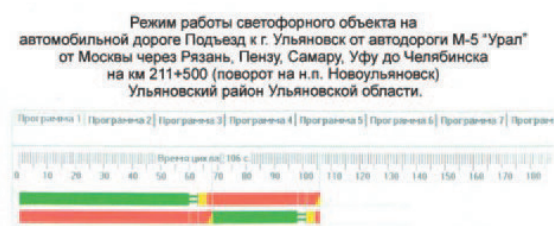


Рис. 7. Режим работы светофорного объекта

Предлагаемый способ также был использован для контрольных тестов по имеющимся в ФБУ Ульяновская ЛСЭ Минюста России видеозаписям, оставшимся после производства экспертиз, где вопрос об определении сигнала светофора не ставился.

Таким образом, производилось исследование изменения яркости зеленой секции красного прохода пешеходного светофора (рис. 8, 9).



Рис. 8. Событие ДТП

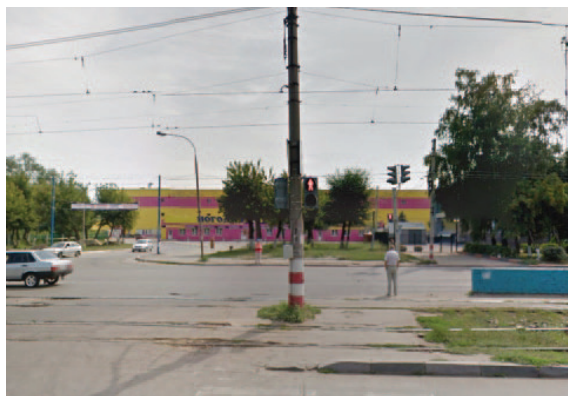


Рис. 9. Изображение светофора

Анализ график зависимости яркости оттенков серого точки изображения от номера кадров серии изображений показывает, что отчетливо видны графики работы светофорного объекта: включение зеленой секции светофора соответствует изменениям яркости в области значений 250 – выделено красным (рис. 10).

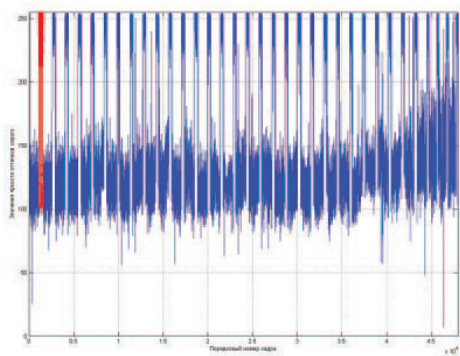


Рис. 10. Значения яркости зеленой секции крайнего правого пешеходного светофора на серии изображений

При этом шумы, связанные с работой секции светофора («фотомный» сигнал, отдельные пики на графике – выделено красным на рис. 11), легко отличимы от переключения секции (рис. 11).

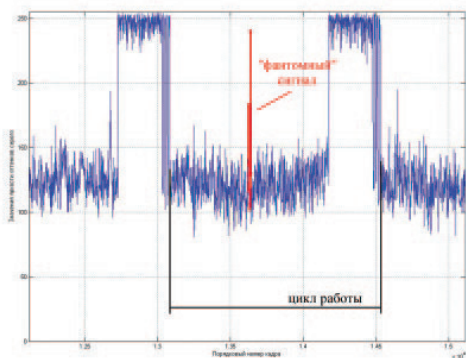


Рис. 11. Значения яркости зеленой секции – засвет секции

Помимо этого можно определить мигающий сигнал – выделено красным (рис. 12)

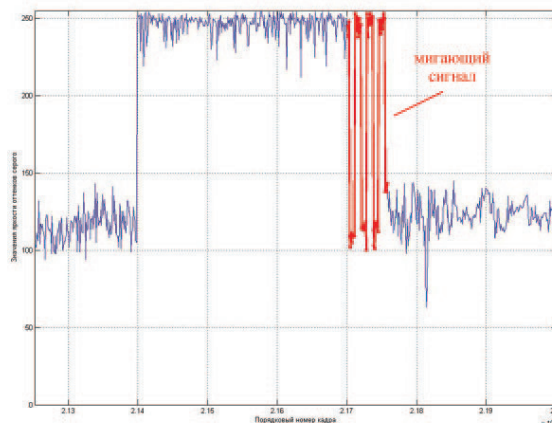


Рис. 12. Значения яркости зеленой секции – мигающий сигнал

Также проводилось исследование изменения яркости красной секции красного транспортного светофора, которое на видеogramме отображается как мерцание, связанное с особенностями работы видеорегистратора и светодиодного светофорного объекта (рис. 13).

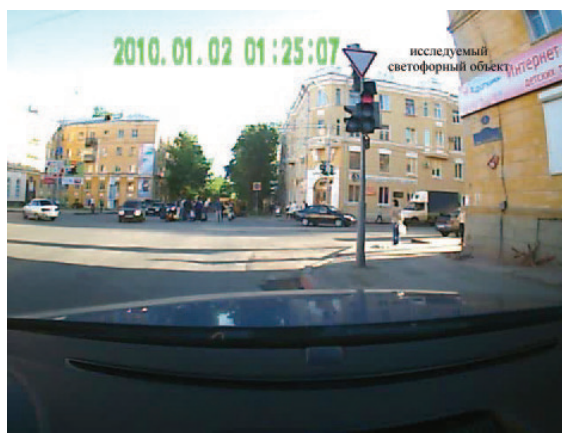


Рис. 13. Мерцание красной секции светофора на видеogramме

Анализ график зависимости яркости оттенков серого точки изображения от номера кадров серии изображений показывает, что отчетливо видны графики работы светофорного объекта: включение красной секции светофора соответствует изменениям в области значений «150» – переключение выделено красным (рис. 14).

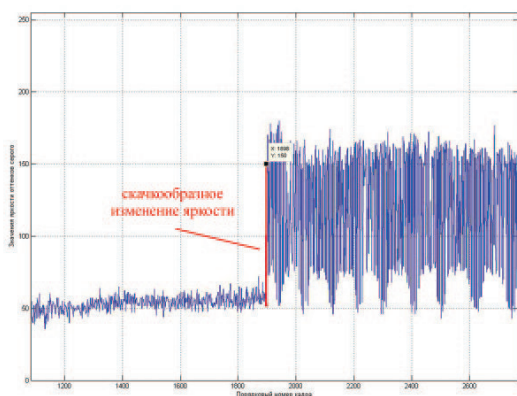


Рис. 14. Значения яркости красной секции крайнего правого транспортного светофора на серии изображений

При этом становятся легко различимыми отличия мигающего сигнала (скачкообразное изменение яркости, см. рис. 12 – выделено красным) от мерцания секции на видеоролике (плавное изменение яркости, рис. 15 – выделено красным).

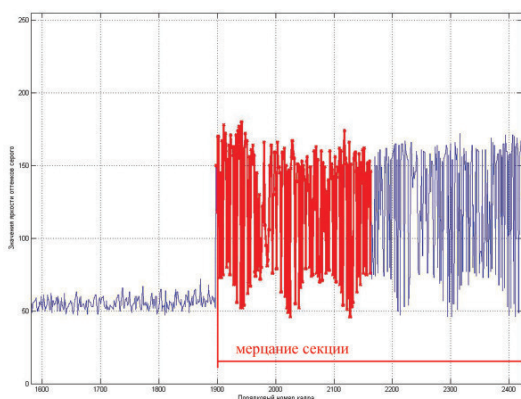


Рис. 15. Значения яркости красной секции – мерцание секции на видеоролике

По результатам контрольных тестов было установлено, что с помощью предлагаемого способа достоверно определяются режимы работы светофорного объекта (переключение сигналов, мигающий сигнал), при этом становятся различимыми шум и искажения: свет секции («фantomный» сигнал) и мерцание секции на видеоролике. Ограничением в применении способа является исследование яркости лишь неподвижных объектов в поле зрения видеороликов. Единственным ограничением устранено путем создания алгоритма отслежи-

вания движущихся объектов в кадре. Кроме этого, в целях повышения чувствительности (уменьшения уровня шумов) возможно применение пространственной фильтрации – оценку яркости проводить не только в конкретной точке изображения, но и в окрестности этой точки.

Также предполагается, что предлагаемый способ определения сигналов светофора с использованием MATLAB применим для решения любых вопросов, связанных с оценкой скачкообразного изменения яркости оттенков серого в точке, в том числе для определения по видеоролику проезда одиночного автомобиля на продолжительных записях. Так, в указанном случае скачкообразное изменение яркости будет соответствовать появлению объекта на изображении: предполагается, что изменение яркости оттенков серого дороги всегда отличается от изменения яркости оттенков серого кузовов автомобиля (совпадение значений яркости оттенков серого дороги и кузовов автомобиля при прочих равных условиях невыполнимо).

Литература

- ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний. Введ. с 1992-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005.
- Звездин М.В. Возможность установления «цвет» сигнала светофора по градациям серого // Актуальные вопросы экспертизы видеозаписей: материалы Всероссийского семинара, проходившего в г. Нижнем Новгороде 13–17 мая 2013 г. / под ред. В.Н. Пронин, П.Г. Лесниковой. – Н. Новгород, 2014. – С. 250–254.
- Петров С.М. Исследование методики лов видеозаписей с целью установления обстоятельств дорожно-транспортного происшествия // Теория и практика судебной экспертизы. – 2013. – № 4. – С. 62–82.
- Documentation: VideoReader class [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. д. н. – The MathWorks, Inc. [б.и.], 2014. – Режим доступа: <http://www.mathworks.com/help/matlab/ref/videoreader-class.html>, свободный.